

中华人民共和国气候变化 第一次双年透明度报告

2024年12月

序言

气候变化是全人类面临的共同挑战。中华人民共和国（以下简称“中国”）政府高度重视应对气候变化，坚持公平、共同但有区别的责任和各自能力原则，坚定维护多边主义，推动共同落实《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》）及其《巴黎协定》。中国政府已提交四次国家信息通报和三次两年更新报告，全面通报了中国为实现《公约》目标采取的行动、进展和成效。

在《公约》框架下，《巴黎协定》进一步建立了强化透明度框架，要求各方在现有《公约》工作基础上，每两年提交一次双年透明度报告。根据第 18/CMA.1 号决定，各缔约方须不晚于 2024 年底提交第一次双年透明度报告。作为发展中国家，中国于 2020 年启动 GEF 项目申请程序，并于 2022 年启动《中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告》准备工作。本报告的编制和提交得到了 GEF “第四次国家信息通报” “第一次双年透明度报告” 和 “中国加强透明度能力建设一期项目” 的支持。

本报告全面遵循《巴黎协定》强化透明度框架模式、程序和指南（MPGs）及通用报表的最新要求，全面报告了中国为实现《公约》及其《巴黎协定》目标采取的行动和取得的进展，内容包括国家温室气体清单、国家自主贡献

进展、气候变化影响和适应、需要和收到的支持、香港特别行政区应对气候变化基本信息、澳门特别行政区应对气候变化基本信息等篇章。

本报告由生态环境部牵头、相关部门参与共同编制，其中，香港特别行政区、澳门特别行政区应对气候变化基本信息分别由香港特别行政区政府环境保护署、澳门特别行政区政府地球物理气象局提供。报告经由国务院授权后正式提交至《公约》秘书处。中方将一如既往与各方携手应对气候变化，合力保护人类共同的地球家园。

目 录

第一部分 国家温室气体清单	1
第一章 组织机构安排	1
第二章 国家温室气体排放和吸收情况	4
一、关键类别分析	4
二、国家清单总体情况	20
三、分气体种类时间序列分析	22
四、分领域时间序列分析	25
第三章 能源活动	29
一、概述	29
二、燃料燃烧	30
三、逸散排放	34
第四章 工业生产过程和产品使用	36
一、概述	36
二、非金属矿物制品生产	40
三、化学工业生产	41
四、金属制品生产	45
五、非能源产品使用	47
六、电子工业生产	48
七、消耗臭氧层物质替代物使用	49
八、其他产品制造和使用	51
第五章 农业活动	52
一、概述	52
二、动物肠道发酵	53
三、动物粪便管理	54
四、水稻种植	56
五、农用地	56
六、秸秆田间焚烧	57
第六章 土地利用、土地利用变化和林业	58
一、概述	58
二、林地	59
三、农地	61
四、草地	63
五、湿地	65
六、建设用地	67

七、其他土地	69
八、木质林产品	70
九、其他生物质	71
第七章 废弃物处理	71
一、概述	71
二、填埋处理	72
三、生物处理	73
四、焚烧处理	74
五、废水处理	74
第八章 交叉领域问题处理	75
第九章 时间序列一致性分析	76
第十章 质量保证、质量控制及验证	77
一、数据质量控制	77
二、数据质量保障	78
第十一章 特定类别源汇的回算	78
第十二章 灵活性	79
第十三章 清单改进计划	82
第二部分 国家自主贡献进展	83
第一章 国情和组织机构安排	83
一、与减缓气候变化相关的国情概况	83
二、与追踪国家自主贡献进展相关的组织机构安排	89
第二章 国家自主贡献目标描述	90
一、综述	90
二、目标及其内涵	91
第三章 国家自主贡献主要目标实施进展	93
一、追踪指标	93
二、追踪国家自主贡献目标进展	94
第四章 减缓气候变化政策行动及其成效	94
一、减缓气候变化的政策行动	94
二、减缓气候变化政策行动的成效	107
第三部分 气候变化影响和适应	120
第一章 国情和组织机构安排	120
一、与适应气候变化相关的国情概况	120
二、与适应气候变化相关的组织机构安排	124
第二章 气候变化影响、脆弱性评估及损失损害情况	124

一、气候变化特征及趋势	124
二、气候变化对自然生态系统的影响及脆弱性评估 [□]	128
三、气候变化对经济社会系统的影响及脆弱性评估 [□]	134
四、气候变化影响相关的损失损害	138
第三章 适应气候变化行动与挑战	140
一、适应气候变化的战略与目标	140
二、适应气候变化行动进展	142
三、适应气候变化面临的挑战	148
第四章 适应气候变化国际合作	149
一、深入开展适应气候变化联合研究	149
二、重视适应气候变化知识共享	150
第五章 适应气候变化的经验和启示	150
一、提升决策者和公众的理念意识	150
二、建立长期有效多部门协同机制	151
三、充分发挥适应型城市试点的示范作用	151
四、积极开展适应气候变化国际交流合作	152
第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持	153
第一章 总体情况	153
一、国情和组织机构安排	153
二、与资金、技术、能力建设相关的国家战略及优先事项	155
三、相关概念和方法假设	156
第二章 应对气候变化资金需求及获得的支持	158
一、中国应对气候变化资金需求	158
二、中国获得的应对气候变化资金支持	159
三、获得资金支持面临的挑战	160
第三章 应对气候变化技术开发与转让需求及获得的支持	161
一、中国应对气候变化的技术需求	161
二、中国获得的应对气候变化技术支持	161
三、获得技术支持面临的挑战	162
第四章 应对气候变化能力建设需求及获得的支持	163
一、中国应对气候变化的能力建设需求	163
二、中国获得的应对气候变化能力建设支持	164
三、存在的问题与挑战	166
第五章 提高履约工作透明度的需求及获得的支持	166
一、中国提高履约工作透明度的需求	166
二、中国提高履约工作透明度所获得的支持	169

第五部分 香港特别行政区应对气候变化基本信息	206
第一章 香港特区温室气体清单	206
一、组织机构安排	206
二、香港特区温室气体排放和吸收情况	206
三、能源活动	217
四、工业生产过程和产品使用	219
五、农业活动	220
六、土地利用、土地利用变化和林业	221
七、废弃物处理	222
八、交叉领域问题处理	223
九、质量保证、质量控制及验证	224
十、清单改进计划	225
第二章 香港特区自主贡献进展	226
一、区情和组织机构安排	226
二、香港特区自主贡献目标描述	227
三、香港特区自主贡献目标实施进展	228
四、减缓气候变化政策行动及其成效	230
第三章 香港特区的气候变化影响和适应	244
一、区情和组织机构安排	244
二、气候变化影响、脆弱性及损失损害	244
三、适应气候变化行动与挑战	248
四、国际合作及经验和启示	253
第四章 香港特区资金、技术和能力建设需求及获得的支持	254
一、区情和组织机构安排	254
二、应对气候变化资金需求及获得的支持	255
三、应对气候变化技术需求及获得的支持	255
四、应对气候变化能力建设需求及获得的支持	256
五、提高履约工作透明度的需求及获得的支持	257
第六部分 澳门特别行政区应对气候变化基本信息	258
第一章 澳门特区温室气体清单	258
一、组织机构安排	258
二、澳门特区温室气体排放和吸收情况	258
三、能源活动	265
四、工业生产过程和产品使用	267
五、农业活动	267
六、土地利用、土地利用变化和林业	267

七、废弃物处理	267
八、交叉领域问题处理	269
九、质量保证、质量控制及验证	269
十、清单改进计划	269
第二章 澳门特区自主贡献进展	270
一、区情和组织机构安排	270
二、澳门特区自主贡献目标描述	272
三、澳门特区自主贡献目标实施进展	273
四、减缓气候变化政策行动及其成效	274
第三章 澳门特区的气候变化影响和适应	281
一、区情和组织机构安排	281
二、气候变化影响、脆弱性评估及损失损害情况	281
三、适应气候变化行动与挑战	285
四、适应气候变化国际合作及经验和启示	288
第四章 澳门特区资金、技术和能力建设需求及获得的支持	288
一、区情和组织机构安排	288
二、应对气候变化资金需求及获得的支持	289
三、应对气候变化技术需求及获得的支持	291
四、应对气候变化能力建设需求及获得的支持	291
五、提高履约工作透明度的需求及获得的支持	291

第一部分 国家温室气体清单

2020—2021 年中国国家温室气体清单包括能源活动，工业生产过程和产品使用，农业活动，土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF），废弃物处理等五个领域中二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（SF₆）的排放和吸收。根据《巴黎协定》实施细则，各缔约方自 2024 年起，所提交的清单需参考《2006 年 IPCC 国家温室气体清单编制指南^[1]》（简称《2006 年 IPCC 清单指南》）《IPCC 2013 年国家温室气体清单指南增补：湿地》（以下简称《2013 年 IPCC 湿地增补》）进行编制，并采用《IPCC 第五次评估报告》的 100 年时间尺度下全球增温潜势进行报告，还需采用与 2020—2021 年相同的方法学和数据来源对国家自主贡献基年（中国为 2005 年）进行回算。本轮清单编制遵循上述要求，活动水平数据主要来自官方的统计资料，排放因子优先采用本国参数。

第一章 组织机构安排

中国政府高度重视国家温室气体清单（以下简称“国家清单”）编制工作，形成了国家应对气候变化主管部门生态环境部牵头，国家统计局等相关政府部门和行业协会参与、多个研究机构具体编制的工作模式。

生态环境部主要负责清单的组织和协调等相关工作。在国际赠款资金的支持下，生态环境部设立专门的项目管理办公室（以下简称“项目办”），由项目办通过公开招标方式确定各领域清单的承担单位。各领域清单编制的牵头和主要参与单位详见表 1-1。分领域清单编制完成后，国家应对气候变化战略研究和国际合作中心牵头汇总形成总清单，经专家评审、部门征求意见后，作为报告主要内容上报国务院，国务院批准后提交给《公约》秘书处。清单组织机构安排和清单编制的时间节点详见图 1-1 和图 1-2。

表 1-1 国家清单编制单位

领域	牵头和主要参与单位
能源活动	国家应对气候变化战略研究和国际合作中心、国家发展和改革委员会能源研究所、清华大学能源环境经济研究所、中国建筑材料联合会、中国有色金属工业协会、中国石油天然气集团有限公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油集团有限公司、陕西延长石油（集团）有限责任公司、国家石油天然气管网集团有限公司等

[1] IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change）是政府间气候变化专门委员会

第一部分 国家温室气体清单

领域	牵头和主要参与单位
工业生产过程和产品使用	清华大学能源环境经济研究所、生态环境部对外合作与交流中心、青岛科技大学机电工程学院、中国建筑材料联合会、中国石油和化学工业联合会、中国有色金属工业协会等
农业活动	中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、中国科学院大气物理研究所、全国畜牧总站、各养殖大省畜牧技术推广站、中国农业大学、河南农业大学、内蒙古农业大学、农业农村部农业生态与资源保护总站、生态环境部卫星环境应用中心、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所等
土地利用、土地利用变化和林业	中国林业科学研究院森林生态环境与自然保护研究所、自然资源部国土整治中心、中国地质环境监测院、中国科学院大气物理研究所、中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、中国林业科学研究院生态保护与修复研究所、中国林业科学研究院林业研究所、国家林业和草原局林草调查规划院等
废弃物处理	中国环境科学研究院、中国科学院生态环境研究中心、中国城市环境卫生协会、住房和城乡建设部环境卫生工程技术研究中心、中国城市建设研究院有限公司、生态环境部卫星环境应用中心、中国环境监测总站、中国科学院城市环境研究所、中国科学院广州能源研究所、中国科学院过程工程研究所、中国科学院武汉岩土力学研究所、清华大学、中国人民大学、北京师范大学、中国光大环境（集团）有限公司、北控水务（中国）投资有限公司等

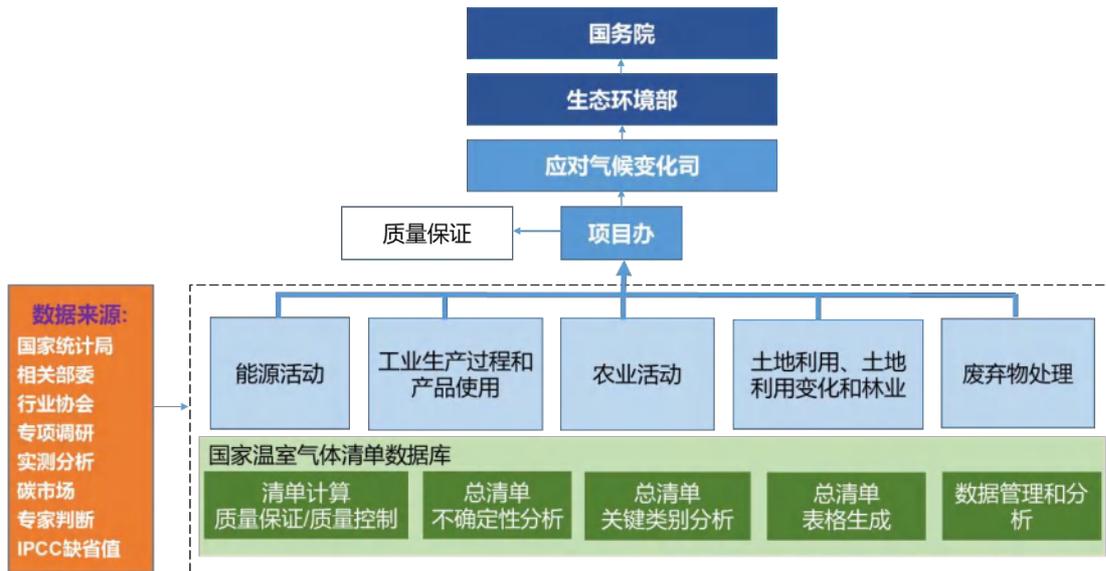


图 1-1 清单编制组织机构安排

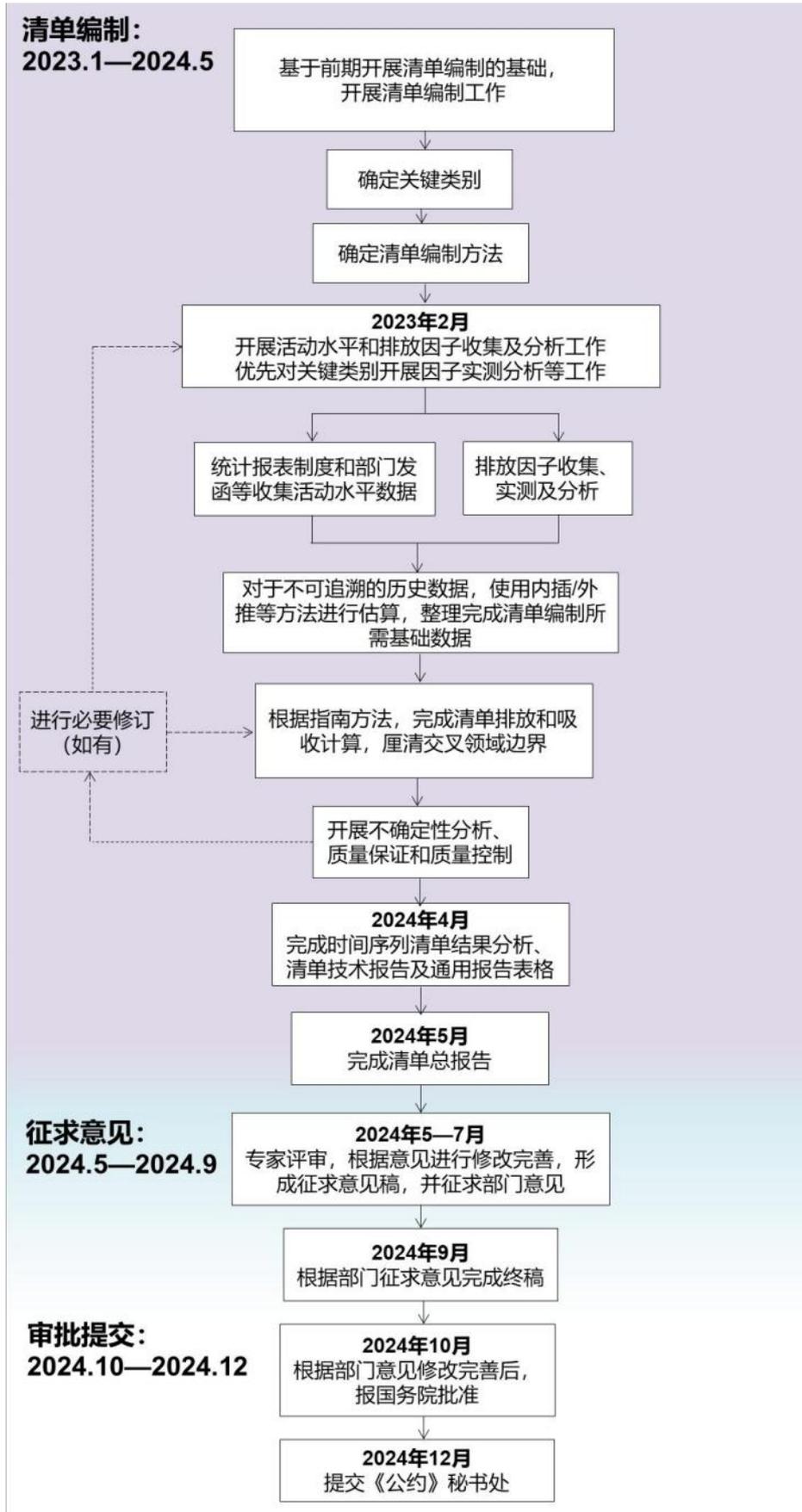


图 1-2 清单编制的时间节点

为提高清单计算结果的准确性，清单编制机构根据关键类别分析结果，确定各排放和吸收类别的计算方法，关键类别尽量采用层级较高的计算方法以及本国排放因子。

活动水平数据主要来自国家统计局、国家能源局、农业农村部、自然资源部、国家林业和草原局、中国民用航空局、中国国家铁路集团有限公司等相关政府部门和单位。为推动建立常态化的数据收集机制，2013年中国印发了《关于开展应对气候变化统计工作的通知》，研究制定了《应对气候变化部门统计报表制度（试行）》和《政府综合统计系统应对气候变化统计数据需求表》。随着清单编制的发展，所需的基础统计数据也在不断变化，2020年对应对气候变化统计报表制度进行了修订。

排放因子主要通过清单编制机构及其他有关单位开展的专项调研、统计和测试分析等获取，对于非关键排放源还采用了指南缺省排放因子。随着全国碳市场的稳步推进，火电等行业设施层级实测数据逐步增多、实测数据质量逐步提升。参考其他国家经验，企业层级的排放报告也逐步运用于清单的排放计算或者相关的质量保证和质量控制过程。

中国在清单编制过程中注重数据文档的管理，及时保存清单编制的支撑材料。同时，在清单数据库信息系统中对清单数据进行电子化管理和存档。

质量控制由清单编制团队中的不同成员，从清单的方法学选择、活动水平数据、排放因子、排放量计算与不确定度评估、清单报告等清单编制全过程开展活动，主要包括趋势判断、完整性检查、录入手误和数据换算单位检查、归档等。质量保证包括由未直接参与清单编制/制定过程的人员进行独立的分析和评审，为保证清单结果的质量提供了有力的支持。此外，在清单编制过程中，还通过技术研讨会等形式，广泛听取国内其他研究机构和专家的意见和建议。

在本轮清单编制过程中，受限于基础数据统计等问题，未计算二氧化碳运输、注入与地质储存，非受控燃烧和煤堆燃烧，其他碳酸盐使用，石灰、白云石等施用引起的农田土壤排放，湿地的氧化亚氮等排放源或吸收汇，以及三氟化氮等排放。

第二章 国家温室气体排放和吸收情况

一、关键类别分析

根据《2006年IPCC清单指南》，清单编制机构采用方法1水平评估和趋势评估分析2020—2021年清单的关键类别。结果表明，2020—2021年清单共有76个关键类别，具体关键类别情况详见表1-2。

表 1-2a 2005—2021 年清单关键类别分析结果*

序号	领域	类别	温室气体	是否是关键源 (包括 LULUCF)			是否是关键源 (不包括 LULUCF)		
				水平评估		趋势评估	水平评估		趋势评估
				2005年	2021年	2005—2021年	2005年	2021年	2005—2021年
1	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
2	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
3	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
4	能源活动	1.A.2.a-燃料燃烧-钢铁工业及铁合金铸造-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	
5	能源活动	1.A.2.b-燃料燃烧-有色金属-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
6	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
7	能源活动	1.A.2.d-燃料燃烧-纸浆、造纸和印刷-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
8	能源活动	1.A.2.e-燃料燃烧-食品加工、饮料和烟草-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
9	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
10	能源活动	1.A.2.g-燃料燃烧-运输设备制造-固体燃料	CO ₂			√			√
11	能源活动	1.A.2.h-燃料燃烧-机械/电子设备制造-固体燃料	CO ₂	√		√	√		√
12	能源活动	1.A.2.i-燃料燃烧-矿业（不包括燃料）和采掘业-固体燃料	CO ₂	√		√	√		√
13	能源活动	1.A.2.j-燃料燃烧-木材和木材制品制造-固体燃料	CO ₂			√			√
14	能源活动	1.A.2.l-燃料燃烧-纺织品及皮革制造-固体燃料	CO ₂	√		√	√		√
15	能源活动	1.A.2.m-燃料燃烧-其它工业-固体燃料	CO ₂	√		√	√		√
16	能源活动	1.A.4.a-燃料燃烧-服务业及其它-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
17	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
18	能源活动	1.A.4.c-燃料燃烧-农林牧渔-固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
19	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-液体燃料	CO ₂	√		√	√		√
20	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-液体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√

第一部分 国家温室气体清单

序号	领域	类别	温室气体	是否是关键源 (包括 LULUCF)			是否是关键源 (不包括 LULUCF)		
				水平评估		趋势评估	水平评估		趋势评估
				2005年	2021年	2005—2021年	2005年	2021年	2005—2021年
21	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-液体燃料	CO ₂	√		√	√		√
22	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-液体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
23	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-液体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
24	能源活动	1.A.2.k-燃料燃烧-建筑业-液体燃料	CO ₂	√		√	√		√
25	能源活动	1.A.3.a-燃料燃烧-航空运输-液体燃料	CO ₂		√	√		√	√
26	能源活动	1.A.3.b-燃料燃烧-道路交通-液体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
27	能源活动	1.A.3.c-燃料燃烧-铁路运输-液体燃料	CO ₂			√			√
28	能源活动	1.A.3.d-燃料燃烧-水上运输-液体燃料	CO ₂	√	√		√	√	
29	能源活动	1.A.4.a-燃料燃烧-服务业及其它-液体燃料	CO ₂		√	√		√	√
30	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-液体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
31	能源活动	1.A.4.c-燃料燃烧-农林牧渔-液体燃料	CO ₂	√	√		√	√	
32	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-气体燃料	CO ₂		√	√		√	√
33	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-气体燃料	CO ₂			√			√
34	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-气体燃料	CO ₂		√			√	
35	能源活动	1.A.2.a-燃料燃烧-钢铁工业及铁合金铸造-气体燃料	CO ₂			√			√
36	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-气体燃料	CO ₂		√	√		√	√
37	能源活动	1.A.2.e-燃料燃烧-食品加工、饮料和烟草-气体燃料	CO ₂						√
38	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-气体燃料	CO ₂		√	√		√	√
39	能源活动	1.A.2.h-燃料燃烧-机械/电子设备制造-气体燃料	CO ₂		√	√		√	√
40	能源活动	1.A.2.l-燃料燃烧-纺织品及皮革制造-气体燃料	CO ₂						√
41	能源活动	1.A.3.b-燃料燃烧-道路交通-气体燃料	CO ₂		√	√		√	√
42	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-气体燃料	CO ₂		√	√		√	√

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	领域	类别	温室气体	是否是关键源 (包括 LULUCF)			是否是关键源 (不包括 LULUCF)		
				水平评估		趋势评估	水平评估		趋势评估
				2005年	2021年	2005—2021年	2005年	2021年	2005—2021年
43	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-固体燃料	CH ₄	√		√			√
44	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-固体燃料	N ₂ O	√	√	√	√	√	√
45	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-城市生活垃圾	CO ₂			√			√
46	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-生物质	CH ₄	√		√	√		√
47	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-生物质	N ₂ O			√			√
48	能源活动	1.B.1.a.i-固体燃料-井工开采（不包括回收利用的）	CH ₄	√	√	√	√	√	√
49	能源活动	1.B.1.a.ii-固体燃料-露天煤矿	CH ₄			√			√
50	能源活动	1.B.2.b-油气系统-天然气系统逸散	CH ₄			√			√
51	工业生产过程和产品使用	2.A.1-非金属矿物制品生产-水泥生产过程	CO ₂	√	√	√	√	√	√
52	工业生产过程和产品使用	2.A.2-非金属矿物制品生产-石灰生产过程	CO ₂	√	√		√	√	
53	工业生产过程和产品使用	2.B.1-化学工业生产-合成氨生产过程	CO ₂	√	√	√	√	√	√
54	工业生产过程和产品使用	2.B.3-化学工业生产-己二酸生产过程	N ₂ O		√	√		√	√
55	工业生产过程和产品使用	2.B.8.a-化学工业生产-甲醇生产过程	CO ₂		√	√		√	√
56	工业生产过程和产品使用	2.B.8.b-化学工业生产-乙烯生产过程	CO ₂		√	√		√	√
57	工业生产过程和产品使用	2.B.9-化学工业生产-氟化工生产过程	HFCs	√		√	√		√
58	工业生产过程和产品使用	2.C.1-金属制品生产-钢铁生产过程	CO ₂	√	√	√	√	√	√
59	工业生产过程和产品使用	2.C.2-金属制品生产-铁合金生产过程	CO ₂	√	√		√	√	
60	工业生产过程和产品使用	2.C.3-金属制品生产-铝冶炼生产过程	CO ₂		√	√		√	√
61	工业生产过程和产品使用	2.F-消耗臭氧层物质替代物使用	HFCs		√	√		√	√
62	工业生产过程和产品使用	2.G-其他产品制造和使用	SF ₆		√	√		√	√
63	农业活动	3.A-动物肠道发酵	CH ₄	√	√	√	√	√	√
64	农业活动	3.B-动物粪便管理	CH ₄	√	√		√	√	

第一部分 国家温室气体清单

序号	领域	类别	温室气体	是否是关键源 (包括 LULUCF)			是否是关键源 (不包括 LULUCF)		
				水平评估		趋势评估	水平评估		趋势评估
				2005年	2021年	2005—2021年	2005年	2021年	2005—2021年
65	农业活动	3.B-动物粪便管理	N ₂ O	√	√	√	√	√	√
66	农业活动	3.C-水稻种植	CH ₄	√	√	√	√	√	√
67	农业活动	3.D-农用地	N ₂ O	√	√	√	√	√	√
68	土地利用、土地利用变化和林业	4.A.1-林地-一直为林地的土地	CO ₂	√	√	√			
69	土地利用、土地利用变化和林业	4.A.2-林地-转化为林地的土地	CO ₂	√	√	√			
70	土地利用、土地利用变化和林业	4.B.1-农地-一直为农地的土地	CO ₂	√	√	√			
71	土地利用、土地利用变化和林业	4.C.1-草地-一直为草地的土地	CO ₂	√	√	√			
72	土地利用、土地利用变化和林业	4.G-木质林产品	CO ₂	√	√	√			
73	土地利用、土地利用变化和林业	4.H-其他生物质	CO ₂		√	√			
74	废弃物处理	5.A-填埋处理	CH ₄	√	√	√	√	√	√
75	废弃物处理	5.D-废水处理	CH ₄	√	√	√	√	√	√
76	废弃物处理	5.D-废水处理	N ₂ O	√			√		√

注：1) 根据关键类别分析，本表根据 95% 阈值列出水平评估或趋势评估的关键类别，非关键类别未包含在此表格中；

2) 阴影部分不需填写

表 1-2b 2021 年清单关键类别水平分析结果 (包括 LULUCF)

序号	领域	类别	温室气体	水平评估 (%)	水平评估累计贡献率 (%)
1	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-固体燃料	CO ₂	27.8	27.8
2	能源活动	1.A.2.a-燃料燃烧-钢铁工业及铁合金铸造-固体燃料	CO ₂	9.5	37.3
3	工业生产过程和产品使用	2.A.1-非金属矿物制品生产-水泥生产过程	CO ₂	5.1	42.4
4	能源活动	1.A.3.b-燃料燃烧-道路交通-液体燃料	CO ₂	4.9	47.3
5	能源活动	1.B.1.a.i-固体燃料-井工开采 (不包括回收利用的)	CH ₄	4.2	51.5

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	领域	类别	温室气体	水平评估 (%)	水平评估累计贡献率 (%)
6	土地利用、土地利用变化和林业	4.A.1-林地-一直为林地的土地	CO ₂	3.5	55.0
7	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-固体燃料	CO ₂	2.9	57.9
8	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-液体燃料	CO ₂	2.3	60.2
9	土地利用、土地利用变化和林业	4.A.2-林地-转化为林地的土地	CO ₂	2.1	62.3
10	农业活动	3.A-动物肠道发酵	CH ₄	2.1	64.3
11	工业生产过程和产品使用	2.F-消耗臭氧层物质替代物使用	HFCs	2.0	66.3
12	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-固体燃料	CO ₂	1.9	68.2
13	能源活动	1.A.2.b-燃料燃烧-有色金属-固体燃料	CO ₂	1.9	70.0
14	农业活动	3.C-水稻种植	CH ₄	1.6	71.6
15	农业活动	3.D-农用地	N ₂ O	1.2	72.8
16	工业生产过程和产品使用	2.A.2-非金属矿物制品生产-石灰生产过程	CO ₂	1.2	74.0
17	土地利用、土地利用变化和林业	4.H-其他生物质	CO ₂	1.1	75.1
18	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-固体燃料	CO ₂	1.1	76.2
19	工业生产过程和产品使用	2.B.1-化学工业生产-合成氨生产过程	CO ₂	0.9	77.1
20	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-气体燃料	CO ₂	0.9	78.0
21	废弃物处理	5.A-填埋处理	CH ₄	0.8	78.8
22	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-气体燃料	CO ₂	0.8	79.6
23	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-固体燃料	CO ₂	0.8	80.4
24	工业生产过程和产品使用	2.B.3-化学工业生产-己二酸生产过程	N ₂ O	0.8	81.2
25	工业生产过程和产品使用	2.B.8.a-化学工业生产-甲醇生产过程	CO ₂	0.8	82.0
26	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-固体燃料	CO ₂	0.7	82.7
27	土地利用、土地利用变化和林业	4.B.1-农地-一直为农地的土地	CO ₂	0.7	83.4
28	农业活动	3.B-动物粪便管理	CH ₄	0.7	84.1
29	土地利用、土地利用变化和林业	4.G-木质林产品	CO ₂	0.7	84.7
30	工业生产过程和产品使用	2.G-其他产品制造和使用	SF ₆	0.6	85.4

第一部分 国家温室气体清单

序号	领域	类别	温室气体	水平评估 (%)	水平评估累计贡献率 (%)
31	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-气体燃料	CO ₂	0.6	86.0
32	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-液体燃料	CO ₂	0.6	86.6
33	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-液体燃料	CO ₂	0.6	87.1
34	能源活动	1.A.4.a-燃料燃烧-服务业及其它-固体燃料	CO ₂	0.5	87.7
35	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-固体燃料	N ₂ O	0.5	88.2
36	能源活动	1.A.3.d-燃料燃烧-水上运输-液体燃料	CO ₂	0.5	88.7
37	能源活动	1.A.3.b-燃料燃烧-道路交通-气体燃料	CO ₂	0.4	89.1
38	能源活动	1.A.3.a-燃料燃烧-航空运输-液体燃料	CO ₂	0.4	89.6
39	工业生产过程和产品使用	2.C.1-金属制品生产-钢铁生产过程	CO ₂	0.4	90.0
40	能源活动	1.A.2.d-燃料燃烧-纸浆、造纸和印刷-固体燃料	CO ₂	0.4	90.4
41	土地利用、土地利用变化和林业	4.C.1-草地-一直为草地的土地	CO ₂	0.4	90.8
42	废弃物处理	5.D-废水处理	CH ₄	0.4	91.2
43	能源活动	1.A.4.c-燃料燃烧-农林牧渔-液体燃料	CO ₂	0.4	91.6
44	农业活动	3.B-动物粪便管理	N ₂ O	0.4	92.0
45	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-气体燃料	CO ₂	0.4	92.4
46	能源活动	1.A.2.e-燃料燃烧-食品加工、饮料和烟草-固体燃料	CO ₂	0.4	92.7
47	工业生产过程和产品使用	2.C.3-金属制品生产-铝冶炼生产过程	CO ₂	0.3	93.1
48	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-液体燃料	CO ₂	0.3	93.4
49	工业生产过程和产品使用	2.C.2-金属制品生产-铁合金生产过程	CO ₂	0.3	93.8
50	能源活动	1.A.4.a-燃料燃烧-服务业及其它-液体燃料	CO ₂	0.3	94.1
51	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-气体燃料	CO ₂	0.3	94.3
52	工业生产过程和产品使用	2.B.8.b-化学工业生产-乙烯生产过程	CO ₂	0.3	94.6
53	能源活动	1.A.4.c-燃料燃烧-农林牧渔-固体燃料	CO ₂	0.2	94.8
54	能源活动	1.A.2.h-燃料燃烧-机械/电子设备制造-气体燃料	CO ₂	0.2	95.0

表 1-2c 2021 年清单关键类别水平分析结果（不包括 LULUCF）

序号	领域	类别	温室气体	水平评估 (%)	水平评估累计贡献率 (%)
1	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-固体燃料	CO ₂	30.5	30.5
2	能源活动	1.A.2.a-燃料燃烧-钢铁工业及铁合金铸造-固体燃料	CO ₂	10.4	40.9
3	工业生产过程和产品使用	2.A.1-非金属矿物制品生产-水泥生产过程	CO ₂	5.6	46.5
4	能源活动	1.A.3.b-燃料燃烧-道路交通-液体燃料	CO ₂	5.4	51.9
5	能源活动	1.B.1.a.i-固体燃料-井工开采（不包括回收利用的）	CH ₄	4.7	56.5
6	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-固体燃料	CO ₂	3.2	59.7
7	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-液体燃料	CO ₂	2.5	62.2
8	农业活动	3.A-动物肠道发酵	CH ₄	2.3	64.5
9	工业生产过程和产品使用	2.F-消耗臭氧层物质替代物使用	HFCs	2.2	66.6
10	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-固体燃料	CO ₂	2.1	68.7
11	能源活动	1.A.2.b-燃料燃烧-有色金属-固体燃料	CO ₂	2.0	70.7
12	农业活动	3.C-水稻种植	CH ₄	1.7	72.5
13	农业活动	3.D-农用地	N ₂ O	1.3	73.8
14	工业生产过程和产品使用	2.A.2-非金属矿物制品生产-石灰生产过程	CO ₂	1.3	75.1
15	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-固体燃料	CO ₂	1.2	76.3
16	工业生产过程和产品使用	2.B.1-化学工业生产-合成氨生产过程	CO ₂	1.0	77.3
17	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-气体燃料	CO ₂	1.0	78.2
18	废弃物处理	5.A-填埋处理	CH ₄	0.9	79.2
19	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-气体燃料	CO ₂	0.9	80.1
20	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-固体燃料	CO ₂	0.9	80.9
21	工业生产过程和产品使用	2.B.3-化学工业生产-己二酸生产过程	N ₂ O	0.8	81.8
22	工业生产过程和产品使用	2.B.8.a-化学工业生产-甲醇生产过程	CO ₂	0.8	82.6
23	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-固体燃料	CO ₂	0.8	83.4
24	农业活动	3.B-动物粪便管理	CH ₄	0.7	84.1

第一部分 国家温室气体清单

序号	领域	类别	温室气体	水平评估 (%)	水平评估累计贡献率 (%)
25	工业生产过程和产品使用	2.G-其他产品制造和使用	SF ₆	0.7	84.9
26	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-气体燃料	CO ₂	0.6	85.5
27	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-液体燃料	CO ₂	0.6	86.2
28	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-液体燃料	CO ₂	0.6	86.8
29	能源活动	1.A.4.a-燃料燃烧-服务业及其它-固体燃料	CO ₂	0.6	87.3
30	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-固体燃料	N ₂ O	0.6	87.9
31	能源活动	1.A.3.d-燃料燃烧-水上运输-液体燃料	CO ₂	0.5	88.5
32	能源活动	1.A.3.b-燃料燃烧-道路交通-气体燃料	CO ₂	0.5	89.0
33	能源活动	1.A.3.a-燃料燃烧-航空运输-液体燃料	CO ₂	0.5	89.4
34	工业生产过程和产品使用	2.C.1-金属制品生产-钢铁生产过程	CO ₂	0.5	89.9
35	能源活动	1.A.2.d-燃料燃烧-纸浆、造纸和印刷-固体燃料	CO ₂	0.5	90.4
36	废弃物处理	5.D-废水处理	CH ₄	0.4	90.8
37	能源活动	1.A.4.c-燃料燃烧-农林牧渔-液体燃料	CO ₂	0.4	91.2
38	农业活动	3.B-动物粪便管理	N ₂ O	0.4	91.7
39	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-气体燃料	CO ₂	0.4	92.1
40	能源活动	1.A.2.e-燃料燃烧-食品加工、饮料和烟草-固体燃料	CO ₂	0.4	92.5
41	工业生产过程和产品使用	2.C.3-金属制品生产-铝冶炼生产过程	CO ₂	0.4	92.9
42	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-液体燃料	CO ₂	0.4	93.2
43	工业生产过程和产品使用	2.C.2-金属制品生产-铁合金生产过程	CO ₂	0.4	93.6
44	能源活动	1.A.4.a-燃料燃烧-服务业及其它-液体燃料	CO ₂	0.3	93.9
45	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-气体燃料	CO ₂	0.3	94.2
46	工业生产过程和产品使用	2.B.8.b-化学工业生产-乙烯生产过程	CO ₂	0.3	94.5
47	能源活动	1.A.4.c-燃料燃烧-农林牧渔-固体燃料	CO ₂	0.3	94.7
48	能源活动	1.A.2.h-燃料燃烧-机械/电子设备制造-气体燃料	CO ₂	0.3	95.0

表 1-2d 2005—2021 年清单关键类别趋势分析结果（包括 LULUCF）

序号	领域	类别	温室气体	趋势评估 (%)	趋势贡献率 (%)	趋势评估累计贡献率 (%)
1	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-固体燃料	CO ₂	10.7	13.2	13.2
2	土地利用、土地利用变化和林业	4.A.1-林地-一直为林地的土地	CO ₂	5.0	6.2	19.4
3	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-固体燃料	CO ₂	4.8	6.0	25.4
4	工业生产过程和产品使用	2.F-消耗臭氧层物质替代物使用	HFCs	3.3	4.1	29.5
5	土地利用、土地利用变化和林业	4.A.2-林地-转化为林地的土地	CO ₂	2.8	3.5	32.9
6	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-固体燃料	CO ₂	2.7	3.3	36.2
7	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-固体燃料	CO ₂	2.7	3.3	39.6
8	农业活动	3.A-动物肠道发酵	CH ₄	2.3	2.9	42.4
9	能源活动	1.B.1.a.i-固体燃料-井工开采（不包括回收利用的）	CH ₄	2.0	2.5	44.9
10	能源活动	1.A.2.b-燃料燃烧-有色金属-固体燃料	CO ₂	1.9	2.4	47.2
11	土地利用、土地利用变化和林业	4.H-其他生物质	CO ₂	1.8	2.2	49.5
12	工业生产过程和产品使用	2.B.9-化学工业生产-氟化工生产过程	HFCs	1.8	2.2	51.7
13	能源活动	1.A.4.a-燃料燃烧-服务业及其它-固体燃料	CO ₂	1.6	1.9	53.6
14	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-气体燃料	CO ₂	1.5	1.8	55.4
15	农业活动	3.D-农用地	N ₂ O	1.4	1.7	57.2
16	能源活动	1.A.2.1-燃料燃烧-纺织品及皮革制造-固体燃料	CO ₂	1.3	1.6	58.7
17	能源活动	1.A.2.e-燃料燃烧-食品加工、饮料和烟草-固体燃料	CO ₂	1.3	1.6	60.3
18	能源活动	1.A.3.b-燃料燃烧-道路交通-液体燃料	CO ₂	1.3	1.6	61.9
19	农业活动	3.C-水稻种植	CH ₄	1.2	1.5	63.4
20	工业生产过程和产品使用	2.A.1-非金属矿物制品生产-水泥生产过程	CO ₂	1.1	1.4	64.8
21	工业生产过程和产品使用	2.B.8.a-化学工业生产-甲醇生产过程	CO ₂	1.1	1.4	66.2
22	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-气体燃料	CO ₂	1.1	1.4	67.5
23	土地利用、土地利用变化和林业	4.B.1-农地-一直为农地的土地	CO ₂	1.1	1.3	68.9

第一部分 国家温室气体清单

序号	领域	类别	温室气体	趋势评估 (%)	趋势贡献率 (%)	趋势评估累计贡献率 (%)
24	工业生产过程和产品使用	2.B.3-化学工业生产-己二酸生产过程	N ₂ O	1.0	1.3	70.1
25	工业生产过程和产品使用	2.G-其他产品制造和使用	SF ₆	1.0	1.2	71.3
26	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-生物质	CH ₄	1.0	1.2	72.6
27	土地利用、土地利用变化和林业	4.G-木质林产品	CO ₂	0.9	1.2	73.7
28	工业生产过程和产品使用	2.B.1-化学工业生产-合成氨生产过程	CO ₂	0.8	1.0	74.7
29	能源活动	1.A.2.h-燃料燃烧-机械/电子设备制造-固体燃料	CO ₂	0.8	1.0	75.7
30	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-气体燃料	CO ₂	0.8	1.0	76.6
31	能源活动	1.A.3.b-燃料燃烧-道路交通-气体燃料	CO ₂	0.8	0.9	77.5
32	能源活动	1.A.2.d-燃料燃烧-纸浆、造纸和印刷-固体燃料	CO ₂	0.7	0.9	78.4
33	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-液体燃料	CO ₂	0.7	0.9	79.3
34	农业活动	3.B-动物粪便管理	N ₂ O	0.7	0.8	80.2
35	废弃物处理	5.A-填埋处理	CH ₄	0.7	0.8	81.0
36	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-固体燃料	CO ₂	0.7	0.8	81.8
37	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-液体燃料	CO ₂	0.6	0.7	82.5
38	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-气体燃料	CO ₂	0.6	0.7	83.2
39	土地利用、土地利用变化和林业	4.C.1-草地-一直为草地的土地	CO ₂	0.5	0.7	83.9
40	能源活动	1.A.2.k-燃料燃烧-建筑业-液体燃料	CO ₂	0.5	0.7	84.6
41	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-液体燃料	CO ₂	0.5	0.6	85.2
42	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-固体燃料	CO ₂	0.5	0.6	85.8
43	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-液体燃料	CO ₂	0.5	0.6	86.4
44	能源活动	1.A.2.m-燃料燃烧-其它工业-固体燃料	CO ₂	0.4	0.5	86.9
45	能源活动	1.A.3.a-燃料燃烧-航空运输-液体燃料	CO ₂	0.4	0.5	87.4
46	能源活动	1.A.2.h-燃料燃烧-机械/电子设备制造-气体燃料	CO ₂	0.4	0.5	87.8
47	工业生产过程和产品使用	2.C.3-金属制品生产-铝冶炼生产过程	CO ₂	0.4	0.4	88.3

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	领域	类别	温室气体	趋势评估 (%)	趋势贡献率 (%)	趋势评估累计贡献率 (%)
48	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-固体燃料	N ₂ O	0.3	0.4	88.7
49	能源活动	1.A.4.a-燃料燃烧-服务业及其它-液体燃料	CO ₂	0.3	0.4	89.1
50	能源活动	1.A.2.g-燃料燃烧-运输设备制造-固体燃料	CO ₂	0.3	0.4	89.5
51	能源活动	1.A.2.a-燃料燃烧-钢铁工业及铁合金铸造-气体燃料	CO ₂	0.3	0.4	89.9
52	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-液体燃料	CO ₂	0.3	0.4	90.2
53	能源活动	1.A.4.c-燃料燃烧-农林牧渔-固体燃料	CO ₂	0.3	0.3	90.6
54	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-生物质	N ₂ O	0.3	0.3	90.9
55	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-城市生活垃圾	CO ₂	0.3	0.3	91.3
56	能源活动	1.A.2.a-燃料燃烧-钢铁工业及铁合金铸造-固体燃料	CO ₂	0.3	0.3	91.6
57	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-固体燃料	CH ₄	0.3	0.3	91.9
58	能源活动	1.B.1.a.ii-固体燃料-露天煤矿	CH ₄	0.2	0.3	92.2
59	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-气体燃料	CO ₂	0.2	0.3	92.5
60	能源活动	1.B.2.b-油气系统-天然气系统逸散	CH ₄	0.2	0.3	92.8
61	能源活动	1.A.3.c-燃料燃烧-铁路运输-液体燃料	CO ₂	0.2	0.3	93.1
62	工业生产过程和产品使用	2.C.1-金属制品生产-钢铁生产过程	CO ₂	0.2	0.3	93.4
63	工业生产过程和产品使用	2.B.8.b-化学工业生产-乙烯生产过程	CO ₂	0.2	0.3	93.7
64	能源活动	1.A.2.j-燃料燃烧-木材和木材制品制造-固体燃料	CO ₂	0.2	0.3	94.0
65	能源活动	1.A.2.i-燃料燃烧-矿业（不包括燃料）和采掘业-固体燃料	CO ₂	0.2	0.3	94.3
66	土地利用、土地利用变化和林业	4.D.2-湿地-转化为湿地的土地	CO ₂	0.2	0.3	94.5
67	废弃物处理	5.D-废水处理	CH ₄	0.2	0.3	94.8
68	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-液体燃料	CO ₂	0.2	0.2	95.0

第一部分 国家温室气体清单

表 1-2e 2005—2021 年清单关键类别趋势分析结果（不包括 LULUCF）

序号	领域	类别	温室气体	趋势评估 (%)	趋势贡献率 (%)	趋势评估累计贡献率 (%)
1	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-固体燃料	CO ₂	11.4	15.3	15.3
2	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-固体燃料	CO ₂	5.4	7.2	22.5
3	工业生产过程和产品使用	2.F-消耗臭氧层物质替代物使用	HFCs	3.6	4.8	27.3
4	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-固体燃料	CO ₂	3.0	4.0	31.3
5	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-固体燃料	CO ₂	3.0	4.0	35.3
6	农业活动	3.A-动物肠道发酵	CH ₄	2.6	3.4	38.7
7	能源活动	1.B.1.a.i-固体燃料-井工开采（不包括回收利用的）	CH ₄	2.2	3.0	41.8
8	能源活动	1.A.2.b-燃料燃烧-有色金属-固体燃料	CO ₂	2.1	2.8	44.5
9	工业生产过程和产品使用	2.B.9-化学工业生产-氟化工生产过程	HFCs	2.0	2.7	47.2
10	能源活动	1.A.4.a-燃料燃烧-服务业及其它-固体燃料	CO ₂	1.7	2.3	49.5
11	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-气体燃料	CO ₂	1.6	2.1	51.6
12	农业活动	3.D-农用地	N ₂ O	1.6	2.1	53.7
13	能源活动	1.A.2.1-燃料燃烧-纺织品及皮革制造-固体燃料	CO ₂	1.4	1.9	55.6
14	能源活动	1.A.2.e-燃料燃烧-食品加工、饮料和烟草-固体燃料	CO ₂	1.4	1.9	57.5
15	农业活动	3.C-水稻种植	CH ₄	1.4	1.8	59.4
16	能源活动	1.A.3.b-燃料燃烧-道路交通-液体燃料	CO ₂	1.3	1.8	61.2
17	工业生产过程和产品使用	2.B.8.a-化学工业生产-甲醇生产过程	CO ₂	1.2	1.6	62.8
18	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-气体燃料	CO ₂	1.2	1.6	64.4
19	工业生产过程和产品使用	2.A.1-非金属矿物制品生产-水泥生产过程	CO ₂	1.2	1.6	66.0
20	工业生产过程和产品使用	2.B.3-化学工业生产-己二酸生产过程	N ₂ O	1.1	1.5	67.5
21	工业生产过程和产品使用	2.G-其他产品制造和使用	SF ₆	1.1	1.4	68.9
22	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-生物质	CH ₄	1.1	1.4	70.3
23	工业生产过程和产品使用	2.B.1-化学工业生产-合成氨生产过程	CO ₂	0.9	1.2	71.5
24	能源活动	1.A.2.h-燃料燃烧-机械/电子设备制造-固体燃料	CO ₂	0.9	1.2	72.7
25	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-气体燃料	CO ₂	0.9	1.1	73.8
26	能源活动	1.A.3.b-燃料燃烧-道路交通-气体燃料	CO ₂	0.8	1.1	74.9
27	能源活动	1.A.2.d-燃料燃烧-纸浆、造纸和印刷-固体燃料	CO ₂	0.8	1.1	76.0

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	领域	类别	温室气体	趋势评估 (%)	趋势贡献率 (%)	趋势评估累计贡献率 (%)
28	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-液体燃料	CO ₂	0.8	1.0	77.1
29	农业活动	3.B-动物粪便管理	N ₂ O	0.8	1.0	78.1
30	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-固体燃料	CO ₂	0.7	1.0	79.1
31	废弃物处理	5.A-填埋处理	CH ₄	0.7	1.0	80.0
32	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-液体燃料	CO ₂	0.6	0.8	80.9
33	能源活动	1.A.2.k-燃料燃烧-建筑业-液体燃料	CO ₂	0.6	0.8	81.7
34	能源活动	1.A.2.f-燃料燃烧-建筑材料-气体燃料	CO ₂	0.6	0.8	82.5
35	能源活动	1.A.2.c-燃料燃烧-化学工业-液体燃料	CO ₂	0.6	0.8	83.3
36	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-固体燃料	CO ₂	0.5	0.7	84.0
37	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-液体燃料	CO ₂	0.5	0.7	84.6
38	能源活动	1.A.2.m-燃料燃烧-其它工业-固体燃料	CO ₂	0.4	0.6	85.2
39	能源活动	1.A.3.a-燃料燃烧-航空运输-液体燃料	CO ₂	0.4	0.6	85.8
40	能源活动	1.A.2.h-燃料燃烧-机械/电子设备制造-气体燃料	CO ₂	0.4	0.5	86.3
41	工业生产过程和产品使用	2.C.3-金属制品生产-铝冶炼生产过程	CO ₂	0.4	0.5	86.8
42	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-固体燃料	N ₂ O	0.4	0.5	87.4
43	能源活动	1.A.4.a-燃料燃烧-服务业及其它-液体燃料	CO ₂	0.4	0.5	87.8
44	能源活动	1.A.2.g-燃料燃烧-运输设备制造-固体燃料	CO ₂	0.3	0.5	88.3
45	能源活动	1.A.2.a-燃料燃烧-钢铁工业及铁合金铸造-气体燃料	CO ₂	0.3	0.5	88.8
46	能源活动	1.A.1.c-燃料燃烧-固体燃料和其它能源生产-液体燃料	CO ₂	0.3	0.4	89.2
47	能源活动	1.A.4.c-燃料燃烧-农林牧渔-固体燃料	CO ₂	0.3	0.4	89.6
48	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-生物质	N ₂ O	0.3	0.4	90.0
49	能源活动	1.A.1.a-燃料燃烧-公用电力和热力-城市生活垃圾	CO ₂	0.3	0.4	90.4
50	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-固体燃料	CH ₄	0.3	0.4	90.8
51	能源活动	1.B.1.a.ii-固体燃料-露天煤矿	CH ₄	0.3	0.4	91.2
52	能源活动	1.A.1.b-燃料燃烧-石油精炼-气体燃料	CO ₂	0.3	0.4	91.5
53	能源活动	1.B.2.b-油气系统-天然气系统逸散	CH ₄	0.3	0.4	91.9
54	能源活动	1.A.3.c-燃料燃烧-铁路运输-液体燃料	CO ₂	0.3	0.4	92.2
55	工业生产过程和产品使用	2.B.8.b-化学工业生产-乙烯生产过程	CO ₂	0.3	0.3	92.6

第一部分 国家温室气体清单

序号	领域	类别	温室气体	趋势评估 (%)	趋势贡献率 (%)	趋势评估累计贡献率 (%)
56	工业生产过程和产品使用	2.C.1-金属制品生产-钢铁生产过程	CO ₂	0.3	0.3	92.9
57	能源活动	1.A.2.i-燃料燃烧-矿业（不包括燃料）和采掘业-固体燃料	CO ₂	0.2	0.3	93.3
58	能源活动	1.A.2.j-燃料燃烧-木材和木材制品制造-固体燃料	CO ₂	0.2	0.3	93.6
59	废弃物处理	5.D-废水处理	CH ₄	0.2	0.3	93.9
60	能源活动	1.A.4.b-燃料燃烧-居民生活-液体燃料	CO ₂	0.2	0.3	94.2
61	能源活动	1.A.2.l-燃料燃烧-纺织品及皮革制造-气体燃料	CO ₂	0.2	0.3	94.5
62	废弃物处理	5.D-废水处理	N ₂ O	0.2	0.3	94.7
63	能源活动	1.A.2.e-燃料燃烧-食品加工、饮料和烟草-气体燃料	CO ₂	0.2	0.3	95.0

上述关键类别在清单编制中都尽量采用层级较高^[2]的计算方法以及本国排放因子，具体各类别采用的计算方法见表 1-3。

表 1-3 国家清单编制主要计算方法

排放源和吸收汇类别	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	方法	排放因子	方法	排放因子	方法	排放因子
1.A.1 能源工业	T1,T2	D,CS	T1,T2	D,CS	T1,T2	D,CS
1.A.2 制造业和建筑业	T1,T2	D,CS	T1	D	T1	D
1.A.3 交通运输	T1,T2,T3	D,CS	T1,T3	D,CS	T1,T3	D,CS
1.A.4 其他行业	T1,T2	D,CS	T1	D	T1	D
1.B.1 固体燃料			T1,T2,T3	D,CS		
1.B.2 油气系统			T1,T3	D,CS		
2.A 非金属矿物制品生产	T1,T2	D,CS				
2.B 化学工业生产	T1,T2	D,CS			T1,T2	D,CS
2.C 金属制品生产	T1,T2	D,CS	T1	D	NO	NO
2.D 非能源产品使用	T1	D				
3.A 动物肠道发酵			T1,T2	D,CS		
3.B 动物粪便管理			T1,T2	D,CS	T1,T2	D,CS
3.C 水稻种植			T2,T3	CS		
3.D 农用地					T1,T2	D,CS
3.F 秸秆田间焚烧			T1	D	T1	D
4.A 林地	T2	CS	T1	D	T1	D
4.B 农地	T3	CS				
4.C 草地	T2	CS	T1	D	T1	D
4.D 湿地	T2	CS	T2	CS	NE	NE
4.E 建设用地	T2	CS				
4.F 其他土地	T2	CS				
4.G 木质林产品	T2	CS				
4.H 其他生物质	T2	CS				
5.A 填埋处理			T2	D,CS		
5.B 生物处理			T1	D	T1	D
5.C 焚烧处理	T2	CS	T1,T2	D,CS	T1,T2	D,CS
5.D 废水处理			T2	CS	T1	D
1.D.1.a 国际航空	T3	CS	T3	CS	T3	CS
1.D.1.b 国际航海	T1	D	T1	D	T1	D
1.D.3 生物质燃料	T1	D				

[2] 清单中各排放源排放量主要为核算方法，按照排放因子的来源和精细程度又进一步分为层级 1、层级 2 和层级 3 方法。其中层级 1 和层级 2 方法的计算原理相同，基本均基于活动水平和排放因子的乘积计算，区别在于层级 1 使用 IPCC 提供的缺省排放因子，层级 2 使用本国特征排放因子。其中航空运输层级 2 指的是区分巡航阶段和起降阶段计算排放量。层级 3 则是使用详细的排放计算模型或者可获得的设施级排放核算或监测数据。

续表 1-3

排放源和吸收汇类别	HFCs		PFCs		SF ₆	
	方法	排放因子	方法	排放因子	方法	排放因子
2.A 非金属矿物制品生产						
2.B 化学工业生产	T1,T2	D,CS	T1	D	T1	D
2.C 金属制品生产			T2	CS	NO	NO
2.D 非能源产品使用						
2.E 电子工业生产			T2	CS		
2.F 消耗臭氧层物质替代物使用	T1,T2	D,CS				
2.G 其他产品制造和使用					T2	CS

注：1) 方法论代码中 T1 代表层级 1 方法，T2 代表层级 2 方法，T3 代表层级 3 方法；
 2) 排放因子代码中 CS 代表本国特征排放因子，D 代表 IPCC 缺省排放因子；
 3) 阴影部分不需填写；
 4) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇；
 5) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；
 6) 并列出现表示该类下的不同子类别采用了不同的层级方法或排放因子数据来源

二、国家清单总体情况

2021 年中国温室气体排放总量（包括土地利用、土地利用变化和林业）约为 129.99 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 4.3%。2021 年土地利用、土地利用变化和林业的温室气体吸收汇为 13.15 亿吨二氧化碳当量。在不包括土地利用、土地利用变化和林业的情况下，2021 年中国温室气体排放总量约为 143.14 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 4.0%，主要是由于能源活动、工业生产过程和产品使用领域温室气体排放总量上升导致。中国温室气体排放和吸收的详细信息详见表 1-4，采用的全球增温潜势见表 1-5。

根据误差传递和蒙特卡洛方法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年清单的总不确定度分别为 -4.1%~4.4%、-4.1%~4.4% 和 -4.2%~4.5%。

表 1-4a 中国温室气体排放和吸收量

温室气体排放源与吸收汇类别（万吨）	2005 年			2020 年			2021 年		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
总量（不包括 LULUCF）	653345.2	4683.1	144.0	1120166.8	5902.8	197.9	1162800.9	5953.5	210.2
总量（包括 LULUCF）	580478.5	4746.3	144.1	985904.0	6042.6	197.9	1028151.0	6064.5	210.2
1.能源活动	578429.9	2220.5	25.9	966087.9	2792.2	44.2	1009504.3	2816.5	46.4
1.A 燃料燃烧	578429.9	339.7	25.9	966087.9	142.9	44.2	1009504.3	138.0	46.4
1.A.1 能源工业	244372.7	3.5	13.0	478003.0	12.9	32.6	525862.1	14.7	34.6
1.A.2 制造业和建筑业	236837.4	38.2	4.3	332293.1	29.8	8.0	323880.8	29.0	8.1
1.A.3 交通运输	46102.1	8.3	1.8	91049.9	14.0	2.2	99129.3	15.6	2.3
1.A.4 其他部门	51117.7	289.7	6.8	64741.9	86.1	1.4	60632.1	78.7	1.4
1.B 逸散排放		1880.8			2649.3			2678.5	
1.B.1 固体燃料		1804.6			2486.3			2503.0	

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

温室气体排放源与吸收汇类别 (万吨)	2005年			2020年			2021年		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1.B.2 油气系统		76.3			163.0			175.5	
2.工业生产过程和产品使用	74864.7	0.3	10.8	153211.8	0.5	48.9	152398.3	0.6	58.0
2.A 非金属矿物制品生产	52606.2			103494.7			101302.7		
2.B 化学工业生产	15608.1		10.8	31576.1		48.9	32877.5		58.0
2.C 金属制品生产	6453.2	0.3	NO	17893.3	0.5	NO	17943.3	0.6	NO
2.D 非能源产品使用	197.2			247.7			274.8		
2.E 电子工业生产									
2.F 消耗臭氧层物质替代物使用									
2.G 其他产品制造和使用									
3.农业活动		2136.5	98.3		2372.0	94.6		2427.9	94.9
3.A 动物肠道发酵		1120.4			1124.2			1151.8	
3.B 动物粪便管理		240.4	27.2		344.7	22.2		375.3	22.7
3.C 水稻种植		755.0			884.9			885.1	
3.D 农用地			70.6			71.9			71.8
3.F 秸秆田间焚烧		20.7	0.5		18.2	0.5		15.7	0.4
4.土地利用、土地利用变化和林业	-72866.7	63.2	0.0	-134262.9	139.8	0.0	-134649.9	111.0	0.0
4.A 林地	-55120.5	0.2	0.0	-89559.2	0.0	0.0	-87682.7	0.0	0.0
4.B 农地	-4107.7			-9801.8			-10616.2		
4.C 草地	-4776.9	0.1	0.0	-7270.7	0.0	0.0	-6408.2	0.0	0.0
4.D 湿地	-1373.0	62.9	NE	-2978.8	139.8	NE	-2459.9	111.0	NE
4.E 建设用地	16.3			-239.6			-63.4		
4.F 其他土地	543.6			264.1			155.6		
4.G 木质林产品	-6121.5			-10386.3			-10382.0		
4.H 其他生物质	-1927.1			-14290.6			-17193.1		
5.废弃物处理	50.7	325.7	9.0	867.1	738.0	10.3	898.3	708.5	10.9
5.A 填埋处理		149.4			505.5			472.1	
5.B 生物处理		1.4	0.1		4.3	0.3		6.4	0.5
5.C 焚烧处理	50.7	0.0	0.0	867.1	0.2	1.1	898.3	0.2	1.6
5.D 废水处理		175.0	8.9		228.0	8.8		229.7	8.8
1.D 信息项									
1.D.1.a 国际航空	1330.0	0.0	0.0	2206.9	0.0	0.1	2032.2	0.0	0.1
1.D.1.b 国际航海	1538.6	0.1	0.0	3586.8	0.3	0.1	3993.3	0.4	0.1
1.D.3 生物质燃料	83206.3			29230.6			32506.8		

表 1-4b 中国温室气体排放和吸收量

温室气体排放源与吸收汇类别 (万吨二氧化碳当量)	2005 年			2020 年			2021 年		
	HFCs	PFCs	SF ₆	HFCs	PFCs	SF ₆	HFCs	PFCs	SF ₆
工业生产过程和产品使用	11735.3	453.7	710.0	27256.3	2160.7	9291.9	33585.3	2305.1	10331.1
2.A 非金属矿物制品生产									
2.B 化学工业生产	11289.6	0.4	40.3	1421.5	12.7	236.3	2725.5	15.1	190.4
2.C 金属制品生产		437.6	NO		2083.0	NO		2162.8	NO
2.D 非能源产品使用									
2.E 电子工业生产		15.7			65.0			127.3	
2.F 消耗臭氧层物质替代物使用	445.6			25834.8			30859.8		
2.G 其他产品制造和使用			669.7			9055.6			10140.8

注：1) 阴影部分不需填写；

2) 0.0 表示数值低于 0.05 万吨；

3) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇，NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；

4) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

5) 信息项不计入排放总量

表 1-5 国家清单所涉及温室气体种类和全球增温潜势

温室气体种类	全球增温潜势	温室气体种类	全球增温潜势
CO ₂	1	HFC-152a	138
CH ₄	28	HFC-227ea	3350
N ₂ O	265	HFC-236ea	1330
HFC-23	12400	HFC-236fa	8060
HFC-32	677	HFC-245fa	858
HFC-41	116	HFC-365mfc	804
HFC-125	3170	PFC-14(CF ₄)	6630
HFC-134a	1300	PFC-116(C ₂ F ₆)	11100
HFC-143a	4800	SF ₆	23500

注：氢氟碳化物包括三氟甲烷（HFC-23），二氟甲烷（HFC-32），一氟甲烷（HFC-41），五氟乙烷（HFC-125），1,1,1,2-四氟乙烷（HFC-134a），1,1,1-三氟乙烷（HFC-143a），1,1-二氟乙烷（HFC-152a），1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷（HFC-227ea），1,1,1,2,3,3-六氟丙烷（HFC-236ea），1,1,1,3,3,3-六氟丙烷（HFC-236fa），1,1,1,3,3-五氟丙烷（HFC-245fa），1,1,1,3,3-五氟丁烷（HFC-365mfc）；全氟化碳包括四氟甲烷（CF₄）和六氟乙烷（C₂F₆）

三、分气体种类时间序列分析

在包括土地利用、土地利用变化和林业的情况下，2021 年二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫所占比重分别为 79.1%、13.1%、4.3%、2.6%、0.2%和 0.8%。相较于 2020 年，六类温室气体的排放量分别增长了 4.3%、0.4%、6.2%、23.2%、6.7%和 11.2%。在不包括土地利用、土地利用变化和林业的情况下，2021 年中国二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫所占比重分别为 81.2%、11.6%、3.9%、2.3%、0.2%和 0.7%。相较于 2020 年，六类温室气体的排放量

分别增长了 3.8%、0.9%、6.2%、23.2%、6.7%和 11.2%，详见表 1-6。

表 1-6 分温室气体种类的构成

温室气体	2005 年				2020 年				2021 年			
	包括 LULUCF		不包括 LULUCF		包括 LULUCF		不包括 LULUCF		包括 LULUCF		不包括 LULUCF	
	排放量 (亿吨 CO _{2eq})	比重 (%)										
CO ₂	58.05	75.9	65.33	78.2	98.59	79.1	112.02	81.4	102.82	79.1	116.28	81.2
CH ₄	13.29	17.4	13.11	15.7	16.92	13.6	16.53	12.0	16.98	13.1	16.67	11.6
N ₂ O	3.82	5.0	3.82	4.6	5.24	4.2	5.24	3.8	5.57	4.3	5.57	3.9
HFCs	1.17	1.5	1.17	1.4	2.73	2.2	2.73	2.0	3.36	2.6	3.36	2.3
PFCs	0.05	0.1	0.05	0.1	0.22	0.2	0.22	0.2	0.23	0.2	0.23	0.2
SF ₆	0.07	0.1	0.07	0.1	0.93	0.7	0.93	0.7	1.03	0.8	1.03	0.7
合计	76.44	100.0	83.55	100.0	124.63	100.0	137.66	100.0	129.99	100.0	143.14	100.0

注：此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（一）二氧化碳

2021 年，中国二氧化碳排放总量（包括土地利用、土地利用变化和林业）是 102.82 亿吨，比 2020 年增长了 4.3%。其中 2021 年能源活动和废弃物处理的二氧化碳排放分别为 100.95 亿吨和 0.09 亿吨，比 2020 年增长了 4.5%和 3.6%。工业生产过程和产品使用的二氧化碳排放是 15.24 亿吨，比 2020 年减少了 0.5%。2021 年，中国土地利用、土地利用变化和林业表现为吸收汇，2021 年二氧化碳的吸收量为 13.46 亿吨。在不包括土地利用、土地利用变化和林业的情况下，中国二氧化碳排放总量是 116.28 亿吨，比 2020 年增长了 3.8%。详见图 1-3。

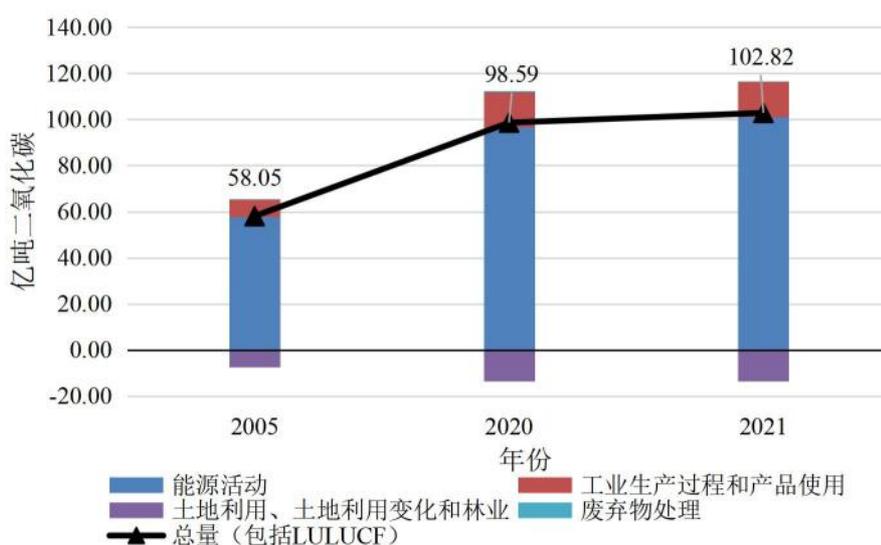


图 1-3 中国分领域二氧化碳排放和吸收情况（亿吨）

此外，2020—2021年国际航空二氧化碳排放从0.22亿吨减少至0.20亿吨，国际航海二氧化碳排放从0.36亿吨增长至0.40亿吨，生物质燃料燃烧二氧化碳排放从2.92亿吨增长至3.25亿吨，上述排放作为信息项报告，不计入清单的排放总量。

（二）甲烷

2021年，中国甲烷排放总量（包括土地利用、土地利用变化和林业）为6064.5万吨，比2020年增长了0.4%，详见图1-4。其中2021年能源活动和农业活动甲烷排放分别为2816.5万吨和2427.9万吨，比2020年分别增长了0.9%和2.4%。2021年工业生产过程和产品使用甲烷排放为0.6万吨，与2020年基本持平。2021年废弃物处理甲烷排放为708.5万吨，比2020年减少了4.0%。2021年土地利用、土地利用变化和林业甲烷排放为111.0万吨。

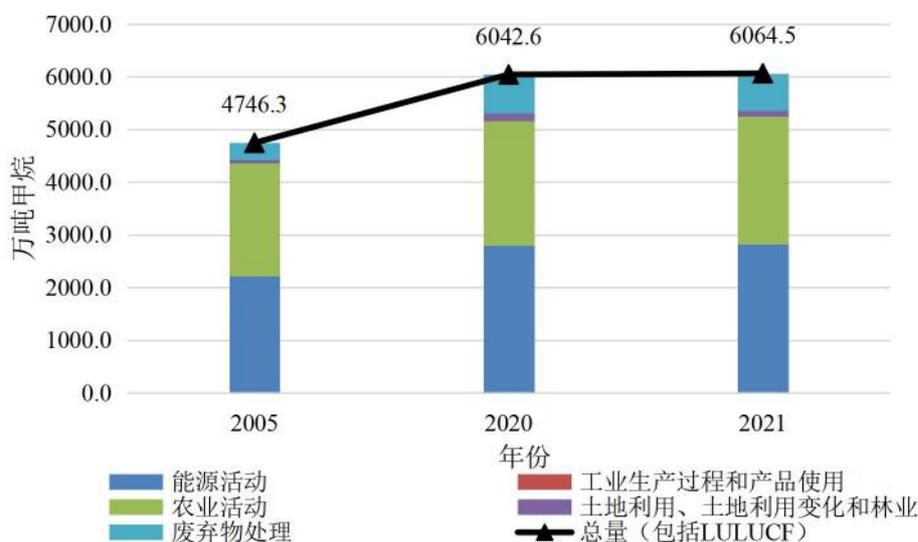


图 1-4 中国分领域甲烷排放情况（万吨甲烷）

（三）氧化亚氮

2021年，中国氧化亚氮排放总量（包括土地利用、土地利用变化和林业）为210.2万吨，比2020年增长了6.2%，详见图1-5。其中，2021年能源活动、工业生产过程和产品使用、废弃物处理氧化亚氮排放分别是46.4万吨、58.0万吨和10.9万吨，比2020年增长了5.1%、18.6%和6.6%。2021年农业活动氧化亚氮排放为94.9万吨，比2020年增长了0.3%。2021年土地利用、土地利用变化和林业排放19吨氧化亚氮。

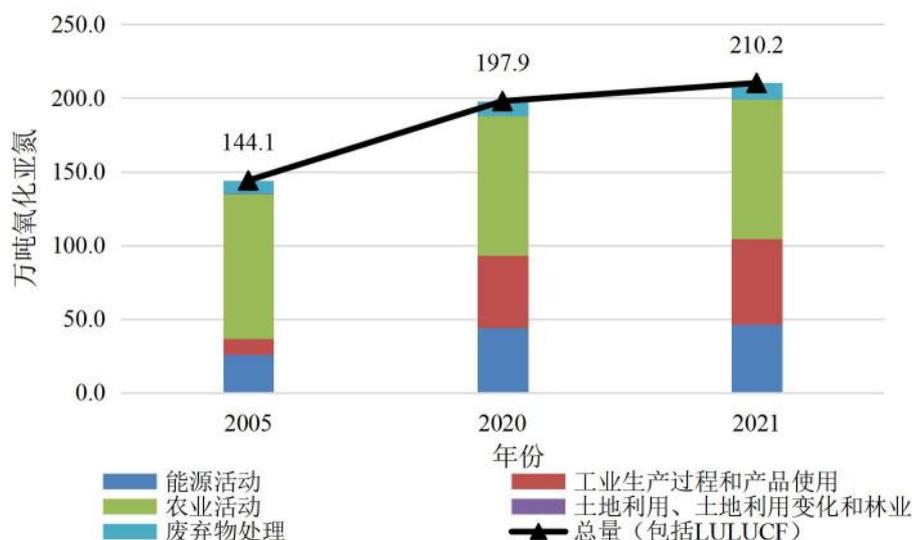


图 1-5 中国分领域氧化亚氮排放情况 (万吨氧化亚氮)

(四) 含氟气体

2021年，中国含氟气体排放为4.62亿吨二氧化碳当量，比2020年增长了19.4%，均来自工业生产过程和产品使用，具体排放情况详见图1-6和见表1-15。

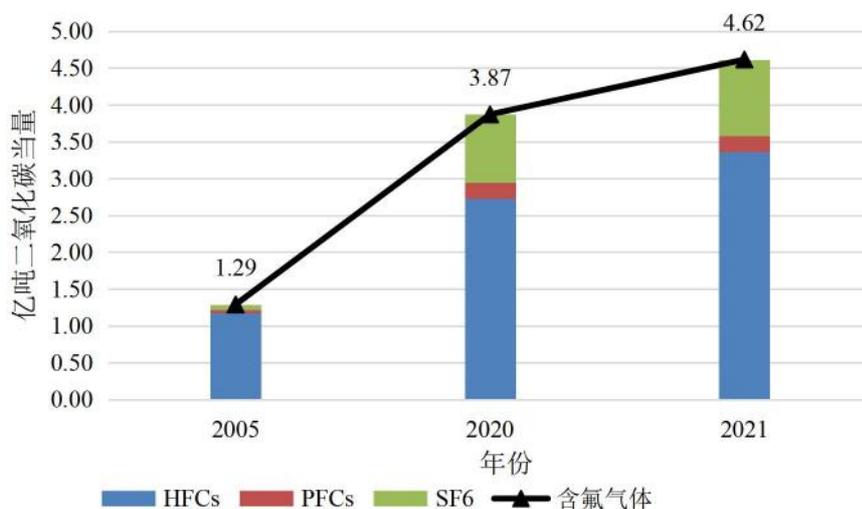


图 1-6 中国含氟气体排放情况 (亿吨二氧化碳当量)

四、分领域时间序列分析

在不包括土地利用、土地利用变化和林业的情况下，2021年中国能源活动、工业生产过程和产品使用、农业活动和废弃物处理排放占比分别为76.9%、14.9%、6.5%和1.7%，相较于2020年，各领域排放占比基本保持稳定，详见图1-7。



图 1-7 中国温室气体排放领域构成 (不包括土地利用、土地利用变化和林业)

(一) 能源活动

2021年，中国能源活动温室气体排放为110.07亿吨二氧化碳当量，比2020年增长了4.2%。其中，二氧化碳排放占比高达91%以上，甲烷排放占比约7%，氧化亚氮排放约1%，2020—2021年分气体种类排放占比基本保持不变。从排放构成看，2021年燃料燃烧的温室气体排放为102.57亿吨二氧化碳当量，占能源活动排放的93%以上，排放量比2020年增长了4.5%。2021年甲烷逸散排放为7.50亿吨二氧化碳当量，比2020年增长了1.1%，详见图1-8。

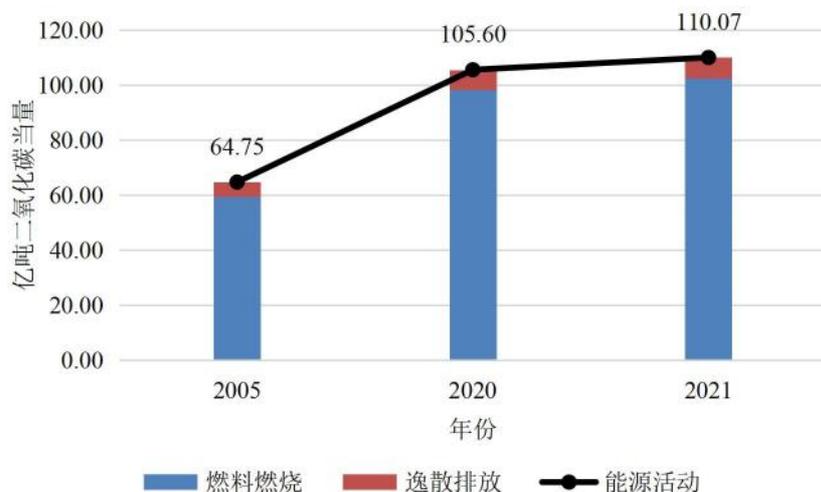


图 1-8 中国能源活动领域排放情况

（二）工业生产过程和产品使用

2021年，中国工业生产过程和产品使用温室气体排放为21.40亿吨二氧化碳当量，比2020年增长了4.4%。其中，二氧化碳排放占比在70%以上，氢氟碳化物占比约为15%，氧化亚氮占比不到8%。甲烷、全氟化碳和六氟化硫排放占比较低，三类温室气体占比的总和不超过6%。相较于2020年，2021年中国工业生产过程和产品使用的二氧化碳排放占比有所下降，其他五类温室气体排放占比均略有增加。从排放构成看，非金属矿物制品生产是工业生产过程和产品使用最大的排放源，占比超47%。2021年非金属矿物制品生产为10.13亿吨二氧化碳当量，比2020年减少了2.1%。2021年化学工业生产、电子工业生产、消耗臭氧层物质替代物使用以及其他产品制造和使用的温室气体排放分别是5.12亿吨二氧化碳当量、0.01亿吨二氧化碳当量、3.09亿吨二氧化碳当量和1.01亿吨二氧化碳当量，比2020年增加了10.8%、95.9%、19.5%和12.0%。2021年金属制品生产、非能源产品使用的温室气体排放分别为2.01亿吨二氧化碳当量、0.03亿吨二氧化碳当量，较2020年基本持平，详见图1-9。

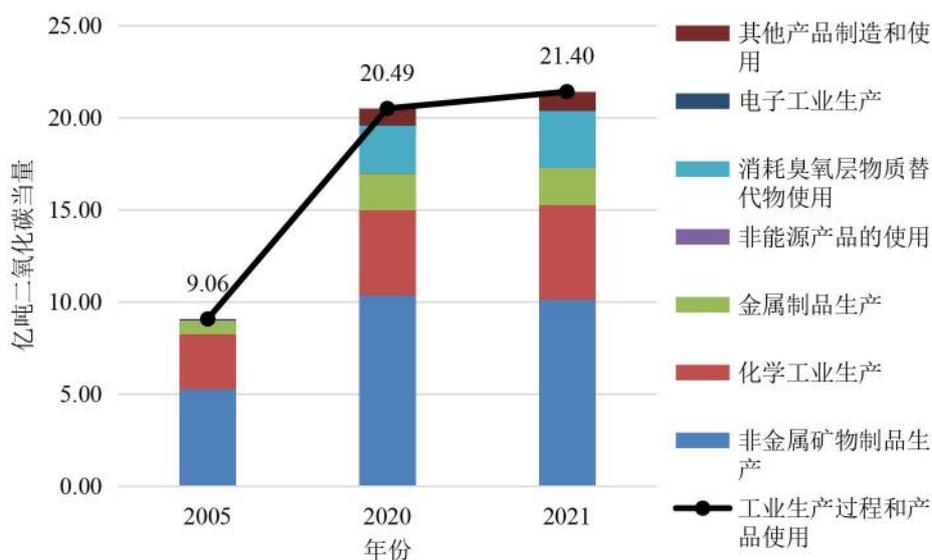


图 1-9 中国工业生产过程和产品使用领域排放情况

（三）农业活动

2021年，中国农业活动温室气体排放量为9.31亿吨二氧化碳当量，比2020年增长了1.8%。其中，甲烷的排放量占比超过70%，其余均为氧化亚氮排放，2020—2021年农业活动分温室气体排放占比基本保持不变。从排放构成看，2021年动物肠道发酵和动物粪便管理的温室气体排放分别为3.22亿吨二氧化碳当量和1.65亿吨二氧化碳当量，比2020年增长了2.4%和6.3%。2021年水稻种植和农用地温室气体排放分别为2.48亿吨二氧化碳当量和1.90亿吨二氧化碳当量，与2020年基本持平。2021年秸秆

田间焚烧温室气体排放为 0.05 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年减少了 13.6%，详见图 1-10。

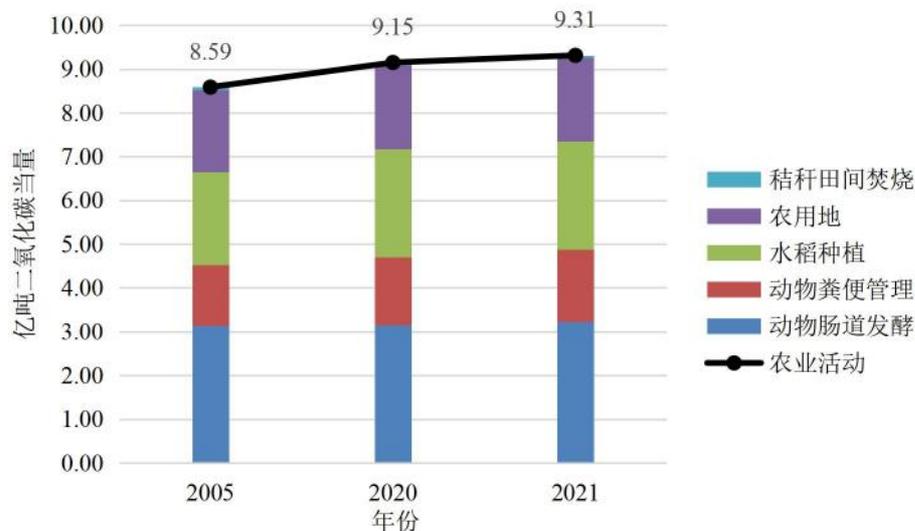


图 1-10 中国农业活动领域排放情况

(四) 土地利用、土地利用变化和林业

中国土地利用、土地利用变化和林业总体表现为吸收汇，2021 年土地利用、土地利用变化和林业的温室气体吸收量为 13.15 亿吨二氧化碳当量。其中，二氧化碳表现为吸收汇的形式，2021 年吸收了 13.46 亿吨二氧化碳。甲烷和氧化亚氮表现为排放源的形式，2021 年分别排放 111.0 万吨甲烷和 19 吨氧化亚氮。从排放源/吸收汇构成看，2021 年中国林地、农地、草地、建设用地、木质林产品和其他生物质总体表现为吸收汇的形式，温室气体吸收量分别为 8.77 亿吨二氧化碳当量、1.06 亿吨二氧化碳当量、0.64 亿吨二氧化碳当量、0.01 亿吨二氧化碳当量、1.04 亿吨二氧化碳当量和 1.72 亿吨二氧化碳当量。湿地和其他用地总体表现为排放源的形式，温室气体排放量分别为 0.06 亿吨二氧化碳当量和 0.02 亿吨二氧化碳当量。

(五) 废弃物处理

2021 年，中国废弃物处理温室气体排放量为 2.36 亿吨二氧化碳当量，较 2020 年减少了 2.5%。其中，甲烷排放占 80% 以上，氧化亚氮排放约 12%，二氧化碳排放不足 4%。填埋处理是废弃物处理领域最大的排放源，2021 年温室气体排放量为 1.32 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年排放降低了 6.6%，主要是因为填埋场数量和进入填埋场的垃圾量均在减少。生物处理、焚烧处理和废水处理温室气体排放量分别为 0.03 亿吨二氧化碳当量、0.13 亿吨二氧化碳当量和 0.88 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年分别增长了 50.1%、14.4% 和 0.6%，详见图 1-11。

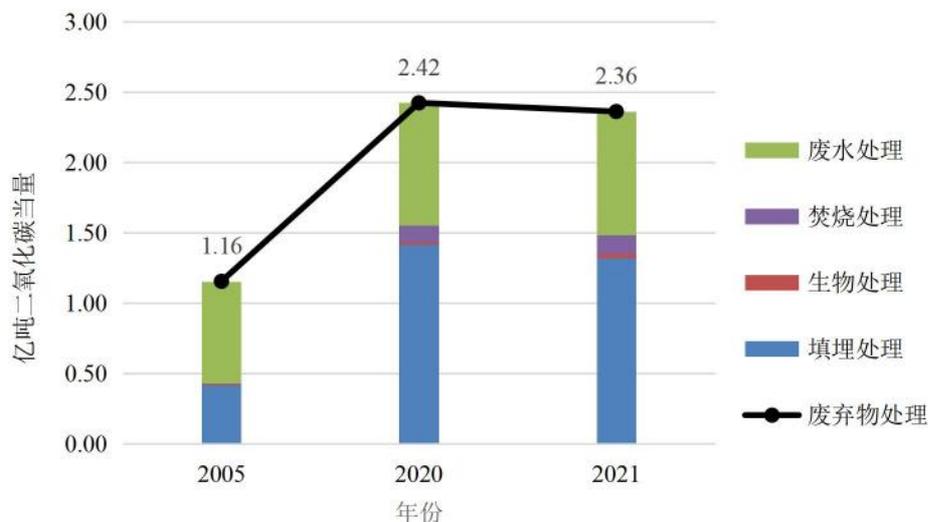


图 1-11 中国废弃物处理领域排放情况

第三章 能源活动

一、概述

（一）报告范围

中国能源活动的报告范围包括燃料燃烧和逸散排放。燃料燃烧包括能源工业、制造业和建筑业、交通运输及其他部门的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放。其中，其他部门细分为服务业及其它、居民生活和农林渔牧。在其他类别下，本应报告除农业机械和建筑工地外的其他非道路交通排放，但受限于基础统计，该部分均报告在交通运输。由于废弃物处理计算的城市生活垃圾焚烧的甲烷和氧化亚氮排放、化石成因二氧化碳排放主要用于发电供热，因此报告在能源活动的能源工业类别。逸散排放包括固体燃料和油气系统的甲烷排放。受限于数据的可获得性，本轮清单未报告二氧化碳运输、注入与地质储存。此外，能源活动清单还以信息项的形式，报告了国际燃料舱的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放以及生物质燃料燃烧的二氧化碳排放。

（二）编制方法

中国化石燃料燃烧的二氧化碳、甲烷、氧化亚氮排放均采用部门法来进行计算，同时采用参考法验证二氧化碳排放。固定源的二氧化碳排放均采用层级 2 方法。发电和供热的甲烷和氧化亚氮排放采用层级 2 方法，其他固定源甲烷和氧化亚氮排放采用层级 1 方法。移动源中道路交通的二氧化碳排放采用层级 2 方法，甲烷和氧化亚氮排放采用 COPERT 模型法，航空运输的温室气体排放采用层级 3 方法，铁路运输、水上运输和管道交通的温室气体排放采用层级 1 方法。其他燃料中，居民生活的生物质燃

料燃烧甲烷排放和化石成因的城市生活垃圾焚烧温室气体排放采用层级 2 方法，其他部分采用层级 1 方法。井工煤矿的甲烷排放采用层级 2 和层级 3 方法，露天煤矿的甲烷排放采用层级 1 方法。油气系统甲烷逸散排放采用层级 1 和层级 3 的方法，见表 1-3。

（三）总体排放情况

2021 年中国能源活动的温室气体排放量是 110.07 亿吨二氧化碳当量。其中，二氧化碳排放量为 100.95 亿吨，甲烷排放量为 2816.5 万吨，氧化亚氮排放量为 46.4 万吨，排放占比分别是 91.7%，7.2%和 1.1%，比 2020 年分别增长了 4.5%，0.9%和 5.1%，详见表 1-4。

（四）不确定度评估

根据误差传递和蒙特卡洛方法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年能源活动温室气体清单不确定度分别为-5.1%~5.3%、-5.4%~5.7%和-5.6%~5.8%，详见表 1-7。

表 1-7 能源活动清单不确定度评估（%）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
1.A 燃料燃烧	-2.1~2.2	-2.5~2.9	-2.8~3.1
1.B 逸散排放	-26.4~26.4	-23.7~23.9	-24.0~24.1
综合不确定度	-5.1~5.3	-5.4~5.7	-5.6~5.8

二、燃料燃烧

2021 年，中国燃料燃烧温室气体排放为 102.57 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 4.5%，这主要是由于 2021 年中国能源消费总量为 52.6 亿吨标准煤，较上年增长 5.5%。从排放构成看，2021 年能源工业、制造业和建筑业、交通运输和其他部门的温室气体排放分别是 53.54 亿吨二氧化碳当量、32.69 亿吨二氧化碳当量、10.02 亿吨二氧化碳当量和 6.32 亿吨二氧化碳当量。其中能源工业的温室气体排放比 2020 年增长了 9.9%，这主要由于化石燃料燃烧量增长。制造业和建筑业的温室气体排放比 2020 年减少了 2.5%，主要由于钢铁、建材等行业产量小幅下降。交通运输的温室气体排放比 2020 年增长了 8.9%，主要由于新冠疫情复苏，道路交通快速增长，具体排放情况详见表 1-4。

（一）排放源描述

燃料燃烧温室气体排放指不同的固定或移动燃烧设备、燃烧不同类型的燃料产生的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮三种温室气体排放。燃料燃烧的排放源包括能源工业、制造业和建筑业、交通运输以及其他部门的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放。其中能源工业可进一步分为公用电力和热力、石油精炼、固体燃料加工和其他能源工业；制

制造业和建筑业部门可进一步细分为钢铁工业及铁合金铸造、有色金属、化学工业、纸浆、造纸和印刷、食品加工、饮料和烟草、建筑材料、运输设备制造、机械/电子设备制造、矿业（不包括燃料）和采掘业、木材和木材制品制造、建筑业、纺织品及皮革制造、其他工业等；交通运输可进一步细分为航空运输、道路交通、铁路运输、水上运输以及其他交通等；其他部门可进一步细分为服务业及其它、居民生活和农林牧渔等。其中，航空运输和水上运输还需单独拆分出国际航空和国际航海，报告在信息项。根据《2006年 IPCC 清单指南》，非能源利用均报告在工业生产过程和产品使用，上述排放均扣除了非能源利用部分的排放。生物质燃料燃烧的甲烷和氧化亚氮排放分别报告在公用电力和热力、居民生活等，生物质燃料燃烧的二氧化碳排放报告在信息项。废弃物处理中城市生活垃圾焚烧处理的甲烷和氧化亚氮排放、化石成因二氧化碳排放报告在公用电力和热力。此外，煤制油和煤制气分别报告在石油精炼以及固体燃料加工和其他能源工业。

燃料燃烧的燃料品种划分详见表 1-8。

表 1-8 能源活动清单燃料品种划分

燃料品种		能源品种
化石燃料	固体燃料	原煤、洗精煤、其他洗煤、煤矸石、型煤、焦炭、其他焦化产品、焦炉煤气、高炉煤气、转炉煤气、其他煤气
	液体燃料	原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、炼厂干气、石脑油、润滑油、石蜡、溶剂油、石油沥青、石油焦、其他石油制品
	气体燃料	天然气、液化天然气
生物质燃料		秸秆、动物粪便、沼气、城市生活垃圾（生物组分）、生物乙醇、生物柴油
其他化石燃料		城市生活垃圾（化石组分）

（二）编制方法

根据《2006年 IPCC 清单指南》要求，对化石燃料燃烧的二氧化碳、甲烷、氧化亚氮排放均采用部门法来进行计算，同时还采用参考法从宏观上进行了总体估算，以验证部门法二氧化碳排放的结果。

1. 固定源化石燃料燃烧

化石燃料燃烧的温室气体排放采用分部门、分燃料品种、分设备的燃料消费量等活动水平数据，结合相应的排放因子等参数，通过逐层累加综合计算得到温室气体的排放量。对关键类别的二氧化碳排放尽可能采用层级 2 方法及本国排放因子参数；对非关键排放类别的甲烷和氧化亚氮排放，固定燃烧源大部分采用层级 1 方法计算，为了更准确地计算燃煤发电锅炉甲烷和氧化亚氮排放量，进一步将燃煤发电锅炉细分为循环流化床及其他燃煤发电锅炉，采用了《2006年 IPCC 清单指南》针对不同锅炉类

型的特征技术排放因子计算排放量。

固定源化石燃料燃烧的消费量以热量表示，通过将实物量数据乘以低位发热量获得。固定源化石燃料燃烧活动水平数据主要来自《中国能源统计年鉴》、国家统计局以及其他政府部门等相关统计资料，主要能源活动水平数据详见表 1-9。火电燃煤的单位热值含碳量、碳氧化率和催化剂烧焦排放因子来源于全国碳市场企业报告数据。天然气和液化天然气的单位热值含碳量来自中国主要油气田和进口天然气实测组分计算。其他排放因子沿用 2018 年清单或《2006 年 IPCC 清单指南》的缺省值。高炉煤气和转炉煤气是钢铁生产过程中的副产煤气，在火力发电、供热等行业被作为终端能源使用，基于数据的可获得性，将其排放量报告在钢铁工业和铁合金制造，火力发电和供热等行业不再报告高炉煤气和转炉煤气排放。煤制油和煤制气的排放因子基于中国煤化工不同技术路线的原料投入量和产品产出量计算得出。

表 1-9 中国主要能源活动水平数据（亿吨标准煤）

活动水平	2005 年	2020 年	2021 年
煤炭消费量	18.92	28.35	29.40
石油消费量	4.65	9.37	9.78
天然气消费量	0.63	4.19	4.63

2. 移动源化石燃料燃烧

航空运输的航空煤油和航空汽油的温室气体排放分别采用层级 3 和层级 1 方法计算。活动水平数据包括分航段的航空煤油消费量，主要来自中国民用航空局官方统计数据，航空汽油消费量数据参考《2006 年 IPCC 清单指南》推荐方法，通过航空煤油消费量推算，排放因子主要参考《2006 年 IPCC 清单指南》的缺省值。另外，航空运输排放的活动水平数据需进一步区分国内和国际。

道路交通的二氧化碳排放采用层级 2 方法计算，甲烷和氧化亚氮的排放采用 COPERT 模型进行计算。在应用模型方法过程中，利用燃料平衡模块对模型结果进行校验，确保自下而上的模型输出燃料消费量与自上而下的外生燃料消费量之间的偏差小于 2%。用于道路交通的汽油、柴油、天然气和液化石油气总量分别来自国家统计局和能源平衡表调整结果，并采用车用燃料供应端和零售端信息进行校核。计算过程中需要的分车型、分排放标准机动车保有量、年均行驶里程等信息参考国家统计局、生态环境部及行业协会等数据渠道。

铁路运输、水上运输以及管道交通温室气体排放采用层级 1 方法计算。活动水平数据来自国家统计局官方统计资料和中国国家铁路集团有限公司提供的数据等。单位热值含碳量、碳氧化率、甲烷及氧化亚氮排放因子主要沿用 2018 年清单或《2006 年 IPCC 清单指南》的缺省值。另外，水上运输排放的活动水平数据需进一步区分国内和国际。

3. 生物质燃烧

生物质燃料燃烧中的农村居民生活秸秆燃烧甲烷排放采用层级 2 方法计算，其余生物质燃烧排放源采用层级 1 方法计算。农村居民生活用能的生物质消费量、农村户用沼气池和沼气工程年总产气量、生物质垃圾发电量、道路交通生物替代燃料消费量等活动水平数据来源于《中国农村能源年鉴》《中国环境统计年鉴》、农业农村部以及相关机构的调研数据等。其他排放因子沿用 2018 年清单或《2006 年 IPCC 清单指南》缺省值。

4. 其他化石燃料燃烧

其他化石燃料主要为城市生活垃圾，其中化石成因的焚烧排放采用层级 2 方法，生物成因的焚烧排放采用层级 1 方法，活动水平和排放因子等信息详见废弃物处理部分。

5. 国际燃料舱

国际航空的计算范围为国内航空公司、国外航空公司从国内起飞、终点在国外的运输。其中，国内航空公司排放采用民航局提供的分机型燃料消费量和起降架次数据计算；国外航空公司排放采用国家统计局“境外飞机在境内的加油量”中的航空煤油消费量计算。

国际航海的计算范围为国内水上航运公司、国外水上航运公司从国内起航、终点在国外的运输。其中，国内水上航运公司排放采用国家统计局提供的“境内轮船在境外的加油量”计算；国外水上航运公司排放采用国家统计局“境外轮船在境内的加油量”计算。

国际航空和国际航海的计算方法同国内航空运输和水上运输。

（三）部门法与参考法比较

1. 参考法

参考法是通过计算可供本国消费的燃料中所含的总碳量，再扣除化石燃料用于非能源用途而固定在产品中的碳，用于匡算本国化石燃料燃烧的二氧化碳排放量。具体做法是根据能源平衡表中的分品种能源生产量、进出口量、库存变化量以及国际航空航海的燃料舱加油量计算出各种能源的表观消费量（实物量），根据它们相对应的低位发热量、单位热值含碳量计算得出可供本国消费的化石燃料中所含的碳总量，再扣除非能源利用中的碳量，匡算出所有化石燃料燃烧活动的二氧化碳排放量。参考法中能源产量、进出口量数据来源于中国能源平衡表等官方统计资料，各燃料品种的低位发热量、单位热值含碳率及碳氧化率，根据部门法中各行业相应燃料品种消费数据加

权计算得出。

2. 部门法与参考法排放结果比较

2020年和2021年参考法和部门法的差异分别是2.5%和1.2%，详见表1-10。差异产生的原因主要包括以下两个方面，一是能源运输损失和煤炭洗选损耗，“平衡差额”项以及终端部门的能源库存变化导致的参考法的表观能源消费量与部门法的终端燃烧量之间的差异；二是排放因子，以油品为例，参考法计算的主要为原油，部门法中计算的主要为终端部门消费的成品油，原油和成品油各油品的单位热值含碳量也存在一定的差距。总体而言，两者的相差幅度在5%以内。

表 1-10 参考法与部门法的二氧化碳排放量结果比较

年份	参考法（亿吨）	部门法（亿吨）	差异率（%）
2005年	54.95	57.84	-5.0
2020年	99.03	96.61	2.5
2021年	102.20	100.95	1.2

（四）不确定度评估

根据误差传递和蒙特卡洛方法，计算2005年、2020年和2021年化石燃料燃烧温室气体清单不确定度分别是-2.1%~2.2%，-2.5%~2.9%，-2.8%~3.1%，详见表1-11。

表 1-11 燃料燃烧排放不确定度评估

排放源类别	2005年	2020年	2021年
1.A.1 能源工业	-3.9~4.2	-4.8~5.4	-5.1~5.7
1.A.2 制造业和建筑业	-3.0~3.0	-2.7~2.7	-2.5~2.5
1.A.3 交通运输	-0.4~0.4	-0.5~0.5	-0.6~0.6
1.A.4 其他部门	-0.5~2.7	-0.1~0.4	-0.1~0.3
1.A 综合不确定度	-2.1~2.2	-2.5~2.9	-2.8~3.1

三、逸散排放

2021年中国甲烷逸散排放为2678.5万吨，比2020年增长了1.1%。从排放构成看，2021年固体燃料和油气系统甲烷逸散排放分别是2503.0万吨和175.5万吨，比2020年增长了0.7%和7.7%，这主要由化石燃料产量上升引起。具体排放情况详见表1-12。

表 1-12 中国甲烷逸散排放（万吨）

排放源类别	2005年	2020年	2021年
1.B 逸散排放	1880.8	2649.3	2678.5
1.B.1 固体燃料	1804.6	2486.3	2503.0
1.B.1.a.i 井工煤矿	1779.3	2383.7	2378.8
1.B.1.a.ii 露天煤矿	25.2	102.7	124.2

排放源类别	2005年	2020年	2021年
1.B.2 油气系统	76.3	163.0	175.5
1.B.2.a 石油系统	59.5	65.2	66.4
1.B.2.b 天然气系统	16.8	97.7	109.1
1.B.2.c 放空和火炬	NE, IE	0.1	0.0

注：1) 0.0 表示数值低于 0.05 万吨；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇；
 4) IE（列于他处）表示此排放源或吸收汇在其他子领域计算和报告

（一）排放源描述

1. 固体燃料

固体燃料的逸散排放包括煤矿开采和处理以及非受控燃烧和煤堆燃烧。煤矿开采和处理包括井工煤矿和露天煤矿。井工煤矿的逸散排放包括井工开采甲烷排放、井工煤矿矿后活动甲烷排放和井工煤矿废弃矿井甲烷排放。露天煤矿逸散排放包括露天开采甲烷排放和露天煤矿矿后活动甲烷排放。受限于数据的可获得性且暂无明确的方法学，本轮清单暂未报告非受控燃烧和煤堆燃烧的排放。

2. 油气系统

油气系统逸散排放包括石油勘探开发、生产和处理、运输、炼制和储运等各环节的甲烷泄露排放，天然气勘探开发、生产和集输、处理和储存、分销等各环节的甲烷泄露排放，以及放空和火炬的甲烷排放。

（二）方法学

1. 固体燃料

固体燃料的甲烷逸散排放中，井工开采甲烷排放、井工煤矿矿后活动甲烷排放采用层级 2 方法，露天煤矿逸散排放采用层级 1 方法，井工煤矿废弃矿井甲烷排放采用层级 3 方法。活动水平数据包括井工开采原煤产量、废弃矿井数、露天煤矿的原煤产量等，主要来源于《中国能源统计年鉴》《世界煤炭工业发展研究》等，排放因子沿用 2018 年清单。

2. 油气系统

油气系统逸散排放中原油储罐运输采用层级 3 方法，其余排放源则采用层级 1 方法。活动水平数据主要来源于中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司、陕西延长石油（集团）有限责任公司、国家石油天然气管网集团，以及国家统计局发布的当年原油天然气产量、炼油中间消耗原油量、天然气消费量和海关总署发布的当年液化天然气进口量等数据。排放因子沿用 2018 年清单，主要活动

水平详见表 1-13。

表 1-13 燃料逸散主要活动水平数据

活动水平	2005 年	2020 年	2021 年
煤炭产量（亿吨）	23.7	39.0	41.3
原油产量（亿吨）	1.8	1.9	2.0
天然气产量（亿立方米）	493.2	1994.9	2155.5

（三）不确定度评估

根据误差传递和蒙特卡洛方法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年逸散排放不确定度分别是-26.4%~26.4%，-23.7%~23.9%，-24.0%~24.1%，详见表 1-14。

表 1-14 燃料逸散排放不确定度评估（%）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
1.B.1 固体燃料	-27.5~27.5	-25.3~25.5	-25.6~25.7
1.B.2 油气系统	-39.8~39.8	-25.2~25.2	-25.0~25.0
1.B 综合不确定度	-26.4~26.4	-23.7~23.9	-24.0~24.1

第四章 工业生产过程和产品使用

一、概述

（一）报告范围

中国工业生产过程和产品使用温室气体清单报告范围包括非金属矿物制品生产、化学工业生产、金属制品生产、非能源产品使用、电子工业生产、消耗臭氧层物质替代物使用以及其他产品制造和使用的温室气体排放。非金属矿物制品生产报告水泥、石灰和玻璃等生产过程的二氧化碳排放。化学工业生产包括合成氨、硝酸、己二酸、己内酰胺、电石、二氧化钛、纯碱、石油化工和炭黑及氟化工等生产过程的二氧化碳、氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫排放。金属制品生产包括钢铁、铁合金、铝冶炼、镁冶炼、铅冶炼和锌冶炼等生产过程的二氧化碳、甲烷和全氟化碳排放。非能源产品使用包括润滑剂和石蜡作为非能源产品使用的二氧化碳排放。电子工业生产报告的是全氟化碳的使用排放。消耗臭氧层物质替代物使用报告制冷剂、发泡剂、灭火剂及气雾剂使用的氢氟碳化物排放。其他产品制造和使用报告的是电力生产、安装、运行及报废中六氟化硫使用的排放。为避免重算或漏算，工业生产过程和产品使用不扣除下游尿素和纯碱生产过程的短期固碳。

（二）编制方法

根据《2006 年 IPCC 清单指南》，本轮工业生产过程和产品使用中石油化工和炭

黑以及钢铁生产过程采用碳质量平衡法，其余排放源主要采用排放因子法计算。其中水泥、石灰、合成氨、硝酸、己二酸、电石、石油化工和炭黑、氟化工中氢氟碳化物使用的排放、钢铁生产、铝冶炼、半导体制造、制冷空调行业以及电力设备六氟化硫使用采用层级 2 方法计算，其余排放源采用层级 1 方法计算，详见表 1-3。

（三）总体排放情况

2021 年中国工业生产过程和产品使用温室气体排放量为 21.40 亿吨二氧化碳当量。其中，二氧化碳排放量为 15.24 亿吨，甲烷排放量为 0.6 万吨，氧化亚氮排放量为 58.0 万吨，含氟气体排放量为 4.62 亿吨二氧化碳当量，排放占比分别为 71.2%，0.0%，7.2%和 21.6%。其中甲烷、氧化亚氮和含氟气体排放量比 2020 年分别增长了 6.7%、18.6%和 19.4%，二氧化碳排放则比 2020 年减少了 0.5%，详见表 1-4 和表 1-15。

第一部分 国家温室气体清单

表 1-15 工业生产过程和产品使用含氟气体排放（万吨）

含氟气体类别	HFCs												PFCs		SF ₆
	HFC-23	HFC-32	HFC-41	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	HFC-227ea	HFC-236ea	HFC-236fa	HFC-245fa	HFC-365mfc	CF ₄	C ₂ F ₆	
2005年工业生产过程和产品使用	0.91	0.01	NO	0.01	0.33	0.00	0.00	0.00	NO	0.00	0.00	NO	0.06	0.01	0.03
2.A 非金属矿物制品生产															
2.B 化学工业生产	0.91	0.00	NO	0.00	0.01	0.00	NO	0.00	NO	0.00	NO	NO	0.00	0.00	0.00
2.C 金属制品生产													0.05	0.01	NO
2.D 非能源产品使用															
2.E 电子工业生产													0.00	0.00	
2.F 消耗臭氧层物质替代物使用	NO	0.00	NO	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	NO	NO	0.00	NO			
2.G 其他产品制造和使用															0.03
2020年工业生产过程和产品使用	0.07	5.55	0.00	4.53	5.03	0.12	0.21	0.29	0.00	0.01	0.08	0.00	0.27	0.03	0.40
2.A 非金属矿物制品生产															
2.B 化学工业生产	0.07	0.11	0.00	0.07	0.10	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	NO	0.00	0.00	0.01
2.C 金属制品生产													0.26	0.03	NO
2.D 非能源产品使用															
2.E 电子工业生产													0.01	0.00	
2.F 消耗臭氧层物质替代物使用	0.00	5.44	0.00	4.46	4.94	0.11	0.19	0.28	NO	0.01	0.07	0.00			
2.G 其他产品制造和使用															0.39
2021年工业生产过程和产品使用	0.17	6.73	0.00	5.31	5.90	0.22	0.23	0.35	0.00	0.01	0.14	0.00	0.29	0.03	0.44
2.A 非金属矿物制品生产															
2.B 化学工业生产	0.17	0.12	0.00	0.09	0.10	0.03	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	NO	0.00	0.00	0.01
2.C 金属制品生产													0.27	0.03	NO
2.D 非能源产品使用															
2.E 电子工业生产													0.02	0.00	

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

含氟气体类别	HFCs												PFCs		SF ₆
	HFC-23	HFC-32	HFC-41	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	HFC-227ea	HFC-236ea	HFC-236fa	HFC-245fa	HFC-365mfc	CF ₄	C ₂ F ₆	
2.F 消耗臭氧层物质替代物使用	0.00	6.61	0.00	5.22	5.80	0.20	0.22	0.34	NO	0.01	0.14	0.00			
2.G 其他产品制造和使用															0.43

注：1) 阴影部分不需填写；

2) 0.00 表示数值低于 0.005 万吨；

3) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；

4) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇；

5) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（四）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年工业生产过程和产品使用温室气体清单不确定度分别为-4.5%~4.5%， -3.8%~3.8%和-4.0%~4.0%，详见表 1-16。

表 1-16 工业生产过程和产品使用清单不确定度评估（%）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
2.A 非金属矿物制品生产	-4.4~4.4	-4.5~4.5	-4.4~4.4
2.B 化学工业生产	-11.0~11.0	-4.9~4.9	-5.1~5.1
2.C 金属制品生产	-9.2~9.2	-8.3~8.3	-8.2~8.2
2.D 非能源产品使用	-51.2~51.2	-51.2~51.2	-51.2~51.2
2.E 电子工业生产	-13.8~13.8	-13.8~13.8	-14.0~14.0
2.F 消耗臭氧层物质替代物使用	-20.0~20.0	-20.0~20.0	-20.0~20.0
2.G 其他产品制造和使用	-22.4~22.4	-22.4~22.4	-22.4~22.4
综合不确定度	-4.5~4.5	-3.8~3.8	-4.0~4.0

二、非金属矿物制品生产

2021 年，中国非金属矿物制品生产的二氧化碳排放是 10.13 亿吨二氧化碳，比 2020 年减少了 2.1%。其中 2021 年水泥生产过程的排放是 8.02 亿吨二氧化碳，比 2020 年减少了 3.2%，主要由于水泥熟料产量下降的影响。石灰和玻璃生产过程排放分别是 1.88 亿吨二氧化碳和 0.22 亿吨二氧化碳，比 2020 年增长了 1.6%和 6.8%，主要是由于石灰和平板玻璃产量的影响。详见表 1-17。

表 1-17 非金属矿物制品生产排放（亿吨二氧化碳）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
2.A 非金属矿物制品生产	5.26	10.35	10.13
2.A.1 水泥生产过程	4.12	8.29	8.02
2.A.2 石灰生产过程	1.06	1.86	1.88
2.A.3 玻璃生产过程	0.09	0.21	0.22

注：此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（一）排放源描述

非金属矿物制品生产过程温室气体排放包括水泥、石灰、玻璃生产过程的二氧化碳排放，分别来源于水泥熟料煅烧过程中石灰石和白云石所含碳酸钙和碳酸镁分解排放的二氧化碳，石灰石在石灰窑煅烧过程中碳酸钙和碳酸镁分解排放的二氧化碳以及玻璃熔炼过程中石灰石、白云石和纯碱等碳酸盐矿物分解排放的二氧化碳。

（二）方法学

水泥和石灰生产过程温室气体排放采用层级 2 方法，玻璃生产过程采用层级 1 方法。活动水平数据主要源于国家统计局、应对气候变化统计报表制度以及中国建材联合会数据，见表 1-18。水泥生产过程排放因子、分产品类型的石灰生产过程排放因子和玻璃生产过程排放因子来源于典型企业调研。

表 1-18 非金属矿物制品生产过程主要活动水平数据（万吨）

活动水平	2005 年	2020 年	2021 年
水泥熟料产量	76471.0	158000.0	153000.0
石灰产量	15430.0	26900.0	27300.0
平板玻璃产量	2010.5	4761.4	5086.4

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年非金属矿物制品生产的温室气体排放不确定度分别为-4.4%~4.4%，-4.5%~4.5%和-4.4%~4.4%，详见表 1-19。

表 1-19 非金属矿物制品生产不确定度评估（%）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
2.A.1 水泥生产过程	-5.5~5.5	-5.5~5.5	-5.5~5.5
2.A.2 石灰生产过程	-5.0~5.0	-5.0~5.0	-5.0~5.0
2.A.3 玻璃生产过程	-3.5~3.5	-3.5~3.5	-3.5~3.5
2.A 综合不确定度	-4.4~4.4	-4.5~4.5	-4.4~4.4

三、化学工业生产

2021 年，中国化学工业生产温室气体排放量为 5.12 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 10.8%。其中，合成氨、己二酸和石油化工和炭黑生产的排放占比最大，2021 年合成氨、己二酸和石油化工和炭黑生产排放分别是 1.43 亿吨二氧化碳当量、1.21 亿吨二氧化碳当量和 1.58 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 1.4%，21.4%和 7.2%。2021 年己内酰胺生产排放 944.2 万吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 12.2%，主要源于己内酰胺产量增长。2021 年氟化工生产排放为 0.29 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 75.5%，这主要是根据《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》相关规定，中国按照第五条国家淘汰时间表对氢氯氟烃进行削减，为实现 2020 年底 32.5%削减目标，作为氢氯氟烃替代物的氢氟碳化物生产和使用量增加，具体排放情况详见表 1-15 和表 1-20。

表 1-20 化学工业生产温室气体排放（万吨二氧化碳当量）

年份	排放源类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	合计
2005 年	2.B 化学工业生产	15608.1		2873.6	11289.6	0.4	40.3	29812.1
	2.B.1 合成氨生产过程	12681.8						12681.8
	2.B.2 硝酸生产过程			1246.3				1246.3
	2.B.3 己二酸生产过程			1576.8				1576.8
	2.B.4 己内酰胺生产过程			50.6				50.6
	2.B.5 电石生产过程	841.8						841.8
	2.B.6 二氧化钛生产过程	0.9						0.9
	2.B.7 纯碱生产过程	12.2						12.2
	2.B.8 石油化工和炭黑生产过程	2071.4						2071.4
2.B.9 氟化工生产过程				11289.6	0.4	40.3	11330.4	
2020 年	2.B 化学工业生产	31576.1		12952.1	1421.5	12.7	236.3	46198.6
	2.B.1 合成氨生产过程	14118.8						14118.8
	2.B.2 硝酸生产过程			2133.1				2133.1
	2.B.3 己二酸生产过程			9977.3				9977.3
	2.B.4 己内酰胺生产过程			841.7				841.7
	2.B.5 电石生产过程	2627.2						2627.2
	2.B.6 二氧化钛生产过程	42.8						42.8
	2.B.7 纯碱生产过程	20.1						20.1
	2.B.8 石油化工和炭黑生产过程	14767.3						14767.3
2.B.9 氟化工生产过程				1421.5	12.7	236.3	1670.5	
2021 年	2.B 化学工业生产	32877.5		15359.5	2725.5	15.1	190.4	51167.9
	2.B.1 合成氨生产过程	14318.1						14318.1
	2.B.2 硝酸生产过程			2301.2				2301.2
	2.B.3 己二酸生产过程			12114.2				12114.2
	2.B.4 己内酰胺生产过程			944.2				944.2
	2.B.5 电石生产过程	2657.9						2657.9
	2.B.6 二氧化钛生产过程	50.4						50.4
	2.B.7 纯碱生产过程	21.2						21.2
	2.B.8 石油化工和炭黑生产过程	15829.9						15829.9
2.B.9 氟化工生产过程				2725.5	15.1	190.4	2930.9	

注：1) 0.0 表示数值低于 0.05 万吨；

2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

3) 阴影部分不需填写

（一）排放源描述

合成氨生产过程温室气体排放来自无烟煤和天然气等原料在造气和重整过程中排放的二氧化碳。硝酸生产过程排放源于氨催化氧化过程产生的氧化亚氮排放。己二酸生产过程排放主要源于采用硝酸氧化剂使用产生的氧化亚氮排放。己内酰胺生产过程排放源于生产过程中氨气氧化过程产生的氧化亚氮排放。电石生产过程排放包括石灰和兰炭等原料生产碳化钙产生的二氧化碳排放以及碳化钙生产电石气（乙炔）产生的二氧化碳排放。二氧化钛生产过程的二氧化碳排放主要源于通过氯化工艺进行的金红石型二氧化钛生产的石油焦氧化过程。

纯碱生产过程排放主要源于天然碱矿在转炉中煅烧生成纯碱，伴随着二氧化碳产生纯碱。石油化工和炭黑生产过程主要包括甲醇和乙烯生产过程的二氧化碳排放。中国氟化工生产的温室气体排放来源于二氟一氯甲烷生产过程的三氟甲烷排放以及氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫等生产的逸散排放。

(二) 方法学

1. 合成氨生产过程

合成氨生产过程温室气体排放采用层级 2 方法计算。合成氨的活动水平主要来自《中国工业统计年鉴》，其中以煤、天然气、焦炉煤气为原料的合成氨比例参考《中国能源统计年鉴》和合成氨行业公开研究报告。合成氨生产过程排放因子通过全国碳市场企业报告数据计算获得。

2. 硝酸生产过程

硝酸生产过程温室气体排放采用层级 2 方法计算，基于分生产技术的产量数据和分生产技术的排放因子计算氧化亚氮排放量。硝酸产量源于中国氮肥工业协会统计数据。排放因子根据高压法、双加压法等技术类型的典型调查数据计算得到。

3. 己二酸生产过程

己二酸生产过程温室气体排放采用层级 2 方法计算。己二酸产量来自国内相关智库的行业发展态势调研报告及其他公开信息，分技术类型排放因子基于典型调查计算获得。

4. 己内酰胺生产过程

己内酰胺生产过程温室气体排放采用层级 1 方法计算。己内酰胺产量来自中国石化联合会对行业发展态势的调研报告及其他公开信息，排放因子源于《2006 年 IPCC 清单指南》缺省值。

5. 电石生产过程

电石生产过程温室气体排放采用层级 2 方法计算，电石的活动水平主要来自《中国工业统计年鉴》，排放因子通过全国碳市场企业报告数据计算获得。

6. 二氧化钛生产过程

二氧化钛生产过程温室气体排放采用层级 1 方法计算，二氧化钛产量来自行业组织相关资料，排放因子采用《2006 年 IPCC 清单指南》缺省值。

7. 纯碱生产过程

纯碱生产过程温室气体排放采用层级 1 方法计算，纯碱产量来源于企业报

告，排放因子参考中国纯碱的纯度及《2006年 IPCC 清单指南》缺省值。

8. 石油化工和炭黑生产过程

甲醇和乙烯生产过程的温室气体排放采用层级 2 计算。甲醇生产过程分为以煤、焦炉煤气和天然气为原料路线，乙烯生产过程分为以石脑油和乙烷为原料路线计算排放量。甲醇和乙烯的总产量数据来自中国石化联合会统计数据，不同原料路线的产量参考行业报告数据，排放因子源于全国碳市场企业报告数据。

9. 氟化工生产过程

一氟二氟甲烷（HCFC-22）生产过程的三氟甲烷（HFC-23）排放采用层级 2 方法计算。三氟甲烷（HFC-23）、二氟甲烷（HFC-32）、一氟甲烷（HFC-41）、五氟乙烷（HFC-125）、1,1,1,2-四氟乙烷（HFC-134a）、1,1,1-三氟乙烷（HFC-143a）、1,1-二氟乙烷（HFC-152a）、1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷（HFC-227ea）、1,1,1,2,3,3-六氟丙烷（HFC-236ea）、1,1,1,3,3,3-六氟丙烷（HFC-236fa）和 1,1,1,3,3-五氟丙烷（HFC-245fa）、四氟甲烷（CF₄）、六氟乙烷（C₂F₆）和六氟化硫生产的逸散排放采用层级 1 方法计算。一氟二氟甲烷副产三氟甲烷量采用各企业通过监测数据或物料平衡方法计算获得。氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫生产的排放因子采用《2006年 IPCC 清单指南》缺省值。一氟二氟甲烷和氢氟碳化物产量数据来自国家保护臭氧层领导小组办公室，全氟化碳和六氟化硫产量数据通过生产企业问卷调查和行业专家咨询计算。

化学工业生产过程中的主要活动水平数据见表 1-21。

表 1-21 化学工业生产过程主要活动水平（万吨）

活动水平	2005 年	2020 年	2021 年
合成氨产量	4596.3	5117.1	5189.4
硝酸产量	518.5	1310.0	1427.0
己二酸产量	20.3	155.4	188.9
己内酰胺产量	21.2	352.9	395.9
电石产量（电石折 300 升/千克）	894.6	2791.9	2824.6
二氧化钛产量	0.7	31.9	37.6
纯碱产量	89.0	146.6	154.5
甲醇产量	536.2	5500.0	5600.0
乙烯产量	728.9	2160.0	2825.7
HCFC-22 产量	31.2	68.9	76.7

注：此处乙烯产量指以石油基原料蒸汽裂解法的产量数据。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年化学工业生产过程的温室气体排放不确定度分别是-11.0%~11.0%、-4.9%~4.9%和-5.1%~5.1%，详见表 1-22。

表 1-22 化学工业生产不确定度评估（%）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
2.B.1 合成氨生产	-8.9~8.9	-8.9~8.9	-8.9~8.9
2.B.2 硝酸生产	-14.1~14.1	-14.1~14.1	-14.1~14.1
2.B.3 己二酸生产	-14.1~14.1	-14.1~14.1	-14.1~14.1
2.B.4 己内酰胺生产	-40.1~40.1	-40.1~40.1	-40.1~40.1
2.B.5 电石生产	-4.9~4.9	-4.9~4.9	-4.9~4.9
2.B.6 二氧化钛生产	-10.1~10.1	-10.1~10.1	-10.1~10.1
2.B.7 纯碱生产	-2.2~2.2	-2.2~2.2	-2.2~2.2
2.B.8 石化和炭黑生产	-6.7~6.7	-7.5~7.5	-7.3~7.3
2.B.9 氟化工生产	-27.0~27.0	-27.0~27.0	-27.0~27.0
2.B 综合不确定度	-11.0~11.0	-4.9~4.9	-5.1~5.1

四、金属制品生产

2021 年，中国金属制品生产温室气体排放为 2.01 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 0.7%。其中，2021 年铁合金、铝冶炼、铅冶炼和锌冶炼生产过程排放分别为 5110.0 万吨二氧化碳当量、7591.3 万吨二氧化碳当量、127.9 万吨二氧化碳当量和 356.6 万吨二氧化碳当量，比 2020 年分别增长了 1.7%，2.8%，5.0%和 12.3%，主要由于铁合金、铝、铅和锌的产量增加导致的。2021 年钢铁和镁冶炼生产过程排放分别为 6549.0 万吨二氧化碳当量和 387.3 万吨二氧化碳当量，比 2020 年分别下降了 2.3%和 11.3%，主要源于钢铁和镁的产量下降引起，详见表 1-23。

表 1-23 金属矿物生产排放（万吨二氧化碳当量）

年份	排放源类别	CO ₂	CH ₄	PFCs	合计
2005 年	2.C 金属制品生产	6453.2	9.0	437.6	6899.8
	2.C.1 钢铁生产过程	2591.9			2591.9
	2.C.2 铁合金生产过程	2323.0	9.0		2332.0
	2.C.3 铝冶炼生产过程	1238.6		437.6	1676.2
	2.C.4 镁冶炼生产过程	229.3			229.3
	2.C.5 铅冶炼生产过程	38.6			38.6
	2.C.6 锌冶炼生产过程	31.8			31.8
2020 年	2.C 金属制品生产	17893.3	15.0	2083.0	19991.3
	2.C.1 钢铁生产过程	6702.9			6702.9

第一部分 国家温室气体清单

年份	排放源类别	CO ₂	CH ₄	PFCs	合计
	2.C.2 铁合金生产过程	5012.0	15.0		5027.0
	2.C.3 铝冶炼生产过程	5302.4		2083.0	7385.5
	2.C.4 镁冶炼生产过程	436.5			436.5
	2.C.5 铅冶炼生产过程	121.8			121.8
	2.C.6 锌冶炼生产过程	317.6			317.6
2021 年	2.C 金属制品生产	17943.3	16.0	2162.8	20122.1
	2.C.1 钢铁生产过程	6549.0			6549.0
	2.C.2 铁合金生产过程	5094.0	16.0		5110.0
	2.C.3 铝冶炼生产过程	5428.5		2162.8	7591.3
	2.C.4 镁冶炼生产过程	387.3			387.3
	2.C.5 铅冶炼生产过程	127.9			127.9
	2.C.6 锌冶炼生产过程	356.6			356.6

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

2) 阴影部分不需填写

（一）排放源描述

钢铁生产过程温室气体排放主要来源于炼铁原料准备和粗钢生产工序中，熔剂分解和氧化产生的二氧化碳排放。根据中国数据统计基础，煤粉、焦炭等炼铁还原剂排放和炼钢降碳排放报告在能源活动领域，钢铁生产过程报告钢铁生产企业石灰石、白云石和菱镁石等熔剂消耗产生的二氧化碳排放。铁合金生产过程排放主要源于还原剂及原料的燃烧及转化，电弧炉石墨电极消耗产生的二氧化碳排放，以及含碳原料以甲烷的形式挥发释放。铝冶炼生产过程排放来源于氧化铝转化为原铝过程中阳极消耗的二氧化碳排放以及原铝熔炼过程中阳极效应产生的四氟甲烷和六氟乙烷排放。镁冶炼生产过程排放来源于碳酸盐矿石煅烧产生的二氧化碳排放，中国镁冶炼目前不涉及六氟化硫的排放。铅冶炼生产过程排放来源于以焦炭、煤等作为还原剂产生的排放以及再生铅生产的排放。锌冶炼生产过程排放来源于以焦炭、煤等作为还原剂产生的排放以及锌生产行业再生锌生产的排放。由于铁合金、铅和锌排放涉及能源作为原材料使用，所以该部分排放需要从能源活动中扣除。

（二）方法学

钢铁生产过程温室气体排放采用层级 2 方法计算。生铁产量来自《中国钢铁工业年鉴》。石灰石、白云石和菱镁石作为熔剂消耗的排放因子来自专项调研。

铁合金生产过程温室气体排放采用层级 1 方法计算，铁合金产量来源于《中国工业统计年鉴》，排放因子采用《2006 年 IPCC 清单指南》缺省值。

铝冶炼生产过程温室气体排放采用层级 2 方法计算，铝产量和排放因子来

源于有色金属工业协会。

镁冶炼生产过程温室气体排放采用层级 1 方法计算。原镁产量来源于《中国工业统计年鉴》，排放因子沿用 2018 年清单。

铅、锌冶炼生产过程温室气体排放采用层级 1 的排放因子法。矿产铅、再生铅、火法锌和再生锌产量源于有色金属工业协会的统计数据，排放因子采用《2006 年 IPCC 清单指南》缺省值，具体活动水平数据详见表 1-24。

表 1-24 金属制品生产过程的的活动水平数据（万吨）

金属制品生产过程的产量	2005 年	2020 年	2021 年
生铁	34375.2	88897.6	86856.8
铁合金	930.2	2139.9	2174.9
铝	779.0	3708.0	3850.0
镁	45.1	85.8	76.2
铅	239.1	551.3	580.6
锌	61.8	140.2	152.9

注：此处铁合金活动水平数据口径为硅铁合金、锰铁合金、铬铁合金、硅锰合金以及金属硅

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年金属制品生产过程温室气体排放的不确定度分别是 -9.2%~9.2%、-8.3%~8.3% 和 8.2%~8.2%（表 1-25）。

表 1-25 金属制品生产不确定度评估（%）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
2.C.1 钢铁生产过程	-20.6~20.6	-20.6~20.6	-20.6~20.6
2.C.2 铁合金生产过程	-13.3~13.3	-13.3~13.3	-13.3~13.3
2.C.3 铝冶炼生产过程	-8.5~8.5	-8.5~8.5	-8.5~8.5
2.C.4 镁冶炼生产过程	-2.4~2.4	-2.4~2.4	-2.4~2.4
2.C.5 铅冶炼生产过程	-22.4~22.4	-22.4~22.4	-22.4~22.4
2.C.6 锌冶炼生产过程	-22.4~22.4	-22.4~22.4	-22.4~22.4
2.C 综合不确定度	-9.2~9.2	-8.3~8.3	-8.2~8.2

五、非能源产品使用

2021 年，中国非能源产品使用温室气体排放为 274.8 万吨二氧化碳，比 2020 年增长了 10.9%。其中 2021 年润滑油使用排放为 160.3 万吨二氧化碳，比 2020 年下降了 1.4%。2021 年石蜡使用排放为 114.5 万吨二氧化碳，比 2020 年增加了 34.6%，主要由润滑油和石蜡使用量的变化引起的（见表 1-26）。

表 1-26 非能源产品使用排放量（万吨二氧化碳）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
2.D 非能源产品使用	197.2	247.7	274.8
2.D.1 润滑油使用	136.8	162.6	160.3
2.D.2 石蜡使用	60.4	85.1	114.5

注：此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（一）排放源描述

非能源产品使用温室气体排放包括润滑油和石蜡使用产生的二氧化碳排放。

（二）方法学

润滑油和石蜡使用的二氧化碳排放采用层级 1 方法计算。润滑油和石蜡使用量来源于《中国能源统计年鉴》，排放因子采用《2006 年 IPCC 清单指南》缺省值。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算非能源产品使用的温室气体排放的不确定度均为-51.2%~51.2%。

六、电子工业生产

2021 年，中国电子工业生产温室气体排放为 127.3 万吨二氧化碳当量，比 2020 年上升了 95.9%（表 1-27）。中国电子工业生产全氟化碳的排放涵盖半导体制造和液晶面板，由于前期数据统计口径未对上述类别进行区分，因此均报告在半导体制造。

表 1-27 电子工业生产排放量（万吨二氧化碳当量）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
2.E 电子工业生产	15.7	65.0	127.3
2.E.1 半导体制造	15.7	65.0	127.3
2.E.2 液晶面板	IE	IE	IE

注：IE（列于他处）表示此排放源或吸收汇在其他子领域计算和报告

（一）排放源描述

电子工业生产温室气体排放来源于半导体和液晶面板行业生产过程蚀刻和清洗等工艺环节使用全氟化碳原料气产生的排放以及在生产过程中生成副产物四氟甲烷的排放。

（二）方法学

电子工业生产温室气体排放采用层级 2 方法计算，其中全氟化碳使用量来源于企业调查和专家判断，详见表 1-28，使用过程排放因子源于专家判断，其他参数来源于《2006 年 IPCC 清单指南》缺省值。

表 1-28 电子工业生产过程的主要活动水平数据（吨）

活动水平	2005 年	2020 年	2021 年
CF ₄ 使用量	51.7	189.1	405.3
C ₂ F ₆ 使用量	17.8	248.0	245.6

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算电子工业生产温室气体排放的不确定度均为-14.0%~14.0%。

七、消耗臭氧层物质替代物使用

2021 年，中国消耗臭氧层物质替代物使用温室气体排放为 3.09 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增加了 19.5%。其中，2021 年制冷剂、发泡剂、灭火剂和气雾剂排放分别是 2.90 亿吨二氧化碳当量、138.7 万吨二氧化碳当量、1097.5 万吨二氧化碳当量和 585.6 万吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 18.5%、66.8%、15.5%和 94.3%，这主要由于氢氟碳化物使用量增加导致，详见表 1-29。

表 1-29 消耗臭氧层物质替代物使用的氢氟碳化物排放量（万吨二氧化碳当量）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
2.F 消耗臭氧层物质替代物使用	445.6	25834.8	30859.8
2.F.1 制冷剂	427.5	24499.9	29038.0
2.F.2 发泡剂	2.9	83.2	138.7
2.F.3 灭火剂	9.9	950.4	1097.5
2.F.4 气雾剂	5.3	301.3	585.6

注：此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（一）排放源描述

消耗臭氧层物质替代物使用的温室气体排放主要来源于制冷剂、发泡剂、灭火剂以及气雾剂等使用的氢氟碳化物排放。其中，制冷剂分别用于房间空调、汽车空调及工商制冷空调等，所涉及氢氟碳化物种类包括 R-410A、R-407C、R-404A、1,1,1,2-四氟乙烷（HFC-134a）和二氟甲烷（HFC-32）等。发泡剂包括聚氨酯泡沫和挤塑聚苯乙烯泡沫，所涉及氢氟碳化物种类包括 1,1,1,2-四氟乙烷（HFC-134a）、1,1-二氟乙烷（HFC-152a）、1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷（HFC-227ea）、1,1,1,3,3-五氟丙烷（HFC-245fa）和 1,1,1,3,3-五氟丁烷（HFC-365mfc）等。灭火剂应用于固定式灭火系统和便携式灭火器，所涉及的氢氟碳化物种类包括 1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷（HFC-227ea）和 1,1,1,3,3,3-六氟丙烷（HFC-236fa）等。气雾剂包括医用气雾剂和非医用气雾剂，涉及氢氟碳化物种类包括 1,1,1,2-四氟乙烷（HFC-134a）、1,1-二氟乙烷（HFC-152a）和 1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷（HFC-227ea）等。由于电子和清洗行业氢氟碳化物用量较小，其使用排放未纳入计算范围。

(二) 方法学

制冷空调使用氢氟碳化物排放量采用层级 2 计算。活动水平数据涵盖了产品/设备加工、服役（包括运行和维修）、废物处置等整个产品生命周期过程的氢氟碳化物排放量。发泡剂、消防及气雾剂使用的排放采用层级 1 计算。活动水平数据来自国家保护臭氧层领导小组办公室和国家含氟统计数据，排放因子采用《2006 年 IPCC 清单指南》缺省值。具体活动水平数据详见表 1-30。

表 1-30 2005 年、2020—2021 年氢氟碳化物使用主要活动水平数据变量数据表（万吨）

年份	氢氟碳化物类别	制冷剂	发泡剂	灭火剂	气雾剂
2005 年	HFC-23	NO			
	HFC-32	0.06			
	HFC-41	NO			
	HFC-125	0.06			
	HFC-134a	0.60	0.00		0.01
	HFC-143a	0.00			
	HFC-152a	NO	0.04		NO
	HFC-227ea		NO	0.07	NO
	HFC-236fa				NO
	HFC-236ea			NO	
	HFC-245fa	NO	0.06		
	HFC-365mfc		NO		
2020 年	HFC-23	0.00			
	HFC-32	11.51			
	HFC-41	0.00			
	HFC-125	3.79			
	HFC-134a	3.64	0.20		0.30
	HFC-143a	0.24			
	HFC-152a	NO	0.50		0.30
	HFC-227ea		0.00	2.92	0.03
	HFC-236fa				NO
	HFC-236ea			0.00	
	HFC-245fa	0.01	0.84		
	HFC-365mfc		0.02		
2021 年	HFC-23	0.00			
	HFC-32	12.67			
	HFC-41	0.00			
	HFC-125	4.47			
	HFC-134a	4.18	0.10		0.40
	HFC-143a	0.78			

年份	氢氟碳化物类别	制冷剂	发泡剂	灭火剂	气雾剂
	HFC-152a	NO	0.20		NO
	HFC-227ea		0.00	2.55	0.04
	HFC-236fa				NO
	HFC-236ea			NO	
	HFC-245fa	0.03	0.87		
	HFC-365mfc		0.04		

注：1) 0.00 表示数值低于 0.005 万吨；

2) 由于四舍五入的原因，表中各分项之和与总计可能有微小的出入此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

3) 阴影部分不需填写；

4) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算消耗臭氧层物质替代物使用的温室气体排放不确定度均为-20.0%~20.0%。

八、其他产品制造和使用

其他产品制造和使用包括电力设备六氟化硫使用的排放。2021 年，中国其他产品制造和使用排放量为 1.01 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 12.0%，这主要是由于电力需求增长及电网升级改造，六氟化硫的需求量提升。

（一）排放源描述

电力设备六氟化硫使用的温室气体排放源主要包括电力行业电气设备的制造安装、使用运行和报废处置等产生的排放。其中，电力设备使用统计目前仅涵盖了发电企业和电力输送两个部分，涉及终端电力使用只统计了铁路部门使用的电力设备。

（二）方法学

电力设备六氟化硫使用的温室气体排放采用层级 2 排放因子法计算。新增电力设备六氟化硫的消费量和充气量、电网公司退役电力设备六氟化硫的新增使用量来自应对气候变化统计报表制度，回收量等数据来源于电网企业调研，排放因子沿用 2018 年清单。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算电力设备六氟化硫使用排放的不确定度均为-22.4%~22.4%。

第五章 农业活动

一、概述

(一) 报告范围

农业活动清单报告范围包括动物肠道发酵甲烷排放，动物粪便管理甲烷和氧化亚氮排放，水稻种植甲烷排放，农用地氧化亚氮排放，以及秸秆田间焚烧的甲烷和氧化亚氮排放。动物肠道发酵包括肉牛、奶牛、山羊和绵羊等 12 种家畜甲烷排放。动物粪便管理包括奶牛、肉牛、山羊、绵羊、猪和家禽等 14 种畜禽甲烷排放以及其氧化亚氮直接和间接排放。水稻种植包括单季稻、双季早/晚稻的水稻生长季甲烷排放和冬水田非水稻生长季的甲烷排放。农用地氧化亚氮排放来源于化肥氮、粪肥氮和秸秆还田氮在旱作地、不同轮作的稻田、蔬菜地、果园、茶园和放牧地等 11 种不同类型农用地的氧化亚氮直接排放，以及由于农用地氮输入导致的挥发氮沉降和氮淋溶径流引起的氧化亚氮间接排放，还包括农田土壤矿化引起的氧化亚氮直接和间接排放。由于本清单既未扣除工业生产过程和产品使用中尿素生产的固碳量，因此也未报告农用地施用尿素导致的二氧化碳排放。同时，考虑到数据的可获得性，本轮清单未报告石灰、白云石等施用引起的农田土壤二氧化碳排放。另外，由于中国不存在有机土耕作，因此未报告其排放。

(二) 编制方法

动物肠道发酵甲烷排放中，对于肉牛、奶牛、水牛、绵羊、山羊等主要排放源，采用《2006 年 IPCC 清单指南》层级 2 方法计算，其他排放源采用层级 1 方法计算。动物粪便管理甲烷和氧化亚氮排放中，对于猪、肉牛、奶牛、家禽、水牛和山羊等主要排放源，采用《2006 年 IPCC 清单指南》层级 2 方法计算，其他排放源采用层级 1 方法计算。动物粪便管理氧化亚氮排放包括直接排放和挥发氮沉降与氮淋溶径流等导致的氧化亚氮间接排放。水稻种植甲烷排放中水稻生长季（单季稻、双季早/晚稻）采用《2006 年 IPCC 清单指南》的层级 3 中国稻田甲烷模型（CH4MOD）计算^[3]，它是基于水稻种植甲烷产生、传输和排放机理计算不同类型稻田水稻生长季甲烷排放因子，再结合不同类型稻田面积统计数据，计算各地市级甲烷排放并加和；冬水田非水稻生长季甲烷排放继续采用经验公式^[4]计算，相当于《2006 年 IPCC 清单指南》层级 2 方法。农

[3] Huang, Y, Zhang, W., Zheng, X.H., Li, J. and Yu, Y.Q. (2004). Modeling methane emission from rice paddies with various agricultural practices. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres* 109 (D8): Art. No. D08113 APR 29 2004.

[4] 马秀梅, 朱波, 杜泽林, 郑循华, 冬水田休闲期温室气体排放通量的研究, *农业环境科学学报*, 2005, 24: 1199-1202;

地氧化亚氮排放采用区域氮循环模型（IAP-N 模型）^[5]，基于中国农作物耕作制度，分区域对不同类型的农用地氧化亚氮直接和间接排放的氮输入量进行计算，结合排放因子，累加得到氧化亚氮排放。农田土壤矿化引起氧化亚氮直接和间接排放，动物放牧过程引起的氧化亚氮直接和间接排放，以及秸秆田间焚烧的甲烷和氧化亚氮排放均采用《2006 年 IPCC 清单指南》层级 1 方法计算，详见表 1-3。

（三）总体排放情况

2021 年中国农业活动温室气体排放量为 9.31 亿吨二氧化碳当量。其中，甲烷排放量为 2427.9 万吨，氧化亚氮排放量为 94.9 万吨，排放占比分别是 73.0% 和 27.0%，比 2020 年甲烷和氧化亚氮排放分别增长了 2.4% 和 0.3%，详见表 1-4。

（四）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年中国农业活动温室气体排放的不确定度分别为-13.7%~20.4%、-13.6%~20.2%和-13.8%~20.2%（见表 1-31）。

表 1-31 农业活动排放不确定度评估（%）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
3.A 动物肠道发酵	-21.0~21.0	-21.4~21.4	-21.8~21.8
3.B 动物粪便管理	-55.2~55.2	-44.2~44.2	-44.9~44.9
3.C 水稻种植	-25.8~32.9	-29.7~37.8	-29.7~37.9
3.D 农用地	-13.8~66.7	-14.1~66.6	-14.2~66.5
3.F 秸秆田间焚烧	-47.6~47.6	-48.2~48.2	-48.2~48.2
综合不确定度	-13.7~20.4	-13.6~20.2	-13.8~20.2

二、动物肠道发酵

2021 年，中国动物肠道发酵温室气体排放是 3.22 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长 2.4%。其中，2021 年牛、绵羊和猪的排放分别是 2.05 亿吨二氧化碳当量、0.60 亿吨二氧化碳当量和 0.19 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 1.7%、6.4% 和 10.5%，这主要由于牛和猪等主要家畜养殖量较 2020 年分别增长了 2.7% 和 10.5%。2021 年其他家畜排放为 0.38 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年减少 2.9%，详见表 1-32 和表 1-33。

[5] Zheng, X., C. Liu C, S. Han. Description and application of a model for simulating regional nitrogen cycling and calculating nitrogen flux Advances in Atmospheric Sciences 2008a, 25(2): 181-201.

表 1-32 动物肠道发酵甲烷排放（万吨二氧化碳当量）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
3.A 动物肠道发酵	31370.5	31478.4	32249.3
3.A.1 牛	21929.4	20140.1	20483.0
3.A.2 绵羊	3644.2	5668.3	6033.7
3.A.3 猪	1212.9	1707.4	1886.7
3.A.4 其他家畜	4584.0	3962.6	3845.8

注：此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（一）排放源描述

动物肠道发酵甲烷排放主要来源于动物正常代谢过程中，寄生在动物消化道内微生物发酵饲料产生的甲烷排放，动物类别包括奶牛、肉牛、水牛、牦牛、其他牛、绵羊、山羊、猪、骆驼、马、驴和骡等。

（二）方法学

在动物肠道发酵甲烷排放中，肉牛、奶牛、水牛、绵羊、山羊等主要排放源采用层级 2 方法，其他排放源采用层级 1 方法计算排放量。牛、羊、猪等动物的存栏量来源于《中国统计年鉴》《中国畜牧兽医年鉴》以及中国畜牧业行业统计数据（见表 1-33）。关键排放源的动物排放因子主要源于调研数据计算获得，根据动物生长特性、饲料种类、家畜采食量、饲料质量以及消化率等参数确定，同时根据中国畜禽养殖特点，分为规模化、农户和放牧饲养三种饲养方式，并分区计算获得了不同饲养方式、不同饲养阶段的主要家畜肠道发酵甲烷排放因子。

表 1-33 动物肠道发酵主要活动水平数据

活动水平	2005 年	2020 年	2021 年
牛（万头）	10990.8	9562.1	9817.2
绵羊（万只）	15133.7	17309.5	18637.7
猪（万只）	43319.1	40650.4	44992.4
其他家畜（万头）	16563.0	14048.2	14001.2

注：按照中国统计数据口径，牛包括肉牛、奶牛、牦牛、水牛、其他牛等

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年中国动物肠道发酵甲烷排放不确定度分别为-21.0%~21.0%、-21.4%~21.4%和-21.8%~21.8%。

三、动物粪便管理

2021 年，中国动物粪便管理温室气体排放是 1.65 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 6.3%。其中，2021 年牛、绵羊和猪的排放量分别是 0.34 亿吨二

氧化碳当量、457.2万吨二氧化碳当量和0.92亿吨二氧化碳当量，比2020年增长了2.8%、9.4%和11.1%，这主要由于牛和猪等主要家畜养殖量的增加。2021年其他畜禽排放量为0.34亿吨二氧化碳当量，比2020年减少了2.3%，详见表1-34。

表 1-34 动物粪便管理排放（万吨二氧化碳当量）

排放源类别		2005年	2020年	2021年
3.B 动物粪便管理		13927.8	15538.7	16511.5
3.B.1 牛	CH ₄	1104.7	1672.4	1754.8
	N ₂ O	2357.7	1665.7	1677.9
3.B.2 绵羊	CH ₄	105.9	232.1	250.6
	N ₂ O	265.4	185.9	206.6
3.B.3 猪	CH ₄	5227.7	7070.8	7878.6
	N ₂ O	2353.3	1193.6	1307.0
3.B.4 其他畜禽	CH ₄	292.5	677.3	625.2
	N ₂ O	2220.4	2840.8	2810.7

注：1) 按照中国统计数据口径，牛包括肉牛、奶牛、牦牛、水牛、其他牛等；

2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（一）排放源描述

动物粪便管理温室气体排放包括畜禽粪便施入到土壤之前动物粪便贮存和处理所产生的甲烷和氧化亚氮直接排放，以及氨气和氮氧化物挥发造成的与淋溶和径流过程的氮流失造成的氧化亚氮间接排放。动物类别包括奶牛、肉牛、水牛、牦牛、其他牛、绵羊、猪、骆驼、山羊、马、驴、骡、家禽和兔等。

（二）方法学

在动物粪便管理甲烷和氧化亚氮排放中，猪、肉牛、奶牛、家禽、水牛和山羊等主要排放源采用层级2方法计算，其他排放源采用层级1方法计算。各种动物的活动水平数据来源于《中国统计年鉴》《中国畜牧兽医年鉴》，排放因子主要源于动物生长特性参数的定期调查数据，根据动物每日易挥发固体排泄量、粪便甲烷产生潜力、甲烷转化系数、动物粪便氮排泄量、粪便管理方式等参数确定，同时根据中国畜禽养殖特点，分为规模化，农户和放牧饲养三种饲养方式，并分区计算获得了不同饲养方式主要畜禽粪便管理甲烷排放因子和氧化亚氮直接排放因子。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算2005年、2020年和2021年中国动物粪便管理温室气体排放不确定度分别为-55.2%~55.2%、-44.2%~44.2%和-44.9%~44.9%。

四、水稻种植

2021年，水稻种植甲烷排放为2.48亿吨二氧化碳当量，与2020年排放基本持平，详见表1-4。

（一）排放源描述

水稻种植甲烷排放包括水稻生长季（单季稻、双季早稻、双季晚稻）甲烷排放和冬水田非水稻生长季甲烷排放，水分管理方式分连续淹水和多次排干模式。

（二）方法学

水稻种植甲烷排放中，水稻生长季（单季稻、双季早/晚稻）甲烷排放采用中国稻田甲烷模型（CH₄MOD），基于水稻种植甲烷产生、传输、氧化和排放机理计算不同类型稻田甲烷排放因子，结合不同类型稻田面积计算各地市级甲烷排放再加和得到全国排放量；冬水田非水稻生长季甲烷排放采用经验公式计算。中稻和一季晚稻、早稻、双季晚稻面积数据来自《中国农业统计年鉴》《中国农村统计年鉴》等，冬水田面积来自调研数据，详见表1-35。

表 1-35 水稻种植甲烷排放主要活动水平数据（万公顷）

活动水平	2005年	2020年	2021年
中稻和一季晚稻播种面积	1627.2	2014.7	2009.7
早稻播种面积	602.8	475.1	473.4
双季晚稻播种面积	654.7	517.7	509.0
冬水田非水稻生长季	217.3	157.6	152.3

（三）不确定度评估

根据误差传递和蒙特卡洛方法，计算2005年、2020年和2021年水稻种植甲烷排放不确定度分别为-25.8%~32.9%、-29.7%~37.8%和-29.7%~37.9%。

五、农用地

2021年，中国农用地氧化亚氮排放为1.90亿吨二氧化碳当量，与2020年基本持平，详见表1-4。

（一）排放源描述

农用地氧化亚氮排放包括直接排放和间接排放。农用地氧化亚氮直接排放是由当季氮输入（化肥氮量、粪肥氮量、放牧动物排泄氮量、还田秸秆氮量以及土壤矿化等）引起的排放，农用地氧化亚氮间接排放包括大气氮沉降引起的和氮淋溶径流损失引起的氧化亚氮排放。

（二）方法学

农用地氧化亚氮直接排放计算采用层级 2 方法，间接排放采用层级 1 和层级 2 方法结合。化肥氮量、粪肥氮量、放牧动物排泄氮量、还田秸秆氮量等活动水平数据采用统计数据及其参数计算获得，统计数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国畜牧兽医统计年鉴》《中国环境统计年鉴》、各省统计年鉴以及中国农科院农业信息研究所专题研究数据，秸秆还田率、农作物参数、施肥的氮挥发系数及氮淋溶径流损失系数等参数来源于专题调研和文献等。农用地氧化亚氮直接排放因子等相关参数来自田间观测数据和国家重点研究项目形成的数据集。农用地氧化亚氮间接排放因子部分采用了《2006 年 IPCC 清单指南》推荐值。农田土壤矿化引起的氧化亚氮直接排放和间接排放，动物放牧过程引起的氧化亚氮直接排放和间接排放，以及秸秆田间焚烧的甲烷和氧化亚氮排放计算均采用《2006 年 IPCC 清单指南》层级 1 方法，具体活动水平数据详见表 1-36。

表 1-36 农用地主要活动水平数据（万吨氮）

活动水平	2005 年	2020 年	2021 年
化肥氮量	2685.4	2611.2	2548.2
粪肥氮量	924.9	765.9	804.6
还田秸秆氮量	370.3	666.6	665.5
放牧总排泄氮量	140.0	146.5	155.2
农田土壤矿化	65.8	44.4	41.7
氨气和氮氧化物挥发的氮流失量	449.2	446.3	442.7
淋溶和径流过程的氮流失量	622.3	636.3	634.1

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年农用地氧化亚氮排放不确定度分别为-13.8%~66.7%、-14.1%~66.6%和-14.2%~66.5%。

六、秸秆田间焚烧

2021 年，中国秸秆田间焚烧温室气体排放为 547.7 万吨二氧化碳当量，比 2020 年下降了 13.6%，详见表 1-4。

（一）排放源描述

秸秆田间焚烧温室气体排放包括农业残余物在农田或周边就地燃烧导致的甲烷和氧化亚氮排放。

（二）方法学

秸秆田间焚烧温室气体排放采用层级 1 方法计算。秸秆田间焚烧干重是根据农作物产量、秸秆田间焚烧率及相关参数计算得到。秸秆田间焚烧面积是根据中国农作物秸秆焚烧干重和单位面积秸秆产生的干重等数据确定，秸秆田间焚烧率根据卫星监测数据、第一次全国污染源普查数据以及农业农村部秸秆综合利用数据确定，甲烷和氧化亚氮排放因子采用《2006 年 IPCC 清单指南》缺省值。（见表 1-37）。

表 1-37 秸秆田间焚烧活动水平（万吨）

活动水平	2005 年	2020 年	2021 年
秸秆田间焚烧量（干重）	8532.3	7484.5	6463.3

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年秸秆田间焚烧温室气体排放不确定度分别为-47.6%~47.6%、-48.2%~48.2%和-48.2%~48.2%。

第六章 土地利用、土地利用变化和林业

一、概述

（一）报告范围

中国土地利用、土地利用变化和林业温室气体清单报告范围涵盖了林地、农地、草地、湿地、建设用地和其他土地等 6 类土地利用类型，评估了二氧化碳、甲烷和氧化亚氮等 3 类温室气体的排放量和吸收量。根据《2006 年 IPCC 清单指南》，采取 20 年缺省时间间隔期，将上述每种类型的土地按其土地利用变化特征进一步划分为 2000—2020 年、2001—2021 年一直保持为同一类型的土地和从一种类型的土地转化为另一类型的土地。

在此基础上，根据实际情况评估了上述每一种土地利用类型的地上生物量、地下生物量、枯落物、死木、土壤有机质和木质林产品等 6 类碳库的碳储量变化情况，以及其他生物质碳储量变化和火烧引起的温室气体排放和吸收情况。其中，在计算土壤有机碳储量时，土壤深度采取 30cm 缺省值。此外，还报告了湿地产生的甲烷排放。森林之外的其他林木的生物质碳储量变化单独以其他生物质的形式进行报告。

（二）编制方法

中国土地利用、土地利用变化和林业温室气体清单主要采用《2006 年 IPCC 清单指南》，同时参考《2013 年 IPCC 湿地增补》进行编制。

其中，森林和草地火烧非二氧化碳排放采用层级 1 方法进行计算；农地土壤有机碳储量变化采用层级 3 方法，使用 Agro-C 模型进行了计算；其余土地利用类型的生态系统碳库碳储量变化均采用层级 2 的储量变化法进行计算；湿地甲烷排放采用层级 2 方法进行计算；木质林产品碳储量变化采用层级 2 的生产法进行计算；对于甲烷和氧化亚氮排放，均采用排放因子法进行计算，详见表 1-3。

（三）总体排放与吸收情况

中国土地利用、土地利用变化和林业领域总体呈现吸收汇的形式，2020 年、2021 年中国土地利用、土地利用变化和林业的温室气体净吸收量分别为 13.03 亿吨二氧化碳当量、13.15 亿吨二氧化碳当量。其中，2020 年吸收 13.43 亿吨二氧化碳，排放 139.8 万吨甲烷，31 吨氧化亚氮；2021 年吸收 13.46 亿吨二氧化碳，排放 111.0 万吨甲烷，19 吨氧化亚氮。

（四）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年中国土地利用、土地利用变化和林业温室气体排放/吸收量的不确定度分别为-14.7%~14.7%、-12.5%~12.5%和-12.6%~12.6%，详见表 1-38。

表 1-38 土地利用、土地利用变化和林业清单不确定度评估（%）

排放源/吸收汇类别	2005 年	2020 年	2021 年
4.A 林地	-20.0~20.0	-18.9~18.9	-19.2~19.2
4.B 农地	-17.4~17.4	-15.3~15.3	-16.0~16.0
4.C 草地	-5.4~5.4	-5.1~5.1	-4.4~4.4
4.D 湿地	-14.9~14.9	-12.1~12.1	-12.7~12.7
4.E 建设用地	-37.9~37.9	-38.7~38.7	-38.8~38.8
4.F 其他土地	-35.4~35.4	-31.2~31.2	-28.1~28.1
4.G 木质林产品	-26.0~26.0	-26.0~26.0	-26.0~26.0
4.H 其他生物质	-15.0~15.0	-15.8~15.8	-17.0~17.0
综合不确定度	-14.7~14.7	-12.5~12.5	-12.6~12.6

二、林地

2021 年，中国林地温室气体吸收总量为 87681.5 万吨二氧化碳当量，表现为温室气体的净吸收汇。2021 年，一直为林地的土地温室气体吸收总量为 55262.6 万吨二氧化碳当量，是林地中最大的吸收汇（表 1-39）。

表 1-39 林地温室气体排放/吸收量（万吨二氧化碳当量）

年份	排放源/吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	合计
2005 年	4.A 林地	-55120.5	6.6	3.4	-55110.4
	4.A.1 一直为林地的土地	-32273.1			-32273.1
	4.A.2 转化为林地的土地	-22847.4			-22847.4
	4(IV).A 森林火烧	IE	6.6	3.4	10.0
2020 年	4.A 林地	-89559.2	1.1	0.6	-89557.5
	4.A.1 一直为林地的土地	-56642.1			-56642.1
	4.A.2 转化为林地的土地	-32917.0			-32917.0
	4(IV).A 森林火烧	IE	1.1	0.6	1.7
2021 年	4.A 林地	-87682.7	0.8	0.4	-87681.5
	4.A.1 一直为林地的土地	-55262.6			-55262.6
	4.A.2 转化为林地的土地	-32420.1			-32420.1
	4(IV).A 森林火烧	IE	0.8	0.4	1.1

注：1）此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

2）IE（列于他处）表示此排放源或吸收汇在其他子领域计算和报告；

3）阴影部分不需填写

（一）排放源与吸收汇描述

林地温室气体排放源/吸收汇包括一直为林地的土地二氧化碳吸收/排放量、转化为林地的土地二氧化碳吸收/排放量，以及森林火烧引起的甲烷和氧化亚氮的排放。

根据《2006 年 IPCC 清单指南》，结合中国第三次全国国土调查技术规程（TD/T 1055—2019），按照优良做法将中国林地类型进一步细分为乔木林地、竹林地、灌木林地、其他林地，以及种植多年生木本果园、茶园、橡胶园等园地。林地的土地利用类型按上述林地亚类型，进一步细分为一直为亚类型不变的林地和转化为某一亚类型的林地。

（二）方法学

一直为林地的土地采用《2006 年 IPCC 清单指南》提供的层级 2 方法，使用本国排放/吸收参数，计算生物量、死有机质和土壤有机质碳库的碳储量变化量。

转化为林地的土地采用《2006 年 IPCC 清单指南》提供的层级 2 方法，使用本国排放/吸收参数，根据转化前的土地类型以及转化后的林地亚类型，计算生物量、死有机质和土壤有机质碳库的碳储量变化量。

森林火烧采用《2006 年 IPCC 清单指南》层级 1 的方法，基于清单年份中国森林火烧面积和燃料质量，采用缺省值计算森林火灾引起的甲烷和氧化亚氮排放。其中，燃料质量包括地上生物量、枯落物和死木。

林地温室气体排放/吸收计算所需活动水平数据主要包括各类林地面积和各类林木蓄积量，主要来源于历次全国森林资源连续清查、2021年林草生态综合监测结果，以及全国第一次国土空间调查、第二次国土空间调查和第三次国土空间调查。其中，2021年乔木林、竹林面积和林木蓄积，主要参考2021年林草生态综合监测结果。2020年乔木林、竹林面积和林木蓄积，利用第9次（2014-2018年）森林资源清查各个省（区、市）实际调查年份的数据，与2021年林草生态综合监测的数据进行内插得到。其余所有类型的土地面积，主要参考全国第一次国土空间调查、第二次国土空间调查和第三次国土空间调查数据，同样通过内插法获得。其他土地的面积，等于国土总面积减去林地、农地、草地、湿地、建设用地的面积，详见表1-40。

表 1-40 中国土地利用面积（百公顷）

土地利用面积类型	2005年	2020年	2021年
林地	2433407	3035287	3064650
农地	1220827	1271189	1275164
草地	3005031	2631230	2644511
湿地	542382	540261	541273
建设用地	324386	437785	431902

注：土地利用原始数据来自于自然资源部，根据IPCC土地利用分类进行了重新划分

林地温室气体排放/吸收计算所需排放/吸收参数主要来源于国家/行业标准、已发表的文献资料、实测数据，以及相关实测数据的统计分析结果，部分排放/吸收参数采用了IPCC提供的缺省值。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算2005年、2020年和2021年中国林地温室气体排放/吸收量不确定度分别为-20.0%~20.0%、-18.9%~18.9%和-19.2%~19.2%，详见表1-41。

表 1-41 林地温室气体排放/吸收结果的不确定度评估（%）

排放源/吸收汇类别	2005年	2020年	2021年
4.A.1 一直为林地的土地	-28.6~28.6	-26.0~26.0	-26.4~26.4
4.A.2 转化为林地的土地	-26.5~26.5	-25.5~25.5	-26.1~26.1
4(IV).A 森林火烧	-38.8~38.8	-38.8~38.8	-38.8~38.8
4.A 综合不确定度	-20.0~20.0	-18.9~18.9	-19.2~19.2

三、农地

2021年，中国农地温室气体吸收总量为10616.2万吨二氧化碳当量，表现为温室气体的净吸收汇，其中，一直为农地的土地温室气体吸收量呈现增加趋

势，总体上表现为碳汇。转化为农地的土地温室气体吸收量变化为负值，即中国转化为农地的土地总体上表现为排放源（表 1-42）。

表 1-42 农地温室气体排放/吸收量（万吨二氧化碳）

年份	排放源/吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	合计
2005 年	4.B 农地	-4107.7			-4107.7
	4.B.1 一直为农地的土地	-4798.1			-4798.1
	4.B.2 转化为农地的土地	690.3			690.3
2020 年	4.B 农地	-9801.8			-9801.8
	4.B.1 一直为农地的土地	-10655.7			-10655.7
	4.B.2 转化为农地的土地	853.8			853.8
2021 年	4.B 农地	-10616.2			-10616.2
	4.B.1 一直为农地的土地	-11125.3			-11125.3
	4.B.2 转化为农地的土地	509.0			509.0

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

2) 阴影部分不需填写

（一）排放源与吸收汇描述

中国农地温室气体排放源/吸收汇包括一直为农地的土地和转化为农地的土地。根据《2006 年 IPCC 清单指南》，结合中国第三次全国国土调查技术规程对农地类型的划分，将农地分为水田、水浇地和旱地。

农地温室气体的排放或吸收主要取决于土壤有机质碳库碳储量变化。根据《2006 年 IPCC 清单指南》，农地土壤可分为矿质土壤和有机土壤。考虑到中国农地中有机土壤占比小，基于关键类别确定的原则，在中国农地土壤有机碳储量清单的计算中忽略有机土壤，将所有农地土壤假定为矿质土壤处理。

（二）方法学

中国农地温室气体排放/吸收量计算采用层级 3 的 Agro-C 模型方法，通过模拟秸秆、根系和有机肥等进入土壤引起的土壤有机碳储量增加，以及通过分解作用引起的土壤碳排放过程，计算中国主要种植制度和农地管理方式对农地土壤碳的影响。

农地温室气体排放/吸收计算所需活动水平数据包括土地利用、作物物候、有机碳投入和耕作管理数据等。土地利用数据包括种植制度区划、耕地空间分布和作物播种面积等；作物物候数据包括播种、抽穗和收获日；有机碳数据包括作物单产数据、秸秆还田比例、农家肥施用量；耕作管理数据包括机械化免耕播种数据。其中，种植制度区划数据来源于《中国农业气候资源与种植制度区划》，耕地空间分布数据来自中国科学院，作物物候数据来自中国农业物候图集，作物单产数据库来自中国农业科学信息所，秸秆还田比例数据来自农业农村部发布的《中国农村能源年鉴》，农家肥施用量数据来自农业清单的输出

结果，机械化免耕播种数据来自农业机械工业协会发布的《中国农业机械工业年鉴》。

农地温室气体排放/吸收计算所需环境数据包含国家级气候数据和土壤数据。气候数据包括气温和降水，主要来自中国气象局。土壤数据主要包括有机碳、容重、粘粒、总氮、酸碱性等土壤属性参数，以及土壤类型分布数据。其中，土壤属性参数数据集来自中国科学院土壤研究所，土壤剖面数据来源于第二次全国土壤普查。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年中国农地温室气体排放/吸收量不确定度分别为-17.4%~17.4%、-15.3%~15.3%和-16.0%~16.0%，详见表 1-43。

表 1-43 农地温室气体排放/吸收结果的不确定度评估（%）

排放源/吸收汇类别	2005 年	2020 年	2021 年
4.B.1 一直为农地的土地	-19.9~19.9	-16.5~16.5	-16.7~16.7
4.B.2 转化为农地的土地	-4.3~4.3	-15.5~15.5	-15.2~15.2
4.B 综合不确定度	-17.4~17.4	-15.3~15.3	-16.0~16.0

四、草地

2021 年，中国草地温室气体吸收总量为 6408.0 万吨二氧化碳当量，整体表现为温室气体的净吸收汇。其中，一直为草地的土地的二氧化碳吸收量为 6444.1 万吨二氧化碳当量，是主要的吸收汇，转化为草地的土地和草地火烧整体表现为排放源的形式（表 1-44）。

表 1-44 草地温室气体排放/吸收量（万吨二氧化碳当量）

年份	排放源/吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	合计
2005 年	4.C 草地	-4776.9	1.6	1.4	-4773.9
	4.C.1 一直为草地的土地	-4780.0			-4780.0
	4.C.2 转化为草地的土地	3.1			3.1
	4(IV).C 草地火烧	IE	1.6	1.4	3.0
2020 年	4.C 草地	-7270.7	0.3	0.3	-7270.1
	4.C.1 一直为草地的土地	-7312.2			-7312.2
	4.C.2 转化为草地的土地	41.5			41.5
	4(IV).C 草地火烧	IE	0.3	0.3	0.6
2021 年	4.C 草地	-6408.2	0.1	0.1	-6408.0
	4.C.1 一直为草地的土地	-6444.1			-6444.1
	4.C.2 转化为草地的土地	35.9			35.9
	4(IV).C 草地火烧	IE	0.1	0.1	0.2

- 注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
2) IE（列于他处）表示此排放源或吸收汇在其他子领域计算和报告；
3) 阴影部分不需填写

（一）排放源与吸收汇描述

草地温室气体的排放与吸收是指一直为草地的土地和转化为草地的土地在草地管理措施的影响下，其生态系统碳库的碳储量变化，以及草地火烧引起的非二氧化碳温室气体排放。其中，草地管理措施可分为禁牧、休牧、轮牧、人工种草，以及围栏、改良的草地等。草地类型基于中国草地的分类，进一步细分为高寒草甸、高寒草原、高寒荒漠（包括高寒荒漠化草原）、温性草原、温性草甸草原（包括山地草甸）、温性荒漠草原（包括温性荒漠）和暖性灌草丛等7种主要草地类型。

（二）方法学

一直为草地的土地采用《2006年IPCC清单指南》提供的层级2方法计算，使用本国排放/吸收参数，计算其土壤有机质碳库碳储量的变化量。

由于管理活动面积无法进行一直为草地的土地和转化为草地的土地的拆分，此处假设清单年份和清单年份20年前的一直为草地的土地和转化为草地的土地的土壤有机碳密度相同，土壤有机碳储量变化主要与管理活动面积有关。

转化为草地的土地采用《2006年IPCC清单指南》层级2的方法计算，使用本国排放/吸收参数，计算林地、农地、湿地、建设用地和其他土地转化为草地后，其生物量、死有机质和土壤有机质碳库碳储量的变化量。

草地火烧采用《2006年IPCC清单指南》提供的生物量燃烧的非二氧化碳温室气体排放的层级1方法计算，使用《2006年IPCC清单指南》的推荐值，计算一直为草地的土地火烧导致的非二氧化碳温室气体排放量。

计算草地火灾燃烧生物量的消耗量时，火灾燃烧生物量的消耗值采用《2006年IPCC清单指南》的推荐值，将稀树草地（旱季中/晚期烧除）中的草地生物量消耗值作为中国草原的消耗值，以热带/亚热带草地的消耗值作为中国暖性灌草丛的消耗值。

草地温室气体排放/吸收计算所需活动水平数据主要包括草地面积数据、草地管理面积数据、草地类型面积数据和草地火烧面积数据等。其中，草地面积数据主要来源于根据自然资源部第一次国土空间调查、第二次国土空间调查和第三次国土空间调查的全国及各省（区、市）草地面积数据；草地管理面积数据主要基于全国及各省（区、市）草地面积数据，根据全国畜牧总站《中国草地统计》、国家林业和草原局《中国林业和草原统计年鉴》提供的草地管理措施面积原始数据，通过比例换算法得到；草地类型面积数据主要根据农业农村

部《中国草地资源》提供的各省（区、市）各草地类型比例数据，对草地管理面积进行拆分得到。草地火烧面积数据来自国家统计局草原火灾受害面积。

草地各管理活动的土壤有机碳密度根据不同草地类型的土壤有机质含量、土壤容重以及各活动的排放/吸收参数计算获得。其中，土壤有机质和容重数据采用多数据源融合的方法，获取中国科学院南京土壤所提供的土壤图（1:400万）、中国科学院地理科学与资源研究所提供的土壤有机碳分布图（空间分辨率为1km×1km）、美国国家地理数据中心提供的土壤（0—30cm土层）有机碳含量和容重数据，以及联合国粮农组织土壤有机质含量和土壤容重数据等，叠加植被类型图，提取各草地类型的土壤有机质含量和土壤容重数据。

草地管理措施的土壤碳变化因子（无量纲）通过计算而得。首先，通过调查和收集获得草地管理和投入措施对土壤有机碳的影响数据（包括文献数据、统计数据等）；然后用 Meta-analysis 方法对搜集和调查数据进行整合，修订 IPCC 优良做法的排放/吸收参数缺省值。中国草地退化比例采用《中国环境状况公报》中的退化草地面积等数据整合得到。

草地生物量燃烧的非二氧化碳温室气体排放参数采用《2006年 IPCC 清单指南》的推荐值进行计算，选用稀树草原和草地的排放参数。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年中国草地温室气体排放/吸收量的不确定度分别为-5.4%~5.4%、-5.1%~5.1%和-4.4%~4.4%，详见表 1-45。

表 1-45 草地温室气体排放/吸收结果的不确定度评估（%）

排放源/吸收汇类别	2005 年	2020 年	2021 年
4.C.1 一直为草地的土地	-5.4~5.4	-5.1~5.1	-4.5~4.5
4.C.2 转化为草地的土地	-18.4~18.4	-10.8~10.8	-10.3~10.3
4(IV).C 草地火烧	-36.9~36.9	-49.5~49.5	-48.5~48.5
4.C 综合不确定度	-5.4~5.4	-5.1~5.1	-4.4~4.4

五、湿地

2021 年，中国湿地温室气体排放为 647.2 万吨二氧化碳当量，其中，湿地二氧化碳的吸收量为 2459.9 万吨，湿地甲烷的排放量为 3107.1 万吨二氧化碳当量，整体表现为温室气体的排放源。其中，转化为湿地的土地的二氧化碳吸收量为 2410.9 万吨，是湿地最主要的吸收汇（表 1-46）。

表 1-46 湿地温室气体排放/吸收量 (万吨二氧化碳当量)

年份	排放源/吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	合计
2005 年	4.D 湿地	-1373.0	1761.0	NE	388.0
	4.D.1 一直为湿地的土地	-0.9	1.5	NE	0.6
	4.D.2 转化为湿地的土地	-1372.1	1759.5	NE	387.4
2020 年	4.D 湿地	-2978.8	3913.5	NE	934.7
	4.D.1 一直为湿地的土地	-58.7	86.2	NE	27.4
	4.D.2 转化为湿地的土地	-2920.1	3827.4	NE	907.3
2021 年	4.D 湿地	-2459.9	3107.1	NE	647.2
	4.D.1 一直为湿地的土地	-48.9	72.1	NE	23.2
	4.D.2 转化为湿地的土地	-2410.9	3035.0	NE	624.1

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

2) NE (未计算) 表示未计算该排放源或吸收汇

(一) 排放源描述

湿地温室气体的排放与吸收主要来源于一直为湿地的土地和转化为湿地的土地的生态系统碳库碳储量变化。

根据《2006 年 IPCC 清单指南》《2013 年 IPCC 湿地增补》，按照土地利用变化特征分类，一直为湿地的土地可进一步划分为湿地类型未变化的湿地和湿地类型发生变化的湿地。按照土地利用类型分类，中国的湿地类型可划分为内陆湿地、滨海湿地和水淹地。其中，内陆湿地可进一步分为森林沼泽、灌丛沼泽、沼泽草地、内陆滩涂和沼泽地；滨海湿地可进一步分为红树林和沿海滩涂；水淹地可进一步分为河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面以及沟渠等。

《2006 年 IPCC 清单指南》将泥炭地单独划分为湿地类型之一，由于中国缺少泥炭地资源活动水平统计数据，且根据中国全国泥炭资源调查（1983—1985 年）结果，中国泥炭地面积仅为中国湿地总面积的 1%，因此将其归入内陆湿地中进行估计。

(二) 方法学

一直为湿地的土地的二氧化碳排放和吸收量的计算结合《2006 年 IPCC 清单指南》和《2013 年 IPCC 湿地增补》提供的方法，主要采用层级 2 的损益法，使用本国排放/吸收参数，计算其生物量、死有机质和土壤有机质碳库碳储量变化量。

转化为湿地的土地的二氧化碳排放与吸收量的计算包括其他类型土地转化的湿地以及湿地类型发生变化的湿地，结合了《2006 年 IPCC 清单指南》《2013 年 IPCC 湿地增补》提供的方法，主要采用层级 2 的方法，使用本国排

放/吸收参数，计算其生物量和土壤有机质碳库碳储量变化量。

一直为湿地的土地和转化为湿地的土地的甲烷排放采用层级 2 的方法，使用本国排放/吸收参数进行计算。

湿地温室气体排放/吸收计算所需活动水平数据主要为湿地类型面积数据，以及不同气候区的湿地类型面积数据。湿地类型面积的基础数据主要来源于自然资源部发布的全国第一、第二和第三次国土空间调查数据，通过构建湿地亚类型的面积转移矩阵得到一直为湿地的土地和转化为湿地的土地的活动水平数据。

根据温度、降水和季风特征等要素，中国典型气候区可以划分为温带湿润半湿润区、温带干旱半干旱区、青藏高原区、热带-亚热带湿润区。识别中国各省级行政区的气候区，对于行政区范围包括 2 个及以上气候区的，以该省分布最广的气候区类型为准。在此基础上，明确各省（区、市）湿地所属气候区，由此得到不同气候区的湿地类型面积数据。

湿地温室气体排放/吸收的参数主要来自研究文献，按照上述对应的 4 大气候区和不同的气候类型确定相应的湿地排放/吸收参数。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年中国湿地温室气体排放/吸收量的不确定度分别为-14.9%~14.9%、-12.1%~12.1%和-12.7%~12.7%，详见表 1-47。

表 1-47 湿地温室气体排放/吸收结果的不确定度评估（%）

排放源/吸收汇类别	2005 年	2020 年	2021 年
4.D.1 一直为湿地的土地	-19.5~19.5	-14.4~14.4	-15.9~15.9
4.D.2 转化为湿地的土地	-14.9~14.9	-12.4~12.4	-13.0~13.0
4.D 综合不确定度	-14.9~14.9	-12.1~12.1	-12.7~12.7

六、建设用地

2021 年，中国建设用地温室气体的吸收量为 63.4 万吨二氧化碳当量，总体表现为温室气体的净吸收汇，全部来自转化为建设用地的土地（表 1-48）。

表 1-48 建设用地温室气体排放/吸收量（万吨二氧化碳）

年份	排放源/吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	合计
2005 年	4.E 建设用地	16.3			16.3
	4.E.1 一直为建设用地的土地	0			0
	4.E.2 转化为建设用地的土地	16.3			16.3
2020 年	4.E 建设用地	-239.6			-239.6
	4.E.1 一直为建设用地的土地	0			0

年份	排放源/吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	合计
	4.E.2 转化为建设用地的土地	-239.6			-239.6
2021 年	4.E 建设用地	-63.4			-63.4
	4.E.1 一直为建设用地的土地	0			0
	4.E.2 转化为建设用地的土地	-63.4			-63.4

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

2) 阴影部分不需填写

(一) 排放源描述

根据《2006年 IPCC 清单指南》，按土地利用变化特征将建设用地划分为一直为建设用地的土地和转化为建设用地的土地，其温室气体的排放/吸收量取决于其生态系统碳库碳储量的变化。本轮清单编制在其他生物质部分已考虑了建设用地中的生物量碳储量变化，且建设用地的死有机质和土壤有机质变化较小，因此一直为建设用地的土地的温室气体排放/吸收量可以忽略不计。

本轮清单编制中，农地、草地、其他土地转化为建设用地的生物质碳储量变化忽略不计，因此未对这部分排放源/吸收汇进行计算。

转化为建设用地的土地仅涉及二氧化碳的排放与吸收，不涉及甲烷或氧化亚氮。

(二) 方法学

转化为建设用地的土地采用《2006年 IPCC 清单指南》提供的层级 2 方法，使用本国排放/吸收参数，根据转化前的土地利用类型计算其生物量、死有机质和土壤有机质等碳库的碳储量变化。

对于生物量碳储量变化的计算，仅考虑转化前为林地和湿地（仅包括森林沼泽和灌丛沼泽）的土地的生物量碳储量变化。农地、草地、其他土地转化为建设用地的生物质碳储量变化忽略不计，假设为 0。

对于死有机质（枯落物和枯死木）的碳储量变化计算，其方法与生物量碳储量变化的计算方法相同，且仅考虑林地转化为建设用地的情形，其他类型的土地转化为建设用地的死有机质碳储量变化忽略不计，假设为 0。

对于土壤有机质碳储量变化的计算，考虑转化前为林地、农地、草地、湿地的土地的土壤有机质碳储量变化。对于其他土地转化为建设用地，假设其土壤有机质碳储量不发生变化。

建设用地温室气体排放/吸收计算所需活动水平数据为建设用地面积数据，主要来自全国第一、第二和第三次国土空间调查数据，部分年份采用了内插法推算。通过构建建设用地的面积转移矩阵，得到一直为建设用地的土地和转化为建设用地的土地的活动水平数据。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年中国建设用地温室气体排放/吸收量的不确定度分别为 -37.9%~37.9%、-38.7%~38.7% 和 -38.8%~38.8%。

七、其他土地

2021 年，中国其他土地温室气体的排放为 155.6 万吨二氧化碳当量，表现为温室气体的净排放源，全部来自转化为其他土地的土地（表 1-49）。

表 1-49 其他土地温室气体排放/吸收量（万吨二氧化碳当量）

年份	排放源/吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	合计
2005 年	4.F 其他土地	543.6			543.6
	4.F.1 一直为其他土地的土地	NE			NE
	4.F.2 转化为其他土地的土地	543.6			543.6
2020 年	4.F 其他土地	264.1			264.1
	4.F.1 一直为其他土地的土地	NE			NE
	4.F.2 转化为其他土地的土地	264.1			264.1
2021 年	4.F 其他土地	155.6			155.6
	4.F.1 一直为其他土地的土地	NE			NE
	4.F.2 转化为其他土地的土地	155.6			155.6

注：1) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇；

2) 阴影部分不需填写

（一）排放源描述

根据《2006 年 IPCC 清单指南》，按土地利用变化特征将其他土地划分为一直为其他土地的土地和转化为其他土地的土地，其温室气体的排放和吸收量取决于其生态系统碳库碳储量的变化。本轮清单编制中，农地和草地转化为其他土地（或建设用地）的生物质碳储量变化忽略不计，因此未对这部分排放源/吸收汇进行计算。转化为其他土地的土地仅涉及二氧化碳的排放与吸收，不涉及甲烷或氧化亚氮。

（二）方法学

对于转化为其他土地的土地，根据转化前的土地利用类型（包括林地、农地、草地、湿地、建设用地等），计算其生物量、死有机质和土壤有机质等碳库的碳储量变化，其计算方法与转化为建设用地的土地相同，不再赘述。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年中国其他土地温室气体

排放/吸收量的不确定度分别为-35.4%~35.4%、-31.2%~31.2%和-28.1%~28.1%。

八、木质林产品

2021年，中国木质林产品碳储量变化为10382.0万吨二氧化碳，具体排放情况详见表1-4。

（一）排放源与吸收汇描述

木质林产品碳储量变化的计算仅涵盖木质林产品，由于缺乏相应的统计资料，未对竹类和灌木类木产品碳储量变化进行估计。

基于上述范围，根据《2006年IPCC指南》和联合国粮农组织关于木产品的定义和分类方法，结合中国国情，将木质林产品划分为工业用原木和木质燃料等初级产品。其中，木质燃料（包括木炭和薪材）和垃圾填埋的产品的碳储量变化分别在能源活动和废弃物处理领域计算。

根据联合国粮农组织的分类方法，工业用原木可进一步细分为锯材、人造板、纸和纸板，以及其他工业原木产品等中间产品。由于中国目前对其他工业原木产品的统计数据不完善，且这部分木质林产品的碳不会立即释放到大气，因此依据保守性原则，不考虑其他工业原木产品的碳储量变化。

（二）方法学

木质林产品碳储量变化采用了《优良做法指南》提供的层级2方法（一阶分解法），使用了本国排放和吸收参数，计算中国国内生产并在用的木质林产品的碳储量变化。

中国木质林产品的生产量、进口量和出口量数据均来自联合国粮农组织数据库。其中，工业原木、锯材、人造板、纸和纸板等木产品的数据从1961年开始统计计算。

锯材和人造板等木质林产品的基本密度和含水率是按照国家标准《木材密度测定方法》（GB/T1933-2009）和《木材含水率测定方法》（GB/T1931-2009）分别测定。木质林产品使用寿命采用半结构化访谈的方法向木质林产品的生产加工企业和用户进行调查，并对调查的结果进行整理；然后再通过咨询专家意见后进行确定。在本报告中，2005年的木产品的半衰期数据是通过数据调查获得，2020年、2021年则是结合中国当前经济发展情况和消费习惯，采用专家判断法将数据进行了调整，以便于获得更优良的数据。由于出口产品的去向和使用寿命数据不可得，假设出口的木产品使用寿命与中国国内在用的木产品相同。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年中国木质林产品的不确定度均为-26.0%~26.0%。

九、其他生物质

2021 年，中国其他生物质的二氧化碳吸收总量为 17193.1 万吨，总体表现为温室气体的净吸收汇，详见表 1-4。

（一）排放源与吸收汇描述

其他生物质的温室气体排放/吸收主要来自散生木（竹）和四旁树等森林之外的其他林木的生物量碳储量变化。

（二）方法学

其他生物质的温室气体排放采用与林地部分生物质相同的《2006 年 IPCC 清单指南》层级 2 方法，计算其地上生物量和地下生物量碳储量变化情况。

其他生物质温室气体排放/吸收计算所需活动水平数据主要来源于历次全国森林资源连续清查、2021 年林草生态综合监测结果。对于散生木和四旁树，其温室气体排放/吸收计算所需排放/吸收参数包括地上生物量转换与扩展因子、地下生物量/地上生物量比例、地上和地下生物量含碳率等。其中地上生物量转换与扩展因子和地下生物量/地上生物量比例与林地生物量计算过程的取值相同，地上和地下生物量含碳率采用缺省值。对于散生竹，其温室气体排放/吸收计算所需排放/吸收参数包括散生竹的单株地上和地下生物量、地上和地下生物量含碳率等，均采用缺省值。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年中国其他生物质温室气体排放/吸收量的不确定度分别为-15.0%~15.0%、-15.8%~15.8%和-17.0%~17.0%。

第七章 废弃物处理

一、概述

（一）报告范围

中国废弃物处理温室气体清单报告范围包括填埋处理的甲烷排放，生物处理的甲烷和氧化亚氮排放，焚烧处理的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放以及废水处理处理的甲烷和氧化亚氮排放。其中，焚烧处理仅报告危险废弃物和医疗废弃

物焚烧的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放，以及污泥焚烧的甲烷和氧化亚氮排放，城市生活垃圾焚烧处理的甲烷和氧化亚氮排放、化石成因二氧化碳排放在能源活动领域报告，生物成因的二氧化碳排放在信息项报告。

（二）编制方法

废弃物处理清单中填埋处理甲烷排放采用一阶衰减方法计算（层级 2），其他排放源采用排放因子法计算，详见表 1-3。

（三）总体排放情况

2021 年中国废弃物处理温室气体排放量是 2.36 亿吨二氧化碳当量。其中二氧化碳排放量为 898.3 万吨，甲烷排放量为 708.5 万吨，氧化亚氮排放量为 10.9 万吨，排放占比分别是 3.8%、83.9%和 12.3%，比 2020 年二氧化碳、甲烷和氧化亚氮的排放量分别增长了 3.6%、减少了 4.0%和增长了 6.6%，详见表 1-4。

（四）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年废弃物处理温室气体清单不确定度分别为-25.8%~25.8%、-28.2%~28.2%和-27.4%~27.4%（见表 1-50）。

表 1-50 废弃物处理领域不确定度评估（%）

排放源类别	2005 年	2020 年	2021 年
5.A 填埋处理	-43.9~43.9	-43.9~43.9	-43.9~43.9
5.B 生物处理	-28.5~28.5	-28.5~28.5	-28.5~28.5
5.C 焚烧处理	-36.4~36.4	-36.4~36.4	-36.4~36.4
5.D 废水处理	-32.4~32.4	-32.4~32.4	-32.2~32.2
综合不确定度	-25.8~25.8	-28.2~28.2	-27.4~27.4

二、填埋处理

2021 年中国填埋处理温室气体排放量为 1.32 亿吨二氧化碳当量，比 2020 年减少了 6.6%，主要是由于进入填埋场的垃圾处理量减少引起的。

（一）排放源描述

填埋处理温室气体排放主要来源于被填埋的废弃物（生活垃圾）所含有机质在厌氧条件下降解产生的甲烷。

（二）方法学

填埋处理甲烷排放采用层级 2 的一阶衰减方法计算。填埋处理甲烷排放计算所需的水平数据主要为 1966—2021 年城市固体废弃物产生量和填埋量等相关信息，源于《中国城市建设统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》《中国统计年鉴》等，详见表 1-51。生活垃圾中可降解有机碳含量根据中国科学院

生态环境研究中心给出的各年份的生活垃圾成分数据计算，甲烷修正因子根据各地实际调研情况及地区资料获得，甲烷回收利用量根据填埋气发电装机容量数据计算，甲烷产生率、甲烷在垃圾填埋气中的比例等参数来源于实际调研和专家判断等。

表 1-51 废弃物处理的主要活动水平数据（万吨）

活动水平	2005 年	2020 年	2021 年
城市生活垃圾填埋量	6857.1	7771.5	5208.5
城市生活垃圾生物处理量	345.4	1073.2	1611.1
危险废弃物焚烧处理量	31.7	483.4	477.0
医疗废弃物焚烧处理量	-	106.1	153.3
污泥焚烧处理量	-	1187.0	1756.7
生活污水化学需氧量排放量	859.4	918.9	811.8
工业废水化学需氧量排放量	554.7	49.7	42.3

注：-表示不存在此数据

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年填埋处理排放不确定度均为-43.9%~43.9%。

三、生物处理

2021 年中国生物处理温室气体排放量是 308.5 万吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 50.1%，主要由中国垃圾分类政策的推行，生物处理量增加引起。

（一）排放源描述

生物处理温室气体排放包括来自生物处理过程中的有机质在微生物作用下分解产生的甲烷和氧化亚氮。

（二）方法学

废弃物生物处理的温室气体排放采用层级 1 方法计算。处理量来源于《城市建设统计年鉴》，排放因子根据废弃物类型、所用辅助材料的数量和类型、温度、含水量和过程期间的换气情况，结合《2006 年 IPCC 清单指南》缺省值，由专家判断确定。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年生物处理排放的综合不确定度均为-28.5%~28.5%。

四、焚烧处理

2021 年焚烧处理温室气体排放是 1339.7 万吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 14.4%，主要由焚烧处理量增加引起。

（一）排放源描述

焚烧处理温室气体排放包括废弃物在焚化设备中燃烧产生的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放。其中由于城市生活垃圾焚烧可作为能源用途，城市生活垃圾焚烧处理的甲烷和氧化亚氮排放、化石成因二氧化碳排在能源活动领域报告，生物成因的二氧化碳排在信息项报告。焚烧处理部分仅报告危险废弃物和医疗废弃物焚烧的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放，以及污泥焚烧的甲烷和氧化亚氮排放。

（二）方法学

焚烧处理的温室气体排放采用层级 1 和层级 2 的排放因子法计算。生活垃圾、危险废弃物、医疗废弃物和污泥的焚烧处理量等活动水平数据来自《中国城市建设统计年鉴》《中国环境统计年鉴》和《环境统计年报》等。生活垃圾焚烧温室气体排放分为化石成因和生物成因的温室气体排放，其中化石成因的排放采用层级 2 方法计算，生物成因排放采用层级 1 方法计算。废弃物的碳含量比例和废弃物中的矿物碳含量比例根据废弃物组分计算获得，焚烧炉燃烧效率采用典型调查焚烧炉的平均燃烧效率。甲烷和氧化亚氮排放因子结合《2006 年 IPCC 清单指南》排放因子缺省值以及专家判断确定。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年焚烧处理排放的不确定度均为-36.4%~36.4%。

五、废水处理

2021 年，废水处理温室气体排放为 8766.6 万吨二氧化碳当量，比 2020 年增长了 0.6%，主要是由于废水处理量增加而引起的。

（一）排放源描述

废水处理温室气体排放包括生活污水处理甲烷排放和工业废水处理的甲烷排放，以及废水处理的氧化亚氮排放，其中，废水处理的氧化亚氮可产生于废水处理厂的直接排放，或将废水排入水道、湖泊或海洋后产生的间接排放。

（二）方法学

1. 生活污水处理甲烷排放

生活污水处理甲烷排放采用层级 2 方法计算。生活污水处理活动水平数据来源于各年度《中国环境统计年报》（见表 1-51）。最大甲烷产生能力和甲烷修正因子等排放因子相关参数由统计数据计算以及专家判断确定。

2. 工业废水处理甲烷排放

工业废水处理甲烷排放采用层级 2 方法计算。活动水平数据来源于各年度《中国环境统计年报》，如表 1-51 所示。排放因子方面，根据专家研究确定的厌氧处理、管理完善的好氧处理和管理不完善的好氧处理三种处理方式的比列，结合《2006 年 IPCC 清单指南》推荐的不同处理技术的甲烷修正因子推荐值，计算得到甲烷修正因子。

3. 废水处理氧化亚氮排放

废水处理氧化亚氮排放采用层级 1 方法计算。计算所需的活动水平数据包括人口数、每人年均蛋白质的消耗量、蛋白质中的氮含量，来自《中国统计年鉴》以及相关部门专项调查结果。排放因子相关参数包括废水中非消费性蛋白质的排放因子、工业和商业的蛋白质等，根据处理技术和管理水平，结合《2006 年 IPCC 清单指南》推荐排放因子，由专家研究确定。

（三）不确定度评估

根据误差传递法，计算 2005 年、2020 年和 2021 年废水处理排放的不确定度为-32.4%~32.4%、-32.4%~32.4%和-32.2%~32.2%。

第八章 交叉领域问题处理

在清单编制过程中，为保证各排放源和吸收汇的边界清晰，避免重复计算或漏算，需对交叉性领域的清单边界及采用的基础数据进行细致区分。

在能源活动及工业生产过程和产品使用交叉领域中，根据《2006 年 IPCC 清单指南》，非能源利用的温室气体排放报告在工业生产过程和产品使用领域。因此，电石、乙烯、甲醇、铁合金、铅锌冶炼等生产过程中能源用作原料或材料部分的排放以及润滑油和石蜡等非能源产品使用的排放均报告在工业生产过程和产品使用。同时，在钢铁生产过程中，因与能源活动中转炉煤气的排放存在重复计算，工业生产过程和产品使用金属制品生产仅报告碳酸盐熔剂使用的排放，炼钢降碳产生的二氧化碳排放不再报告。

在能源活动和农业活动交叉领域中，为保证动物饲养量数据、放牧动物数

据以及动物粪便管理氧化亚氮排放等数据一致，在粪肥数据的处理过程中，扣除农区动物放养、牧区动物实际放牧和放牧牛粪作燃料的动物粪便等部分，避免进入农田粪肥的重复计算。

在能源活动和废弃物处理交叉领域中，作为能源利用的废弃物焚烧处理排放应报告在能源活动领域。因此，城市生活垃圾焚烧处理的甲烷和氧化亚氮排放、化石成因二氧化碳排放报告在能源活动领域，生物成因的二氧化碳排放报告在信息项。废弃物处理清单中焚烧处理仅报告危险废弃物和医疗废弃物焚烧的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放，以及污泥焚烧的甲烷和氧化亚氮排放。

在工业生产过程和产品使用、能源活动及农业活动交叉领域中，工业生产过程和产品使用的合成氨生产过程的排放不扣除下游尿素生产和联合制碱的短期固碳，相应的能源活动领域道路交通中尿素作为催化剂、农业活动领域尿素施用的二氧化碳排放不再计算和报告。

在农业活动及土地利用、土地利用变化和林业交叉领域中，主要农作物统计、秸秆还田率以及大田作物粪肥施用量等基础数据来源保持一致。

在废弃物处理及土地利用、土地利用变化和林业交叉领域中，废弃物处理报告进入城市生活垃圾系统的木质林产品（废弃木料、纸张等）的甲烷排放，木质林产品碳储量变化在土地利用、土地利用变化和林业清单计算和报告。

与此同时，除报告在能源活动的生物质燃料燃烧外，农业活动报告秸秆田间燃烧的甲烷和氧化亚氮排放；土地利用、土地利用变化和林业报告生物质在林地、草地燃烧的甲烷和氧化亚氮排放；废弃物处理清单不报告生物质燃烧的排放。

第九章 时间序列一致性分析

在能源活动领域，2015年起薪柴消费量因大幅减少不再纳入官方统计，不再报告此部分的排放。2019年起因户用沼气消费量、沼气工程产气量以及省柴节能灶数量等数据缺失，采用户用沼气数量和利用率等相关指标等方式进行折算。

在固体燃料部分，从2015年开始，中国不再公布分省级区域的井工煤炭和露天煤炭产量数据，因此无法再将各地区排放量加总的方式得到国家的井工开采甲烷排放量，2020—2021年清单采用井工煤炭产量与2014年的全国井工开采甲烷排放加权因子相乘进行计算。2020年露天开采原煤产量占全部煤炭产量的比例由2019年和2021年的比例内插计算获得。在油气领域，2005年数据根据当年产量及2015年对应活动水平数据进行拆分，另外由于缺乏统计，2005年回算中未报告各年份的完井、废弃井、火炬及液化天然气进口的排放。

在工业生产过程和产品使用领域，因 2016 年后中国钢铁统计年鉴不再公布中国钢铁工业协会的分类产品数据，2020—2021 年铁合金产量根据 2016 年的分类产品产量占比拆分。在电子工业生产过程部分，为强化清单基础统计，2014 年起国家统计局、国家发展和改革委员会发布了《关于开展应对气候变化统计工作的通知》（国统字〔2013〕80 号），建立了《应对气候变化部门统计报表制度（试行）》，开展了国家层面的氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫的含氟气体生产和使用量统计，汽车和房间空调等设备新增量数据来自国家统计局年鉴。2005 年的产量数据源于行业协会专题研究和线性计算，2020—2021 年含氟气体生产和使用量源于应对气候变化统计报表制度数据。

在土地利用、土地利用变化和林业领域，自 2021 年起，乔木林和竹林的活动水平数据采用的是林草生态综合监测的结果，其他各土地类型的面积根据 2019 年全国第三次国土调查及其年度变更数据结果确定。2005 年、2020 年的数据全部采用与 2021 年土地利用分类相一致的方式进行活动水平数据的重新整合和调整。

第十章 质量保证、质量控制及验证

一、数据质量控制

（一）数据收集与校核

清单编制机构在《2006 年 IPCC 清单指南》数据优先收集原则的指导下，开展统计数据、重要参数和排放因子等不同类型数据的收集工作，详见表 1-52。

表 1-52 数据优先收集原则和各领域数据收集概况

数据类型	数据优先收集原则	各领域数据收集概况
活动水平数据	国家综合统计部门的数据具有最高的权威性，其次为部门或行业协会数据，再其次为调研数据，最后是专家判断数据，其不确定度依次由±5%增大到±30%	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 能源活动，工业生产过程和产品使用，农业活动，土地利用、土地利用变化和林业以及废弃物处理清单所涉及的统计数据大部分来自国家统计局和有关部门（如农业农村部、自然资源部、国家林业和草原局以及生态环境部等）； ◆ 部分在统计部门无法提供的数据（如牧区放牧动物数量和其粪便作燃料的数据、土壤数据和植被数据等），通过相应的行业协会获得
重要参数/排放因子	国家/行业标准方法的大样本检测/行业调研数据（如国家/行业的普查数据）具有最高的权威性，其次是各研究机构发表的监测数据，最后是专家判断和 IPCC 缺省值，其不确定度应在 IPCC 缺省值的范围内	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 固体燃料单位热值含碳量和碳氧化率数据主要来源于全国碳市场企业报告数据实测、工业锅炉调研和测试，气体燃料的单位热值含碳量主要来源于中国主要油气田和进口天然气组分实测数据； ◆ 主要动物的个体粪便年排泄氮量等数据来源于全国污染源普查获得的监测数据，不同区域主要动物粪便管理方式占比情况来源于典型样点县的定期调查

清单编制机构实施清单数据质量控制，主要通过三个方面开展数据校核工作：

第一，各清单领域所使用的活动水平、排放因子及重要参数与原始数据的校核。

第二，模型参数与其他相关模块的相互校核。比如，道路交通 COPERT 模型通过燃料平衡模块进行燃料消费总量的校核工作，确保二氧化碳排放的准确性。

第三，不同领域清单所使用的数据一致性校核。比如，放牧动物数量、牧区放牧动物粪便作燃料的数量，以及农区动物放养和动物粪便作燃料的数量在农业各子领域之间的数据校核。又如，林地与能源活动中生物质作燃料的清单之间的数据校核。

（二）文档管理

遵循《2006 年 IPCC 清单指南》，各领域温室气体清单编制主要单位针对活动水平数据、排放因子和相关参数建立了数据库，对清单编制相关材料进行留档保存。

二、数据质量保障

本轮清单征询了国家应对气候变化及节能减排工作领导小组成员单位和有关行业协会的意见和建议，并请清单编制机构对清单结果与国内外同行机构发表的相关计算结果进行比对。

第十一章 特定类别源汇的回算

根据《巴黎协定》有关实施细则，各缔约方自 2024 年起，所提交的清单报告需参考《2006 年 IPCC 清单指南》。随着 2020—2021 年清单方法学的全面转型和基础数据的必要调整，本轮清单对国家自主贡献基年（2005 年）进行了回算，具体回算结果及差异分析详见表 1-53。

在排放源范围方面，新增露天开采矿后活动甲烷排放，放牧动物氧化亚氮间接排放，农田土壤矿化引起的氧化亚氮直接和间接排放，动物排泄物氮挥发再沉降引起的氧化亚氮间接排放。

在计算方法方面，将航空运输的方法学升级至层级 3，更新勘探开发环节编制方法学，进一步细化区分油井和气井。

在活动水平数据方面，根据数据源的可获得性，细化了石灰、合成氨、甲醇、乙烯、二氧化钛、铝冶炼、铅锌冶炼等生产过程活动水平数据。根据第三次农业普查修订数据调整了动物饲养量。更新了冬水田面积和草地管理面积活

动水平数据，生活污水与工业废水的化学需氧量和生化需氧量等数据。

在排放因子方面，根据《中国有机肥料养分志》的主要农作物种植省份大样本调查数据及农业农村部秸秆调查数据更新秸秆含氮率、秸秆草谷比等数据。采用了更新的秸秆还田率数据。在废弃物处理领域，通过机器学习和文献调研等方式更新了可降解有机碳数据，提高了填埋处理数据的精度。

在报告格式方面，根据《巴黎协定》有关实施细则，各缔约方应使用《IPCC第五次评估报告》中的100年时间尺度下的全球增温潜势。因此，各类温室气体的全球增温潜势从《IPCC第二次评估报告》更新至《IPCC第五次评估报告》100年时间尺度下全球增温潜势。

表 1-53 2005 年清单回算前后差异对比分析

排放源/吸收 汇类别	回算前	回算后	回算后 -回算前	差异分析
	(亿吨二氧化碳当量)			
能源活动	62.52	64.75	2.23	根据工业生产过程和产品使用领域非能源利用部分数据调整，更新了与工业生产过程和产品使用领域交叉领域的排放量扣减；升级航空运输方法学至层级 3；修正了其他石油制品部分排放量的计算； 基于国家能源局提供的 2005—2021 年煤矿瓦斯抽采利用数据更新煤矿瓦斯回收利用数据；新增露天开采矿后活动排放；更新勘探开发环节的方法学
工业生产过程和产品使用	8.65	9.06	0.42	根据新的数据来源，更新石灰、合成氨、甲醇、乙烯、二氧化钛、铝冶炼、铅锌冶炼等生产过程的水平数据；修正消耗臭氧层物质替代物使用的温室气体排放
农业活动	7.55	8.59	1.04	畜牧业中新增氧化亚氮间接排放源，更新牛数据； 种植业中新增放牧动物氧化亚氮间接排放，新增农田土壤矿化引起的氧化亚氮直接和间接排放，更新秸秆含氮率、秸秆草谷比等数据，动物排泄物氮挥发再沉降引起的氧化亚氮间接排放报告在动物粪便管理子领域下
土地利用、 土地利用变化 和林业	-7.70	-7.11	0.59	更新秸秆还田率；更新草地管理面积活动水平数据
废弃物处理	1.10	1.16	0.05	通过垃圾成分变化研究，细化可降解有机碳的比例数值

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

2) 根据《巴黎协定》有关实施细则，各缔约方应使用《IPCC第五次评估报告》中的100年时间尺度下的全球增温潜势。因此，各类温室气体的全球增温潜势从《IPCC第二次评估报告》更新至《IPCC第五次评估报告》100年时间尺度下全球增温潜势，此处不再在分领域中详细描述

第十二章 灵活性

基于数据可获得性，本轮中国仅开展了 2020—2021 年清单编制，并对中国国家自主贡献基年（2005 年）进行回算。在完整性方面，关键类别无遗漏。具体采用的灵活性详见表 1-54。

第一部分 国家温室气体清单

表 1-54 清单灵活性使用情况

灵活性	是否使用	原因（困难和挑战）	预计改进时限
1. 对清单时间序列的起始年份和最新报告年份开展关键类别分析，使用方法 1 进行水平和趋势评估，采用 85%的阈值。	未使用	不涉及	不涉及
2. 对清单时间序列的起始年份和最新报告年份开展不确定度评估，定性讨论关键类别的不确定性。	未对清单关键类别开展定量的趋势不确定性评估	暂无基础数据支撑开展趋势不确定性评估	计划提升基础数据收集，视情况开展趋势不确定度评估。
3. 对清单开展完整性评估，对于不显著的类别，即排放水平低于国家温室气体排放总量（不包括土地利用、土地利用变化和林业）的 0.1%或 1000 千吨二氧化碳当量的类别，使用“NE（未计算）”代码。清单中，所有不显著类别的所有气体排放量之和应保持在国家温室气体排放总量（不包括土地利用、土地利用变化和林业）的 0.2%以下。	<p>关键类别无遗漏。</p> <p>因其他产品制造和使用中的其他六氟化硫和全氟化碳使用缺乏统计数据 and 文献数据，且专家计算此部分排放量低于 1000 千吨二氧化碳当量，未报告此部分排放量。</p> <p>湿地温室气体清单评估中，因暂缺乏足够数据支撑有机土湿地的排干和还湿，所有内陆湿地都是矿质土湿地且没有施氮行为，因此其氧化亚氮排放可忽略不计。对于滨海湿地，土地利用类型仅包括滨海滩涂和红树林，没有滨海养殖鱼塘的分类，因此未计算氧化亚氮排放。水淹地因没有方法学，故未进行评估。</p>	暂无基础统计数据或文献数据	后续开展统计调查和案例分析，视结果判断后续年度清单编制中是否报告。

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

灵活性	是否使用	原因（困难和挑战）	预计改进时限
4. 对清单进行质量保证/质量控制，制定质量保证/质量控制计划并提供负责实施质量保证/质量控制的清单机构信息，发展中国家仅被鼓励提供上述信息，非强制。	已开展质量保证/质量控制，暂未制定质量保证/质量控制计划	不涉及	后续制定质量保证/质量控制计划并提供负责实施质量保证/质量控制的清单机构信息，并按照计划开展质量保证/质量控制程序。
5. 按照质量保证/质量控制计划实施一般性清单质量控制流程并提供相应信息，发展中国家仅被鼓励实施并提供相应信息，非强制。		不涉及	
6. 仅报告二氧化碳、甲烷和氧化亚氮等 3 种温室气体，以及氢氟碳化物、全氟化碳、六氟化硫和三氟化氮中的任何一种，而非全部 7 种温室气体。	报告二氧化碳、甲烷和氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫等 6 类温室气体，未报告三氟化氮	暂无基础统计数据	计划夯实相关行业监测报告核查基础能力，提升基础数据收集能力，视结果判断后续年度清单编制中是否报告。
7. 报告从 2020 年起的连续一致的清单时间序列，而非从 1990 年开始报告。	报告 2020 年起的时间序列清单	受限于基础统计数据情况，暂无法获取 1990 年起的基础数据情况，无法支撑编制 1990 年起的时间序列清单	计划提升基础数据收集能力，视情况判断后续年度清单编制中是否报告。
8. 最新清单报告年份为报告提交年份的滞后三年清单，而非滞后两年清单	报告滞后三年的清单	受限于基础统计数据的报告时效性，暂无法支持编制滞后两年的年度清单	

第十三章 清单改进计划

根据本轮清单编制经验及关键类别分析结果，为进一步提高未来清单编制质量，降低不确定性，拟从以下三个方面提出清单改进计划：

对于活动水平数据，结合本轮清单编制的数据库及需求情况，进一步修订应对气候变化统计报表制度，增加对水上运输分航段的燃料消费量的专项统计调查。增加基础统计数据不确定度的收集以支撑清单趋势不确定度评估。持续开展全国碳市场设施级数据对活动水平数据的校核。开展分类型的生石灰产品产量统计调查。开展常态化水稻灌溉调查和冬水田面积调研。计划开展煤炭和油气生产企业甲烷排放数据报告工作。计划开展尿素消费量、土壤调理剂（石灰、白云石）的调查。建立国家官方的时间序列一致土地利用变化空间数据，并提高数据更新周期，考虑林火等自然排放源温室气体量化核算。

对于排放因子，开展铝冶炼行业典型抽样调查，更新阳极效应排放因子等。长期内，针对中国钢铁、建材、有色等排放量较大的行业，计划开展单位热值含碳量及碳氧化率的专项调研和实测分析工作，更新中国钢铁、建材及有色等高耗能行业的特征排放因子。针对汽油、柴油、航空煤油、航空汽油、燃料油等主要油品及天然气，计划开展单位热值含碳量实测分析工作。计划开展地区典型农田温室气体排放监测，不同饲养方式下的畜禽生产和管理特性参数的典型调查，定期更新中国农业活动清单关键源排放因子。定期开展各土地利用类型土壤有机碳数据调查，并构建高精度土壤有机碳密度地图。开展生活污水排放因子的本地化研究工作。

对于清单编制工作机制，持续推进清单常态化编制，开展清单常态化编制工作方案研究，制定质量保证/质量控制计划，进一步明确各部门在清单编制中的职责分工。加强与国际社会的清单编制交流，不断强化清单编制人员能力建设。该部分能力建设需求见第四部分第五章。

第二部分 国家自主贡献进展

2020年9月22日，中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上郑重宣示：中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。2021年，中国提出了更新的2030年国家自主贡献，其中既包括碳达峰碳中和，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右，森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上等减缓气候变化相关目标，也包括适应气候变化相关政策和行动。

为落实上述国家自主贡献目标，中国先后发布《第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》等顶层设计文件，推动经济社会发展全面绿色转型。在能源、工业、建筑、交通、碳汇以及减污降碳协同等多个方面实施了一系列减缓气候变化的政策和行动，各部门制定了分领域分行业实施方案和支撑保障政策，各省（区、市）也都制定了本地区碳达峰实施方案。本部分主要根据双年透明度报告指南要求，报告中国国家自主贡献中减缓气候变化相关的国情和组织机构安排、目标描述，以及2020年以来的国家自主贡献目标实施进展和政策行动成效。国家自主贡献适应行动相关进展将在第三部分报告。

第一章 国情和组织机构安排

一、与减缓气候变化相关的国情概况

（一）政府结构

社会主义制度是中华人民共和国的根本制度。中国共产党领导是中国特色社会主义最本质的特征。中华人民共和国的一切权力属于人民。人民行使国家权力的机关是全国人民代表大会（以下简称“全国人大”）和地方各级人民代表大会。全国人大是最高国家权力机关，其常设机关是全国人民代表大会常务委员会（以下简称“全国人大常委会”），全国人大和全国人大常委会负责行使国家立法权。全国人大由省、自治区、直辖市、特别行政区和军队选出的代表组成，每届任期五年。各少数民族都应当有适当名额的代表。全国人大每年举行一次，由全国人大常委会召集，负责行使修改宪法、监督宪法的实施、制定和修改刑事、民事、国家机构的和其他的基本法律等职权。全国人大常委会在全国人大闭会期间，审查和批准国民经济和社会发展计划、国家预算在执行过程中所必须作的部分调整方案，根据国务院总理的提名，决定部长、委员会

主任、审计长、秘书长的人选，监督国务院工作。全国人大代表在全国人民代表大会开会期间，全国人大常委会组成人员在常务委员会开会期间，有权依照法律规定的程序提出对国务院或者国务院各部、各委员会的质询案。受质询的机关必须负责答复。全国人大常委会决定同外国缔结的条约和重要协定的批准和废除。全国人大设立各专门委员会，在全国人大和全国人大常委会领导下，研究、审议和拟订有关议案。

国务院，即中央人民政府，是最高国家权力机关的执行机关，是最高国家行政机关。国务院实行总理负责制。各部、各委员会实行部长、主任负责制。国务院根据宪法和法律，规定行政措施，制定行政法规，发布决定和命令；向全国人大或者全国人大常委会提出议案；规定各部和各委员会的任务和职责，统一领导各部和各委员会的工作，并且领导不属于各部和各委员会的全国性的行政工作；统一领导全国地方各级国家行政机关的工作，规定中央和省（区、市）的国家行政机关的职权的具体划分；编制和执行国民经济和社会发展计划和国家预算；领导和管理经济工作和城乡建设、生态文明建设；领导和管理教育、科学、文化、卫生、体育和计划生育工作；领导和管理民政、公安、司法行政等工作；管理对外事务，同外国缔结条约和协定等。国务院对全国人大负责并报告工作；在全国人大闭会期间，对全国人大常委会负责并报告工作。

各省、自治区、直辖市、县、市、市辖区、乡（民族乡）、镇设立人民代表大会和人民政府。地方各级人民代表大会是地方国家权力机关，在本行政区域内，保证宪法、法律、行政法规的遵守和执行；依照法律规定的权限，通过和发布决议，审查和决定地方的经济建设、文化建设和公共事业建设的计划。地方各级人民政府是地方各级国家权力机关的执行机关，是地方各级国家行政机关，依照法律规定的权限，管理本行政区域内的经济、教育、科学、文化、卫生、体育事业、城乡建设事业和财政、民政、公安、民族事务、司法行政、计划生育等行政工作。地方各级人民政府对上一级国家行政机关负责并报告工作。全国地方各级人民政府都是国务院统一领导下的国家行政机关，都服从国务院。

（二）人口

中国是世界人口大国，2022年底，全国人口^[3]14.12亿人，其中城镇常住人口9.21亿人，乡村人口4.91亿人，城镇常住人口占全国人口比重为65.2%。为预防与应对中国人口老龄化问题，中国自2013年开始实施单独二孩政策，2016年开始实施全面二孩政策，2022年中国人口自然增长率为-0.6‰（图2-1）^[4]。

[3] 全国人口是指31个省（区、市）和现役军人的人口，不包括居住在31个省（区、市）的港澳台居民和外籍人员

[4] 资料来源于国家统计局。

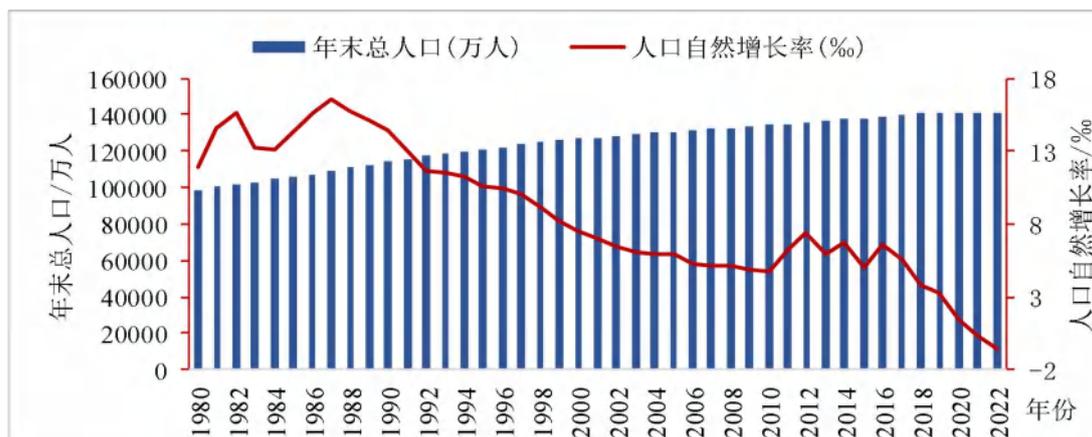


图 2-1 1980—2022 年中国人口总量与自然增长率变化

随着人民生活水平的提高、健康与公共卫生条件的改善，中国人均预期寿命由 2020 年的 77.9 岁提高到 2021 年的 78.2 岁^[5]。从年龄构成看，2022 年 15—64 岁的人口 96289 万人，占全国人口的比重为 68.2%；老年人口比重逐步增加，65 岁及以上人口 20978 万人，占全国人口的 14.9%^[6]。

（三）地理

1. 能源资源

中国的能源资源禀赋具有“富煤、贫油、少气”的特点，2022 年主要能源矿产储量见表 2-1。中国是世界上水能资源总量最多的国家之一，70% 分布在西南四省市和西藏自治区，其中以长江水系为最多，其次为雅鲁藏布江水系。黄河水系和珠江水系也有较大水能蕴藏量^[7]。中国风能资源丰富，长江到南澳岛之间的东南沿海及其岛屿、东北地区、内蒙古全境加上新疆的东部地区是中国风能资源较为丰富的区域，其中东南沿海地区是中国最大的风能资源区。中国太阳能总辐射资源丰富，总体呈“高原大于平原、西部干燥区大于东部湿润区”的分布特点，其中西藏大部、青海中部及北部局部地区为太阳能资源最丰富区。

表 2-1 2022 年中国主要能源矿产储量^[8]

序号	能源矿产	单位	储量
1	煤炭	亿吨	2070.12
2	石油	亿吨	38.06
3	天然气	亿立方米	65690.12
4	煤层气	亿立方米	3659.69
5	页岩气	亿立方米	5605.59

[5] 资料来源于中华人民共和国国家卫生健康委员会《2021 年中国卫生健康事业发展统计公报》

[6] 资料来源于《中国统计年鉴 2023》

[7] 资料来源于《中华人民共和国年鉴》

[8] 资料来源于《中国矿产资源报告 2023》，石油、天然气、煤层气、页岩气储量为剩余探明技术可采储量，煤炭储量为证实储量与可信储量之和。

2. 农业

中国气候复杂多样，农作物与动植物资源都非常丰富。因夏季气温高，热量条件优越，这使许多对热量条件需求较高的农作物在中国种植范围的纬度远比世界上其他同纬度国家的偏高。其中，小麦种植区主要分布在华北平原、东北平原；水稻集中在秦岭—淮河以南的水田区；玉米在中国分布很广，主要集中在东北、华北和西南地区，大致形成一个从东北到西南的斜长形玉米栽培带，种植面积最大的省份是山东、吉林、河北、黑龙江、辽宁、河南、四川七省；油菜主要分布在长江流域，但近年来出现“南迁北移”的趋势；花生主要分布在中国东部的暖温带、亚热带、热带的沙土和丘陵地区；东北春播大豆和黄淮海夏播大豆是中国大豆种植面积最大、产量最高的两个地区。中国季风气候显著的特征，既为中国农业生产提供了有利条件，也对农业生产带来不利影响。每年5月~9月，季风带来集中降雨往往造成暴雨洪涝，不利于农业生产。

3. 林业

中国植被种类丰富，分布错综复杂。在东部季风区，有热带雨林，热带季雨林，南亚热带、中亚热带常绿阔叶林，北亚热带落叶阔叶—常绿阔叶混交林，温带落叶阔叶林，寒温带针叶林，亚高山针叶林，以及温带森林草原等植被类型。在西北部和青藏高原地区，有干草原、半荒漠草原灌丛、干荒漠草原灌丛、高原寒漠、高山草原草甸灌丛等植被类型^[9]。其中，东北的大小兴安岭和长白山地，是中国最大的天然林区；西南横断山区是中国第二大天然林区；东南部的福建、江西等省山区，以人工林、次生林为主。

（四）宏观经济

2022年，中国国内生产总值达121.0万亿元，产业结构持续优化，三产比重从2005年的11.6:47.0:41.3调整为2022年的7.3:39.3:53.4（表2-2），人均国内生产总值为85698元，居民人均可支配收入达36883元，居民恩格尔系数从2005年的37.3%下降到2022年的30.5%，城乡居民生活质量不断提升。各地区、各部门持续巩固脱贫攻坚成果，不断提升乡村建设水平，现行标准下9899万农村贫困人口全部脱贫，832个贫困县全部摘帽，12.8万个贫困村全部出列，区域性整体贫困得到解决，完成了消除绝对贫困的艰巨任务。

[9] 资料来源于《中华人民共和国年鉴》

表 2-2 2005 年、2020 年、2021 年、2022 年中国国内生产总值及产业结构

		2005 年	2020 年	2021 年	2022 年
国内生产总值（亿元）		187319	1013567	1149237	1204724
第一产业（亿元）		21807	78031	83217	88207
第二产业（亿元）		88082	383562	451544	473790
第三产业（亿元）		77430	551974	614476	642727
产业结构	第一产业占比（%）	11.6	7.7	7.2	7.3
	第二产业占比（%）	47.0	37.8	39.3	39.3
	第三产业占比（%）	41.3	54.5	53.5	53.4
人均国内生产总值（元）		14368	71776	81356	85310

注：此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

气候概况详见第三部分第一章。

（五）重点行业概况

1. 农业

2022 年，中国粮食产量 6.87 亿吨，用世界 9% 的耕地解决了世界近 18% 人口的吃饭问题；猪牛羊禽肉产量 9227 万吨，比上年增长 339 万吨，增长 3.8%；水果总产量为 31296 万吨；蔬菜产量约为 79100 万吨。截至 2022 年底，中国农作物良种覆盖率超 96%，农作物耕种收综合机械化率超过 73%，2022 年，中国农业机械总动力 110597.2 万千瓦，农用大中型拖拉机 525.4 万台，农用小型拖拉机 1618.7 万台。

2. 能源行业

2022 年，中国能源消费总量为 54.1 亿吨标准煤，与 2005 年相比，煤炭消费占能源消费比重下降了 16.4 个百分点。中国水电、风电、太阳能发电年新增装机容量和累计装机容量多年稳居世界首位，可再生能源在保障能源供应方面发挥越来越显著的作用。中国风电、太阳能发电设备制造形成了完整的产业链，技术水平和制造规模均处于世界前列，生产的光伏组件、风力发电机、齿轮箱等关键零部件占全球市场份额 70%，为全球碳减排作出积极贡献。

3. 制造业和建筑业

中国制造业增加值占全球比重约 30%，工业门类齐全，拥有 41 个工业大类、207 个工业中类、666 个工业小类，是拥有联合国产业分类中全部工业门类的国家，专精特新中小企业达到 7 万多家。

建筑业增加值占国内生产总值的比重始终保持在 7% 左右。绿色建筑快速发展，建筑节能改造有序推进。持续推进重大基础设施建设，完善民生基础设施，新型基础设施建设取得新突破。住房建设能力明显提升，人均居住面积持续增加。

4. 交通运输业

中国已形成了以公路、铁路、航空、水运为主体的综合运输网络。2022年，全国综合交通运输网络总里程超600万公里，全国铁路营业里程15.5万公里，公路通车里程535万公里，全国营业性客运量55.9亿人次，全国营业性货运量506.6亿吨，港口吞吐量156.8亿吨，集装箱吞吐量为2.96亿标准集装箱，网约车、共享单车日均订单量分别达2000余万单、3300余万单。

5. 服务业

2022年，第三产业（包括交通运输、仓储和邮政业）增加值642727亿元，对GDP的贡献率从2005年的44.3%上升至2022年的55.3%，金融业在第三产业中的比重有显著提升（表2-3）。

表 2-3 2005 年、2010 年、2015 年、2022 年中国第三产业构成（单位：%）

产业部门	2005 年	2010 年	2015 年	2022 年
批发和零售业	18.0	19.7	19.4	18.1
交通运输、仓储和邮政业	13.8	10.3	8.7	7.9
住宿和餐饮业	5.4	4.2	3.5	2.8
金融业	9.7	14.1	16.1	14.5
房地产业	11.0	12.8	12.2	11.5
其他行业	41.0	37.7	39.1	44.2

注：此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（六）对温室气体排放的影响

中国是拥有14亿多人口的发展中国家，面临着发展经济、改善民生、污染治理、生态保护等一系列艰巨任务。从能源结构上看，化石能源占比仍然较高，与世界平均水平基本相当，以煤为主的能源结构短期内难以根本改变。从产业结构上看，中国产业结构偏重，高耗能高碳排放行业在国民经济中仍占有一定比例，工业产业结构转型已进入深水区，升级的难度大大增加。以上因素造成中国温室气体排放总量大，碳排放强度高于世界平均水平。

中国克服自身经济、社会等方面困难，以最大的决心提高应对气候变化力度，超额完成了中国对国际社会承诺的“到2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%”目标。推动经济社会发展全面绿色转型，在能源、工业、建筑、交通、碳汇以及减污降碳协同等多个方面实施了一系列减缓气候变化的政策和行动，“新三样”（电动载人汽车、锂离子蓄电池和太阳能电池）出口破万亿，提供优质的清洁能源产品和服务，为全球应对气候变化和低碳转型贡献“中国力量”。中国应对气候变化政策行动‘言必信、行必果’，中国的政府结构和体制机制决定了通过顶层设计，可有效调动各部门、各地方及社会各界采取积极行动。目前中国人均能源消费和人均生活用电量距离OECD国家整体水平还有一定距离（2022年中国人均能源消费及人均生活用电

量比 OECD 平均水平约低 25%左右），未来一段时期能源需求还将刚性增长，碳排放还将在一段时期内有所增加。但中国政府将通过一系列政策行动措施，确保实现碳达峰、碳中和目标。

二、与追踪国家自主贡献进展相关的组织机构安排

2007 年，中国国务院决定成立国家应对气候变化及节能减排工作领导小组，作为国家应对气候变化工作的议事协调机构，其主要任务为研究制订国家应对气候变化的重大战略、方针和对策，统一部署应对气候变化工作，研究审议国际合作和谈判对案，协调解决应对气候变化工作中的重大问题。应对气候变化具体工作由国家发展和改革委员会承担。

2008 年，为进一步强化应对气候变化工作的组织机构建设，国家发展和改革委员会增设了应对气候变化司，2012 年成立了国家应对气候变化战略研究和国际合作中心。2018 年，按照《深化党和国家机构改革方案》要求，应对气候变化工作职能由国家发展和改革委员会划至新组建的生态环境部，应对气候变化司、国家应对气候变化战略研究和国际合作中心转隶至生态环境部。2019 年，国家应对气候变化及节能减排工作领导小组组成单位和人员相应进行调整，相关职责分别由生态环境部和国家发展和改革委员会牵头承担（图 2-2）。其中，应对气候变化和减排工作由生态环境部牵头负责。国家发展改革委承担碳达峰碳中和协调职责及节能方面有关具体工作。

生态环境部牵头制定国家自主贡献，在充分论证、广泛征求意见的基础上报国家应对气候变化及节能减排工作领导小组审议通过，各部门根据职责分工落实。国家发展改革委、国家能源局等牵头推进能源低碳转型、加强煤炭清洁高效利用，发展非化石能源等。国家发展改革委、工业和信息化部等牵头推进钢铁、有色、石化、化工、建材等行业节能降碳。交通运输部、住房和城乡建设部等牵头强化交通和建筑节能。科技部等牵头推进绿色低碳技术研发和推广应用。自然资源部、生态环境部等牵头提升生态系统碳汇能力。人民银行牵头负责构建绿色金融体系，推动加快形成绿色低碳生产生活方式。

中国公布的国家自主贡献指标主要通过国家温室气体清单和相关统计数据进行核算和追踪。从初始国家信息通报以来，中国政府已经初步建立了透明度履约工作体系，形成了较为稳定的履约报告编制队伍，以及常态化编制国家温室气体清单的团队。根据应对气候变化工作的部门职责分工，履约报告编制由生态环境部牵头负责，有关政府部门提供基础数据和信息，协调相关行业协会和典型企业提供相关资料，并建立国家温室气体清单数据库以支持清单编制和数据管理，持续跟踪各项国家自主贡献指标的进展情况。

2022年，中国制定了《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》，提出建立全国及地方碳排放统计核算制度、完善行业企业碳排放核算机制、建立健全重点产品碳排放核算方法、完善国家温室气体清单编制机制等重点任务，为不断提升透明度履约能力提供了坚实保障。

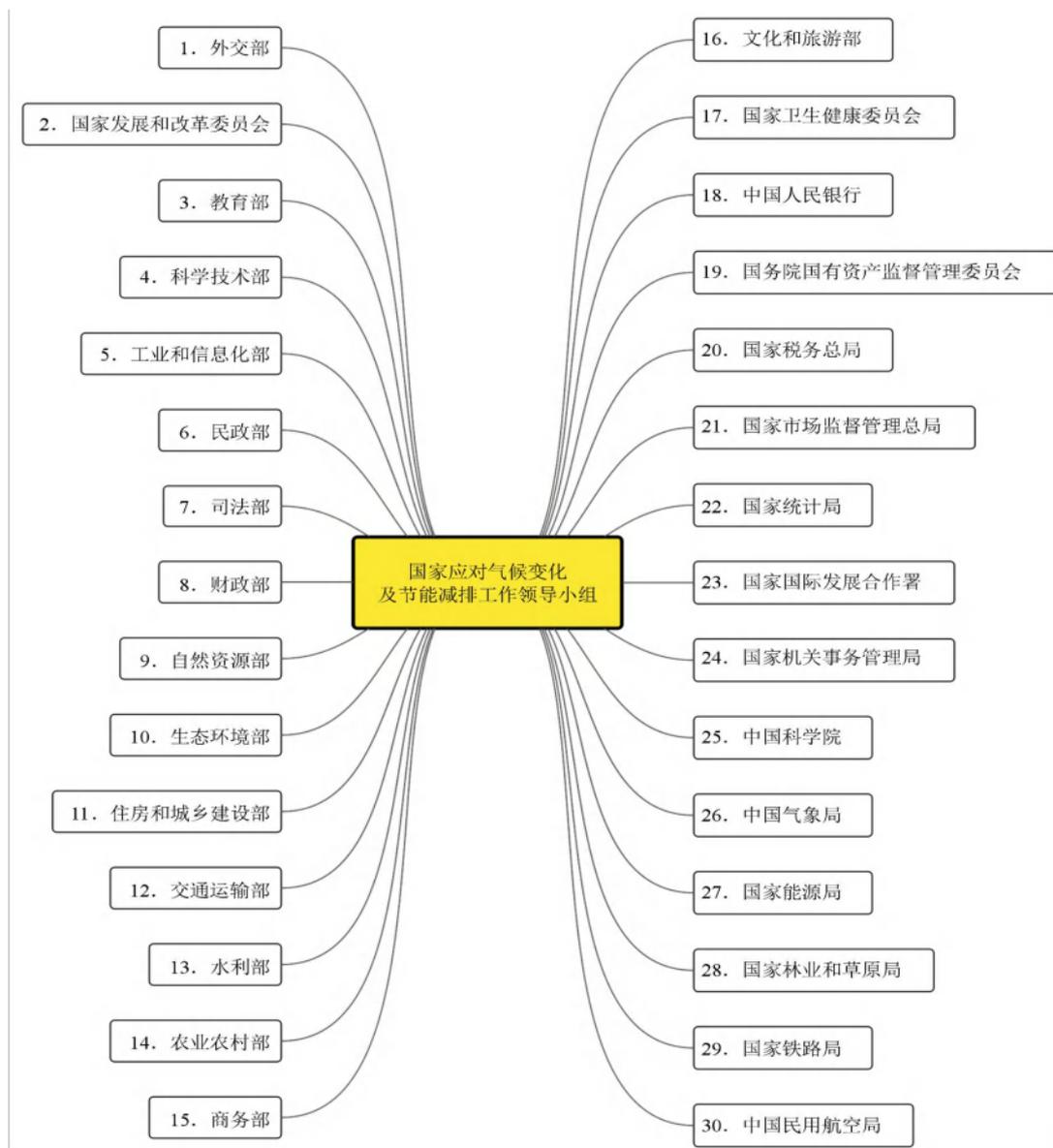


图 2-2 国家应对气候变化及节能减排工作领导小组成员单位

第二章 国家自主贡献目标描述

一、综述

2015年6月，中国提交了《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》，确定了到2030年的自主贡献目标，二氧化碳排放2030年左右达到峰值并争取尽早达峰；单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降60%~65%，

非化石能源占一次能源消费比重达到 20%左右，森林蓄积量比 2005 年增加 45 亿立方米左右，以及形成有效抵御气候变化风险的机制和能力等适应行动目标，同时还提出了 15 个方面强化应对气候变化行动的政策和措施。自 2015 年提出国家自主贡献以来，中国积极务实地履行承诺，取得了显著进展。2020 年 9 月 22 日，中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上向国际社会宣布：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。”

2021 年 10 月，中国向《公约》秘书处正式提交《中国落实国家自主贡献成效和新目标新举措》，对中国国家自主贡献目标进行了更新。本次中国更新的国家自主贡献目标是：二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。到 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右，森林蓄积量将比 2005 年增加 60 亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上。

二、目标及其内涵

（一）二氧化碳达峰

目标类型及描述。中国在 2021 年更新的国家自主贡献目标中提出，“二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值”（简称为碳达峰），是指努力争取在 2030 年前，二氧化碳排放进入相对稳定的平台期或达到峰值后开始下降。

目标年及基年。目标不涉及基准年，目标年为 2030 年前，为单年目标。

口径及范围。碳达峰的口径为燃料燃烧以及工业生产过程和产品使用的二氧化碳排放，即国家温室气体清单中能源活动领域中燃料燃烧（1A）和工业生产过程和产品使用领域的全部二氧化碳排放。覆盖领域为能源、工业生产过程和产品使用。气体种类为二氧化碳。

（二）碳排放强度下降

目标类型及描述。作为“国家适当减缓行动”（NAMAs），中国曾在 2009 年提出，到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%。在此基础上，中国在 2021 年更新的国家自主贡献中进一步提出“到 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65%以上”（简称为碳排放强度下降），是指在 2030 年单位可比价格国内生产总值能源相关二氧化碳排放（即碳排放强度）相比 2005 年的下降率不低于 65%。

目标年及基年。目标基准年为 2005 年，基准年值为 100%。目标年为 2030 年，为单年目标，时间跨度为 25 年。

口径及范围。碳排放强度下降的口径为 2030 年单位可比价格国内生产总值能源相关二氧化碳排放相比 2005 年的下降率。覆盖领域涉及能源活动和工业生产过程和产品使用。气体种类为二氧化碳。按国家温室气体清单分类，包括燃料燃烧^[10]及非能源利用^[11]；可比价格指扣除了价格变动因素的价格，可进行不同时期经济总量的对比；国内生产总值指一个国家所有常住单位在一定时期内生产活动的最终成果，是国际上通行的用于衡量一个国家（或地区）经济运行规模的宏观经济指标。

（三）非化石能源比重

目标类型及描述。“非化石能源占一次能源消费比重达到 25%左右”，是指在 2030 年非化石能源类的能源消费占全国一次能源消费总量的比重提高至 25%左右。非化石能源比重指水能、核电、风能、太阳能、生物质能、地热能等非化石能源消费占一次能源消费总量的比重。一次电力以发电煤耗法折标。

目标年及基年。目标不涉及基准年，目标年为 2030 年，为单年目标。

口径及范围。不涉及温室气体排放相关覆盖领域和气体种类。

（四）森林蓄积量

目标类型及描述。“森林蓄积量将比 2005 年增加 60 亿立方米”，是指 2030 年的森林蓄积量相比 2005 年增加 60 亿立方米。森林蓄积量是指森林中全部林木树干材积的总量，是反映森林资源数量和质量的重要指标。

目标年及基年。目标基准年为 2005 年，基准年森林蓄积量约为 130 亿立方米。目标年为 2030 年，为单年目标，时间跨度为 25 年。

口径及范围。不涉及温室气体排放相关覆盖领域和气体种类。

（五）风电、太阳能发电总装机容量

目标类型及描述。“风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上”，是指 2030 年的风力发电和太阳能发电机组的总装机容量应不低于 12 亿千瓦。风力发电和太阳能发电机组的装机容量是指通过风力和太阳能进行发电的全部机组在额定状态下的输出功率的总和。

目标年及基年。目标不涉及基准年，目标年为 2030 年，为单年目标。

口径及范围。不涉及温室气体排放相关覆盖领域和气体种类。

[10] 能源活动领域的燃料燃烧（1A）。

[11] 工业生产过程和产品使用领域的合成氨（2B1）原料消耗、电石生产（2B5）炭材和电极糊使用、甲醇（2B8a）和乙烯（2B8b）生产过程的化石能源消费、铁合金生产（2C2）中还原剂和原材料消费、铅锌生产（2C5、2C6）的煤及焦炭消费、润滑剂使用（2D1）和石蜡使用（2D2）等煤及焦炭消费所产生的二氧化碳排放。

第三章 国家自主贡献主要目标实施进展

一、追踪指标

（一）二氧化碳达峰的追踪指标

碳达峰的追踪指标为燃料燃烧以及工业生产过程和产品使用的二氧化碳排放，口径和定义与国家自主贡献目标中的二氧化碳达峰相同，与国家自主贡献目标直接相关。数据来自对应年份的国家温室气体清单。

（二）碳排放强度下降的追踪指标

碳排放强度下降的追踪指标为单位可比价格国内生产总值能源相关二氧化碳排放，即能源相关二氧化碳排放与当年可比价格国内生产总值的比值，与国家自主贡献目标直接相关。碳排放强度下降率为基准年的碳排放强度减去目标年份的碳排放强度后，与基准年的碳排放强度的比值。其中，能源相关二氧化碳排放、可比价格和国内生产总值的口径和定义与国家自主贡献目标中的碳排放强度下降相同。数据来自对应年份的国家温室气体清单和国家统计局公布的官方数据。

（三）非化石能源比重的追踪指标

非化石能源比重的追踪指标口径和定义与国家自主贡献目标中的非化石能源比重相同，与国家自主贡献目标直接相关。非化石能源比重等于能源消费总量扣除煤炭、石油、天然气在能源消费总量中的比重。数据来源为中国国家统计局公布的对应年份的官方数据。

（四）森林蓄积量的追踪指标

森林蓄积量的追踪指标是中国的森林蓄积量，口径和定义与国家自主贡献目标中的森林蓄积量相同，与国家自主贡献目标直接相关。通过以省为调查总体，采取抽样调查方法系统布设固定样地，对固定样地上胸径 $\geq 5\text{cm}$ 的林木进行每木检尺测量胸径、测算样地平均树高，利用不同树种的一元或二元立木材积表计算每株林木的树干材积，通过抽样统计方法得到各省的样地森林蓄积量，再汇总各省的样地森林蓄积量得到中国的森林蓄积量。数据来源为全国森林资源清查和全国林草生态综合监测。

（五）风电、太阳能发电总装机容量的追踪指标

风电、太阳能发电总装机容量的追踪指标为风力发电机组的装机容量和太阳能发电机组的全口径装机容量，与国家自主贡献目标直接相关。数据来源为国家能源局公布的对应年份的官方数据。

二、追踪国家自主贡献目标进展

（一）二氧化碳达峰的进展

根据中国最新温室气体清单，2021年燃料燃烧以及工业生产过程和产品使用的二氧化碳排放量为116.2亿吨。

（二）碳排放强度的进展

根据中国最新温室气体清单，2021年碳排放强度相比2005年下降50.9%。

（三）非化石能源比重的进展

根据国家统计局网站公布数据，2023年中国煤炭、石油、天然气占能源消费总量的比重分别为55.3%，18%和8.5%，非化石能源比重为17.9%。

（四）森林蓄积量的进展

根据2021年全国林草生态综合监测结果，全国森林蓄积量为194.93亿立方米，相比2005年新增64.93亿立方米，已提前实现国家自主贡献目标。

（五）风电、太阳能发电总装机容量的进展

根据国家能源局公布数据，截至2023年底，中国并网风电装机容量约4.4亿千瓦，并网太阳能发电装机容量约6.1亿千瓦，风电、太阳能发电总装机容量约10.5亿千瓦；截至2024年10月，并网风电装机容量约4.9亿千瓦，并网太阳能发电装机容量约7.9亿千瓦，风电、太阳能发电总装机容量约12.8亿千瓦。

与追踪国家自主贡献目标进展相关的信息一览表，详见通用报表。

中国尚未开发官方排放预测模型和相应情景、参数假设，因此本次报告中未报告温室气体排放和吸收预测，符合指南提供的灵活性要求。中国计划继续在国际资金支持下，并投入自身资源，支持国内相关部门、研究机构和专家，开发适用于中国的排放预测模型和情景，计划在中长期内提升相关能力，视情况判断后续双年透明度报告中是否报告。

第四章 减缓气候变化政策行动及其成效

一、减缓气候变化的政策行动

（一）强化国家战略与规划引领

为实现国家自主贡献目标，中国于2021年3月发布《第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，10月发布《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》，并

向《公约》秘书处正式提交《中国本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略》。

《中国本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略》提出了中国 21 世纪中叶长期温室气体低排放发展的基本方针和战略愿景，以及建立健全绿色低碳循环发展经济体系、构建清洁低碳安全高效的能源体系、建立以低排放为特征的工业体系、推进绿色低碳城乡建设、构建低碳综合交通运输体系、加强非二氧化碳温室气体管控、推进基于自然的解决方案、推动低排放技术创新、形成全民参与行动新局面、推动气候治理体系和治理能力现代化改革战略重点、政策导向及行动措施。

中国构建完成碳达峰碳中和“1+N”政策体系。《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》作为政策体系中的“1”，明确碳达峰碳中和工作总体要求，提出主要目标，部署重大举措。

《2030 年前碳达峰行动方案》重点规划实施十大行动，即能源绿色低碳转型行动、节能降碳增效行动、工业领域碳达峰行动、城乡建设碳达峰行动、交通运输绿色低碳行动、循环经济助力降碳行动、绿色低碳科技创新行动、碳汇能力巩固提升行动、绿色低碳全民行动、各地区梯次有序碳达峰行动，与能源、工业、交通运输、城乡建设等重点领域和行业碳达峰碳中和实施方案和支撑保障方案共同构成政策体系中的“N”。此外，多个省（区、市）均先后出台了做好碳达峰碳中和工作的相关实施方案和指导意见。

《第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出了包括经济、改革、社会文明、生态文明、民生福祉和国家治理等六个方面的诸多主要目标，特别是明确提出了到 2025 年，单位国内生产总值能源消耗和二氧化碳排放相较于 2020 年分别降低 13.5%、18%，森林覆盖率提高到 24.1%的量化目标，中国通过国家规划扎实落实国家自主贡献。“十四五”规划要求国内生产总值年均增长保持在合理区间，全员劳动生产率增长高于国内生产总值增长，国内市场更加强大，经济结构更加优化，创新能力显著提升，产业基础高级化、产业链现代化水平明显提高，农业基础更加稳固，城乡区域发展协调性明显增强，现代化经济体系建设取得重大进展，国土空间开发保护格局得到优化，生产生活方式绿色转型成效显著，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高。“十四五”规划进一步明确中国 2035 年远景目标，通过提升经济实力、科技实力和综合国力，提高经济总量和城乡居民人均收入，突破关键核心技术，实现新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化，建成现代化经济体系，形成绿色生产生活方式，实现碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，基本实现美丽中国建设目标。

为落实国家总体战略，2024 年 7 月发布《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，对重点领域绿色转型、形成绿色生产方式和生

活方式、支持绿色发展的政策和标准体系等提出明确要求。8月，国务院办公厅印发《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》，提出将在“十五五”时期实施以强度控制为主、总量控制为辅的碳排放双控制度，进一步明确将完善碳排放相关规划制度、建立地方碳排放目标评价考核制度、探索重点行业领域碳排放预警管控机制、完善企业节能降碳管理制度、开展固定资产投资项目碳排放评价、加快建立产品碳足迹管理体系等行动举措。

（二）加快推动能源结构调整优化

印发《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》《“十四五”现代能源体系规划》《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》《煤炭清洁高效利用重点领域标杆水平和基准水平（2022年版）》和《“十四五”可再生能源发展规划》，明确了能源绿色低碳转型重点行动，推进煤炭消费替代和转型升级，大力发展新能源，因地制宜开发水电，积极安全有序发展核电，加快建设新型电力系统，全面提升节能管理能力，实施节能降碳重点工程，推进重点用能设备节能增效，加强新型基础设施节能降碳。

非化石能源加快开发利用。加快推动大型风电光伏基地建设，有序推进海上风电基地建设，积极支持分布式新能源发展，2022年风电、光伏发电量首次突破1万亿千瓦时，达到1.19亿千瓦时，2020至2022年新增装机连续三年超过1亿千瓦。稳步推进大中型水电项目建设。积极安全有序发展核电。稳步推进生物质能、地热能、光热、氢能等产业发展，推进氢能制、储、输、用一体化发展。截至2022年底，中国非化石能源装机容量达到12.7亿千瓦，占总装机容量比重上升至49.6%；其中，风光装机容量达到7.6亿千瓦，水电装机达到4.1亿千瓦。全年可再生能源新增装机1.52亿千瓦，占全国新增发电装机的76.2%，已成为中国电力新增装机的主体，累计装机总量12.13亿千瓦，首次超过煤电装机，实现历史性突破。

煤炭清洁高效利用深入推进。大力实施煤电机组节能降碳改造、灵活性改造和供热改造“三改联动”，调整优化煤电结构，有序淘汰煤电落后产能，煤电装机和发电量占比持续下降。严控传统煤化工产能，有序建设技术新、能耗低、效益好的现代煤化工项目。全国6000千瓦及以上火电厂供电标准煤耗从2020年的304.9克/千瓦时进一步降至2022年的300.8克/千瓦时，比2005年下降约64.5克/千瓦时。

推动新型电力系统建设。加快构建全国统一的电力市场体系，持续推进中长期、现货、辅助服务交易相衔接的电力市场建设。扩大可再生能源跨省区配置规模，促进非化石能源高水平利用。在张北建成世界首个柔性直流电网工程，助力实现冬奥场馆100%绿电供应；在广东建成抽水蓄能电站，粤港澳大湾区抽

水蓄能装机容量达到 968 万千瓦。推动工业、交通、建筑等领域电能替代、清洁替代。因地制宜推动北方地区冬季清洁供暖，2022 年北方地区清洁取暖率达到 76%左右，清洁取暖替代散煤对区域大气环境质量改善作用明显。推进核能综合利用示范，建成多个核能供暖项目。

财税政策助力能源低碳转型。2020 年 9 月 1 日，《中华人民共和国资源税法》正式实施，对纳入资源税税目税率表中的能源矿产、水气矿产等征收资源税，对衰竭期矿山开采的矿产品以及开采共伴生矿、低品位矿和尾矿减免资源税，继续对页岩气等非常规清洁能源实行资源税优惠。

（三）全面促进工业领域绿色低碳转型

印发《“十四五”工业绿色发展规划》，统筹谋划关键目标、重要任务和工作举措。制定印发《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》《关于印发“十四五”医药工业发展规划的通知》《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》《关于化纤工业高质量发展的指导意见》《关于产业用纺织品行业高质量发展的指导意见》《关于推动轻工业高质量发展的指导意见》《关于印发工业水效提升行动计划的通知》《关于印发工业能效提升行动计划的通知》《关于印发工业领域碳达峰实施方案的通知》等政策性文件，推动形成绿色低碳的生产方式，构建制造业绿色低碳发展格局，推动工业领域绿色低碳发展，推动钢铁、建材、有色、石化等行业碳达峰，坚决遏制“两高”项目盲目发展。印发《关于推动能源电子产业发展的指导意见》《关于加快内河船舶绿色智能发展的实施意见》《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》，研究制定汽车、造纸、纺织等行业减碳路线图，培育相关产业新业态，提升绿色装备供给能力。印发《信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022 年—2025 年）》，加快提升信息基础设施绿色低碳发展水平。

推动传统产业转型升级。制定印发《关于统筹节能降碳和回收利用加快重点领域产品设备更新改造的指导意见》，逐步分类推进重点领域产品设备更新改造，加快构建废弃物循环利用体系。持续巩固去产能成果，支持企业实施绿色化智能化改造。2021 年和 2022 年规模以上工业单位增加值能耗分别下降 5.6%和 1.4%，共打造绿色工厂 1536 家、绿色工业园区 99 家、绿色供应链管理企业 219 家，培育工业产品绿色设计示范企业 216 家。

加快发展绿色低碳新兴产业。2022 年，中国新能源汽车持续增长，产销分别完成 705.8 万辆和 688.7 万辆，同比分别增长 96.9%和 93.4%；自主品牌新能源乘用车国内市场销售占比达到 79.9%，同比提升 5.4 个百分点；新能源汽车出口 67.9 万辆，同比增长 1.2 倍。截至 2022 年底，全国累计建成充电桩 521 万个、换电站 1973 座，其中 2022 年新增充电桩 259.3 万个、换电站 675 座，充换电基

基础设施建设速度明显加快。截至 2022 年底，光伏组件产量连续 15 年位居全球首位，多晶硅、硅片、电池、组件产量全球占比超过 70%。在国家产融合作平台开设“工业绿色发展”专区，推动上线绿色金融产品 86 个，助力企业绿色融资 679 亿元。

财税政策支持工业领域节能降碳。发布《关于公布〈环境保护、节能节水项目企业所得税优惠目录（2021 年版）〉以及〈资源综合利用企业所得税优惠目录（2021 年版）〉的公告》，对大气污染防治等污染防治以及综合利用废水（液）、废气、废渣等给予企业所得税优惠政策；发布《关于完善资源综合利用增值税政策的公告》，对共生矿产资源、伴生矿产资源、废渣、废水（液）、废气等资源综合利用实行增值税即征即退优惠政策。加大国有资本经营预算支持力度，把碳达峰碳中和作为重点支持方向。

（四）加快推进建筑领域绿色低碳发展

印发《关于推动城乡建设绿色发展的意见》，明确城乡建设绿色发展的目标、思路和工作重点。印发《城乡建设领域碳达峰实施方案》《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》《“十四五”住房和城乡建设科技发展规划》，提出“十四五”主要目标及重要任务，转变城乡建设发展方式，降低建筑能源资源消耗。

推进公共机构绿色化改造。印发《“十四五”公共机构节约能源资源工作规划》，提出公共机构能耗、碳排放总量和强度控制目标。印发《深入开展公共机构绿色低碳引领行动促进碳达峰实施方案》，明确公共机构绿色低碳发展目标任务，提出加快能源利用绿色低碳转型、提升建筑绿色低碳运行水平等重点举措。印发《关于鼓励和支持公共机构采用能源费用托管服务的意见》，推动各级公共机构采用合同能源管理等市场化方式开展既有建筑绿色化改造。

推动绿色建造试点示范。2020 年 12 月，印发《住房和城乡建设部办公厅关于开展绿色建造试点工作的函》，决定在湖南省、广东省深圳市、江苏省常州市开展绿色建造试点工作，打造绿色建造应用场景，形成系统解决方案，为全国其他地区推行绿色建造创造经验。2021 年 3 月，印发《绿色建造技术导则（试行）》，提出了绿色策划、绿色设计、绿色施工、绿色交付等方面的具体技术和管理措施，为绿色建造试点工作提供技术支撑。

积极发挥示范引领效能。截至 2022 年，推动全国 89.7% 县级及以上党政机关建成节约型机关，建成 1506 家节约型公共机构示范单位，遴选 192 家公共机构能效领跑者，评选 695 个公共机构能源资源节约示范案例。积极开展全国节能宣传周、全国低碳日、绿色出行宣传月和公交出行宣传周等主题宣传活动，举办 8 期公共机构节能管理培训班、4 期公共机构绿色低碳讲堂。

（五）加快构建绿色低碳交通体系

印发《关于印发“十四五”现代综合交通运输体系发展规划的通知》《绿色交通“十四五”发展规划》《“十四五”民用航空发展规划》《“十四五”民航绿色发展规划》，统筹推进交通运输行业绿色低碳发展，推动运输工具装备低碳转型，推进低碳交通运输体系建设，加快绿色交通基础设施建设，持续加大新能源汽车推广应用力度，推动低碳交通新风尚。在印发《“十四五”铁路发展规划》和修编《中长期铁路网规划》中注重将生态保护、绿色发展理念贯穿到铁路规划、建设、运营和维护全过程，进一步优化铁路网布局 and 结构，更好发挥铁路在综合交通运输体系中的骨干作用。

持续推动运输结构调整优化。印发《推进多式联运发展优化调整运输结构工作方案（2021-2025年）》，推动大宗货物和中长距离货物公路运输转铁路运输、公路运输转水运。持续推动多式联运示范工程创建，引导多式联运“一单制”“一箱制”探索创新和推广应用。研究制定多式联运发展优化调整运输结构的工作方案，制定《多式联运运载单元标识》《多式联运货物分类与代码》等标准，加强不同运输方式规则衔接。截至2022年底，累计创建四批116个多式联运示范工程项目。2022年，示范线路基本覆盖国家综合交通枢纽城市和立体交通网主骨架。2022年，全国铁路、水路货运量较2020年分别增加4.32亿吨、9.37亿吨，分别增长9.49%和12.31%。

深入实施城市公共交通优先发展战略。积极引导公众优先选择公共交通。2022年，全国城市公交客运量353亿人次。截至2022年底，全国共有87个城市参与国家公交都市创建，46个城市通过验收并被授予“国家公交都市建设示范城市”称号；全国城市公交运营线路7.8万条，线路长度166万公里，公交专用道长度近2万公里；城市新能源公交车总量达到54.26万辆，占比达到77.2%；新能源巡游出租车总量达到29.96万辆，占比达到22.0%。

有序推进国三及以下排放标准营运柴油货车淘汰。完成京津冀及周边地区、汾渭平原国三及以下排放标准营运柴油货车淘汰任务，截至2021年底，累计淘汰柴油货车110余万辆；加强道路运输车辆燃料消耗量限值管理，按程序发布符合安全、节能要求的营运客货车达标车型，截至2022年底，累计发布道路运输车辆达标车型公告40余批；印发《汽车排放性能维护（维修）技术示范站管理办法》，推动提升汽车排放性能维护（维修）能力，加强在用汽车节能减少碳排放。

开展绿色低碳交通强国专项试点和城市绿色货运配送示范工程。开展绿色低碳交通强国专项试点等工作，以运输结构调整、绿色出行、资源节约集约利用、基础设施节能降碳、新能源和清洁能源车船推广应用为重点，推动交通运

输绿色低碳转型和高质量发展。以建设“集约、高效、绿色、智能”的城市货运配送服务体系为导向，组织开展了三批 77 个城市绿色货运配送示范工程创建工作，形成集约高效的城市货运配送组织链条。截至 2022 年底，示范工程创建城市累计新增新能源物流配送车辆 26 万辆，保有量超过 41 万辆，占全国新增新能源物流车辆总量 50%左右。

积极推进民航绿色低碳循环发展专项行动。深入推进机场运行电动化。加强行业能耗与排放统计制度建设，完成年度民航飞行活动碳排放管理工作。截至 2022 年底，全国机场场内电动车量占比约 24%，旅客吞吐量 500 万人次以上机场飞机辅助动力装置（APU）替代设备实现“应装尽装、应用尽用”，年节省航油约 24 万吨，减少二氧化碳排放约 76 万吨。不断优化临时航线划设与使用机制。2020—2022 年，共计 138.2 万架次航班使用临时航路，缩短飞行距离 5033.3 万公里，节省燃油消耗 27.2 万吨，减少二氧化碳排放 85.7 万吨。

推动内河航运绿色发展。印发《关于加快内河船舶绿色智能发展的指导意见》，积极推进船舶应用新能源清洁能源，鼓励 LNG、电池动力等船舶发展，推进长江经济带等重点区域船舶靠港使用岸电工作，加快长江船舶岸电受电设施改造，岸电使用量大幅提高。

鼓励引导绿色出行。印发《绿色出行创建行动方案》，组织 109 个城市开展绿色出行创建，北京等 97 个城市绿色出行比例达到 70%以上，绿色出行服务满意率不低于 80%。组织开展绿色出行宣传月、公交出行宣传周、全国节能宣传周和全国低碳日等活动，广泛倡导公众优先选择公共交通、自行车、步行等绿色出行方式。

（六）巩固和提升生态系统碳汇

制定并实施《中华人民共和国湿地保护法》，印发《“十四五”林业草原保护发展规划纲要》，明确了“十四五”期间林业草原保护发展的总体思路、目标要求和重点任务。印发《全国国土绿化规划纲要（2022—2030 年）》，全面部署当前和今后一个时期中国国土绿化工作，进一步夯实减缓和适应气候变化的基础。印发《生态系统碳汇能力巩固提升实施方案》，提出未来一段时期中国生态系统碳汇工作的目标和一揽子举措，突出森林在陆地生态系统碳汇中的主体作用，提升生态系统固碳增汇能力，增加自然生态系统对气候变化的适应性。印发《关于科学绿化的指导意见》《关于加强草原保护修复的若干意见》，指导地方科学开展生态保护修复，有效提升生态系统质量和稳定性。印发《全国湿地保护规划（2022—2030 年）》，把泥炭沼泽湿地、红树林等纳入规划范围。开展林草服务碳中和研究。

科学开展大规模国土绿化，提升碳汇增量。坚持扩绿增汇一体推进，2020—2022年共完成造林绿化1420万公顷、种草改良草原911.07万公顷、治理沙化石漠化土地538.33万公顷。全面实行造林绿化任务带位置上报、带图斑下达，推进造林、林草改良、防沙治沙等任务落地上图。推动建立国务院加强荒漠化综合防治和推进“三北”等重点生态工程建设协调机制，助力提升荒漠生态系统碳汇能力。

开展森林可持续经营试点和林业碳汇试点。2020年启动森林可持续经营试点。2022年度发布林业碳汇试点市（县）和国有林场森林碳汇试点名单。鼓励试点创新和探索，以提升林业碳汇能力为核心目标，结合各地实际，创新森林增汇技术、有效提升碳汇测算与报告能力、探索林业碳汇价值实现机制和路径。印发《林业碳汇项目审定和核证指南》，巩固生态系统固碳作用，提升生态系统碳汇能力，加强生态系统碳汇基础支撑。

全面加强山水林田湖草沙一体化保护和修复。持续通过草原生态修复工程项目支持有关省（区、市）开展草原生态修复治理。2021—2022年，共计投入中央资金123.95亿元，支持有关省（区、市）开展种草改良生态修复628万公顷，有效修复草原植被，提升草原碳汇能力。2020—2022年，将19个项目纳入“十四五”第一批和第二批中央财政支持范围，每个项目安排中央财政奖补资金20亿元，其中下达资金294亿元。山水工程实施区域均位于“三区四带”国家生态安全屏障，工程的实施对提升黄河流域、长江流域等重点生态地区生态系统稳定性、多样性、持续性和碳汇能力发挥了积极作用。2020年印发《红树林保护修复专项行动计划（2020—2025年）》，部署了红树林保护修复工作任务，提出了到2025年红树林营造和修复目标。2021年起，聚焦红树林等生态系统典型区域，开展碳储量调查和碳汇监测试点工作。

严格保护自然生态空间，维护生态系统碳库稳定。全面建立林长制，构建以国家公园为主体的自然保护地体系和森林草原防灭火一体化体系，加强林草有害生物防控，强化建设项目占用林地管理和林木采伐管理。加强监督执法，严厉打击违法违规破坏林地和森林的行为。制修订《中华人民共和国土地管理法》《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国防沙治沙法》《中华人民共和国湿地保护法》《中华人民共和国黄河保护法》《中华人民共和国长江保护法》《中华人民共和国青藏高原生态保护法》等多部法律，有效保护森林、草原、湿地、河湖、海洋、荒漠、冻土等自然生态系统碳库储碳功能，夯实生态系统碳汇基础。

编制实施生态修复规划，筑牢国家生态安全屏障。印发《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》，明确了以“三区四带”

[12]为主体的国家生态安全屏障体系，系统谋划了到 2035 年生态保护修复重大任务。2020—2021 年陆续印发 9 个配套专项规划，布局了到 2035 年“三区四带”国家生态安全屏障体系建设系列重点工程。从 2020 年起，组织编制省级国土空间生态修复规划，截至 2022 年底，已有 21 个省（区、市）印发了本地区省级国土空间生态修复规划。

强化科技支撑保障。推进“碳中和背景下森林碳汇形成及经营响应机理”重点研发项目，围绕森林碳汇监测、计量、提升、价值实现机制开展研究。积极推进“林草助力碳中和战略研究”和“林草碳中和愿景实现目标战略研究”等项目实施。加快生态站建设，完善站点布局，优化管理服务，为应对气候变化、实现“双碳”目标提供科技支撑。

（七）加强非二氧化碳温室气体排放控制

《“十四五”现代能源体系规划》中提出“推动化石能源绿色低碳开采，强化煤炭绿色开采和洗选加工，加大油气田甲烷采收利用力度，加快二氧化碳驱油技术推广应用。到 2025 年，煤矿瓦斯利用量达到 60 亿立方米”。2021 年 10 月，中国提交《中国落实国家自主贡献成效和新目标新举措》，首次明确了能源领域甲烷控排的方向：“重点通过合理控制煤炭产能、提高瓦斯抽采利用率等，以及控制石化行业挥发性有机物排放量、鼓励采用绿色完井技术、推广伴生气回收技术等举措，有效控制煤炭、油气开采甲烷排放”。

2023 年 11 月发布《甲烷排放控制行动方案》。作为中国首份全面、专门的甲烷排放控制政策性文件，方案中提出“十四五”和“十五五”期间重点领域甲烷排放控制的目标，以及甲烷排放控制八项重点任务，包括加强甲烷排放监测、核算、报告和核查体系建设，推进能源领域甲烷排放控制，推进农业领域甲烷排放控制，加强垃圾和污水处理甲烷排放控制，加强污染物与甲烷协同控制，加强技术创新和甲烷排放控制监管，加快构建法规标准政策体系，加强全球甲烷治理与合作等。

煤炭领域。大力推进煤矿瓦斯抽采利用，按年度研究部署煤矿瓦斯防治任务，推动落实好瓦斯抽采利用支持政策，加强中央预算内投资等资金投入保障，强化应用基础研究、技术咨询、工程服务、标准体系等支撑。2020 年 6 月，印发《清洁能源发展专项资金管理暂行办法》，通过中央一般公共预算安排，使用专项资金对煤层气（煤矿瓦斯）等非常规天然气开采利用给予奖补，按照“多增多补”的原则分配。同年 11 月，印发《关于进一步加强煤炭资源开发环境影响评价管理的通知》，提出“甲烷体积浓度大于等于 8%的抽采瓦斯，在确

[12] 青藏高原生态屏障区、黄河重点生态区（含黄土高原生态屏障）、长江重点生态区（含川滇生态屏障）、北方防沙带、东北森林带、南方丘陵山地带、海岸带。

保安全的前提下，应进行综合利用。鼓励对甲烷体积浓度在 2%（含）至 8% 的抽采瓦斯以及乏风瓦斯，探索开展综合利用”。推动修订《煤层气（煤矿瓦斯）排放标准》。

油气领域。积极推动油气企业开展甲烷控排工作。2021 年 5 月，中国石油天然气集团有限公司等央企自发成立“中国油气企业甲烷控排联盟”，主要油气企业先后公布碳达峰碳中和目标及甲烷减排行动计划，探索开展油气行业全产业链甲烷排放管控，并承诺力争 2025 年成员企业天然气生产过程甲烷平均排放强度降到 0.25% 以下，接近世界先进水平，努力于 2035 年达到世界一流水平。2020—2022 年间，中国完成 5 家油田四轮次场站泄漏监测，共计覆盖 19 个场站，合计点位 68 万多个。

工业领域。《〈关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书〉基加利修正案》2021 年 9 月 15 日对中国正式生效（暂不适用于香港特别行政区）。同年 9 月发布《中国受控消耗臭氧层物质清单》，将氢氟碳化物纳入管控范围，10 月发布《中国进出口受控消耗臭氧层物质名录》，并自 11 月 1 日起对文件中所列氢氟碳化物实施进出口许可证管理制度。按照相关要求，加强对氢氟碳化物排放管控，要求严格控制部分氢氟碳化物化工生产建设项目、加强相关建设项目环境管理，企业不得直接排放副产三氟甲烷。2020 年三氟甲烷处理率提升至 95.5%，减排三氟甲烷 8.28 亿吨二氧化碳当量。逐步淘汰电网中六氟化硫的使用，推广节能、低增温潜势的相关电力设施。

农业领域。出台《中华人民共和国乡村振兴促进法》《中华人民共和国黑土地保护法》等，为农业农村减排固碳提供法律保障。2021 年 11 月，发布《农业农村减排固碳十大技术模式》，提出了稻田甲烷减排技术、反刍动物肠道甲烷减排技术、畜禽粪便管理温室气体减排技术，农村沼气综合利用技术等相关的甲烷减排技术。2022 年 1 月，发布《推进生态农场建设的指导意见》提出，要以生态农场为重点对象，探索稻田甲烷、农用地氧化亚氮、动物肠道甲烷、畜禽粪便管理甲烷和氧化亚氮减少排放为重点的低碳补偿政策。2022 年 5 月印发的《农业农村减排固碳实施方案》，从种植业、畜牧业、渔业三个领域布置了降低稻田甲烷排放、降低反刍动物肠道甲烷排放强度、减少畜禽粪污管理的甲烷和氧化亚氮排放等重点任务，并将稻田甲烷减排行动列为十大重大行动之首，推动农业农村减排固碳。构建秸秆还田下水稻丰产与甲烷减排的稻作新模式，大幅度减少甲烷排放；培育并推广节水抗旱稻，在安徽、湖北、浙江、海南等地年种植面积超过 20 万公顷；推进化肥减量增效，降低农田氧化亚氮排放。

废弃物领域。2021年1月《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》提出，要强化污水、垃圾等集中处置设施环境管理，协同控制甲烷、氧化亚氮等温室气体。推广污水处理厂污泥沼气热电联产及水源热泵等热能利用技术；提高污泥处置和综合利用水平。2020年11月《关于进一步推进生活垃圾分类工作的若干意见》指出，深入推进生活垃圾分类工作，加快生活垃圾焚烧处理设施建设。2021年中国垃圾填埋处理量相较峰值水平下降约57%，垃圾填埋处理占比已不足30%，大幅减少了垃圾处理过程产生的甲烷排放。截至2022年底，全国城市和县城污水处理量分别达到6268.89亿立方米和111.41亿立方米，污水处理率达到98.1%和96.9%。

（八）推进减污降碳协同增效

2021年1月，发布《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》，正式提出应对气候变化与生态环境保护相关工作统一谋划、统一布置、统一实施、统一检查的原则要求，并从战略规划、政策法规、制度体系、试点示范、国际合作等领域明确了目标和任务，标志着减污降碳政策从“弱相关”进入到“强联合”的阶段。

2021年7月，印发《关于开展重点行业建设项目碳排放环境影响评价试点的通知》，率先在河北、吉林、浙江、山东、广东、重庆、陕西等地，从电力、钢铁、建材、有色、石化和化工等重点行业入手，深入推动试点工作的开展。碳监测评估试点工作、“三线一单”减污降碳协同管控试点工作等重要协同政策部署有条不紊展开。9月印发《碳监测评估试点方案》，在原有环境监测工作基础和经验上，聚焦重点行业、城市、区域三个层面，探索建立高质量的碳监测评估技术方法体系和业务化运行模式。10月印发《关于在产业园区规划环评中开展碳排放评价试点的通知》，优先选择涉及碳排放重点行业或正在开展规划环评工作且具备碳排放评价工作基础的国家级和省级产业园区先行先试，探索在产业园区规划环评中开展碳排放评价的技术方法和工作路径。

2021年11月，印发《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，要求以实现减污降碳协同增效为总抓手，通过七项举措深入推进碳达峰行动。以降碳为重点设计各要素攻坚战略路径，“十四五”时期，严控煤炭消费增长，京津冀及周边地区、长三角地区煤炭消费量分别下降10%、5%左右，汾渭平原煤炭消费量实现负增长。原则上不再新增自备燃煤机组，支持自备燃煤机组实施清洁能源替代，鼓励自备电厂转为公用电厂。坚持“增气减煤”同步，新增天然气优先保障居民生活和清洁取暖需求。提高电能占终端能源消费比重。重点区域的平原地区散煤基本清零。有序扩大清洁取暖试点城市范围，稳步提升北方地区清洁取暖水平。

2022年6月，印发《减污降碳协同增效实施方案》，协同推进减污降碳，实现一体谋划、一体部署、一体推进、一体考核制定。以突出协同增效、强化源头防控、优化技术路径、注重机制创新和鼓励先行先试为原则，实现“到2025年，减污降碳协同推进的工作格局基本形成；重点区域、重点领域结构优化调整和绿色低碳发展取得明显成效；形成一批可复制、可推广的典型经验；减污降碳协同度有效提升”和“到2030年，减污降碳协同能力显著提升，助力实现碳达峰目标；大气污染防治重点区域碳达峰与空气质量改善协同推进取得显著成效”等目标。提出到2030年，大气污染防治重点区域新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售量的50%左右。

（九）建立健全全国碳市场

2021年，全国碳排放权交易市场（强制碳市场）正式启动上线交易，2024年，全国温室气体自愿减排交易市场（自愿碳市场）启动，强制和自愿两个市场各有侧重、独立运行，又互补衔接、互联互通，共同构成了中国碳市场体系，实现了以市场机制控制和减少温室气体排放的“双轮驱动”，逐步形成了以全国碳市场为主体的中国碳定价机制，有力推动了中国经济社会绿色化、低碳化发展。目前全国碳排放权交易市场已顺利完成两个履约周期，覆盖年度二氧化碳排放量约51亿吨，纳入重点排放单位2257家，是全球覆盖温室气体排放量最大的碳市场。截至2023年底，全国碳排放权交易市场累计成交量达到4.4亿吨，成交额约249亿元，市场总体运行平稳，价格发现机制作用初步显现，企业减排意识和能力明显增强，基本实现预期建设目标。

建立了较为完备的制度框架体系。国务院印发实施《碳排放权交易管理暂行条例》，生态环境部出台管理办法和碳排放权登记、交易、结算等3个管理规则，以及发电行业碳排放核算报告核查技术规范和监督管理要求等。对注册登记、排放监测、核算、报告、核查、配额分配、配额交易、配额清缴等关键环节和全流程明确要求和规范，初步形成拥有行政法规、部门规章、交易和注册登记机构业务规则组成的全国碳排放权交易市场法律制度体系和工作机制。

建成“一网、两机构、三平台”的基础设施支撑体系。建成“全国碳市场信息网”，集中发布全国碳市场权威信息资讯。成立全国碳排放权注册登记机构、交易机构，对配额登记、发放、清缴、交易等相关活动精细化管理。建成并稳定运行全国碳排放权注册登记系统、交易系统、管理平台3大基础设施，实现了全业务管理环节在线化、全流程数据集中化、综合决策科学化，全国碳排放权市场基础设施支撑体系基本形成。

碳排放核算和管理能力明显提高。建立碳排放数据质量常态化长效监管机制，实施“国家一省一市”三级联审，充分运用大数据、区块链等信息化技术

智能预警，将数据问题消灭在“萌芽”阶段。创新建立履约风险动态监管机制，督促企业按时足额完成配额清缴。企业均建立碳排放管理内控制度，将碳资产管理纳入日常生产经营活动，管理水平和核算能力显著提升。

启动全国温室气体自愿减排交易市场。中国积极推动建设全国温室气体自愿减排交易市场，发布《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》，支持各类社会主体自主自愿开发温室气体减排项目，项目的减排效果经过科学方法量化核证后，通过市场出售获取相应的减排贡献收益。发布造林碳汇、并网海上风力发电、并网光热发电、红树林营造等4项首批项目方法学，鼓励具有额外性、唯一性、真实性和保守性的项目减排量申请登记为核证自愿减排量。设置全国温室气体自愿减排注册登记机构、交易机构，组织建设完成全国温室气体自愿减排注册登记系统和交易系统并上线运行，实现与全国碳排放权注册登记系统、全国碳市场管理平台的互联互通。2024年1月22日，全国温室气体自愿减排交易市场启动，丁薛祥副总理出席启动仪式。启动首日共成交37.5万吨减排量，成交额2383.5万元，市场运行平稳。

（十）其他相关进展

循环经济助力降碳行动。修订《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，推行绿色发展方式，促进清洁生产和循环经济发展。印发《关于印发“十四五”循环经济发展规划的通知》《关于印发加快推动工业资源综合利用实施方案的通知》，推进产业园区循环化发展，加强大宗固废综合利用，健全资源循环利用体系。

加强绿色低碳科技创新。印发《“十四五”能源领域科技创新规划》《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022年—2030年）》，完善创新体制机制，加强创新能力建设和人才培养，强化应用基础研究，加快先进适用技术研发和推广应用。大力实施绿色低碳先进技术示范工程，全链条推进源头减碳、过程降碳、末端固碳先进适应技术示范应用。支持建设煤炭清洁高效利用和二氧化碳捕集、利用与封存等原创技术策源地，建设国家建筑绿色低碳技术创新中心，成立海上风电产业技术创新联合体、碳捕集封存和利用技术创新联合体、中国新型储能产业创新联盟、全球低碳冶金创新联盟，打造行业绿色低碳技术交流平台。

开展碳封存资源国情调查与示范。评估掌握中国毗邻海域主要沉积盆地碳封存资源潜力，正在更新评价陆域主要沉积盆地碳封存资源潜力。在鄂尔多斯盆地、黄河三角洲调查筛选一批适宜封存靶区或场地，推动胜利油田百万吨级碳捕集利用与封存全产业链示范基地建设，启动陕西榆林能源化工基地咸水层碳封存重大示范选址。

推进绿色低碳全民行动。印发《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》，加强生态文明宣传教育，开展全国低碳日等宣传活动，推广绿色低碳生活方式，引导企业履行社会责任，强化领导干部培训，设立“全国生态日”，提高全社会生态文明意识，增强全民生态环境保护的思想自觉和行动自觉。

关于废止措施。中国的减缓气候变化政策行动具有连续性，与以往报告相比无废止措施。

二、减缓气候变化政策行动的成效

考虑到数据的可获得性及现有的相关方法学，中国气候变化减缓行动影响及效果评估聚焦能源活动的二氧化碳控排测算，量化的减缓行动主要包括节能减排综合行动、发展非化石能源、增强天然气供应能力、开发水电、发展核电、发展非水可再生能源、工业能效提升行动（见表 2-4）。

表 2-4 减缓行动及其效果汇总表

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
加快推动能源结构调整优化									
节能减排综合行动	完善实施能源消费强度和总量双控、主要污染物排放总量控制制度，组织实施节能减排重点工程，进一步健全节能减排政策机制，推动能源利用效率大幅提高、主要污染物排放总量持续减少，实现节能降碳减污协同增效、生态环境质量持续改善，确保完成“十四五”节能减排目标，为实现碳达峰、碳中和目标奠定坚实基础。	到 2025 年，全国单位国内生产总值能源消耗比 2020 年下降 13.5%，能源消费总量得到合理控制。节能减排政策机制更加健全，重点行业能源利用效率和主要污染物排放控制水平基本达到国际先进水平，经济社会发展绿色转型取得显著成效。	政府监管	执行中	所有领域	二氧化碳	2005	国务院各部委	未估算
发展非化石能源	加快发展风电、太阳能发电，因地制宜开发水电，积极安全有序发展核电，因地制宜发展其他可再生能源。	到 2025 年，非化石能源消费比重提高到 20%左右，非化石能源发电量比重达到 39%左右。	政府监管	执行中	能源	二氧化碳	2005	国家发展和改革委员会、国家能源局	相比 2005 年，2021 年实现减排 17.3 亿吨 CO ₂ ^[15]

[13] 对提供了温室气体减排量的减缓行动，表中所列行动的起始年份为基准年；对未提供温室气体减排量的减缓行动，表中所列行动的起始年为实施“十四五”规划的起始年。

[14] 表中所列减排量为对应减缓行动的减排量，由于各减缓行动会相互影响，因此各减缓行动对应的减排量不能简单相加。

[15] 减排量=（当年非化石能源消费量－基准年非化石能源消费量）×基准年化石能源消费综合排放因子。化石能源消费综合排放因子按化石能源消费产生的二氧化碳排放除以化石能源消费总量计算。其中计算化石能源消费综合排放因子所需数据来自《中国能源统计年鉴 2023》。

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
增强天然气供应能力	加大国内天然气勘探开发，积极扩大非常规资源勘探开发，加快页岩气、煤层气开发力度。	到 2025 年，天然气年产量达到 2300 亿立方米以上。	政府监管	执行中	能源	二氧化碳	2005	国家发展和改革委员会、国家能源局	相比 2005 年，2021 年实现减排 3.9 亿吨 CO ₂ ^[16]
开发水电	因地制宜开发水电。坚持生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线，积极推进水电基地建设，实施小水电清理整改，推进绿色改造和现代化提升。推动西南地区水电与风电、太阳能发电协同互补。	到 2025 年，常规水电装机容量达到 3.8 亿千瓦左右，抽水蓄能装机容量达到 6200 万千瓦以上、在建装机容量达到 6000 万千瓦左右。	政府监管	执行中	能源	二氧化碳	2005	国家发展和改革委员会、国家能源局	相比 2005 年，2021 年实现减排 9.6 亿吨 CO ₂ ^[17]
发展核电	积极安全有序发展核电。在确保安全的前提下，积极有序推动沿海核电项目建设，保持平稳建设节奏，合理布局新增沿海核电项目。开展核能综合利用示范，推动核能在清洁供暖、工业供热、海水淡化等领域的综合利用。	到 2025 年，核电装机容量达到 7000 万千瓦左右。	政府监管	执行中	能源	二氧化碳	2005	国家发展和改革委员会、国家能源局	相比 2005 年，2021 年实现减排 3.6 亿吨 CO ₂ ^[18]
发展非水可再	实施可再生能源替代行动，提高可再生能源消纳和存储能力，巩	2024 年，全国非水可再生能源电力消纳责任权重达到 18% 左右，可再生能源非电利	政府监管	执行	能源	二氧化碳	2005	国家发展和改革委员会	相比 2005 年，2021

[16] 减排量=（当年天然气消费量－基准年天然气消费量）×（基准年化石能源消费综合排放因子－天然气排放因子）。化石能源消费综合排放因子按化石能源消费产生的二氧化碳排放除以化石能源消费总量计算。其中计算化石能源消费综合排放因子及天然气排放因子所需数据来自《中国能源统计年鉴 2023》。

[17] 减排量=（当年水电发电量－基准年水电发电量）×基准年化石能源电力二氧化碳排放因子。其中水电发电量来自历年《中国能源统计年鉴》，基准年化石能源电力二氧化碳排放因子根据《2021 年电力二氧化碳排放因子计算说明》计算。

[18] 减排量=（当年核能发电量－基准年核能发电量）×基准年化石能源电力二氧化碳排放因子。其中核电发电量来自历年《中国能源统计年鉴》，基准年化石能源电力二氧化碳排放因子根据《2021 年电力二氧化碳排放因子计算说明》计算。

第二部分 国家自主贡献进展

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
生能源	固提升可再生能源产业核心竞争力，加快构建新型电力系统，促进可再生能源大规模、高比例、市场化、高质量发展，有效支撑清洁低碳、安全高效的能源体系建设。	用规模达到 6000 万吨标准煤以上		中				会、国家能源局、自然资源部、生态环境部、住房和城乡建设部、农业农村部、中国气象局、国家林业和草原局	年实现减排 11.7 亿吨 CO ₂ ^[19]
全面促进工业绿色低碳转型									
工业能效提升行动	统筹推进能效技术变革和能效管理革新，统筹提高能效监管能力和能效服务水平，统筹提升重点用能工艺设备产品效率和全链条综合能效，稳妥有序推动工业节能从局部单体节能向全流程系统节能转变，积极推进用能高效化、低碳化、绿色化，为实现工业碳达峰碳中和目标奠定坚实能效基础。	到 2025 年，重点工业行业能效全面提升，数据中心等重点领域能效明显提升，绿色低碳能源利用比例显著提高，节能提效工艺技术装备广泛应用，标准、服务和监管体系逐步完善，钢铁、石化化工、有色金属、建材等行业重点产品能效达到国际先进水平，规模以上工业单位增加值能耗比 2020 年下降 13.5%。	政府监管	执行中	能源、IPPU	二氧化碳	2005	工业和信息化部、国家发展和改革委员会、财政部、生态环境部、国务院国资委、市场监管总局	相比 2005 年，2021 年实现减排 51 亿吨 CO ₂ ^[20]

[19] 减排量=（当年非水可再生能源发电量－基准年非水可再生能源发电量）×基准年化石能源电力二氧化碳排放因子。其中非水可再生能源发电量包括风能、太阳能及生物质发电量，数据来自历年《中国能源统计年鉴》。基准年化石能源电力二氧化碳排放因子根据《2021 年电力二氧化碳排放因子计算说明》计算。

[20] 减排量=（基准年单位工业增加值能耗－当年单位工业增加值能耗）×当年工业增加值×基准年化石能源消费综合排放因子。其中，工业增加值按可比价计算。单位工业增加值能耗按工业能源消费总量除以工业增加值计算，化石能源消费综合排放因子按化石能源消费产生的二氧化碳排放除以化石能源消费总量计算。工业增加值数据来自《中国统计年鉴 2023》，计算化石能源消费综合排放因子所需数据均来自《中国能源统计年鉴 2023》。

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
钢铁行业达峰行动	严格落实产能置换和项目备案、环境影响评价、节能评估审查等相关规定，切实控制钢铁产能。强化产业协同，构建清洁能源与钢铁产业共同体。鼓励适度稳步提高钢铁先进电炉短流程发展。推进低碳炼铁技术示范推广。优化产品结构，提高高强高韧、耐腐蚀、节材节能等低碳产品应用比例。	到 2025 年，废钢铁加工准入企业年加工能力超过 1.8 亿吨，短流程炼钢占比达 15% 以上；到 2030 年，富氢碳循环高炉冶炼、氢基竖炉直接还原铁、碳捕集利用封存等技术取得突破应用，短流程炼钢占比达 20% 以上。	政府监管	执行中	能源、IPPU	二氧化碳	2021	国家发展和改革委员会、科技部、工业和信息化部、生态环境部、国务院国资委、市场监管总局、国家能源局等	未估算
石化化工行业达峰行动	增强天然气、乙烷、丙烷等原料供应能力，提高低碳原料比重。推广应用原油直接裂解制乙烯、新一代离子膜电解槽等技术装备。开发可再生能源制取高值化学品技术。	到 2025 年，“减油增化”取得积极进展，新建炼化一体化项目成品油产量占原油加工量比例降至 40% 以下，加快部署大规模碳捕集利用封存产业化示范项目；到 2030 年，合成气一步法制烯烃等短流程合成技术实现规模化应用。	政府监管	执行中	能源、IPPU	二氧化碳	2021	国家发展和改革委员会、科技部、工业和信息化部、生态环境部、国务院国资委、市场监管总局、国家能源局等	未估算

第二部分 国家自主贡献进展

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
建材行业达峰行动	围绕建材行业碳达峰总体目标，以深化供给侧结构性改革为主线，以总量控制为基础，以提升资源综合利用水平为关键，以低碳技术创新为动力，全面提升建材行业绿色低碳发展水平，确保如期实现碳达峰。	“十四五”期间，建材产业结构调整取得明显进展，行业节能低碳技术持续推广，水泥、玻璃、陶瓷等重点产品单位能耗、碳排放强度不断下降，水泥熟料单位产品综合能耗水平降低 3%以上；“十五五”期间，建材行业绿色低碳关键技术产业化实现重大突破，原燃料替代水平大幅提高，基本建立绿色低碳循环发展的产业体系。确保 2030 年前建材行业实现碳达峰。	政府监管	执行中	能源、IPPU	二氧化碳	2021	工业和信息化部、国家发展和改革委员会、生态环境部、住房和城乡建设部	未估算

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
有色金属行业达峰行动	围绕有色金属行业碳达峰总体目标，以深化供给侧结构性改革为主线，以优化冶炼产能规模、调整优化产业结构、强化技术节能降碳、推进清洁能源替代、建设绿色制造体系为着力点，提高全产业链减污降碳协同效能，加快构建绿色低碳发展格局，确保如期实现碳达峰目标。	“十四五”期间，有色金属产业结构、用能结构明显优化，低碳工艺研发应用取得重要进展，重点品种单位产品能耗、碳排放强度进一步降低，再生金属供应占比达到24%以上；“十五五”期间，有色金属行业用能结构大幅改善，电解铝使用可再生能源比例达到30%以上，绿色低碳、循环发展的产业体系基本建立。确保2030年前有色金属行业实现碳达峰。	政府监管	执行中	能源、IPPU	二氧化碳	2021	工业和信息化部、国家发展和改革委员会、生态环境部	未估算
推进建筑领域绿色低碳发展									
城乡建设领域碳达峰行动	统筹发展和安全，以绿色低碳发展为引领，推进城市更新行动和乡村建设行动，加快转变城乡建设方式，提升绿色低碳发展质量，不断满足人民群众对美好生活的需要。	2030年前，城乡建设领域碳排放达到峰值。城乡建设绿色低碳发展政策体系和体制机制基本建立；建筑节能、垃圾资源化利用等水平大幅提高，能源资源利用效率达到国际先进水平；用能结构和方式更加优化，可再生能源应用更加充分；城乡建设方式绿色低碳转型取得积极进展，“大量建设、大量消耗、大量排放”基本扭转；城市整体性、系统性、生长性增强，“城市病”问题初步解决；建筑品质和工程质量进一步提高，人居环境质量大幅改善；绿色生活方式普遍形成，绿色低碳运行初步实现；力争到2060年前，城乡建设方式全面实现绿色低碳转型，系统性变革全面实现，美好人居环境全面建成，城乡建设领域碳排放治理现代化全面实现，人民生活更加幸福。	政府监管	执行中	能源、IPPU、废弃物处理	二氧化碳	2021	住房和城乡建设部、国家发展和改革委员会	未估算

第二部分 国家自主贡献进展

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
建筑节能与绿色建筑发展	提高建筑绿色低碳发展质量，降低建筑能源资源消耗，转变城乡建设发展方式，为2030年实现城乡建设领域碳达峰奠定坚实基础。	到2025年，完成既有建筑节能改造面积3.5亿平方米以上，建设超低能耗、近零能耗建筑0.5亿平方米以上，装配式建筑占当年城镇新建建筑的比例达到30%，全国新增建筑太阳能光伏装机容量0.5亿千瓦以上，地热能建筑应用面积1亿平方米以上，城镇建筑可再生能源替代率达到8%，建筑能耗中电力消费比例超过55%。	政府监管	执行中	能源	二氧化碳	2021	住房和城乡建设部	未估算
构建低碳交通体系									
发展绿色交通	重点推动交通运输节能降碳，协同推进交通运输高质量发展和生态环境高水平保护，加快形成绿色低碳运输方式，促进交通与自然和谐发展，为加快建设交通强国提供有力支撑。	到2025年，营运车辆单位运输周转量二氧化碳排放较2020年下降5%，营运船舶单位运输周转量二氧化碳排放较2020年下降3.5%，营运船舶氮氧化物排放总量较2020年下降7%，全国城市公交、出租汽车（含网约车）、城市物流配送领域新能源汽车占比72%、35%、20%，国际集装箱枢纽海港新能源清洁能源集卡占比60%，长江经济带港口和水上服务区当年使用岸电电量较2020年增长100%，集装箱铁水联运量年均增长15%，城区常住人口100万以上城市中绿色出行比例超过70%的城市数量60个。	政府监管	执行中	交通	二氧化碳	2021	交通运输部	未估算
优化调整运输结构行动	深入推进京津冀及周边地区、晋陕蒙煤炭主产区运输绿色低碳转型。加快推进长三角地区、粤港澳大湾区铁水联运发展。	“十四五”期间，集装箱铁水联运量年均增长15%以上。	政府监管	执行中	交通	二氧化碳	2021	交通运输部	未估算

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
绿色出行创建行动	以直辖市、省会城市、计划单列市、现有国家公交都市创建城市以及其他城区常住人口 100 万人以上的城市作为主要创建对象，鼓励周边中小城市参与绿色出行创建行动。重点创建 100 个左右绿色出行城市，引导公众出行优先选择公共交通、步行和自行车等绿色出行方式，不断提高城市绿色出行水平。	到 2025 年，力争创建城市中绿色出行比例达到 70% 的超过 60 个。	政府监管	执行中	交通	二氧化碳	2021	交通运输部	未估算
新能源推广应用行动	开展电动货车和氢燃料电池车辆推广行动，城市绿色货运配送示范工程，岸电推广应用行动，近零碳枢纽场站建设行动。	开展电动货车、氢燃料电池汽车试点应用。深入推进重点区域、重点省市、重点航线岸电建设与使用，着力提高岸电设施使用率。推进重要港区、货运场站加快应用新能源和可再生能源。	政府监管	执行中	交通	二氧化碳	2021	交通运输部	未估算
巩固和提升生态系统碳汇									
巩固和提升森林碳汇	全面保护天然林。继续全面停止天然林商业性采伐。将天然林和公益林纳入统一管护体系。加强自然封育，持续增加天然林资源总量。强化天然中幼林抚育，开展退化次生林修复。强化森林经营。建立和实行以森林经营规划和森林经营方案为基础的森林培育、保护、利用决策管理机制。实施森林质量精准提升工程，重点加强东部、南部地区森林抚育	到 2025 年，森林覆盖率达到 24.1%，森林蓄积量达到 190 亿立方米。	政府监管	执行中	LULUCF	二氧化碳	2021	国家林业和草原局	未估算

第二部分 国家自主贡献进展

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
	和退化林修复，加大人工纯林改造力度，培育复层异龄混交林，建设国家储备林。								
巩固和提升草原和湿地碳汇	加强草原保护修复：严格草原禁牧和草畜平衡，加快草原生态修复，推行草原休养生息。 强化湿地保护修复：全面保护湿地，修复退化湿地，加强湿地管理。	到 2025 年，草原综合植被盖度达到 57%。	政府监管	执行中	LULUCF	二氧化碳	2021	国家林业和草原局	未估算
加强非二氧化碳温室气体排放控制									
甲烷排放控制行动	加快形成甲烷排放监管体系，推进减污降碳协同增效，有力有序有效控制甲烷排放。	“十四五”期间，甲烷排放控制政策、技术和标准体系逐步建立，甲烷排放统计核算、监测监管等基础能力有效提升，甲烷资源化利用和排放控制工作取得积极进展。种植业、养殖业单位农产品甲烷排放强度稳中有降，全国城市生活垃圾资源化利用率和城市污泥无害化处置率持续提升。“十五五”期间，甲烷排放控制政策、技术和标准体系进一步完善，甲烷排	政府监管	执行中	能源、农业、废弃物管理	甲烷	2021	生态环境部、外交部、国家发展和改革委员会、科技部、工业和信息化部、财政部、自然资源部、	未估算

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
		放统计核算、监测监管等基础能力明显提升，甲烷排放控制能力和管理水平有效提高。煤矿瓦斯利用水平进一步提高，种植业、养殖业单位农产品甲烷排放强度进一步降低。此后，石油天然气开采行业力争逐步实现陆上油气开采零常规火炬。						住房和城乡建设部、农业农村部、应急管理部、国家能源局	
强化能源领域甲烷综合利用	促进油气田放空甲烷排放管控，鼓励企业因地制宜开展伴生气与放空气回收利用。鼓励引导煤炭企业加大煤矿瓦斯抽采利用。	到 2025 年，煤矿瓦斯年利用量达到 60 亿立方米；到 2030 年，油田伴生气集气率达到国际先进水平。	政府监管	执行中	能源	甲烷	2021	国家发展和改革委员会、国家能源局	未估算
推进畜禽粪污资源化利用	以畜禽规模养殖场为重点，改进畜禽粪污存储及处理设施装备，推广粪污密闭处理、气体收集利用或处理等技术，建立粪污资源化利用台账，探索实施畜禽粪污养分平衡管理，提高畜禽粪污处理及资源化利用水平。因地制宜发展农村沼气，推进沼气集中供气供热、发电上网以及生物天然气车用或并入燃气管网等应用。	到 2025 年，畜禽粪污综合利用率达到 80% 以上；2030 年达到 85% 以上。	政府监管	执行中	农业	甲烷、氧化亚氮	2021	生态环境部、农业农村部、住房和城乡建设部、水利部、国家乡村振兴局	未估算
推进垃圾处理甲烷排放控制	推动生活垃圾源头减量、分类回收和资源化利用，健全城市生活垃圾的资源化利用体系。有序推进厨余垃圾处理设施建设。加强生活垃圾填埋场综合整治，提高填埋气体回收利用水平。	到 2025 年，全国城市生活垃圾资源化利用率达到 60% 左右。	政府监管	执行中	废弃物管理	甲烷	2021	国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部	未估算

第二部分 国家自主贡献进展

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
加强污水处理领域甲烷收集利用	全面提升城镇生活污水收集处理效能，稳步提高污泥无害化、资源化利用水平。鼓励有条件的污水处理项目，采用污泥厌氧消化等方式产生沼气并加强回收利用。	到 2025 年，城市污泥无害化处置率达到 90% 以上。	政府监管	执行中	废弃物管理	甲烷	2021	国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部、生态环境部	未估算
全国碳市场建设									
全国碳排放权交易市场	充分发挥市场机制对控制温室气体排放的作用，稳步推进建立全国统一的碳排放权交易市场，为中国有效控制和逐步减少碳排放，推动绿色低碳发展作出新贡献。	利用市场机制控制和减少温室气体排放，推动经济社会发展绿色化、低碳化发展。	经济手段	执行中	交叉领域	二氧化碳	2021	生态环境部	未估算
全国温室气体自愿减排交易市场	对中国境内可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的温室气体减排效果进行量化核证。	降碳增汇，避免、减少温室气体排放，实现温室气体的清除。	经济手段	执行中	交叉领域	所有气体	2021	生态环境部	未估算
完善支持绿色发展的财税、金融、投资、价格政策和标准体系									
建设财政支持绿色低碳发展政策体系	积极构建有利于促进资源高效利用和绿色低碳发展的财税政策体系，推动有为政府和有效市场更好结合，支持如期实现碳达峰碳中和目标。	到 2025 年，财政政策工具不断丰富，有利于绿色低碳发展的财税政策框架初步建立，有力支持各地区各行业加快绿色低碳转型；2030 年前，有利于绿色低碳发展的财税政策体系基本形成，促进绿色低碳发展的长效机制逐步建立，推动碳达峰目标顺利实现；2060 年前，财政支持绿色低碳发展政策体系成熟健全，推动碳中和目标	经济手段	执行中	所有领域	所有气体	2021	财政部	未估算

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

行动名称	说明	目标	政策工具类型	状态	涉及领域	涉及气体	实施起始年份 ^[13]	实施实体	温室气体减排量 ^[14]
		顺利实现。							
银行业金融机构绿色金融评价方案	鼓励银行业金融机构积极拓展绿色金融业务，不断加强对高质量发展和绿色低碳发展的金融支持，统筹开展绿色金融评价。	提升金融支持绿色低碳高质量发展的能力，优化绿色金融激励约束机制。	经济手段	执行中	所有领域	所有气体	2021	中国人民银行	未估算
碳减排支持工具	通过设立碳减排支持工具，引导金融机构积极支持清洁能源、节能环保、碳减排技术三个重点减碳领域，对于符合要求的贷款，按贷款本金的 60%提供低成本资金支持	运用央行低成本再贷款资金，引导金融机构加大对重点减碳领域信贷支持力度。	经济手段	执行中	能源、IPPU	二氧化碳	2021	中国人民银行、国家发展和改革委员会、生态环境部	近 2 亿吨

第三部分 气候变化影响和适应

中国人口众多，幅员辽阔，资源丰富，气候条件复杂，灾害性天气多发。气候变化已经对中国的自然生态系统和社会经济系统造成显著影响，损失损害不断增加。中国政府把主动适应气候变化作为实施积极应对气候变化国家战略的重要内容，积极落实《中国落实国家自主贡献成效和新目标新举措》，相关政策与行动，重点领域适应气候变化工作取得了显著成效。中国主动开展适应气候变化国际合作及相关联合研究，推动互学互鉴与知识共享，有效增强了中国及其他发展中国家适应气候变化能力，提升了决策者和公众的理念意识。与此同时，中国在开展适应行动方面也面临着诸多挑战，如气候变化监测预警和风险管理能力不强、自然生态系统适应气候变化能力不足、经济社会系统适应气候变化能力不足等。

第一章 国情和组织机构安排

一、与适应气候变化相关的国情概况

（一）地形地貌

中国地形多种多样，高原、丘陵、山地、盆地和平原等五种基本地形均有分布，其中山地、高原和丘陵约占陆地面积的 67%，盆地和平原约占陆地面积的 33%。地势西高东低，大致呈三级阶梯状分布。地势的第一级阶梯为平均海拔 4000 米以上的青藏高原。青藏高原是中国重要的生态安全屏障、战略资源储备基地和高寒生物种质资源宝库，孕育了黄河、长江、澜沧江-湄公河等 10 条重要河流，地势总体自西北向东南倾斜。地势的第二级阶梯平均海拔在 1000~2000 米，分布着大型盆地和高原，包括内蒙古高原、黄土高原、云贵高原、塔里木盆地、准噶尔盆地和四川盆地。地势的第三级阶梯上主要分布着广阔的平原，间有丘陵和低山，海拔多在 500 米以下，辽东丘陵、山东丘陵、江南丘陵和东北平原、华北平原、长江中下游平原及珠江三角洲平原等交错分布。在中国陆地东部分布着中国的内海渤海和边缘海黄海、东海、南海，海水深度自北向南逐级增加。漫长的海岸线外有宽广的大陆架（图 3-1）。

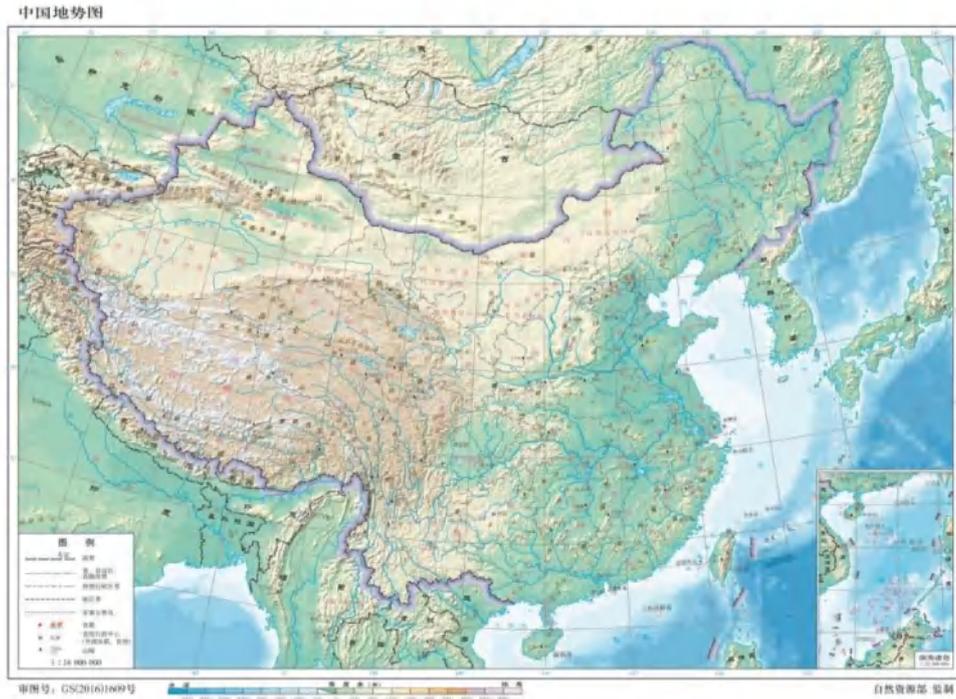


图 3-1 中国地势图

(二) 气候与气候灾害

中国气候复杂多样，东部属季风气候，西北部属温带大陆性气候，青藏高原属高寒气候。中国大部处于北温带，南北纬度相差达 50° ，北方与南方太阳高度差别显著，北方大部地区气温低，且南北气温差别大。中国的气候具有夏季高温多雨、冬季寒冷少雨、高温期与多雨期一致的特征。年降水量空间分布从东南沿海向西北内陆递减。多年平均气温和降水数据变化趋势详见本部分第二章。

中国自然天气气候事件多发频发，其中干旱、洪涝、寒潮、台风等是对中国影响较大的主要灾害性天气，海洋灾害以风暴潮、海浪和赤潮灾害为主。北方以旱灾居多，南方则旱涝灾害均有发生。夏秋季节，中国东南沿海经常会受到热带风暴侵袭，以 6~9 月最为频繁。秋冬季节，来自蒙古、西伯利亚的冷空气南下会引发寒潮，造成低温、大风、沙暴、霜冻等灾害。近年气候灾害特点为时空分布不均，夏秋季多发、中西部受灾重；洪涝灾害“南北重、中间轻”；长江流域发生夏秋连旱；低温雨雪冰冻影响西南、中南地区，新疆局地雪灾严重；山东、广东等地受风暴潮影响严重。

(三) 自然资源情况

1. 土地资源

中国土地资源类型复杂多样，耕地、林地、草地、荒漠、滩涂等均有大面

积分布，但人均耕地占有量较少。东北平原、华北平原、长江中下游平原、珠江三角洲平原和四川盆地是耕地分布最为集中的地区，草原多分布在北部和西部，森林主要集中分布在东北、西南和华南地区。各类型土地利用面积数据详见第一部分第六章。

2. 水资源

中国是世界上河流湖泊最多的国家之一，其中流域面积超过 1000 平方千米的河流有 2221 条，面积在 1 平方千米以上的天然湖泊超过 2800 个。中国水资源时空分布不均衡，在时间分配上具有夏秋多、冬春少和年际变化大的特点，在空间分配上表现为东多西少、南多北少的特点。中国人均水资源量仅为世界平均水平的四分之一。2022 年，中国水资源总量为 27088.1 亿立方米，其中，地表水资源量为 25984.4 亿立方米，地下水资源量为 7924.4 亿立方米（地下水与地表水资源不重复量为 1103.7 亿立方米），全国水资源总量占降水总量的 45.3%；人均水资源量为 1918.8 立方米/人；供水总量为 5998.2 亿立方米，占当年水资源总量的 22.1%^[21]。

中国水能资源蕴藏量居世界前列。江河水力资源技术可开发量主要集中在长江流域、雅鲁藏布江流域和黄河流域，地处西南地区的四川、云南和西藏是水力资源丰富的省份。

3. 海洋资源

根据《联合国海洋法公约》有关规定和中国主张，中国管辖海域面积约 300 万平方千米。中国海岸线长度约 3.2 万公里，其中，大陆海岸线长 1.8 万多公里，岛屿岸线长 1.4 万多公里，共有海岛 11000 余个，海洋生物 2 万多种^[22]，海洋资源丰富。

4. 生物多样性

中国具有地球陆地生态系统的各种类型，其中森林 212 类、竹林 36 类、灌丛 113 类、草甸 77 类、荒漠 52 类、自然湿地 30 类。有红树林、珊瑚礁、海草床、海岛、海湾、河口和上升流等多种类型的海洋生态系统；有农田、人工林、人工湿地、人工草地和城市等人工生态系统^[23]。

在物种多样性方面，2022 年，《中国生物物种名录》收录物种及种下单元 138293 个（物种 125034 个、种下单元 13259 个）。其中，列入《国家重点保护野生动物名录》的野生动物有 980 种和 8 类，列入《国家重点保护野生植物名录》的野生植物有 455 种和 40 类。

[21] 资料来源于《2022 年中国水资源公报》。

[22] 资料来源于《2022 年中国自然资源统计公报》。

[23] 资料来源于《2021 中国生态环境状况公报》。

在遗传资源多样性方面，中国有栽培作物 528 类 1339 个栽培种，经济树种达 1000 种以上，原产观赏植物种类达 7000 种，家养动物 948 个品种^[24]。

（四）经济社会情况

1. 经济发展

详见第二部分第一章。

2. 人口

分区域看，2020 年中国东部地区人口为 5.64 亿人，占 39.93%；中部地区人口为 3.65 亿人，占 25.83%；西部地区人口为 3.83 亿人，占 27.12%；东北地区人口为 0.99 亿人，占 6.98%^[25]。

其他有关人口情况的介绍详见第二部分第一章。

3. 健康与公共卫生

2022 年，中国共有医疗卫生机构 103.3 万个，医疗卫生机构床位 975.0 万张，卫生人员总数 1441.1 万人，其中执业（助理）医师 443.5 万人，注册护士 522.4 万人。全年医疗卫生机构总诊疗人次 84.2 亿，入院人次 2.5 亿，出院人数 2.5 亿人^[26]。

4. 基础设施建设

2022 年，中国市政设施固定资产投资 2.66 万亿元，同比下降 3.13%。其中，道路桥梁、轨道交通、排水、园林绿化、地下综管廊投资分别占 38.4%、22.7%、10.1%、6.4%和 1.3%。中国城市供水普及率 99.39%，城市建成区绿地率 39.29%，城市人均公园绿地面积 15.29 平方米^[27]。农村卫生厕所普及率达到 77.5%，农村生活污水治理率达到 31%左右^[28]，农村自来水普及率为 87.4%^[29]。

2022 年，中国水利建设完成投资 10893.2 亿元。其中，防洪工程占 33.3%，水资源工程占 41.1%，水土保持及生态工程占 14.9%，其他专项工程占 10.7%。中国已建成各类水库 95296 座，水库总库容 9887 亿立方米，累计达标堤防 25.2 万公里，堤防达标率为 76.1%，已建成的江河堤防保护人口 6.4 亿人^[30]。

[24] 资料来源于《2022 中国生态环境状况公报》。

[25] 资料来源于国家统计局《第七次全国人口普查公报（第三号）》。

[26] 资料来源于《2022 年中国卫生健康事业发展统计公报》。

[27] 资料来源于《2022 年中国城市建设状况公报》。

[28] 资料来源于《国务院关于 2022 年度环境状况和环境保护目标完成情况的报告》。

[29] 资料来源于 2022 年《中国儿童发展纲要（2021—2030 年）》统计监测报告。

[30] 资料来源于《2022 年全国水利发展统计公报》。

二、与适应气候变化相关的组织机构安排

中国政府积极行动，逐步成立并完善了适应气候变化组织机构。生态环境部作为适应气候变化工作牵头部门，负责组织拟订适应气候变化的重大战略、规划和政策，与有关部门共同牵头组织参加气候变化国际谈判，负责国家履行《公约》相关工作，强化信息共享和支撑保障，推动各领域、各地方强化适应气候变化行动，提高中国适应气候变化能力。国家发展和改革委员会、科学技术部、财政部、自然资源部、住房和城乡建设部、交通运输部、水利部、农业农村部、文化和旅游部、国家卫生健康委员会、应急管理部、中国人民银行、中国科学院、中国气象局、国家能源局、国家林业和草原局、国家疾病预防控制中心等有关部门按照职责分工负责，积极推进适应气候变化工作。按照国家要求，各省（区、市）相应建立了省级应对气候变化领导小组，负责全省适应气候变化行动统筹协调，并形成了生态环境部门牵头、有关部门配合、专业团队支撑的工作机制。

第二章 气候变化影响、脆弱性评估及损失损害情况

一、气候变化特征及趋势

（一）气候变化特征

1. 地表气温变化特征

1901—2022年，中国地表年平均气温呈显著上升趋势，升温速率为 $0.16^{\circ}\text{C}/10$ 年，年代际波动明显（图 3-2）。1961—2022年，地表年平均气温呈显著上升趋势，增温速率 $0.30^{\circ}\text{C}/10$ 年；中国八大区域^[31]地表年平均气温均呈显著上升趋势，青藏地区增温速率最大，华南和西南地区升温幅度相对较缓；中国地表年平均最高气温、最低气温升温速率分别为 $0.25^{\circ}\text{C}/10$ 年（图 3-3（a））和 $0.40^{\circ}\text{C}/10$ 年（图 3-3（b））。

[31] 华北、东北、华东、华中、华南、西南、西北和青藏地区。

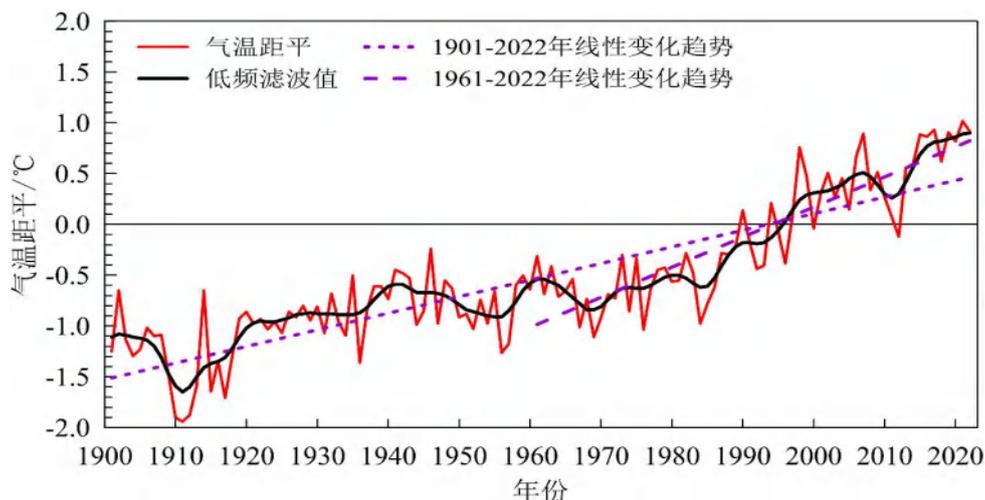


图 3-2 1901—2022 年中国地表年平均气温距平（基准期 1981—2010）

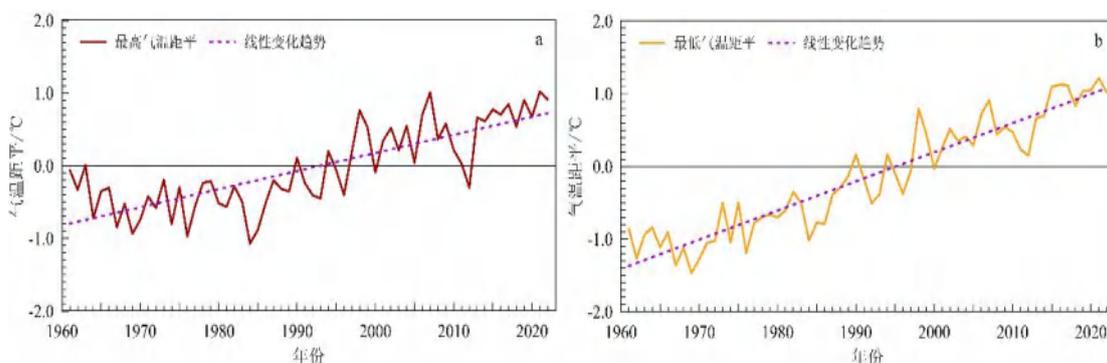


图 3-3 1961—2022 年中国地表年平均最高气温和最低气温距平

a 为最高气温，b 为最低气温

2. 降水变化特征

1901—2022 年，中国平均年降水量无明显趋势性变化，但存在显著的 20—30 年尺度的年代际振荡。1961—2022 年，中国平均年降水量呈增加趋势，平均增加速率为 4.9 毫米（0.8%）/10 年，且年代际变化明显（图 3-4）。1990s 中国平均年降水量以偏多为主，2010s 总体偏少，2012 年以来降水总体偏多；中国八大区域平均年降水量变化趋势差异明显，青藏地区平均年降水量呈显著增多趋势，西南地区平均年降水量总体呈减少趋势，华北、东北、华东、华中、华南和西北地区年降水量无明显线性变化趋势，但均存在年代际波动变化；中国平均年降水日数呈显著减少趋势，平均每 10 年减少 1.9 天（图 3-5（a））。中国年暴雨（日降水量≥50 毫米）站日数呈增加趋势，平均每 10 年增加 4.2%（图 3-5（b））。

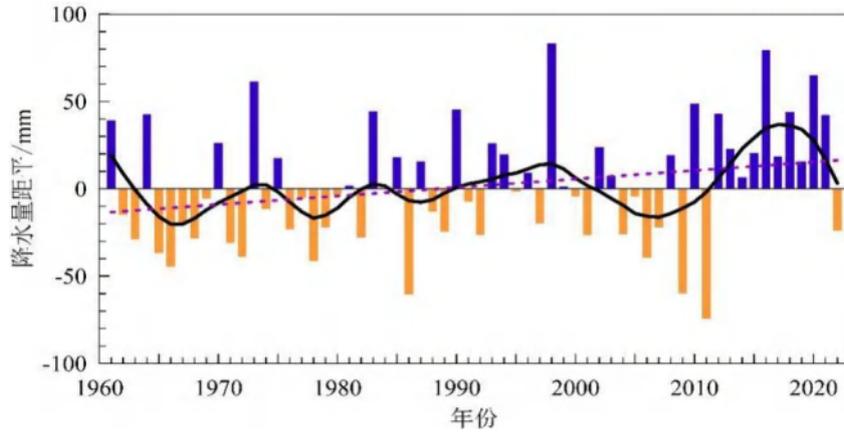


图 3-4 1961—2022 年中国平均年降水量距平
(点线为线性变化趋势线)

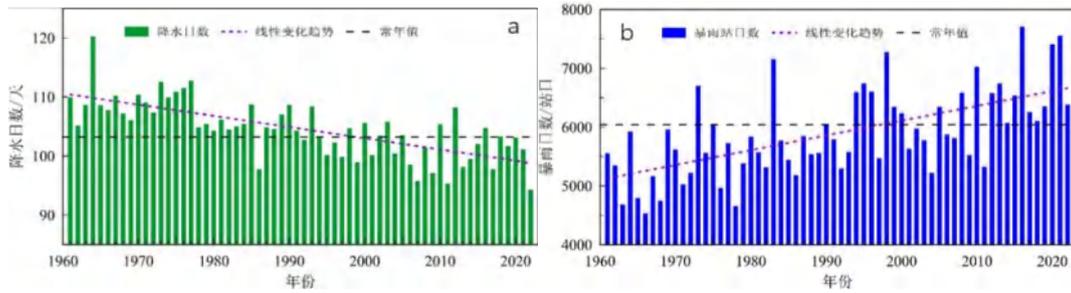


图 3-5 1961—2022 年中国平均年降水日数和年累计暴雨站日数

a 为年降水日数，b 为年累计暴雨站日数

3. 其他要素变化特征

1961—2022 年，平均风速总体呈减小趋势，平均每 10 年减小 0.14 米/秒；平均年日照时数呈现显著减少趋势，平均每 10 年减少 24.2 小时；平均大于等于 10℃ 的年活动积温呈显著增加趋势，平均每 10 年增加 64.5℃。

(二) 未来气候变化趋势

1. 气温

第六次国际耦合模式比较计划 (CMIP6) 的模式模拟结果表明，未来中国年平均气温呈普遍增加趋势。相比 1995—2014 年，共享社会经济路径 SSP1-2.6 和 SSP5-8.5 下，21 世纪末期年平均气温分别升高 1.6℃ (0.9℃~2.2℃) 和 5.3℃ (3.5℃~7.1℃)，东北、西北和青藏高原增温更为明显。

2. 降水

第六次全球气候模式比较计划的模式模拟结果表明，未来中国年平均降水将普遍增加。相比 1995—2014 年，SSP5-8.5 排放情景下 21 世纪中、后期平均降水增多 8% (2%~13%) 和 17% (8%~27%)，华北、内蒙古和西北地区东

部以及青藏高原地区降水增加 25%以上，长江以南地区降水幅度增加在 10%左右。

(三) 极端天气气候事件变化特征及趋势

1961—2022 年，中国极端高温事件发生频次呈显著增加趋势，且阶段性变化特征明显，1990s 后期以来明显偏多（图 3-6（a））；极端日降水量事件的频次呈增加趋势（图 3-6（b））；区域性干旱事件频次具有明显的年代际变化特征，1970s 后期至 1980s 区域性气象干旱事件偏多，1990s 偏少，2003—2008 年阶段性偏多，2009 年以来总体偏少（图 3-6（c））。

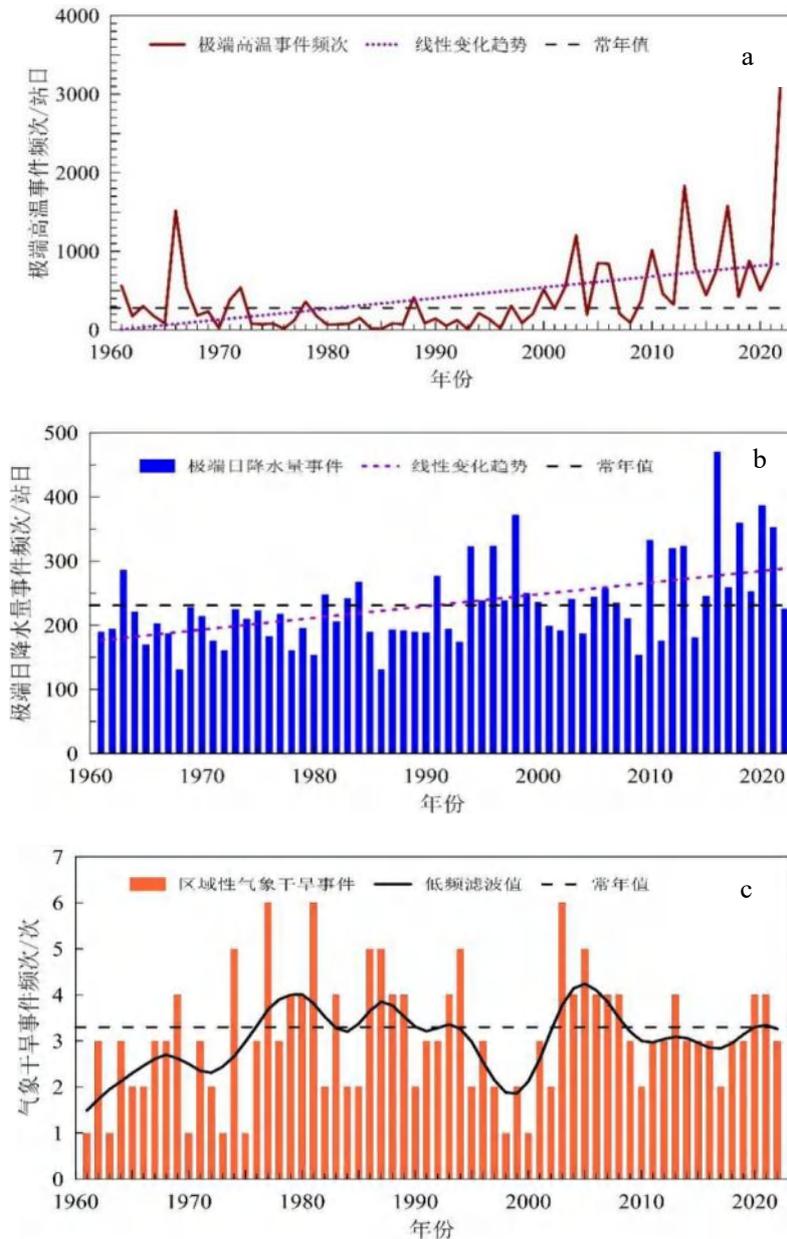


图 3-6 1961—2022 年极端天气气候事件发生频次及变化趋势

(a) 极端高温事件，(b) 极端日降水事件，(c) 区域性气象干旱事件

二、气候变化对自然生态系统的影响及脆弱性评估^[32]

(一) 气候变化对水资源的影响及脆弱性

水资源是受气候变化影响最直接和最敏感的领域。气候变化加剧了水资源时空分布不均，极端水旱事件增多增强，加之气温升高、蒸发量增加，水资源系统脆弱性总体增加，开发利用面临的风险增大。

1. 已观测到的影响

全国水资源总量基本稳定。中国部分流域、区域水文及水循环演变机理和产汇流规律发生不同程度的变化，但夏汛冬枯、北缺南丰、水资源时空分布不均的基本水情没有根本改变。过去 60 年主要江河实测径流量总体呈现下降趋势，但不同流域径流具有不同的变化特征。辽河、松花江、黄河和海河等北部河流径流主要呈减少趋势；长江流域、珠江流域和东南诸河流域在内的中国南部多年径流量变化特征不明显。

过去 60 年地表水资源量在不同区域、不同时段变化趋势不同。在不同区域上，松花江、长江、珠江、东南诸河和西北诸河水资源区地表水资源量逐年总体呈现增加趋势，辽河、海河、黄河、淮河和西南诸河流域则表现为减少趋势。在不同时段上，区域水资源增加或减少的幅度亦不相同。例如，长江区 1980—2000 年和 2001—2018 年地表水资源相对 1956—1979 年分别增加了 7.1% 和 0.1%；黄河区 1980—2000 年和 2001—2018 年地表水资源相对 1956—1979 年分别减少了 9.3% 和 14.0%。

地下水资源量基本保持稳定。与 1956—1979 年、1980—2000 年相比，2001—2016 年中国地下水资源数量略有减少，不同区域地下水资源数量变化趋势差别明显。北方的西北诸河区、松花江区、淮河区地下水资源量有所增长；南方地区总体变化不大；海河区、辽河区、黄河区浅层地下水资源量有所减少。

2. 未来潜在影响

在 2.0℃ 温升情景下，预计中国 19 个流域中的 14 个流域典型站未来径流量将因降水持续增多而有所增加。相比 1971—2000 年，位于高寒高海拔地区的五个站点未来径流量有所减少，蒸散发增加更为显著，增幅达到 10%~20%。长江与黄河源区年平均径流可能将持续减少，主要是由于气温显著上升。到 21 世纪中叶，水资源系统脆弱性将整体上升，中脆弱及以上的区域面积将明显扩大。水灾害突发性、极端性、反常性越来越明显，水资源短缺、水生态损害、水环境污染等新问题越来越紧迫。

[32] 已观测到的影响和未来潜在影响评估结果来源于有关官方公开数据及经同行专家评审的发表文献和出版物等。

（二）气候变化对陆地生态系统的影响及脆弱性

气候变化对中国陆地生态系统影响的区域差异显著，整体上是弊大于利。森林地理分布北移，生产力增加，植物生长期延长，北方林面积减小，热带雨林面积增加，林火和病虫害风险加剧；草原生产力因区域而异，草原脆弱性上升；青藏高原湿地面积增大，东北地区湿地退化严重；荒漠化面积扩张，荒漠生态系统结构功能改变；野生物种分布范围变化，栖息地或适生区减少，濒危珍稀物种受气候变化影响的风险加剧。

1. 已观测到的影响

气候变化已对森林物候、分布、组成、生产力及林火和病虫害等产生了一定影响。近 60 年森林植被生长季的开始期以提前为主，平均提前 2.55 天/10 年，结束期以推迟为主，平均推后 1.98 天/10 年。气候变化导致热带雨林树种适宜分布区增加；亚热带常绿树种适宜分布区减小，北方落叶针叶树种适宜分布南界北移，分布面积减小；东北地区针阔叶树种的分布区北移。东北东部边缘、陕西东南部、云南南部、广西东部的净初级生产力显著增加。2000 年以来北方降水增多使得三北防护林地区植被生态质量持续好转。气候变暖将增加森林火灾发生风险。气候变暖有利于害虫越冬，从而加剧虫害严重性，高海拔森林地区树木病虫害风险显著提高。

气候变化已对草原物候期、分布及生产力产生了明显的影响。草原植物返青期略有提前，黄枯期推后，生长季延长。青藏高原高寒草甸北移，高寒草地物种多样性和群落稳定性降低。青藏高原草地、南方草地植被生产力呈现显著增加的趋势，典型草原和荒漠草原植被生产力呈下降趋势。西部草原地区的气候暖湿化使牧草产量和载畜量的影响因地区不同而异，新疆西南部和西藏东部增加最多，新疆北部和东部以及青海南部有所下降。

气候变化影响湿地的分布和生态功能。1990—2021 年，青藏高原湖泊总面积增加了 10689 平方千米，湖泊总数量增加了 423 个。气温升高致使冰川消融和冻土融化，是青藏高原内流区湖泊面积扩张的主导因素。青藏高原沼泽湿地退化较为严重，1970—2010 年，淡水沼泽、盐沼和沼泽草甸分别减少了 46.6%、53.9%、15.6%；2008—2016 年，青藏高原河流湿地总体面积增加了 3.5%。1980—2015 年东北地区沼泽湿地退化明显，湿地面积减少了 30.8%，斑块数量增加了 69.8%。气候变暖严重威胁了湿地系统内的生物多样性，导致生物种群数量减少。

气候变化影响荒漠生态系统的结构和功能。气候变暖导致蒸发量增加，加剧了荒漠生态系统水资源匮乏，植被生长受限，净初级生产力减少。气候变化对荒漠生态系统的土壤侵蚀起到促进作用，导致土地退化和荒漠化进一步加剧。

持续变暖和降水减少改变了荒漠中的苔藓、地衣和蓝细菌群落，致使苔藓丰度、盖度和生物量减少，生物土壤结皮渗透和蒸发增加，加大了荒漠生态系统的脆弱性。

在人类活动和气候变化的共同影响下，野生动植物的分布范围发生改变。100 余种爬行类、80~100 种的两栖类、400~600 种的鸟类等野生动物物种北移西扩；120~200 种的哺乳类野生动物分布范围发生改变。气候变化对野生植物分布范围存在显著影响，以向北迁移为主，其中苔藓植物对气候变化响应最为敏感，超过 1000 种被子植物分布范围发生变化，蕨类植物和裸子植物受气候变化影响较小。

2. 未来潜在影响

气候变化将进一步影响森林生态系统的地理分布、结构和功能。在 RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0 和 RCP8.5^[33]情景下，预计中国植被生长季结束日期在 21 世纪末将分别延迟 8 天、13.4 天、15.6 天和 24.2 天。未来气候变暖将有利于森林向高海拔和高纬度地区迁移。北方和温带落叶林、温带常绿针叶林和热带森林带将北移，热带和暖温带森林的面积呈增加趋势，温带和北方森林面积呈减少趋势。气候变化将导致森林净初级生产力发生变化。多模式集合评估结果表明，在 RCP2.6 情景下，森林净初级生产力降低的面积将减少，而在 RCP8.5 情景下，净初级生产力降低的森林面积预计于 2050 年之后增加。人工林易受极端事件和病虫害影响，生产力降低、生态效益变差。在所有 RCP 情景下，中国 2021—2050 年森林火灾可能性均有所增加，华北地区的增幅最为明显。

未来气候变化将改变中国草原生态系统的分布和生产力。温度升高将导致高山草原界线向更高海拔位移；受升温影响，青藏高原的高寒草甸面积减少，高寒草原面积增加，典型温性草原的适宜区减小。相比 1987—2016 年，RCP4.5 和 RCP8.5 两种情景下未来草地总生物量均呈显著下降趋势。高寒草地生态系统净初级生产力降低；内蒙古西部大部分地区草地净初级生产力下降，东北地区草甸及典型草原草地净初级生产力增加。高寒草甸、高寒草原、温带草甸草原、典型草原、高寒荒漠和温带荒漠的土壤碳储量均呈下降趋势。

未来气候变化将导致中国湿地面积减少，功能退化。在 RCP8.5 情景下，东北地区湿地的气候适宜区大面积消退，湿地退化严重，到 2050 年和 2100 年大兴安岭约 30%和 60%的湿地将消失。青藏高原高寒湿地分布发生变化、面积减少。未来气候变化情景下部分湿地的重要功能（如固碳、水分涵养、野生动物栖息地生境）将面临风险。

气候变化将导致土地荒漠化面积增加。在 RCP4.5 情景下，预计中国干旱

[33] RCP 为典型浓度路径。

区土地荒漠化面积将持续增加，西部区域荒漠化趋势进一步加重；在 RCP2.6 和 RCP8.5 情景下，土地荒漠化面积略有减少。

气候变化将改变野生动物的生活习性、迁徙时间和路线，使一些濒危鸟类栖息地萎缩，导致野生植物适生区面积减少、物种灭绝等。在未来气候变化影响下，中国野生动物分布范围将大幅减小，栖息地退化，5%~20%的物种面临较高的濒危灭绝风险。苔藓植物分布范围缩小，生境退化，部分向西部迁移，蕨类植物向高海拔和高纬度迁移，裸子植物适生生境面积缩小、破碎化，被子植物多数向西部迁移且适生生境范围缩小，9%~34%的野生植物物种面临较高的濒危风险。此外，气候变化特别是温度升高将引起藻类暴发，范围扩大，危害增加，影响其他水生植物生产。

（三）气候变化对海洋与海岸带的影响和脆弱性

在海洋持续变暖和气候致灾因子危险性增加的背景下，中国海平面上升明显，海岸带生态系统和沿海地区经济社会的人口与资产的暴露度增加，气候脆弱性和综合风险将明显增加。

1. 已观测到的影响

中国近海海温和海平面明显上升。1960s 以来，气候变暖引起中国近海海温和海平面明显上升，特别是 21 世纪以来，海平面加速上升。1960—2022 年，年平均海表面温度上升了 $1.02 \pm 0.19^\circ\text{C}$ ，远高于全球海洋平均水平，且冬季升温尤为显著。其中，渤海、黄海和东海（简称东中国海）冬、夏季分别上升了 $1.95 \pm 0.38^\circ\text{C}$ 和 $1.26 \pm 0.32^\circ\text{C}$ ，升温速率达到 $0.31^\circ\text{C}/10$ 年和 $0.20^\circ\text{C}/10$ 年，是同期全球海洋平均的 2~3 倍（图 3-7）。南海年平均海面温度升温速率相对较小，冬、夏季升温速率分别为 $0.19/10$ 年和 $0.14^\circ\text{C}/10$ 年。中国沿海海平面变化总体呈加速上升趋势。1980—2022 年，中国沿海海平面上升速率为 3.5 毫米/年，1993—2022 年上升速率为 4.0 毫米/年，高于同时段全球平均水平^[34]。

[34] 《中国海平面公报 2022》。

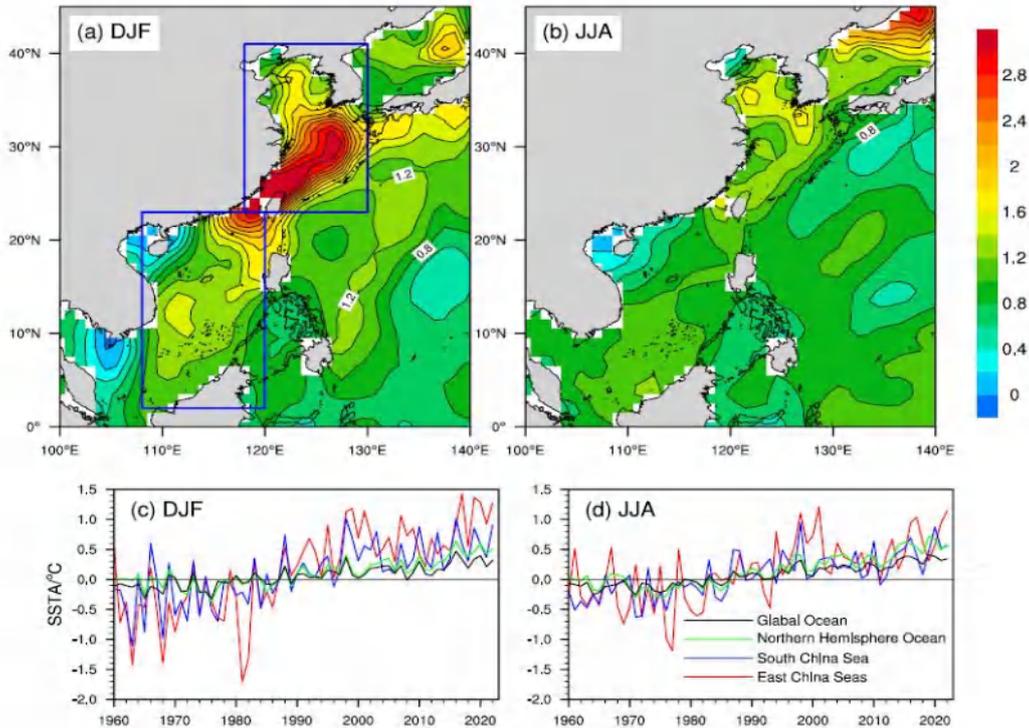


图 3-7 1960—2022 年冬季 (a 和 c) 和夏季 (b 和 d) 东中国海 (渤海、黄海和东海) 和南海的 SST 上升幅度及距平时间序列^[35] (单位: °C)

海洋温度的快速显著上升增加了海洋热浪的发生频率和强度。1982—2022 年, 中国近海海洋热浪的发生频率和强度表现出显著的增强趋势, 其中南海北部 (尤其是广西北部湾) 和东海的长江口邻近海域是海洋热浪发生最频繁的海区, 平均每年发生海洋热浪的天数达 25 天以上。海洋热浪已对中国近海海洋生物、生态系统和水产养殖业造成了严重影响。例如, 2018 年 8 月, 黄、渤海的极端海洋热浪事件导致当地养殖海参大面积死亡, 造成经济损失约 150 亿元人民币。

海洋升温加剧了中国海洋生态灾害的暴发, 近海渔业资源严重衰退。1980 年以来, 中国海洋升温加剧了近海营养盐结构的失衡、海水酸化和低氧区扩大, 长江口和珠江口的河口区及附近海域尤为严重。海洋变暖改变了海洋的物候, 影响生物生长发育的节律, 并导致海洋物种组成和地理分布变异, 加剧了海洋生态灾害的暴发, 如赤潮、绿潮和水母暴发性繁殖等生态灾害频发, 长江口及附近海域的赤潮呈现出年代际的增加, 海洋生态系统脆弱性明显增加。受海洋热浪和人类活动的影响, 南海珊瑚礁退化严重, 岛礁离岸造礁珊瑚覆盖率由 60% 降至 20%, 珊瑚礁生态系统呈现高度脆弱性。

[35] SST 为海面温度, 图 a 和 c 是 1960—2022 年冬, DJF 指冬季 (12 月—2 月), 图 b 和 d 为夏季, JJA 指夏季 (6 月—8 月)。本图修改自 Cai R, Tan H, Kontoyiannis H. Robust surface warming in offshore China seas and its relationship to the East Asian monsoon wind field and ocean forcing on interdecadal time scales[J]. *Journal of Climate*, 2017, 30 (22): 8987—9005. 采用 HadISST 数据, 更新至 2022 年。

中国沿海海平面上升加剧了海岸侵蚀、海水入侵和河口区咸潮入侵的影响。1990s 以来，约 22% 的中国海岸线向陆地方向后退，黄河三角洲岸线后退较显著。中国沿海部分地区海蚀严重，近 30 年来，广西防城港市受侵蚀的红树林海岸长度达 4 千米，最大侵蚀距离为 122 米。珠江口咸潮入侵严重影响河口地区饮用水质量。中国海岸带红树林生态系统还面临海平面快速上升和强台风增多的威胁。

2. 未来潜在影响

未来海洋将大幅升温变暖，沿海海平面还将进一步上升。预计到 21 世纪末，温室气体高浓度排放（RCP8.5）情景下渤海、黄海和东海（东中国海）海域以及南海海域升温幅度将分别超过 3.24°C 和 2.92°C（相对于 1980–2005 年），很可能成为全球海洋升温最为显著的区域之一（表 3-1）。中国近海海洋热浪的强度和持续天数都将显著增加，并将给海洋生物和生态系统带来严重的影响，海平面上升造成的灾害风险也将加大。到 2050 年，在 RCP8.5 情景下上海市的大部分地区将位于沿海高潮线以下；到 2100 年，中国沿海多地区当前百年一遇的极值水位将分别变为几年一遇和低于一年一遇，灾害风险进一步增强。

海洋酸化、缺氧和营养盐失衡将导致海洋生态系统进一步恶化，海洋物种组成和地理分布变化将更加显著。有害赤潮、绿潮和大型水母的暴发等生态灾害有增加的风险，在 RCP8.5 情景下部分河口区滨海湿地和红树林将被淹没，暖水珊瑚礁将大面积消失。渤海、黄海、东海的小黄鱼和鳀鱼等主要渔业资源中心将进一步北移，黄海、渤海的玉筋鱼和大头鳕等重要冷温性渔业资源将进一步衰退，长江口和黄河口渔业生态系统健康水平将明显降低。

表 3-1 未来渤海、黄海、东海和南海平均 SST 变化（相对于 1980–2005 年，单位：°C^[36]）

区域	RCP2.6			RCP4.5			RCP8.5		
	2020 — 2029 年	2050 — 2059 年	2090 — 2099 年	2020 — 2029 年	2050 — 2059 年	2090 — 2099 年	2020 — 2029 年	2050 — 2059 年	2090 — 2099 年
渤海、黄海、东海	0.63±0.41	0.71±0.30	0.74±0.49	1.01±0.49	1.36±0.51	1.75±0.65	1.07±0.62	1.73±0.72	3.24±1.23
南海	0.58±0.35	0.65±0.41	0.69±0.50	0.87±0.38	1.16±0.40	1.51±0.45	0.89±0.42	1.47±0.44	2.92±0.77
全球海洋	0.53±0.45	0.60±0.51	0.62±0.53	0.78±0.51	1.13±0.54	1.47±0.62	0.87±0.63	1.35±0.77	2.89±1.32

未来登陆的强台风数量将增加，并将对沿海地区及重大工程构成威胁。在不同温室气体排放情景下（RCP2.6、RCP4.5 和 RCP8.5），未来登陆中国大陆地区的（超）强台风数量将增加，强度变强并北移，且很可能进一步威胁中国

[36] Tan H, Cai R, Huo Y, et al. Projections of changes in the marine environment in coastal China seas over the 21st century based on CMIP5 models[J]. Journal of Oceanology and Limnology, 2020, 38(6): 1676-1691

沿海地区已建的核电站、滨海机场、港口工程、防洪排涝工程和石油平台等基础设施的安全。未来沿岸极值水位的变化可能对沿海地区构成更严重的威胁。

三、气候变化对经济社会系统的影响及脆弱性评估^[37]

(一) 农业与粮食安全

气候变化通过温度、降水和日照时数变化的综合作用，对农作物种植制度和品种布局、生长发育和产量品质、病虫害的发生发展和危害、农业气象灾害等都产生了显著的影响。未来气候变化还将进一步增加农业系统的脆弱性，气候风险加剧。

1. 已观测到的影响

农业气候资源特别是热量资源显著增加，导致种植制度、品种布局发生明显变化，多熟制北移，复种指数提高。近60年（1960—2020年）中国热量资源显著增加，大于等于10°C年活动积温平均增速为56°C日/10年，北方有效积温增幅高于南方地区。气候变暖导致作物生长期延长，在东北高纬度地区表现得更为明显，年平均气温上升、活动积温增加，霜期缩短，作物生长速度加快，作物生育期缩短。气候变暖导致作物生长季延长，生育期缩短，东北地区的水稻、华北和西北地区的冬小麦、东北和西北地区的玉米种植北界北移，多熟种植北界向高纬度高海拔地区扩展，作物多熟制面积扩大，复种指数提高。中熟和中晚熟品种种植界限北移、面积扩大。喜温耐旱作物面积扩大、适宜播期提早，早中熟型品种逐渐向晚熟品种转化，强冬性作物逐渐被冬性和弱冬性作物代替。1960—2020年中国农作物生育期有效降水变化趋势不显著，总辐射降低、日照时数减少，1981—2007年较1961—1980年在全年作物生长期日照时数减少125.7小时，光照减少导致部分作物光合作用受到抑制。

病虫害的危害程度有明显加重趋势，防控难度加大，暖冬使得病虫种类发生结构性变化。气候变暖造成害虫越冬基数增加，首现期、迁飞期及暴发期提前，休眠期推迟，危害期延长。主要农作物虫害种类、种群增长力和繁殖代数增加，危害程度加重。病虫害发生北界北移、海拔上限高度提升，危害范围扩大。中国稻飞虱越冬北界在全国性暖冬年可比常年北移2~4个纬度。暖冬导致春季小麦条锈病、赤霉病早发重发，发生时间由3月提早到2月。研究表明，年平均温度每升高1°C，病害发生面积增加6094.4万公顷，年平均日照时数每减少100小时，病害发生面积增加3418.8万公顷。1970—2016年作物病虫害发生率迅速增加，气候变暖对病虫害发生率增加的贡献超过1/5，小麦、玉米和水

[37] 已观测到的影响和未来潜在影响评估结果来源于有关官方公开数据及经同行专家评审的发表文献和出版物等。

稻三种主粮作物的病虫害发生年增长速率显著增加，气候变暖后，病虫害危害程度加重 10%~20%。

农业气象灾害加剧，主要表现为干旱、洪涝和高温灾害频数增加和强度增强、复合型灾害增多。近 50 年来（1961—2014 年），农业干旱灾害损失的范围和程度均明显增加，综合损失率平均每十年增加 0.5%左右。极端降水事件导致的农业洪涝成灾率总体呈上升的趋势。夏季高温导致作物热害危害加重，高温对夏玉米影响最显著，对其他作物的影响也逐渐加重，如水稻受高温影响，抽穗扬花期的光合作用效率显著降低。气候变化导致干热风的频次和强度增加，发生区域扩大，对小麦灌浆和产量的危害加重。低温冷害发生频次明显降低，但由于暖冬缩短了作物越冬期，使小麦、油菜等越冬作物拔节、抽穗提前，导致作物受倒春寒等冷害危害影响加重，低温冷害风险反而有所上升。同时，农业气象灾害多发、并发导致复合型灾害风险加剧。

气候变化对中国主要粮食作物的影响因作物和区域而异，总体以负面影响为主。东北地区气温升高有助于玉米、水稻、大豆产量提高；黄淮海地区呈现暖干化趋势，限制小麦、玉米产量提升；南方地区因气温上升、暴雨增加、病虫害问题加剧，影响水稻单产提高和品质提升；西北干旱半干旱地区农业用水呈下降态势，作物增产受到抑制。基于多站点长期试验结果，如果生长季平均温度升高 1℃，玉米产量下降 0.83 吨/公顷；累积光合有效辐射减少 100 兆焦，玉米产量降低 0.85 吨/公顷。气温每增加 1℃，早稻产量降低 8%，温度升高对晚稻产量没有负面影响。1961—2010 年，作物生育期内平均气温升高使全国冬小麦单产减少 5.5%。1981—2009 年，辐射量降低导致稻麦轮作系统产量下降 1.5%~8.7%。

2. 未来潜在影响

预计作物生育期内的平均温度升高、作物生育期缩短、多数种植界限北移。与 2000s 相比，预计 2050s 和 2070s 中国水稻生长季平均气温分别增加 1.7℃~3.4℃、2.3℃~4.1℃。在增温 2.0℃情景下，中国玉米生育期将缩短 10.8%~22.5%，小麦生育期将缩短 6.9%；在增温 2.0℃的情景下，水稻生长季缩短了 4.5~18 天，小麦生育期缩短 8~18 天。气候变暖将导致中国多熟种植界限继续向高纬度和高海拔地区扩展，在中等温室气体排放情景下（A1B 情景），未来 20~30 年，一年两熟种植界限和一年三熟种植界限将不同程度地北移。

预计中国大部分农作物病虫害发生频次增加、面积扩大、危害加重，农药施用量增加。气候变暖有利于农作物病菌越冬和繁殖，使温凉气候区危害加重。害虫春季北迁时间将提前，秋季南迁时间推迟，病害发生地理范围扩大。喜温型、低温敏感型的病虫害暴发灾变的风险将会明显增加。未来农作物害虫安全

越冬界限北移，繁殖代数增加。果树害虫的高适生区和中适生区面积增加。气温升高和降水增多会加速农药成分挥发、降解和损失，叠加气候因素，预计未来农药施用量将明显增加。

未来农业气象灾害、极端气候事件频发，粮食产量不稳定性增加。气候变化和极端气候事件将导致中国粮食生产的自然波动，不利气候年景显著增加。未来气温升高及降水的不均匀性，导致高温热害、干旱及洪涝等灾害风险增大，中国水稻、玉米、大豆、油菜、棉花等作物产量不稳定性和脆弱性增加。2021—2070年不同RCP情景下，高温热害事件均呈显著增加趋势，以RCP8.5情景增幅最大，特别是长江流域水稻抽穗、开花和成熟阶段的高温热害更为频繁。

二氧化碳施肥效应不能完全抵消气候变化对粮食产量的负面影响，气候变暖将降低产品蛋白质含量。在不考虑二氧化碳施肥效应时，2020s、2050s和2090s农作物产量下降，如果考虑到二氧化碳施肥效应时，2050s之后二氧化碳的施肥效应不能抵消气候变化造成的减产幅度。增温2.0℃情景下，预计单季稻、早稻和晚稻分别减产5.3%、4.3%和5.8%；小麦增产8.6%，玉米减产1.7%。虽然未来大气二氧化碳浓度升高有助于抵消温度升高的负面影响，但会降低谷物作物的蛋白质含量，损害其营养品质。研究表明二氧化碳浓度升高到550ppm后，小麦、玉米、水稻和大豆籽粒蛋白质含量下降约5.0%~7.8%。

（二）健康与公共卫生

气候变化使得人类生存环境变得日益复杂化，已严重威胁到中国的人群健康和公共卫生安全。中国是人口大国，老龄化进程快，地处气候变化影响显著区。气候变化可通过多种复杂的途径直接或间接影响人群健康，导致意外伤害，增加传染病和慢性非传染性疾病风险以及疾病负担。

1. 已观测到的影响

气候变化下高温热浪导致死亡人数增加。中国的热浪相关死亡人数从1980s的3680人上升到2010s的15500人，在2022年的死亡率达到创纪录的高点，上升趋势及增速明显，2010—2019年的热浪导致的死亡人数增长速度相较于1980—2009年增加了2.8倍。易受高温热浪影响的脆弱人群主要为老年人、慢性基础疾病患者、女性、户外工作者以及低收入人群等。

气候变化增加媒介传染病的流行风险。相比1986—2005年，2021年登革热病毒传播的气候适宜性指数增长了68%，适宜登革热病毒传播的区域扩大。在一定的温度范围内，最高气温每升高1℃，登革热的发病数将增长11.9%，疟疾的发病数增长15.8%，肾综合征出血热的发病数增长1.6%。

气候变化会增加慢性非传染性疾病的风险。有学者对中国 272 个主要城市研究表明，约 14.33% 的人群非意外死亡与非适宜气温有关，中度寒冷气温和中度炎热气温相关死亡率最高。非适宜气温相关心血管病死亡约占 17.48%、呼吸疾病死亡约占 10.57%。在温带季风和亚热带季风气候带以及城市化率较高、集中供暖时间较短的城市中，非适宜气温的死亡风险和疾病负担更为突出。另有多区县研究表明，高温热浪可显著增加中国人群循环系统疾病以及缺血性心脏病、中风、心梗、心律失常等亚型疾病的死亡风险，低温寒潮可显著增加急慢性缺血性心脏病、心梗、缺血性脑卒中、出血性脑卒中的死亡风险。1961-2020 年，中国热浪、寒潮事件分别导致健康经济损失约达 1.28 万亿元和 1.51 万亿元。此外，有研究发现非适宜气温可对心理健康造成不利影响，中老年人、女性、受教育程度较低的人群和农业从业者的心理健康受高温的影响较大。

2. 未来潜在影响

未来气候变化情景下，中国发生极端天气气候事件的频率和强度不断增加，将进一步加剧人群的死亡风险。相比 1986—2005 年，到 21 世纪末中国的热浪发生频率在 RCP8.5、RCP4.5 和 RCP2.6 情景下分别增加了 10.3、5.2 和 2.6 倍。在 RCP8.5 高排放情景下，中国的热浪相关死亡人数将持续上升，到 21 世纪末年均死亡人数预计增长到 72259 例。未来中国热浪相关死亡人数的变化趋势，主要是由气温快速升高、人口规模和老龄化程度等因素共同驱动，其中气候效应起到了最为重要的作用。此外，未来热浪相关死亡负担呈现出较强的空间异质性，近一半的死亡都将集中在华东和华中地区，覆盖了山东半岛、华北平原、长三角等城市群。

未来气候变化将进一步增加传染病的流行风险。中国暴露于病媒生物埃及伊蚊和白纹伊蚊的人口数预期会显著增加，登革热的高风险范围将进一步扩大。在 RCP2.6 和 RCP8.5 气候情景下，2100 年中国登革热高风险区将覆盖 277 个县（区）的 2.33 亿人口和 456 个县（区）的 4.9 亿人口。中国也将成为细菌性痢疾的高风险地区，相比 2014—2016 年，华北、东北、西北和华南地区^[38]到 21 世纪末细菌性痢疾的归因风险将分别增加 20%、15%、12%和 11%。

（三）基础设施与重大工程

气候变化已对中国基础设施和重大工程的安全运营产生影响。未来气候变化情景下，风险进一步加大，气候变化不利影响值得密切关注。例如，青藏铁路沿线多年冻土已经发生了明显的变化，可能影响路基的稳定性。1996—2006 年，6.0 米深的多年冻土年平均温度平均增加了约 0.43℃，平均升温速率达

[38] 华北包括北京市、河北省及山西省；东北包括黑龙江省、吉林省和辽宁省；西北包括陕西省、甘肃省、宁夏回族自治区、青海省、新疆维吾尔自治区；华南包括广东省、广西壮族自治区、海南省。

0.39°C/10年。1996—2007年青藏铁路沿线活动层厚度平均增加了46厘米，平均增加率达5.8厘米/年。如果2050年后气温升高2.0°C，高温极不稳定多年冻土将全部退化为季节冻土区；高温不稳定多年冻土将基本转为极不稳定多年冻土。如果2050年气温升高2.6°C，在2030年左右，高温极不稳定型多年冻土即可转为季节冻土；2050年后部分高温不稳定型多年冻土区也会转为季节冻土。

四、气候变化影响相关的损失损害

气候变化对各行各业已经造成了不同程度的影响，相关的损失损害也在不断增加，特别是近几年极端天气气候事件造成了严重的经济损失和人员伤亡。为此，中国政府采取了积极的适应战略、政策和行动，以避免、尽量减轻和处理与气候变化影响相关的损失损害，详见本部分第三章。

1. 气象灾害造成的损失损害

2020—2021年，中国暴雨洪涝灾害及其造成的经济损失偏重；区域性和阶段性干旱明显，但灾害损失偏轻；台风生成和登陆均偏少，灾害损失较轻；高温日数多，南方高温极端性强；强对流天气时空分布相对集中，损失偏轻；低温冷冻害和雪灾偏轻；2022年，中国区域性和阶段性干旱明显，长江流域夏秋连旱影响重；暴雨过程频繁，华南、东北及西北雨涝灾害重，珠江流域和松辽流域出现汛情；登陆台风异常偏少，登陆台风强度大、影响范围广；高温日数多，夏季中国中东部出现1961年以来最强高温过程，高温结束时间晚；寒潮过程明显偏多，2月南方出现持续低温阴雨雪，11月末至12月初强寒潮导致多地剧烈降温；强对流天气过程偏少，但局地致灾重。2020—2022年全国因气象灾害及其次生、衍生灾害导致的损失损害情况见表3-2。

表 3-2 2020—2022 年中国气象灾害导致的损失损害

年份	农作物灾情（万公顷）		人口灾情		直接经济损失 （亿元）	城市气象灾害 直接经济损失 （亿元）
	受灾面积	绝收面积	受灾人口 （万人）	死亡失踪人 口（人）		
2020	1995.8	270.6	13814.2	483	3680.9	2351.7
2021	1171.8	163.1	10675.0	755	3215.8	2081.3
2022	1206.3	135.1	11165.6	279	2147.3	1556.5

2. 典型极端天气气候事件及损失损害

高温热浪。2020、2021和2022年，中国分别出现3次、9次和4次区域性高温天气过程，全国平均高温（日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ）日数分别为8.0、9.1和14.3天，比常年同期偏多1.1、2.2和6.3天。2022年中国中东部出现1961年以来最强高温过程，给农业生产和电力供应等带来不利影响，浙江、上海等南方多地

用电创历史新高；全国人均热浪暴露天数为 21 天（相比 1986—2005 年增加 15.6 天），热浪相关的死亡人数约 50900 人，是 2021 年的两倍多，与热浪相关住院人数和急诊次数增加。

暴雨洪涝。2020、2021 和 2022 年全国分别出现 37、36、和 38 次区域暴雨过程，洪涝灾害造成的损失损害严重。2021 年北方地区降水量为 1961 年以来历史第二多，汛期暴雨过程强度大、极端性显著，河南等地暴雨灾害严重。与 1986—2005 年相比，2000—2022 年暴露于极端降雨事件的人口规模增加了 23.0%。

专栏 3-1 2021 年 7 月中下旬河南特大暴雨灾害损失^[39]

2021 年 7 月 17 日至 23 日，河南省遭遇历史罕见特大暴雨，主要发生在焦作、新乡、鹤壁、安阳、郑州。此次河南特大暴雨灾害是一场因极端暴雨导致严重城市内涝、河流洪水、山洪滑坡等多灾并发，造成重大人员伤亡和财产损失的特别重大自然灾害。河南省共有 150 个县（市、区）1478.6 万人受灾，因灾死亡失踪 398 人，直接经济损失 1200.6 亿元。

2021 年 7 月 20 日，郑州特大暴雨强度突破历史记录，日最大点雨量为 624.1 毫米，接近郑州平均年降雨量（640.8 毫米），小时最强点雨量为 201.9 毫米，城区降雨远远超过排涝能力，全市超过一半的小区地下空间和重要公共设施受淹，多个区域断电断水断网，道路交通断行，郑州市因灾死亡失踪人数 380 人，直接经济损失 409 亿元。

区域性干旱。2020—2021 年，中国气象干旱比常年偏轻，但区域性和阶段性特征明显，辽宁、内蒙古、云南和河北等省受旱影响较为严重。2022 年中国干旱影响总体偏重，区域性和阶段性干旱明显，黄淮海和西北等地出现阶段性春夏连旱，长江流域遭遇夏秋连旱，范围广、时间长、程度重。表 3-3 为 2020—2022 年中国洪涝和干旱导致的损失损害。

表 3-3 2020—2022 年中国洪涝和干旱导致的损失损害

灾害类型	年份	受灾人数 (万人次)	死亡与失踪 人数(人)	房屋倒塌 (万间)	农作物受灾 面积(万公顷)	直接经济损失 (亿元)
洪涝	2020	7868	279	9.0	720	2686
	2021	5901	590	15.2	476	2459
	2022	3385	171	3.0	341	1289
干旱	2020	2413.5	—	—	508.1	249.2
	2021	2068.9	—	—	342.6	200.9
	2022	5245.2	—	—	609.0	512.9

[39] 河南郑州“7·20”特大暴雨灾害调查报告.:
https://www.mem.gov.cn/xw/bndt/202201/t20220121_407106.shtml

第三章 适应气候变化行动与挑战

一、适应气候变化的战略与目标

（一）将适应气候变化纳入国民经济和社会发展规划纲要

中国高度重视适应气候变化工作，实施积极应对气候变化国家战略，一贯坚持适应和减缓并重，将适应气候变化理念和要求纳入国民经济和社会发展中长期规划。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》首次将“积极应对全球气候变化”单设一章，在“增强适应气候变化能力”一节中提出要“制定国家适应气候变化总体战略，加强气候变化科学研究、观测和影响评估。在生产布局、基础设施、重大项目规划设计和建设中，充分考虑气候变化因素。加强适应气候变化特别是应对极端气候事件能力建设，加快适应技术研发推广，提高农业、林业、水资源等重点领域和沿海、生态脆弱地区适应气候变化水平。加强对极端天气和气候事件的监测、预警和预防，提高防御和减轻自然灾害的能力”。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》继续设“积极应对全球气候变化”一章，在“主动适应气候变化”一节中强调“在城乡规划、基础设施建设、生产布局等经济社会活动中充分考虑气候变化因素，适时制定和调整相关技术规范标准，实施适应气候变化行动计划。加强气候变化系统观测和科学研究，健全预测预警体系，提高应对极端天气和气候事件能力”。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》在“积极应对气候变化”章节中明确要“加强全球气候变暖对中国承受力脆弱地区影响的观测和评估，提升城乡建设、农业生产、基础设施适应气候变化能力”，对下一阶段适应气候变化工作提出了新的要求。

（二）发布《国家适应气候变化战略》

为积极应对全球气候变化，统筹开展全国适应气候变化工作，2013 年中国 9 部门联合印发《国家适应气候变化战略》（实施期限：2014—2020 年），明确了基础设施、农业、水资源、海岸带和相关海域、森林和其他生态系统、人体健康、旅游业和其他产业适应气候变化的重点任务。按照全国主体功能区规划有关国土空间开发的内容，统筹考虑不同区域人民生活受到气候变化的不同影响，具体提出各有侧重的适应任务，将全国重点区域格局划分为城市化、农业发展和生态安全 3 类适应区，为统筹协调开展适应工作提供指导。作为中

国第一部专门针对适应气候变化方面的战略规划，对提高国家适应气候变化综合能力意义重大。《国家适应气候变化战略》坚持突出重点、主动适应、合理适应、协同配合、广泛参与的原则，提出到 2020 年适应能力显著增强、重点任务全面落实、适应区域格局基本形成的总体目标，为统筹协调开展适应工作提供指导。

为进一步强化适应气候变化工作，2022 年 6 月，生态环境部等 17 个部门联合印发《国家适应气候变化战略 2035》，明确气候变化监测预警和风险管理、提升自然生态系统适应气候变化能力、强化经济社会系统适应气候变化能力、构建适应气候变化区域格局的重点任务，统筹考虑气候风险与适应、重点领域和区域格局、自然生态和经济社会等不同维度，为提升气候韧性、有效防范气候变化不利影响和风险提供了战略依据和指导。

《国家适应气候变化战略 2035》将“加强气候变化监测预警和风险管理”单设一章并摆在突出位置，体现了对气候变化观测监测预警、影响和风险评估、应急防灾减灾等工作的重视程度。将重点领域划分为自然生态和经济社会两个维度，并增加城乡人居环境及金融、能源、旅游、交通等敏感二三产业作为适应气候变化重点领域，有利于进一步提高各领域适应能力。将适应气候变化与国土空间规划相结合，并按照全面覆盖、重点突出的原则，提出全国八大区域和五个重大战略区域适应气候变化任务，构建了多层次适应气候变化区域格局。针对适应气候变化的政策体系和体制机制、气候变化监测预警和影响风险评估、气候灾害防治能力建设、重点领域和重点区域适应行动、适应区域格局、适应技术和标准、气候适应型社会建设等方面分别提出了 2025 年、2030 年和 2035 年的具体目标。

（三）“十四五”期间适应气候变化目标

适应气候变化作为应对气候变化工作的重要组成部分，纳入国务院及下属的自然资源部、农业农村部、水利部、国家林业和草原局、气象局等气候变化相关部门的政策体系中。2020—2022 年，中共中央、国务院及相关部委在气候变化影响和风险评估、综合防灾减灾、水资源、陆地生态系统、海洋与海岸带、农业与粮食安全、健康与公共卫生、城市与人居环境、提升旅游业适应能力、提高能源行业气候韧性、交通防灾和应急保障、适应气候变化国土空间、重大战略区域适应气候变化等 13 个适应气候变化的具体方面，制定发布相关文件，有力引导和推动重点领域适应气候变化工作取得实效。其中各领域目标如下：

水资源领域。到 2025 年，水旱灾害防御能力、水资源节约集约安全利用能力、水资源优化配置能力、河湖生态保护治理能力进一步加强，国家水安全保障能力明显提升。全国用水总量控制在 6400 亿立方米以内，万元国内生产总值

用水量、万元工业增加值用水量均较 2020 年下降 16%左右，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.58。水资源配置工程体系更加完善，新增水利工程供水能力 290 亿立方米，地级及以上城市应急备用水源基本建立，农村自来水普及率达到 88%。

陆地生态系统。到 2025 年，着重抓好国家重点生态功能区、生态保护红线、重点国家级自然保护区等区域的生态保护和修复，解决一批重点区域的核心生态问题。森林覆盖率达到 24.1%，森林蓄积量达到 190 亿立方米，草原综合植被盖度达到 57%，以国家公园为主体的自然保护区面积占陆域国土面积比例超过 18%，沙化土地治理面积 1 亿亩。

海洋生态系统。到 2025 年，海洋生态退化趋势根本遏制，受损、退化的重要海洋生态系统得到全面保护修复，海洋生物多样性得到有效保护，海洋生态安全屏障和适应气候变化韧性不断增强，海洋生态系统质量和稳定性稳步提升。自然岸线保有率不低于 35%，整治修复岸线长度不少于 400 千米，滨海湿地面积不少于 2 万公顷。推进 50 个左右海湾综合治理和美丽海湾建设。

农业领域。到 2025 年，耕地、水等农业资源得到有效保护、利用效率显著提高。耕地生态得到恢复，生物多样性得到有效保护，农田生态系统更加稳定，适应气候变化能力不断增强。累计建成高标准农田 10.75 亿亩，主要农作物化肥、农药利用率均达到 43%，农膜回收率达到 85%，畜禽粪污综合利用率达到 80%以上，新增退化农田治理面积 1400 万亩。

防灾减灾领域。到 2025 年，应急管理体系和能力现代化建设取得重大进展，形成统一指挥、专常兼备、反应灵敏、上下联动的中国特色应急管理体制，建成统一领导、权责一致、权威高效的国家应急能力体系，防范化解重大安全风险体制机制不断健全，应急救援力量建设全面加强，应急管理法治水平、科技信息化水平和综合保障能力大幅提升，安全生产、综合防灾减灾形势趋稳向好，自然灾害防御水平明显提升，全社会防范和应对处置灾害事故能力显著增强。

二、适应气候变化行动进展

（一）加强气候变化监测预警和风险管理

完善气象综合观测网络，推进综合气象观测业务高质量发展。印发《综合气象观测业务发展“十四五”规划》，着力推进观测站网、运行保障、观测产品等方面高质量发展。印发《城市气象观测能力建设指导意见》，全面推进城市气象综合观测网建设，加强对城市气象观测能力建设的顶层设计与指导。建成由近 7 万个地面自动气象站、200 余个天气雷达站、120 余个探空站、9 颗在轨业务运行风云气象卫星等组成的综合气象观测系统。初步建立了地空天协同

的、以大气圈为主的地球系统多圈层立体观测网络，为综合防灾减灾救灾、应对气候变化和生态文明建设作出重要贡献。

强化气候变化监测预警和风险评估。提升气候系统监测分析能力，深入开展基于数值模式和人工智能等新一代信息技术的智能预报预警技术研究，搭建极端事件快速检测归因原型系统。加强部门联动，强化高级别预警“叫应”机制。不断提升气象预报预警的准确率和精细度。初步建立从小时、天到月季年，从中国区域到全球，涵盖基本气象要素、灾害性天气和气候事件及影响预报等较为完整的气象预报业务体系。加强灾前联动，将大范围、高强度、可能致灾的强降雨预警信息纳入防汛应急响应启动条件，科学建立预警响应联动机制，推进灾害防范应对关口前移。通过年度趋势预测、国家级地质灾害气象风险预警、专家驻守制度等，加强极端气候事件防范。建立台风、暴雨等重大降水过程联合发布重大服务专报制度。2022年4月15日启动国家级地质灾害气象风险预警工作。研究编制《适应气候变化—省级气候变化影响和风险评估技术指南》（试行）。印发《气象高质量发展纲要（2022-2035年）》，完成气象灾害致灾因子调查和危险性评估。发布《中国气候变化蓝皮书2023》《中国气候变化海洋蓝皮书（2022）》《2022年全国生态气象公报》、中国温室气体公报、风能太阳能年景公报，新增极地气候变化年报，完成《中国区域气候变化评估报告》《气候变化国家评估报告》。

强化综合防灾减灾和灾后重建行动。编制印发《“十四五”国家综合防灾减灾规划》，部署实施适应气候变化下综合防灾减灾重大工程。推进基层防灾减灾救灾能力建设，开展全国综合减灾示范社区创建。推进自然灾害防治重点工程建设，优化防灾减灾救灾资源区域布局。强化自然灾害风险监测评估，推进自然灾害防治九项重点工程。完成第一次全国自然灾害综合风险普查，建设国家自然灾害综合风险基础数据库。加快实施自然灾害监测预警信息化工程。建立实施森林草原违法违规野外用火举报奖励机制。启动实施森林雷击火防控科技攻关项目二期工程，加快推进林草防火感知系统建设。强化火险研判，根据天气火险形势变化开展火情实时监控。积极推进防灾减灾科技力量布局和科研基础能力建设，将重大自然灾害风险防控、应急救援等纳入“十四五”国家重点研发计划相关重点专项实施方案和2021年度项目指南。构建以国家综合性消防救援队伍为主力、以专业救援队伍为协同、以军队应急力量为突击、以社会力量为辅助的特色应急救援力量体系。建设6个国家区域应急救援中心，加强应急救援航空体系建设，加快推进灭火大飞机破题。建立健全应急救援指挥机制，组织开展应急演练。加快推进汛期因灾受损农房恢复重建，组建灾后农房恢复重建技术专家指导组，指导受灾省市迅速启动灾后农房应急评估和安全鉴定。有效抵御2022年以来主要江河14次编号洪水、1334条河流超警以上

洪水、76条河流有实测资料以来最大洪水，实现黄河等北方河流防凌汛安全；成功抗御2022年珠江流域性较大洪水、北江1915年以来最大洪水，保障珠江三角洲防洪安全；积极防御海河“23·7”流域性特大洪水，确保了重要城市和大兴机场等重要设施安全；有效应对2022年长江流域1961年有完整实测资料以来最严重长时间气象水文干旱和长江口历史罕见咸潮入侵，2023年西南、西北部分地区1961年以来最严重干旱，有力保障了旱区群众饮水安全和灌区农作物时令灌溉用水需求。

（二）提升自然生态系统适应气候变化能力

提升水资源和流域/水生生态系统适应气候变化能力。开展水资源调查监测与评价，完成全国九大流域、生态脆弱区和水源涵养区年度地下水位统测以及地下水监测工程。加大水资源节约和管理力度，研究建立水资源刚性约束制度，明确“十四五”全国及分省用水总量和强度控制目标，全面推进国家节水行动。与2020年相比，2022年万元国内生产总值用水量、万元工业增加值用水量分别下降7.6%、17.7%，农田灌溉水有效利用系数由0.565提高到0.572，农村自来水普及率由83%提高到87%，万亩以上灌区灌溉面积从5亿亩提高到5.32亿亩，非常规水源利用量由132.0亿立方米扩大到175.8亿立方米，用水效率和效益显著提高。积极推进水资源税改革，促进水资源节约开发利用。实施国家水网重大工程，一批重大水利工程建设实现关键节点目标。增强水利基础设施应对气候变化能力，推进防汛抗旱水利提升工程建设，完成中小河流治理1.1万公里，实施重点山洪沟治理175条。实施母亲河复苏行动，加强生态流量保障，优化水资源配置与调度，实施生态补水，断流26年的永定河连续四年实现全年全线有水，断流百年的京杭大运河连续三年全线贯通。实施了小流域综合治理、坡耕地综合整治、病险淤地坝除险加固和新建淤地坝、拦沙坝等国家水土保持重点工程。

提升陆地生态系统适应气候变化能力。开展生态质量监测，印发了《全国生态质量监督监测工作方案（2023-2025年）》。2022年，全国生态质量指数（EQI）值为59.6，生态质量为二类。2022年，开展全国森林、草原、湿地调查监测。完善生态修复规划与政策制度体系，组织编制省级国土空间生态修复规划。印发《关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意见》，构建生态保护修复市场化投入机制，开展青藏高原生态保护、黄河保护、耕地保护和质量提升、密云水库保护等立法工作。统筹推动重点生态功能区生态修复、海岸带保护和防汛抗旱水利提升等重点工程建设。《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》配套的9项重大工程专项建设规划全部印发。加强陆地生态系统生物多样性保护，印发《关于进一步加强生物多样性保护的意见》《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》《全国鸟类迁徙通道

保护行动方案（2021-2035年）》《国家植物园体系布局方案》《全国野生动植物保护工程建设方案（2023—2030年）》等。

提升海洋与海岸带适应气候变化能力。建立海岸带气候变化综合风险评估决策支持系统，持续实施海洋预报“芯片”工程。每月发布《全球海温和热含量监测》产品，每年发布《中国气候变化海洋蓝皮书》《海洋与中国气候展望》《全球海洋气候监测月报》《中国近海海洋气候监测月报》产品。不断提升海洋气候预测能力，建立统计与动力相结合的厄尔尼诺-南方涛动（ENSO）监测和预测系统，发展集合预报和人工智能海洋气候预测关键技术。完成年度海平面变化监测和影响评估，发布《中国海平面公报》《中国海洋灾害公报》。支持沿海城市实施47个海洋生态保护修复项目，持续实施海岸带保护修复工程，着力推动海洋开发方式向循环利用型转变。加强海岸线保护，从严审查建设项目占用海岸线的必要性和合理性。引导社会资源投入红树林、海草床、滨海盐沼、海藻场等海岸带保护恢复。印发《“十四五”海洋生态环境保护规划》《重点海域综合治理攻坚战行动方案》，坚持陆海统筹、河海联动，深入推进重点海域综合治理和美丽海湾建设。

（三）强化经济社会系统适应气候变化能力

提升农业与粮食安全领域的适应气候变化能力。实施第三次全国农业气候资源普查和区划工作，推广一批适宜不同地区种植的高产、优质、抗逆良种，提高粮食产量和农作物气候适应能力。在汛期、“三秋”等关键时期，印发农业防灾减灾预案。建设一批田间定点监测点和国家级墒情监测站，推广节水抗旱作物品种和覆盖、滴灌喷灌、水肥一体化等旱作节水技术。结合气候变化引起的生态关系改变和病虫害新特点，推行统防统治与绿色防控技术，推进农药减量增效。加强外来入侵物种防控，基本构建了覆盖源头预防、监测预警、治理修复等关键环节的管理制度体系，保护农业生物多样性。建立适应气候变化的粮食安全保障体系，加强高标准农田建设，稳定保障粮食产能。健全耕地休耕轮作制度，加大农业水利设施建设力度。开展气候智慧型农业试点示范，针对不同的作物种类、农业区域气候条件和农民耕作方式，探索不同区域的气候智慧型农业模式。按照“政府引导、市场运作、自主自愿、协同推进”的原则，实施农业保险保费补贴政策。

提升健康与公共卫生领域适应气候变化能力。扩大环境健康风险评估示范引领，推动环境健康风险评估试点建设，组织开展高温热浪和低温寒潮健康风险分级预警，提高极端天气健康风险预警的公众可及性，并在首批试点城市济南、青岛、深圳推广应用。构建高温健康风险早期预警产品和城市气候变化诊脉平台。开展全国极端天气会商，发布针对心血管敏感人群的寒潮健康风险预

警。制定并发布《高温热浪公众健康防护指南》《寒潮公众健康防护指南》《公众应对气候变化健康素养及释义》，提升公众自我保护意识及应对能力。推进气候变化健康适应社区试点建设，开展极端天气事件社区健康风险干预。筹建气候变化与健康专家委员会，发挥专家在气候变化与健康领域中的专业咨询和技术支撑作用。印发《国家气候变化健康适应行动方案（2024—2030年）》，制定气候变化健康适应阶段性工作目标，不断完善气候变化健康标准体系，加快基础标准和技术标准的制订。

提升基础设施与重大工程领域适应气候变化能力。开展交通基础设施韧性提升关键技术等交通强国建设试点。在重点项目前期工作中开展地质灾害评价、防洪影响评价、交通安全性评价等安全评估，设置必要的防雷、抗震设施，超大跨径特殊桥梁开展风洞试验并验算风稳定性；指导项目以高边坡、特大桥、隧道等工点为重点，针对台风、暴雨及由此引发的洪水、泥石流、滑坡、崩塌等灾害，及时做好施工应急预案。研究完善与气候变化相适应的水运工程标准，在《海港总体设计规范》等重点标准修订过程中考虑海平面上升等影响。

提升城市与人居环境领域适应气候变化能力。持续实施《城市适应气候变化行动方案》，以城市为切入点，积极探索气候适应型城市建设路径和模式。发布《关于深化气候适应型城市建设试点的通知》，明确提出十个方面的试点任务，组织开展气候适应型城市建设试点遴选工作。以应对城市内涝为重点，在30个城市开展海绵城市试点建设，在60个城市开展海绵城市建设示范。在10个城市开展深化城市体检工作制度机制试点，将“消除严重易涝积水点数量”“城市排水防涝应急抢险能力”等纳入体检内容，查找城市在抵御暴雨灾害等极端天气方面存在的问题，有针对性实施更新改造，提升城市安全韧性水平。印发《“十四五”城市排水防涝体系建设行动计划》，指导各地加强城市排水防涝体系建设，建立省级统筹的应急排涝工作机制。授予26个城市“国家森林城市”称号，100余个城市开展了国家园林城市建设，全国各地建设3520个“口袋公园”。发布首批19个区域再生水循环利用试点城市名单，78个城市开展典型地区再生水利用配置试点。创建了“中国天然氧吧”“中国气候宜居城市（县）”“避暑旅游目的地”409个。

提升敏感二三产业适应气候变化能力。强化能源行业气候影响监测和风险预警，建立常态化会商和应急联动机制，积极开展气象预报预测及对能源保供的影响分析。组建迎峰度夏（冬）能源保供气象服务专班，密切跟踪监测灾害多发地区气象变化，重要时段每周发布保供气象服务专报。做好旅游业极端恶劣天气应对，印发《关于进一步提升暑期旅游景区开放管理水平的通知》。督促景区密切关注天气变化，针对性做好恶劣天气应对预案。提升交通运输适应气候变化能力。持续开展国家干线公路危旧桥梁改造、安全设施精细化提升和

灾害防治三项工程，2022—2023年优化提升218条恶劣天气高影响路段，相关路段交通事故数量同比下降50%，减少经济损失43亿元。组织实施农村公路安全保障能力提升工程，加强农村公路隐患排查治理，深入实施农村公路危旧桥梁改造和安全生产防护工程。2022年以来，改造农村公路危桥1.8万座，实施农村公路安全生产防护工程24万公里。

（四）构建适应气候变化区域格局

构建适应气候变化的国土空间。印发《全国国土空间规划纲要（2021-2035年）》，完成“三区三线^[40]”划定。加快推进省市县国土空间规划编制实施，将生态优先、适应气候变化等作为编制国土空间规划核心理念之一，形成主体功能明显、优势互补、绿色低碳的国土空间开发保护新格局，加强重点生态功能区、生态保护红线等重点区域监管，提高气候变化背景下的国土空间韧性。推动各省（区、市）结合本地实际，协调推动各有关部门、地方强化适应气候变化工作策略，将相关策略内容纳入各级国土空间规划。在全国范围确立“一年一体检、五年一评估”的国土空间规划实施评估制度，推动全国市县城市对低碳韧性指标定期开展监测。优化防灾减灾救灾资源区域布局，统筹流域干支流、上下游、左右岸防洪和城市地区排涝以及沿海城市防台防潮等需求，科学划定洪涝风险控制区，明确自然灾害综合风险防控区域，优化洪涝灾害风险防控设施布局，提高极端天气和自然灾害应对能力。

加强重点区域气候变化风险评估和决策能力建设。加强长江经济带、黄河流域、京津冀、青藏高原等重点区域气候变化影响和风险评估，组织各省定期发布气候变化监测公报。组织区域气候变化技术和工作交流，印发实施《规划环境影响评价技术导则 流域综合规划》，引导在流域综合规划环评中关注气候变化背景下流域面临的潜在风险，提出适应气候变化对策措施。

加快推进青藏高原气候变化工作。加强高原气候系统气候变化监测站点与网络建设。选取雅江上游拉萨河流域，建设山水林田湖草沙冰一体化保护与系统治理的科考示范平台，开展地球系统变化的多圈层综合观测、预警与管理。初步建成青藏高原典型高寒生态系统碳通量监测网络，建成梯度联网的巅峰（珠穆朗玛峰）气象观测站。建立气候变化对青藏高原生态系统、气候系统、水资源、珍稀濒危或者特有野生动植物、雪山冰川冻土和自然灾害影响的预测体系，完善生态风险报告和预警机制。开展气候变化对青藏高原影响研究，建立青藏高原生态环境保护和气候变化适应部际联席会议机制。召开跨部门的青藏高原气候变化工作交流，加强青藏高原跨部门、多圈层、综合观测与研究能力建设。

[40] “三区”是指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间。“三线”是指耕地和永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界。

强化重点流域适应气候变化能力。在黄河流域开展水源涵养林、水土保持林建设工程与土地综合整治工程，进行重点水源涵养区封育保护等。实施“黄河流域适应计划提升气候韧性”技援项目，研究编制黄河流域适应气候变化行动方案。组织专家重点梳理黄河流域基本地理、环境、气候信息，分析气候变化对黄河流域的影响现状，预估未来气候变化可能性，研判水资源和生态系统等重点领域气候风险。统筹长江流域水环境、水生境、水资源和水生态系统一体化保护与修复，推进长江干堤防洪工程建设和生态化改造，提高生态系统的完整性、多样性、稳定性和可持续性，加强长江流域水生态保护与修复和长江主要入江支流河口水环境专项治理，确保长江流域生物安全、生态安全，打造长江“绿色生态廊道”，建设人与自然和谐共生的绿色发展示范带。

（五）强化省级适应气候变化行动

2022年8月，为指导和规范省级适应气候变化行动方案编制工作，强化省级行政区域适应气候变化行动力度，印发《省级适应气候变化行动方案编制指南》。各省（区、市）由生态环境部门牵头，积极编制省级适应气候变化行动方案。多数省（区、市）组建了方案编制领导小组（或协调组、工作组、工作专班等）和技术支撑团队，构建起生态环境部门牵头、有关部门配合、专业团队支撑的工作机制。

各省（区、市）强化部门联动，明确分工责任，由生态环境部门会同本地区发展改革、科学技术、财政、自然资源、住房和城乡建设、交通运输、水利、农业、文化和旅游、卫生、应急管理、中国人民银行省（区、市）分行、中国科学院派出机构、气象、能源、林业和草原、海洋等各部门联合印发省级适应气候变化行动方案，以全面覆盖适应气候变化工作各重点领域，部分省（区、市）结合自身实际情况，将国防、政务服务、畜牧业、通信等部门，以及国家电网分公司等作为联合印发单位。截至目前，29个省（区、市）的省级适应气候变化行动方案正式印发。

三、适应气候变化面临的挑战

气候变化监测预警和风险管理能力不强。天空地海气候系统多圈层综合观测体系不完善。现行气候观测系统网络功能尚不完善，尚未形成面向地球系统多圈层的覆盖全部关键气候变量的监测网络。天气气候无缝隙监测预报预警能力有限，对重大极端事件以及复合型灾害的预报预测核心技术相对落后。关于气候与气候变化对水、粮食和农业、减灾以及人类健康、能源、交通、环境等的气候影响的系统性认识不够深入，缺乏不同行业之间的交叉融合和联合研究，缺少统一高效的服务系统平台支撑。

自然生态系统适应气候变化能力不足。水利领域适应气候变化基础能力需进一步提高，适应工作保障体系需进一步完善。陆地生态系统的灾害预警、防御及治理能力亟需提升，重点生态功能区、敏感脆弱区、生态保护红线及重点违法领域的监测评估体系建设工作和技术能力水平有待加强。海洋环境监测站点布局合理性和灾害预报准确性不足，对海水酸化、生物多样性丧失等风险仍缺乏有效应对措施。

经济社会系统适应气候变化能力不足。农业基础设施尚不完善，农业适应气候变化的管理和保障体系尚不健全。气候变化健康风险和适应能力评估不足，重点脆弱人群气候变化适应能力、适应措施效果、健康公益评估及合作机制待加强。现有的基础设施建设尚不能满足适应气候变化要求。城市生命线系统应对极端天气气候事件的稳定性和抗风险能力不足，一些城市公共设施和农村水利设施老化，综合防洪减灾体系尚不完善。金融领域的气候相关数据基础尚不健全，能源基础设施对气候变化不利影响的应对能力有待提升，公路或高速铁路防灾监测预警、应急救援和技术标准体系建设有待加强。

第四章 适应气候变化国际合作

一、深入开展适应气候变化联合研究

积极利用世界银行、亚洲开发银行以及全球环境基金（GEF）等国际机构赠款资金开展适应气候变化相关项目。申请获批亚洲开发银行“黄河流域适应计划提升气候韧性”“省市适应气候变化能力提升”适应相关技援项目。与全球适应中心（GCA）合作开展支持中国气候适应型城市建设试点项目，支持中国提升城市适应气候变化能力。

与多个地区和国家在适应气候变化重点领域开展联合研究。与德国开展“低碳和韧性城市综合城市气候行动”项目，为气候变化背景下的低碳和韧性城市建设提供助力。与欧盟合作开展“中国生物多样性基金合作项目”，加强在生态系统修复等领域气候变化相关国际合作。发起成立“干旱区生物多样性保护联合体”，联合共建“中国—塔吉克斯坦生物资源保育与利用联合实验室”。积极响应联合国“海洋科学促进可持续发展十年（2021-2030）”（简称“海洋十年”）倡议，承办“海洋十年”海洋与气候协作中心。与周边国家持续开展典型海洋生态系统监测与保护修复、环境预报灾害预警等领域合作，与泰国、印尼、越南、瓦努阿图签署海洋合作协议。开展海洋和极区关键气候敏感要素对气候变化的影响与反馈作用研究，参与国际北极气候多学科漂流冰站计划（MOSAIC）。依托“中—俄”海洋与气候联合研究中心，在俄罗斯管辖海域开展多学科综合科考航次。与法国索邦大学海洋与气候实验室（LOCEAN）

合作参加中国北极科学考察。依托“一带一路”国际科学组织联盟，开展“一带一路”国家和地区水旱灾害防御等研究。

二、重视适应气候变化知识共享

通过经验总结、案例分享等形式，积极传播中国适应气候变化良好经验。与欧盟驻华代表处召开中欧适应气候变化对话会，分享《国家适应气候变化战略 2035》编制实施情况。在《公约》历次缔约方大会“中国角”主办适应气候变化边会，与国际社会分享中国适应气候变化的政策和行动经验。与世界自然保护联盟（IUCN）联合发布基于自然的解决方案中国实践典型案例，讲好应对气候变化中国故事，共建基于自然的解决方案亚洲中心；推进海洋领域适应气候变化科学研究、灾害监测预警和能力建设等合作，举办中国—太平洋岛国海洋防灾减灾合作研讨会等多边论坛。充分利用多种论坛、国际会议等平台强化中国在适应气候变化领域的影响，如在北京召开的第二届联合国全球可持续交通大会上，呼吁提高交通运输系统抗风险能力，宣介中国打造韧性交通、积极适应气候变化成就和经验；与英国驻华大使馆召开“中英气候变化风险评估合作”研讨会，就应对气候风险方面的有益实践进行交流讨论。

第五章 适应气候变化的经验和启示

一、提升决策者和公众的理念意识

2022年，中国印发《国家适应气候变化战略 2035》，要求各有关部门要按照职责分工，进一步细化落实举措，编制本领域适应气候变化行动方案，各省要结合本地实际编制省级适应气候变化行动方案。各地高度重视此项任务，迅速组织形成适应气候变化行动方案编制机制，并组建专家组开展相关工作。

同年编制印发了《省级适应气候变化行动方案编制指南》，组织召开全国省级适应气候变化行动方案编制工作动员培训，对相关文件进行要点解读，就气候变化风险评估、气候敏感脆弱领域和区域识别、城市气候风险及适应对策选择等进行专家讲解，并就下一步省级适应气候变化行动方案编制工作进行动员部署。

多次开展培训、调度、座谈活动，加强适应气候变化典型案例的经验交流与宣传推广。召开黄河流域省级适应气候变化行动方案编制调度培训会，邀请专家就如何开展黄河流域气候风险评估及风险管理进行了授课，有效促进了相关省份适应气候变化行动方案编制进程。召开中德气候变化项目研讨会暨省级适应气候变化行动方案编制讨论会，组织长江流域有关省（区、市）交流适应气候变化行动方案编制经验，邀请国内外重点领域专家学者为有关省生态环境

主管部门及研究支撑机构开展能力建设培训，提升地方对适应气候变化和气候风险评估等工作的理解和认知。

通过六五环境日、全国低碳日、防灾减灾日等节点，开展适应气候变化的相关宣传教育，面向社会公众加强气候变化引起的灾害警示教育，普及适应气候变化和防灾减灾知识技能，逐步增强全社会适应气候变化的意识，形成广泛参与的良好局面，有效提升了决策者和公众关于适应气候变化的理念和意识。

二、建立长期有效多部门协同机制

适应气候变化工作涉及领域广、部门多，需要建立健全统筹融合的体制机制，强化多方联动，一体开展气候韧性提升行动。目前正在积极建立健全应对气候变化跨部门、多层级合作工作机制，以防范化解气候风险为总抓手，统筹布局各领域重点任务并明确责任分工，合理配置资源，打破信息封闭壁垒，推动气候变化数据信息集成和共享，促进协调联动与协同创新。

生态环境部、自然资源部、中国气象局、国家林业和草原局等研究建立并协调落实青藏高原生态环境保护 and 气候变化适应部际联席会议机制，加强气候变化对中国承载力脆弱地区影响监测和评估、全球气候变化对青藏高原影响的对策性研究、气候变化影响风险评估工作体系研究、深化气候适应型城市建设试点等研究项目，组织相关单位开展专项研究工作。

为做好省级适应气候变化行动方案编制工作，各省生态环境厅（局）组建了方案编制领导小组（或协调组、工作组、工作专班等）和技术支撑团队，构建起生态环境部门牵头、有关部门配合、专业团队支撑的工作机制。截至目前，29个省（区、市）的省级适应气候变化行动方案已正式印发。

三、充分发挥适应型城市试点的示范作用

中国正处于工业化和城镇化快速发展的历史阶段，为最大限度降低气候变化不利影响和风险，提高城市适应气候变化能力，保障城市安全运行，2017年，中国选取了28个城市（区、县），组织开展气候适应型城市建设试点工作。各试点城市因地制宜、积极探索，在普及适应理念、创新工作机制、强化重点领域适应行动等方面都取得积极成效并积累了有益经验，为全面提升城市气候韧性奠定了基础。为加强城市气候风险系统治理，推进城市适应气候变化能力全面提升，建设绿色、宜居、安全、韧性城市，中国基于对试点城市建设情况、成效和经验教训的总结评估，探讨深化试点的方法路径，研究组织开展推动深化气候适应型城市建设试点工作，并研究编制《深化气候适应型城市建设试点工作方案》，明晰试点建设工作思路及重点任务，进一步强化城市重点领域适应气候变化行动，推进城市适应政策创新和能力建设，选择典型城市先行先试，

积极推进和深化气候适应型城市建设，为推进城市韧性可持续发展、助力生态文明建设和美丽中国建设做出积极贡献。

为推动气候生态产品价值实现，挖掘气候资源潜力，提升气象服务旅游康养能力，中国正在开展气候生态产品价值实现机制试点建设，主要包括开展气候生态资源普查评估，摸清气候生态资源底数，编制精细化区划系列图谱；提升气候生态服务业务能力，分灾种、分行业、分区域、分时段开展重大气象灾害风险预警和评估，强化生态安全气象保障服务；促进生态产品价值实现，建设分区域、分品种的气候生态产品气候品质评价及溯源系统，赋能气候生态产品增值，建设气候康养示范基地；开展气候生态产品价值评估，推动核算结果在地方规划、重点产业发展、生态保护补偿、生态文明建设目标评价考核等方面得到应用等方面内容。

四、积极开展适应气候变化国际交流合作

随着全球变暖持续加剧，各国对适应气候变化关注度和重视程度不断提升，在气候变化大背景和国际新形势下，中国大力开展适应气候变化国际交流合作，不断拓展合作广度与深度。基于中国与全球适应中心（GCA）持续开展的适应气候变化务实交流合作，以 GCA 等相关国际机构作为扩大宣传、加强分享、务实合作的平台，在适应气候变化政策行动分享、气候变化影响和风险评估、气候适应型城市友城伙伴关系计划等方面加强交流合作和经验互鉴，分享彼此有益实践和典型案例，为提升全球适应气候变化能力积极行动，为促进全球共同提高气候风险抵御能力贡献中国智慧。

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

2020年，中国宣布更新和强化国家自主贡献，计划完成全球最高的碳排放强度降幅，用历史上最短的时间实现从碳达峰到碳中和，这是中国基于自身发展阶段和基本国情，为应对全球气候变化做出的最大努力，也意味着较短时期内巨额的资金、技术和能力建设需求。中国作为拥有14亿人口的发展中国家，正面临发展经济、改善民生、保护环境、应对气候变化等多重挑战，发展不平衡、不充分的矛盾依然十分突出，对资金、技术、能力建设的需求均十分迫切。本部分主要报告中国到2030年的资金、技术和能力建设需求，以及2020—2022年间获得的资金、技术和能力建设支持情况。

第一章 总体情况

一、国情和组织机构安排

（一）与资金、技术和能力建设相关的国情

中国是全球最大的发展中国家。根据世界银行的统计^[41]，2022年中国人均国民总收入为12890美元，仅为经济发展与合作组织（OECD）成员国平均水平的约1/4。2022年中国居民人均可支配收入为36883元（5483美元^[42]），城镇居民、农村居民人均可支配收入分别为49283元（7326美元）、20133元（2993美元），中国仍面临总体人均收入水平低、城乡收入水平差异大的现实挑战。

1. 资金

公共财政。2020—2022年与应对气候变化相关的全国一般公共预算支出约3万亿元，累计占支出总额的3.9%，但年人均仅约700元；相关领域包括：节能和提高能效、可再生能源、循环经济、自然生态保护、森林资源培育、草原管理、自然灾害防治、自然灾害救灾及恢复重建、气象信息传输及管理、气象探测等。

投融资。截至2022年年底，中国绿色贷款余额22.03万亿元，人均约1.5万元。2021年推出的碳减排支持工具累计支持金融机构发放碳减排等相关领域优惠贷款超6900亿元，带动清洁能源、节能环保、生态环境等行业贷款规模分

[41] 数据来源为世界银行数据库，参见 <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD>

[42] 数据来源为中华人民共和国2022年国民经济和社会发展统计公报，美元数额按照2022年年均汇率换算。

别同比增长 36.2%、42.3%和 38.9%；中国绿色债券累计发行超 2.5 万亿元，其中碳中和债券共发行 4900 亿元，专门用于具有显著碳减排和碳吸收效果的项目和领域；截至 2023 年 6 月，首批 23 个气候投融资试点城市和区域储备近 2000 个气候友好型项目，涉及资金近 2 万亿元。

2. 技术

应对气候变化是中国基础研究和科技创新重点领域。“地球系统数值模拟装置”等国家重大科技基础设施，燃料电池、建筑绿色低碳、新能源汽车等“双碳”领域国家技术创新中心，“可再生能源技术”等国家重点研发计划项目，“变革性洁净能源关键技术与示范”等战略性先导科技专项项目，《国家重点推广的低碳技术目录》等，是中国开展应对气候变化科学技术研发创新与推广的主要方式。

3. 能力建设

2020 年提出“双碳”目标后，中国不断完善碳达峰碳中和高等教育人才培养体系，以及中小学应对气候变化有关课程和实践教育体系，新增设碳排放管理员、碳管理工程技术人员、碳汇计量评估师等应对气候变化相关新兴职业，加强职业技能培训，强化政府官员及企业应对气候变化专项能力建设，并通过“全国节能宣传周”“全国低碳日”“六五环境日”等加强公众宣传和知识普及，不断提高全社会应对气候变化的能力。

（二）与报告资金、技术和能力建设支持相关的组织机构安排

关于信息统计及报告编制安排。为编制国家双年透明度报告中与应对气候变化资金、技术、能力建设支持相关的内容，中国建立了由生态环境部牵头组织，发展改革委、教育部、科技部、财政部、国际发展合作署等多部委协调合作，地方政府、相关机构和专家支撑配合的信息统计及报告编制模式。

关于报告应对气候变化需求信息的组织安排。中国尚未建立机制化的需求评估和信息报告体系。本次报告由生态环境部牵头组织相关部门和专家统计报告相应信息。信息数据来源于相关主管部门和前期专项研究。

关于报告获得应对气候变化支持信息的组织安排。中国尚未建立机制化的获得支持的信息报告体系。本次报告由生态环境部牵头组织相关部门、地方和专家统计报告相应信息。其中，中国通过多边渠道获得的资金支持由财政部负责管理；通过双边渠道获得的资金支持，以及通过各种渠道获得的技术和能力建设支持，涉及多个部委和地方政府。

（三）报告资金、技术和能力建设支持面临的挑战

《巴黎协定》强化透明度框架就应对气候变化资金、技术、能力建设相关信息编制提出更为细致的要求。中国在全面、有效、充分报告资金、技术和能力建设需求和支持方面存在挑战。一是应对气候变化资金缺乏明确定义，资金需求评估、资金支持统计结果受所选方法学影响而差异较大。二是应对气候变化技术门类众多，难以常态化地及时更新技术研发、需求、支持的进展信息。三是应对气候变化能力建设范畴宽泛，形式多样化，难以建立能力建设需求和支持的识别分析机制。四是中国尚未建立常态化应对气候变化资金、技术、能力建设需求评估工作机制。五是中国尚未建立常态化应对气候变化资金、技术、能力建设支持信息统计与报告机制。

二、与资金、技术、能力建设相关的国家战略及优先事项

（一）国家战略和实施方案

《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》为中国实现碳达峰碳中和的资金、技术、能力建设相关安排提出了战略性指导。《国家适应气候变化战略 2035》提出了适应领域资金、技术、能力建设的方向。《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》《关于促进应对气候变化投融资的指导意见》等明确了财政支持碳达峰碳中和的重点方向和领域，以及引导气候投融资的实施路径。《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》统筹提出了支撑 2030 年前实现碳达峰目标的科技创新行动和保障举措。《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》《绿色低碳发展国民教育体系建设实施方案》等围绕应对气候变化相关能力建设作出了安排。

（二）目标和优先事项

1. 资金

财政支持。目标是 2025 年初步建立有利于绿色低碳发展的财税政策框架，2030 年前基本形成有利于绿色低碳发展的财税政策体系，2060 年前建立成熟健全的财政支持绿色低碳发展政策体系。优先事项包括强化财政资金支持引导作用，健全市场化多元投入机制，发挥税收政策激励约束作用，完善政府绿色采购政策，以及加强应对气候变化国际合作。

投融资。目标是 2025 年基本形成气候投融资地方试点、综合示范、项目开发、机构响应、广泛参与的系统布局，构建有国际影响力的气候投融资合作平台，气候领域资金规模明显增加。优先事项包括构建气候投融资政策体系，完善气候投融资标准体系，鼓励引导民间投资和外资进入气候投融资领域，引导

和支持气候投融资地方实践，以及深化气候投融资国际合作。其中，为扩大适应资金规模，优先事项包括引导商业性金融机构和多渠道市场资源投资气候适应项目建设，鼓励推出气候适应投融资创新产品，争取多双边适应专项贷款和赠款，以及构建适应投融资保障体系。

2. 技术

低碳技术。目标是到 2025 年实现重点行业和领域低碳关键核心技术的重大突破；到 2030 年，进一步研究突破一批碳中和前沿和颠覆性技术，形成一批具有显著影响力的低碳技术解决方案和综合示范工程，建立更加完善的绿色低碳科技创新体系。优先事项包括能源绿色低碳转型科技支撑行动，低碳与零碳工业流程再造技术突破行动，城乡建设与交通低碳零碳技术攻关行动，前沿颠覆性低碳技术创新行动，低碳零碳技术示范行动，碳达峰碳中和管理决策支撑行动，碳达峰碳中和创新项目、基地、人才协同增效行动，绿色低碳科技企业培育与服务行动，以及碳达峰碳中和科技创新国际合作行动。

适应技术。优先事项包括气候变化及其适应基础科学研究，适应气候变化标准研究，适应气候变化关键技术研发，适应气候变化技术成果转化平台建设，基于未来长期气候变化情景的适应技术预研究和技术储备，加强重点行业与区域适应气候变化科技资源协同共享，加强国际、区域间适应气候变化科技交流。

3. 能力建设

人才保障。目标是为实现碳达峰碳中和提供人才保障和智力支持，包括 2025 年全国设置绿色低碳领域相关专业点不少于 600 个，建设一批有关课程教材。优先事项包括绿色低碳教育，师资队伍建设，碳达峰碳中和与适应气候变化急需紧缺人才培养，依托产教融合协同育人，建立跨领域多层次的适应气候变化专家库，以及国际交流与合作。

公众参与。优先事项包括加强宣传教育，倡导绿色低碳和气候适应型生活方式，开展绿色低碳社会行动示范创建等。

三、相关概念和方法假设

《巴黎协定》缔约方大会第 18/CMA.1 号决定提出了 13 项有助于理解气候变化资金、技术、能力建设支持需求和收到支持的概念和方法要素。以下逐一介绍本报告的相关考虑：

(1) 将本国货币折算成美元：除特别说明外，使用 2020 年年均人民币兑美元汇率折算；对于以其他货币种类提供的支持，按照 2020 年年均汇率折算为美元。

(2) 估计所需支持的数量：全国气候资金需求总数来源于文献调研综述；特定来源的支持需求数量，由相应数据提供机构根据其各自方法学计算。

(3) 报告年份或时间框架：本报告中收到的支持均为 2020—2022 年间新增已实施的支持项目，支持需求的时间段为 2024—2030 年。

(4) 确定来自特定来源的支持：本报告使用了“气候变化相关的资金额”概念，覆盖的支持项目包括首要目的是应对气候变化的项目，以及并非以应对气候变化为首要目的（如首要目的为粮食安全、能源安全、公众健康等）但能发挥减缓或适应气候变化以及增强应对气候变化能力的项目。若项目是在“气候变化”的倡议、框架、双边声明等下开展，则“气候变化相关的资金额”按总额的 100%填报；若不是，则“气候变化相关的资金额”按总额的 50%填报；若项目原始数据来源已明确提出气候变化相关资金额的占比，则采用所提供的占比数据进行统计。若中国气候变化主管部门、中方项目接受实体和实施实体认为相应项目支持与应对气候变化无关，则不将其纳入统计报告。

(5) 确定已承诺、已接收或需要的支持：已承诺的支持为双方已签订备忘录或合作协议、合同，但本报告期内尚未启动实施，资金支持尚未拨付；已接收的支持以资金或技术已全部或部分到位，或能力建设项目已开展为准；需要的支持为根据评估确有需求，但尚未得到支持承诺。

(6) 确定并报告已计划、正在进行或已完成的支持：为避免与后续双年透明度报告信息重复，本报告只包括报告期（2020—2022 年间）新增已实施的支持项目，不包括已计划与支持提供方开展合作，但尚未签约的项目；正在进行指项目已开始实施，但本报告期内尚未完成；已完成指项目在本报告期内开始实施并已完成。

(7) 确定并报告渠道（双边、区域或多边）：双边渠道指项目的一方为中国，另一方为另一个国家或作为整体的区域性国家联盟；区域渠道指项目的一方为中国，另一方为一个区域的国家，或一方为包含中国的区域，另一方为一个国家或一个区域；多边渠道指项目的一方为中国，另一方为多边机构或机制。

(8) 确定并报告支持类型（减缓、适应或交叉）：减缓项目是指项目的主要目的是减缓《公约》体系管辖的温室气体排放或增加吸收，主要包括可再生能源（风力发电、太阳能发电和热利用、水电、生物质发电、地热发电和热利用、海洋能发电等）、核电、工业节能与提高能效、建筑节能与提高能效、交通运输节能与提高能效、城镇基础设施节能与提高能效、电动车、生态农业、工业工艺和农业种植养殖减排技术和项目、垃圾和污水处理的温室气体减排、植树造林、碳捕集利用与封存（CCUS）等；适应项目是指项目的主要目的是

适应气候变化及其不利影响，涵盖气候变化影响、脆弱性和风险评估，适应规划，减少气候变化不利影响，灾后恢复与增强复原力，适应监测与评价等方面，主要包括气象观测与监测、防旱抗涝、沿海防潮、作物耐旱耐高低温育种、节水农业、干旱地区安全饮水、水资源综合高效利用、生态修复、热浪严寒相关人群健康响应系统、气象灾害应急救援系统等；兼具减缓和适应目的的项目则列为交叉类型。

(9) 确定并报告金融工具（赠款、优惠贷款、非优惠贷款、股权、担保或其他）：本报告只包括赠款和优惠贷款支持的项目，按照金融领域一般准则确定。

(10) 确定并报告部门和子部门：根据《巴黎协定》缔约方大会第18/CMA.1号决定，本报告中的部门是指能源、交通、工业、农业、林草、水资源、健康，以及其他；子部门为上述部门归类下的具体领域，如可再生能源、节能、CCUS、低碳交通等，视情而定；同时囊括多个部门行动的被列为交叉领域，即“多部门”。

(11) 报告需要和获得支持的使用情况、影响和预估结果：对于项目合作协议中有相关指标和实际成效评估的，本报告依据项目提供的信息进行报告；除此之外，由于缺乏相应能力，本报告未评估所获得支持的使用情况、影响和预估结果。

(12) 确定并报告有助于技术开发、转让和能力建设的支持：如项目涉及帮助中国开展技术研发，或存在发达国家向中国项目实施方转让技术，则认为项目具备有助于技术开发、转让的属性；对于开展气候变化教育和培训、编制并使用能力建设材料、增强中国气候变化教育宣传能力、增强公众意识的项目，则认为其具备有助于能力建设的属性。

(13) 报告为履行《巴黎协定》第十三条和透明度相关活动，包括为透明度相关能力建设所需和获得的支持信息，将此类信息与其他需要和获得的支持信息分开报告时，避免双重核算：为避免重复计算，本报告在涉及此类信息时，仅在表4-7和表4-8中报告，不再列入其他表，不纳入减缓、适应和其他能力建设支持总量统计。

第二章 应对气候变化资金需求及获得的支持

一、中国应对气候变化资金需求

(一) 中国需要资金支持以实现国家自主贡献和《巴黎协定》长期目标

《IPCC第六次评估报告》综合报告指出，由于气候资金，特别是适应资金

投入不足，发展中国家的气候行动受到严重限制。中国作为发展中国家，落实国家自主贡献需要不断强化减缓和适应气候变化工作，持续、稳定、规模化地应对气候变化资金投入至关重要。中国不仅在尽可能充分动员国内公共与私营部门资金，也需要寻求国际资金支持。

（二）中国应对气候变化资金需求规模

2023年12月提交的《中华人民共和国气候变化第四次国家信息通报》指出，中国2021—2030年减缓行动的年均资金需求规模约2.0万亿元；为实现碳中和目标，中国进一步强化减缓行动，2021—2060年减缓行动的年均资金需求规模约6.5万亿元；2021—2060年适应气候变化资金年均需求1.6万亿元。综合考虑减缓和适应行动，中国从报告年份（2024年）到2030年的总资金需求规模约为25.2万亿元，年均约3.6万亿元；从2031—2060年的总资金需求规模约为243万亿元，年均约8.1万亿元。

（三）中国应对气候变化资金需求领域

2030年前是中国实现碳达峰目标的关键实施期，中国将在经济社会发展全过程和各方面加快落实碳达峰重点任务，包括能源绿色低碳转型行动、节能降碳增效行动、工业领域碳达峰行动、城乡建设碳达峰行动、交通运输绿色低碳行动、循环经济助力降碳行动、绿色低碳科技创新行动、碳汇能力巩固提升行动、绿色低碳全民行动，以及各地区梯次有序碳达峰行动。同一时期，中国将在各领域和区域全面开展适应气候变化行动，组织专项行动加强气候变化监测预警和风险管理、提升自然生态系统适应气候变化能力、强化社会经济系统适应气候变化能力、构建适应气候变化区域格局等。

基于当前减缓和适应领域的重点行动安排，部分资金需求事项见表4-1。

二、中国获得的应对气候变化资金支持

（一）中国获得的应对气候变化资金支持总体情况

2020—2022年，中国通过《公约》下多边资金机制、多边发展机构和双边合作机制等多种渠道获得国际资金支持共计26.2亿美元，年人均收到支持仅0.62美元，相当于中国自身财政投入应对气候变化金额的0.6%。具体资金支持项目详见表4-2。

按资金渠道划分。1.4亿美元来自《公约》下资金机制，4.1亿美元来自发达国家双边渠道，20.8亿美元来自多边发展机构。多边发展机构是报告期内中国获得应对气候变化资金支持的主要渠道。

按资金性质划分。0.5亿美元为赠款，25.7亿美元为优惠贷款。优惠贷款占

报告期内中国获得应对气候变化资金支持的绝对大部分。

按支持领域划分。减缓、适应、交叉领域所获资金支持分别为 5.6 亿美元、5.3 亿美元、15.4 亿美元。其中，河南郑州等地特大暴雨洪涝灾害灾后恢复重建项目获得适应资金达 5.3 亿美元，其余项目获得适应资金仅为 94 万美元。兼具减缓和适应目标的项目是报告期内中国获得应对气候变化资金支持的主要类型。

(二) 不同渠道下中国获得的应对气候变化资金支持

《公约》下资金机制。报告期内，中国通过《公约》下资金机制共获得 1.4 亿美元资金支持，其中全球环境基金提供 4092 万美元赠款，绿色气候基金提供 1 亿美元优惠贷款。如前所述，为避免重复计算，本统计不包含透明度履约相关项目。这些项目中，减缓、交叉领域资金占比分别为 87.9%、12.1%，没有专门针对适应的项目。主要支持了能源、农业、工业等部门行动，以及生物多样性保护和应对气候变化协同等跨部门行动。

多边开发银行。据不完全统计，中国在报告期内从多边开发银行共获得 913 万美元赠款和 20.7 亿美元优惠贷款，主要支持了农业、交通、水资源与卫生，以及多部门行动。其中，亚洲开发银行共提供 599 万美元赠款和 5.9 亿美元优惠贷款，支持了交通、农业、工业、城乡规划建设、气候融资、生态保护、灾害管理等行动；世界银行共提供 314 万美元赠款和 2.3 亿美元优惠贷款，支持了农业管理行动；亚洲基础设施投资银行共提供 6.9 亿美元优惠贷款，支持了交通、灾害风险管理等行动；新开发银行共提供 1.9 亿美元优惠贷款，支持了低碳交通行动；欧洲投资银行共提供 3.7 亿美元优惠贷款。

双边渠道。据不完全统计，中国在报告期内通过双边渠道共获得 123 万美元赠款和 4.1 亿美元优惠贷款，支持了气候融资、生态保护、近零排放建筑，以及多部门行动。

三、获得资金支持面临的挑战

发达国家向中国提供应对气候变化资金支持的意愿较低。发达国家近年来向中国提供的应对气候变化资金支持大部分以贷款形式提供，赠款项目多数资金中方不掌握支配权，项目运营和资金拨付由外方机构主导。如前文所述，中国仍处于人均收入低、发展不均衡的阶段，在推动落实碳达峰碳中和目标时，仍需同步应对发展经济、改善民生、保护生态环境等多重挑战，应对气候变化仍面临巨大的资金缺口，仍需要国际社会支持。

气候资金概念进一步泛化，发达国家强调全球气候投融资，淡化履行气候资金支持的义务。发达国家多强调全球气候投融资规模达到上万亿美元，应充

动员全球资本，将发达国家向发展中国家提供气候资金支持的国际义务与全球投融资的商业行为相混淆。这种趋势不利于保障包括中国在内的发展中国家在《公约》及其《巴黎协定》下应有的权利。

第三章 应对气候变化技术开发与转让需求及获得的支持

一、中国应对气候变化的技术需求

（一）减缓气候变化技术开发与转让需求

中国正加快以煤炭为主的能源结构向绿色低碳能源结构转型，大力部署非化石能源技术创新与推广，在减缓气候变化技术发展方面取得了一定进展与积累，但面向碳达峰碳中和目标愿景仍需加强技术创新部署与支持投入。在能源部门，新型太阳能光伏、深远海域及超大型海上风电、海洋能发电、生物质能高效转化利用、先进核能、新型储能、氢能、先进智能电网等是重点需求的技术方向；在工业等其他部门，低碳钢铁冶炼、低碳建材、低碳化工，新能源船舶与航空器等是重点需求的技术方向；二氧化碳捕集利用及封存、负排放技术，甲烷、含氟气体与氧化亚氮等非二氧化碳温室气体减排技术，温和条件下绿氢合成氨技术等也是中国亟需发展和获得技术转让支持的优先方向。

（二）适应气候变化技术开发与转让需求

中国地域广阔、气候多样，气候变化影响级联效应明显，对适应气候变化技术发展的需求更为迫切。与其他发展中国家类似，中国亟需加强气候变化引发的多种自然灾害及复合链生灾害监测预警、适应决策与风险防控、农业节水灌溉、农作物抗逆育种与病虫害防治、敏感生态系统保护修复、海洋及海岸带综合适应、气候韧性城市建设、人体健康影响与适应等方面的技术开发和技术转让支持。

当前，部分技术需求事项见表 4-3。

二、中国获得的应对气候变化技术支持

（一）获得的技术开发与转让支持

2020—2022 年，中国通过 GEF、绿色气候基金（GCF）等渠道获得部分新增技术开发与转让项目支持。从内容来看，项目相关活动多围绕技术可行性研究、能力建设、政策支持、试点示范等方面开展，缺少针对关键技术需求的实质性技术转让。

具体技术支持项目详见表 4-4。

（二）典型案例分析

专栏 4-1 可再生能源规模化发展二期项目（CRESP II）

可再生能源规模化发展二期项目（CRESP 二期项目）于 2013 年正式启动，2022 年完成，是由国家能源局与 GEF、世界银行共同实施的阶段性项目，旨在通过三阶段的长期合作计划，改善可再生能源开发利用经济性，推动中国可再生能源电力加速发展，加快对化石能源的替代进程。在一期项目（2005—2012 年）顺利实施并取得阶段性进展的背景下，中国可再生能源电力发展已初步具备了有力的法律和监管措施及制度安排，但仍面临可再生能源资源禀赋与消费负荷分布不平衡、电网规划建设与可再生能源开发利用不适应、适合可再生能源电力参与的新型电力系统市场尚待完善等多方面技术与政策挑战。为此，CRESP 二期项目旨在解决中国可再生能源发展面临的部分关键障碍，在新的投资格局下加速可再生能源规模化发展，控制可再生能源电力成本，加强可再生能源并网能力并减少弃电。

CRESP 二期项目共获得 GEF 赠款 2728 万美元，开展了可再生能源政策研究、并网消纳、技术发展、试点示范、能力建设等五类活动。其中，针对可再生能源电力技术发展，重点支持开展风电场布局优化方法研究，减少尾流损失并最大化风电场电力输出效率；针对风电场等集中式可再生能源并网场景，开展抽水蓄能及其他储能技术集成研究，解决风电输出的间歇性和随机性问题，提高风电并网稳定性，减少弃风率；开展大型风电场集电线路布局研究，实现线路跨区域规划全局成本优化；设计开发具备良好功率控制和故障管理能力的电网友好型风电机组并开展示范；开展风电光伏大规模并网仿真模拟研究；支持国际专家团队对相关机构进行太阳能热发电工程设计培训，并开展光热电站设计优化、关键部件与控制系统的研究开发。项目成果支撑了国家可再生能源发展规划与可再生能源电力消纳保障机制等政策制定；大规模陆上风电基地规划布局优化方案已应用于内蒙古、青海等地风电基地建设，西北地区新能源与电网协调发展规划方法已在国家电网系统得到推广，促进了可再生能源大规模消纳；支撑了多个海上风电机组国家技术标准制定及工程标准国际对标，提出了适合中国海上风电场建设和发展的直流汇入电网系统规划设计与评估方法，支持了国家海上风电机组检测中心建设。据测算，项目的实施支撑实现了每年增加风电发电量 1024 吉瓦时，替代煤炭消费 300 万吨标准煤，减排二氧化碳 916 万吨。

三、获得技术支持面临的挑战

总体来看，中国获得的技术开发与转让支持项目在提供国外优秀实践经验参考、优化国内政策框架与技术推广应用环境、提升国内规划设计与制造能力、开展专业技术人员能力建设培训等方面发挥了积极作用，但项目实施中缺少针

对中国关键技术需求的实质性技术转让，国内技术创新发展能力提升有限。作为发展中国家，中国积极参与气候技术开发与转让国际合作，但近年来，在获取有效技术转让与支持方面，与多数发展中国家一样，中国面临多方面挑战。

一是发达国家关于供应链安全、技术出口管制和外资安全审查等政策阻碍了气候友好技术转让。近年来逆全球化主义、国家安全概念泛化主义抬头，发达国家将保障国内供应链安全和产业优势作为重要任务，对外转让气候技术的主动性减弱，甚至针对部分领域制定了贸易限制或技术封锁政策；一些发达国家担忧先进技术被发展中国家获得，加强对外资的安全审查，对相关产业应对气候变化技术的转让（尤其是向发展中国家的技术转让）造成不利影响。

二是跨国公司技术流动障碍加剧。当前多数先进气候技术仍掌握在工业化国家私营部门手中，为实现利润最大化并保持技术垄断优势，跨国公司对外开展科技研发投资的方式逐渐从合资为主向控股、独资演化，或在产权和控制权范围内对海外分支机构开展内部技术转移，实质上对相关技术的转让实施了封锁，以达到获取技术垄断价值、占据东道国市场优势的目的。

三是当前国际机制未能有效支撑发展中国家引进气候技术。作为《公约》技术机制的执行机构，气候技术中心与网络（CTCN）是响应发展中国家技术请求、提供技术援助的重要渠道，但其运行长期面临资金不足的挑战。发展中国家指定实体（NDEs）人力、资源及能力的不足也是重要限制因素。《京都议定书》下清洁发展机制（CDM）项目曾在一定程度上促进了气候技术开发与转让，但依托 CDM 项目导致转让范围有限，需要更加有力的措施或机制促进相关技术向发展中国家的转让。

四是缺乏技术供需信息共享和匹配机制。中国等发展中国家通过技术需求评估（TNA）识别了各自国情下的重点领域和优先发展技术，但因缺乏先进适用技术供应方及相关技术信息的有效共享平台和机制，难以实现技术供需对接，不利于发展中国家获得气候技术。《巴黎协定》技术框架提出，要求技术机制开展行动，确定和开发评估“可转让技术”的工具与方法，但尚未取得有效进展。

第四章 应对气候变化能力建设需求及获得的支持

一、中国应对气候变化的能力建设需求

中国在以下方面需要更多的能力建设支持：

（一）应对气候变化基础支撑能力建设需求

气候监测评估预警体系。强化新一代信息技术对气候变化监测、影响及评

估的支撑，建立动态性、系统性的气候变化监测评估体系；开展国土空间规划等气候可行性论证，强化极端气候事件预警和风险管理。

温室气体核算体系。完善地区、行业、企业、产品等碳排放核算报告核查标准，建立统一规范的碳核算体系；建立生态系统碳汇监测核算体系；加强碳排放统计核算能力建设，构建碳排放数据库、国家温室气体排放因子数据库、碳排放监测管理平台，提升信息化实测水平。

（二）应对气候变化机制管理能力建设需求

气候行动协调协同机制。建立健全应对气候变化工作协调和信息共享机制，构建多部门参与协调、多元主体联动协作、全社会广泛参与的协同创新工作模式。

应对气候变化管理能力。推进地方政府、企业、社会组织、研究机构等在组织架构、业务领域、工作流程中考虑应对气候变化因素，提高应对气候变化综合决策和管理能力。

（三）应对气候变化宣传教育能力建设需求

应对气候变化人才培养。强化学校应对气候变化教育，完善高等院校应对气候化学科专业体系，培养应对气候变化创新人才。

应对气候变化能力培训。加强应对气候变化干部培训、专业人才技能培训，拓展应对气候变化继续教育渠道。

应对气候变化公众宣传。开展绿色低碳和气候适应科普活动，创新多媒体、新媒体应对气候变化宣传模式，创新应对气候变化公众实践项目。

当前，部分能力建设需求事项见表 4-5。

二、中国获得的应对气候变化能力建设支持

（一）中国获得的应对气候变化能力建设支持

2020—2022 年，中国获得的能力建设支持主要集中于透明度履约能力提升、气候政策制定能力强化、人才培养与合作等方面。涉及能力建设支持的项目均已包含在“表 4-2 中国获得的国际气候变化资金支持”中，按报告指南要求，部分典型的能力建设支持项目见表 4-6。

通过多边渠道，中国在 GEF 支持下先后启动开展透明度能力建设一期项目、第四次国家信息通报和两年更新报告编制能力建设项目，详见本部分第五章。在《公约》下资金机制和多边开发银行的支持下，中国在交通、工业、农业、林业等多个重要部门开展能力建设相关工作，包括完善气候政策框架、组织试点示范创新，以及促进建立协同机制等。

中国从双边渠道获得的能力建设支持主要为研究合作和专项培训。部分发达国家通过与中国政府（包括地方政府）、高校、研究机构等签署谅解备忘录，建立联合研究中心和科学合作研究项目，开展应对气候变化能力建设专题培训，覆盖主题包括减污降碳协同治理、近零排放建筑、气候预测模型等，能力建设形式包括提供分析工具、分享成功经验、交流专业知识等。

（二）典型案例分析

专栏 4-2 中国-欧盟碳市场对话与合作项目

中国和欧盟在碳市场能力建设领域已开展多年的紧密合作。双方于 2014—2017 年完成中欧碳交易能力建设项目，2017 年启动中欧碳市场对话与合作项目，并于 2021 年起延续项目二期至今。中欧碳市场对话与合作项目由欧盟气候行动总司和中国生态环境部牵头推进，旨在通过开展能力建设活动，继续支持中国建设全国碳市场。

本项目开展能力建设的活动形式包括：定期组织碳市场政策对话，增进中国政策制定者和利益相关方对碳市场支撑《巴黎协定》目标实施的理解；面向中国碳市场主管部门以及相关企业开展能力培训，增强中国运行全国碳市场的能力；通过联合研究向中国碳市场主管部门提供实用建议，进一步助推中国碳市场构建，拓展中欧在碳市场相关议题的新合作领域。

2020—2022 年，项目共计在广东、海南、宁夏、江苏、重庆等 18 个省（区、市）开展 44 场碳市场能力建设培训，近 6200 名地方生态环境系统官员和重点排放企业代表参加培训。培训进一步提升了地方部门及企业对碳市场建设的熟悉程度，并积累区域低碳发展相关知识和经验。项目还启动了电力行业在线培训，第一期培训向 139 名各地电力公司代表介绍最新政策要求、同行先进经验和案例分析，以满足电力企业希望提升碳市场履约能力的需求。项目开展多项联合研究，包括关于全国碳市场监管的信息披露研究、行业基准线研究、推动实现碳达峰碳中和目标的全国碳市场配额分配方法学研究等；组织多次联合技术研讨会，覆盖碳市场启动准备工作及风险防控、中国碳市场建设和发展的关键问题、企业温室气体排放核算的排放因子值等主题。项目同时支撑开展第三次中欧部长级碳排放交易政策对话，中欧双方就碳排放交易最新进展和中欧碳排放交易领域后续合作交换意见。

总体来看，中欧碳市场对话和合作项目在推动中国全国碳市场建设方面取得了较为显著的成效，提升了中国政府各级主管部门及重点排放企业对碳市场运行的理解认知和参与能力，为中国碳市场设计提供了研究技术支撑，并为中欧碳市场持续深化合作奠定了基础。

三、存在的问题与挑战

能力建设支持效果需要更系统全面评估。相较于资金与技术支持，多数能力建设支持所产生的成效缺乏评估方法，难以识别改进方向和方法，包括履约能力提升、政策制定完善、协调机制建设、公众认知提高等。

缺乏能力建设支持供需信息共享和匹配机制。尽管中国等发展中国家通过国家自主贡献、国家信息通报、两年更新报告、双年透明度报告、适应信息通报、国家适应计划、技术需求评估等，识别了各自国情下的应对气候变化能力建设需求，但目前尚未形成全面、透明、公开的能力建设资源供给信息平台和对接匹配机制，发展中国家难以及时高效地获取相对应的能力建设支持，也包括与能力建设支持相关的气候资金和技术支持。

第五章 提高履约工作透明度的需求及获得的支持

一、中国提高履约工作透明度的需求

中国政府高度重视《公约》履约工作，生态环境部逐步组建了稳定的履约技术支撑团队，组织参与透明度履约规则谈判的专家面向相关行业主管部门、履约报告作者开展多次能力建设培训研讨。然而，从落实《巴黎协定》强化透明度框架“模式、程序和指南”新要求来看，中国在履约方面还存在如下困难和挑战。

在清单编制方面，需要进一步建立完善数据收集和统计机制，强化对本地化温室气体排放/吸收因子的实测分析能力，开发完善数据库管理平台，强化数据库的数据质量控制和保障功能。

在报告国家自主贡献进展和减缓效果评估行动方面，需要研究构建快速碳排放核算和预测的方法学，开发可拆分减排量的方法学以避免减缓行动效果的重复计算，提高识别和使用方法学量化成效的能力，提升碳达峰碳中和“1+N”政策体系实施效果评估能力，提升国家自主贡献协同效益的评估能力。

在适应方面，需要研究建立气候变化影响与适应报告机制，提升分析气候变化特征能力和构建未来气候变化情景的能力，提升气候变化影响、风险和脆弱性分析的能力，提升识别适应气候变化目标、优先事项以及面临挑战、障碍的能力，提高对适应政策监测、评估和报告进展的能力。

在报告需要和收到的资金、技术和能力建设支持方面，需要开发用于计算各部门和/或每个减缓行动类型需求的成本-效益分析方法学，探索建立自下而上的接收资金、技术、能力建设支持活动相关信息的归口统计机制和数据报送

平台。

基于以上需求，初步分析，中国在 2024—2030 年期间，在提高履约工作透明度的资金需求每年高达上千万美元，部分资金需求事项如表 4-7 所示。

以国家温室气体清单实测分析和数据库系统的开发、建设、运维为例，在近五年内，分别需平均花费约 1800 万美元/年度和 90 万美元/年度。具体测算信息如专栏 4-3 所示。

专栏 4-3 温室气体排放因子实测和数据库建设的资金、技术和能力建设需求

01 国家温室气体清单因子实测分析

根据能源活动，工业生产过程，农业活动，土地利用、土地利用变化和林业，废弃物处理等五大领域，覆盖七类温室气体的清单编制具体需求，结合相关的活动水平数据进行匹配、因子调查、监测、实测及分析相关工作，预算金额分别为 550 万美元/年度、250 万美元/年度、450 万美元/年度、300 万美元/年度和 250 万美元/年度，共 1800 万美元/年度。在此过程中，也存在因子实测分析的技术和能力建设需求。

02 数据库系统的开发、建设、运维

高质量履约相关的数据库涵盖国家温室气体清单，NDC 进展及相关政策措施，适应气候变化政策及脆弱性评估，资金、技术和能力建设支持相关核心板块，以及接受国际专家组审评和多方审议过程的支持板块，完成原型设计、交互设计、系统设计、系统研发、系统测试和验收上线等一系列开发建设，共计 200 万美元；后续系统部署和持续运行维护工作，预计 50 万美元/年度。在此过程中，也存在数据库开发设计思路和板块设置等方面的技术和能力建设需求。

尽管在实际的编制过程中，中国从 GEF 获得了 25 万美元的资金支持，然而经过测算，全面高质量完成第一次双年透明度报告需要花费超过 200 万美元，具体测算信息如专栏 4-4 所示。

专栏 4-4 高质量履约相关资金、技术和能力建设需求

01 国家温室气体清单

为完成这部分履约报告内容，需开展关键类别分析，确定温室气体清单编制方法学层级；归纳梳理官方基础统计数据、全国碳市场企业设施级数据、行业协会相关资料等；邀请相关主管部门、行业协会等，以同行评议的方式对活动水平数据开展质量控制；开展国家温室气体清单编制排放因子及相关参数的实测；根据《公约》秘书处发布的工具，按照通用报告格式完成各领域国家温室气体清单表格的填报；开展清单数据质量保障/质量控制；完成国家温室气体清单结果不

确定度分析，提出清单编制工作改进计划；开展清单团队能力建设培训。

预计开展以上工作，至少需要花费约 80 万美元。

02 国家自主贡献减缓相关进展

为完成这部分履约报告内容，需研究建立自主贡献减缓相关信息报告机制，持续提升追踪自主贡献相关信息的能力，提升中国碳达峰碳中和“1+N”政策体系实施效果评估能力，提升气候变化减缓政策与行动跟踪数据管理能力，提升自主贡献协同效益的评估能力，并汇总相应信息。

预计开展以上工作，至少需要花费约 40 万美元。

03 气候变化影响和适应

为完成这部分履约报告内容，需分析中国主要极端气候事件和自然灾害的时空演变规律，研发适用于中国区域尺度的降尺度技术方法，开展致灾气象条件和灾情损失关系定量建模研究；评估观测到的气候变化对自然生态系统、经济社会系统、敏感脆弱区域的影响；开展重点领域、重点区域气候变化影响和风险评估；开发适应气候变化政策和行动监测评估方法学；构建省级适应气候变化评价指标体系；收集整理国际国内适应气候变化领域基于自然的解决方案典型案例，跟踪评估国际适应气候变化行动进程。

预计开展以上工作，至少需要花费约 30 万美元。

04 需要和收到的资金、技术和能力建设支持

为完成这部分履约报告内容，需开展应对气候变化资金、技术和能力建设优先事项分析，组织资金、技术、能力建设支持信息识别、追踪和报告的机制安排及挑战的调研分析，以及编制应对气候变化支持需求、所接受和所提供支持的基础方法学指南；重点开展应对气候变化资金、技术和能力建设支持的信息颗粒度细化工作，组织《巴黎协定》实施细则要求的应对气候变化资金、技术和能力建设支持相关信息的各类专项评估，包括资金需求评估、技术需求评估、能力建设需求评估、现有支持评估、对外提供支持评估等。

预计开展以上工作，至少需要花费约 25 万美元。

05 支持香港特别行政区和澳门特别行政区编制温室气体清单，以及完成相应履约报告章节

为完成这部分履约报告内容，需组织相关领域的专家赴香港特别行政区（以下简称香港特区）和澳门特别行政区（以下简称澳门特区）开展能力建设活动，以提升香港特区和澳门特区政府工作人员及其支撑团队按照《2006年IPCC清单

指南》编制清单和按照《巴黎协定》实施细则编制履约报告的能力。

预计开展以上工作，至少需要花费约 5 万美元。

06 汇总和翻译履约报告，并接受国际技术专家审评与多方审议

汇总报告和翻译：接受《公约》秘书处组织的国际技术专家审评和在《公约》缔约方附属机构会议上的促进性多方审议；持续优化和改进气候变化履约报告编制工作机制，以满足《巴黎协定》实施细则要求；对涉及履约报告编制的相关部门开展能力建设，提升相关部门报告编制的能力。

预计开展以上工作，至少需要花费约 20 万美元。

二、中国提高履约工作透明度所获得的支持

（一）《公约》机制提供的支持

根据《公约》缔约方大会决定，GEF 向中国提供了“中国准备气候变化第四次国家信息通报和两年更新报告能力建设”项目、“中国加强透明度能力建设一期”和“中国准备气候变化第一次双年透明度报告能力建设”项目的资金支持，共计约 646.6 万美元。其中“中国准备气候变化第四次国家信息通报和两年更新报告能力建设”项目直接支持中国完成《第四次国家信息通报》《第三次两年更新报告》《第四次两年更新报告》；“中国加强透明度能力建设一期”项目围绕《巴黎协定》强化透明度框架要求，从国家、地方、企业、平台四个层面深入开展透明度相关方法学研究、制度设计、数据平台等能力提升研究和设计活动。

《公约》及其《巴黎协定》专家咨询组（CGE）、《公约》秘书处、UNDP、UNEP 等也为中国透明度履约提供了一系列的能力建设支持，包括以线上方式开展的强化透明度培训、国家温室气体清单编制培训，以及围绕国家温室气体清单编制的数据库收集、不确定度分析方法、NDC 目标追踪等主题的研讨会等。

（二）发达国家提供的支持

部分发达国家向中国透明度履约支撑团队提供了资金和能力建设支持，包括支持中方开展透明度履约差距研究，识别由《1996 年 IPCC 清单指南》过渡至《2006 年 IPCC 清单指南》存在的困难和挑战，改进数据收集机制；支持中方参加透明度履约能力建设培训研讨会，与发达国家和其他发展中国家充分沟通和交流，了解国际上好的经验与做法。

中国期待在未来的履约报告准备过程中，可以获得更多的资金、技术和能力建设支持，使中国逐步构建更加完善的透明度履约工作模式，不断提升履约

水平。

（三）其他

中国履约报告编制团队也参加了阿塞拜疆、《巴黎协定》透明度伙伴（PATPA）、国家自主贡献伙伴（NDC Partnership）及部分发展中国家组织的双年透明度报告培训交流会，并得到了来自气候行动透明度倡议（ICAT）的能力建设支持。

表 4-1 中国应对气候变化资金支持需求^[43]

部门	子部门	项目名称	项目描述	预估资金需求总额 (人民币)	预计分配到气候变化领域的 资金额 (人民币)	项目预期周期	资金性质	支持类型	是否涉及技术转让	是否涉及能力建设	项目预期成效
能源	可再生能源和电力	能源绿色低碳转型行动	推进全国可再生能源部署。推进煤炭消费替代和转型升级，大力发展新能源，因地制宜开发水电，积极安全有序发展核电，合理调控油气消费，加快建设新型电力系统。	60000 亿以上	60000 亿以上	2024—2030	赠款和优惠贷款	减缓	NA ^[44]	NA	支持可再生能源发展和能源绿色低碳转型
能源	节能	节能降碳增效行动	全面提升节能管理能力，实施节能降碳重点工程，推进重点用能设备节能增效，加强新型基础设施节能降碳。	7815 亿	7815 亿	2024—2030	赠款和优惠贷款	减缓	NA	NA	支持节能降碳
工业	低碳工业	工业领域碳达峰行动	推进重点用能设备节能增效，推动钢铁行业碳达峰，推动有色金属行业碳达峰，推动建材行业碳达峰。	3556 亿	3556 亿	2024—2030	赠款和优惠贷款	减缓	NA	NA	支持工业领域碳达峰
建筑	城乡建设	城乡建设碳达峰行动	推进城乡建设绿色低碳转型，加快提升建筑能效水平，加快优化建筑用能结构，推进农村建设和用能低碳转型。	6470 亿	6470 亿	2024—2030	赠款和优惠贷款	减缓	NA	NA	支持城乡建设碳达峰

[43] 相关研究机构测算。

[44] 此处“NA”表明技术需求、能力建设需求将单独在表 4-3 和表 4-5 中陈列，在此不做重复表述。

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

部门	子部门	项目名称	项目描述	预估资金需求总额(人民币)	预计分配到气候变化领域的资金额(人民币)	项目预期周期	资金性质	支持类型	是否涉及技术转让	是否涉及能力建设	项目预期成效
交通	低碳交通	交通运输绿色低碳行动	推动运输工具装备低碳转型，构建绿色高效交通运输体系，加快绿色交通基础设施建设。	8227 亿	8227 亿	2024—2030	赠款和优惠贷款	减缓	NA	NA	支持低碳交通
多部门	循环经济	循环经济助力降碳行动	推进产业园区循环化发展，加强大宗固废综合利用，健全资源循环利用体系。	382 亿	382 亿	2024—2030	赠款和优惠贷款	减缓	NA	NA	发展循环经济
多部门	低碳技术	绿色低碳科技创新行动	完善创新体制机制，加强创新能力和人才培养，强化应用基础研究，加快先进适用技术研发和推广应用。	8278 亿	8278 亿	2024—2030	赠款	交叉	NA	NA	发展低碳技术
多部门	碳汇	碳汇能力巩固提升行动	巩固生态系统固碳作用，提升生态系统碳汇能力，加强生态系统碳汇基础支撑，推进农业农村减排固碳。	8952 亿	8952 亿	2024—2030	赠款	减缓	NA	NA	增加碳汇
多部门	公众教育	绿色低碳全民行动	加强生态文明宣传教育，推广绿色低碳生活方式，引导企业履行社会责任，强化领导干部培训。	711 亿	711 亿	2024—2030	赠款	交叉	NA	NA	提升公众应对气候变化能力
多部门	区域转型	各地区梯次有序碳达峰行动	科学合理确定有序达峰目标，因地制宜推进绿色低碳发展，上下联动制定地方达峰方案，组织开展碳达峰试点建设。	9011 亿	9011 亿	2024—2030	赠款和优惠贷款	减缓	NA	NA	支持地方碳达峰

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

部门	子部门	项目名称	项目描述	预估资金需求总额(人民币)	预计分配到气候变化领域的资金额(人民币)	项目预期周期	资金性质	支持类型	是否涉及技术转让	是否涉及能力建设	项目预期成效
多部门	气象观测	气候及气候变化观测网	建设结构完善、布局合理、功能完备、业务规范、流程科学、运行稳定可靠的基准辐射观测、大气本底观测、臭氧立体观测、温室气体及碳监测、青藏高原冰冻圈与生态系统观测站网。加强气象探测环境建设和保护。	2506 亿	2506 亿	2024—2030	赠款	适应	NA	NA	提升气象观测能力
多部门	生态保护修复	海洋与海岸带生态系统重点工程；气候敏感区生态系统保护与修复技术	推进海湾生态环境综合治理工程，巩固深化渤海综合治理成果，实施长江口-杭州湾、珠江口邻近海域综合治理行动；海岸带生态系统保护和修复工程：以海岸带生态系统结构恢复和服务功能提升为导向，兼顾强化海岸带生态系统适应气候变化能力水平；推进森林、草原、湿地、荒漠、海洋、自然保护地和物种相关的生态系统韧性提升和适应性增强，实施干旱半干旱区的三北工程，长江流域及以南，东北、西南传统林区的森林经营等行动。	778 亿	778 亿	2024—2030	赠款	适应	NA	NA	支持海洋和海岸带适应能力；提升气候敏感区生态系统气候韧性
农业	气候适应型农业	农业与粮食系统适应气候变化专项行动	开展农业适应气候变化技术示范、气候智慧型农业试验示范，以及气候友好型低碳农产品认证。	7633 亿	7633 亿	2024—2030	赠款和优惠贷款	适应	NA	NA	支持农业适应气候变化

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

部门	子部门	项目名称	项目描述	预估资金需求总额 (人民币)	预计分配到气候变化领域的 资金额 (人民币)	项目预期周期	资金性质	支持类型	是否涉及技术转让	是否涉及能力建设	项目预期成效
多部门	公众健康	气候变化健康适应专项行动	开展气候变化健康适应专项研究，研制气候变化和极端天气气候事件健康风险评估指南、标准与适应实施方案，开展气候变化和极端天气气候事件健康适应行动示范。	1487 亿	1487 亿	2024—2030	赠款	适应	NA	NA	支持健康领域适应气候变化
多部门	城市	城市适应气候变化专项行动	推进城市群和都市圈基础设施互联互通、公共服务互认互享、生态环境共保联治、气候风险联防联控；推进气候适应型城市建设试点，增强重点防洪城市和大江大河沿岸沿线城市防洪排涝，推进县城、县级市城区及特大镇补短板；推进城市生态系统减缓和适应气候变化相关研究。	6897 亿	6897 亿	2024—2030	赠款	适应	NA	NA	支持城市适应气候变化

表 4-2 中国获得的国际气候变化资金支持

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
1	绿色气候基金-山东绿色发展基金项目	该项目旨在建立一个转型性的绿色融资机制，将国际金融机构的资金与私人、机构和商业资金以及地方政府的资金结合起来，共同为山东省有关项目提供资金。项目共计使用 4 家国际组织贷款资金，其中利用绿色气候基金贷款 1 亿美元。	多边	财政部	山东省绿色资本投资集团有限公司	100,000,000	2020—2026	优惠贷款	已收到(部分)	减缓	多部门	气候融资	否	是	进行中
2	世界银行-湖北省安全、可持续、智慧农业项目	该项目旨在推广综合环境可持续和气候智慧型的农业，并提高农产品质量与安全水平。该项目包括三个组成部分：一是农业实践示范与复制；二是智慧可持续农业实践示范与复制；三是项目和知识管理。	多边	财政部	湖北省农业农村厅	75,000,000	2021—2025	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	农业	农业管理	是	是	进行中
3	世界银行-河南高质量绿色农业发展促进项目	本项目目标为验证绿色农业投资的可行性，完善绿色农业标准体系，并促进绿色农业标准和技术的创新和应用。	多边	财政部	河南农开投资基金管理公司	150,000,000	2020—2026	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	农业	农业管理	否	是	进行中
4	新开发银行-安徽省公路发展项目	该项目包括：“绿色”公路发展，主要包括在安徽省五个地级市建设/升级六个道路路段，施工和升级的总里程约为 196 公里；可持续公路发展技术试点；项目准备、实施、管理和运营的能力建设。	多边	财政部	安徽省交通运输厅	193,203,773	2022—2026	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	交通	低碳交通	否	是	进行中

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
5	欧洲投资银行-内蒙古通辽市科尔沁沙地综合治理项目	该项目旨在通过在内蒙古自治区通辽市科尔沁沙地实施造林和可持续林业管理实践，筹资实施全面防沙治沙投资计划。项目总面积约为 138,000 公顷。	多边	财政部	内蒙古通辽市人民政府	366,510,000	2020—2025	优惠贷款	已承诺	交叉	林草	沙地管理	否	否	进行中
6	亚洲基础设施投资银行-辽宁绿色智慧公共交通示范项目	该项目旨在为辽宁省五个中小城市推动传统化石燃料公交车替换为电动公交车，并将数字技术应用于公交管理系统，以提高公交服务质量和效率，并改善城市环境。	多边	财政部	辽宁锦州、营口、阜新、盘锦、葫芦岛市公交公司	158,821,000	2021—2026	优惠贷款	已收到(部分)	减缓	交通	低碳交通	否	是	进行中
7	亚洲基础设施投资银行-河南郑州等地特大暴雨洪涝灾害灾后恢复重建项目	该项目目标包括(1)支持河南省郑州市、新乡市和焦作市的灾后恢复重建；(2)加强三市在洪水灾害风险综合管理和洪水应急响应方面的能力。	多边	财政部	郑州市(水利局、城建局、公路事业发展中心)、登封市(水利局)、新乡市(交通局、住建局、应急局)、卫辉市(水	528,385,250	2021—2026	优惠贷款	已收到(部分)	适应	多部门	水利、交通、市政、应急	是	是	进行中

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
					利局), 焦作市(水利局、住建局、应急局、马村区农业农村局、修武县水利局)										
8	亚洲开发银行-吉林延吉城市发展项目	该项目将通过提供综合解决方案来改善中等规模城市的城市宜居性, 有助于提供区域公共卫生和改善空气和水质的公共产品, 以及振兴中国东北经济困难地区。	多边	财政部	吉林省延吉市人民政府	38,280,000	2020—2027	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	多部门	城乡规划建设	否	是	进行中
9	亚洲开发银行-南水北调中线源头河南邓州生态保护项目	该项目将实施集成水资源管理, 重点关注上下游联系和城乡一体化, 改善邓州市的城乡水基础设施, 恢复汉江的生态区域, 提升水资源管理能力。	多边	财政部	邓州市环保局、水利局、统筹城乡发展试验区管委会、邓州市项目办	22,080,000	2020—2026	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	水资源与卫生	水资源管理	否	是	进行中

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
10	亚洲开发银行-安徽黄山新安江生态保护和绿色发展项目	该项目将通过以下方式促进生态保护和绿色发展：在城市地区建立和应用国际最佳实践，管理点源水污染；引入新的融资机制，改善基于农业的非点源水污染管理；通过试点推动小型和中型绿色企业，促进农村地区的绿色发展。	多边	财政部	安徽省财政厅、黄山市人民政府	15,510,000	2020—2026	优惠贷款	已收到（部分）	交叉	多部门	生态保护；气候融资；城乡规划建设	否	是	进行中
11	亚洲开发银行-京津冀区域大气污染防治融资支持项目（邢台绿色金融发展项目）	该项目旨在促进河北省工业转型和绿色发展，扩大河北省城乡商业银行业所提供的绿色金融规模。	多边	财政部	河北省邢台银行	63,000,000	2020—2027	优惠贷款	已收到（部分）	交叉	多部门	气候融资	否	是	进行中
12	亚洲开发银行-湖南低碳城市试点建设项目	该项目旨在实现湘潭市 2028 年碳排放达峰目标，促进湘潭市低碳支持系统实施。	多边	财政部	湖南省财政厅、湘潭市人民政府	12,100,000	2020—2026	优惠贷款	已收到（部分）	减缓	多部门	低碳规划	否	是	进行中
13	亚洲开发银行-陕西绿色智慧交通和物流管理示范项目	该项目旨在强化陕西省绿色经济发展，改善陕西省的低碳、高效和环保的物流服务。	多边	财政部	陕西省财政厅、陕西省交通运输厅利用外资中心	133,660,000	2021—2027	优惠贷款	已收到（部分）	交叉	交通	低碳交通	否	是	进行中

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
14	亚洲开发银行-湖南汨罗江流域平江段综合治理	该项目旨在改善湖南省平江县乡村振兴和环境，项目创新设计中融入了基于自然的旨在应对气候变化和生态压力的解决方案，可在长江经济带其他地区及中国其他省区推广，并供其他面临类似挑战的亚行发展中成员体借鉴。	多边	财政部	平江县政府	8,940,000	2021—2027	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	多部门	灾害风险管理	否	是	进行中
15	亚洲开发银行-江西赣州乡村振兴和综合环境改善项目	该项目将通过以下方式推进江西省赣州市的乡村振兴和生态保护：增强区域和当地生态环境管理能力；促进农村转型和地区向绿色发展的转变；发展农村环境基础设施，解决经济发展导致的环境退化问题；改善该地区生态系统保护，以提高居住环境。	多边	财政部	江西省人民政府、赣州市人民政府及下属发改委、财政局	79,940,000	2021—2028	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	多部门	生态保护；城乡建设	否	是	进行中
16	亚洲开发银行-南水北调中线工程丹江口库区生态保护和环境综合整治项目	该项目将通过以下方式促进生态敏感农村地区的环境改善和绿色发展：加强淅川县政府在环境规划和管理方面的能力建设；通过使用高级技术，包括遥感、智能滴灌和基于景观的雨水径流收集，促进水土保持工作；改善农村废物管理和城乡一体化供水系统。	多边	财政部	河南省淅川县人民政府	18,290,000	2021—2027	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	多部门	生态保护；城乡建设	否	是	进行中
17	亚洲开发银行-湖南湘西农村环境改善和绿色发展项目	该项目将通过以下方式在农村地区展示环境改善和绿色发展：利用创新技术和安排改善农村废物和卫生管理设施和服务；开发当地特色农林产品；通过改善价值链和与旅游业的整合，增加农林产	多边	财政部	湖南省湘西土家族苗族自治州政府及8个项目	26,851,000	2021—2027	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	多部门	生态保护；城乡建设	否	是	进行中

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
		品的附加值。该项目旨在在农村振兴中发挥示范作用；通过扭转污染的负面影响，促进区域公共产品的提供；减少未来流行病的风险；通过包容性的农村经济发展促进疫后复苏。			县市										
18	亚洲开发银行-福建仙游木兰江流域综合生态改善和环境管理项目	该项目旨在协助中国福建省莆田市仙游县开发综合解决方案，以应对气候变化和环境管理，改善木兰江的防洪、生态恢复和水质。	多边	财政部	福建省人民政府、莆田市人民政府、仙游县人民政府	14,000,000	2022—2029	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	多部门	生态保护	否	是	进行中
19	亚洲开发银行-山东济宁西部供水和排水一体化项目	该项目旨在通过以下方式解决山东济宁嘉祥县水务部门的需求和发展制约：解决政策和制度差距；整合供水和污水服务；改善给排水系统的公共卫生和环境质量；在综合长期方法下，增强机构和项目管理能力。	多边	财政部	山东省人民政府、嘉祥县人民政府	5,030,000	2022—2028	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	水资源与卫生	水资源管理	否	是	进行中
20	亚洲开发银行-甘肃环境可持续发展乡村振兴和发展项目	该项目旨在支持甘肃省创新、低碳和环境可持续发展的农村发展模式。该项目将探索碳信用计划和新的实践，以维持和推广低碳干预措施，加强政府的绿色治理和私营部门参与的机构能力，并将就业机会多样化到农业以外的领域。	多边	财政部	甘肃省人民政府，张掖甘州区、金昌永昌县、白银平川区、定西临洮县人	75,000,000	2022—2029	优惠贷款	已承诺	交叉	多部门	城乡规划建设	否	是	进行中

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
					民政府，天水市经济发展投融资(集团)有限公司										
21	亚洲开发银行-黑龙江绿色转型示范项目	该项目将协助黑龙江省实施战略和行动计划，帮助该省发展绿色和示范性的供应链，促进可持续、有韧性和包容性发展。	多边	财政部	黑龙江省发展和改革委员会	21,859,706	2022—2029	优惠贷款	已收到(部分)	减缓	多部门	产业转型升级	否	是	进行中
22	亚洲开发银行-丝绸之路沿线地区生态治理与保护项目(青海)	该项目是黄河生态走廊规划的一部分，旨在支持生态系统恢复、环境保护和水资源管理，相关经验可以在中国其他地区和其他发展中成员国复制。	多边	财政部	国家林草局、青海省林业和草原局、甘肃省林业和草原局、陕西省林业和草原局	59,761,000	2022—2029	优惠贷款	已承诺	交叉	多部门	生态保护	否	是	进行中
23	法国-山东绿色发展基金	该项目旨在建立一个转型性的绿色融资机制，将国际金融机构的资金与私人、机构和商业资金以及地方政府的资金结合起来，共同为山东省有关项目提供资金。项目共计使用4家国际组织贷款资金，其中包括法国开发署。	双边	财政部	山东省绿色资本投资集团有限公司	85,519,000	2020—2026	优惠贷款	已收到(部分)	减缓	多部门	气候融资	否	否	进行中

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
24	德国-山东绿色发展基金	该项目旨在建立一个转型性的绿色融资机制，将国际金融机构的资金与私人、机构和商业资金以及地方政府的资金结合起来，共同为山东省的气候项目提供融资，并支持省政府旨在实现经济脱碳的政策。	双边	财政部	山东省绿色资本投资集团有限公司	122,170,000	2020—2026	优惠贷款	已收到(部分)	减缓	多部门	气候融资	否	否	进行中
25	德国-陕西可持续城镇发展项目	该项目为世界银行贷款与德国促进贷款联合融资项目，其中德促贷款 4455 万欧元(约合 5000 万美元)。项目主要在陕南三市构建汉江生态经济带协同发展平台，完善汉江流域防洪预警和水质监测体系；并在 6 个沿江县区建设韧性城镇	双边	财政部	陕西省利用国外贷款项目办公室	27,213,368	2020—2025	优惠贷款	已收到(部分)	减缓	多部门	城乡发展规划	否	是	进行中
26	德国-四川省德阳市罗江区周家坝生态湿地保护及资源循环利用项目	该项目利用德国促进贷款资金 4000 万欧元，项目内容包括：1.污水处理厂提标改造及垃圾资源化利用子项目。2.零碳中心示范展示工程子项目。3.2 号闸及生态堤防水利子项目。4.周家坝生态湿地保护修复工程子项目。	双边	财政部	四川西南发展控股集团有限公司	24,434,000	2020—2025	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	多部门	生态保护；气候融资；城乡规划建设	否	是	进行中
27	德国-安徽黄山新安江生态保护与绿色发展项目	该项目为亚行和德国复兴信贷银行(KfW)联合融资。其中，KfW 贷款 5000 万欧元。项目拟管理点源水污染；改善基于农业的非点源水污染管理；促进农村地区的绿色发展。该项目预计将在长江经济带及其他类似地区发挥示范作用。	双边	财政部	安徽省财政厅、黄山市人民政府	30,542,500	2020—2027	优惠贷款	已承诺	交叉	多部门	生态保护	否	是	进行中

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
28	德国-陕西渭南市白水河流域生态综合治理项目	项目包括：环境项目建设，包括森林修复、濒危物种保护及教育展厅建设等；基础设施建设，包括道路改善、管护站及其他配套设施建设等；能力建设，包括建设森林防火系统、开展相关培训等。	双边	财政部	陕西省林业局、白水县林业局	42,759,500	2020—2028	优惠贷款	已承诺	交叉	多部门	生态保护	否	是	进行中
29	德国-湖南汨罗江流域平江段综合治理	该计划支持亚洲开发银行长江经济带生态系统恢复、环境保护和水资源管理项目，并可以在中国其他地区以及亚行其他发展中成员体中推广。	双边	财政部	平江县政府	73,302,000	2021—2027	优惠贷款	已收到(部分)	交叉	多部门	灾害管理；环境保护	否	是	进行中
30	全球环境基金-中国零碳村镇促进项目	该项目通过开发生物质能、太阳能等农村可再生能源，以及采用先进的节能、储能和替代技术，实现可再生能源对传统化石能源的替代，加快中国农村零碳转型，为减缓气候变化和实现联合国2030可持续发展目标做贡献。	多边	财政部	农业农村部	8,932,420	2022—2027	赠款	已收到(部分)	减缓	能源	低碳能源	是	是	进行中
31	全球环境基金-面向可持续发展的中国农业生态系统创新性转型项目	该项目通过开展农业生态系统景观规划、气候智慧型农业可持续生产、农产品生态价值评估等活动，促进中国农业景观和农业食品价值链向环境和生态可持续创新性转型，支持联合国2030可持续发展目标、乡村振兴和气候适应。	多边	财政部	农业农村部	3,589,725	2021—2026	赠款	已收到(部分)	交叉	农业	农业转型	是	是	进行中
32	全球环境基金-中国磷化工产业链节能与绿	该项目旨在完善磷化工产业链绿色低碳发展政策体系、标准体系、金融体系，促进磷化工领域技术创新和产业化应	多边	财政部	工业和信息化部	5,596,528	2022—2027	赠款	已收到(部	减缓	工业	低碳化工	否	是	进行中

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
	色低碳提升项目	用，形成可复制、可推广的磷化工生产示范标杆，构建磷化工全产业链绿色制造体系，推动中国磷化工全产业链节能与绿色低碳转型发展。							分)						
33	全球环境基金-中国磷化工产业链节能与绿色低碳提升项目	该项目旨在完善磷化工产业链绿色低碳发展政策体系、标准体系、金融体系，促进磷化工领域技术创新和产业化应用，形成可复制、可推广的磷化工生产示范标杆，构建磷化工全产业链绿色制造体系，推动中国磷化工全产业链节能与绿色低碳转型发展。	多边	财政部	自然资源部	9,343,379	2022—2027	赠款	已收到(部分)	减缓	工业	低碳化工	否	否	进行中
34	全球环境基金-绿色和碳中和城市	该项目旨在将生物多样性保护纳入项目参与城市发展的进程，并建立其实现碳中和的途径。	多边	财政部	国家发展和改革委员会中国城市发展研究中心，重庆、成都、宁波市人民政府	13,454,525	2022—2027	赠款	已收到(部分)	交叉	多部门	生物多样性保护	否	是	进行中
35	世界银行-湖北省安全、可持续、智慧农业项目	该项目旨在推广综合环境可持续和气候智慧型的农业，并提高农产品质量与安全水平。该项目包括三个组成部分：一是农业实践示范与复制；二是智慧可持续农业实践示范与复制；三是项目和知	多边	财政部	湖北省农业农村厅	3,141,009	2021—2025	赠款	已收到(部分)	交叉	农业	农业管理	是	是	进行中

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
		识管理。													
36	亚洲开发银行-气候变化投融资加速平台	该项目将促进和增加私人资本在中国气候融资中的参与。拟解决气候变化减缓投资中的信息和资源不对称问题，以改善金融投资者、技术提供者和政策制定者在融资、碳市场和技术工具方面的获取渠道。将支持基于实证并具有战略性的投资，推动中国经济转向高端价值链，并产生可持续的温室气体减排影响。	多边	财政部	生态环境部应对气候变化司	895,670	2020—2023	赠款	已收到	减缓	多部门	气候融资	是	是	已完成
37	亚洲开发银行-加强黄河生态走廊高质量绿色发展的能力、机构和政策——改善湟水河源地区自然向好发展的政策和规划（子项目 8）	该子项目旨在为黄河主要支流湟水河的源头地区海晏县开展试点活动，推动海晏县生态保护和绿色发展管理得到改善。	多边	财政部	青海省海晏县人民政府	258,000	2020—2022	赠款	已收到	交叉	多部门	生态保护	否	是	进行中

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
38	亚洲开发银行-成本效益灾害风险管理综合框架	该项目将根据自然灾害特征、暴露情况以及物理和社会经济脆弱性，为灾害风险管理提供政策建议和技术指导。促进中国与邻国在提高灾害应对能力和韧性方面建立区域合作伙伴关系。	多边	财政部	水利部防洪抗旱减灾研究中心、住房和城乡建设部建筑节能与科技司、应急管理部国际合作与救援司、广西发展和改革委员会	170,000	2021—2023	赠款	已收到	适应	多部门	灾害风险管理	否	否	进行中
39	亚洲开发银行-在海南扩大气候融资和实现碳中和	该项目将有助于制定一个路线图，支持创建有利政策和法规、金融和机构机制以扩大气候融资规模；增强在低碳、气候适应型基础设施项目开发和投资机会方面的能力；确定低碳技术的试点气候融资项目。	多边	财政部	海南省生态环境厅	100,000	2021—2024	赠款	已收到(部分)	减缓	多部门	气候融资	否	是	进行中
40	亚洲开发银行-利用科技应对宁夏气候变化的研究	该项目将分析降低宁夏对中国碳排放的贡献，减少气候变化影响的措施。	多边	财政部	宁夏回族自治区科学技术厅	200,000	2021—2024	赠款	已收到(部分)	交叉	多部门	多部门	否	是	进行中

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
41	亚洲开发银行-云南省工业领域碳捕集、利用和储存技术示范研究	该项目拟帮助昆明钢铁控股有限公司进行碳封存技术示范前期可行性案例研究；增强云南省政府、昆明钢铁控股有限公司、学术界和私营部门在 CCUS 技术方面的能力。	多边	财政部	云南省生态环境厅、昆明钢铁控股有限公司	300,000	2022—2023	赠款	已收到(部分)	减缓	工业	固碳技术	是	是	进行中
42	亚洲开发银行-港口和航运绿色发展研究	该项目将通过提供最佳实践的国际案例研究、政策建议、投资路线图和知识共享活动，支持中国港口和航运业绿色化。	多边	财政部	交通运输部水运局	300,000	2022-2023	赠款	已收到(部分)	减缓	交通	水运	否	是	进行中
43	亚洲开发银行-加强黄河生态走廊的能力建设、机构和政策，推动高质量、绿色发展子项目 13：通过气候适应规划加强黄河流域的气候韧性	该子项目包括：改善战略规划，增强政策协调和管理行动，以提高与国家适应目标一致的流域韧性；应用最佳实践方法和科学方法评估气候风险，并选择适应措施以增强流域的韧性；增强政府机构开展气候风险评估分析的能力。	多边	财政部	生态环境部应对气候变化司、生态环境部国际合作司	417,000	2022—2025	赠款	已收到(部分)	适应	多部门	生态保护；适应规划	否	是	进行中
44	亚洲开发银行-农业甲烷减排研究	该项目将确定中国政府应采取的优先行动，以减少农业产生的甲烷排放。	多边	财政部	农业农村部科技教育司	300,000	2022—2024	赠款	已收到(部分)	减缓	农业	低碳农业	否	是	进行中

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
45	亚洲开发银行-绿色低碳农居政策研究和试点示范	该项目为促进北方地区农房节能减排提供政策建议和技术指导；开展绿色低碳农房研究；在北方地区开展绿色低碳农房试点示范；提供基于实证的可行措施和政策建议。	多边	财政部	住房和城乡建设部村镇建设司、住房和城乡建设部科技与产业化发展中心	1,000,000	2022—2024	赠款	已收到(部分)	减缓	多部门	城乡规划建设	否	是	进行中
46	亚洲开发银行-长江流域洪水风险管理的灾害风险融资框架开发	该项目旨在帮助中国水利部长江水利委员会制定综合灾害风险融资框架，以支持长江流域综合防洪风险管理。	多边	财政部	水利部长江水利委员会国际合作与科技局	250,000	2022—2026	赠款	已承诺	适应	多部门	灾害管理	否	是	进行中
47	亚洲开发银行-支持气候韧性和生态可持续发展	该项目旨在支持 2024 年至 2025 年期间在中国开展的一系列创新项目，为后续项目提供全面项目准备和实施启动支持，包括项目尽职调查、能力建设、政策建议以及其他相关援助，以应对环境和气候变化挑战。项目提案包括：（1）海南灾害风险融资与抗灾项目，（2）工业园区减碳项目，（3）山东栖霞生态保护示范项目，以及（4）湖南洞庭湖湿地生态修复与可持续发展项目。	多边	财政部	海南省生态环境厅、山东省生态环境厅、湖南省生态环境厅	500,000	2022-2025	赠款	已收到(部分)	交叉	多部门	灾害管理；生态保护	否	是	进行中
48	亚洲开发银行-准备低碳发展	该项目支持三个项目准备工作和尽职调查，分别为：（1）宁波绿色与低碳发展	多边	财政部	浙江省宁波市发展	1,200,000	2022-2026	赠款	已收到	减缓	多部门	低碳规划	否	是	进行

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术与转让	是否涉及能力建设	项目状态
	项目	项目，（2）陕西低碳和城乡一体化可持续发展计划，以及（3）重庆自然基础、绿色、低碳和高质量城市发展示范项目。			和改革委员会、陕西省住房和城乡建设厅、重庆高新技术开发建设投资有限公司				(部分)						中
49	亚洲开发银行-中国 2035 年气候变化适应国家战略制定	该项目主要支撑开展 2035 年气候变化适应战略制定。	多边	财政部	生态环境部应对气候变化司	100,000	2020—2022	赠款	已收到	适应	多部门	适应规划	否	否	已完成
50	德国-中德合作气候变化-NDC 实施	该项目主要支撑生态环境部在“十四五”期间实施 NDC，并推动“十五五”期间更具雄心的 NDC 实施。	双边	生态环境部	国家应对气候战略研究和国际合作中心	674,251	2021—2024	赠款	已收到(部分)	交叉	多部门	气候政策	否	是	进行中
51	瑞士-中瑞零排放建筑项目	该项目旨在借鉴瑞士在零碳建筑领域积累的经验，通过零能耗建筑、零碳建筑有关标准制定、示范工程、能力建设等方面，向中国转移先进的技术和经验，从而减少建筑领域的温室气体排放。	双边	住房和城乡建设部	中国建筑科学研究院	564,065	2021—2025	赠款	已收到(部分)	减缓	建筑	低碳建筑	否	是	进行中

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

表 4-3 中国应对气候变化技术开发与转让需求

序号	支持部门	子部门	项目名称	项目描述	支持类型	技术类型	预期实施周期	预期实施效果
1	能源	电力	新型储能技术	通过应用新型储能技术，提升电力系统调节能力、综合效率与安全保障能力，提高可再生能源消纳水平，满足能源系统不同应用场景储能需求。	减缓	压缩空气储能、飞轮储能、液流电池、钠离子电池、超导储能、锂离子电池储能、重力储能以及燃料电池关键部件与材料。	2024—2030	实现储能成本大幅降低与技术大规模推广应用，支撑高比例可再生能源电力系统健康发展。
2	能源	交叉	氢能技术	通过发挥氢能大规模、长周期储能优势，促进异质能源跨地域跨季节优化配置，推动氢能、电能与热能系统融合，形成多元互补的清洁能源供应系统；作为替代燃料支撑交通、工业等用能终端部门绿色发展。	减缓	氢能制备技术，包括碱性、质子交换膜、阴离子膜、固态氧化物电解水制氢等技术；氢能储运技术，包括高压气氢储运、低温液氢储运、固态氢储运、纯氢/掺天然气管道运输等技术装备及配套设施；燃料电池技术装备，包括质子交换膜电池、固体氧化物燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池等技术；氢燃气轮机技术装备及关键部件与材料。	2024—2030	实现氢能规模化、低成本、安全高效制备和利用，以及与电力、交通、工业系统的耦合发展。
3	能源	电力	新型太阳能光伏技术	通过发展低成本、高效、稳定太阳能光伏技术，支撑太阳能高质量开发利用。	减缓	多结太阳能电池、有机太阳能电池、钙钛矿太阳能电池、燃料敏化太阳能电池、无机太阳能电池（铜锌锡硫硒）等新型太阳能电池技术。	2024—2030	实现太阳能光伏技术更高效率、更低成本，与建筑等系统实现更好的集成耦合。
4	能源	电力	深远海域及超大型海上风电技术	通过发展高效、低成本深远海域海上风电及超大型海上风电技术，支撑海上风能高质量开发	减缓	超大功率海上风电机组整机设计集成与关键部件制造技术，远海深水区漂浮式风电机组基础一体化设计与建造技术等。	2024—2030	实现海上风电技术的低成本、高效率、安全性利用。

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	支持部门	子部门	项目名称	项目描述	支持类型	技术类型	预期实施周期	预期实施效果
				利用。				
5	能源	电力	海洋能发电技术	通过发展海洋能高效俘获及能量转换技术，实现海洋能高效可靠发电与综合利用。	减缓	波浪能、潮流能、海洋温差能等海洋能发电技术。	2024—2030	因地制宜实现海洋能的低成本、高效利用。
6	能源	燃料	生物质能高效转化利用技术	通过发展生物质能高效转化利用技术实现生物质高值利用，支撑交通运输等部门清洁转型。	减缓	生物质解聚转化制备生物航空燃料技术。	2024—2030	因地制宜实现低成本生物质能源利用。
7	能源	交叉	先进核能技术	通过发展新一代先进核能技术，结合非能动设计理念，持续提升固有安全性水平。	减缓	浮动式反应堆、移动式反应堆、先进快堆等技术。	2024—2030	增强电力基荷部分稳定供应，实现核能安全、高效和综合利用。
8	能源	电力	新型智能电网技术	通过发展新型智能电网技术，支撑建设适应大规模可再生能源和分布式电源友好并网。	减缓	新能源电力功率高精度预测、多向能源自动配置、能量携带信息、电网自愈自动控制、电网灾害智能感知、远程设备智能操控与巡检等技术。	2024—2030	实现电网智能、稳定和灵活运行。
9	工业	冶金	低碳钢铁冶炼技术	通过富氢直接还原炼铁等燃料原料替代与工艺流程再造技术实现钢铁冶炼减排。	减缓	全氧/富氧高炉、高炉富氢喷吹、富氢直接还原、氢气直接还原、电化学炼铁、大型电炉高效冶炼、钢铁厂富碳气体联产化学品固碳等技术。	2024—2030	实现钢铁行业低碳高质生产。
10	工业	建材	低碳建材技术	通过燃料原料替代及工艺流程再造等技术实现建材行业减排。	减缓	原料替代、生物质/垃圾衍生燃料替代、二代新型干法分解窑、新型高效燃烧器、先进篦式冷却机、高效分解炉预热器系统以及	2024—2030	实现水泥行业低碳高质生产。

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	支持部门	子部门	项目名称	项目描述	支持类型	技术类型	预期实施周期	预期实施效果
						二氧化碳矿化等技术装备。		
11	工业	化工	低碳化工技术	通过燃料原料替代及工艺流程再造等技术实现化工行业减排。	减缓	分子炼油、重油/劣质油加工等石化减排技术，新能源耦合制氢等煤化工减排技术。	2024—2030	实现化工行业低碳高质生产。
12	交通	水路运输	新能源船舶技术	通过清洁能源替代化石燃料，实现交通运输绿色低碳发展。	减缓	液化天然气、生物柴油、生物天然气、氢、氨、甲醇等燃料驱动船舶及电动船舶技术。	2024—2030	实现传统柴油船舶有经济竞争力的低碳可持续能源替代。
13	交通	航空运输	新能源航空技术	通过清洁能源替代化石燃料，实现交通运输绿色低碳发展。	减缓	氢能、生物燃料等新能源驱动的航空发动机技术，机翼改良等飞机结构优化与节能技术。	2024—2030	实现传统航空运输有经济竞争力的绿色低碳可持续能源替代。
14	多部门	碳管理	二氧化碳捕集技术	通过新一代高效、低能耗二氧化碳捕集技术及装置，实现电力、工业等部门控排减排。	减缓	高效率、低能耗、低成本的燃烧前和燃烧后碳捕集技术。	2024—2030	支撑燃煤发电、钢铁、水泥等行业减排。
15	多部门	碳管理	二氧化碳化学利用技术	通过二氧化碳化学利用技术实现二氧化碳高值化利用。	减缓	二氧化碳光电催化合成高值化学品与燃料；二氧化碳加氢制备航空燃料、甲醇燃料等；二氧化碳还原耦合费托合成等技术。	2024—2030	实现原料替代及减排并产生经济效益。
16	多部门	碳管理	二氧化碳地质利用与封存技术	通过二氧化碳强化开采和封存技术实现二氧化碳长期安全封存。	减缓	二氧化碳强化采油、强化开采甲烷、采热、强化深部咸水开采及二氧化碳监测等技术。	2024—2030	实现二氧化碳长期安全封存。

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	支持部门	子部门	项目名称	项目描述	支持类型	技术类型	预期实施周期	预期实施效果
17	多部门	碳管理	负排放技术	通过发展负排放技术并开展大规模示范，大幅降低负排放技术实施成本，显著提升过程效率，并具备在适宜场景下的推广应用能力。	减缓	直接空气碳捕集耦合碳封存、生物质利用耦合碳捕集与封存、强化岩石风化等技术。	2024—2030	构建具有全生命周期负碳效应的工程技术过程，降低大气中二氧化碳浓度并实现长周期固定。
18	多部门	非二氧化碳温室气体控减排	甲烷削减技术	通过甲烷削减与利用技术，实现甲烷控减排。	减缓	甲烷卫星监测技术，煤层甲烷高效开发与智能抽采技术，油气火炬深度熄灭技术，稻田秸秆资源化与能源化利用技术，高产低排放畜禽品种选育技术，填埋场与污水处理甲烷减排技术，甲烷高值转化产化学品或燃料等技术。	2024—2030	支撑煤炭、油气、农业、畜牧、废弃物等行业降低甲烷排放，实现甲烷控减排与高值化利用。
19	多部门	非二氧化碳温室气体控减排	氧化亚氮削减技术	通过氧化亚氮削减与利用技术，实现氧化亚氮控减排。	减缓	氧化亚氮吸附分离与富集技术；氧化亚氮催化净化技术；氧化亚氮与污染物协同治理技术；氧化亚氮资源化利用等技术。	2024—2030	实现硝酸、己二酸与己内酰胺等化工行业以及电厂、汽车尾气中氧化亚氮高效治理与利用。
20	多部门	非二氧化碳温室气体控减排	含氟气体削减技术	通过含氟气体削减技术，实现含氟气体控减排。	减缓	含氟气体源头管控；氢氟烯烃替代技术；含氟气体催化净化技术；含氟气体资源化利用等技术。	2024—2030	实现含氟气体排放削减和高效治理。

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	支持部门	子部门	项目名称	项目描述	支持类型	技术类型	预期实施周期	预期实施效果
21	灾害防治	气候监测与灾害预警	气候监测与自然灾害监测预警技术	通过发展灾害监测预警技术，减少气候变化引起的不利影响与风险。	适应	大气圈与多圈层及互馈作用智能精密监测技术；气候系统监测分析、精准预报预测，极端天气气候事件、重大自然灾害和复合链生灾害监测预警技术等。	2024—2030	提升气候监测与灾害预警和防治能力。
22	灾害防治	气候监测与灾害预警	灾害情景模拟与复盘技术	通过发展灾害情景模拟与复盘技术加强对气候变化引起自然灾害的研判与干预。	适应	巨灾情景构建、灾害链快速研判与主动干预、数据分析与数据底座建设、数字孪生技术等。	2024—2030	提升灾情预测能力。
23	灾害防治	气候监测与灾害预警	风险评估与综合防范技术	通过发展风险评估与综合防范技术加强对气候变化引起自然灾害的综合防治。	适应	敏感领域和重点区域气候变化影响与风险评估、关键风险阈值测度、适应行动效果评估等技术，以及灾害风险防范、应急处置与综合治理技术。面向灾害应对的灾情信息获取、应急指挥通信、特种应急交通保障、生命搜索与救援抢险、紧急医学救援与卫生防疫等技术装备。	2024—2030	提升气候相关灾害的风险评估与综合防范能力。
24	农业	农业水资源利用	农业节水灌溉技术	通过发展农业节水灌溉、农艺节水、雨水收集等技术，减少降水变化等对农业生产带来的不利影响。	适应	喷灌、滴灌、低压管道输水渠道防渗、地下灌溉等节水灌溉技术；覆盖保墒、耕作保墒、水肥耦合等农艺节水技术；雨水径流收集、生态利用等雨水收集技术。	2024—2030	提高农业用水资源利用效率，保障农业用水安全。

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	支持部门	子部门	项目名称	项目描述	支持类型	技术类型	预期实施周期	预期实施效果
25	农业	农作物培育	农作物抗逆育种与病虫害防治技术	通过发展农作物抗逆育种与病虫害防治技术增加作物对气候变化不利影响的适应能力。	适应	水稻耐热育种、水稻抗旱育种、小麦抗旱育种、玉米抗旱育种以及病虫害防治等技术，识别并培育对气候变化不利影响具有抗高温、抗低温、抗旱、抗涝、抗盐等抗逆特性的作物品种。	2024—2030	提升农作物对气候变化不利影响的适应能力，保障农作物生产能力。
26	多部门	生态系统	气候敏感区生态系统保护与修复技术	通过生态系统保护与修复技术提高敏感生态系统适应能力。	适应	气候暖干化地区退化草地恢复与湿地保护、气候剧变地区森林演替与珍稀动植物保护等生物多样性保护技术；提升生态系统服务功能以增强经济社会系统气候韧性的技术。	2024—2030	提升气候敏感区生态系统气候韧性。
27	多部门	海洋及海岸带	海平面与风暴潮监测以及海岸带防护技术	通过综合适应技术实现海洋生态系统与海岸带基础设施保护。	适应	海平面与风暴潮监测及海岸带防护技术，滩涂、红树林、珊瑚礁保护与修复技术，咸潮应对技术，海洋生态护岸立体绿化绿植技术，海岸带堤坝区域生态系统修复技术，以及功能区规划技术等。	2024—2030	提升海岸带区域和相关生态系统气候韧性。
28	多部门	城市建设	气候韧性基础设施建设技术	通过低影响雨水开发与系统与系统，实现城市良性水文循环，提高对径流雨水的渗透、调蓄、净化、利用和排放能力。	适应	城市基础设施建设和雨水处理等方面技术，结合“智慧城市”“海绵城市”和“韧性城市”概念实现城市抗风险建设，提升城市气候韧性。	2024—2030	提升城市基础设施气候韧性。

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	支持部门	子部门	项目名称	项目描述	支持类型	技术类型	预期实施周期	预期实施效果
29	多部门	人体健康	人体健康综合适应技术	通过发展监测预警、公共卫生等方面技术减少气候变化对人体健康的不利影响。	适应	极端天气气候事件人体健康影响监测、预警与风险评估技术，气候变化条件下媒传疾病发生流行的评估与防控技术，热强迫（中暑、心脑血管疾病）和巨灾伤亡应对技术，以及气候变化加剧隐形饥饿影响下人体健康适应技术。研发气候敏感疾病的风险评估、预测预警技术、分类分级防护等适宜技术，健康适应措施的成本效益经济学评价技术，大数据智慧化应用技术，气候变化健康数据产品与智能化软件产品。	2024—2030	减少气候变化对人体健康造成的不利影响，增强监测预警与主动适应能力。

表 4-4 中国获得的应对气候变化技术开发与转让支持

序号	项目名称	项目描述	技术类型	时间框架	接受实体	实施实体	支持类型	部门	子部门	项目状态	项目成效
1.	全球环境基金-中国零碳村镇促进项目	该项目通过开发生物质能、太阳能等农村可再生能源，以及采用先进的节能、储能和替代技术，实现可再生能源对传统化石能源的替代，加快中国农村零碳转型，为减缓气候变化和实现联合国 2030 可持续发展目标做贡献。	可再生能源开发利用技术	2022—2027	财政部	农业农村部	减缓	能源	低碳能源	进行中	组建了管理机构、专家团队和技术支撑团队，启动零碳示范村镇能源规划和方案编制工作，出台了可再生能源政策，为开展零碳村镇建设示范和推广工作建设奠定基础。
2.	全球环境基金-面向可持续发展的中国农业生态系统创新性转型项目	该项目通过开展农业生态系统景观规划、气候智慧型农业可持续生产、农产品生态价值评估等活动，促进中国农业景观和农业食品价值链向环境和生态可持续创新性转型，支持联合国 2030 可持续发展目标、乡村振兴和气候适应。	农业系统固碳增汇技术	2021—2026	财政部	农业农村部	交叉	农业	农业转型	进行中	通过系统开展项目区示范方案编制、技术示范应用、知识管理与宣传培训、项目监测与评价等方面工作，集成了农业生态景观技术，编制了农业生态项目监测指南，为可持续发展的农业生态创新性转型奠定了基础。
3.	世界银行-湖北省安全、可持续、智慧农业项目	该项目旨在推广综合环境可持续和气候智慧型的农业，并提高农产品质量与安全水平。该项目包括三个组成部分：一是农业实践示范与复制；二是智慧可持续农业实践示范与复制；三是项目和知识管理。	气候智慧农业技术	2021—2025	财政部	湖北省农业农村厅	交叉	农业	农业转型	进行中	项目促进目标地区农业、农村、农民的可持续发展化，水土保持、减缓气候变化、粮食安全水平提升。

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	项目名称	项目描述	技术类型	时间框架	接受实体	实施实体	支持类型	部门	子部门	项目状态	项目成效
4.	世界银行-湖北省安全、可持续、智慧农业项目	该项目旨在推广综合环境可持续和气候智慧型的农业，并提高农产品质量与安全水平。该项目包括三个组成部分：一是农业实践示范与复制；二是智慧可持续农业实践示范与复制；三是项目和知识管理。	气候智慧农业技术	2021—2025	财政部	湖北省农业农村厅	交叉	农业	农业转型	进行中	项目促进目标地区农业、农村、农民的可持续发展，水土保持、减缓气候变化、粮食安全水平提升
5.	亚洲基础设施投资银行-河南郑州等地特大暴雨洪涝灾害灾后恢复重建项目	本项目的目标是：1.支持河南省郑州市、新乡市和焦作市的灾后恢复重建，2.加强三市在洪水灾害风险综合管理和洪水应急响应方面的能力。	洪涝灾害风险管理技术	2021—2026	财政部	郑州市(水利局、城建局、公路事业发展中心)，登封市(水利局)，新乡市(交通局、住建局、应急局)、卫辉市(水利局)，焦作市(水利局、住建局、应急局、马村区农业农村局、修武县水利局)	适应	多部门	水利、交通、市政、应急	进行中	项目的水利工程实施不仅通过恢复受损的城市公共交通系统和农村公路、提高河流防洪标准、恢复城市排水系统、改进城市洪水应急系统来整体增强当地防灾减灾能力，同时通过河道治理改善水质和促进生态平衡。

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	项目名称	项目描述	技术类型	时间框架	接受实体	实施实体	支持类型	部门	子部门	项目状态	项目成效
6.	亚洲开发银行-气候变化投融资加速平台	该项目将促进和增加私人资本在中国气候融资中的参与。拟解决气候变化减缓投资中的信息和资源不对称问题，以改善金融投资者、技术提供者和政策制定者在融资、碳市场和技术工具方面的获取渠道。将支持基于实证并具有战略性的投资，推动中国经济转向高端价值链，并产生可持续的温室气体减排影响。	低碳技术	2020—2023	财政部	生态环境部应对气候变化司	减缓	多部门	气候融资	已完成	项目通过建立气候投融资优先项目标准（标准一）和高质量碳信用标准（标准二）、搭建气候投融资加速平台，将为低碳技术提供者、开发者和投资人间建立有效连接，推动更多的资金流向低碳技术创新领域。
7.	亚洲开发银行-云南省工业领域碳捕集、利用和储存技术示范研究	该项目拟帮助云南省生态环境厅制定推荐方案，展示碳封存技术，以实现在 2030 年前达到碳排放峰值，在 2060 年前实现碳中和，适用于钢铁和其他碳密集型行业；为昆明钢铁控股有限公司进行碳封存技术示范进行前期可行性案例研究；并增强云南省政府、昆明钢铁控股有限公司、学术界和私营部门在 CCUS 技术方面的能力。	碳捕集、利用和储存技术	2022—2023	财政部	云南省生态环境厅、昆明钢铁控股有限公司	减缓	工业	固碳技术	进行中	项目实施成果包括：(1)将 CCUS 技术纳入省政府碳减排发展计划，推动政府部门和企业 在碳捕集、CCUS 枢纽、封存场地、二氧化碳利用等方面提前、科学规划；(2)将 CCUS 技术纳入昆明钢铁有限公司投资计划，支持昆钢 CCUS 示范前期工作的开展，对工业领域深度降碳、碳中和目标如期实现起到积极促进作用；(3)项目聘用了云南省 3 名专家，为云南省今后开展碳达峰碳中和、CCUS 等工作起到引领指导作用。

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

表 4-5 中国应对气候变化能力建设支持需求

支持部门	项目名称	项目描述	支持类型	预期实施周期	预期实施效果
多部门	气候监测评估预警体系能力建设	强化新一代信息技术对气候变化监测、影响及评估的支撑，建立动态性、系统性的气候变化监测评估体系；开展国土空间规划等气候可行性论证，强化极端气候事件预警和风险管理。	适应	2024—2030	研发天气气候一体化数值预报系统，建设气候变化风险早期预警平台和分灾种气象灾害监测预报预警系统。
多部门	温室气体核算体系能力建设	完善地区、行业、企业、产品等碳排放核算报告核查标准，建立统一规范的碳核算体系；建立生态系统碳汇监测核算体系；加强碳排放统计核算能力建设，提升信息化实测水平。	减缓	2024—2030	组织全国、地区、重点行业、企业、重点产品碳排放统计核算方法制定能力建设系列培训，搭建温室气体排放因子库、数据库、监测管理平台。
多部门	气候行动协调协同机制能力建设	建立健全应对气候变化工作协调和信息共享机制，构建多部门参与协调、多元主体联动协作、全社会广泛参与的协同创新工作模式。	交叉	2024—2030	统筹组织各有关部门开展各级各类规划衔接协调研讨会和能力建设培训会。
多部门	应对气候变化多元主体管理能力提升	推进地方政府、企业、社会组织、研究机构等在组织架构、业务领域、工作流程中纳入应对气候变化因素，提高应对气候变化综合决策和管理能力。	交叉	2024—2030	开展地方政府气候变化管理能力建设培训，组织企业、社会组织、研究机构应对气候变化综合决策和管理能力提升专题研讨会。
多部门	应对气候变化人才培养	强化学校应对气候变化教育，完善高等院校应对气候化学科专业体系，培养应对气候变化创新人才。	交叉	2024—2030	提升学校实施气候变化教育水平，促进学生树立人与自然和谐共生观念，设立应对气候学科专业及人才培养计划。
多部门	应对气候变化知识培训	拓展应对气候变化继续教育渠道，强化管理队伍和专业人才知识技能储备。	交叉	2024—2030	组织应对气候变化干部培训，以及专业人才技能培训。
多部门	应对气候变化公众宣传	加强应对气候变化科普，创新应对气候变化宣传模式。	交叉	2024—2030	依托多媒体、新媒体开展多种形式的绿色低碳和气候适应科普活动，落地应对气候变化公众实践项目。

表 4-6 中国获得的应对气候变化能力建设支持

序号	项目名称	项目描述	项目实施周期	接受实体	实施实体	支持类型	支持部门	子部门	项目状态	项目效果
1	全球环境基金-中国零碳村镇促进项目	该项目通过开发生物质能、太阳能等农村可再生能源，以及采用先进的节能、储能和替代技术，实现可再生能源对传统化石能源的替代，加快中国农村零碳转型，为减缓气候变化和实现联合国 2030 可持续发展目标做贡献。	2022—2027	财政部	农业农村部	减缓	能源	低碳能源	进行中	组建了管理机构、专家团队和技术支撑团队，启动零碳示范村镇能源规划和方案编制工作，出台了可再生能源政策，为开展零碳村镇建设示范和推广工作建设奠定基础。
2	全球环境基金-面向可持续发展的中国农业生态系统创新性转型项目	该项目通过开展农业生态系统景观规划、气候智慧型农业可持续生产、农产品生态价值评估等活动，促进中国农业景观和农业食品价值链向环境和生态可持续创新性转型，支持联合国 2030 可持续发展目标、乡村振兴和气候适应。	2021—2026	财政部	农业农村部	交叉	农业	农业转型	进行中	通过系统开展项目区示范方案编制、技术示范应用、知识管理与宣传培训、项目监测与评价等方面工作，集成开发了农业生态景观技术，编制了农业生态项目监测指南，为可持续发展的农业生态创新性转型奠定了基础。
3	全球环境基金-中国磷化工产业链节能与绿色低碳提升项目	该项目旨在完善磷化工产业链绿色低碳发展政策体系、标准体系、金融体系，促进磷化工领域技术创新和产业化应用，形成可复制、可推广的磷化工生产示范标杆，构建磷化工全产业链绿色制造体系，推动中国磷化工全产业链节能与绿色低碳转型发展。	2022—2027	财政部	工业和信息化部、自然资源部	减缓	工业	低碳化工	进行中	项目已启动双碳目标下磷化工产业链节能降碳评价指标体系研究等 7 项研究课题，以及应用先进净化技术生产高纯度湿法精化磷酸等 3 个示范项目建设。
4	全球环境基金-绿色和碳中和城市	该项目旨在将生物多样性保护纳入项目参与城市发展的进程，并建立其实现碳中和的途径。	2022—2027	财政部	国家发展和改革委员会中国城市发展中心，重庆、成都、宁波市政府	交叉	多部门	生物多样性保护	进行中	项目已组织年度培训会 1 次，撰写项目季报 3 期，开展 2 次项目检查，正在按计划推进城市绿色低碳转型发展相关研究、试点和能力建设工作。

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

序号	项目名称	项目描述	项目实施周期	接受实体	实施实体	支持类型	支持部门	子部门	项目状态	项目效果
5	亚洲开发银行-加强黄河生态走廊高质量绿色发展的能力、机构和政策——改善黄水河源地区自然向好发展的政策和规划（子项目8）	该子项目旨在为黄河主要支流黄水河的源头地区海晏县开展试点活动，推动海晏县生态保护和绿色发展管理得到改善。	2020—2022	财政部	青海省海晏县政府	适应	多部门	生态保护	进行中	组织2次培训和1次省外考察，通过现场技术交流座谈和现场参观，提升相关领域技术人员的技术能力，加强管理人员自然良好规划发展的知识与技能。
6	亚洲开发银行-基于海南碳中和试点的气候投融资创新研究	该项目将有助于制定一个路线图，支持创建有利政策和法规、金融和机构机制以扩大气候融资规模；增强在低碳、气候适应型基础设施项目开发和投资机会方面的能力；确定低碳技术的试点气候融资项目。	2021—2024	财政部	海南省生态环境厅	减缓	多部门	气候融资	进行中	组织2场关于项目开发和低碳、气候适应性相关基础设施投资的能力建设培训。
7	亚洲开发银行-江西赣州乡村振兴和综合环境改善项目	该项目将通过以下方式推进江西省赣州市的乡村振兴和生态保护：增强区域和当地生态环境管理能力；促进农村转型和地区向绿色发展的转变；发展农村环境基础设施，解决经济发展导致的环境退化问题；改善该地区生态系统保护，以提高居住环境。	2021—2028	财政部	江西省人民政府、赣州市人民政府及下属发改委、财政局	交叉	多部门	生态保护；城乡规划建设	进行中	开展了水利、生态修复和林业技术的能力建设培训，以及对林业碳交易、大气污染防治和大棚蔬菜废弃物的研究。

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	项目名称	项目描述	项目实施周期	接受实体	实施实体	支持类型	支持部门	子部门	项目状态	项目效果
8	德国-中德合作气候变化-NDC实施	该项目主要支撑生态环境部在“十四五”期间实施 NDC，并推动“十五五”期间更具雄心的 NDC 实施。	2021—2024	生态环境部	国家应对气候战略研究和国际合作中心	交叉	多部门	气候政策	进行中	项目支持中德专家围绕 NDC 实施展开对话，为省级政府/城市提出达峰情景和路线图建议，为工业部门提出减排路线图，建立气候变化适应国家监测和评估框架，支持气候立法、气候投融资领域的能力建设培训。
9	瑞士-中瑞零排放建筑项目	该项目旨在借鉴瑞士在零碳建筑领域积累的经验，通过零能耗建筑、零碳建筑有关标准制定、示范工程、能力建设等方面，向中国转移先进的技术和经验，从而减少建筑领域的温室气体排放。	2021—2025	住房和城乡建设部	中国建筑科学研究院	减缓	建筑	低碳建筑	进行中	项目贡献于国家标准《零碳建筑技术标准》，合作开展零碳建筑对中国建筑领域碳排放影响研究；10 项示范得到了瑞方技术专家支持；录制住建部市长培训课程，开展 10 期系列讲座以及研讨会。

第四部分 资金、技术和能力建设需求及获得的支持

表 4-7 中国实施《巴黎协定》第十三条和透明度相关活动，包括透明度相关能力建设所需支持的信息

序号	活动、计划、项目等名称	目标和说明	预期时间框架	接受实体	渠道	金额(美元)	活动状态	预期用途、影响和估计结果
1	中国准备气候变化第五次国家信息通报及双年透明度报告能力建设项目	持续提高中国履约团队的技术能力，支持中国在 2026 年底前编写并向《公约》秘书处提交第五次国家信息通报、第二次双年透明度报告，并接受国际专家审评与多方审议；在 2028 年底前编写并向《公约》秘书处提交第三次双年透明度报告，并接受国际专家审评与多方审议，以履行《巴黎协定》及其实施细则规定的报告义务，同时提升中国在气候变化透明度方面的能力。	2026—2030	财政部	多边	4,566,210	申请中	项目活动围绕在历次履约过程中，国际专家识别的问题和能力建设建议，并进一步识别并解决履约过程中的新问题、新挑战，持续提升履约能力与水平。
2	中国加强透明度能力建设二期项目	持续提升中国在国家、地方、企业三个层面开展透明度相关方法学研究、制度设计、数据平台集成和能力建设，更好地支撑国内低碳发展目标的制定和高水平履行《巴黎协定》。	2025—2028	财政部	多边	3,780,000	申请中	通过一期项目发现，需要加强中国 2035 年国家自主贡献方案制定能力、国家自主贡献减缓政策与行动效果评估的制度能力、改进国家自主贡献减缓领域进展追踪与减排效果评估方法学、优化减排效果核算框架及良好做法指南、加强甲烷排放控制行动方案实施效果追踪能力、提升减缓政策未来减排效果预测能力、加强进展评估和预测人员的专业素质和能力培训等方面的能力建设。

表 4-8 中国实施《巴黎协定》第十三条和透明度相关活动，包括透明度相关能力建设得到支持的信息

序号	项目名称	项目描述	支持渠道	接受实体	实施实体	气候变化相关资金额(美元)	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	是否涉及技术转让	是否涉及能力建设	项目状态
1	全球环境基金-中国加强透明度能力建设一期	根据《巴黎协定》强化透明度框架新要求，确定国家温室气体排放数据管理和透明度制度的能力建设需求，在国家、地方和企业各级开展方法学、机构设计、数据系统应用和能力建设培训，完善国家温室气体信息和排放数据综合管理平台，更好地支持国家低碳发展目标的实现和《巴黎协定》的实施。	多边	财政部	生态环境部	1,650,000	2021—2023	赠款	已收到	交叉	多部门	否	是	已完成
2	全球环境基金-中国准备气候变化第四次国家信息通报和两年期更新报告能力建设	支持中国履行在《公约》下承诺，编制第四次国家信息通报、第三次两年期更新报告和第四次两年期最新报告。	多边	财政部	生态环境部	4,566,210	2022—2026	赠款	已收到	交叉	多部门	否	是	进行中
3	全球环境基金-中国准备气候变化第一次双年透明度报告能力建设	支持中国履行在《公约》及其《巴黎协定》下承诺，编制第一次双年透明度报告及填报相应通用数据报表，在 2024 年底前提提交至《公约》秘书处。	多边	财政部	生态环境部	250,000	2024—2026	赠款	已收到	交叉	多部门	否	是	进行中

第五部分 香港特别行政区应对气候变化基本信息

香港是中国特别行政区，是一个气候温和、天然及土地资源短缺、人口密度较高、服务业高度发展和充满活力的城市，也是举世知名的国际金融、贸易和航运中心。

第一章 香港特区温室气体清单

一、组织机构安排

香港特别行政区政府（以下简称“香港特区政府”）环境及生态局^[45]负责统筹、编制与管理香港特区的温室气体排放清单的计算，并每年发布排放清单及年度趋势^[46]。香港特区温室气体排放清单的编制参考了《IPCC 优良做法指南》及《2006 年 IPCC 清单指南》，报告范围包括能源活动，工业生产过程和产品使用，农业活动，土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF），废弃物处理等领域。计算的温室气体种类包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）及含氟气体（包括氢氟碳化物（HFC_s）、全氟化碳（PFC_s）及六氟化硫（SF₆））。环境及生态局向各相关政府部门收集有关排放领域年度统计资料及活动水平数据，提供资料数据的政府部门包括环境保护署、政府统计署、机电工程署、运输署、民航署、渔农自然护理署、渠务署和规划署。此外，环境及生态局也向相关排放企业（包括电力公司、煤气公司、水泥生产企业、码头及航运营运商和公共运输营运商等）收集年度统计数据。

二、香港特区温室气体排放和吸收情况

（一）关键类别分析

关键类别是在温室气体排放清单中被列为优先的类别，因为其估算值从绝对排放水平及/或排放趋势的角度看，对香港特区的温室气体总清单具有重大的影响。香港特区参考了《2006 年 IPCC 清单指南》中关键类别分析的建议，利用方法 1 水平评估和趋势评估确定了 2005 年、2020 年和 2021 年温室气体排放清单中的关键排放源类别（见表 5-1）。完整的关键类别分析的结果详见本部分附件。

[45] 前为环境局。香港特区政府于 2022 年 7 月 1 日进行重整架构，成立新的环境及生态局，扩大以往环境局的职能，整合环境保护、自然生态保育、环境卫生、食物安全、渔农和动物福利等政策和工作，发挥协同作用，更有效提升香港的整体环境和保持环境卫生，以及推动应对气候行动、生物多样性等相关工作。

[46] 香港温室气体排放及趋势网址：<https://cnsd.gov.hk/tc/climate-ready/ghg-emissions-and-trends/>

表 5-1 2020—2021 年香港特区清单关键类别分析结果

序号	领域	类别	温室气体	是否是关键类别 (包括 LULUCF)			是否是关键类别 (不包括 LULUCF)		
				水平评估		趋势评估	水平评估		趋势评估
				2020 年	2021 年	2020—2021 年	2020 年	2021 年	2020—2021 年
1	能源领域	1A1ai 发电—气体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
2	能源领域	1A1ai 发电—固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
3	能源领域	1A1ai 发电—生物质	N ₂ O			√			√
4	能源领域	1A1ciii 其它能源工业—气体燃料	CO ₂		√	√		√	√
5	能源领域	1A1ciii 其它能源工业—液体燃料	CO ₂	√		√	√		√
6	能源领域	1A2f 制造工业和建筑—非金属矿物—固体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
7	能源领域	1A2gi 制造工业和建筑—机械—液体燃料	CO ₂			√			√
8	能源领域	1A3b 公路运输	CO ₂	√	√	√	√	√	√
9	能源领域	1A3d 本地水运	CO ₂	√	√	√	√	√	√
10	能源领域	1A3e 其他运输	CO ₂	√			√		
11	能源领域	1A4a 商业/机构—气体燃料	CO ₂	√	√		√	√	
12	能源领域	1A4a 商业/机构—液体燃料	CO ₂			√			√
13	能源领域	1A4b 住宅—气体燃料	CO ₂	√	√	√	√	√	√
14	能源领域	1A5 其他（未说明）—气体燃料	CO ₂		√			√	
15	工业生产和产品使用	2A1 水泥生产	CO ₂	√	√	√	√	√	√
16	工业生产和产品使用	2F1 制冷和空调	含氟气体	√	√	√	√	√	√
17	土地利用、土地利用变化和林业	4A1 仍为林地的林地	CO ₂	√	√				
18	废弃物处理	5A 固体废弃物处理	CH ₄	√	√	√	√	√	√

（二）2005年、2020—2021年清单及总体趋势综述

1. 2005年温室气体清单回算

随着计算方法的不断改进、计算范围的适时拓展和基础数据的必要更新，温室气体的清单会适时更新。2005年的温室气体清单回算采用与2021年相同的编制方法。回算后的2005年清单中，排放总量约提升了3.5%，主要原因是全球增温潜势（GWP）采用《IPCC第五次评估报告》的数值。

回算后的2005年香港特区温室气体净排放总量（包括土地利用、土地利用变化和林业）约为4233.50万吨二氧化碳当量，其中二氧化碳、甲烷、氧化亚氮和含氟气体所占的比重分别为90.34%、6.87%、0.75%和2.04%；土地利用、土地利用变化和林业吸收汇约为41.24万吨二氧化碳当量。在不包括土地利用、土地利用变化和林业的情况下，2005年香港特区温室气体的排放总量约为4274.74万吨二氧化碳当量，其中二氧化碳、甲烷、氧化亚氮和含氟气体所占的比重分别为90.43%、6.80%、0.75%和2.02%（见表5-2）。表5-3列出了回算后的2005年分排放领域的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮清单。表5-4列出了回算后的2005年含氟气体的清单。

表 5-2 2005 年香港特区温室气体排放总量（万吨二氧化碳当量）

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	合计
能源活动	3863.14	12.19	15.87				3891.19
工业生产过程和产品使用	NO	NO	NO	74.11	0.19	12.07	86.37
农业活动		4.08	3.44				7.52
土地利用、土地利用变化和林业	-41.24	NE	NE				-41.24
废弃物处理	2.55	274.48	12.63				289.66
总量（不包括 LULUCF）	3865.69	290.74	31.93	74.11	0.19	12.07	4274.74
总量（包括 LULUCF）	3824.45	290.74	31.93	74.11	0.19	12.07	4233.50

注：1) 阴影部分不需填写；

2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

3) 0.00 表示有计算结果，但因数字太小显示为 0.00；

4) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；

5) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇

表 5-3 2005 年香港特区二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放量（万吨）

温室气体排放源与吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
总量（不包括 LULUCF）	3865.69	10.38	0.12
总量（包括 LULUCF）	3824.45	10.38	0.12
能源活动	3863.14	0.44	0.06
—燃料燃烧	3863.14	0.04	0.06
◆能源工业	2842.34	0.03	0.05
◆制造业和建筑业	38.36	0.00	0.00

温室气体排放源与吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
◆ 交通运输	744.70	0.01	0.01
◆ 其他部门	237.74	0.01	0.00
— 逸散排放		0.39	
◆ 固体燃料		NO	
◆ 油气系统		0.39	
工业生产过程和产品使用	0.00	NO	NO
— 水泥生产	0.00		
— 卤烃和六氟化硫生产			
— 卤烃和六氟化硫消费			
农业活动		0.15	0.01
— 动物肠道发酵		0.03	
— 动物粪便管理		0.11	0.00
— 水稻种植		NO	
— 农用地		NO	NO
— 农业土壤		0.00	0.01
— 限定性热带草原烧荒		0.00	0.00
土地利用、土地利用变化和林业	-41.24	NE	NE
— 森林和其他木质生物质储量变化	-41.24		
— 森林转化	0.00	NE	NE
废弃物处理	2.55	9.80	0.05
— 固体废弃物处理	2.55	9.43	NO
— 废水处理		0.37	0.05
信息项			
— 特殊地区航空	101.15	0.00	0.00
— 特殊地区航海	692.00	0.06	0.02
— 国际航空	1032.22	0.01	0.03
— 国际航海	1098.35	0.10	0.03

- 注：1) 阴影部分不需填写；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) 0.00 表示有计算结果，但因数字太小显示为 0.00；
 4) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；
 5) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇；
 6) 信息项不计入排放总量；
 7) “特殊地区航空”及“特殊地区航海”为香港特区往返内地、澳门特区和台湾地区的航空及航海

表 5-4 2005 年香港特区含氟气体排放量（百吨）

温室气体排放源类型	HFCs					PFCs	SF ₆
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-227ea		
总量	0.02	0.04	5.20	0.02	0.12	0.00	0.05
能源活动							
工业生产过程和产品使用	0.02	0.04	5.20	0.02	0.12	0.00	0.05

温室气体排放源类型	HFCs					PFCs	SF ₆
—非金属矿物制品							
—化学工业							
—金属冶炼						NO	
—卤烃和六氟化硫生产	NO						
—卤烃和六氟化硫消费	0.02	0.04	5.20	0.02	0.12	0.00	0.05
农业活动							
土地利用、土地利用变化和林业							
废弃物处理							

注：1) 阴影部分不需填写；

2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

3) 0.00 表示有计算结果，但因数字太小显示为 0.00；

4) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇

能源活动是香港特区二氧化碳的主要排放源。2005 年香港特区二氧化碳排放（不包括土地利用、土地利用变化和林业）约为 3865.69 万吨，其中能源活动排放 3863.14 万吨，占 99.93%，废弃物处理排放 2.55 万吨。土地利用、土地利用变化和林业吸收二氧化碳约为 41.24 万吨，2005 年香港特区二氧化碳排放（包括土地利用、土地利用变化和林业）约为 3824.45 万吨。

甲烷排放主要来源于废弃物处理，其次为能源活动和农业活动。2005 年香港特区甲烷排放 10.38 万吨，相当于 290.74 万吨二氧化碳当量，其中废弃物处理排放占 94.41%，能源活动排放占 4.19%，农业活动排放占 1.40%。

氧化亚氮排放主要来源于能源活动、废弃物处理和农业活动。2005 年香港特区氧化亚氮排放 0.12 万吨，相当于 31.93 万吨二氧化碳当量，其中能源活动排放占 49.68%，废弃物处理排放占 39.54%，农业活动排放占 10.77%。

2005 年香港特区含氟气体排放来自工业生产过程和产品使用，排放量约为 86.37 万吨二氧化碳当量。

2. 2020—2021 年温室气体清单

2020 年香港特区温室气体净排放总量约为 3443.61 万吨二氧化碳当量（包括土地利用、土地利用变化和林业），其中土地利用、土地利用变化和林业的吸收汇约为 46.50 万吨二氧化碳。在不包括土地利用、土地利用变化和林业的情况下，香港特区温室气体排放总量约为 3490.12 万吨二氧化碳当量，其中二氧化碳约为 2943.37 万吨，占排放总量的 84.33%；甲烷约为 379.66 万吨二氧化碳当量，占排放总量的 10.88%；氧化亚氮约为 45.94 万吨二氧化碳当量，占排放总量的 1.32%；含氟气体^[47]约为 121.15 万吨二氧化碳当量，占排放总量的 3.47%（见表 5-5）。表 5-6 列出了

[47] 含氟气体包括氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（SF₆）

2020年分排放领域的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮清单。表5-7列出了2020年含氟气体的清单。

表 5-5 2020 年香港特区温室气体排放总量（万吨二氧化碳当量）

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	合计
能源活动	2883.51	12.24	26.86				2922.61
工业生产过程和产品使用	57.59	NO	NO	113.14	NO	8.01	178.74
农业活动		1.62	1.48				3.10
土地利用、土地利用变化和林业	-46.50	NE	NE				-46.50
废弃物处理	2.27	365.79	17.60				385.66
总量（不包括 LULUCF）	2943.37	379.66	45.94	113.14	NO	8.01	3490.12
总量（包括 LULUCF）	2896.86	379.66	45.94	113.14	NO	8.01	3443.61

- 注：1) 阴影部分不需填写；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) 0.00 表示有计算结果，但因数字太小显示为 0.00；
 4) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；
 5) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇

表 5-6 2020 年香港特区二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放量（万吨）

温室气体排放源与吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
总量（不包括 LULUCF）	2943.37	13.56	0.17
总量（包括 LULUCF）	2896.86	13.56	0.17
能源活动	2883.51	0.44	0.10
—燃料燃烧	2883.51	0.27	0.10
◆能源工业	2025.33	0.10	0.06
◆制造业和建筑业	71.04	0.01	0.00
◆交通运输	610.71	0.16	0.04
◆其他部门	176.43	0.00	0.00
—逸散排放		0.16	
◆固体燃料		NO	
◆油气系统		0.16	
工业生产过程和产品使用	57.59	NO	NO
—水泥生产	57.59		
—卤烃和六氟化硫生产			
—卤烃和六氟化硫消费			
农业活动		0.06	0.01
—动物肠道发酵		0.02	
—动物粪便管理		0.04	0.00
—水稻种植		NO	
—农用地		NO	NO
—农业土壤		0.00	0.00

第五部分 香港特别行政区应对气候变化基本信息

温室气体排放源与吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
—限定性热带草原烧荒		0.00	0.00
土地利用、土地利用变化和林业	-46.50	NE	NE
—森林和其他木质生物质储量变化	-46.50		
—森林转化	0.00	NE	NE
废弃物处理	2.27	13.06	0.07
—固体废弃物处理	2.27	12.56	NO
—废水处理		0.50	0.07
信息项			
—特殊地区航空	54.04	0.00	0.00
—特殊地区航海	998.82	0.09	0.03
—国际航空	766.08	0.01	0.02
—国际航海	1262.14	0.12	0.03

- 注：1) 阴影部分不需填写；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) 0.00 表示有计算结果，但因数字太小显示为 0.00；
 4) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；
 5) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇；
 6) 信息项不计入排放总量；
 7) “特殊地区航空”及“特殊地区航海”为香港特区往返内地、澳门特区和台湾地区的航空及航海

表 5-7 2020 年香港特区含氟气体排放量（百吨）

温室气体排放源类型	HFCs					PFCs	SF ₆
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-227ea		
总量	0.04	0.07	7.93	0.03	0.19	NO	0.03
能源活动							
工业生产过程和产品使用	0.04	0.07	7.93	0.03	0.19	NO	0.03
—非金属矿物制品							
—化学工业							
—金属冶炼						NO	
—卤烃和六氟化硫生产	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
—卤烃和六氟化硫消费	0.04	0.07	7.93	0.03	0.19	NO	0.03
农业活动							
土地利用、土地利用变化和林业							
废弃物处理							

- 注：1) 阴影部分不需填写；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) 0.00 表示有计算结果，但因数字太小显示为 0.00；
 4) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇

2021 年香港特区温室气体排放总量约为 3586.63 万吨二氧化碳当量（包括土地利用、土地利用变化和林业），其中土地利用、土地利用变化和林业的吸收汇约为 46.75 万吨二氧化碳。在不包括土地利用、土地利用变化和林业的情况下，香港特区

温室气体排放总量约为 3633.38 万吨二氧化碳当量，其中二氧化碳约为 3089.02 万吨，占排放总量的 85.02%；甲烷约为 373.13 万吨二氧化碳当量，占排放总量的 10.27%；氧化亚氮约为 47.02 万吨二氧化碳当量，占排放总量的 1.29%；含氟气体约为 124.21 万吨二氧化碳当量，占排放总量的 3.42%（见表 5-8）。表 5-9 列出了 2021 年分排放领域的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮清单。表 5-10 列出了 2021 年含氟气体的清单。

表 5-8 2021 年香港特区温室气体排放总量（万吨二氧化碳当量）

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	合计
能源活动	3039.37	12.67	28.17				3080.21
工业生产过程和产品使用	47.74	NO	NO	114.68	NO	9.53	171.95
农业活动		1.55	1.45				3.00
土地利用、土地利用变化和林业	-46.75	NE	NE				-46.75
废弃物处理	1.91	358.91	17.40				378.22
总量（不包括 LULUCF）	3089.02	373.13	47.02	114.68	NO	9.53	3633.38
总量（包括 LULUCF）	3042.27	373.13	47.02	114.68	NO	9.53	3586.63

- 注：1) 阴影部分不需填写；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) 0.00 表示有计算结果，但因数字太小显示为 0.00；
 4) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；
 5) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇

表 5-9 2021 年香港特区二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放量（万吨）

温室气体排放源与吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
总量（不包括 LULUCF）	3089.02	13.33	0.18
总量（包括 LULUCF）	3042.27	13.33	0.18
能源活动	3039.37	0.45	0.11
—燃料燃烧	3039.37	0.28	0.11
◆能源工业	2157.81	0.10	0.06
◆制造业和建筑业	64.78	0.00	0.00
◆交通运输	633.83	0.17	0.05
◆其他部门	182.96	0.00	0.00
—逸散排放		0.17	
◆固体燃料		NO	
◆油气系统		0.17	
工业生产过程和产品使用	47.74	NO	NO
—水泥生产	47.74		
—卤烃和六氟化硫生产			
—卤烃和六氟化硫消费			
农业活动		0.06	0.01
—动物肠道发酵		0.02	
—动物粪便管理		0.04	0.00

第五部分 香港特别行政区应对气候变化基本信息

温室气体排放源与吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
—水稻种植		NO	
—农用地		NO	NO
—农业土壤		0.00	0.00
—限定性热带草原烧荒		0.00	0.00
土地利用、土地利用变化和林业	-46.75	NE	NE
—森林和其他木质生物质储量变化	-46.75		
—森林转化	0.00	NE	NE
废弃物处理	1.91	12.82	0.07
—固体废弃物处理	1.91	12.51	NO
—废水处理		0.31	0.07
信息项			
—特殊地区航空	50.33	0.00	0.00
—特殊地区航海	886.48	0.08	0.02
—国际航空	693.53	0.01	0.02
—国际航海	1131.41	0.10	0.03

- 注：1) 阴影部分不需填写；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) 0.00 表示有计算结果，但因数字太小显示为 0.00；
 4) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；
 5) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇；
 6) 信息项不计入排放总量；
 7) “特殊地区航空”及“特殊地区航海”为香港特区往返内地、澳门特区和台湾地区的航空及航海

表 5-10 2021 年香港特区含氟气体排放量（百吨）

温室气体排放源类型	HFCs					PFCs	SF ₆
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-227ea		
总量	0.05	0.08	7.99	0.04	0.19	NO	0.04
能源活动							
工业生产过程和产品使用	0.05	0.08	7.99	0.04	0.19	NO	0.04
—非金属矿物制品							
—化学工业							
—金属冶炼						NO	
—卤烃和六氟化硫生产	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
—卤烃和六氟化硫消费	0.05	0.08	7.99	0.04	0.19	NO	0.04
农业活动							
土地利用、土地利用变化和林业							
废弃物处理							

- 注：1) 阴影部分不需填写；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) 0.00 表示有计算结果，但因数字太小显示为 0.00；
 4) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；

能源活动是香港特区温室气体的主要排放源。2020年和2021年能源活动温室气体排放量分别占总排放量（不包括土地利用、土地利用变化和林业）的83.74%和84.78%，其他依次为废弃物处理、工业生产过程和产品使用和农业活动，所占比重分别为11.05%、5.12%和0.09%（2020年），以及10.41%、4.73%和0.08%（2021年）。（见图5-1、图5-2）。

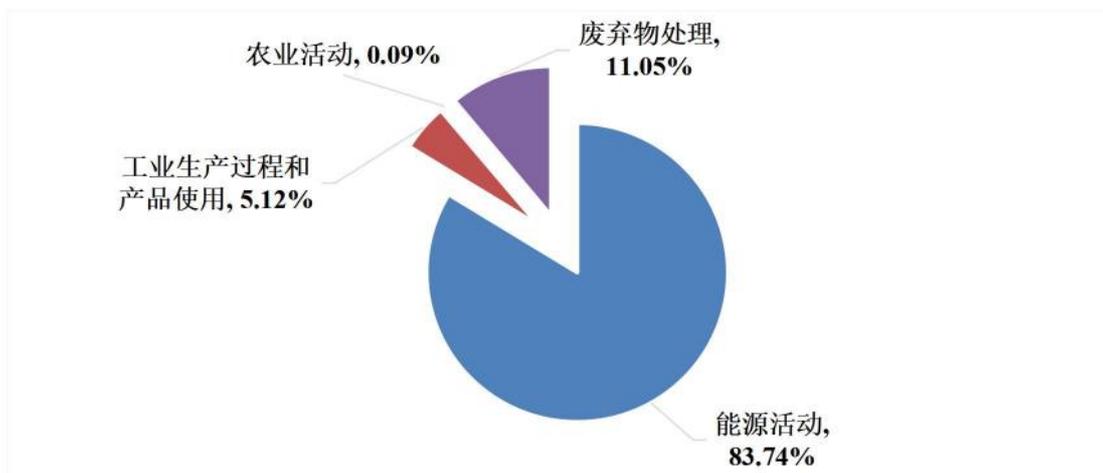


图 5-1 2020 年香港特区温室气体排放领域构成（不包括 LULUCF）

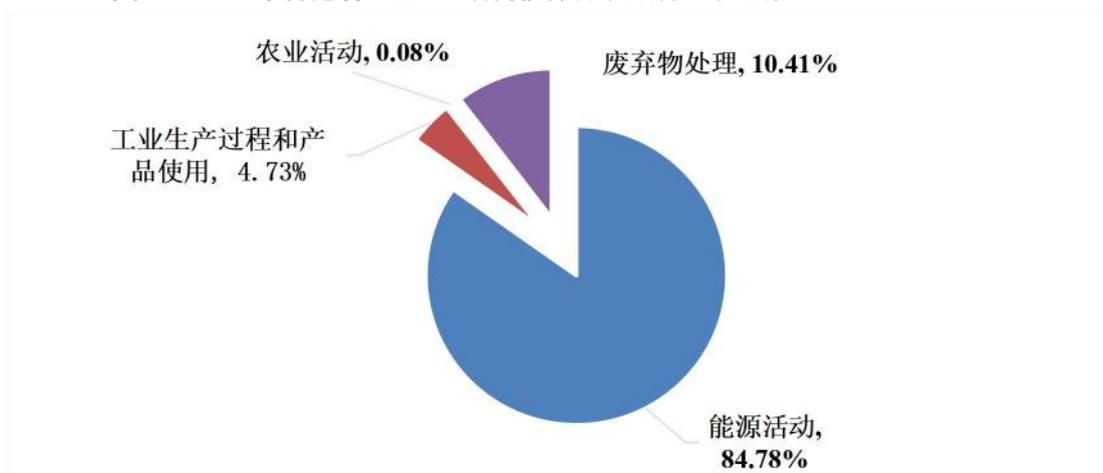


图 5-2 2021 年香港特区温室气体排放领域构成（不包括 LULUCF）

香港特区排放的温室气体主要是二氧化碳。以二氧化碳当量计算，2020年和2021年二氧化碳的排放量分别占总排放量的84.33%和85.02%，其他依次为甲烷、含氟气体和氧化亚氮，所占比重分别为10.88%、3.47%和1.32%（2020年），以及10.27%、3.42%和1.29%（2021年）（见图5-3、图5-4）。

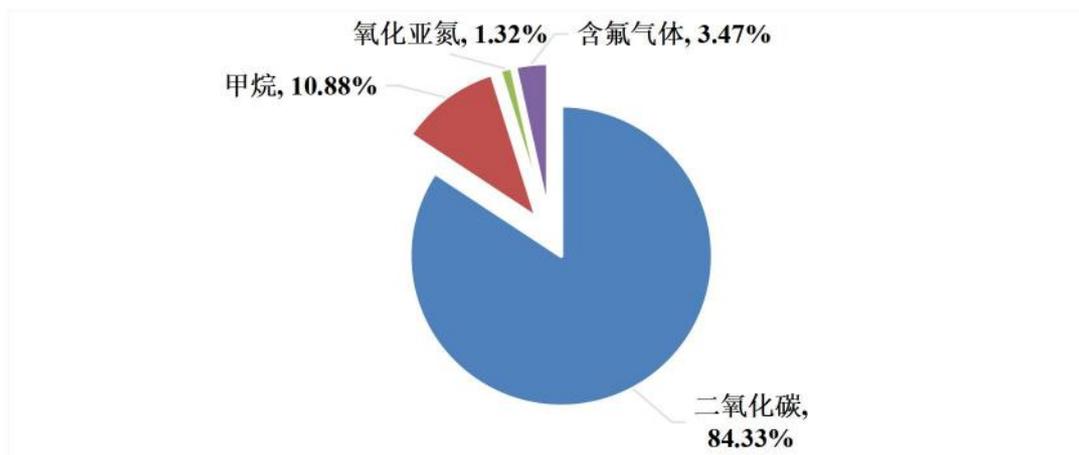


图 5-3 2020 年香港特区温室气体排放气体构成

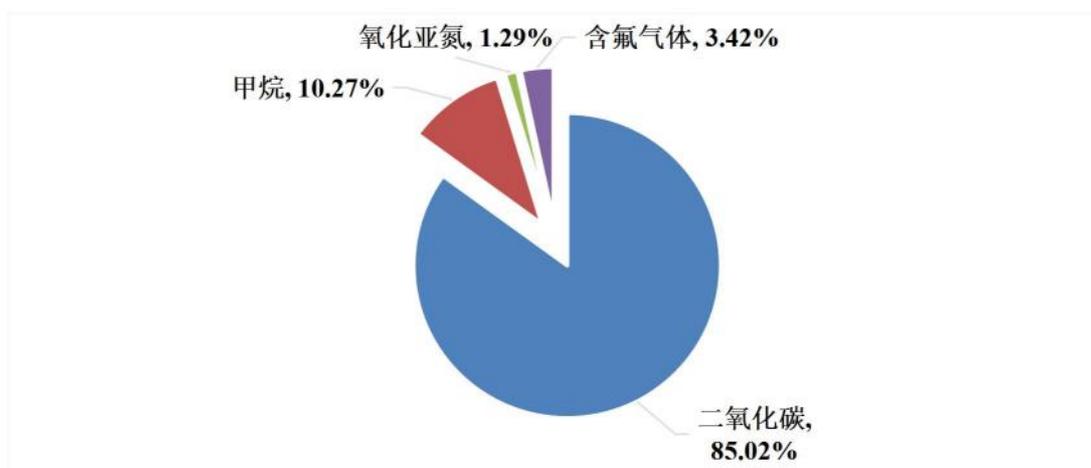


图 5-4 2021 年香港特区温室气体排放气体构成

2020 年和 2021 年香港特区的特殊地区和国际燃料舱（航空及航海）温室气体排放量分别约为 3109.85 万吨二氧化碳当量和 2787.46 万吨二氧化碳当量，其中特殊地区航海和航空运输排放量分别为 1062.92 万吨二氧化碳当量和 945.73 万吨二氧化碳当量，国际航海和航空运输排放量分别为 2046.92 万吨二氧化碳当量和 1841.73 万吨二氧化碳当量。上述排放均作为信息项单列，不计入香港特区排放总量。

3. 综合不确定度分析

根据《2006 年 IPCC 清单指南》的误差传递法分析，2005 年、2020 年和 2021 年香港特区温室气体清单的综合不确定度分别约为 4.22%、5.99%和 5.78%。各排放领域的不确定度分析结果在各排放领域下报告。

4. 总体趋势综述及分析

香港特区自 1994 年起从内地输入核电，2022 年占香港特区发电燃料组合约两成半。自 1997 年起，香港特区已停止兴建燃煤发电机组，燃煤在香港特区整体发电燃料组合中所占的比例已由 2015 年的约一半，减少至目前的约四分之一，而天然气的

比例则由 2015 年的约四分之一，大幅增加至目前的约一半。此外，建筑物占香港特区总体用电量的九成，即超过五成的总温室气体排放。通过持续提升建筑物的能源效益标准，节能减排，以及调整发电燃料组合的协同效应下，2021 年能源工业的温室气体排放已比 2005 年减少约 24%。

香港特区持续通过拓展集体运输网络、电动车辆普及化、发展其他新能源交通工具等“绿色运输”措施，为交通运输方面减排，加上减排技术不断发展，2021 年交通运输的温室气体排放已比 2005 年减少约 13%。

香港特区的温室气体排放已于 2014 年达到峰值，并逐步下降。2022 年香港特区温室气体排放总量与 2005 年和 2014 年峰值时相比，分别下降约 19% 和 24%。2022 年人均温室气体排放量约为 4.73 吨二氧化碳当量，比 2005 年和 2014 年均下降约 25%。

发展和实践《香港气候行动蓝图 2050》中的“净零发电”“节能绿建”“绿色运输”和“全民减废”四大减碳策略是落实香港特区 2050 年前实现碳中和的重要一环^[48]。能源工业（发电及煤气生产）及交通运输的温室气体排放共计约占香港特区整体的排放的八成，随着电动车逐渐普及化，未来交通运输的温室气体排放量预计会呈现下降趋势。电动车发展及充电需求增长预计会增加对电力供应的需求，但由于香港特区着力推动“净零发电”和“节能绿建”的策略，即使电动车普及化预计会增加对电力供应的需求，也不会改变温室气体排放量整体下降的趋势。

在废弃物处理领域方面，香港特区超九成的甲烷排放来自废物填埋场中生活垃圾的长时间分解。“全民减废”策略提倡推动减废回收以减少整体废物量，并致力于在 2035 年或之前发展足够的转废为能设施，以摆脱依赖废物填埋场处理生活垃圾的现状，同时随着填埋场的气体回收能力持续改进及各项转废为能设施陆续落成运作，预计可在减少甲烷排放的同时增加可再生能源的供应。

三、能源活动

（一）概述

1. 清单报告范围

能源活动的报告范围主要包括能源工业、制造业和建筑业、交通运输和其他部门化石燃料燃烧的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放，以及油气系统甲烷逸散排放。

[48] 《香港气候行动蓝图 2050》的网址：https://cnsd.gov.hk/wp-content/uploads/pdf/CAP2050_booklet_tc.pdf；有关四大减碳策略详细内容可参考第二章第四部分“减缓气候变化政策行动及其成效”章节。

2. 清单编制方法

香港特区能源活动排放计算主要依据《2006年 IPCC 清单指南》。电力生产的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放采用层级 3 方法计算。煤气生产的二氧化碳排放采用层级 2 方法计算，甲烷和氧化亚氮排放采用层级 1 方法计算。用于能源用途的填埋气体燃烧产生的二氧化碳排放采用层级 2 方法计算，甲烷和氧化亚氮排放采用层级 1 方法计算。制造和建筑业及其他部门的二氧化碳排放采用层级 2 方法计算，甲烷和氧化亚氮排放采用层级 1 方法进行计算。

对于本地航空、本地水运、铁路、非道路和道路运输移动源的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放，采用层级 1 方法和层级 2 方法计算。

特殊地区运输是指出发地为香港特区，目的地为中国其他地区（包括澳门特别行政区及台湾地区）的航空及海上运输活动；国际运输是指出发地为香港特区，目的地为中国（包括澳门特别行政区及台湾地区）以外其他地区的航空及海上运输活动。特殊地区及国际航空的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放采用层级 3 方法（a）计算，特殊地区及国际海运的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放采用层级 1 方法计算。

除燃气管道输送的甲烷逸散排放采用层级 1 方法计算外，其他甲烷逃逸排放均采用层级 3 方法计算。

（二）能源活动清单趋势

表 5-11 和表 5-12 分别列出了能源活动分气体及分排放部门的排放清单。

表 5-11 2005 年、2020 年和 2021 年香港特区能源活动分气体种类排放清单（万吨二氧化碳当量）

温室气体种类	2005 年	2020 年	2021 年
CO ₂	3863.14	2883.51	3039.37
CH ₄	12.19	12.24	12.67
N ₂ O	15.87	26.86	28.17
合计	3891.19	2922.61	3080.21

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

表 5-12 2005 年、2020 年及 2021 年香港特区能源活动分排放部门清单（万吨二氧化碳当量）

能源活动	2005 年	2020 年	2021 年
能源工业（发电及煤气生产）	2855.32	2042.96	2176.46
交通运输	748.36	627.03	650.66
其他燃料燃烧（包括商业和住宅）	238.07	176.62	183.15
制造业和建筑业	38.47	71.40	65.09
甲烷逸散排放	10.98	4.59	4.85
合计	3891.19	2922.61	3080.21

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（三）不确定度和时间序列一致性分析

能源活动领域（包括子部门）中各年份的温室气体清单计算已按照《2006年 IPCC 清单指南》，使用统一的计算方法，以保障清单时间一致性。

根据《2006年 IPCC 清单指南》的误差传递法分析，2005年、2020年和2021年能源活动领域温室气体清单的综合不确定度分别约为2.15%、1.55%和1.64%。其中，能源工业（发电及煤气生产）部门不确定度分别约为2.10%、1.42%和1.52%；交通运输部门不确定度分别约为1.14%、1.11%和1.11%。

发电过程的燃煤排放是子清单编制不确定度的最大来源，主要原因是电厂煤耗的品种和数量等统计数据方面的局限。

四、工业生产过程和产品使用

（一）概述

1. 清单报告范围

工业生产过程和产品使用的报告范围主要包括水泥生产过程中的二氧化碳排放，制冷、空调和灭火设备中使用氢氟碳化物和全氟化碳，以及电气设备使用的六氟化硫的排放。

2. 清单编制方法

基于香港特区熟料产量和相关资料，采用《2006年 IPCC 清单指南》层级2方法，计算水泥生产过程的二氧化碳排放；制冷和空调子领域氢氟碳化物使用的排放采用《2006年 IPCC 清单指南》的层级2方法计算；溶剂的全氟化碳排放采用《2006年 IPCC 清单指南》层级1方法计算；灭火设备的氢氟碳化物和全氟化碳排放采用《2006年 IPCC 清单指南》层级1方法计算；电气设备应用的六氟化硫排放采用《2006年 IPCC 清单指南》层级3方法计算。

（二）工业生产过程和产品使用清单趋势

表5-13和表5-14分别列出了工业生产过程和产品使用分气体及分排放部门的排放清单。

表5-13 香港特区工业生产过程和产品使用分气体清单（万吨二氧化碳当量）

温室气体种类	2005年	2020年	2021年
CO ₂	0.00	57.59	47.74
HFCs	74.11	113.14	114.68
PFCs	0.19	NO	NO
SF ₆	12.07	8.01	9.53
合计	86.37	178.74	171.95

第五部分 香港特别行政区应对气候变化基本信息

- 注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
2) 0.00表示有计算结果，但因数字太小显示为0.00；
3) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇

表 5-14 香港特区工业生产过程和产品使用分排放部门清单（万吨二氧化碳当量）

工业生产过程和产品使用	2005 年	2020 年	2021 年
水泥生产过程（CO ₂ ）	0.00	57.59	47.74
制冷和空调、灭火设备使用（HFCs）	74.11	113.14	114.68
制冷和空调、灭火设备使用（PFCs）	0.19	NO	NO
电气设备使用（SF ₆ ）	12.07	8.01	9.53
合计	86.37	178.74	171.95

- 注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
2) 0.00表示有计算结果，但因数字太小显示为0.00；
3) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇

（三）不确定度和时间序列一致性分析

工业生产过程和产品使用领域（包括子部门）中各年份的温室气体清单计算已按照《2006 年 IPCC 清单指南》，使用统一的计算方法，以保障清单时间一致性。

根据《2006 年 IPCC 清单指南》的误差传递法分析，2005 年、2020 年和 2021 年工业生产过程和产品使用领域温室气体清单的综合不确定度分别约为 0.37%、0.85% 和 0.82%。

五、农业活动

（一）概述

1. 清单报告范围

农业活动的报告范围主要包括动物肠道发酵、粪便管理的甲烷和氧化亚氮排放，农业土壤的氧化亚氮排放和草原烧荒的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放。

2. 清单编制方法

肠道内发酵的甲烷排放采用《2006 年 IPCC 清单指南》层级 1 方法计算；农业用地直接和间接氧化亚氮排放采用《2006 年 IPCC 清单指南》层级 1 方法计算；限定性热带草原烧荒的甲烷和氧化亚氮排放采用《2006 年 IPCC 清单指南》层级 1 方法计算。

（二）农业活动清单趋势

表 5-15 和表 5-16 分别列出了农业活动分气体及分排放部门的清单。

表 5-15 香港特区农业活动分气体清单（万吨二氧化碳当量）

温室气体种类	2005 年	2020 年	2021 年
CO ₂			
CH ₄	4.08	1.62	1.55
N ₂ O	3.44	1.48	1.45
合计	7.52	3.10	3.00

注：1) 阴影部分不需填写；
2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

表 5-16 香港特区农业活动分排放部门清单（万吨二氧化碳当量）

农业活动	2005 年	2020 年	2021 年
动物的肠道发酵	0.87	0.48	0.47
粪便管理	4.19	1.49	1.44
农业土壤	2.45	1.09	1.08
限定性热带草原烧荒	0.01	0.04	0.00
合计	7.52	3.10	3.00

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（三）不确定度和时间序列一致性分析

农业活动领域（包括子部门）中各年份的温室气体清单计算已按照《2006 年 IPCC 清单指南》，使用统一的计算方法，以保障清单时间一致性。

根据《2006 年 IPCC 清单指南》的误差传递法分析，2005 年、2020 年和 2021 年农业活动领域温室气体清单的综合不确定度分别约为 0.07%、0.04%和 0.04%。

六、土地利用、土地利用变化和林业

（一）概述

1. 清单报告范围

土地利用、土地利用变化和林业活动的报告范围主要包括林地、农田和草地转化所引起的生物量碳储量的变化。

2. 清单编制方法

林地、农田和草地转化所引起的二氧化碳排放采用《2006 年 IPCC 清单指南》层级 1 方法，并参考相关的排放因子计算；森林和其他木本生物量碳储量变化的二氧化碳排放和吸收也采用层级 1 方法计算。

（二）土地利用、土地利用变化和林业清单趋势

表 5-17 和表 5-18 分别列出了土地利用、土地利用变化和林业分气体及分排放部门的清单。

表 5-17 香港特区土地利用、土地利用变化和林业分气体清单（万吨二氧化碳当量）

温室气体种类	2005 年	2020 年	2021 年
CO ₂	-41.24	-46.50	-46.75
CH ₄			
N ₂ O			
合计（碳汇）	-41.24	-46.50	-46.75

注：1) 阴影部分不需填写；

2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

表 5-18 香港特区土地利用、土地利用变化和林业分排放部门清单（万吨二氧化碳当量）

土地利用、土地利用变化和林业	2005 年	2020 年	2021 年
森林和其他木质生物质储量变化	-41.24	-46.50	-46.75
森林转化	0.00	0.00	0.00
合计（碳汇）	-41.24	-46.50	-46.75

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

2) 0.00表示有计算结果，但因数字太小显示为0.00

（三）不确定度和时间序列一致性分析

土地利用、土地利用变化和林业领域（包括子部门）中各年份的温室气体清单计算已按照《2006年 IPCC 清单指南》，使用统一的计算方法，以保障清单时间一致性。

根据《2006年 IPCC 清单指南》的误差传递法分析，2005年、2020年和2021年土地利用、土地利用变化和林业领域温室气体清单的综合不确定度分别约为0.10%、0.13%和0.13%。

七、废弃物处理

（一）概述

1. 清单报告范围

废弃物处理的报告范围主要包括固体废弃物填埋处理的甲烷排放，生活污水和工业废水处理的甲烷和氧化亚氮排放，以及废弃物焚烧的二氧化碳排放。

2. 清单编制方法

废弃物处理排放计算主要是基于《2006年 IPCC 清单指南》，固体废弃物填埋处理的甲烷排放采用层级2方法计算，废水处理的甲烷和氧化亚氮排放采用层级1方法计算，化学废料处理的二氧化碳排放也采用层级1方法计算。

（二）废弃物处理清单趋势

表 5-19 和表 5-20 分别列出了废弃物处理分气体及分排放部门的清单。

表 5-18 香港特区废弃物处理分气体清单（万吨二氧化碳当量）

温室气体种类	2005 年	2020 年	2021 年
CO ₂	2.55	2.27	1.91
CH ₄	274.48	365.79	358.91
N ₂ O	12.63	17.60	17.40
合计	289.66	385.66	378.22

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

表 5-20 香港特区废弃物处理分排放部门清单（万吨二氧化碳当量）

废弃物处理	2005 年	2020 年	2021 年
固体废弃物处理	266.58	354.06	352.07
废水处理	23.04	31.54	26.08
合计	289.66	385.66	378.22

注：1) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况

（三）不确定度和时间序列一致性分析

废弃物处理领域（包括子部门）中各年份的温室气体清单计算已按照《2006 年 IPCC 清单指南》，使用统一的计算方法，以保障清单时间一致性。

根据《2006 年 IPCC 清单指南》的误差传递法分析，2005 年、2020 年和 2021 年废弃物处理领域温室气体清单的综合不确定度分别约为 3.43%、5.62%和 5.37%。

八、交叉领域问题处理

香港特区的水泥生产过程、转废为能设施和填埋场固体废弃物处理的过程中，都涉及温室气体排放的交叉领域排放数据。为避免不同领域之间的重复计算，香港特区政府在处理以上领域的原始年度数据及排放数据时，已采取以下数据细化和排放源分类措施。

在水泥生产过程方面，温室气体排放来源于使用硅酸盐水泥熟料和消耗化石燃料（主要是燃煤和燃油）。根据水泥生产企业提供的化石燃料消耗量和硅酸盐水泥熟料使用量原始年度数据，分别计算化石燃料消耗和水泥熟料使用领域的温室气体排放。依据《2006 年 IPCC 清单指南》，化石燃料消耗产生的温室气体纳入“能源活动”中的“燃料消耗”，使用硅酸盐水泥熟料的温室气体排放数据则纳入“工业生产过程和产品使用”中的“水泥生产过程”范围。

在转废为能设施方面，香港特区主要以焚烧污泥发电和将厨余转化为生物气用作发电。根据从转废为能设施收集与发电有关的年度温室气体排放数据，并依据《2006 年 IPCC 清单指南》纳入“能源活动”中的“能源工业（发电及煤气生产）”范围。

此外，填埋场处理固体废弃物产生的填埋气体会回收后用于发电和煤气生产^[49]。根据从各填埋场收集的固体废弃物处理和填埋气体回收量年度数据，依据《2006年 IPCC 清单指南》计算固体废弃物处理的温室气体排放数据。此数据扣减填埋气体回收量后，纳入“废弃物处理”中的“固体废弃物处理”范围。利用回收填埋气体发电和煤气生产的温室气体排放数据，则依据《2006年 IPCC 清单指南》纳入“能源活动”中的“能源工业（发电及煤气生产）”范围。

九、质量保证、质量控制及验证

香港特区政府在清单编制过程中已注意加强清单编制质量保证和质量控制工作。为提高清单编制质量，开展的活动主要包括：

第一，在编制指南上，严格按照《2006年 IPCC 清单指南》进行编制，以保障清单编制的科学性、可比性和透明度；

第二，在编制方法的选择上，根据资料的可获得性，尽量选用高层级方法进行清单计算，以保障清单结果的准确性；

第三，在活动水平数据的收集和分析过程中，与相关部门密切配合，获取权威的第一手官方数据，并安排专门的人员进行管理、校核和检查，以保证所采用数据的权威性和合理性；

第四，在确定排放因子时，尽量使用符合香港特区实际情况的排放因子，如果没有反映香港特区特征的排放因子，则参考《2006年 IPCC 清单指南》提供的排放因子缺省值，以确保清单结果的准确性。

降低不确定度所采取的措施主要包括以下两个方面：一是完善数据收集工作。采用官方公布的统计数据、本地实测排放因子及参数，同时参考《2006年 IPCC 清单指南》最新的相关参数。二是选择适当的方法学。根据数据的可获得性，来选用高层级方法进行清单计算。

当关键类别和清单计算方法发生了重大变化，以及个别类别相关数据经过重大修订时，香港特区政府会审视相关变化或修订对各清单年份的影响情况，并根据变化或修订后数据的可获得性，尽量对各清单年份使用统一的计算方法，以保障排放清单时间序列一致性和可比较性。所有的有关清单变化或修订的资料（包括其原因、修订方法等）都会做详细记录，同时保留原有清单变化或修订前的计算资料供往后查阅，以确保清单的可追溯性及记录完整性。

作为清单质量保证，香港特区政府会结合其他机构/部门与温室气体排放相关数

[49] 相关内容可参考第二章第四部分有关“加强非二氧化碳温室气体排放控制”章节。

据（例如发电量、能源消耗、车辆行驶公里数等）进行校核，通过比较各类数据之间的差异，减少数据不确定度，以提高温室气体排放计算的准确性。另外，特区政府将检讨邀请非清单编制团队为第三独立方对清单进行评审。

十、清单改进计划

（一）提高清单计算准确性

1. 道路运输

道路运输的温室气体排放是通过模型获得的车辆行驶公里数以及燃油消耗数据来进行计算，其计算的 2022 年温室气体排放占香港特区总排放量约 16%。为了提高清单的准确性，香港特区政府已改进计算道路运输温室气体排放的方法，利用年度最原始的车辆行驶公里数、燃油消耗数据和预测的模型数据来计算温室气体排放。此外，香港特区政府利用年度车辆燃料的销售数据，与车辆行驶公里数和计算的温室气体排放数据做比对参考。通过比较各类数据之间的差异，可以减少数据不确定度，并提高温室气体排放计算的准确性。

2. 制冷剂氢氟碳化物排放

氢氟碳化物（HFCs）的温室气体排放量是利用制冷剂进出口数据和相关业界制冷剂使用量调查所获得的数据，计算全香港由 HFCs 产生的年度温室气体排放量。鉴于香港特区将履行《〈关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书〉基加利修正案》有关逐步削减 18 种 HFCs 的本地生产及使用的规定，为了提高计算 HFCs 使用量和排放量的准确性和全面性，香港特区政府将与时俱进，考虑优化有关制冷剂使用量的调查内容，加入低 GWP 制冷剂的使用情况^[50]，把低 GWP 制冷剂的使用数据纳入清单的计算，为未来 HFCs 减排的发展做好准备，准确反映因制冷剂使用而引起的相关温室气体排放，同时为准确计算和预测 HFCs 的温室气体排放量和其趋势建立基础，协助提高香港特区政府监测政策的成效。

（二）清单细化以提高清单代表性

香港特区政府将检讨能源领域中燃料燃烧活动（发电和交通运输之外）的分类，利用更细化的年度能源统计数据与《2006 年 IPCC 清单指南》作比对，明确区分住宅、商业和工业部门相关燃料燃烧活动的温室气体排放。通过清单改进，使细化后的温室气体排放数据更具代表性，也有助特区政府进一步分析和了解香港特区在燃料燃烧活动领域的温室气体排放。

[50] 随着全球致力应对气候变化和《基加利修正案》获通过，制冷剂生产商陆续研发出低 GWP 的制冷剂，可用做 HFCs 制冷剂的替代品。目前国际市场上已经有不同种类的替代品供应并已引入香港市场，例如用于水冷机的 R1233zd 及 R514A、用于家用雪柜的 R600a，用于汽车空调机的 R1234yf 等，它们的 GWP 值均低于 5。

第二章 香港特区自主贡献进展

一、区情和组织机构安排

（一）香港特区政府架构与应对气候变化相关组织机构

香港特区的首长是行政长官，决定政府政策以及发布行政命令，并由行政会议协助制定政策。政府的主要施政和行政工作由 15 个政策局及其下属的部门执行^[51]。

香港特区政府积极履行《公约》的相关规定，通过与各相关政策局、部门和其他团体紧密合作，统筹协调当前与未来应对气候变化的工作及活动，提升减缓和适应气候变化的能力并增强公众对气候变化的意识和认知。在 2021 年，香港特区行政长官亲自主持新成立的跨部门“气候变化及碳中和督导委员会”，取代以往由政务司司长领导的“气候变化督导委员会”。新的督导委员会负责制订整体策略和监督各行动协作，并在最高层次就有关策略和行动进行审议和作出决策。环境及生态局也于 2023 年 1 月成立新的气候变化与碳中和办公室，加强统筹和推动深度降碳工作，鼓励社会各界特别是青年人积极参与气候变化行动。

（二）人口和经济发展

2022 年香港特区人口约为 747 万人，较 2012 年增加了 4%。2022 年香港特区劳动人口约有 378 万人，其中男性占 49.9%，女性占 50.1%。

香港是高度城市化的经济体。2022 年，以当时市价计算的香港特区本地生产总值（GDP）约为 2.81 万亿港元，人均约 38.24 万港元，2021 年和 2022 年的本地生产总值按年变动百分率分别为+7.2%和-2.1%。2022 年三产^[52]结构为 0.1：6.4：93.5。第一产业增加值及从业人数比重均较低，自 20 世纪 80 年代初开始，制造业大量转移到内地，对香港特区经济的增加值贡献逐步降低；第三产业（服务业）贡献逐步增加，其中金融服务业、旅游业、贸易及物流、专业服务及其他工商业支持服务是香港特区的支柱产业，2022 年外贸总值达 9.5 万亿港元，金融及保险业的增加价值为 6130 亿港元，受 2019 年新冠疫情的影响，访港旅客人次由 2019 年的 5591 万（其中内地旅客约 4377 万人次）大幅减少至 2022 年的 60 万（其中内地旅客约 38 万人次）。

香港本地基本没有一次能源生产。香港特区的电力消费以本地火电为主，广东省输入核电为重要补充。2022 年煤电约占香港特区年用电量的 25%，气电约占 48%，

[51] 香港特区政府架构详见网页：<https://www.gov.hk/tc/about/govdirectory/govstructure.htm>

[52] 第一产业包括农业、渔业、采矿及采石；第二产业包括制造、电力、燃气和自来水供应及废弃物管理和建筑业；第三产业包括服务业。

可再生能源发电和核电约占 27%。

香港特区公共交通高度发达。公共交通工具包括铁路、电车、巴士、小型巴士、的士和渡轮等，2022 年公交系统日均载客 967 万人次，占日出行人次近九成。截至 2022 年底，香港特区共有领牌机动车辆约 81 万辆，其中私家车约 57.1 万辆，每千人登记机动车辆和私家车保有量分别为 126 辆和 88 辆。

香港是高度城市化及以服务业为主的城市，没有很多耗用大量能源的工业，主要的能源消耗用于发电（当中九成用于建筑物），其次为交通运输。因此，发电、交通运输和废弃物是香港特区三大温室气体排放源，合共占总排放量约九成。香港特区减碳工作也是针对这三个最关键领域制订整体减碳策略。

（三）自然条件与资源

香港特区位于中国南部，北邻广东省深圳市，三面环海。2022 年香港特区陆地面积为 1113.76 平方千米，主要分为港岛、九龙、新界及离岛，地势多山，近 300 平方千米的土地面积用于市民生活和工作，超过 500 平方千米的土地用于自然保育，包括郊野公园及其他保育相关地区。香港特区位于亚热带，气候温和，近 30 年（1993—2022 年）的年平均气温为 23.6°C，年均降水量约 2438 毫米。常见的极端天气包括热带气旋、强季风、季风槽及强对流天气等。香港特区的主要植被是亚热带常绿阔叶林，鱼类、甲壳类等海洋生物物种丰富。香港特区的淡水资源较为匮乏，本地雨水收集量占香港特区饮用水用量的 20%~30%，其余 70%~80%由从广东输入的东江水补足。

为应对气候变化，发展减碳基础设施建设设施需要土地及空间资源支持。然而，香港特区地形多山，市区人烟稠密，土地资源匮乏，海域有限。基于上述香港特区的自然条件因素，在香港特区大规模发展可再生能源的潜力相对有限^[53]。

二、香港特区自主贡献目标描述

（一）碳达峰碳中和

香港特区政府非常重视应对气候变化，先于 2017 年公布《香港气候行动蓝图 2030+》^[54]，详细阐述了在减缓、适应和应变气候变化三方面所采取的主要措施。为配合《国家自主贡献》目标在 2060 年前实现碳中和，香港特区行政长官在《2020 年施政报告》宣布香港特区将致力争取 2050 年前实现碳中和，随后于 2021 年公布《香港气候行动蓝图 2050》，定下更进取的减碳排放策略和措施，加强减碳中期目

[53] 有关发展面临的挑战可参考第二章第三部分下的“追踪指标进展面临的挑战”章节。

[54] 《香港气候行动蓝图 2030+》的网址：https://cnsd.gov.hk/wp-content/uploads/pdf/HK_Climate_Action_Plan_2030+_booklet_Chin.pdf

标，力争在 2035 年前把香港的碳排放量从 2005 年的水平减半，针对发电、运输和废弃物这三大主要温室气体排放源，提出“净零发电”“节能绿建”“绿色运输”和“全民减废”四大减碳策略^[55]，带领香港迈向碳中和。

（二）非化石能源（占发电燃料组合比重）

香港特区自 1994 年起从内地输入核电，2022 年占香港特区发电燃料组合约两成半。香港特区连接内地电网的清洁能源输电系统现正进行输电容量提升工程。预计项目在 2025 年完成后，香港特区从内地输入的清洁能源在发电燃料组合中所占的比例，可由 27% 增加 8% 至约 35%。香港特区将于 2035 年前将零碳能源在发电燃料组合中所占比例进一步提高至约 60%~70%，并于 2050 年前实现净零发电。

（三）可再生能源（占发电燃料组合比重）

香港特区政府在《香港气候行动蓝图 2050》中确立了“净零发电”的减碳排放策略。为此，香港特区政府会尽力克服地理环境限制，大力推动可再生能源发展，争取在 2035 年或之前把可再生能源在发电燃料组合中所占的比例提升至 7.5%~10%，并在 2050 年前提升至 15%。此外，经私营部门和相关政府部门共同努力，香港特区政府预计太阳能在发电燃料组合中的比例可由 2022 年的约 0.5%，在 2028 年提升至约 1%。

（四）其他目标

国际航运方面，作为国际海事组织（IMO）的附属会员及国际航运中心，香港特区着力推行绿色港口措施，包括于本地法例实施 IMO 有关环境保护的决议案最新要求，循序渐进减少船舶的温室气体排放，并要求业界以减碳为导向改进技术、调整操作，以跟随 IMO 于 2050 年前后实现温室气体净零排放的目标。

三、香港特区自主贡献目标实施进展

（一）进展追踪

1. 碳达峰碳中和的进展

香港特区的温室气体排放总量已于 2014 年达峰。2022 年香港特区的温室气体排放总量约为 3477.6 万吨二氧化碳当量，较 2021 年下降约 4%，与 2005 年基准年（4274.7 万吨二氧化碳当量）和 2014 年排放峰值时（4553.5 万吨二氧化碳当量）相比，分别下降约 19% 和 24%。

[55] 有关四大减碳策略详细内容可参考第二章第四部分“减缓气候变化政策行动及其成效”章节。

2.非化石能源占发电燃料组合比重的进展

在 2022 年，非化石能源占香港特区发电燃料组合约 25%。

3.可再生能源占发电燃料组合比重的进展

在 2022 年，可再生能源在香港特区发电燃料组合中所占的比例不多于 1%。

(二) 追踪指标进展面临的挑战

发展减碳基础设施需要土地及空间资源支持。然而，香港特区地形多山，市区人口稠密，土地资源匮乏，海域有限，使得在大规模发展可再生能源的潜力相对有限，因此必须研究改进方法，包括促进本地可再生能源项目、加强区域合作和共同投资等，在 2035 年前提高零碳能源在发电燃料组合中所占的比例至约 60%至 70%。

香港特区政府一直部署加强区域合作，以稳定电价、确保能源安全和取得更多清洁能源。香港特区政府会与电力公司研究加强在零碳能源方面的区域合作，与周边地区探索更多零碳能源供应，包括寻求共同投资和共同开发等机会，参与和运营邻近香港的零碳能源项目。此外，香港特区政府已预留土地兴建电力设施，将连接电力公司的供电系统，以加强其联网和输电的能力。目前项目尚在规划阶段，预估新的跨境输电和电力接收设施从规划、兴建至落成大约需要十年，预计可在 2035 年前启用。届时输入的零碳能源电力可再增加。

在建筑物节能方面，香港特区面对楼宇老化的问题，部分建筑物设计时并没有考虑节能表现，电力系统也未必能够轻易升级以配合新的节能装置。就此，香港特区政府积极推动重新校验，让现有楼宇结合定期检查调节、改正及修理现有装置管理系统，持续改善屋宇装置的能效表现，从而减少能源使用。

2022 年香港特区的固体废弃物弃置量为 406 万吨，平均每日 11128 吨。为监察废弃物弃置及回收的最新趋势，香港特区政府从多方面搜集数据，其中包括来自香港特区政府废物处理设施的记录，并通过统计调查向不同回收商收集各种物料的回收量数据，以及在废物处理设施抽样进行废物成分调查以收集固体废弃物中各种废料的弃置量数据等。香港特区政府把以上的数据整合和处理后，编制按废物类别划分的回收和弃置量统计结果，并刊登于每年公开发布的固体废物监察报告内。

在推动绿色运输方面，完善的充电网络在支持电动车普及化方面是不可或缺的。由于电动车电池和快速充电器的技术正不断进步，电动车市场环境也不断转变，香港特区政府会继续密切留意相关科技发展，多方面扩展充电网络及支持配套设施，为驾驶者提供所需的电动车充电服务，并利用香港运输署的交通运输资料追踪新能源车辆的数量，评估有关政策的实施进展。

四、减缓气候变化政策行动及其成效

（一）减缓气候变化的政策行动

为有效控制温室气体排放，香港特区政府于 2021 年公布《香港气候行动蓝图 2050》，针对发电、运输和废弃物这三大本地主要温室气体排放源，提出“净零发电”“节能绿建”“绿色运输”和“全民减废”四大减碳策略，制定有效减缓气候变化的相关政策与行动。

1. 加快推动能源结构调整优化

净零发电。香港特区政府已确立目标，在 2035 年或之前停用燃煤作日常发电，以较低碳的天然气及零碳能源取代燃煤发电。香港特区政府需要在 2035 年前把零碳能源在发电燃料组合中所占的比例提高至 60%~70%，增加可再生能源在发电燃料组合中的比例至 7.5%~10%，往后提升至 15%，到 2035 年前把碳排放量从 2005 年的水平减少一半的中期目标。就此，香港特区早于 1997 年已停止兴建燃煤发电机组，目前，煤在整体发电燃料组合中所占的比例，已经由 2015 年的大约一半，减少至约四分之一，而天然气的比例则由 2015 年的约四分之一，大幅增加至将近一半。香港特区政府会兼顾安全、可靠性、合理价格及环保表现四个能源政策目标，发展多元的发电燃料组合，并试验使用新能源和加强与邻近区域合作，增加使用零碳能源发电，最终达到 2050 年前“净零发电”的目标。

大力推广可再生能源。在公营部门方面，香港特区政府带头发展可再生能源，包括在水塘及已修复的填埋场发展大型项目。香港特区政府正在将军澳的新界东南填埋场建设 10 兆瓦的太阳能发电场。预计在 2026 年落成后，该大型项目可向附近的水务设施供应约 1000 万度电，满足约 3000 个家庭一年的用电需求，每年可减少 7000 吨碳排放。

建设小型可再生能源系统。香港特区政府自 2017—2018 年度起共预留 30 亿港元，在政府处所安装小型可再生能源系统，至今已批出约 20 亿港元进行约 220 个项目，每年可生产约 2500 万度电。此外，通过跨部门的努力，香港特区政府自 2022 年起与环境保护署（环保署）、水务署及渠务署等多个部门合作，在约 50 个选定的处所，例如废物转运站、抽水站和配水库等水务设施，以及污水处理厂和污水泵房等污水处理设施，推进安装小型系统的项目以提高空间利用率。这些项目预计可产生电力供现场使用，为相关部门节省电费，同时减少碳排放。

“上网电价”计划。为鼓励私营部门在其土地和物业发展可再生能源，香港特区政府在 2018 年推出“上网电价”，让私营部门以相对高的电价，向电力公司售卖所生产的可再生能源电力，营造围绕可再生能源的投资市场。为配合“上网电价”

计划，香港特区政府也推出了一系列支持措施，例如协助私营部门在室外停车场安装太阳能发电系统、适度放宽在新界豁免管制屋宇（即村屋）的天台上装设太阳能发电系统的规定、更新“香港可再生能源网”并设立查询热线、修订法例以豁免因参与“上网电价”计划而需要申请商业登记及就收到的款项缴交利得税的要求等。

2. 推进建筑领域绿色低碳发展

节能绿建。香港特区九成的电力用于建筑物，超过五成的碳排放来自建筑物耗能相关的电力生产，推广绿色建筑、提高建筑物能源效益和实践低碳生活能降低用电和发电需求，以及市民因转用更多清洁能源发电的财政负担。香港特区政府的目標是在 2050 年或之前，商业楼宇用电量较 2015 年减少 30%~40%，以及住宅楼宇用电量减少 20%~30%。香港特区政府希望在 2035 年或之前达到以上目标的一半。

重视建筑物能源效益。在《建筑物能源效益条例》（以下简称《条例》）的相关节能措施下，2015 年的节能基准包括新建楼宇及主要装修工程因每三年检视《条例》和《能源审核守则》所提升的能源效益，定期能源审核的节能成果。第三阶段能源标签计划已于 2020 年生效，香港特区政府在 2021 年 12 月 31 日刊宪颁布的《建筑物能源效益守则》2021 年版全面提升能源效益标准，节能效果较 2015 年版整体提升超过 15%，估计可在 2035 年为建筑物每年节省约 47 亿至 53 亿度电（与 2015 年相比）。截至 2022 年底，香港特区政府推行的各项节能措施节省共 31 亿度电（与 2015 年相比），其中与《条例》相关的措施已为建筑物每年节省约 22 亿度电（与 2015 年相比），而相关守则也正进行修订，并将于 2024 年内推出以进一步提升节能效果。截至 2021—2022 财政年度，香港特区政府整体能源表现提升约 3.2%；而截至 2022—2023 财政年度，整体能源表现更提升了约 5.3%。香港特区政府将以身作则，争取在 2024—2025 财政年度^[56]将政府建筑物和基建设施的整体能源表现^[57]提升超过 6%（与 2018—2019 基准年相比）。

开展建筑物能源审核。香港特区政府已为大约 250 幢政府建筑物进行能源审核，即有系统地检视建筑物的能源消耗设备/系统，以找出能源管理机会；鼓励各政府部门积极落实审核报告所建议的节能措施。政府会为其建筑物进行重新校验及推行节能工程项目，例如更换发光二极管（LED）灯及采用高能效空调机组。在 2017—2018 财政年度至 2021—2022 财政年度期间，有关的总工程拨款约为 8 亿港元。而完成的有关工程项目，可带来每年节省约 5000 万度电的效益。

着力推动碳审计。2008 年，香港特区政府推出《香港建筑物（商业、住宅或公共用途）的温室气体排放及减除的核算和报告指引》，并于 2017 年公布九项涵盖不

[56] 香港特区的财政年度为每年 4 月 1 日至下年度 3 月 31 日。

[57] 整体能源表现为节省能源表现及可再生能源表现与基准年在操作环境相约的基础上相比的百分比总和。

同类型建筑物的碳审计指南。自 2017—2018 年度起，香港特区政府牵头对年用电量超过 50 万度电的主要政府建筑物定期进行碳审计，研究其减碳空间，并在碳审计完成后披露结果。目前香港特区政府有超过 300 座不同用途的主要政府建筑物须进行有关的碳审计工作。

能源效益标签计划。香港特区政府推行强制性能源效益标签计划（以下简称“计划”），规定于市场上供应的订明产品^[58]均须贴上能源标签，使消费者知晓其能源效益表现。计划分阶段扩展，截至 2022 年底，计划涵盖 8 类订明产品。第三阶段已于 2019 年 12 月 1 日起全面实施。第三阶段全面实施以来，先后两次提升评级标准，估计整个计划每年可为消费者节省约 7.5 亿度电（与 2015 年相比）。香港特区政府会继续分阶段把更多产品纳入强制性能源效益标签计划，并提升能源效益评级的标准。

3. 构建低碳交通体系

绿色运输。香港特区政府一直提倡绿色运输，以高效和零排放的铁路作为骨干构建公共交通系统。香港特区的铁路系统每天承载超过四百万人次的乘客，占比超过全港公共运输客量的 40%，营办商也会继续积极推行各种环保及低碳措施，致力于在 2050 年实现碳中和。就陆上交通而言，香港特区政府于 2021 年推出首份《香港电动车普及化路线图》^[59]（以下简称《路线图》），为未来路面交通全面电动化明确了方向，当中提出在 2025 年或以前推动私人住宅和商业楼宇中有不少于 15 万个停车位配备电动车充电基础设施。《路线图》中指出，将在 2025 年有不少于 5000 个公共充电器供公众使用，此目标已提前在 2022 年达成。此外，香港特区政府将最迟于 2025 年公布推动电动公共交通工具及商用车的路线图。

为应对全球气候变化，运输系统全面电气化已成为全球的大趋势。为改善空气质素及长远实现车辆零排放的目标，香港特区政府大力推动使用电动车，主要措施及进展如下：第一，于 2021 年推出香港特区首份《路线图》，为未来路面交通全面电动化定下清晰的方向；香港特区的电动车数量已从 2010 年约 180 辆，增长了超过 260 倍至 2022 年约 47500 辆；电动私家车占新登记私家车的比率已由 2019 年的 6.3% 跃升至 2024 年第一季度的 78.0%。第二，香港特区政府近年一直提供不同税务宽减推广电动车普及化，例如豁免电动商用车首次登记税，及实施电动私家车“一换一”^[60]计划等；也会继续在多方面扩展充电网络及支持配套，相关措施包括豁免

[58] 订明产品是《能源效益（产品标签）条例》中指明的产品。

[59] 《香港电动车普及化路线图》的网址：https://www.eeb.gov.hk/sites/default/files/pdf/EV_roadmap_chi.pdf。

[60] 香港特区政府自 1994 年起豁免电动商用车首次登记税（直至 2026 年 3 月 31 日）；自 2018 年 2 月起实施电动私家车“一换一”计划，向拆毁及取消其名下旧私家车，然后再以其名义首次登记一辆电动私家车的车主提供较高的首次登记税宽减额。2024 年 2 月，香港特区政府宣布延长电动车首次登记税宽减安排的期限两年至 2026 年 3 月 31 日。2024 年 4 月起，“一换一”计划下的宽减额上限为 17.25 万港元，而一般购买新电动车的宽减额上限则

计算楼宇总楼面面积及推出共 35 亿港元“EV 屋苑充电易资助计划”等，以大幅增加现有屋苑及新建楼宇停车场的电动车充电设施。

积极通过“新能源运输基金”推动业界试验新能源商用车，以收集更多实际操作和营运数据供业界参考。截至 2022 年 12 月底，基金共批出超过 290 个试验项目，涉及 2.53 亿港元资助额，对新一代电动的士的资助额也包含在内。

香港特区政府积极引入更多新能源汽车型号，推动各种电动公共交通工具的试验计划，以及构建一个完善的充电网络，推动更广泛使用商用车。香港特区政府一直与相关公共交通营办商包括专营巴士营办商紧密合作，推动新能源公共交通工具如电动巴士和氢燃料电池巴士的试验和发展。香港特区政府也会积极引进智慧绿色集体运输系统，提供轻便和绿色的交通接驳服务至就近的铁路及主要公共运输交汇处。

香港特区政府在 2022 年成立氢能源跨部门工作小组（以下简称“工作小组”），统筹各政策局和部门为本地采用氢燃料做好准备，并推动氢能在本地使用。工作小组的首要工作是审视氢能项目试验申请，并对加氢站、氢站补给安排及氢燃料电池车在道路使用等方面进行安全评估，以及审视相关法规、标准及技术指引，以为本地长远使用氢燃料运输订立相关安全运作框架。根据本地情况，特区在 2023 年有序开展氢燃料电池双层巴士的试验，并将于 2024 年试行氢燃料重型车清洗街道，以测试它们在本地区环境下的运作表现。

香港机场管理局（以下简称“机管局”）与主要航空相关业务伙伴共同作出承诺，于 2050 年年底实现净零碳排放，同时确立中期目标，即以 2018 年水平为基准，到 2035 年减少实际排放量 55%。机管局已制订详细碳管理行动计划，载述达成减碳目标的具体行动及路线图。具体措施包括把机场禁区车辆电动化、于 2030 年年底前大幅增加电动车充电站至超过 1300 个、实行地勤设备共享计划^[61]、试验使用氢能源，以及推出“香港国际机场业务伙伴减碳支持计划”^[62]等。

航运方面。作为国际航运中心，香港特区一直通过不同措施推动绿色港口发展，并鼓励业界采用更多可持续的航运措施。香港特区为亚洲首个强制远洋船停泊转用低硫燃油的港口。政府也与内地携手减少船舶污染物的排放，包括在 2019 年与广东省政府共同在珠江三角洲水域设立船舶排放控制区，进一步收紧要求，规定所有船

为 5.85 亿港元。

[61] 根据地勤设备共享计划，机管局负责采购、管理及保养行李输送带平台车、细平台车及旅客梯车等地勤设备。这些主要地勤设备将停放在各个停机位，供停机坪服务营运商租用。为加快地勤设备检修及调整工作，机管局设立了两个地勤设备专门维修工场，也已采用地勤设备车队管理系统，以便监控各项地勤设备的使用与效能。

[62] 在“香港国际机场业务伙伴减碳支持计划”下，机管局于 2022 年 10 月推出了绿色创新基金以鼓励业务伙伴试验新技术，协助加快减碳步伐；以及于 2022 年 3 月与商界环保协会合办香港国际机场减碳技能提升计划，协助业务伙伴建立有关碳管理的知识技能。

只不论正在航行或停泊，都必须使用 0.5%低硫燃油或液化天然气等合规格燃料。香港特区积极推进远洋船使用液化天然气等清洁能源，以吸引使用清洁能源的远洋船停泊香港进行补给。

为响应香港特区行政长官在《2023 年施政报告》中的安排，政府已开展为本地船舶及远洋船提供绿色甲醇加注的可行性研究，将于 2024 年内公布行动纲领，落实建设加注设施和供应链。政府也会推展为远洋船提供液化天然气加注的准备工作，包括技术研究和设置。

4. 加强非二氧化碳温室气体排放控制

全民减废。为实现 2050 年前废弃物处理达到碳中和的目标，香港特区政府在 2021 年公布的《香港资源循环蓝图 2035》^[63]，就以“全民减废·资源循环·零废堆填”为愿景，提出多项废物管理的策略和措施，全力推动减废回收以减少整体废物量，目标把固体废弃物的人均弃置量逐步减少 40%~45%，把回收率由 32%提升至约 55%，同时正全力发展先进高效的现代“转废为能”设施网络，包括现代焚烧发电设施（I·PARKs）、污泥处理设施（T·PARK）、有机资源回收中心（O·PARKs）等，目标是大约在 2035 年可摆脱依赖填埋场直接处理生活垃圾，同时将废物转化成有用的能源，助力香港特区打造可持续发展的绿色城市，实现碳中和目标。

生活垃圾填埋处理会产生包括主要成分为甲烷的填埋气体。为进一步减少填埋气体散发所带来的环境问题，填埋场会根据填埋运作的实际情况逐步加设抽气井及抽气管道，并连接至堆填气体收集系统，以便妥善回收及应用。回收后的填埋气体将用于发电，供填埋场本身运作使用，或用作渗滤污水处理厂的发热燃料。剩余的填埋气体经净化后，会传送至香港中华煤气有限公司的管道网络或用作发电并链接至公共电网。环保署会继续设置堆填气体收集系统，进一步收集更多填埋气体作处理及应用。此外，填埋场也会按需要设置流动填埋气体燃烧装置，在填埋日常作业区内，将部分输送至抽气系统的填埋气体完全燃烧。

为了确保小区设有足够回收设施，特区政府持续扩展小区回收网络“绿在区区”，重点支持缺乏空间自设回收设施的住宅处所群的居民参与源头分类及干净回收。在 2022 年底已有超过 160 收集点，收集至少八类常见的回收物。2022 年的回收量达 2 万吨，比 2021 年上升 40%。此外，香港特区政府计划立法要求大型屋苑及户数较多的单幢住宅楼宇必须设立回收系统，分类收集常见的可回收物，进一步扩大回收网络。

[63] 《香港资源循环蓝图 2035》的网址：
https://www.ecb.gov.hk/sites/default/files/pdf/waste_blueprint_2035_chi.pdf

香港特区政府于 2018 年全面推展废电器电子产品生产者责任计划，要求相关持份者共同分担回收、循环再造、处理和弃置废弃产品的责任，以期避免和尽量减少有关产品对环境的影响。至 2022 年底，由香港特区政府斥资兴建的处理设施已处理超过 10 万吨废电器电子产品。此外，玻璃饮料容器生产者责任计划的立法程序已经完成，并于 2023 年 5 月 1 日开始实施。香港特区政府于 2021 年 5 月就推行塑料饮料容器生产者责任计划进行公众咨询，现正草拟计划的细节。

为减少并妥善处理塑料废物，香港特区政府自 2015 年起全面实施塑料购物袋收费计划（以下简称“收费计划”），相比收费计划全面实施前（2014 年），至 2022 年底塑料购物袋的弃置量减少了 8%。为进一步减少塑料购物袋的使用，香港特区政府自 2022 年 12 月 31 日起提高收费水平（由每个至少 0.5 港元提高至 1 港元），并收紧豁免范围。香港特区政府也已就管制即弃胶餐具和其他塑料产品展开法例草拟工作，目标在 2024 年第二季度开始分阶段实施。此外，香港特区政府自 2022 年 3 月底起逐步扩展废塑料回收服务，收集所有种类的非工商业废塑料，作妥善回收处理。加上由“绿在区区”小区回收网络及其他非牟利机构和私营机构所收集的废塑料，2022 年废塑料的回收总量大约 12 万吨。

香港特区政府于 2020 年 9 月推出全港废纸收集及回收服务，至 2022 年年底总回收量约 58 万吨。特区第一座现代化纸浆生产设施于 2022 年落实兴建，预计将于 2025 年开始运作，每年可处理约 63 万吨本地废纸（纸皮、报纸及办公室用纸）。此外，为配合推行“玻璃饮料容器生产者责任计划”，香港特区政府自 2018 年起逐步推出废玻璃容器收集服务，至 2022 年年底总回收量超过 84000 吨。

5. 全面促进工业低碳转型

香港特区没有大型的工业，本地工业的温室气体排放都是源自水泥生产过程及以燃煤为主的能源消耗。目前，香港特区的水泥生产企业自 2019 年起使用生物质（木材）及替代燃料（回收的聚氨酯及橡胶）作为辅助燃料；自 2020 年起，水泥生产企业已减少硅酸盐水泥熟料使用的百分比，并以矿渣粉（GGBS）代替。上述举措，不仅成功减少化石燃料的耗用，也大大减轻了香港特区填埋场的废物负荷，同时减低因使用硅酸盐水泥熟料而产生的二氧化碳。

此外，香港特区政府通过“清洁生产伙伴计划”^[64]，协助位于香港特区及广东省的港资工厂采用清洁生产技术和作业方式，提升环保表现，减少原材料消耗，节约能源。

6. 巩固和提升生态系统碳汇

[64] 详细政策描述请参阅本部分第三章第三部分中的“3. 强化特区适应气候变化行动”章节。

香港特区共设立了 24 个郊野公园和 22 个特别地区，总面积约达 44300 公顷，约占香港土地面积的 40%，多年来受到合理的管理和保护。在 2020—2022 年间，香港特区政府渔农自然护理署（以下简称“渔护署”）在保护区内种植了超过 73 万棵原生树木，并持续对低生态价值的人工植林区进行林分改造，并采取有效的森林防火措施，以逐渐扩大林地的覆盖率，提升其生物多样性和可持续性，保护生态系统天然“碳汇”工具的效能。

另外，香港米埔及内后海湾有约 1500 公顷湿地是《拉姆萨尔公约》下的国际重要湿地。米埔及内后海湾湿地超过 400 公顷红树林是重要及高效的蓝绿碳汇，固碳效率非常高。渔护署持续负责米埔及内后海湾国际重要湿地的整体自然护理工作，包括推行《米埔内后海湾拉姆萨尔湿地管理计划》，根据生境类别、生态价值及现有土地用途将拉姆萨尔湿地划分为不同管理区，制订保育措施，善用湿地。

此外，为进一步保育这些重要的湿地生态环境，进而提升其固碳能力，香港特区政府于 2021 年提出在北部都会区建立湿地保育公园系统，并实施积极的管理措施。渔护署正就在北部都会区建立湿地保育公园系统并实施积极管理措施的建议已于 2022 年 8 月展开策略可行性研究，以研究推进湿地保育公园系统建议的相关细节。目前，香港特区正在筹建三宝树湿地保育公园，其将与米埔自然护理区和其他现有湿地产生协同效应，有效保护后海湾一带的湿地生境。

7. 推进减污降碳协同增效

《〈关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书〉基加利修正案》于 2016 年通过，旨在逐步削减 18 种高全球增温潜势（GWP）的氢氟碳化物（HFCs）的年度生产量及使用量。按照《基加利修正案》，香港特区须建立并实施 HFCs 进出口许可证管理及进口配额制度，以逐步削减 HFCs 使用量，到 2036 年将使用量从基线水平削减 85%。自国家于 2021 年 6 月正式接受《基加利修正案》后，香港特区政府积极与相关业界，包括商会、设备供应商及 HFC 进口商接触，商讨将低 GWP 产品及设备引入本港。2022 年，香港特区政府组成跨部门工作小组，根据收集到的资料制订 HFCs 的管制建议，准备于 2023 年咨询业界。

8. 推进控制温室气体排放体制与机制建设

2021 年 10 月公布的《香港气候蓝图 2050》，香港特区政府提出会在未来 15 年至 20 年投放约 2400 亿元，推行各项减缓和适应气候变化的措施，涵盖节能和可再生能源、绿色运输、废物管理、加强海岸管理、巩固斜坡和排水系统改善工程等。

香港特区政府于 2018 年成立“政府绿色债券计划”（以下简称“绿债计划”），为政府的绿色工程项目提供资金，并于 2024 年 5 月扩大绿债计划的范畴，用以涵盖

可持续金融项目，绿债计划也因此重新命名为“政府可持续债券计划”。目前，特区政府已成功发行共计约 1950 亿港元等值的政府绿色债券，涵盖 72 个绿色项目。2024—2025 年财政年度香港特区政府将发债 1200 亿港元，当中 700 亿港元为零售部分，包括 200 亿港元绿色债券及基础建设债券，除了推动普惠金融，也提高市民对基建及可持续发展项目的“参与感”。

实现碳中和需要大量财政资源。香港特区需大力发展各项融资工具，吸引更多资金流向有助减碳的项目。绿色和可持续金融跨机构督导小组（以下简称“督导小组”）于 2020 年 5 月成立，由香港金融管理局（以下简称“金管局”）和证券及期货事务监察委员会共同领导，成员包括环境局、财经事务及库务局、香港交易及结算所有限公司、保险业监管局及强制性公积金计划管理局。督导小组旨在协调金融业针对气候和环境风险的应对措施，加快香港绿色和可持续金融的发展，并支持政府的气候策略。督导小组将重点推进气候相关披露和可持续汇报、碳市场机遇以及绿色和可持续金融中心的工作，以巩固香港特区在绿色和可持续金融的领先地位，协助金融生态系统迈向碳中和。

香港交易所于 2022 年 10 月推出全新的国际碳市场 Core Climate，是目前唯一为国际自愿碳信用产品交易同时提供港元结算和人民币结算的碳市场。截至 2023 年年底，注册参与者数目增加了两倍，会员人数达到约 80 名。Core Climate 支持市场进行高效和透明的碳信用产品和工具的交易，协助推动全球净零转型。Core Climate 平台上交易的优质碳信用源自 40 多个经国际认证的碳减排项目，包括亚洲、南美及西非的林业、太阳能、风能及生物质能等项目。平台上的所有项目，包括避碳、减碳及碳移除项目，均获 Verra 旗下的核证减排标准 VCS（Verified Carbon Standard）验证。

要推动可持续融资，准确的信息披露至关重要，这也是国际组织和政府机构未来数年的工作重点。香港特区要深化绿色和可持续金融的发展，企业必须在财务报告可持续披露方面衔接国际标准。2024 年 3 月，财经事务及库务局发布宣言，阐明政府和金融监管机构为香港发展全面的可持续披露生态圈的愿景和方针。香港会计师公会作为香港可持续汇报准则的制订者，将订立衔接 ISSB 准则的本地可持续汇报准则（以下简称《香港准则》）及附带的应用和实施指引，目标是在 2024 年内推出香港适当地采纳 ISSB 准则的路线图，就可持续汇报为香港企业提供透明、清晰的路径，并让企业有充足时间做好准备，务求在《香港准则》实施时能准备就绪。为装备上市公司迈向最终根据本地可持续汇报准则作可持续汇报，香港联合交易所有限公司于 2024 年 4 月就优化环境、社会及管治框架下的气候相关信息披露的咨询文件刊发咨询总结，并将引入新气候信息披露规定（以下简称“新气候规定”）。新气

候规定是依据 ISSB 准则第 2 号：气候相关披露制定，并提供实施宽免，包括按比例及分段扩展措施，以解决部分发行人可能面对汇报方面的挑战。经修订的《香港联合交易所有限公司证券上市规则》将于 2025 年 1 月 1 日生效。

督导小组与香港科技大学共同开发的温室气体排放计算工具于 2024 年 2 月推出，在督导小组网站上向公众免费开放，以便于香港企业和金融机构做可持续发展汇报。这些工具能协助中小企业管理其环保足迹，同时促进市场参与者改善可持续发展的作业模式。

金管局于 2024 年 5 月初发表了“香港可持续金融分类目录”（以下简称“香港分类目录”），为提升业界对绿色金融的认识、加强对绿色经济活动的共识、促进绿色资金的融通提供了一套重要工具，为进一步应用奠定基础。香港分类目录与中国和欧盟两大主流标准接轨，现阶段首先涵盖发电、交通运输、建筑、污水与废物处理四个行业等十二项经济活动。下一阶段金管局将扩大分类目录所涵盖的行业和活动，包括加入转型活动。

（二）减缓气候变化政策行动的量化评估

香港特区各领域的具体减缓措施及效果详见表 5-21。

表 5-21 香港特区减缓行动及其效果汇总表

序号	行动名称	行动目标或主要内容	涉及领域和气体	时间尺度	行动性质	监管部门	状态	进展信息	方法学和假设	预估减排效果	获得支持
1	《香港气候行动蓝图 2050》	在 2021 年 10 月公布《香港气候行动蓝图 2050》，订下“净零发电”“节能绿建”“绿色运输”和“全民减废”四大减碳策略，争取于 2050 年前实现碳中和及在 2035 年前把香港的温室气体排放量从 2005 年的水平减半。除上述减碳目标外，两份蓝图还包括减缓、适应及应变方面各项主要措施的详情。	所有领域/二氧化碳、甲烷、氧化亚氮和含氟气体	2017—2050	强制/政府	香港环境及生态局	执行中	2022 年香港特区温室气体排放总量比 2005 年下降约 19%；人均碳排放量减少至 4.73 吨二氧化碳当量	人均碳排放量下降率 = (1 - 目标年人均碳排放量 / 基年人均碳排放量) × 100%	预计 2035 年前香港的温室气体排放量从 2005 年的水平减半及在 2050 年前实现碳中和	香港特区政府
净零发电											
2	新界东南堆填区 10 兆瓦太阳能发电场	在将军澳新界东南堆填区发展发电容量为 10 兆瓦的太阳能发电场，向附近的水务设施供应电力。	可再生能源	预计在 2026 年落成	兴建：政府 使用：自愿/政府	香港环境及生态局 / 水务署	设施兴建中	减少温室气体	减排量 = 替代太阳能发电量 × 排放因子	预计减排量为 7000 吨/年	香港特区政府
节能绿建											
3	《香港都市节能蓝图 2015~2025+》	这是香港首份都市节能蓝图特区，分析使用能源的情况及制定相关政策、策略、目标及主要行动计划，以配合香港特区节能目标	能源/二氧化碳	2015—2025 后	强制/自愿/政府/市场	香港环境及生态局	执行中	蓝图设定了以 2005 年为基年，于 2025 年之前达致能源强度（即单位本地生产总值能源最终用途）减少 40% 的目标。2005—2019 年，能源强度已减少了超过三成	减排量 = 节能量 × 排放因子	预计到 2025 年减排量为 140 万吨/年	香港特区政府

第五部分 香港特别行政区应对气候变化基本信息

序号	行动名称	行动目标或主要内容	涉及领域和气体	时间尺度	行动性质	监管部门	状态	进展信息	方法学和假设	预估减排效果	获得支持
4	《建筑物能源效益条例》	《建筑物能源效益条例》规定，新落成或进行大翻新的建筑物内的中央屋宇装备装置，必须符合《屋宇装备装置能源效益实务守则》要求的能源效益标准。该条例也要求商业建筑物的拥有人依据《建筑物能源审核实务守则》，每隔10年为中央屋宇装备装置进行强制性能源审核。上述两项守则每三年修订一次。	建筑运营/二氧化碳	2012年开始	强制/政府/市场	香港环境及生态局/机电工程署	执行中	电力需求减少 《屋宇装备装置能源效益实务守则》2021年版及《建筑物能源审核实务守则》2021年版在修订时检视相关技术及国际普遍应用能效标准的最新发展	减排量=节能量×排放因子	预计到2025年减排量为240万吨/年（到2028年减排量为300万吨/年）	香港特区政府
5	强制性能源效益标签计划	在计划下，于市场上供应的订明产品 ^[65] 均须贴上能源标签，使消费者得知有关产品的能源效益表现。	能源/二氧化碳	2009年开始	强制/政府/市场	香港环境及生态局/机电工程署	执行中	电力需求减少。 计划分阶段扩展。计划第三阶段已由2019年12月起全面实施，共涵盖8类订明产品	减排量=节能量×排放因子	预计到2025年减排量为72万吨/年	香港特区政府
6	启德发展区的区域供冷系统	启德发展区的区域供冷系统是一个大型的中央空调系统，该供冷系统利用海水在中央供冷站制造冷水，并通过地下管道网络输送到启德发展区的用户楼宇。整项区域供冷系统工程将于2028年前完成。	能源/二氧化碳	2011—2028	自愿/政府/市场	香港环境及生态局/机电工程署	执行中	电力需求减少。 首阶段的区域供冷系统已于2013年开始运作。为配合区内发展密度增加，次阶段新增的区域供冷系统项目的建设工程于2020年12月展开	减排量=节能量×排放因子	当区域供冷系统在2028年全部启用后，预计减排量为9.66万吨/年	香港特区政府

[65] “订明产品”是《能源效益（产品标签）条例》中指明的产品。

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	行动名称	行动目标或主要内容	涉及领域和气体	时间尺度	行动性质	监管部门	状态	进展信息	方法学和假设	预估减排效果	获得支持
7	东涌新市镇扩展（东）的区域供冷系统	东涌新市镇扩展（东）的区域供冷系统是一个大型的中央空调系统，在中央供冷站制造冷水，并通过地下管道网络输送到东涌新市镇扩展（东）的用户楼宇。有关项目的供冷站和冷冻水配水管道预计于 2030 年大致完成，而整项区域供冷系统工程将于 2034 年前完成。	能源/二氧化碳	2021 — 2034	自愿/政府/市场	香港环境及生态局 / 机电工程署	系统兴建工程进行中	项目的工程已于 2021 年 6 月开展，系统预计于 2027 年启用。	减排量=节能量×排放因子	当区域供冷系统在 2034 年全部启用后，预计减排量为 2.15 万吨/年	香港特区政府
8	古洞北新发展区的区域供冷系统	古洞北新发展区的区域供冷系统是一个大型的中央空调系统，在中央供冷站制造冷水，并通过地下管道网络输送到古洞北新发展区的用户楼宇。有关项目的供冷站和冷冻水配水管道预计于 2032 年大致完成，而整项区域供冷系统工程将于 2040 年前完成。	能源/二氧化碳	2021 — 2040	自愿/政府/市场	香港环境及生态局 / 机电工程署	系统兴建工程进行中	项目的工程已于 2021 年 3 月开展，系统预计于 2026 年启用。	减排量=节能量×排放因子	当区域供冷系统在 2040 年全部启用后，预计减排量为 2.94 万吨/年	香港特区政府
9	广泛使用较具能源效益的淡水冷却塔水冷却式空调系统	自 2000 年推出淡水冷却塔计划至 2023 年末为止，已超过 2800 座淡水冷却塔建成并已投入运作。据估计，约 300 座新建的淡水冷却塔将会于 2024—2028 年期间完成。机电工程署会继续推动广泛使用淡水冷却塔	能源/二氧化碳	2000 年开始	自愿/政府/市场	香港环境及生态局 / 机电工程署	执行中	电力需求减少	减排量=节能量×排放因子	预计到 2028 年减排量为 6 万吨/年	香港特区政府

第五部分 香港特别行政区应对气候变化基本信息

序号	行动名称	行动目标或主要内容	涉及领域和气体	时间尺度	行动性质	监管部门	状态	进展信息	方法学和假设	预估减排效果	获得支持
绿色运输											
10	香港电动车普及化路线图	香港特区政府在 2021 年公布了首份《香港电动车普及化路线图》（以下简称《路线图》），订立了“零碳排放·清新空气·智慧城市”的愿景，阐述推动使用电动车的长远政策目标及计划，以实现 2050 年前车辆零排放的目标。《路线图》提出了涵盖多方面的措施，包括在 2035 年或之前停止新登记燃油及混合动力私家车的目标	能源/二氧化碳	2021 年开始	强制/政府	香港环境及生态局 / 环保署	执行中	香港特区的电动车数量已从 2010 年约 180 辆，增长了超过 260 倍至 2022 年约 47500 辆。2022 年运输界别的温室气体排放量比 2005 年下降约 14%。	减排量 = 车用燃料减少量 × 排放因子	预计在 2035 年香港特区政府道路运输界别的温室气体排放量从 2005 年的水平减半	香港特区政府
转废为能											
11	污泥处理设施	污泥处理设施已于 2015 年 4 月开始运作，该设施采用先进焚化技术处理从污水处理厂产生的污泥，由焚化过程产生的热能会转化成电力，以应付设施的电力需求，并将剩余电力输出至公众电网	能源及废弃物处理 / 二氧化碳、甲烷	2015 年开始运作	强制/政府	香港环保署	执行中	减少温室气体	减排量 = 替代化石能源量 × 排放因子 + 避免堆填气体的产生	预计减排量 24 万吨/年	香港特区政府
12	有机资源回收中心 1 期	有机资源回收中心第一期已于 2018 年 7 月落成启用，该设施将采取生物处理技术把工商业界的厨余转化为有用的资源，例如生物气体及堆肥产品	能源及废弃物处理 / 二氧化碳、甲烷、氧化亚氮	2018 年开始运作	兴建：政府 使用：自愿/市场/政府	香港环保署	执行中	减少温室气体	减排量 = 替代化石能源量 × 排放因子 + 避免堆填气体的产生	预计减排量为 4.2 万吨/年	香港特区政府

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

序号	行动名称	行动目标或主要内容	涉及领域和气体	时间尺度	行动性质	监管部门	状态	进展信息	方法学和假设	预估减排效果	获得支持
13	有机资源回收中心2期	香港特区政府于2019年9月开始设计及兴建有机资源回收中心第二期，该设施将采取生物处理技术把厨余转化为有用的资源，包括生物气体及肥料	能源及废弃物处理/二氧化碳、甲烷、氧化亚氮	2024年开始运作	兴建：政府 使用：自愿/市场/政府	香港环保署	设施兴建中	减少温室气体	减排量=替代化石能源量×排放因子+避免堆填气体的产生	预计减排量为6.7万吨/年	香港特区政府
14	综合废物管理设施第1期	香港特区政府于2017年12月已开始设计及兴建综合废物管理设施第1期，该设施将采用先进的转废为能技术，以大幅缩减废弃物的体积及将废弃物转化为能源	能源及废弃物处理/二氧化碳	2025年开始运作	强制/政府	香港环保署	设施兴建中	减少温室气体	减排量=替代化石能源量×排放因子+避免堆填气体的产生	预计减排量为44万吨/年	香港特区政府

第三章 香港特区的气候变化影响和适应

一、区情和组织机构安排

香港与其他沿海城市一样，容易受到气候变化及极端天气的影响。维多利亚港的海平面呈显著上升趋势；在过去一个多世纪，香港每年的酷热天气日数和热夜数目大幅增加；热带气旋强度及相关极端降雨增加。香港特区政府会继续相关的研究和优化不同的应对措施。

香港特区政府的“气候变化基建工作小组”（以下简称“基建工作小组”）自 2016 年成立以来，一直协调基建领域适应气候变化的工作，并统筹相关研究，以提升基础设施的抗逆力。基建工作小组由土木工程拓展署召集，成员来自发展局、建筑署、屋宇署、渠务署、机电工程署、路政署、香港天文台及水务署。基建工作小组会定期向香港特区行政长官主持的跨部门“气候变化及碳中和督导委员会”汇报工作计划和进度。

二、气候变化影响、脆弱性及损失损害

（一）气候变化特征及趋势

香港特区观测到的气候变化趋势与全球趋势基本一致。香港天文台对气象参数进行的系统观测始于 19 世纪 80 年代，从温度变化趋势来看，1990—2022 年的年均气温上升速度为每 10 年 0.28°C （图 5-5）。年雨量的年际变化明显，整体长期呈上升趋势。从海平面上升趋势来看，1990—2022 年香港维多利亚港海平面上升明显，平均每 10 年上升 41 毫米。

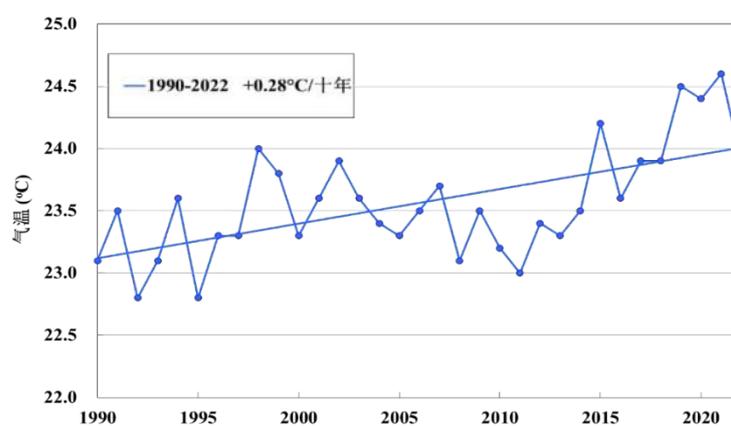


图 5-5 香港天文台总部记录的年平均气温（1990—2022 年）

香港天文台根据《IPCC 第六次评估报告》的全球气候模式数据，更新了香港的气候推算，结论如下：一是在低、中、非常高温室气体排放情景下^[66]，相较于 1995—2014 年的年平均气温 23.4°C，2081—2100 年将分别高出约 1.2°C、2.0°C 和 3.6°C，而 2081—2100 年的平均年最高气温较 1995—2014 年的平均值 34.4°C 分别高出约 1.2°C、1.9°C 和 4.1°C；二是在低、中及非常高温室气体排放情景下，相较于 1995—2014 年的年平均降水量 2456 毫米相比，2081—2100 年将分别高出约 8%、7% 和 9%^[67]，而 2081—2100 年的平均年最高日雨量较 1995—2014 年的平均值 203 毫米分别高出约 9%、16% 和 28%；三是在低、中及非常高温室气体排放情景下，相较于 1995—2014 年的年平均海平面（香港海图基准面以上 1.45 米），2100 年香港年平均海平面将分别高约 0.42 米、0.56 米和 0.78 米（以中位数计算），海平面上升带来的极端水位也将显著提高。

（二）极端天气气候事件及造成的损失损害情况

2020—2022 年在香港特区发生的一些重要天气事件扼述如下：

1. 极端高温

2021 年是香港特区自 1884 年有记录以来最暖的一年，全年平均气温为 24.6°C，较 1991—2020 年正常值高 1.1°C。2021 年的热夜^[68]数目为 61 天，而酷热天气^[69]日数则为 54 天，两者皆是有记录以来最高。

2022 年 7 月是香港特区有记录以来最热的月份。该月平均气温高达 30.3°C，较正常值高 1.4°C，为有记录以来月平均值的最高。2022 年 7 月香港天文台日最高气温为 35.0°C 或以上共有 10 天，酷热天气日数为 21 天，热夜数目共 25 天，刷新了各自单月的最高纪录。而由 7 月 9 日开始的连续 21 个热夜，也刷新了记录。

2. 暴雨

受广东沿岸地区的一道低压槽影响，2020 年 6 月 6 日早上香港特区有大雨及强烈狂风雷暴。当天香港特区大部分地区录得超过 100 毫米雨量，而部分地区的雨量更超过 200 毫米。部分地方出现严重水浸。估计这场暴雨在香港特区造成的直接经济损失约 3700 万港元。

3. 热带气旋

台风“海高斯”在 2020 年 8 月 19 日早上吹袭香港特区，香港特区离岸及部分高地风力分别达暴风及飓风程度。与“海高斯”雨带相关的狂风大骤雨在

[66] 其他温室气体排放情景下的推算可参 https://www.hko.gov.hk/sc/climate_change/future_climate.htm。

[67] 由于雨量变化较大，虽然整体雨量有上升趋势，但不排除个别年份发生雨量偏少的情况。

[68] 即当日最低气温为 28.0°C 或以上。

[69] 即当日最高气温达 33.0°C 或以上。

2020年8月18日及19日为香港特区大部分地区带来超过150毫米雨量。“海高斯”吹袭香港特区期间，最少有7人受伤，另有约800宗塌树报告及2宗水浸报告。估计“海高斯”引致香港特区的直接经济损失约3.88亿港元。

在2021年10月8日至14日的一星期内，热带风暴“狮子山”及台风“圆规”相继影响香港特区。“狮子山”于2021年10月8日至10日为特区带来烈风及狂风大骤雨。2021年10月8日的雨势特别大而且持续，香港特区普遍录得超过200毫米雨量。当日香港天文台记录的雨量更达329.7毫米，是10月份日雨量的最高纪录。“狮子山”吹袭香港期间，有两人死亡，至少14人受伤，另有超过1100宗塌树报告、6宗水浸报告及3宗山泥倾泻报告。估计“狮子山”造成香港特区的直接经济损失约2.20亿港元。而“圆规”吹袭香港特区期间至少有20人受伤，另有877宗塌树报告及10宗水浸报告。估计“圆规”为香港特区造成直接经济损失约3500万港元。

（三）气候变化对自然生态系统的影响及脆弱性评估（包括现状评估以及未来预测）

1. 水资源

香港特区缺乏淡水资源，没有天然湖泊、河流或大量地下水源。除了本地收集雨水，香港特区也从广东输入东江水补足，现行东江水供水协议中的年供水量上限为8.2亿立方米。2022年香港全年耗水量为13.85亿立方米，其中58%为广东输入的东江水，19%来自本地集水区收集的雨水，其余23%是冲厕用海水。面对气候变化、人口及经济快速增长使饮用水需求持续增加等挑战，自2008年起，香港特区政府已将适应气候变化纳入水资源管理政策，以确保香港特区的供水稳定及支持可持续发展。除一些硬件措施（如使用节流器等）外，水务署还开展了宣传和推广节约用水，降低管网的用水损失，发展更多不受气候变化影响的新水源，使整个水资源组合变得多元化，包括发展海水淡化，扩大使用次阶水（即海水及循环再用水）作非饮用用途，并继续探索本地水资源高效利用的方法，以提升香港供水的韧性。

2. 陆地生态系统

香港特区的主要植被包括林地、灌丛和草地，共占超过六成的陆地面积，也是众多原生动植物的重要栖息地。气候变化将有机会影响植被的组成、结构和功能。随着气温和降雨的改变，野生动植物的物候、迁移习性和相互关系可能会产生变化，继而影响种群的分布和存活，当中以较高海拔的栖息地低温生物对气候变化更为敏感。极端天气引致的频繁灾害，如山洪和泥石流等，将严重影响陆生动植物的栖息地，并对脆弱的生态系统构成威胁。

3. 海洋与海岸带

香港特区位于亚热带地区，海洋环境适合热带和温带气候的生物生长，并拥有多种海洋生物品种。香港虽然靠近石珊瑚生长地带的北面边缘，但仍有超过 80 种石珊瑚在境内生长。数据显示，1986—2014 年期间香港海水温度上升 1.25°C。全球其他地区的研究显示，海水温度上升会导致海洋生物分布向两极迁移，而海水温度上升会令珊瑚因驱走共生藻而白化，珊瑚因此变得脆弱易病。此外，海洋暖化会减低海水中氧气的溶解度，海洋整体含氧量因而减少，导致海洋生物死亡。随着表层海水吸收更多二氧化碳，其酸碱值会下降，形成海洋酸化，海洋酸化影响需要建构含钙外壳和组织的海洋生物的钙化过程。海平面上升也会影响沿岸生态系统，包括红树林和浅水珊瑚礁。香港特区政府将持续支持关于气候变化对海洋生态系统影响的有关研究，包括与大学合作进行珊瑚白化的监察工作，监察结果反映白化的珊瑚群落大部分将在其后复原。

（四）气候变化对经济社会系统的影响及脆弱性评估（包括现状评估以及未来预测）

1. 农业与粮食安全

香港是开放式经济体，只有极少农业及牲畜的生产，本地农场主要生产蔬菜、活猪及活鸡，分别占本地年消耗量 1.9%、13.8%及 100%，超过九成的食物依赖进口。

香港特区政府对食物方面的政策目标是保障开放的市场和保障食物安全及供应稳定。由于香港特区对进口食品依赖程度十分高，政府一直与主要粮食供应业界保持紧密沟通，包括进口和零售层面的主要市场参与者，以确保更全面掌握不同层面的市场情况，适时采取相应措施，保障食物供应稳定。

同时，香港特区政府也已采取了多项措施，协助业界应对气候变化及可持续发展。作物生产方面，香港特区政府通过技术培训活动，指导农民选用合适的作物品种，以提高作物的产量和质量；及协助农民转型环境友善的有机耕作，减低碳足迹积极发展；以及推动环控温室技术全环控水耕技术，使农业生产可全天候进行。禽畜生产方面，香港特区政府会推动业界采用多层禽畜饲养楼房的发展，以有效提升资源的利用效率，同时通过环控、先进科技和自动化设备，减少温室气体排放，并整合节能技术，进一步降低能源消耗。

2. 健康与公共卫生

为预防气候变化所引发的媒介传播疾病及跟高温有关的疾病，卫生署通过多种渠道推广相关健康信息。除了向公众发放有关蚊媒传染病和预防蚊子叮咬的资讯，卫生署更与天文台合作，在天气酷热时发出新闻公报，提醒市民采取

适当措施预防中暑及紫外线。

3. 基础设施与重大工程

香港特区政府从建筑物基础设施、海港工程基础设施、排水及排污基础设施、运输基础设施、供水基础设施、废物管理基础设施和填料管理基础设施等 7 个基础设施类别中，选取了大约 350 个重要基础设施进行脆弱性及影响性评估，并为这些重要公共基础设施制订提升工程的范围。

4. 城市与人居环境

香港特区政府已完成和正在进行的规划及工程可行性研究并未特别就气候变化对城市与人居环境的社会经济影响进行定量或定性评估。然而，考虑到极端天气频发会影响市民生活和造成经济损失，香港特区政府在规划和发展过程中把气候变化和其他环境因素纳入主要衡量范畴，提倡采用综合规划方式融合智慧、环保和具抗御力的概念，确保香港特区必要的基建具备应对气候变化的条件，为小区提供不间断和便捷的服务。

5. 敏感二三产业

香港特区经济以第三产业为主，没有很多耗用大量能源的工业。服务业占 2022 年本地生产总值的 93.5%，其中交通运输占本地生产总值 6.9%。第二产业方面，制造业和水电燃气供应分别只占本地生产总值 1.0% 和 1.2%，而建筑业所占比重则为 4.3%。在 2022 年，最大碳排放源是发电，其次是交通运输和废弃物，这三个主要排放源共计约占总排放量的九成，因此是香港特区减碳工作的三个最关键领域。

气候变化可能会对香港特区经济不同环节带来影响。例如，极端天气事件频繁发生，相关破坏使商业和工业保养和保险成本上升。金融服务方面，极端天气的破坏带来电信和计算机系统故障的风险，可能导致金融市场交易受阻；保险业也需承受更高的极端天气风险。此外，在能源供应上，极端天气令电缆和其他资产受损，而气温上升与极端天气引发能源需求上升，从而增加发生供电中断和电力尖峰的风险。

三、适应气候变化行动与挑战

（一）适应气候变化的战略、政策、目标、行动等进展及成效

1. 强化气候变化监测预警能力

在应对因气候变化而导致海平面上升和极端海浪方面，香港特区政府设立了应变联络机制，当香港天文台预测到某些较高风险区域的海平面将超过警戒线时，就会向相关部门发出预警，政府部门会调派紧急应变小队协助当地居民，

同时会通知受影响人士，在有需要情况下开放临时庇护中心等，以降低海水淹没对当地居民的影响。

香港特区山泥倾泻多由暴雨引发。土木工程拓展署及香港天文台一旦预测暴雨可引致山泥倾泻，便会发出山泥倾泻警告，提醒市民采取预防措施。各政府部门也会启动紧急应变系统，以便迅速调动人力和资源应对山泥倾泻事故。渠务署也设有“紧急事故控制中心”，并已在全港多个地点安装遥测系统，在现场收集雨量、潮位和水位等数据后传送至监察中心，以助快速分析水浸情况，并在有需要时通知其他部门，为进行救援、疏散和开启临时庇护中心做好准备。香港天文台继续适时检视和加强气象观测网络，以支持相关长期气候变化监测和分析。自2018年开始，广东省气象局、香港天文台和澳门地球物理气象局每年联合编制《粤港澳大湾区气候监测公报》。

在《天灾应变计划》的基础上，香港特区政府各部门在天灾准备、应变及善后各环节上各司其职，并不断优化应变策略及计划。各政府部门也为应对极端天气及天灾设立恒常监测，在应对灾害时，及早向公众发出预警。

在气候变化下有更多极端降雨及强度更高的热带气旋。为了强化暴雨及热带气旋监测预警能力，香港天文台将人工智能技术应用于预报系统，并开发了一套实验性水浸风险评估系统，以支援各应急部门做好相关准备及执行应变计划。此外，特区政府设有针对沿岸低洼地点的风暴潮预警系统，以应对热带气旋导致的风暴潮。同时，为了应对全球暖化下更多的高温天气，香港天文台加强酷热天气警告服务，提供“持续高温天气”及“极端酷热天气”特别提示，提醒公众采取适当的预防措施。

劳工处于2023年基于“香港暑热指数”制定了“工作暑热警告”，共有黄色、红色和黑色3个级别，供雇主及雇员进行热压力风险评估和制订预防控制措施时作参考。此外，劳工处会通过手机应用程序、政府新闻公报、网站及各大媒体向公众发放“工作暑热警告”生效级别及相关工作中的防暑措施。

2. 加强气候变化影响和风险评估

“气候变化基建工作小组”完成了多项研究，包括“研究香港重要政府基础设施在极端天气下的抗逆能力”“超强台风正面袭港的敏感度测试”“极端海平面的频率分析”“极端风力的推算”和“极端温度对政府基础设施潜在影响研究”。此外，“气候变化基建工作小组”通过相关政府部门将研究经验及结果分享给公营机构及公用事业，协助社会整体提升基础设施的抗逆力。

土木工程拓展署在2010年开展了“长远防治山泥倾泻计划”，按“风险为本”原则，有系统地持续管理天然山坡和人造斜坡的山泥倾泻风险，土木工程拓展署根据人造斜坡及天然山坡的大小、坡度、地质及水文状况、有否发生新

近的山泥倾泻和若在发生山泥倾泻时受其构成潜在影响的附近设施（例如是否接近现有建筑物和重要交通走廊）等因素厘定优先次序，巩固政府人造斜坡，为私人人造斜坡进行安全筛选研究，以及为天然山坡进行风险缓减工程。土木工程拓展署也在 2022 年开展了“海岸管理计划”研究，从海岸规划方面提供指引，并制订长远策略及防御措施，加强政府及相关持份者应对气候变化的能力。

另外，渠务署多年以来持续检视全港各区的雨水排放整体计划，以评估气候变化下的雨水排放系统的排洪能力及水浸风险，并投放资源进行雨水排放系统改善工程。渠务署也开展了“应对海平面上升和极端降雨的防洪管理策略规划研究”，以制订应对海平面上升和极端降雨的防洪管理策略，从而进一步提升香港的耐洪能力，未雨绸缪。

水资源方面，面对气候变化、人口及经济增长使饮用水需求持续增加等挑战，水务署自 2008 年起已将适应气候变化纳入水资源管理政策，以确保香港的供水稳定，支持可持续发展。策略的重点是控制饮用水需求增长，包括推广节约用水、应用智能科技推行各项加强用水管理的措施，以及扩大使用次阶水（即海水及循环再用水）作非饮用用途，并通过兴建海水淡化厂提升饮用水供应的应变能力，以应对极端干旱及保障供水。

3. 强化粤港两地适应气候变化行动

“粤港环保及应对气候变化合作小组”就粤港两地有关环境质量、自然资源、生态环境、应对气候变化及可持续发展事宜进行磋商和协调。其中，“应对气候变化专题小组”负责推进有关减缓及适应气候变化的交流合作和科学研究，就粤港双方共同关注的议题开展及具体跟进合作和交流计划，交流及加强两地在极端气候事件监测与推算技术的合作并共同推动两地适应气候变化的能力建设，以及促进两地在气象领域的研究，完善两地的灾害管理及应变计划，并推动两地适应气候变化的公众教育和强化机构能力。“应对气候变化专题小组”重点工作包括继续交流实现碳达峰和碳中和的策略和路径研究进展、碳交易和碳市场的发展、使用可再生能源的技术和项目、现有建筑物重新校验装置技术、新能源车辆的技术与发展、粤方推行碳普惠的经验、两地自然保护区的保育工作、加强海平面上升研究、城市排水系统和斜坡安全管理、水资源管理策略，以及在气候变化与人类健康相关领域的最新研究发展，并持续合作发展短期气候预报技术。

此外，环保署于 2008 年联同当时的广东省经济和信息化委员会（现称广东省工业和信息化厅）开展“清洁生产伙伴计划”，协助位于香港及广东省的港资工厂采用清洁生产技术和作业方式。工厂通过清洁生产，在提升环保表现的同时也可通过减少原材料消耗和节约能源，降低生产成本，增加竞争力，从而

提高利润，带来经济效益。自计划推出以来，香港特区政府已投入约 2.93 亿港元，鉴于伙伴计划所带来的环境效益，政府于 2020 年再投入 3.11 亿港元，延展伙伴计划五年至 2025 年 3 月 31 日。

4. 增强自然生态系统气候韧性

气候变化除可能会影响栖息地内野生动植物的种群分布和存活之外，还可能导致发生山火的风险增加，造成林木焚毁及水土流失，影响森林覆盖率及生态功能。香港的郊野公园及特别地区内的林地在对气候变化方面发挥着重要作用。渔护署会继续妥善管理和保护这些生境，从而增强应对气候变化的韧性。

香港米埔及内后海湾一带约 2000 多公顷的红树林、基围（潮汐虾塘）、鱼塘及芦苇床等湿地也是对抗气候变化与增进气候韧性的重要生境，因此保育湿地对应对极端天气也极为重要。渔护署将继续提升湿地生境质量和推广善用湿地自然资源，维持重要湿地生态环境和功能，并将会通过在北部都会区建立湿地保育公园系统，进一步保障有关湿地生境的生态系统安全。

土木工程拓展署于 2021 年完成了对生态海岸线的有效性和可行性进行研究，“生态海岸线”是环保创新技术，利用人工生态组件，以人造海堤模拟天然海岸的微生境，以增加水体的生物多样性。“生态海岸线”的应用已经推展至多个地区，政府将进一步使用“生态海岸线”于未来填海项目中，把自然生态概念融入基础建设中。

5. 强化经济社会系统气候韧性

强化基础设施。基建工作小组参考《IPCC 第六次评估报告》，更新了《海港工程设计手册》《雨水排放系统手册》，更加入“应变设计容量”，在循序渐进的适应策略下进一步增强有关设施对气候变化的抗逆力。基建工作小组会继续密切监察最新数据，协调相关部门，检视并按需要更新各种基础设施的设计标准。基建工作小组也会继续统筹针对气候变化对基础设施潜在影响的相关研究，制订提升基础设施抗逆力的措施和执行计划。

应对海平面上升及保护海岸。土木工程拓展署参考了《IPCC 第六次评估报告》及就最新气候变化进行的相关研究后，在 2022 年 8 月更新了《海港工程设计手册》内因气候变化而增加的风速、风暴潮及海平面上升对沿岸基础设施的设计参数。为加强沿岸地区抵抗巨浪的能力，土木工程拓展署于 2021 年完成了“沿岸灾害研究”，评估地区遭受沿岸灾害的可能性及后果的严重性，并参考过往因超强台风吹袭导致的沿岸损毁记录，识别了 26 个较受潜在高风险影响的沿岸较低洼或当风住宅地区，并建议推展改善工程和管理措施。土木工程拓展署已于 2022 年开始有关改善工程的设计工作，并计划于 5 年内（即 2027 年前）适时有序地完成有关改善工程。

应对极端暴雨方面。渠务署参考了《IPCC 第六次评估报告》及有关部门就最新气候变化进行的相关研究后，在 2022 年 8 月更新了《雨水排放系统手册》内因气候变化而增加的降雨量及海平面上升对排水系统的设计参数。渠务署运用“防洪三招”的策略，即上游截流、中游蓄洪、下游疏浚的方法，制定合适的防洪和排水管理措施。过去多年，渠务署完成了多项主要防洪工程，包括 4 条雨水排放隧道、4 个蓄洪计划及改善超过 100 公里河道。随着多个主要防洪工程计划相继完成，多区的水浸问题已得到大大改善。水浸黑点数目也已显著减少，至今合共消除 127 个水浸黑点。

应对山泥倾泻风险。土木工程拓展署继续推行“长远防治山泥倾泻计划”，按“风险为本”原则，巩固政府人造斜坡及为天然山坡进行风险缓减工程。土木工程拓展署也会提升斜坡排水的技术设计要求，强化斜坡抵御极端暴雨的能力。

应对酷热天气方面。香港特区政府会继续推广绿色建筑设计和可持续建筑环境，推动城市林务，以缓和及应对气温上升。

6. 强化减灾和灾后重建的行动

香港特区政府制订了《天灾应变计划》，明确了香港特区政府应对天灾的策略、组织架构和警示系统，以及天灾发生时政府决策局/部门、公用事业公司及非政府机构的职能和责任。如遇上超强台风或其他大规模天灾，特区政府会成立一个由政务司司长领导及主要官员组成的跨部门督导委员会，在准备、应变和复原各阶段提供高层次的统筹和监督，订立各项工作的缓急优次，让市民尽快恢复正常的生活。若天灾带来极端而广泛的影响，例如广泛地区水浸、严重山泥倾泻，或公共交通服务严重受阻，督导委员会会考虑作出“极端情况”公布，让市民留在原来安全地点。

在目前的风暴潮预警系统安排下，政府设立了应变联络机制，有关部门会调派紧急应变小队协助沿岸低洼地区居民，包括处理水浸、在特定地方安装挡水板和放置沙包等，以降低海水淹没对当地居民的影响。

渠务署于 2020 年开始施行“及时清渠”安排，在预测有暴雨来临时，渠务署会预早派遣队伍巡查多个容易受阻塞的地点，以便能迅速安排清淤工作，降低水浸风险。另外，每当发出红色及黑色暴雨警告信号、8 号或以上热带气旋警告，渠务署会启动紧急事故控制中心，派出紧急应变队伍处理水浸事故及紧急清理淤塞渠道和河道。当暴雨过后，渠务署会巡查排水渠、河道及水道，并在有需要时进行清淤，以准备下一次暴雨来临。土木工程拓展署设有全年 24 小时紧急服务，在处理与山泥倾泻有关的紧急事故时，提供岩土工程方面的意见，有关部门会尽早开展所需的紧急斜坡巩固工程措施，降低山泥倾泻对市民的影响。

响，让市民生活尽早、尽快恢复正常。

供各政府部门实时互通与天灾有关的事故信息，以协助评估情况和制定应对方案和措施应对自然灾害。该平台涵盖山泥倾泻、水浸、风暴潮等事故信息，参与的政府部门包括土木工程拓展署、渠务署、路政署、香港天文台等。内地有很强的应急能力，尤其重型装备方面。一套互联互通的粤港澳大湾区（以下简称“大湾区”）^[70]应急机制会产生协同效应。香港特区与大湾区其他城市将制订、商讨及落实全新《粤港澳大湾区应急救援行动方案》，以联防联控、优势互补理念，构建系统化的大湾区应急行动机制，提高联合防灾、减灾、救灾和应对重大突发公共事件的能力。

（二）适应气候变化面临的挑战

香港一直积极参与有关气候变化的国际组织，确保香港可及时掌握应对气候变化政策和技术的最新发展。香港特区政府会继续根据气候科学的最新发展和有关的国际标准，包括联合国 IPCC 发表的评估报告、香港温度和雨量的推算，以及平均海平面的未来变化，制订适应政策和计划，提升城市的适应和抗逆能力。各界持份者也需要配合在其物业和设施落实相关的适应及应变措施，减少极端天气造成的影响和损失。

四、国际合作及经验和启示

（一）适应气候变化领域开展的合作

2007 年 10 月，香港特区以“中国香港”的城市身份加入 C40 城市气候领导联盟，并于 2011 年 5 月成为 C40 指导委员会成员，推动世界各大城市群策群力，共同应对气候变化。为了与亚洲及大洋洲地区的 C40 城市建立更紧密的合作关系，环境及生态局于 2023 年 10 月 27 日首次举办了 C40 气候行动研讨会（亚洲和大洋洲地区）。研讨会汇聚来自 15 个亚洲和大洋洲地区的 C40 城市气候领导联盟代表，分享各城市的气候行动，包括推动绿色运输和基础设施，以及绿色经济和金融发展，并吸引超过 140 名参加者出席，其中包括本地机构和相关政府部门的代表。

（二）适应气候变化的经验和启示

香港位处沿海，容易受热带气旋、暴雨和风暴潮等天气相关的威胁。在 2017—2022 年间，香港受到多个热带风暴、台风或超强台风吹袭^[71]，造成广泛

[70] 粤港澳大湾区（大湾区）包括香港、澳门两个特别行政区，和广东省广州、深圳、珠海、佛山、惠州、东莞、中山、江门、肇庆九市，总面积约 5.6 万平方公里。根据广东省及香港和澳门特区政府提供的最新数据，2023 年大湾区的总人口已经超过 8600 万，地区生产总值超过 14 万亿元人民币。（相关网站：<https://www.bayarea.gov.hk/sc/about/overview.html>）

[71] 2017 年：超强台风“天鸽”；2018 年：“山竹”；2020 年：台风“海高斯”；2021 年：热带风暴“狮子山”及台风“圆规”。

破坏，导致部分低洼地区出现严重海水倒灌，海旁设施损毁等情况。另外，气候变化也导致海平面持续上升，未来有可能对一些低洼地带造成威胁。面对极端天气事件更频繁发生的趋势，香港特区政府必须强化重要公共基础设施、加强海岸保护，并继续增强城市的耐洪能力及巩固斜坡等，为未来更频繁的极端天气作准备。

香港积累了应对热带气旋和暴雨等极端天气的经验，在强化建筑物和基础设施的设计、加强排水管理、防治山泥倾泻等方面建立了良好基础。公众对气候变化带来的影响日益关注，也支持特区政府投放更多公共资源推行适应气候变化的措施。随着适应气候变化的技术及方法不断发展，有关工程不但可提高抵御极端天气的能力，更可美化环境，例如在排水工程中引进绿化和生态保育元素的活化水体概念，在有效排水的同时也可促进绿化，保护生物多样性，美化环境。

第四章 香港特区资金、技术和能力建设需求及获得的支持

一、区情和组织机构安排

世界各国推动低碳转型，民众的环保意识不断提高，正在带动绿色经济的发展，例如应用新能源、节能绿建、新能源汽车等不同的绿色产业带来新的投资和大量就业机会。在香港实现碳中和的过程中，香港特区政府和社会各界均会投放庞大财政资源，筹划和实施推动节能、洁净能源、绿色基建、交通运输工具电动化、减废回收等措施，不但有助持续改善环境质量，也将创造多方面的绿色经济机遇。

有统计指出，单在未来 30 年，亚洲地区就气候投资便需要 66 万亿美元，足见市场对绿色金融的庞大需求。香港绿色和可持续金融市场发展蓬勃。2022 年在香港发行的绿色和可持续债务总额（包括债券及贷款）较 2021 年增长超过 40%，达到 805 亿美元。其中，在香港安排发行的绿色和可持续债券总额占亚洲区绿色和可持续债券市场的 35%。在“政府绿色债券计划”下，特区政府自 2019 年 5 月已成功发行合共约 250 亿美元等值的政府绿色债券。香港会继续加快绿色和可持续金融的发展，支持香港迈向碳中和，并回应世界在绿色转型的过程中的庞大商机和融资需要。

在教育培训方面，香港特区政府会在学校层面提升教师对气候变化的知识，在不同科目加强相关的学习内容和安排多元化的学习经历，提升学生对气候变化及其影响的认识，推动知行合一，低碳转型。为了培训人才，大学和专上学

院^[72]在相关学科课程增加与气候变化、低碳技术和绿色金融等相关的学习内容，并加强大学和专上学院之间合作和交流，让师生都能与时俱进，掌握相关的专业知识和技能。

香港特区政府会探讨通过整合现有的咨询平台，持续鼓励社会各界包括年轻人积极参与气候行动。政府、商界、学校和非政府机构携手合作和树立榜样，宣扬和鼓励大众建立和实践低碳生活方式。

二、应对气候变化资金需求及获得的支持

（一）香港特区应对气候变化资金需求

实现低碳转型需要投入大量资源，根据 2021 年公布的《香港气候行动蓝图 2050》，香港特区政府在过去约 10 年已拨款超过 470 亿港元推行各项节能和可再生能源措施、推广电动车，以及引入创新转废为能和转废为材设施，以协助减废减碳。在未来 15 年至 20 年，香港特区政府将再投放约 2400 亿港元，推行各项减缓和适应气候变化的措施，主要包括可再生能源、节能绿建、绿色运输和废物管理等范围。

创新科技对于实现碳中和可以起关键作用。香港特区政府于 2020 年成立“低碳绿色科研基金”（以下简称“基金”），为推动香港减碳和加强环保的科研项目提供资助。自基金成立以来，特区政府已向该基金注资共 4 亿港元，为每个项目提供的资助金额由港币 250 万港元至 3000 万港元不等。截至 2022 年年底，基金已批出 22 个来自本地大学、指定公营科研机构和私营企业的科研项目，涉及总金额约 1 亿港元。获批的项目涵盖多个范畴，包括氢燃料的生产和储存、生物炭建筑材料、利用再生塑料制造减噪材料等相关技术等。

（二）香港特区获得的应对气候变化资金支持

不涉及。

三、应对气候变化技术需求及获得的支持

（一）香港特区应对气候变化技术需求

在减缓气候变化方面的技术需求主要包括零碳能源技术、可再生能源技术及转废为能技术、建筑节能系列产品技术、新型墙体材料技术、电动车技术、高效能快速汽车充电技术、高性能电池及材料技术等。在适应气候变化方面的技术需求主要包括环境和生态系统保护技术、为建筑环境及基建开发气候风险评估技术、能源需求及供应变化预测技术，以及对食物链影响、食物危害和水资源影响的分析技术等。

[72] “专上学院”是指在香港的大学以外提供专业教育的高等教育院校、专业教育学院和机构。

香港特区政府成立的“低碳绿色科研基金”有助于推动开发和应用切合香港环境需要的减碳技术，重点支持的科研项目包括推动净零发电、节能绿建、绿色运输和全民减废等范畴的科研项目。另外，建筑物的能源效益标准会参照相关技术及国际标准，善用创新智能科技，确保屋宇装备装置的能源效益标准得以持续提升，并能与时俱进。

（二）香港特区获得的应对气候变化技术支持

不涉及。

四、应对气候变化能力建设需求及获得的支持

（一）香港特区应对气候变化能力建设需求

教育局与环境及生态局及可持续发展委员会合作，于2020—2021学年建立“长远减碳网上学习平台”，以提升高中通识教育课程下可持续发展课题的学与教成效，并计划将该平台扩展至支持初中的环境教育。教育局也会持续邀请政府部门、保育团体和学校，为香港中小学教师举办有关气候变化的培训活动，并为学校提供有关气候变化的学与教资源，以提升学生对环境保育的意识及培育他们对减缓气候变化相关的正确价值观、态度和行为。教育局继2017年4月向所有学校发出一份有关“学校的环保政策及节约能源措施”通告，提醒各学校制订校本环保政策和推行节约能源措施的重要性，并提供最新的相关资料和资源后，于2019年9月发出“学校参加‘上网电价’计划通函”，鼓励学校根据学校的环保政策在校舍内安装可再生能源系统，并积极向社区及持份者展示推行校本环保政策的成果，进一步推广环保教育。

就专上教育界别方面，各专上院校可在院校自主的原则下，灵活开办符合市场需要的课程，以及调整相关课程的内容及学额。目前，大学教育资助委员会资助大学开办的课程中，超过80个学士及研究院研究程度课程涵盖可能与气候变化及碳中和相关的学科类别，包括“化学工程及材料技术”“制造及工业工程”“环境科学”“地理”“运输及通讯”和“其他工程学”，共超过7500名本科生修读及超过600个研究院研究课程学位数目。另外，职业训练局目前共开办12个与环境相关的职业专才教育课程，为中学毕业生及在职人士考取相关证书、文凭、高级文凭及学士学位程度的资历。各所自资专上院校也开设近20个相关的副学位及学士学位课程，涉及学生总数超过2000人。

此外，香港特区政府会举办更多不同类型的教育活动，提升社区居民应对气候变化的意识，由生活细节开始实践低碳和可持续生活，并鼓励青少年参与推动环保和关注气候变化的工作。

（二）香港特区获得的应对气候变化能力建设支持

不涉及。

五、提高履约工作透明度的需求及获得的支持

（一）香港特区提高履约工作透明度的需求

2018 年底的《巴黎协定》第一届缔约方大会通过了强化的透明度框架“模式、程序和指南”（以下简称 MPG_s），相关履约报告内容包括年度温室气体清单、自主贡献进展追踪、气候变化适应、提供和收到的支持信息（FTC）等内容，并需接受国际专家审评和促进性多边审议。强化的透明度框架的建立对于许多发展中国家提出了新的挑战，包括更为频繁的报告提交要求、更为详细的信息报告内容以及接受更为严格的审评和评议。

为帮助相关编制机构及章节专家理解 MPG_s 的要求，香港特区政府获得国家应对气候变化战略研究和国际合作中心（NCSC）和生态环境部对外合作与交流中心（FECO）的支持和安排，参加由 NCSC 和 FECO 分别于 2022 年 9 月和 2024 年 2 月举办的履约编制专家培训和履约报告讨论会，重点围绕《巴黎协定》MPG_s 新要求、履约现状及差距分析、各章报告内容、国际审评等展开研讨交流，促进履约报告编制专家对 MPG_s 内容（包括谈判过程中考虑）的理解，并进一步梳理对政府部门的数据和信息需求，供决策者和减缓、适应和 FTC 方法学专家参考。

（二）香港特区提高履约工作透明度所获得的支持

无信息。

第六部分 澳门特别行政区应对气候变化基本信息

澳门是中国的特别行政区，是一个气候温和、资源短缺、人口密度高、酒店及博彩业高度发展和充满活力的城市，也是世界闻名的旅游和休闲目的地。

第一章 澳门特区温室气体清单

一、组织机构安排

澳门特别行政区政府（以下简称“澳门特区政府”）一直高度重视气候变化问题。为有效管理和统筹应对气候变化工作，澳门特区政府已成立应对气候变化跨部门专责小组（以下简称“气候变化小组”），负责协调与《公约》履约相关的工作，包括制定“可测量、可报告、可核查”的减排行动，将减缓与适应气候变化工作推广至私营机构和广大民众，动员全民参与应对气候变化工作。

气候变化小组定期召开协调会议，主要就国际和国家应对气候变化的最新情况，以及澳门的减排政策进行探讨，并汇报澳门最新温室气体清单的核算情况。地球物理气象局负责统筹和收集国家信息通报、两年更新报告及双年透明度报告中澳门应对气候变化的基本信息。

地球物理气象局负责统筹澳门特区温室气体清单编制工作，同时与环境保护局共同编制清单。统计暨普查局、交通事务局、民航局负责收集能源活动领域的活动水平数据，环境保护局负责收集废弃物处理领域的活动水平数据。按照温室气体清单编制指南编制澳门特区温室气体清单，之后作为独立章节整合到国家信息通报、两年更新报告或双年透明度报告中，提交给国家应对气候变化主管部门，并由国家清单编制专家统一评审。

二、澳门特区温室气体排放和吸收情况

（一）关键类别分析

根据澳门特区的实际情况及相关数据的可获得性，澳门特区温室气体清单报告范围包括能源活动和废弃物处理的温室气体排放，气体种类包括二氧化碳、甲烷和氧化亚氮。清单编制机构采用《2006年 IPCC 清单指南》方法1水平评估和趋势评估分析2020—2021年澳门特区温室气体清单的关键类别。结果表明，2020—2021年澳门特区温室气体清单共有9个关键类别（见表6-1）。

表 6-1 2020—2021 年澳门特区温室气体清单关键类别分析结果

序号	领域	类别	温室气体	是否是关键类别 (不包括 LULUCF)		
				水平评估		趋势评估
				2020 年	2021 年	2020—2021 年
1	能源活动	1.A.1.a 燃料燃烧-公用电力和热力-液体燃料	CO ₂	√	√	√
2	能源活动	1.A.1.a 燃料燃烧-公用电力和热力-气体燃料	CO ₂	√	√	√
3	能源活动	1.A.1.a 燃料燃烧-公用电力和热力-城市固体废弃物	CO ₂	√	√	
4	能源活动	1.A.1.a 燃料燃烧-公用电力和热力-废弃物	N ₂ O		√	√
5	能源活动	1.A.2 燃料燃烧-制造工业和建筑-液体燃料	CO ₂	√	√	√
6	能源活动	1.A.3.b 燃料燃烧-道路交通-液体燃料	CO ₂	√	√	√
7	能源活动	1.A.4 燃料燃烧-其他部门-液体燃料	CO ₂	√	√	
8	能源活动	1.A.4 燃料燃烧-其他部门-气体燃料	CO ₂	√	√	√
9	废弃物处理	5.D 废水处理	N ₂ O	√	√	

注：1) 根据关键类别分析，本表根据 95% 阈值列出水平评估或趋势评估的关键类别，非关键类别未包含在此表格中

由于未能获得更详细的活动水平数据和本地排放因子，上述关键类别在清单编制中均采用《2006 年 IPCC 清单指南》《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南 2019 修订版》提供的层级 1 方法，以及缺省排放因子进行计算。

燃料的逃逸排放，工业生产过程和产品使用，土地利用、土地利用变化和林业统计体系仍在建设中，暂无活动水平数据，未能进行相关源和汇的计算，故未被纳入清单中报告。

(二) 2005 年、2020—2021 年清单总体趋势

本部分主要包括澳门特区 2005 年、2020—2021 年温室气体清单结果，这三个年度的温室气体排放量分别为 187.00 万吨二氧化碳当量、107.19 万吨二氧化碳当量和 108.31 万吨二氧化碳当量。2020 年温室气体排放量较 2005 年减少约 79.81 万吨二氧化碳当量，下降了 42.7%；2021 年温室气体排放量较 2020 年增加约 1.12 万吨二氧化碳当量，增长了 1.0%，比 2005 年减少约 78.69 万吨二氧化碳当量，下降了 42.1%。

1. 2020 年温室气体清单综述

2020 年澳门特区温室气体排放总量为 107.19 万吨二氧化碳当量（见表 6-2），其中能源活动排放量约占总排放量的 94.2%，废弃物处理排放量约占总排放量的 5.8%（见表 6-3，图 6-1）。在温室气体排放总量中，二氧化碳约为 98.79 万吨，约占总排放量的 92.2%；甲烷约为 1.70 万吨二氧化碳当量，约占总排放量的 1.6%；氧化亚氮约为 6.70 万吨二氧化碳当量，约占总排放量的 6.3%（见图 6-2）。

第六部分 澳门特别行政区应对气候变化基本信息

表 6-2 2020 年澳门特区温室气体总量（万吨二氧化碳当量）

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	合计
能源活动	98.4	0.8	1.9				101.0
工业生产过程和产品使用	NE	NO	NE	NE	NO	NE	NE
农业活动		NO	NO				NO
土地利用、土地利用变化和林业	NE	NE	NE				NE
废弃物处理	0.4	0.9	4.8				6.2
总量（不包括 LULUCF）	98.8	1.7	6.7	NE	NO	NE	107.2
总量（包括 LULUCF）	98.8	1.7	6.7	NE	NO	NE	107.2

注：1) 阴影部分不需填写；

2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

3) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；

4) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇

表 6-3 2020 年澳门特区温室气体清单（百吨）

温室气体排放源与吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
总量（不包括 LULUCF）	9879.2	6.1	2.5
能源活动	9837.3	2.7	0.7
—燃料燃烧	9837.3	2.7	0.7
◆能源工业	4149.8	1.7	0.4
◆制造业和建筑业	944.1	0.0	0.0
◆交通运输	3245.1	1.0	0.3
◆其他行业	1498.3	0.0	0.0
—逸散排放		NE	
工业生产过程和产品使用	NE	NO	NE
农业活动		NO	NO
土地利用、土地利用变化和林业	NE	NE	NE
废弃物处理	41.9	3.4	1.8
—固体废弃物处理	41.9	0.0	0.0
—废水处理		3.3	1.8
信息项			
—特殊地区航空	1301.2	0.0	0.0
—特殊地区航海	121.5	0.0	0.0
—国际航空	602.1	0.0	0.0
—国际航海	NO	NO	NO
—生物质燃烧	2636.6		

注：1) 阴影部分不需填写；

2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；

3) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；

4) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇；

5) 工业生产过程和产品使用未能收集计算氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫等相关活动数据，这部分在总计中以未计算表示；

6) 燃料的逸散排放，土地利用、土地利用变化和林业统计体系仍在建设中，故未能计算相关排放量；

7) 信息项不计入排放总量，其中的生物质燃烧 CO₂ 排放只包括生物成因的废弃物燃烧活动；

- 8) “特殊地区航空”和“特殊地航海”指澳门往返内地、香港特区和台湾地区的航空及航海
9) 0.0表示计算结果小于0.05

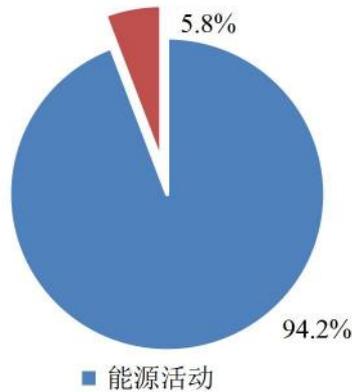


图 6-1 2020 年澳门特区温室气体排放领域构成

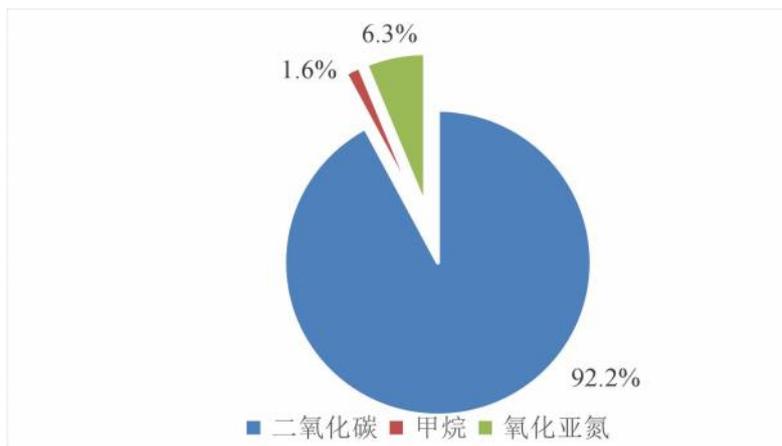


图 6-2 2020 年澳门特区温室气体排放气体构成

2020 年澳门特区国际航空及特殊地区航空的温室气体排放约为 19.18 万吨二氧化碳当量，特殊地区航海排放约为 1.23 万吨二氧化碳当量，废弃物处理中生物质燃烧所产生的二氧化碳约为 26.37 万吨。以上活动的温室气体排放量合计约为 46.77 万吨二氧化碳当量，均作为信息项单列，未列入澳门特区温室气体排放的总量。

2. 2021 年温室气体清单综述

2021 年澳门特区温室气体排放总量为 108.31 万吨二氧化碳当量（见表 6-4），其中能源活动排放量约占总排放量的 94.2%，废弃物处理排放量约占总排放量的 5.8%（见表 6-5，图 6-3）。2021 年澳门特区温室气体排放总量中二氧化碳约为 99.48 万吨，约占总排放量的 91.8%；甲烷约为 1.74 万吨二氧化碳当量，约占总排放量的 1.6%；氧化亚氮约为 7.09 万吨二氧化碳当量，约占总排放量的 6.5%（见图 6-4）。

第六部分 澳门特别行政区应对气候变化基本信息

表 6-4 2021 年澳门特区温室气体总量（万吨二氧化碳当量）

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	合计
能源活动	99.1	0.8	2.2				102.0
工业生产过程和产品使用	NE	NO	NE	NE	NO	NE	NE
农业活动		NO	NO				NO
土地利用、土地利用变化和林业	NE	NE	NE				NE
废弃物处理	0.4	1.0	4.9				6.3
总量（不包括 LULUCF）	99.5	1.7	7.1	NE	NO	NE	108.3
总量（包括 LULUCF）	99.5	1.7	7.1	NE	NO	NE	108.3

- 注：1) 阴影部分不需填写；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；
 4) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇

表 6-5 2021 年澳门特区温室气体清单（百吨）

温室气体排放源与吸收汇类别	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
总量（不包括 LULUCF）	9947.8	6.2	2.7
能源活动	9906.0	2.8	0.8
—燃料燃烧	9906.0	2.8	0.8
◆能源工业	3619.7	1.7	0.5
◆制造业和建筑业	1144.4	0.0	0.0
◆交通运输	3540.5	1.0	0.3
◆其他行业	1601.5	0.0	0.0
—逸散排放		NE	
工业生产过程和产品使用	NE	NO	NE
农业活动		NO	NO
土地利用、土地利用变化和林业	NE	NE	NE
废弃物处理	41.7	3.4	1.9
—固体废弃物处理	41.7	0.0	0.0
—废水处理		3.4	1.9
信息项			
—特殊地区航空	1774.2	0.0	0.1
—特殊地区航海	98.6	0.0	0.0
—国际航空	531.2	0.0	0.0
—国际航海	NO	NO	NO
—生物质燃烧	2715.4		

- 注：1) 阴影部分不需填写；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；
 4) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇；
 5) 工业生产过程和产品使用未能收集计算氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫等相关活动数据，这部分在总计中以未计算表示；
 6) 燃料的逸散排放，土地利用、土地利用变化和林业统计体系仍在建设中，故未能计算相关排放量；
 7) 信息项不计入排放总量，其中的生物质燃烧 CO₂ 排放只包括生物成因的废弃物燃烧活动；
 8) “特殊地区航空”和“特殊地航海”指澳门往返内地、香港特区和台湾地区的航空及航海
 9) 0.0 表示计算结果小于 0.05

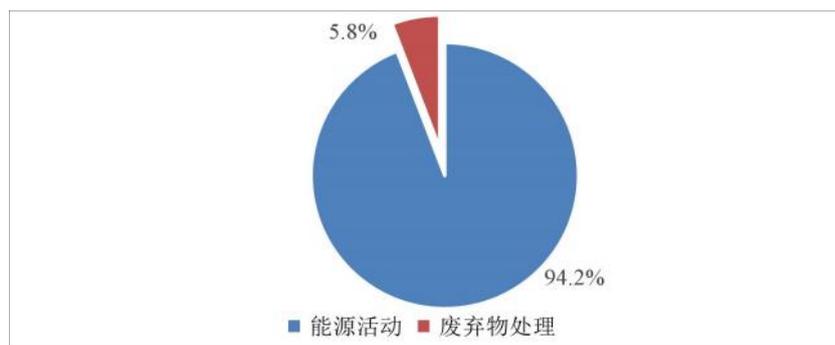


图 6-3 2021 年澳门特区温室气体排放领域构成

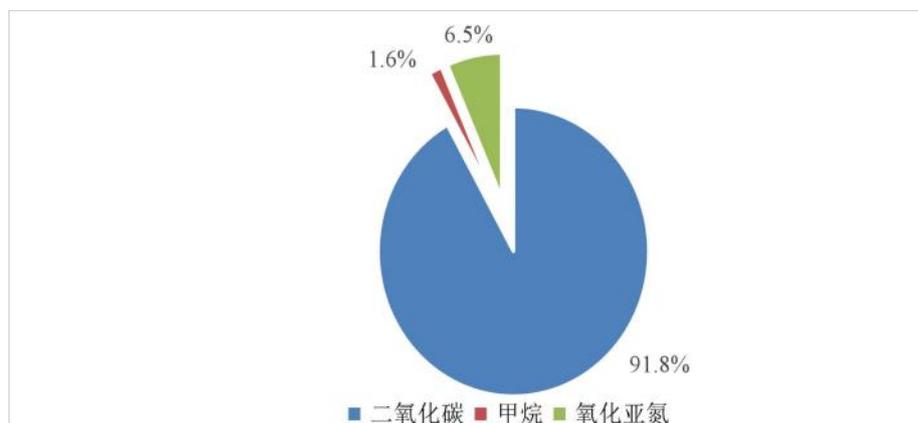


图 6-4 2021 年澳门特区温室气体排放气体构成

2021 年澳门特区国际航空及特殊地区航空的温室气体排放约为 23.23 万吨二氧化碳当量，特殊地区航海排放约为 1.00 万吨二氧化碳当量，废弃物处理中生物质燃烧所产生的二氧化碳约为 27.15 万吨。以上活动的温室气体排放量合计约为 51.38 万吨二氧化碳当量，均作为信息项单列，未列入澳门特区温室气体排放的总量。

3. 2005 年温室气体清单综述

随着计算方法的改进、计算范围的拓展以及数据的更新，本报告采用与 2020—2021 年相同的编制方法，对 2005 年的温室气体清单进行了回算。

2005 年，澳门特区温室气体排放总量约为 187.00 万吨二氧化碳当量（见表 6-6），其中能源活动排放量约占总排放量的 97.9%，废弃物处理排放量约占总排放量的 2.1%（见图 6-5）。2005 年澳门特区温室气体排放总量中二氧化碳约为 181.40 万吨，约占总排放量的 97.0%；甲烷约为 1.27 万吨二氧化碳当量，约占总排放量的 0.7%；氧化亚氮约为 4.32 万吨二氧化碳当量，约占总排放量的 2.3%（见图 6-6）。

表 6-6 2005 年澳门特区温室气体总量（万吨二氧化碳当量）

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	合计
能源活动	181.3	0.6	1.1				183.0
工业生产过程和产品使用	NE	NO	NE	NE	NO	NE	NE
农业活动		NO	NO				NO
土地利用、土地利用变化和林业	NE	NE	NE				NE
废弃物处理	0.1	0.7	3.2				4.0
总量（不包括 LULUCF）	181.4	1.3	4.3	NE	NO	NE	187.0
总量（包括 LULUCF）	181.4	1.3	4.3	NE	NO	NE	187.0

注：1) 阴影部分不需填写；
 2) 此表中部分数据因四舍五入，可能存在总计与分项合计不等的情况；
 3) NO（未发生）表示不存在此排放源或吸收汇；
 4) NE（未计算）表示未计算该排放源或吸收汇

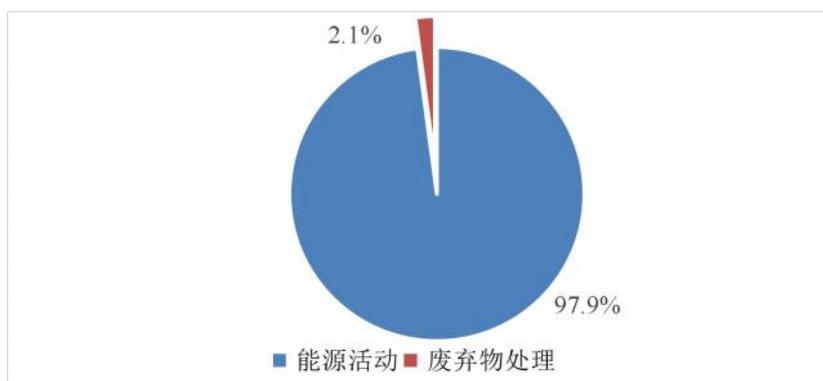


图 6-5 2005 年澳门特区温室气体排放领域构成

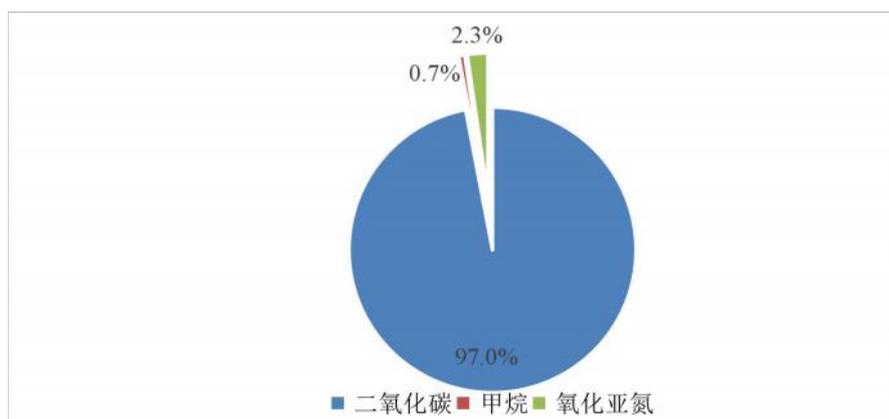


图 6-6 2005 年澳门特区温室气体排放气体构成

（三）分气体种类趋势分析

二氧化碳是澳门特区排放占比最高的气体。2005 年、2020—2021 年温室气体排放总量中二氧化碳约为 181.40 万吨、98.79 万吨和 99.48 万吨；甲烷约为 1.27 万吨二氧化碳当量、1.70 万吨二氧化碳当量和 1.74 万吨二氧化碳当量；氧

化亚氮约为 4.32 万吨二氧化碳当量、6.70 万吨二氧化碳当量和 7.09 万吨二氧化碳当量。其中二氧化碳排放总量呈大幅下降并逐步趋于平稳的趋势，甲烷和氧化亚氮排放总量均逐步上升。

2005 年、2020—2021 年二氧化碳的排放占比分别为 97.0%、92.2% 和 91.8%，其次是氧化亚氮，2005 年、2020—2021 年的排放占比分别为 2.3%、6.3% 和 6.5%；2005 年、2020—2021 年甲烷的排放占比分别为 0.7%、1.6% 和 1.6%，二氧化碳排放占比有所下降，氧化亚氮和甲烷排放占比明显提高。

（四）分领域趋势分析

澳门特区温室气体清单中重要的排放源是能源活动的排放。2005 年、2020—2021 年温室气体排放总量中能源活动的温室气体排放量约为 183.03 万吨二氧化碳当量、101.02 万吨二氧化碳当量和 102.01 万吨二氧化碳当量，排放总量呈大幅下降并逐步趋于平稳的总体趋势。2005 年、2020—2021 年的排放占比分别为 97.9%、94.2% 和 94.2%；剩余排放均属于城市废弃物排放，占比约为 2.1%、5.8% 和 5.8%，能源活动的排放占比略有下降。

三、能源活动

（一）概述

1. 清单报告范围

能源活动温室气体清单编制和报告的范围主要包括能源工业、制造业和建筑业、道路交通以及其他部门化石燃料燃烧的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放。考虑到澳门城市废弃物主要采取焚烧形式处理，焚烧过程中产生的热量会被回收进行发电并输送至澳门电网，故将化石成因废弃物（布料及塑料等）焚烧发电的温室气体排放纳入能源活动的计算中，而废弃物处理中生物质焚烧产生的二氧化碳排放则不计入排放总量，只在信息项中报告。

对于能源逸散排放，澳门无煤炭、石油和天然气生产企业，该部分只涉及石油和天然气分配过程中的少量逸散排放。因目前无统计数据，所以尚未进行计算和报告。

2. 清单编制方法

能源活动清单中，因未能获得更详细的活动水平数据和本地排放因子，能源加工转换、制造业和建筑业、道路交通、其他部门及特殊地区水上运输化石燃料燃烧产生的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放均采用《2006 年 IPCC 清单指南》层级 1 方法及《2006 年 IPCC 清单指南》中给出的缺省排放因子进行计算。由于能获得较为详细的航班活动水平数据，国际航空和特殊地区航空的二氧化

碳、甲烷和氧化亚氮排放均选择采用《2006年 IPCC 清单指南》层级2方法进行计算。

活动水平数据来源于澳门特区官方的统计数据和相关行业数据，领域分类和燃料品种分类与《2006年 IPCC 清单指南》的分类方式基本相同。

排放因子数据的选取与内地保持一致，主要参考《2006年 IPCC 清单指南》《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南 2019 修订版》。

（二）能源活动清单趋势

2020年澳门特区能源活动的温室气体排放量约为101.02万吨二氧化碳当量，占澳门排放总量的94.2%，其中二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放量分别为98.37万吨二氧化碳当量、0.76万吨二氧化碳当量和1.88万吨二氧化碳当量。能源活动的二氧化碳排放量占澳门特区二氧化碳排放总量的99.6%。

2020年澳门特区能源活动的排放中，能源加工转换排放量约为43.02万吨二氧化碳当量，占42.6%；道路交通排放量为33.52万吨二氧化碳当量，占33.2%；其他部门（包括商业、饮食业、酒店和住宅）排放量约15.00万吨二氧化碳当量，占14.9%；制造业和建筑业的排放量约为9.47万吨二氧化碳当量，占9.4%。

2021年澳门特区能源活动的温室气体排放量约为102.01万吨二氧化碳当量，占澳门排放总量的94.2%，其中二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放量分别为99.06万吨二氧化碳当量、0.79万吨二氧化碳当量和2.16万吨二氧化碳当量。能源活动的二氧化碳排放量占澳门特区二氧化碳排放总量的99.6%。

2021年澳门特区能源活动的排放中，能源加工转换排放量约为37.92万吨二氧化碳当量，占37.2%；道路交通排放量为36.57万吨二氧化碳当量，占35.9%；其他部门（包括商业、饮食业、酒店和住宅）排放量约16.04万吨二氧化碳当量，占15.7%；制造业和建筑业的排放量约为11.48万吨二氧化碳当量，占11.3%。

2005年澳门特区能源活动的温室气体排放量约为183.03万吨二氧化碳当量，占澳门特区排放总量的97.9%，其中二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放量分别为181.33万吨二氧化碳当量、0.55万吨二氧化碳当量和1.15万吨二氧化碳当量。能源活动的二氧化碳排放量占澳门特区二氧化碳排放总量的99.96%。

2005年澳门特区能源活动的排放中，能源加工转换排放量约为133.59万吨二氧化碳当量，占73.0%；道路交通排放量为20.48万吨二氧化碳当量，占11.2%；其他部门（包括商业、饮食业、酒店和住宅）排放量约19.61万吨二氧化碳当量，占10.7%；制造业和建筑业的排放量约为9.35万吨二氧化碳当量，

占 5.1%。

（三）不确定度分析和时间序列一致性分析

在编制 2020 年、2021 年澳门特区温室气体清单过程中，尽管澳门已在报告范围、清单方法、清单质量等方面进行了大量准备工作，但是澳门特区温室气体清单仍存在一定的不确定度。

澳门特区 2020 年、2021 年清单编制机构均采用《2006 年 IPCC 清单指南》提供的误差传递法分析，以及参考《2006 年 IPCC 清单指南》《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南 2019 修订版》的排放因子的不确定度。2020 年、2021 年澳门特区温室气体清单的能源活动领域的不确定度分别为 11.7%、11.8%，如表 6-7 所示。

表 6-7 澳门特区温室气体清单的能源活动领域的不确定度分析结果

	排放量（万吨二氧化碳当量）	不确定度
2020 年	101.0	11.7%
2021 年	102.0	11.8%

2020—2021 年澳门特区温室气体清单编制方法主要依据《2006 年 IPCC 清单指南》以及《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南 2019 修订版》，2005 年清单回算采用了与 2020—2021 年相同的编制方法，保证了方法学的一致性和清单编制的完整性。

四、工业生产过程和产品使用

未计算。澳门特区在该部分涉及臭氧损耗物质的替代物的产品用途下逸散排放等，目前无相关统计数据，尚未计算。

五、农业活动

未发生。

六、土地利用、土地利用变化和林业

未计算。澳门特区目前无各类土地的统计数据，尚未计算。

七、废弃物处理

（一）概述

1. 清单报告范围

废弃物处理温室气体清单编制和报告的范围包括城市生活污水处理的甲烷

和氧化亚氮排放，以及废弃物焚烧处理造成的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放。

2. 清单编制方法

澳门特区废弃物处理过程的温室气体排放，因未能获得更详细的活动水平数据和本地排放因子，采用《2006年IPCC清单指南》《2006年IPCC国家温室气体清单指南2019修订版》提供的层级1方法。

废水处理过程的氧化亚氮排放活动水平数据来源于统计暨普查局提供的人口数量和联合国粮食及农业组织提供的2020年度澳门人均全年蛋白质含量，排放因子来源于IPCC缺省值；废弃物焚烧产生的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放直接采用统计暨普查局和环境保护局提供的活动水平数据和IPCC推荐的排放因子缺省值。

(二) 废弃物处理清单趋势

2020年澳门特区废弃物处理产生的温室气体排放量约为6.18万吨二氧化碳当量，占澳门排放总量的5.8%，其中废水处理和固体废弃物处理排放量分别为5.75万吨二氧化碳当量和0.43万吨二氧化碳当量，分别占废弃物处理排放量的93.1%和6.9%。

2021年澳门特区废弃物处理产生的温室气体排放量约为6.30万吨二氧化碳当量，占澳门排放总量的5.8%，其中废水处理和固体废弃物处理排放量分别为5.87万吨二氧化碳当量和0.43万吨二氧化碳当量，分别占废弃物处理排放量的93.2%和6.8%。

2005年澳门特区废弃物处理产生的温室气体排放量约为3.96万吨二氧化碳当量，占澳门排放总量的2.1%，其中废水处理和固体废弃物处理排放量分别为3.59万吨二氧化碳当量和0.38万吨二氧化碳当量，分别占废弃物处理排放量的90.5%和9.5%。

(三) 不确定度分析和时间序列一致性分析

在计算废弃物领域及澳门特区温室气体清单综合不确定度时采用与能源活动领域一致的计算方法。

2020年和2021年澳门特区温室气体清单的综合不确定度约为13.9%和14.1%，其中废弃物处理领域的不确定度2020年为147.5%，2021年为147.9%。如表6-8和6-9所示。

表 6-8 2020 年澳门特区温室气体清单的不确定度分析结果

	排放量（万吨二氧化碳当量）	不确定度
废弃物处理	6.2	147.5%
综合不确定度	13.9%	

表 6-9 2021 年澳门特区温室气体清单的不确定度分析结果

	排放量（万吨二氧化碳当量）	不确定度
废弃物处理	6.3	147.9%
综合不确定度	14.1%	

2020—2021 年澳门特区温室气体清单编制方法主要依据《2006 年 IPCC 清单指南》《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南 2019 修订版》，2005 年清单回算采用了与 2020—2021 年相同的编制方法，保证了方法学的一致性和清单编制的完整性。

八、交叉领域问题处理

考虑到澳门特区城市废弃物主要采取焚烧形式处理，焚烧过程中产生的热量会被回收进行发电并输送至澳门电网，故将化石成因废弃物（布料及塑料等）焚烧发电的温室气体排放纳入能源活动的计算中，而废弃物处理中生物质焚烧产生的二氧化碳排放则不计入排放总量，只在信息项中记录。

九、质量保证、质量控制及验证

澳门特区清单编制机构负责在《2006 年 IPCC 清单指南》数据优先收集原则的指导下，开展统计数据 and 排放因子等不同类型的收集，开展的主要工作包括：

第一，为了降低温室气体清单计算结果的不确定度，在清单编制方法方面，澳门特区清单编制机构采用了《2006 年 IPCC 清单指南》《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南 2019 修订版》的方法，保证清单编制方法的科学性、可比性和一致性。在条件允许的情况下，根据所能获得的活动水平数据，尽可能地选用高层级方法，例如国际航空和特殊地区航空均采用层级 2 进行计算。

第二，在活动水平数据方面，为保证数据的权威性，尽可能采用经澳门特区政府部门核实后的官方数据，包括统计暨普查局、民航局、环境保护局和交通事务局等政府部门数据。

第三，对清单使用的活动水平数据和排放因子与原始数据校核，以验证清单结果，清单编制相关资料也作留档保存。

第四，在清单编制过程中，邀请国家温室气体清单编制团队作为第三方独立专家对清单进行了评审，并与其他研究机构测算的数据开展比较分析。

十、清单改进计划

为提高清单编制的质量及减少不确定度，下一步清单编制将特别注重加强

质量保证和质量控制，具体包括：

在清单编制方法方面，在保障数据可获得性及数据质量的前提下，开展清单关键类别分析，逐步扩展澳门特区温室气体清单关键类别，如逸散排放。对既有及新增关键类别在后续清单中都尽量采用层级较高的计算方法以及本地、本国排放因子，从而提高清单计算结果的准确性，如优化航空部门温室气体排放量计算方法。

在活动水平数据方面，细化和增加相关部门统计报表中统计品种，逐步把澳门特区温室气体清单编制所需的活动水平数据纳入政府统计体系。同时定期开展重点企业设施层级的数据调研，以对清单编制结果进行校核。

在排放因子方面，加强与国家温室气体清单编制团队交流沟通，澳门特区将在后续的清单编制中优先采用本地排放因子，其次采用本国数据，当无法获得时采用 IPCC 相关指南的缺省值。

此外，在数据管理方面，重视数据文档的管理，保存清单编制的支撑材料，并逐步提升相关数据和信息的电子化管理水平，力争建立澳门各领域温室气体清单数据信息系统，记录清单相关基础数据信息、方法学选择依据及其改进过程等。在研讨交流方面，参与清单编制相关研讨会，与国家相关研究机构和专家进行深入交流与研讨，充分借鉴国家温室气体清单编制经验，结合澳门特区实际特点，逐步提高清单编制质量。

第二章 澳门特区自主贡献进展

一、区情和组织机构安排

（一）自然条件与地理区位

澳门特区位于华南沿岸珠江三角洲的珠江口西侧，北接广东省珠海市，东望珠江口东侧的香港，南临中国南海，西隔水见珠海市的湾仔、横琴岛。澳门特区主要由澳门半岛、氹仔、路环、路氹填海区和澳门新城填海区五部分组成。澳门特区属亚热带海洋性气候，季风显著，气候温和。

澳门特区土地资源极为有限，历年来一直通过填海造地增加土地面积。根据统计暨普查局数据，2022年较2020年路氹填海区增加0.1平方公里，新城C区因完成填土增加0.3平方公里，澳门特区土地总面积已扩展为33.3平方公里，较2020年增加了1.2%。

澳门特区本地蓄水设施不足，超过98%的饮用原水是由广东省经珠海市输入。2022年澳门特区用水量8325万立方米，其中家庭用水占47.4%，工商业用

水占 45.7%，其余 6.9%用于政府部门和其他设施。

（二）人口与社会

澳门特区是世界上少有的人口高密度地区。2022 年，澳门特区总人口约为 67.3 万人，较 2021 年下降 1.5%，平均人口密度为每平方千米 2.0 万人。澳门特区劳动人口 37.9 万人，其中就业人员约 36.5 万人。第一产业就业人口数仅占就业人口总量的 0.3%，第二产业就业人口数占 10.2%，第三产业就业人口数占 89.5%。

根据教育数据统计，2021/2022 学年，澳门非高等教育正规教育学校有 74 所，学生人数约有 8.48 万人。高等教育院校有 10 所，学生人数约有 4.4 万人，其中本地生占 35.8%，外地生占 64.2%。

2022 年，澳门特区共有医生 1965 人，护士 2863 人，医院床位 1721 张，在医疗卫生方面的开支约为 139 亿澳门元，占政府总开支（1158.5 亿澳门元）的 12.0%，相当于地区生产总值的 7.9%。

（三）经济发展

2022 年澳门特区地区生产总值为 1973.13 亿澳门元，人均地区生产总值（支出法）为 291022 澳门元，较 2021 年下降 20.8%。澳门特区地区生产总值中第一产业几乎为零，第二和第三产业比例分别为 9.5%和 90.5%，其中博彩业是澳门特区的主要经济支柱，但受疫情影响，占本地生产总值仅为 15.2%；另外，金融业、不动产业以及公共行政是占比较高的行业。2022 年访澳旅客人数持续减少至 570 万人次，主要客源来自内地，占总访澳旅客的 89.6%。

2022 年澳门特区一次能源消费总量为 46.7 万吨标准煤，其中轻柴油、汽油、天然气、石油气、煤油和重油占能源消费总量的比例分别为 24.69%、21.59%、34.29%、10.38%、7.45%和 1.60%。从行业分类来看，道路交通占 32.83%，能源加工转化占 30.44%，商业、饮食业和酒店占 11.46%，航空运输占 7.14%，工业和建筑业占 11.68%，居民生活占 4.86%，水上运输占 0.69%，其他占 0.88%。

2022 年，澳门特区总输入电量为 48.7 亿千瓦时（17545 太焦耳），本地发电量仅为 6.1 亿千瓦时。澳门特区的电力来源主要是广东省，占比近 90%。

澳门特区的运输系统包括陆路、水路和航空三种运输方式。2022 年，澳门特区道路行车线总长度约 468.9 千米，行驶车辆总数约为 25 万辆，客运船班次约为 2.1 万次，按目的地和出发地统计的澳门国际机场商业航班数目均为 0.5 万个。

2022 年澳门特区基本情况的统计数据见表 6-10。

表 6-10 2022 年澳门特区基本情况

指标	数据
年末人口数（万人）	67.3
面积（平方千米）	33.3
地区生产总值（支出法，百万澳门元）	197313
工业及建筑业增加值占本地区生产总值（生产法）比重（%） ¹⁾	9.5
服务业增加值占本地区生产总值（生产法）比重（%）	90.5
农业增加值占本地区生产总值（生产法）比重（%）	0
农用地面积（平方千米）	0
城市人口占总人口的百分比（%）	100
牛（头）	10
马（匹）	502
猪（头）	283
羊（只）	0
有林地面积（平方千米）	5.21
受惠于定期经济援助的家庭数目（户）	2898
出生时平均预期寿命	男 80.9 岁，女 86.7 岁
识字率（%） ²⁾	97.4

注：1) 此处的工业行业包括制造业、水电及气体生产供应业；

2) 该数据表示的为15岁以上本地人口的识字率，数据来源于澳门特区2021年人口普查详细结果

（四）组织机构安排

气候变化小组由运输工务司带领政府各部门开展应对气候变化的相关工作，地球物理气象局负责协调、温室气体核算，以及碳中和研究等。环境保护局为澳门特区负责研究、规划、执行、统筹和推动环境及能源政策的公共部门，协助制定澳门的环境及能源政策。交通事务局负责研究、规划、推广和执行澳门特区陆路运输政策，民航局负责推动澳门特区民用航空低碳发展。

二、澳门特区自主贡献目标描述

（一）综述

为实现《巴黎协定》的核心目标，澳门特区政府始终积极推动应对气候变化的减缓工作，包括进一步推动本地发电的低碳化和提高清洁电力的输入比例、提高建筑物的能源效益、完善公交和城市轨道交通等，并完成《澳门气候变化自主贡献和长期温室气体低排放发展战略研究》，以有效制订澳门特区碳达峰和碳中和工作。为与国家自主减排目标接轨，澳门特区政府先后设定了2020年和2030年澳门特区碳强度下降目标。此外，澳门特区政府在《澳门特别行政区经济和社会发展第二个五年规划（2021-2025年）》中也提出争取在2030年或之前实现碳达峰。

（二）目标及其内涵

碳强度的指标。澳门特区政府设定了 2020 年碳强度比 2005 年下降 40%~45% 的温室气体减排目标。其后于 2021 年在自主贡献中进一步提出 2030 年澳门特区应对气候变化的强化目标，即 2030 年碳强度比 2005 年下降 60%~65%。

三、澳门特区自主贡献目标实施进展

（一）追踪指标

碳强度的追踪指标。碳强度追踪指标为单位地区生产总值的二氧化碳排放当量，单位为：吨二氧化碳当量/百万澳门元，受澳门特区地区经济增长、能源消费和能源结构等因素的影响。其中分子是碳排放量指标，其主要依据是澳门特区分年度温室气体清单数据，分母则是澳门环比年度地区生产总值。碳排放强度指标的基准年为 2005 年。

（二）追踪澳门自主贡献进展

总体情况。澳门特区政府为实现碳强度下降目标，近年持续推行本地发电低碳化、推广电动车和绿色公交，以及在公共建筑项目中加入绿色建筑要求等减排措施。此外，还通过澳门环保酒店奖推动酒店业界参与减排工作。2020 年碳强度较 2005 年下降了 41.6%，已完成相关目标（较 2005 年下降 40%~45%）。

碳强度的进展追踪。完成 2020 年碳强度目标后，2021 年碳强度进一步下降，较 2005 年下降了 52.5%。然而，受新冠疫情影响，2022 年澳门地区生产总值出现大幅下跌，导致碳强度短时间内有所提高，2022 年碳强度较 2021 年有所上升，但仍较 2005 年下降 35.2%。随着澳门特区经济逐步复苏，2023 年澳门特区地区生产总值有所回升，2023 年碳强度有望较 2005 年下降 40%~50%。

（三）追踪指标进展面临的挑战

澳门特区电力消费总量的近 90% 来自中国南方电网，电力资源高度依赖外购，自给水平较低，但在不同年度间波动较大，从而为本地实际电力碳排放量的测算和追踪带来挑战。例如，2022 年温室气体排放量较 2021 年有所上升，主要是本地发电量上升约四成所导致。

澳门特区经济支柱产业受外界影响较大，经济波动导致的碳排放量变化难以实时追踪。2020—2022 年间，新冠疫情导致澳门特区地区经济增速放缓，温室气体排放情况相对往年呈现不稳定波动，不利于碳排放数据的追踪和比较。例如，由于 2020—2022 年间澳门国际机场的起降架次大幅减少，2022 年的起降架次较 2018 年下跌，因此，在起降架次大幅减少而机场还需使用最基本的能

源（尤其是电力）以维持机场日常运作的情况下，2021年和2022年澳门国际机场每起降架次的碳排放量较2018年增加。

四、减缓气候变化政策行动及其成效

（一）减缓气候变化的政策行动

1. 加快推动能源结构调整优化

在电力供应方面，澳门特区持续提高从南方电网购入的电量，在与南方电网签订的合同中，明确要求使用非化石能源发电的比例须超过40%；澳门特区还通过提高天然气及降低燃油发电比例以减少碳排放，天然气发电量份额已由2020年的57.1%大幅提升至2022年的93.3%。澳门特区政府持续完善天然气管网，以推动天然气的更广泛使用。目前天然气管网已覆盖路氹主要区域，并持续扩大澳门半岛的覆盖范围，并在多类项目中扩大天然气应用，包括大型酒店、旅游设施以及公共房屋等。

在促进本地可再生能源发展方面，澳门特区政府制定了《太阳能光伏并网安全和安装规章》及相关上网电价制度，以鼓励安装光伏发电系统，截至2022年底，已有7个部门或机构安装太阳能光伏系统、并网售电。同时，澳门特区政府在社屋^[73]、政府部门及市政管辖场所安装光伏发电系统、推动智慧电网发展等，优化澳门的能源供应结构。

2. 全面促进工业低碳转型

澳门特区工业的产业占比较低，为促进工业低碳转型，澳门特区政府推动工业采用天然气及设备电气化。同时，为改善澳门特区工商业场所的空气污染排放，澳门特区政府自2014年已按照《制订澳门重大固定空气污染源排放标准及完善监管制度》的立法计划，陆续推出各类重点工商业场所的空气污染物排放标准及监管法规。

3. 推进建筑领域绿色低碳发展

澳门特区九成以上的电力在建筑物内消耗，推动建筑节能可有效减少终端用能需求，从而实现减排。澳门特区政府从公共项目着手，在新建楼宇增加绿色建筑元素，并积极推动在建筑项目招标文件中加入绿色建筑相关要求，以提高建筑物的能源效益。此外，也持续推进公共部门及机构的能源效益评估计划，推动建筑节能降碳。

2022年，澳门特区政府公布了《澳门绿色建筑指引—公共房屋篇》《澳门绿色建筑指引—公共建筑篇》，以便公共部门及业界在项目建筑设计、建造及

[73] 社屋，即社会房屋，是指由澳门特区政府或开发商兴建的公共房屋，以低廉租住形式向低收入或有特殊困难的家庭提供。

营运时作参考。在《澳门特别行政区经济和社会发展第二个五年规划（2021—2025年）》中要求新建的公共房屋天台的光伏发电系统或植被面积不少于露天面积的30%，以逐步提升澳门特区可再生能源的使用比例。澳门特区政府持续举办澳门环保酒店奖，推动酒店业界对环境管理的重视程度，通过表扬已采纳环境管理概念的酒店，鼓励更多澳门酒店落实减排减废目标。此外，澳门特区政府近年先后在有条件的地点安装光伏发电系统，如北安码头停车场、澳门大赛车博物馆等，也正进行跨境工业区污水处理厂的光伏发电系统安装工程，已于2024年初完成安装并投运。

4. 构建低碳交通体系

澳门特区政府通过鼓励绿色出行，包括优化步行系统、完善公交和城市轨道交通等，引导公众更多选择使用公共交通及步行出行，以减少私人车辆使用产生的碳排放。

为降低整体车辆的碳排放水平，澳门特区政府带头使用电动车，并持续通过多方面措施推动新能源车的使用，具体措施包括：提供税务优惠及推出《淘汰老旧摩托车并置换新电动摩托车资助计划》；在新建公共停车场、新建公共楼宇全部停车位需预留充电容量及基础设施；推动旧区公共停车场增加充电设施，截至2022年底，已安装2146个公共轻型汽车充电位及500个电动摩托车充电位；鼓励酒店娱乐企业使用新能源车作为穿梭巴士；推动新能源巴士应用等。

澳门特区政府将持续构建绿色交通网络，强调以“公交优先”为导向，完善公交和步行系统、推动轻轨系统建设，以鼓励绿色出行和减少私人车辆的使用。为加快推动澳门特区车辆电气化，环境保护局制订了《澳门电动车推广计划》，从推动交通工具的电动化替换、完善充电设施及基础建设等方面提出多项措施，以全面、长远地推动电动车的普及使用，争取2035年实现新登记轻型汽车及摩托车的零排放车辆（电动车或其他技术）比例达到100%。

在航空交通方面，澳门特区政府致力于减少机场每架次航班的碳排放量，制定了2028年每起降架次的碳排放量比2018年减少30%的目标，同时提出提高机场能源效益、替换照明系统和环保车辆、实施机场大楼能源管控、加强废弃物管理及回收等措施，以减少碳排放。

5. 巩固和提升生态系统碳汇

尽管土地面积有限，但澳门特区政府一直重视生态修复和维护生态多样性。2020—2022年，在公园、休憩区及道路绿化带等植树超过6000株（表6-11）。另外，2022年市政署完成第三期涉及路环黑沙水库郊野公园和氹仔大潭山郊野公园共15公顷的山林修复工作，种植树苗约15000株，于氹仔进行林分改造1

公顷及种植树苗约 1000 株，并继续于氹仔海滨休憩区西侧沿岸种植红树苗约 4000 株，这些措施有助于保护天然碳汇，为应对气候变化做贡献。

表 6-11 澳门绿地面积统计

	2021 年	2022 年	年际变化幅度
市政署管辖绿地面积（平方米）	7,785,623	7,815,790	+0.4%
人均市政署管辖绿地面积 ^[74] （平方米/人）	11.4	11.5	+0.9%

6. 加强非二氧化碳温室气体排放控制

污水处理是澳门特区氧化亚氮的主要排放源。澳门特区政府密切关注所管辖的范围以内各污水处理厂的运作，持续检查污水处理厂运行数据和派员巡查厂房。澳门特区政府积极配合国家“十四五城镇污水处理及资源化利用发展规划”的发展方向，于 2021 年完成澳门半岛污水处理厂增建化学辅助一级处理设施，进而在 2023 年开展了路环污水处理厂升级改造工程的招标程序，以提升整体尾水质量。在污泥处理方面，主要采用污泥浓缩池、污泥暂存池及离心式污泥脱水机等技术，污水处理过程所产生的污泥在脱水后将运往澳门垃圾焚化中心进行焚化处理。

2021 年 9 月 15 日，《〈关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书〉基加利修正案》（以下简称《修正案》）对中国正式生效。为落实基加利修正案相关要求，中国政府相关主管部门分别发布了《中国受控消耗臭氧层物质清单》和《中国进出口受控消耗臭氧层物质名录》（以下简称《名录》），将氢氟碳化物（HFCs）纳入管控范围，并针对《名录》所列 HFCs 实施进出口许可证管理制度。为推动《修正案》履约工作，经济及科技发展局联同环境保护局举行了《修正案》适澳讲解会，向澳门特区制冷业界及消防业界讲解澳门特区政府跟进《修正案》履约工作及相关监管措施；并自 2022 年 4 月 1 日起通过相关法规，将 18 种常用 HFCs 纳入监管范围，并分阶段消减每年的 HFCs 进口总量。

7. 推进减污降碳协同增效

澳门特区政府出台了《澳门环境保护规划（2021—2025）》，其中在“共同应对气候变化，构建绿色低碳澳门”和“加强环境污染治理，建设宜居宜游城市”的规划主线下制定多个行动计划，以推广新能源车的使用、逐步提高清洁能源比例等为工作重点，进一步推动澳门的减污降碳协同增效。

在空气污染控制方面，澳门特区政府主要在改善机动车辆尾气排放及工商业场所的空气污染排放方面推行了一系列的改善措施。包括：持续优化进口新车辆及在用车辆的尾气排放标准，目前澳门特区进口新汽车尾气排放标准已提

[74]指市政署管辖的绿地面积，不包含其他公共部门管辖的绿地及私人管有的绿地，故未能代表全澳的绿地数据。人均市政署管辖绿地面积按市政署计算方法以年底人口计算。

升至相当于欧盟六期水平，进口新电单车尾气排放标准也提升至相当于欧盟四期水平；分别于 2022 年和 2023 年推出了《淘汰老旧摩托车并置换新电动摩托车资助计划》及《淘汰老旧柴油车资助计划》，鼓励车主加快淘汰较高污染的老旧柴油车或老旧电单车，以落实“双碳”目标。澳门特区政府自 2014 年起已按照《制订澳门重大固定空气污染源排放标准及完善监管制度》的立法计划，陆续推出各类重点工商业场所的空气污染物排放标准及监管法规。

在固体废弃物处理方面，澳门特区政府通过《澳门固体废物资源管理计划（2017-2026）》制定了澳门特区在固体废弃物处理方面的十年规划，持续推动源头减废和分类回收减少废物处理过程的碳排放、扩大厨余减量和回收工作，并加紧建设有机资源回收中心，以更环保的方式处理厨余废物，同时实现更大规模的转废为能。有机资源回收中心预计将于 2027 年投入运作，首阶段日处理量为 150 吨厨余垃圾，并预计能回收相当于 13.6 万度电力的能源，供自身使用及输出。

8. 推进控制温室气体排放体制与机制建设

为推进控制温室气体排放，2021 年澳门特区政府公布了《澳门特别行政区经济和社会发展第二个五年规划（2021—2025 年）》，提出认真落实碳达峰、碳中和的相关工作，并确立了控制温室气体目标为：2025 年单位地区生产总值温室气体排放 2005 年基础上降低 55%，并争取在 2030 年或之前实现碳达峰。

9. 其他相关进展

技术创新与区域合作。澳门特区政府持续关注减缓气候变化相关的新技术，包括碳捕集与封存（CCS）技术及氢能技术发展等领域。澳门科学技术发展基金（FDCT）在 2021—2022 年共批准通过 12 个环境与能源科技类基金项目，资助金额超过 1500 万澳门元。此外，FDCT 还与国家自然科学基金委员会联合资助《粤港澳大湾区多源固废代谢机制及减污降碳路径优化研究》科研项目，共同致力于湾区减排技术研究。

倡导大众低碳生活。对于企业及机构，澳门特区政府持续通过澳门环保酒店奖、绿色学校伙伴计划、环保超市嘉许计划、公共部门及机构能源效益评估计划等多项计划推动业界参与节能减排；同时，进一步推动大型企业履行社会责任，鼓励其进行碳审计、制定自身的碳中和计划、向公众披露低碳信息，以促进企业及机构的减碳氛围。对于个人，澳门特区政府持续加强环境宣传教育及研究制定更多鼓励性措施，包括在各项活动中融入更多低碳信息，加强师生有关应对气候变化、极端天气的认识，加强在媒体、社交平台的宣传推广，引导市民履行节能减排的义务。

（二）减缓气候变化政策行动的量化评估

为更好制定符合澳门特区实际情况的温室气体减排目标以及有效的政策措施，澳门特区政府进行了《澳门气候变化自主贡献和长期温室气体低排放发展战略研究》。利用评估模型工具和结合国家自主减排贡献目标，模拟分析了澳门特区未来在电力、交通、建筑、旅游业等多范畴的减排潜力，相关研究成果为澳门特区政府在规划与设计控制温室气体排放的体制与机制建设，以及编制《澳门长期减碳策略》提供了科学依据。

多年来澳门特区政府积极推广环保节能、绿色生活理念，加大外调电力比重，实施的系列减排政策及相关措施已见初步成效。《澳门特别行政区能源效益状况 2021》研究报告显示，受到新冠疫情影响，相较于 2019 年，澳门特区 2021 年社会整体能源消耗状况呈现部分行业增加、整体下降的情况。能源消耗方面，每人每年每平方米能源消耗量比 2019 年增加 22.8%，此结果与疫情期间受访者居家时间多数（居家时间有增加的所占比例为 75.6%）有所增加相一致。非政府机构办公室单位能耗下降了 2.1%，学校的单位能耗下降 8.3%。

量化的减排措施及成效详见表 6-12。

表 6-12 减缓行动及其效果汇总表

序号	行动名称	行动目标或主要内容	涉及领域和气体	时间尺度	行动性质	监管部门	状态	进展信息	方法学和假设/基年	预估减排效果	获得支持
1	提高天然气发电比例	2008 年开始引入天然气发电，逐步提高天然气发电比例	能源/二氧化碳	2008 年至今	政府	环境保护局	执行中	本地发电以天然气为主，重油机组只维持紧急备用的作用而定期测试或调度	减排量=天然气产电量×(重油产电排放因子-天然气产电排放因子) 基年：2008 年	2008—2022 年共计减排： 37 万吨二氧化碳	澳门特区政府
2	推动机场能效优化	2028 年每起降架次的碳排放量比 2018 年减少 30% 提高能源效益，替换照明系统和环保车辆，以及实施机场大楼能源管控，并加强废弃物管理及回收以减少碳排放	能源、废弃物处理/二氧化碳、甲烷、氧化亚氮	2018 年至今	自愿	民航局	执行中	2019 年每起降架次的碳排放量下降，但由于 2020 至 2022 年间澳门国际机场的起降架次大幅减少，2020—2022 年每起降架次的碳排放量上升	每起降架次的每起降架次的碳减排量=当年每起降架次的碳排放量-基年每起降架次的碳排放量 基年：2018 年 排放源边界：根据机场碳认证计划指南中二级认证要求，计算直接排放和间接排放的排放量	2022 年机场碳排放量比 2018 年下降 6.6%	澳门国际机场专营股份有限公司
3	推动环保车辆使用	对符合环保排放标准的新机动车辆提供税务优惠 主要目标是鼓励市民使用环保车辆，减少二氧化碳和尾气污染物排放	能源/二氧化碳	2012 年至今	政府/自愿	环境保护局	执行中	持续按相关法例对符合环保排放标准的新机动车辆提供税务优惠	减排量=节油量×汽油排放因子 基年：2012 年	2012—2022 年共计减排：13 万吨二氧化碳	澳门特区政府

第六部分 澳门特别行政区应对气候变化基本信息

序号	行动名称	行动目标或主要内容	涉及领域和气体	时间尺度	行动性质	监管部门	状态	进展信息	方法学和假设/基年	预估减排效果	获得支持
4	天然气城市分配管网供气	通过引入城市燃气推动清洁能源的使用	能源/二氧化碳	2013年至今	政府	环境保护局	执行中	持续完善天然气管网，2022年完成了连接氹仔与澳门半岛之间过海供气管道，使供气网络延伸至澳门半岛南部	减排量=用气量×单位热值×(石油气排放系数-天然气排放系数) 基年：2013年	2013—2022年共计减排： 3.3万吨二氧化碳	澳门特区政府
5	公共部门/机构能源效益和节约能源计划	公共部门/机构通过自行制定节能计划，管理日常能源使用情况	能源/二氧化碳	2007年至今	政府/自愿	环境保护局	执行中	至2022年共有46个部门参与，达标部门比例约八成	减排量=节电量×发电排放因子 基年：2007年	2008—2022年共计减排： 1.7万吨二氧化碳	澳门特区政府
6	LED公共户外照明应用	更换及采用LED路灯	能源/二氧化碳	2010年至今	政府	环境保护局	执行中	已完成更换澳门标准杆高压钠街灯(约14000盏)为LED灯，新设街灯也为LED灯	减排量=节电量×发电排放因子 基年：2010年	2010—2022年共计减排： 0.5万吨二氧化碳	澳门特区政府
7	LED公共地方照明应用	为行人天桥、公园和公厕更换LED灯具	能源/二氧化碳	2015年至今	政府	市政署	执行中	/	减排量=节电量×发电排放因子 基年：2015年	2015—2022年共计减排： 1.0万吨二氧化碳	澳门特区政府
8	太阳能光伏技术应用	在社屋及政府部门应用太阳能光伏技术	能源/二氧化碳	2010年至今	政府	环境保护局	执行中	新城A区已开展的公共房屋和公共建筑项目安装太阳能光伏系统 政府除发挥带头作用外，也会通过跨部门合作、简化申请和审批流程等，推动个人和企业尽量使用绿色能源	减排量=节电量×发电排放因子 基年：2010年	2010—2022年共计减排： 596吨二氧化碳	澳门特区政府

第三章 澳门特区的气候变化影响和适应

一、区情和组织机构安排

（一）与适应气候变化相关的区情概况

澳门特区属亚热带海洋性气候，且季风显著，气候温和。1991—2020年30年间的气候资料显示，澳门特区年平均气温为22.8℃，1月最冷，月平均气温约为15.2℃；7月最热，月平均气温约为28.4℃。澳门特区年均降水量约1966.6毫米，降水的季节性差异显著，4月~9月是雨季，降水量占全年的84%以上，期间出现的极端强降水事件的日降水量可高达300毫米以上。

澳门特区属于气候脆弱区，常见的极端天气及气候事件包括热带气旋和所伴随的风暴潮、暴雨、雷暴以及强烈季风等，澳门特区每年约受5~6个热带气旋影响，其中1~2个会导致澳门特区风力达8级或以上。加上澳门特区低洼地区人口密度较大，也会加剧这些气候事件的影响。

（二）与适应气候变化相关的组织机构安排

澳门特区政府长期高度重视适应气候变化工作，该工作也是气候变化小组的重点工作方向之一。澳门地球物理气象局负责气候变化评估及研究，为应对气候变化的公共部门及实体提供气象技术支持。其他部门分别结合自身职能，对气候变化带来的生态环境、社会经济活动影响展开工作。主要包括，环境保护局负责制订与生态环境相关的政策与方案；民航局负责民用航空基础设施的相关工作；房屋局负责研究公共房屋楼宇的规定及技术标准；交通事务局负责交通基础设施与工程的适应工程建设；海事及水务局负责码头、水资源的相关工作；市政署负责市政公共设施、道路排水的相关工作；旅游局负责处理旅游安全的相关工作；教育及青年发展局负责气候变化影响与适应的相关教育；经济及科技发展局负责研究经济政策；卫生局负责卫生健康领域的相关工作。

二、气候变化影响、脆弱性评估及损失损害情况

澳门特区政府组织有关部门和相关研究单位开展了气候变化对水资源、陆地生态系统等影响的监测和评估，为制订减缓和适应气候变化的政策做好准备。此外，利用澳门特区历史气候观测数据与全球气候模式模拟资料，对澳门特区气候变化进行了评估与预测方面的研究。

（一）气候变化特征及趋势

根据1901—2022年日平均气温和降水资料分析，澳门特区气候变化特征如下：

澳门特区过去 122 年的气温变化情况与全球平均气温变化基本一致。100 年的线性变暖趋势为 0.92°C ，且 70 年代以后变暖速率有加大趋势。在 122 年里 11 个最暖年份中，有 9 个最暖年份出现在 21 世纪。澳门特区不同季节气温均呈上升趋势，其中以春季升幅最大，约为 $0.108^{\circ}\text{C}/10$ 年，其次分别为冬季（约 $0.101^{\circ}\text{C}/10$ 年）和秋季（约 $0.099^{\circ}\text{C}/10$ 年），夏季升幅最小，约为 $0.060^{\circ}\text{C}/10$ 年。澳门特区日最高气温和最低气温同样呈明显上升趋势，最高气温并有明显的年代际变化。日最高气温超过 33°C 以上的酷热日数年代际变化明显，但酷热日数未见显著增加。而与日最低气温有关的冷夜（最低气温在 12°C 或以下）和热夜（最低气温在 27°C 或以上），则有较显著且持续的变化趋势，其中冷夜每 10 年约减少 1.5 天，热夜则每 10 年约增加 2.0 天。此外大雨（大于 50 毫米/日）和暴雨（大于 100 毫米/日）的频率也有所增加，100 年的线性趋势分别为 3.6 日和 1.5 日。

澳门特区降水的年代际变化明显。20 世纪整体呈增加趋势，每 10 年降水增加量约为 38.1 毫米。其中以夏季降水增幅最为显著，其余季节变化并不明显。根据气候变化检测、监测和指数专家小组（ETCCDI）的定义，澳门地球物理气象局计算了各气候变化指数（见表 6-13），整体变化情况也反映了变暖的趋势，同时降水强度和最大连续 5 天降水也有显著增加趋势。

表 6-13 澳门气候变化指数表（根据 1901—2022 年资料）

指数	概念	每 10 年变化
ID12	冷日	-0.149 日
CD12	冷夜	-1.52 晚
SU33	酷热日	0.33 日
TR27	热夜	2.01 晚
TXx	年最高温度	0.065°C
TNx	年最高的日最低温度	0.053°C
TXn	年最低的日最高温度	0.068°C
TNn	年最低温度	0.092°C
SDII	平均日降水强度	0.42 毫米/日
Rx5day	最大连续 5 日降水	8.57 毫米

根据澳门过去的气候资料，并采用 IPCC AR6 中不同温室气体排放情景和气候模式模拟结果，评估了未来澳门气候变化的情况。主要结论如下：一是澳门平均气温将继续呈上升趋势。在所有情景下，到本世纪中期（2041—2060 年）气温将较 1995—2014 年的平均值升高 $1.18^{\circ}\text{C} \sim 1.72^{\circ}\text{C}$ ；到 21 世纪末（2081—2100 年）气温将升高 $1.28^{\circ}\text{C} \sim 3.69^{\circ}\text{C}$ （表 6-14）；到本世纪末所有季节气温同样呈上升趋势（表 6-15）。二是澳门 21 世纪中期、末期降水强度有增大的趋势，其中夏季的降水强度最高可达 28.22%（表 6-16）。

表 6-14 澳门未来气温变化的多模式评估（相对于 1995—2014 年）

气温（℃）		
温室气体排放情景	2041—2060 年	2081—2100 年
SSP1-2.6	1.18	1.28
SSP2-4.5	1.31	2.10
SSP3-7.0	1.26	2.80
SSP5-8.5	1.72	3.69

表 6-15 澳门未来不同季节气温变化情况（相对于 1995—2014 年）

气温（℃）（2081—2100 年）				
温室气体排放情景	春	夏	秋	冬
SSP1-2.6	1.37	0.99	1.19	1.56
SSP2-4.5	2.19	1.82	2.12	2.27
SSP3-7.0	2.79	2.62	2.94	2.87
SSP5-8.5	3.66	3.37	3.85	3.89

表 6-16 澳门未来不同季节降水强度变化情况（相对于 1995—2014 年）

降水强度（%）（2081—2100 年）				
温室气体排放情景	春	夏	秋	冬
SSP1-2.6	9.38	8.05	6.21	8.52
SSP2-4.5	2.78	16.14	12.04	11.32
SSP3-7.0	1.12	18.06	16.03	5.41
SSP5-8.5	8.23	28.22	21.09	5.24

（二）极端天气气候事件及造成的损失损害情况

在 2020 年 9 月 1 日生效的新版《暴雨警告信号系统》中，按不同雨量划分黄、红、黑三个级别，澳门特区在 2020 年 9 月 1 日至 2022 年期间总共有 3 次黑色和 13 次红色暴雨警告事件。在 2020 年至 2022 年期间，受到热带气旋影响，澳门特区政府一共 8 次启动民防架构以应对自然灾害。其中，2020 年台风“海高斯”袭澳期间，澳门特区普遍地区录得 8 级以上强风，跨海大桥更录得 12 级风力，最高 10 分钟平均风力达到 138.6 公里/小时，最高阵风速度达 215.6 公里/小时，仅次于 2017 年“天鸽”影响期间录得风力。

“海高斯”袭澳期间，共有 15 人因台风而受伤，其中有 3 人伤势中度，其余人伤势轻度。民防中心共接获 99 宗查询，涉及通关、行车等，共测得 274 宗事故报告。另外，事后三个轻轨站（排角站、莲花口岸站、路氹西站）也有受风暴影响受损情况。市政署灾后对市面进行清理修复，对受损树木进行处理。

（三）气候变化对自然生态系统的影响及脆弱性评估

1. 水资源

澳门特区 98% 以上的供水来自珠江支流西江，其未来水资源的变化情况主要取决于珠江流域的降水变化、上游水资源利用状况及南海海平面变化等情况。根据国家分析结果，近 30 年南方河流径流量变化不大，但澳门特区经济高速发展，用水需求快速增加。预计到 21 世纪末期（2081—2100 年）澳门特区海平面高度将较 1995—2014 年的平均值升高 0.59~0.76 米，枯水期珠江河口受咸潮

上溯影响大，需进一步加强供水安全保障。

2. 陆地生态系统

近几十年来，澳门特区山林植被中的热带藤本植物生长速度加快，其大面积覆盖使树木因无法进行光合作用而持续衰弱至死亡，林下的苗木也因无法获得足够阳光而影响正常成长，导致林区无法自然更新，且外来植物的入侵已影响到林分结构和其他植物的正常生长。同时，山林发生病虫害现象也呈上升趋势，初步评估认为可能与二氧化碳浓度和气温升高有关。进一步区分是气候变化还是城镇化人为因素造成的影响仍然相当困难。近年多个超强台风也令山林受损严重。

3. 海洋与海岸带

澳门是一个沿海城市，其中以澳门半岛西岸地势最低，是受海平面影响最脆弱的地区，每当有较强的热带气旋移近珠江口沿岸或从珠江口登陆，可能会引发风暴潮，若适逢天文大潮，可造成严重的海水倒灌和大范围淹浸。根据澳门 1925—2022 年潮测站的资料分析，澳门特区海平面平均以每年 1.6 毫米的速率上升，近 20 年上升速率加大至约 1.9 毫米/年。自 20 世纪 70 年代至今，澳门特区曾受风暴潮严重影响共计 16 次，其中 11 次出现在 2000 年以后、6 次出现在 2015 年以后。

预计未来因天文潮海水倒灌淹浸的程度和频率都会加剧，受强风暴潮影响的概率也会增加。此外，气候变化将显著减少红树林的适宜地区，预计未来会影响红树林的生长情况。

（四）气候变化对经济社会系统的影响及脆弱性评估

1. 农业与粮食安全

不涉及。

2. 健康与公共卫生

气候灾害可能导致垃圾清理困难、生活环境受到破坏等，且澳门特区气温普遍较高，会显著增加传染病爆发风险，特别是消化道传染病和蚊虫传染病。

3. 基础设施与重大工程

台风与沿海洪水会导致严重的低洼地带水浸，进而影响到该地区的基础设施与重大工程。台风“天鸽”影响期间，澳门特区各区出现了不同程度的水浸，内港一带水浸高度约为 1~2 米，路环市区水浸高度接近 1 米，内港货柜码头及附近商户的货物全部浸坏。水浸同时可能会造成供电、供水、通讯等基础设施失灵，影响居民生活，加剧灾害应对与恢复难度。

4. 城市与人居环境

台风等气象灾害可能带来市政设施受损、树木倒伏、交通停摆等问题，对居民生活造成影响。台风“天鸽”影响期间，澳门特区倒伏树木约 9000 株；公园、休憩区、图书馆、展览场馆等市政设施严重受损；约 80 个航班取消，30 个航班延误，440 名旅客滞留机场。

5. 敏感二三产业

旅游业是澳门特区的重要支柱产业，也是对气候变化极为敏感的行业。台风与沿海洪水都会直接导致旅游停摆，并间接导致产业损失。台风“天鸽”影响期间，澳门特区各区停电和不同程度的水浸，大量赴澳旅行团受到影响，部分酒店及博彩业场所无法营业，对经济造成严重损失。

同时，作为拥有众多文化遗产的城市，澳门特区诸多传统建筑也受到台风等灾害及其次生灾害的影响，部分建筑出现了盐害、湿度凝结、生物生长明显等现象；部分正在持续使用的建筑的室内环境在未来将难以得到保障。

三、适应气候变化行动与挑战

（一）适应气候变化的战略、政策、目标、行动等进展及成效

1. 加强气候变化监测预警能力

澳门特区政府在气候变化监测预警科技方面积极探索。澳门特区设有较为密集的大气和海洋观测网络，其中包括 17 个自动气象监测站、1 个气候观测站、2 个大气辐射监测站、6 个空气质量监测站、2 个潮汐监测站。另外，因风暴潮和天文潮海水倒灌问题，2020 年陆地自动水位监测站增设至 20 个，分布在西部沿岸低洼地区，以监测沿岸水位的变化和淹没情况。澳门地球物理气象局开展了优化水浸提示服务，主要针对暴雨、天文潮及风暴潮三种水浸情况，引入人工智能技术以优化预警能力。

2. 加强气候变化影响和风险评估

结合《粤港澳大湾区气象发展规划（2020—2035 年）》开展能力建设。根据该规划要求，到 2025 年澳门将与大湾区其他地区建成互利合作、深度融合的大湾区现代气象业务体系、服务体系、科技创新体系，以及完善的气象综合防灾减灾体系；到 2035 年建成具有世界先进水平的大湾区现代气象业务、服务、科技创新和管理体系。相关体系的建立将有助于澳门更好应对未来频发的极端天气事件，并降低其造成的影响。

3. 强化特区适应气候变化行动

澳门特区相关顶层设计文件对适应气候变化的重视程度不断加强。2019 年

发布的《粤港澳大湾区发展规划纲要》指出要“采取积极措施，主动适应气候变化”，并针对水资源安全保障、防灾减灾、生态系统保护等进行了针对性部署。2022年发布的《澳门特别行政区城市总体规划（2020—2040）》提出将提高澳门应对气候、经济等愈发复杂多变环境的能力，并指出城市应对极端气候需提供更完善的避险及救援系统，提升整体防灾、减灾及救灾能力。

4. 增强自然生态系统气候韧性

水资源保障方面，自2008年国务院批准并推动《保障澳门、珠海供水安全专项规划》以来，澳门、珠海紧密合作，建成了竹银水库、竹洲头泵站、平岗-广昌原水供应保障工程等一系列供水基础设施，大幅增加了珠海对澳供水的稳定性和抗风险能力。目前，澳门珠海水资源保障工程（水库及连通工程）正在规划新建竹银水库二期、扩建乾务水库、新建白泥坑水库等工程，按百年一遇防洪标准设计，完成后合计可增加调蓄库容1.01亿立方米。

生态系统保护方面，根据《澳门环境保护规划（2021—2025）》，将加强生态保护修复及城市绿化、保护海洋生态环境，完善海域环境管理。市政署于2018年起逐步开展受台风影响的山林修复工作，目标为争取至2024年山林修复的面积不少于120公顷，2022年已完成第三期涉及路环黑沙水库郊野公园和氹仔大潭山郊野公园共15公顷的山林修复工作，种植树苗约15000株。另外，已对红树林开展定期的监测和保护工作，持续改善沿岸滩涂的红树林生长环境，确保滩涂生态系统的物种多样性。2020—2022年，完成山林林分改造4公顷及种植树苗约4000株，种植红树苗超过1.2万株，种植城市树木超过6000株。加强极端事件对生态系统的监测，在强台风来袭前对树木进行快速巡查，并于2020年“海高斯”台风后对野生植物进行强台风灾后监测调查，监测植物受损程度。优先选择耐旱、抗风或抗涝等适应力更强的树种种植，在沿岸或是易受强风吹袭位置的树木，安装及定期调整树木支撑架。

5. 强化经济社会系统气候韧性

澳门特区政府先后以增建、更新、扩容等工程手段，改善及提升城市排水系统，有效缓解了水浸情况。于2021年完成“内港北雨水泵站及箱涵渠”建设，自2020—2023年期间，分阶段开展及完成“为缓解新桥区水浸渠道优化计划”，正在持续推进并研究面向其他地区的工程计划。制定了台风、暴雨等极端天气情况下的雨水泵站值守与沟通协调机制，以确保雨水泵站正常有效工作。在公共街道和行人道合适空间建设绿化带，以疏导地表水和储水。

考虑到气象灾害后的环境有利于传染病的发生与传播，为此澳门卫生局准备了自然灾害后食物和水传播疾病的监测和防控应急预案，以及登革热疫情应对方案，并定期进行检视和更新。在澳门特区《本地学制正规教育基本学力要

求》中要求学生对气候变化的影响及灾害应对有基本认识。澳门特区政府自2019年起推出“中小企业巨灾财产保险资助计划”，以统一保单来保障因严重天气事故引起的商业财产损失。

6. 强化减灾和灾后重建行动

2019年，澳门特区政府公布《澳门特别行政区防灾减灾十年规划（2019—2028年）》，评估了澳门在自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件等领域主要面临的风险和挑战，确立澳门未来应急能力建设的优先领域，制定了9个方面的规划任务主线，并用37项指标以全面反映未来10年澳门防灾减灾与应急能力建设的成效。其中包括加强基础设施防灾减灾能力、完善应急管理体系、强化风险管理与监测预警能力、提高社会协同应对能力等，以应对因气候变化可能加剧的极端和恶劣天气事件、水资源短缺问题等，并提高城市整体应对气候变化能力。

2021年公布的《澳门特别行政区经济和社会发展第二个五年规划（2021—2025年）》指出，将有序落实上述规划，健全完善城市安全管理体系，构建由政府主导、社会参与的民防体系，提升对灾害事故的应对效率。同时，规划中提出将持续检视及修订民防规划中的《民防总计划》。完善“应急指挥应用平台”的系统功能，推动澳门备灾物资建库。继续推行“台风期间风暴潮低洼地区疏散撤离计划”，招募和培训民防志愿者。加强宣传教育，增强居民的风险意识和防灾自救能力。此外，澳门特区每年举办民防大型演习（水晶鱼民防演习），以强化部门间应对灾害的协同能力，深化市民大众的应急避险意识，提升整体防灾抗灾工作的执行效能。

2022年发布的《澳门特别行政区城市总体规划（2020—2040）》提出，将提高澳门特区应对气候、经济等愈发复杂多变环境的能力，并指出城市应对极端气候需提供更完善的避险及救援系统，提升整体防灾、减灾及救灾能力。

（二）适应气候变化面临的挑战

目前，对于澳门特区受气候变化影响与适应策略的研究相对较少，尤其是缺乏对未来脆弱性评估的研究。现有研究主要是面向粤港澳大湾区或珠江流域展开。这导致在进行决策时难以直接获取针对性的科学支撑。有必要更多地鼓励相关研究的进行，尤其是增强本地研究者对相关问题的研究积极性。同时，由于适应气候变化涉及部门极多，目前澳门特区虽然设立了气候变化跨部门工作小组，相关应对气候变化工作也见成效，但未来仍需要进一步完善适应气候变化工作。

四、适应气候变化国际合作及经验和启示

（一）适应气候变化领域开展的合作

澳门特区积极参与气候变化相关的治理活动。澳门特区作为联合国亚太经社会/世界气象组织台风委员会成员，长期参与委员会下各个工作小组会议，与国际交流最新的气象、水文、防灾方面技术和应用信息，并于2022年获得台风委员会2022年度大奖（Dr. Kintanar Award）。此外，澳门特区也长期参与世界气象大会、亚洲区域气候监测、预测和影响评估论坛，亚洲及太平洋地区空中航行规划和实施小组气象分组会议等国际会议，以加强气候、灾害性天气监测预警技术。

澳门特区发挥视窗平台作用，支撑建立了中国与葡萄牙气象部门间的定期会晤和交流机制。根据《粤港澳大湾区气象发展规划（2020-2035年）》，澳门特区将与葡语系国家气象部门签署气象科技合作协议，依托联合国亚太经济社会委员会/世界气象组织台风委员会秘书处，加强开展国际气象合作项目，建立长期稳定的战略合作伙伴关系，推动与葡语系国家气象部门在数值天气预报、灾害性天气预警及公共气象服务等方面合作，加强科技创新和人才发展，共同促进气象技术和服务的发展。

（二）适应气候变化的经验和启示

在2017年经历台风“天鸽”后，与国家减灾委员会专家团队紧密合作，成立“检讨重大灾害应变机制暨跟进改善委员会”。在总结台风“天鸽”经验的基础上，澳门特区致力于推进建设以特别行政区政府为全面主导、社会多元主体参与的现代化防灾减灾体系，与内地相邻地区持续加强合作，更新了各部门的应急预案，完善基础设施、加强预警机制等。通过以上一系列工作，澳门特区由于台风造成的损失显著减少。对比澳门1968年以来最强的三次台风“天鸽”（2017）、“山竹”（2018）与“海高斯”（2020），台风“天鸽”带来经济损失83.1亿澳门元，间接经济损失31.6亿澳门元，造成10死244人受伤；在澳门特区政府采取了一系列应对措施后，次年的台风“山竹”造成的损失显著减少，直接经济损失为6.91亿澳门元，间接经济损失为10.45亿澳门元，40人受伤；台风“海高斯”来袭时经济损失进一步减少，15人受伤。

第四章 澳门特区资金、技术和能力建设需求及获得的支持

一、区情和组织机构安排

澳门特区政府成立气候变化小组，负责协调与《公约》履约相关的工作，

包括制定“可测量、可报告、可核查”的减排行动，将减缓和适应气候变化工作推广至私营机构和广大民众，动员全民参与应对气候变化工作。

本章应对气候变化的资金、技术和能力建设需求领域涉及减缓、适应等多个方面。资金需求主要是指对澳门特区未来减缓和适应气候变化相关项目的投资需求，其计算方法主要是依据现有类似项目整体投资规模进行测算；技术需求部分则对澳门特区未来低碳转型可能实施的项目中的依托技术进行了汇总；能力建设主要是指，使得澳门特区在公共政策限度范围内，可以有效制定和执行相关政策、推进并实现应对气候变化目标的具体活动和行动方案等，可能涉及机构能力建设、人力资源的开发、教育及培训等。

二、应对气候变化资金需求及获得的支持

（一）澳门特区应对气候变化资金需求

澳门特区政府制定的《澳门长期减碳策略》订立了6个关键策略：构建低碳电力体系、陆上交通绿色转型、节能与清洁能源替代、源头减废，转废为能、大众共同实践低碳生活、技术创新与区域合作等，实现澳门特区未来低碳转型路径的部分项目汇总见表6-17所示，表中所列项目的资金需求主要涵盖能源、建筑和交通领域，结果显示，2021—2030年表中这些项目的累计资金需求约38.47亿元（人民币，下同），年均资金需求约3.85亿元，其中减缓资金需求约为29.02亿元，年均2.90亿元。表中所列项目的资金需求主要涵盖能源、建筑和交通领域；适应资金需求为9.45亿元，年均约9448.00万元，随着气候变化风险增加，澳门特区应对气候变化适应资金预计呈现增长态势。

构建低碳电力体系。本地发电方面，澳门特区政府将进一步提高本地发电厂的天然气发电比例至最终达100%，并探讨配合碳捕集及封存（CCS）技术的应用实现深度减碳，长远也将探讨氢能发电的可行性。同时，将在更多合适的地点安装光伏发电系统、推进转废为能技术的应用、推动智慧电网发展等，持续优化澳门的能源供应结构。外购电力方面，澳门特区政府与南方电网签署的电力合作框架补充协议将于2026年到期，双方会在补充协议到期前再商讨电力成本及外购电力的非化石能源发电比例，目标为到2050年或之前实现100%非化石能源发电。

建设陆上绿色交通网络。澳门特区政府强调以“公交优先”为导向，完善公交和步行系统、推动轻轨系统建设，以鼓励绿色出行和减少私人车辆的使用。从推动交通工具的电动化替换、完善充电设施及基础建设等方面提出多项措施，以全面、长远地推动电动车的普及使用，争取2035年实现新登记轻型汽车及摩托车的零排放车辆（电动车或其他技术）比例达到100%。

节能与清洁能源替代。澳门特区政府将在短中期内提高天然气在工商业及家庭的使用比率，包括继续扩大天然气管网覆盖范围，以逐步取代加热及烹饪用的石油气。同时将倡导工商业、家庭使用高效能电器产品，提高用户设备的电气化水平。澳门特区政府正从公共项目着手，在新建楼宇中增加绿色建筑元素，并研究既有楼宇节能改造先导计划，旨在通过改善其隔热能力、使用高效能产品等提高建筑用能效率，为业界提供实践经验，也将持续鼓励各类公共和私人建筑取得绿色建筑认证。

源头减废，转废为能。澳门特区政府将持续扩大厨余减量和回收工作，并加紧建设有机资源回收中心，实现更大规模的转废为能。回收中心预计将于2027年投入运作，首阶段日处理量为150吨的厨余，并预计能回收能源供自身使用及输出。

大众共同实践低碳生活。对于企业及机构，澳门特区政府将持续通过多项计划（如澳门环保酒店奖、绿色学校伙伴计划、环保超市嘉许计划、公共部门及机构能源效益评估计划等），推动业界参与节能减排。同时，将进一步推动大型企业履行社会责任，鼓励其进行碳审计、制定自身的碳中和计划、向公众披露低碳信息等，促进企业及机构的减碳氛围。对于个人，澳门特区政府将持续加强环境宣传教育及研究制定更多鼓励性措施，加强媒体、社交平台等的宣传推广，引导市民履行节能减排义务，增强垃圾分类回收意识。

技术创新与区域合作。澳门特区政府将持续关注各项新技术，现阶段正研究对澳门本地发电机组应用碳捕集与封存（CCS）技术的可行性，未来将研究氢能在陆上交通及发电领域的应用前景。鼓励大型企业或有条件的单位主动探索及应用低碳技术或绿色科技，成为减碳行动的先行者。因澳门特区土地资源、相关专业技术人力资源等条件有限，澳门特区政府会积极通过各种合作机制以及交流平台，促进本地与国际、区域间的合作，借鉴各地先进的经验及技术，提高澳门应对挑战的能力。同时也鼓励业界在绿色转型过程中参考不同地区的先进经验，积极引入创新机制及技术，开展重点企业碳审计制度，把握转型的机遇。

适应气候变化。澳门特区政府需要考虑推广再生水的循环利用，以减少水资源的消耗。另外还需要预测及监测海平面上升的程度，并评估给澳门特区带来的潜在威胁，并需要在现有部分区域防洪设施的基础上建设更为高效和全面的防洪设施，重整地下水道系统，改善水浸问题，以应对气候变化带来的灾害。同时积极探索气候变化及环境对澳门野生植物的影响，以不断加强生物多样性。

（二）澳门获得的应对气候变化资金支持

不涉及。

三、应对气候变化技术需求及获得的支持

（一）澳门特区应对气候变化的技术需求

在减缓气候变化方面，澳门特区正积极探索碳捕集及封存（CCS）技术，以及氢能发电技术、海上风电技术、智慧电网、提高楼宇隔热技术、低碳建筑、城市垃圾回收利用和循环再造等技术。在适应气候变化方面，澳门属于气候脆弱型城市，主要的适应相关技术包括：再生水的利用技术、海平面上升预测评估技术、高效防洪技术、生态系统恢复和重建技术以及气候变化造成的灾害性天气评估方法和手段等，部分技术需求见表 6-19。

（二）澳门特区获得的应对气候变化技术支持

不涉及。

（三）案例分析

不涉及。

四、应对气候变化能力建设需求及获得的支持

（一）澳门特区应对气候变化的能力建设需求

在能力建设方面，需要持续做好极端天气预警和风险管理、深化在气候风险和灾害联控等领域的区域间以及国际合作、健全应对气候变化工作协调与信息共享机制、提升政府主管部门工作人员应对气候变化的业务能力、定期进行教育和宣传来提高政府部门以及公众对气候变化的认知，形成全社会广泛参与的氛围，从而加速低碳社会经济的建设，部分能力建设需求见表 6-21。

（二）澳门特区获得的应对气候变化能力建设支持

不涉及。

五、提高履约工作透明度的需求及获得的支持

（一）澳门特区提高履约工作透明度的需求

澳门特区政府的 MRV 工作仍处于起步阶段。在特区温室气体清单编制方面，已建立初步的基础统计和核算体系。为进一步提高履约工作透明度，首先，需要持续优化和完善澳门特区的基础统计和核算体系，加强能源活动，工业生产过程和产品使用，土地利用、土地利用变化和林业，废弃物处理等领域的相关统计，密切跟进国际履约工作的相关要求，构建常态化数据收集和清单编制工作机制；其次，需要拓展重点企业碳审计工作，研究和制定不同类型企业的碳审计指南，协助企业建立完善的基础统计体系，以确保澳门特区在 MRV 方

面的工作基础满足国家和国际的相关要求；最后，需要定期开展应对气候变化相关政策措施的成效评估，这样既能掌握政策措施的实施效果，又能为进一步完善和优化政策方向奠定工作基础。

（二）澳门特区提高履约工作透明度所获得的支持

无信息。

表 6-17 澳门特区应对气候变化资金需求

填报单位	项目名称	项目描述	预估资金需求总额 (人民币)	预计分配到气候变化领域的 资金额 (人民币)	项目预期 周期	资金性质	支持类型	项目部门	子部门	是否涉 及技术 转让	是否涉 及能力 建设	项目预期 成效
环境保护局	本地发电 ^[75]	推动智慧电网发展	由电力专营公司投资建设，其中关于更换智能电表项目的投资金额约 1.6 亿	由电力专营公司投资建设，其中关于更换智能电表项目的投资金额约 1.6 亿	2021—2024 年	其他：由电力专营公司投资	减缓	能源	无	无	无	2025 年完成更换智能电表
环境保护局	源头减废，分类回收	持续完善回收网络，增强公众的回收意识和行为实践	3900 万	3900 万	2022—2025 年	其他：政府资金	适应	环保	无	无	无	增强公众减废回收意识
环境保护局	转废为能	建设有机资源回收中心	约 10.1 亿	约 10.1 亿	2023—2027 年	其他：政府资金	减缓	环保、能源	无	有	无	提高有机废物回收能力
环境保护局	低碳生活	面向公众、企业及学校等群体的环境宣传教育活动	600 万	600 万	2022—2025 年	其他：政府资金	适应	环保	无	无	无	提高社会及公众的减碳意识
环境保护局	交通绿色转型	《淘汰老旧摩托车并置换新电动摩托车资助计划》	约 1690 万	约 1690 万	2022—2025 年	其他：政府资金	减缓	交通	无	无	无	加快淘汰高污染车辆及推动电动车使用
环境保护局	本地发电	在更多合适的地点安装光伏发电系统	约 910 万	约 910 万	2022—2024 年	其他：政府资金	减缓	能源、建筑	无	无	无	提高可再生能源产电比例以减少碳排放

[75] 项目预期周期为 2020—2024 年，预估资金需求总额和分配到气候变化领域的资金额均为 2 亿，表中数据为平均分摊后数据。

第六部分 澳门特别行政区应对气候变化基本信息

填报单位	项目名称	项目描述	预估资金需求总额 (人民币)	预计分配到气候变化领域的 资金额 (人民币)	项目预期 周期	资金性质	支持类型	项目部门	子部门	是否涉 及技术 转让	是否涉 及能力 建设	项目预期 成效
环境保护局	本地发电、 转废为能 ^[76]	建设澳门垃圾焚化中心 第三期设施	约 14.96 亿	约 14.96 亿	2021—2024 年	其他：政府 资金	减缓	能源	无	无	无	提高废物处理和转废为能的能力
环境保护局	本地发电 ^[77]	在澳门垃圾焚化中心新 行政楼安装光伏发电系 统	约 1600 万	约 1600 万	2021—2024 年	其他：政府 资金	减缓	能源、建 筑	无	无	无	推动绿色建筑及可再生能源利用
房屋局	设置挡水设 施	于各出入口及设施房加 设挡水设施	260 万	260 万	2021—2030 年	其他：政府 资金	适应	建筑	无	无	无	防止海水倒灌或暴雨积水对楼宇造成损害
地球物理气象局	行业碳审计 研究	研究适用于澳门的行业 碳审计标准及制度	100 万	100 万	2022—2027 年	其他：政府 资金	减缓	能源、产 业、交 通、建筑	无	无	有	推进未来行业碳审计制度的建设
交通事务局	绿色交通网 络 ^[78]	以“公交优先”为导 向，完善公交和步行系 统、推动轻轨系统建设	约 1.93 亿	约 1.93 亿	2022—2030 年	其他：政府 资金	减缓	交通	无	无	无	推动交通绿色转型
海事及水务局	推动中水回 用 ^[79]	将污水再生利用，并推 动建设中水基础设施、 构建营运管理体系、制 订技术规范等工作，逐 步扩展中水的供应区域	约 8.79 亿	约 8.79 亿	2022—2030 年	其他：政府 资金	适应	水资源	无	有	无	加强水资源的循环利用

[76] 项目预期周期为 2020—2024 年，预估资金需求总额和分配到气候变化领域的资金额均为 18.7 亿，表中数据为平均分摊后数据。

[77] 项目预期周期为 2020—2024 年，预估资金需求总额和分配到气候变化领域的资金额均为 2000 万，表中数据为平均分摊后数据。

[78] 项目预期周期为 2022—2035 年，预估资金需求总额和分配到气候变化领域的资金额均为 3 亿，表中数据为平均分摊后数据。

[79] 项目预期周期为 2022—2034 年，预估资金需求总额和分配到气候变化领域的资金额均为 12.7 亿，表中数据为平均分摊后数据。

中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告

填报单位	项目名称	项目描述	预估资金需求总额 (人民币)	预计分配到气候变化领域的 资金额 (人民币)	项目预期 周期	资金性质	支持类型	项目部门	子部门	是否涉 及技术 转让	是否涉 及能力 建设	项目预期 成效
市政署	澳门野生植物监测	对样地内野生植物作长期性生长及物候监测，探讨气候变化及环境对澳门野生植物的影响	约 100 万	约 100 万	2022—2025 年	其他：政府资金	适应	林草	无	无	无	分析气候对植物物候影响
市政署	林分改造	种植抗逆性强的优良乡土树，借以增强澳门山林生态功能	约 240 万	约 120 万	2021—2024 年	其他：政府资金	适应	林草	无	无	无	增强山林抵抗极端天气能力
市政署	山林修复	对受台风影响的澳门受损山林进行修复	约 3200 万	约 1600 万	2021—2024 年	其他：政府资金	适应	林草	无	无	无	增强山林抵抗极端天气能力
公共建设局	内港雨水泵站及下水道工程	通过建造大型箱涵渠及雨水泵站以及重整下水道系统，改善内港南一带因暴雨天气带来的水浸问题，预计于 2025 年上半年完工	不掌握	不掌握	2021—2025 年	其他：政府资金	适应	建筑	无	无	无	有效降低暴雨、台风、海平面上升对该区的影响。
公共建设局	新城 A 区堤堰优化工程	对新城 A 区的堤堰进行加高，提高防洪能力，降低因风暴潮海水越堤对新城 A 区的影响，分三期施工，第一期将于 2024 年上半年完工	不掌握	不掌握	2021—2024 年	其他：政府资金	适应	建筑	无	无	无	有效降低暴雨、台风、海平面上升对该区的影响。

第六部分 澳门特别行政区应对气候变化基本信息

表 6-18 澳门特区获得的应对气候变化资金支持

填报单位	项目名称	项目描述	支持来源	国内项目执行机构	项目获得的资金支持总额（人民币）	气候变化相关的资金额（人民币）	项目实施周期	资金性质	资金状态	支持类型	支持部门	子部门	是否涉及技术转让	是否涉及能力建设	项目状态	项目成效	其他信息
无																	

表 6-19 澳门特区应对气候变化技术转让支持需求

填报单位	项目名称	项目描述	支持类型	支持部门	子部门	需转让的技术	预期实施周期	预期实施效果
环境保护局	建设有机资源回收中心	生物质回收与发电	减缓	能源、废物利用	无	生物质发电技术	2023—2027年	减少有机废物，提高清洁电力占比
海事及海水局	再生水的利用技术	再生水循环利用	适应	水资源	无	水循环利用	2024—2030年	减少水的消耗
海事及海水局	海平面上升预测评估技术	预测海平面上升的威胁	适应	海岸带	无	海平面变化监测	2024—2030年	减少海平面上升带来的危险
海事及海水局	高效防洪技术	防止洪涝灾害	适应	海岸带	无	洪涝灾害预防	2024—2030年	预防洪涝灾害

表 6-20 澳门特区获得的应对气候变化技术转让支持

填报单位	项目名称	项目描述	项目实施周期	支持来源	国内项目执行机构	支持类型	支持部门	子部门	项目状态	项目成效	其他信息
无											

表 6-21 澳门特区应对气候变化能力建设需求

填报单位	项目名称	项目描述	支持类型	支持部门	子部门	预期实施周期	预期实施效果
地球物理气象局	政府机构应对气候变化治理能力培训	主要职能部门应对气候变化的人员培训，提升政府主管人员应对气候变化的治理能力	适应	能源、产业、环境	无	2024—2025 年	培训人员超过 100 名，开展讲座 5 次以上
地球物理气象局	行业碳审计研究	研究适用于澳门的行业碳审计标准及制度	减缓	能源、产业、交通、建筑	无	2022—2027 年	编制行业碳审计指南 1 部以上，开展讲座 5 次以上

表 6-22 澳门特区获得的应对气候变化能力建设支持

填报单位	项目名称	项目描述	支持来源	国内项目执行机构	项目实施周期	支持类型	支持部门	子部门	项目状态	项目效果	其他信息
无											