



# 国际工程企业碳管理 研究报告

Research on Carbon Management of International  
Contractors



# 前 言

联合国政府间气候变化专门委员会第六次评估报告显示，自1850-1900年以来，全球地表平均温度已上升1.09℃，其中1.07℃升温是由于人类活动造成的温室气体累计排放导致。基础设施建设是人类活动最大的温室气体排放源之一。交通基础设施（如道路、铁路、机场、港口）、公用事业基础设施（如电力、水、点燃起供应）、通信网络基础设施（如互联网、5G基站、数据中心）、以及社会基础设施（如学校、医院、住房）为人们日常生活提供了所需的基本条件，推动了经济发展和社会进步，但也导致较为严重的环境问题。与基础设施相关的原材料开采、制造和运输、施工建设以及项目运营均会产生大量的温室气体排放。《2021年气候行动基础设施报告》（UNEP）显示，因基础设施建设导致的温室气体排放占全球总排放量的75%以上。

在全球气候变化日益严峻的背景下，如何在保障基础设施建设的同时，有效控制和减少温室气体排放，已逐渐成为一项重要的全球性课题，各国政府、金融机构与行业组织正以前所未有的紧迫感探索应对之道，陆续推出包括气候/转型金融、碳定价机制、ESG气候信息披露等政策工具和管控手段，以鼓励和推动企业温室气体减排，尤其在能源、建筑、交通等领域制定低碳减排政策和标准，推进绿色基础设施建设和基建行业上下游价值链的脱碳转型。

面对全球应对气候变化政策监管新形势，各行业企业积极制定碳中和目标和碳减排行动路径。据科学碳目标倡议（SBTi）官网数据显示，全球已有7879家企业采取减排行动，5276家企业加入了科学碳目标倡议，其中3131家企业作出明确的净零排放承诺。对于在全球范围内参与基础设施项目投资、建设、运营和维护的国际工程企业来说，开展碳管理是符合东道国绿色低碳合规要求和促进企业可持续发

展的必然选择。碳管理能够帮助企业优化工程设计和施工方案，提高工程项目能源和资源利用效率，降低温室气体及污染物排放，有效降低运营成本。同时，企业加强碳管理也有助于树立良好的环保形象，提升企业 ESG 相关评级，赢得项目业主和合作伙伴的认可，从而赢得更多的项目机会。

为加强对基础设施建设与运营领域碳管理的发展研究，全面分析气候变化政策下全球基建行业面临的碳监管压力与合规需求，促进国际工程企业的可持续发展，中国对外承包工程商会联合北京中创碳投教育咨询有限公司共同发布《国际工程企业碳管理研究报告》。本报告以国际社会对基建工程企业的碳管理合规要求为起点，提出企业开展碳管理的体系框架，并针对国际工程企业的碳排放核算方法和基建项目的碳管理措施进行分析阐述，旨在为国际工程企业推进碳管理工作提供参考。

德国国际合作机构（GIZ）对本报告项目给予了大力支持，来自中国交通建设股份有限公司、中国电建国际工程有限公司、中国机械设备工程股份有限公司、中国冶金科工股份有限公司、北方国际合作股份有限公司以及三峡国际股份有限公司的专家对报告内容提出许多建设性的意见和建议，在此一并表示衷心感谢！

因撰写人员能力所限，报告内容恐有疏漏或不足之处，恳请读者不吝批评指正！

# 目 录

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 前言 .....                              | I  |
| 一、应对气候变化与碳管理合规要求 .....                | 1  |
| 1.1 应对气候变化全球共同行动 .....                | 1  |
| 1.2 全球主要地区与国家的碳管理要求 .....             | 1  |
| 1.3 企业面临的碳排放信息披露要求 .....              | 6  |
| 1.4 国际工程企业所面临的碳管理挑战 .....             | 10 |
| 1.5 国际工程企业所面临的碳管理机遇 .....             | 11 |
| 二、国际工程企业碳管理体系与行动 .....                | 12 |
| 2.1 碳管理战略体系 .....                     | 12 |
| 2.2 碳管理行动措施 .....                     | 17 |
| 三、国际工程企业碳排放核算方法研究 .....               | 21 |
| 3.1 国际企业碳排放核算通用依据 .....               | 21 |
| 3.2 国际工程企业碳排放核算流程 .....               | 22 |
| 3.3 国际工程企业碳排放核算要点 .....               | 26 |
| 四、国际工程企业减排碳资产开发 .....                 | 38 |
| 4.1 国际自愿减排机制概述 .....                  | 38 |
| 4.2 碳资产开发的一般流程 .....                  | 40 |
| 4.3 碳资产开发商业模式 .....                   | 41 |
| 五、国际工程企业碳管理实践—Skanska AB 斯堪斯卡集团 ..... | 42 |
| 5.1 碳管理目标 .....                       | 42 |
| 5.2 碳管理路线图 .....                      | 43 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 5.3 碳排放核算 .....        | 43 |
| 5.4 项目碳管理 .....        | 43 |
| 5.5 第三方国际认证 .....      | 44 |
| 5.6 绿色金融 .....         | 44 |
| 六、国际工程企业碳管理建议 .....    | 46 |
| 6.1 提升碳管理意识与能力 .....   | 46 |
| 6.2 制定公司碳管理战略体系 .....  | 46 |
| 6.3 加强碳排放现状调查分析 .....  | 46 |
| 6.4 加强低碳技术研究应用 .....   | 46 |
| 6.5 挖掘碳资产商机与潜力 .....   | 47 |
| 6.6 探索供应链碳足迹管理 .....   | 47 |
| 附录：部分国家和地区的碳管理政策 ..... | 48 |

## 一、应对气候变化与碳管理合规要求

### 1.1 应对气候变化全球共同行动

人类活动所导致的温室气体排放与日俱增，全球气候变暖正以史无前例的速度加剧，对地球生态和人类生存构成了巨大威胁。实现全球碳中和，大幅度减少人为碳排放，并利用碳抵消/负碳技术来平衡剩余的温室气体排放，已经成为每个人义不容辞的责任，采取相关行动刻不容缓。为此，1992年5月9日联合国大会通过《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》），《公约》致力于推动各国政府间气候变化谈判和应对行动。2015年11月30日，第21届《公约》缔约方大会正式通过具有法律约束力的国际气候变化条约《巴黎协定》，旨在尽快实现全球温室气体排放达到峰值，尤其是要到本世纪下半叶让全球实现温室气体净零排放，以确保到2100年全球温升幅度较工业化前控制在2°C以内，并努力控制在1.5°C以内。

为实现《巴黎协定》所设定的控排目标，全球共有150多个国家陆续提出碳达峰、碳中和目标路径，并相继发布自身碳达峰/碳中和路线图、监管体系、投融资战略、技术和融资支持等政策措施，积极开展应对气候变化行动。以世界银行、亚洲开发银行、亚洲基础设施投资银行等为代表的国际金融机构发布多项气候变化资金计划、绿色低碳与转型金融战略以支持全球应对气候变化行动，不断扩大国际气候资金规模，为各国绿色低碳项目提供担保增信，通过金融手段与资金引导，推动能源、交通、基础设施建设等领域的能源转型与脱碳行动。

### 1.2 全球主要地区与国家的碳管理要求

#### 1.2.1 欧洲地区

欧盟作为全球气候变化领域的重要参与者，一直致力于推动减

少碳排放，实现可持续发展。2019年12月，欧盟委员会提出应对气候变化“绿色新政”(European Green Deal)并将其作为一项新的长期战略<sup>1</sup>。2021年4月，欧洲理事会和欧洲议会就《欧洲气候法》达成一致，确立了各成员国2030年减排55%(与1990年相比)和2050年净零排放目标。为实现2030年减排55%的近期目标，2021年7月欧盟委员会提出一揽子减排计划，修订/制定欧盟碳排放交易体系(EU ETS)、《责任分担条例》、《土地利用、林业和农业条例》、《可再生能源指令》、《能源效率指令》、《替代燃料基础设施条例》、《欧盟航空倡议》、《欧盟航运倡议》、碳边境调节机制等政策文件。

为弥补欧盟成员国因经济发展水平、产业结构、技术水平、能源结构等差异所致的不同减排境遇，欧盟引入公正转型机制，设立公正转型基金(Just Transition Fund, JTF)、“投资欧洲(Invest EU)”计划、欧洲投资银行公共部门贷款机制等等，提供至少1000亿欧元的资金用以帮助欧洲低碳转型。

### 1.2.2 非洲地区

非洲碳排放总量只占全球的2%~3%<sup>2</sup>，但却是近年来遭遇极端天气和生态灾难冲击最严重的地区之一。2010年以来，《东非共同体气候变化政策》(EAC Climate Change Policy)、《东南非洲气候适应与减缓计划》(Programme on Climate Change Adaptation and Mitigation in COMESA- EAC- SADC Region)、非洲碳市场倡议(ACMI)、《非盟气候变化战略(草案)》(Draft African Union Strategy on Climate Change)、《可再生能源和能源效率战略与行动计划》<sup>3</sup>陆续发布，指导成员国应对气候变化挑战。2022年非洲联盟发布《非

---

<sup>1</sup> European Commission. A European green deal [ R/OL ] . ( 2019-12-12 ) . [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

<sup>2</sup> UNFCCC. United Nations Fact Sheet on Climate Change[EB/OL].[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int) , 2021.

<sup>3</sup> <https://www.fao.org/faolex/results/details/zh/c/LEX-FAOC225308/>

洲联盟气候变化和复原力发展战略和行动计划（2022-2032）》<sup>4</sup>，提出了非洲应对气候变化的五大重点领域，包括气候金融、可再生能源转型方案、以自然为基础的解决方案、韧性农业发展和绿色韧性城市，为解决气候变化问题提供了一个共同行动和加强合作整体框架。非洲 2063 日程第二个十年计划（2024-2033）<sup>5</sup>再次强调，要加强非洲地区对于气候变化的抵御能力，建设具有气候适应能力的经济环境。

### 1.2.3 亚洲地区

作为全球经济最活跃的地区之一，亚洲国家致力于应对气候变化，减少温室气体排放，并采取措施适应气候变化影响。

中国：作为世界上最大的温室气体排放国，承诺到 2030 年碳排放达到峰值，并努力在 2060 年前实现碳中和。为实现这一承诺，2021 年 7 月中国启动全球最大的碳排放交易体系，目前已纳入 2000 多家电力企业。未来将逐步扩大行业覆盖范围，引入更多市场机制。同时，中国作为“一带一路”的发起国，推出绿色“一带一路”建设，加强与共建“一带一路”国家的绿色基建、绿色能源、绿色金融等领域合作，提高境外项目环境可持续性。

中亚：中亚地区 80%的温室气体排放来源于化石能源生产和消费<sup>6</sup>。为应对气候变化严峻挑战，摆脱传统能源高度依赖，中亚各国针对能源经济转型制定了一系列气候减缓和适应政策。哈萨克斯坦将提高能源效率和降低二氧化碳排放作为国家发展目标，提出了 2030 年温室气体排放减少 15%（相较 1990 年水平），2060 年碳中和的目标。乌兹别克斯坦致力于提高能源效率和建立以可再生能源为主的能源结构，《2019 至 2030 年乌向绿色经济过渡战略》提出，

---

<sup>4</sup> <https://au.int/en/documents/20220628/african-union-climate-change-and-resilient-development-strategy-and-action-plan>

<sup>5</sup> <https://faolex.fao.org/docs/pdf/au225403.pdf>

<sup>6</sup> 陈翰. 发展绿色金融，助力中亚可持续发展[EB/OL]. [www.iigf.cufe.edu.cn](http://www.iigf.cufe.edu.cn), 2022.



要使可再生能源的份额达到总发电量的 25% 以上，保证所有居民和经济活动各领域均能获得现代化、廉价、可靠的能源供应。

东盟：据国际能源机构（IEA）预测，随着化石燃料需求的持续增长，2040 年东盟十国的总排放量将达到 2.4Gt<sup>7</sup>。为了实现能源发展与环境保护的协同增效，东盟开展了《2016-2025 年东盟能源合作行动计划》<sup>8</sup>，承诺到 2025 年将能源强度较 2005 年下降 32%。同时，新加坡、泰国、印度尼西亚等国家制定了 2050 年~2060 年的碳中和目标，并纷纷出台各种碳减排政策，迫切希望在不耽误经济高速发展的同时，通过能源转型、能源效率提升、低碳技术投资、建筑节能改造、交通可持续发展、碳税与碳市场等行动，来减少二氧化碳排放。

#### 1.2.4 大洋洲地区

大洋洲各国在碳监管政策上存在一定差异，但整个地区对于气候变化和碳排放的管理越来越严格。

澳大利亚：2022 年推出了《气候变化法案》，目标是到 2030 年将排放量比 2005 年的水平减少 43%，并在 2050 年实现净零排放。为了实现这一目标，澳大利亚政府计划投资至少 200 亿美元用于低碳技术，特别是在工业、矿业和制造业领域，以降低直接排放<sup>9</sup>。

新西兰：2008 年新西兰开始碳交易体系运营，覆盖了电力、工业、国内航空、交通、建筑、废弃物、林业、农业等行业，且纳入控排的门槛较低，总控排气体总量占温室气体总排放的 51% 左右。2019 年《零碳法案》承诺 2050 年实现碳中和。2022 年新西兰首次发布了减排预算和《减排规划》（The Emissions Reduction Plan），详细阐明政府计划如何实现排放预算，为实现更加公平、繁荣和创

---

<sup>7</sup> IEA. Southeast Asia Energy Outlook 2019[EB/OL]. www.iea.org, 2019.

<sup>8</sup> ASEAN. ASEAN Plan of Action for Energy cooperation 2016-2015[EB/OL].www.asean.org,2016.

<sup>9</sup> 新京报. 澳大利亚发布 2050 碳中和计划，总投资 200 亿澳元[EB/OL].www.bjnews.com.cn,2021.

新性的未来提供蓝图<sup>10</sup>。

太平洋岛国：如斐济、基里巴斯、巴布亚新几内亚等，由于深受气候变化影响，这些国家积极推动碳中和，通过可再生能源发展、能效提升、绿色交通和森林保护等措施来应对气候变化。

### 1.2.5 美洲地区

北美洲：美国提出“3550”目标，即到2035年通过可再生能源实现无碳发电，到2050年实现碳中和。为实现这一目标，美国政府推出了一系列的行政命令来推进碳减排工作，例如，发布了《应对国内外气候危机的行政命令》《清洁未来法案》等，同时拟计划投资16000亿美元兴建基础建设，其中包括了建设充电桩、优化交通路线、优化电网布局、实现清洁能源发电、升级改造现有高耗能建筑物、发展气候智能型农业<sup>11</sup>。加拿大2021年发布《净零排放责任法案》，正式确定了2050年实现净零排放的承诺<sup>12</sup>。2023年发布加拿大碳管理战略，该战略阐明了碳管理在加拿大向净零经济转型中的作用，概述了加拿大政府促进碳管理的五个重点领域：一是加速研究与创新、开发与示范；二是推进政策和法规，包括加拿大的全面碳定价体系；三是吸引投资和贸易机会；四是扩建项目和基础设施，以满足碳管理机构发展需求；五是建立伙伴关系和培养劳动力<sup>13</sup>。墨西哥设立碳税和建立自愿排放交易机制，覆盖了能源和工业部门的直接二氧化碳排放。

南美洲国家高度重视气候变化问题，乌拉圭提出了2030年碳中和目标，巴西、哥伦比亚、智利、阿根廷等将碳中和目标设定在2050

---

<sup>10</sup> 驻新西兰大使馆经济商务处。新西兰政府官网：新西兰首次发布减排预算[EB/OL].[www.nz.mofcom.gov.cn](http://www.nz.mofcom.gov.cn),2022.

<sup>11</sup> 中大咨询研究院双碳研究组。我们能从美国减碳政策的制定与实施中总结出什么经验[EB/OL].[www.thepaper.cn](http://www.thepaper.cn), 2021.

<sup>12</sup> 全球能源互联网发展合作组织。加拿大立法落实2050年净零排放目标[EB/OL]. [www.geidco.org.cn](http://www.geidco.org.cn), 2021.

<sup>13</sup> 驻卡尔加里总领事馆。加拿大发布碳管理战略[EB/OL]. [www.calgary.mofcom.gov.cn](http://www.calgary.mofcom.gov.cn), 2023.

年,委内瑞拉等则提出了到 2030 年二氧化碳排放量下降的阶段性减排目标。巴西启动了“国家绿色增长计划”(PNCV),拟利用总规模约 4000 亿雷亚尔的国内外公共和私人资本,推动实现降低碳排放、开展森林保护及合理利用自然资源三大目标<sup>14</sup>。哥伦比亚在建筑、交通等领域发力,规划到 2050 年实现所有建筑的净零碳排放,鼓励骑车等低碳出行方式,并开展配套基础设施建设。

### 1.3 企业面临的碳排放信息披露要求

为了应对气候变化带来的环境风险,政府部门、证券交易所、国际组织等机构积极制定政策和方法,通过强制性披露、自愿性披露等方式,加强企业气候治理信息透明度。

#### 1.3.1 强制性披露相关要求

##### (1) 碳交易市场

目前国际上已有超过 50 个国家和地区碳排放权交易市场启动运行或筹建中,涵盖欧盟成员国、哈萨克斯坦、巴西、墨西哥、中国、日本、韩国、印度尼西亚、越南等。碳排放权交易市场作为强监管制度,管控覆盖范围内的电力、工业、航空、交通、建筑等行业的企业或设施,需按要求开展企业碳排放信息的监测、报告与核查履约工作。

##### (2) ESG 信息披露

在全球应对气候变化与碳中和的大背景下,国际 ESG (Environmental, Social and Governance) 理念不断发展深化。ESG 即环境、社会和公司治理,是指从环境、社会和公司治理三个维度评估企业经营的可持续性与对社会价值观念的影响,其中环境因素(E)重点关注企业的碳排放、能源使用、水资源管理、污染控制等;社会因素(S)涵盖员工福利、健康与安全、人权尊重、社区关系、产品责任;治理因素(G)包括董事会结构、透明度、道德与

---

<sup>14</sup> 科技日报. 巴西政府正式推出“国家绿色增长计划”[EB/OL]. [www.br.mofcom.gov.cn](http://www.br.mofcom.gov.cn), 2021.

合规、股东权利等。随着全球气候变化问题的日益凸显，监管机构、投资者和消费者越来越重视企业的 ESG 中“E”的表现，对大型企业和上市公司应对气候变化和碳排放相关信息的披露要求不断增强。

欧盟、美国、英国、南非、印度、马来西亚、新加坡等国家和地区纷纷制定法律和政策，要求大型企业和上市公司通过 ESG 报告披露碳排放相关信息。以欧盟为例，其 2023 年 1 月 5 日生效的企业可持续发展报告指令（CSRD）要求企业按照统一的《欧洲可持续发展报告标准》（ESRS）对气候变化有关信息进行披露，2024 年 4 月 24 日生效的《企业可持续尽职调查指令法案》（CSDDD）又将披露范围进一步拓展到了供应链的商业伙伴经营活动<sup>15</sup>。

全球 133 家<sup>16</sup>加入联合国“可持续证券交易所”（Sustainable Stock Exchanges Initiative，简称为“SSE”）倡议的交易所中，73 家发布了 ESG 信息披露指引，38 家强制要求企业披露 ESG 信息，其中印度尼西亚、哈萨克斯坦、肯尼亚、新加坡、南非、泰国等国家和地区的 33 个交易所发布了强制 ESG 信息披露指引。企业气候变化相关的排放、管理、战略、风险等内容是各国 ESG 报告指引关注的重点。大多数交易所要求企业按要求披露其“范围一”和“范围二”温室气体排放<sup>17</sup>，并引导企业披露“范围三”（上下游价值链，如适用）的更多的温室气体排放信息。

---

<sup>15</sup>[https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MjM5ODI5MzI0NA==&mid=2651584311&idx=1&sn=4d8387ba4dfec134ef09b5da7e61f49&chksm=bc74085ceb2460e5b9afb492c4fc70d9d2c3fb9b4055157cadf80eb943f2cf59cf91ccb769d5&scene=27](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MjM5ODI5MzI0NA==&mid=2651584311&idx=1&sn=4d8387ba4dfec134ef09b5da7e61f49&chksm=bc74085ceb2460e5b9afb492c4fc70d9d2c3fb9b4055157cadf80eb943f2cf59cf91ccb769d5&scene=27)

<sup>16</sup> <https://sseinitiative.org/>

<sup>17</sup> GHG Protocol, <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>

范围一排放亦称直接排放，是指企业拥有或控制的排放源(如生产经营设施和运输工具)所产生的温室气体排放。

范围二排放亦称间接排放，是指企业不能控制的排放源所产生的温室气体排放，包括购买自用的电力、蒸汽、暖气、冷气产生的温室气体排放。

范围三排放，是指企业价值链产生的温室气体排放，包括企业价值链的上游（生产、供应等）与下游（销售、使用等）环节产生的温室气体排放。

### 1.3.2 自愿性碳信息披露标准

在各国建立强制性碳信息披露制度的同时，许多国际组织以不同目标为导向，制定了各有侧重的碳信息披露框架，主要包括全球报告倡议组织（GRI）、可持续发展会计准则委员会（SASB）、国际综合报告委员会（IIRC）、碳排放披露项目（CDP）、气候相关财务信息披露工作组（TCFD）、气候变化信息披露标准委员会（CDSB）和国际可持续发展标准委员会（ISSB）等。

GRI 专门针对温室气体排放发布了《GRI 305：排放 2016》碳排放信息专项议题披露标准，主要侧重于 7 项温室气体排放，包括直接温室气体排放，能源间接温室气体排放，其他间接温室气体排放，温室气体排放强度，温室气体减排量，臭氧消耗物的排放，氮氧化物、硫氧化物和其他重大气体排放。

SASB 分行业发布了 77 个披露标准，关注全球范围一排放、控制排放规则覆盖的比例、排放报告规则覆盖的比例、与行业相关的排放、范围一排放的管理战略、目标和绩效等。

IIRC 发布的《综合报告框架》关注气候变化带来的环境挑战，要求披露碳排放度、企业及其供应链上下游的碳排放与气候行动、碳排放相关的财务指标等。

CDP 主张的碳信息披露框架包括四个方面<sup>18</sup>：低碳风险管理（包括自然风险、法规风险、技术风险和声誉风险），碳减排核算（包括选择碳核算方法、编制碳减排会计报告、外部鉴证和审计、碳排放年度间差异对比、核算温室气体直接、间接排放大小），碳减排管理（包括碳减排项目、碳排放强度、能源成本、减排规划、排污权交易等方面的内容），全球气候治理（包括企业减排责任和企业的贡献）。

TCFD 发布的《气候信息披露框架》由治理、战略、风险管理、指标和目标四大核心要素组成，共计 11 个披露项。具体到指标和目标层面，要求披露组织机构评估气候相关风险与机遇的标准；披露范围一，范围二，范围三(如果适用)的温室气体排放情况以及潜在的风险；披露组织机构管理应对气候相关议题的目标，以及实际表现。

CDSB 在 2010 年发布的《气候变化报告框架》重点关注气候变化的战略分析，气候变化的监管风险，气候变化有形风险和碳排放信息。

ISSB 在 2024 年 1 月 1 日发布首批 ISSB 可持续发展披露准则——《IFRS S1：可持续相关财务信息披露一般要求》和《IFRS S2：气候相关披露》。IFRS S1 要求企业披露所有会影响其发展前景的可持续相关风险和机遇，IFRS S2 要求企业披露气候相关风险和机遇信息，并提供了详细指引和支持，并将温室气体核算体系作为企业碳排放量核算标准，要求企业披露范围一和范围二的碳排放总量，将范围三纳入半强制披露范畴。其中范围一指报告企业拥有或控制的运营产生的排放，范围二指报告企业消耗的购买或收购的电力、蒸汽、供热或供冷而产生的排放，范围三指报告价值链上发生的所有间接排放，包括上游和下游的排放。

---

<sup>18</sup> 赵欣欣. 海外背景高管对碳信息披露水平的影响研究. 2023. 西安理工大学, MA thesis. doi:10.27398/d.cnki.gxalu.2023.001759.

## 1.4 国际工程企业所面临的碳管理挑战

### 1.4.1 各国减排行动对企业构成巨大压力

当前，世界各国都在采取应对措施，全面改变现有生产和生活方式，推动能源结构升级转型，以更有效减缓温室气体排放，避免全球气温的持续升高。截止 2023 年，已经有 195 个缔约方向《联合国气候变化框架公约》秘书处提交了国家自主贡献目标（NDC），这代表着几乎所有参与《巴黎协定》的国家都已制定了其应对气候变化的行动计划。随着越来越多的国家陆续出台控排降碳政策措施，必将为国际基础设施行业带来巨大的挑战与转型压力，甚至在不远的将来改变现有基础设施项目的投融资、建设和运营模式。

### 1.4.2 国际工程行业绿色低碳转型日益紧迫

基础设施绿色低碳转型是实现全球气候目标的必由之路。2023 年 12 月，联合国第 28 届气候变化公约缔约方大会将“逐步摆脱化石燃料”写入最终协议文本。中国也早在 2021 年就公开承诺不再新建境外煤电项目、积极构建绿色金融发展平台和国际合作机制，并先后发布《关于推进绿色“一带一路”建设的指导意见》和《关于推进共建“一带一路”绿色发展的意见》，推动“一带一路”绿色基建，促进沿线国家和地区共同实现 2030 年可持续发展目标。在全球能源绿色转型的大背景下，如煤电等高能耗、高排放项目将面临被限制甚至被淘汰的命运，推动国际工程行业向绿色低碳转型升级势在必行。

### 1.4.3 国际工程企业碳管理难度不断增大

随着国际机构、行业组织以及各国政府陆续发布和出台多样化的碳排放相关核算、监管标准和规定，国际工程企业将面临着越来越复杂多样的碳管理合规要求。各类工程项目从立项审批到建设、运营等各个环节，都需要遵循不同国家地区以及行业组织的碳排放标准和法规。同时，需处理各利益相关方对碳排放监管的不同需求。

另一方面，世界银行、亚开行、亚投行、国家开发银行等国内外金融机构纷纷设立绿色基金、绿色贷款以及碳减排专项资金，为气候友好型绿色工程项目提供投融资支持，对国际工程企业在贷款融资以及工程项目筛选方面也提出了更高的要求。

## 1.5 国际工程企业所面临的碳管理机遇

### 1.5.1 资金支持和技术合作机会增加

针对气候变化问题，国际组织、政府、金融机构、私营部门等通过绿色基金、绿色债券、专项资金等方式向低碳技术、减排项目提供资金与技术支持。其中，包括联合国气候变化框架公约下的绿色气候基金（GCF）、全球环境基金（GEF）、适应基金（AF）、最不发达国家基金（LDCF）、特别气候变化基金（SCCF）；世界银行旗下的气候投资基金（CIF）、清洁技术基金（CTF）、全球基础设施基金（GIF）；发达国家向发展中国家提供双边官方援助（ODA）等。在中国支持发起的“一带一路”绿色投资原则的引导下，各方为“一带一路”沿线国家的绿色基础设施和可再生能源开发提供了数十亿美元的资金支持。这些来自政府和社会的资金支持，有助于企业提高自身的技术水平，减少温室气体的排放。

### 1.5.2 环境相关基础设施项目前景看好

随着全球环保意识和理念的提升，对现有建筑物的环保改造、危险废弃物处理、新能源、矿山环保、废弃矿山处理等领域的需求持续增长。例如，2022 年全球危险废弃物处理市场规模约为 163 亿美元，预计 2023-2030 年将以超过 5.8% 的速度增长<sup>19</sup>。同时，快速城市化过程中对地下和地表水系、土壤环境、动物生存环境的保护日益紧迫。然而，参与相关领域业务的国际工程企业数量较少，行业发展空间巨大。企业应放眼全球，拓展环境相关领域业务，从传

---

<sup>19</sup> Bizwit Research&Consulting LLP. Global Hazardous Waste Management Market Size Study & Forecast[EB/OL]. www.cn.gii.tw, 2024.



统的基础设施项目向更多领域拓展。

## 二、国际工程企业碳管理体系与行动

全球碳中和为国际工程企业提供了推动创新、提升品牌价值和增强企业竞争力的新契机。常见的国际工程企业的企业层级碳管理战略体系主要从碳管理目标设定、碳管理模式与架构、碳管理制度与支撑工具等多方面开展建设。而企业具体碳管理行动措施主要包括气候风险识别、碳排放核算、节能降碳措施、碳抵消、碳金融、意识与能力提升等，涵盖能源结构调整、生产流程优化到供应链管理、产品生命周期分析等多个环节。

### 2.1 碳管理战略体系

#### 2.1.1 碳管理目标设定

碳管理目标的设定是企业碳管理的重要工作，包括两个方面，一个是碳中和目标，另一个是碳战略目标。

碳战略目标是企业所确定的未来业务定位和转型目标。企业制定碳战略目标，要将外部压力与内在需求结合，在全社会中长期碳减排目标指引下，制定适合自身特点的战略目标。目标包括碳中和时间目标以及结合业务的需要制定的业务转型目标。

碳中和目标是实现碳达峰碳中和的时间目标，是碳战略目标的重要组成部分。企业通过碳中和目标，理清能源消耗及温室气体排放现状，促使企业进行创新、改进技术和业务模式，增强企业信誉，树立企业社会责任方面的良好形象提升竞争优势，帮助企业应对供应链上下游压力。多家知名国际工程企业提出了碳中和目标，其目标年份跨越 2023 年-2060 年（详见表 2-1）。科学碳目标（SBTi）是国际认可的碳管理工具，企业设定的 SBTi 目标可以为短期目标、长期目标以及净零目标。据 SBTi 官方信息显示，截至 2024 年 6 月，

全球约有 5511 家机构签署科学碳目标倡议，承诺设定科学碳目标，覆盖全球 70 多个国家和 50 个行业，占全球经济市值的三分之一以上<sup>20</sup>。其中如万喜（VINCI）、布伊格(Bouygues)、斯堪斯卡(Skanska AB)、法罗里奥(Ferrovial)等知名工程企业均提出了 SBTi 目标（详见表 2-1）。

表 2-1 知名国际工程企业的碳中和目标

| 序号 | 公司   | 总部地点 | 碳中和目标  | 是否承诺设定 SBTi <sup>21</sup> |
|----|--|------|--------|---------------------------|
| 1  | 万喜(VINCI)  | 法国   | 2050 年 | 是                         |
| 2  | ACS 集团/豪赫蒂夫<br>(Grupo ACS/Hochtief)                      | 西班牙  | 2045 年 | 否                         |
| 3  | 布伊格(Bouygues)  | 法国   | 2025 年 | 是                         |
| 4  | 斯特拉巴格<br>(STRABAG SE)                                    | 奥地利  | 2040 年 | 否                         |
| 5  | 斯堪斯卡(Skanska AB)   | 瑞典   | 2045 年 | 是                         |
| 6  | 法罗里奥(Ferrovial)  | 西班牙  | 2050 年 | 是                         |
| 7  | 现代建设<br>(Hyundai Engineering &<br>Construction Co. Ltd.) | 韩国   | 2045 年 | 是                         |
| 8  | 益科德(Exyte GmbH)  | 德国   | 2040 年 | 否                         |

<sup>20</sup> <https://sciencebasedtargets.org/>

<sup>21</sup>本研究报告发布时（2024 年 6 月）各企业 SBTi 是否处于承诺状态

|    |                          |     |                            |   |
|----|--------------------------|-----|----------------------------|---|
| 9  | 埃法日(Eiffage)             | 法国  | 2030 年较<br>2019 年下降<br>46% | 是 |
| 10 | 意大利工业集团<br>(webuild SpA) | 意大利 | 2025 年较<br>2017 年下降<br>50% | 是 |
| 11 | 福陆(Fluor)                | 美国  | 2023 年                     | 否 |
| 12 | 柏克德(Bechtel)             | 美国  | 2050 年                     | 否 |
| 13 | 阿驰奥纳(Acciona)            | 西班牙 | 2050 年                     | 是 |

### 2.1.2 碳管理体系架构

开展碳管理需要集团公司与基层企业分工合作。集团公司通常负责集团气候战略制定和碳管理体系建设，并监督其气候战略的具体实施。基层企业主要执行集团公司规定，监督并配合碳管理相关工作，也有部分基层企业会建立自身碳管理体系。

为完整准确全面落实企业的碳战略规划，达成碳管理目标，企业需建立与之相匹配的管理体系架构。例如设立或指定企业内部碳管理部门，匹配建立碳管理工作团队，明确碳排放、碳转型、碳资产、碳中和等不同维度管理的决策机制与部门权责，并制定相关工作流程规范、信息沟通机制等。

ACS（Grupo ACS）气候管理体系<sup>22</sup>：ACS 集团董事会作为最高管理机构，负责监督整体气候变化战略。董事会通过其职能，批准制定应对业务气候挑战所需的政策，而集团各公司则负责根据业务类型和地理区域制定各自的管理机制。

### 2.1.3 碳管理职责

<sup>22</sup> INTEGRATED REPORT ACS GROUP 2023

《PAS2080 基础设施碳管理标准》<sup>23</sup>（以下简称“《PAS 2080》”）提出了各类工程项目碳排放管理国际方法。该标准由建筑领导委员会的绿色建筑委员会与英国标准协会共同开发，立足工程项目供应链碳上下游碳管理，为工程项目设计方、施工方、运营方等不同参与主体在项目设计、施工和运营等环节开展碳管理工作提供系统和综合的指导。

设计方主要在设计阶段进行碳管理，从根源上减少项目的碳排放。设计方在充分了解项目的碳管理目标的基础上，将全生命周期降碳目标纳入工程项目的的设计开发中，通过识别全生命周期减碳机会，协助项目所有者/管理者进行目标设定及决策，并对项目所有者/管理者制定的不符合低碳原则的管理要求提出质疑。提供工程项目低碳解决方案时，设计方严格执行碳管理目标，了解不同材料和工艺设计的碳排放影响，通过延长设计寿命、改用更高效的技术或酌情改进替换部件的材料/性能规格等设计，来避免和减少碳排放，并对设计方案的全生命周期碳排放量进行监测与报告。为了落实低碳解决方案，设计方与供应链上下游和利益相关方协同合作，设定符合低碳解决方案的施工要求和产品/材料，以便施工方和产品/材料供应商遵循。

埃法日（Eiffage）低碳设计<sup>24</sup>：埃法日致力于为客户开发低碳材料组合解决方案，以 Ademe Carbon、Inies 等数据库为基础，开发了“碳计算器”，向客户展示使用不同产品所能达到的减碳效果，并积极使用秸秆、木材、生土等生物源材料降低项目碳排放。

在开展施工建设时，施工方充分了解项目的碳管理目标，按照项目设计方案，制定低碳施工方案，积极推进工程低碳施工建设。在选材环节，施工方制定项目产品/材料采购标准，并将其纳入招标

<sup>23</sup> <https://www.bsigroup.com/zh-CN/standards/pas-2080/>

<sup>24</sup> [fluor-climate-action-plan](#)

要求，避免使用碳排放密集型的产品/材料，改用低碳替代品或改进资源利用的供应商。施工环节，施工方采用低碳建设技术，执行工程建设节能标准，在减少资源使用、降低运输距离、控制建筑废料产生的同时，增加材料回收和循环利用的机会。此外，施工方监测和报告施工过程的碳排放情况，发现减碳机会和高碳环节，及时调整策略，确保项目碳管理目标实现。此外，为了更好地将全生命周期的碳排放管理与工程建设环节统筹结合，施工方尽早与项目所有方沟通，为其提供数据支持，并在施工工作范围内支持完善碳管理目标。同时，施工方与供应链上下游和利益相关方协同合作，为项目的再利用、翻新、改造或拆除过程，建立和实践循环经济模式。

中铁建绿色采购<sup>25</sup>：中铁建制定了《供应商管理办法》，建立了一套统一管理、分级实施、动态评价、资源共享的全生命周期管理体系，推行责任采购。中国铁建物资集中采购中心以绿色低碳钢材为起点，以绿钢标准为引领，以绿钢采购为抓手，以绿色金融为助推，在供应链流程中为钢材供需两端企业“绿化”减负。

中交建绿色施工<sup>26</sup>：中交建承建的平陆运河工程积极应用超大高陡边坡开挖与防护技术、超大体积混凝土温度控制与防裂技术、超深基坑开挖与防渗技术、复杂结构船闸建设技术等新型绿色低碳先进技术，减少碳排放量 17.6 万吨标准煤。

在工程项目运营阶段，运营方通过科学的管理方法，最大限度地减少排放，降低自然资源的使用。运营方制定并执行项目低碳运营计划，监测并报告项目运营过程中的碳排放信息；关注并预测项目运营阶段的碳排放情况，采用优化运营管理、改用低碳技术等方式降低项目碳排放；在项目维修、更换和翻新时，确保更换的产品/材料符合碳管理要求；通过碳管理目标的绩效追踪，动态调整和完

<sup>25</sup> fluor-climate-action-plan

<sup>26</sup> 中国交建环境、社会及管治报告 2023

善低碳运营方法。

对于 BOT 类型的工程项目，在工程项目需求阶段，识别项目、企业、供应链层面碳排放影响，结合国家和部门层面的碳目标/预算，设定项目碳减排基线和目标，并为此制定和实施碳管理流程，将其传达给供应链上下游。

#### 2.1.4 制度与支撑工具

企业结合管理现状、企业组织架构和战略规划、行动方案的具体内容，将碳管理过程中的各项要求转化为规范的管理制度与工作规章。通过制定碳排放数据管理制度，规范碳排放数据的监测、采集、计算、报送、配合第三方核查、存档、设备管理等工作；通过制定碳资产与碳交易管理制度，规范减排量核证、碳资产交易、碳会计、投资风险等工作；通过制定碳减排与碳中和管理制度，规范减排项目开发与管理、减排技术创新与应用等工作。企业各相关部门严格遵循企业指定的规则与制度，配合碳管理部门开展相关行动。

企业碳管理工作过程中会产生巨大的信息及数据流，根据企业特点应及时采用信息化、数字化系统工具或者平台等支撑工具开展碳管理工作，将有助于企业提升碳排放数据收集监控效率与数据质量，保障公司及时准确掌握并分析碳排放情况。并将能源消耗管理与碳排放管理有效融合，为企业未来实现碳达峰、碳中和目标提供智能化赋能。同时，数字化平台工具有效支撑，确保企业管理层及时跟踪和预测碳资产情况，快速分析制定合理的交易策略，助力企业碳资产保值增值。

斯堪斯卡(Skanska)支撑工具<sup>27</sup>：斯堪斯卡应用优化设计、数字碳计算工具和高效运输系统规划工具，为运营环节提供数字化解决方案，控制并降低项目碳排放。

## 2.2 碳管理行动措施

<sup>27</sup> Skanska AB annual-and-sustainability-report-2023

国际工程企业严格按照碳管理战略中所制定的减排目标、管理架构以及制度体系，稳步开展企业碳管理具体行动。碳管理行动措施主要包括气候风险识别、碳排放核算、节能降碳措施、排放抵消、碳金融工具以及意识与能力提升等五个方面。

### 2.2.1 气候风险识别

与气候变化相关的风险包括物理风险和转型风险。物理风险由极端天气/气候事件或天气模式的长期变化引起，给企业带来资产受损、停止运营等风险，对企业经济和财务产生直接影响。转型风险是指向低碳、气候适应性强的经济转型过程中产生的风险，通常包括政治、法律、技术、市场和声誉风险。对企业面临气候风险的可能性、影响程度进行评估，并针对各项风险制定适当的缓解措施，可以帮助企业应对风险，寻求机遇。

法罗里奥（Ferrovial）气候风险识别<sup>28</sup>：为了更好地识别与应对气候风险，法罗里奥参考气候相关财务披露工作组（TCFD）建议，开发了一个名为 ADAPTARE 的内部工具，评估不同情景、不同时间跨度和各种基础设施相关的气候风险。

### 2.2.2 碳排放核算

完善的碳排放信息监测和数据核算体系是企业进行碳排放管理的基础，有助于企业了解自身碳排放真实情况，量化能源消耗和碳排放成本，指导碳减排工作方向，形成数据驱动决策。国际工程企业开展的监测与核算通常聚焦企业层级的范围一、范围二排放，部分企业也开展范围三和工程项目的碳排放核算。

### 2.2.3 节能降碳措施

为实现碳排放目标，国际工程企业要结合行业排放特点、项目自身情况以及低碳技术发展趋势，探索并应用合适的节能降碳措施，制定减排路径。

<sup>28</sup> 2023-integrated-annual-report-ferrovial

能源领域的降碳措施包括：使用清洁能源、提升能源效率、开展技术创新、碳捕集利用和封存技术（CCUS）等。在应对气候变化背景下，各国政府纷纷布局能源转型，逐步淘汰高碳能源，加大对清洁能源的投入，发展风能、太阳能、生物能、地热能、水能、储能，减少对化石能源的依赖，降低碳排放。目前新能源领域技术创新集中在绿色甲醇、光热发电、漂浮式海上风电、海洋能、薄膜太阳能技术、绿氢等方面。CCUS 则主要将产生的二氧化碳进行捕获、利用和封存，避免其释放到大气中。

工业领域主要降碳措施包括：能效提升、清洁能源替代、用能电气化、资源循环高效利用、应用数字化手段等。绿色化工是实现可持续发展的有效途径，其内涵包括原料绿色化、催化剂绿色化、反应工程绿色化、能源绿色化、产品绿色化及资源化利用等六个方面<sup>29</sup>。

建筑领域节能降碳措施主要包括：维护结构节能技术、设备与系统节能技术、可再生能源建筑应用技术等<sup>30</sup>。维护结构节能技术包括新型低碳建筑材料（如新型墙体、高性能玻璃）等；设备与系统节能技术包括供热节能技术、高效制冷技术、通风技术及照明与家用电器节能技术等；可再生能源建筑应用技术包括太阳能热水系统给、太阳能光伏系统、热泵系统等。

交通领域的低碳技术涵盖：新能源汽车、智能交通、节能型交通装备以及绿色交通基础设施等多个方面。智能交通通过应用大数据、人工智能等先进技术，优化交通流，减少拥堵和空驶，从而提高交通效率并降低能耗。节能型交通装备采用轻量化材料、优化动力系统等手段，降低交通装备的能耗。绿色交通基础设施，如绿色公路、绿色港口等，也是推动交通领域低碳化的重要途径。

---

<sup>29</sup> 吴长江《加快突破新型绿色化工关键技术推动石油化工业转型升级》，《中国石化》杂志 2024 年第 3 期

<sup>30</sup> 住房和城乡建设部科技与产业化发展中心《建筑领域碳达峰碳中和实施路径研究》



通信领域低碳技术主要包括：共享共建技术、光纤通信技术、物联网技术、绿色数据中心技术等。通信网络设施共享共建，可以充分利用已有各类资源，提高基础设施使用效率，降低能源及资源消耗。新型超低损耗光纤可以减少光电转换能耗<sup>31</sup>。人工智能、云平台、边缘计算等技术实现精细化节能减排。绿色数据中心建设技术包括提高数据中心效率降低 PUE、开展储能技术以及 CCUS 技术研发应用、积极采购可再生能源、投资建设应用可再生能源项目等<sup>32</sup>。

埃法日（Eiffage）集团降碳措施<sup>33</sup>：埃法日集团通过改用生物柴油车、部署充电基础设施、车辆和工厂电气化、丙烷替代重油等行动来减少碳排放。

#### 2.2.4 排放抵消与碳中和

企业要实现碳中和，首先应努力减少自身碳减排，其次考虑通过碳抵消的方式将无法削减的碳排放进行抵消，从而达到整体的减排甚至碳中和目标。常见的碳抵消方式包括购买碳配额、碳信用等产品，从而抵消企业的温室气体排放量。

福陆(Fluor)购买抵消项目<sup>34</sup>：为了实现福陆的“2023 年净零排放”承诺，福陆通过购买能源属性证书（Energy Attribute Certificates, EACs），来抵消其范围一和范围二排放。

#### 2.2.5 碳金融工具

企业在投融资决策中考虑气候的影响，把与低碳发展相关的潜在回报、风险和成本都融入日常业务中，促进企业自身和社会可持续发展。常见的碳市场融资工具包括碳债券、碳资产抵质押融资、碳资产回购、碳资产托管等；常见的碳市场交易工具包括碳远期、碳期货、碳期权、碳借贷等。

<sup>31</sup> 工业和信息化部等七部门联合印发《信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022-2025 年）》

<sup>32</sup> 低碳数据中心发展白皮书（2021 年）

<sup>33</sup> Eiffage\_ClimateReport2023

<sup>34</sup> fluor-climate-action-plan

阿驰奥纳（ACCIONA）可持续融资<sup>35</sup>：自 2016 年首次发行绿色债券以来，阿驰奥纳共完成了 70 多项具有绿色或可持续结构的交易，包括双边贷款、银团贷款、私人债券、公共债券和信贷额度。此外，阿驰奥纳于 2023 年发布可持续影响融资框架，涵盖绿色金融和可持续发展相关融资工具。

## 2.2.6 意识与能力提升

企业与其利益相关方的碳中和意识与碳管理能力，影响着企业碳管理的水平。国际工程企业通过企业内部碳中和和能力意识培养和合作伙伴碳意识提升来开展意识与能力提升行动，增强员工应对气候变化的责任感和使命感，并将碳中和的理念和行动传递给更广泛的利益相关者，包括投资者、供应商、消费者，甚至行业协会、非政府组织以及广大社会公众。

## 三、国际工程企业碳排放核算方法研究

### 3.1 国际企业碳排放核算通用依据

世界资源研究所(WRI)和世界可持续发展工商理事会(WBCSD)制定的《温室气体核算体系》、国际标准化组织(ISO)发布的ISO14064—1:2018《组织层面上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南》是目前国际上最具影响力、应用最广泛的企业温室气体核算工具。

《温室气体核算体系》由一系列组织、项目量化与报告温室气体排放情况的标准、指南和计算工具构成。《温室气体核算体系：企业核算与报告标准（2004年修订版）》、《温室气体核算体系：企业价值链（范围三）核算与报告标准（2011年）》、《温室气体核算体系：范围三计算指南（2013年）》、《温室气体核算体系：范

<sup>35</sup> acciona-sustainability-report-2023

围二指南（2015年）》为企业量化温室气体排放提供了实用性指导。

ISO14064—1: 2018 借鉴《温室气体核算体系》的基本原则和方法论，为温室气体排放和移除两方面量化提供指导，并且规范了企业碳排放核算和报告原则<sup>36</sup>、温室气体清单边界、温室气体清单质量管理、温室气体报告、验证过程中组织的作用等内容。

随着《温室气体核算体系》陆续被国际可持续发展标准委员会（ISSB）制定的《IFRS S2：气候相关披露》准则、欧洲财务报告咨询组（EFRAG）制定的欧盟可持续发展报告准则（ESRS）以及美国证监会（SEC）制定的气候信息披露新规等推荐采纳，越来越多的国际企业自愿按照《温室气体核算体系：企业价值链（范围三）核算与报告标准（2011年）》报告其范围三排放情况，企业温室气体排放核算与报告逐步由范围一、范围二延伸向企业价值链。

### 3.2 国际工程企业碳排放核算流程

国际工程企业碳排放核算通常包括组建碳排放核算团队、制定核算目标、明确核算原则、确定核算边界、识别排放源、计算排放量、编制碳排放报告以及质量控制等环节，如图 3-1 所示。

---

<sup>36</sup> ISO 14064-1 要求企业在核算和报告温室气体排放时必须遵循相关性、完整性、一致性、准确性、透明性等五个原则，与 WRI 和 WBCSD 的《企业标准》提出的五个原则完全一致。

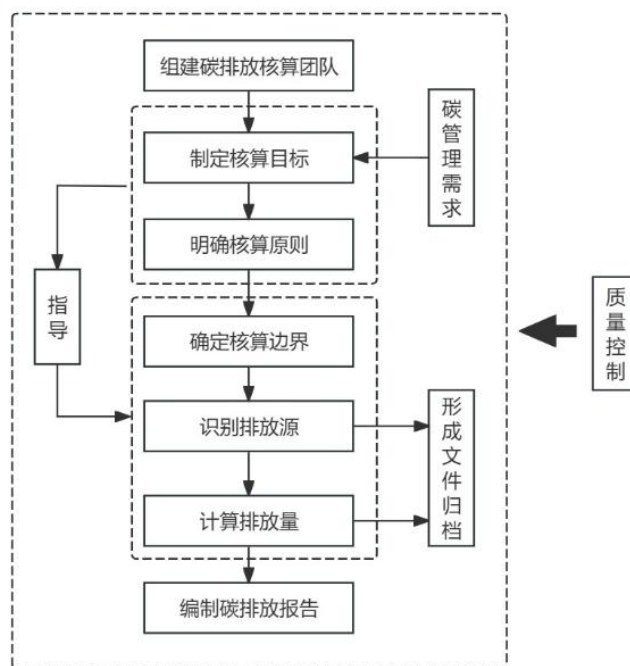


图 3-1 国际工程企业碳排放核算流程

### 3.2.1 组建碳排放核算团队

碳排放核算团队负责企业或工程项目各阶段的碳排放核算。国际工程企业在组建碳排放核算团队同时，须制定碳排放核算工作规章制度，明确核算团队及其人员责任，确立核算周期，并对工作内容和流程进行规范。

### 3.2.2 制定核算目标

核算目标指导并影响企业碳排放核算具体工作。国际工程企业应在开展具体碳排放核算工作前，依据企业碳管理需求，制定具体的核算目标。

国际工程企业开展碳排放核算的目标通常包括管理温室气体风险和识别减排机会；满足碳排放权交易市场、ESG 信息披露、环境影响评价、立项审批、绿色融资等碳信息披露要求；参与自愿性温室气体减排计划；提升企业信誉等等。

### 3.2.3 明确核算原则

国际工程企业开展碳排放核算的原则通常包括准确性、相关性、

完整性、一致性、透明性。

相关性：碳排放核算与报告所采用的资料、数据以及核算方法能充分反映工程企业碳排放情况并满足相关核算目标。

完整性：核算结果充分完整反映核算边界内的碳排放情况。披露任何没有计入的排放源及其活动并解释说明。

一致性：采用一致的核算方法，增强长期排放情况的可比性。

准确性：提高数据监测条件，保证所有碳排放核算数据来源和计算过程准确、可靠，使计算结果能够真实反映工程企业及其工程项目的碳排放情况。

透明性：充分说明计算所用的数据来源与计算方法，并形成文件归档。

#### **3.2.4 确定核算边界**

开展碳排放核算时，国际工程企业需要明确其核算的组织边界和运营边界。

组织边界用于确定企业碳排放核算和报告的业务与职责范围。按照《温室气体核算体系：企业核算与报告标准（2004年修订版）》所推荐的国际通用组织边界确定方法，主要有股权比例法和控制权法。股权比例法是指根据企业在业务中的股权比例核算碳排放，控制权法是指企业对其财务控制或运营控制业务范围内的全部温室气体排放量进行核算。国际工程企业可以根据核算目标要求，自主选择最适合企业特点的组织边界划分方法。

运营边界是指组织对其日常运营中产生的温室气体排放具有直接控制和管理职责的范围。根据国际碳排放信息披露相关要求，国际工程企业应该报告其运营边界内范围一和范围二的排放情况，并自行决定是否要统计和报告范围三所涉及的排放。

#### **3.2.5 识别排放源**

识别排放源是指在进行碳排放核算时，确定和确认企业或组织

产生温室气体排放的具体来源，通常需要结合企业及其项目的具体情况有针对性分析。常见的国际工程项目各阶段重点碳排放源详见表 3-1、表 3-2。

### 3.2.6 计算碳排放量

目前，碳排放量的核算主要有三种方法，排放因子法、质量平衡法和监测法。国际工程企业宜根据核算的实际情况选择合适的方法。

排放因子法是适用范围最广、应用最普遍的一种碳排放量化方法。它是指通过活动水平和相应的排放因子来计算碳排放量，即： $\text{二氧化碳排放量} = \text{活动水平数据} \times \text{排放因子} \times \text{GWP}$ ，其中，活动水平指导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值，例如化石燃料消耗量、电力消耗量；排放因子是单位生产或消费活动量的温室气体排放系数，不同化石燃料、不同区域电网电力排放因子均不同；GWP 又称全球增温潜势，用于衡量各种温室气体的温室效应对应于相同效应的二氧化碳质量。

质量平衡法采用基于具体设施和工艺流程的碳质量平衡法计算排放量，碳排放由输入碳含量减去非二氧化碳的碳输出量得到，即 $\text{二氧化碳排放} = (\text{原料投入量} \times \text{原料含碳量} - \text{产品产出量} \times \text{产品含碳量} - \text{废物输出量} \times \text{废物含碳量}) \times 44/12$ ，其中 44/12 是碳转换成二氧化碳的转换系数。

监测法基于排放源实测基础数据，汇总得到相关碳排放量。一般是在烟气排放连续监测系统（CEMS）中搭载碳排放监测模块，通过连续监测浓度和流速直接测量其排放量。

### 3.2.7 编制碳排放核算报告

核算报告能够反映碳排放量化结果，用于指导各项碳管理工作。国际工程企业碳排放核算报告的内容通常包括：

- （1）报告主体概述。需要描述工程企业基本信息，包括企业名

称，主营业务，承包项目名称与地址、项目占地面积、项目功能、开工时间、竣工时间等。

(2) 碳排放核算团队。描述碳排放核算团队负责人、小组工作成员名单及其职责。

(3) 碳排放核算范围。描述碳排放核算组织边界、运营边界、地理边界及时间范围等的详细情况，对碳排放源的归类情况进行说明。

(4) 碳排放量核算。描述碳排放核算相关的基础数据确定方式，说明计算的方法，并对碳排放量进行核算。其中，任何能够作为确定活动水平数据及排放因子的准确性、真实性的依据，都应形成文件并归档，作为该碳排放核算报告的附件，以便将来碳排放核查时使用。

(5) 碳排放结果评价。将碳排放核算结果与碳排放核算目标进行对比分析，并依据该目标进行碳排放情况评价。

(6) 附件说明。对所有碳排放计算依据、特殊情况以及确定碳排放源等情况进行说明。

### **3.2.8 碳排放核算质量控制**

碳排放核算质量控制是为了保证核算过程与核算结果的准确性、完整性以及一致性。国际工程企业需要结合核算目标，对其核算边界设定、排放源取舍、核算数据质量、排放计算质量、报告编制质量等内容进行全面评估与管理控制。

## **3.3 国际工程企业碳排放核算要点**

### **3.3.1 工程企业重点碳排放源**

国际工程企业碳排放包括办公场所碳排放和施工工地碳排放。一般情况下，工程企业运营边界内的设计、采购、施工阶段办公场所、施工工地范围一、范围二重点碳排放源如表 3-1 所示。

表 3-1 设计、采购、施工阶段重点碳排放源

| 类别   | 范围一排放源                          |  | 范围二排放源             |                        |
|------|---------------------------------|--|--------------------|------------------------|
|      | 办公场所                            | 施工工地   | 办公场所               | 施工工地                   |
| 设计阶段 |                                 | /  |                    | /                      |
| 采购阶段 | 固定燃烧（供暖锅炉、备用发电机、食堂灶具）           | /  |                    | /                      |
| 施工阶段 | 移动燃烧（公务燃油车辆）<br>逸散排放（制冷剂、灭火器逃逸） | 固定燃烧（备用柴油发电机等）<br>移动燃烧（施工燃油设备和车辆等）<br>逸散排放（制冷剂、灭火器逃逸）<br>工艺排放（电焊乙炔、CO <sub>2</sub> 保护气等） | 间接排放（消耗外购电力、热力或蒸汽） | 间接排放（施工设备消耗外购电力、热力或蒸汽） |

不同类型的工程项目在运营阶段碳排放源差异较大,建筑工程、交通运输工程、电力工程、石油化工工程、通信工程等在运营阶段的重点排放源如表 3-2 所示。



表 3-2 不同工程项目运营阶段重点碳排放源

| 工程类型                 | 运营内容                        | 范围一排放源   | 范围二排放源                               |
|----------------------|-----------------------------|--|--------------------------------------|
| 建筑工程                 |                             |  |                                      |
| 商用建筑<br>住宅建筑<br>公共建筑 | 公共设施、绿化设施、机电设备维护以及为之服务的辅助系统 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧（供暖锅炉、备用发电机、食堂灶具）</li> <li>● 移动燃烧（公务燃油车辆）</li> <li>● 逸散排放（制冷剂、灭火器逃逸）</li> </ul> | 间接排放（消耗外购电力、热力或蒸汽）                   |
| 交通运输工程               |                             |  |                                      |
| 公路                   | 普通公路                        | 主营系统： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 移动燃烧（养护设备如修补机、运料机、运转车和摊铺机等）</li> </ul> 辅助系统：                                  | 间接排放（道路照明以及固定场所供暖、通风等设施消耗外购电力、热力或蒸汽） |
|                      | 高速公路                        | 高速公路及附属设施养护、机电设备维护、收费、稽查、排障等运营系统以及为之服务的辅助系统  |                                      |
| 铁路                   | 内燃机车、电力机                    | 主营系统：  | 间接排放（电                               |

| 工程类型   | 运营内容  | 范围一排放源  | 范围二排放源                              |
|--------|---|---|-------------------------------------|
|        | 车和动车组运营系统(如机车牵引、车辆维修、线路维护保养、行车调度、通信指挥、电力供应等)及直接为机车运营服务的辅助系统     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧(站场燃煤、燃油和燃气设施等)</li> <li>● 移动燃烧(内燃机车等)</li> </ul> 辅助系统: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧(供暖锅炉、食堂灶具)</li> <li>● 移动燃烧(公务燃油车辆)</li> <li>● 逸散排放(制冷剂、灭火器逃逸)</li> </ul> | 力机车、动车组、站场等设施消耗外购电力、热力或蒸汽)          |
| 城市轨道交通 | 地铁、轻轨、磁悬浮列车运营系统(如车站运营、车辆维修、线路维护保养、行车调度、通信指挥、电力供应等)及直接为运营服务的辅助系统 | 主营系统: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧(站场燃煤、燃油和燃气设施等)</li> <li>● 移动燃烧(养护设备如修补机、运料机、运转车和摊铺机等)</li> </ul> 辅助系统: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧(供暖锅炉、食堂灶具)</li> <li>● 移动燃烧(公务</li> </ul>           | 间接排放(地铁、轻轨、磁悬浮列车及车站等设施消耗外购电力、热力或蒸汽) |

| 工程类型 | 运营内容  | 范围一排放源   | 范围二排放源                                |
|------|---|--|---------------------------------------|
|      |   | 燃油车辆)<br>● 逸散排放 (制冷剂、灭火器逃逸)  |                                       |
| 港口   | 用于装卸生产的系统以及直接为装卸生产服务的辅助系统   | 主营系统:<br>● 移动燃烧 (装卸设备、吊运工具、运输工具及设施等)<br>辅助系统:<br>● 固定燃烧 (供暖锅炉、食堂灶具)<br>● 移动燃烧 (公务燃油车辆)<br>● 逸散排放 (制冷剂、灭火器逃逸) | 间接排放 (装卸设备、吊运工具、运输工具及设施等消耗外购电力、热力或蒸汽) |
| 机场   | 机场设施维护 (跑道、滑行道、停机坪、航站楼等)、通信、导航系统等维护升级、物流与装卸系统、航空服务 (飞机起降管理、航站楼管理、地面 | 主营系统:<br>● 移动燃烧 (航空器、气源车、电源车、运输车辆等)<br>辅助系统:<br>● 固定燃烧 (供暖锅炉、食堂灶具)<br>● 移动燃烧 (公务燃油车辆)                        | 间接排放 (安检、候机、装卸运输工具及设施等消耗外购电力、热力或蒸汽)   |

| 工程类型           | 运营内容  | 范围一排放源   | 范围二排放源              |
|----------------|---|--|---------------------|
|                | 服务等) 及直接为运营服务的辅助系统                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 逸散排放 (制冷剂、灭火器逃逸)</li> </ul>   |                     |
| 电力工程           |   |  |                     |
| 化石燃料电厂、热电联产电厂  | 燃烧系统、汽水系统、电气系统、控制系统和除尘及脱硫等装置运营, 及服务于生产系统的辅助系统 | 主营系统: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧 (发电锅炉、燃气轮机、脱硫脱硝、备用发电机等)</li> </ul> 辅助系统: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧 (供暖锅炉、食堂灶具)</li> <li>● 移动燃烧 (公务燃油车辆)</li> <li>● 逸散排放 (制冷剂、灭火器逃逸)</li> </ul> | 间接排放 (消耗外购电力、热力或蒸汽) |
| 石油化工工程         |   |  |                     |
| 炼油厂、石化厂、海上石油平台 | 原油、天然气加工生产与销售的生产系统及其服务的辅助系统                   | 主营系统: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧 (自备发电设施、加热炉)</li> <li>● 工艺排放 (火炬燃烧、催化裂化、加氢裂化等装置)</li> </ul>  | 间接排放 (消耗外购电力、热力或蒸汽) |

| 工程类型    | 运营内容                                       | 范围一排放源   | 范围二排放源              |
|---------|--|--|---------------------|
|         |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 排放移除 (CO<sub>2</sub> 回收)</li> </ul> 辅助系统: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧 (供暖锅炉、食堂灶具)</li> <li>● 移动燃烧 (公务燃油车辆)</li> <li>● 逸散排放 (制冷剂、灭火器逃逸)</li> </ul> |                     |
| 通信工程    |  |  |                     |
| 数据及网络中心 | 运维 IT 设备、网络资源、电力及冷却系统、数据安全等, 及服务于生产系统的辅助系统 | 主营系统: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧 (备用发电机等)</li> </ul> 辅助系统: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定燃烧 (供暖锅炉、食堂灶具)</li> <li>● 移动燃烧 (公务燃油车辆)</li> <li>● 逸散排放 (制冷剂、灭火器逃逸)</li> </ul>      | 间接排放 (消耗外购电力、热力或蒸汽) |

国际工程企业因生产经营活动导致上下游环节产生的排放属于其范围内排放, 包括采购的原材料在其生产环节产生的排放、上游运输与配送、员工差旅与员工通勤带来的排放、下游运输与配送、售出产品的使用等等。

### 3.3.2 工程企业碳核算数据来源

工程企业通过计算法核算碳排放情况时，其主要排放源的活动水平数据可以从企业能源平衡表、能源消费台账、机械使用报表、发票或凭证、财务报表等来源获取，排放因子则可以通过直接测量、测算、相关数据库等渠道获取。详见表 3-3、表 3-4。

表 3-3 活动数据来源

| 温室气体排放源       | 数据来源   |
|---------------|--|
| 固定燃烧源         | 企业能源平衡表、发票或凭证、能源消费台账                                     |
| 移动燃烧源         | 企业能源平衡表、燃油机械使用报表、发票或凭证、能源消费台账                            |
| 过程排放源         | 原料消耗表、水平衡表（废水量）、废水监测报表（BOD、COD 浓度）、财务报表（原料购买量/购买额）、发票或凭证 |
| 逸散排放源         | 监测报表   |
| 购入电力、热力或蒸汽排放源 | 企业能源平衡表、财务报表（相关销售额）、采购发票或凭证                              |

表 3-4 温室气体排放因子获取优先级

| 数据类型            | 描述  | 优先级 |
|-----------------|---|-----|
| 排放因子实测值<br>或测算值 | 通过直接测量、能量平衡或物料平衡等方法得到的排放因子或相关参考值                            | 高   |
| 排放因子参考值         | 企业、项目所在地政府及其他权威机构等测算出的排放因子、IPCC 国家温室气体清单指南中的排放因子或相关数据库的排放因子 | 中   |
|                 | 国内省级温室气体清单指南、碳排放交易试   | 低   |

| 数据类型 | 描述                             | 优先级 |
|------|--------------------------------|-----|
|      | 点城市温室气体排放核算指南、学术期刊上发表的温室气体排放因子 |     |

### 3.3.3 典型碳排放源碳核算方法

#### (1) 固定燃烧源

$$E_{\text{固定燃烧}} = \sum AD_{\text{固定}} \times EF_{\text{固定}}$$

式中：

$E_{\text{固定燃烧}}$ ——为固定燃烧排放源产生的 CO<sub>2</sub> 排放量 (kgCO<sub>2</sub>e)；

$AD_{\text{固定}}$ ——为燃料机械、车辆、备用发电机、锅炉供暖锅炉、食堂灶具等使用的燃料的容量 (L 或 Kg)；

$EF_{\text{固定}}$ ——各类固定燃烧源，如汽油、柴油、煤油等的排放因子可参考表 3-4 选取。

#### (2) 移动燃烧源

$$E_{\text{移动燃烧}} = \sum AD_{\text{移动}} \times EF_{\text{移动}}$$

式中：

$E_{\text{移动燃烧}}$ ——为移动燃烧排放源产生的 CO<sub>2</sub> 排放量 (kgCO<sub>2</sub>e)；

$AD_{\text{移动}}$ ——为公务车辆等使用的燃料的容量 (L 或 Kg)；

$EF_{\text{移动}}$ ——各类移动燃烧源，如汽油、柴油等的排放因子可参考表 3-4 选取。

#### (3) 逸散排放源

$$E_{\text{逸散}} = \sum (C_s + C_i - C_d - C_e)_j \times GWP_j$$

式中：

$E_{\text{逸散}}$ ——制冷剂、灭火剂逃逸产生的碳排放量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$C_s$ ——为报告期开始时制冷剂/灭火剂的存量（储存但不在设备内）（kg）；

$C_i$ ——为报告期内制冷剂/灭火剂增加的存量（kg）；

$C_d$ ——为报告期内采用环保措施处置（如由供应商回收后循环使用）的制冷剂/灭火剂的数量（kg）；

$C_e$ ——为报告期终止时制冷剂/灭火剂的存量（储存但不在设备内）（kg）；

$j$ ——制冷剂/灭火剂的种类；

**GWP**——制冷剂/灭火剂  $j$  在 100 年间的全球变暖潜能，可参考 IPCC 评估报告取值。

#### （4）外购电力/热力排放源

$$E_{\text{外购}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} + AD_{\text{热力}} \times EF_{\text{热力}}$$

式中：

$E_{\text{外购}}$ ——外购电力和热力产生的碳排放量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$AD_{\text{电力}}$ ——购入的电量（MWh）；

$EF_{\text{电力}}$ ——电网碳排放因子（kgCO<sub>2</sub>e/kWh），可参考表 3-4 选取；

$AD_{\text{热力}}$ ——外购热力的数量（GJ）；

$EF_{\text{热力}}$ ——外购热力的排放因子（KgCO<sub>2</sub>e/GJ），可参考表 3-4 选取。

#### （5）工艺排放

工艺排放是指在生产工艺过程中的排放，在生产材料准备、工



艺反应、产品精馏、萃取、结晶、干燥等工艺过程中，温室气体通过生产加注、反应、分离、净化等单元操作过程排放到大气中。例如在施工过程中使用电焊工艺使用乙炔导致的碳排放，石油化工工程在运营过程中使用催化、裂化、制氢等装置导致的碳排放等。工艺排放等计算方法因不同工艺过程而不同，可参考国际机构（IPCC、WRI、欧盟）针对不同行业提供的碳排放计算工具进行辅助核算。

### 3.3.4 不同模式下工程项目碳排放核算

#### （1）EPC 模式

工程总承包 EPC 模式，即设计、采购、施工一体化，是一种把设计、采购、施工等任务进行综合，发包给一家工程总承包企业的模式。在此模式下，工程企业需要对建设工程设计、采购、施工阶段的碳排放进行核算。

EPC 模式下工程项目的碳排放量计算公式如下：

$$E_{\text{epc}} = E_{\text{sj}} + E_{\text{cg}} + E_{\text{sg}}$$

式中：

$E_{\text{epc}}$ ——EPC 模式下工程项目的碳排放总量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{sj}}$ ——工程设计阶段的碳排放量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{cg}}$ ——工程采购阶段的碳排放量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{sg}}$ ——工程施工阶段的碳排放量（kgCO<sub>2</sub>e）。

#### （2）BOT 模式

BOT 模式是指业主与服务商签订特许权协议，特许服务商承担工程投资、建设、经营与维护，在协议规定的期限内，服务商通过经营收入回收项目投资成本并获取合理回报；在特许期结束后，服务商将固定资产无偿移交给业主的一种投资模式。在此模式下，工程企业既是投资方，又是施工方，还是运营方，负责工程项目从投

资、设计、采购、施工、到运营的整个运作过程。与 EPC 模式相比，工程项目的碳排放范围延伸至工程运营阶段，其碳排放总量计算公式如下：

$$E_{\text{bot}} = E_{\text{sj}} + E_{\text{cg}} + E_{\text{sg}} + E_{\text{yy}}$$

式中：

$E_{\text{bot}}$ ——BOT 模式下工程项目的碳排放总量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{sj}}$ ——工程设计阶段的碳排放量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{cg}}$ ——工程采购阶段的碳排放量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{sg}}$ ——工程施工阶段的碳排放量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{yy}}$ ——工程运营阶段的碳排放量（kgCO<sub>2</sub>e）。

设计、采购、施工、运营各阶段的碳排放量计算，工程企业应按照运营边界内各阶段排放源的梳理情况，选择合适的计算公式进行计算。

## 四、国际工程企业减排碳资产开发

国际基建项目碳资产价值实现的最直接方式是参与自愿减排市场机制。符合国际自愿减排机制相关要求的可再生能源项目、甲烷利用/减排的垃圾发电及污水处理项目，可以由项目业主或开发商自主选择减排机制，实施项目开发，通过第三方审核机构的审定和核证后，获得碳减排信用，并通过自愿碳市场交易或抵消获得经济激励，促进低碳技术的推广和应用。

### 4.1 国际自愿减排机制概述

目前国际上主流的自愿减排机制包括清洁发展机制（CDM）、美国碳登记（ACR）、核证减排标准（VCS）、黄金标准（GS）、全球碳委员会（GCC）、REDD+交易构架（ART）、气候行动储备抵销登记项目（CAR）、气候社区和生物多样性标准（CCB）、中国自愿减排项目（CCER）等，其中适合国际基建项目的机制包括 CDM、GS、VCS、GCC 等。

清洁发展机制（CDM）<sup>37</sup>是在国际气候变化会议中针对如何解决全球气候变暖问题、如何降低温室气体排放而提出的一种可以开发项目的机制。目前 CDM 备案了共计 117 种方法学，所涉及 15 个行业领域，包括：能源——能源工业（可再生、不可再生资源）、能源分配和能源需求、制造业、化工、建筑、交通、采矿、矿物生产、金属生产、燃料的逃逸排放、HFC 和 SF6 生产和消费中的逃逸排放、溶剂适用、废弃物处理造林和再造林、农业等。CDM 机制下签发的减排量（CER）可用于国际碳市场、自愿减排、CORSIA<sup>38</sup>。CER 目前价格约为 5~10 元/吨。

---

<sup>37</sup> <https://cdm.unfccc.int/>

<sup>38</sup> CORSIA：国际航空碳抵销和减排计划。如果航空公司的碳排放量超过基准线，需要通过使用合格排放单元（EEU）来抵消其飞行活动产生的碳排放等。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/048077015073007006>