

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2023.06.011

参考 ISO 14064-1 加强企业温室气体管理体系建设

王原¹ 任远¹ 崔媛媛²

(1. 中油国际管道公司; 2. 中国石油规划总院)

摘要 文章介绍了 ISO 14064-1 的基本内容, 并与国内现行标准体系进行对比, 认为 GB/T 32150 系列相比 ISO 14064 系列标准更加简洁, 但两个系列的主要关注点不同: GB/T 32150 系列更关注如何计算温室气体排放, 而 ISO 14064 更关注如何建立有效的温室气体管理体系。这一差异客观体现了我国温室气体排放管理工作的发展阶段, 但仍应以国际先进水平为目标积极建设温室气体排放管理能力、提高温室气体排放管理水平。由此出发, 文章对温室气体管理工作的主要输出、各项步骤和过程性文件展开了初步探讨。温室气体管理工作的主要输出包括: 组织边界、报告边界、温室气体清单、温室气体声明和/或报告及相关核查材料; 具体步骤包括: 确定组织边界、建立报告边界、识别各项源和汇、选定量化方法、选择收集计算量化数据、选定基准年、编制基准年温室气体清单、编制温室气体报告等。

关键词 ISO 14064-1; 温室气体管理; 碳达峰; 碳中和; 温室气体报告

中图分类号: X-650

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2023)06-0051-07

Strengthening Corporate Greenhouse Gas Management System Construction in Reference to ISO 14064-1

Wang Yuan¹ Ren Yuan¹ Cui Yuanyuan²

(1. Sino-Pipeline International Co., Ltd.; 2. PetroChina Planning & Engineering Institute)

ABSTRACT This article introduces the fundamental aspects of ISO 14064-1 and compares it with the current domestic GB/T 32150 series standards. It observes that while the GB/T 32150 series is more concise, it differs in focus from the ISO 14064 series. The GB/T 32150 series emphasizes the calculation of greenhouse gas emissions, whereas ISO 14064 is more concerned with establishing an effective greenhouse gas management system. This difference reflects the developmental stage of China's greenhouse gas emission management. The article advocates aiming for international standards in enhancing the capability and level of greenhouse gas emission management in China. It further explores the main outputs, steps, and procedural documents of greenhouse gas management, including determining organizational boundaries, establishing reporting boundaries, identifying sources and sinks, selecting quantification methods, collecting and calculating data, defining a base year, and compiling base year greenhouse gas inventories and reports.

KEYWORDS ISO 14064-1; greenhouse gas management; carbon peak; carbon neutrality; greenhouse gas reporting

0 引言

随着大气中二氧化碳含量持续升高(从 1958 年的 0.315‰ 到 2021 年的 0.415‰^[1]), 世界各国逐渐加大了对温室气体排放的管理力度。中国自 2020 年以来在多个场合提出, 要力争在 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和^[2], 相比发达国家而言, 中

国的碳达峰和碳中和之路时间紧、任务重^[3]。

在这种内外部环境的要求下, 各类排放组织(包括企业事业单位、政府机关等各类排放主体, 下同)就需要采取积极有效的措施, 从多个方面实现低碳转型。为实现这一目标, 《2030 年前碳达峰行动方案》提出了“碳达峰十大行动”^[4]。不过无论采取何种经

济、技术、监管手段,都需要一套统一规范的碳排放统计核算报告体系,和一套由此衍生出来的、适用于各类组织的温室气体管理流程和标准。为此,国家发改委、统计局、生态环境部于 2022 年联合下发了《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》,提出到 2023 年初步建成统一规范的碳排放统计核算体系,到 2025 年全面提高碳排放统计数据质量。

早在 2006 年,国际标准化组织(ISO)就为各类组织的温室气体管理与统计制定了相关的标准,即 ISO 14064-1:2006(组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南)。在多年使用后,ISO 在 2014 年开始启动该标准的修订工作,于 2018 年正式发布了第二版 ISO 14064-1:2018^[5]。在 ISO 的 ICS(国际标准分类号)体系中,温室气体排放管理与报告属于 ICS 13.020.40,即污染物、污染物控制与保护小类。其中除 ISO 14060 系列(组织的温室气体排放和清除的量化、监测、报告、验证、核查)外,还包括 ISO 14404 系列(钢铁生产中的温室气体排放强度计算方法)、ISO 19694 系列(各类高能耗产业的固定源排放)等^[5-6]。总体来说,由于所有排放活动最终都要落到作为排放主体的各类组织上,温室气体排放与管理领域的核心国际标准是 ISO 14060 系列,特别是 ISO 14064-1,2,3。

在借鉴 ISO 14064-1 的基础上,中国也发布了一

套针对企业温室气体排放核算的国家标准,包括一项通则(GB/T 32150—2015)和 12 项针对具体行业的标准(GB/T 32151 系列,涉及发电、输配电、镁、铝、钢铁、民航、平板玻璃、水泥、陶瓷、化工、煤炭、纺织服装等行业)^[7]。陈健华等认为,GB/T 32150 系列国家标准更加简洁,较好地体现了中国企业的现实基础,但与国际主要温室气体排放核算体系仍然存在不小的差异^[5]。

在初步研究国家标准与国际标准后,认为 GB/T 32150 建立通则、GB/T 32151 系列为各行业建立计算方法论的架构,与 ISO 标准体系类似——ISO 14060 系列同样起到了设立通则的作用,而 ISO 14404、ISO 19694 是其各行业的分则,为相关领域提供方法论。

然而 GB/T 32150 与 ISO 14060 这两套标准体系之间仍然存在一定差别(具体见表 1)。首先是 ISO 14060 系列并不会明确指定各相关领域适用的分则、标准、方法论,其已经建立的分则体系也不完整。其次是 GB/T 32150 系列与 ISO 14060 系列存在理念上的差异^[8]。GB/T 32150 系列关注的是如何计算,实质上是各类排放组织所排放的温室气体的统计计算指南;而 ISO 14060 系列关注的是如何在组织建立温室气体业务的管理体系,以实现温室气体的核算、报告、核查,从某种意义上,其作用类似于 ISO 9001 之于质量管理、ISO 14001 之于环境管理。

表 1 ISO 14064-1:2018 与 GB/T 32150—2015 之间的异同

| 主题 | 内容 | ISO 14064-1:2018 | GB/T 32150—2015 |
|--------------|-----------|---|---------------------------------|
| 术语与定义 | | 四类 47 条 | 16 条,不细分类 |
| 原则 | | 相关性、完整性、一致性、准确性、透明性 | |
| 温室气体清单 | 组织边界 | 组织边界的内涵; 不同设施的温室气体排放的合并; 共有设施排放的处理 | 未提及 |
| | 运营边界/报告边界 | 报告边界的内容; 应纳入的直接温室气体排放; 应纳入的间接温室气体排放 | 如何确定核算边界; 应当纳入的温室气体种类 |
| | 温室气体清单的构成 | 直接排放; 五个范畴的间接排放 | 直接排放; 购入能源间接排放 |
| 温室气体排放和清除的量化 | 识别源和汇 | 仅原则性阐述 | 分类型列出典型排放源 |
| | 选择量化方法 | 仅原则性阐述 | 详细规定了排放因子法和物料平衡法两种计算方法,简要介绍了实测法 |
| | 选择使用数据 | 仅原则性阐述 | 列出了数据收集的优先顺序 |
| | 计算过程 | 仅原则性阐述 | 按不同类型给出了计算公式 |
| | 基准年温室气体清单 | 涉及 | 不涉及 |
| 组织对气候变化的缓解行动 | | 涉及 | 不涉及 |

续表 1

| 主题 | 内容 | ISO 14064-1:2018 | GB/T 32150—2015 |
|--------|----------|-----------------------------------|-----------------|
| 清单质量管理 | 温室气体信息管理 | 较为详细 | 较为简略 |
| | 文件和记录的保管 | 涉及 | 涉及 |
| | 不确定性的评估 | 涉及 | 涉及 |
| 温室气体报告 | | 必要信息:20项; 推荐信息:11项; 可选信息:4项 | 必要信息:4类 |
| 温室气体核查 | | 涉及 | 只包括内审 |

1 ISO 14064-1

虽然 ISO 14064-1 在 2018 年进行了更新,然而国内对这一新标准的研究并不充分。陈健华等在 2016 年对该标准升级过程中的委员会草案做了比较分析^[5],王宏涛等简要介绍了 ISO 14064 家族三项标准的内容和范围^[6]。除此以外,鲜见对 ISO 14064-1:2018 的介绍和分析。

在更新后,ISO 14064-1:2018 包括引言、范围、规范性引用标准、术语与定义、原则、温室气体清单、温室气体排放和清除的量化、组织对气候变化的缓解行动、清单质量管理、温室气体报告、温室气体核查等 11 条和 8 个附录。相比 ISO 14064-1:2006,ISO 14064-1:2018 的主要改变包括^[9]:

1) 扩大了报告边界的限定范围,使其包含间接排放;

2) 明确将间接温室气体排放细分为购入能源相关、运输相关、组织使用产品(含服务)相关、使用组织产品相关、其他来源等 5 个范畴,并在附件 B 中做了详细描述;

3) 在附录中添加了特定事项的温室气体量化与报告的要求和指南,包括生物源碳(附录 D)、电力(附录 E)、农业和林业(附录 G)等;

4) 将“运营边界”这一术语更改为“报告边界”。

其他改变还包括:

1) 进一步细化了术语与定义的分类,新增了与生物源排放和土地利用相关的术语;

2) 将温室气体排放和清除的量化单独作为一条列出;

3) 新增了减排目标一节;

4) 将对数据不确定性的评估纳入清单质量管理一条中;

5) 删除了旧版标准中以附录形式引用的各类温室气体的全球变暖潜势(GWP,下同)数据;

6) 新增了若干辅助性附录,包括如何选用使用温室气体直接排放数据(附录 C)、如何编制温室气体报告(附录 F)、如何确定有意义的间接排放(附录 H)。

表 2 对 ISO 14064-1 的两个版本做了对比。

表 2 ISO 14064-1:2006、ISO 14064-1:2018 之间的条款结构对比

| 主题 | 内容 | ISO 14064-1:2006 对应条款 | ISO 14064-1:2018 对应条款 |
|---------|-------------|-----------------------|-----------------------|
| 引言 | 背景 | 0.1 | 0.1 |
| | 作用与应用范围 | 0.2 | 0.1 |
| | 引用概念 | 0.3 | 0.2 |
| | 文件记录、解释、论证 | 0.4 * | 0.3 |
| 范围 | | 1 | 1 |
| 规范性引用标准 | | 无 | 2 |
| 术语与定义 | 温室气体相关术语 | 2.1-2.10,2.18-2.19 | 3.1.1-3.1.13 |
| | 温室气体清单相关术语 | 2.11-2.17,2.20,2.37 | 3.2.1-3.2.14 |
| | 生物源与土地利用术语 | 无 | 3.3.1-3.3.7 |
| | 组织、相关方与核查术语 | 2.21-2.36 | 3.4.1-3.4.13 |

续表 2

| 主题 | 内容 | ISO 14064-1:2006 对应条款 | ISO 14064-1:2018 对应条款 |
|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| | 原则 | 3.1-3.6 | 4.1-4.6 |
| 温室气体清单 | 组织边界 | 4.1 | 5.1 |
| | 运营边界/报告边界 | 4.2.1 | 5.2.1 |
| | 温室气体清单的构成 | 4.2.2-4.2.4,5.1 | 5.2.2-5.2.4 |
| 温室气体排放和清除的量化 | 步骤 | 4.3.1 | 无 |
| | 识别源和汇 | 4.3.2 | 6.1 |
| | 选择量化方法 | 4.3.3,4.3.5 | 6.2.1,6.2.3 |
| | 选择使用数据 | 4.3.4 | 6.2.2 |
| | 计算过程 | 4.3.6 | 6.3 |
| | 基准年温室气体清单 | 5.3 | 6.4 |
| 组织对气候变化的缓解行动 | 减排倡议 ** | 5.2.1 | 7.1 |
| | 减排项目 ** | 5.2.2 | 7.2 |
| | 减排目标 ** | 无 | 7.3 |
| 清单质量管理 | 温室气体信息管理 | 6.1 | 8.1 |
| | 文件和记录的保管 | 6.2 | 8.2 |
| | 不确定性的评估 | 5.4 | 8.3 |
| 温室气体报告 | 总则 | 7.1 | 9.1 |
| | 策划 | 7.2 | 9.2 |
| | 内容 | 7.3 | 9.3 |
| 温室气体核查 | | 8 | 10 |
| 数据的合并 | | 附录 A | 附录 A |
| 温室气体排放的范畴 | | 附录 B* * * | 附录 B |
| 全球变暖潜势 | | 附录 C | 无+ |
| 温室气体直接排放量化方法数据的选择、收集和使用 | | 无 | 附录 C |
| 生物源温室气体排放和清除 | | 无 | 附录 D |
| 对电力的处理 | | 无 | 附录 E |
| 温室气体清单报告的结构与组织 | | 无 | 附录 F |
| 农业和林业的指南 | | 无 | 附录 G |
| 确定有重要意义的间接排放 | | 无 | 附录 H |

注：* ISO 14064-1:2006 版中未特别提及“文件记录”的概念。 ** 这里所说的所谓减排行动既包括减少排放、也包括增加清除的行动。 *** ISO 14064-1:2006 版的附件 B 将范畴三到范畴六列为“其他间接温室气体排放”，未做进一步区分。 + ISO 14064-1:2018 中建议组织采用 IPCC 最新版的全球变暖潜势数据，无需从标准中摘录。

2 从 ISO 14064-1 探究组织的温室气体管理

2.1 组织温室气体管理的主要输出

根据 ISO 14064-1:2018,组织在温室气体管理中的主要输出包括:组织边界、报告边界、温室气体清

单、温室气体声明和/或报告(以及相关核查材料)^[9]。

组织边界指的是构成该组织的设施清单,这些设施包括固定设施(如生产装置)、可移动设施(如机动车辆)。组织可以根据控制权(即是否拥有财务或运

营的控制权)或股权比例(即按照持股比例分摊某设施的温室气体排放、清除)两种原则,判断是否应当将某一设施纳入自己的组织边界。附件A中详述了根据控制权和股权比例两种原则,对组织边界内各设施进行分析、合并计算的方法。

报告边界指的是在组织边界内发生并加以报告的一系列直接温室气体排放和清除过程,还包括了由于组织的运营和活动所引起的重要的间接排放。在这里首先要注意报告边界的空间范畴,对于直接排放和清除而言,报告边界的空间范围应当在组织的地理边界以内(间接排放和清除的发生地不一定在组织的地理边界内);其次在罗列直接温室气体排放和清除过程时需要注意,如果某些温室气体排放和/或清除涉及到了多种温室气体,那么需要将它们各自分开处理;最后,ISO 14064-1:2018在附件B、H中分别对直接、间接温室气体排放的各个范畴和如何判断某种间接排放属于重要排放提供了指南。

组织边界是一种空间范畴,是组织的地理边界。组织边界所包括的元素是组织所属的各设施,并因此外延到设施中的所有温室气体源和汇。而报告边界是组织在过程意义上的边界。报告边界的组成元素是相关的直接和/或间接温室气体排放和/或清除的过程。

在报告边界的基础上,指定特定的时间段(一般为一年),对各项温室气体排放和清除进行量化后,所得到的就是组织在该特定时间段的温室气体清单。虽然温室气体清单应当是一个持续有效、动态更新的文件,但在ISO 14064-1:2018中,温室气体清单的大多数功能实际上是以温室气体报告的形式而呈现的,换句话说,温室气体报告已经包含了报告期内的温室气体清单。这使得温室气体清单单独出现的最大意义变成了为温室气体报告提供基准年的对比数据,从而衡量组织实施其温室气体战略和实现其温室气体绩效目标的程度。

温室气体报告在内容上要比温室气体清单丰富得多。一般来说,温室气体清单包括四方面重要内容:报告边界(即应当纳入报告的各项排放过程)、清单涉及的时间跨度、各项温室气体排放和清除过程、以及各项排放和清除过程的量化表达。而温室气体报告所需要描述的除以上四方面以外,还包括许多内容,诸如组织边界(即组织的地理边界)、判断间接排放是否重要的标准、历史基准年及基准年的温室气体清单、量化方法、计算过程中所使用的排放和清除因子、对不确定性的评估、相关核查材料等。如果有可

能,组织还可以将以下内容纳入报告:温室气体政策/战略/规划、组织所加入的温室气体减排倡议及其效果、组织所购买或取得的碳抵消额度和/或减排量、按照设施分解的温室气体排放/清除量、能效指标、温室气体排放强度指标、组织对温室气体信息的管理和监测流程、温室气体清单之间的差异原因等。可以说,温室气体清单是温室气体报告的核心,但要完成一份完整的温室气体报告,还需要完善的温室气体管理体系和流程。

2.2 开展温室气体管理的各项步骤

组织要开展温室气体管理工作,其最终表现是编制上一节中的各项文件,为达成这一目的,组织需要采取如下具体步骤:

1) 确定组织边界

组织应当确定其所属的设施(不论固定或移动),并决定以按控制权或按股权比例法对不同设施进行合并(具体参见附件A)。如果某个设施由多个组织共同所有或控制,则这些组织应当就该设施采取相同的处理方式。

2) 建立报告边界

组织应当在组织边界的基础上建立报告边界,报告边界包括了与组织运营相关的各项直接、间接温室气体排放和清除过程。对于这些排放/清除过程而言,需要确定过程所属的设施、范畴和涉及到的温室气体种类。同时,组织需指出哪些重要间接排放应当被纳入报告边界,而哪些间接排放因不够重要而被排除。

3) 识别各项源、汇

在建立报告边界、确定其中各项排放与清除过程后,组织可以据此确定报告边界内相关的温室气体源和汇,并排除不相关的源和汇。

4) 量化方法的选定

组织在选定量化方法是应考虑的因素包括:控制不确定性,结果的准确、一致、再现性,方法的技术可行性、成本。一般来说,排放和清除温室气体的量可以通过实测或建模获得。

5) 量化数据的选择、收集与计算

通过实测方法可以直接得出第一手的排放数据,ISO 14064-1:2018中提到的测定方法包括持续排放监测系统(CEMS)和预测性排放监测系统(PEMS)两类^[8]。对于无法实测或实测(在技术或成本上)不可行的情况,则应当通过建模方式对温室气体的排放/清除量进行计算。很多常用的建模方法中采用活动数据乘排放因子来计算温室气体的排放/清除量,其

中排放因子也可以使用缺省值或通过实测来确定。

另外,对于通过实测测定排放数据、活动数据或排放因子的情况,还要考虑样本采集、实验室资质、设备校准与标定等因素。

6)基准年的选定与基准年温室气体清单的编制

一般来说,为了衡量组织温室气体管理的绩效,以及组织实现其温室气体承诺与减排规划的进度,需要选定组织温室气体排放的历史基准年。在选定基准年后,组织应当使用体现其现行报告边界的数据来量化基准年的温室气体排放。如果组织的报告边界或组织边界发生变化、计算方法学或排放因子发生变更,则应当重新编制基准年的温室气体清单。

7)制作温室气体报告

根据标准条文,组织的温室气体报告应当包括内容有 20 项、建议包括内容有 11 项,可以分为以下几类:(a)报告组织的基本信息;(b)报告时间跨度;(c)组织边界与报告边界的文件;(d)直接温室气体排放与清除的量化数据;(e)纳入考虑的间接温室气体排放及相关解释;(f)历史基准年与基准年温室气体清

单;(g)量化方法学的描述、参考文献和变更;(h)量化中排放因子与 GWP 的记录或参考文献;(i)关于不确定性的文件;(j)与核查相关的陈述;(k)组织的温室气体战略与规划,和加入的减排倡议;(l)按设施分解的温室气体排放和/或清除;(m)与内外部标杆的绩效对标;(n)温室气体信息的管理和监测流程。

8)对温室气体清单、报告和管理程序的核查执行 ISO 14064-3:2019 的规定。

2.3 组织实施温室气体管理的过程性文件

在 ISO 14064-1:2018 中,将组织温室气体相关的文件信息分为三个范畴:“文件记录”“解释”和“论证”。其中“文件记录”指的是用书面形式对相关信息进行记录和存储,“解释”指的是如何选取和应用某种方法以及做出决定的原因,“论证”指的是通过支持数据或分析来阐述为何不采取其他可用的方法。ISO 14064-1:2018 中涉及文件记录、解释和论证的环节见表 3^[9]。除前述(2.1)各项输出材料外,共包括 15 方面文件记录、6 方面需解释的问题和 5 个需要论证的场合。

表 3 ISO 14064-1 中的“文件记录”“解释”和“论证”

| 主题 | 条款 | 范畴 | 内容 |
|---------|-------|-------------------------|----------------------------|
| 组织边界 | 5.1 | 文件记录 | 对各设施所采用的合并方法 |
| 报告边界 | 5.2.1 | 文件记录 | 报告边界的内容 |
| | | 文件记录 | 纳入温室气体清单的间接排放 |
| | 5.2.3 | 解释 | 判断间接排放重要性的标准 |
| | | 论证 | 对重要间接排放的排除 |
| | 5.2.4 | 文件记录 | 对间接排放重要性标准的修改 |
| 源和汇的识别 | 6.1 | 文件记录 | 报告边界内一切相关的温室气体源和汇 |
| | | 解释 | 排除特定温室气体源或汇的原因 |
| 量化方法与计算 | 6.2.1 | 文件记录、解释 | 组织所使用的量化方法及其一切变更 |
| | 6.2.2 | 文件记录 | 与温室气体排放/清除相关的每个源/汇的数据 |
| | | 文件记录 | 量化过程中所使用的相关数据的特征 |
| | 6.2.3 | 文件记录、解释 | 组织开发的温室气体量化模型的论证过程 |
| | 6.3 | 论证 | 组织决定不使用 IPCC 的最新 GWP 数据 |
| 文件记录 | | 组织决定不使用 GWP 的 100 年考虑时限 | |
| 基准年 | 6.4.1 | 解释 | 基准年的使用 |
| | | 论证 | 基准年的变更 |
| | 6.4.2 | 文件记录 | 基准年温室气体清单的审核与重新计算 |
| 减排活动 | 7.1 | 文件记录 | 组织因参加减排倡议所引起的温室气体排放/清除量的差值 |

续表 3

| 主题 | 条款 | 范畴 | 内容 |
|------|-----|---------|---|
| 质量管理 | 8.1 | 文件记录 | 对组织温室气体信息管理各流程的考虑(包括温室气体清单编制负责人的权责、编制小组成员的培训、组织边界的确定、温室气体源和汇的确定、量化方法、数据和模型的选定等) |
| | 8.3 | 文件论证 | 组织因技术或经济可行性原因采取定性方法评估温室气体量化方法的不确定性 |
| 报告编制 | 9.1 | 论证 | 组织决定从温室气体报告中隐藏保密数据 |
| | 9.2 | 文件记录、解释 | 组织的温室气体战略与规划、温室气体清单和报告的预期用途和可能用户、报告的频率、结构和格式、报告中包含的数据与信息、报告的公开政策与获取方法 |

3 建议与启示

前文已经对 ISO 14064 系列标准和 GB/T 32150 系列标准的观念差别做了一定的解释。这种差异一定程度上体现了中国与发达国家在温室气体管控方面的阶段性、结构性差别。我国目前的温室气体管控工作仍然以国家推动为主导,大多数排放组织对温室气体排放管理的认识、能力和主动性仍然不足,温室气体管理仍然以监管合规为核心动力,《2030年前碳达峰方案》的编制与行文也一定程度上体现出了这一特征。相比之下,发达国家,尤其是欧盟各国,已经通过完善的法规体系构建度过了这一阶段,各市场主体已经可以熟练地应用温室气体相关的法律和市场机制主动适应碳排放管理的各项制度,甚至利用市场工具降低企业运营成本、盘活闲置资源^[10]。

从这一方面考虑,借鉴 ISO 14060 系列,尤其是 ISO 14064 等国际标准以排放组织的管理体系建设为先导、推动温室气体管理能力全面提升的思路和精神,对相关国家标准进行修订或补充,进一步为各类组织指明温室气体管理工作的方针、原则、流程,引导各类排放组织建立相关管理体系,加快全社会的低碳发展转型,为我国如期完成碳达峰、碳中和承诺提供重要的制度支撑。

参考文献

[1] NOAA. Climate change: atmospheric carbon dioxide[EB/OL]. (2022-05-15) [2022-09-29]. <http://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>.

- [2] 中国政府网. 中国承诺实现从碳达峰到碳中和的时间, 远远短于发达国家所用时间[EB/OL]. (2021-04-22) [2022-09-29]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-04/22/content_5601515.htm.
- [3] 赵冉. 新能源替代要保证能源安全——访中电联专家委员会副主任委员王志轩[N]. 中国电力报, 2021-12-25.
- [4] 中国政府网. 2030年前碳达峰行动方案[EB/OL]. (2021-10-26) [2022-09-29]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-10/26/content_5644984.htm.
- [5] 陈健华, 孙亮, 陈亮, 等. 国内外企业温室气体排放核算标准的比较分析[J]. 气候变化研究进展, 2016, 12(6): 545-553.
- [6] 王宏涛, 张隽, 李璐. “碳达峰、碳中和”标准解读与认证实践[J]. 质量与认证 2021(5): 38-40.
- [7] 国家标准检索-全国标准信息公共服务平台[EB/OL]. (2022-09-29) [2022-09-29]. <http://std.samr.gov.cn>.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 工业企业温室气体排放核算和报告通则: GB/T 32150—2015[S]. 2015.
- [9] 国际标准化组织. Greenhouse gases-Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals: ISO 14064-1:2018[S]. 2018.
- [10] 袁丁. 欧盟碳金融市场发展探究及对我国的经验借鉴[D]. 北京: 中国社会科学院研究生院, 2019: 17-18.

(修回日期 2023-01-28)

(录用日期 2023-03-28)

(编辑 王蕊)