

DOI: 10.12164/j.issn.1003-8965.2024.03.003

# 水泥行业温室气体重点排放单位碳核查要点分析

闫浩春, 刘璐, 伍林莉

(中国国检测试控股集团股份有限公司, 北京 100024)

**摘要:** 水泥行业是排放二氧化碳的重点行业之一, 其碳排放量约占全国总碳排放量的10%。碳排放核查是排放二氧化碳量化的重要工具, 明确水泥行业重点排放单位碳核查要点, 可以提高水泥行业二氧化碳核查质量, 推动水泥行业在双碳目标下高效前进。

**关键词:** 水泥行业; 温室气体; 碳达峰; 碳中和; 碳核查

**中图分类号:** TQ172.8 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-8965(2024)03-0012-04

## Analysis of carbon verification key points for key greenhouse gas emission units in cement industry

YAN Haochun, LIU Lu, WU Linli

(China Testing & Certification International Group Co., Ltd., Beijing 100024)

**Abstract:** The cement industry is one of the key industries for carbon dioxide emissions, accounting for about 10% of the total carbon emissions of China. Carbon emission verification is an important tool for quantifying carbon dioxide emissions. Therefore, clarifying the key points of carbon verification of key emission units in the cement industry can improve the quality of carbon dioxide verification in the cement industry, and promote its efficient progress under the dual carbon goals.

**Keywords:** cement industry; greenhouse gas; carbon peak; carbon neutrality; carbon verification

## 0 引言

2020年我国提出了二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值, 努力争取2060年前实现碳中和的目标。水泥行业是排放二氧化碳的重点行业之一, 其碳排放量约占全国总碳排放量的10%<sup>[6]</sup>。然而, 目前水泥行业普遍存在碳排放管理认识较低、碳排放管理人员较少、碳排放管理基础薄弱等问题。水泥企业碳核查是根据行业温室气体排放核算方法与报告指南及相关技术规范, 对水泥生产企业的生产、能源消耗和排放数据进行调查和核算, 全面核实、查证, 以量化温室气体排放的过程。通过科学准确的碳核查, 可为水泥行业实现节能降碳提供有效规划与帮助<sup>[2]</sup>。

## 1 目的

水泥行业碳核查目的是评估和监测行业产生的碳排放量, 以了解其对气候变化的贡献。

一方面, 碳核查过程中通过确认温室气体的监测、统计、核算等是否符合《企业温室气体排放核算与报告填报说明 水泥熟料生产》《企业温室气体排放报告核查指南(试

行)》, 帮助企业了解和掌握自身真实碳排放水平, 有助于企业建立温室气体排放管理体系, 有效管理重点排放环节的减排, 促进企业低碳可持续发展。

另一方面, 碳核查结果具有核证效力, 是确定企业碳配额的重要依据, 是企业每年完成履约的必备环节。核查确认的最终结果是企业参与碳市场的必要条件与保障。

## 2 程序

水泥行业碳核查程序主要包括成立核查组、制定核查计划、开展文件评审、进行现场核查、开具不符合项、出具核查结论、告知核查结果、保存核查记录八个步骤<sup>[3]</sup>。

1) 成立核查组。根据省级生态环境部门要求, 成立一个或多个核查组。核查组成员配置需根据重点排放单位业务性质、规模及核查成员自身技术能力、擅长领域等确定。

2) 制定核查计划。确定核查内容、核查人员分工、时间安排等, 并通知重点排放单位, 督促单位做好前期准备工作。

3) 开展文件评审。核查组根据重点排放单位提供的文件进行评审, 完成《文件评审表》, 编写《现场核查清单》,

**基金项目:** 工业和信息化部2021年产业技术基础公共服务平台-重点原材料行业碳达峰、碳中和公共服务平台项目(2021-H029-1-1)

**作者简介:** 1) 闫浩春(1972-), 硕士, 教授级高级工程师/国检集团总工程师/认证评价中心总经理, 研究方向为节能、减排、降碳、认证与评价; 2) 刘璐(1989-), 工程师/认证评价中心总经理助理/成都分公司总经理, 研究方向为双碳、能源、绿色; 3) 伍林莉(1992-), 助理工程师/成都分公司技术总监, 研究方向为双碳、绿色、节能。

对评审中遇到的问题进行记录,以便后续进行针对性现场核查。

4) 进行现场核查。核查组前往重点排放单位生产厂区进行现场核查。现场核查组在重点排放单位现场通过查、问、看、验的方式收集证据,判定是否存在不符合项,完成《现场核查清单》。

5) 开具不符合项。核查组对《现场核查清单》中未取得有效证据、不符合核算指南要求以及未按数据质量控制计划执行等情况,开具不符合项,向重点排放单位确认,并要求重点排放单位采取整改措施。

6) 出具核查结论。待重点排放单位完成不符合项整改,且核查组确认是否按规定整改到位后,编制完成核查报告。核查报告经核查机构内部技术评审通过,方可出具核查结论,并及时告知重点排放单位核实确认。

7) 告知核查结果。省级生态环境主管部门将核查结果告知重点排单位,告知结果之前,如有必要,可进行复查。

8) 保存核查记录。省级生态环境主管部门保存核查过程中产生的记录;技术服务机构将相关记录纳入内部质量管理体系进行管理。

### 3 重点

#### 3.1 碳核查边界

##### 3.1.1 企业层级核算边界

报告主体应以企业为边界(图1),核算和报告边界内所有生产设施产生的温室气体排放。生产设施范围包括直接生产系统、辅助生产系统以及直接为生产服务的附属生产系统,其中辅助生产系统包括动力、供电、供水、检验、机修、库房、运输等,附属生产系统包括生产指挥系统(厂部)和厂区内为生产服务的部门和单位<sup>[4]</sup>。

对于重点排放单位企业层级边界内具备发电设施的情况,若发电设施未纳入全国碳市场,排放量按《企业温室气体排放核算与报告填报说明 水泥熟料生产》计算,若发电设施纳入全国碳市场,则直接引用其按《企业温室气体排

放核算技术指南 发电设施》核算的排放量。

##### 3.1.2 熟料生产核算边界

熟料生产核算边界为水泥行业纳入全国碳市场的履约边界,与GB 16780-2021《水泥单位产品能源消耗限额》中熟料单位产品综合能耗统计范围基本一致。熟料生产核算边界(图2)不包括附属生产系统,不包括协同处置废物或替代原料预处理系统,不包括石灰石破碎。

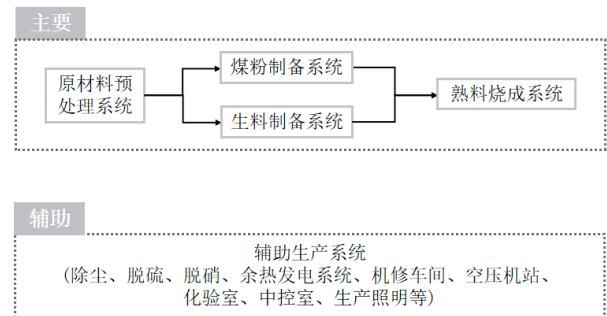


图2 熟料生产核算边界

Fig.2 Boundary of clinker production accounting

若企业具有自备电厂,熟料生产核算边界消耗电力产生碳排放量的核算与报告,不区分电力是否纳入全国碳市场的自备电厂,应全部计入碳排放量核算。

#### 3.2 文件评审重点

##### 3.2.1 核对企业基本信息

技术工作组对企业简介、营业执照、法人信息、所属国民经济行业分类(GB/T 4754-2017《国民经济行业分类》)、主要生产设备、产品类型及涉及化学反应和工艺流程、项目批复文件、环评批复文件、活动水平数据及确定方式、排放因子数据及确定方式等进行评审,主要核对以上信息与企业年初修改上传至全国碳市场管理平台(企业端)的质量控制计划和企业温室气体排放报告是否有异,并做好记录,便于现场核查时重点查验。

##### 3.2.2 确认核算边界及对应边界排放量

技术工作组首先确认企业层级核算边界和熟料生产边界涉及的重点排放设施设备,明确重点排放设施设备使用的能源及产生的温室气体种类和对应边界的排放量。

1) 企业层级核算边界主要涉及化石能源燃烧产生的排放、替代燃料燃烧产生的排放、原料中非燃料碳煅烧产生的排放、原料中碳酸盐煅烧分解产生的排放以及使用净购入电力和净购入热力产生的排放。

2) 熟料生产核算边界主要涉及化石能源燃烧产生的排放、替代燃料燃烧产生的排放、原料中碳酸盐煅烧分解产生的排放以及熟料生产阶段消耗电力和热力产生的排放。

技术工作组要确认在企业层级核算边界内是否存在除熟料生产场

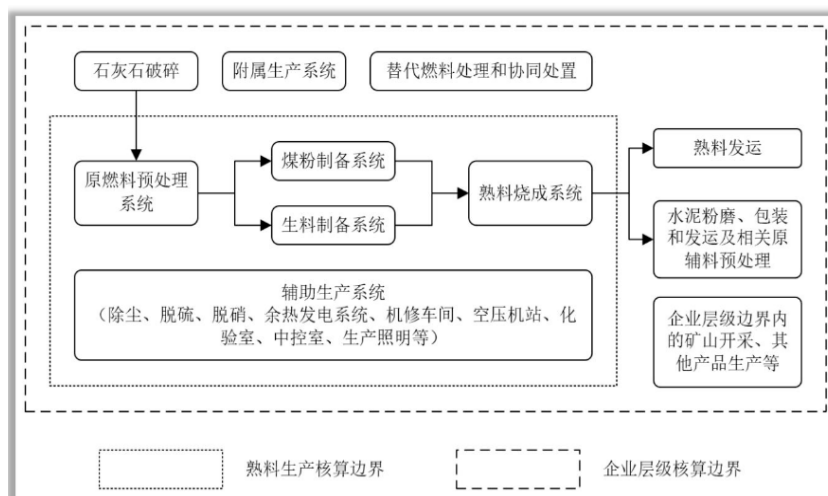


图1 企业层级核算边界

Fig.1 Boundary of enterprise level accounting

所以外的其他生产场所(如矿山),应以该场所是否在企业营业执照范围内来确定。

### 3.2.3 活动水平和排放因子及获取方式的确定

技术工作组应根据企业提供的原始证明材料对每一条活动水平、排放因子数据进行一一比对,确认来源,并以1~2种不同统计口径的资料与原数据来源进行交叉验证,确定原始数据来源的可靠性和真实性,一旦不同口径的数据差异较大,说明企业提供的数据不具备可验证性,应采取保守性原则,针对性地对企业数据进行现场核查验证。

### 3.3 现场核查重点<sup>[5]</sup>

现场核查时,应以全国碳市场管理平台(核查端)的现场核查应用软件的现场核查程序和核查内容为核心,结合查、问、看、验等核查方法开展工作。

#### 3.3.1 重点排放单位基础信息的现场核查

技术工作组应结合文件评审的意见,以查、问、看、验的核查方法对重点排放单位的营业执照、法人信息、所属国民经济行业分类、主要生产设备、产品类型及涉及化学反应和工艺流程等企业基本信息进行现场审核。应及时在现场核查应用软件中完成相应内容填报。

#### 3.3.2 直接排放对应的活动水平和排放因子的现场核查

##### 3.3.2.1 消耗化石燃料对应的排放

###### 1) 燃料消耗量

技术工作组应结合重点排放单位的监测计划,以查、问、看、验的核查方法现场核查计量器具安装位置、型号、数量、精度、方法和检定校准报告等<sup>[1]</sup>。

①固体燃料消耗量。水泥熟料生产企业固体燃料消耗以煤炭为主,工作组需确定燃煤消耗量及燃煤收到基低位发热量的获取状态是否一致。燃煤消耗量的获取状态包括进厂煤消耗量、入磨煤量、出磨煤量和入窑煤量。进厂煤消耗量通过盘库和地磅计量数据获得,可通过结算凭证等交叉核对,其余三种消耗量采用皮带秤等器具连续计量,存在系统累计误差。每批次固体燃料进厂量和外销量应采用地磅、汽车衡等衡器计量。库存量应至少每月实际盘存。

②液体/气体燃料消耗量。水泥企业消耗的液体/气体燃料较少,对应CO<sub>2</sub>排放占比通常不超过1%。液体/气体燃料消耗量应采用每月连续测量结果。对于未进行液体/气体燃料消耗量连续测量的,采用购销存台账的盘库数据(如可对柴油罐进行盘库统计柴油消耗量),并通过气体/液体的结算发票对数据进行交叉核对。

③替代燃料消耗量。工作组应确认替代燃料消耗量和替代燃料收到基低位发热量的获取状态是否一致。月度替代燃料消耗量应根据每批次进厂量和库存变化确定,采用“进厂量+期初库存-期末库存”核算。每批次替代燃料进厂量应采用地磅、汽车衡等衡器计量。库存量应每月实际盘存。

###### 2) 燃料低位发热量

①固体燃料低位发热量。进厂煤收到基低位发热量是水泥企业必测的重要数据,也是煤炭采购的重要结算参数,数据的准确性、可靠性最高。其一,技术工作组应结合重点排放单位上传的排放报告,以查、问、看、验的核查方法现

场到访化验室,核对燃煤收到基低位发热量状态是否匹配;其二,应核查重点排放单位提供的原始数据材料是否和化验室原始记录一致;其三,应现场核查燃煤低位发热量、全水分、空干基水分测定仪器位置、型号、数量、精度、标准、方法、校准频次和检定报告<sup>[1]</sup>。

②液体/气体燃料低位发热量。水泥熟料生产企业基本未开展燃油/燃气的低位发热量检测,液体/气体燃料低位发热量采用缺省值;企业亦基本未开展化石燃料单位热值含碳量、碳氧化率的实测,采用缺省值。

③替代燃料低位发热量。替代燃料低位发热量的检测标准与频次和燃煤低位发热量检测要求一致。现场核查方法与燃煤收到基低位发热量核查方法一致。

#### 3.3.2.2 过程排放量

技术工作组应结合重点排放单位上传的质量控制计划,以查、问、看、验的方法,现场核查过程排放量各参数涉及的计量设施或化验设施对应的安装位置、型号、数量、精度、方法、校准频次和检定报告<sup>[1]</sup>。

##### 1) 熟料产量

由于出窑熟料温度较高,熟料产量无法准确计量,若采用生料料耗比方法计算产量,未考虑协同处置废物的灰分问题,还需进行产量修正。因此,熟料产量通过“熟料消耗量+熟料出厂量+期末库存-期初库存-熟料购销量”统计。熟料消耗量及出厂/购销量采用皮带秤、地磅等计量,期末/期初库存量通过盘存获得。

水泥熟料生产企业对生料消耗量的统计口径存在较大差异,可采用入窑喂料计量设备计量,也可根据生料产量和库存变化确定,采用“生料产量+期初库存-期末库存”核算,生料产量采用皮带秤等器具计量,库存量应每月实际盘存,亦可根据熟料产量和料耗比反推。

##### 2) 原料化验

①熟料中氧化钙氧化镁含量。应依据GB/T 176-2017《水泥化学分析方法》对每日出窑熟料进行检测。由于企业同品种熟料的氧化钙和氧化镁含量较稳定且检测频次高,月度平均含量由熟料每日检测数据算术平均计算,年度平均含量由月度平均含量加权平均计算,权重为月度熟料产量。

②非碳酸盐替代原料消耗量。非碳酸盐替代原料消耗量采用进厂消耗量,通过“非碳酸盐替代原料进厂量+期初库存-期末库存”统计。每批次非碳酸盐替代原料进厂量采用地磅、汽车衡等计量。期末/期初库存量通过盘存获得。

③非碳酸盐替代原料氧化钙氧化镁含量。非碳酸盐替代原料中氧化钙和氧化镁的年度平均含量由月度平均含量加权平均计算得到,权重是每月非碳酸盐替代原料消耗量;月度平均含量由每批次进厂非碳酸盐替代原料检测数据加权平均计算得到,权重是每批次非碳酸盐替代原料进厂量。

#### 3.3.3 间接排放对应的活动水平和排放因子的现场核查

##### 1) 消耗电力

外购电力电量数据来源于供电局抄表数据、企业抄表数据等。

熟料生产线消耗电量依据电表读数统计,存在多条熟

料生产线共用主要生产系统或辅助生产系统的,可根据各生产线的熟料产量分摊。存在熟料生产与水泥粉磨、骨料加工等共用辅助生产系统的,可根据主要生产系统耗电量按比例分摊。

余热电站发电量依据电表读数统计,存在多条熟料生产线共用的,可根据各生产线的熟料产量分摊。

技术工作组应结合重点排放单位上传的质量控制计划和排放报告,以查、问、看、验的方法,现场对电力抄表数据与电力发票等交叉核对,并对余热发电原始记录与企业生产报表交叉核对,如存在转供电力情况,需提供转供电力数据及转供电力结算单或发票进行交叉核对。同时,技术工作组应现场核查外购电电表安装位置、型号、数量、精度、方法、校准频次和检定报告;余热发电电表、余热设施自用电量电表安装位置、型号、数量、精度、方法、校准频次和检定报告等<sup>[1]</sup>。

#### 2) 电力排放因子

采用生态环境部新发布的全国电网平均排放因子数值。

### 3.4 不符合项及核查报告

#### 3.4.1 不符合项开具要点

核查组应在收到《现场核查清单》后2个工作日内,对《现场核查清单》中未取得有效证据、不符合核算指南要求及未按数据质量控制计划执行等情况,在《不符合项清单》中“不符合项描述”一栏记录,并要求重点排放单位采取整改措施。待重点排放单位整改完成,核查组应对不符合项的整改进行书面验证。如果重点排放单位未在规定时间内完成对不符合项的整改或整改措施不符合要求,核查组应根据核算指南与生态环境部公布的缺省值,按保守原则测算排放量及相关数据。

#### 3.4.2 核查报告编制要点

1) 核查发现。核查发现应对核查内容进行详细报告,包含企业基本情况、核算边界、核算方法、核算数据、质量保证和文件存档、监测计划执行情况等。

2) 核查结论。核查结论应包含排放报告与核算指南及备案数据质量控制计划/监测计划的符合性、生产线及企业层级排放量确认、排放量异常波动的原因说明、过程中未覆盖的问题或需特别说明的问题描述。

## 4 结论

水泥行业碳核查是为温室气体重点排放单位提供温室气体排放量核算的专业技术服务,可最大限度避免水泥行业重点排放单位提交的温室气体排放报告存在的取值错误、数据缺失、计算错误、数据造假等问题,提高企业碳管理能力,为企业参与全国碳交易奠定基础。核查人员应依照相关标准规范与指南等开展文件评审和现场核查工作,出具核查结论,总结碳核查要点,帮助企业和监管部门把控数据的准确性和可靠性,提升温室气体排放整体报告结果的可信度,从基层提高水泥行业碳排放数据质量。

### 参考文献

[1]张小龙,王成元,董博文.水泥行业温室气体重点排

放单位碳核查要点分析[J].中国建材科技,2023,32(06):111-113+110.

[2]郝庆军,闫浩春,袁秀霞,等.水泥企业碳核查案例分析[J].水泥工程,2016(6):16-19.

[3]生态环境部.关于印发《企业温室气体排放报告核查指南(试行)》的通知[EB/OL].[2021-03-29].[https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk06/202103/t20210329\\_826480.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk06/202103/t20210329_826480.html).

[4]国家发展改革委.国家发展改革委办公厅关于印发首批10个行业企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)的通知(附件8)[EB/OL].[2013-10-15].[https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201311/t20131101\\_963960.html?code=&state=123](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201311/t20131101_963960.html?code=&state=123).

[5]生态环境部.《关于做好2023-2025年部分重点行业企业温室气体排放报告与核查工作》的通知(附件2)[EB/OL].[2023-10-18].[https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk06/202310/t20231018\\_1043427.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk06/202310/t20231018_1043427.html).

[6]孙星寿.我国水泥行业已实现碳达峰[J].中国建材,2024(1):36-37.