



中华人民共和国国家标准

GB/T 32151.42—2024

温室气体排放核算与报告要求 第 42 部分：铜冶炼企业

Requirements of the greenhouse gas emissions accounting and reporting—
Part 42: Copper smelting enterprise

2024-09-29 发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 核算边界 2

5 计量与监/检测要求 3

6 核算步骤与核算方法 5

7 数据质量管理 10

8 报告内容和格式 10

附录 A（资料性） 铜冶炼企业温室气体排放核算边界示意图 12

附录 B（资料性） 企业温室气体排放报告格式模板 14

附录 C（资料性） 相关参数缺省值 19

附录 D（规范性） 外购非化石能源电力排放因子取值原则及证明文件 23

附录 E（资料性） 铜冶炼企业各工序边界温室气体排放总量的核算方法 24

附录 F（资料性） 数据质量控制计划模板 26

参考文献 32

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 32151 的第 42 部分。GB/T 32151 已经发布了以下部分：

- 温室气体排放核算与报告要求 第 1 部分：发电企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 2 部分：电网企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 3 部分：镁冶炼企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 4 部分：铝冶炼企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 5 部分：钢铁生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 6 部分：民用航空企业；
- 碳排放核算与报告要求 第 7 部分：平板玻璃生产企业；
- 碳排放核算与报告要求 第 8 部分：水泥生产企业；
- 碳排放核算与报告要求 第 9 部分：陶瓷生产企业；
- 碳排放核算与报告要求 第 10 部分：化工生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 11 部分：煤炭生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 12 部分：纺织服装企业；
- 碳排放核算与报告要求 第 13 部分：独立焦化企业；
- 碳排放核算与报告要求 第 14 部分：其他有色金属冶炼和压延加工企业；
- 碳排放核算与报告要求 第 15 部分：石油化工企业；
- 碳排放核算与报告要求 第 16 部分：石油天然气生产企业；
- 碳排放核算与报告要求 第 17 部分：氟化工企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 33 部分：颜料生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 34 部分：炭素材料生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 35 部分：玻璃纤维产品生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 36 部分：绝热材料生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 37 部分：烧结类墙体屋面及道路用建筑材料生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 38 部分：水泥制品生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 39 部分：建筑石膏生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 40 部分：建筑防水材料生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 41 部分：工业硅生产企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 42 部分：铜冶炼企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 43 部分：铅冶炼企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 44 部分：锌冶炼企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 45 部分：磷酸及磷酸盐企业；
- 温室气体排放核算与报告要求 第 46 部分：废弃电池处理处置企业。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国生态环境部提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)和全国碳排放管理标准化技术委员会(SAC/TC 548)共同归口。

本文件起草单位：江西铜业股份有限公司、中国有色金属工业协会、铜陵有色金属集团控股有限公司、中国恩菲工程技术有限公司、紫金矿业集团股份有限公司、云南铜业股份有限公司、金川集团股份有限公司、大冶有色金属集团控股有限公司、宁波金田铜业(集团)股份有限公司、矿冶科技集团有限公司、葫芦岛锌业股份有限公司、山东中金岭南铜业有限责任公司、有研资源环境技术研究院(北京)有限公司。

本文件主要起草人：吴军、敖煜、张波、杨鹏、韩厚华、赵大华、叶舒琪、贾志杰、姜林友、李兵、刘招平、欧阳晓辉、张华、李玉芳、罗义、陈魁香、张杰、刘冬根、杨鑫龙、王满仓、朱秋华、李惠、刘娇、夏经攀、林星杰、陈瑞英、杨贵。

引 言

由人类活动导致的气候变化已经被公认为全世界面临的最大挑战之一,并将在未来数十年内继续影响人类及其相关活动。气候变化会对人类和自然系统产生影响,并且会给资源可用性、经济活动和人类福祉带来重大影响。作为响应,相关国际组织、国家和区域正在制定并实施国际、区域、国家和地方温室气体排放管理方案,以降低地球大气中的温室气体(GHG)浓度,并帮助人类适应气候变化。

相关温室气体排放管理方案需要基于最佳的科学知识,采取有效的、渐进的措施应对气候变化带来的各种威胁。标准有助于将这些科学知识转变为工具,从而应对气候变化。温室气体排放管理方案依赖于对温室气体的量化、监测和报告。

GB/T 32151《温室气体排放核算与报告要求》从不同的企业层面规定了温室气体排放核算与报告的要求,目的是对于不同类型的企业,分别规定其温室气体排放边界、计量与监/检测要求、核算步骤与核算方法、数据质量管理、报告内容和格式等。GB/T 32151 拟分为以下部分:

- 第1部分:发电企业;
- 第2部分:电网企业;
- 第3部分:镁冶炼企业;
- 第4部分:铝冶炼企业;
- 第5部分:钢铁生产企业;
- 第6部分:民用航空企业;
- 第7部分:平板玻璃生产企业;
- 第8部分:水泥生产企业;
- 第9部分:陶瓷生产企业;
- 第10部分:化工生产企业;
- 第11部分:煤炭生产企业;
- 第12部分:纺织服装企业;
- 第13部分:独立焦化企业;
- 第14部分:其他有色金属冶炼和压延加工企业;
- 第15部分:石油化工企业;
- 第16部分:石油天然气生产企业;
- 第17部分:氟化工企业;
- 第18部分:锻造企业;
- 第19部分:热处理企业;
- 第20部分:家具生产企业;
- 第21部分:铸造企业;
- 第22部分:畜禽养殖企业;
- 第23部分:种植业机构;
- 第24部分:电子设备制造企业;
- 第25部分:食品、烟草及酒、饮料和精制茶企业;
- 第26部分:造纸和纸制品生产企业;
- 第27部分:陆上交通运输企业;
- 第28部分:矿山企业;

- 第 29 部分:机械设备制造企业;
- 第 30 部分:水运企业;
- 第 31 部分:木材加工企业;
- 第 32 部分:涂料生产企业;
- 第 33 部分:颜料生产企业;
- 第 34 部分:炭素材料生产企业;
- 第 35 部分:玻璃纤维产品生产企业;
- 第 36 部分:绝热材料生产企业;
- 第 37 部分:烧结类墙体屋面及道路用建筑材料生产企业;
- 第 38 部分:水泥制品生产企业;
- 第 39 部分:建筑石膏生产企业;
- 第 40 部分:建筑防水材料生产企业;
- 第 41 部分:工业硅生产企业;
- 第 42 部分:铜冶炼企业;
- 第 43 部分:铅冶炼企业;
- 第 44 部分:锌冶炼企业;
- 第 45 部分:磷酸及磷酸盐企业;
- 第 46 部分:废弃电池处理处置企业。

为便于国内国际交流,根据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的有关要求,本系列文件的量值以“国际量值单位+物质(元素)”或“物质(元素)+国际量值单位”的形式表示,如 tC 表示吨碳、tCO₂ 表示吨二氧化碳、tC/GJ 表示吨碳每吉焦、Nm³ 表示标准状况下的立方米等。

温室气体排放核算与报告要求

第 42 部分：铜冶炼企业

1 范围

本文件规定了铜冶炼企业温室气体排放量的核算边界、计量与监/检测要求、核算步骤与核算方法、数据质量管理以及报告内容和格式。

本文件适用于以铜精矿或粗、杂铜作为原料的铜火法冶炼企业温室气体排放量的核算与报告。

本文件不适用于以铜矿石为原料的铜湿法冶炼企业温室气体排放量的核算与报告。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 210 工业碳酸钠

GB/T 213 煤的发热量测定方法

GB/T 384 石油产品热值测定法

GB/T 6422 用能设备能量测试导则

GB/T 11062 天然气 发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法

GB/T 15316 节能监测技术通则

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 20902 有色金属冶炼企业能源计量器具配备和管理要求

GB/T 22723 天然气能量的测定

GB/T 23111 非自动衡器

GB/T 32151.14 碳排放核算与报告要求 第 14 部分：其他有色金属冶炼和压延加工企业

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：本文件涉及的温室气体仅包含二氧化碳(CO₂)。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.1, 有修改]

3.2

报告主体 reporting entity

具有温室气体排放行为的法人企业或视同法人的独立核算单位。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.2]

3.3

铜冶炼企业 copper smelting enterprise

以铜冶炼生产为主营业务的法人企业或视同法人的独立核算单位。

注：GB/T 4754—2017，“铜冶炼企业”分类代码为“3211”。

3.4

化石燃料燃烧排放 fossil fuel combustion emission

化石燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

3.5

过程排放 process emission

在铜冶炼生产过程中除化石燃料燃烧之外的化学反应造成的温室气体排放。

注：铜冶炼企业生产过程消耗的各种碳酸盐（如废酸废水处理中碳酸钙作为中和剂，纯碱作为添加剂）发生化学反应及铜冶炼企业使用能源作为原材料（如焦炭、半焦、无烟煤、天然气等作为冶金还原剂），以及使用电极糊作为电炉的填充原料导致二氧化碳排放。

[来源：GB/T 32150—2015,3.8,有修改]

3.6

购入的电力、热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat

企业消费的购入电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

注：热力包括蒸汽、热水等。

[来源：GB/T 32150—2015,3.9]

3.7

输出的电力、热力产生的排放 emission from exported electricity and heat

企业输出的电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

[来源：GB/T 32150—2015,3.10]

3.8

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：各种化石燃料的消耗量、碳酸盐等原材料的使用量、购入和输出的电量及热量等。

[来源：GB/T 32150—2015,3.12,有修改]

3.9

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

[来源：GB/T 32150—2015,3.13]

3.10

碳氧化率 carbon oxidation rate

化石燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化的百分比。

[来源：GB/T 32150—2015,3.14,有修改]

4 核算边界

4.1 通则

4.1.1 报告主体应以企业法人或视同法人的独立核算单位为边界，核算和报告其生产系统产生的温室气体排放。铜冶炼企业生产系统包括主要生产系统、辅助生产系统以及直接为生产服务的附属生产系统。铜冶炼企业温室气体排放核算边界示意图见附录 A。

4.1.2 铜冶炼企业主要生产系统包括备料、熔炼、吹炼、精炼、电解、渣选等,辅助生产系统包括供电、供热、供水、供气、制氧、环保设施、化验、机修、库房、厂内运输等,附属生产系统包括生产指挥系统(厂部)和为生产服务的部门和单位(如职工食堂、职工宿舍和车间浴室、保健站等)。

4.1.3 如果报告主体除铜冶炼外还存在其他生产活动,并存在本文件未涵盖的温室气体排放环节,还应按照其他相关行业的企业温室气体排放核算和报告要求,一并进行核算并汇总报告。如铜冶炼企业烟气制酸系统温室气体排放核算和报告应按照工业硫酸行业相关标准的规定,稀贵金属综合回收系统温室气体排放核算与报告应按照 GB/T 32151.14 的规定。报告格式模板见附录 B。

4.1.4 铜冶炼企业温室气体排放核算和报告范围包括以下部分或全部排放:化石燃料燃烧排放、过程排放、购入及输出的电力和热力产生的排放。

4.1.5 设备检修、开停炉期间消耗的能源,应核算温室气体排放量。

4.1.6 报告主体宜单独核算碳捕集、利用与封存(CCUS)、碳汇等其他碳减排情况。报告主体法人边界或工序涉及外包、生物质燃料情况的,宜单独核算其产生的温室气体排放量。涉及外购耗能工质对应的温室气体排放情况宜单独核算。国家和地方政策另有说明的除外。

4.1.7 铜冶炼企业温室气体核算报告期原则上为上一自然年或财务年度。

4.2 工序核算边界

4.2.1 工序核算边界包括与工序相关的主要生产系统及相关辅助生产系统,不包括附属生产系统。

4.2.2 铜精矿冶炼应分别对粗铜工序(铜精矿-粗铜)、精炼工序(粗铜-阳极铜)、阳极铜工序(铜精矿-阳极铜)、阴极铜工序(阳极铜-阴极铜)产生的温室气体排放量进行核算。

4.2.3 粗、杂铜冶炼应分别对阳极铜工序(粗、杂铜-阳极铜)、阴极铜工序(阳极铜-阴极铜)产生的温室气体排放量进行核算。

4.3 核算和报告范围

4.3.1 化石燃料燃烧排放

铜冶炼企业所涉及的化石燃料燃烧排放包括煤、油、气等在各种类型的固定或移动燃烧设备(如锅炉、熔炼炉、精炼炉、内燃机等)中发生氧化燃烧过程产生的温室气体排放。

4.3.2 过程排放

铜冶炼企业所涉及的过程排放包括消耗的各种碳酸盐及其他化学品发生化学反应导致的温室气体排放,以及能源作为原材料用途所产生的温室气体排放。

注:铜冶炼企业在精炼工序中使用天然气、无烟煤等能源产品作为还原剂用途时与作为化石燃料燃烧反应同时进行,两者无法区分各自用量,且最终都是与氧气反应形成二氧化碳,因此这部分的消耗量统一纳入化石燃料燃烧排放一并计算。

4.3.3 购入的电力、热力产生的排放

铜冶炼企业消费的购入电力、热力(蒸汽、热水)所对应的生产环节产生的二氧化碳排放。

4.3.4 输出的电力、热力产生的排放

铜冶炼企业输出的电力、热力(蒸汽、热水)所对应的生产环节产生的二氧化碳排放。

5 计量与监/检测要求

5.1 参数识别

铜冶炼企业温室气体排放计量与监/检测参数应按照表 1 识别。

表 1 企业温室气体排放计量与监/检测参数识别

排放源名称	具体的排放源	计量与监/检测参数类型	计量与监/检测方法
化石燃料燃烧排放	化石燃料燃烧产生的温室气体排放	化石燃料消耗量	衡器、液体流量计、气体流量计等计量器具
		低位发热量	GB/T 213、GB/T 384、GB/T 11062、GB/T 22723
过程排放	铜冶炼企业消耗的各种碳酸盐及其他化学品发生化学反应导致的温室气体排放	碳酸盐消耗量	衡器
		其他化学品消耗量	衡器
		碳酸盐和其他化学品纯度	供应商提供、实测值等
	部分铜冶炼企业使用电极糊作为电炉填充剂导致的温室气体排放	能源作为原材料用途消耗量	衡器
购入和输出电力及热力产生的排放	生产过程购入和输出电力产生的二氧化碳排放	购入和输出电量	电表
	生产过程购入和输出热力产生的二氧化碳排放	购入和输出蒸汽量、蒸汽温度、蒸汽压力	流量仪表、温度仪表、压力仪表
		购入和输出热水量、热水温度	流量仪表、温度仪表

5.2 化石燃料消耗量计量与监/检测要求

化石燃料消耗量计量与监/检测要求见表 2。

表 2 化石燃料消耗量计量与监/检测要求

燃料类型	准确度等级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录频次	安装位置
固态燃料	Ⅲ	检定	1 次/12 个月	每批	每批	—
	0.5	检定	1 次/12 个月	连续	每月	安装在进燃炉燃烧前
液态燃料	成品油:0.5 重油、渣油及其他:1.0	检定/校准	1 次/12 个月	每批	每批	安装在储油罐与燃炉之间
	液态天然气(LNG):0.5	检定/校准	1 次/12 个月	每批	每批	—
气态燃料	2.0	检定/校准	1 次/12 个月	连续	每月	安装在储罐、调压站等与燃炉之间

5.3 过程排放的计量与监/检测要求

5.3.1 过程排放涉及原辅料消耗量的计量与监/检测要求

铜冶炼企业碳酸盐、能源作为原材料用途的消耗量应使用计量衡器称量，并记录每批次进货量，每月至少统计一次消耗量，并做好相应的台账。

5.3.2 过程排放的计量器具与监/检测要求

铜冶炼企业应购买符合 GB/T 23111 要求或符合其他相关计量要求的计量衡器。

5.3.3 碳酸盐纯度计量与监/检测要求

铜冶炼企业应按照 GB/T 210 等相关标准的规定对每一批次碳酸盐的纯度进行检测,并取加权平均值;也可采用供货方或第三方结算提供的数值。

5.4 购入和输出电力及热力计量要求

5.4.1 购入和输出电力的计量要求

铜冶炼企业应按 GB 17167、GB/T 20902 的要求配备电表。

5.4.2 购入和输出热力的计量要求

铜冶炼企业应按 GB 17167、GB/T 20902 的要求配备热力计量器具。

5.5 计量与监/检测管理要求

铜冶炼企业应加强计量监/检测管理工作,包括但不限于:

- a) 设立专人负责能源计量器具的管理,包括计量器具的配备、使用、检定(校准)、维修及报废等;
- b) 温室气体排放计量器具的检定、校准、维修及相应管理人员应具备相应的能力;
- c) 建立计量器具一览表,表中应列出计量器具的名称、规格型号、准确度等级、生产厂家、出厂标号、本单位管理编号、安装使用地点、校准状态、下次校准日期等;
- d) 用能设备的设计和安装应符合 GB/T 6422、GB/T 15316 中关于用能设备的能源监测要求;
- e) 企业应建立计量器具档案,包括但不限于:
 - 计量器具使用说明书;
 - 计量器具出厂合格证;
 - 计量器具有效的检定(测试、校准)证书;
 - 计量器具维修记录;
 - 计量器具其他相关信息。
- f) 计量器具凡属于自行校准且自行规定校准间隔的,应有现行有效的受控文件作为依据;
- g) 计量器具应定期检定(校准),凡经检定(校准)不符合要求或超过检定周期的计量器具不应使用,属于强制检定的计量器具,其检定周期应遵守有关计量法律法规的规定;
- h) 在用的计量器具应在明显位置粘贴与计量器具一览表编号对应的标签,以备查验和管理。

6 核算步骤与核算方法

6.1 核算步骤

报告主体进行企业温室气体排放核算与报告的工作流程包括:

- a) 确定核算边界,包含企业边界和工序边界;
- b) 识别温室气体排放源;
- c) 制定数据质量控制计划;
- d) 收集活动数据;
- e) 选择和获取排放因子数据;

- f) 分别计算化石燃料燃烧排放量、过程排放量、购入和输出电力及热力产生的排放量；
- g) 汇总计算企业温室气体排放量和工序边界温室气体排放量。

6.2 企业边界核算方法

6.2.1 温室气体排放总量

铜冶炼企业的温室气体排放量等于边界内所有生产系统的化石燃料燃烧产生的温室气体排放量、工业生产过程产生的温室气体排放量以及企业消费的购入电力、热力产生的温室气体排放量之和,同时扣除输出的电力、热力所产生的温室气体排放量,按公式(1)计算:

$$E = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} - E_{\text{输出电}} - E_{\text{输出热}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- E ——铜冶炼企业温室气体排放总量,以吨二氧化碳(tCO_2)计;
- $E_{\text{燃烧}}$ ——化石燃料燃烧产生的温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO_2)计;
- $E_{\text{过程}}$ ——生产过程温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO_2)计;
- $E_{\text{购入电}}$ ——购入电力产生的温室气体排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计;
- $E_{\text{购入热}}$ ——购入热力产生的温室气体排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计;
- $E_{\text{输出电}}$ ——输出电力产生的温室气体排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计;
- $E_{\text{输出热}}$ ——输出热力产生的温室气体排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计。

6.2.2 化石燃料燃烧排放

6.2.2.1 计算公式

化石燃料燃烧导致的温室气体排放量是铜冶炼企业核算和报告年度内各种化石燃料(如重油、柴油、天然气等)燃烧产生的温室气体排放量的总和,按公式(2)计算:

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \cdot EF_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $E_{\text{燃烧}}$ ——化石燃料燃烧产生的温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO_2)计;
- i ——化石燃料类型代号;
- AD_i ——第 i 种化石燃料的活动数据,单位为吉焦(GJ);
- EF_i ——第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子,以吨二氧化碳每吉焦(tCO_2/GJ)计。

6.2.2.2 活动数据获取

6.2.2.2.1 活动数据计算

化石燃料燃烧的活动数据是核算和报告年度内各种化石燃料的消耗量与平均低位发热量的乘积,按公式(3)计算:

$$AD_i = NCV_i \cdot FC_i \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- AD_i ——第 i 种化石燃料的活动数据,单位为吉焦(GJ);
- NCV_i ——第 i 种化石燃料的平均低位发热量;对固体和液体化石燃料,以吉焦每吨(GJ/t)计;对气体化石燃料,以吉焦每万标立方米($\text{GJ}/10^4 \text{ Nm}^3$)计;
- FC_i ——第 i 种化石燃料的净消耗量;对固体或液体化石燃料,单位为吨(t);对气体化石燃料,以万标立方米(10^4 Nm^3)计。

注：本文件中的气体标准状况是大气压力为 101.325 kPa，温度为 273.15 K(0℃)。

6.2.2.2.2 化石燃料消耗量

根据核算和报告期内各种燃料购入量、外销量、库存变化量来确定各自的消耗量。燃料购入量、外销量采用采购单或销售单等结算凭证中的数据，库存变化量采用计量工具读数或在企业能源消费台账或统计报表中有所体现。

6.2.2.2.3 低位发热量

具备条件的企业可开展实测，或委托专业机构进行检测，也可采用与相关方结算凭证中提供的实测值。如采用实测值，化石燃料低位发热量检测应按照 GB/T 213、GB/T 384、GB/T 22723 等相关标准的规定进行。不具备条件的企业可选择采用本文件提供的化石燃料平均低位发热量缺省值，见附录 C 中表 C.1。

6.2.2.3 排放因子数据获取

6.2.2.3.1 计算公式

化石燃料燃烧的二氧化碳排放因子按公式(4)计算：

$$EF_i = CC_i \cdot OF_i \times \frac{44}{12} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

EF_i ——第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子，以吨二氧化碳每吉焦(tCO₂/GJ)计；

CC_i ——第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，以吨碳每吉焦(tC/GJ)计；

OF_i ——第 i 种化石燃料的碳氧化率，%；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

6.2.2.3.2 单位热值含碳量

企业可根据自身条件，选取以下方法：采用表 C.1 提供的化石燃料单位热值含碳量的缺省值；具备条件的企业可对单位热值含碳量开展实测，或委托专业机构进行检测；也可采用与相关方结算凭证中提供的实测值。

6.2.2.3.3 碳氧化率

企业参考表 C.1 提供的化石燃料碳氧化率的缺省值。

6.2.3 过程排放

6.2.3.1 计算公式

铜冶炼企业生产过程温室气体排放量计算方式如下：

- a) 铜冶炼企业生产过程温室气体排放量包括企业消耗的各种碳酸盐发生化学反应导致的温室气体排放量之和，以及能源作为原材料用途的温室气体排放量，按公式(5)计算：

$$E_{\text{过程}} = E_{\text{碳酸盐}} + E_{\text{原材料}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$E_{\text{过程}}$ ——生产过程温室气体排放量总和，以吨二氧化碳(tCO₂)计；

$E_{\text{碳酸盐}}$ ——碳酸盐产生的温室气体排放量总和，以吨二氧化碳(tCO₂)计；

$E_{\text{原材料}}$ ——能源作为原材料用途的温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO₂)计。

- b) 企业消耗的各种碳酸盐发生化学反应导致的温室气体排放量之和,按公式(6)计算:

$$E_{\text{碳酸盐}} = \sum (AD_{\text{碳酸盐},i} \cdot EF_{\text{碳酸盐},i} \cdot PUR_{\text{碳酸盐},i}) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$E_{\text{碳酸盐}}$ ——碳酸盐产生的温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO₂)计;

$AD_{\text{碳酸盐},i}$ ——第 i 种碳酸盐的消耗量,单位为吨(t);

$EF_{\text{碳酸盐},i}$ ——第 i 种碳酸盐发生化学反应的二氧化碳排放因子,以吨二氧化碳每吨碳酸盐(tCO₂/t 碳酸盐)计;

$PUR_{\text{碳酸盐},i}$ ——第 i 种碳酸盐的纯度,%。

- c) 能源作为原材料用途的温室气体排放量按公式(7)计算:

$$E_{\text{原材料}} = AD_{\text{原材料}} \cdot EF_{\text{原材料}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$E_{\text{原材料}}$ ——能源作为原材料用途的温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO₂)计;

$AD_{\text{原材料}}$ ——活动数据,即能源作为原材料用途的消耗量,对于固体或液体能源,单位为吨(t);
对于气体能源,以万标立方米(10⁴ Nm³)计;

$EF_{\text{原材料}}$ ——能源作为原材料用途的二氧化碳排放因子,对于固体或液体能源,以吨二氧化碳每吨(tCO₂/t)计;对于气体能源,以吨二氧化碳每万标立方米(tCO₂/10⁴ Nm³)计。

6.2.3.2 活动数据获取

所需的活动数据是核算和报告年度内纯碱、碳酸钙等碳酸盐的消耗量或能源作为原材料用途的消耗量,可采用铜冶炼企业计量数据,也可根据报告主体物料消费台账或统计报表来确定。

6.2.3.3 排放因子数据获取

碳酸盐发生化学反应的二氧化碳排放因子采用表 C.2 所提供的缺省值。

6.2.4 购入和输出的电力、热力产生的排放

6.2.4.1 计算公式

6.2.4.1.1 购入电力产生的排放

铜冶炼企业消费的购入电力所产生的二氧化碳排放量按公式(8)计算:

$$E_{\text{购入电}} = AD_{\text{购入电}} \cdot EF_{\text{电力}} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$E_{\text{购入电}}$ ——购入的电力所对应产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;

$AD_{\text{购入电}}$ ——购入的电量,单位为兆瓦时(MWh);

$EF_{\text{电力}}$ ——电力排放因子,单位为吨二氧化碳每兆瓦时(tCO₂/MWh)。

6.2.4.1.2 购入热力产生的排放

铜冶炼企业消费的购入热力所产生的二氧化碳排放量按公式(9)计算:

$$E_{\text{购入热}} = AD_{\text{购入热}} \cdot EF_{\text{热力}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$E_{\text{购入热}}$ ——购入的热力所对应产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;

$AD_{\text{购入热}}$ ——购入的热量,单位为吉焦(GJ);

$EF_{\text{热力}}$ ——热力排放因子,以吨二氧化碳每吉焦(tCO₂/GJ)计。

6.2.4.1.3 输出电力产生的排放

铜冶炼企业输出的电力所产生的二氧化碳排放量按公式(10)计算：

$$E_{\text{输出电}} = AD_{\text{输出电}} \cdot EF_{\text{电力}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$E_{\text{输出电}}$ ——输出的电力所对应产生的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；

$AD_{\text{输出电}}$ ——输出的电量，单位为兆瓦时(MWh)；

$EF_{\text{电力}}$ ——电力排放因子，以吨二氧化碳每兆瓦时(tCO₂/MWh)计。

6.2.4.1.4 输出热力产生的排放

铜冶炼企业输出的热力所产生的二氧化碳排放量按公式(11)计算：

$$E_{\text{输出热}} = AD_{\text{输出热}} \cdot EF_{\text{热力}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$E_{\text{输出热}}$ ——输出的热力所对应产生的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；

$AD_{\text{输出热}}$ ——输出的热量，单位为吉焦(GJ)；

$EF_{\text{热力}}$ ——热力排放因子，以吨二氧化碳每吉焦(tCO₂/GJ)计。

6.2.4.2 活动数据获取

6.2.4.2.1 企业购入和输出电量数据应以结算电表为准；如果没有，可采用供应商提供的电费发票或者结算单等结算凭证中的数据。

6.2.4.2.2 企业购入和输出热力数据应以结算热力表或计量表为准；如果没有，可采用供应商提供的供热量发票或者结算单等结算凭证中的数据。

6.2.4.2.3 非热量单位可分别按如下方法换算为热量单位。

a) 以质量单位计量的热水按公式(12)转换为热量单位：

$$AD_{\text{热水}} = Ma_w \times (T_w - 20) \times 4.186\ 8 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$AD_{\text{热水}}$ ——热水的热量，单位为吉焦(GJ)；

Ma_w ——热水的质量，单位为吨(t)；

T_w ——热水温度，单位为摄氏度(℃)；

4.186 8 ——水在常温常压下的比热，单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·℃)]。

b) 以质量单位计量的蒸汽按公式(13)转换为热量单位：

$$AD_{\text{蒸汽}} = Ma_{\text{st}} \times (En_{\text{st}} - 83.74) \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$AD_{\text{蒸汽}}$ ——蒸汽的热量，单位为吉焦(GJ)；

Ma_{st} ——蒸汽的质量，单位为吨(t)；

En_{st} ——蒸汽所对应的温度压力下每千克蒸汽的热焓，单位为千焦每千克(kJ/kg)，饱和蒸汽和过热蒸汽的热焓可分别查阅表 C.4 和表 C.5。表中未列明的温度、压力状态下的蒸汽热焓可参考邻近温度、压力下的蒸汽热焓采用内插法计算。

83.74 ——给水温度为 20℃时热水的焓值，单位为千焦每千克(kJ/kg)。

6.2.4.3 排放因子数据获取

电力排放因子和热力排放因子缺省值见表 C.3。报告主体如果涉及使用外购非化石能源电力，其排放因子的取值原则及证明文件应按照附录 D 的要求进行；如果不涉及使用外购非化石能源电力，应

选用最新发布的全国电力平均二氧化碳排放因子。热力排放因子优先采用供热单位的实测值,也可按推荐值 $0.11 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$ 计算。

6.3 工序边界核算方法

各工序边界温室气体排放总量的核算方法见附录 E。

7 数据质量管理

报告主体应加强温室气体数据质量管理工作,包括但不限于。

- a) 建立企业温室气体排放核算和报告的规章制度,包括负责机构和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等,指定专职人员负责企业温室气体排放核算和报告工作。
- b) 根据各种类型的温室气体排放源的重要度对其进行等级划分,并制定企业温室气体排放源一览表,对于不同等级的排放源的活动数据和排放因子数据的获取提出相应的要求。
- c) 对现有监/检测条件进行评估,并制定相应的监测计划(其模板见附录 F),包括对活动数据的监测和对燃料低位发热量等参数的监测;定期对计量器具、检测设备和在线监测仪表进行维护管理,并记录存档。
- d) 建立健全温室气体数据记录管理体系,包括数据来源、数据获取时间及相关责任人等信息记录。
- e) 建立企业温室气体排放报告内部审核制度。定期对温室气体排放数据进行交叉校验,对可能产生的数据误差风险进行识别,并提出相应的解决方案。

8 报告内容和格式

8.1 通则

报告内容应包括报告主体基本信息、温室气体排放量、活动数据及其来源和排放因子数据及其来源,其报告格式模板见附录 B。

8.2 报告主体基本信息

8.2.1 报告主体基本信息应包括报告主体名称、单位性质、报告年度、所属行业、统一社会信用代码、法定代表人、填报负责人和联系人信息等。

8.2.2 报告主体基本信息还应包括企业核算边界、主营产品及工艺流程以及排放源识别情况的详细说明(必要时应附表和附图)。

8.3 温室气体排放量

报告主体应报告年度温室气体排放总量,并分别报告化石燃料燃烧排放、能源作为原材料用途的排放、过程排放、购入和输出的电力及热力产生的排放量。

8.4 活动数据及来源

8.4.1 报告主体应报告企业在报告年度内用于工业生产的各种燃料的净消耗量和相应的低位发热量、各种碳酸盐原料的消耗量及能源作为原材料用途的消耗量、购入和输出的电量及热量,并说明这些数据的来源。

8.4.2 报告主体如果还从事铜冶炼以外的产品生产活动,并存在本文件未涵盖的温室气体排放环节,应按照其他相关行业的企业温室气体排放核算和报告的要求,一并报告其活动数据及来源。

8.5 排放因子数据及来源

8.5.1 报告主体应报告企业在报告年度内各种化石燃料的单位热值含碳量和碳氧化率数据,各种碳酸盐原料及能源作为原材料用途的排放因子、报告主体的电力排放因子和热力排放因子等数据,并说明这些数据的来源(采用本文件的缺省值或实测值)。

8.5.2 报告主体如果还从事铜冶炼以外的产品生产活动,并存在本文件未涵盖的温室气体排放环节,应按照其他相关行业的企业温室气体排放核算方法和报告的要求,一并报告其排放因子数据及来源。

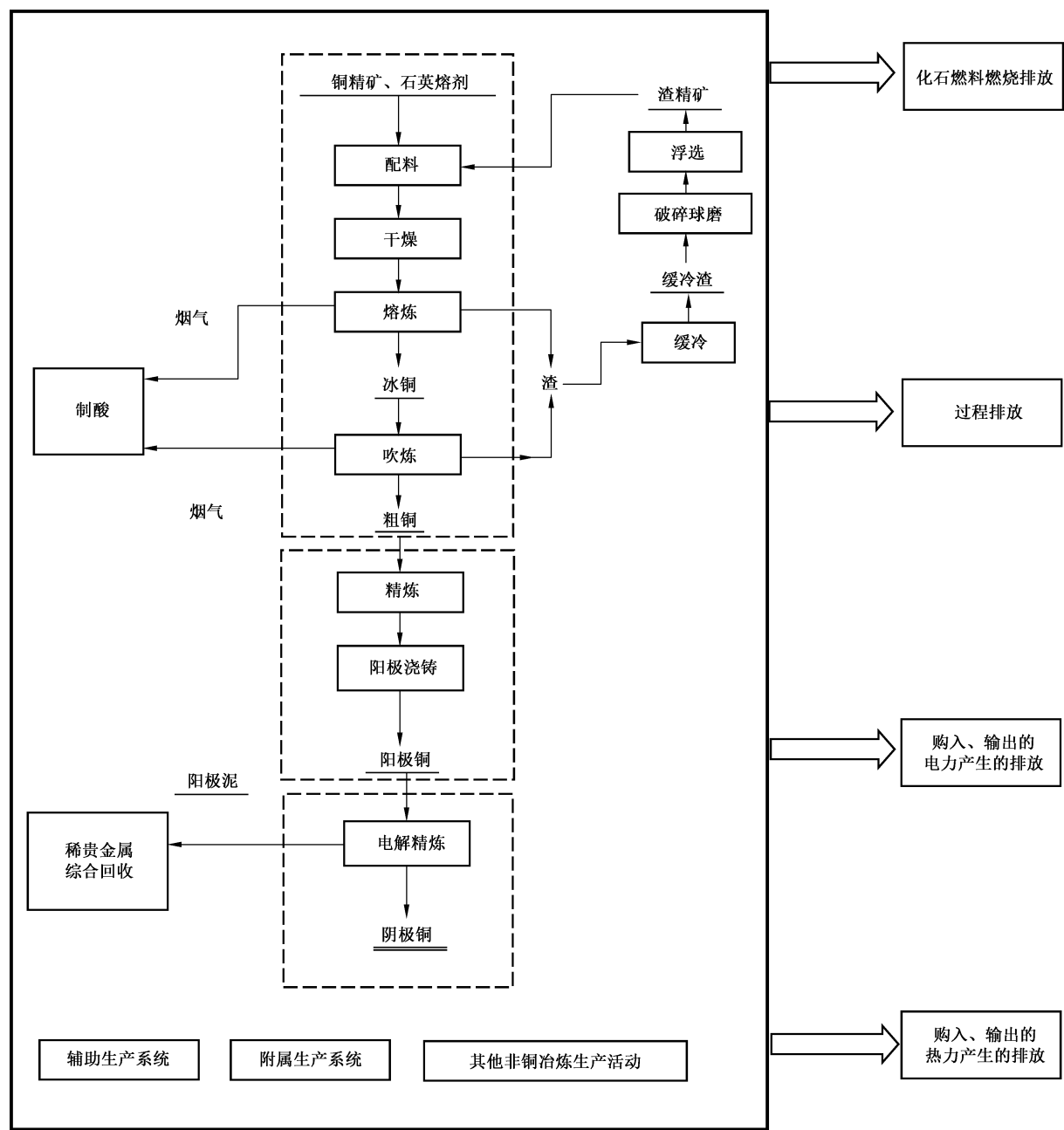
8.6 其他报告信息

报告主体宜单独报告碳捕集、利用与封存(CCUS)、碳汇等其他碳减排情况。报告主体法人边界或工序涉及外包、生物质燃料情况的,宜单独报告其产生的温室气体排放量,但不计入温室气体排放总量。涉及外购耗能工质对应的二氧化碳排放情况宜单独报告。国家和地方政策另有说明的除外。

附 录 A
(资料性)

铜冶炼企业温室气体排放核算边界示意图

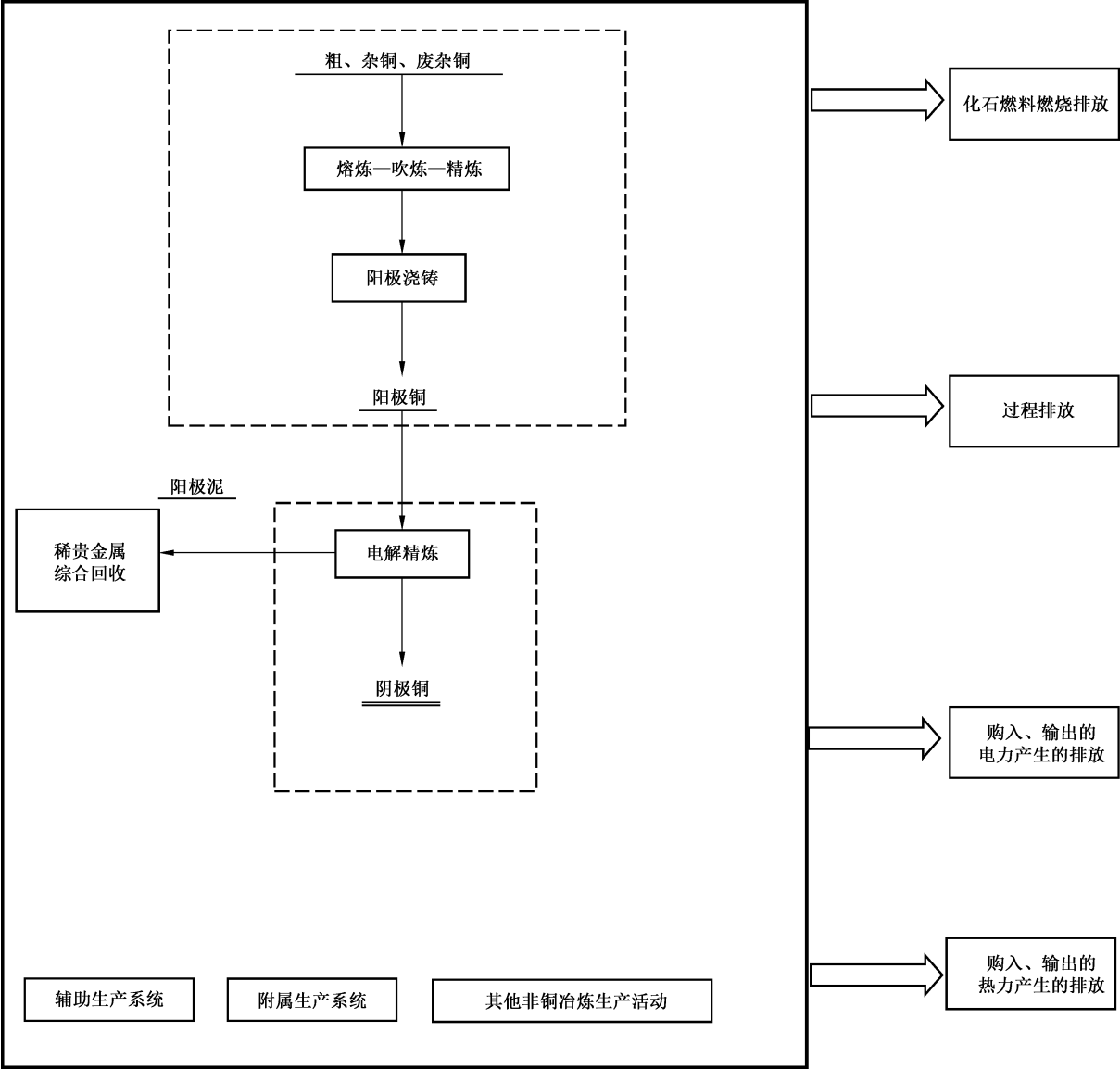
A.1 铜火法冶炼(铜精矿冶炼工艺)企业温室气体排放核算边界示意图如图 A.1 所示。



注 1：实线框表示企业报告主体核算边界，虚线框表示工序核算边界。
注 2：工序温室气体排放量核算边界包括主要生产系统及相关辅助生产系统。

图 A.1 铜火法冶炼(铜精矿冶炼工艺)企业温室气体排放核算边界示意图

A.2 铜火法冶炼(粗、杂铜冶炼工艺)企业温室气体排放核算边界示意图 A.2 所示。



注 1: 实线框表示企业报告主体核算边界,虚线框表示工序核算边界。
注 2: 工序温室气体排放量核算边界包括主要生产系统及相关辅助生产系统。

图 A.2 铜火法冶炼(粗、杂铜冶炼工艺)企业温室气体排放核算边界示意图

附 录 B
(资料性)

企业温室气体排放报告格式模板

铜冶炼企业温室气体排放报告格式如下。

铜冶炼企业温室气体排放报告

报告主体(盖章):

报告年度:

编制日期: 年 月 日

本报告主体核算了____年度温室气体排放量,并填写了相关数据表格,见表 1~表 6。现将有关情况报告如下:

一、报告主体基本信息

二、温室气体排放量

三、活动数据及来源说明

四、排放因子数据及来源说明

五、其他报告信息

本企业承诺对本报告的真实性的负责。

法定代表人或授权代表(签字):

年 月 日

表 1 报告主体——__年温室气体排放量汇总表

排放类型		排放量 tCO ₂
化石燃料燃烧的温室气体排放		
生产过程的温室气体排放		
购入电力产生的二氧化碳排放量		
购入热力产生的二氧化碳排放量		
输出电力产生的二氧化碳排放量		
输出热力产生的二氧化碳排放量		
企业温室气体 排放总量	不包括购入和输出电力、热力产生的二氧化碳排放量	
	包括购入和输出电力、热力产生的二氧化碳排放量	

表 2 报告主体——各工序年温室气体排放量汇总表

冶炼工艺	工序	排放类型 tCO ₂						总排放量 tCO ₂
		化石燃料 燃烧排放	过程排放	购入电力 排放	输出电力 排放	购入热力 排放	输出热力 排放	
铜精矿 冶炼工艺	铜精矿-粗铜 (粗铜工序)							
	粗铜-阳极铜 (精炼工序)							
	铜精矿-阳极铜 (阳极铜工序)							
	阳极铜-阴极铜 (阴极铜工序)							
粗、杂铜 冶炼工艺	粗、杂铜-阳极铜 (阳极铜工序)							
	阳极铜-阴极铜 (阴极铜工序)							

表 3 化石燃料燃烧的活动数据和排放因子数据一览表

燃料品种 ^a	消费量 t 或 10 ⁴ Nm ³	低位发热量 ^b GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³		单位热值 含碳量 ^b tC/GJ	碳氧化率/%	
		数据	数据来源		数据	数据来源
无烟煤			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
烟煤			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
褐煤			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
洗精煤			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
其他洗煤			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
型煤			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
焦炭			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
原油			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
燃料油			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
汽油			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
柴油			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
喷气煤油			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
一般煤油			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
石脑油			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
石油焦			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
液化天然气			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
液化石油气			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
其他石油制品			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
焦炉煤气			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
高炉煤气			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
转炉煤气			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
其他煤气			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
天然气			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
炼厂干气			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
其他能源品种 ^a			☐ 实测值 ☐ 缺省值			☐ 实测值 ☐ 缺省值
^a 报告主体实际燃烧的能源品种如未在表中列出的自行添加。						
^b 对于通过燃料低位发热量及单位热值含碳量来估算燃料含碳量的情景填报本栏。						

表 4 工业过程排放的活动数据和排放因子数据一览表

原、辅材料品种	消费量 t 或 10 ⁴ Nm ³	排放因子 tCO ₂ /t 或 tCO ₂ /10 ⁴ Nm ³	排放量 tCO ₂
纯碱			
碳酸钙			
电极糊			
.....			
注：报告主体自行添加未在表中列出但企业实际消耗的其他碳酸盐品种和其他能源作为原材料的品种。			

表 5 购入和输出的电力对应的活动数据及排放因子数据一览表

项目 ^a	电量 MWh	排放因子 tCO ₂ /MWh	排放量 tCO ₂
购入			
输出			
^a 若购入或输出的电力存在一个以上不同排放因子的电力来源，自行分行一一列明。			

表 6 购入和输出的热力对应的活动数据及排放因子数据一览表

项目 ^a	热量 GJ	排放因子 tCO ₂ /GJ	排放量 tCO ₂
购入			
输出			
^a 若购入或输出的热力存在一个以上不同排放因子的热力来源，自行分行一一列明。			

附 录 C
(资料性)
相关参数缺省值

相关参数缺省值见表 C.1～表 C.5。

表 C.1 常用化石燃料相关参数的缺省值

燃料品种		单位	低位发热量 GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³	单位热值含碳量 tC/GJ	燃料碳氧化率 %
固 体 燃 料	无烟煤	t	26.7 ^c	27.4 ^b × 10 ⁻³	94 ^b
	烟煤	t	19.570 ^d	26.1 ^b × 10 ⁻³	93 ^b
	褐煤	t	11.9 ^c	28 ^b × 10 ⁻³	96 ^b
	洗精煤	t	26.334 ^a	25.41 ^b × 10 ⁻³	90 ^d
	其他洗煤	t	12.545 ^a	25.41 ^b × 10 ⁻³	90 ^d
	型煤	t	17.460 ^d	33.6 ^b × 10 ⁻³	90 ^b
	其他煤制品	t	17.460 ^d	33.6 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	焦炭	t	28.435 ^a	29.5 ^b × 10 ⁻³	93 ^b
	石油焦	t	32.5 ^c	27.50 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
液 体 燃 料	原油	t	41.816 ^a	20.1 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	燃料油	t	41.816 ^a	21.1 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	汽油	t	43.070 ^a	18.9 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	柴油	t	42.652 ^a	20.2 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	一般煤油	t	43.070 ^a	19.6 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	液化天然气	t	51.498 ^c	15.3 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	液化石油气	t	50.179 ^a	17.2 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	石脑油	t	44.5 ^c	20.0 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	焦油	t	33.453 ^a	22.0 ^c × 10 ⁻³	98 ^b
	粗苯	t	41.816 ^a	22.7 ^d × 10 ⁻³	98 ^b
	其他石制品	t	41.031 ^d	20.0 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
气 体 燃 料	天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31 ^a	15.3 ^b × 10 ⁻³	99 ^b
	高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.00 ^d	70.80 ^c × 10 ⁻³	99 ^b
	转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.00 ^d	49.60 ^d × 10 ⁻³	99 ^b
	焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	179.81 ^a	13.58 ^b × 10 ⁻³	99 ^b
	炼厂干气	t	45.998 ^a	18.2 ^b × 10 ⁻³	99 ^b
	其他煤气	10 ⁴ Nm ³	52.270 ^a	12.2 ^b × 10 ⁻³	99 ^b
^a 数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2021》(统计年鉴有更新时,使用其最新数值)。 ^b 数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南(试行)》。 ^c 数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》及其 2019 修订版。 ^d 数据取值来源为《2005 中国温室气体清单研究》中的有色金属工业数据。 ^e 数据取值来源为 GB/T 2589。					

表 C.2 过程排放因子缺省值

名称	单位	二氧化碳排放因子
碳酸钙	tCO ₂ /t	0.440 ^a
碳酸钠	tCO ₂ /t	0.415 ^a
电极糊	tCO ₂ /t	3.663 ^b
.....		
^a 碳酸盐排放因子为二氧化碳与碳酸盐的分子量之比。		
^b 数据取值来源为 GB/T 32151.5。		

表 C.3 其他排放因子和参数缺省值

名称	单位	二氧化碳排放因子
电力消费的排放因子	tCO ₂ /MWh	报告主体如果涉及使用外购非化石能源电力,按附录 D 确定相关电力排放因子;如果不涉及使用外购非化石能源电力,选用最新发布的全国电力平均二氧化碳排放因子
热力消费的排放因子	tCO ₂ /GJ	0.11

表 C.4 饱和蒸汽焓值表

压力 MPa	温度 ℃	焓 kJ/kg	压力 MPa	温度 ℃	焓 kJ/kg
0.001	6.98	2 513.8	0.060	85.95	2 653.6
0.002	17.51	2 533.2	0.070	89.96	2 660.2
0.003	24.10	2 545.2	0.080	93.51	2 666.0
0.004	28.98	2 554.1	0.090	96.71	2 671.1
0.005	32.90	2 561.2	0.10	99.63	2 675.7
0.006	36.18	2 567.1	0.12	104.81	2 683.8
0.007	39.02	2 572.2	0.14	109.32	2 690.8
0.008	41.53	2 576.7	0.16	113.32	2 696.8
0.009	43.79	2 580.8	0.18	116.93	2 702.1
0.010	45.83	2 584.4	0.20	120.23	2 706.9
0.015	54.00	2 598.9	0.25	127.43	2 717.2
0.020	60.09	2 609.6	0.30	133.54	2 725.5
0.025	64.99	2 618.1	0.35	138.88	2 732.5
0.030	69.12	2 625.3	0.40	143.62	2 738.5
0.040	75.89	2 636.8	0.45	147.92	2 743.8
0.050	81.35	2 645.0	0.50	151.85	2 748.5

表 C.4 饱和蒸汽焓值表（续）

压力 MPa	温度 ℃	焓 kJ/kg	压力 MPa	温度 ℃	焓 kJ/kg
0.60	158.84	2 756.4	3.50	242.54	2 801.3
0.70	164.96	2 762.9	4.00	250.33	2 799.4
0.80	170.42	2 768.4	5.00	263.92	2 792.8
0.90	175.36	2 773.0	6.00	275.56	2 783.3
1.00	179.88	2 777.0	7.00	285.8	2 771.4
1.10	184.06	2 780.4	8.00	294.98	2 757.5
1.20	187.96	2 783.4	9.00	303.31	2 741.8
1.30	191.6	2 786.0	10.0	310.96	2 724.4
1.40	195.04	2 788.4	11.0	318.04	2 705.4
1.50	198.28	2 790.4	12.0	324.64	2 684.8
1.60	201.37	2 792.2	13.0	330.81	2 662.4
1.40	204.3	2 793.8	14.0	336.63	2 638.3
1.50	207.1	2 795.1	15.0	342.12	2 611.6
1.90	209.79	2 796.4	16.0	347.32	2 582.7
2.00	212.37	2 797.4	17.0	352.26	2 550.8
2.20	217.24	2 799.1	18.0	356.96	2 514.4
2.40	221.78	2 800.4	19.0	361.44	2 470.1
2.60	226.03	2 801.2	20.0	365.71	2 413.9
2.80	230.04	2 801.7	21.0	369.79	2 340.2
3.00	233.84	2 801.9	22.0	373.68	2 192.5

表 C.5 过热蒸汽焓值表

单位为千焦每千克

温度	压力											
	0.01 MPa	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	3 MPa	5 MPa	7 MPa	10 MPa	14 MPa	20 MPa	25 MPa	30 MPa
0 ℃	0	0.1	0.5	1	3	5	7.1	10.1	14.1	20.1	25.1	30
10 ℃	42	42.1	42.5	43	44.9	46.9	48.80	51.7	55.6	61.3	66.1	70.8
20 ℃	83.9	84	84.3	84.8	86.7	88.6	90.40	93.2	97	102.5	107.1	111.7
40 ℃	167.4	167.5	167.9	168.3	170.1	171.9	173.60	176.3	179.8	185.1	189.4	193.8
60 ℃	2 611.3	251.2	251.2	251.9	253.6	255.3	256.90	259.4	262.8	267.8	272	276.1
80 ℃	2 649.3	335	335.3	335.7	337.3	338.8	340.40	342.8	346	350.8	354.8	358.7
100 ℃	2 687.3	2 676.5	419.4	419.7	421.2	422.7	424.20	426.5	429.5	434	437.8	441.6
120 ℃	2 725.4	2 716.8	503.9	504.3	505.7	507.1	508.50	510.6	513.5	517.7	521.3	524.9

表 C.5 过热蒸汽焓值表 (续)

单位为千焦每千克

温度	压力											
	0.01 MPa	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	3 MPa	5 MPa	7 MPa	10 MPa	14 MPa	20 MPa	25 MPa	30 MPa
140 ℃	2 763.6	2 756.6	589.2	589.5	590.8	592.1	593.40	595.4	598	602	605.4	603.1
160 ℃	2 802	2 796.2	2 767.3	675.7	676.9	678	679.20	681	683.4	687.1	690.2	693.3
180 ℃	2 840.6	2 835.7	2 812.1	2 777.3	764.1	765.2	766.2	767.8	769.9	773.1	775.9	778.7
200 ℃	2 879.3	2 875.2	2 855.5	2 827.5	853	853.8	854.63	855.9	857.7	860.49	862.8	856.2
220 ℃	2 918.3	2 914.7	2 898	2 874.9	943.9	944.4	945.00	946	947.2	944.3	951.2	953.1
240 ℃	2 957.4	2 954.3	2 939.9	2 920.5	2 823	1 037.8	1 038.00	1 038.4	1 039.1	1 040.3	1 041.5	1 024.8
260 ℃	2 996.8	2 294.1	2 981.5	2 964.8	2 885.5	1 135	1 134.70	1 134.3	1 134.1	1 134	1 134.3	1 134.8
280 ℃	3 036.5	3 034	3 022.9	3 008.3	2 941.8	2 857	1 236.70	1 235.2	1 233.5	1 231.6	1 230.5	1 229.9
300 ℃	3 076.3	3 074.1	3 064.2	3 051.3	2 994.2	2 925.4	2 839.20	1 343.7	1 339.5	1 334.6	1 331.5	1 329
350 ℃	3 177	3 175.3	3 167.6	3 157.7	3 115.7	3 069.2	3 017.00	2 924.2	2 753.5	1 648.4	1 626.4	1 611.3
400 ℃	3 279.4	3 278	3 217.8	3 264	3 231.6	3 196.9	3 159.70	3 098.5	3 004	2 820.1	2 583.2	2 159.1
420 ℃	3 320.96	3 319.68	3 313.8	3 306.6	3 276.9	3 245.4	3 211.02	3 155.98	3 072.72	2 917.02	2 730.76	2 424.7
440 ℃	3 362.52	3 361.36	3 355.9	3 349.3	3 321.9	3 293.2	3 262.34	3 213.46	3 141.44	3 013.94	2 878.32	2 690.3
450 ℃	3 383.3	3 382.2	3 377.1	3 370.7	3 344.4	3 316.8	3 288.00	3 242.2	3 175.8	3 062.4	2 952.1	2 823.1
460 ℃	3 404.42	3 403.34	3 398.3	3 392.1	3 366.8	3 340.4	3 312.44	3 268.58	3 205.24	3 097.96	2 994.68	2 875.26
480 ℃	3 446.66	3 445.62	3 440.9	3 435.1	3 411.6	3 387.2	3 361.32	3 321.34	3 264.12	3 169.08	3 079.84	2 979.58
500 ℃	3 488.9	3 487.9	3 483.7	3 478.3	3 456.4	3 433.8	3 410.20	3 374.1	3 323	3 240.2	3 165	3 083.9
520 ℃	3 531.82	3 530.9	3 526.9	3 521.86	3 501.28	3 480.12	3 458.60	3 425.1	3 378.4	3 303.7	3 237	3 166.1
540 ℃	3 574.74	3 573.9	3 570.1	3 565.42	3 546.16	3 526.44	3 506.40	3 475.4	3 432.5	3 364.6	3 304.7	3 241.7
550 ℃	3 593.2	3 595.4	3 591.7	3 587.2	3 568.6	3 549.6	3 530.20	3 500.4	3 459.2	3 394.3	3 337.3	3 277.7
560 ℃	3 618	3 617.22	3 613.64	3 609.24	3 591.18	3 572.76	3 554.10	3 525.4	3 485.8	3 423.6	3 369.2	3 312.6
580 ℃	3 661.6	3 660.86	3 657.52	3 653.32	3 636.34	3 619.08	3 601.60	3 574.9	3 538.2	3 480.9	3 431.2	3 379.8
600 ℃	3 705.2	3 704.5	3 701.4	3 697.4	3 681.5	3 665.4	3 649.00	3 624	3 589.8	3 536.9	3 491.2	3 444.2

附 录 D

(规范性)

外购非化石能源电力排放因子取值原则及证明文件

D.1 电力排放因子取值原则

外购非化石能源电力排放因子取值原则如下：

- a) 自发自用的和通过市场化交易购入使用的非化石能源电力消费量的排放因子为零。
- b) 全国电力平均二氧化碳排放因子(不包括市场化交易的非化石能源电量)采用生态环境部发布的数据,如有更新,采用其最新发布的数值。

D.2 相关证明文件

通过市场化交易购入使用的非化石能源电力消费量,即以交易方式购买并实际执行、结算的电量,应提供发电与用电双方签订的市场化交易合同,以及由省级及以上电力交易机构出具的交易结算凭证,或中国可再生能源绿色电力证书(GEC)。交易结算凭证应载明在核算和报告周期内的月度结算电量及其项目类型、发电企业名称、用电企业名称等。GEC载明的内容应包括项目名称、项目代码、项目类型、项目所在地、电量生产日期等。2023年1月1日之前投产的水电项目和核电可不提供GEC交易凭证。

自发自用的非化石能源电力消费量应提供每月电量统计原始记录。

附 录 E

(资料性)

铜冶炼企业各工序边界温室气体排放总量的核算方法

E.1 铜精矿冶炼工艺工序排放

E.1.1 粗铜工序(铜精矿-粗铜)温室气体排放类型包括化石燃料燃烧排放、电极糊作为原材料用途的过程排放、购入电力排放、输出热力排放,所对应产生的排放总量按公式(E.1)计算:

$$E_{\text{粗铜工序}} = E_{\text{燃烧-粗铜}} + E_{\text{过程-粗铜}} + E_{\text{购入电-粗铜}} - E_{\text{输出热-粗铜}} \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

$E_{\text{粗铜工序}}$ ——粗铜工序边界内温室气体排放总量,以吨二氧化碳(tCO_2)计;

$E_{\text{燃烧-粗铜}}$ ——粗铜工序边界内化石燃料燃烧产生的温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(2)计算;

$E_{\text{过程-粗铜}}$ ——粗铜工序边界内生产过程温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(7)计算;

$E_{\text{购入电-粗铜}}$ ——粗铜工序边界内购入电力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(8)计算;

$E_{\text{输出热-粗铜}}$ ——粗铜工序边界内输出热力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(11)计算。

E.1.2 精炼工序(粗铜-阳极铜)温室气体排放类型包括化石燃料燃烧排放、购入电力排放、购入热力排放,所对应产生的排放总量按公式(E.2)计算:

$$E_{\text{精炼工序}} = E_{\text{燃烧-精炼}} + E_{\text{购入电-精炼}} + E_{\text{购入热-精炼}} \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

$E_{\text{精炼工序}}$ ——精炼工序边界内温室气体排放总量,以吨二氧化碳(tCO_2)计;

$E_{\text{燃烧-精炼}}$ ——精炼工序边界内化石燃料燃烧产生的温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(2)计算;

$E_{\text{购入电-精炼}}$ ——精炼工序边界内购入电力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(8)计算;

$E_{\text{购入热-精炼}}$ ——精炼工序边界内购入热力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(9)计算。

注:如果精炼工序的烟气余热得到利用产出蒸汽,热力则是输出排放。

E.1.3 阳极铜工序(铜精矿-阳极铜)即粗铜工序与精炼工序之和,所对应产生的排放总量按公式(E.3)计算:

$$E_{\text{阳极铜工序}} = E_{\text{粗铜工序}} + E_{\text{精炼工序}} \quad \dots\dots\dots (E.3)$$

式中:

$E_{\text{阳极铜工序}}$ ——阳极铜工序边界内温室气体排放总量,以吨二氧化碳(tCO_2)计;

$E_{\text{粗铜工序}}$ ——粗铜工序边界内温室气体排放总量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(E.1)计算;

$E_{\text{精炼工序}}$ ——精炼工序边界内温室气体排放总量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(E.2)计算。

E.1.4 阴极铜工序(阳极铜-阴极铜)温室气体排放类型包括厂内运输车辆化石燃料燃烧排放、购入电力排放、购入热力排放,所对应产生的排放总量按公式(E.4)计算:

$$E_{\text{阴极铜工序}} = E_{\text{燃烧-阴极铜}} + E_{\text{购入电-阴极铜}} + E_{\text{购入热-阴极铜}} \quad \dots\dots\dots (E.4)$$

式中:

$E_{\text{阴极铜工序}}$ ——阴极铜工序边界内温室气体排放总量,以吨二氧化碳(tCO_2)计;

$E_{\text{燃烧-阴极铜}}$ ——阴极铜工序边界内化石燃料燃烧产生的温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(2)计算;

$E_{\text{购入电-阴极铜}}$ ——阴极铜工序边界内购入电力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(8)计算;

$E_{\text{购入热-阴极铜}}$ ——阴极铜工序边界内购入热力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(9)计算。

E.2 粗、杂铜冶炼工艺工序排放

E.2.1 阳极铜工序(粗、杂铜-阳极铜)温室气体排放类型包括化石燃料燃烧排放、生产过程消耗碳酸盐的过程排放、购入电力排放、购入热力排放,所对应产生的总排放量按公式(E.5)计算:

$$E'_{\text{阳极铜工序}} = E_{\text{燃烧-阳极铜}} + E_{\text{过程-阳极铜}} + E_{\text{购入电-阳极铜}} + E_{\text{购入热-阳极铜}} \dots\dots\dots (\text{E.5})$$

式中:

$E'_{\text{阳极铜工序}}$ ——阳极铜工序边界内温室气体排放总量,以吨二氧化碳(tCO_2)计;

$E_{\text{燃烧-阳极铜}}$ ——阳极铜工序边界内化石燃料燃烧产生的温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(2)计算;

$E_{\text{过程-阳极铜}}$ ——阳极铜工序边界内生产过程温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(6)计算;

$E_{\text{购入电-阳极铜}}$ ——阳极铜工序边界内购入电力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(8)计算;

$E_{\text{购入热-阳极铜}}$ ——阳极铜工序边界内购入热力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(9)计算。

注: 如果阳极铜工序的烟气余热得到利用产出蒸汽,热力则是输出排放。

E.2.2 阴极铜工序(阳极铜-阴极铜)温室气体排放类型包括厂内运输车辆化石燃料燃烧排放、购入电力排放、购入热力排放,所对应产生的总排放量按公式(E.6)计算:

$$E'_{\text{阴极铜工序}} = E'_{\text{燃烧-阴极铜}} + E'_{\text{购入电-阴极铜}} + E'_{\text{购入热-阴极铜}} \dots\dots\dots (\text{E.6})$$

式中:

$E'_{\text{阴极铜工序}}$ ——阴极铜工序边界内温室气体排放总量,以吨二氧化碳(tCO_2)计;

$E'_{\text{燃烧-阴极铜}}$ ——阴极铜工序边界内化石燃料燃烧产生的温室气体排放量总和,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(2)计算;

$E'_{\text{购入电-阴极铜}}$ ——阴极铜工序边界内购入电力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(8)计算;

$E'_{\text{购入热-阴极铜}}$ ——阴极铜工序边界内购入热力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO_2)计,按公式(9)计算。

附录 F
(资料性)
数据质量控制计划模板

铜冶炼企业的温室气体排放数据质量控制计划模板如下。
× × × × 企业(或者其他经济组织)名称

表 F.1 温室气体排放数据质量控制计划

A 数据质量控制计划的版本及修订			
版本号	制定(修订)时间	制定(修订)原因	备注
B 报告主体描述			
企业(或者其他经济组织)名称			
地址			
统一社会信用代码 (组织机构代码)		行业分类 (按核算标准分类)	
法定代表人	姓名:	电话:	
数据质量控制计划制定人	姓名:	电话:	邮箱:
报告主体简介			
1 单位简介 (至少包括:成立时间、所有权状况、法定代表人、组织机构图和厂区平面分布图)			
2 主营产品 (至少包括:主营产品的名称及产品代码)			
3 主营产品及生产工艺 (至少包括:每种产品的生产工艺流程图及工艺流程描述,并在图中标明温室气体排放设施或排放环节,对于涉及化学反应的工艺需写明化学反应方程式)			

表 F.1 温室气体排放数据质量控制计划（续）

C 核算边界和主要排放设施描述				
4 法人边界的核算和报告范围描述 ¹				
5 主要排放设施 ²				
5.1 与化石燃料燃烧排放相关的排放设施				
编号	排放设施名称	排放设施安装位置	排放过程及温室气体种类 ³	是否纳入配额管控范围
5.2 与过程排放相关的排放设施				
编号	排放设施名称	排放设施安装位置	排放过程及温室气体种类 ⁴	是否纳入配额管控范围
5.3 主要耗电的设施 ⁵				
编号	排放设施名称	排放设施安装位置	排放过程及温室气体种类 ⁵	是否纳入配额管控范围
5.4 主要耗热的设施 ⁶				
编号	设施名称	设施安装位置		是否纳入配额管控范围

表 F.1 温室气体排放数据质量控制计划（续）

D 活动数据和排放因子的确定方式										
D-1 化石燃料燃烧排放活动数据和排放因子的确定方式										
燃料种类	单位	数据的计算方法及获取方式 ⁷ 选取以下获取放方式： ● 实测值（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准）； ● 缺省值（如是，请填写具体数值）； ● 相关方结算凭证（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量）； ● 其他方式（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式详细描述）	测量设备（适用于数据获取方式来源于实测值）					数据记录频次	数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
			监测设备 及型号	监测设备 安装位置	监测 频次	监测设备 精度	规定的监 测设备校 准频次			
化石燃料种类 A ⁸										
消耗量										
低位发热值										
单位热值含碳量										
碳氧化率	%									
化石燃料种类 B										
消耗量										
低位发热值										
单位热值含碳量										
含碳量										
碳氧化率	%									
燃料种类 C										
.....										

表 F.1 温室气体排放数据质量控制计划（续）

D-2 过程排放活动数据和排放因子的确定方式 (行业核算标准中,除化石燃料燃烧产生的排放以及购入电力和热力产生的温室气体排放外,其他排放均列入此表。)											
过程参数	参数描述	单位	数据的计算方法及获取方式 ⁹ 选取以下获取方式: ● 实测值(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准); ● 缺省值(如是,请填写具体数值); ● 相关方结算凭证(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量); ● 其他方式(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式详细描述)	测量设备(适用于数据获取方式来源于实测值)					数据记录频次	数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
				监测设备型号	监测设备安装位置	监测频次	监测设备精度	规定的监测设备校准频次			
过程排放:(按照相应行业核算方法与报告要求标准中核算方法的排放种类填写)											
参数 1											
参数 2											
参数 3											
.....											
其他排放:(按照相应行业核算方法与报告要求标准中核算方法的排放种类填写)											
参数 1											
.....											

表 F.1 温室气体排放数据质量控制计划（续）

D-3 购入和输出的电力、热力活动数据和排放因子的确定方式										
过程参数	单位	数据的计算方法及获取方式 ¹⁰ 选取以下获取方式： ● 实测值(如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准)； ● 缺省值(如是，请填写具体数值)； ● 相关方结算凭证(如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量)； ● 其他方式(如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式详细描述)	测量设备(适用于数据获取方式来源于实测值)					数据记录频次	数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
			监测设备及型号	监测设备安装位置	监测频次	监测设备精度	规定的监测设备校准频次			
购入电量	MWh									
购入电力排放因子	tCO ₂ /MWh									
输出电量	MWh									
输出电力排放因子	tCO ₂ /MWh									
购入热量	GJ									
购入热力排放因子	tCO ₂ /GJ									
输出热量	GJ									
输出热力排放因子	tCO ₂ /GJ									

表 F.1 温室气体排放数据质量控制计划（续）

E 数据内部质量控制和质量保证相关规定	
至少包括以下内容： ——温室气体排放数据质量控制计划制定、温室气体排放报告专门人员的指定情况； ——数据质量控制计划的制定、修订、审批以及执行等的管理程序； ——温室气体排放报告的编写、内部评估以及审批等管理程序； ——温室气体排放数据文件的归档管理程序等内容。	
(如不能全部描述可增加附件说明)	
填报人：	填报时间：
内部审核人：	审核时间：
填报单位盖章	

¹ 按行业核算方法和报告要求中的“核算边界”章节的要求具体描述。

² 对于同一设施同时涉及 5.1/5.2/5.3/5.4 类排放的，需要在各类排放设施中重复填写。

³ 例如燃煤过程产生的二氧化碳排放。

⁴ 例如废酸废水处理过程产生的二氧化碳排放，或电极糊作为电炉填充材料反应消耗产生的二氧化碳排放。

⁵ 该类设施，只需填写主要设施即可，参照 GB/T 20902 单台设备功率大于或等于 100 kW 的耗电设施即为主要用电设施。

⁶ 该类设施，只需填写主要设施即可，参照 GB/T 20902 单台设施消耗限制大于或等于 7 MW 的耗电设施即为主要用电设施。

⁷ 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出，需填写计算公式以及计算式中的每一个参数的获取方式。

⁸ 填报时列明具体的化石燃料名称，同一燃料品种仅需填报一次；如果有多个设施消耗同一种燃料，在“数据的计算方法及获取方式”中对“消耗量”“低位发热量”“单位热值含碳量”“含碳量”“碳氧化率”等参数进行详细描述，不同设施的同一燃料相关信息分别列明。

⁹ 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出，需填写计算公式以及计算式中的每一个参数的获取方式。

¹⁰ 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出，需填写计算公式以及计算式中的每一个参数的获取方式。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2589 综合能耗计算通则
 - [2] GB/T 4754—2017 国民经济行业分类
 - [3] GB 25323—2023 有色重金属冶炼企业单位产品能源消耗限额
 - [4] GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
 - [5] GB/T 32151.5 温室气体排放核算与报告要求 第 5 部分:钢铁生产企业
 - [6] GB/T 32151.10 碳排放核算与报告要求 第 10 部分:化工生产企业
 - [7] GB/T 32151.14—2023 碳排放核算与报告要求 第 14 部分:其他有色金属冶炼和压延加工企业
 - [8] ISO 14064-1 Greenhouse gases—Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals
 - [9] 国家统计局能源统计司.中国能源统计年鉴 2021[M].北京:中国统计出版社,2022
 - [10] 国家发展和改革委员会办公厅.省级温室气体清单编制指南(试行)[Z].国家发展和改革委员会办公厅关于印发省级温室气体清单编制指南(试行)的通知(发改办气候[2011]1041 号),2011-5
 - [11] 国家发展和改革委员会应对气候变化司.2005 中国温室气体清单研究[M].北京:中国环境出版社,2014
 - [12] 2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南及 2019 修订版,政府间气候变化专门委员会(IPCC)
 - [13] The GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (revised version,2015) World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute
-

