



中华人民共和国国家标准

GB/T 32151.32—2024

温室气体排放核算与报告要求 第 32 部分：涂料生产企业

Requirements of the greenhouse gas emissions accounting and reporting—
Part 32: Coating material production enterprise

2024-09-29 发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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	7
7 数据质量管理	16
8 报告内容和格式	16
附录 A (资料性) 涂料生产企业温室气体排放及核算边界示意图和排放源识别表	18
附录 B (资料性) 报告格式模板	20
附录 C (资料性) 相关参数缺省值	28
附录 D (资料性) 数据质量控制计划模板	33
参考文献	43

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 32 部分。GB/T 32151 已经发布了以下部分：

- 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。

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和中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会(606)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:中海油常州涂料化工研究院有限公司、中环联合(北京)认证中心有限公司、国恒信(常州)检测认证技术有限公司、中国涂料工业协会、佐敦涂料(张家港)有限公司、立邦涂料(中国)有限公司、亚士漆(上海)有限公司、阿克苏诺贝尔功能涂料(常州)有限公司、浙江大桥油漆有限公司、庞贝捷涂料(昆山)有限公司、北新嘉宝莉涂料集团股份有限公司、阿克苏诺贝尔漆油(上海)有限公司、三棵树涂料股份有限公司、湖南湘江涂料集团有限公司、浙江佑谦特种材料有限公司、德爱威(中国)有限公司、中航百慕新材料技术工程股份有限公司、中远关西涂料(上海)有限公司、江苏兰陵高分子材料有限公司、西北永新涂料有限公司、陕西华秦科技实业股份有限公司、上海建科检验有限公司、陕西宝塔山油漆股份有限公司、武汉长矽新材料有限公司。

本文件主要起草人:陈丰、谭伟民、崔晓冬、唐佳瑜、李力、王竹升、熊绍泊、查纯喜、苏春海、季军宏、宫文娟、程磊楠、周文沛、马少华、叶彩平、崔白雪、林昌庆、刘寿兵、陈梦茹、潘秀伟、刘伟、史春晖、陈明铮、雍涛、姜丹、胡晓珍、陈杰、唐杨、马恺翊。



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巨大挑战之一,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 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核算边界、计量与监测要求、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,本系列文件的量值单位使用“国际量值单位+物质(元素)”或“物质(元素)+国际量值单位”的形式进行表示,如 tC 表示吨碳、tCO₂ 表示吨二氧化碳、tCO₂e 表示吨二氧化碳当量、tCH₄ 表示吨甲烷、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 32 部分：涂料生产企业

1 范围

本文件规定了涂料生产企业温室气体排放量的核算边界、计量与监检测要求、核算步骤和核算方法、数据质量管理、报告内容和格式。

本文件适用于涂料生产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 213 煤的发热量测定方法
- GB/T 384 石油产品热值测定法
- GB/T 476 煤中碳和氢的测定方法
- GB/T 6052 工业液体二氧化碳
- GB/T 8984 气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定 气相色谱法
- GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
- 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 21367 化工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 23938 高纯二氧化碳
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- HJ 38 固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法
- HJ 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法
- NB/SH/T 0656 石油产品及润滑剂中碳、氢、氮的测定 元素分析仪法

3 术语和定义

GB/T 32150 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

涂料生产企业 coating material production enterprise

以建筑涂料、工业涂料及辅助材料等产品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：涂料生产企业包括仅生产涂料产品的企业和同时生产涂料产品及涂料用树脂、助剂等原材料产品的企业。

4 核算边界

4.1 通则

作为报告主体,涂料生产企业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。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,其中辅助生产系统包括动力、供电、供水、化验、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及单位(如职工食堂、车间浴室、保健站等)。

如果报告主体拥有多个分公司、生产场地或产业活动单位,则其应按一定的逻辑(例如企业组织管理结构、厂房建筑分布、产品或产业活动分类等),把整个企业的资产设施划分为几个空间上相对独立、物料往来易于识别和计量的核算单元。核算单元划分的方式可由报告主体自行确定。报告主体如果在一个场所从事一种或主要从事一种产品生产活动,也可以只设一个核算单元,即整个企业作为一个核算单元。

在划分核算单元的基础上,由于涂料生产企业生产产品及生产过程的不同,其温室气体核算和报告范围主要包括以下部分或全部排放:

- a) 化石燃料燃烧排放;
- b) 过程排放:
 - 生产过程排放:化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的二氧化碳排放,含氟聚合物合成过程产生的氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF₆)排放;
 - 废弃物处理处置过程排放:废水厌氧处理产生的甲烷排放,废气焚烧处理产生的二氧化碳排放,固体废物焚烧处理产生的二氧化碳排放;
 - 逸散排放:制冷设备制冷剂泄露产生的氢氟碳化物(HFCs)和全氟碳化物(PFCs)排放,反应保护装置以及消防设备使用产生的二氧化碳排放;
- c) 购入和输出的电力、热力产生的排放;
- d) 二氧化碳原料的使用:作为二氧化碳基聚合物合成原料固化到产品中从而免于排入大气的二氧化碳。

涂料生产企业温室气体排放及核算边界示意图和排放源识别表见附录 A。

如果报告主体涉及使用非化石能源电力,宜按 GB/T 32150 的规定对化石能源发电的常规电力和非化石能源发电的绿色电力的活动数据分别进行核算和报告。如果报告主体涉及生物质燃料燃烧排放,宜单独对其温室气体排放量进行核算,并在报告中给予说明,但不计入企业温室气体排放总量。

如果报告主体除涂料生产外还存在本文件未涉及的其他产品生产活动,并存在本文件未涵盖的温室气体排放环节,则应按照相关行业的企业温室气体排放核算与报告要求进行核算并汇总报告。报告格式见附录 B。

4.2 核算和报告范围

4.2.1 通则

报告主体应对每个核算单元存在的各类温室气体排放源进行识别,并分别计算各自的温室气体排放量和排放总量。不在报告主体核算边界内进行处理处置的废弃物产生的过程排放不计入企业温室气体排放总量。

4.2.2 化石燃料燃烧排放

化石燃料燃烧排放包括煤、油、气等化石燃料在各种类型的固定燃烧设备(如锅炉、焚烧炉、回转窑

等)或移动燃烧设备(厂内机动车辆)中发生氧化燃烧过程产生的二氧化碳排放。

4.2.3 过程排放

4.2.3.1 生产过程排放

涂料生产企业涉及的生产过程排放主要包括化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的二氧化碳排放、含氟聚合物合成过程产生的氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF₆)排放:

- a) 化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的二氧化碳排放是流入核算单元作为原料的化石燃料和其他碳氢化合物在生产过程中反应产生的二氧化碳排放;
- b) 含氟聚合物合成过程产生的氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF₆)排放是含氟聚合物在合成过程中由于原料过量、反应副产物等原因产生的氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF₆)排放。

4.2.3.2 废弃物处理处置过程排放

涂料生产企业涉及的废弃物处理处置过程排放主要包括废水处理排放、废气处理排放和固体废物处理排放:

- a) 废水处理排放是涂料生产企业产生的废水在厌氧处理过程中产生的甲烷排放;
- b) 废气处理排放是涂料生产企业产生的废气(包括反应釜等密闭管路和开放式气体收集系统产生的有机气体)在焚烧处理过程中产生的二氧化碳排放;
- c) 固体废物处理排放是涂料生产企业产生的固体废物在焚烧处理过程中产生的二氧化碳排放。

4.2.3.3 逸散排放

涂料生产企业涉及的逸散排放主要包括使用氢氟碳化物(HFCs)和全氟碳化物(PFCs)作为制冷剂的各类制冷设备在使用过程中产生的氢氟碳化物(HFCs)和全氟碳化物(PFCs)逸散排放以及使用二氧化碳作为保护性气体的反应保护装置和消防设备在使用过程中产生的二氧化碳逸散排放。

4.2.4 购入的电力、热力产生的排放

涂料生产企业购入的电力、热力(蒸汽、热水等)所对应的生产环节产生的二氧化碳排放。

4.2.5 输出的电力、热力产生的排放

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

4.2.6 二氧化碳原料的使用

主要指作为二氧化碳基聚合物合成原料固化到产品中从而免于排放入大气并应予扣减的那部分二氧化碳。

5 计量与监测要求

5.1 参数识别

涂料生产企业温室气体排放计量与监测参数应按表 1 识别。

表 1 涂料生产企业温室气体排放计量与监测检测参数识别

排放源名称		具体的排放源	计量与监测检测参数类型	计量与监测检测方法
化石燃料燃烧排放		煤炭、柴油、重油、煤气、天然气、液化石油气等化石燃料燃烧排放	化石燃料消耗量	衡器、液体流量计、气体流量计
			低位发热量或收到基元素碳含量	热量测定、氢碳测定检测报告
过程排放	生产过程排放	化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的二氧化碳排放	原料投入量、含碳产品产量、没有计入产品范畴的其他含碳输出物的量	衡器、液体流量计、气体流量计
			原料、产品、其他含碳输出物的含碳量	氢碳测定仪、化学计算
		含氟聚合物合成过程产生的氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF ₆)排放	氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF ₆)产生量	气体流量计
			氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF ₆)质量浓度	检测报告
	废弃物处理处置过程排放	废水处理排放	废水处理量、甲烷回收量	液体流量计、气体流量计
			废水化学需氧量、甲烷修正因子	检测报告
		废气处理排放	有机废气在处理过程中产生的二氧化碳排放	气体流量计
			废气总烃质量浓度、废气有机物碳氧化率	检测报告
		固体废物处理排放	固体废物焚烧量	衡器
			固体废物碳含量、固体废物有机物燃烧效率	检测报告
逸散排放	制冷设备制冷剂泄漏产生的氢氟碳化物(HFCs)和全氟碳化物(PFCs)排放	氢氟碳化物(HFCs)和全氟碳化物(PFCs)净消耗量	衡器、液体流量计、气体流量计	
	反应保护装置以及消防设备使用产生的二氧化碳排放	二氧化碳净消耗量	衡器、液体流量计、气体流量计	

表 1 涂料生产企业温室气体排放计量与监测参数识别 (续)

排放源名称	具体的排放源	计量与监测参数类型	计量与监测方法
购入和输出的电力、热力产生的排放	生产过程购入和输出的电力产生的排放	购入和输出电量	电表
	生产过程购入和输出的热力产生的排放	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
		购入和输出热量、热水温度	流量仪表、温度仪表
二氧化碳原料的使用	二氧化碳原料使用量	液态二氧化碳原料使用量、气体二氧化碳原料使用量	液体流量计、气体流量计
		二氧化碳纯度	检测报告

5.2 化石燃料消耗量计量与监测要求

涂料生产企业化石燃料消耗量的计量与监测应符合表 2 的要求。

表 2 化石燃料消耗量计量与监测要求

燃料类型	计量器具	准确度等级/级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录频次
固态燃料	非自动衡器	0.1	检定	1次/12个月	每批	每批
	连续累计自动衡器(皮带秤)	0.5	检定	1次/12个月	连续	每月
液态燃料	液体流量计	成品油:0.5 重油、渣油:1.0	检定/校准	1次/12个月	每批	每批
气态燃料	气体流量计	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每月

5.3 化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的排放计量与监测要求

5.3.1 原料投入量、产品产量和其他含碳输出物的计量与监测要求

化石能源投入量应按表 2 的要求进行计量;其他碳氢化合物投入量、产品产量、其他含碳输出物的量应使用计量衡器称量,并记录每批次进货量,每月至少统计一次出货量,并做好相应的台账。

5.3.2 计量器具要求

企业应使用符合 GB/T 23111 要求的计量衡器。

5.4 氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF₆)产生量计量与监测要求

氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF₆)产生量的计量与监测应符合表 3 的

要求。

表 3 氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF₆)产生量计量与监检测要求

计量类别	计量器具	准确度等级/级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录频次
氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF ₆)产生量	气体流量计	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每天

5.5 废水处理量计量与监检测要求

废水处理量的计量与监检测应符合表 4 的要求。

表 4 废水处理量计量与监检测要求

计量类别	计量器具	准确度等级/级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录频次
废水处理量	液体流量计	1.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每月
甲烷回收量	气体流量计	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每月

5.6 有机废气处理量计量与监检测要求

有机废气处理量的计量与监检测应符合表 5 的要求。

表 5 有机废气处理量计量与监检测要求

计量类别	计量器具	准确度等级/级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录频次
废气处理量	气体流量计	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每月

5.7 固体废物焚烧量计量与监检测要求

固体废物焚烧量的计量与监检测应符合表 6 的要求。

表 6 固体废物焚烧量计量与监检测要求

计量类别	计量器具	准确度等级/级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录频次
固体废物焚烧量	非自动衡器	0.1	检定	1次/12个月	每批	每批

5.8 逸散排放计量与监检测要求

5.8.1 逸散温室气体净消耗量的计量与监检测要求

报告主体应采信使用衡器或流量计计量的采购补充量数据,并做好年度统计和台账记录。

5.8.2 计量器具要求

企业应采信符合 GB/T 23111 要求的计量衡器计量的数据。

5.9 购入和输出的电力、热力计量与监检测要求

企业应按 GB 17167 和 GB/T 21367 的要求配备电表和热力计量器具。

5.10 二氧化碳原料使用量计量与监检测要求

二氧化碳原料使用量的计量与监检测应符合表 7 的要求。

表 7 二氧化碳原料使用量计量与监检测要求

计量类别	计量器具	准确度等级/级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录频次
二氧化碳原料使用量	液体流量计	1.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每天
	气体流量计	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每天

5.11 计量与监检测管理要求

涂料生产企业应加强温室气体排放相关计量与监检测管理工作,包括但不限于以下内容。

- a) 应设立专人负责能源计量器具的配备、使用、检定(校准)、维修及报废等管理工作。
- b) 温室气体排放计量管理人员和温室气体排放计量器具管理人员均应具备相应的能力。
- 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、出厂编号、本单位管理编号、安装使用地点、状态(合格、准用、停用等)。
- d) 用能设备的设计和安装应符合 GB/T 15316 中关于用能设备的能源监测要求。
- e) 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;
 - 计量器具最近两个连续周期的检定(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) 自行校准计量器具或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,其检定周期应符合有关计量法律法规的规定。
- h) 在用的计量器具应在其明显位置粘贴与计量器具一览表编号一致的标签,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以下步骤:

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

- d) 分别计算化石燃料燃烧排放量、过程排放量、购入和输出的电力、热力产生的排放量以及二氧化碳原料使用量(如有);
- e) 汇总计算企业温室气体排放量并编制温室气体排放报告。

6.2 核算方法

6.2.1 通则

涂料生产企业的温室气体排放为各个核算单元的化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放、生产、废弃物处理处置以及逸散过程产生的温室气体排放、购入的电力、热力产生的二氧化碳排放之和,同时扣除输出的电力、热力所对应的二氧化碳排放(如有)以及作为原料使用的二氧化碳量(如有),按式(1)计算:

$$E = \sum_i (E_{\text{燃烧},i} + E_{\text{过程},i} + E_{\text{购入电},i} + E_{\text{购入热},i} - E_{\text{输出电},i} - E_{\text{输出热},i} - R_{\text{CO}_2\text{原料},i}) \quad \dots\dots(1)$$

式中:

- E ——报告主体的温室气体排放总量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{燃烧},i}$ ——核算单元*i*的化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{过程},i}$ ——核算单元*i*的生产、废弃物处理处置以及逸散过程产生的温室气体排放总量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{购入电},i}$ ——核算单元*i*的购入的电力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{购入热},i}$ ——核算单元*i*的购入的热力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{输出电},i}$ ——核算单元*i*的输出电力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{输出热},i}$ ——核算单元*i*的输出热力产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $R_{\text{CO}_2\text{原料},i}$ ——核算单元*i*的作为原料使用的二氧化碳量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- i ——核算单元编号。

6.2.2 化石燃料燃烧排放

6.2.2.1 计算公式

核算单元的化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量是核算期内各种化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量,按式(2)计算:

$$E_{\text{燃烧},i} = \sum_j \left(AD_{i,j} \times CC_{i,j} \times OF_{i,j} \times \frac{44}{12} \right) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $E_{\text{燃烧},i}$ ——核算期内核算单元*i*的化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $AD_{i,j}$ ——核算期内第*j*种化石燃料用作化石燃料燃烧的消费量,对固体或液体燃料,单位为吨(t),对气体燃料,以万标立方米(10⁴ Nm³)计;
- $CC_{i,j}$ ——核算期内第*j*种化石燃料的含碳量,对固体和液体燃料,以吨碳每吨(tC/t)计,对气体燃料,以吨碳每万标立方米(tC/10⁴ Nm³)计;
- $OF_{i,j}$ ——核算期内第*j*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;
- i ——核算单元编号;
- j ——化石燃料类型代号。

6.2.2.2 活动数据获取

化石燃料燃烧活动数据应根据企业能源消费台账或统计报表确定,指流入核算单元且明确送往各

类燃烧设备作为化石燃料燃烧的化石燃料部分,不包括生产过程产生的副产品或可燃废气被回收并被本核算单元作为化石燃料燃烧的部分。

6.2.2.3 排放因子数据获取

6.2.2.3.1 化石燃料含碳量

企业在获取化石燃料含碳量时,可按照自身条件选择:

- a) 有条件的企业可委托有资质的专业机构定期检测燃料的含碳量,企业如有满足资质要求的检测单位也可自行检测。燃料含碳量的测定应按 GB/T 476、NB/SH/T 0656、GB/T 13610、GB/T 8984 的规定进行。其中对煤炭应在每批次燃料入厂时或每月至少进行一次检测,并根据燃料入厂量或月消费量加权平均值作为该煤种的含碳量;对油品可在每批次燃料入厂时或每季度进行一次检测,取算术平均值作为该油品的含碳量;对天然气等气体燃料可在每批次燃料入厂时或每半年至少检测一次气体组分,然后根据每种气体组分的体积浓度及该组分化学分子式中碳原子的数目计算含碳量,按式(3)计算:

$$CC_{i,j} = \sum_n \left(\frac{12 \times CN_n \times V\%_n}{22.4} \times 10 \right) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $CC_{i,j}$ ——待测气体 j 的含碳量,以吨碳每万标立方米($tC/10^4 Nm^3$)计;
- 12 ——碳的摩尔质量,单位为千克每千摩尔($kg/kmol$);
- CN_n ——待测气体每种气体组分 n 化学分子式中碳原子的数目;
- $V\%_n$ ——待测气体每种气体组分 n 的体积分数,取值范围 $0 \sim 1$,例如 95% 的体积分数取值为 0.95;
- 22.4 ——标准状况下理想气体摩尔体积,以标立方米每千摩尔($Nm^3/kmol$)计;
- n ——待测气体 j 中气体组分编号。

- b) 没有条件实测燃料含碳量的,可定期检测燃料的低位发热量,燃料的含碳量按式(4)计算:

$$CC_{i,j} = NCV_{i,j} \times EF_{i,j} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $CC_{i,j}$ ——化石燃料品种 j 的含碳量,对于固体和液体燃料,以吨碳每吨(tC/t)计;对于气体燃料,以吨碳每万标立方米($tC/10^4 Nm^3$)计;
- $NCV_{i,j}$ ——化石燃料品种 j 的低位发热量,对于固体和液体燃料,单位为吉焦每吨(GJ/t);对于气体燃料,以吉焦每万标立方米($GJ/10^4 Nm^3$)计;
- $EF_{i,j}$ ——化石燃料品种 j 的单位热值含碳量,以吨碳每吉焦(tC/GJ)计,见附录 C 中表 C.1。

燃料低位发热量的测定应按 GB/T 213、GB/T 384、GB/T 22723 的规定进行。其中对煤炭应在每批次燃料入厂时或每月至少进行一次检测,以燃料入厂量或月消费量加权平均值作为该燃料品种的低位发热量;对油品可在每批次燃料入厂时或每季度进行一次检测,取算术平均值作为该油品的低位发热量;对天然气等气体燃料可在每批次燃料入厂时或每半年进行一次检测,取算术平均值作为低位发热量。

没有燃料发热量实测条件的企业,低位发热量也可采用表 C.1 中的缺省值。

6.2.2.3.2 化石燃料碳氧化率

化石燃料碳氧化率可采用表 C.1 中的缺省值。

6.2.3 过程排放

6.2.3.1 通则

涂料生产企业的过程排放量等于过程中不同种类温室气体排放的二氧化碳当量之和,按式(5)、式(6)和式(7)计算:

$$E_{\text{过程},i} = E_{\text{生产},i} + E_{\text{废弃物},i} + E_{\text{逸散},i} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$E_{\text{生产},i} = E_{\text{CO}_2\text{原料},i} + E_{\text{氟化物},i} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$E_{\text{废弃物},i} = E_{\text{废水},i} + E_{\text{废气},i} + E_{\text{固废},i} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- $E_{\text{过程},i}$ ——核算单元 i 的生产、废弃物处理处置以及逸散过程产生的温室气体排放总量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{生产},i}$ ——核算单元 i 的生产过程产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{废弃物},i}$ ——核算单元 i 的废水、废气和固体废物处理过程产生的温室气体排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{逸散},i}$ ——核算单元 i 的逸散过程产生的温室气体排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{CO}_2\text{原料},i}$ ——核算单元 i 的化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的二氧化碳排放,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{氟化物},i}$ ——核算单元 i 的含氟聚合物合成过程产生的温室气体排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{废水},i}$ ——核算单元 i 的废水厌氧处理过程产生的温室气体排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{废气},i}$ ——核算单元 i 的有机废气焚烧处理过程产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $E_{\text{固废},i}$ ——核算单元 i 的固体废物焚烧处理过程产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计。

6.2.3.2 生产过程排放

6.2.3.2.1 化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的二氧化碳排放

6.2.3.2.1.1 计算公式

化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的二氧化碳排放量,根据原料输入的碳量以及产品输出的碳量按碳质量平衡法,按式(8)计算:

$$E_{\text{CO}_2\text{原料},i} = \left\{ \sum_r (AD_{i,r} \times CC_{i,r}) - \left[\sum_p (AD_{i,p} \times CC_{i,p}) + \sum_w (AD_{i,w} \times CC_{i,w}) \right] \right\} \times \frac{44}{12} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- $E_{\text{CO}_2\text{原料},i}$ ——核算单元 i 的化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- r ——进入核算单元 i 的原料种类,如具体品种的化石燃料、具体名称的碳氢化合物;
- $AD_{i,r}$ ——核算单元 i 的原料 r 的投入量,对于固体或液体原料,单位为吨(t);对于气体原料,以万标立方米(10⁴ Nm³)计;
- $CC_{i,r}$ ——核算单元 i 的原料 r 的含碳量,对于固体或液体原料,以吨碳每吨(tC/t)计;对于气体原料,以吨碳每万标立方米(tC/10⁴ Nm³)计;

- p ——流出核算单元 i 的含碳产品种类,包括各种具体名称的主产品、联产产品、副产品等;
- $AD_{i,p}$ ——核算单元 i 的碳产品 p 的产量,对于固体或液体产品,单位为吨(t);对于气体产品,以万标立方米(10^4 Nm^3)计;
- $CC_{i,p}$ ——核算单元 i 的碳产品 p 的含碳量,对于固体或液体产品,以吨碳每吨(tC/t)计;对于气体产品,以吨碳每万标立方米($\text{tC}/10^4 \text{ Nm}^3$)计;
- w ——流出核算单元 i 的且没有计入产品范畴的其他含碳输出物种类,如炉渣、粉尘、污泥等含碳的废弃物;
- $AD_{i,w}$ ——核算单元 i 的其他含碳输出物 w 的输出量,单位为吨(t);
- $CC_{i,w}$ ——核算单元 i 的其他含碳输出物 w 的含碳量,以吨碳每吨(tC/t)计。

6.2.3.2.1.2 活动数据获取

企业应结合温室气体排放源的识别和划分情况,以企业台账或统计报表为依据,分别确定原料投入量、含碳产品产量以及其他含碳输出物的活动数据。

6.2.3.2.1.3 排放因子数据获取

用作原料的化石燃料的含碳量获取方法见 6.2.2.3.1。

对其他原料、含碳产品或含碳输出物的含碳量,有条件的企业,可委托有资质的专业机构定期检测各种原料和产品的含碳量,企业如有满足资质要求的检测单位也可自行检测。其中对固体或液体,企业可按每天每班取一次样,每月将所有样本混合缩分后进行一次含碳量检测,并以分月的活动数据加权平均作为含碳量;对气体可定期测量或记录气体组分,并根据每种气体组分的体积浓度及该组分化学分子式中碳原子的数目按公式(3)计算得到。

对无条件实测含碳量的,可以根据物质成分或纯度以及每种物质的化学分子式和碳原子的数目进行计算,或可采用表 C.2 中的缺省值。

6.2.3.2.2 含氟聚合物合成过程产生的氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF_6)排放

6.2.3.2.2.1 计算公式

含氟聚合物合成过程产生的温室气体排放量是产生的氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF_6)排放量之和,按式(9)计算:

$$E_{\text{氟化物},i} = \sum_u (Q_{i,u} \times \text{PUR}_{i,u} \times 10^{-9} \times \text{GWP}_u) \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- $E_{\text{氟化物},i}$ ——核算单元 i 的含氟聚合物合成过程产生的温室气体排放总量,以吨二氧化碳当量(tCO_2e)计;
- $Q_{i,u}$ ——核算单元 i 中第 u 种含氟温室气体的产生量,单位为立方米(m^3);
- $\text{PUR}_{i,u}$ ——核算单元 i 中产生的第 u 种含氟温室气体的质量浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- GWP_u ——第 u 种含氟温室气体的全球变暖潜势,见表 C.4;
- u ——含氟温室气体种类。

6.2.3.2.2.2 活动数据获取

含氟聚合物合成过程的含氟温室气体产生量,以生产活动期间气体收集装置中气体流量计的连续监测结果为准。企业应据此制作台账或统计报表,结合气体检测报告中氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF_6)的组成情况,分别确定各含氟温室气体的活动数据。

6.2.3.2.2.3 排放因子数据获取

企业可自行或委托有资质的专业机构按《环境空气中消耗臭氧层物质和含氟温室气体手工监测技术规范》定期对各含氟温室气体的质量浓度进行实测。在相同生产工艺条件下,可将独立的三批次含氟聚合物生产过程所测得的各含氟温室气体质量浓度的平均值作为当月的排放因子数据。

6.2.3.3 废弃物处理处置过程排放

6.2.3.3.1 废水处理排放

6.2.3.3.1.1 计算公式

核算单元的废水处理温室气体排放量是核算期内该核算单元内各种废水厌氧处理产生的甲烷排放量之和,按式(10)计算:

$$E_{\text{废水},i} = \left\{ \sum_x [W_{i,x} \times (COD_{\text{进},i,x} - COD_{\text{出},i,x}) \times 10^{-3} \times EF_{\text{CH}_4} - R] \right\} \times GWP_{\text{CH}_4} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- $E_{\text{废水},i}$ ——核算单元 i 的废水厌氧处理过程产生的温室气体排放,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $W_{i,x}$ ——第 x 种废水的厌氧处理的废水量,单位为立方米(m³);
- $COD_{\text{进},i,x}$ ——厌氧处理系统进口废水的化学需氧量,以千克化学需氧量每立方米(kgCOD/m³)计;
- $COD_{\text{出},i,x}$ ——厌氧处理系统出口废水的化学需氧量,以千克化学需氧量每立方米(kgCOD/m³)计;
- EF_{CH_4} ——甲烷的排放因子,以吨甲烷每吨化学需氧量(tCH₄/tCOD)计;
- R ——甲烷回收量,单位为吨(t);
- GWP_{CH_4} ——甲烷的全球变暖潜势值,取 21;
- x ——废水种类。

6.2.3.3.1.2 活动数据获取

厌氧处理的废水量是指核算和报告期内进入厌氧废水处理系统的废水量,应根据企业台账或统计报表确定。厌氧处理系统进口废水 COD 浓度和厌氧处理系统出口废水 COD 浓度可企业自行检测或委托有资质的专业机构定期检测,检测应按 HJ 828 的规定进行,采用检测 COD 浓度的平均值。

6.2.3.3.1.3 甲烷回收量

采用企业计量数据,或根据企业台账、统计报表来确定。

6.2.3.3.1.4 排放因子数据获取

按式(11)计算:

$$EF_{\text{CH}_4} = B_0 \times MCF \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- EF_{CH_4} ——甲烷的排放因子,以吨甲烷每吨化学需氧量(tCH₄/tCOD)计;
- B_0 ——废水厌氧处理系统的甲烷生产潜力,以吨甲烷每吨化学需氧量(tCH₄/tCOD)计;
- MCF ——甲烷修正因子,无量纲。

对于废水厌氧处理系统的甲烷生产潜力,优先使用国家公布的数据,如果没有,采用本文件的推荐值 0.25 tCH₄/tCOD。

对于甲烷修正因子,具备条件的企业可开展实测,或委托有资质的专业机构进行检测,或采用本文件的推荐值 0.5。

6.2.3.3.2 废气处理排放

6.2.3.3.2.1 计算公式

核算单元的废气处理的二氧化碳排放量是核算期内该核算单元内废气(包括反应釜等密闭管路和开放式气体收集系统产生的有机气体)在焚烧处理过程中产生的二氧化碳排放。按式(12)计算:

$$E_{\text{废气},i} = \sum_y \left(AD_{\text{处理},i,y} \times THC_{i,y} \times OF_{i,y} \times 10^{-9} \times \frac{44}{16} \right) \dots\dots\dots(12)$$

式中:

- $E_{\text{废气},i}$ ——核算单元 i 的废气处理过程产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $AD_{\text{处理},i,y}$ ——废气收集系统 y 的废气处理量,单位为立方米(m³);
- $THC_{i,y}$ ——废气收集系统 y 的废气的总烃质量浓度(以甲烷计),单位为毫克每立方米(mg/m³);
- $OF_{i,y}$ ——废气收集系统 y 的废气中有机物的碳氧化率,%;
- $\frac{44}{16}$ ——二氧化碳与甲烷的相对分子质量之比;
- y ——废气种类。

6.2.3.3.2.2 活动数据获取

废气处理量是指核算和报告期内废气处理总量,应根据企业台账或统计报表确定。废气的总烃质量浓度,采用监测数据。总烃质量浓度的检测应按 HJ 38 的规定进行。

6.2.3.3.2.3 排放因子数据获取

废气中有机物的碳氧化率数据优先使用国家公布的数据,如果没有则采用本文件的推荐值 100%。

6.2.3.3.3 固体废物处理排放

6.2.3.3.3.1 计算公式

核算单元的固体废物(包括一般固体废物、危险废物、污泥)处理的二氧化碳排放量是核算期内该核算单元内各种固体废物在焚烧处理过程中产生的二氧化碳排放总量,按式(13)计算:

$$E_{\text{固废},i} = \sum_z \left(IW_{i,z} \times CCW_{i,z} \times FCF_{i,z} \times EF_{i,z} \times \frac{44}{12} \right) \dots\dots\dots(13)$$

式中:

- $E_{\text{固废},i}$ ——核算单元 i 的固体废物处理过程产生的各种二氧化碳排放总量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $IW_{i,z}$ ——第 z 种固体废物的焚烧量,单位为吨(t);
- $CCW_{i,z}$ ——第 z 种固体废物的碳含量质量分数,%;
- $FCF_{i,z}$ ——第 z 种固体废物中矿物碳在碳总量中比例,%;
- $EF_{i,z}$ ——第 z 种固体废物焚烧炉的燃烧效率,%;
- $\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比;



z —— 固体废物的种类。

6.2.3.3.3.2 活动数据获取

固体废物的焚烧量是指核算和报告期内各种固体废物焚烧量,应根据企业台账或统计报表确定。

6.2.3.3.3.3 排放因子数据获取

企业可采用表 C.3 提供的固体废物中的碳含量、固体废物中矿物碳在碳总量中的比例、固体废物焚烧炉燃烧效率的缺省值。具备条件的企业可自行或委托有资质的专业机构定期进行实测。

6.2.3.4 逸散排放

6.2.3.4.1 计算公式

核算单元过程排放中的逸散排放是核算单元内使用氢氟碳化物(HFCs)和全氟碳化物(PFCs)作为制冷剂的各类制冷设备在使用过程中产生的氢氟碳化物(HFCs)和全氟碳化物(PFCs)逸散排放以及使用二氧化碳作为保护性气体的反应保护装置和消防设备在使用过程中产生的二氧化碳逸散排放量之和,按式(14)计算:

$$E_{\text{逸散},i} = \sum_t (M_{\text{充},i,t} \times PUR_{i,t} \times GWP_t) \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- $E_{\text{逸散},i}$ ——核算单元 i 的温室气体逸散导致的温室气体排放总量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $M_{\text{充},i,t}$ ——核算单元 i 中第 t 种温室气体的填充量,单位为吨(t);
- PUR_t ——核算单元 i 中第 t 种温室气体的以质量分数表示的纯度,%;
- GWP_t ——第 t 种温室气体的全球变暖潜势,见表 C.4。
- t ——温室气体种类。

6.2.3.4.2 活动数据获取

温室气体的填充量以核算期间企业的外购补充量为准。采用供应商提供的销售发票或者结算单等结算凭证上的数据时,应根据企业台账或统计报表来确定。

6.2.3.4.3 排放因子数据获取

填充温室气体的纯度原则上取缺省值 100%,也可采用供应商提供的性状数据。

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

购入电力产生的二氧化碳排放量按式(15)计算:

$$E_{\text{购入电},i} = AD_{\text{购入电},i} \times EF_{\text{电}} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- $E_{\text{购入电},i}$ ——核算单元 i 购入电力所产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $AD_{\text{购入电},i}$ ——核算期内核算单元 i 购入电力,单位为兆瓦时(MW·h);
- $EF_{\text{电}}$ ——全国电网年平均供电排放因子,以吨二氧化碳每兆瓦时[tCO₂/(MW·h)]计。

6.2.4.1.2 购入热力产生的排放

购入热力产生的二氧化碳排放量按式(16)计算:

$$E_{\text{购入热},i} = AD_{\text{购入热},i} \times EF_{\text{热}} \quad \dots\dots\dots(16)$$

式中:

- $E_{\text{购入热},i}$ ——核算单元 i 购入热力所产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $AD_{\text{购入热},i}$ ——核算期内核算单元 i 购入热力,单位为吉焦(GJ);
- $EF_{\text{热}}$ ——热力消费的排放因子,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

输出电力产生的二氧化碳排放量按式(17)计算:

$$E_{\text{输出电},i} = AD_{\text{输出电},i} \times EF_{\text{电}} \quad \dots\dots\dots(17)$$

式中:

- $E_{\text{输出电},i}$ ——核算单元 i 的输出电力所产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $AD_{\text{输出电},i}$ ——核算期内核算单元 i 输出电力,单位为兆瓦时(MW·h);
- $EF_{\text{电}}$ ——全国电网年平均供电排放因子,以吨二氧化碳每兆瓦时[tCO₂/(MW·h)]计。

6.2.4.1.4 输出热力产生的排放

输出热力产生的二氧化碳排放量按式(18)计算:

$$E_{\text{输出热},i} = AD_{\text{输出热},i} \times EF_{\text{热}} \quad \dots\dots\dots(18)$$

式中:

- $E_{\text{输出热},i}$ ——核算单元 i 输出热力所产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- $AD_{\text{输出热},i}$ ——核算期内核算单元 i 输出热力,单位为吉焦(GJ);
- $EF_{\text{热}}$ ——热力消费的排放因子,以吨二氧化碳每吉焦(tCO₂/GJ)计。

6.2.4.2 活动数据获取

电力活动数据,以企业和电网公司结算的电表读数或企业能源消费台账或统计报表为依据。

热力活动数据,以热力购售结算凭证或企业能源消费台账或统计报表为依据。

a) 以质量单位计量的热水按公式(19)转换为热量单位:

$$AD_{\text{热水}} = Ma_w \times (T_w - 20) \times 4.1868 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(19)$$

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(°C);
- 4.1868 ——水在常温常压下的比热,单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·°C)]。

b) 以质量单位计量的蒸汽按公式(20)转换为热量单位:

$$AD_{\text{蒸汽}} = Ma_{st} \times (En_{st} - 83.74) \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(20)$$

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见表 C.5 和表 C.6。
- 83.74 ——给水温度为 20 °C 时热水的热焓值,单位为千焦每千克(kJ/kg)。

6.2.4.3 排放因子数据获取

电网年平均供电排放因子应选用国家主管部门最近年份公布的全国统一的电网平均二氧化碳排放



因子。热力排放因子优先采用供热单位的实测值,也可按 0.11 tCO₂/GJ 计算。

6.2.5 二氧化碳原料的使用

6.2.5.1 计算公式

每个核算单元作为原料使用的二氧化碳量,若为气体形态则按式(21)计算,若为液体形态则按式(22)计算:

$$R_{\text{CO}_2\text{原料},i} = Q_i \times \text{PUR}_{\text{CO}_2,i} \times 19.77 \quad \dots\dots\dots(21)$$

$$R_{\text{CO}_2\text{原料},i} = M_{\text{CO}_2,i} \times \text{PUR}_{\text{CO}_2,i} \quad \dots\dots\dots(22)$$

式中:

- $R_{\text{CO}_2\text{原料},i}$ ——核算单元 i 的作为原料使用的二氧化碳量,以吨二氧化碳当量(tCO₂e)计;
- Q_i ——核算单元 i 的使用二氧化碳气体的体积,以万标立方米(10⁴ Nm³)计;
- $M_{\text{CO}_2,i}$ ——核算单元 i 的使用二氧化碳液体的质量,单位为吨(t);
- $\text{PUR}_{\text{CO}_2,i}$ ——核算单元 i 的使用二氧化碳的纯度,其中气体形态指体积分数,%;液体形态指质量分数,%;
- 19.77 ——标准状况下二氧化碳气体的密度,以吨二氧化碳每万标立方米(tCO₂/10⁴ Nm³)计。

6.2.5.2 活动数据获取

气态或液态二氧化碳的使用量应根据企业台账或统计报表来确定。

6.2.5.3 排放因子数据获取

二氧化碳纯度的检测应按 GB/T 6052、GB/T 8984、GB/T 23938 的规定进行,并做好相关原始记录。

7 数据质量管理

报告主体宜加强温室气体排放数据质量管理工作,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) 根据不同类型的温室气体排放源的重要程度对其进行等级划分,并建立企业温室气体排放源一览表,对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) 对现有监测条件进行评估,并参照附录 D 的模板制定相应的数据质量控制计划,包括对活动数据的监测和对化石燃料低位发热量等参数的监测及获取要求;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,数据获取时间以及相关责任人等信息的记录管理;
- 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;报告格式见附录 B。

8.2 报告主体基本信息

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、企业法人核算边界、产品及工艺流程、核算单元划分以及排放源识别情况的详细说明(必要时给出附表和附图)。

8.3 温室气体排放量

报告主体应在阐述核算边界、核算单元划分及排放源识别的基础上,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量、过程排放量、购入和输出的电力、热力产生的排放量和二氧化碳原料使用量。

8.4 活动数据及其来源

报告主体应结合核算边界和排放源的识别情况,分别报告所核算的各个排放源的活动数据,并说明其数据来源或资料凭据、监测方法及记录频率。

报告主体如果除涂料(包含同时生产的涂料用树脂、助剂等原材料)外还生产其他产品,并存在本文件未涵盖的温室气体排放环节,则应按照其他相关行业的企业温室气体排放核算与报告的要求,一并报告其活动数据及来源。

8.5 排放因子及其来源

报告主体应分别报告各项活动数据所对应的排放因子或排放因子计算参数。如果源于实测则应说明取样方法、取样频率、检测方法、检测频率、依据标准;如果采用缺省值,则应给出缺省值的数据来源、参考出处、假设条件、选择理由。

报告主体如果除涂料(包含同时生产的涂料用树脂、助剂等原材料)外还生产其他产品,并存在本文件未涵盖的温室气体排放环节,则应按照其他相关行业的企业温室气体排放核算与报告的要求,一并报告其排放因子数据及来源。

8.6 其他报告信息(如有)

使用外购的非化石能源电力、生物质燃料燃烧和采用生物质能源作为原材料等情况。

附录 A

(资料性)

涂料生产企业温室气体排放及核算边界示意图和排放源识别表

A.1 涂料生产企业温室气体排放及核算边界示意图见图 A.1。

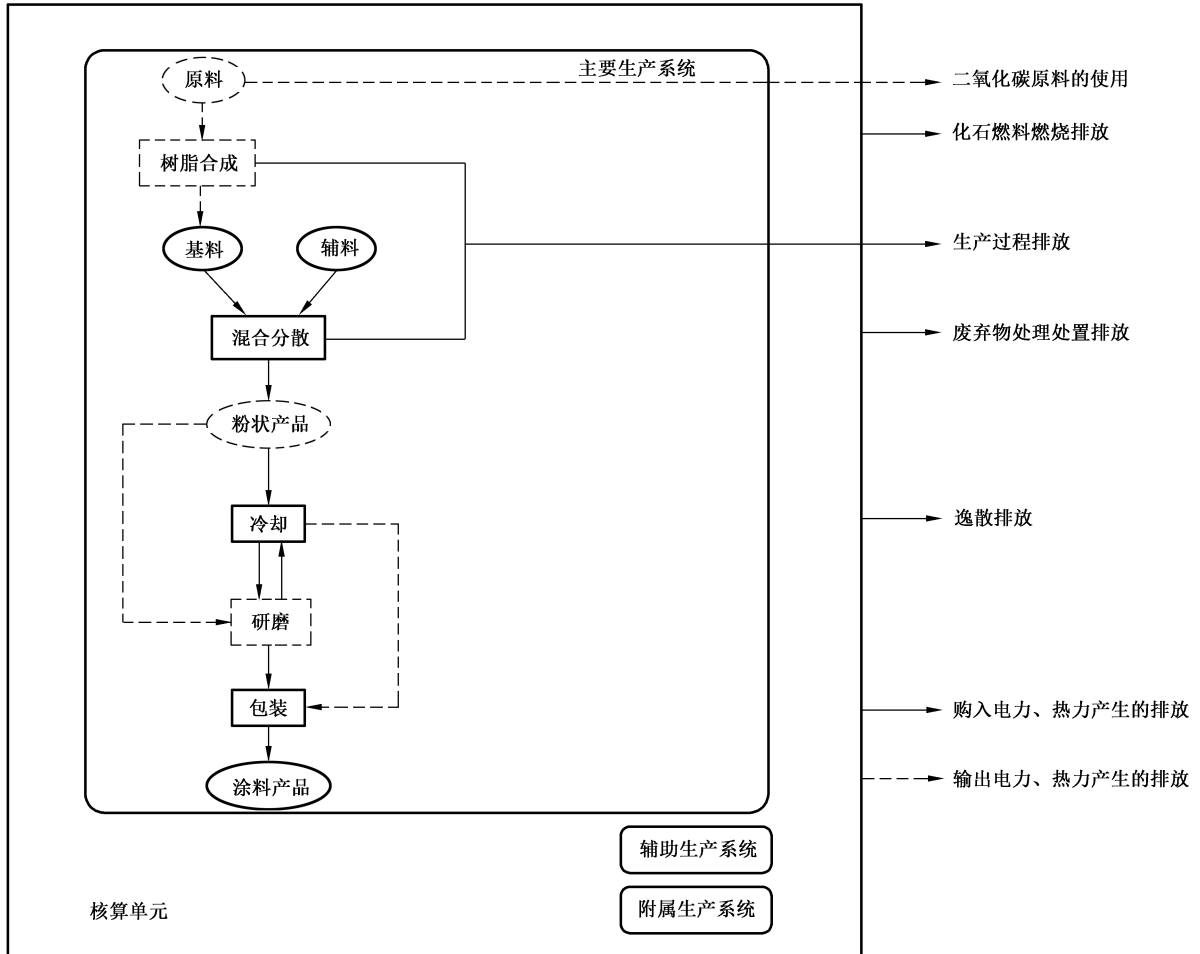


图 A.1 涂料生产企业温室气体排放及核算边界示意图



A.2 涂料生产企业排放源识别表见表 A.1。

表 A.1 涂料生产企业排放源识别表

核算边界	排放源类型	排放源	温室气体种类
化石燃料燃烧排放	固定燃烧源	工业锅炉、焚烧炉、回转窑、热风炉、发电机等	CO ₂
	移动燃烧源	汽车、叉车等	CO ₂
过程排放	生产过程排放源	反应釜等	CO ₂ 、HFCs、PFCs、SF ₆
	废弃物处理处置过程排放源	污水处理系统	CH ₄
		废气处理系统	CO ₂
		固体废物焚烧系统	CO ₂
	逸散排放源	使用冷媒的制冷系统	HFCs、PFCs
		二氧化碳保护系统	CO ₂
消防设施等		CO ₂	
购入的电力、热力产生的排放	由报告主体外输入的电力、热力或蒸汽消耗源	电机系统、泵系统、风机系统、压缩机械、制热设备、制冷设备、照明设备	CO ₂
输出的电力、热力产生的排放	报告主体内产生外输电力、热力或蒸汽的生产源	发电设备、蒸汽锅炉等	CO ₂
二氧化碳原料的使用	作为原料固化到产品中的二氧化碳消耗源	合成反应釜等	CO ₂



附 录 B
(资料性)
报告格式模板

涂料生产企业温室气体排放报告格式模板如下。

涂料生产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 B.1~表 B.11。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

三、活动数据及来源说明

 四、排放因子数据及来源说明

五、其他需要说明的情况

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 B.1 报告主体_____年温室气体排放量数据汇总表

源类别	1号核算 单元	2号核算 单元	3号核算 单元	____号核算 单元	报告主体 小计
化石燃料燃烧产生的温室气体排放/tCO ₂ e					
化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的 温室气体排放/tCO ₂ e					
含氟聚合物合成过程产生的温室气体排 放/tCO ₂ e					
废水处理过程的温室气体排放/tCO ₂ e					
废气处理过程的温室气体排放/tCO ₂ e					
固体废物处理过程的温室气体排放/tCO ₂ e					
逸散过程的温室气体排放/tCO ₂ e					
购入的电力对应的温室气体排放/tCO ₂ e					
购入的热力对应的温室气体排放/tCO ₂ e					
输出的电力对应的温室气体排放/tCO ₂ e					
输出的热力对应的温室气体排放/tCO ₂ e					
二氧化碳原料使用量/tCO ₂ e					
报告主体温室气体排放总量/tCO ₂ e	不包括购入和输出的电力、热力对应的温室气体排放				
	包括购入和输出的电力、热力对应的温室气体排放				

表 B.2 _____号核算单元化石燃料燃烧活动数据和排放因子数据一览表

化石燃料 品种	燃烧量 t 或 10 ⁴ Nm ³	含碳量 tC/t 或 tC/10 ⁴ Nm ³	数据来源	低位发热量 ^a GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³	数据来源	单位热值 含碳量 tC/GJ	数据来源	碳氧化率 %	数据来源
无烟煤			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
烟煤			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
褐煤			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
洗精煤			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值

表 B.2 ____号核算单元化石燃料燃烧活动数据和排放因子数据一览表（续）

化石燃料品种	燃烧量 t 或 10 ⁴ Nm ³	含碳量 tC/t 或 tC/10 ⁴ Nm ³	数据来源	低位发热量 ^a GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³	数据来源	单位热值 含碳量 tC/GJ	数据来源	碳氧化率 %	数据来源
其他洗煤			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
型煤			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
焦炭			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
原油			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
燃料油			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
汽油			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
柴油			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
喷气煤油			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
一般煤油			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
石脑油			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
石油焦			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
液化 天然气			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
液化 石油气			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
其他石油 制品			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
焦炉煤气			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
高炉煤气			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值

表 B.2 ____号核算单元化石燃料燃烧活动数据和排放因子数据一览表（续）

化石燃料品种	燃烧量 t 或 10 ⁴ Nm ³	含碳量 tC/t 或 tC/10 ⁴ Nm ³	数据来源	低位发热量 ^a GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³	数据来源	单位热值 含碳量 tC/GJ	数据来源	碳氧化率 %	数据来源
转炉煤气			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
其他煤气			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
天然气			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
炼厂干气			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
其他能源品种 ^b			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值

^a 对于通过燃料低位发热量及单位热值含碳量计算燃料含碳量的情况，填报本栏。

^b 报告主体实际燃烧的能源品种如未在表中列出，自行添加。

表 B.3 ____号核算单元化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的温室气体活动数据和排放因子数据一览表

碳流向	物料名称	活动数据 t 或 10 ⁴ Nm ³	含碳量 ^a tC/t 或 tC/10 ⁴ Nm ³
碳输入	焦炭		
	焦油		
	粗苯		
	天然气		
	其他 ^b		
碳输出	乙烯		
	乙二醇		
	氯乙烯		
	其他 ^b		

^a 在报告中阐述含碳量数据的获得方法。

^b 报告主体根据实际投入产出情况自行添加。



表 B.4 ____号核算单元的含氟聚合物合成过程产生的温室气体活动数据和排放因子数据一览表

含氟温室气体种类	产生量 m ³	质量浓度 mg/m ³	数据来源
			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 平均值
			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 平均值
			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 平均值

表 B.5 ____号核算单元的废水处理的 活动数据和排放因子数据一览表

废水编号	处理量 m ³	厌氧处理系统 进口 COD 浓度 kgCOD/m ³	厌氧处理系统 出口 COD 浓度 kgCOD/m ³	甲烷生产潜力 ^a tCH ₄ /tCOD	甲烷修 正因子	数据来源	甲烷回收量 t
						<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 推荐值	
						<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 推荐值	
						<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 推荐值	

^a 在报告中阐述甲烷生产潜力数据的获得方法。

表 B.6 ____号核算单元的废气处理的 活动数据和排放因子数据一览表

废气编号	废气处理量 m ³	总烃质量浓度(以甲烷计) mg/m ³	废气中有机物的碳氧化率 %	数据来源
				<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 推荐值
				<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 推荐值
				<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 推荐值

表 B.7 ____号核算单元的固体废物处理的活动数据和排放因子数据一览表

固体废物种类	焚烧量 t	碳含量质量分数 %	数据来源	矿物碳在碳总量中比例 %	数据来源	燃烧效率 %	数据来源
			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
			<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 检测值 <input type="checkbox"/> 缺省值

表 B.8 ____号核算单元的逸散排放活动数据和排放因子数据一览表

设施	温室气体种类	填充量 t	质量纯度 ^a %
空调 1			
空调 2			
冷水机 1			
冷水机 2			
二氧化碳灭火器 1	CO ₂		
二氧化碳灭火器 2	CO ₂		
二氧化碳保护气 1	CO ₂		
二氧化碳保护气 2	CO ₂		
其他 ^b			

^a 在报告中阐述填充的温室气体质量纯度数据的获得方法。

^b 报告主体根据实际装置配备情况自行添加。

表 B.9 ____号核算单元购入和输出的电力、热力活动数据和排放因子数据一览表

类型	购入量 MW·h 或 GJ	输出量 MW·h 或 GJ	二氧化碳排放因子 tCO ₂ /(MW·h) 或 tCO ₂ /GJ
电力			
蒸汽			
热水			

表 B.10 ____号核算单元二氧化碳原料使用量数据一览表

液态二氧化碳 原料使用量 t	液态二氧化碳 质量浓度 %	气态二氧化碳 原料使用量 10^4 Nm^3	气态二氧化碳 摩尔浓度 %	气态二氧化碳 密度 $\text{t}/10^4 \text{ Nm}^3$

表 B.11 报告主体____年不计入温室气体排放量数据汇总表

源类别	1号核算 单元	2号核算 单元	3号核算 单元	____号核算 单元	报告主体 小计
生物质燃料燃烧产生的温室气体排放/ tCO_2e					
使用非化石能源电力对应的温室气体排放/ tCO_2e					



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.6。

表 C.1 常见化石燃料特性参数缺省值

化石燃料品种		计量单位	低位发热量	单位热值含碳量	化石燃料碳氧化率
			GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³	10 ⁻³ tC/GJ	%
固体化石燃料	无烟煤	t	26.7 ^a	27.4 ^b	94 ^b
	烟煤	t	19.570 ^c	26.1 ^b	93 ^b
	褐煤	t	11.9 ^a	28 ^b	96 ^b
	洗精煤	t	26.334 ^d	25.41 ^b	90 ^c
	其他洗煤	t	12.545 ^d	25.41 ^b	90 ^c
	型煤	t	17.460 ^c	33.6 ^b	90 ^b
	其他煤制品	t	17.460 ^c	33.6 ^b	98 ^b
	焦炭	t	28.435 ^d	29.5 ^b	93 ^b
	石油焦	t	32.5 ^a	27.50 ^b	98 ^b
液体化石燃料	原油	t	41.816 ^d	20.1 ^b	98 ^b
	燃料油	t	41.816 ^d	21.1 ^b	98 ^b
	汽油	t	43.070 ^d	18.9 ^b	98 ^b
	柴油	t	42.652 ^d	20.2 ^b	98 ^b
	一般煤油	t	43.070 ^d	19.6 ^b	98 ^b
	液化天然气	t	51.498 ^e	15.3 ^b	98 ^b
	液化石油气	t	50.179 ^d	17.2 ^b	98 ^b
	石脑油	t	44.5 ^a	20.0 ^b	98 ^b
	焦油	t	33.453 ^d	22.0 ^a	98 ^b
	粗苯	t	41.816 ^d	22.7 ^c	98 ^b
其他石油制品	t	41.031 ^c	20.0 ^b	98 ^b	
气体化石燃料	天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31 ^d	15.3 ^b	99 ^b
	高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.00 ^c	70.80 ^a	99 ^b
	转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.00 ^c	49.60 ^c	99 ^b
	焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	179.81 ^d	13.58 ^b	99 ^b
	炼厂干气	t	45.998 ^d	18.2 ^b	99 ^b
	其他煤气	10 ⁴ Nm ³	52.270 ^d	12.2 ^b	99 ^b

^a 数据取值来源为《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》及 2019 修订版。
^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《2005 中国温室气体清单研究》。
^d 数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2021》。
^e 数据取值来源为 GB/T 2589—2020。

表 C.2 常见化工产品的含碳量缺省值

产品名称	含碳量 tC/t
乙腈	0.585 2
丙烯腈	0.666 4
丁二烯	0.888
炭黑	0.970
乙炔	0.923
乙烯	0.856
二氯乙烷	0.245
乙二醇	0.387
环氧乙烷	0.545
氰化氢	0.444 4
甲醇	0.375
甲烷	0.749
乙烷	0.856
丙烷	0.817
丙烯	0.856 3
氯乙烯单体	0.384
尿素	0.200
碳酸氢铵	0.1519
标准电石 ^a	0.314

^a 根据电石产品在 20 °C、101.3 kPa 下的实际发气量按 300 L/kg 折算为标准电石。

表 C.3 固体废物处理排放因子缺省值

排放因子	范围		推荐值	数据来源
碳含量	城市生活垃圾	(湿)33%~35%	20%	《省级温室气体清单编制指南(试行)》
	危险废弃物	(湿)1%~95%	1	
	污泥	(干物质)10%~40%	30%	
矿物碳在碳总量中的质量分数	城市生活垃圾	30%~50%	39%	
	危险废弃物	90%~100%	90%	
	污泥	0	0%	
燃烧效率	城市生活垃圾	95%~99%	95%	
	危险废弃物	95%~99.5%	97%	
	污泥	95%	95%	

表 C.4 常见 HFCs/PFCs/SF₆/NF₃ 的分子式、相对分子质量及全球变暖潜势(GWP)值

序号	产品名称	核算的温室气体种类	分子式	相对分子质量	GWP 值
1	HFC-23	HFC-23	CHF ₃	70	11 700 ^a
2	HFC-32	HFC-32	CH ₂ F ₂	52	650 ^a
3	HFC-41	HFC-41	CH ₃ F	34	150 ^a
4	HFC-125	HFC-125	CHF ₂ CF ₃	120	2 800 ^a
5	HFC-134	HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	102	1 000 ^a
6	HFC-134a	HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	102	1 300 ^a
7	HFC-143	HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	84	300 ^a
8	HFC-143a	HFC-143a	CH ₃ CF ₃	84	3 800 ^a
9	HFC-152	HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F	66	53 ^b
10	HFC-152a	HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	66	140 ^a
11	HFC-161	HFC-161	CH ₃ CH ₂ F	48	12 ^b
12	HFC-227ea	HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	170	2 900 ^a
13	HFC-236cb	HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃	152	1 340 ^b
14	HFC-236ea	HFC-236ea	CHF ₂ CHFCF ₃	152	1 370 ^b
15	HFC-236fa	HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	152	6 300 ^a
16	HFC-245ca	HFC-245ca	CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	134	560 ^a
17	HFC-245fa	HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	134	1 030 ^b
18	HFC-365mfc	HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	148	794 ^b
19	HFC-43-10mee	HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCF ₂ CF ₃	252	1 300 ^a
20	PFC-14	CF ₄	CF ₄	88	6 500 ^a
21	PFC-116	C ₂ F ₆	C ₂ F ₆	138	9 200 ^a
22	PFC-218	C ₃ F ₈	C ₃ F ₈	188	7 000 ^a
23	PFC-318	c-C ₄ F ₈	c-C ₄ F ₈	200	8 700 ^a
24	PFC-3-1-10	C ₄ F ₁₀	C ₄ F ₁₀	238	7 000 ^a
25	PFC-4-1-12	C ₅ F ₁₂	C ₅ F ₁₂	288	7 500 ^a
26	PFC-5-1-14	C ₆ F ₁₄	C ₆ F ₁₄	338	7 400 ^a
27	SF ₆	SF ₆	SF ₆	146	23 900 ^a
28	NF ₃	NF ₃	NF ₃	71	17 200 ^b

^a GWP 值来源于《IPCC 气候变化第二次评估报告》。

^b 《IPCC 气候变化第二次评估报告》后新增的温室气体种类,GWP 值来源于《IPCC 气候变化第四次评估报告》。

表 C.5 饱和蒸汽热焓表

压力 MPa	温度 ℃	焓 kJ/kg	压力 MPa	温度 ℃	焓 kJ/kg
0.001	6.98	2 513.8	1.00	179.88	2 777.0
0.002	17.51	2 533.2	1.10	184.06	2 780.4
0.003	24.10	2 545.2	1.20	187.96	2 783.4
0.004	28.98	2 554.1	1.30	191.6	2 786.0
0.005	32.90	2 561.2	1.40	195.04	2 788.4
0.006	36.18	2 567.1	1.50	198.28	2 790.4
0.007	39.02	2 572.2	1.60	201.37	2 792.2
0.008	41.53	2 576.7	1.40	204.3	2 793.8
0.009	43.79	2 580.8	1.50	207.1	2 795.1
0.010	45.83	2 584.4	1.90	209.79	2 796.4
0.015	54.00	2 598.9	2.00	212.37	2 797.4
0.020	60.09	2 609.6	2.20	217.24	2 799.1
0.025	64.99	2 618.1	2.40	221.78	2 800.4
0.030	69.12	2 625.3	2.60	226.03	2 801.2
0.040	75.89	2 636.8	2.80	230.04	2 801.7
0.050	81.35	2 645.0	3.00	233.84	2 801.9
0.060	85.95	2 653.6	3.50	242.54	2 801.3
0.070	89.96	2 660.2	4.00	250.33	2 799.4
0.080	93.51	2 666.0	5.00	263.92	2 792.8
0.090	96.71	2 671.1	6.00	275.56	2 783.3
0.10	99.63	2 675.7	7.00	285.8	2 771.4
0.12	104.81	2 683.8	8.00	294.98	2 757.5
0.14	109.32	2 690.8	9.00	303.31	2 741.8
0.16	113.32	2 696.8	10.0	310.96	2 724.4
0.18	116.93	2 702.1	11.0	318.04	2 705.4
0.20	120.23	2 706.9	12.0	324.64	2 684.8
0.25	127.43	2 717.2	13.0	330.81	2 662.4
0.30	133.54	2 725.5	14.0	336.63	2 638.3
0.35	138.88	2 732.5	15.0	342.12	2 611.6
0.40	143.62	2 738.5	16.0	347.32	2 582.7
0.45	147.92	2 743.8	17.0	352.26	2 550.8
0.50	151.85	2 748.5	18.0	356.96	2 514.4
0.60	158.84	2 756.4	19.0	361.44	2 470.1
0.70	164.96	2 762.9	20.0	365.71	2 413.9
0.80	170.42	2 768.4	21.0	369.79	2 340.2
0.90	175.36	2 773.0	22.0	373.68	2 192.5

表 C.6 过热蒸汽热焓表

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 °C	0	0.1	0.5	1	3	5	7.1	10.1	14.1	20.1	25.1	30
10 °C	42	42.1	42.5	43	44.9	46.9	48.8	51.7	55.6	61.3	66.1	70.8
20 °C	83.9	84	84.3	84.8	86.7	88.6	90.4	93.2	97	102.5	107.1	111.7
40 °C	167.4	167.5	167.9	168.3	170.1	171.9	173.6	176.3	179.8	185.1	189.4	193.8
60 °C	2 611.3	251.2	251.2	251.9	253.6	255.3	256.9	259.4	262.8	267.8	272	276.1
80 °C	2 649.3	335	335.3	335.7	337.3	338.8	340.4	342.8	346	350.8	354.8	358.7
100 °C	2 687.3	2 676.5	419.4	419.7	421.2	422.7	424.2	426.5	429.5	434	437.8	441.6
120 °C	2 725.4	2 716.8	503.9	504.3	505.7	507.1	508.5	510.6	513.5	517.7	521.3	524.9
140 °C	2 763.6	2 756.6	589.2	589.5	590.8	592.1	593.4	595.4	598	602	605.4	603.1
160 °C	2 802	2 796.2	2 767.3	675.7	676.9	678	679.2	681	683.4	687.1	690.2	693.3
180 °C	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 °C	2 879.3	2 875.2	2 855.5	2 827.5	853	853.8	854.6	855.9	857.7	860.4	862.8	856.2
220 °C	2 918.3	2 914.7	2 898	2 874.9	943.9	944.4	945	946	947.2	949.3	951.2	953.1
240 °C	2 957.4	2 954.3	2 939.9	2 920.5	2 823	1 037.8	1 038	1 038.4	1 039.1	1 040.3	1 041.5	1 024.8
260 °C	2 996.8	2 994.1	2 981.5	2 964.8	2 885.5	1 135	1 134.7	1 134.3	1 134.1	1 134	1 134.3	1 134.8
280 °C	3 036.5	3 034	3 022.9	3 008.3	2 941.8	2 857	1 236.7	1 235.2	1 233.5	1 231.6	1 230.5	1 229.9
300 °C	3 076.3	3 074.1	3 064.2	3 051.3	2 994.2	2 925.4	2 839.2	1 343.7	1 339.5	1 334.6	1 331.5	1 329
350 °C	3 177	3 175.3	3 167.6	3 157.7	3 115.7	3 069.2	3 017	2 924.2	2 753.5	1 648.4	1 626.4	1 611.3
400 °C	3 279.4	3 278	3 217.8	3 264	3 231.6	3 196.9	3 159.7	3 098.5	3 004	2 820.1	2 583.2	2 159.1
420 °C	3 320.96	3 319.68	3 313.8	3 306.6	3 276.9	3 245.4	3 211	3 155.98	3 072.72	2 917.02	2 730.76	2 424.7
440 °C	3 362.52	3 361.36	3 355.9	3 349.3	3 321.9	3 293.2	3 262.3	3 213.46	3 141.44	3 013.94	2 878.32	2 690.3
450 °C	3 383.3	3 382.2	3 377.1	3 370.7	3 344.4	3 316.8	3 288	3 242.2	3 175.8	3 062.4	2 952.1	2 823.1
460 °C	3 404.42	3 403.34	3 398.3	3 392.1	3 366.8	3 340.4	3 312.4	3 268.58	3 205.24	3 097.96	2 994.68	2 875.26
480 °C	3 446.66	3 445.62	3 440.9	3 435.1	3 411.6	3 387.2	3 361.3	3 321.34	3 264.12	3 169.08	3 079.84	2 979.58
500 °C	3 488.9	3 487.9	3 483.7	3 478.3	3 456.4	3 433.8	3 410.2	3 374.1	3 323	3 240.2	3 165	3 083.9
520 °C	3 531.82	3 530.9	3 526.9	3 521.86	3 501.28	3 480.12	3 458.6	3 425.1	3 378.4	3 303.7	3 237	3 166.1
540 °C	3 574.74	3 573.9	3 570.1	3 565.42	3 546.16	3 526.44	3 506.4	3 475.4	3 432.5	3 364.6	3 304.7	3 241.7
550 °C	3 593.2	3 595.4	3 591.7	3 587.2	3 568.6	3 549.6	3 530.2	3 500.4	3 459.2	3 394.3	3 337.3	3 277.7
560 °C	3 618	3 617.22	3 613.64	3 609.24	3 591.18	3 572.76	3 554.1	3 525.4	3 485.8	3 423.6	3 369.2	3 312.6
580 °C	3 661.6	3 660.86	3 657.52	3 653.32	3 636.34	3 619.08	3 601.6	3 574.9	3 538.2	3 480.9	3 431.2	3 379.8
600 °C	3 705.2	3 704.5	3 701.4	3 697.4	3 681.5	3 665.4	3 649	3 624	3 589.8	3 536.9	3 491.2	3 444.2

附录 D
(资料性)
数据质量控制计划模板

涂料生产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
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,对于涉及化学反应的工艺需写明化学反应方程式)			

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 与工业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 主要耗电和耗热的设施 ⁵⁾				
编号	设施名称	设施安装位置	是否纳入配额管控范围	

1) 按 GB/T 32151.32—2024 第 4 章“核算边界”的要求具体描述。

2) 对于同一设施同时涉及 5.1/5.2/5.3 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) 例如含氟聚合物合成过程产生的温室气体排放。

5) 该类设施,特别是耗电设施,只填写主要设施即可,例如耗电量较小的照明设施可不填写。

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										
化石燃料种类	单位	数据的计算方法及获取方式 ⁶⁾	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 ⁷⁾										
消耗量										
低位发热值										
单位热值含碳量										
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	%									
化石燃料种类 C										
.....										

6) 选取以下获取方式:

- 实测值(如是,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);
- 默认值(如是,填写具体数值);
- 相关方结算凭证(如是,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,具体填报时,采用在表下加备注的方式详细描述)。

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,需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

7) 填报时列明具体的燃料名称,同一燃料品种仅填报一次;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应分别列明。

D-2 过程排放活动数据和排放因子的确定方式											
过程参数	参数描述	单位	数据的计算方法及获取方式 ⁸⁾	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			
化石能源和其他碳氢化合物用作原料产生的排放											
参数 1	投入量— 焦炭	t									
参数 2	投入量— 粗苯	t									
参数 3	投入量— XXX ⁹⁾	t									
参数 4	产出量— 氯乙烯	t									
参数 5	产出量— XXX ¹⁰⁾	t									
参数 6	含碳量— 焦油	tC/t									

8) 选取以下获取方式:

- 实测值(如是,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);
 - 默认值(如是,填写具体数值);
 - 相关方结算凭证(如是,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,具体填报时,采用在表下加备注的方式详细描述)。
- 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,需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

9) 填报时列明具体的化石能源品种或碳氢化合物名称。

10) 填报时列明具体的含碳产品或其他含碳输出物的名称。

D-2 过程排放活动数据和排放因子的确定方式										
参数 7	含碳量— 乙烯	tC/t								
参数 8	含碳量— 乙二醇	tC/t								
参数 9	含碳量— XXX ⁽¹⁾	tC/t								
……										
含氟聚合物合成过程产生的温室气体排放										
参数 1	含氟温室气体 产生量	m ³								
参数 2	HFCs 组分的 质量浓度	mg/m ³								
参数 3	PFCs 组分的 质量浓度	mg/m ³								
参数 4	SF ₆ 组分的 质量浓度	mg/m ³								
废水处理排放										
参数 1	废水 1 处 理量	m ³								
参数 2	废水 1 处 厌氧处理系统 进口 COD 浓度	kgCOD/m ³								

(1) 填报时列明具体的能源品种、碳氢化合物、含碳产品或其他含碳输出物的名称。

D-2 过程排放活动数据和排放因子的确定方式									
参数 3	废水 1 厌氧处理系统出口 COD 浓度	kgCOD/m ³							
参数 4	废水 1 甲烷生产潜力	tCH ₄ /tCOD							
参数 5	废水 1 甲烷修正因子	—							
参数 6	废水 1 甲烷回收量	t							
……									
废气处理排放									
参数 1	废气 1 处理量	m ³							
参数 2	废气 1 总烃质量浓度 (以甲烷计)	mg/m ³							
参数 3	废气 1 中有机物碳氧化率	%							
……									
固体废物处理排放									
参数 1	固废 1 焚烧量	t							
参数 2	固废 1 中碳含量质量分数	%							
参数 3	固废 1 中矿物碳在碳总量中比例	%							

D-2 过程排放活动数据和排放因子的确定方式												
参数 4	燃烧效率	%										
.....												
逸散排放												
参数 1	温室气体核算期间填充量	t										
参数 2	温室气体填充质量纯度	%										
参数 3	温室气体全球变暖潜势	—										
.....												

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 ¹²⁾	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	MW · h									
购入电力排放因子	tCO ₂ /(MW · h)									
输出电量	MW · h									
输出电力排放因子	tCO ₂ /(MW · h)									
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									

12) 选取以下获取方式:

- 实测值(如是,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);
 - 默认值(如是,填写具体数值);
 - 相关方结算凭证(如是,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,具体填报时,采用在表下加备注的方式详细描述)。
- 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,需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。



D-4 二氧化碳原料使用量											
过程参数	参数描述	单位	数据的计算方法及获取方式 ¹³⁾	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			
二氧化碳原料使用											
参数 1	液态二氧化碳原料使用量	t									
参数 2	液态二氧化碳质量浓度	%									
参数 3	气态二氧化碳原料使用量	10 ⁴ Nm ³									
参数 4	气态二氧化碳摩尔浓度	%									
参数 5	气态二氧化碳密度	t/10 ⁴ Nm ³									
.....											

13) 选取以下获取方式:

- 实测值(如是,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);
- 默认值(如是,填写具体数值);
- 相关方结算凭证(如是,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,具体填报时,采用在表下加备注的方式详细描述)。

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,则需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

<p>E 数据内部质量控制和质量保证相关规定</p>	<p>至少包括以下内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——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。
<p>填报人：</p>	<p>填报时间：</p>
<p>内部审核人：</p>	<p>审核时间：</p>
<p>填报单位盖章</p>	

参 考 文 献

- [1] GB/T 2589—2020 综合能耗计算通则
- [2] 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):发改办气候[2011]1041号.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 生态环境部办公厅.环境空气中消耗臭氧层物质和含氟温室气体手工监测技术规范:环办监测[2022]20号.
- [6] 政府间气候变化专门委员会(IPCC).2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南及 2019 修订版.
- [7] 政府间气候变化专门委员会(IPCC).IPCC 气候变化第二次评估报告.
- [8] 政府间气候变化专门委员会(IPCC).IPCC 气候变化第四次评估报告.
-