

团体标准

T/CISA 582—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 钒制品

Greenhouse gases—Quantification requirement and method of carbon footprint
of products—Vanadium products

(此文本仅供个人学习、研究之用,未经授权,禁止复
制、发行、汇编、翻译或网络传播等,侵权必究)

2025-12-04 发布

2026-06-01 实施

中国钢铁工业协会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 量化目的	2
5 量化范围	2
6 产品碳足迹生命周期清单分析	5
7 产品碳足迹影响评价	7
8 结果解释	10
9 产品碳足迹报告	10
10 产品碳足迹声明	10
附录 A(资料性) 钒制品生命周期系统内生产工艺流程图	11
附录 B(资料性) 产品碳足迹数据收集表示例	14
附录 C(资料性) 产品碳足迹报告(模板)	16
附录 D(资料性) 推荐温室气体排放系数与 GWP 值	20
附录 E(资料性) 数据质量评估方法	23
附录 F(规范性) 共生产品系统扩展方法	25

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。

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由中国钢铁工业协会产品碳足迹标准化工作组(CISA/SWG 6)归口。

本文件起草单位：攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司、冶金工业经济发展研究中心、攀钢集团钒钛资源股份有限公司、武汉易碳数字科技有限公司、欧冶云商股份有限公司、承德钒钛新材料有限公司、四川德胜集团钒钛有限公司、北京建龙重工集团有限公司、四川省环境政策研究与规划院、四川省钒钛钢铁产业协会、四川省节能低碳协会、四川攀研技术有限公司。

本文件主要起草人：雷电、李拥军、金造权、吕军、石兰、史慧恩、樊河云、张海峰、秦洁、刘武汉、王晓臣、严骏、齐建玲、吴封、黄伟、杜林涛、熊云霄、李柯君、王宝华、王可、杨丽丽、白丽、黄奇、衡红、赵艺伟、宋金朝、于小华、陈明扬、向柳、张邦绪、张芮、袁亮、邵军、王立强、陈燕冬、卿德标。

本文件为首次发布。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 钒制品

1 范围

本文件规定了钒制品碳足迹的量的基本规则和要求,包括术语与定义、量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告和碳足迹声明等。

本文件适用于以钒钛磁铁矿为原料,经冶炼提取钒渣,由钒渣制得钒制品的摇篮-大门的产品碳足迹量化,钒制品为钒渣、钒的铵盐(偏钒酸铵(AMV)、多钒酸铵(APV))、氧化钒(三氧化二钒(V_2O_3)、五氧化二钒(V_2O_5))、钒基合金(钒铁合金、钒氮合金、钒铝合金)、钒电解液。

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 20567 钒氮合金
- GB/T 24020 环境管理 环境标志和声明 通用原则
- GB/T 24025 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序
- GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- GB/T 30052 钢铁产品制造生命周期评价技术规范(产品种类规则)
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- GB/T 37204 全钒液流电池用电解液
- GB/T 40301 三氧化二钒
- YB/T 008 钒渣
- YS/T 579 钒铝中间合金
- YS/T 1002 偏钒酸铵
- YB/T 5304 五氧化二钒
- T/CSTM 00890 多钒酸铵
- ISO 5451 钒铁合金

3 术语和定义

GB/T 30052、GB/T 24067 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钒制品 (Vanadium products)

以钒钛磁铁矿为原料,经冶炼提取钒渣,钒渣经焙烧/亚熔盐、浸出、沉淀、干燥煅烧、熔化/还原、冶炼等一系列工艺处理后获得的含钒产品,钒制品包括钒渣、AMV、APV、 V_2O_3 、 V_2O_5 、钒铁合金、钒氮合金、钒铝合金、钒电解液。

4 量化目的

量化钒制品生命周期所有显著的温室气体排放量和清除量(以二氧化碳当量(CO_2e)表示),基于本文件开展碳足迹量化的目的包括但不限于以下方面:

- a) 评价产品对气候变化的潜在影响;
- b) 用于生产者与上下游供应链或消费者之间的温室气体排放信息沟通;
- c) 用于企业了解自身钒制品碳足迹,改进生产工艺,降低排放;
- d) 用于产品宣传,提升产品附加值和竞争力,提升企业形象;
- e) 用于建立碳标签制度,以应对国际绿色贸易壁垒,提高产品低碳竞争力和贸易竞争优势。

5 量化范围

5.1 产品描述

产品描述应使用户能够清晰识别产品,并可参照 YB/T 008、YS/T 1002、T/CSTM 00890、GB/T 40301、YB/T 5304、ISO 5451、GB/T 20567、YS/T 579、GB/T 37204 的要求进行描述内容包括但不限于:

- a) 产品名称和牌号;
- b) 产品批号;
- c) 产品净重;
- d) 分析检验结果及检验部门印记;
- e) 出厂日期。

5.2 声明单位

钒制品碳足迹量化声明单位为“生产 1 t(1000 kg)某类别的钒制品”,其中钒电解液声明单位为“生产 1 m^3 钒电解液”。

5.3 系统边界

5.3.1 边界设定

钒制品系统边界从资源、能源的开采、生产,到所研究的产品系统完成制造并运出工厂大门这一过程。系统边界从含钒矿物等原料、辅料、燃料开采开始,经过高炉炼铁、铁水提钒生产钒渣,钒渣经焙烧/亚熔盐、干燥煅烧、熔化/还原等制备钒的铵盐(AMV、APV)和氧化钒(V_2O_3 、 V_2O_5)、钒电解液、钒基合金(钒铁合金、钒氮合金、钒铝合金)等钒制品结束为止,同时也包括了内部能源与公辅工序以及全流程运输过程。钒制品生命周期系统边界见图 1,即从原辅材料和能源获取到钒制品产品离开生产商厂门为止。

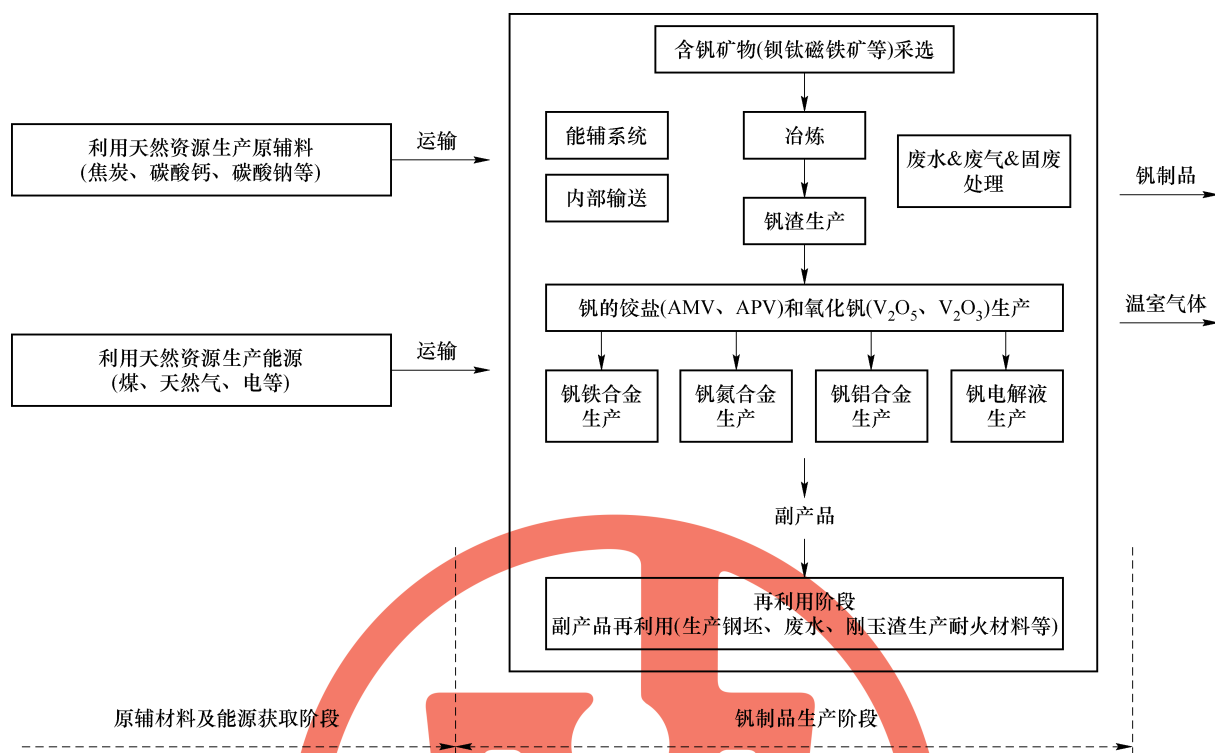


图1 钒制品产品生命周期系统边界

钒制品产品碳足迹的量化范围包括原辅材料和能源及能源介质获取阶段的上游排放,产品生产阶段各单元的过程排放。

5.3.2 原辅材料和能源获取阶段

从自然界材料提取时开始,到原辅材料和能源到达生产工厂时终止。包括但不限于以下过程:

- 原辅材料的获取与运输分销(例如火药、液碱、焦炭、炼钢助剂、碳酸钙、碳酸钠、活性石灰、硫酸、硫酸铵等);
- 能源(外购)及能源介质的获取与运输分销或输送(例如汽油、柴油、煤、电力、热力等)。

5.3.3 含钒矿物(钒钛磁铁矿等)采选阶段

钒钛磁铁矿采选阶段为两个单元过程,包括从采矿开始,到钒钛铁精矿离开矿区终止,具体如下,其工艺流程见附录 A 的图 A.1。

- 采矿单元;
- 选矿单元。

5.3.4 钒渣生产阶段

钒渣生产阶段有多个单元过程,其工艺流程见附录 A 的图 A.1。钒渣生产从钒钛铁精矿进入工厂开始,到钒渣离开工厂或生产区域(同一厂区)终止,具体如下。

主流程工艺过程:

- 烧结/球团单元;
- 高炉炼铁单元;
- 转炉提钒单元。

能辅系统过程：

- a) 焦化单元；
- b) 工业气体(压缩空气、氮气、氩气、氢气等)制备单元；
- c) 工业用水(软水、工业水等)制备单元；
- d) 自备发电(煤气发电、干熄焦发电等)单元；
- e) 废水处理单元。

以上单元过程包括能源及能源介质、原辅材料生产及运输相关过程的消耗过程及储运过程，涉及运输相关过程的消耗过程及储运过程的数据收集应说明车型/载重/动力(油车/电车)。

5.3.5 钒的铵盐(APV、AMV)和氧化钒(V_2O_3 、 V_2O_5)生产阶段

钒的铵盐(APV、AMV)和氧化钒(V_2O_3 、 V_2O_5)生产阶段有多个单元过程，其工艺流程见附录 A 的图 A.2。钒的铵盐(APV、AMV)和氧化钒(V_2O_3 、 V_2O_5)生产从钒渣进入工厂或生产区域(同一厂区)开始，到钒的铵盐(APV、AMV)和氧化钒(V_2O_3 、 V_2O_5)离开工厂或生产区域(同一厂区)终止，具体如下。

主流程工艺过程：

- a) 预处理单元；
- b) 球磨配料单元；
- c) 焙烧(钠化或钙化)/亚熔盐单元；
- d) 浸出单元(水浸或酸浸)；
- e) 沉淀单元(产出 APV、AMV)；
- f) 干燥还原产三氧化二钒单元；
- g) 干燥煅烧/熔化产五氧化二钒单元。

能辅系统过程：

- a) 压缩空气制备单元；
- b) 废水处理单元；
- c) 蒸汽制备单元。

以上单元过程包括能源及能源介质、原辅材料生产及运输相关过程的消耗过程及储运过程，涉及运输相关过程的消耗过程及储运过程的数据收集应说明车型/载重/动力(油车/电车)。

5.3.6 钒基材料生产阶段

钒基材料为钒铁合金、钒氮合金、钒铝合金和钒电解液，其生产都以氧化钒生产阶段产品为原料，为独立生产过程，其工艺流程见图 A.3～图 A.6。

5.3.6.1 钒铁合金生产

钒铁合金生产包括三个单元过程，三氧化二钒、五氧化二钒进入工厂或生产区域(同一厂区)开始，到钒铁合金离开工厂终止，其工艺流程见附录图 A.3，其具体如下：

- a) 配混单元；
- b) 冶炼拆炉水淬单元；
- c) 破碎包装单元。

以上单元过程包括能源及能源介质、原辅材料生产及运输相关过程的消耗过程及储运过程，涉及运输相关过程的消耗过程及储运过程的数据收集应说明车型/载重/动力(油车/电车)。

5.3.6.2 钒氮合金生产

钒氮合金生产包括三个单元过程，三氧化二钒或五氧化二钒进入工厂或生产区域(同一厂区)开始，

到钒氮合金离开工厂或生产区域(同一厂区)终止,其工艺流程见附录 A 的图 A. 4,具体如下:

- a) 磨混压球单元;
- b) 煅烧单元;
- c) 破碎包装单元。

以上单元过程包括能源及能源介质、原辅材料生产及运输相关过程的消耗过程及储运过程,涉及运输相关过程的消耗过程及储运过程的数据收集应说明车型/载重/动力(油车/电车)。

5.3.6.3 钒铝合金生产

钒铝合金生产包括三个单元过程,五氧化二钒进入工厂或生产区域(同一厂区)开始,到钒铝合金离开工厂终止,其工艺流程见附录 A 的图 A. 5,具体如下:

- a) 配混单元;
- b) 冶炼拆炉单元;
- c) 破碎包装单元。

以上单元过程包括能源及能源介质、原辅材料生产及运输相关过程的消耗过程及储运过程,涉及运输相关过程的消耗过程及储运过程的数据收集应说明车型/载重/动力(油车/电车)。

5.3.6.4 钒电解液生产

钒电解液生产从含钒浸出液/五氧化二钒进入工厂或生产区域(同一厂区)开始,到钒电解液离开工厂或生产区域(同一厂区)终止,其工艺流程见附录 A 的图 A. 6,其单元过程如下:

离子交换/萃取/化学还原-电解单元。

以上单元过程包括能源及能源介质、原辅材料生产及运输相关过程的消耗过程及储运过程,涉及运输相关过程的消耗过程及储运过程的数据收集应说明车型/载重/动力(油车/电车)。

注:不同系统边界有不同生产流程,不同系统边界需根据实际生产工艺删填单元过程。

6 产品碳足迹生命周期清单分析

6.1 数据收集及确认

生命周期碳足迹评价需要收集的数据分为现场数据和次级数据,钒制品生产阶段的单元过程数据应使用现场数据。对于上游过程,如现场数据不可获取,也可使用次级数据。

钒制品系统边界内所涉及的主要数据描述示例见表 1。

表 1 主要数据描述示例

数 据 项		主 要 物 料 清 单	数据类型
输入	原料消耗量	天然矿石、洗精煤、各种矿石等	现场数据
	能源及能源介质	煤气、柴油、煤粉、压缩空气、工业水、氮气、蒸汽、回用水、电力等	
	辅助材料消耗量	石灰石、药剂、钢球、皮带、石灰、铁粒、铝粒、铁合金、硫酸、碳酸钠、硫酸铵、液碱等	
	第三方服务	现场运输、废渣	
输出	主、副产品量	精矿、钒渣、钢坯、APV、AMV、 V_2O_3 、 V_2O_5 、钒铁合金、钒氮合金、钒铝合金、钒电解液等	
	废物处置量	废岩石、废水、高炉渣、刚玉渣、尾渣等	
	温室气体排放	CO_2 等	

表 1 主要数据描述示例(续)

数 据 项	主 要 物 料 清 单	数据类型
电力/热力	—供应商提供的生命周期排放因子； —电力/热力能源结构、输配电损失、燃料上游排放等	次级数据 (宜优先考虑 现场数据)
外购原辅材料、燃料和服务	—供应商/服务商提供的排放因子； —公开或商业数据库中的排放因子	
运输分销	—供应商/服务商提供的排放因子； —运输方式、运输工具规格型号等	

6.1.1 现场数据的质量要求

现场数据的质量要求如下。

- a) 代表性(时间、地域、技术):现场数据应按产品系统的边界范围统计实际生产数据。
 - 收集的现场数据距碳足迹评估结果生效时间应不超过 3 年；
 - 选择数据收集的时间,应具有代表性,推荐收集连续生产 1 年的数据；
 - 若生产现场包含多个地域、多个工厂,应在报告中清晰描述,并采用基于产量的碳足迹加权平均值；
 - 报告中应清晰描述所声明产品的制造工艺技术,若使用了不同技术,应采用基于产量的碳足迹加权平均值。
- b) 准确性:现场数据中的资源、能源及能源介质、原辅材料消耗数据应来自生产单元的实际生产统计记录;环境排放数据优先选择相关的环境监测报告,或由排放因子或物料平衡公式计算获得,且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等；
- c) 一致性:企业现场数据收集时应保持相同的数据来源统计口径、处理规则等；
- d) 数据来源:现场数据可来源于测量、工程计算、采购记录等。

6.1.2 次级数据的质量要求

次级数据的质量要求如下。

- a) 代表性(时间、地域、技术):背景数据的选择应与实际生产的时间一致或接近,优先选择所属区域与实际生产一致或接近,对应的生产技术也需要保持一致。
- b) 完整性:在产品系统建模层面,覆盖能源、物质和整体与环境相关的流,生命周期清单数据集原则上应覆盖所有对影响类别产生相应程度影响的基本流。
- c) 准确性:参考年份应尽可能是最新的,应优先选择原材料供应商提供的符合 ISO 14044 标准要求的、经第三方独立验证的上游产品生命周期评价报告中的数据。若无,应优先选择代表中国国内平均生产水平的生命周期评价数据,数据的参考年限应优先选择近年数据,一般不超过 6 年。如没有符合要求的中国国内数据,可选择国外同类技术数据作为背景数据。
- d) 一致性:应将背景数据转换为一致的物质名录后再进行计算。同一验证机构对同类产品碳足迹评估的背景数据选择应保持一致,如果背景数据更新,则碳足迹评估报告也应更新。

6.1.3 数据质量审定

数据采集过程中,应验证数据的有效性,通过物料平衡、能量平衡、与历史数据和相近工艺数据对比等方式,确认数据的准确性与合理性。对于异常数据,应分析原因,予以替换,替换的数据应满足数据质量确认要求。数据质量评估方法参照附录 E。

6.2 共生产品数据分配

共生产品是同一单元过程或产品系统中产出的两种或两种以上的产品。本文件中,共生产品特指由同一生产线产生,与本文件规定的产品种类无关的非含钒产品。

以下分步程序适用于共生产品过程。

- a) 第1步:尽可能避免分配 1)如可能,应将待分配的单元过程分别划分为两个或两个以上的子过程收集与这些子过程相关的输入和输出数据,或 2)将产品系统扩展到包括与共生产品相关的附加功能。即,根据共生产品的实际用途,抵扣其所替代产品的环境负荷。钒制品生产过程主要共生产品系统扩展方法见附录 F;
- b) 第2步:在无法避免分配的情况下,系统的投入和产出应以反映它们之间潜在的物理关系的方式在其不同的产品或功能之间进行划分,比如质量分配、热量分配等。具体如下:
 - 以钒钛磁铁矿为原材料的含钒矿物(钒钛磁铁矿等)采选阶段的采矿单元中,原矿与规格矿之间宜采用铁元素的占比来分配碳足迹量(碳排放);
 - 以钒钛磁铁矿为原材料的含钒矿物(钒钛磁铁矿等)采选阶段的选矿单元中,选铁尾矿与钒钛铁精矿之间宜采用铁元素的占比来分配碳足迹量(碳排放);
 - 钒钛磁铁矿为原材料的钒渣生产阶段的提钒炼钢单元中,钒渣与钢坯宜采用质量来分配碳足迹量(碳排放)。
- c) 第3步:在不能建立物理关系或将其作为分配基础的情况下,投入物应以反映产品和功能之间其他关系的方式在产品 and 功能之间分配。例如,输入和输出数据可以按照产品的经济价值的比例在产品之间分配。

6.3 数据取舍原则

本文件涉及的物质(能量)数据的取舍原则如下:

- a) 能源及能源介质所有输入均需列出;
- b) 原辅材料的所有输入均需列出;
- c) 主副产品所有输出需列出;
- d) 原辅材料若符合 e)和 f)要求则可忽略;
- e) 单项物质(能量)流对产品碳足迹的贡献不超过 1%的可忽略;
- f) 所有忽略的物质(能量)流对产品碳足迹贡献总和不应超过 5%,且应在产品碳足迹报告中予以说明;
- g) 道路与厂房等基础设施、各工序设备、厂区内人员办公及生活设施的消耗和排放,均忽略。

6.4 清单计算

生命周期清单分析结果通常表现为一系列的数据表,展示声明单位产品在每个阶段/单元过程中的资源使用量(如原辅材料和能源及能源介质),以及释放到环境中的排放物(如温室气体、废弃物等),数据清单收集表可参考附录 B。

7 产品碳足迹影响评价

7.1 概述

在数据收集与确认完成后,将现场数据与次级数据折算为统一声明单位,且要备注说明以实物量统计为准,然后进行产品碳足迹计算。

钒制品全生命周期碳排放应按照原辅材料及能源获取、原辅材料及能源运输、钒制品生产阶段分别进行计算,计算公式见式(1):

$$CFP = E_M + E_T + E_P \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

CFP ——产品碳足迹, $t\ CO_2e/t$ 评价产品;

E_M ——产品在原辅材料、能源获取阶段的温室气体排放, $t\ CO_2e/t$ 评价产品,按式(2)计算;

E_T ——产品在原辅材料、能源运输阶段的温室气体排放, $t\ CO_2e/t$ 评价产品,按式(3)计算;

E_P ——产品在生产阶段的温室气体排放, $t\ CO_2e/t$ 评价产品,按式(4)计算。

7.2 原辅材料、能源获取阶段

$$E_M = \frac{\sum(EF_k \times AD_k)}{p} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

E_M ——产品在原辅材料、能源获取阶段的温室气体排放, $t\ CO_2e/t$ 评价产品;

EF_k ——第 k 种原辅材料、能源的温室气体排放因子,包含开采、生产、运输等过程,如 $t\ CO_2e/t$ 或 $t\ CO_2e/m^3$;

AD_k ——第 k 种原辅材料、能源的活动数据,如 t ;

p ——评价产品的产量,单位为吨(t)。

7.3 原辅材料、能源运输阶段

$$E_T = \frac{\sum(TEF_{k,p} \times D_{k,p} \times AD_k)}{p} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

E_T ——产品在原辅材料或能源运输阶段的温室气体排放, $t\ CO_2e/t$ 评价产品;

$D_{k,p}$ ——第 k 种原辅材料、能源的第 p 类运输方式的运输距离, km ;

$TEF_{k,p}$ ——第 k 种原辅材料、能源的第 p 类运输方式的温室气体排放因子,包含汽油、柴油等运输原辅材料的消耗, $t\ CO_2e/(t \cdot km)$ 。

AD_k ——第 k 种原辅材料、能源的活动数据,如 t ;

p ——评价产品的产量,单位为吨(t)。

7.4 产品生产阶段

产品生产阶段温室气体排放量按式(4)计算:

$$E_P = \sum(E_{P,i} \times GWP_i) \quad \dots\dots\dots (4)$$

E_P ——产品在生产阶段的温室气体排放, $t\ CO_2e/t$ 评价产品;

$E_{P,i}$ ——产品在生产阶段的第 i 类温室气体排放量, t/t 评价产品,按式(5)计算;

GWP_i ——第 i 类温室气体的 GWP 值,采用 IPCC 给出的 100 年的 GWP 值,常见 GWP 值见附录 C;

$$E_{P,i} = (E_{com,i} + E_{pro,i} + E_h + E_v - \sum A_{bj} \times e_{bj}) / p \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$E_{com,i}$ ——核算边界内化石能源燃烧产生的第 i 种温室气体排放量, t ,按照 7.4.1 计算;

$E_{pro,i}$ ——核算边界含碳原料(如碳酸氢钠等)的分解和氧化产生的第 i 种温室气体排放量, t ,按照 7.4.2 计算;

E_h ——核算和报告期内购入热力所产生的温室气体排放量,单位为二氧化碳当量($t\ CO_2e$),按照

7.4.3 计算；

E_v ——核算和报告期内购入电力所产生的温室气体排放量,单位为二氧化碳当量($t\ CO_2e$),按照7.4.4 计算；

A_{bj} ——核算边界内共生产品 j 的活动数据；

e_{bj} ——共生产品 j 的温室气体排放系数,根据 6.2 共生产品的分配规则进行取值或计算；

p ——评价产品的产量,单位为吨(t)。

7.4.1 化石能源燃烧排放

燃烧排放按照式(6)计算：

$$E_{com,i} = \sum \left(AD_i \times NCV_i \times FC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

AD_i ——化石能源 i 的活动数据,对于固体、液体能源, t ,对于气体能源, kNm^3 ；

NCV_i ——化石能源 i 的低位发热值,对于固体、液体能源, GJ/t ,对于气体能源, $GJ/10^4\ Nm^3$ ；

FC_i ——化石能源 i 的单位热值含碳量, $t\ C/GJ$ ；

OF_i ——化石能源 i 的碳氧化率,%。

$44/22$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比, $t\ CO_2/t\ C$ 。

7.4.2 过程排放

过程排放按照式(7)计算：

$$E_{pro,i} = \sum (AD_j \times EF_j \times CF_j) \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

AD_j ——含碳物料 j 的活动数据, t ；

CF_j ——含碳物料 j 的转换系数,%；

EF_j ——含碳物料 j 的排放系数, $t\ CO_2/t$,可按照式(8)计算：

$$EF_j = C_j \times \frac{44}{12} \quad \dots\dots\dots (8)$$

C_j ——含碳物料 j 的单位质量含碳量, $t\ C/t$ 。

7.4.3 购入热力产生的排放

电力产生的排放按式(9)计算：

$$E_h = AD_h \times EF_h \quad \dots\dots\dots (9)$$

AD_h ——核算和报告年度内的购入热力量,单位为吉焦(GJ)。

EF_h ——年热力碳足迹因子,单位为吉焦($t\ CO_2e/GJ$)。

7.4.4 购入电力产生的排放

电力产生的排放按式(10)计算：

$$E_v = AD_v \times EF_v \quad \dots\dots\dots (10)$$

AD_v ——核算和报告年度内的购入电力,单位为兆瓦时($MW \cdot h$)。

EF_v ——年电力碳足迹因子,单位为兆瓦时($t\ CO_2e/MW \cdot h$)。

7.5 碳抵消

碳抵消,如林业固碳、CCER 等均不适用于本文件。

8 结果解释

根据产品碳足迹研究的目的是范围进行结果解释,包括以下内容:

- a) 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹,并根据量化结果,识别显著环节(可包括生命周期阶段、单元过程或流);
- b) 说明产品碳足迹研究的局限性;
- c) 提出改进建议。

9 产品碳足迹报告

产品碳足迹宜以报告、声明,证书和(或)标签的形式描述碳足迹量化结果,且应以声明单位的二氧化碳当量进行表述。若采用产品碳足迹证书和(或)产品碳足迹标签,宜同时出具产品碳足迹报告。如碳足迹量化结果应用于下游供应链,则应分别报送产品各生命周期阶段的量化结果,避免下游供应碳足迹结果的重复计算。

依据本文件编制的产品碳足迹报告应符合 GB 24067 第 7 章的要求,钒制品产品碳足迹核算报告模板可参考附录 C。

10 产品碳足迹声明

如需声明时,可按照 GB/T 24025 或 ISO 14026 的规定进行,相关声明可用于具有相同功能的不同产品之间的比较。

附 录 A

(资料性)

钒制品生命周期系统内生产工艺流程图

钒制品生命周期系统内生产工艺流程图见图 A.1～图 A.6。

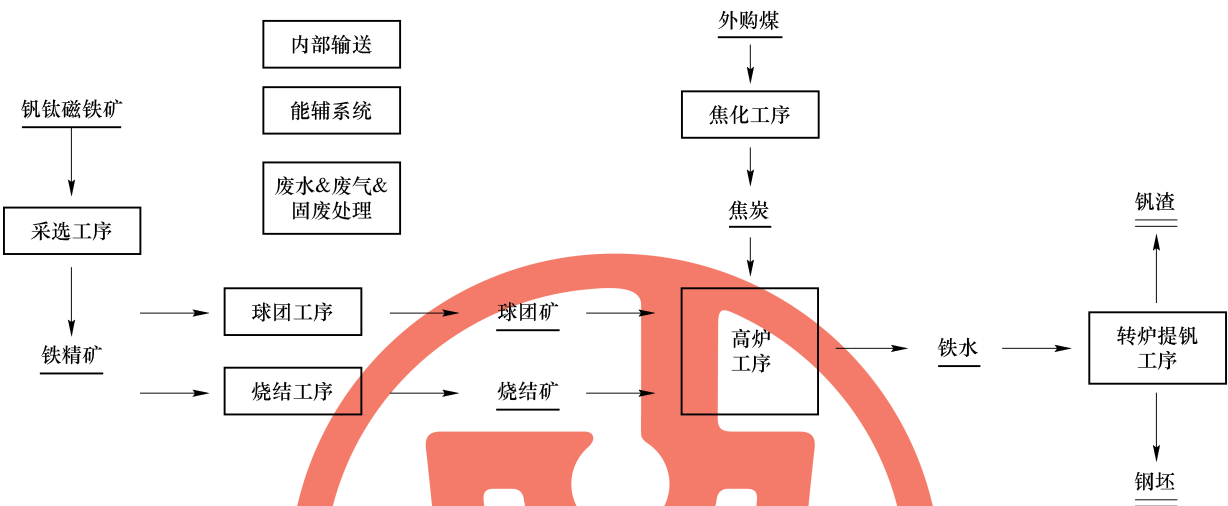


图 A.1 钒钛磁铁矿采选-钒渣生产阶段工艺流程图

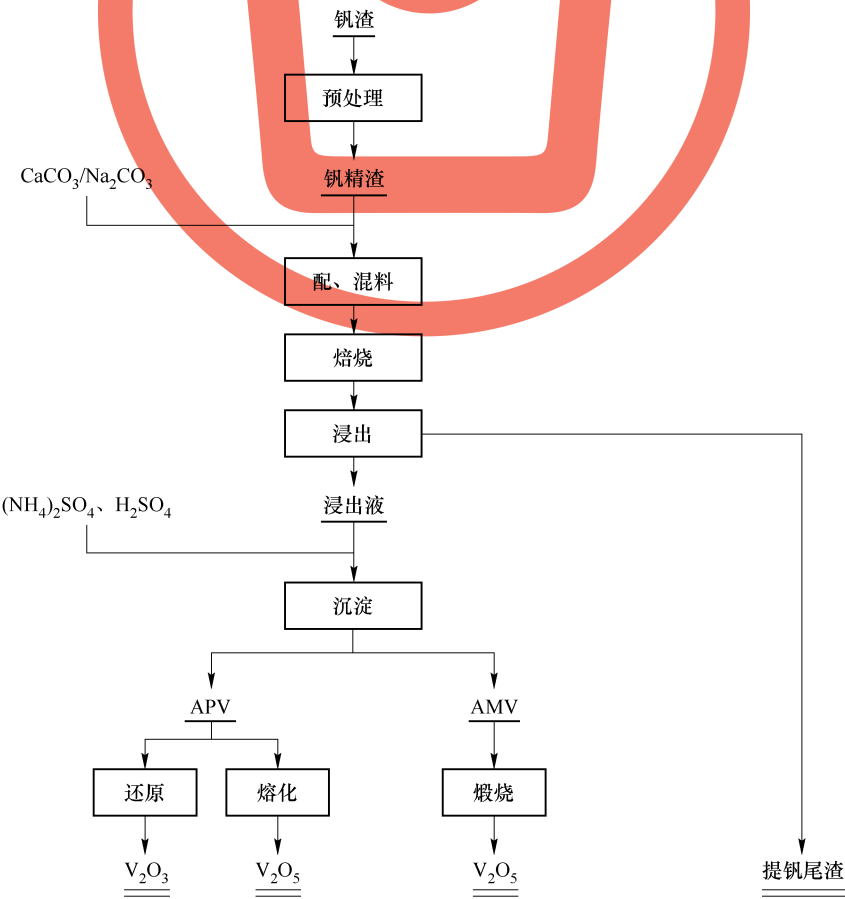


图 A.2 钒的铵盐(APV、AMV)和氧化钒(V₂O₃、V₂O₅)生产工艺流程图

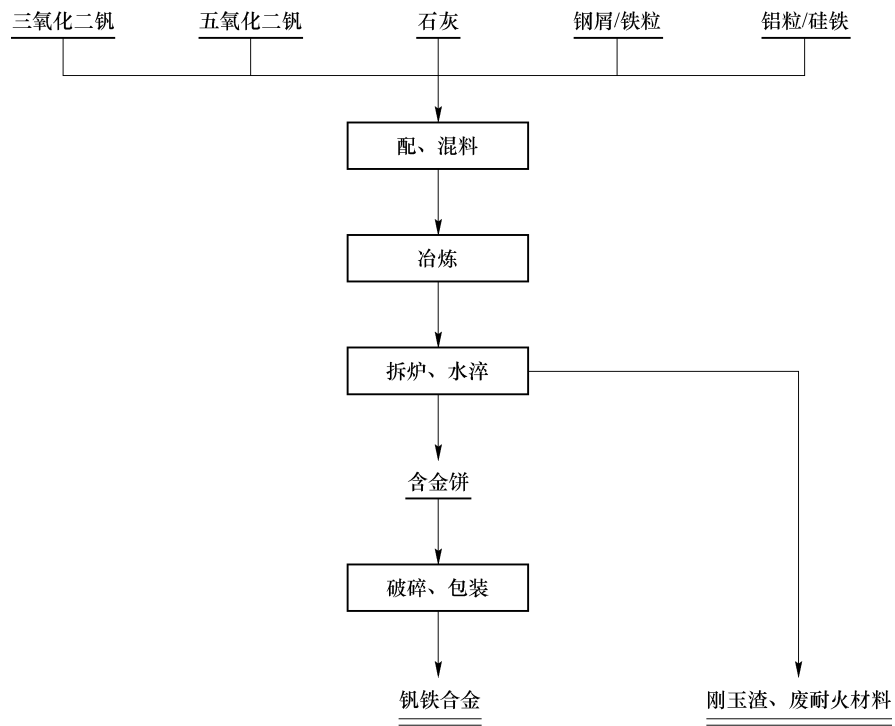


图 A.3 钒铁合金生产工艺流程图

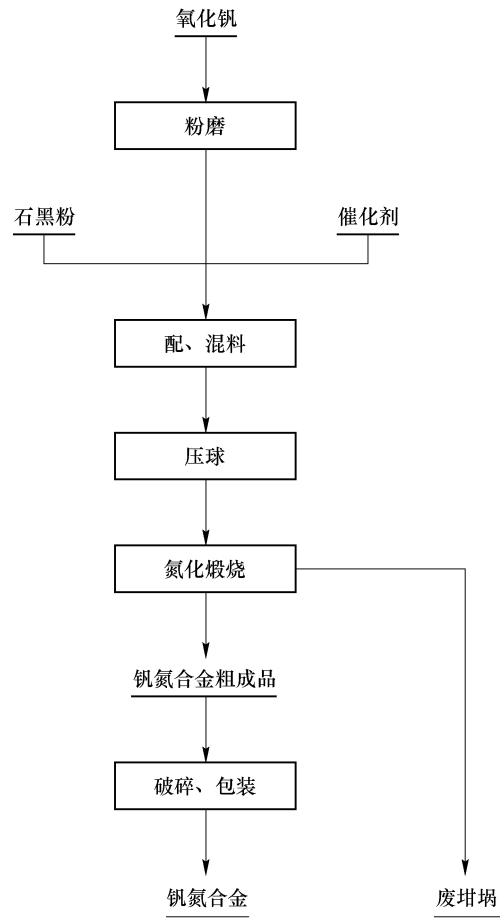


图 A.4 钒氮合金生产工艺流程图

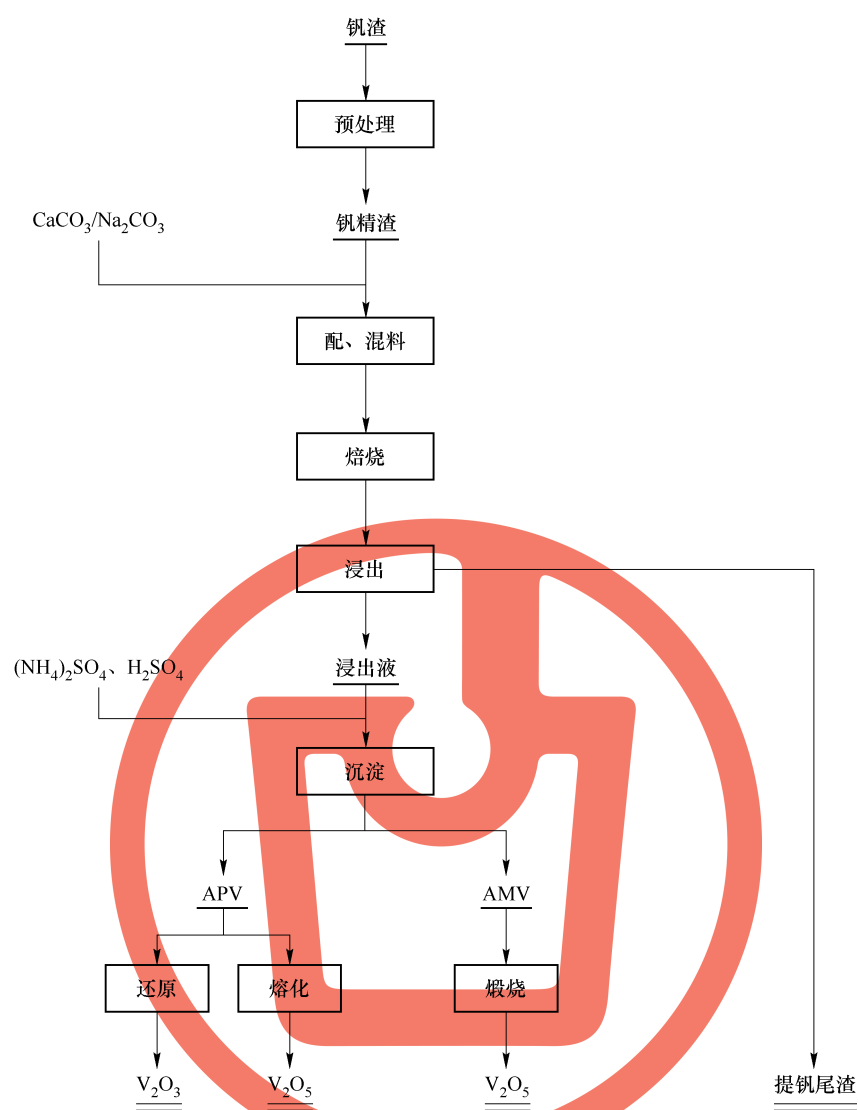


图 A.5 钒铝合金生产工艺流程图

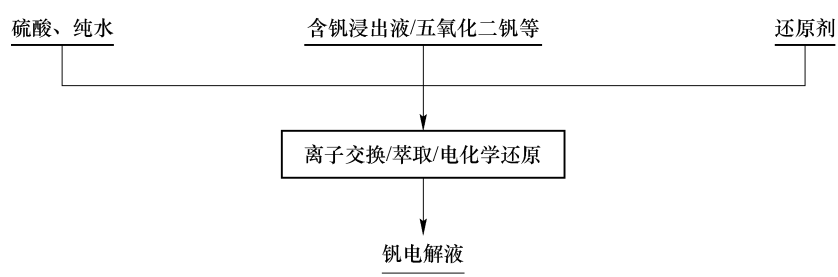


图 A.6 钒电解液生产工艺流程图

附 录 B
(资料性)
产品碳足迹数据收集表示例

产品碳足迹数据见表 B.1～表 B.3。

表 B.1 现场数据收集表示例 1

单元过程收集表						
所属生产阶段						
所属单元过程						
工艺范围						
车间/作业区名称						
简要工艺描述						
主要设备						
填报人及联系方式						
数据来源						
填写时间						
类 别	名 称	单 位	数 值	成 分	去 向	备 注
原材料						
辅助材料						
能源及能源介质	水	吨				
	电	万千瓦时				
	压缩空气	千立方米				
	煤气	吨				
	...					
产品		吨				
副产品		吨				
	...	吨				
大气排放	粉尘/颗粒物	吨				
	二氧化硫	吨				
	氮氧化物	吨				
	...					
固废及危废		吨				
水体排放	外排水	吨				
	废水量	吨				
	...					

表 B.2 运输数据收集表示例

所属生产阶段								
所属单元过程								
填报人及联系方式								
数据来源	实际生产(以统计台账为主)							
填写时间								
说明	类别	名称	运输距离(km)				供货比例 (同一原材料不同供货商)	备注
			卡车 距离	火车 距离	河运 距离	海运 距离		
工艺制备所用材料 从购买地运输 至工厂								

表 B.3 物料属性表示例

所属生产阶段									
所属单元过程									
填报人及联系方式									
数据来源	实际生产(以统计台账为主)								
数据项名称	含碳量	碳氧化率	CO ₂ 排放 系数	单位	折标煤系数	单位	热值	单位	来源(数据库名称 或实测数据)
燃料-焦炭				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg	
燃料-高炉煤气				kgCO ₂ /m ³		kgce/m ³		MJ/m ³	
燃料-焦炉煤气				kgCO ₂ /m ³		kgce/m ³		MJ/m ³	
燃料-98#汽油				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg	
燃料-无烟煤				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg	
燃料-烟煤				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg	
燃料-小块焦				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg	

附 录 C
(资料性)
产品碳足迹报告(模板)

产品碳足迹报告(模板)

产 品 名 称: _____
产品规格型号: _____
生产者名称: _____
报 告 编 号: _____
编 制 人 员: _____

出具报告机构(如有): _____(盖章)
日期: _____年____月____日

一、概况

1. 生产者名称信息

生产者名称: _____

地 址: _____

法 定 代 表 人: _____

授权人(联系人): _____

联 系 电 话: _____

企 业 概 况: _____

2. 产品信息

产 品 名 称: _____

产 品 功 能: _____

产 品 介 绍: _____

产 品 图 片: _____

3. 量化方法

依 据 标 准: _____

二、量化目的**三、量化范围**

1. 功能单位或者声明单位

以_____为功能单位或声明单位。

2. 系统边界图(见图 C.1)



图 C.1 ** 产品碳足迹量化系统边界图

3. 取舍准则

采用的取舍准则以_____为依据,具体规则如下:

4. 时间范围:_____年度。

四、量化范围

1. 数据来源说明

活动数据: _____;

排放因子: _____。

2. 分配原则与程序

分配依据: _____

分配程序: _____;

具体分配情况如下：

3. 清单分析及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 C. 1。

表 C. 1 生命周期碳排放清单示例

生命周期阶段		活动数据	排放因子	温室气体量 (tCO ₂ e/t 某类钒制品)
原辅材料和能源及能源介质 获取阶段				
生产阶段				
运输/交付	运输			
	仓储			

4. 数据质量评价

数据质量可从定性和定量两个方面对报告使用的初级数据和次级数据进行评价,具体评价内容包括数据来源、完整性、数据代表性(时间、地理、技术)和准确性。

五、影响评价

1. 影响类型和特征化因子选择

一般选择 IPCC 给出的 100 年 GWP。

2. 产品碳足迹结果计算

六、结果解释

1. 结果说明

_____公司(填写产品生产者全名)生产的_____ (填写所评价的产品名称,每功能单位的产品),从_____ (填写某生命周期阶段)到_____ (填写某生命周期阶段)生命周期碳足迹为_____ t CO₂e。

各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 C. 2 和图 C. 2 所示。

表 C.2 生命周期各阶段排放情况

生命周期阶段	碳足迹/tCO ₂ e/功能单位	百分比/%
原辅材料和能源及能源 介质获取阶段		
生产阶段		
运输(交付)		
总计		



图 C.2 ** 各生命周期阶段碳排放分布图

注:具体产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状图或柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

2. 假设和局限性说明(可选项)
结合量化情况,对范围、数据选择、情景设定等相关的假设和局限进行说明。

3. 改进建议

附 录 D

(资料性)

推荐温室气体排放系数与 GWP 值

常见温室气体全球变暖潜值(GWP)见表 D. 1。

表 D. 1 部分温室气体的全球变暖潜势

气体名称	化学分子式	100 年的全球变暖潜势(截至出版时)
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
三氟化氮	NF ₃	17400
六氟化硫	SF ₆	25200
氢氟碳化物(HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	14600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ H ₂ F ₅	3740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ H ₂ F ₇	3600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8690
全氟碳化物(PFCs)		
全氟甲烷(四氟甲烷)	CF ₄	7380
全氟乙烷(六氟乙烷)	C ₂ F ₆	12400
全氟丙烷	C ₃ F ₈	9290
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10000
全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10200
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9220
全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8620
注：部分温室气体的全球变暖潜势来源于 IPCC《气候变化报告 2021：自然科学基础第一工作组对 IPCC 第六次评估报告的贡献》		

常用化石能源相关参数推荐值见表 D. 2。

表 D. 2 常用化石能源相关参数推荐值

化石能源品种		计量单位	低位发热量 (GJ/unit)	单位热值含碳量 (t C/GJ)	碳氧化率 (%)
固体能源	无烟煤	t	25.024	0.02749	98
	烟煤	t	23.736	0.02618	
	褐煤	t	15.250	0.02797	
	洗精煤	t	26.344	0.02541	
	其他洗煤	t	12.545	0.02541	
	煤矸石	t	8.374	0.02541	
	煤泥	t	12.545	0.02541	
	焦炭	t	28.435	0.02942	
	石油焦	t	32.500	0.02750	
	其他煤制品	t	17.460	0.03356	
液体能源	原油	t	41.816	0.02008	98
	燃料油	t	41.816	0.02110	
	汽油	t	43.070	0.01890	
	柴油	t	42.652	0.02020	
	煤油	t	43.070	0.01960	
	其他石油制品	t	41.031	0.02000	
	液化天然气	t	51.498	0.01720	
	液化石油气	t	50.179	0.01720	
	煤焦油	t	33.453	0.02200	
	炼厂干气	t	45.998	0.01820	
气体能源	天然气	10 ⁴ Nm ³	389.310	0.01532	99
	高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.000	0.07080	
	转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.000	0.04960	
	焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	173.854	0.01210	
	其他煤气	10 ⁴ Nm ³	52.270	0.01220	
数据取值来源于生态环境部《企业温室气体排放核算与报告指南——钢铁行业》。					

能源间接排放相关碳足迹因子见表 D. 3。

表 D. 3 能源间接排放相关碳足迹因子

名 称	碳足迹因子(电力 t CO ₂ /MWh, 热力 t CO ₂ /GJ)
电力碳足迹因子 ^{*1}	依据国家最新发布数据核算
热力碳足迹因子 ^{*2}	0.051
^{*1} 数据取值来源于生态环境部《关于发布电力碳足迹因子数据的公告》； ^{*2} 数值取值来源于世界钢协《CO ₂ 排放系数收集指南(第 11 版)》。	

运输过程碳足迹因子见表 D. 4。

表 D. 4 运输过程碳足迹因子

序号	名 称	推荐缺省值	单 位
1	运输过程-公路	0. 076	kgCO _{2e} /(t • km)
2	运输过程-铁路	0. 003	kgCO _{2e} /(t • km)
3	运输过程-水路	0. 020	kgCO _{2e} /(t • km)
4	运输过程-航空	1. 404	kgCO _{2e} /(t • km)

附 录 E
(资料性)
数据质量评估方法

数据收集后,应对所收集数据的有效性进行检查,确保数据符合质量要求。

现场数据的数据质量等级通过式(E. 1)计算:

$$DQR_{AD} = \frac{TiR_{AD} + TeR_{AD} + GeR_{AD} + P_{AD}}{4} \dots\dots\dots (E. 1)$$

式中:

DQR_{AD} ——现场数据质量等级;

TiR_{AD} ——现场数据的时间代表性;

TeR_{AD} ——现场数据的技术代表性;

GeR_{AD} ——现场数据的地理代表性;

P_{AD} ——现场数据的准确性。

针对现场数据的实际情况,根据表 E. 1 对 TiR_{AD} 、 TeR_{AD} 、 GeR_{AD} 、 P_{AD} 四项参数进行评分。

表 E. 1 现场数据 TiR_{AD} 、 TeR_{AD} 、 GeR_{AD} 、 P_{AD} 四项参数评分表

分值 (分)	参 数			
	TiR_{AD}	TeR_{AD}	GeR_{AD}	P_{AD}
1	采用最近一年度的数据	能准确反映工序采用的技术	能准确反映工序的使用地区	测量/计算并通过外部验证
2	采用最近两年度的数据	可以代表工序采用的技术	大致能反映工序的使用地区	测量/计算并且内部验证,可信度经过审查
3	采用最近三年度的数据	不适用	不适用	测量/计算/参考文献,并且可信度未经过审查,或者有一定程度的估算但经过审查
4~5	不适用	不适用	不适用	不适用

评分后,将 TiR_{AD} 、 TeR_{AD} 、 GeR_{AD} 、 P_{AD} 四项参数的分值代入公式进行计算,要求最终 $DQR_{AD} \leq 1.5$ 分,则认为收集的现场数据质量合格。

次级数据的数据质量等级通过式(E. 2)计算:

$$DQR_{EF} = \frac{TiR_{EF} + TeR_{EF} + GeR_{EF}}{3} \dots\dots\dots (E. 2)$$

式中:

DQR_{EF} ——次级数据质量等级;

TiR_{EF} ——次级数据的时间代表性;

TeR_{EF} ——次级数据的技术代表性;

GeR_{EF} ——次级数据的地理代表性。

针对次级数据的实际情况,根据表 E. 2 对 TiR_{EF} 、 TeR_{EF} 、 GeR_{EF} 三项参数进行评分:

表 E.2 次级数据 TiR_{EF} 、 TeR_{EF} 、 GeR_{EF} 三项参数评分表

分值 (分)	参 数		
	TiR_{EF}	TeR_{EF}	GeR_{EF}
1	次级数据在有效期内	次级数据对应的技术与实际使用的技术完全相同	次级数据对应的技术与实际使用的技术在同一国家有应用
2	次级数据发布日期不超过有效期 2 年	次级数据对应的技术包括在实际使用的技术中	次级数据对应的技术与实际使用的技术在同一地区有应用
3	次级数据发布日期不超过有效期 4 年	次级数据对应的技术部分包括在实际使用的技术组合中	次级数据对应的技术只在实际使用的技术覆盖的其中一个地区有应用
4	次级数据发布日期不超过有效期 6 年	次级数据对应的技术与实际使用的技术类似	次级数据对应的技术不属于实际使用技术的覆盖地区,但是专家对地区间的相似性进行了充分评估
5	次级数据发布日期超过有效期 6 年或有效期不明确	次级数据对应的技术与实际使用的技术不同	次级数据对应的技术不属于实际使用技术的覆盖地区

评分后,将 TiR_{EF} 、 TeR_{EF} 、 GeR_{EF} 三项参数的分值代入公式进行计算,要求最终 $DQR_{EF} \leq 3.0$ 分,则认为采用的次级数据质量合格。

附 录 F
(规范性)
共生产品系统扩展方法

共生产品系统扩展方法见表 F. 1。

表 F. 1 共生产品系统扩展方法

共 生 产 品	可 抵 扣	生产阶段	单 元 过 程
石膏	石膏生产	钒渣生产阶段	焦化单元
氨水	氨水的生产		
苯	基于不同技术苯的生产过程		
焦油	沥青的生产		
块焦、粉焦	石油焦生产		
硫酸铵	硫酸铵生产		
高炉渣	0.9 倍水泥砂浆生产或沙石或者路石	氧化钒生产阶段	高炉冶炼单元
铁粒	铁矿石原矿生产		预处理单元、球磨配料单元
硫酸钠	硫酸钠生产		废水处理单元
硫酸铵	硫酸钠生产		废水处理单元
含钒尾渣	建筑材料	钒基材料生产阶段	浸出单元
废耐火材料	耐火材料生产		冶炼拆炉单元(钒铁生产、钒铝生产)
刚玉渣	耐火材料生产		冶炼拆炉单元(钒铁生产、钒铝生产)
废坩埚	石墨生产		煅烧单元(钒氮生产)
焦炉煤气	焦炉煤气生产	所有阶段	所有单元
高炉煤气	高炉煤气生产		
转炉煤气	转炉煤气生产		
脱硫石膏/石膏渣	石膏生产		
余热回收电	发电		
余热回收产蒸汽 (高压、中压、低压)	利用煤生产蒸汽 85%效率		
余热回收产生热水	利用煤生产热水 85%效率		