

ICS XX.XXX
CCS X XX

团体标准

T/CIECCPA □□□—202□

钢铁石灰窑产品碳足迹评价方法

Carbon footprint assessment method of steel lime klin products

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。)

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

СЛЕДСТВИЕ

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品描述	3
5 钢铁石灰窑产品生命周期评价	3
5.1 评价流程	3
5.2 目标产品范围的确定	3
5.3 产品功能单位	3
5.4 系统边界	3
5.5 钢铁石灰窑产品生命周期清单分析	5
5.6 钢铁石灰窑产品生命周期影响评价	8
5.7 钢铁石灰窑产品生命周期解释	8
5.8 碳足迹量化评价	8
6 附加环境信息	9
7 评价报告	9
7.1 报告的要素	9
7.2 评价报告的发布	9
附录 A（资料性）钢铁石灰窑典型工艺流程	11
附录 B（资料性）钢铁石灰窑产品碳足迹核算数据清单	12
参考文献	14
图 1 钢铁石灰窑产品生命周期系统边界图	4
图 B.1 钢铁石灰窑典型工艺流程图	110
表 1 现场数据质量评价表	5
表 2 背景数据质量评价表	5
表 3 温室气体全球变暖潜势	8
表 A.1 原辅料与能源开采过程数据清单	12
表 A.2 石灰产品生产过程数据清单	13
表 A.3 运输过程数据清单	13

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：浙江菲达环保科技股份有限公司、浙江大学、浙江省数据管理有限公司、国能龙源环保有限公司、中国矿业大学、宁波诺丁汉大学、上海易碳数字科技有限公司、宁波钢铁有限公司、华中科技大学、华北电力大学、浙江省环保集团生态环保研究院有限公司、浙江菲达电气工程有限公司、浙江菲达科技发展有限公司、浙江菲达脱硫工程有限公司。

本文件主要起草人：刘含笑、吴黎明、吴洪义、刘美玲、林青阳、于立元、陈伟强、赵琳、陆诗建、张军、寿恬雨、周亚宁、王帅、朱前林、罗象、周焯、刘涛、张壬寅、桂志军、梁军、许妍妍、王古月、崔盈、刘小伟、刘忠、郝润龙、单思珂、刘文波、周号、孙赵鑫、周统、方雁惠、赵飞、杨莉。

本文件为首次发布。

钢铁石灰窑产品碳足迹评价方法

1 范围

本文件规定了钢铁石灰窑产品碳足迹评价方法的产品描述、产品生命周期评价、附加环境信息和评价报告。

本文件适用于钢铁石灰窑产品碳足迹评价活动。

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 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 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 30052-2013 钢铁产品制造生命周期评价技术规范（产品种类规则）

3 术语和定义

GB/T 24044-2008、GB/T 30052-2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢铁石灰窑产品 steel lime klin products

从石灰石、煤粉的开采开始，经过筛分、粉碎等原料加工工序，预热、煅烧、冷却等制造工序，形成用于钢铁生产的活性石灰产品。

3.2

钢铁石灰窑产品生命周期 life cycle of steel lime klin products

从石灰石、煤粉的开采开始，经过筛分、粉碎等原料加工工序，预热、煅烧、冷却等制造工序，形成活性石灰产品及包装入成品库（如有）的过程。

3.3

产品碳足迹 carbon footprint of products

产品在其生命周期内以二氧化碳当量为单位表示的所有进入大气的温室气体排放量与对大气中温室气体移除量之和。

[来源：ISO 14067:2018，3.1.1.1，有修改]

3.4

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：如无特别说明，本文件中的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）与三氟化氮（NF₃）。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.1]

3.5

全球变暖潜势 global warming potential

GWP

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.15]

3.6

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

CO₂e

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

注：二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.16]

3.7

III型环境声明 type III environmental declaration

提供基于预设参数的量化环境数据的环境声明，必要时包括定性或定量的附加环境信息。

注：预设参数基于 GB/T 24040 系列标准，包括 GB/T 24040 和 GB/T 24044。

[来源：GB/T 24025-2009, 3.2, 有修改]

3.8

功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.20]

3.9

系统边界 system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.32]

3.10

钢铁石灰窑副产品 steel lime klin byproducts

活性石灰生产过程中产生的能够回收利用的物质或资源。

3.11

钢铁石灰窑产品生命周期清单分析 life cycle inventory (LCI) analysis for steel lime klin products

生命周期评价中对所研究钢铁石灰窑产品整个生命周期中输入或输出进行汇编和量化的阶段。

3.12

钢铁石灰窑产品生命周期影响评价 **life cycle impact assessment (LCIA) for steel lime klin products**

生命周期评价中理解和评价钢铁石灰窑产品系统在产品整个生命周期中的潜在环境影响大小和重要性的阶段。

3.13

钢铁石灰窑产品生命周期评价 **life cycle assessment (LCA) for steel lime klin products**

对钢铁石灰窑产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

4 产品描述

产品描述应使用户能够明确地识别产品，例如产品名称、主要化学成分、规格等。

本文件中涉及的钢铁石灰窑产品均以本章中描述的具体产品为对象。

钢铁石灰窑典型工艺流程见附录 A。

5 钢铁石灰窑产品生命周期评价

5.1 评价流程

钢铁石灰窑产品生命周期评价基本程序包括：目标产品范围的确定、产品功能单位、产品系统边界、生命周期清单分析、生命周期影响评价、生命周期解释和碳足迹量化评价。

5.2 目标产品范围的确定

目标产品（钢铁石灰窑产品）的确定需满足以下要求：

a) 每种钢铁石灰窑产品应为同一企业同一产地生产的同一规格的产品；

b) 对于同一企业不同规格的钢铁石灰窑产品，或同一规格但不同产地生产的钢铁石灰窑产品，应分别核算碳足迹；

c) 对于同一企业同一产地生产的同一规格产品，如采用的工艺技术、生产设备有差异时，在进行数据调查时，调查的范围原则上应包括有所工艺技术和生产设备。

d) 对于同一企业同一产地生产的同一规格产品，如采用的燃料种类或原辅材料供应商有差异且使用时无法区分时，在进数据调查时，原则上应按不同供应商的燃料或原辅材料的供货比例对该燃料或原辅材料的背景数据进行加权平均。

5.3 产品功能单位

功能单位宜选取单位质量（1 kg）产品（不包含包装）。

注：粉灰、块灰，不推荐混合为一个产品。

5.4 系统边界

5.4.1 系统边界概述

本文件界定的钢铁石灰窑产品生命周期系统边界分为三个阶段：原辅料与能源生产、运输阶段和石灰产品生产阶段，不含下游使用过程。

5.4.2 原辅料与能源生产阶段

原辅料与能源生产具体包括以下过程：

- a) 石灰石等原材料开采；
- b) 煤粉开采、洗选和生产；
- c) 煤气等能源生产、环保系统运行消耗的能源生产和余热利用消耗的能源生产；
- d) 压缩空气、氮气等辅助材料生产；
- e) 外购电力和钢厂自备电厂发电等能源生产；
- f) 环保系统中更换布袋等材料生产。

5.4.3 运输阶段

原辅料与能源运输至生产工序的燃料、能源消耗。包括石灰石等材料运输、焦炉煤气等生产用气体输送、煤粉等输送。

5.4.4 石灰产品生产阶段

石灰产品生产阶段主要包括以下过程：

- a) 焦炉煤气燃烧产生的二氧化碳排放；
- b) 煤粉燃烧产生的二氧化碳排放；
- c) 活性石灰生产过程二氧化碳排放；
- d) 接圈物、余热蒸汽（如有）等副产物的处理；
- e) 厂内运输。

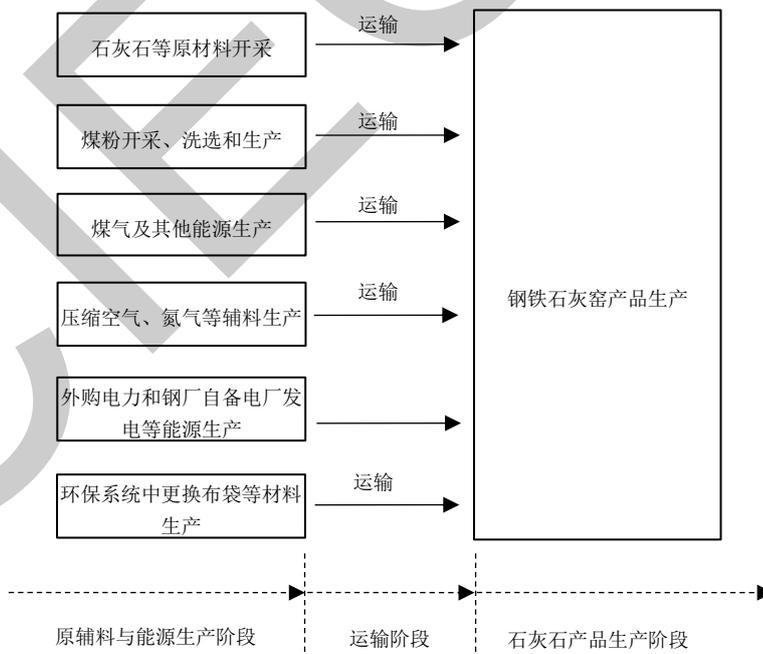


图 1 钢铁石灰窑产品生命周期系统边界图

5.5 钢铁石灰窑产品生命周期清单分析

5.5.1 数据质量要求

5.5.1.1 现场数据的质量要求

钢铁石灰窑产品生命周期清单分析现场数据的质量要求包括：

- a) 代表性：现场数据应为企业生产单元或上游工业生产范围内最近一个生产周期的生产统计数据；
- b) 完整性：现场数据应按 5.5.2 的取舍原则；
- c) 准确性：现场数据中的资源、能源和原材料消耗数据应来自于生产单元的实际生产统计记录，所有现场数据需要详细记录相关的原始数据、数据来源、数据时间和计算过程等；
- d) 一致性：企业现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径和处理规则等。

5.5.1.2 背景数据的质量要求

钢铁石灰窑产品生命周期清单分析背景数据应优先采用企业的原材料供应商提供的符合 GB/T 24044 要求且经第三方独立验证的上游产品碳足迹评价数据。若无，应优先选择代表中国国内平均生产水平的公开碳足迹评价数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。若无，可选择国外同类技术数据作为背景数据。

5.5.1.3 数据质量评价体系

5.5.1.3.1 本文件采用数据质量评价体系对数据质量进行评价，进行 5 分制评分，数据保留 1 位小数。现场数据质量评价表参见表 1，背景数据质量评价表参见表 2。该评价体系对数据评价指标有 3 个：来源、类型和时间，通过计算每个数据的得分来判断单个数据的质量（最高总分 15 分），并以平均分（最高 5 分）记为该数据的数据质量。

表 1 现场数据质量评价表

数据来源		数据类型			数据时间		
现场	其它	实测、统计	估算	其它	≤1 年	1~3 年	>3 年
5	1	5	3	1	5	4	1

表 2 背景数据质量评价表

数据来源			数据类型				数据时间			
现场实验、 供应商	文献、报告	其它	测量、 计算	平均	估算	未知	≤1 年	1~5 年	5~10 年	>10 年
5	3	1	5	3	2	1	5	4	3	1

5.5.1.3.2 对所有工序单元过程的数据分别做现场数据和背景数据的质量评价，取其算术平均值为该数据的质量评价结果。

5.5.1.3.3 本文件规定在产品生命周期碳足迹中贡献占比绝对值超过 5% 的数据为敏感性高的数据，其数据质量应不小于 3 分。

5.5.1.3.4 对于 5.5.1.3.3 中描述的敏感性高的数据应进行敏感性分析或不确定性分析，检查说明产品生命周期忽略的过程、忽略的现场数据以及主要的假设等相关因素可能对最终结果造成的影响，说明背景数据选择、现场数据收集与现场数据处理是否符合本文件的要求。

5.5.1.3.5 敏感性分析或不确定性分析详细要求应符合 GB/T 24040 和 GB/T 24044 的规定。

5.5.1.4 不符合项

不符合数据质量要求的数据应在生命周期解释部分说明合理性。

5.5.2 数据收集

5.5.2.1 数据收集范围

钢铁石灰窑产品生命周期清单分析数据收集范围应涵盖系统边界中的每一个单元过程，数据收集包括现场数据和背景数据的收集。

5.5.2.2 现场数据的取舍原则

单元过程数据种类很多，应对数据进行适当的取舍，取舍原则如下：

- a) 能源的所有输入均应列出；
- b) 原料的所有输入均应列出；
- c) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.1% 的输入可忽略；
- d) 大气、水体的各种排放均列出；
- e) 小于固体废物排放总量 1% 的一般性固体废弃物可忽略；
- f) 低于产品生命周期碳排放 1% 的单元过程，可以排除在系统边界外，累计不超过 5%，应对排除的单元过程进行说明；
- g) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、人员及生活设施的消耗应忽略；
- h) 取舍准则不适用于有毒有害物质，任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中。

5.5.2.3 数据收集步骤

钢铁石灰窑产品生命周期清单分析数据收集程序主要步骤应包括下列内容。

- a) 根据评价的目的与范围确定单元过程，进行数据收集的准备，包括：
 - 1) 绘制单元过程的输入输出流程图；
 - 2) 设计统计单元过程的实物流输入输出的数据收集表和背景数据收集表；
 - 3) 对数据收集技术和要求做出表述；
 - 4) 对报送数据的特殊情况、异常点和其它问题进行明确说明。
- b) 数据收集准备的要求：
 - 1) 技术人员完成数据收集工作；
 - 2) 数据清单格式见附录 B。

5.5.2.4 数据审定

应对收集的单元过程数据进行审定确认，审定过程应包括：

- a) 钙平衡：钙平衡主要指的是钙的平衡，即判断单元过程输入的含钙料以及回用的含钙残余物与输出的产品以及残余物中的钙含量是否平衡；
- b) 碳平衡：碳平衡指判断输入的能源、辅料、主原料等的含碳量与输出的 CO₂、产品与副产品、固体废弃物等含碳量是否平衡；
- c) 工序能耗平衡：应计算工序使用的能源与历史数据的平衡情况；

5.5.3 计算程序

5.5.3.1 数据确认

在数据的收集过程中，应检查数据的有效性，以确认并提供证据来证明所规定的的数据质量要求已得到满足。在数据的确认过程中发现明显不合理的数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足数据质量要求，其处理方式应在局限性章节说明。

如数据发现缺失，对缺失的数据应进行断档处理，代之以合理的“非零”数据、合理的“零”数据或采用同类技术单元过程报送的数据计算出来的数值，其处理方式应在局限性章节说明。

5.5.3.2 数据合并

仅当数据类型是涉及等价物质并具有类似的环境影响时才允许进行数据合并。同一工序的不同生产设备，若其生产技术水平相当，输入输出种类基本相同，则可采取数据合并。

5.5.3.3 生命周期清单计算方法

生命周期清单数据是基本流在所定义的生命周期过程的累积，基本流是以功能单位为基准的环境负荷。温室气体 g （如 CO_2 的排放）的累积量按式（1）计算：

$$b_{T,F,g} = b_{F,g} + \sum a_i b_{i,g} \dots\dots\dots (1)$$

式中： $b_{T,F,g}$ ——以功能单位 F 为基准的温室气体 g 的累积量 T ；

$b_{F,g}$ ——以功能单位 F 为基准的温室气体 g 在产品生产过程的直接流量；

a_i ——以功能单位 F 为基准的原辅料及能源等在产品系统中单元过程 i 的直接消耗量；

$b_{i,g}$ ——以功能单位 F 为基准的温室气体 g 在单元过程 i 的直接流量；

$\sum a_i b_{i,g}$ ——以功能单位 F 为基准的温室气体 g 在上游过程、运输过程和下游过程的累积量，主要视研究边界所包含的单元过程而定。

5.5.4 数据的分配

生产工序有多种产品时，尽量将要分配的单元过程划分为可分配给不同产品的不同子过程，并收集与这些子过程相关的输入和输出数据，尽可能避免分配。

如果分配不可避免，应根据产品或功能对系统的输入和输出进行分配。在分配时应优先考虑根据产品的质量、体积等基础物理参数，对这些过程的数据进行分配；若物理分配不适用时宜采用按照产品的经济价值进行分配等其他分配方式。

分配过程中，输入和输出应保持平衡，输出质量与输入质量相比质量损耗应不大于 5%。若质量损耗大于 5%，应将废物的产生种类、产生量与处理方式一一列出，并将废物处理产生的碳足迹纳入分配总量。

5.5.5 钢铁石灰窑副产品再利用环境收益

钢铁石灰窑副产品再利用环境收益按照系统扩展法计算，即根据副产品的实际用途，抵扣其所替代的产品的环境负荷。

5.6 钢铁石灰窑产品生命周期影响评价

根据清单分析所提供的资源消耗数据以及各种排放数据，对产品系统潜在的环境影响进行生命周期影响评价，为钢铁石灰窑产品生命周期解释提供必要的信息。根据 GB/T 24040 的规定与本文件的对象，钢铁石灰窑产品生命周期影响评价主要包括以下步骤：

- a) 选择影响类型、类型参数以及特征化模型；
- b) 将生命周期清单分析结果归类（分类）；
- c) 类型参数结果的计算（特征化）。

5.7 钢铁石灰窑产品生命周期解释

钢铁石灰窑产品生命周期解释应根据研究的目的重点考虑系统功能、功能单位和系统边界定义的适当性以及数据质量评价和敏感性分析所识别出的局限性。根据 GB/T 24044 的规定，生命周期解释应包括以下内容：

- a) 对重大问题的识别；
- b) 对完整性、敏感性和一致性的检查；
- c) 结论、局限和建议。

5.8 碳足迹量化评价

产品碳足迹的量化评价采用温室气体 100 年内的全球变暖潜势（GWP100）。温室气体的全球变暖潜势见表 3。

表 3 温室气体全球变暖潜势

温室气体类别	化学式	全球变暖潜势 GWP100
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
氢氟碳化物	HFCs	4.84-14600
全氟碳化物	PFCs	7380-12400
六氟化硫	SF ₆	25200
三氟化氮	NF ₃	17400

碳足迹量化评价按式（2）计算。

$$C = \sum (Q_i \times m_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- C——产品碳足迹的计算结果，单位为 kg CO₂ e/kg；
- m_i——温室气体 g 生命周期清单的结果，单位为 kg/kg； m_i = b_{T,F,g}
- Q_i——温室气体 g 的全球变暖潜势，单位为 kg CO₂ e/kg；

注：实际产品碳足迹量化与评价的案例中，碳足迹计算结果的单位应考虑功能单位的影响，如以 1kg 为功能单位，碳足迹的计算结果为 kg CO₂ e/kg。

6 附加环境信息

除上述报告的指标外，其它相关的重要环境信息可在附加环境信息中进行描述，包括但不限于清洁生产工艺、节能减排技术、产品环境特性及企业环境管理等。

7 评价报告

7.1 报告的要素

评价报告应包括以下内容。

- a) 公司/组织的描述：
 - 1) 联系人、地址、电话、传真和 e-mail;
 - 2) 生产过程或环境的特别信息。
- b) 产品或服务的描述：
 - 1) 产品名称;
 - 2) 产品功能用途;
 - 3) 产品成分;
 - 4) 产品制造、运输和使用信息。
- c) 报告的有效期。
- d) 产品的可追溯信息。
- e) 碳足迹量化评价信息：
 - 1) 功能单位;
 - 2) 系统边界;
 - 3) 数据的描述;
 - 4) 数据的取舍准则;
 - 5) 数据质量;
 - 6) 数据收集;
 - 7) 计算程序;
 - 8) 碳足迹量化评价结果。
- f) 附加环境信息。

7.2 评价报告的发布

7.2.1 应用本文件可进行产品的碳足迹评价报告。应用本文件也可进行产品的 III 型环境声明报告，III 型环境声明报告应符合 GB/T 24025 的规定。

7.2.2 评价结果的发布应遵守国家或地方的有关规定，如无特殊规定，可采用以下一种或多种发布方式：

- a) 将评价报告的内容印刷在公司的宣传手册上或发布在公司的网站上;
- b) 将评价结果提供给下游生产加工企业，用于下游产品的碳足迹量化与评价;
- c) 将本评价得出的碳足迹数值标在被评价的产品上或包装箱上。

CIECCCPA

附录 A

(资料性)

钢铁石灰窑典型工艺流程

B.1 钢铁石灰窑工艺流程如图 B.1 所示。

B.2 钢铁石灰窑工艺流程

B.2.1 燃料燃烧及烟气流程

回转窑采用煤气与煤粉混合燃料，燃料燃烧放出的热量对石灰石进行煅烧，窑内烟气首先在预热器内对石灰石进行预热，然后经余热锅炉回收热量产生蒸汽，然后进入除尘器对烟气中的石灰、石灰石粉尘进行过滤（含尘量达到排放标准）再经除尘风机、烟囱排入大气。

B.2.2 产品煅烧及成品输送流程

石灰石由皮带输送机送入预热器顶部料仓，然后由溜料管将石灰石分布到竖式预热器内，石灰石进入预热器后经窑尾约1100℃的烟气预热，约有30%左右的石灰石在预热器中被分解，经过预热的物料由液压推杆推出，经转运溜槽进入回转窑中，物料在回转窑内经过焙烧分解，热烟气进入预热器。焙烧好的石灰进入竖式冷却器，由底部送入的冷空气冷却后通过电磁振动给料机排出至集料斗，再经成品皮带运输机送往成品库。

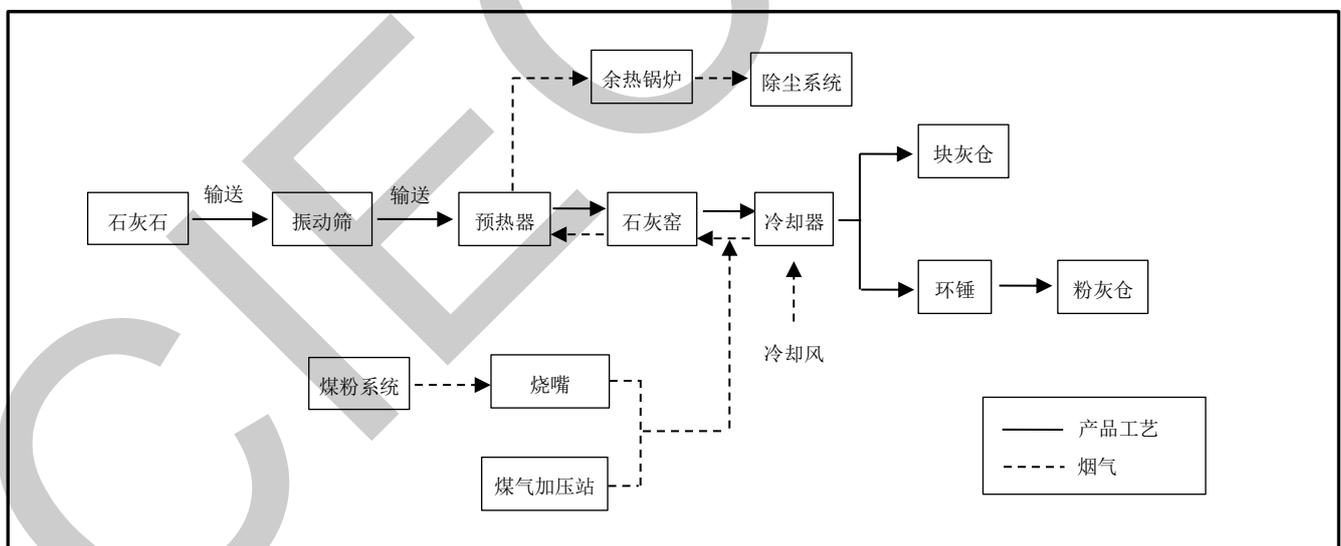


图 B.1 钢铁石灰窑典型工艺流程图

附录 B

(资料性)

钢铁石灰窑产品碳足迹核算数据清单

原辅料与能源开采过程数据清单见表 A. 1，石灰产品生产过程数据清单见表 A. 2，运输过程数据清单见表 A. 3。

表 A. 1 原辅料与能源开采过程数据清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

1.物料（原料和辅料）消耗			
物料名称	消耗量 (基于功能单位)	单位	物料产地
石灰石		kg	
煤粉		kg	
焦炉煤气			
压缩空气等			
.....			
2.能源消耗（所有消耗物料开采过程对应能源消耗总计）			
能源种类	消耗量	单位	物料产地
电力		kWh	
.....		m ³	
3.污染物和温室气体排放（所有物料开采过程排放总计）			
排放类别	污染物名称	排放量	单位
气体	CO ₂		kg
	NO _x		kg
	CH ₄		kg
		kg
固体		kg
		kg
液体		kg

表 A.2 石灰产品生产过程数据清单

制表人：		制表日期：		起始时间：		年	月	日至	年	月	日	1.产品产出
产品名称	数量			单位								
活性石灰	1			kg								
.....												
2.物料消耗（原料、辅料）												
物料消耗	消耗量		单位		物料产地							
	（基于功能单位）											
			kg									
.....												
3.能源消耗（电力、天然气等）												
能源种类	消耗量		单位									
	（基于功能单位）											
外购电力			kWh									
钢厂自备发电												
生产单元												
环保系统												
.....												
4.污染物排放（废气、废物等）												
污染物排放类别	污染物名称		排放量		单位							
			（基于功能单位）									

A.3 运输过程数据清单

制表人： 制表日期： 起始时间： 年 月 日至 年 月 日

过程	运输方式（火车/航空/海运/卡车）	运输距离/km	运输量/t
石灰石从产地运输到工厂			
煤粉从产地运输到工厂			
焦炉煤气从产地运输到工厂			

参 考 文 献

- [1] GB/T 24020-2000 环境管理 环境标志和声明 通用原则
- [2] ISO 14067-2018 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification
- [3] PAS 2050-2011 Specification For The Assessment Of The Life Cycle Greenhouse Gas Emissions Of Goods And Services
-