

# T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXXX—XXXX

## 绿色低碳产品评价通则 压延铜箔

Green low-carbon product evaluation general rules—Rolled copper foil

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发布

## 目 次

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1 范围 .....                     | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....                | 1  |
| 3 术语和定义 .....                  | 1  |
| 4 评价要求 .....                   | 2  |
| 4.1 基本要求 .....                 | 2  |
| 4.2 评价指标要求 .....               | 2  |
| 4.3 鼓励性要求 .....                | 3  |
| 5 评价方法和流程 .....                | 3  |
| 5.1 评价方法 .....                 | 3  |
| 5.2 评价流程 .....                 | 3  |
| 6 产品生命周期评价报告编制方法 .....         | 4  |
| 6.1 编制方法 .....                 | 4  |
| 6.2 报告内容 .....                 | 4  |
| 附 录 A（规范性）属性评价指标计算方法 .....     | 5  |
| 附 录 B（规范性）压延铜箔产品生命周期评价方法 ..... | 6  |
| 附 录 C（资料性）温室气体排放相关参数推荐值 .....  | 12 |
| 参 考 文 献 .....                  | 15 |

## 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。

本文件由中国西部开发促进会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。



# 绿色低碳产品评价通则 压延铜箔

## 1 范围

本文件规定了压延铜箔绿色低碳产品评价的术语和定义、评价要求、评价方法和流程、报告编制方法。

本文件适用于压延铜箔的绿色低碳产品。

## 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 5121.1 铜及铜合金化学分析方法 第1部分：铜含量的测定
- GB/T 6920 水质PH值的测定—玻璃电极法
- GB/T 7475 水质铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 12723 单位产品能源消耗限额编制通则
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 16488 水质 石油类和动植物油油的测定 红外分光光度法
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB/T 19001 质量管理体系要求
- GB 21350 铜及铜合金加工材单位产品能源消耗限额
- GB/T 23331 能源管理体系要求
- GB/T 24001 环境管理体系要求及使用指南
- GB/T 24025 环境产品声明
- GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准
- GB/T 29847 印制板用铜箔测试方法
- GB/T 32151.42 温室气体排放核算与报告要求 第42部分：铜冶炼企业
- GB/T 32150 温室气体排放核算与报告通则
- YS/T 1571 高频高速印制线路板用压延铜箔

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**压延铜箔** rolled copper foil

以铜锭或铜坯为原料，经熔炼、铸锭、热轧、冷轧、退火、箔轧、分切等一系列塑性加工工艺制成的薄片状铜材，厚度通常在0.006 mm~0.1 mm)之间。

### 3.2

**绿色低碳产品** green low-carbon product

在全生命周期过程中，符合环境保护要求，资源能源利用效率高，温室气体排放水平低于行业基准，对生态环境和人体健康友好，满足绿色低碳发展要求的产品。

### 3.3

#### 单位产品综合能耗 comprehensive energy consumption per unit product

统计期内，生产压延铜箔所消耗的各种能源（包括一次能源、二次能源及耗能工质）折算为标准煤后的总能耗与同期合格压延铜箔产量的比值，单位为千克标准煤/吨（kgce/t）。

### 3.4

#### 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，单位通常为kgCO<sub>2</sub>e/单位活动数据。

### 3.5

#### 产品碳足迹 carbon footprint

产品在其全生命周期过程中，因直接或间接活动产生的温室气体排放总量，以二氧化碳当量(kgCO<sub>2</sub>e)表示。

## 4 评价要求

### 4.1 基本要求

4.1.1 生产企业的污染物排放应符合相关环境保护法律法规、国家和地方污染物排放标准的要求，工业企业和固定设备厂界环境噪声排放限值应满足 GB 12348 的相关规定，且近 3 年无重大环境污染事件和重大安全事故。

4.1.2 一般固体废物的收集、贮存、处置应符合 GB 18599 的相关规定。危险废物的贮存应符合 GB 18597 的相关规定，后续应交付持有危险废物经营许可证的单位处置。

4.1.3 生产企业应采用国家鼓励的先进技术工艺，不应使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质。

4.1.4 生产企业应按照 GB/T 19001、GB/T 24001 和/或 GB/T 23331 建立并运行质量管理体系、环境管理体系和/或能源管理体系。

4.1.5 压延铜箔产品质量应符合国家、行业等标准的要求，若标准中有等级区分，应满足标准中最高等级的要求。

### 4.2 评价指标要求

压延铜箔绿色低碳评价指标体系由一级指标和二级指标组成，一级指标包括资源属性指标、能源属性指标、环境属性指标、低碳属性指标和产品属性指标。压延铜箔绿色低碳产品的评价指标应符合表1要求。

表 1 压延铜箔绿色低碳产品评价指标要求

| 一级指标 | 二级指标       | 单位     | 评价指标要求   |        | 判定依据                       |               |
|------|------------|--------|----------|--------|----------------------------|---------------|
|      |            |        | 绿色低碳标杆产品 | 绿色低碳产品 |                            |               |
| 资源属性 | 铜损耗率       | %      | ≤0.5     | ≤1     | 附录A：提供证明材料（按照1年生产为周期计算平均值） |               |
|      | 水重复利用率     | %      | ≥85      | ≥80    | 附录A：提供证明材料（按照1年生产为周期计算平均值） |               |
| 能源属性 | 单位产品综合能耗限额 | kgce/t | ≤132     | ≤144   | 按照GB 21350规定               |               |
| 环境属  | 废水排放       | 总铜     | mg/L     | ≤0.3   | ≤0.5                       | 按照GB/T 7475检测 |

|      |        |           |                      |              |              |                    |
|------|--------|-----------|----------------------|--------------|--------------|--------------------|
| 性    | 污染物限值  | PH        | -                    | 6-9          | 6-9          | 按照GB/T 6920检测      |
|      |        | 石油类       | mg/L                 | ≤1           | ≤5           | 按照GB/T 16488检测     |
|      | 废气排放浓度 | 硫酸雾排放浓度   | mg/m <sup>3</sup>    | ≤30          | ≤30          | 按GB 16297的检验方法     |
| 产品属性 |        | 纯铜含量      | %                    | ≥99.9        | ≥99.8        | 按GB/T 51211的检验方法检测 |
|      |        | 室温抗拉强度    | MPa                  | ≥420         | ≥410         | 按照GB/T 29847检测     |
|      |        | 低温退火后抗拉强度 | MPa                  | ≥105         | ≥105         | 按照GB/T 29847检测     |
| 低碳属性 |        | 产品碳足迹     | tCO <sub>2</sub> e/t | ≤4.0并提供碳足迹报告 | ≤5.0并提供碳足迹报告 | 附录B：产品碳足迹计算方法      |

### 4.3 鼓励性要求

生产企业宜满足相关鼓励性要求，包括但不限于：

- 使用再生原料或可再生原料；
- 建立并运行温室气体管理体系；
- 实施生产者责任延伸制度；
- 使用绿色电力等清洁能源。

## 5 评价方法和流程

### 5.1 评价方法

同时满足基本要求、绿色低碳标杆产品评价指标要求的产品判定为绿色低碳标杆产品，同时满足基本要求、绿色低碳产品评价指标要求的产品判定为绿色低碳产品。

### 5.2 评价流程

根据压延铜箔产品的特点，明确评价的范围；根据评价指标和生命周期评价方法，收集、分析相关数据；对照基本要求和评价指标要求，对产品进行评价；符合基本要求和评价指标要求，同时提供该产品生命周期评价报告，可以判定该产品为绿色低碳产品，评价流程图见图1。

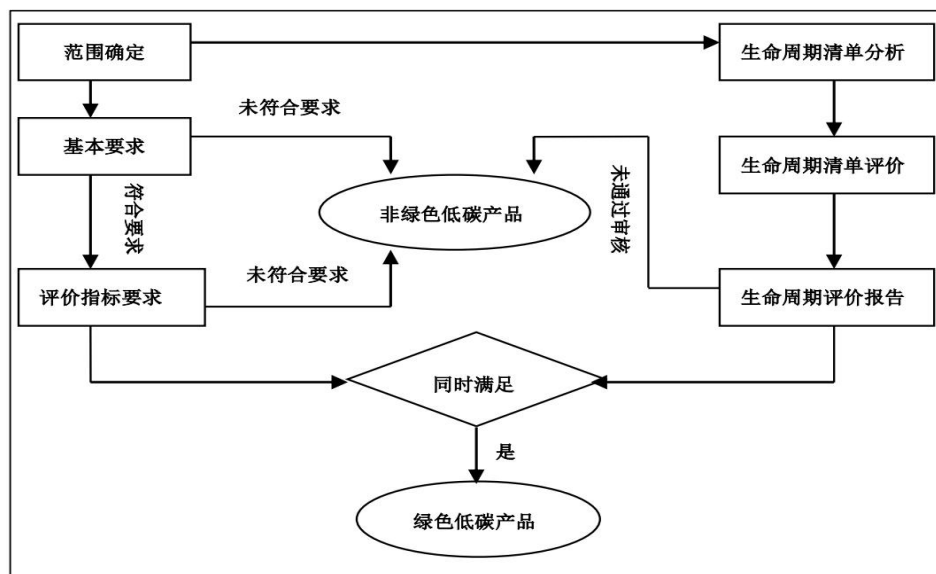


图1 压延铜箔绿色低碳产品评价流程

## 6 产品生命周期评价报告编制方法

### 6.1 编制方法

依据GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32161给出的生命周期评价方法学框架、总体要求及附录B编制压延铜箔产品生命周期评价报告。

### 6.2 报告内容

#### 6.2.1 基本信息

报告应提供报告信息、申请者信息、评估对象信息、采用的标准信息等基本信息：

- a) 报告信息包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期等；
- b) 申请者信息包括公司全称、组织机构代码、地址、联系人、联系方式等；
- c) 评估对象信息包括产品型号/类型、主要技术参数、制造商及厂址等；
- d) 采用的标准信息应包括标准名称及标准号；
- e) 产品重量、包装的大小和材质也应在生命周期评价报告中阐明。

#### 6.2.2 符合性评价

报告中应提供对基本要求和评价指标要求的符合性情况，并提供所有评价指标报告期比基期改进情况的说明。其中报告期为当前评价的年份，一般是指产品参与评价年份的上一年；基期为一个对照年份，一般比报告期提前1年。

#### 6.2.3 生命周期评价

##### 6.2.3.1 评价对象及工具

报告中应详细描述评估的对象、功能单位和产品主要功能，提供产品的材料构成及主要技术参数表，绘制并说明产品的系统边界，披露所使用的软件工具。

##### 6.2.3.2 生命周期清单分析

报告中应提供考虑的生命周期阶段，说明每个阶段所考虑的清单因子及收集到的现场数据或背景数据，涉及到数据分配的情况应说明分配方法和结果。

##### 6.2.3.3 生命周期影响评价

报告中应提供产品生命周期各阶段的不同影响类型的特征化值，并对不同影响类型在生命周期阶段的分布情况进行比较分析。

#### 6.2.4 评价报告主要结论

应说明该产品对评价指标的符合性结论、生命周期评价结果、提出的改进方案，并根据评价结论初步判断该产品是否为绿色低碳产品。

#### 6.2.5 附件

报告中应提供如下附件：

- a) 产品原始包装图；
- b) 产品生产材料清单；
- c) 产品工艺表（产品生产工艺过程示意图等）；
- d) 各单元过程的数据收集表；
- e) 其他。

**附录 A**  
**(规范性)**  
**属性评价指标计算方法**

**A.1 单位产品铜耗损率**

生产单位产品耗损铜原料的比例，按照 1 年生产为周期计算。按公式 (A.1) 计算：

$$M_i = 1 - \frac{m_z}{M_e} \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$M_i$ ——单位产品铜耗损率%；

$m_z$ ——1 年内压延铜箔产品产量（包括成品、半成品、可回用的边角料），单位为吨（t）；

$M_e$ ——1 年内使用的原料铜总量（重复利用的原料不参与计算），单位为吨（t）。

**A.2 水重复利用率**

生产过程中使用的重复利用水量与总用水量的比例，按照 1 年生产为周期计算。按公式 (A.2) 计算：

$$W = \frac{W_r}{W_r + W_n} \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

$W$  ——水重复利用率%；

$W_r$ ——1 年内重复利用水量，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$W_n$ ——1 年内使用新的水量，单位为立方米（ $m^3$ ）。

附录 B  
(规范性)  
压延铜箔产品生命周期评价方法

### B.1 目的

压延铜箔原料的获取、生产、运输、包装等过程中对环境造成的影响，通过评价压延铜箔生命周期的环境影响大小，提出压延铜箔绿色设计改进方案，从而大幅提升压延铜箔的生态友好性，以及产品功能和技术的创新能力，以满足市场的更高和多元化需要。

### B.2 范围

#### B.2.1 功能单位

功能单位必须是明确规定并且可测量的。本文件以1kg压延铜箔为功能单位来表示。同时考虑具体功能、使用寿命、是否包括包装材料等。

#### B.2.2 系统边界

本文件界定的系统边界（包括资源开采、原材料及辅料生产、能源生产、产品生产、包装等生命周期阶段），包括但不限于如下过程：

本文件界定的压延铜箔产品生命周期系统边界，如图B.1所示，主要分为以下阶段：

- 铜矿开采、选矿、火法/湿法冶炼、电解精炼，回收铜制备符合压延要求的阴极铜（ $\text{Cu} \geq 99.9\%$ ）；
- 辅材与能源：轧制工艺油、表面处理化学品（钝化剂、粗化剂等）、包装材料等辅助物料的生产获取，以及电力、热力、燃气等能源的开采、生产与输配；
- 产品的生产，包括熔铸工段、热轧加工，冷轧成型，中间退火，精轧处理，表面处理；
- 产品的包装。

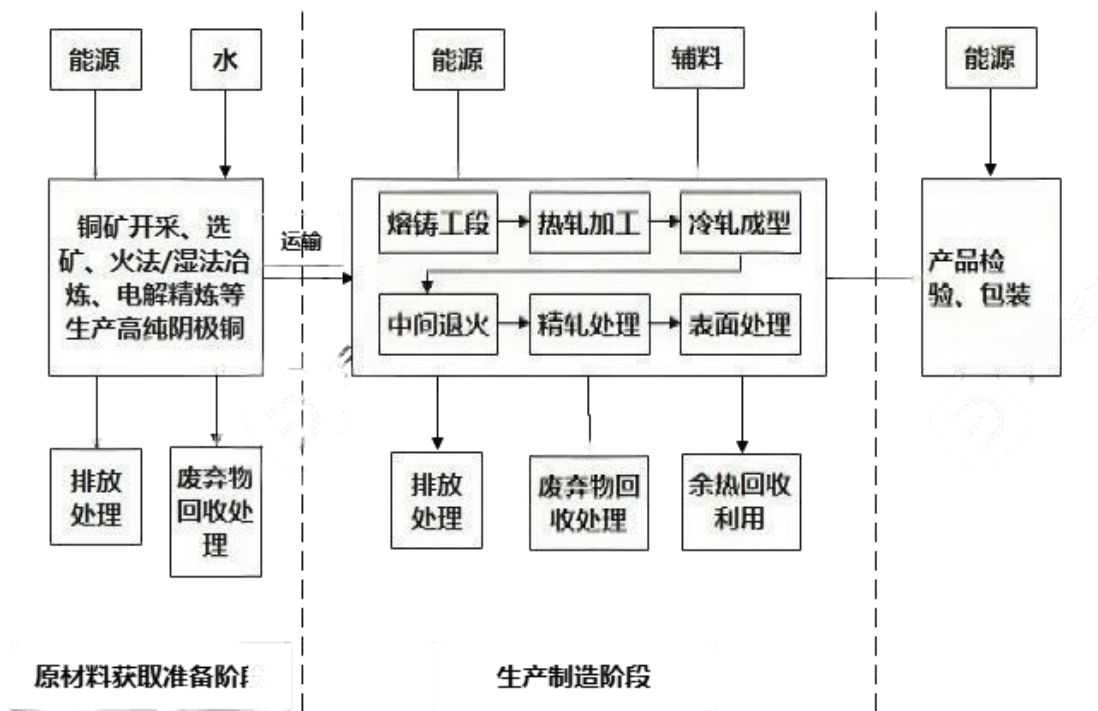


图 B.1 压延铜箔生命周期系统边界

#### B.2.3 数据取舍原则

单元过程数据的取舍原则如下：

- a) 能源的所有输入均列出；
- b) 原料的所有输入均列出；
- c) 辅助材料质量小于原料总耗 1.0% 的项目输入可以忽略；
- d) 大气、水体、固体废物的各种排放均列出；
- e) 厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放均忽略；
- f) 取舍原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；
- g) 生命周期评价研究的时间应在规定的期限内。数据应反映具有代表性的时期（取最近三年内有效值）。如果未能取到三年内有效值，应做具体说明；
- h) 生产过程数据应是在参与产品的生产和使用的地点/地区的数据或具有相同/相近特征的数据；
- i) 所有对自然界的排放和从自然界的输入输出都应被记录。

### B.3 生命周期清单分析

#### B.3.1 总则

应编制压延铜箔系统边界内的所有原辅材料及能源输入、输出清单，作为产品生命周期评价的依据。如果数据清单有特殊情况、异常点或其它问题，应在报告中明确说明。

应书面给出所有的计算程序和计算公式，所做的假设应给予明确说明。当数据收集完成后，应对收集的数据进行审定。然后，确定每个单元过程的定量输入和输出。再将各个单元过程的输入输出数据除以产品的产量，得到功能单位（即1吨压延铜箔产品）的资源消耗和环境排放。最后，将产品各单元过程中相同影响因素的数据求和，以获取该影响因素的总量，为产品及影响评价提供必要的数据库。

#### B.3.2 数据收集

##### B.3.2.1 概况

应将以下要素纳入数据收集范围：

- a) 原辅材料投入；
- b) 压延铜箔产品生产；
- c) 产品包装；

基于LCA的信息中要使用的数据可分为两类：现场数据和背景数据。主要数据宜使用现场数据，如果现场数据收集缺乏，可以选择背景数据。

现场数据应由经营者在生产现场收集和记录。主要包括生产过程的能源与水资源消耗、产品原料的使用量、产品主要包装材料的使用量和废物产生量等。

背景数据包括主要原料的生产数据、权威的电力组合的数据（如火力、水、风力发电等）、不同运输类型造成的环境影响以及压延铜箔生产过程的排放数据。

##### B.3.2.2 现场数据采集

应描述代表某一特定设施或一组设施的活动而直接测量或收集的数据相关采集规程。可直接对过程进行的测量或者通过采访或问卷调查从经营者处获得的测量值为特定过程最具代表性的数据来源。现场数据的质量要求应包括但不限于：

- a) 代表性：现场数据应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据；
- b) 完整性：现场数据应采集完整的生命周期要求数据；
- c) 准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该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，或由排污因子或物料平衡公式计算获得。所有现场数据均须转换为单位产品，即1吨压延铜箔为基准折算，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、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、处理规则等。

##### B.3.2.3 背景数据采集

背景数据不是直接测量或计算而得到的数据。背景数据可为行业平均数据，即对产品生命周期研究所考虑的特定部门，或者为跨行业背景数据。所使用数据的来源应有清楚的文件记载并应载入产品生命周期评价报告。

### B.3.2.4 生命周期各阶段数据采集

#### B.3.2.4.1 原辅材料投入

该阶段始于从原辅料材料进入生产厂址，结束于压延铜箔生产，应包括但不限于：

- a) 资源开采和提取；
- b) 所有材料的预加工。

#### B.3.2.4.2 生产

该阶段始于压延铜箔生产，结束于成品离开生产设施。生产活动包括铜箔制造、表面处理、产品分切、产品检验、制造过程间半成品的运输等。

#### B.3.2.4.3 包装

该阶段从压延铜箔产品进入库房，至完成包装后进入待出库状态为止。

### B.3.3 数据分配

在进行压延铜箔生命周期评价的过程中涉及数据分配问题，特别是压延铜箔的生产环节。对于一条流水线上或一个车间里会同时生产多种型号压延铜箔，很难就某单个型号的产品生产来收集清单数据，往往会就某个车间、某条流水线或某个工艺来收集数据，然后再分配到具体的产品上。针对压延铜箔生产阶段，因生产的产品主要材料，功能比较一致，因此本文件选取“重量分配”作为分摊的比例，即重量越大的产品，其分摊额度就越大。

### B.3.4 数据质量

宜使用现有最高质量数据，尽可能地减少偏差和不确定性。数据质量的特征应包括定量和定性两个角度。对于数据质量的特性描述应涉及以下方面：

- a) 时间跨度：数据的年份和所收集数据的最短时间跨度；
- b) 地域覆盖范围：为实现产品碳足迹研究目的，所收集的单元过程数据的地理区域；
- c) 技术代表性：具体的技术或技术组合；
- d) 数据精确性：对每个数据值的可变性的度量；
- e) 数据完整性：测量或测算的流所占的比例；
- f) 代表性：对数据集反映实际关注群（例如地理范围、时间跨度和技术覆盖面等）的程度的定性评价；
- g) 数据一致性：对研究方法学是否能统一应用到敏感性分析不同组成部分中而进行的定性评价；
- h) 再现性：对其他独立从业人员采用同一方法学和数值信息重现相同研究结果的定性评价；
- i) 数据来源；
- j) 信息的不确定性：例如数据、模型和假设。

### B.3.5 选择或测定温室气体排放因子

在获取温室气体排放因子时，应考虑以下因素：

- a) 来源明确，具有公信力；
- b) 适用性；
- c) 时效性。

温室气体排放因子获得优先级，如表 B.1 所示。

表 B.1 温室气体排放因子优先级

| 数据类型        | 描述                              | 优先级 |
|-------------|---------------------------------|-----|
| 排放因子实测值或测算值 | 通过企业内的直接测算、质量平衡等方法得到的排放因子或相关参数值 | 1   |

| 数据类型    | 描述         | 优先级 |
|---------|------------|-----|
| 排放因子参考值 | 供应商提供的排放因子 | 2   |
|         | 区域排放因子     | 3   |
|         | 国家排放因子     | 4   |
|         | 国际排放因子     | 5   |

注：产品碳足迹核算及评价应对温室气体排放因子的来源作出说明。

## B.4 生命周期核算方法

### B.4.1 排放因子法

采用排放因子法计算时，温室气体排放量为活动数据与温室气体排放因子的乘积，见公式（B.1）：

$$E_{GHG} = BD \times EF \times GWP \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$E_{GHG}$ ——温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

$BD$ ——温室气体活动数据，根据单位具体排放源确定；

$EF$ ——温室气体排放因子，单位与活动数据的单位相匹配；

$GWP$ ——全球变暖潜势，数值可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的数据。

### B.4.2 温室气体排放量GHG计算

#### B.4.2.1 总温室气体排放量 GHG 计算

产品生命周期中的温室气体排放量与清除量应被分配到发生温室气体排放与清除的生命周期阶段。每个阶段的产品碳足迹相加得到整个生命周期的产品碳足迹，见公式（B.2）：

$$E_{GHG} = \sum_{i=1} E_i \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$E_{GHG}$ ——压延铜箔产品生命周期内GHG排放总量，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

$E_i$ ——压延铜箔产品生命周期内各阶段GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

$i$ ——压延铜箔产品生命周期内各阶段。

#### B.4.2.2 各阶段的碳足迹计算

各阶段的碳足迹计算公式，见公式（B.3）：

$$E_i = \sum_{j=1}^k (BD_{ij} \times EF_{ij} \times GWP_j) \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

$E_i$ ——压延铜箔产品生命周期内各阶段GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

$BD$ ——压延铜箔产品各阶段的温室气体活动数据，单位根据具体排放源确定；

$EF$ ——温室气体排放因子，单位与活动数据的单位相匹配；

$GWP$ ——全球变暖潜势，数值可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的数据，见附录D；

$i$ ——压延铜箔产品生命周期内各阶段。

$j$ ——压延铜箔产品生命周期内各阶段不同类型的活动数据， $j=1, 2, 3, \dots, k$ 。

## B.5 单元过程的温室气体排放 GHG 计算

### B.5.1 燃料燃烧排放

按照燃料种类分别计算其燃烧产生的温室气体排放量，并以二氧化碳当量为单位进行加总，见公式（B.4）：

$$E_d = \sum_i E_{bi} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

$E_b$ ——燃料燃烧产生的温室气体排放量总和，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

$E_{bi}$ ——第*i*种燃料燃烧产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

*i* ——压延铜箔产品生命周期内各阶段。

### B.5.2 过程排放

按照过程分别计算其产生的温室气体排放量，并以二氧化碳当量为单位进行加总，见公式（B.5）：

$$E_p = \sum_i E_{pi} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

$E_p$ ——过程温室气体排放量总和，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{pi}$ ——第*i*种过程产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）。

### B.5.3 购入的电力、热力产生的排放

购入的电力、热力产生的二氧化碳排放通过报告主体购入的电力、热力量与排放因子的乘积获得，见式（B.6、B.7）：

$$E_{ie} = BD_{ie} \times EF_e \times GWP \dots\dots\dots (B.6)$$

$$E_{ih} = BD_{ih} \times EF_h \times GWP \dots\dots\dots (B.7)$$

式中：

$E_{ie}$ ——购入的电力所产生的二氧化碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$BD_{ie}$ ——购入的电力量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_e$ ——电力生产排放因子，单位为千克二氧化碳每兆瓦时（kgCO<sub>2</sub>e/MWh）；

$E_{ih}$ ——购入的热力所产生的二氧化碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$BD_{ih}$ ——购入的热力量，单位为吉焦（GJ）；

$EF_h$ ——热力生产排放因子，单位为千克二氧化碳每吉焦（kgCO<sub>2</sub>e/GJ）；

$GWP$ ——全球变暖潜势，数值可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的数据。

### B.5.4 输出的电力、热力产生的排放

输出的电力、热力产生的二氧化碳排放通过报告主体输出的电力、热力量与排放因子的乘积获得，见公式（B.8、B.9）：

$$E_{oe} = BD_{oe} \times EF_e \times GWP \dots\dots\dots (B.8)$$

$$E_{oh} = BD_{oh} \times EF_h \times GWP \dots\dots\dots (B.9)$$

式中：

$E_{oe}$ ——输出的电力所产生的二氧化碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$BD_{oe}$ ——输出的电力量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_e$ ——电力生产排放因子，单位为千克二氧化碳每兆瓦时（kgCO<sub>2</sub>e/MWh）；

$E_{oh}$ ——输出的热力所产生的二氧化碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$BD_{oh}$ ——输出的热力量，单位为吉焦（GJ）；

$EF_h$ ——热力生产排放因子，单位为千克二氧化碳每吉焦（kgCO<sub>2</sub>e/GJ）；

$GWP$ ——全球变暖潜势，数值可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的数据。

### B.5.5 单元过程温室气体排放总量计算

温室气体排放总量，见公式（B.10）：

$$E = E_b + E_p + E_{ei} - E_{oe} + E_{ih} - E_{oh} - E_{re} \dots\dots\dots (B.10)$$

式中：

$E$ ——温室气体排放量总量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_b$ ——燃料燃烧产生的温室气体排放量总和，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_p$ ——过程温室气体排放量总和，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{ei}$ ——购入的电力所产生的二氧化碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{oe}$ ——输出的电力所产生的二氧化碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{ih}$ ——购入的热力所产生的二氧化碳排放，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$E_{oh}$ ——输出的热力所产生的二氧化碳排放，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$E_{re}$ ——燃料燃烧、工艺过程产生的温室气体经回收作为生产原料自用或作为产品外供所对应的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）。

## B.6 生命周期评价（LCA）报告

产品LCA报告应对研究给出完整、公正的说明，具体要求可参见GB/T 24040的规定。在编制解释阶段的报告时，应在价值选择、原理和专家判断等方面严格体现完全透明的原则。

产品LCA报告结合企业环境战略目标和产品自身特点，可应用于：

- a) 经独立第三方机构审核后发布产品碳足迹信息和报告，可用于市场营销、合规声明、企业社会责任报告等；
- b) 实施自我声明；
- c) 绿色低碳产品评价、产品碳足迹、水足迹、欧盟产品环境足迹（PEF）、环境产品声明（EPD）等LCA评价；
- d) 用于鼓励企业的产品、工艺技术、生产管理和供应链管理的改进。从生命周期角度提出温室气体减排改进方案，宜包括清洁生产、供应链管理、绿色采购等方面。企业在实施改进方案之后，可以评价并对外公布产品碳足迹和减排量，帮助企业实现温室气体减排的目的；
- e) 开展其他方核查。

**附录 C**  
(资料性)  
**温室气体排放相关参数推荐值**

常用化石燃料相关参数推荐值、排放因子推荐值见表C.1~表C.3。

**表 C.1 常用化石燃料相关参数推荐值**

| 燃料品种   | 计量单位  | 低位发热量<br>(GJ/t, GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> ) | 单位热值含碳量<br>(tC/GJ)                  | 燃料碳氧化率                               |     |
|--------|-------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|-----|
| 固体燃料   | 无烟煤   | t  | 26.7 <sup>c</sup>                   | 27.4 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 94% |
|        | 烟煤    | t  | 19.570 <sup>d</sup>                 | 26.1 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 93% |
|        | 褐煤    | t  | 11.9 <sup>c</sup>                   | 28 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>    | 96% |
|        | 洗精煤   | t  | 26.334 <sup>B</sup>                 | 25.41 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup> | 90% |
|        | 其他洗煤  | t  | 12.545 <sup>B</sup>                 | 25.41 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup> | 90% |
|        | 型煤    | t  | 17.460 <sup>d</sup>                 | 33.6 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 90% |
|        | 石油焦   | t  | 32.5 <sup>c</sup>                   | 27.5 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 98% |
|        | 其他煤制品 | t  | 17.460 <sup>d</sup>                 | 33.60 <sup>d</sup> ×10 <sup>-3</sup> | 90% |
|        | 焦炭    | t  | 28.435 <sup>B</sup>                 | 29.5 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 93% |
| 液体燃料   | 原油    | t  | 41.816 <sup>B</sup>                 | 20.1 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 98% |
|        | 燃料油   | t  | 41.816 <sup>B</sup>                 | 21.1 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 98% |
|        | 汽油    | t  | 43.070 <sup>B</sup>                 | 18.9 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 98% |
|        | 柴油    | t  | 42.652 <sup>B</sup>                 | 20.2 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 98% |
|        | 一般煤油  | t  | 43.070 <sup>B</sup>                 | 19.6 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 98% |
|        | 炼厂干气  | t  | 45.998 <sup>B</sup>                 | 18.2 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 99% |
|        | 液化天然气 | t  | 44.2 <sup>c</sup>                   | 17.2 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 98% |
|        | 液化石油气 | t  | 50.179 <sup>B</sup>                 | 17.2 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 98% |
|        | 石脑油   | t  | 44.5 <sup>c</sup>                   | 20.0 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 98% |
| 其他石油制品 | t     | 40.2 <sup>c</sup>                                    | 20.0 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup> | 98%                                  |     |
| 气体燃料   | 天然气   | 10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>                      | 389.31 <sup>B</sup>                 | 15.3 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 99% |
|        | 焦炉煤气  | 10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>                      | 179.81 <sup>B</sup>                 | 13.58 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup> | 99% |
|        | 高炉煤气  | 10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>                      | 33.000 <sup>d</sup>                 | 70.8 <sup>c</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 99% |
|        | 转炉煤气  | 10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>                      | 84.000 <sup>d</sup>                 | 49.60 <sup>d</sup> ×10 <sup>-3</sup> | 99% |
|        | 其他煤气  | 10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>                      | 52.270 <sup>B</sup>                 | 12.2 <sup>b</sup> ×10 <sup>-3</sup>  | 99% |

注：<sup>B</sup> 《中国能源统计年鉴2013》  
注：<sup>b</sup> 《省级温室气体清单指南（试行）》  
注：<sup>c</sup> 《2006年IPCC国家温室气体清单指南》  
注：<sup>d</sup> 《中国温室气体清单研究》（2007）

表 C.2 其他排放因子推荐值

| 工业名称或通用名称                         | 化学分子式  | 100年GWP<br>(tCO <sub>2</sub> e/t) |
|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| 二氧化碳                              | CO <sub>2</sub>  | 1                                 |
| 甲烷                                | CH <sub>4</sub>  | 25                                |
| 氧化亚氮                              | N <sub>2</sub> O   | 298                               |
| 氢氟碳化合物                            |  |                                   |
| HFC-23                            | CHF <sub>3</sub>   | 14800                             |
| HFC-32                            | CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>   | 675                               |
| HFC-125                           | CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>   | 3500                              |
| HFC-134B                          | CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>   | 1430                              |
| HFC-143B                          | CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>  | 4470                              |
| HFC-152B                          | CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>   | 124                               |
| HFC-227eB                         | CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                                   | 3220                              |
| HFC-236fB                         | CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                                    | 9810                              |
| HFC-245fB                         | CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                                   | 1030                              |
| HFC-365mfc                        | CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                    | 794                               |
| HFC-43-10mee                      | CF <sub>3</sub> CHFCH <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                 | 1640                              |
| 全氟化合物                             |  |                                   |
| 六氟化硫                              | SF <sub>6</sub>  | 22800                             |
| 三氟化氮                              | NF <sub>3</sub>  | 17200                             |
| PFC-14                            | CF <sub>4</sub>  | 7390                              |
| PFC-116                           | C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>  | 12200                             |
| PFC-218                           | C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>  | 8830                              |
| PFC-318                           | c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>  | 10300                             |
| PFC-3-1-10                        | C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>   | 8860                              |
| PFC-4-1-12                        | C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>   | 9160                              |
| PFC-5-1-14                        | C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>   | 9300                              |
| PFC-9-1-18                        | C <sub>10</sub> F <sub>18</sub>  | >7500                             |
| 三氟甲基五氟化硫                          | SF <sub>5</sub> CF <sub>3</sub>  | 17700                             |
| 氟化醚                               |  |                                   |
| HFE-125                           | CHF <sub>2</sub> OCF <sub>3</sub>  | 14900                             |
| HFE-134                           | CHF <sub>2</sub> OCHF <sub>2</sub>   | 6320                              |
| HFE-143B                          | CH <sub>3</sub> OCF <sub>3</sub>   | 756                               |
| HCFE-235dB2                       | CHF <sub>2</sub> OCHCLCF <sub>3</sub>  | 350                               |
| HFE-245cb2                        | CH <sub>3</sub> OCF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>                                  | 708                               |
| HFE-245fB2                        | CHF <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                                  | 659                               |
| HFE-254cb2                        | CH <sub>3</sub> OCF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>                                  | 359                               |
| HFE-347mcc3                       | CH <sub>3</sub> OCF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                   | 575                               |
| HFE-347pcf2                       | CHF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                  | 580                               |
| HFE-356pcc3                       | CH <sub>3</sub> OCF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>                  | 110                               |
| HFE-449s1 (HFE-7100)              | C <sub>4</sub> F <sub>9</sub> OCH <sub>3</sub>                                     | 297                               |
| HFE-569sf2 (HFE-7200)             | C <sub>4</sub> F <sub>9</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>                       | 59                                |
| HFE-43-10pccc124 (H-GB1den 1040x) | CHF <sub>2</sub> OCF <sub>2</sub> OC <sub>2</sub> F <sub>4</sub> OCHF <sub>2</sub> | 1870                              |
| HFE-236cB12 (HG-10)               | CHF <sub>2</sub> OCF <sub>2</sub> OCHF <sub>2</sub>                                | 2800                              |
| HFE-338pcc13 (HG-01)              | CHF <sub>2</sub> OCF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> OCHF <sub>2</sub>                | 1500                              |

表 C.2 其他排放因子推荐值（续）

| 工业名称或通用名称                           | 化学分子式  | 100年GWP<br>(tCO <sub>2</sub> e/t) |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|
| 全氟聚醚                                |  |                                   |
| PFPME                               | CF <sub>3</sub> OCF(CF <sub>3</sub> )CF <sub>2</sub> OCF <sub>2</sub> OCF <sub>3</sub> | 10300                             |
| 碳氢化合物和其他化合物—直接作用                    |  |                                   |
| 二甲醚                                 | CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>   | 1                                 |
| 二氯甲烷                                | CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>  | 8.7                               |
| 甲基氯                                 | CH <sub>3</sub> Cl   | 13                                |
| 注：《气候变化2007：联合国政府间气候变化专门委员会第四次评估报告》 |  |                                   |

表 C.3 电力、热力排放因子推荐值

| 参数名称  | 单位                     | 排放因子                |
|---|------------------------|---------------------|
| $EF_{\text{电力}}$  | tCO <sub>2</sub> e/MWh | 0.5703 <sup>b</sup> |
| $EF_{\text{热力}}$  | tCO <sub>2</sub> e/GJ  | 0.11 <sup>b</sup>   |
| 注： <sup>B</sup> 《关于做好2023—2025年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》 |                        |                     |
| 注： <sup>b</sup> 《机械设备制造企业 温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》          |                        |                     |

### 参 考 文 献

- [1] ISO 14067: 2018 温室气体 产品碳足迹 量化要求与指南 (Greenhouse gases—Carbon footprint of products—Requirements and guidelines for quantification)
-