

团 体 标 准

T/GDLC 021—2024

温室气体 产品碳足迹 量化方法与要求 玻璃绝缘子

Greenhouse gases—Quantification methodologies and requirements for carbon
footprint of products—Glass insulator

2024 - 12 - 26 发布

2024 - 12 - 26 实施

广东省低碳发展促进会 发 布

目 次

前 言 I

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 清单分析 4

7 影响评价 5

8 结果解释 6

9 产品碳足迹研究报告 7

10 产品碳足迹声明 7

附 录 A （资料性）玻璃绝缘子产品碳足迹量化数据收集表示例 8

附 录 B （资料性）产品碳足迹报告（模板） 9

参 考 文 献 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。

本文件由白云电气集团有限公司、南京电气绝缘子有限公司提出。

本文件由广东省低碳发展促进会归口。

本文件起草单位：白云电气集团有限公司、中国科学院广州能源研究所、广州市数字能源技术研究有限公司、南京电气绝缘子有限公司、广州白云电器设备股份有限公司、广东省低碳发展促进会。

本文件主要起草人：盛 健、胡德良、周要武、彭 曼、成贝贝、谢燕君、赵一平、吴逸涵、李康燕、程咏斌、周世彤、蓝 婧、苏红、谢厚昆。

温室气体 产品碳足迹 量化方法和要求 玻璃绝缘子

1 范围

本文件规定了玻璃绝缘子产品碳足迹量化的目的、范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹研究报告及声明。

本文件适用于各种形状与规格的玻璃绝缘子产品的碳足迹量化与评价。

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 24050 环境管理术语

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

ISO 14067 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)

3 术语和定义

GB/T 24067界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出GB/T 24067中某些术语与定义。

3.1

绝缘子 insulator

用来支持导体并使其绝缘的器件。

[来源：JB/T 5896—1991，3.1.1]

3.2

玻璃绝缘子 glass insulator

玻璃件由玻璃材料制造的绝缘子。

[来源：JB/T 5896—1991，3.1.3]

3.3

功能单位 functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.7]

3.4

玻璃绝缘子产品综合能耗 the comprehensive energy consumption of glass insulator products

企业在统计报告期内玻璃绝缘子生产系统实际消耗和损失的各种能源实物量，按GB/T 2589-2020规定的计算方法和单位分别折算后的总和。

注：其中不包括基建技改项目建设消耗的、生产界区内非玻璃绝缘子生产利用的和向外输出的能源量。

3.5

玻璃绝缘子装配单位产品综合能耗 the comprehensive energy consumption per product of glass insulator assembly

企业在统计报告期内玻璃绝缘子装配生产的综合能耗和生产的合格玻璃绝缘子产品质量的比值，一般以kgce/t表示。

注：合格玻璃绝缘子产品质量包含永久固定在玻璃件上的端部装配件的质量和相应的胶装材料的质量。

3.6

全生命周期产品碳足迹 life cycle carbon footprint of a product, life cycle CFP

产品系统包括原材料获取、生产制造、运输、使用及废弃处置等过程产生的以二氧化碳当量表示的温室气体净排放量的总和。

[来源：ISO 14067—2018, 3.1.1.1]

3.7

“从摇篮到大门”产品碳足迹 “from cradle to gate” carbon footprint of a product, “from cradle to gate” CFP

原材料获取到产品生产阶段的温室气体净排放量。

3.8

取舍准则 cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在评价范围之外所作的规定。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.4.1]

3.9

分配 allocation

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

[来源：GB/T 24040—2008, 3.17]

3.10

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算而得到的过程或活动的量化值。

注1：初级数据可来自所评价的产品系统或其他与所评价的产品系统具有可比性的产品系统。

注2：初级数据可包含温室气体排放因子和/或温室气体活动数据。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.6.1]

3.11

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注1：次级数据可包括数据库和公开文献中的数据、国家清单中的缺省排放因子、计算数据、估计值或其他经主管部门验证的代表性数据。

注2：次级数据可包括从代替过程或估计获得的数据。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.6.3]

4 量化目的

4.1 应用意图

为实施玻璃绝缘子产品碳足迹量化及报告提供方法依据，从而为玻璃绝缘子产品研究和开发、技术改进、产品碳足迹绩效追踪和信息交流提供参考。

4.2 目标受众

玻璃绝缘子产品碳足迹量化研究结果的接收者包括玻璃绝缘子产品生产企业的决策者、下游客户和量化研究的评审方等。

5 量化范围

5.1 功能单位

以1吨特定外形下规定机械破坏负荷玻璃绝缘子的玻璃件质量作为量化功能单位。

5.2 系统边界及取舍原则

5.2.1 系统边界

玻璃绝缘子温室气体排放生命周期阶段包括原材料获取与生产、生产、分销、使用和生命末期等阶段。具体系统边界如图1所示。

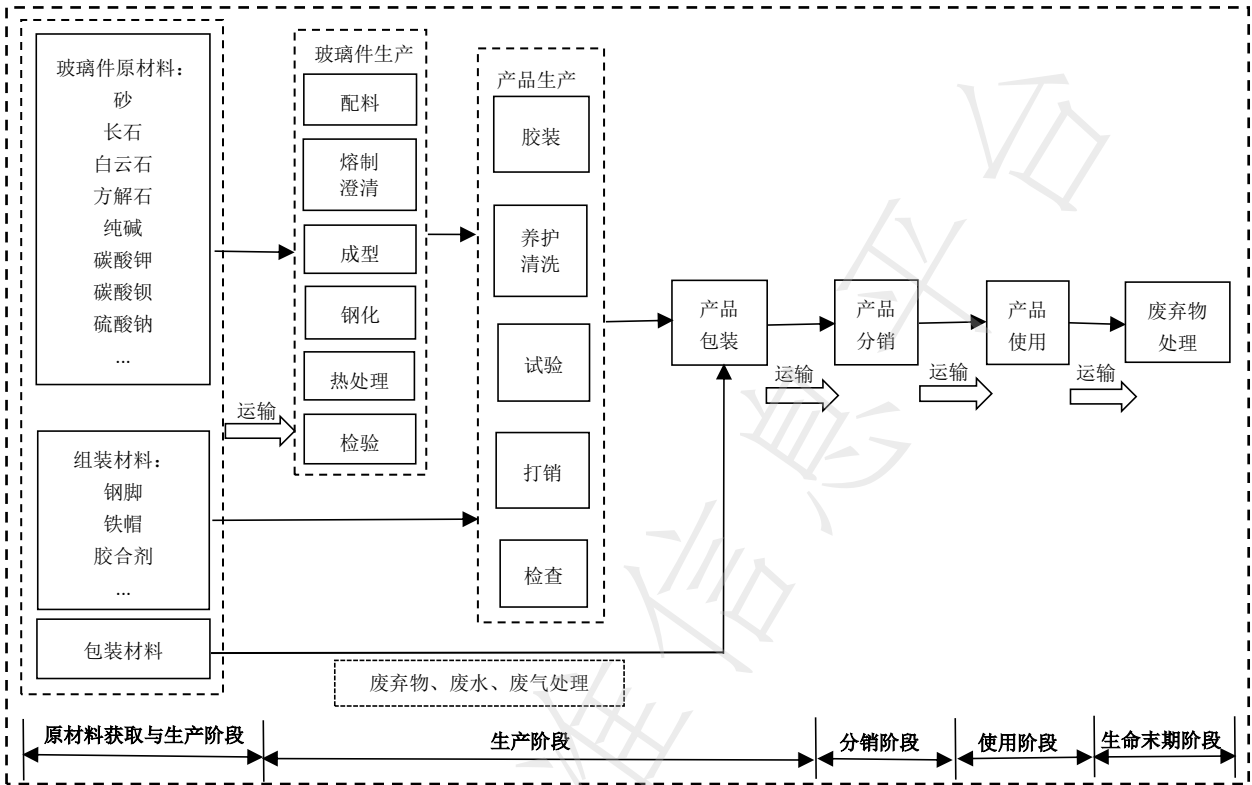


图 1 系统边界

5.2.2 生命周期阶段说明

5.2.2.1 原材料获取与生产

包括进入生产阶段的所有原材料、包装材料的提取与加工以及相关运输过程。

5.2.2.2 产品生产

包括玻璃件生产、产品装配、包装以及运输等相关过程。生产阶段产品碳足迹量化中应纳入下列过程：

- 玻璃件生产过程；
- 产品组装过程；
- 产品包装过程；
- 生产废弃物处理过程；
- 相关运输过程。

5.2.2.3 产品分销

包括产品的运输过程，分销阶段产品碳足迹量化中应纳入产品从组装厂到一级分销商销售点之间的运输相关过程。但以下过程不纳入系统边界：

- 销售相关过程；
- 从一级分销商销售点到消费者之间的运输、储存及交通相关过程。

5.2.2.4 产品使用

包括产品在使用过程中维护和清洗所消耗的能源、水和清洗剂等。使用阶段产品碳足迹量化中应纳入下列过程：

- 各类能源消耗量；
- 水的使用量；
- 清洗剂的使用量。

5.2.2.5 生命末期

包括产品废弃物的处理相关过程。

6 清单分析

6.1 数据收集和确认

6.1.1 初级数据

6.1.1.1 玻璃绝缘子产品全生命周期产品碳足迹计算需要收集的初级数据包括：

- 各类零部件的数量及构成零部件的原材料质量与回收材料比例；
- 回收材料加工处理过程的能耗；
- 各零部件生产的能源消耗量和产量，及各类逸散排放；
- 玻璃绝缘子生产的能源消耗量和产量，及各类逸散排放；
- 玻璃绝缘子废弃处置阶段的废弃物质量、废弃处置方式；
- 原料、零部件、玻璃绝缘子和废弃物的运输方式、运输质量和运输距离。

6.1.1.2 初级数据应主要从企业拥有、运行或控制的生产过程中收集，并对数据的有效性进行检查，包括建立物料平衡和能量平衡等，以确保数据质量符合要求。对于从能源供应商外购的非可再生能源电力、蒸汽等能源，应收集各类能源生产的能耗结构和计算外购能源排放因子，并优先使用。如果无法获得外购能源生产过程的能耗结构数据，则选择适合的次级数据和确定排放因子。玻璃绝缘子废弃处置阶段的废弃物质量优先从拥有回收处置资质的企业获取，如果无法获得，则通过从生产企业收集玻璃绝缘子的可再生利用率数据确定玻璃绝缘子的废弃物质量。各类初级数据的收集示例见附录A。

6.1.2 次级数据

6.1.2.1 玻璃绝缘子产品全生命周期产品碳足迹计算需要收集的次级数据包括：

- 各类原材料生产的温室气体排放因子；
- 各类能源生产、运输和使用的温室气体排放因子；
- 各类废弃处置方式对应的温室气体排放因子；
- 各类运输方式的温室气体排放因子。

6.1.2.2 用于碳足迹核算的各类原材料和能源排放因子应优先采用基于生命周期量化或产品碳足迹量化得到的“从摇篮到大门”原材料和能源碳足迹。如果“从摇篮到大门”排放因子不可获得，则应从官方出版物、行业报告和文献等收集符合本文件6.1.4数据质量规则的次级数据，并分析次级数据包括的具体过程（排放因子可能仅包括产品生命周期中的单个过程，也可能是多个过程的总和），如果排放因子包含的过程不符合“从摇篮到大门”的要求，则应进一步估算得到符合要求的排放因子。

6.1.3 使用可再生能源发电特定排放因子的条件

只有在以下两个条件都得到证明的情况下，使用可再生能源电力的单元过程才能采用可再生能源电力特有的排放因子：

- 使用了可再生能源现场生产的电力，或使用了能源输送网提供的外部生产的可再生能源电力，即确保可再生能源电力的可追溯性；
- 可再生能源电力的生产不影响使用同类能源的其它过程或组织的排放因子，即确保可再生能源电力产品环境属性不被重复计算。

6.1.4 数据质量

产品碳足迹研究宜通过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方面，相关特征描述宜涉及以下方面：

- a) 时间覆盖范围：数据的年份和所收集数据的最小时间长度；
- b) 地理覆盖范围：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位置；
- c) 技术覆盖范围：具体的技术或技术组合；
- d) 精度：对每个数据值的可变性的度量（例如方差）；
- e) 完整性：测量或测算的流所占的比例；

- f) 代表性：反映实际关注人群对数据集（即时间覆盖范围、地理覆盖范围和技术覆盖范围等）关注程度的真实情况进行的定性量化；
- g) 一致性：对研究方法学是否能在敏感性分析的不同组成部分中统一应用而进行的定性量化；
- 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量化；
- i) 数据来源；
- j) 信息的不确定性。

6.2 分配原则

一个单元过程分配前后的输入或输出总和应相等。当不同型号产品间存在分配时，应描述不同型号产品间共有的单元过程，给出相关数据的分配规则、分配步骤及其依据。

对包含多个产品的系统进行分配应考虑以下方面：

- 单独计量各类产品的输入及输出数据，尽可能避免分配；
- 优先使用物理关系（如数量、质量、工时等）进行分配；
- 若无法建立物理关系，宜根据经济价值或其它关系进行分配，且应提供所使用分配关系的依据及计算说明。

6.3 数据取舍准则

产品碳足迹量化应该包括来自于系统边界内的所有单元过程。如某一单元生产过程的温室气体排放数据出于实际原因不可获取，可采用类似工艺的单元过程替代（系统边界扩展方法）。替代单元过程对产品碳足迹的累计贡献不得超过5%；如果找不到类似替代单元过程，可忽略的物料/能源输入为小于或等于总物料/能源输入的1%。

7 影响评价

7.1 产品碳足迹计算方法

玻璃绝缘子全生命周期碳足迹计算方法如下：

$$CFP_{GHG} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 \dots \dots \dots (1)$$

式中：

CFP_{GHG} ——产品全生命周期碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

E_1 ——原材料获取和生产阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

E_2 ——生产阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

E_3 ——分销阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

E_4 ——使用阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

E_5 ——产品废弃处置阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）。

7.2 原材料获取与生产阶段

原材料包括玻璃原材料、金属材料以及包装材料等，原材料生产阶段的温室气体排放根据原材料的消耗量和原材料生产的温室气体排放因子进行计算。如产品使用了回收材料，则需要计算满足替代原始材料所需质量要求而对回收材料加工处理产生的温室气体排放。公式如下：

$$E_1 = \sum M_i \times (1 - R) \times EF_i + \sum M_i \times R \times EF_{i_Re} + \sum M_i \times D_i \times EF_{i'} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

M_i ——原材料 i 重量，单位为千克（ kg ）；

EF_i ——原材料 i 生产的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $kgCO_2e/kg$ ）；

R ——回收材料比例，单位为百分比（%）；

EF_{i_Re} ——回收材料 i 加工处理的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $kgCO_2e/kg$ ）；

D_i ——采用运输方式 i 的运输距离，单位为千米（ km ）；

$EF_{i'}$ ——运输方式 i 的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克千米（ $kgCO_2e/(kg \cdot km)$ ）。

7.3 生产阶段

根据各类能源消耗量和各类能源的温室气体排放因子等进行计算，公式如下：

$$E_2 = \sum M_j \times EF_j + \sum E_k \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

M_j ——产品生产阶段的能源 j 消耗量，单位为千瓦时（kWh）、立方米（m³）或千克（kg）等；

EF_j ——能源 j 生产的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂e/kWh）、千克二氧化碳当量每立方米（kgCO₂e/m³）或千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）等；

E_k ——生产过程逸散 k 的温室气体的量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）。

7.4 分销阶段

根据运输重量、运输距离和各类运输方式的排放因子进行计算，公式如下：

$$E_3 = \sum M_r \times D_r \times EF_r \cdots \cdots \cdots (6)$$

式中：

M_r ——采用运输方式 r 的运输质量，单位为千克（kg）；

D_r ——采用运输方式 r 的运输距离，单位为千米（km）；

EF_r ——运输方式 r 的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克千米（kgCO₂e/(kg*km)）。

7.5 使用阶段

根据产品使用过程中维护和清洗所消耗的能源、水和清洗剂等进行计算，公式如下：

$$E_3 = \sum M_l \times EF_l + \sum M_m \times EF_m + M_n \times EF_n \cdots \cdots \cdots (4)$$

式中：

M_l ——产品使用阶段的能源 l 消耗量，单位为千瓦时（kWh）或立方米（m³）等；

EF_l ——能源 l 生产的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂e/kWh）或千克二氧化碳当量每立方米（kgCO₂e/m³）等；

M_m ——产品使用阶段清洗剂 m 的使用量，单位为千克（kg）；

EF_m ——清洗剂 m 的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）；

M_n ——产品使用阶段水 n 的使用量，单位为千克（kg）；

EF_n ——水 n 的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）。

7.6 生命末期阶段

根据不可回收的废弃物质量、处置方式及对应的温室气体排放因子进行计算，公式如下：

$$E_4 = \sum M_p \times EF_p + \sum M_p \times D_p \times EF_p \cdots \cdots \cdots (5)$$

式中：

M_p ——采用废弃处置方式 p 的废弃物质量，单位为千克（kg）；

EF_p ——废弃处置方式 p 的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）；

D_p ——采用运输方式 p 的运输距离，单位为千米（km）；

EF_p ——运输方式 p 的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克千米（kgCO₂e/(kg*km)）。

8 结果解释

8.1 产品碳足迹研究的生命周期结果解释阶段应包括以下步骤：

- 根据生命周期清单分析和生命周期影响量化的产品碳足迹和产品部分碳足迹的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程）；
- 完整性、一致性和敏感性分析的评估；
- 结论、局限性和建议的编制。

8.2 应根据产品碳足迹研究的目的是范围进行结果解释，解释应包括以下内容：

- 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
- 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
- 详细记录选定的分配程序；

- d) 说明产品碳足迹研究的局限性（如单一环境影响类型、方法的局限性等）。

9 产品碳足迹研究报告

根据本文件所计算的碳足迹结果有效期最长为两年，如产品碳足迹量化边界内的单元过程发生变化且导致量化结果增加了 5%或以上，量化结果时效则终止。产品碳足迹研究报告可包括且不限于以下内容（参见附录 B）：

- a) 产品碳足迹研究报告的委托人和量化方；
- b) 产品信息（产品名称、产品的生产企业和地址等）；
- c) 量化依据；
- d) 初级数据覆盖时间；
- e) 功能单位；
- f) 系统边界（量化涉及的阶段和单元过程、产品系统的产品和副产品产出）；
- g) 副产品分配方法及理由；
- h) 使用的初级和次级数据清单和数据来源；
- i) 数据取舍准则；
- j) 数据核算方法；
- k) 碳足迹分析。

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)

玻璃绝缘子产品碳足迹量化数据收集表示例

玻璃绝缘子产品碳足迹量化数据收集见表A.1至表A.5。

表 A. 1 各类零部件的数量及构成零部件的原材料质量与回收材料比例

零部件名称	零部件个数	原材料构成	原材料重量 (kg)	回收材料比例 (%)
玻璃体				
金属件				
包装				
..... ^a				

表 A. 2 回收材料加工处理过程的能耗

能耗类型	消耗量/产量	单位
电		千瓦时 (kWh)
天然气		立方米 (m ³)
柴油		升 (L)
..... ^a		
回收材料加工处理量		吨 (t)

表 A. 3 产品生产阶段数据收集

能耗类型	消耗量/产量	单位
电		千瓦时 (kWh)
天然气		立方米 (m ³)
柴油		升 (L)
..... ^a		
产品产量		个数

表 A. 4 废弃处置阶段数据收集

原材料名称	质量 (kg)	原材料回收率 (%)	不可回收的废物量 (kg)
金属			
玻璃			
其它			

表 A. 5 运输过程数据收集

名称	运输质量	运输距离 (km)	运输工具	燃料类型
原材料				
..... ^a				
零部件				
..... ^a				
产品				
包装				
废弃物				

注：^a根据实际情况自行增减。

附 录 B
(资料性)
产品碳足迹报告 (模板)

产品碳足迹报告模板如下。

产品碳足迹报告

产品名称: _____

规格型号: _____

生产者名称: _____

报告编号: _____

出具报告机构: _____ (盖章)

日 期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

一、概况

1、生产者信息

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

以_____为功能单位。

2、系统边界

☐原材料获取阶段 ☐生产阶段 ☐运输阶段 ☐使用阶段 ☐生命末期阶段

系统边界图：

图 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 月 至 _____年 月。

四、清单分析

1、数据来源说明

初级数据：_____；

次级数据：_____。

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、清单结果及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 1。

表1 _____ 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	初级数据/次级数据	排放因子	温室气体量 (kg/功能单位)
原材料获取			
产品生产			
运输			
使用			
生命末期			

4、数据质量量化

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量化，具体量化内容包括：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

_____。

3、结果说明

_____公司生产的_____（每功能单位的产品），从_____（某生命周期阶段）到_____（某生命周

期阶段) 生命周期碳足迹为____kgCO₂e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 2 和图 2 所示。

表 2 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹 (kg CO ₂ e/功能单位)	百分比 (%)
原材料获取及预处理		
主要产品生产		
分销		
报废与回收		
总计		

图 2 **各生命周期阶段碳排放分布图 (柱状图或饼状图)

六、假设和局限性说明

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。

七、改进建议

八、参考文献 (如有)

参 考 文 献

- [1] DB 44/T 1941 产品碳排放评价技术通则
 - [2] JB/T 5896 常用绝缘子术语
-