ICS 13.020.10
CCS Z 04

团 体 标 准

T/SZEIA 001—2024

产品碳足迹 产品种类规则 变电站电气设备

Carbon footprint of products - Product category rule -electrical equipment in substations

（征求意见稿）

2024-XX-XX 发布 2024-XX-XX 实施

深圳市电子行业协会 发布

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 2
4.1 产品组成 2
4.2 产品功能和规格 3
5 产品碳足迹的目标和范围 3
5.1 产品功能和规格 3
5.2 系统边界 3
5.2.1 系统边界设定 3
5.2.2 原料获取阶段 3
5.2.3 制造阶段 3
5.2.4 制造阶段 4
5.2.5 分销阶段 4
5.2.6 使用阶段 4
5.2.7 退役处置阶段 4
5.3 取舍原则 5
6 生命周期清单 5
6.1 数据时间边界 5
6.2 数据质量要求 5
6.3 数据收集 5
6.3.1 原料获取阶段 5
6.3.2 制造阶段 6
6.3.3 分销阶段 6
6.3.4 使用阶段 6
6.3.5 退役处置阶段 6
6.4 量化程序 7
7 分配 7
8 产品碳足迹评价报告 7
8.1 概述 7
8.2 报告内容 7
参考文献 10

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。

本文件由深圳电子行业协会归口。

本文件起草单位：国网北京市电力公司，国网北京市电力公司亦庄供电公司，中环柯昂（深圳）科技有限公司，中环柯昂（北京）科技有限公司。

本文件主要起草人：朱占巍，路健，李路，金鑫城，刘磊，王燕，刘念，霍心陶，田莉，黄珊。

产品碳足迹 产品种类规则 变电站电气设备

1 范围

本文件规定了变电站电气设备产品碳足迹产品种类规则，规定了变电部电气设备产品碳足迹评价的方法和要求，包括系统边界、生命周期阶段、数据和数据质量、量化程序、分配等方面要求。

本文件适用于变电站电气设备的产品碳足迹评价。

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 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

3 术语和定义

GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32150、GB/T 24067界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

变电站电气设备 electrical equipment in transformer substation

为了满足电能输送和分配的需要，变电站中安装的可用于实现转换、监视、测量、调整、保护、切换和停止等操作的电气设备。

[来源：GB/T 24044-2008,3.1]

3.2

产品种类 product category

具有同等功能的产品群组。

[来源：GB/T 24024-2001,3.3]

3.3

产品碳足迹-产品种类规则 carbon footprint of a product- product category rules

CFP-PCR

为一个或多个产品种类的产品碳足迹或产品部分碳足迹的量化和信息交流制定的一套具体规则、要求和指南。

注1：产品碳足迹-产品种类规则包含的量化规则与GB/T 24044一致。

注2：ISO/TS 14027:2017介绍了适用于本文件产品种类规则的制定。

［来源：GB/T 24067—2024，3.1.10］

3.4

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

[来源：GB/T 24044-2008,3.1]

3.5

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]

3.6

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 24067—2024，3.3.4]

3.7

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算得到的过程或活动的量化值。

注1：初级数据并非必须来自所研究的产品系统，因为初级数据可能涉及其他与所研究的产品系统具有可比性的产品系统。

注2：初级数据可以包括温室气体排放因子或温室气体活动数据。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.1]

3.8

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注1：次级数据是经权威机构验证且具有可信度的数据，可来源于数据库、公开文献、国家排放因子、计算估算数据或其他具有代表性的数据，推荐使用本土化数据库。

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]

3.9

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研究范围之外所做出的规定。

注：“能量流”定义参见 GB/T 24040—2008，3.13。

[来源：GB/T 24067—2024，3.4.1]

3.10

全球变暖潜能值 global warming potential（GWP）

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内对地球温室效应的影响与等量二氧化碳对地球温室效应影响相关联的系数。

[来源：GB/T 32150-2015,3.15]

4 产品描述

4.1 产品组成

变电站电气设备的组成包括一次装置和二次设备。

一次装置主要包括交流变压器、电压互感器、电流互感器、断路器、隔离开关、接地开关、组合电器、电抗器、消弧线圈接地变成套装置、小电阻接地成套装置、开关柜、电力电容器、避雷器、支柱绝缘子、阻波器、穿墙套管、母线、中性点成套装置、一次动力电缆等

二次设备主要包括继电保护及自动装置、测控及在线监测系统、安全稳定自动控制装置、自动化系统及

设备、低压屏（柜）箱、用电信息采集、电源系统、数据网络设备、电力监控系统安全防护设备、二次控制及动力电缆。

4.2 产品功能和规格

目标产品需描述其功能和规格，确保目标受众能够明确识别产品，描述内容包括但不限于变压器型号、额定电压、额定容量等内容。

5 产品碳足迹的目标和范围

5.1 产品功能和规格

功能单位为一组变电站电气设备，包括产品包装。

5.2 系统边界

5.2.1 系统边界设定

变电站电气设备产品碳足迹产品系统边界应包括原料获取阶段、生产制造阶段、运输阶段、使用阶段和退役处置阶段生命周期阶段。变电站电气设备产品碳足迹评价所覆盖阶段系统边界的生命周期阶段如图1所示。在定义系统边界时，不包括任何与生产没有直接关系的生产资料（例如，生活设施等）。

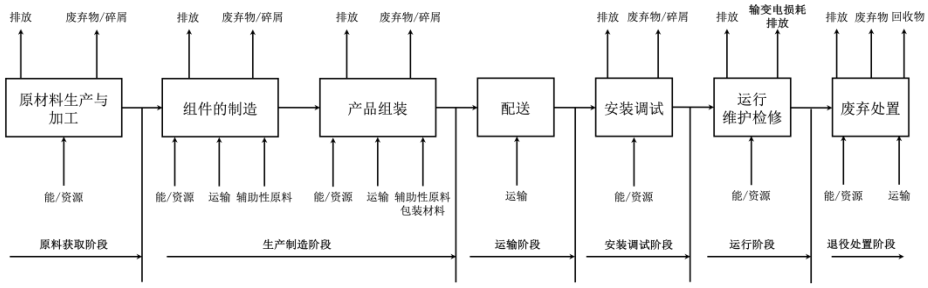

图1 变电站电气设备产品系统边界示例图

5.2.2 原料获取阶段

5.2.2.1原材料获取阶段应从自然界材料提取时开始，在原材料和外购部件到达生产企业时终止，包括：

a） 产品组成和组装所需产品各组件所需的原材料的提取、加工和预处理；

b） 保证各种材料满足特定要求的附加过程，例如金属加工、塑料定型加工等；

c） 产品各组成生产制造阶段所需能源的消耗；

d） 产品各组成的运输过程。

5.2.2.2生产系统中如使用循环再生材料，应采用以下方法计入产品的生命周期阶段：

a） 不应考虑与“前一个生命周期”有关的生产过程；

b） 应考虑为新用途制备二次材料所需的生产过程。

5.2.3 制造阶段

5.2.3.1产品制造阶段应从生产材料和产品部件进入生产企业开始，到最终产品离开生产企业终止，包括：

a) 化学处理；

b) 元器件、部件和组件生产；

c) 半成品和生产过程中的运输；

d) 装配和组装；
e) 检验与包装；
f) 其他生产制造过程。

5.2.3.1 以下过程不纳入产品碳足迹核算与评价范围：

a） 厂房建筑物等固定资产的建设过程；
b） 检测实验室的设备设施生产过程；
c） 检测实验室工作人员的公务出行；
d） 检测实验室工作人员的通勤；
e） 产品设计研发活动。

5.2.4 制造阶段

5.2.4.1 分销阶段应从产品离开生产企业到销售点之间的运输相关过程，包括陆运、空运、水运或其它运输方式。

5.2.4.2 以下过程可不纳入产品碳足迹系统边界：

a） 仓库照明、通风、制冷和供暖等的能源消耗；
b） 销售相关过程；
c） 由销售点到消费者之间的运输、储存及交通相关过程；
d） 由工厂直接销售到消费者之间的运输、储存及交通相关过程。

5.2.5 分销阶段

5.2.5.1 分销阶段应从产品离开生产企业到销售点之间的运输相关过程，包括陆运、空运、水运或其它运输方式。

5.2.5.2 以下过程可不纳入系统边界：

a） 仓库照明、通风、制冷和供暖等的能源消耗；
b） 销售相关过程；
c） 由销售点到消费者之间的运输、储存及交通相关过程；
d） 由工厂直接销售到消费者之间的运输、储存及交通相关过程。

5.2.6 使用阶段

5.2.6.1 使用阶段应从用户拥有产品时开始，到产品可以废弃、重新用于不同功能、回收或能量回收时结束，包括安装调试和运行：

a) 包装材料的处理；
b) 材料、燃料和其他基础设施的供应；
c) 安装设备调节；
d) 安装过程中的能源与水的使用；
e) 安装过程中产生的废弃物。
f) 与变电站电气设备产品使用、运行相关的能源与水的使用。

5.2.6.2 以下过程可不纳入产品碳足迹系统边界：

a) 变电站电气设备在整个生命周期中维护过程消耗的能源、水和材料；
b) 用于变电站电气设备产品部件更换、翻新等的材料和燃料；
c) 变电站电气设备维护过程中能源、水、修理材料的使用；
d) 产品翻新修复过程能源、水、材料的消耗。

5.2.7 退役处置阶段

5.2.7.1 退役处置阶段应从产品废弃后运输到回收处理或处置点开始，到产品回归到自然或分配到另一种产品的生命周期结束，包括产品和产品包装的废弃、拆解与废弃物最终处置，主要考虑对产品和产品

包装采取不同的处理处置方式（包括填埋、回收和焚烧等），包括：

a） 废弃变电站电气设备的处理（如拆解等）；

b） 废弃变电站电气设备的处置（如焚烧、填埋等）。

5.2.7.2 以下过程可不纳入产品碳足迹系统边界：

a） 废弃变电站电气设备的收集；

b） 废弃变电站电气设备的运输过程；

c） 废弃处理处置过程中材料或能源的再生过程。

5.2.7.3 在原材料获取、制造、分销、使用阶段产生的其他废弃物，应纳入产品的生命周期，并在其发生的生命周期阶段进行量化。

5.3 取舍原则

若某排放源的温室报体排放量推估值小于或等于产品生命周期内产品碳足迹估测值的1%，则可进行删减。但所有删减的产品碳足迹排放量推估值合计不得超过产品生命周期内产品碳足迹排放量估测值的5%。舍去的温室气体排放与清除应有书面记录，所选择的取舍准则对评价结果产生的影响应在报告中做出解释。

6 生命周期清单

6.1 数据时间边界

变电站电气设备产品碳足迹数据收集应覆盖一个完整产品批次时间段，开展变电站电气设备产品碳足迹核算，应至少稳定生产3个月以上。

6.2 数据质量要求

在确定产品碳足迹量化所使用的初级活动水平数据和次级数据时，应优先考虑以下方面：

a) 覆盖范围：数据的覆盖范围与产品系统边界保持一致，且能够满足产品碳足迹量化的需要；

b) 地域代表性：收集数据所在的地理区域（如区、国家、区域），以及针对具有地理特性的产品的具体数据；

c) 技术代表性：数据是否针对具体某项技术或一套混合技术，以及针对产品的具体技术数据；

d) 时间代表性：数据的年份和收集数据的最短时间期限，以及针对具体被评价产品的时间数据；

e) 准确性：当数据、模式和假设等存在多种选择时，应优先考虑最准确的数据；

f) 完整性：数据采样范围应足够大，测量的周期性应足够长，数据删减应满足 6.4.2 的取舍准则；

g) 一致性：数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等；

h) 可再现性：有关方法和数据值的信息应能允许独立的专人再现研究的结果；

i) 来源：当初级活动水平数据易于获取时，产品碳足迹的量化应优先使用初级活动水平数据；用于产品碳足迹量化的所有数据，其获得方式和来源均应予以说明；

j) 不确定性：尽可能使用现有的质量最好的数据，以减少偏差和不确定性；

k) 单位：数据汇总过程应注意数据单位的转换，各单位应至少保留两位有效数字。

6.3 数据收集

6.3.1 原料获取阶段

6.3.1.1原料阶段应收集的初级数据：

a） 元器件、零部件、组件等生产过程数据，包括：

1） 各元器件、部件、组件的投入量；

2） 标签及包装材料的投入量；

3） 电力、热力、燃料等能源投入量；

4） 水消耗量；
5） 废弃物的产生量；
6） 关键耗材和试剂产出量。
b） 其他原辅材料生产过程的数据，包括：
1) 标签及包装材料的投入量。

6.3.1.2 原材料阶段应收集以下数据，可为次级数据：
a） 各元器件、部件、组件的运输相关项目：
1） 进入生产企业的元器件、零部件、组件、标签及包装材料的运输方式；
2） 每种运输方式的运输数量和重量；
3） 每种运输方式的吨公里数或里程数；
4） 每种运输方式的能源消耗量，或其它可计算获得能源消耗量的数据。
b） 各元器件、部件、组件的生产与运输相关的温室气体排放和/或清除因子；
c） 其他原辅材料的生产与运输相关的温室气体排放和/或清除因子；
d） 电力、热力、燃料等能源和水的开采生产、消耗与运输相关的温室气体排放和/或清除因子；
e） 废弃物处理过程中的温室气体排放和/或清除因子。

6.3.2 制造阶段

6.3.2.1制造阶段应收集的初级数据：
a） 柴油、天然气等能源（含厂内运输）的消耗量；
b） 废气、废水、固体废弃物的处理量；
c） 制造过程电力、热力、燃料和水的消耗量；
d） 变电站电气设备的产出量；
e） 废弃物的产生量。

6.3.2.1制造阶段应收集以下数据，可为次级数据：
a） 能源和水消耗相关的温室气体排放和/或清除因子；
b） 废弃物处理相关的温室气体排放和/或清除因子。

6.3.3 分销阶段

6.2.3.1 分销阶段应收集的初级数据包括每种运输方式的运输数量和重量。

6.2.3.2 分销阶段应收集以下数据，可为次级数据：
a） 每种运输方式的吨公里数或里程数；
b） 分销过程中与电力、热力、燃料等能源消耗相关的温室气体排放和/或清除因子；
c） 与运输相关的温室气体排放和/或清除因子。

6.3.4 使用阶段

6.3.4.1 使用阶段可不收集初级数据。

6.3.4.2 使用阶段应收集以下数据，可为次级数据：
a） 安装过程能源与物料的消耗量；
b） 产品使用寿命；
c） 使用、维护和运行过程中物料（能源、水等）的消耗量；
d） 电力、热力等能源及相关资源消耗相关的温室气体排放和/或清除因子。

6.3.5 退役处置阶段

6.3.5.1 退役处置段可不收集初级数据。

6.3.5.2 退役处置阶段应收集以下数据，可为次级数据：

a） 与废弃产品（含废弃包装物）运输至处置设施相关的 GHG 排放；

b） 与废弃产品回收、处理、处置过程相关的 GHG 排放；

c） 废弃产品回收、处理及处置方式的比例。

6.4 量化程序

应对产品系统中每一单元过程与功能单位进行量化。量化应以统一的功能单位作为该产品系统所有单元过程中物质流和能量流的共同基础，求得系统中所有的输入和输出数据，并通过汇总获得产品碳足迹的最终量化结果，以二氧化碳当量（$kgCO_2e$）表示。在此过程中，如发现不合理的数据，应予以替换。

产品碳足迹量化，见公式(1)：

$$CFP_{\mathrm{GHG}} = \sum_{\mathrm{j}}\left[\sum_{\mathrm{i}}\left(AD_i \times EF_{\mathrm{LCA},i,j}\right) \times GWP_j\right] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

式中：

CFP_{GHG}——产品碳足迹或产品部分碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每功能单位或声明单位（$kgCO_2e$/功能单位或声明单位）计；

AD_i ——系统边界内，各功能单位（声明单位）中第i种活动的温室气体排放和清除相关数据（包括初级数据和次级数据），单位根据具体排放源确定；

$EF_{\mathrm{LCA},i,j}$——第i种活动对应的温室气体j 的因子，单位与温室气体活动数据相匹配；

GWP_j ——温室气体j 的GWP值，按照8.1中的规定进行取值。部分温室气体的GWP值见附录A。

7 分配

在边界设置或数据收集时，若发现至少有一个过程的输入和输出包含多个产品，则总排放量需要在产品生命周期内进行分配。

分配的原则如下：

a) 尽量避免进行数据分配；

b) 优先使用物理关系参数（包括但不限于生产量、生产工时等）进行分配；

c) 无法找到物理关系时，则依经济价值进行分配；

d) 若使用其他分配方法，须提供所使用参数的基础及计算说明。

8 产品碳足迹评价报告

8.1 概述

产品碳足迹评价结果和结论应为完整的、准确的、不带偏向性的，应透明地、详细地阐述评价结果、数据、方法、假设和局限性，以便利益相关方能够理解产品碳足迹固有的复杂性和所做出的权衡。产品碳足迹报告应允许其结果和生命周期可被用在与评价目的一致的其他方面。

8.2 报告内容

产品碳足迹评价报告应记录产品碳足迹的量化结果，并陈述在评价目的和范围的确定阶段内所做的决定以及证明产品碳足迹评价符合本文件中的要求。报告应包括但不限于以下内容：

基本情况：

e） 产品碳足迹评价委托方（如有）与评价方；

f） 报告日期；

g) 评价依据的标准，使用的 PCR（如有）。

h) 评价目的：

1) 开展评价的目的；

2) 评价的预期用途。

i) 评价范围：

1) 产品功能；

2) 功能单位或声明单位；

3) 系统边界，生命周期各阶段的描述，包括选定的使用情景和生命末期情景的描述，如适用；

4) 取舍准则。

j) 评价过程：

1) 数据收集信息，包括数据来源；

2) 清单与计算；

3) 分配原则与程序（若适用）；

4) 数据质量评价与对缺失数据的处理。

k) 评价结果解释：

1) 产品碳足迹评价结果，每个生命周期阶段的温室气体排放与清除；

2) 敏感性分析和不确定性评价的结果；

3) 生命周期解释结果，包括结论与局限性。

附 录 A
（资料性）
部分温室气体的全球变暖潜势

部分温室气体的 GWP 值见表 B.1。

表 B.1 部分温室气体的 GWP

气体名称	化学分子式	100年的GWP(截至出版时)
二氧化碳	CO_2	1
甲烷	CH_4	27.9
氧化亚氮	N_2O	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_2F_2	771
HFC-41	CH_3F	135
HFC-125	C_2HF_5	3740
HFC-134	CHF_2CHF_2	1260
HFC-134a	$C_2H_2F_4$	1530
HFC-143	CH_2FCHF_2	364
HFC-143a	CH_3CF_3	5810
HFC-152a	$C_2H_4F_2$	164
HFC-227ea	C_3HF_7	3600
HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	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_2F_6	12400
全氟丙烷	C_3F_8	9290
全氟丁烷	C_4F_{10}	10000
全氟环丁烷	C_4F_8	10200
全氟戊烷	C_5F_{12}	9220
全氟己烷	C_6F_{14}	8620
注：部分温室气体的GWP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》。		

参 考 文 献

[1] ISO/TS 14067: 2013 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication

[2] PAS 2050: 2008 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services