

ICS 29.180

CCS D 4420

T/ZDL

浙江省电力行业协会团体标准

T/ZDL 031—2024

产品碳足迹 产品种类规则  
气体绝缘金属封闭开关设备

Product Carbon footprint Product category rules

gas-insulated metal-enclosed switchgear (GIS)

2024-12-03 发布

2024-12-15 实施

浙江省电力行业协会

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 产品种类的定义和描述 .....	4
4.1 产品种类 .....	4
4.2 产品组成 .....	4
4.3 产品技术特性和用途 .....	4
5 目的和范围 .....	4
5.1 功能单位或声明单位 .....	4
5.2 参考使用寿命 .....	5
5.3 系统边界 .....	5
5.3.1 生命周期阶段 .....	5
5.3.2 系统边界排除 .....	6
6 数据收集与处理要求 .....	6
6.1 数据收集要求 .....	6
6.2 数据取舍原则 .....	8
6.3 数据分配规则 .....	8
6.4 数据质量要求 .....	8
7 碳足迹核算与报告 .....	9
7.1 计算过程 .....	9
7.1.1 原辅材料获取阶段 .....	9
7.1.2 产品生产阶段 .....	9
7.1.3 产品销售阶段 .....	10
7.1.4 产品使用阶段 .....	10
7.1.5 生命末期处置阶段 .....	11
7.2 碳足迹报告 .....	11
7.2.1 基本情况 .....	11
7.2.2 量化目的 .....	11
7.2.3 量化范围 .....	11
7.2.4 清单分析 .....	11
7.2.5 影响评价 .....	12
7.2.6 结果解释 .....	12
7.3 记录和保存 .....	12
7.4 有效期 .....	12
附录 A（资料性）部分温室气体的全球增温潜势（GWP） .....	13
附录 B（资料性）绝缘气体情景设计参考 .....	14

## 前 言

根据国内外法律法规要求，开展产品碳足迹溯源，掌握产品对气候变化影响，对提高企业国际竞争力，打破国际绿色贸易壁垒，具有重要意义。气体绝缘金属封闭开关设备在电力系统中应用广泛，环保性和节能性是未来发展的重要方向。为支撑国内气体绝缘金属封闭开关设备产品碳足迹领域规范体系建设，特制定本文件。

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这些专利的责任。

本文件由浙江华电器材检测研究院有限公司提出。

本文件由浙江省电力行业协会归口。

本文件起草单位：国网浙江省电力有限公司、浙江华电器材检测研究院有限公司、杭州欣美成套电器制造有限公司、国网浙江省电力有限公司绍兴市上虞区供电公司、国网浙江省电力有限公司物资分公司、国网冀北电力有限公司、国网浙江省电力有限公司温州供电公司、中国船级社质量认证有限公司浙江分公司、国网浙江省电力有限公司乐清市供电公司、国网浙江省电力有限公司嘉兴供电公司、国网浙江省电力有限公司经济技术研究院、国网浙江省电力有限公司营销服务中心、浙江群力电气有限公司、浙江浦成电气有限公司、天美电气有限公司、黄华集团有限公司、浙江聚弘凯智能电气股份有限公司、浙江八达电子仪表有限公司时通电气分公司、维益宏基（浙江）电力股份有限公司。

本文件主要起草人：应光耀、王涛、谭云燕、沈狄龙、马秀娟、王荆玲、李媛媛、黄烈江、彭晨、田露、潘国荣、聂建波、朱海燕、汪利刚、严啸威、冯伟烽、沈丽华、施卿云、刘振亚、徐天天、李朋、李超、白孝轩、金强、易永利、余丽、王荷静、林士勇、谷纪亭、黄荣国、刘炜、许飞、沈建浩、戴响静、王孝雨、杨石甫、陈志浩、郭魁、汪兴旺、吕大青、陈超、付黎军、向大勇。

本文件为首次发布。

# 产品碳足迹 产品种类规则 气体绝缘金属封闭开关设备

## 1 范围

本文件提供了产品种类规则，用于量化核算气体绝缘金属封闭开关设备的温室气体（GHG）碳足迹，包括产品的系统边界、生命周期阶段、数据收集和信息披露等的要求和指南。

本文件适用于额定交流电压40.5 kV及以下绝缘金属封闭开关设备碳足迹核算与评价。

本文件仅针对一个单一影响类别，即气候变化，不评价产品生命周期产生的其他方面环境潜在影响，也不评价产品生命周期可能产生的社会和经济影响。

## 2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2900.20 电工术语 高压开关设备和控制设备

GB/T 24024 环境标志和声明 I型环境标志 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 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

## 3 术语和定义

### 3.1

**气体绝缘金属封闭开关设备** gas-insulated metal-enclosed switchgear

至少有一部分采用高于大气压的气体作为绝缘介质的金属封闭开关设备。

注1：三极封闭气体绝缘开关设备适用于三极封闭在一个公共外壳内的开关设备。

注2：单极封闭气体绝缘开关设备适用于每极封闭在一个独立外壳内的开关设备。

[来源:GBT 2900.20-2016, 4.4.6]

### 3.2

**产品种类** product category

具有同等功能的产品群组。

[来源:GB/T 24024, 3.3]

### 3.3

**产品碳足迹** carbon footprint of a product

CFP

产品系统中的GHG排放量和GHG清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

[来源:GB/T 24067, 3.1.1]

### 3.4

**产品部分碳足迹 partial carbon footprint of a product  
partial CFP**

在产品系统生命周期内的一个或多个选定阶段或过程中的 GHG 排放量和 GHG 清除量之和,并以二氧化碳当量表示。

[来源:GB/T 24067, 3.1.2]

### 3.5

**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。

[来源:GB/T 24067, 3.1.10]

### 3.6

**温室气体 greenhouse gas  
GHG**

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地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

注:本文件涉及的温室气体包括二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)、六氟化硫(SF<sub>6</sub>)和三氟化氮(NF<sub>3</sub>)

[来源:GB/T 24067, 3.2.1]

### 3.7

**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迫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, 3.15]

### 3.8

**温室气体排放因子 greenhouse gas emission factor  
GHG emission factor**

活动数据与温室气体排放相关的系数。

[来源:GB/T 24067, 3.2.7]

### 3.9

**生命周期 life cycle**

产品相关的连续且相互连接的阶段,包括原材料获取或从自然资源中生成原材料至生命末期处理。

注:与产品相关的生命周期阶段包括原材料获取、生产、销售、使用和生命末期处理。

[来源:GB/T 24067, 3.4.2]

## 3.10

**系统边界 system boundary**

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品碳足迹评价中产品系统的一部分。

[来源:GB/T 24044, 3.32]

## 3.11

**单元过程 unit process**

进行生命周期清单分析时为量化活动水平数据确定的最基本部分。

[来源:GB/T 24044, 3.34]

## 3.12

**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 24040, 3.20]

## 3.13

**声明单位 functional unit**

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

示例: 质量 (1 千克粗钢)、体积 (1 升原油)。

[来源:GB/T 24067, 3.3.8]

## 3.14

**初级数据 primary data**

通过直接测量或基于直接测量值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和/或温室气体活动数据。

[来源: GB/T 24067, 3.6.1]

## 3.15

**现场数据 site-specific data**

从产品系统内部获得的初级数据。

注 1: 所有现场数据均为初级数据, 但并不是所有初级数据都是现场数据, 因为数据可能是从不同产品系统内部获得。

注 2: 现场数据包括场地内一个特定单元过程的温室气体排放量和温室气体清除量。

[来源: GB/T 24067, 3.6.2]

## 3.16

**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 24067，3.6.3]

### 3.17

#### 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。

[来源：GB/T 24044，3.18]

## 4 产品种类的定义和描述

### 4.1 产品种类

本文件适用于工厂装配的、额定交流电压 40.5 kV 及以下、户内或户外安装的、频率为 50Hz 及以下的气体绝缘金属封闭开关设备，其外壳内可能装有固定式或可移开式的元件，并充有绝缘用气体。

### 4.2 产品组成

气体绝缘金属封闭开关设备由外壳、断路器、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器、保护装置、控制装置、测量装置、母线、连接件和出线终端等组成。

### 4.3 产品技术特性和用途

4.3.1 气体绝缘金属封闭开关设备产品描述应使用户能够明确识别产品，主要技术参数信息包括：

- a) 额定电压；
- b) 额定频率；
- c) 额定电流；
- d) 绝缘气体的质量；
- e) 绝缘气体的组成；
- f) 工作条件（包括海拔、户内外、温度、湿度、污秽等）；
- g) 产品净重；
- h) 产品尺寸；
- i) 绝缘水平。

4.3.2 气体绝缘金属封闭开关设备是电力系统中用于控制、保护和隔离电气设备的关键组件，用途信息一般包括：

- a) 产品应用的主要场景（工业/通信/建筑/交通/住宅等）；
- b) 产品应用的主要地理区域。

## 5 目的和范围

### 5.1 功能单位或声明单位

功能单位或声明单位应与产品碳足迹研究的目的和范围保持一致，主要目的是为相关的输入和输出数据的归一化提供参考基准。

气体绝缘金属封闭开关设备产品部分碳足迹研究宜采用声明单位，单位为 1 台气体绝缘金属封闭开关设备，宜包括产品包装。

## 5.2 参考使用寿命

气体绝缘金属封闭开关设备应该具备安全、可靠和持久的使用特性。在规定的工作条件下，气体绝缘金属封闭开关设备的使用寿命参考生产商的说明书。说明书没有提供的，参考使用寿命为 20 年。

## 5.3 系统边界

气体绝缘金属封闭开关设备的碳足迹核算可涵盖全生命周期（从“摇篮到坟墓”），即包括原辅材料获取、产品生产、产品销售、产品使用和生命末期处置全过程；也可根据产品碳足迹研究目的选取部分生命周期阶段核算，如包括原辅材料获取和产品的过程（从“摇篮到大门”）。流程如图 1 所示。

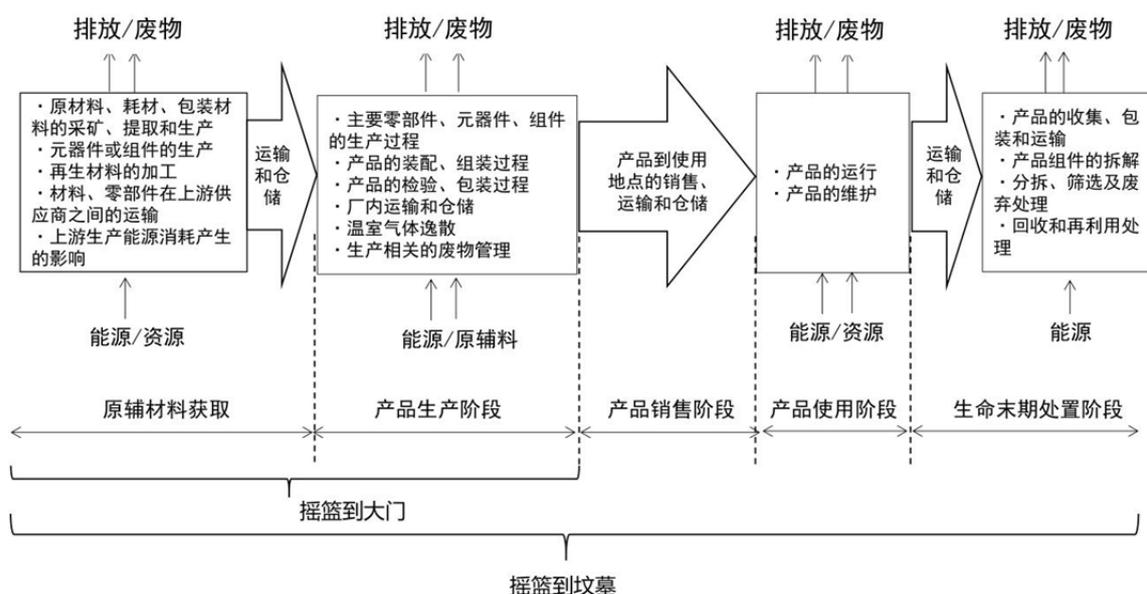


图 1 气体绝缘金属封闭开关设备生命周期系统边界图

### 5.3.1 生命周期阶段

#### 5.3.1.1 原辅材料获取阶段

原辅材料获取从自然界材料提取开始，在原辅材料到达生产工厂为止，包括原辅材料从上一级供应商到生产工厂之间的各类运输和仓储。原辅材料获取阶段流程包括：

- 原材料的采矿、提取和生产（不锈钢、铜等）；
- 耗材、包装材料的生产；
- 上游供应商元器件或组件的生产（断路器等）；
- 再生材料的加工（回收钢材等）；
- 材料、零部件在上游供应商之间的运输；
- 上游生产使用电力、热力和化石燃料产生的影响。
- 原辅材料从上一级供应商到生产工厂之间的各类运输和仓储。

注：还可能包括未详尽列出的上游流程。但属于 5.3.2 系统边界排除的部分除外。

#### 5.3.1.2 产品生产阶段

产品生产从原辅材料进入生产工厂开始，在最终产品离开生产工厂为止。产品生产阶段流程包括：

- 主要零部件、元器件、组件的生产过程；

- b) 产品的装配与组装；
- c) 产品的检验与包装；
- d) 在生产厂区内的运输和仓储；
- e) 生产厂区内的温室气体逸散；
- f) 生产过程相关的废物管理。

### 5.3.1.3 产品销售阶段

产品销售从最终产品离开生产工厂开始，在产品到达使用地点为止，包括最终产品从生产工厂到使用地点之间的各类销售、运输和仓储活动。

### 5.3.1.4 产品使用阶段

产品使用从产品到达使用地点开始，到产品使用寿命结束为止。产品使用阶段流程包括：

- a) 产品的运行，包括能源消耗和温室气体逸散；
- b) 产品日常维护过程产生的影响。

### 5.3.1.5 生命末期处置阶段

生命末期处置从产品使用寿命结束开始，到产品回归自然或分配到另一种产品的生命周期结束。生命末期处置阶段的流程包括：

- a) 生命末期产品的收集、包装和运输；
- b) 产品组件的拆解；
- c) 分拆、筛选及废弃处理；
- d) 回收和再利用处理。

## 5.3.2 系统边界排除

与以下方面有关的温室气体排放不应纳入系统边界：

- a) 生产设备、建筑等资本品的制造及维护、处置；
- b) 员工通勤、商务旅行；
- c) 研发活动、市场营销和广告（包括设计活动）；
- d) 厂区人员生活设施（宿舍、食堂）及能耗。

## 6 数据收集与处理要求

### 6.1 数据收集要求

气体绝缘金属封闭开关设备产品碳足迹核算应收集系统边界内划分的所有单元过程的输入和输出数据，应尽可能收集初级数据，无法获取初级数据的情况下，可收集次级数据。气体绝缘金属封闭开关设备产品碳足迹核算生命周期各阶段数据清单参见表 1。

表 1 气体绝缘金属封闭开关设备产品碳足迹核算数据收集要求

生命周期阶段	数据类型	数据清单
原辅材料获取	初级数据	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 不锈钢板、覆铝锌板、冷轧钢板、铜排、绝缘气体等原材料的消耗量；</li> <li>b) 断路器等元器件或组件的数量、材质和组成、生产过程的能源消耗；</li> <li>c) 生产焊接用氩气，激光切割用氮气、氧气等耗材的消耗量；</li> <li>d) 木托等包装材料的消耗量；</li> </ul>

		<p>e) 如有用到再生材料，再生材料的消耗量；</p> <p>f) 每种原辅材料从上一级供应商到生产工厂的转运和仓储情况、位置信息及运输距离；</p> <p>g) 每段运输的运输方式，包括运输工具、燃料类型、标准运输荷载；</p> <p>h) 每种原辅材料的运输数量和重量；</p> <p>i) 其他。</p>
	次级数据	<p>a) 无法获取断路器元器件或组件的初级数据时，可采用供应商提供的元器件或组件从摇篮到大门的碳足迹数据；</p> <p>b) 温室气体排放因子数据可使用次级数据；</p> <p>c) 其他。</p>
产品生产	初级数据	<p>a) 生产、组装、检验等过程中燃料、热力等能源消耗量；</p> <p>b) 电力消耗量、电力类型及相关的电力交易合同、能源属性证书等材料；</p> <p>c) 厂内运输、仓储能源消耗量；</p> <p>d) 空调冷媒、CO<sub>2</sub>灭火器、绝缘气体等温室气体逸散量；</p> <p>e) 废弃物的产生量及处理方式；</p> <p>f) 数据分配相关的生产工时、产品产量、产品重量、产品体积、员工数、产品产值等相关数据；</p> <p>g) 其他。</p>
	次级数据	<p>a) 温室气体排放因子数据可使用次级数据；</p> <p>b) 其他。</p>
产品销售	初级数据	<p>a) 产品的重量和销售数量；</p> <p>b) 产品从生产工厂到使用地点的转运和仓储情况、位置信息及运输距离；</p> <p>c) 每段运输的运输方式，包括运输工具、燃料类型、标准运输荷载；</p> <p>d) 其他。</p>
	次级数据	<p>a) 温室气体排放因子数据可使用次级数据；</p> <p>b) 其他。</p>
产品使用	初级数据	<p>a) 产品运行和维护过程的燃料、电力等能源消耗量；</p> <p>b) 温室气体逸散量或补气维护过程的绝缘气体补充量；</p> <p>c) 其他。</p>
	次级数据	<p>a) 无法获取产品使用的实际能源消耗量和绝缘气体补充量时，可设计产品使用阶段的情景假设，包括产品使用者、产品使用概况、能耗情况、补气维护计划、使用寿命等；</p> <p>b) 温室气体排放因子数据可使用次级数据；</p> <p>c) 其他。</p>
生命末期处置	初级数据	<p>a) 生命末期的处理方式及处置量；</p> <p>b) 产品拆解、筛选及运输到最终处置地的燃料、电力等能源消耗量；</p> <p>c) 可回收利用材料的总重量及在回收过程中的能源消耗；</p> <p>d) 其他。</p>
	次级数据	<p>a) 无法获取生命末期处置的实际处理方式和相关数据时，可设计生命末期处置的情景假设，包括处理方式和处理量；</p> <p>b) 温室气体排放因子数据可使用次级数据；</p> <p>c) 其他。</p>

注 1：产品使用阶段的情景假设应根据公布的技术资料来确定；a) 规定了产品使用阶段情景假设的已发布的国际、

国家、行业标准或指南；b) 基于选定市场记录的产品使用概况；c) 制造商的正确使用建议。

注 2：生命末期处置阶段的情景假设应基于可用的最佳信息来确定，例如地理位置和技术水平等。

## 6.2 数据取舍原则

若某排放源的 GHG 排放量估测值小于或等于产品生命周期内 GHG 排放量估测值的 1%，则可舍去。但所有舍去部分的 GHG 排放量估测值合计不得超过产品生命周期内 GHG 排放量估测值的 5%，且舍去的部分应有书面记录并说明舍去原因。

## 6.3 数据分配规则

若数据需在多产品工艺中进行分配，应采用以下步骤：

- a) 应通过将工艺划分成两个或多个子过程，并收集与这些子过程相关的数据来避免分配；
- b) 如果不能避免分配，应根据物理关系进行分配，无论哪一项是制约因素（如生产工时、产品产量、产品重量、产品体积等）；
- c) 如果无法找到物理关系，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。

## 6.4 数据质量要求

开展产品碳足迹核算的组织宜建立数据管理体系，并努力持续提高数据的质量。在确定产品碳足迹核算所使用的初级活动水平数据和次级数据时，应考虑以下方面：

- a) 覆盖范围：数据的覆盖范围与产品的系统边界保持一致，且能满足产品碳足迹核算的需要；
- b) 时间代表性：一般情况下，数据的收集时间为最近一年；生产期间未达一年者，以最近至少一个月的生产期间为基础，同时应考虑该数据的代表性与准确性；
- c) 地理代表性：收集数据所在的地理区域，以及针对具有地理特性的产品的具体数据；
- d) 技术代表性：数据是针对一项具体技术还是技术的组合，应优先选择针对产品的具体技术数据；
- 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，测量的周期应足够长，数据取舍应满足 6.2 的取舍规则；
- 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实践者重现产品碳足迹核算结果；
- i) 透明性：以公开、全面和可理解的信息表述方式处理和记录所有相关假设、方法、数据来源、估算等问题；
- j) 数据来源：当初级活动水平数据易于获取时，产品碳足迹的核算应优先使用初级活动水平数据；用于产品碳足迹核算的所有数据，其获得方式和来源均应予以说明；
- k) 不确定性：应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，包括参数（如活动数据、温室气体排放因子）的不确定性、情景（如使用阶段情景或废弃处置阶段情景）的不确定性、模型的不确定性；
- l) 敏感性：如果情景假设的结果对产品碳足迹研究的结论是有显著影响的，则应进行敏感性分析。

## 7 碳足迹核算与报告

### 7.1 计算过程

气体绝缘金属封闭开关设备设备全生命周期（从“摇篮到坟墓”）产品碳足迹核算见公式（1），产品部分碳足迹可根据研究目的选取一个或多个阶段计算加和。

$$E_{GHG} = E_{\text{原辅材料获取}} + E_{\text{产品生产}} + E_{\text{产品销售}} + E_{\text{产品使用}} + E_{\text{生命末期处置}} \quad (1)$$

式中：

$E_{GHG}$ ——产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{原辅材料获取}}$ ——产品原辅材料获取阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{产品生产}}$ ——产品生产阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{产品销售}}$ ——产品销售阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{产品使用}}$ ——产品使用阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{生命末期处置}}$ ——产品生命末期处置阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）。

#### 7.1.1 原辅材料获取阶段

原辅材料获取阶段温室气体排放量核算见公式（2）。

$$E_{\text{原辅材料获取}} = \sum_i M_{\text{原辅材料获取}, i} \times EF_{\text{原辅材料获取}, i} + \sum_i M_{\text{原辅材料运输}, i} \times S_{\text{原辅材料运输}, i} \times EF_{\text{原辅材料运输}, i} \quad (2)$$

式中：

$M_{\text{原辅材料获取}, i}$ ——原辅材料获取过程中第  $i$  种原辅材料的活动水平数据，单位为千克（kg）；

$EF_{\text{原辅材料获取}, i}$ ——原辅材料获取过程中第  $i$  种原辅材料“摇篮到大门”的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO<sub>2</sub>e/kg）；

$S_{\text{原辅材料运输}, i}$ ——原辅材料运输过程中第  $i$  种原辅材料的运输距离，单位为千米（km）；

$EF_{\text{原辅材料运输}, i}$ ——原辅材料运输过程中第  $i$  种原辅材料运输相关的温室气体排放因子，与运输工具及标准荷载有关，单位为千克二氧化碳当量每千克千米（kgCO<sub>2</sub>e/（kg·km））。

#### 7.1.2 产品生产阶段

产品生产阶段温室气体排放量核算见公式（3）-（6）。

$$E_{\text{产品生产}} = E_{\text{电、热消耗}} + E_{\text{化石燃料燃烧}} + E_{\text{温室气体逸散}} + E_{\text{废弃物处置}} \quad (3)$$

式中：

$E_{\text{废弃物处置}}$ ——产品生产阶段废弃物处置环节产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；计算参考产品生命末期处置阶段的计算。

$$E_{\text{电、热消耗}} = \sum_i AD_{\text{电力}, i} \times EF_{\text{电力}} + \sum_i AD_{\text{热力}, i} \times EF_{\text{热力}} \quad (4)$$

式中：

$AD_{\text{电力}, i}$ ——产品生产  $i$  单元过程电力消耗量，单位为千瓦时（kWh）；

$EF_{\text{电力}}$ ——电力的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO<sub>2</sub>e/kWh）；

$AD_{\text{热力}, i}$ ——产品生产  $i$  单元过程热力消耗量，单位为兆焦（MJ）；

$EF_{\text{热力}}$ ——热力的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每兆焦（kgCO<sub>2</sub>e/MJ）。

注：内部发电、直供电力、电网电力等用电类型相关的电力温室气体排放因子选取方法参考 GB/T 24067 的 6.4.9.4 电力。

$$E_{\text{化石燃料燃烧}} = \sum_{i, j} FC_{i, j} \times NCV_j \times CC_j \times OF_j \times \frac{44}{12} \quad (5)$$

式中：

$FC_{i, j}$ ——产品生产  $i$  单元过程化石燃料  $j$  的消耗量，固体和液体燃料的单位为千克（kg），气体燃料单位为万标准立方米（万 Nm<sup>3</sup>）；

$NCV_j$ ——化石燃料  $j$  的低位发热值，固体和液体燃料的单位为兆焦/千克（MJ/kg），气体燃料的单位为吉焦/万标准立方米（GJ/万 Nm<sup>3</sup>）；

$CC_j$ ——化石燃料  $j$  的单位热值含碳量，单位为千克碳/兆焦（kgC/MJ）；

$OF_j$ ——化石燃料  $j$  的碳氧化率，单位为百分比（%）。

$$E_{\text{温室气体逸散}} = \sum_i Q_{i, j} \times GWP_j \quad (6)$$

式中：

$Q_{i, j}$ ——产品生产  $i$  单元过程温室气体  $j$  的逸散量，单位为千克（kg）；

$GWP_j$ ——温室气体  $j$  的全球变暖潜势。

注：温室气体逸散主要涉及生产过程中制冷设备制冷剂、SF<sub>6</sub>等逸散，宜优先采用企业直接测量或记录的数据，或者通过能量平衡、物料平衡等方法测算的数据。

### 7.1.3 产品销售阶段

产品销售阶段温室气体排放量核算见公式（7）

$$E_{\text{产品销售}} = \sum_i M_{\text{产品}, i} \times S_{\text{加权}, i} \times EF_{\text{运输}, i} + \sum E_{\text{仓储}} \quad (7)$$

式中：

$E_{\text{仓储}}$ ——产品销售阶段仓储环节产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；计算参考产品生产阶段的计算。

$M_{\text{产品}, i}$ ——第  $i$  种运输方式的产品运输质量，单位为千克（kg）；

$S_{\text{加权}, i}$ ——第  $i$  种运输方式的产品加权运输距离，单位为千米（km）；

$EF_{\text{运输}, i}$ ——第  $i$  种运输方式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<sub>2</sub>e/（kg·km））。

### 7.1.4 产品使用阶段

产品使用阶段温室气体排放量核算见公式（8）-（9）。

$$E_{\text{产品使用}} = E_{\text{电力消耗}} + E_{\text{温室气体逸散}} \quad (8)$$

$$E_{\text{电力消耗}} = \sum_i P_i \times t_i \times EF_{\text{电}, i} \quad (9)$$

式中：

$P_i$ ——第  $i$  种状态下的实际运行功率，单位是千瓦 (kW)；

$t_i$ ——第  $i$  种状态下的运行时间，单位是小时 (h)；

$EF_{\text{电}, i}$ ——电力消耗的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时 (kgCO<sub>2</sub>e/kWh)；

$E_{\text{温室气体逸散}}$ ——产品使用阶段温室气体逸散产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO<sub>2</sub>e)，计算参考产品生产阶段温室气体逸散的计算。

注 1：使用阶段的状态包括不同的负载状态，以及常规检修、交接试验、例行试验等检修或试验状态。

注 2：不宜忽略各状态下微机保护、继电保护、智能仪表、硅胶加热器、温湿度控制器、信号灯等能耗较大元器件的电力消耗产生的温室气体排放。

### 7.1.5 生命末期处置阶段

生命末期处置阶段温室气体排放量核算见公式 (10)。

$$E_{\text{生命末期处置}} = \sum_i M_{\text{处置量}, i} \times EF_{\text{处置}, i, j} \times GWP_j \quad (10)$$

式中：

$M_{\text{处置量}, i}$ ——第  $i$  种处置方式 (焚烧、填埋等) 的活动水平数据，单位为千克 (kg)；

$EF_{\text{处置}, i, j}$ ——第  $i$  种处置方式产生的温室气体  $j$  的排放因子数据，单位为千克温室气体每千克 (kgGHG/kg)；

$GWP_j$ ——温室气体  $j$  的全球变暖潜势。

注：回收再利用处理的计算方式参考 GB/T 24067 的附录 D。

## 7.2 碳足迹报告

### 7.2.1 基本情况

应包括但不限于委托方、生产者、评价方基本情况介绍、产品名称及描述等。

### 7.2.2 量化目的

应包括但不限于开展评价的依据标准、原因和目的、预期用途等。

### 7.2.3 量化范围

应包括但不限于产品的功能单位或声明单位、系统边界、取舍原则、时间范围等。

### 7.2.4 清单分析

应包括但不限于产品生命周期各阶段的活动水平数据收集及来源说明、分配原则与程序、温室气体排放因子来源说明、计算程序、清单结果和数据质量评价等。

### 7.2.5 影响评价

应包括但不限于影响类型和特征化因子选择(一般选则 IPCC 给出的 GWP<sub>100</sub>)和产品碳足迹结果计算。

### 7.2.6 结果解释

应包括但不限于结果说明、与方法学和数据有关的假设和局限说明、改进建议。

### 7.3 记录和保存

产品碳足迹核算的支撑资料,包括(但不限于)系统边界、生命周期阶段、温室气体排放因子、活动数据来源、原辅材料的识别、分配的依据、关于排除的说明等。支撑资料应以适于分析和核证的格式被记录和保存。

记录应至少保存五年。

### 7.4 有效期

基于本标准核算的气体绝缘金属封闭开关设备产品碳足迹报告,从报告签发之日(“批准日期”)起计两年。

如技术变化或其他情况导致以下情况,原评价结果即时失效,并应重新核算该产品碳足迹:

a) 任何变化导致产品碳足迹变化超过 10%,且此情况持续超过三个月以上,则应重新进行该产品的碳足迹核算;

b) 对两年内未有产品信息、内容或其他环境信息的重大更改。

附录 A  
(资料性)

部分温室气体的全球增温潜势 (GWP)

气体名称	化学分子式	100 年的 GWP (截止出版时)
二氧化碳	CO <sub>2</sub>	1
甲烷	CH <sub>4</sub>	27.9
氧化亚氮	N <sub>2</sub> O	273
三氟化氮	NF <sub>3</sub>	17,400
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	14,600
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	771
HFC-41	CH <sub>3</sub> F	135
HFC-125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	3,740
HFC-134	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	1,260
HFC-134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	1,530
HFC-143	CH <sub>2</sub> FCHF <sub>2</sub>	364
HFC-143a	CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	5,810
HFC-152a	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	164
HFC-227ea	CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub>	3,600
HFC-236fa	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	8,690
全氟碳化物 (PFCs)		
全氟甲烷 (四氟甲烷)	CF <sub>4</sub>	7,380
全氟乙烷 (六氟乙烷)	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	12,400
全氟丙烷	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	9,290
全氟丁烷	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	10,000
全氟环丁烷	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	10,200
全氟戊烷	C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>	9,220
PF 全氟己烷	C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	8,620
六氟化硫	SF <sub>6</sub>	25,200
注：部分温室气体的全球变暖潜势来源于气候变化专门委员会 (IPCC) 《气候变化报告 2021：自然科学基础 第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》		

附录 B  
(资料性)

绝缘气体情景设计参考

**B.1** 产品使用阶段，使用封闭压力系统的气体绝缘金属封闭开关设备，根据 GB/T 11022 中 6.16.3，绝缘气体情景设计参考：

- a) 预期使用寿命为 20 年，且应保证在预期使用寿命终了前不会降低至最低功能压力（密度）。
- b) 制造厂对封闭压力系统的密封性以及正常使用条件下的补气时间间隔有计划维护的，根据制造厂的补气维护计划设计情景。
- c) 对于制造厂没有补气维护计划的，在标准周围空气温度 20℃时，以 SF<sub>6</sub> 气体和 SF<sub>6</sub> 混合气体为绝缘气体的产品，每个隔室的相对漏气率为每年 0.5%；以其他气体为绝缘气体的产品，每个隔室的相对漏气率为每年 0.5%或 1%。
- d) 若地方性法规或者政府规章要求的 SF<sub>6</sub> 相对漏气率更低（如每年 0.1%），则根据法规或规章的要求设计情景。

**B.2** 产品使用阶段，使用密封压力系统的气体绝缘金属封闭开关设备，根据 GB/T 11022 中 6.16.4，绝缘气体情景设计参考：

- a) 预期使用寿命以制造厂设计为准，至少为 20 年，且应保证在预期使用寿命终了前不会降低至最低功能压力（密度）。
- b) 制造厂规定了允许漏气率的，根据规定设计情景。没规定允许漏气率的，使用期间 SF<sub>6</sub> 气体相对漏气率小于每年 0.1%。

**B.3** 生命末期处置阶段，根据 GB/T 8905 中 11.3，以 SF<sub>6</sub> 和 SF<sub>6</sub> 混合气体为绝缘气体的产品，解体前需对气体全面分析，以确定其有害成分含量，制定防毒措施。并通过气体回收装置将六氟化硫气体全部回收。