

中国电器工业协会标准

T/CEEIA XXXX-XXXX

电工行业产品碳足迹评价导则
高压开关设备和控制设备

Guidelines for carbon footprint assessment of products in the electrical
industry—High voltage switchgear and controlgear

(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。

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中国电器工业协会 发布

目 次

前 言 III

引 言 IV

1 范围 5

2 规范性引用文件 5

3 术语和定义 5

4 碳足迹评价原则 6

 4.1 生命周期 6

 4.2 功能单位 6

 4.3 相关性 6

 4.4 完整性 6

 4.5 准确性 6

 4.6 真实性 6

 4.7 保密性 7

5 碳足迹评价流程 7

6 碳足迹评价边界 7

7 碳足迹评价数据收集 7

 7.1 取舍准则 7

 7.2 数据质量要求 7

 7.3 产品型式试验报告 8

 7.4 产品原材料获取数据 8

 7.5 产品生产制造数据 8

 7.6 产品运输数据 9

 7.7 产品使用运行数据 9

 7.8 产品回收处理数据 9

8 碳足迹评价计算 10

 8.1 产品原材料数据 10

 8.2 产品生产制造数据 10

 8.3 产品运输数据 10

 8.4 产品使用运行数据 11

 8.5 产品回收处理数据 11

 8.6 产品碳排放总量 11

9 碳足迹评价等级 12

10 碳足迹评价报告 12

 10.1 报告内容 12

 10.2 报告有效期 12

附录 A（资料性） 碳排放环境影响 13

 A.1 碳排放环境影响类型及指标 13

 A.2 碳排放指标分类评价 13

附录 B（资料性） 产品碳足迹评价报告示例 14

 B.1 报告首页 14

B.2 报告内容 14

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这些专利的责任。

本文件由中国电器工业协会提出并归口。

本文件起草单位：西安高压电器研究院股份有限公司、

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

引 言

为应对人类活动引起的全球气候变化问题，从产品的供应链层面进行温室气体排放管理已逐渐成为世界应对气候变化的共识。为深入宣贯国务院《深化标准化改革方案》、《全面质量提升方案》总体部署，引导企业低碳转型升级，引导公众低碳消费，促进绿色贸易，提高我国绿色竞争力，建立健全的电工行业高压开关设备和控制设备碳足迹评价体系及标准为当务之急。

本文件给出了高压开关设备和控制设备碳足迹核算及评价的标准与流程，目的包括但不限于：

- 提高高压开关设备和控制设备碳足迹评价和通报的透明性和一致性；
- 帮助相关方更好地了解高压开关设备和控制设备碳排放情况，识别此类产品的减排机会；
- 促进企业制定和实施贯穿产品生命周期的温室气体排放管理策略和行动。

电工行业产品碳足迹评价导则 高压开关设备和控制设备

1 范围

本文件规定了高压开关设备和控制设备碳足迹评价原则、碳足迹评价流程、碳足迹评价边界、碳足迹评价数据收集、碳足迹评价计算、碳足迹评价等级和碳足迹评价报告。

本文件适用于 3.6 kV 及以上高压开关设备和控制设备的碳足迹评价。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

开关设备和控制设备 switchgear and controlgear

开关装置及与其相关的控制、测量、保护和调节设备的组合，以及这些装置和设备同相关的电气连接、辅件、外壳和支撑件的总装的总称。

[来源：GB/T 2900.20-2016, 3.1]

3.2

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。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.13]

3.3

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]

3.4

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 24040-2008, 3.1]

3.5 数据质量 data quality

数据在满足所声明的要求方面的能力特性。

[来源：GB/T 24040-2008, 3.19]

3.6

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 24040-2008, 3.20]

3.7

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 24040-2008，3.32]

3.8

单元过程 unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。
[来源：GB/T 24040-2008，3.34]

4 碳足迹评价原则

4.1 生命周期

高压开关设备和控制设备碳足迹评价应考虑产品生命周期的所有阶段，即：

- a) 原材料获取阶段；
- b) 生产制造阶段；
- c) 运输阶段；
- d) 安装调试阶段；
- e) 使用运行阶段；
- f) 回收处理阶段。

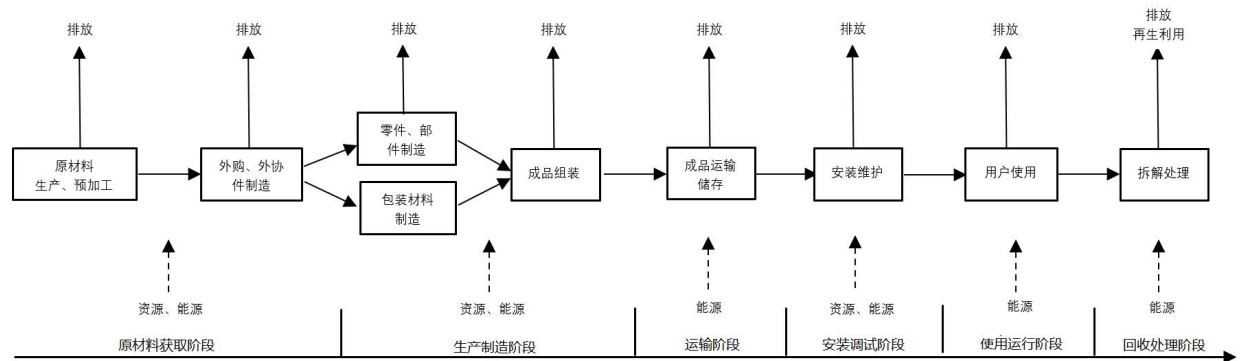


图 1 高压开关设备和控制设备生命周期

不同产品可根据生命周期实际用能及排放情况进行取舍，选取适用阶段作为该产品碳足迹边界。

4.2 功能单位

功能单位宜定义为有详细指标（如产品名称，主要参数等）的单个高压开关产品（如销售单位，不包括所配备的附件）。

碳足迹报告中应以每功能单位的二氧化碳当量来记录产品碳足迹量化的结果。

4.3 相关性

选择适合于用户需求的碳排放源、数据和方法。

4.4 完整性

应包括所有相关的碳排放。

4.5 准确性

尽可能地减少偏见和不确定性。

4.6 真实性

收集的数据应真实可靠，真实反映生产企业的碳排放。

4.7 保密性

数据收集可能包含机密信息，应确保利益相关方相互交流信息的保密性。

5 碳足迹评价流程

碳足迹评价流程如下：

（一）申请和受理

评价机构与评价委托方签订协议，签订协议之前，明确评价的具体目标，包括产品信息、开展原因、预期用途、通报方式、目标受众；

（二）评价准备

评价机构签订协议后，根据委托方性质和要求，确定评价小组和成员，并要求委托方在商定日期内提供相关文件；

（三）文件评审

通过文件评审，初步确定系统边界，包括功能单位、时间地理范围、生命周期阶段等内容，并确定现场走访思路，识别现场走访重点；

（四）现场审核

根据文件评审结果，明确核查目的、核查计划、涉及抽样的制定抽样计划，确定现场核查程序，核查计划应在 5 个工作日内发给委托方确认。现场核查一般可按照召开见面会介绍核查计划、现场收集和验证 信息、召开总结会介绍核查发现等步骤实施。核查组应对在现场收集的信息的真实性进行验证，确保其能够满足核查的要求。必要时可以在获得重点排放单位同意后，采用复印、记录、摄影、录像等方式保存相关记录。现场核查后，评价机构将文件评审与现场审核发现的不符合项提交委托方整改并关闭；

（五）报告编制

根据文件评审和现场审核结果，完成评价报告的编制，报告应真实、客观、逻辑清楚，并采用统一格式；

（六）报告交付

在签订日期前将报告交付给委托方；

（七）证书颁发

根据评价报告，颁发证书。

6 碳足迹评价边界

碳足迹系统边界的确定可根据产品数据获取难易情况和排放情况的不同而不同，宜规定：

- 生命周期各阶段选择（见 4.1）；
- 数据取舍（见 7.1）；
- 数据质量，包含时间范围等（见 7.2）。

7 碳足迹评价数据收集

7.1 取舍准则

数据收集应包括系统边界内可能对产品碳足迹有实质性贡献的所有温室气体排放，如果发现忽略的单元过程对碳足迹不重要，可能因实际原因排除，应在报告中给予说明。

7.2 数据质量要求

产品碳足迹计算宜使用能尽可能降低偏向性和不确定性的具有最高质量的数据。应选取能满足评价目标和内容的初级数据和次级数据。数据的质量应从定量和定性两个方面来衡量，衡量时宜涉及数据的以下方面：

- a) 时间范围：应优先考虑最近年份的数据和收集数据的最短时间期限。初级数据应是最近一年的平均数据。如果为生产不到一年的产品，平均数据应从产品生产初始开始收集；
- b) 地理范围：应优先考虑产品所在地域所取得的具体数据；
- c) 技术覆盖面：应优先考虑针对产品某项具体技术所取得的具体数据；
- d) 代表性：所收集到的数据值应能代表产品的实际情况。
- e) 准确性：所收集到的数据值与真值的接近程度。应优先考虑最准确的数据；
- f) 精确性：对某数据（如活动数据）的重复估计数值彼此之间的接近程度，即对每个数据值变化率的度量（如方差）。应优先选择更精确（即具有最小统计方差）的数据；
- g) 完整性：包括由测量得到的数据所占的百分比，数据能代表利益相关方的程度，以及样本容量是否足够大、测量频率是否足够高等方面；
- h) 一致性：在分析的各个部分中应以统一的方式开展数据选择；
- i) 可再现性：有关方法和数据值的信息能应允许独立的专人再现研究报告的结果。

注1：初级数据是指对于某个产品生命周期活动的定量测量。乘以排放因子后得到某过程所产生的温室气体排放量，见PAS 2050:2011的3.36。

注2：次级数据是指从产品生命周期所包括的过程中直接测量以外的来源获得的数据，见PAS 2050:2011的3.43。

注3：活动数据是指导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值，如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等，GB/T 32150-2015的3.12。

7.3 产品型式试验报告

生产企业宜提供产品型式试验报告作为参考资料，这有助于产品碳足迹评价数据收集。

7.4 产品原材料获取数据

原材料获取阶段主要考虑钢、铁、铜、环氧等材料生产的能耗导致的温室气体的间接排放和直接排放。产品原材料数据清单见表 1。

表 1 产品原材料获取数据清单

序号	部件名称	零件名称	自制/外购	材料	数量(件/个)	总量 (kg)	二氧化碳排放当量 (kgCO ₂ e)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
注1： 产品原材料明细宜与企业BOM表对应。							
注2： 对于外购件，根据实际情况，可填写数量和二氧化碳排放当量。							

7.5 产品生产制造数据

生产制造阶段主要考虑零部件制造、安装、试验、传送以及各工序间衔接等过程、废气废液处理的电能消耗和温室气体直接排放。产品生产制造能耗数据清单见表 2，产品生产制造温室气体直接排放数据清单见表 3。

在碳排放报告中宜对能耗数据和温室气体直接排放数据的分配情况给予说明。

表 2 产品生产制造能耗数据清单

序号	生产工序	使用能源种类（电/蒸汽/天然气/石油/生物燃料等）	能耗
1			
2			
...			

表 3 产品生产制造温室气体直接排放数据清单

序号	温室气体种类	排放量（t）
1		
2		
...		

7.6 产品运输数据

运输阶段分为从零部件供应厂商到生产企业的供货过程、生产企业到产品销售厂商的分销过程、用户从产品销售厂商进行购买的过程和废弃物运输到回收企业的过程。产品运输数据清单见表 4。

表 4 产品运输数据清单

序号	运输物	运输重量（kg）	运输数量	运输方式（公路、铁路、海运、空运）	平均里程数	燃料种类	燃料总量
1							
2							
...							

7.7 产品安装调试数据

安装调试阶段主要考虑高压开关设备和控制设备在安装、调试直至正常使用过程中的能耗和温室气体泄露排放，产品安装调试能耗数据清单见表 5，产品安装调试温室气体泄露排放数据清单见表 6。

表 5 产品安装调试能耗数据清单

序号	安装调试工序	使用能源种类（电/蒸汽/天然气/石油/生物燃料等）	能耗
1			
2			
...			

表 6 产品安装调试温室气体泄露排放数据清单

序号	气体种类	平均实际泄露量（kg）
1		
2		
...		

7.8 产品使用运行数据

使用运行阶段主要考虑高压开关设备和控制设备在使用运行过程中的能耗和温室气体泄露排放，产品使用运行能耗数据清单见表 7，产品使用运行温室气体泄露排放数据清单见表 8。

表 7 产品使用运行能耗数据清单

能耗种类	平均运行电流（A）	回路电阻设计值	回路电阻实测平均值	产品设计寿命（年）	使用地区（国家/省/市）
电能					
注：平均运行电流是指高压开关设备和控制设备运行时流经的电流平均值。					

表 8 产品使用运行温室气体泄露排放数据清单

序号	气体种类	产品设计泄露率	平均实际泄露量（kg）
1			
2			
...			

7.9 产品回收处理数据

回收处理阶段主要包括破碎、焚烧填埋、材料回收和零部件回收等，根据实际情况对高压开关设备和控制设备的零部件采取相应的回收方式。产品回收处理数据清单见表 9。

注：表9序号对应的零件宜与表1一致。

表 9 高压开关设备和控制设备回收处理阶段数据清单

序号	可回收零件名称	数量	单位	重量（kg）	材料类型	报废方式	报废过程 耗能（能源 种类）	报废过程 耗能（能 源数量）

8 碳足迹评价计算

8.1 产品原材料数据

原材料获取阶段碳足迹计算公式如下：

$$G_M = \sum_{i=1}^n (M_i \times EF_i) \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 G_M ——原材料获取阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；
 M_i ——原材料获取活动中消耗的第 i 类材料实物量，单位为千克 (kg)；
 EF_i ——第 i 类材料排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克 (kgCO₂e/kg)。

8.2 产品生产制造数据

生产制造阶段碳足迹计算公式如下：

$$G_P = \sum_{i=1}^n (E_i \times EF_{i2}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 G_P ——生产制造阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；
 E_i ——生产制造活动中消耗的第 i 类能源实物量，单位为千克 (kg)；
 EF_{i2} ——第 i 类能源排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克 (kgCO₂e/kg)。

8.3 产品运输数据

运输阶段碳足迹计算公式如下：

$$G_T = \sum_{i=1}^n (T_i \times D_i \times EF_{i3}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：
 G_T ——运输阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；
 T_i ——第 i 类交通工具的平均每公里能源消耗量，单位为千克 (kg)；
 D_i ——第 i 类交通工具的平均运输距离，单位为公里 (km)；
 EF_{i3} ——第 i 类能源生产排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克 (kgCO₂e/kg)。

8.4 产品安装调试数据

安装调试阶段碳足迹计算公式如下：

$$G_I = \sum_{i=1}^n (E_{i1} \times EF_{i4}) + \sum_{i=1}^n (M_{i1} \times EF_{i5}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

G_I ——安装调试阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；
 E_{i1} ——安装调试活动中消耗的第*i*类能源实物量，单位为千克(kg)；
 EF_{i4} ——第*i*类能源排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克(kgCO₂e/kg)；
 M_{i1} ——安装调试活动中排放的第*i*类材料实物量，单位为千克(kg)；
 EF_{i5} ——第*i*类材料排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克(kgCO₂e/kg)。

8.5 产品使用运行数据

使用运行阶段碳足迹计算公式如下：

$$G_U = E \times T_w \times EF_{i6} + \sum_{i=1}^n (M_{i2} \times EF_{i7}) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

G_U ——使用运行阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；
 E ——年耗电量，单位为千瓦时/年(kwh/y)；
 T_w ——平均运行时间，单位为年(y)；
 EF_{i6} ——全国电网平均电力排放因子(某地区)。
 M_{i2} ——使用运行中排放的第*i*类材料实物量，单位为千克(kg)；
 EF_{i7} ——第*i*类材料排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克(kgCO₂e/kg)。

8.6 产品回收处理数据

回收处理阶段碳排放计算公式如下：

$$G_R = \sum_{i=1}^n (E_{i2} \times EF_{i8}) - \sum_{i=1}^n (M_{i3} \times EF_{i9}) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

G_R ——回收处理阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；
 E_{i2} ——回收处理活动中消耗的第*i*类能源实物量，单位为千克(kg)；
 EF_{i8} ——第*i*类能源生产排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克(kgCO₂e/kg)；
 M_{i3} ——可回收利用的第*i*类材料实物量，单位为千克(kg)；
 EF_{i9} ——可回收利用的第*i*类物质排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克(kgCO₂e/kg)。

注：能源消耗指一次能源燃烧以及二次能源的使用。电力排放因子应根据企业所处电网的具体位置确定。

8.7 产品碳排放总量

高压开关设备和控制设备碳排放总量计算公式如下：

$$G_T = G_M + G_P + G_T + G_I + G_U + G_R \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

G_T ——产品碳排放总量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；
 G_M ——原材料获取阶段碳排放；
 G_P ——生产制造阶段碳排放；
 G_T ——运输阶段碳排放；
 G_I ——安装调试阶段碳排放；
 G_U ——使用运行阶段碳排放；

G_R ——回收处理阶段碳排放。

碳排放总量，应为产品生命周期各个阶段，即原料获取阶段、生产制造阶段、运输阶段、安装调试阶段、使用运行阶段、回收处理阶段所有碳排放的总和。

9 碳足迹评价等级

碳足迹评价级差设定应考虑市场实际现状、目前行业技术水平以及减排技术发展潜力等因素，使得各个等级内都覆盖适当数量的产品。

最高等级体现行业的最佳水平要求，是企业现阶段的努力目标，以促进减排技术的应用；中间等级应体现行业的平均水平要求，以促使整个行业的排放水平逐步达到国家的中长期目标；最低等级体现行业的最低水平要求，应逐步淘汰减排技术落后的产品，促进低成本低碳技术普遍应用。

在考虑产品整体容量及制造商数量的基础上，低于行业平均水平 10% 设定为 1 星产品，行业平均水平设定为 2 星产品，高于行业平均水平 10% 设定为 3 星产品。

附录 A 给出了碳排放环境影响类型及指标，可供参考。

10 碳足迹评价报告

10.1 报告内容

报告内容包括但不限于：

- 基本情况，包括但不限于委托方/评价方基本情况介绍、产品介绍、功能单位等；
- 系统边界，包括但不限于产品生命周期阶段定义、时间周期、地理范围、排放源类型、排放源排除等内容；
- 计算方法，包括但不限于各排放源排放计算公式，如化石燃料燃烧、电耗的排放计算公式等；
- 产品碳足迹计算，包括但不限于各阶段排放源计算程序、活动数据收集及排放系数来源说明、产品生命周期碳足迹结果及说明等内容；
- 报告管理及保存，对报告的使用者、管理保存方法、有效期、保密性等进行说明；
- 参考文献，报告涉及的所有参考文献说明；
- 支持性文件，报告涉及的相关支持材料清单及附件。

附录 B 给出了产品碳足迹评价报告示例。

10.2 报告有效期

产品碳足迹报告有效期由产品生命周期特性决定。若产品碳足迹生命周期发生变化，则原评价结果即时失效，应重新进行该产品的碳足迹评价，具体包括以下两种情形：

- 若产品生命周期的一个计划外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，应重新进行该产品的碳足迹评价；
- 若产品生命周期的一个计划内变化导致产品碳足迹变化超过 5%，且此情况持续超过三个月以上，应重新进行该产品的碳足迹评价。

附 录 A
(资料性)
碳排放环境影响

A. 1 碳排放环境影响类型及指标

环境影响类型根据影响目标的不同可以划分为资源消耗、人体健康、生态健康三大类。高压开关设备和控制设备的环境类型主要采用气候变化、臭氧消耗、土壤和水酸化、水体富营养化、光化学污染物、非生物资源（要素消耗）、非生物资源消耗（化石燃料）7 个指标。

A. 2 碳排放指标分类评价

建立不同环境影响类型的特征化模型。分类评价的结果以表 6 中的物质当量表示。

表 A. 1 高压开关设备和控制设备碳排放环境影响评价

序号	影响类型	数值	高压开关设备和控制设备单位（1kg）对应的环境影响的单位
1	气候变化		kg CO ₂ eq.
2	臭氧消耗		kg CFC-11 eq.
3	土壤和水酸化		kg SO ₂ eq.
4	水体富营养化		kg (PO ₄) ³⁻ eq.
5	光化学污染物		kg C ₂ H ₄ eq.
6	非生物资源（要素消耗）		kg Sb eq.
7	非生物资源消耗（化石燃料）		kJ

附 录 B
(资料性)
产品碳足迹评价报告示例

B.1 报告首页

产品名称：_____

委托单位名称：_____

评价报告编号：_____

评价依据：_____

评价结论：_____公司（填写产品生产者的全名）_____（填写“生产”或“提供”）_____的
（填写评价产品名称），从_____（填写某生命周期阶段）到_____（填写某生命周期阶段）的此生
命周期碳足迹为_____kg CO₂e。

批准人：_____（签名）

评价机构：_____（盖章）

批准日期：_____年_____月_____日

B.2 报告内容

- 一、基本情况
 - 1.1 企业简介
 - 1.2 评价产品简介
- 二、系统边界及范围
 - 2.1 系统边界及范围描述（参见第 6 章）
 - 2.2 生命周期图（参见 4.1）
- 三、计算方法（参见第 8 章）
- 四、产品碳足迹计算（参见第 8 章）
- 五、报告管理及保存
- 六、参考文献
- 七、支持性文件

参 考 文 献

[1] GB/T 1984-2014 高压交流断路器

[2] GB/T 1985-2014 高压交流隔离开关和接地开关

[3] GB/T 2900.20-2016 电工术语 高压开关设备和控制设备

[4] GB/T 3804-2017 3.6 kV~40.5 kV 高压交流负荷开关

[5] GB/T 3906-2020 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

[6] GB/T 7674-2020 额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备

[7] GB/T 11022-2020 高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求

[8] GB/T 11023-2018 高压开关设备和控制设备六氟化硫气体密封试验方法

[9] GB/T 16926-2009 高压交流负荷开关-熔断器组合电器

[10] GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价原则与框架

[11] GB/T 28534-2012 高压开关设备和控制设备中六氟化硫（SF6）气体的释放对环境和健康的影响

[12] GB/T 28537-2012 高压开关设备和控制设备中六氟化硫（SF6）的使用和处理

[13] GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

[14] DB11/T 1418-2017 低碳产品评价技术通则

[15] PAS 2050:2008 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范

[16] T/DZJN001-2018 电器电子产品碳足迹评价通则

[17] 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)

[18] ISO 14040:2006 环境管理 生命周期评价 原则与框架

[19] ISO 14044:2006 环境管理 生命周期评价 要求与导则

[20] ISO 14067:2018 温室气体 产品碳足迹量化要求及指南
