

西门子交通电气设备(上海)有限公司

低压开关控制柜碳足迹报告

制造商：西门子交通电气设备(上海)有限公司

产品：低压开关控制柜

日期：2022 年 8 月

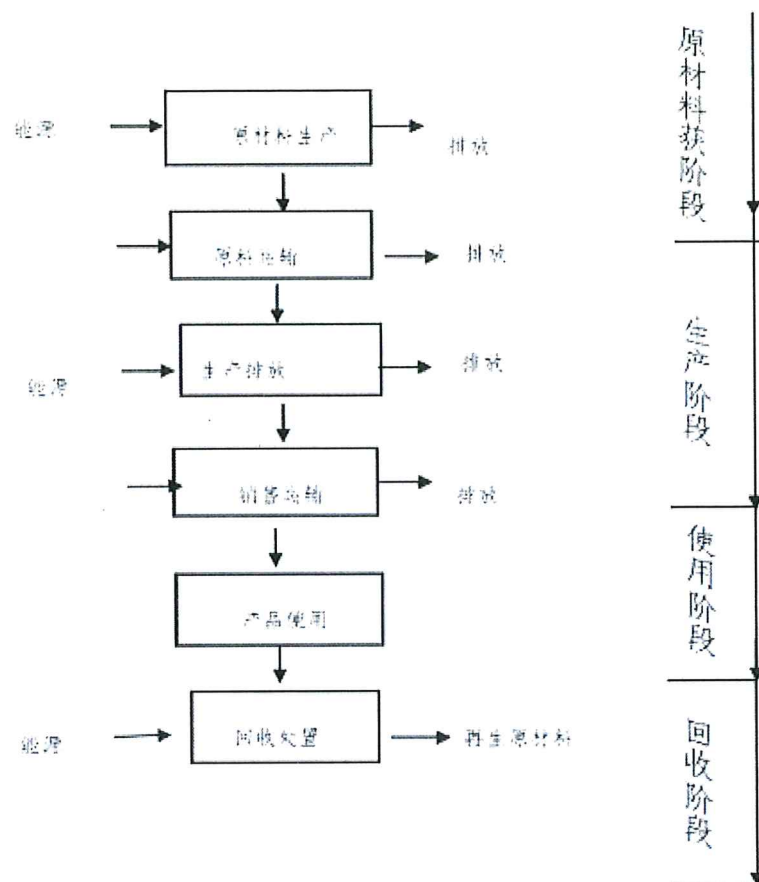
目 录

执行摘要	1
产品碳足迹	2
一、简介	4
1.1 企业简介	4
1.2 产品简介	4
1.3 产品工艺流程	5
二、目的和范围	7
2.1 目的	7
2.2 评价边界范围	7
2.3 数据取舍原则	7
2.4 数据质量要求	8
2.5.1 生产过程调查数据质量要求	8
2.5.2 产品生命模型数据质量要求	8
2.5.3 背景数据库质量要求	9
三、产品生命周期清单数据	10
四、结论	10
6.1 结论及建议	13
6.1.1 结论	13
6.1.2 改善建议	13
6.2 不确定性	14
五、结语	15

执行摘要

西门子交通电气(上海)有限公司主要从事地铁低压开关控制柜、高铁控制柜等产品的研发、生产及销售，为满足对社会承诺及企业的环境披露要求，切实履行社会责任、接受社会监督。特对企业相关产品的碳足迹排放情况进行研究，出具研究报告。研究的目的是以全生命周期评价方法为基础，采用《ISO/TS 14067-2013《温室气体产品的碳排放量量化和通信的要求和指南》、PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》、《上海市生态环境局关于调整本市温室气体排放核算指南相关排放因子数值的通知》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到控制柜产品的碳足迹。

本报告的功能单位定义为生产“控制柜”。系统边界为“控制柜”类型，调研了从铜线、元器件等材料进厂到控制柜出厂的生产过程，而其他物料、能源获取的排放因子数据来源于数据库。从单个过程对碳足迹贡献来看，发现产品零部件等原材料生产过程能源消耗量对产品碳足迹的贡献最大，其次为零部件的装配加工，最后为原材料运输和产品运输过程中的排放。



生命周期边界图

控制柜生产生命周期主要过程活动数据来源于企业现场调研的初级数据,大部分原材料的排放因子数据来源于 IPCC 数据库。

产品碳足迹

近年来,温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点,“碳足迹”这个新的术语越来越广泛地为全世界所使用。碳足迹通常分为项目层面、组织层面、产品层面这三个层面。产品碳足迹(ProductCarbonFootprint, PCF)是指衡量某个产品在其生命周期各阶段的温室气体排放量总和,即从原材料采购、产品生产、销售等多个阶段的各种温室气体排放的累加。温室气体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFC)和全氟化碳(PFC)等[1]。

碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体排放量的加权之和,用二氧

化碳当量(CO₂e)表示,单位为 kgCO₂e 或者 gCO₂e。全球变暖潜值(Gobal Warming Potential, 简称 GWP) , 即各种温室气体的二氧化碳当量值, 通常采用联合国政府间气候变化专家委员会 (IPCC) 提供的值[2], 目前这套因子被全球范围广泛适用。产品碳足迹计算只包含一个完整生命周期评估 (LCA) 的温室气体的部分[3]。基于 LCA 的评价方法, 国际上已建立起多种碳足迹评估指南和要求, 用于产品碳足迹认证, 目前广泛使用的碳足迹评估标准有三种: ①《PAS2050: 2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》, 此标准是由英国标准协会 (BSI) 与碳信托公司 2 (Carbon Trust)、英国食品和乡村事务部 (Defra) 联合发布, 是国际上最早的、具有具体计算方法的标准, 也是目前使用较多的产品碳足迹评价标准[4]; ②《温室气体核算体系: 产品寿命周期核算与报告标准》, 此标准是由世界资源研究所(World Resources Institute, 简称 WRI)和世界可持续发展工商理事会(World Business Council for Sustainable Development, 简称 WBCSD) 发布的产品和供应链标准; ③《ISO/TS14067: 2013 温室气体——产品碳足迹——量化和信息交流的要求与指南》, 此标准以 PAS 2050 为种子文件, 由国际标准化组织 (ISO) 编制发布[5]。产品碳足迹核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

一、简介

1.1 企业简介

西门子交通电气(上海)有限公司是由西门子交通集团和宝武工程技术集团有限公司共同投资组建的合资公司，主要从事地铁低压开关控制柜、高铁控制柜的组装。其中西门子占 51%股份，宝钢占 49%，合资期限 50 年，公司注册资本为 5000 万人民币，员工人数为 90 人。企业具有一批经过西门子公司严格培训的高素质的专业技术、经营、管理人才和生产骨干。企业全力以赴按照标准要求，建立和实施质量/环境/职业健康/安全管理体系，以确保企业的产品能满足和超过顾客的期望。

企业致力于富有建设性的、长远的，基于诚信的伙伴关系，成为具有竞争力和持续赢利的交通领域的国际领先供应商。企业的价值观“勇于责任--致力于符合道德规范的、负责任的行为；追求卓越--取得卓越的成绩和运营成果；矢志创新--勇于创新，创造可持续的价值”。企业的使命和愿景“通过数字化，我们将助力全球交通运营商打造智能基础设施和列车、提高产品在全生命周期的可持续价值、增强乘客体验、确保可用性”。力争满足顾客期望，并超越顾客期望。

1.2 产品简介

企业主要生产各类低压开关控制柜



图 1 产品

直流开关柜按照用途可以分为：进线柜（又称正极柜）、馈线柜、负极柜和轨电位保护柜四种基本类型。

一套标准 TPS 组成：进线柜 2、馈线柜 4、负极柜 1、轨电位柜 1。

1.3 产品工艺流程

其主要生产流程图如下：

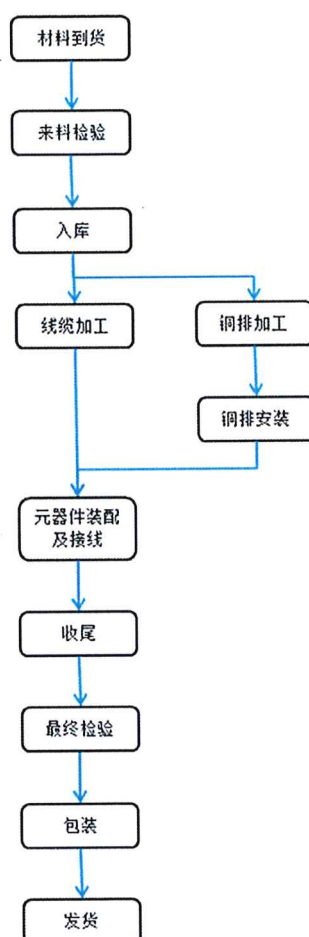


图 2 工艺流程图

工艺说明：

材料到货：采购人员将元器件、导线、铜排、钣金件、柜体结构件、线槽、导轨等采购回厂。

来料检验：对到货的材料进行检验，检验其是否满足相关的质量要求。

入库：来料检验合格的原料，清点数量并入库登记。

线缆加工：将成卷的线缆按照接线表的要求进行裁剪、套线号并按要求压接。

铜排加工：根据设计下发的图纸，按照图纸要求将参数导入铜排冲孔切断机中，对铜排进行切断，如有需要折弯、打磨的则按需求进行折弯、打磨加工。机加工区域不涉及切削液。

元器件装配及接线：根据装配图和接线表将元器件和成品线缆安装在柜体内。

收尾：根据工艺要求对柜体进行相应的防护、粘贴相应的标签、标识。标签、标识为纸质成品，直接贴在柜体上，不使用粘胶剂。

最终检验：对产品所有过程涉及到的检验项目进行再确认。

包装、发货：将成品柜体按包装要求进行打包，并发运至客户现场。

制成成品地铁、高铁控制设备，最终经检验合格后出厂。

二、目的和范围

2.1 目的

本报告按照 GB/T 24040、GB/T 24044 的要求，建立产品的生命周期模型，编写碳足迹评价报告，相关分析结果可用作以下目的。

(1) 通过对产品全生命周期（包括零部件和原辅料生产、产品生产、产品使用、产品生命末期处理以及运输过程）的评价，为产品设计、工艺技术评价、生产管理、原料采购等工作提供评价依据和改进建议。

(2) 为企业的采购商和第三方的有效沟通提供良好的途径，对促进产品全供应链的温室气体减排具有一定积极作用，同时为企业产品碳足迹认证的提供数据基础。

本报告研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是企业内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游原材料供应商、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

2.2 评价边界范围

产品生命周期系统边界包括阶段：原材料生产+原材料运输+产品生产+产品运输+产品使用+废弃物处理。

2.3 数据取舍原则

在选定系统边界和环境影响评价指标的基础上，可规定一套数据取舍准则，忽略对评价结果影响较小的因素，从而简化数据收集和评价过程。本项目数据取舍原则如下：

(a) 原则上可忽略对碳足迹结果影响不大的能耗、零部件、原辅料、使用阶段耗材等消耗；

(b) 道路与厂房等基础设施、生产设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，可忽略；

(c) 原则上包括与所选环境影响类型相关的所有环境排放，但在估计排放数据对结果影响不大的情况下（如小于 1% 时）可忽略，但总共忽略的排放推荐不超过对应指标总值的 5%。

2.4 数据质量要求

2.5.1 生产过程调查数据质量要求

(a) 技术代表性：数据需反映实际生产情况，即体现实际工艺流程、技术和设备类型、原料与能耗类型、生产规模等因素的影响；

(b) 数据完整性：按照环境影响评价指标、数据取舍准则，判断是否已收集各生产过程的主要消耗和排放数据。缺失的数据需在本项目碳足迹报告中说明；

(c) 数据准确性：零部件、辅料、能耗、包装、原料与产品运输等数据需采用企业实际生产统计记录，环境排放数据优先采用环境监测报告。所有数据均详细记录相关的数据来源和数据处理算法。估算或引用文献的数据需在本项目碳足迹报告中说明；

(d) 数据一致性：每个过程的消耗与排放数据需保持一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期。存在不一致情况时需在碳足迹报告中说明。

2.5.2 产品生命模型数据质量要求

(a) 生命周期代表性：产品碳足迹模型尽量反映产品供应链的实际情况。重要的外购零部件和原辅料的生产过程数据需尽量调查供应商，或是由供应商提供经第三方独立验证的碳足迹报告，在无法获得实际生产过程数据的情况下，可

采用背景数据，但需对背景数据来源及采用依据进行详细说明。如未能调查的重要供应商需在本项目碳足迹报告中说明；

(b) 模型完整性：依据系统边界定义和数据取舍准则，产品碳足迹模型需包含所有主要过程，包括从资源开采开始的主要原材料和能源生产、主要零部件和原辅料生产、产品生产以及运输过程。如果是可以交付给消费者直接使用的产品，还需包含产品使用、废弃处理过程；

(c) 背景数据准确性：重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择近年数据。仅在没有符合要求的背景数据的情况下，可以选择代表其他国家、代表其他技术的数据作为替代，并需在碳足迹报告中说明；

(d) 模型一致性：如果模型中采用了多种背景数据库，需保证各数据库均支持所选的环境影响类型指标。如果模型中包含分配和再生过程建模，需在碳足迹报告中说明。

2.5.3 背景数据库质量要求

(a) 完整性：背景数据库一般至少包含一个国家或地区的数百种主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性；

(b) 准确性：背景数据库需采用来自本国或本地区的统计数据、调查数据和文献资料，以反映该国家或地区的能源结构、生产系统特点和平均的生产技术水平；

(c) 一致性：背景数据库需建立统一的数据库生命周期模型，以保证模型和数据的一致性。

三、产品生命周期清单数据

3.1 碳足迹识别

序号	主体	活动内容	活动数据来源
1	生产设备	消耗电力	能源统计表
2	原材料生产	消耗电力	供应商数据、数据库
3	原材料运输	消耗汽油、电力、柴油等	供应商地址、数据库
4	产品运输	消耗汽油、电力、柴油等	客户地址、数据库
5	产品使用	消耗电力	数据库
6	产品回收	消耗电力、热力等	数据库

3.2 计算公式

产品碳足迹公式是整个产品全生命周期中所有活动的所有材料、能源等乘以其排放因子后再加和。其计算公式如下：

$$CF = \sum_{i=1, j=1}^n P_i \times Q_{ij} \times GWP_j$$

其中，CF 为碳足迹，P 为活动水平数据，Q 为排放因子，GWP 为全球变暖潜力值。排放因子源于 EFDB 数据库和相关参考文献，由于部分物料数据库中暂无排放因子，取值均来自于相近物料排放因子。

3.3 数据收集

3.3.1 原材料获取

生产低压开关控制柜（一个标准站）所用的主要零部件，对应供应商生产该部件，所使用的主要原材料清单及消耗的能源如下表：

产品类型	主要零部件	材质	原材料用量 (kg)	零部件数量 (个)	年能源消耗情况 (供应商在生产该原材料过程中消耗的量)
------	-------	----	------------	-----------	--------------------------------

					电力 (万 kWh)	天然气 (万 m ³)	其 他
低压开 关控制 柜 - 地 铁（一 个标准 站）	柜体	碳钢	1860	8	0.22	-	-
	铜排	铜	979	8	0.33	-	-
	绝缘材 料	SMC 不饱和聚 酯玻璃纤维增 强模塑料	92	2	0.42	-	-
	电缆-进 线柜	铜	518	2	0.21	-	-
2021 年 SMEE 国内地铁共生产了 447 台低压开关柜，相当于 60 个标准站的低压开关控制柜（一个站包括 8 个柜子），此阶段碳排放为 297.4tCO ₂ 。							

3.1-2 原材料运输（原材料从供应商运输到本企业）

主要原辅材料	主要供应商名称	供应商地址	距离 (KM)	原材料重量 (t)	运输方式
柜体	祥明	上海市宝山区陈川路 1051 号	10	111.6	汽运
铜排	宁波金田电材有限公司	宁波市江北区慈城城西路 1 号	200	58.7	汽运
绝缘材料	四川迪福	四川省德阳市罗江区金山镇金山工业园区	1900	5.5	汽运
线缆	常州中立	天宁区雕庄街道万都金属城东区 10 幢 03 号	300	31.1	汽运
此阶段碳排放为 3.9tCO ₂ 。					

3.1-3 产品制造

生产低压开关控制柜，所对应的年能源消耗情况如下：

序号	能源类型	单位	年消耗量
1	电力	万 kWh	13.24
2	汽油	吨	1.67
此阶段碳排放为 60.0tCO ₂ 。			

3.1-4 产品运输（产品从本企业运输到客户）

主要产品类型	主要客户名称	客户地址	距离 (KM)	产品重量 (t)	运输方式 (汽运/海运)
--------	--------	------	------------	-------------	-----------------

					等)
低压开关控制柜-地铁项目	华东地区（上海，嘉兴等）	各地区地铁站	60	111.8	汽运
	华中地区（南昌等）	各地区地铁站	750	118.7	汽运
	华北地区（长春，北京等）	各地区地铁站	1600	11.7	汽运
	华南地区（深圳，昆明等）	各地区地铁站	1500	11.7	汽运
此阶段碳排放为 15.9tCO ₂ 。					

3.1-5 产品使用

产品在使用过程中基本不消耗能源，不属于用能设备，仅内部二次回路消耗少量电能。

产品能耗（以一个站为单位）：

总能耗/年=960 瓦*24 小时*365=8409 千瓦

2021 年共生产 60 个站的低压开关控制柜，此阶段年消耗能耗为
 $8409/10000*60*4.2=211.9\text{tCO}_2$ 。

3.1-6 生命末期

名称	单位	数值
废弃物运输距离	km	10
拆解耗电	kWh	40
此阶段年消耗能耗为 0.5tCO ₂ 。		

3.4 排放因子

类别	子因	单位	数值
原材料	钢材	KgCO ₂ /kg	2.38
	铜材	KgCO ₂ /kg	4.23
	绝缘材料	KgCO ₂ /kg	6.52
能源	电力	tCO ₂ /万 kWh	4.2

	汽油	KgCO ₂ /L	2.63
运输方式	汽运	KgCO ₂ /tkm	0.1211

3.5 碳足迹计算

依据 ISO14067:2018《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南标准》和 PAS 2050《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》、《上海市生态环境局关于调整本市温室气体排放核算指南相关排放因子数值的通知》等进行产品生命周期温室气体的核算，核算结果确认符合 ISO 14067:2018 标准要求，计算得到 2021 年生产单位低压开关柜的碳排放为 1.32tCO₂。从低压开关柜生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出低压开关柜的碳排放环节主要集中在原材料生产过程的能源消耗活动。

单位低压开关柜生命周期碳排放清单：

表 1 单位低压开关柜全生命周期碳排放清单

环境类型	当量单位	原料生产	原料运输	加工生产	产品运输	产品使用	生命末期
碳排放量	tCO ₂ eq/台	0.6653	0.0087	0.1342	0.0356	0.4740	0.0011
碳足迹占比		50.44%	0.66%	10.18%	2.70%	35.94%	0.08%

四、结论

6.1 结论及建议

6.1.1 结论

(1) 根据计算，生产一个控制柜产品，在产品生产阶段产生 1.32tCO₂。

(2) 对于该产品碳足迹，原材料生产过程的影响最大，其次为产品使用阶段。

6.1.2 改善建议

为了减小控制柜碳足迹，一方面考虑减少原材料生产过程中使用能源的碳足

迹，另一方面产品绿色设计，考虑进一步轻量化设计、避免原辅材料浪费、使用可再生能源等方式减少碳排放，并提高控制柜碳足迹数据准确性。为减小产品碳足迹，建议如下：

- 1) 推进产业链的绿色设计发展，制定生态设计管理体制和生态设计管理制度，明确任务分工；构建支撑企业生态设计的评价体系；
- 2) 在原材料选择上，尽量选择原材料碳足迹小的供应商，推进产品绿色设计，包括轻量化设计等，打造绿色供应链的相关制度，推动供应链协同改进；
- 3) 在分析指标的符合性评价结果以及碳足迹分析、计算结果的基础上，结合环境友好的设计方案采用、落实生产者责任延伸制度、绿色供应链管理等工作，提出产品生态设计改进的具体方案；
- 4) 加大对可再生能源、清洁能源的投入、同时实施能源智能化管理，实施分析各生产环节的能耗情况，便于后续发现节能空间；
- 5) 继续推进绿色低碳发展意识、坚定树立企业可持续发展原则，加强生命周期理念的宣传和实践。运用科学方法，加强产品碳足迹全过程中数据的积累和记录，定期对产品全生命周期的环境影响进行自，以便企业内部开展相关对比分析，发现问题。在生态设计管理、组织、人员等方面进一步完善。

6.2 不确定性

不确定性的主要来源为初级数据存在测量误差和计算误差。减少确定性的方法主要有：使用准确率较高的初级数据；对每道工序都进行能源消耗的跟踪监测，提高初级数据的准确性。

五、结语

低碳是企业未来生存和发展的必然选择,进行产品碳足迹的核算是实现温室气体管理,制定低碳发展战略的第一步。通过产品生命周期的碳足迹核算,可以了解排放源,明确各生产环节的排放量,为制定合理的减排目标和发展战略打下基础。