

评价报告编号：202408591GHG

天宏电力科技有限公司 产品碳足迹报告

机构名称（公章）：三信国际检测认证有限公司



报告签发日期：2024年09月14日

企业名称	天宏电力科技有限公司	地址	江苏省徐州经济技术开发区徐海路路北318-1号														
联系人	陈慧荣	联系方式	15366771887														
核算和报告依据		PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》 ISO 14067:2018《温室气体 - 产品碳足迹 - 量化要求和指南》；															
评价结论： 三信国际检测认证有限公司受天宏电力科技有限公司 委托，对于干式变压器、油浸式变压器、预装式变电站、户内高压交流金属开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备、低压成套开关设备(MNS)、交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、动力柜(XL)、电缆分支箱(DFW)、计量箱(JLX)的产品碳足迹进行评价，确认结论如下： 1.评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖 确认此次产品碳足迹报告符合： PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》 ISO 14067:2018《温室气体 - 产品碳足迹 - 量化要求和指南》； 2.单位产品碳足迹结果 <table border="1"> <thead> <tr> <th>产品功能单位</th> <th>单位产品碳排放量 (tCO₂eq)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 台干式变压器</td> <td>0.3826</td> </tr> <tr> <td>1 台油浸式变压器</td> <td>0.3910</td> </tr> <tr> <td>1 台预装式变电站</td> <td>0.2779</td> </tr> <tr> <td>1 台户内高压交流金属开关设备</td> <td>0.0915</td> </tr> <tr> <td>1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备</td> <td>0.0947</td> </tr> <tr> <td>1 台低压成套开关设备(MNS)</td> <td>0.0849</td> </tr> </tbody> </table>				产品功能单位	单位产品碳排放量 (tCO ₂ eq)	1 台干式变压器	0.3826	1 台油浸式变压器	0.3910	1 台预装式变电站	0.2779	1 台户内高压交流金属开关设备	0.0915	1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备	0.0947	1 台低压成套开关设备(MNS)	0.0849
产品功能单位	单位产品碳排放量 (tCO ₂ eq)																
1 台干式变压器	0.3826																
1 台油浸式变压器	0.3910																
1 台预装式变电站	0.2779																
1 台户内高压交流金属开关设备	0.0915																
1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备	0.0947																
1 台低压成套开关设备(MNS)	0.0849																

1 台交流低压配电柜 (GGD)	0.0834
1 台综合配电箱 (JP)	0.0882
1 台动力柜 (XL)	0.0848
1 台电缆分支箱 (DFW)	0.0846
1 台计量箱 (JLX)	0.0849
系统边界：原料获取及加工、运输、生产制造、仓储、成品运输阶段的碳排放	

3.评价过程中需要特别说明的问题描述

(1) 本次产品碳足迹评价的系统边界为摇篮到大门，包括原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段。

(2) 本次产品碳足迹评价工作建立了产品生命周期模型，计算得到产品碳足迹结果。

编制	王丹丹	签名	
组内职务			
组长	王丹丹	签名	
组员	孙振歌	签名	

目 录

摘要	1
1 产品碳足迹 (CFP) 介绍	1
2 企业及产品介绍	3
2.1 企业介绍	3
2.2 厂区布局	6
2.3 产品工艺流程	7
3 目标与范围定义	7
3.1 评价目的	7
3.2 评价范围	8
3.2.1 功能单位	8
3.2.2 系统边界	8
3.2.3 分配原则	9
3.2.4 取舍准则	10
3.2.5 相关假设和限制	10
3.2.6 影响类型和评价方法	10
3.2.7 数据来源	11
3.2.8 数据质量要求	11
4 数据收集	13
4.1 数据收集说明	13
4.2 活动水平数据	14
4.2.1 原辅料获取	14
4.2.2 原辅料运输	15
4.2.3 产品生产	18
4.3 排放因子数据	21
5 碳足迹计算	24
5.1 计算方法	24
5.2 计算结果	25

5.3 不确定性分析	26
6 结论与建议	26
6.1 结论	26
6.2 建议	27

摘要

本评价的目的是以生命周期评价方法为基础，采用 PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》；

ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》为标准，计算得到干式变压器、油浸式变压器、预装式变电站、户内高压交流金属开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备、低压成套开关设备(MNS)、交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、动力柜(XL)、电缆分支箱(DFW)、计量箱(JLX)的碳足迹。

为了满足碳足迹第三方认证以及与各相关方沟通的需求，本评价的功能单位定义为：1台干式变压器、1台油浸式变压器、1台预装式变电站、1台户内高压交流金属开关设备、1台铠装移开式交流金属封闭开关设备、1台低压成套开关设备(MNS)、1台交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、1台动力柜(XL)、1台电缆分支箱(DFW)、1台计量箱(JLX)产品。评价的系统边界定义为部分产品碳足迹，即“摇篮到大门”，其中涵盖了包括原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段。评价得到：

1.干式变压器“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.3826 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.2040 t CO₂ eq（53.3%），原辅料运输阶段碳排放为 0.0275 t CO₂ eq（7.2%），生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq（21.4%），成品运输阶段 0.0693 t CO₂ eq（18.1%）。

2.油浸式变压器“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.3910 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.3036 t CO₂ eq（77.6%），原辅料运输阶段

碳排放为 0.0056 t CO₂ eq (1.4%)，生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq (20.9%)，成品运输阶段 0.00001 t CO₂ eq (0.002%)。

3. 预装式变电站“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.2779 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.1713 t CO₂ eq (61.7%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0061 t CO₂ eq (2.2%)，生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq (29.4%)，成品运输阶段 0.0187 t CO₂ eq (6.7%)。

4. 户内高压交流金属开关设备“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0915 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.0020 t CO₂ eq (2.2%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0044 t CO₂ eq (4.9%)，生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq (89.4%)，成品运输阶段 0.0032 t CO₂ eq (3.5%)。

5. 铠装移开式交流金属封闭开关设备“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0947 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.0036 t CO₂ eq (3.8%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0044 t CO₂ eq (4.7%)，生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq (86.4%)，成品运输阶段 0.0049 t CO₂ eq (5.1%)。

6. 低压成套开关设备(MNS)“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0849 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.0005 t CO₂ eq (0.6%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0015 t CO₂ eq (1.8%)，生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq (96.3%)，成品运输阶段 0.0011 t CO₂ eq (1.2%)。

7. 交流低压配电柜(GGD)“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0834 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.0003 t CO₂ eq (0.3%)，原辅

料运输阶段碳排放为 0.0007 t CO₂ eq (0.8%)，生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq (98.0%)，成品运输阶段 0.0007 t CO₂ eq (0.9%)。

8. 综合配电箱(JP)“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0882 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.0011 t CO₂ eq (43.59%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0036 t CO₂ eq (6.01%)，生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq (42.93%)，成品运输阶段 0.0017 t CO₂ eq (7.47%)。

9. "动力柜(XL)"“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0848 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.0005 t CO₂ eq (0.6%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0015 t CO₂ eq (1.8%)，生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq (96.4%)，成品运输阶段 0.0010 t CO₂ eq (1.2%)。

10. 电缆分支箱(DFW) “摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0846 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.0005 t CO₂ eq (0.58%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0015 t CO₂ eq (1.80%)，生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq (96.65%)，成品运输阶段 0.0008 t CO₂ eq (0.96%)。

11. 计量箱(JLX)“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0849 t CO₂ eq，原辅料获取阶段碳排放为 0.0020 t CO₂ eq (2.32%)，原辅料运输阶段碳排放为 0.0007 t CO₂ eq (0.77%)，生产阶段碳排放为 0.0818 t CO₂ eq (96.34%)，成品运输阶段 0.0005 t CO₂ eq (0.57%)。

评价过程中，数据质量被认为是最重要的考虑因素之一。本次数据收集和选择的指导原则是：数据尽可能具有代表性，主要体现在生产商、技术、地域、时间等方面。本报告采用了企业的合格供

应商环评报告，同行业环保报告，企业的实际数据建立了产品生命周期模型，并计算得到产品碳足迹结果。生命周期评价的主要活动水平数据来源于企业现场调研的初级数据，背景数据来自发改委发布的《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》、《陆上交通运输企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》等规定的缺省值。

1 产品碳足迹（CFP）介绍

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点，“碳足迹”也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（Carbon Footprint of a Product, CFP）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，即从原辅材料获取、原辅材料运输、产品生产、产品运输、产品使用、废弃处置等阶段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。碳足迹的计算结果用二氧化碳当量（CO₂eq）表示。全球变暖潜值（Global 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，目前这套因子（特征化因子）在全球范围广泛适用。

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。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（CarbonTrust）、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；（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）《ISO14067:2018 温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》，此标准以 PAS2050 为种子文件，由国际标准化组织（ISO）编制发布。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。

2 企业及产品介绍

2.1 企业介绍

天宏电力科技有限公司是一家从事变压器及配套产品生产、研发、销售的高新技术企业。公司坐落于淮海经济区中心城市——江苏徐州，京沪铁路和陇海铁路在此交汇，欧亚大陆桥横贯徐州，五省通衢，交通畅达。

天宏电力科技有限公司成立于 2019 年，总部位于徐州市经开区徐庄镇电力产业园，总投资 3 亿元，注册资本 10000.08 万元整。公司自成立以来，始终遵循“科技向导，服务先行，诚信为本”的经营理念，严格按照 ISO9000 质量管理体系的标准运行。以客户的利益为己任，注重产品的研发投入，致力为各界客户提供符合各区域特点的优质产品及变压器的解决方案。

天宏电力科技有限公司拥有数控冲床、数控折弯机床、数控剪板机、壳体及框架生产线、喷塑生产线、低压成套生产线、高压成套生产线等关键设备设施，各类检测、检验、试验设备设施配套齐全，配套资源完善，拥有较强的研发、制造、安装和售后服务团队。公司生产输配电自动化系统、配电站智能辅助监控系统、MNS 低压抽出式开关柜、SVC 低压无功功率柜，JP 综合配电箱，DFW 电缆分接箱，XIM 计量表箱，XI 动力箱，GZDW 直流屏。不锈钢户外端子排等低压系列产品：KYN61/KYX28 户内交流金属铠装移开式(固定式)开关设备、HXGN 高压环网柜开关设备、XGN6 开关柜，欧式

箱式变电站，XGN-12 六氧化硫环网柜。

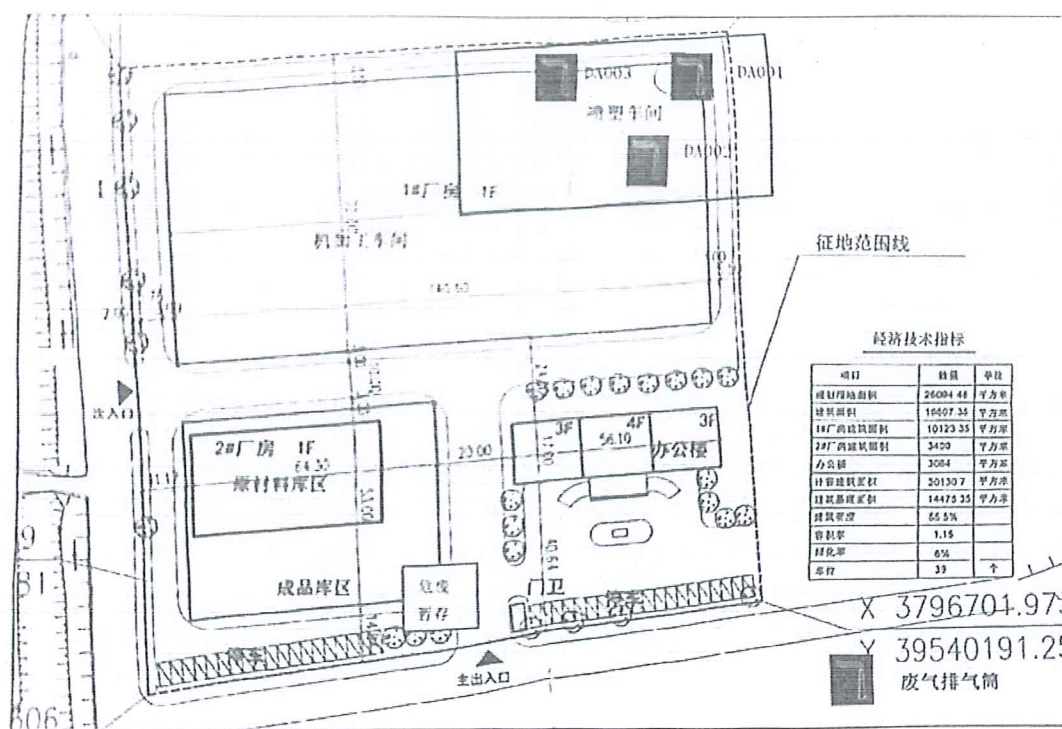
产品涵盖 S11、S13 型系列，10KV、20KV、35KV 级油浸式电力变压器；SCB10 系列，SCB12 系列，SBH15 系列 10KV、20KV、35KV 级环氧树脂浇注干式电力变压器。产品通过国家变压器质量监督检验中心、国家中低压输电设备质量监督检测中心，获得江苏省新产品新技术验收鉴定证书以及国家电器产品质量监督检测中心的质量检测、电能（北京）认证中心的 PCCC 认证，并获得注册型号备案证书。

目前，公司营销网络和服务网络已逐步完善，并将进一步迈向海外市场。同时，公司推行“7*24 服务机制”，产品实行一年免费更换，三年质保，终身保修的售后服务政策，致力为客户提供热情周到的服务，提升产品利用价值和服务价值。目前销售网络已覆盖全国市场，并获得甘肃省电力公司、安徽省电力公司、河南省电力公司、江苏省电力公司等国网企业的入网和认可。

天宏电力秉持科学发展理念，坚持自主创新。现与哈尔滨工业大学开展产学研合作，共同开发高效节能环保的变压器产品。致力于变压器的散热、防雨、防变压器油渗漏等项目的核心产品研发、转化并投产。

在未来的发展中，天宏电力科技有限公司将以现代化经营管理为指导，以合作共赢为目标，持续扩大企业生产规模，提高产品质量，向着更加规模化、集约化的现代大型企业迈进，致力成为国内领先、世界优质的变压器综合服务厂商！

2.2 厂区布局



2.3 产品工艺流程

①低压成套:

元器件、铜铝排、壳体采购→检验→元器件、壳体组装→母线加工→装配及二次线配制→检验→包装→入库。

②母线槽:

元器件、铜铝排、壳体采购→检验→元器件、壳体组装→母线加工→装配及二次线配制→检验→包装→入库。

③高压成套:

元器件、壳体→检验→元器件组装→母线加工→装配及二次线配制→检验→包装→入库。

④箱变:

元器件、铜铝排、壳体采购→检验→元器件、壳体组装→母线加工→变压器/配电柜装配→检验→成品。

⑤干式变压器：

铜铝排→冲孔→折弯→打磨→绕制低压线圈→绕制高压线圈→真空环氧浇注→固化→铁芯装配→零部件总装→固化→检验→成品。

⑥油浸式变压器：

铜铝排→钻孔→折弯→打磨→绕制低压线圈→绕制高压线圈→铁芯/油箱装配→零部件总装→真空干燥→真空注油→检验→成品。

3 目标与范围定义

3.1 评价目的

本评价的目的是根据 PAS 2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》；

ISO 14067:2018 《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》标准的要求，科学地评估干式变压器、油浸式变压器、预装式变电站、户内高压交流金属开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备、低压成套开关设备(MNS)、交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、动力柜(XL)、电缆分支箱(DFW)、计量箱(JLX)产品，为企业自身的产品设计、物料采购、生产管控等提供可靠的碳排放信息，同时也为企业建立碳中和品牌，践行国家“绿色制造”战略等做好准备。评价的结果将为认证方、企业、产品设计师、采购商及消费者的有效沟通提供合适的方式。评价结果面向的沟通群体有：第三方认证机构，天宏电力科技有限公司内部的管理人员、生产管理人员、采购人员，以及企业的外部利益相关者，如原材料供应商、政府部门和环境非政府组织等。

评价获得的数据信息还可用于以下目的：

- (1) 产品生态设计/绿色设计
- (2) 同类产品对标
- (3) 绿色采购和供应链决策
- (4) 为实现产品“碳中和”提供数据依据

3.2 评价范围

本项目明确了评价对象的功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、相关假设和原则、影响类型和评价方法、数据库和数据质量要求等，在下文分别予以详细说明。

3.2.1 功能单位

为方便输入/输出的量化，以及后续企业披露产品的碳足迹信息，或将本评价结果与其他产品的环境影响做对比，本评价声明功能单位定义为：1 台干式变压器、1 台油浸式变压器、1 台预装式变电站、1 台户内高压交流金属开关设备、1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备、1 台低压成套开关设备(MNS)、1 台交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、1 台动力柜(XL)、1 台电缆分支箱(DFW)、1 台计量箱(JLX)。

3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界“摇篮到大门”，涵盖了原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、生产阶段、成品运输等阶段。干式变压器、油浸式变压器、预装式变电站、户内高压交流金属开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备、低压成套开关设备(MNS)、交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、动力柜(XL)、电缆分支箱(DFW)、计量箱(JLX)产品从“摇篮到大门”各阶段包含及不包含的过程如表 3.1 所示。系统边界如图 3.1 所示。

表 3.1 各阶段包含的过程

阶段类型	包含的过程	未包含的过程
原辅料获取阶段	铁芯（硅钢片）、铜线（铜芯）、铜箔、环氧树脂、硅钢片、变压器油、变压器油壳体、断路器、铜排、壳体、变压器等获取	包装用塑料薄膜的获取
原辅料运输阶段	铁芯（硅钢片）、铜线（铜芯）、铜箔、环氧树脂、硅钢片、变压器油、变压器油壳体、断路器、铜排、壳体、变压器等的运输	包装用塑料薄膜的运输
生产阶段	厂区内生产过程	/
成品运输	柴油运输	/

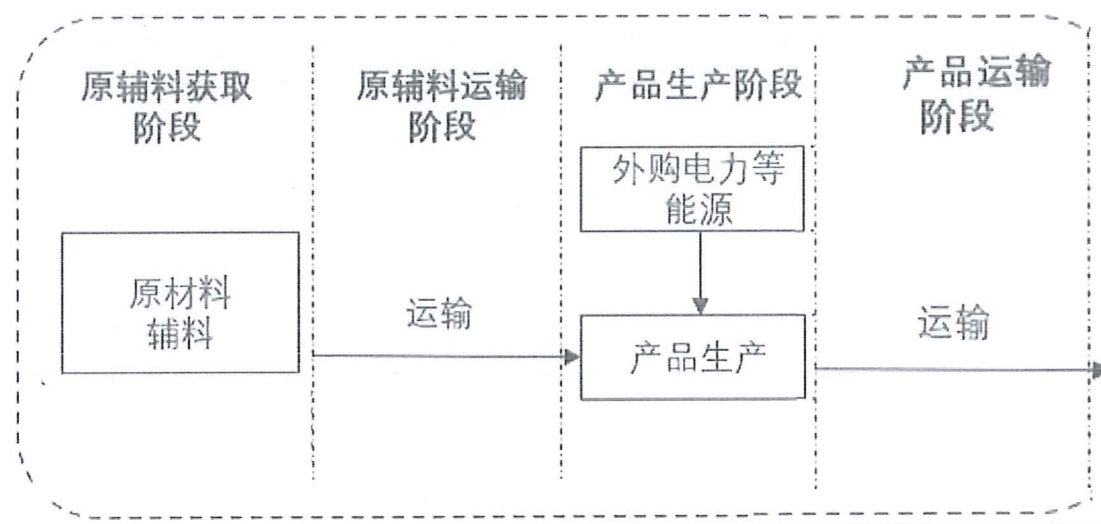


图 3.1: 系统边界

3.2.3 分配原则

许多流程通常不只有一个功能或输出，流程的环境负荷需要分配到不同的功能和输出中，当前有不同的方式来完成分配，主要有：

（1）避免分配；（2）扩大系统边界；（3）以物理因果关系为基准分配环境负荷；（4）使用社会经济学分配基准。

由于各车间用电量未按产品及工序分开统计，因此本评价根据

实际情况采用以产品产量等物理因果关系为基准来进行分配。

3.2.4 取舍准则

此次评价采用的取舍规则具体如下：

(1) 基于产品投入的比例：舍去质量或能量投入小于 1% 的产品/能量投入，但总的舍去产品投入比例不超过 5%。但是对于质量虽小，但生命周期环境影响大的物质，则不可以舍弃，例如黄金、白银等。

(2) 基于环境影响的比重：以类似投入估算，排除实际影响较小的原料。对于任何类别影响，如果相同影响在一个过程/活动的总和小于 1%，则此过程可从系统边界中舍去。

(3) 忽略生产设备、厂房、生活设施等。

3.2.5 相关假设和限制

在生命周期评价过程中，会出现数据缺失或情景多样化的情况，生命周期评价执行者需要明确相关假设和限制。

本报告所有原辅材料和能源等消耗都关联了上游数据，部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理。

3.2.6 影响类型和评价方法

基于评价目标的定义，本次评价只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品全生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为 GWP 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

评价过程中统计了各种温室气体，本次核查主要包括二氧化碳（CO₂）。并且采用了 IPCC 第五次评估报告（2014 年）提出的方法

来计算产品全生产周期的 GWP 值。该方法基于 100 年时间范围内其他温室气体与二氧化碳相比得到的相对辐射影响值，即特征化因子，此因子用来将其他温室气体的排放量转化为 CO₂ 当量 (CO₂eq)。

3.2.7 数据来源

本评价过程中使用到的数据来源于企业的台账，记账凭证，供应商资质信息等。本次评价选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

3.2.8 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本评价中主要考虑了以下几个方面：

数据完整性：依据取舍原则。

数据准确性：实景数据的可靠性及分配原则的合理性。

数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性。

模型一致性：采用的方法和系统边界一致性的程度。

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在评价过程中优先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，以及企业自身统计的初级数据。本评价在进行了企业现场数据的调查、收集和整理工作。当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的次级数据，次级数据大部分选择来自相关行业企业温室气体核算方法与报告指南的缺省值；当目前数据库中没有完全一致的次级数据时，采用近似替代的方式选择相近的数据。

数据库的数据经过严格审查，并广泛应用于国内国际上的 LCA 研究。各个数据集和数据质量将在第 4 章对每个过程介绍时详细说

明。

4 数据收集

4.1 数据收集说明

根据标准的要求，三信国际检测认证有限公司组建了碳足迹评价工作组，对于式变压器、油浸式变压器、预装式变电站、户内高压交流金属开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备、低压成套开关设备(MNS)、交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、动力柜(XL)、电缆分支箱(DFW)、计量箱(JLX)产品的碳足迹进行了调研。

工作组对产品碳足迹的数据收集工作分为前期准备、确定工作方案和范围、现场走访、查阅文件、后期沟通等过程。前期准备及现场走访主要是了解产品基本情况、生产工艺流程及原材料供应商等信息，并调研和收集部分原始数据。收集的数据主要包括企业的生产报表、财务数据等，以保证数据的完整性和准确性。查阅文件及后期反复沟通以排除理解偏差造成的结果不准确。本次评价的数据统计周期为 2023 年 01 月 01 日-2023 年 12 月 31 日。数据代表了干式变压器、油浸式变压器、预装式变电站、户内高压交流金属开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备、低压成套开关设备(MNS)、交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、动力柜(XL)、电缆分支箱(DFW)、计量箱(JLX)的平均生产水平。

产品碳足迹的数据收集需要考虑活动水平数据、排放因子数据和全球增温潜势（GWP）。活动水平数据是指产品在生命周期中的所有量化数据（包括物质的输入、输出，能源使用，交通等方面）。

排放因子数据是指单位活动水平数据排放的温室气体数量。利用排放因子数据，可以将活动水平数据转化为温室气体排放量，如：电力排放因子数据来源：2024年4月12日，生态环境部、国家统计局关于发布2021年电力二氧化碳排放因子的公告，后续将及时更新和定期发布电力二氧化碳排放因子。

活动水平数据来自企业工作人员收集提供，对收集到的数据工作组通过企业自身的生产报表和财务数据进行了审核。排放因子数据来自相关行业企业温室气体核算方法与报告指南的缺省值查询。

4.2 活动水平数据

干式变压器、油浸式变压器、预装式变电站、户内高压交流金属开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备、低压成套开关设备(MNS)、交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、动力柜(XL)、电缆分支箱(DFW)、计量箱(JLX)产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

4.2.1 原辅料获取

原辅料获取的活动水平数据包括铁芯（硅钢片）、铜线（铜芯）、铜箔、环氧树脂、硅钢片、变压器油、压器油壳体、断路器、开关、铜排、壳体、变压器等原辅料的的活动水平数据，及原辅料开采、生产、加工等过程的活动水平数据。干式变压器产品的原辅料获取活动水平数据具体见表4.1-1。

表 4.1-1 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
铁芯（硅钢片）	1.4288	t	铁元素
铜线（铜芯）	0.24	t	铜
铜箔	0.165	t	铜
环氧树脂	0.062	t	环氧树脂

油浸式变压器产品的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1-2。

表 4.1-2 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
硅钢片	1.521	t	铁元素
变压器油	0.238	t	烷烃、环烷族饱和烃
铜线（铜芯）	0.2	t	铜
铜箔	0.14	t	铜
变压器油壳体	0.4	t	钢

预装式变电站的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1-3。

表 4.1-3 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
断路器	20	个	塑壳
铜排	0.02	t	铜
壳体	0.114	t	钢
变压器	1.9	t	钢

户内高压交流金属开关设备的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1-4。

表 4.1-4 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
断路器	15	个	塑壳
铜排	0.005	t	铜
壳体	0.158	t	钢

铠装移开式交流金属封闭开关设备的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1-5。

表 4.1-5 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
断路器	15	个	塑壳
铜排	0.005	t	铜
壳体	0.36	t	钢

低压成套开关设备(MNS)的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1-6。

表 4.1-6 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
断路器	5	个	塑壳
铜排	0.005	t	铜
壳体	0.057	t	钢

交流低压配电柜(GGD)的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1-7。

表 4.1-7 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
断路器	2	个	塑壳
铜排	0.005	t	铜
壳体	0.057	t	钢

综合配电箱(JP)的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1-8。

表 4.1-8 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
断路器	12	个	塑壳
铜排	0.005	t	铜
壳体	0.057	t	钢

动力柜(XL)的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1-9。

表 4.1-9 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
断路器	5	个	塑壳
铜排	0.005	t	铜
壳体	0.057	t	钢

电缆分支箱(DFW) 的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1-10。

表 4.1-10 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
断路器	5	个	塑壳
铜排	0.005	t	铜
壳体	0.03	t	钢

计量箱(JLX)的原辅料获取活动水平数据具体见表 4.1-11。

表 4.1-11 原辅料获取活动水平数据

名称	功能单位耗材	单位	材质
断路器	2	个	塑壳
铜排	0.005	t	铜
壳体	0.03	t	钢

4.2.2 原辅料运输

原辅料运输的活动水平数据包括铁芯（硅钢片）、铜线（铜芯）、铜箔、环氧树脂、硅钢片、变压器油、压器油壳体、断路器、开关、铜排、壳体、变压器等原辅料从上游供应商运输至厂区过程中的活动水平数据。干式变压器产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-1。

表 4.2-1 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
铁芯（硅钢片）	柴油货车	600	武钢
铜线（铜芯）	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司
铜箔	柴油货车	400	安徽杰冠
环氧树脂	柴油货车	20	徐州市绿源绝缘材料有限公司

油浸式变压器产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-2。

表 4.2-2 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
硅钢片	柴油货车	600	武钢
变压器油	柴油货车	326	山东龙旭石化有限公司
铜线（铜芯）	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司
铜箔	柴油货车	400	安徽杰冠
变压器油壳体	柴油货车	120	安徽大力

预装式变电站产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-3。

表 4.2-3 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
断路器	柴油货车	600	上海承希
铜排	柴油货车	460	金宝圆
壳体	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司
变压器	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司

户内高压交流金属开关设备产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-4。

表 4.2-4 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
断路器	柴油货车	600	上海承希
铜排	柴油货车	460	金宝圆
壳体	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司

铠装移开式交流金属封闭开关设备产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-5。

表 4.2-5 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
断路器	柴油货车	600	上海承希
铜排	柴油货车	460	金宝圆
壳体	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司

低压成套开关设备(MNS)产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-6。

表 4.2-6 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
断路器	柴油货车	600	上海承希
铜排	柴油货车	460	金宝圆

壳体	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司
----	------	---	------------

交流低压配电柜(GGD)产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-7。

表 4.2-7 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
断路器	柴油货车	600	上海承希
铜排	柴油货车	460	金宝圆
壳体	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司

综合配电箱(JP)产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-8。

表 4.2-8 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
断路器	柴油货车	600	上海承希
铜排	柴油货车	460	金宝圆
壳体	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司

动力柜(XL)产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-9。

表 4.2-9 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
断路器	柴油货车	600	上海承希
铜排	柴油货车	460	金宝圆
壳体	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司

电缆分支箱(DFW)产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-10。

表 4.2-10 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
断路器	柴油货车	600	上海承希
铜排	柴油货车	460	金宝圆

壳体	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司
----	------	---	------------

计量箱(JLX)产品的原辅料运输活动水平数据具体见表 4.2-11。

表 4.2-11 原辅料运输活动水平数据

名称	运输工具-燃料类型	运输距离 (km)	采购地点
断路器	柴油货车	600	上海承希
铜排	柴油货车	460	金宝圆
壳体	柴油货车	/	天宏电力科技有限公司

4.2.3 产品生产

产品生产阶段的活动水平数据包括电等过程的活动水平数据。

生产干式变压器产品的活动水平数据具体见表 4.3-1。

表 4.3-1 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

生产油浸式变压器产品的活动水平数据具体见表 4.3-2。

表 4.3-2 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

生产预装式变电站产品的活动水平数据具体见表 4.3-3。

表 4.3-3 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

生产户内高压交流金属开关设备产品的活动水平数据具体见表

4.3-4。

表 4.3-4 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

生产铠装移开式交流金属封闭开关设备产品的活动水平数据具体见表 4.3-5。

表 4.3-5 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

生产低压成套开关设备(MNS)产品的活动水平数据具体见表 4.3-6。

表 4.3-6 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

生产交流低压配电柜(GGD)产品的活动水平数据具体见表 4.3-7。

表 4.3-6 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

生产综合配电箱(JP)产品的活动水平数据具体见表 4.3-8。

表 4.3-6 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

生产动力柜(XL)产品的活动水平数据具体见表 4.3-9。

表 4.3-6 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

生产电缆分支箱(DFW) 产品的活动水平数据具体见表 4.3-10。

表 4.3-6 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

生产输计量箱(JLX)产品的活动水平数据具体见表 4.3-11。

表 4.3-6 产品生产的活动水平数据

类型	统计周期用量
电	146.9126 千瓦时

4.3 排放因子数据

干式变压器、油浸式变压器、预装式变电站、户内高压交流金属开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备、低压成套开关设备(MNS)、交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、动力柜(XL)、电缆分支箱(DFW)、计量箱(JLX)产品生命周期各阶段“摇篮到大

门”的具体排放因子数据来源，具体为排放因子数据来自《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》、《中国水泥生产企业温室气体排放核算方法与报告指南-试行》、《陆上交通运输企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》的缺省值查询。电力排放因子数据来源：2024年4月12日，生态环境部、国家统计局关于发布2021年电力二氧化碳排放因子的公告，为落实《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》相关要求，生态环境部、国家统计局组织计算了2021年全国、区域和省级电力平均二氧化碳排放因子，全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量），以及全国化石能源电力二氧化碳排放因子，供核算电力消费的二氧化碳排放量时参考使用。2021年电力二氧化碳排放因子为0.5568kgCO₂/kWh。后续将及时更新和定期发布电力二氧化碳排放因子。

5 碳足迹计算

5.1 计算方法

产品碳足迹是计算整个产品全生命周期中各阶段所有活动水平、排放因子之和。计算公式如下：

$$E = E_{\text{原材料获取}} + E_{\text{原材料运输}} + E_{\text{产品生产}} + E_{\text{产品运输}}$$

其中：

E：产品碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

E 原材料获取：原材料获取阶段的碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

E 原材料运输：原材料运输环节产生的碳排放总量，单位为二氧化碳当量/吨($\text{tCO}_2\text{e/t}$)或千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

E 产品生产：生产加工和装配阶段的碳足迹，单位为二氧化碳当量/吨($\text{tCO}_2\text{e/t}$)或千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

E 产品运输：运输阶段的碳足迹，包括现场组立过程，单位为二氧化碳当量/吨 ($\text{tCO}_2\text{e/t}$) 或千克二氧化碳当量 (kgCO_2e)；

5.2 计算结果

计算出 1 台干式变压器、1 台油浸式变压器、1 台预装式变电站、1 台户内高压交流金属开关设备、1 台铠装移开式交流金属封闭开关设备、1 台低压成套开关设备(MNS)、1 台交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、1 台动力柜(XL)、1 台电缆分支箱(DFW)、1 台计量箱(JLX)产品从“摇篮到大门”的碳足迹结果。模型部分截图如图 5.1 所示，具体碳足迹数据如表 5.1 所示。

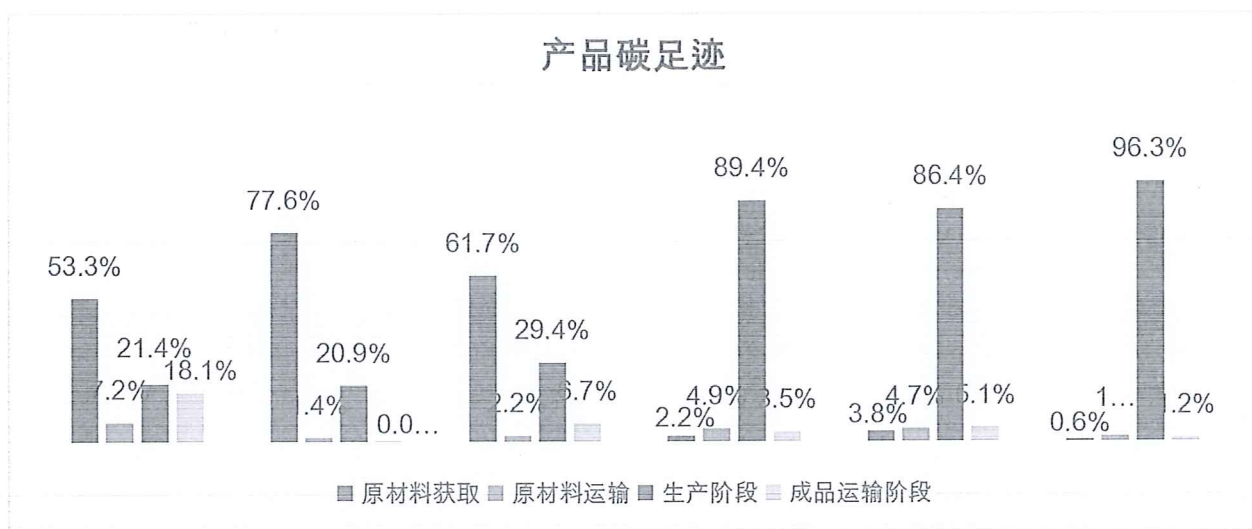


图 5.1-1 产品生命周期模型图



图 5.1-2 产品生命周期模型图

5.3 不确定性分析

不确定性的主要来源为活动水平数据存在测量误差和统计误差。

减少不确定性的方法主要有：

使用准确率较高的活动水平数据；

对每一阶段的数据跟踪监测，提高活动水平数据的准确性。

6 结论与建议

6.1 结论

干式变压器产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.3826 tCO₂ eq。

油浸式变压器产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.3910 tCO₂ eq。

预装式变电站的产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.2779 t CO₂ eq。

户内高压交流金属开关设备的产品“摇篮到大门”的碳足迹值为

0.0915 t CO₂ eq。铠装移开式交流金属封闭开关设备的产品“摇篮

到大门”的碳足迹值为 0.0947 t CO₂ eq。低压成套开关设备(MNS)的产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0849 t CO₂ eq。交流低压配电柜(GGD)的产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0834 t CO₂ eq。综合配电箱(JP)的产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0882 t CO₂ eq。动力柜(XL)的产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0848 t CO₂ eq。电缆分支箱(DFW)的产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0846 t CO₂ eq。计量箱(JLX)的产品“摇篮到大门”的碳足迹值为 0.0849 t CO₂ eq。

6.2 建议

根据干式变压器、油浸式变压器、预装式变电站、户内高压交流金属开关设备、铠装移开式交流金属封闭开关设备、低压成套开关设备(MNS)、交流低压配电柜(GGD)、综合配电箱(JP)、动力柜(XL)、电缆分支箱(DFW)、计量箱(JLX)产品“摇篮到大门”的碳足迹评价结果,在企业可行的条件下,可考虑从以下方面加强碳足迹的管理:

(1) 制定数据缺失、生产活动或报告方法发生变化时的应对措施。若仪表失灵或核算某项排放源所需的活动水平或排放因子数据缺失,企业应采用适当的估算方法获得相应时期缺失参数的保守替代数据。

(2) 建立文档管理规范,保存、维护有关温室气体年度报告的文档和数据记录,确保相关文档在第三方核查以及向主管部门汇报

时可用。

(3) 建立数据的内部审核和验证程序，通过不同数据源的交叉验证、统计核算期内数据波动情况、与多年历史运行数据的比对等主要逻辑审核关系，确保活动水平数据的完整性和准确性。

(4) 产品分类管控，从原材料到生产过程、成品运输进行控制。