

产品碳足迹报告

产品名称：配电系统物理仿真检测平台

产品规格型号：KA2003-PSP

生产者名称：北京丹华昊博电力科技有限公司

报告编号：T4102462026-5

机构名称（公章）：三信国际检测认证有限公司

报告签发日期：2026年5月15日



| 企业名称 | 北京丹华昊博电力科技有限公司 | 注册地址 | 北京市海淀区上地九街9号9号5层518号 | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------|-------------------------|--------|--------------------------------|-----------------------------|-----------|
| | | 生产地址 | 北京市昌平区科技园区超前路甲1号5号楼508室 | | | | |
| 法定代表人 | 郑子墨 | 联系方式 | 010-56678271 | | | | |
| 授权人(联系人) | 易丹 | 联系方式 | 13720093703 | | | | |
| 核算和报告依据 | GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》; | | | | | | |
| <p>企业概况:</p> <p>一般项目: 技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广; 机械电气设备制造; 机械电气设备销售; 软件开发; 软件销售; 计算机系统服务; 计算机软硬件及辅助设备零售; 电气设备修理; 机械设备租赁; 货物进出口; 业务培训(不含教育培训、职业技能培训等需取得许可的培训); 电气设备销售; 电力设施器材制造; 电力设施器材销售。(除依法须经批准的项目外, 凭营业执照依法自主开展经营活动)(不得从事国家和本市产业政策禁止和限制类项目的经营活动。)</p> | | | | | | | |
| <p>2. 单位产品碳足迹结果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>产品功能单位</th> <th>单位产品碳排放量 (kgCO₂e)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1套配电系统物理仿真检测平台 (KA2003-PSP)</td> <td>6239.8156</td> </tr> </tbody> </table> <p>系统边界“摇篮到坟墓”: 原料获取及加工、运输、生产制造、仓储、成品运输阶段、产品处置阶段的碳排放</p> | | | | 产品功能单位 | 单位产品碳排放量 (kgCO ₂ e) | 1套配电系统物理仿真检测平台 (KA2003-PSP) | 6239.8156 |
| 产品功能单位 | 单位产品碳排放量 (kgCO ₂ e) | | | | | | |
| 1套配电系统物理仿真检测平台 (KA2003-PSP) | 6239.8156 | | | | | | |
| <p>3. 评价过程中需要特别说明的问题描述</p> <p>(1) 本次产品碳足迹评价的系统边界为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、产品处置阶段。</p> <p>(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。</p> | | | | | | | |
| 编制 | 孙振歌 | 签名 | 孙振歌 | | | | |
| 组内职务 | | | | | | | |
| 组长 | 孙振歌 | 签名 | 孙振歌 | | | | |
| 组员 | 刘芳芳 | 签名 | 刘芳芳 | | | | |
| 组员 | 冯玉茹 | 签名 | 冯玉茹 | | | | |

目 录

| | |
|------------------------|----|
| 摘要 | 1 |
| 1 产品碳足迹 (CFP) 介绍 | 2 |
| 2 企业及产品介绍 | 3 |
| 2.1 企业介绍 | 3 |
| 2.2 厂区布局 | 4 |
| 2.3 产品介绍 | 5 |
| 2.3.1 产品功能 | 5 |
| 2.3.2 产品工艺流程 | 5 |
| 2.3.3 产品图片 | 8 |
| 3 目标与范围定义 | 9 |
| 3.1 评价目的 | 9 |
| 3.2 评价范围 | 9 |
| 3.2.1 功能单位 | 9 |
| 3.2.2 系统边界 | 9 |
| 3.2.3 分配原则 | 10 |
| 3.2.4 取舍准则 | 11 |
| 3.2.5 相关假设和限制 | 11 |
| 3.2.6 影响类型和评价方法 | 11 |
| 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 |
| 4.3 排放因子数据 | 14 |
| 5 碳足迹计算 | 16 |
| 5.1 计算方法 | 16 |
| 5.2 计算结果 | 16 |
| 5.3 不确定性分析 | 17 |
| 6 改进建议 | 18 |
| 6.1 改进建议 | 18 |
| 附件 | 21 |
| 附件 1: 本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单 | 21 |

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》; GB/T 24067-2024/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 1 套配电系统物理仿真检测平台 (KA2003-PSP) 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 套配电系统物理仿真检测平台 (KA2003-PSP)。评价的系统边界定义为全生命周期产品碳足迹,系统边界为原辅料获取阶段、原辅料运输阶段、产品生产阶段、成品运输阶段、产品处置阶段。

评价得到: 1 套配电系统物理仿真检测平台 (KA2003-PSP) 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、产品处置阶段的碳足迹值为 6239.8156 kgCO₂eq, 原辅料获取阶段碳排放为 1433.4705 kgCO₂eq (22.97%), 原辅料运输阶段碳排放为 231.7906 kgCO₂eq (3.71%), 生产阶段碳排放为 1.7665 kgCO₂eq (0.03%), 成品运输阶段为 207.9498 kgCO₂eq (3.33%), 产品处置阶段为 4364.8382 kgCO₂eq (69.95%) 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)》、国家市场监督管理总局发布的《温室气体排放核算与报告要求第 27 部分:陆上交通运输企业》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台完整生命周期评估 (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) ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》，此标准以 PAS2050 为种子文件，由国际标准化组织 (ISO) 编制发布。2024 年 8 月 23 日，中国国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布 GB/T 24067-2024《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》，2024 年 10 月 1 日实施。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

北京丹华昊博电力科技有限公司注册于北京市海淀区，2003年由华北电力大学（北京）与自然人股东共同投资成立，是国家级专精特新“小巨人”、国家高新技术企业，深耕电力系统自动化领域，处于行业产业链关键环节。

公司专注非有效接地（小电流）系统、变电站保护等技术研发与产品开发，主打小电流接地故障选线/定位装置、消弧线圈自动调谐成套装置等产品，推出配电网接地故障保护一体化解决方案，构建变电站整网研判四道防线，实现接地故障精准定位、隔离与自愈，产品广泛应用于国家电网、南方电网及冶金、化工等大型企业，行业地位领先。

公司技术实力雄厚，拥有国内首个1:1高压物理模拟实验室，率先实现选线准确率100%；搭建5座示范基地，长期合作客户超5000家，参与制定6项行业标准。

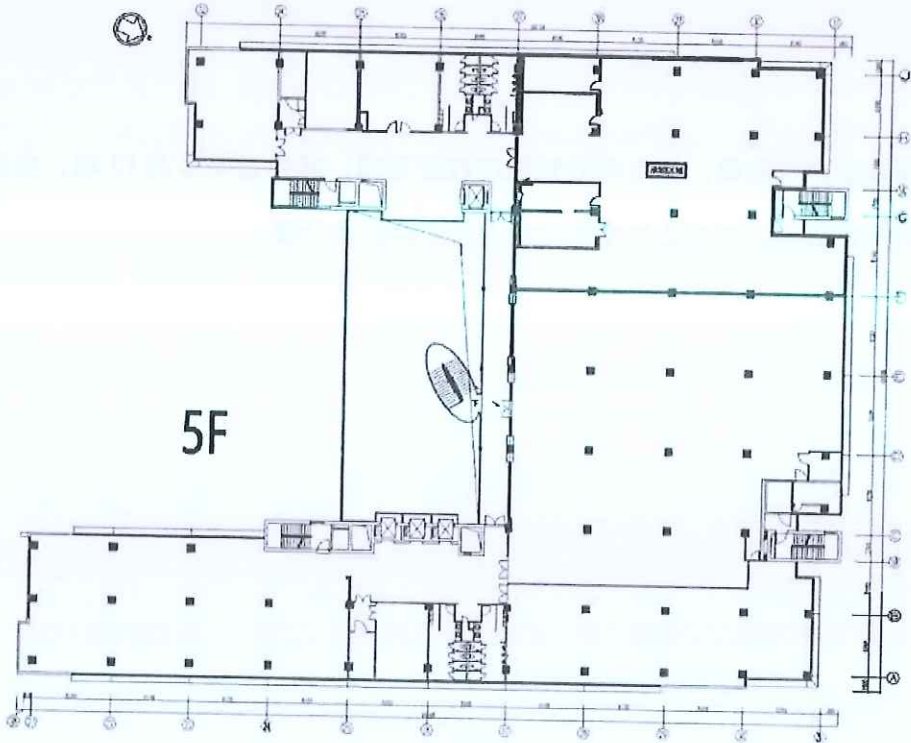
企业资质完备，拥有电力设施承装（修、试）三级许可证等多项资质，通过七大管理体系认证。

公司重视知识产权布局，拥有有效知识产权近百项，其中发明专利13项、实用新型专利8项、软件著作权64项，以核心技术推动电力产业链技术升级。

2.2 厂区形象图



附件一：租赁区域平面图



2.3 产品介绍

KA2003- PSPH 是面向 6 - 35kV 配电网的全物理动态模拟与检测平台，由我司（北京丹华昊博电力科技有限公司）联合华北电力大学研发，对标国网智能配电网实验室建设标准，可真实复现架空/电缆混联、小电流接地、分布式电源接入等复杂工况，为故障诊断、保护校验、自动化测试、运维培训提供实景试验环境。

核心定位：配电网一次/二次设备入网检测、FA（馈线自动化）闭环测试、接地故障机理研究、运维人员实操培训。

技术架构：全物理模拟 + 数字测控，一次侧按 1:10 比例复现 10kV 网架，二次侧接入真实保护/终端/故障指示器，支持物理-数字混合仿真。

适用场景：电网公司质检中心、电力科研院所、高校实验室、设备厂商入网测试。

2.3.1 产品功能

1. 全工况配电网物理模拟

- 网架灵活组态：可搭建辐射型、环网型、网格型等拓扑，模拟多条架空线/电缆、分段开关、联络开关、变压器、消弧线圈/电阻接地系统、分布式光伏/风电接入。

- 参数精准可调：线路电阻/电感/电容、变压器短路阻抗、负荷功率因数、接地电阻（0 - 5k Ω 连续可调），贴合现场实际。

- 运行方式切换：支持中性点不接地/经消弧线圈接地/经电阻接地三种主流小电流接地方式，模拟正常、检修、故障等运行状态。

2. 多类型故障精准模拟（核心优势）

- 可在任意节点设置瞬时/永久故障，复现现场 99% 以上故障场景：

- 短路故障：三相短路、两相短路、两相接地短路、相间短路。

- 接地故障：单相金属性接地、高阻接地（0 - 5k Ω ）、弧光接地、间歇性接地（模拟非金属性/树障/断线碰地）。

- 断线与异常：单相/两相断线、缺相、谐振、过电压、负荷突变。

- 故障时序控制：精确控制故障起始时刻、持续时间、过渡电阻，支持毫秒级时序同步，满足暂态录波与保护动作分析需求。

3. 一二次设备闭环检测与校验

- 故障指示器检测：全覆盖短路/接地故障，验证动作准确性、翻牌/远传可靠性、暂态录

波完整性，满足国网入网检测标准。

- 配电终端（FTU/DTU）测试：遥信/测精度、遥控正确性、SOE 时序、故障判别、FA 逻辑（故障定位→隔离→恢复供电）闭环验证。

- 继电保护与自动装置校验：过流/速断/零序保护定值校验、消弧线圈补偿效果验证、小电流接地选线装置准确率测试（支持 6 种算法融合验证）。

- 自动化系统联调：模拟主站-终端-开关全链路通信，测试 IEC 60870-5-101/104、DNP3、GOOSE 等规约兼容性，验证馈线自动化自愈能力。

4. 暂态录波与故障分析

- 高速同步录波：10kHz 采样率，同步采集电压、电流、开关状态，记录故障前 1 周波至故障后 5 周波暂态过程。

- 波形分析工具：内置谐波分析、相量分析、零序分量提取、故障特征识别算法，自动生成故障报告，支持波形对比、数据导出、事件回放。

- 接地故障定位验证：复现小电流接地故障暂态特征，验证行波法、暂态录波法、阻抗法等定位技术的精度与可靠性。

5. 运维培训与技能考核

- 实景操作培训：模拟现场倒闸操作、故障巡视、故障隔离、恢复供电流程，训练运维人员实操能力。

- 故障排查演练：预设典型故障案例库，学员通过现象判断故障类型、定位故障区段、执行隔离操作，提升故障处置效率。

- 技能考核评估：自动记录操作步骤、时间、正确率，生成考核报告，支持标准化培训与持证上岗。

6. 数据管理与报告生成

- 全流程数据记录：仿真参数、故障设置、设备状态、录波数据、测试结果全程可追溯。

- 一键生成报告：内置国网标准模板，自动生成设备检测报告、故障分析报告、培训考核报告，支持 PDF/Excel 导出。

- 远程监控与操控：支持 Web 远程访问，实现异地仿真控制、数据查看、故障回放，满足远程检测与培训需求。

7. 关键技术特点

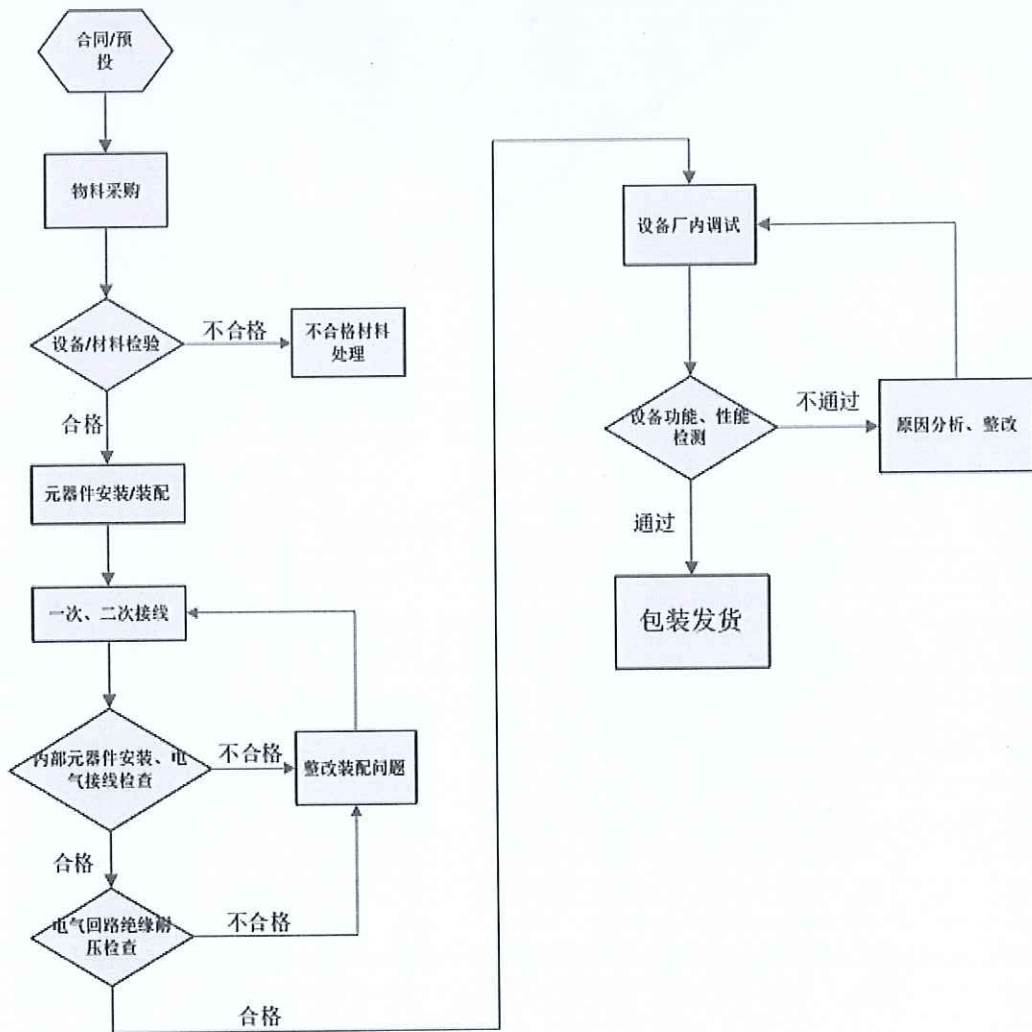
• 高保真模拟：一次侧 1:10 比例，电磁暂态特性与原型一致，故障暂态波形相似度 $\geq 95\%$ 。

• 全类型故障覆盖：国内首家支持高阻接地、弧光接地、间歇性接地全场景模拟的平台，贴合配电网真实故障特征。

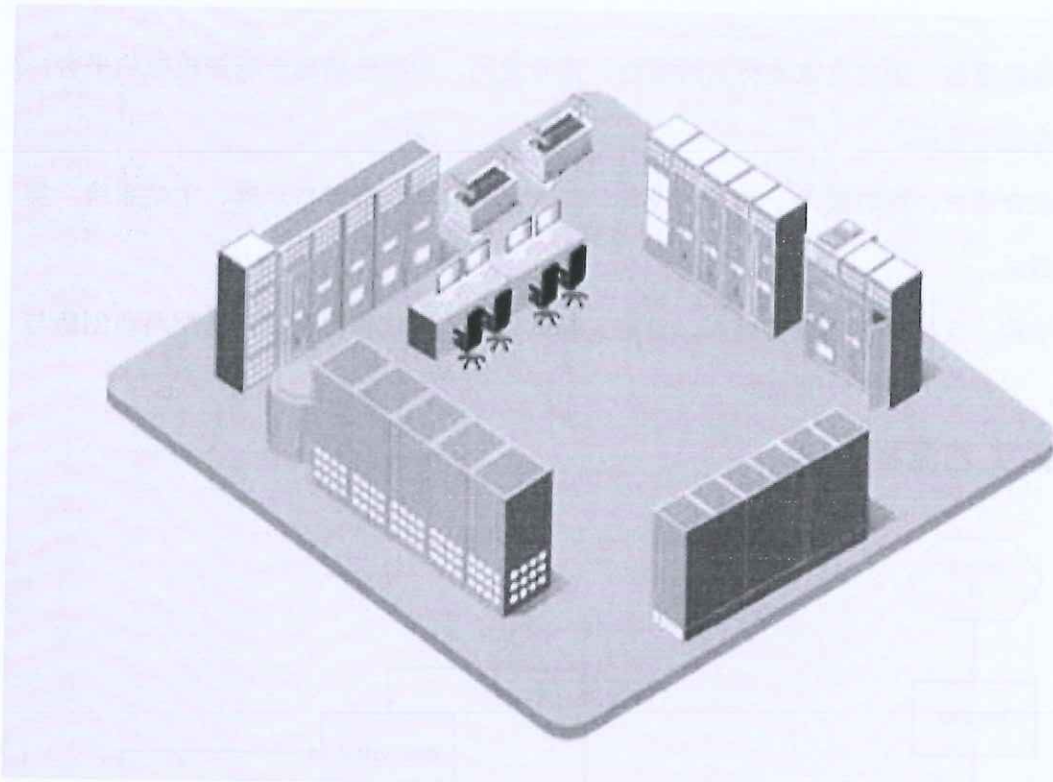
• 一二次融合测试：同时接入一次开关设备、二次保护终端、故障指示器、主站系统，实现全链路闭环测试。

• 开放式架构：支持第三方设备接入、自定义测试脚本、算法移植验证，适配科研创新与设备迭代需求。

2.3.2 产品工艺流程



2.3.3 产品图片



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》；GB/T 24067-2024/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 1 套配电系统物理仿真检测平台（KA2003-PSP）的碳足迹。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，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 套配电系统物理仿真检测平台（KA2003-PSP）。

3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界从原材料获取阶段到产品处置阶段，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、产品处置等阶段。产品从“摇篮到坟墓”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 | 接地故障柜、综合控制屏、综合测试屏、高压可调电容柜、故障集控柜、中性点电阻柜、中性点消弧柜、柱上断路器测试箱等原材料 | 包装材料获取 |
| 原辅料运输阶段 | 接地故障柜、综合控制屏、综合测试屏、高压可调电容柜、故障集控柜、中性点电阻柜、中性点消弧柜、柱上断路器测试箱等原材料的运输过程 | 包装材料运输 |
| 生产阶段 | 厂区内生产阶段 | / |
| 成品运输阶段 | 柴油货车的运输 | / |
| 产品处置阶段 | 废旧金属、废旧塑料回收处置 | / |

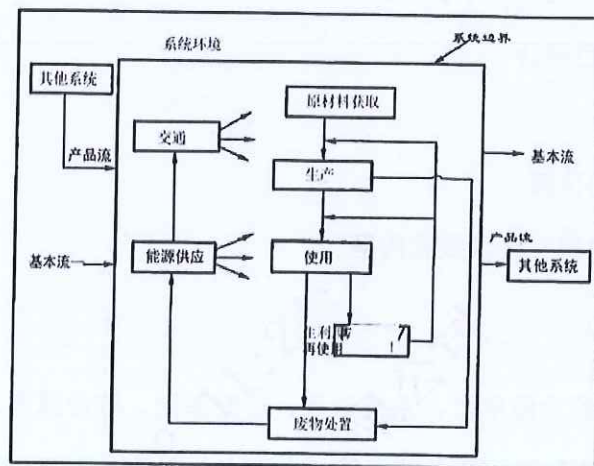


图 3.2: 产品系统边界示意图

3.2.3 分配原则

许多流程通常不只一件功能或输出，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，如果相同影响在一件过程/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（2021 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。

备注：初级数据和次级数据界定

初级数据：通过直接测量或基于直接测量计算得到的过程\或活动的量化值。注释 1:原始数据不一定来自所研究的产品系统(3.3.2)，因为原始数据可能与研究的不同但可比较的产品系统相关。注释 2:原始数据可包括温室气体排放因子(3.2.7)和/或温室气体活动数据(定义见 GB/T 24067-2024/ISO 14067:2018, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3)

次级数据:不符合原始数据(3.1.6.1)要求的数据。注释 1:次级数据可包括数据库和出版文献的数据、国家数据库中的默认排放因子、计算数据估计或其他经主管当局审定的代表性数据。

注释 2:次级数据可包括从代理进程或估计中获得的数据。

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 1 套配电系统物理仿真检测平台（KA2003-PSP）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 2025 年 01 月 01 日-2025 年 12 月 31 日。数据代表了产品的平均生产水平。

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：2025 年 10 月 23 日，生态环境部、国家统计局关于发布 2024 年电力碳足迹因子的公告，后续将及时更新和定期发布电力碳足迹因子。

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

1 套配电系统物理仿真检测平台（KA2003-PSP），2025 年度产品全生命周期各阶段的具体活动水平数据如下：

| 生命周期阶段 | 排放因子 | 活动数据 | | 温室气体量 (kgCO ₂ eq) |
|------------------|----------|--------------------|-----------|---------------------------------|
| 原材料获取 | 0.5777 | 电力 kwh | 2481.3407 | 1433.4705 |
| | 0.055539 | 天然气 m ³ | / | |
| | 0.0726 | 柴油 kg | / | |
| 原材料运输 | 0.0679 | 汽油 kg | / | 231.7906 |
| | 0.0726 | 柴油 kg | 73.1590 | |
| | 0.0520 | 电力 kwh | 101.8667 | |
| 产品生产 | 0.5777 | 电力 kwh | 3.0579 | 1.7665 |
| | 0.055539 | 天然气 m ³ | / | |
| | 0.0726 | 柴油 kg | / | |
| 成品运输 | 0.5777 | 电力 kwh | / | 207.9498 |
| | 0.0726 | 柴油 kg | 67.1692 | |
| 生命末期(产品 处置阶段) | 0.5777 | 电力 kwh | 4215.1415 | 4364.8382 |
| | 0.055539 | 天然气 m ³ | 892.4988 | |
| | 0.0726 | 柴油 kg | / | |

表 4.2.1 1 套配电系统物理仿真检测平台（KA2003-PSP）

生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

1 套配电系统物理仿真检测平台（KA2003-PSP）产品生命周期各阶段“摇篮到坟墓”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）》、《温室气体排放核算与报告要求第 27 部分：陆上交通运输企业》的缺省值查询。电力排放因子数据来源：2025 年 10 月 23 日，生态环境部、国家统计局关于发布 2024 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 2024 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，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。2024 年全国电力平均碳足迹因子为

0.5777kgCO₂e/kWh。后续将及时更新和定期发布电力碳足迹因子。

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：

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

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(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

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(tCO₂e/t)或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

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 (tCO₂e/t) 或千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

E 产品处置：使用处置阶段的碳足迹，包括现场使用年限周期内排放、报废处置过程，单位为二氧化碳当量/吨(tCO₂e/t) 或千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；

5.2 计算结果

北京丹华昊博电力科技有限公司生产 1 套配电系统物理仿真检测平台 (KA2003-PSP) 产品碳足迹是 6239.8156 kgCO₂eq/套。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 5.2-1 和图 5.2-2 所示。

| 生命周期阶段 | 碳足迹/(kgCO ₂ eq) | 百分比/% |
|---------|----------------------------|---------|
| 原材料获取阶段 | 1433.4705 | 22.97% |
| 原材料运输阶段 | 231.7906 | 3.71% |
| 生产阶段 | 1.7665 | 0.03% |
| 成品运输阶段 | 207.9498 | 3.33% |
| 产品处置阶段 | 4364.8382 | 69.95% |
| 合计 | 6239.8156 | 100.00% |

表 5.2-1 一套配电系统物理仿真检测平台 (KA2003-PSP)

产品生命周期各阶段碳排放情况



图 5.2-2 1套配电系统物理仿真检测平台 (KA2003-PSP)

生命周期阶段碳排放分布图

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 改进建议

6.1 改进建议

根据产品从原材料获取到产品处置阶段的碳足迹评价结果，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) 从数据来看，该产品的碳排放呈现出高度集中的特点：产品处置阶段占比最高，达到 69.95%，是绝对的主要来源；原材料获取阶段次之，占比 22.97%；原材料运输（3.71%）、成品运输（3.33%）和生产阶段（0.03%）的占比相对较小。因此，降碳策略应遵循“抓大放小、主次分明”的原则，优先解决占比最大的环节，各阶段降碳策略建议如下：

4.1 产品处置阶段（占比 69.95%）——核心攻坚点，这是该产品碳排放的最大来源，降碳潜力也最大。

4.1.1 优化思路：延长设备寿命+循环利用

- 延长设备服役周期：通过优化产品设计、采用高可靠性元器件、建立预测性维护体系，大幅延长设备使用寿命，减少因设备报废产生的碳排放。

4.1.2 建立闭环回收体系：

- 设计阶段采用易拆解、模块化的结构，方便报废后元器件的分类回收。

- 对金属外壳、铜排、PCB 板等关键材料进行高效回收再利用，减少原生资源消耗。
- 推动设备的翻新与梯次利用，将退役设备降级用于非关键场景，避免直接报废。

4.1.3 无害化处置：采用低碳、环保的报废处理工艺，减少拆解、熔炼过程中的能源消耗和污染物排放。

4.2 原材料获取阶段（占比 22.97%）——关键优化点，这是第二大碳排放来源，优化空间同样显著。

4.2.1 优化思路：低碳替代 + 绿色采购，优先选择低碳原材料：

- 用再生铝、再生铜替代原生金属，降低高耗能冶炼环节的碳排放。
- 选择经过绿色认证的钢材、电子元器件，优先采购使用绿电生产的原材料。

4.2.2 优化材料用量：通过轻量化设计、拓扑优化等方式，在保证性能的前提下减少原材料使用量，从源头降低碳足迹。

4.2.3 推行供应商碳管理：将碳排放指标纳入供应商评价体系，要求核心供应商提供产品碳足迹报告，推动上游供应链的低碳转型。

4.3 原材料运输阶段（占比 3.71%），优化思路：就近采购 + 低碳运输

4.3.1 优先选择本地或近距离的供应商，缩短运输距离。

- 采用铁路、水路等低碳运输方式替代公路运输，或使用新能源车辆进行运输。

4.3.2 优化包装方案，提高装载率，减少运输趟次。

4.4 成品运输阶段（占比 3.33%）

4.4.1 优化思路：路径优化 + 低碳交付

- 优化配送路线，减少空驶率和迂回运输。
- 采用新能源物流车辆进行成品运输。
- 针对长距离订单，可采用模块化、分批次的低碳运输方案。

4.5 生产阶段（占比 0.03%）

4.4.2 优化思路：绿电替代 + 节能改造

- 虽然占比极低，但仍可通过使用可再生能源电力、优化生产工艺、降低设备能耗等方式实现进一步减排，同时也能提升企业自身的绿色形象。

(5) 综合降碳建议

结合占比数据，我们可以制定出优先级明确的行动方案：

- 短期见效：优先推动原材料获取环节的低碳采购与材料替代，以及运输环节的路径优化，这些措施实施难度低、见效快。

- 长期攻坚：重点攻克产品处置阶段的碳排放，通过设计优化、回收体系建设和循环利用模式创新，实现全生命周期的碳减排。

- 体系保障：建立全生命周期碳足迹台账，定期跟踪各阶段的碳排放数据，动态调整降碳策略，确保减排效果可量化、可验证。

附件

附件 1：本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单

2025 年度温室气体报告核查组专家名单

| 姓名 | 工作单位 | 中国认证认可协会 温室气体核查员证书号 |
|-----|--------------|------------------------|
| 孙振歌 | 三信国际检测认证有限公司 | 2024-CCAA-GHG1-1277222 |
| 刘芳芳 | 三信国际检测认证有限公司 | 2024-CCAA-GHG1-1446871 |
| 冯玉茹 | 三信国际检测认证有限公司 | 2024-CCAA-GHG1-1300462 |

上述专家名单，经过本企业确认并同意开展温室气体排放量核查工作，专家组成员在本公司进行了 2.0 天的数据收集、数据验证、数据计算和数据核查工作，特此证明。

企业代表(签字)：

(企业盖公章)

2026 年 5 月 15 日

