

产品碳足迹报告

产品名称: 环形混凝土电杆

产品规格型号: ZΦ350×12 (6NF6) ×T×BY

生产者名称: 河北兴本电气有限公司

报告编号: T410323-2

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7月12日

企业名称	河北兴本电气有限公司	核查地址	河北省保定市满城区南韩村镇尹固村村东口南行300米				
法定代表人	刘程	联系方式	****				
授权人（联系人）	刘程	联系方式	****				
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》；						
企业经营范围： 河北兴本电气有限公司成立于2017年04月12日，注册地位于河北省保定市满城区南韩村镇尹固村村东口南行300米，法定代表人为刘程。经营范围包括一般项目：变压器、整流器和电感器制造；配电开关控制设备制造；电力设施器材制造；工业自动控制系统装置制造；机械电气设备制造；水泥制品制造；输变配电监测控制设备制造；配电开关控制设备销售；智能输配电及控制设备销售；电容器及其配套设备销售；电力设施器材销售；电子真空器件销售；电子元器件零售；机械电气设备销售；特种陶瓷制品销售；电线、电缆经营；水泥制品销售；五金产品零售；输配电及控制设备制造；电力电子元器件制造；五金产品制造；电工仪器仪表制造；电工仪器仪表销售；风动和电动工具制造；风动和电动工具销售；建筑材料销售；仪器仪表销售；机械设备销售；机械设备租赁；专用设备修理；电子专用设备制造；电子专用设备销售；家用电器修理；家具安装和维修服务；家具销售；办公用品销售；灯具销售；电工器材销售；电气信号设备装置制造；电气信号设备装置销售。（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）许可项目：电线、电缆制造；建设工程施工。。							
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 (kgCO₂eq)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1根环形混凝土电杆【ZΦ350×12(6NF6)×T×BY】</td><td>141.2062</td></tr> </tbody> </table> 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				产品功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)	1根环形混凝土电杆【ZΦ350×12(6NF6)×T×BY】	141.2062
产品功能单位	单位产品碳排放量 (kgCO ₂ eq)						
1根环形混凝土电杆【ZΦ350×12(6NF6)×T×BY】	141.2062						
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。 (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	孙振歌	签名	孙振歌				
组内职务							
组长	孙振歌	签名	孙振歌				
组员	张肖楠	签名	张肖楠				

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	4
2.3.1 产品功能	4
2.3.2 产品工艺流程	5
2.3.3 产品图片	7
3 目标与范围定义	8
3.1 评价目的	8
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	9
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	10
3.2.8 数据质量要求	10
4 数据收集	12
4.1 数据收集说明	12

4.2 活动水平数据	13
4.3 排放因子数据	13
5 碳足迹计算	15
5.1 计算方法	15
5.2 计算结果	15
5.3 不确定性分析	16
6 改进建议	17
6.1 改进建议	17
附件	17
附件 1: 本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单	20

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 根环形混凝土电杆【ZΦ350×12 (6NF6) ×T×BY】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 根环形混凝土电杆【ZΦ350×12 (6NF6) ×T×BY】。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 根环形混凝土电杆【ZΦ350×12 (6NF6) ×T×BY】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 141.2062 kgCO₂eq, 原辅料获取阶段碳排放为 36.6719 kgCO₂eq (25.97%), 原辅料运输阶段碳排放为 5.6287 kgCO₂eq (3.99%), 生产阶段碳排放为 3.5579 kgCO₂eq (2.52%), 成品运输阶段为 7.9503 kgCO₂eq (5.63%), 产品处置阶段为 87.3974 kgCO₂eq (61.89%) 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,背景数据来自国家市场监督管理总局发布的 GB/T 32151.38-2024《温室气体排放核算与报告要求第 38 部分:水泥制品生产企业》、GB/T 32151.27-2024《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

一、企业基本情况

河北兴本电气有限公司是一家专注于电气设备研发、生产、销售与技术服务的专业化企业，坐落于京津冀协同发展核心区域河北省，依托区域产业集群优势与便捷的交通网络，面向全国市场提供高品质电气产品与一体化解决方案。公司自成立以来，始终坚持“品质为本、创新驱动、服务为先”的发展理念，深耕电气领域，逐步形成了覆盖产品研发、生产制造、安装调试、售后运维全链条的服务能力，在工业电气、电力配套、建筑电气等多个细分领域积累了良好的市场口碑与客户信任。

公司自成立以来，始终坚守“品质为本、诚信立业、创新驱动、服务先行”的经营理念，以满足各类工程建设对高品质水泥制品的需求为核心发展方向，不断优化生产工艺、升级生产设备、完善质量管理体系，目前已经具备年生产各类水泥制品超百万立方米的生产能力，累计为国内数千项重点基础设施建设、市政工程、房地产开发项目提供了优质的水泥制品供应服务。

二、市场与服务

经过多年发展，河北兴本电气的销售与服务网络已经覆盖河北全省，并逐步延伸至华北、东北、华东等多个区域，客户群体涵盖工业制造企业、电力工程公司、建筑施工企业、市政等单位等多个领域。公司始终坚持以客户需求为中心，建立了快速响应的客户服务机制：售前阶段可为客户提供免费的技术咨询与方案设计支持，帮助客户选择适配的产品方案；售中阶段可配合客户项目进度，及时完成产品生产与配送，提供现场安装技术指导；售后阶段建立了快速响应的运维服务机制，接到客户故障报修后，可在承诺时间内安排技术人员到场处理，及时解决客户遇到的问题，保障客户电气系统稳定运行。

三、企业发展愿景

未来，河北兴本电气将继续深耕电气领域，紧抓新能源、新基建发展带来的市场机遇，持续加大技术创新与产品升级力度，不断提升产品品质与服务水平，致力于成为国内一流的电气产品与解决方案提供商，为广大客户提供更优质、更可靠、更智能的电气产品与服务，推动行业技术进步，助力电力与工业领域的高质量发展！

2.2 厂区形象图



2.3 产品介绍

ZΦ350×12(6NF6)×T×BY 型号的环形混凝土电杆，各段代号含义如下：

Z：代表锥形电杆，遵循 1:75 的标准锥度设计，杆体从梢部到根部直径逐渐增大，适配架空线路竖向荷载与水平荷载传递需求，梢径 Φ350mm，杆总长 12m，经计算杆底直径约为 510mm；

6NF6：其中“6”代表 6 米杆段内法兰（NF）连接结构，采用两段 6 米杆段通过内法兰拼接组成 12 米整杆；“6”同时代表 6 级标准检验弯矩，适配中等荷载等级的线路工况，满足架空线路抗风、覆冰等荷载要求；

T：代表田字型横担适配结构，杆体预留田字型横担安装点位及连接孔位，适配多回路线路布置，可同时悬挂多组导线与金具，提升线路架设效率与空间利用率；

BY：代表部分预应力混凝土电杆，采用“预应力钢筋+普通热轧钢筋”复合配筋形式，兼顾抗裂性与结构韧性，抗裂系数达 0.8，性能介于普通钢筋混凝土电杆（G）和全预应力电杆（Y）之间，避免脆性断裂风险。

2.3.1 产品功能

• 基础核心功能

作为架空电力线路的核心支撑构件，本产品主要用于悬挂横担、绝缘子、导线、金具等线路配件，固定架空线缆，承担导线自重、风压荷载、冰雪荷载、线路张力等多重荷载，将竖向荷载、水平风荷载及扭矩平稳传递到地下基础，保障架空线路整体稳定、安全运行，避免线路因荷载过大发生倾斜、倒塌等事故；

• 适用场景功能

(1) 核心适用场景：主要用于 10kV- 35kV 架空配电线路，优先用作转角杆、终端杆、耐张杆及多回路直线杆，6 级大弯矩承载力可满足档距 60- 80m 线路的架设需求，无拉线布置设计可有效避开农田、绿化带、房屋建筑及市政设施，减少征地与协调成本。

(2) 复杂地形适配功能：分段式结构适配山区、丘陵、乡村等道路狭窄、地形复杂区域，解决长杆运输困难的痛点，尤其适用于农网升级改造、山区电网延伸等工程，助力偏远地区电力覆盖。

(3) 多回路架设功能：田字型横担适配结构可灵活布置多组导线，满足工业园区、城郊结合部等用电负荷集中区域的多回路供电需求，提升供电可靠性与线路输送能力，减少线路重复架设成本。

(4) 后期运维便捷功能：内法兰连接结构便于后期检修与更换，若某一杆段出现局部损坏，可单独更换对应杆段，无需整体更换 12 米整杆，大幅降低运维成本；杆体预留脚钉孔，便于运维人员登杆检修、线路维护及故障排查；预留接地孔，可便捷安装接地扁钢，实现线路接地防雷，提升线路运行安全性。

(5) 多环境适配功能：C60 高强混凝土与抗渗、抗冻设计，使其可广泛应用于沿海潮湿区域、冬季结冰覆冰区域、大风沙区域及高温多雨区域，适应不同气候条件下的户外运行，无需额外做特殊防护处理，降低维护成本；

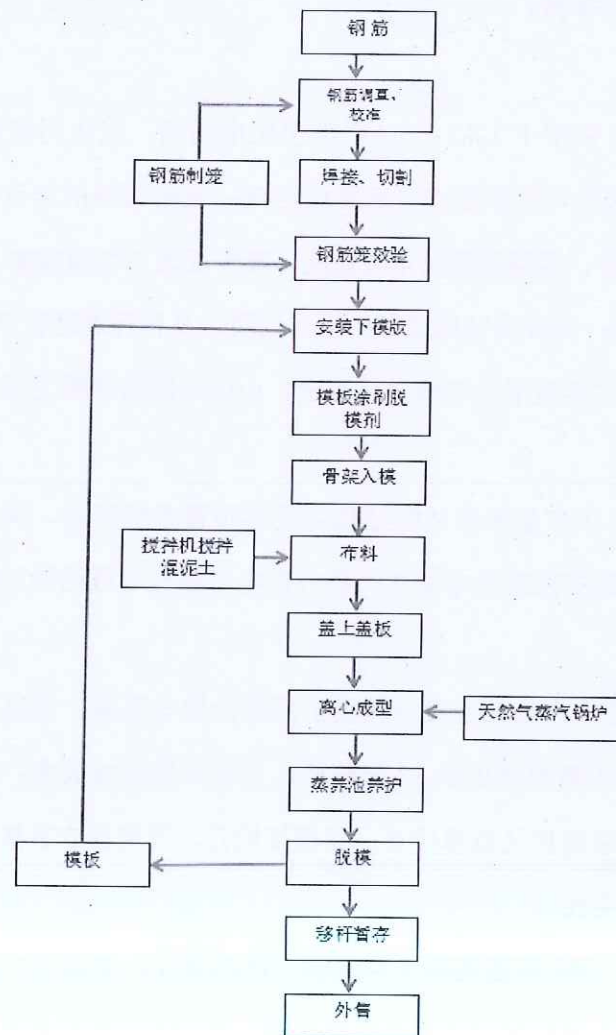
• 辅助配套功能

(1) 防雷接地功能：杆体预留专用接地孔，可快速安装接地装置，实现线路接地，有效规避雷击对线路及设备的损坏，保障供电安全。

(2) 标识与防护功能：杆身可喷涂线路名称、编号、警示标识等，满足电网标准化建设要求；可根据使用场景涂刷防腐、防晒涂层，进一步延长产品使用寿命。

(3) 环保回收功能：产品达到设计服役年限后，杆体混凝土可破碎加工为再生骨料，用于路基回填、小型预制构件生产等，替代天然砂石；内部预应力钢丝、法兰钢板可回收冶炼，实现资源循环利用，降低碳足迹，符合绿色建筑与低碳电网建设要求。

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 根环形混凝土电杆【 $Z\Phi 350\times 12(6NF6)\times T\times BY$ 】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 根环形混凝土电杆【 $Z\Phi 350\times 12(6NF6)\times T\times BY$ 】。

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	钢筋、水泥、砂石等	包装材料获取
原辅料运输阶段	钢筋、水泥、砂石等的新能源电动货车运输过程	包装材料运输
生产阶段	厂区内生产阶段	/
成品运输阶段	新能源电动货车运输	/
产品处置阶段	废旧金属、废旧水泥回收处置	/

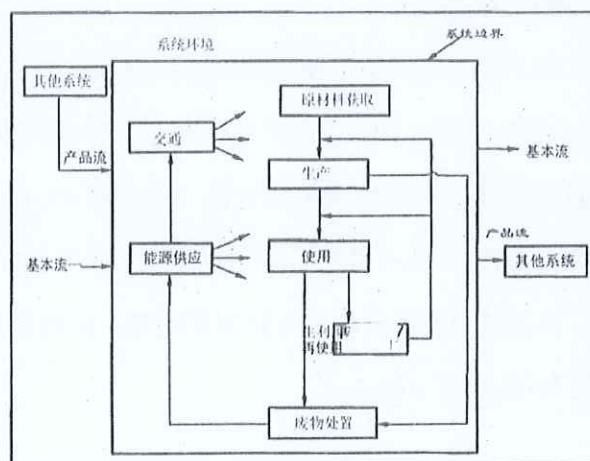


图 3.2: 产品系统边界示意图

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 根环形混凝土电杆【ZΦ350×12（6NF6）×T×BY】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 根环形混凝土电杆【ZΦ350×12（6NF6）×T×BY】，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	63.4792	36.6719
	0.055539	天然气 m ³	/	
	0.0726	柴油 kg	/	
原材料运输	0.5777	电力 kwh	9.7432	5.6287
	0.0726	柴油 kg	/	
产品生产	0.5777	电力 kwh	3.6561	3.5579
	0.055539	天然气 m ³	0.6687	
	0.0726	柴油 kg		
成品运输	0.5777	电力 kwh	13.762	7.9503
	0.0726	柴油 kg	/	
生命末期(产品 处置阶段)	0.5777	电力 kwh	51.7279	87.3974
	0.055539	天然气 m ³	26.6000	
	0.0726	柴油 kg	/	

表 4.2.1 1 根环形混凝土电杆【ZΦ350×12（6NF6）×T×BY】

生命周期碳排放清单说明

4.3 排放因子数据

1 根环形混凝土电杆【ZΦ350×12（6NF6）×T×BY】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

河北兴本电气有限公司生产 1 根环形混凝土电杆【ZΦ350×12(6NF6)×T×BY】产品碳足迹是 141.2062 kgCO₂eq/根。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	36.6719	25.97%
原材料运输阶段	5.6287	3.99%
生产阶段	3.5579	2.52%
成品运输阶段	7.9503	5.63%
产品处置阶段	87.3974	61.89%
合 计	141.2062	100.00%

表 5.2-1 一根环形混凝土电杆【ZΦ350×12（6NF6）×T×BY】

产品生命周期各阶段碳排放情况

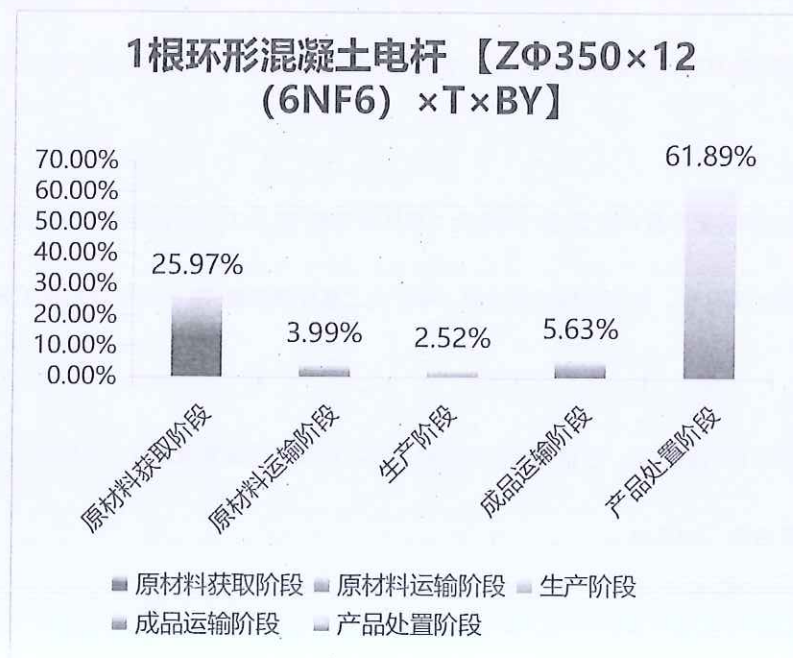


图 5.2-2 一根环形混凝土电杆【ZΦ350×12（6NF6）×T×BY】

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) 从柱状图得出各阶段碳排放占比：产品处置阶段 61.89% > 原材料获取阶段 25.97% > 成品运输阶段 5.63% > 原材料运输阶段 3.99% > 生产阶段 2.52%。产品处置阶段碳排放量占比最高，是碳减排核心重点；原材料获取为第二减排关键点；运输和生产阶段占比较小，作为辅助优化环节，下面分阶段制定各阶段碳减排方案：

4.1 产品处置阶段（61.89%，减排重中之重），电杆达到设计服役年限后，常规方式为破碎后渣土填埋，混凝土破碎消耗柴油机械，废弃混凝土、钢筋得不到高效循环利用，产生大量碳排放，是整体碳足迹最大来源，降碳改进措施：

- 延长产品使用寿命：生产阶段严格采用 C60 高强混凝土，优化 BY 部分预应力配筋设计，提高抗冻、抗渗、抗风化性能；运行期间定期涂刷防护涂层，把设计使用寿命由 50 年合理延长至 60- 65 年，推迟报废时间，分摊全生命周期碳排放。

- 报废构件资源化循环利用：废旧电杆破碎筛分：将混凝土杆体加工成再生骨料，用于路

基回填、预制小型混凝土构件，替代一部分天然砂石，减少开山采石带来的碳排放，杆内预应力钢丝、法兰钢板圈拆除后回售钢厂重新冶炼，减少原生钢材生产；内法兰盘状态完好时检修除锈后重复利用。

- 低碳化拆除施工：拆除时优先选用电动破碎设备，替换传统燃油破碎机；减少柴油消耗；拆除建筑垃圾就近就地处置，避免远距离外运，降低运输碳排放。

- 梯次降级利用：对于外观完好、结构承载力衰减较小的退役电杆，不再用于 35kV 耐张杆，降级用于乡村低压线路或者围墙支撑构件，最大限度避免提前报废。

4.2 原材料获取阶段（25.97%，第二减排重点），碳排放来源：水泥、砂石、钢筋生产过程排放，可以从以下方面进行优化：

- 选用低碳原材料：

在符合 GB/T4623-2025 标准前提下，采用掺粉煤灰、矿粉、硅灰的低碳熟料水泥替代普通硅酸盐水泥，降低水泥熟料用量，减少水泥生产阶段碳排放；

砂石优先采购机制再生砂石，减少天然砂石开采；

选用低碳钢材：采购使用电炉炼钢生产的绿色低碳预应力钢丝、HRB400 钢筋、法兰钢板，优先选购具备产品碳足迹认证的钢材供应商，降低钢材隐含碳。

- 优化用料配比：通过混凝土配合比试验，在保证强度 C60 条件下，降低水泥用量，合理增加矿物掺合料；优化配筋设计，在满足 6 级检验弯矩前提下合理优化钢筋用量，避免钢筋冗余。

- 供应商筛选：原材料采购优先选取本地低碳认证厂家，避免远距离采购带来上游额外碳排放。

4.3 成品运输阶段（5.63%），可以从以下方面进行优化：

- 就近布局生产基地：按照配电工程选址，在项目周边范围内选择电杆生产厂家，缩短运输里程。

- 运输车辆升级：运输全部采用新能源重卡替代传统柴油运输车；同一批次工程集中发货，提高单车装载数量，减少运输车次。

- 优化运输路线，合理规划运输路线，避开拥堵路段，降低车辆怠速产生的多余油耗。

4.4 生产阶段（2.52%），碳排放来源：离心成型、蒸汽养护、钢筋笼焊接耗电、锅炉蒸汽能耗可以从以下方面进行优化：

- 养护方式升级：把燃煤锅炉蒸汽养护替换为光伏电能供热或者余热回收蒸汽。
- 工厂供电改造：厂区铺设光伏发电板，生产设备（离心机、焊机）优先使用绿电。
- 优化离心成型工艺：合理控制离心时间，避免设备长时间空载运行；采用自动化焊接设备降低耗电量。

4.5 原材料运输阶段（3.99%，占比最低，适度优化即可），碳排放源：水泥、砂石、钢筋运至预制厂车辆燃油消耗，可以从以下方面进行优化：

- 原材料集中批量采购，采用重载车辆运输，提高装载率。
- 砂石、水泥就近取材，减少长途运输；短途物料采用电动货车输送。

（5）全生命周期综合减排策略

- 核心突破口：产品处置阶段（61.89%）：废旧电杆资源化利用、延长电杆使用寿命是降低该型号混凝土电杆碳足迹最关键环节，减排潜力最大；

- 次要重点：原材料获取（25.97%）：优化混凝土配比、选用低碳水泥和低碳钢筋；
- 运输环节（原材料运输 + 成品运输合计 8.14%）依托就近采购和新能源车辆实现降碳；
- 生产阶段占比较小，主要依靠厂区光伏绿电替换传统能源即可完成减排；
- 整体全生命周期减排思路：首要：产品处置阶段（梯次利用+再生资源化）→2. 原材料获取阶段（低碳水泥+低碳钢材）→3. 成品运输优化→4. 原材料运输管控→5. 生产车间节能降耗。通过以上措施可以显著降低 ZΦ350×12（6NF6）×T×BY 电杆全生命周期碳足迹。

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
张肖楠	三信国际检测认证有限公司	2026-CCAA-GHG1-1304976

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 1.5 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 7 月 12 日

