

产品碳足迹认证报告



电力认证

产 品 名 称：特高压输电角钢塔

产品规格型号：±800kV

生产者 名称：温州泰昌铁塔制造有限公司

报告机构：中电联（北京）检测认证中心有限责任公司

日期：2025年2月8日



基 本 信 息

项目名称：±800kV 特高压输电角钢塔碳足迹认证
申 请 者：温州泰昌铁塔制造有限公司
生 产 厂：温州泰昌铁塔制造有限公司
生产厂地址：浙江省温州市龙湾区金海一道 919 号
认证产品：±800kV 特高压输电角钢塔
规格型号：±800kV 角钢塔
认证依据： GB/T 24067-2024 《温室气体 产品碳足迹量化要求和指南》、中电联标准《温室气体 电力装备产品碳足迹量化方法与要求 输电杆塔》（报批稿）、CECC-GZ01-2023 《产品碳足迹量认证实施规则》。
时间边界：2023 年 5 月 1 日到 2024 年 4 月 30 日
系统边界：从原料生产到杆塔产品制造完成（从摇篮到大门）
核查结论：

中电联（北京）检测认证中心有限责任公司（简称“CECC”）派出的核查组于 2024 年 12 月 20 日至 12 月 21 日对温州泰昌铁塔制造有限公司进行了现场核查。核查的内容为 2023 年 5 月 1 日到 2024 年 4 月 30 日期间生产的±800kV 特高压输电角钢塔碳足迹进行核查核算与评价：

- 1、申请者/生产厂按照 GB/T 24067-2024 和《温室气体 电力装备产品碳足迹量化方法与要求 输电杆塔》 提供了采购的原材料、原材料运输、产品生产全环节的、真实有效的数据；
- 2、经过核查核算，确认该产品的碳排放量。

产品名称	数据单元	单元产品碳足迹（kgCO ₂ e）	注
±800kV 角钢塔	1 基±800kV 角钢塔	212175.21	时间边界内平均值 1 基塔 88.66 吨
	1 吨±800kV 角钢塔	2393.14	
	吨产品泰昌厂碳排放	112.48	

审核组：滕 文 徐德录 程建国 苏 隔	日期：2024 年 12 月 31 日
复 核：潘苏东	日期：2025年 2 月 7 日
批 准：张瑞江	日期：2025年 2 月 8 日

报告机构：中电联（北京）检测认证中心有限责任公司

二、碳足迹量化

1、目的

通过数据量化，协助输电杆塔制造企业识别产品从“摇篮到大门”的重要排放阶段、重点排放过程和主要影响因素，从而建立合理的减排措施。企业可以在分析数据的基础上，优化设计、优化供货、优化生产工序。

用户也可以横向分析比较同类输电杆塔产品的碳排放量，选择更加低碳的输电杆塔产品，推动绿色供应链构建。

2、量化方法

依据标准：GB/T 24067-2024《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》、中电联标准《温室气体 电力装备产品碳足迹量化方法与要求 输电杆塔》（报批稿）。

3、量化范围

(1). 功能单位或声明单位

以 1 基±800kV 电压等级角钢塔从摇篮到大门作为功能单位。

以 1 基±800kV 电压等级角钢塔单位质量（1 吨）作为声明单位。

为更好地体现企业的管理水平，又将生产过程产生的二氧化碳排放量以单位质量（1 吨）给出。

基准流：以全年生产的 458 基±800kV 角钢塔总质量 40606.12 吨为数据基础进行计算，最后给出 1 吨和平均 1 基质量为单元的碳足迹核算结果。

(2). 系统边界

☒ 原材料获取阶段 ☒ 原材料运输阶段 ☒ 生产阶段 ☐ 运输(交付)阶段 ☐ 使用阶段 ☐ 生命末期阶段

系统边界图:

系统由三段组成:原材料获取阶段、原材料运输阶段、生产阶段,见图 3。

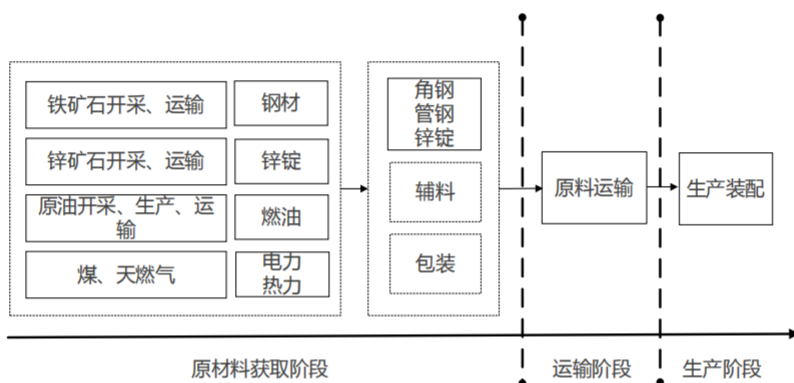


图 3 ±800kV 角钢塔产品碳足迹量化系统边界图

排除的过程:

- (a) 加工制造设备、设施和工具的保养、维护和安装;
- (b) 厂房的照明、采暖、卫生用水电汽等能源消耗;
- (c) 员工通勤、办公、差旅等;
- (d) 木材作为生物质,其生命周期的碳排放排除在系统边界外;
- (e) 最终产品的运输、施工和运维。

取舍准则

采用的取舍准则以中电联标准《温室气体 电力装备产品碳足迹量化方法与要求 输电杆塔》为依据,具体内容如下:

(1) 所有被忽略部分应先计算其碳排放量，确定满足取舍准则，并在报告中阐明；

(2) 可忽略产品碳足迹影响小于 1%的环节；

(3) 忽略的环节总的产品碳足迹影响不应超过产品碳足迹总量的 5%；

(4) 运输过程涉及的车辆返程产生的排放忽略不计，若使用运输碳排放核算软件计算返程，需进行计算空载情况下车辆返程碳排放，并去掉车辆返程碳排放量。

本报告中，排除了碳排放量很低、单位为升（L）的混合气和氮气、氧气，以及无排放因子的液氩。而对于其他占总排放量 2.07%（低于总排放量的 5%）的小于 1%的环节，虽然可以忽略，但本报告保留了这些数据。

时间边界

2023 年 5 月 1 日到 2024 年 4 月 30 日。

三、数据采集与量化

1、数据来源

初级数据：本报告初级活动数据为 2023 年 5 月 1 日至 2024 年 4 月 30 日的生产报表数据，包括产品生产过程中的能源与原材料的耗用量（原材料输入与输出、能源消耗等），最终产品的产量。这些数真实地反映了整个生产过程能源和物料的输入，以及产品生产过程的输出。

对能源和辅助气体，以生产中的消耗量为准纳入计算。

次级数据：本报告次级活动数据中的运输数据，以原料采购过程为基础得来；排放因子来源于 CPCD 中国产品全生命周期温室气体排放系数库等权威数据库或有关机构的相关碳排放报告。

表 1 活动数据类型和来源

数据类别			活动数据来源
初级数据	原材料	原材料消耗量	企业生产数据
	产品	成品产出量	企业生产数据
	能源	电、天然气、乙炔	企业生产数据
次级数据	运输	原材料运输距离、 运输车轮载重	根据高德地图测算
	排放因子	原材料获取和运输	中国产品全生命周期温 室气体排放系数库等

2、工艺流程

角钢塔的工艺流程如图 4 所示。

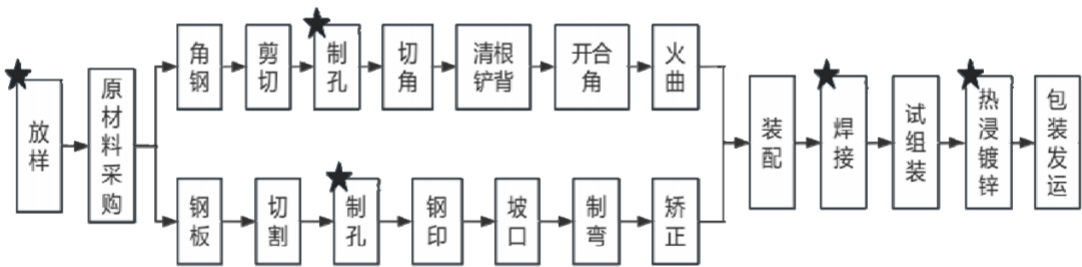


图 4 角钢塔生产工艺流程图

3、活动数据及碳排放量计算

从生产报表和生产线上收集的±800kV 角钢塔生命周期各个阶段的活动数据及依此计算的碳排放清单结果见表 2。

说明：为提高计算的精准度，本报告采集了 2023 年 5 月 1 日到 2024 年 4 月 30 日整 12 个月、458 基塔的数据，取平均值后作为 1 基

塔的参数，并以此进行计算。由于塔型众多，重量也有差异，最后给出每吨±800kV 角钢塔的温室气体排放量数据。

表 2 ±800kV 角钢塔生命周期阶段碳排放活动数据与碳排放量计算

阶段	类型		物质/能源	年活动数据	1 基 活动数据	排放因子	1 基温室气体 量(kg CO ₂ e)
原材料获取	主要原材料	钢材	钢板	6139.6t	13405kg	2.270kgCO ₂ e/kg	30429.95
			角钢	28999t	63317kg	2.050kgCO ₂ e/kg	129799.30
		金属制品	紧固件	2400.0t	5240.2kg	2.832kgCO ₂ e/kg	14840.17
		有色金属	锌锭	1531.0t	3342.8kg	6.120kgCO ₂ e/kg	20457.64
	辅料	耗材	焊丝	561601kg	1226.2kg	0.055kgCO ₂ e/kg	67.44
			水	58139t	126941kg	0.0002kgCO ₂ e/kg	21.33
		化工品	合成盐酸	435186kg	950.19kg	1.011kgCO ₂ e/kg	960.64
			液氧	60295kg	131.65kg	1.127kgCO ₂ e/kg	148.37
			二氧化碳	30446L	66.476L	0.168kgCO ₂ e/L	11.14
		包装	无纺布	9481.0kg	20.701kg	3.820kgCO ₂ e/kg	79.08
	镀锌打包带 (热镀锌钢带)		57016kg	124.49kg	2.890kgCO ₂ e/kg	359.77	
	能源		天然气	1807690m ³	3946.9m ³	0.070kgCO ₂ e/m ³	276.28
		乙炔	240.00kg	0.524kg	15.591kgCO ₂ e/kg	8.17	
原材料运输	46 吨重型车		钢材	35820184t·km	78210 t·km	0.057 kgCO ₂ e/ t·km	4457.97
	35 吨重型车		锌锭	848648t·km	1852.9t·km	0.071 kgCO ₂ e/ t·km	131.55
	35 吨重型车		盐酸	100528t·km	219.49t·km	0.071 kgCO ₂ e/ t·km	15.58
	32 吨重型车		紧固件	696000t·km	1519.7t·km	0.075 kgCO ₂ e/ t·km	113.97
	25 吨重型车		气体、打包带	86896t·km	189.73t·km	0.099 kgCO ₂ e/ t·km	18.84
	10 吨重型车		焊材、编织袋	16388t·km	35.783t·km	0.162 kgCO ₂ e/ t·km	5.80
产品生产	能源		黑件加工用电	1313070kWh	2867.0kWh	0.5422kgCO ₂ e/kWh	1554.47
			热镀锌用电	449681kWh	981.84kWh	0.5422kgCO ₂ e/kWh	532.35
			其他用电	34920kWh	76.245kWh	0.5422kgCO ₂ e/kWh	41.34
			天然气	1807690 m ³	3946.9m ³	1.976kgCO ₂ e/m ³	7800.30
			乙炔	240.00kg	0.524kg	3.385kgCO ₂ e/kg	1.77
			丙烷	3782.0kg	8.258kg	5.067kgCO ₂ e/kg	41.84
	辅助气体		二氧化碳气	30446L	66.476L	0.002kgCO ₂ e/L	0.13
			氧气				
			液氧				
	水		水蒸气				
			水				

注：1、生产的废料主要是钢板边角和角钢尾头，可做废旧金属回收利用；再一个是对金属件进行清洗的废酸，不在本单位进行处理；故本报告不考虑废料处理过程；

2、本产品系统为单直通线生产系统，无副产品产出，也不发生初级原料的再生循环过程，因此未建立分配程序；

3、采集的数据保留 5 位有效数字，对于大于 5 位的整数，则保留到个位；计算结果保留 2 位小数；

4、本表中的数据是由 excel 表在原始数据保留 3 位小数的情况下自动计算的，转录到本表时按注 3 进行了修约，故按表中数据计算的结果在最后一位或两位小数上可能会有误差。

四、影响评价

1、影响类型与特征化因子选择

选择政府间气候变化专门委员会（IPCC）给出的 100 年全球变暖潜势（GWP）。

2、结果分析与评价

表 3 是根据采集的活动数据得到的 1 基±800kV 角钢塔碳排放计算结果。

全年生产 458 基±800kV 角钢塔总质量 40606.12 吨，平均 1 基的质量为 88.66 吨。

表 3 1 基±800kV 角钢塔碳排放计算结果与分析

阶段	碳排放量	单位	占总量比例	注
1 基总排放量	212175.21	kgCO ₂ e	100%	
材料获取	197459.28	kgCO ₂ e	93.06%	
材料运输	4743.72	kgCO ₂ e	2.24%	
产品生产	9972.21	kgCO ₂ e	4.70%	

从表 3 数据可以得到：

±800kV 角钢塔功能单位碳排放结果为：**212175.21 kgCO₂e**。

±800kV 角钢塔声明单位碳排放结果为：2393.14 kgCO₂e。

其中，在本工厂生产过程产生的碳排放为：**112.48 kgCO₂e/t**。

在 1 基的碳排放总量中，93.06%是原材料贡献的，而且钢材就占到了 75.52%。辅料的贡献力为 0.57%，能源贡献了 0.13%，包装材料仅有 0.21%。

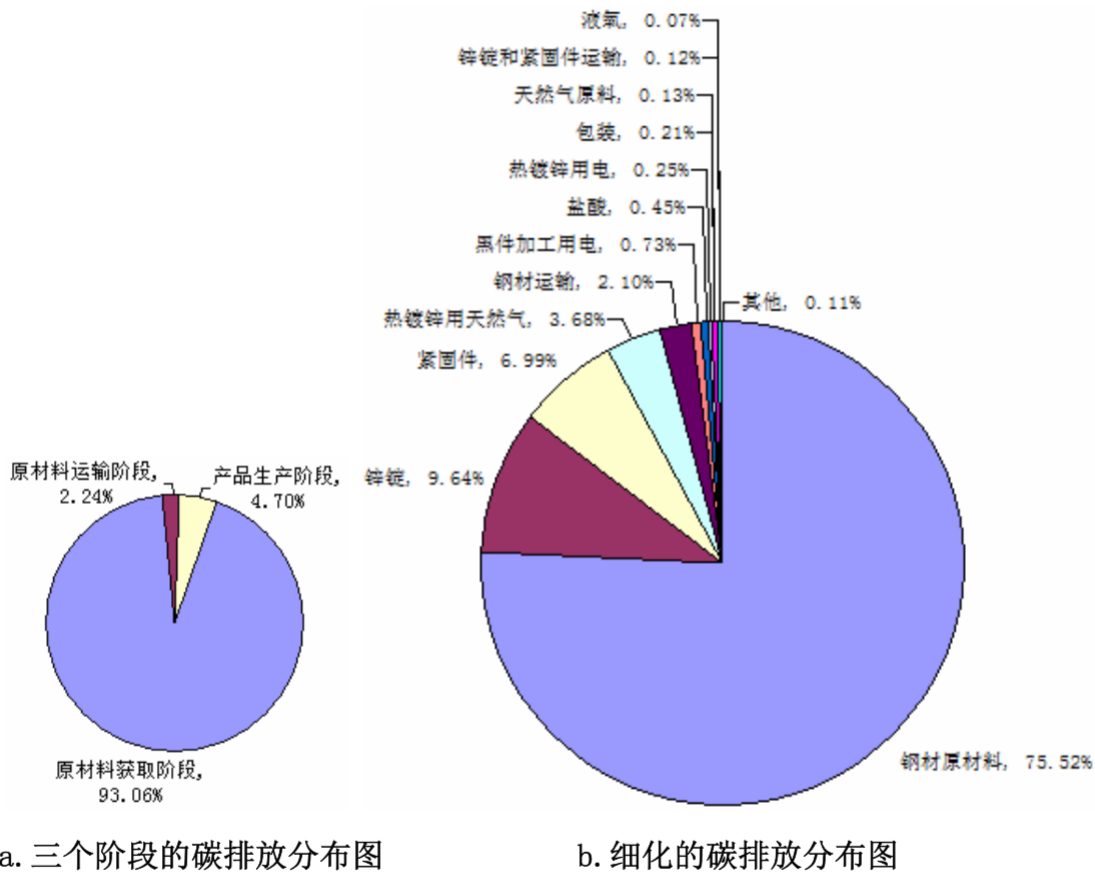


图 5 ±800kV 角钢塔碳排放分布图

生产过程的碳排放占总量的 4.7%，主要排放项是用电，占生产排放的 21.34%（总量的 4.70%）。电量的 73.04%是钢材加工用掉的，镀锌用电占 25.01%。燃烧天然气产生的碳排放占到总量的 3.68%。其他的氧气等气体，不排放二氧化碳。厂内转运过程的耗电忽略不计。

材料运输过程占 2.24%，是三阶段中占比最低的，主要是由钢材运输贡献的。

三个生命阶段：钢材获取、钢材加工、钢材运输的总碳排放量占比为 $75.52\%+0.73\%+2.10\%=78.35\%$ ；锌锭的获取和浸锌用电、天然气加热，碳排放量占比为 $9.64\%+0.25\%+3.68\%=13.57\%$ ；紧固件的获取碳排放量占比 6.99%；其他辅料与辅助工序的碳排放总量，仅有 1.10%

图 5 是各阶段碳排放的直观分布图。图 5a 为原材料获取、原材料运输和产品生产三阶段的碳排放分布图；图 5b 为细分图。

五、解释与说明

1、几项说明

（1）数据局限

受不同生产周期及产量变化的影响，生产过程中的能源消耗会有所波动，本报告仅说明在特定时间范围（2023 年 5 月 1 日至 2024 年 4 月 30 日）内生产规模下 $\pm 800\text{kV}$ 角钢塔生产活动水平。

每基输电杆塔都是定制性产品，都会因为塔址不同、在线路上的位置不同而不同，因此认证型号不代表输电杆塔所有组件、部件和结构完全相同。

本认证的声明单位或功能单位碳足迹仅在一定数值区间具有可参考性，但可对比性较差。为增加可比性，本报告提出了吨产品生产过程的碳排放的概念（吨产品泰昌厂碳排放），即以工厂生产单位质量（1 吨）产品所排放的二氧化碳量来描述碳足迹。

运输过程未考虑车辆空载返回过程的排放量。

（2）完整性

本报告核算的是包括原材料获取、原材料运输、产品生产制造这三个从摇篮到大门的阶段，最终的结果为声明单位对应的碳足迹。

（3）不确定性

本报告的不确定性主要有：

1) 碳排放因子来源

本报告的碳排放因子首要来源为中国产品全生命周期温室气体排放系数库，部分来源于国外商用数据库。特殊的如“柴油”，由于各数据库的差异较大，而中汽中心的“乘用车生命周期碳排放核算技术规范”对柴油的生产阶段和使用燃烧阶段分别给出了排放因子，因此选择了本规范的数据。

目前各数据库的天然气排放因子都是采用 $38.931\text{MJ}/\text{m}^3$ 热值上限来计算给出的，但在《中国能源统计年鉴 2021》给出的天然气热值是个范围 $32.238\text{MJ}/\text{m}^3\sim 38.931\text{MJ}/\text{m}^3$ ，并且从中国主要 11 个油气田的数据看，在 20°C 时的高低位平均发热量在 $36\text{MJ}/\text{m}^3$ 左右， 0°C 时的高低位平均发热量才 $39\text{MJ}/\text{m}^3$ 左右，故本报告取年鉴范围的平均值 $35.585\text{ MJ}/\text{m}^3$ 来计算。

载重量不在数据库内的载重汽车碳排放因子，采用相邻两载重量等比插值的方式确定。

各数据库数据来源的不同，地域因素的影响，都给排放因子带来不确定性。

2) 运输距离

采购的原材料，以汽车运输为主要方式，运输距离按高德地图导航测算得到。

这样的方式，对于有代理商或厂家外设仓库的情况，运输路线会存在一定偏差，造成运输阶段的碳足迹的不确定性。

3) 数据提取

企业的产品生产都是按工序流程统一排产的，生产用电用水也是按车间计量的，因此将车间的能耗分配到具体产品上很难做到很准确精细，这也使产品碳足迹具有一定的不确定性。

4) 影响

以上三个不确定性，影响最大的是碳排放因子，不过主要原材料钢材的碳排放因子基本是统一的，这就保证了活动数据的主体碳足迹是不受影响的。其他的影响就小的很多很多，完全可以忽略不予考虑。

至于运输过程的路线偏差、生产过程的计量分派误差，因本身的碳足迹贡献量就低，因此更可以忽略。

综上所述，存在的不确定性，不影响本产品碳足迹的准确性、可靠性和可信性。

2、改进建议

产品向绿色低碳方向发展是企业未来生存发展的必然选择，企业进行产品碳足迹的核算管理，是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，明确各生产环节的排放量，确定排放源，为优化工序、优化管理，制定合理的减排目标和发展战略打下基础。

（1）建立完善有效运行的产品碳足迹管理体系，加强主要用能设备的改造和能耗水平的监测，建立健全能源消耗台账记录。

（2）统筹生产计划，合理利用主要耗能设备的最大输出能力，降低主要排放环节的碳排放量。同时鼓励技术创新，大力开发使用低碳工艺与设备，鼓励增加绿电的合理配置和使用率。

（3）优化供应链配置，加强供应链碳排放管理，协同供应商推进产品碳足迹量化评估，做到上游原材料的碳足迹有清晰的数据核算和报告。