

# 杭州钱江电气集团股份有限公司

## 碳足迹报告

核查机构名称（公章）：杭州超腾能源技术股份有限公司  
核查报告签发日期：2022年6月



# 目 录

一 研究目的 .....	1
二 研究范围 .....	2
(一) 生命周期 .....	2
(二) 功能单位 .....	2
(三) 温室气体排放源 .....	2
(四) 系统边界 .....	3
(五) 数据收集原则 .....	3
三 数据收集与计算 .....	5
(一) 数据收集 .....	5
(二) 数据计算 .....	6
四 结果与分析 .....	10
(一) 功能碳足迹数据结果 .....	10
(二) 数据分析 .....	10
(三) 减少碳足迹的建议 .....	11
(四) 数据质量讨论 .....	11
参考文献 .....	12

## 一 研究目的

近年来，我国电力需求增长迅速，电网高速建设和投资拉动了输变电设备的市场需求。根据《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，新能源、轨道交通行业等相关产业面临良好的发展机遇，进一步拉动配套变压器市场的增长。西电东送、南北互供、跨区域联网等工程的建设，带动了中国电力变压器行业的快速发展。随着行业快速发展，融入低碳发展是实现我国制造行业绿色发展目标的重点之一。

计算碳足迹是评价产品温室气体排放的重要而有效的途径之一。本次评价杭州钱江电气集团股份有限公司变压器产品碳足迹，从杭州钱江电气集团股份有限公司变压器生产工艺流程着手，分析碳足迹的影响要素，核算产品碳足迹活动水平数据，选择适用的排放因子，最终计算获得杭州钱江电气集团股份有限公司变压器产品生产过程中的碳足迹。促进变压器产品规范化、低碳化生产，为变压器产品生产企业内部管理人员及其他相关人员，以及企业内外部利益相关者，包括上下游企业、地方政府和环境非政府组织等，提供变压器产品碳排放及主要因素的相关信息。

## 二 研究范围

本次评价基于 LCA 方法，并参考 PAS 2050 标准，评价杭州钱江电气集团股份有限公司变压器产品生产流程中主要原材料生产、原材料运输、产品生产、销售运输等各个阶段的 GHG 排放。研究涉及生命周期评价方式、碳足迹标识功能单位、GHG 排放源、系统边界、数据收集要求及分配原则等关键因素。

### （一） 生命周期

变压器产品生命周期包含原材料生产运输、变压器生产制造、变压器包装出厂、工程应用、废弃物处理、再循环利用等阶段，本次评价杭州钱江电气集团股份有限公司变压器产品从主要原材料生产、原材料运输、变压器生产、变压器销售运输等各阶段产生的 GHG 排放，即从原材料生产到变压器产品销售运输过程各阶段所产生 GHG 排放的评价。

### （二） 功能单位

本次评价为方便数据系统中输入/输出的量化，将功能单位定义为 1kVA 变压器产品。

碳足迹的计算结果用二氧化碳当量（CO<sub>2</sub>eq）表示，单位为 tCO<sub>2</sub>eq。

### （三） 温室气体排放源

本次评价根据 GHG 排放的质量衡量，确定评价的变压器产品碳足迹 GHG 排放源为《京都议定书》中控制的 6 种 GHG：二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、氢氟碳化合物（HFCs）、全氟碳化合物（PFCs）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）。

本次评价涉及的 GHG 排放的过程包括：

（1）主要原材料生产：变压器生产主要原材料铜材、钢材和硅钢片生产过程能源消耗所产生的 GHG 排放源；

（2）原材料运输：主要原材料运输过程中化石燃料燃烧所产生的 GHG

排放源；

(3) 变压器生产过程：主要包含线圈绕制、切片、浇注、叠装、器身装配、总组装、喷漆等过程中化石燃料燃烧过程、变压器生产全过程中电力输入所产生的 GHG 排放源以及焊接消耗 CO<sub>2</sub> 的过程；

(4) 变压器销售运输：变压器产品销售运输过程中化石燃料燃烧所产生的 GHG 排放源。

不评价的 GHG 排放过程：变压器生产过程中废物的处理过程以及输入的人力过程；雇员往返工作地点的交通等。

#### (四) 系统边界

为实现上述功能单位的 GHG 排放评价，本次评价研究的系统边界定为包括变压器产品主要原材料生产、原材料运输、变压器生产、销售运输等各个阶段。使用阶段（包括产品的分销到用户使用）和废弃阶段（包括回收或废弃处置）GHG 排放不计入评价，未包括在系统边界内。系统边界具体如下图所示。

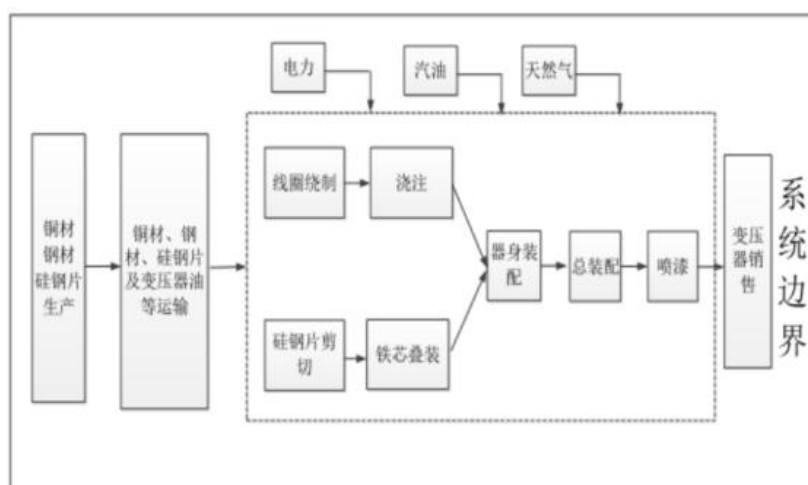


图 1 变压器产品碳足迹核算系统边界图

#### (五) 数据收集原则

本次评价根据《PAS 2050：商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》确定的数据质量规则，在确定温室气体排放评价过程中所使用

的初级活动水平数据和二次数据时，应考虑时间覆盖面、地理特点、技术覆盖面、信息的准确性、精确性、完整性、一致性、再现性。

### 三 数据收集与计算

#### (一) 数据收集

本次评价根据该公司变压器产品生产流程进行数据收集及核算。在该公司相关负责人及上下游供应商的密切配合下，收集了碳足迹核算所需数据，数据收集时间范围是 2021 年，在收集该公司原始数据（一级数据）之后，进行了初步整理与分析，形成二级数据即结果呈现表。对该公司变压器产品主要原材料生产、原材料运输、变压器生产、销售运输每一过程逐一收集具体活动水平数据和排放因子。变压器产品及生产流程如下图所示。



图 2 变压器产品图

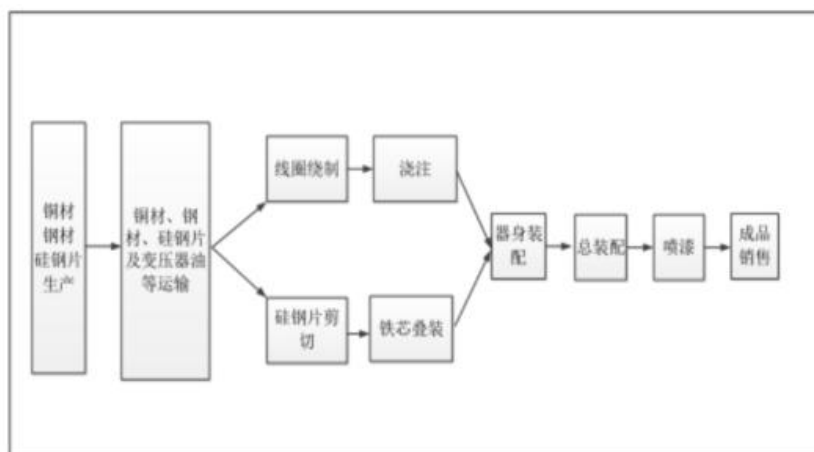


图 3 变压器产品生产流程图

## (二) 数据计算

### 1、主要原材料生产阶段碳足迹评价

主要原材料铜材、钢材和硅钢片消耗量如下表所示。

#### a) 原材料消耗量

原材料类型	消耗量 (t)	数据来源
铜材	3975	《2021 年主要原辅材料统计表》
钢材	6563	
硅钢片	17732	

#### b) 确定每种原材料的特征化数据

背景来源于 GaBi 数据库：professional database 2021 及 Extension database X11: renewable materials 2021；

每千克铜全球变暖（不含生物炭）（GWP）特征化数据为 4.93kg CO<sub>2</sub>eq.GWP（来源中国平均数据）；

每千克钢全球变暖（不含生物炭）（GWP）特征化数据为 2.27kg CO<sub>2</sub>eq.GWP（来源全球平均数据）；

每千克硅钢全球变暖（不含生物炭）（GWP）特征化数据为 11.59kg CO<sub>2</sub>eq.GWP（来源全球平均数据）。

#### c) GHG 排放数据计算



原材料生产排放=（铜材使用量×铜特征化数据+钢材使用量×钢特征化数据+硅钢片使用量×硅钢特征化数据）= 240008.64tCO<sub>2</sub>eq;

功能单位碳足迹=原材料生产排放量/变压器产量= 16.85kgCO<sub>2</sub>eq/kVA。

## 2、原材料运输阶段碳足迹评价

原材料来源地区主要为浙江本地，个别原材料为其他省份地区。

原材料来源地明细如下表所示。

### a) 数据收集

原材料类型	来源地	购进量 (t)	距离 (km)
铜材	杭州钱江电气制造有限公司	3975	1.2
钢材	杭州川都实业有限公司（宝钢、武钢等钢材代理商）	6563	550
硅钢片	上海宝钢钢材贸易有限公司（武钢产品）	17732	754

### b) 确定的排放因子

公路运输阶段排放因子 0.0655kgCO<sub>2</sub>eq/t.km，次级来源：

GaBiprofessional database 2021。

### c) GHG 排放数据计算

原材料运输排放=原材料重量×原材料对应运输距离×公路运输阶段排放因子=1112.47tCO<sub>2</sub>eq;

功能单位碳足迹=原材料运输排放/变压器产量= 0.08kgCO<sub>2</sub>eq/kVA。

## 3、变压器生产阶段碳足迹评价

变压器生产阶段的 GHG 排放，主要包含化石燃料燃烧、焊接过程 CO<sub>2</sub> 消耗及电力使用等能源利用所产生的排放。

### (1) 化石燃料燃烧

#### a) 数据收集

化石燃料类型	消耗量	数据来源
天然气	20.01 万 Nm <sup>3</sup>	《2021 年能源购进、消费与库存》
汽油	82.36t	

b) 确定每种化石燃料的排放因子

天然气排放因子根据天然气低位热值、单位热值含碳量、燃烧氧化率及 44/12 计算得出，采用数据 21.62tCO<sub>2</sub>eq/万 Nm<sup>3</sup>；

汽油排放因子根据汽油低位热值、单位热值含碳量、燃烧氧化率及 44/12 计算得出，采用数据 2.93tCO<sub>2</sub>eq/t。

c) GHG 排放数据计算

化石燃料使用排放=（天然气使用量×天然气排放因子+汽油使用量×汽油排放因子）= 673.56 tCO<sub>2</sub>eq；

功能单位碳足迹=化石燃料使用排放量/变压器产量= 0.05kgCO<sub>2</sub>eq/kVA。

## (2) 焊接过程中消耗的 CO<sub>2</sub>

a) 数据收集

生产过程	消耗量 (t)	数据来源
CO <sub>2</sub> 作为保护气的焊接过程	5.62	《2021 年 CO <sub>2</sub> 消耗量统计表》

b) GHG 排放数据计算

生产过程的排放=焊接过程 CO<sub>2</sub> 消耗量= 5.62tCO<sub>2</sub>eq；

功能单位碳足迹=生产过程的排放量/变压器产量= 0.0004kgCO<sub>2</sub>eq/kVA。

## (3) 电力使用

a) 数据收集

电力种类	消耗量 (MWh)	数据来源
华东电网电力	8911	《2021 年能源购进、消费与库存》

b) 确定电力对应的排放因子

采用 2012 年的华东电网排放因子 0.7035tCO<sub>2</sub>eq/MWh.

c) GHG 排放数据计算

电力使用排放=电力使用量×华东电网排放因子=6268.89t CO<sub>2</sub>eq;

功能单位碳足迹= 电力使用排放量/变压器产量= 0.44kgCO<sub>2</sub>eq/kVA。

#### 4、原材料运输阶段碳足迹评价

##### a) 数据收集

产品名称	销售地	产量 (kVA)	产量 (t)	平均距离 (km)
变压器	全国各地	14246670	39660.47	700

##### b) 确定的排放因子

公路运输阶段排放因子 0.0655kgCO<sub>2</sub>eq/t.km, 次级来源:

GaBiprofessional database 2021。

##### c) GHG 排放数据计算

产品销售运输排放=变压器产量×销售平均运输距离×公路运输阶段  
排放因子=1818.43tCO<sub>2</sub>eq;

功能单位碳足迹=产品销售运输排放/变压器产量= 0.13kgCO<sub>2</sub>eq/kVA。

## 四 结果与分析

### (一) 功能碳足迹数据结果

根据获取数据计算,得到杭州钱江电气集团股份有限公司变压器产品碳足迹为 17.54kgCO<sub>2</sub>eq/kVA, 清单具体如下。

阶段	碳排放总量 (tCO <sub>2</sub> eq)	功能单位碳足迹数据 (kgCO <sub>2</sub> eq/kVA)
原材料生产过程	240008.64	16.85
原材料运输过程	1112.47	0.08
化石燃料消耗过程	673.56	0.05
焊接 CO <sub>2</sub> 消耗过程	5.62	0.0004
电力使用过程	6268.89	0.44
变压器产品销售过程	1818.43	0.13
合计 (kgCO <sub>2</sub> eq/kVA)		17.54

### (二) 数据分析

根据计算结果可得核算范围内各个过程各项输入碳足迹贡献比例图, 由图可以看出原材料生产过程占比最高, 达到 96.03%; 其次电力使用过程占比 2.51%、变压器产品销售过程占比 0.73%、原材料运输过程占比 0.45%、化石燃料消耗过程占比 0.29%、焊接 CO<sub>2</sub> 消耗过程占比 0.002%。

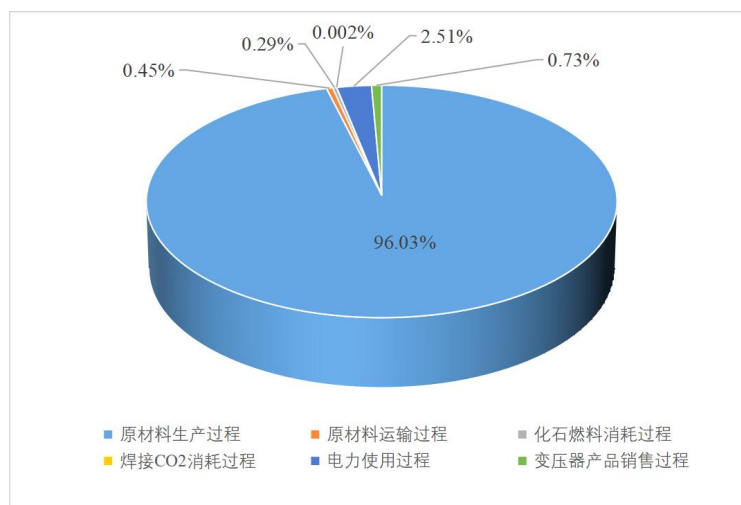


图 4 各个过程碳足迹贡献比例图

本次评价对变压器产品碳足迹评价是以杭州钱江电气集团股份有限公司为例进行核算的，计算结果不具有普遍性。

### **（三） 减少碳足迹的建议**

在产品生命周期中减少碳足迹通常采取预防性的环境策略，加强变压器生产过程中的管理，开展清洁生产，优化管理，合理使用原料，提高资源和能源的利用效率，减少或者避免污染物的产生，从而降低温室气体的排放。提高变压器的电效，通过设备和系统节能改造，优化工艺流程，生产运营过程中节约原材料与能源，如最大限度的减少电力的使用。而且根据结果分析，原料生产过程碳足迹占比 96.03%，为主要排放，因此在保证变压器质量的前提下，合理规划设计管理减少原材料的消耗，将极大的降低变压器碳足迹。

### **（四） 数据质量讨论**

数据质量是碳足迹研究结果和结论可靠性的重要保证。本次评价根据 PAS 2050 标准的数据收集原则，使数据尽可能符合评价对象的实际情况，排放因子数据的选择尽可能选择一级数据，总体保证了评价对象碳足迹的全面性、准确性和代表性。

## 参考文献

- 1、PAS 2050: 2011 商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范
- 2、ISO14067: 2018 温室气体-产品碳足迹-量化要求及指南
- 3、GaBi 数据库: professional database 2021 及 Extension database XII: renewable materials 2021
- 4、《联合国气候变化框架公约京都议定书》
- 5、《机械设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》