



杭州炬华科技股份有限公司

0. 2S 级三相智能电能表产品生命周期评价报告

杭州炬华科技股份有限公司

2023 年 5 月 13 日

前言

本报告基于 GB/T24040、GB/T24044 和 T/CEEIA334-2018 提及的生命周期方法编写。

本报告编写单位：杭州炬华科技股份有限公司

报告主要编写人：丁国茂、王佐图、赵华

报告审核人：徐晓晨、倪芳华

日期：2023 年 5 月 12 日

目 录

1.目标与范围定义	4
1.1.目标定义	4
1.2.范围定义	5
2.数据收集.....	7
2.1.原材料获取	7
2.2.组装生产	7
2.3.产品使用	9
2.4.清单数据来源	10
3.碳足迹影响分析	10
3.1.碳足迹建模	10
3.2.碳足迹结果	11
3.3.过程贡献分析	11
3.4.碳足迹数据分析	12
4.碳足迹解释.....	12
4.1.数据质量评估与改进	12
4.2.碳盘查改进方案	13
4.3.结论与建议	14
附件 1： 产品生产工艺流程	15

1.目标与范围定义

1.1.目标定义

1.1.1.产品信息

本研究的研究对象：0.2S 级三相智能电能表产品，具体信息如下：

表 1.1 产品基本信息表

生产厂家	杭州炬华科技股份有限公司（以下简称“炬华科技”）
产品名称	0.2S 级三相智能电能表
产品型号	DSZ1296/DTZ1296 型
产品组成元器件	聚碳酸酯、PCB 板、铜及钢零部件
产品尺寸规格	290mm（高）×170mm（宽）×85mm（厚）
参比电压	3×57.7V/100V；3X100V；3X220/380V
外壳材质	高强度、阻燃环保材料
工艺路线及类型	线路板（模块）流程和整机生产流程

1.1.2.功能单位与基准流

本报告以生产 1 只 0.2S 级三相智能电能表，产品信息见表 1.1。

1.1.3.数据代表性

报告代表具体企业及产品研究，时间、地理、技术代表性如下：

- （1）时间代表性：2022
- （2）地理代表性：浙江省杭州市余杭区
- （3）技术代表性，包括以下方面：
 - 生产工艺流程：线路板（模块）流程和整机生产流程
 - 主要原料：聚碳酸酯、PCB 板、铜及钢零部件
 - 主要能耗：电力
 - 水资源：工业/生活自来水

1.2.范围定义

1.2.1.系统边界

本研究的系统边界为属“从摇篮到坟墓”的类型，主要包括原材料获取、组装生产、产品使用等过程，单只产品体积及重量甚小，产品运输过程环境影响忽略。

1.2.2.取舍原则

本研究采用的取舍规则为 GB/T24040、GB/T24044 所描述的取舍原则，取舍原则如下：

- 所有能耗均列出；
- 所有主要原料消耗均列出；
- 重量小于产品重量 1%的辅料消耗可忽略，但总忽略的重量不应超过产品重量的 5%；

已有法规、标准、文件要求监测的大气、水体、土壤的各种排放均列出，如环保法规、行业环境标准、环境监测报告、环境影响评价报告等：

- 小于固体废弃物排放总量 1%的一般性固体废弃物可忽略；
- 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂房内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略。

1.2.3.环境影响类型

基于研究目标的定义，本研究只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品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。

1.2.4.数据质量要求

数据质量评估采用 GB/T24040、GB/T24044 标准的方法。

1.2.5.软件与数据库

本研究使用的版本是 GABi8.0，其数据库包括 8000 种不同的能源与材料流程，也提供 400 种的工业流程，归纳在十种基本流程中，如工业制造、物流、采矿、动力设备、服务、维修等。

该软件的主要特色包括：涉及领域广泛的最新综合数据库，尤其是率先在世界上发布了电子类产品环境负荷数据集。对环境影响方面的数据，比如地球变暖潜能，臭氧层消耗潜能等影响效果分类问题，采用了 ISO（国际标准化组织）、SETAC（环境毒理学与化学学会），WMO（国际气象组织），IPCC（联合国政府间气候变化专门委员会）等倡议的最新解析方法。

GaBi 还提供了根据生命周期评价各项目阶段来进行系统评价或分步评价的手法，支持用户根据 ISO14000 的准则输入所需评估项目的目的和范围，用户可以自己定义所评估项目、采集数据和解析结果。软件的图形界面具有透明性和灵活性，可以以线的粗细来表示质量、能量或成本大小，另外一个有用的功能是采用模型化，它可以将研究对象各过程单元进行模块化展示，并按照类别将这些模块单元进行分组处理。此外，软件和相应的数据库相瓦独立，并且可以兼容其他公司开发的数据库。目前已有众多将软件应用于企业数据管理和环境影响评价的案例研究。

2.数据收集

2.1.原材料获取

(1)数据代表性

- 主要数据来源：产品 BOM 数据表
- 产地：浙江省杭州市
- 基准年：2020
- 主要原料：聚碳酸酯、PCB 板、铜及钢零部件等

表 2.1 产品 BOM 清单数据表(1 只)

原材料名称	重量(g)	备注
聚碳酸酯	449.9	底座、表盖组合
PCB 板	158.2	电子模块
含铜零部件	90.1	
含钢零部件	37.2	
橡胶零部件	1.0	
焊锡丝	20	

2.2.组装生产

(1) 过程基本信息

- 过程名称：组装生产(含模块生产和装配检测两个过程)
- 过程边界：从原材料进厂到智能电表产品出厂

(2) 数据代表性

- 主要数据来源：企业现场调查
- 产地：浙江省杭州市
- 基准年：2022 年
- 工艺设备：波峰焊机、插线机、丝印机、贴片机、回流焊机、全

自动装配线、全自动检测线等

- 主要能耗：电力
- 技术补充描述：主要经过 2 个过程：

(1)模块生产：通过刮刀的挤压，使焊膏通过钢网的网孔转移至 PCB 板焊盘上：通过贴片机将无引脚或短引线表面组装元器件(简称 SMC/SMD，中文称片状元器件)安装在印制电路板的相应焊盘上，焊盘上有焊膏，焊膏具有一定粘性固定元器件；贴装好元器件的电路板进入再流焊设备，传送系统带动电路板通过设备里各个设定的温度区域，焊锡膏经过干燥、预热、熔化、润湿、冷却，将元器件焊接到印制板上：通过在线 AOI 检验贴片焊点品质及元器件数量：将多拼 PCB 板依照后道工序要求裁成单拼、双拼等：依图纸、BOM、质量计划及印制板的要求，将 DIP 元器件成型至合适的高度或形状：依图纸、BOM、质量计划等要求，将相对应的元器件依要求插装到相应的位置：波峰焊是指将熔化的合金经电动泵或电磁泵喷流成设计要求的焊料波峰，使预先装有元器件的印制板通过焊料波峰，实现元器件焊端或引脚与印制板焊盘之间机械与电气连接；将波峰焊后器件露出 PCB 的引脚按照要求进行修剪：通过真空抽吸清洗助焊剂等残留物：使用手工焊接将无法过波峰焊的元器件焊接至指定位置：通过 AOI 检验手工焊接焊点品质及周边器件是否完好：将 MCU 或计量芯片程序载入到模块上：指的是对待测印制板提供模拟的运行环境(激励和负载)，使其工作于各种设计状态，从而获取到各个

状态的参数来验证印制板的功能好坏的测试方法。

(2)整表装配：将结构件和模块进行组装，对电表的误差进行校准，并进行参数编程，对整机进行绝缘耐压 4kV 检验，对整表进行高温通电 6 小时老化，对整表误差进行复验，并对功能项、秒信号、潜启动进行检验，对客户化参数进行回抄，同步检验电表的通讯电路 485、红外、载波等，将表进行铅封、内包装、装箱后入立体库。

模块生产和整表装配生产工艺见附件 3。装配生产过程主要清单数据见表 2.2.

表 2.2 装配生产过程清单数据

能源类型	消耗量(kWh/只)	备注
电力	0.509	

2.3.产品使用

(1) 过程基本信息

- 过程名称：产品使用
- 过程边界：从新产品使用到产品报废

(2) 数据代表性

- 主要数据来源：经验值
- 技术补充描述：客户安装产品后，产品使用寿命为 15 年计算，产品自耗功率为 0.1W, 累计年消耗电力 $15*8760h*0.1W=13.14kWh$ 。
- 产品使用过程主要清单数据见表 2.3。

表 2.3 产品使用过程清单数据

能源类型	消耗量(kWh/只)	备注
------	------------	----

电力	13.14	
----	-------	--

2.4.清单数据来源

2.4.1.现场数据来源

本项目涉及原材料消耗来自产品 BOM 清单数据：

电力消耗数据为实测统计数据。

3.碳足迹影响分析

3.1.碳足迹建模

根据智能电表的特点，本研究将其划分为原材料获取、组装生产、产品使用三个阶段，分别对三个阶段建立了生命周期模型，具体见图

3.1.1~3.1.3，LCA 总模型见图 3.1.4。



图 3.1.1 原材料获取阶段 LCA 模型



图 3.1.2 组装生产阶段 LCA 模型



图 3.1.3 产品使用阶段 UCA 模型

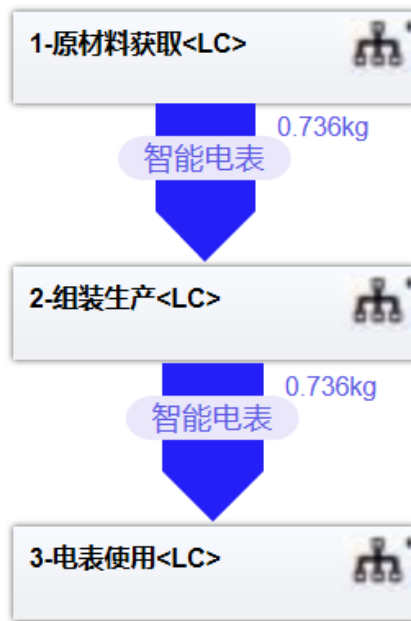


图 3.1.4 智能电表 LCA 总模型

3.2.碳足迹结果

运用 Gabi 软件计算得到杭州炬华生产 1 只智能电表产品碳足迹为 70.4kgCO₂e。

3.3.过程贡献分析

智能电表产品各过程对碳足迹的贡献度见表 3.3.1:

表 3.3.1 智能电表产品各过程对碳足迹的贡献度

生产过程	碳排放量(kgCO ₂ e)	碳排放量(kgCO ₂ e/台)	碳足迹贡献度
原材料获取	438593137	57.9	82.29%
组装生产	2713962.3	0.358	0.51%

产品使用	91657633.1	12.1	17.20%
------	------------	------	--------

智能电表产品各过程对碳足迹的贡献度直观图 3.3.1。

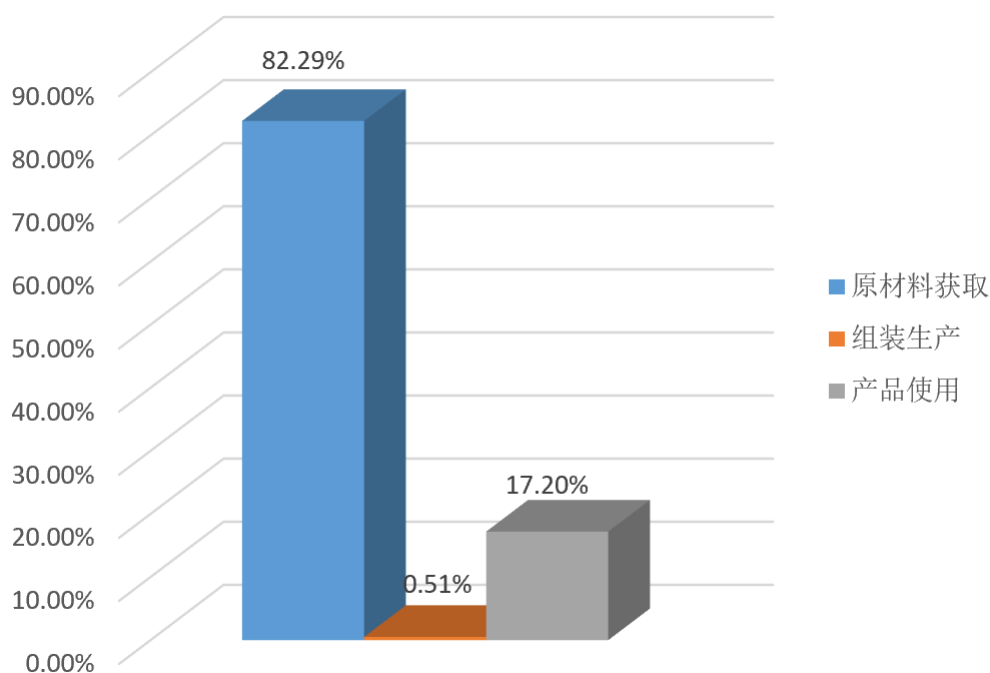


图 3.3.1 智能电表产品生命周期各过程对环境影响的相应贡献图

3.4.碳足迹数据分析

根据以上可以得出 2022 年度公司二氧化碳的排放量为 532964732.4kg。全年共生产智能电表 7575011 台。因此 1 台智能电表产品的碳足迹 $e=532964732.4/7575011=70.4\text{kgCO}_2\text{e/台}$ ，计算得到生产 1 台智能电表的碳足迹为 70.4kgCO₂e/米。从智能电表生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出智能电表的碳排放环节主要集中在原材料获取的能源消耗活动。

4.碳足迹解释

4.1.数据质量评估与改进

表 4.1 数据质量评估表

模型完整性	智能电表碳足迹过程包括原料获取、组装生产和产品使用，模型较为完整	
数据取舍准则	智能电表主要原料为聚碳酸酯、PCB 板、铜和钢等金属零部件，原材料消耗占比达 99%以上，根据取舍原则可忽略。	
数据准确性： 实际的生产过程调查却使用了估算或文献数据，且其生命周期贡献大于 1%（背景数据不在此项范围内）	物料消耗	物料消耗中，金属零部件总队，采用近似替代的方式关联钢和钢材
	能源消耗	
	环境排放	
物料重量大于 5%产品重量，却未调查此物料上游生产过程	无	无
物料重量大于 1%产品重量，却被忽略的物料	无	无
物料重量大于 1%产品重量，且所选上游背景数据代表性不一致的	无	无
采用的背景数据库	主要采用： Gabi 数据库，2017 年	
采用的 LCA 软件工具	Gabi8.0	
评估结论	根据以上分析，智能电表的 LCA 模型和数据满足碳足迹目的和要求。	

4.2.碳盘查改进方案

根据 3.3.2 可知，原料获取阶段的 PCB 板、聚碳酸酯、产品使用阶段电力对碳足迹贡献最大的过程，表明原料采购及能源使用是实现智能电表产品绿色改进的重要环节。

结合杭州炬华科技股份有限公司生产实际，提出以下绿色设计改进方案：

(1)要求上游供应商优先选用环境影响更低的聚碳酸酯和 PCB 板原材料，要求上述两种原料供应商提供碳足迹报告，对比选择碳足迹更低的企业作为供应商。PCB 和聚碳酸酯均具有较大的回收利用潜力，要求供应商优先选用绿色回收原料生产 PCB 板、底座和表盖组合。

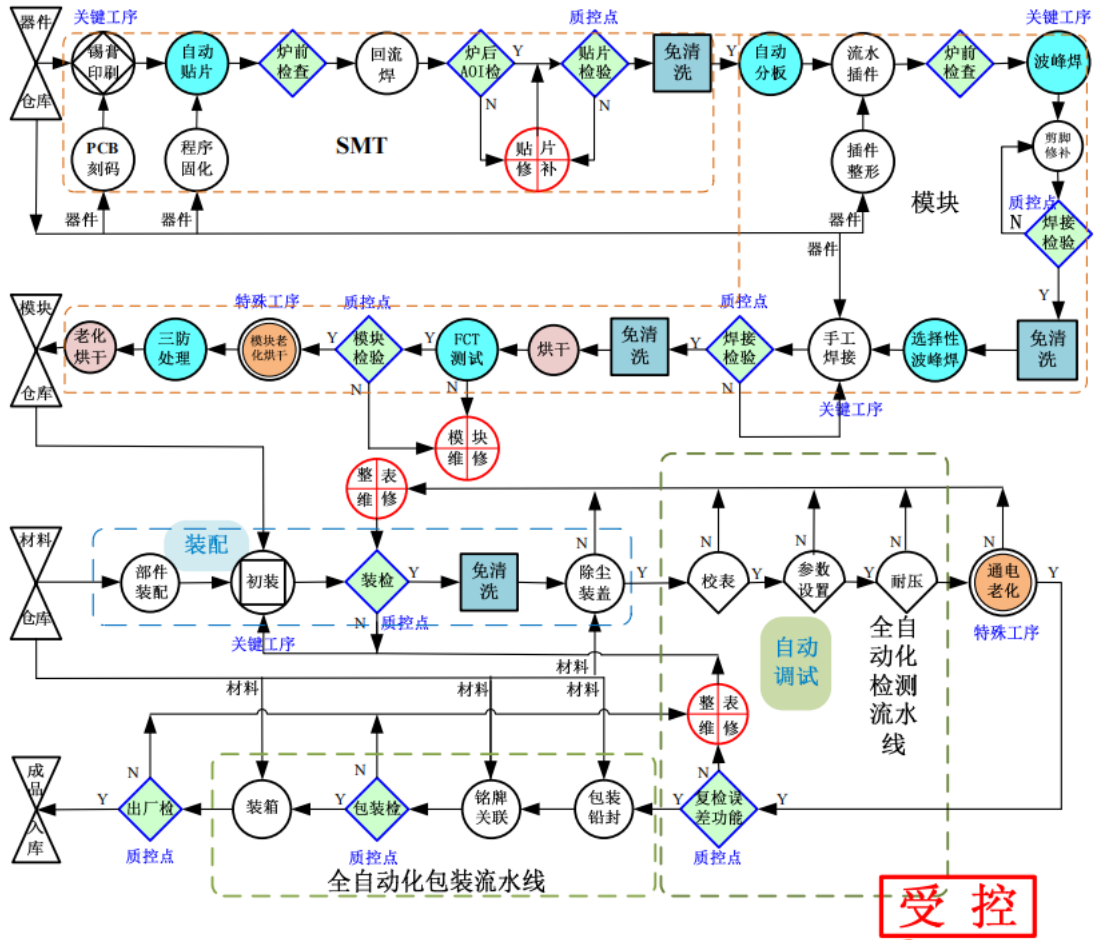
(2)引入生态设计理念，通过减量化、轻量化等手段降低 PCB 和聚碳酸酯原材料消耗量；

(3)加大低功耗电表研发设计能力。通过合理优化设计及电气零部件选择，最大限度降低智能电表使用过程中的电力消耗。

4.3.结论与建议

本报告以 1 只智能电表产品的碳足迹过程为研究对象，调研了原材料获取、组装生产、产品使用等三个过程，收集了各过程的清单数据，在 Gabi 软件上建立了智能电表产品的 LCA 模型，计算了碳足迹结果。通过过程贡献分析，发现原料获取和产品使用环节对智能电表产品碳足迹贡献最大。

附件 1：产品生产工艺流程



附图 1 生产工艺流程