

# 碳足迹报告

## 1 个冰箱主板控制器

(制造商: 九江恒通自动控制器有限公司)

北京中科华元能源科技研究院江西分院

2024 年 4 月 21 日



# 目 录

1 概述.....	3
1.1 产品制造商简介.....	3
1.2 使用的软件.....	3
2 目标与范围定义.....	3
2.1 目的.....	3
2.2 范围.....	4
2.2.1 功能单位.....	4
2.2.2 核算指标.....	4
2.2.3 系统边界.....	4
2.3 数据取舍规则.....	4
3 生命周期清单分析.....	5
3.1 数据收集.....	5
3.1.1 概况及原则.....	5
3.1.2 现场数据采集.....	5
3.1.3 背景数据采集.....	6
3.1.4 资源获取.....	6
3.1.5 运输.....	7
3.1.6 生产.....	7
3.1.7 数据分配.....	7
3.2 生命周期清单分析.....	7
4 产品碳足迹结果与分析.....	7
4.1 评价方法和影响类型.....	8
4.2 产品碳足迹结果.....	9
4.2 过程累积贡献分析.....	9
5 生命周期解释.....	10
5.1 假设与局限性说明.....	10
5.2 数据质量评估结果.....	10
6 结论.....	11

# 1 概述

## 1.1 产品制造商简介

九江恒通自动控制器有限公司从事温控器行业 23 年。公司是一个以机械压力式温度控制器立足的制造企业，已成长为全球最大的机械压力式温控器产品供应商

## 1.2 使用的软件

本研究采用 Simapro 软件系统，建立了产品生命周期评价模型，并计算得到 LCA 结果。SimaPro 是一款专业的 LCA 系统分析软件，由荷兰 Leiden 大学环境科学中心（CML）开发与发展，SimaPro 软件通过对产品生产过程的建模，测算出产品生产对环境负荷的影响程度，自动生成评价工艺流程图。作为世界领先的 LCA 工具，Simapro 可以帮助客户将可持续产品发展方案及可持续性目标转化为更为具体的指标。基于这些指标，可以更加科学地决策从而优化产品的生命周期。

SimaPro 软件包含主流 ecoinvent 数据库，其拥有超过 10000 个工艺流程，涵盖了能源，运输，建材，化工，洗涤，纸板，农业及废弃物管理等行业领域。Ecoinvent 数据库是国际上用户最多的 LCA 数据库之一，包含欧洲及世界多国的 10000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集。

Ecoinvent 数据库适用于含进口原材料的产品或出口产品的 LCA 研究，在本项目中也用于代替中国本地缺失的数据。本项目中原材料运输数据采用系统中默认的市场数据。

本报告中部分背景数据引用《中国产品全生命周期温室气体排放系数库（2022）》。

# 2 目标与范围定义

## 2.1 目的

开展生命周期评价和碳足迹核查能够最大限度实现资源节约和温室气体减排，对于行业绿色发展和产业升级转型、应对出口潜在的贸易壁垒而言，都是很有价值和意义的。

本项目参照 ISO 14040:2006 《环境管理 生命周期评价原则与框架》、ISO 14044:2006 《环境管理 生命周期评价 要求与指南》，依据 ISO 14067:2018 《温室气体 产品碳足迹关于量化和通报的要求和指南》建立产品从原材料生产到产

品出厂、使用及报废的生命周期模型，进行产品碳足迹核算，结果和相关分析可用于以下目的：

1) 得到产品的生命周期碳足迹指标结果，用于制造企业比较不同工艺下产品的碳排放情况，选择更为环境友好的工艺技术。

2) 报告可用于产品碳足迹排放的依据，表明本制造商产品生产的碳足迹排放情况。

3) 报告可用于产品的市场宣传，展示本产品在碳排放方面的情况，为下游行业原料采购和制造提供碳足迹材料支持。

## 2.2 范围

### 2.2.1 功能单位

本产品报告产品为终端产品，采用功能单位，定义为：1 个冰箱主板控制器。

### 2.2.2 核算指标

本项目通过对碳足迹指标的核算，帮助企业了解其产品的碳足迹排放情况，发现减少产品温室气体排放、实现节能减排的途径，同时也是一种促进消费者参与碳普惠绿色消费的重要手段，从而支持可持续的生产与消费。通过对产品碳足迹的核算，为企业评估和实施有针对性的改进提供基础数据。

碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体总量排放，用二氧化碳当量（CO<sub>2</sub>-eq）表示，单位为 kg CO<sub>2</sub>-eq 或者 g CO<sub>2</sub>-eq。常见的温室气体包括二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、氢氟碳化物（HFC）和全氟化碳（PFC）等。

### 2.2.3 系统边界

本项目核算的系统边界包括上游原辅料和能源的生产阶段及产品生产阶段，不包含产品的运输阶段、销售阶段、使用阶段、报废阶段等。

## 2.3 数据取舍规则

在选定系统边界和指标的基础上，应规定一套数据取舍准则，忽略对评价结果影响不大的因素，从而简化数据收集和评价过程。本研究取舍准则如下：

- 能源的所有输入均列出；
- 原料的所有输入均列出；
- 任何有毒有害的材料和物质均包含于清单中；

——可忽略对碳足迹结果影响不大的能耗、原辅料、使用阶段耗材等消耗。例如，小于产品重量 1% 的普通消耗可忽略，而含有稀贵金属（如金银铂钯等）或高纯物质（如纯度高于 99.99%）的物耗小于产品重量 0.1% 时可忽略，但总共忽略的物耗推荐不超过产品重量的 5%；；

——大气、水体的各种排放均列出；

——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、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略。

### 3 生命周期清单分析

#### 3.1 数据收集

##### 3.1.1 概况及原则

应将以下要素纳入数据清单：

——原材料采购和预加工；

——运输；

——生产、加工和装配。

基于 LCA 的信息中要使用的数据可分为两类：现场数据和背景数据。主要数据尽量使用现场数据，如果现场数据收集缺乏，可以选择背景数据。背景数据可参考行业权威生命周期数据库。

现场数据是在现场具体操作过程中收集来的，主要包括生产过程的能源与水资源消耗、产品原料的使用量、产品主要包装材料的使用量和废物产生量等等。此外，还应包括运输数据，即产品原料、主要包装的部分从制造地点到最终交货点的运输距离。

背景数据应当包括主要原料的生产数据、权威的电力组合数据（如火力、水、风力发电等）、不同运输类型造成的环境影响等数据。

##### 3.1.2 现场数据采集

应描述代表某一特定设施或一组设施的活动而直接测量或收集的数据相关采集规程。可选取对过程进行测量，或者通过采访、问卷调查从经营者处获得的测量值等，作为特定过程最具代表性的数据来源。

现场数据的质量要求包括：

a)代表性：现场数据应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据；

b)完整性：现场数据应采集完整的生命周期要求数据；

c)准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于生产单元的实际生产统计记录，环境排放数据优先选择相关的环境监测报告，或由排污因子或物料平衡公式计算获得，所有现场数据均须转换为单位产品，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等等；

d)一致性：企业现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

典型现场数据来源包括：

——1 个冰箱主板控制器的原材料采购和预加工；

——1 个冰箱主板控制器生产过程的材料、能源与水资源消耗及废水、废气和固废排放数据。

### 3.1.3 背景数据采集

背景数据不是直接测量或计算而得到的数据。背景数据可为行业现场数据，即对产品生命周期研究所考虑的特定部门，或者为跨行业背景数据。背景数据宜用于后台进程，除非背景数据比现场数据更具代表性或更适合前台进程。所使用数据的来源应有清楚的文件记载并应载入产品生命周期评价报告。

背景数据的质量要求包括：

a)代表性：背景数据应优先选择企业的原材料供应商提供的符合相关 LCA 标准要求的、经第三方独立验证的上游产品生命周期评价报告中的数据，若无，须优先选择代表中国国内平均生产水平的公开生命周期数据，数据的参考年限应优先选择近年数据，在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为背景数据；

b)完整性：背景数据的系统边界应该从资源开采到这些原辅材料或能源产品出厂为止；

c)一致性：所有被选择的背景数据应完整覆盖本标准确定的生命周期清单因子，并且应将背景数据转换为一致的物质名录后再进行计算。

### 3.1.4 资源获取

该阶段始于从自然界提取资源，结束于 1 个冰箱主板控制器进入产品生产设

施，

包括：

- 资源开采和提取；
- 所有材料的预加工；
- 转换回收的材料；
- 提取或预加工设施内部或预加工设施之间的运输。

### 3.1.5 运输

考虑的运输参数包括运输方式、车辆类型、燃料消耗量、装货速率、回空数量、运输距离、根据负载限制因素（即高密度产品质量和低密度产品体积）的商品运输分配以及燃料用量。

### 3.1.6 生产

该阶段始于 1 个冰箱主板控制器原材料进入生产场址，结束于 1 个冰箱主板控制器成品离开生产设施。生产活动包括原材料的生产，及各种材料、成品和半成品的运输等。

### 3.1.7 数据分配

在进行生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是产品的生产环节，由于厂家往往同时生产多种类型的产品，一条流水线上或一个车间里会同时生产多种型号，很难就某单个型号的产品生产来收集清单数据，往往会就某个车间、某条流水线或某个工艺来收集数据，然后再分配到具体的产品上。在产品全生命周期中尽可能地避免分配，如果分配不可避免，优先按产品的物理特性（如数量、质量、面积、体积等）进行分配，系统中相似的输入输出，采用同样的分配程序。

## 3.2 生命周期清单分析

现场数据通过企业调研、上游厂家提供、采样监测等途径进行收集，所收集的数据要求为企业最近一年内的平均统计数据，能够反映企业的实际生产水平。此外，实际调研过程中无法获得的数据，即背景数据，采用相关数据库进行替代，在这一步骤中所涉及到的单元过程包括 1 个冰箱主板控制器相关产品和材料的生产、能源消耗以及产品的运输等。

表 1 产品原材料成分及用量清单

材料名称	用量	单位
印制电路板	1	Pcs

继电器	2	Pcs
散热片	2	Pcs
集成电路	6	Pcs
共模电感	1	Pcs

表 2 生产过程能源和水资源消耗清单

能耗种类	用量	单位
电	0.17	kWh

表 3 生产过程污染物输出清单

材料名称	数据	单位
SO <sub>2</sub>	-	g
NO <sub>x</sub>	-	g
颗粒物	-	g
一般固废	-	g
危险废物	-	g

表 4 包装材料清单

材料种类	用量	单位
纸箱	5	g

## 4 产品碳足迹结果与分析

### 4.1 评价方法和影响类型

本报告使用的影响评价方法是 IPCC2021 GWP100 版本 1.02，符合 ISO 14040 的要求。IPCC 2021 是政府间气候变化专门委员会制定的 IPCC 2013 方法的继任者。它包含了 IPCC 的全球变暖潜力（GWP）气候变化因素，时间框架为 100 年。此版本的方法不包括二氧化碳吸收和生物二氧化碳排放。生物二氧化碳的吸收和排放是短周期的一部分，具有净零影响；针对甲烷氧化校正生物成因甲烷因子。

涉及的环境影响评价如下表。

表 4.1 CML2001-Jan.2016 涉及的环境影响类型指标

环境影响类型指标	影响类型指标单位
GWP100 - fossil	kg CO <sub>2</sub> eq.
GWP100 - biogenic	kg CO <sub>2</sub> eq.
GWP100 - land transformation	kg CO <sub>2</sub> eq.
累积 GWP100	kg CO <sub>2</sub> eq.

基于量化产品碳足迹的研究目标，本报告选择了 IPCC2021 GWP100 版本 1.02 的累积 GWP100 指标。计算过程和结果符合 ISO 14067 和 PAS 2050 的原则要求，但具体结果展示需要根据不同标准的要求进行调整。

## 4.2 产品碳足迹结果

根据产品制造商提供的产品 BOM、收集的生产过程的能源消耗数据建立了生命周期模型，1 个冰箱主板控制器，从原料进厂到大门的碳足迹结果为 22.5kg CO<sub>2</sub>-eq，即产 22.5kg 二氧化碳当量。

表 4.2 产品碳足迹结果

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
GWP (100a)	kg CO <sub>2</sub> eq	22.5

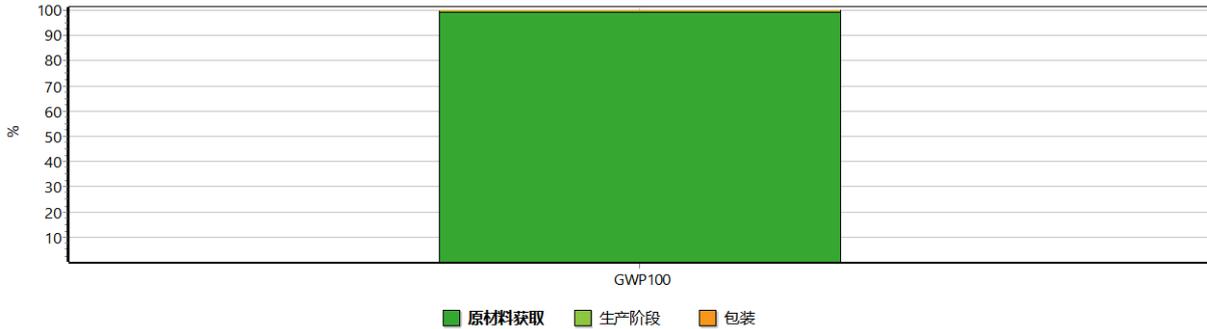


图 4.1 产品碳足迹各阶段贡献分布图

## 4.2 过程累积贡献分析

过程累积贡献是指该过程直接贡献及其所有上游过程的贡献（即原料消耗所贡献）的累加值。由于过程通常是包含多条清单数据，所以过程贡献分析其实是多项清单数据灵敏度的累积。1 个冰箱主板控制器，从原料到大门的碳足迹累计贡献结果如下所示。

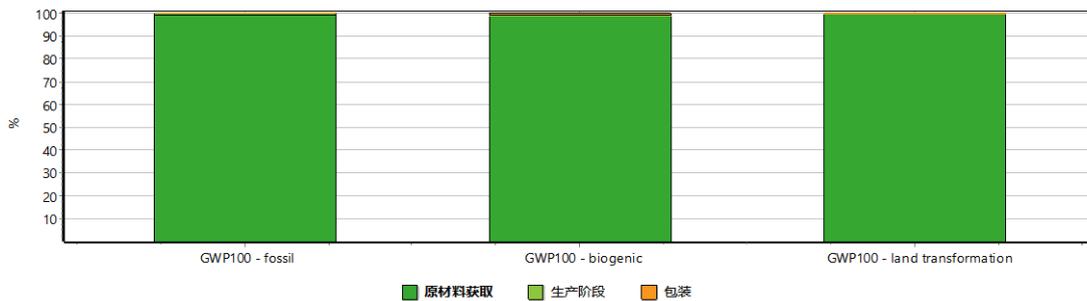


图 4.2 产品各阶段碳足迹影响评价

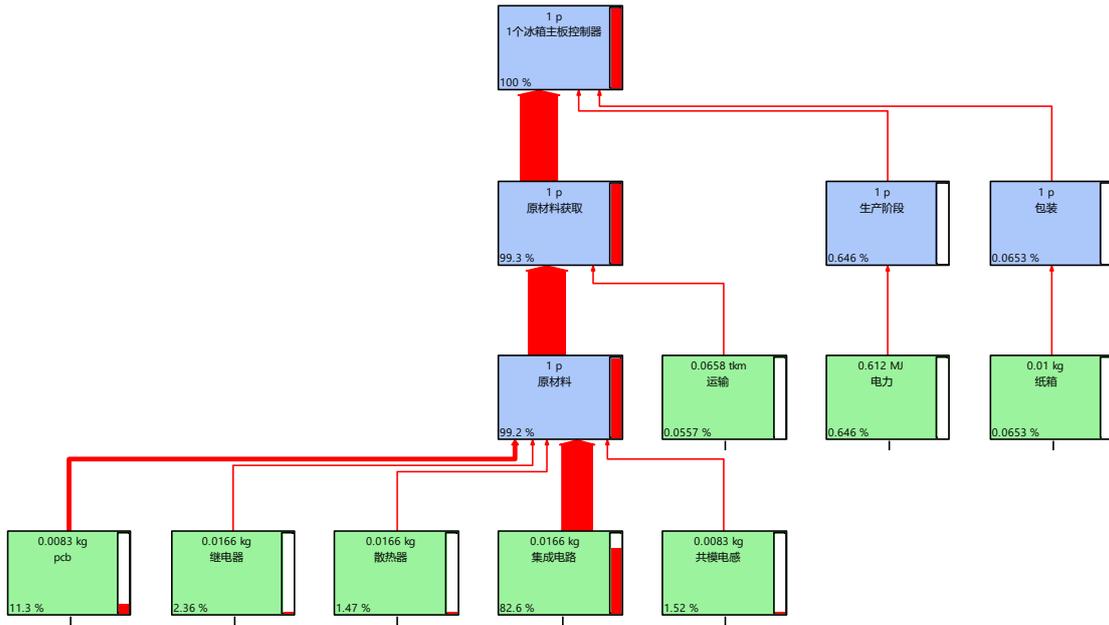


图 4.3 产品碳足迹贡献分布图

## 5 生命周期解释

### 5.1 假设与局限性说明

本次产品碳足迹报告的实景数据来源于企业调研数据，背景数据来自于文献查询。受项目调研时间及供应链管控力度限制，未调查主要原辅料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差。建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步调研主要原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进提供数据支持。

### 5.2 数据质量评估结果

数据质量评估的目的是判断计算结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。本研究数据质量可从四个方面进行管控和评估，即代表性、完整性、可靠性、一致性。

#### (1) 代表性

本次报告中各单元过程实景数据均发生在江西，数据代表特定生产企业的一般水平。实景数据采用 2023 年的企业生产统计数据。

#### (2) 完整性

本次报告中产品生命周期模型包含上游原辅料和能源生产、产品生产过程，满足本研究对系统边界的定义。

报告中使用的背景数据主要来源于文献。

### （3）可靠性

各实景过程主要原料和能源消耗数据均来自企业资料统计或实测数据，数据可靠性高。

### （4）一致性

所有实景数据均采用一致的统计标准，即按照单元过程单位产出进行统计。所有背景数据采用一致的统计标准，并进行详细文档记录，确保了数据收集过程的流程化和一致性。

## 6 结论

本次报告主要得出以下结论：

（1） 1 个冰箱主板控制器，从原料到大门的碳足迹结果为 22.50kg CO<sub>2</sub>-eq。其中原材料获取过程贡献 99.3%，生产过程贡献 0.646%，其他为 0.0653%。

（2） 受项目调研时间及供应链管控力度限制，未调查重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差。建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步调研主要原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进提供数据支持。