

报告编号：CFP-791809980-02

四川湖山电器股份有限公司

产品碳足迹报告

(产品规格：ADH22 功率放大器)

四川中晟智谷企业管理有限公司

二〇二六年九月



目录

1 执行摘要	1
2 公司信息介绍	2
2.1 公司介绍	2
2.2 产品信息	3
2.3 数据代表性	3
2.4 生产工艺	4
2.5 设备信息	5
3 目标与范围定义	5
3.1 研究目的	5
3.2 系统边界	5
3.3 功能单位	6
3.4 取舍准则	7
3.5 影响类型和评价方法	7
3.6 数据质量要求	7
4 过程数据收集	8
4.1 原材料生产阶段	8
4.2 原材料运输阶段	11
4.3 产品生产阶段	13
4.4 产品运输阶段	13
4.5 产品使用阶段	14
4.6 产品废弃回收阶段	15
5 碳足迹计算	15
5.1 碳足迹计算方法	15
5.2 碳足迹计算结果	16

5.3 碳足迹影响分析	17
5.4 碳足迹改进建议	19
6 不确定性	20
7 结语	21
附录 A 数据库介绍	22

1 执行摘要

为满足相关环境披露要求，履行社会责任、接受社会监督，四川湖山电器股份有限公司对 ADH22 功率放大器产品的碳足迹排放情况进行研究，并出具研究报告。本研究以生命周期评价方法为基础，按照 ISO14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》、GB/T24067-2024《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》、PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》的要求对 ADH22 功率放大器产品的碳足迹进行核算。

本报告的功能单位定义为“**1 件 ADH22 功率放大器**”产品。系统边界为“从摇篮到坟墓”类型，包括 **ADH22 功率放大器**产品的上游原材料提取加工阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品运输阶段产生的排放。

本报告通过核算得到生产“**1 件 ADH22 功率放大器**”产品的碳足迹为 1313.65kgCO₂eq，其中原材料生产阶段排放量占比为 6.06%、原材料运输阶段排放量占比为 0.02%、产品生产阶段排放量占比为 0.10%、产品运输阶段排放量占比为 0.08%、产品使用阶段排放量占比为 93.44%、产品废弃回收阶段排放量占比为 0.30%。从单个阶段对碳足迹贡献来看，原材料生产阶段对产品碳足迹的贡献最大。

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。**ADH22 功率放大器**产品生产生命周期内主要过程的活动数据来源于企业现场调研的初级数据。原辅料的排放因子数据来源于中国产品全生命周期温室气体排放系数库（ChinaProductsCarbonFootprintFactorsDatabase，简称 CPCD）、GaBi 数据库（GaBiDatabases）、Ecoinvent（包含 Lite 版本因子库），本次评价选用的数据在国内外 LCA 评价中被高度认可和广泛应用。

2 公司信息介绍

2.1 公司介绍

四川湖山电器股份有限公司（下称“湖山公司”或“公司”）的前身是创立于1969年绵阳无线电厂；1987年，四川湖山电子股份有限公司成立；1998年四川湖山电子股份有限公司在“深圳证券交易所”挂牌上市；2003年四川九洲电器集团有限责任公司（下称“九洲集团”）入主湖山，湖山公司成为九洲集团全资控股子公司。2006年8月，九洲集团为进一步优化管理体制和资源配置，成立四川湖山电器有限责任公司；2018年1月，成功完成股改，创立了湖山公司，目前湖山公司为国有控股混合所有制性质的企业。

湖山公司主要从事各类专业影音系统研发、生产、销售和承接各类专业音响工程业务，是中国电子音响行业协会副会长单位和专业音响及家庭影院分会会长单位，是国内音响行业中少有的依托公司员工建立自主营销网络的专业音响公司。

公司在绵阳、成都和广州等地建立了研发中心，拥有100余人高素质研发团队，掌握了数字广播影音系统智能集成技术、智能广播系统网络传输编码及解码技术、无纸化会议及数字会议技术等多项关键核心技术。公司目前拥有授权专利技术达200余项，被认定为“国家高新技术企业”、“省级企业技术中心”、“省级工业设计中心”和“四川省数字音响应用技术工程实验室”。

公司拥有全自动整机、SMT数字贴片等20余条生产流水线，配置了180多套先进设备，步入中国大型音响生产企业，实现了生产自动化、初步智能化、环保达标，产能达到十个亿。公司还配备了国内外音响界先进的AP音频测试系统、KLIPPEL电声测试系统等180多台（套）生产检测设备；建有全消声室、家庭影院试听室、专业视听室和功率实验室，具备完善的研发测试、听音、工程应用和新工艺与新材料验证等试验条件。

2.2 产品信息

表 2.1 产品基本信息表

产品名称	ADH22 功率放大器
产品型号	ADH22
规格重量 (含包装)	5.209kg
生产工艺	材料领用→印制板贴片→印制板焊接→整机装配→整机调试 →整机包装
产品应用	本品为功率放大器，可增强音频信号的功率，主要应用于家庭影院、舞台音响系统。
产品图片及 包装图片	

2.3 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：2025 年 1 月-2025 年 12 月

(2) 地理代表性：四川

(3) 技术代表性如下：

a) 生产工艺流程：原材料切割-卸板-板材表面处理-规格板切割-异形加工-包装。

b) 主要原料：印刷电路板、镀锌板、电源线。

c) 主要能耗：电力。

2.4 生产工艺

ADH22 功率放大器产品的生产工艺流程：

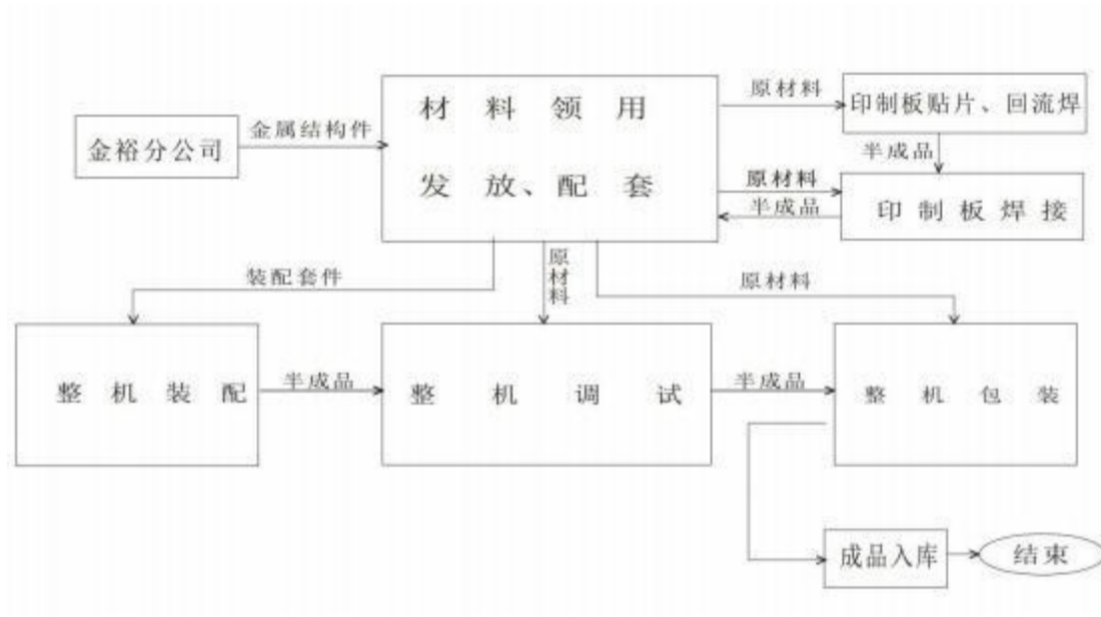


图 2.1 工艺流程图

2.5 设备信息

表 2.2 主要用能设备清单

序号	设备名称	设备功率（kW）	数量	单位
1	工程电子生产线	60	2	台
2	10 温区回流焊	80	1	台
3	贴片机	22	2	台
4	无铅波峰焊接机	27	2	台
5	岗位排风系统	22	2	台
6	空压机	67	1	台

3 目标与范围定义

3.1 研究目的

本次研究的目的是得到四川湖山电器股份有限公司 2025 年 1 月-2025 年 12 月生产“1 件 ADH22 功率放大器”生命周期过程碳足迹的平均水平，为四川湖山电器股份有限公司开展持续的节能减排工作提供数据支撑。

碳足迹核算是实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是环境保护工作和社会责任的一部分，也是四川湖山电器股份有限公司迈向国际市场的重要一步。本报告的研究结果将为四川湖山电器股份有限公司与 **ADH22 功率放大器产品** 的采购商和原材料供应商的有效沟通提供良好的途径，对促进产品全供应链的温室气体减排具有一定积极作用。

本报告研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是四川湖山电器股份有限公司内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游主要原材料供应商、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

3.2 系统边界

本次碳足迹评价的系统边界为四川湖山电器股份有限公司 2025 年 1 月-2025 年 12 月 ADH22 功率放大器“从摇篮到坟墓”的温室气体排放，包括 ADH22 功率放大器的上游原材料提取加工阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品运输

阶段、产品使用阶段和产品回收及处置阶段 6 个阶段。产品碳足迹评价系统边界图如图 3.1 所示。

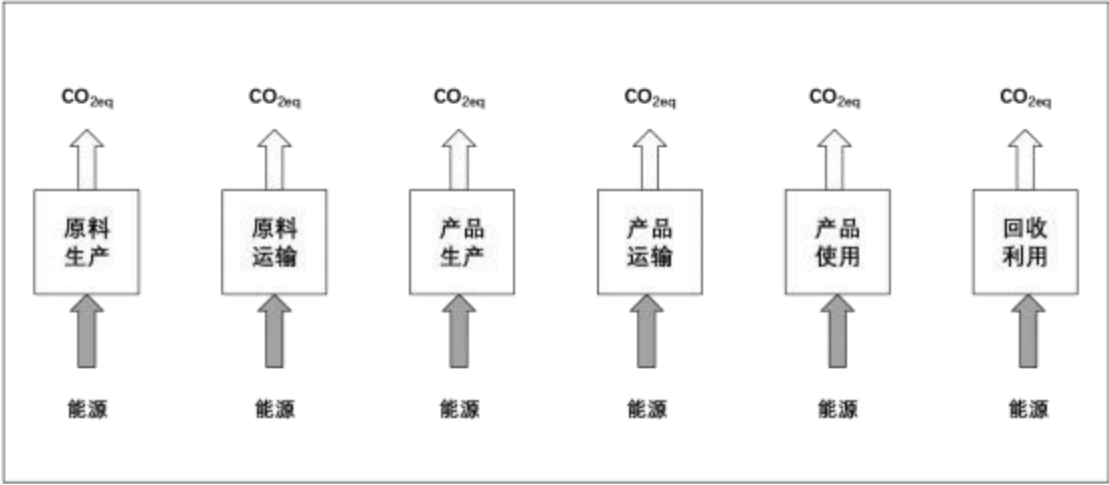


图 3.1 产品生命周期评价系统边界图

本报告中，碳足迹核算系统边界覆盖的生命周期过程见下表：

表 3.1 包含和未包含在系统边界内的生产过程

包含的过程	未包含的过程
a.产品生产的生命周期过程包括:原材料获取+原材料运输+产品生产+产品运输+废弃回收； b.主要原材料生产过程中能源的消耗； c.产品生产过程电力及其他耗能工质等的消耗； d.原材料运输； e.产品运输； f.产品使用过程排放； g.产品废弃回收阶段排放。	a.资本设备的生产及维修； b.次要原材料及辅料获取和运输； c.销售等商务活动产生的运输。

3.3 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，本报告功能单位定义为：1 件 ADH22 功率放大器。

3.4 取舍准则

本项目采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

I 普通物料重量 $<1\%$ 产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量 $<0.1\%$ 产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；总共忽略的物料重量不超过 5% ；

II 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

III 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

本报告所有原辅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。

3.5 影响类型和评价方法

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。

研究过程中统计了各种温室气体，包括二氧化碳（ CO_2 ）、甲烷（ CH_4 ）、氧化亚氮（ N_2O ）、氢氟碳化物（ HFC_s ）、全氟化碳（ PFC_s ）、六氟化硫（ SF_6 ）和三氟化氮（ NF_3 ）等，并且采用了 IPCC 第六次评估报告（2022 年）提出的方法来计算产品生产周期的 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 CO_2 当量（ CO_2eq ）。例如，1kg 甲烷在 100 年内对全球变暖的影响相当于 27.9kg 二氧化碳排放对全球变暖的影响，因此以二氧化碳当量（ CO_2eq ）为基础，甲烷的特征化因子就是 27.9kg CO_2eq 。

3.6 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本研究中主要考虑了以下几个方面：

I 数据准确性：实景数据的可靠程度；

II 数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性；

III 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，在研究过程中首先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中企业提供的经验数据取平均值，本研究在 2026 年 10 月进行数据的调查、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，次级数据优先选用国内的数据库，若国内数据库不可获得则选用国际数据库。主要数据库包括中国产品全生命周期温室气体排放系数库（ChinaProductsCarbonFootprintFactorsDatabase，简称 CPCD）、GaBi 数据库、Ecoinvent（包含 Lite 版本因子库）数据库；当目前数据库中完全没有一致的次级数据时，采用近似替代的方式选择数据库中数据。数据库的数据经严格审查，并广泛应用于国内外的 LCA 研究，数据库的介绍见附录 A。

本次报告编制中初级数据，如生产制造的原辅材料清单及能源消耗由生产厂商直接提供，数据等级为实际现场值，数据质量高；次级数据如原材料生产、运输和产品运输中使用的能源消耗主要来源于中国产品全生命周期温室气体排放系数库（ChinaProductsCarbonFootprintFactorsDatabase，简称 CPCD）、GaBi 数据库和 Ecoinvent（包含 Lite 版本因子库）数据库中的背景数据。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。

4 过程数据收集

4.1 原材料生产阶段

4.1.1 活动水平数据

原材料数据来源于企业生产一件产品的实际原材料消耗量统计，原材料消耗情况具体如下：

表 4.1 原材料及辅料消耗量

序号	原辅材料	活动水平	单位
1	焊板	204.00	g
2	功放模组 HD2160 (30%玻纤布、20%铜箔、50%树脂)	566.00	g
3	绝缘纸 HD2160 功放-聚酯纤维	10.00	g
4	绝缘纸 HD 电源输入板-聚酯纤维	3.00	g
5	绝缘纸 HD2160 风道-聚酯纤维	15.00	g
6	连接线 FPC 共面线-铜线外包 pvc 塑料	18.00	g
7	连接线 HD 功放电源开关线-铜线外包 pvc 塑料	7.00	g
8	风机 DC4020HB12,12V,0.15A,10000 转,线长 200,1 正 2 负-铜线、pvc 塑料、聚丙烯	26.00	g
9	电源开关 RK2-02-聚丙烯	7.00	g
10	电源线-铜线外包 pvc 塑料	157.00	g
11	面板 HD2400-11 (丝印)-镀锌板、ZX-P04*03 黑砂纹	155.00	g
12	旋钮 (Φ15*13)-abs 塑料	4.00	g
13	上盖-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	1050.00	g
14	底板-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	1390.00	g
15	把手-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	41.00	g
16	右把手-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	50.00	g
17	有机玻璃-聚甲基丙烯酸甲酯	5.00	g
18	珍珠绵 HD2400-聚乙烯发泡棉	148.00	g
19	线 K3P 转 J3P (平衡)-铜线外包 pvc 塑料	170.00	g
20	减震垫Φ14*3/单面带 3M 胶-橡胶	4.00	g
21	快装连接插头-abs 塑料	64.00	g
22	连接线-铜线外包 pvc 塑料、abs 塑料	12.00	g
23	黑胶 WD2014HB	4.00	g
24	橡胶减震垫圈外径 8mm,内径 3mm,厚度 5mm	1.00	g
25	包装袋 630*700*0.025	20.00	g
26	前垫板 HD2400-T1	155.00	g
27	包装纸箱 ADH/ADG 系列	890.00	g
28	自封袋 225*335*0.06mm (说明书袋)	10.00	g
29	纸质标签	18.00	g
30	PE 胶袋附件袋 130*270*0.07mm	5.00	g

4.1.2 排放因子数据

原材料生产的碳排放系数大部分未进行供应商实景过程调研,该部分数据通过数据库(Ecoinvent(包含 Lite 版本因子库)及中国产品全生命周期温室气体排放系数库(ChinaProductsCarbonFootprintFactorsDatabase,简称CPCD))获取,具体数据如下表所示,来源证明见附录 B:

表 4.2 原材料及辅料排放因子

序号	原辅材料	排放因子	单位	来源
1	焊板	304.6000	kgCO ₂ eq/kg	参照 lite 版本因子库-电器部件-印刷线路板
2	功放模组 HD2160 (30%玻纤布、20%铜箔、50%树脂)	5.4255	kgCO ₂ eq/kg	组成成分因子加权平均:玻纤布-CPCD-玻璃纤维 2.25;铜箔 Ecoinvent3.9.1 coppercollectorfoil,forLi-ionbattery(集电铜箔-用于锂离子电池)8.58;树脂-CPCD-环氧树脂 6.069
3	绝缘纸 HD2160 功放-聚酯纤维	4.2392	kgCO ₂ eq/kg	参照 lite 版本因子库-聚酯纤维
4	绝缘纸 HD 电源输入板-聚酯纤维	4.2392	kgCO ₂ eq/kg	参照 lite 版本因子库-聚酯纤维
5	绝缘纸 HD2160 风道-聚酯纤维	4.2392	kgCO ₂ eq/kg	参照 lite 版本因子库-聚酯纤维
6	连接线 FPC 共面线-铜线外包 pvc 塑料	5.9540	kgCO ₂ eq/kg	参照 Ecoinvent3.9.1-cable,unspecifed(电缆-不再细分)
7	连接线 HD 功放电源开关线-铜线外包 pvc 塑料	5.9540	kgCO ₂ eq/kg	参照 Ecoinvent3.9.1-cable,unspecifed(电缆-不再细分)
8	风机 DC4020HB12,12V,0.15A,1000 转,线长 200,1 正 2 负-铜线、pvc 塑料、聚丙烯	5.9540	kgCO ₂ eq/kg	参照 Ecoinvent3.9.1-cable,unspecifed(电缆-不再细分)
9	电源开关 RK2-02-聚丙烯	1.5870	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-聚丙烯
10	电源线-铜线外包 pvc 塑料	5.9540	kgCO ₂ eq/kg	参照 Ecoinvent3.9.1-cable,unspecifed(电缆-不再细分)
11	面板 HD2400-11 (丝印)-镀锌板、ZX-P04*03 黑砂纹	3.11	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-碳钢热镀锌板卷
12	旋钮 (Φ15*13)-abs 塑料	16.60	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物
13	上盖-镀锌板、ZX-P04*04	3.11	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-碳钢热镀锌板卷

序号	原辅材料	排放因子	单位	来源
	黑砂纹			
14	底板-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	3.11	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-碳钢热镀锌板卷
15	把手-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	3.11	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-碳钢热镀锌板卷
16	右把手-镀锌板、ZX- P04*04 黑砂纹	3.11	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-碳钢热镀锌板卷
17	有机玻璃-聚甲基丙烯酸 甲酯	8.66	kgCO ₂ eq/kg	参照 Ecoinvent3.9.1-polymethyl methacrylate,sheet(聚甲基丙烯酸 甲酯生产)
18	珍珠绵 HD2400-聚乙烯发 泡棉	2.49	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-低密度聚乙烯
19	线 K3P 转 J3P (平衡) -铜 线外包 pvc 塑料	5.95	kgCO ₂ eq/kg	参照 Ecoinvent3.9.1- cable,unspecifed(电缆-不再细分)
20	减震垫Φ14*3/单面带 3M 胶-橡胶	3.08	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-橡胶
21	快装连接插头-abs 塑料	16.60	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共 聚物
22	连接线-铜线外包 pvc 塑 料、abs 塑料	5.9540	kgCO ₂ eq/kg	参照 Ecoinvent 3.9.1- cable,unspecifed(电缆-不再细分)
23	黑胶 WD2014HB	3.08	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-橡胶
24	橡胶减震垫圈外径 8mm,内 径 3mm,厚度 5mm	3.08	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-橡胶
25	包装袋 630*700*0.025	3.24	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-塑料薄膜包装袋(Plastic FilmOPackingBag)
26	前垫板 HD2400-T1	3.08	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-橡胶
27	包装纸箱 ADH/ADG 系列	1.61	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-瓦楞纸箱
28	自封袋 225*335*0.06mm (说明书袋)	3.24	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-塑料薄膜包装袋(Plastic FilmOPackingBag)
29	纸质标签	0.12	kgCO ₂ eq/kg	参照 lite 版本因子库-纸质包装- 标签
30	PE 胶袋附件袋 130*270*0.07mm	3.24	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-塑料薄膜包装袋(Plastic FilmOPackingBag)

4.2 原材料运输阶段

4.2.1 活动水平数据

原材料运输阶段活动水平为根据供应商与企业平均距离计算所得的货物周转量，生产 1 件 ADH22 功率放大器对应的原材料运输活动水平如下：

表 4.3 原辅材料运输活动水平

序号	原辅材料	活动水平	单位
1	焊板	0.3437	t·km
2	功放模组 HD2160 (30%玻纤布、20%铜箔、50% 树脂)	0.9537	t·km

序号	原辅材料	活动水平	单位
3	绝缘纸 HD2160 功放-聚酯纤维	0.0001	t·km
4	绝缘纸 HD 电源输入板-聚酯纤维	0.0000	t·km
5	绝缘纸 HD2160 风道-聚酯纤维	0.0002	t·km
6	连接线 FPC 共面线-铜线外包 pvc 塑料	0.0004	t·km
7	连接线 HD 功放电源开关线-铜线外包 pvc 塑料	0.0001	t·km
8	风机 DC4020HB12,12V,0.15A,10000 转,线长 200,1 正 2 负-铜线、pvc 塑料、聚丙烯	0.0008	t·km
9	电源开关 RK2-02-聚丙烯	0.0138	t·km
10	电源线-铜线外包 pvc 塑料	0.0033	t·km
11	面板 HD2400-11 (丝印)-镀锌板、ZX-P04*03 黑砂纹	0.2395	t·km
12	旋钮 (Φ15*13)-abs 塑料	0.0070	t·km
13	上盖-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	0.1365	t·km
14	底板-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	0.1863	t·km
15	把手-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	0.0094	t·km
16	右把手-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	0.0115	t·km
17	有机玻璃-聚甲基丙烯酸甲酯	0.0083	t·km
18	珍珠绵 HD2400-聚乙烯发泡棉	0.0050	t·km
19	线 K3P 转 J3P (平衡)-铜线外包 pvc 塑料	0.0037	t·km
20	减震垫Φ14*3/单面带 3M 胶-橡胶	0.0068	t·km
21	快装连接插头-abs 塑料	0.1249	t·km
22	连接线-铜线外包 pvc 塑料、abs 塑料	0.0003	t·km
23	黑胶 WD2014HB	0.0000	t·km
24	橡胶减震垫圈外径 8mm,内径 3mm,厚度 5mm	0.0000	t·km
25	包装袋 630*700*0.025	0.0007	t·km
26	前垫板 HD2400-T1	0.0202	t·km
27	包装纸箱 ADH/ADG 系列	0.1184	t·km
28	自封袋 225*335*0.06mm (说明书袋)	0.0003	t·km
29	纸质标签	0.0001	t·km
30	PE 胶袋附件袋 130*270*0.07mm	0.0002	t·km

4.2.2 排放因子数据

原材料运输方式为道路运输，因未能获取运输过程实际能源消费量，数据通过中国产品全生命周期温室气体排放系数库（ChinaProductsCarbonFootprintFactorsDatabase，简称 CPCD）获取，具体如下：

表 4.4 原辅材料运输排放因子

序号	原辅材料	排放因子	单位	来源
1	道路运输	0.1281	kgCO ₂ eq/（t·km）	CPCD-中国公路运输中型柴油货车（油箱到车轮）

4.3 产品生产阶段

4.3.1 活动水平数据

产品生产阶段的活动水平数据均来源于企业统计的实景数据，包括产品生产过程中的主要耗能和辅助、附属生产系统耗能，根据年度实际生产分配后对应的能源消耗如下：

表 4.5 产品生产阶段活动水平

序号	能源	活动水平	单位
1	电力	2.1806	kWh

4.3.2 排放因子数据

产品生产阶段的排放因子来源于背景数据库，具体如下：

表 4.6 产品生产阶段排放因子

能源/废弃物	排放因子	单位	来源
电力	0.5777	kgCO ₂ /kWh	《2024 年全国电力碳足迹因子》

4.4 产品运输阶段

4.4.1 活动水平数据

产品运输阶段活动水平为企业到下游采购商距离计算所得的货物周转量，生产 ADH22 功率放大器的产品运输活动水平如下：

表 4.7 产品运输阶段活动水平

序号	产品	活动水平	单位	来源
1	ADH22 功率放大器	7.814	t·km	根据统计数据计算

4.4.2 排放因子数据

产品运输方式均为道路运输，因未能获取运输过程实际能源消费量，数据通过中国产品全生命周期温室气体排放系数库（ChinaProductsCarbonFootprintFactorsDatabase，简称 CPCD）获取，具体如下：

4.8 产品运输阶段排放因子

序号	产品	排放因子	单位	来源
1	道路运输	0.1281	kgCO ₂ eq/（t·km）	CPCD-中国公路运输中型柴油货车（油箱到车轮）

4.5 产品使用阶段

4.5.1 活动水平数据

产品使用阶段活动水平为功率放大器使用寿命内对电力的消耗量，本功率放大器的功率为 850W，平均每年使用时间为 250 小时，使用寿命为 10 年，则在其生命周期内的耗电量见下表：

表 4.9 产品使用收阶段活动水平

序号	能源	活动水平	单位	来源
1	电力	2125	kWh	根据产品参数计算

4.5.2 排放因子数据

产品使用的排放因子，详见下表：

表 4.10 产品使用阶段排放因子

序号	能源	排放因子	单位	来源
1	电力	0.5777	kgCO ₂ /kW·h	《2024 年全国电力碳足迹因子》

4.6 产品废弃回收阶段

4.6.1 活动水平数据

产品废弃回收的活动水平为一件ADH22 功率放大器，总质量为 5.209kg，详见下表：

表 4.11 产品废弃回收阶段活动水平

序号	废弃回收原材料	活动水平	单位	数据来源
1	塑料回收	0.2280	kg	自行推估
2	金属回收	2.6860	kg	自行推估
3	纸箱回收	0.8900	kg	自行推估
4	电子产品处置	1.1600	kg	自行推估
5	其他垃圾焚烧	0.2450	kg	自行推估

4.6.2 排放因子数据

产品废弃回收的排放因子，详见下表：

表 4.12 产品废弃回收阶段活动水平

序号	废弃回收原材料	排放因子	单位	数据来源
1	塑料回收	0.906	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-塑料回收(plastics recycling)
2	金属回收	0	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-生活垃圾填埋(municipal solid waste landfill)
3	纸箱回收	2.85	kgCO ₂ eq/kg	Ecoinvent 3.9.1-wastepaperboard(废纸板)
4	电子产品处置	0.9172	kgCO ₂ eq/kg	Ecoinvent 3.9.1-ferrous metal, in mixed metal scrap(黑色金属，混合金属废料)
5	其他垃圾焚烧	0.39889	kgCO ₂ eq/kg	CPCD-500 t/d 机械炉排炉垃圾焚烧系统

5 碳足迹计算

5.1 碳足迹计算方法

产品碳足迹的公式是整个产品生命周期中所有活动的原辅材料、能源乘以其排放因子后再加和。其计算公式如下：

$$CFP=\sum_{i=1}^n P_i \times Q_{ij} \times GWP_j \quad (1)$$

式中：

CFP——产品碳足迹；

P——活动水平数据；

Q——排放因子数据；

GWP——全球变暖潜势值。

注：本报告采用 2022 年 IPCC 第六次评估报告 AR6 值。

5.2 碳足迹计算结果

根据 5.1 章节公式，对生命周期各阶段的活动水平数据和排放因子数据汇总计算，得到 2025 年 1 月-2025 年 12 月生产 1 件 ADH22 功率放大器“从摇篮到坟墓”的总排放量如下：

表 5.1 产品碳排放结果汇总

生命周期阶段	原材料 生产	原材料 运输	产品 生产	产品 运输	产品 使用	产品 废弃回收	产品 碳足迹
碳排放量 (kgCO ₂ eq)	79.60	0.28	1.26	1.00	1227.61	3.90	1313.65
占比	6.06%	0.02%	0.10%	0.08%	93.44%	0.30%	100.00%

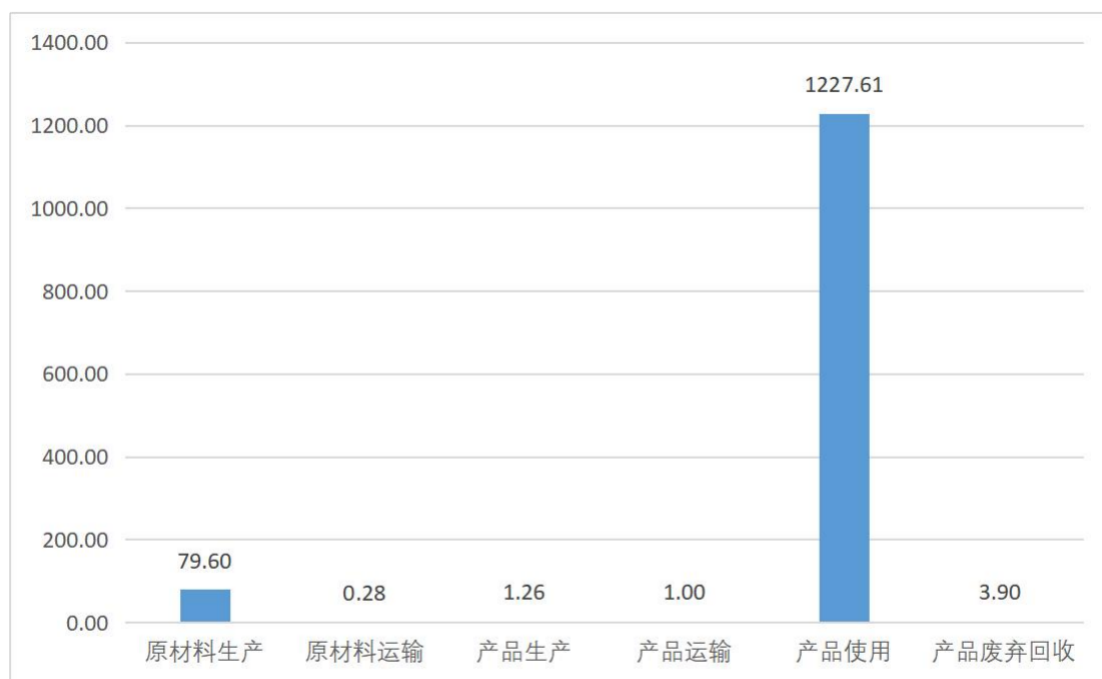


图 5.1 产品碳足迹评价结果

5.3 碳足迹影响分析

根据 1 件 ADH22 功率放大器产品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出产品的碳排放环节主要集中在产品使用阶段，占比为 93.44%，详见下图。

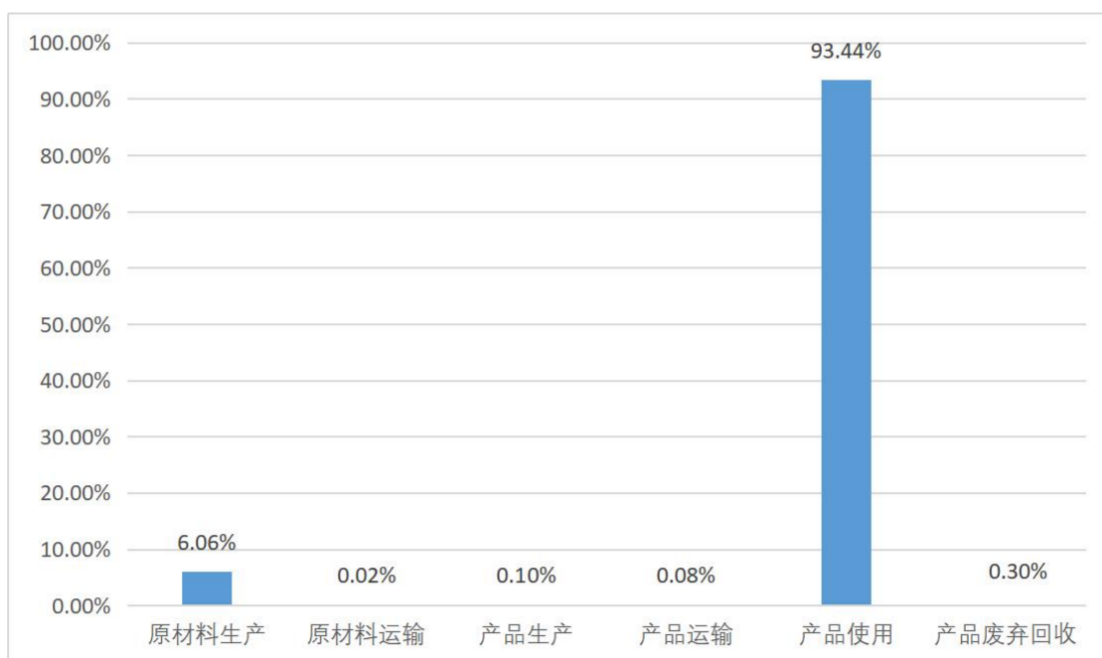


图 5.2 产品碳足迹贡献情况分布图

虽然产品使用阶段的碳足迹贡献最大，但是该阶段的碳排放不受生产厂家控

制，因此重点分析碳足迹贡献占比其次的原材料生产阶段。在原材料生产阶段影响最大的原材料是焊板，占比为 78.06%，其他物料影响详见下表

表 5.2 产品原材料提取加工阶段碳足迹评价结果

序号	原辅材料	排放量 (kgCO ₂ eq)	排放占比
1	焊板	62.1384	78.06%
2	功放模组 HD2160 (30%玻纤布、20%铜箔、50%树脂)	3.0708	3.86%
3	绝缘纸 HD2160 功放-聚酯纤维	0.0424	0.05%
4	绝缘纸 HD 电源输入板-聚酯纤维	0.0127	0.02%
5	绝缘纸 HD2160 风道-聚酯纤维	0.0636	0.08%
6	连接线 FPC 共面线-铜线外包 pvc 塑料	0.1072	0.13%
7	连接线 HD 功放电源开关线-铜线外包 pvc 塑料	0.0417	0.05%
8	风机 DC4020HB12,12V,0.15A,10000 转, 线长 200,1 正 2 负-铜线、pvc 塑料、聚丙烯	0.1548	0.19%
9	电源开关 RK2-02-聚丙烯	0.0111	0.01%
10	电源线-铜线外包 pvc 塑料	0.9348	1.17%
11	面板 HD2400-11 (丝印)-镀锌板、ZX-P04*03 黑砂纹	0.4821	0.61%
12	旋钮 (Φ15*13)-abs 塑料	0.0664	0.08%
13	上盖-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	3.2655	4.10%
14	底板-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	4.3229	5.43%
15	把手-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	0.1275	0.16%
16	右把手-镀锌板、ZX-P04*04 黑砂纹	0.1555	0.20%
17	有机玻璃-聚甲基丙烯酸甲酯	0.0433	0.05%
18	珍珠绵 HD2400-聚乙烯发泡棉	0.3685	0.46%
19	线 K3P 转 J3P (平衡)-铜线外包 pvc 塑料	1.0122	1.27%
20	减震垫Φ14*3/单面带 3M 胶-橡胶	0.0123	0.02%
21	快装连接插头-abs 塑料	1.0624	1.33%
22	连接线-铜线外包 pvc 塑料、abs 塑料	0.0714	0.09%
23	黑胶 WD2014HB	0.0123	0.02%
24	橡胶减震垫圈外径 8mm,内径 3mm,厚度 5mm	0.0031	0.00%
25	包装袋 630*700*0.025	0.0648	0.08%

序号	原辅材料	排放量 (kgCO ₂ eq)	排放占比
26	前垫板 HD2400-T1	0.4774	0.60%
27	包装纸箱 ADH/ADG 系列	1.4285	1.79%
28	自封袋 225*335*0.06mm (说明书袋)	0.0324	0.04%
29	纸质标签	0.00216	0.00%
30	PE 胶袋附件袋 130*270*0.07mm	0.0162	0.02%

5.4 碳足迹改进建议

减少产品碳足迹需综合考虑产品全生命周期的各阶段影响,根据以上碳足迹贡献度分析,建议重点加强供应商原材料采购的管理和注重产品和注重产品的生态设计以及生产过程管理,以减少原材料获取阶段的碳足迹,具体如下:

(1) 绿色供应商管理

公司原辅材料生产阶段对产品碳足迹贡献较大,依据绿色供应商管理准则进行供应商考核,建立并实施供应商评价准则,加强供应链上对供应商的管理和评价,如要求主要供应商开展 LCA 评价,在原材料价位差异不大的情况下,尽量选取原材料碳足迹小或单位产品耗能较小的供应商,推动供应链协同改进。

(2) 产品生态设计

在分析指标的符合性评价结果以及碳足迹分析、计算结果的基础上,结合环境友好的设计方案采用、落实生产者责任延伸制度、绿色供应链管理等工作,提出产品生态设计改进的具体方案,以节能绿色为改进方向,提升产品的利用能效,降低使用阶段的用电量,减少原材料生产阶段和产品使用阶段的碳足迹。

(3) 加强节能管理

加强节能工作,从技术及管理层面提升能源效率,减少能源投入,厂内可考虑实施节能改造,重点提高公用设备的利用率,减少电力的使用量等;

(4) 推进绿色低碳发展意识

坚定树立企业可持续发展原则,加强生命周期理念的宣传和实践。运用科学方法,加强产品碳足迹全过程中数据的积累和记录,定期对产品全生命周期的环

境影响进行自查，以便企业内部开展相关对比分析，发现问题。在生态设计管理、组织、人员等方面进一步完善。

6 不确定性

根据活动水平和排放因子的数据质量等级，对碳足迹评价结果做定性判断。

表 6.1 生命周期评价数据质量等级结果

生命周期阶段	原材料 生产	原材料 运输	产品 生产	产品 运输	产品 使用	产品 废弃回收	产品 碳足迹
碳排放量 (kgCO ₂ eq)	79.60	0.28	1.26	1.00	1227.61	3.90	1313.65
数据质量加权 得分	3.79	2.00	9.00	2.00	2.00	1.08	2.11
数据质量等级	L6	L6	L5	L6	L6	L6	L6

注：数据质量等级 L1（31-36），L2（25-30），L3（19-24），L4（13-18），L5（7-12），L6（1-6），级数越小表示其数据质量越佳。

不确定性的主要来源为初级数据存在测量误差和计算误差，减少不确定性的方法主要有：

- a) 使用准确率较高的初级数据，最大程度的使用供应商提供的原始数据；
- b) 对每道工序都进行能源消耗跟踪监测，提高初级数据的准确性。

7 结语

低碳是企业未来生存和发展的必然选择,进行产品碳足迹的核算是实现温室气体管理,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,可以了解排放源,明确各生产环节的排放量,为制定合理的减排目标和发展战略打下基础。

附录 A 数据库介绍

(1) 中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (**ChinaProductsCarbonFootprintFactorsDatabase**, 简称 **CPCD**): 由生态环境部环境规划院碳达峰碳中和研究中心联合北京师范大学生态环境治理研究中心、中山大学环境科学与工程学院, 在中国城市温室气体工作组 (CCG) 统筹下, 组织 24 家研究机构的 54 名专业研究人员, 基于公开文献的收集、整理、分析、评估和再计算, 并经过 16 名权威专家评审后公开的中国产品全生命周期温室气体排放系数, 具有较高的科学性、权威性。数据集包括产品上游排放、下游排放、排放环节、温室气体占比、数据时间、不确定性、参考文献/数据来源等信息, 包括能源产品、工业产品、生活产品、交通服务、废弃物处理和碳汇共计 1490 条数据信息。

(2) **GaBi 数据库**: 由德国的 Thinkstep 公司开发的 LCA 数据库, GaBi 专业及扩展数据库共有 4000 多个可用的 LCI 数据。其中专业数据库包括各行业常用数据 900 余条扩展数据库包含了有机物、无机物、能源、钢铁、铝、有色金属、贵金属、塑料、涂料、寿命终止、制造业、电子、可再生材料、建筑材料、纺织数据库、美国 LCA 数据库等 16 个模块。

(3) **Ecoinvent (包含 lite 版本因子库) 排放因子数据库**: Ecoinvent 是最可靠和最透明的生命周期清单 (LCI) 数据库, 它允许对商品和流程进行全球环境评估。全球 40 多个国家/地区的约 4500 人使用 Ecoinvent, 这是世界上最著名的生命周期评估 (LCA) 数据库。该数据库包括能源、资源开采、材料供应、化学品、金属、农业、废物管理和运输方面的数据。