

竞陆电子（昆山）有限公司

印制线路板

碳足迹第三方核查报告

核查机构名称（公章）：方圆标志认证集团有限公司

核查报告签发日期：2026年06月01日



摘 要

委托方名称	竞陆电子（昆山）有限公司
委托方地址	江苏省昆山经济技术开发区金沙江北路 1818 号
统一社会信用代码	91320583726631346F
生产者名称	竞陆电子（昆山）有限公司
生产者地址	江苏省昆山经济技术开发区金沙江北路 1818 号
生产企业名称	竞陆电子（昆山）有限公司
生产企业地址	江苏省昆山经济技术开发区金沙江北路 1818 号
联系人/联系方式	朱小峰/15190150384

碳足迹报告/声明发布日期	2018 年 2 月 10 日
保证等级	☒ 合理保证 ☐ 有限保证
实质性阈值	<5%
产品名称	印制线路板
产品规格	A068E0850A
声明单位	1 平方英尺印制线路板

核查目的

核查竞陆电子（昆山）有限公司印制线路板产品碳足迹报告是否符合相关核查准则要求。

核查准则

☒ISO 14067: 2018 Greenhouse gases—Carbon footprint of products—Requirements and guidelines for quantification.

☐PCR: /

☐供应链要求

核查结论：

方圆标志认证集团有限公司对竞陆电子（昆山）有限公司印制线路板的碳足迹信息的管理、产品碳足迹报告相关内容进行了核查，经过文件评审及现场核查，确认受核查方基于生命周期评价研究的数据真实准确，报告符合ISO 14067及其他相关规定。

具体核查结果如下：

1) 系统边界

被核查的产品碳足迹系统边界包括原材料获取和加工、原材料运输和产品生产阶段。

2) 报告期

2025 年 01 月 01 日—2025 年 12 月 31 日。

3) 产品碳足迹

按照 IPCC2021 GWP（100 年）方法计算，产品碳足迹核查结果见下表 1 所示。

表 1 产品碳足迹各阶段结果

生命周期阶段	碳足迹 (kg CO ₂ e)	贡献比
原材料获取和加工	5.65	40.34%
原材料运输	0.10	0.69%
产品生产	8.26	58.97%
综合贡献	14.01	100%

4) 与历史年度的对比分析

本次为初次核查，无法开展历史年度的对比。

5) 核查中未覆盖的问题或者特别需要说明的问题描述：

无。

核查组长	李森	日期	2026.05.06
核查组员	葛培		
技术复核人	王靖东	日期	2026.06.01
批准人	冀晓东	日期	2026.06.01



目 录

1. 概述	1
1.1 核查目的	1
1.2 核查范围	1
1.3 核查原则	1
1.4 核查依据	2
2. 核查过程和方法	3
2.1 核查组安排	3
2.2 初始评审（策略分析和风险评估）	3
2.3 现场核查	4
2.4 核查报告编写及技术复核	4
3. 核查内容	5
3.1 基本信息核查	5
3.1.1 企业简介	5
3.1.2 产品信息	6
3.1.3 产品生产工艺及流程	6
3.1.4 产品碳足迹管理	9
3.2 声明单位和系统边界核查	9
3.2.1 声明单位	9
3.2.2 时间边界	10
3.2.3 系统边界	10
3.2.4 取舍准则	10
3.3 清单数据核查	11
3.3.1 概述	11
3.3.2 原材料获取和加工数据核查	11
3.3.3 原材料运输阶段数据核查	11
3.3.4 产品生产阶段数据核查	12
3.3.5 数据合并	14
3.4 计算方法核查	15
3.5 软件及数据库的核查	16
3.6 碳足迹结果核查	18
3.7 数据质量评价的核查	20
4. 核查结论	21
4.1 系统边界和声明单位	21
4.2 碳足迹核查结果	21
4.3 核查中未覆盖的问题或者特别需要说明的问题描述	22
5. 支撑性材料	23

1.概述

1.1 核查目的

竞陆电子（昆山）有限公司为了满足供应商要求，并识别自身产品碳足迹情况，开展了印制线路板的碳足迹研究，并编写了碳足迹报告。为了保证其碳足迹报告符合 ISO 14067 及相关要求，方圆标志认证集团有限公司受竞陆电子（昆山）有限公司委托，对竞陆电子（昆山）有限公司印制线路板碳足迹报告进行核查。

此次核查目的为：核查产品碳足迹研究是否遵循 ISO 14067、GB/T 24040、GB/T 24044 及其他规定和要求开展。

本核查结果仅用于表明所核查产品在现有数据情况下的碳足迹信息。

1.2 核查范围

核查范围为位于江苏省昆山经济技术开发区金沙江北路 1818 号的竞陆电子（昆山）有限公司 2025 年 01 月 01 日至 2025 年 12 月 31 日印制线路板生产及碳足迹研究等相关信息，系统边界为原材料获取和加工阶段、原材料运输阶段和产品生产阶段。

1.3 核查原则

1) 客观独立

保持独立于委托方和受核查方，避免偏见及利益冲突，在整个核查活动中保持客观。

2) 诚信守信

具有高度的责任感，确保核查工作的完整性和保密性。

3) 公平公正

真实、准确地反映核查活动中的发现和结论，如实报告核查活动中所遇到的重大障碍，以及未解决的分歧意见。

4) 专业严谨

具备核查必需的专业技能，能够根据任务的重要性和委托方的具体要求，利用其职业素养进行严谨判断。

5) 循证方法

确保核查签约采用合理的方法来得出可靠的并可重现的核查结论，并基于充

分和适宜的证据。

6) 保守性

在评估可比的备选方案时，使用谨慎温和的选择。

1.4 核查依据

1. ISO 14067 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification
2. GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
3. GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南
4. AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023—IPCC



2. 核查过程和方法

2.1 核查组安排

根据核查员的专业背景、擅长的领域，方圆标志认证集团有限公司根据产品类别及特性（本次受核查产品归属行业- C3982 电子电路制造）组建了相关专业背景、擅长领域的核查组，组成情况如表 2 所示。

表 2 核查组成员

序号	姓名	核查工作分工内容
1	李森	核查组长，负责工作协调、文件评审、现场安排、报告编制等
2	葛培	核查组员，负责资料收集、数据核对、报告编制等

2.2 初始评审（策略分析和风险评估）

核查组于 2026 年 04 月 01 日对受核查方提供的相关资料进行了本项目的策略分析和风险评估，完成初始评审，初始评审过程及结果见初始评审记录。评审过程中主要关注了一下内容：

1. 评价产品是否有产品种类规则（PCR）；
2. PCR 是否可用；
3. 产品 LCA 研究是否符合相关规则规定；
4. 评价产品数据清单是否对应评价边界；
5. 各单元过程清单数据与次级数据匹配程度和数据质量情况；
6. 评价中完整性和假设性说明的合理性；
7. 其他文件信息准确性。

通过初始评审，核查组识别出如下现场核查的重点：

1. 产品生产工艺流程；
2. 声明单位；
3. 系统边界和时间边界；
4. 各单元过程清单输入和输出数据获取、记录、传递和汇总的信息流管理；
5. 各单元过程共生产品分配方法；
6. 模型的准确和完整性；
7. 核查现场数据的准确性，与数据来源的一致性；
8. 核查次级数据的获得方法和准确性，与数据来源的一致性；

9.重点关注对生命周期清单分析结果有重大影响的单元过程/信息模块；

10.单元过程/信息模块；

11.组织建立内部跟踪管理程序的核查（如有）。

根据文件评审结果，核查组制定了《核查计划》和《证据收集计划》。

2.3 现场核查

核查组于2026年04月28日对受核查方产品碳足迹情况进行了现场核查。通过相关人员的访问、资料查阅、人员访谈等多种方式进行。主要访谈对象、部门及访谈内容如下表3所示。

表3 现场核查内容表

访谈对象	部门/职位	访谈内容
唐传林	品保部/主任	1. 了解企业基本情况、管理架构、生产工艺、生产运行情况，确定生命周期评价系统边界的核查范围和声明单位、了解各单元过程共生产品分配方法；
明汉巧 潘国林	资材部/主任 工程部/主任	2. 受核查方各单元清单输入和输出数据获取、记录、传递和汇总的信息流管理，数据质量管理体系和质量保障体系；
梁祐瑄 吴向玲	环安部/副理 管理部/副主任	3. 了解各单元过程清单数据涉及的现场数据和次级数据的来源，生产数据的监测、记录和统计等数据流管理过程，获取相关监测记录；
尹秀芹 彭文刚 刘新亮 李娜	资材部/课长 维修部/副理 仓管部/副工 业务部/营管	4. 对产品碳足迹相关数据和信息，进行核查； 5. 核查模型的准确性和完整性；核查现场数据的准确性，与数据来源的一致性；
		6. 核查次级数据的获得方法和准确性，与数据来源的一致性； 7. 核查上游数据/次级数据库数据对应的一致和准确性。

2.4 核查报告编写及技术复核

依据上述核查准则，核查组在文件审核和现场核查过程中，未向受核查方开具不符合项。

核查组完成了核查报告初稿。根据方圆标志认证集团有限公司内部管理程序，核查报告在提交给受核查方和委托方前，经过了方圆标志认证集团有限公司内部独立于核查组的技术评审，核查报告终稿于2026年06月01日完成。本次核查的技术评审组如下表4所示。

表4 技术复核组成员

序号	姓名	核查工作内容
1	王靖东	独立于核查组，对本核查进行技术评审

3. 核查内容

3.1 基本信息核查

3.1.1 企业简介

竞国集团深耕电子产业数十年，1988 年台湾竞国总部正式成立，开启了集团在电子电路领域的发展征程。2005 年 3 月，竞陆电子（昆山）有限公司正式成立，2006 年 4 月实现量产，迈出了大陆市场发展的关键一步。

2007 年开始竞陆电子陆续通过 ISO 14001、ISO/TS 16949、OHSAS 18001 等体系证书，以及获得国家级称号。

目前公司正积极推进泰国工厂的筹备工作，持续完善全球供应链多元化布局，强化东南亚市场服务能力，开启国际化发展新篇章。

竞陆电子（昆山）有限公司注册资金达 3100 万美元，公司占地面积 54000 平米，现有员工 2000 人，其中全厂本科以上学历人员共 223 人，为公司的技术创新和产品研发提供了充足的人才支撑。公司具备强大的生产制造能力，月产能可达 100000 平米，能够充分满足各类客户的订单需求，在行业内形成了显著的规模优势。

公司高度重视管理体系建设，构建了完善的管理体系，涵盖质量/环境/安全证书、ESG 相关证书、GP 证书和自愿性产品认证四大类。完善的认证体系充分证明了公司在品质管制、环境管理、职业健康安全等方面的专业能力，为公司拓展国内外市场提供了有力的资质支撑。

公司投入巨资引进了一系列国际先进的生产设备，构建了完善的生产制造体系，主要生产设备包括内层 LDI 曝光机、外层 LDI 曝光机、防焊 LDI 曝光机、压合设备、雷射钻孔设备、机械钻孔设备、脉冲电镀设备、闪蚀设备、有机去膜设备、AOI 检测设备、喷印机、CCD 成型机、CCD 背钻机、飞针测试机、九州智慧抓设备、AVI 检测设备等，为产品的高品质生产提供了坚实的设备保障。

公司主要生产 D/S Multi-Layer PCB（双面/多层印刷电路板），产品布局多元化，覆盖多个高端应用领域，其中数据储存领域占比 32%，为公司核心应用领域；汽车应用领域占比 25%，是公司重点发展领域。

产品广泛应用于网路通讯、高频高速 / 光模块、智慧终端、工业控制、摄像头模组、Mini LED 等多个领域，形成了少量、多样、短交期、客制化、协同

开发」的产品特色，能够充分满足不同客户的个性化需求。

3.1.2 产品信息

产品名称：印制线路板

产品型号：A068E0850A

产品描述：产品为网路通讯主板，主要用于高端路由器。

产品参数信息表如下：

表 5 主要产品参数信息表（部分）

项目		数值
主要参数	厚度	2.0+/-0.2mm
	长度	428+/-0.1mm
	宽度	273.5+/-0.1mm

产品示意图如图 1 所示：

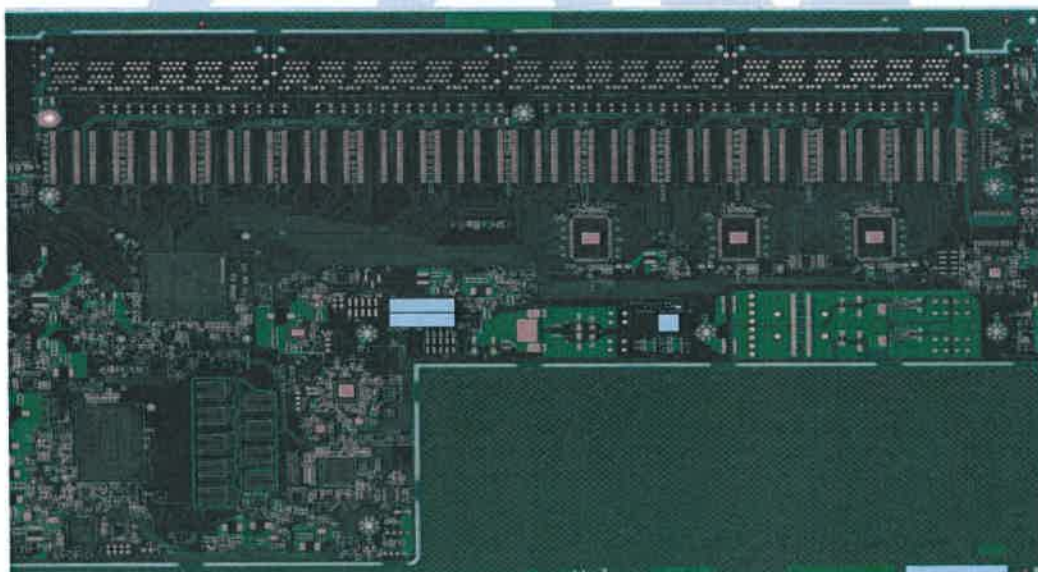


图 1 产品图示

核查组现场核对产品印制线路板检验要求及工艺规程，对产品出货检查报告书等相关合格证明进行抽样查阅，确认产品碳足迹报告中产品信息的描述准确、无误。

3.1.3 产品生产工艺及流程

工艺流程详细说明如下：

1、开料：将环氧覆铜板、半固化片裁成制造时所需的尺寸并倒角、磨边，此过程会产生含尘废气 G21、G22 及覆铜板废边角料 S12；

2、前处理：磨刷（用刷子在板表面造成粗糙面）清水多级淋洗，酸洗（将基板表面残留的污物和氧化物洗净）。该过程会产生酸性废液 L28、硫酸雾 G23、磨刷含铜废水 W26 及制程清洗水 W27；

3、涂布、烘烤：以涂布滚轮将湿膜（油墨）均匀涂布于覆铜基板上，以供影像转移之用。该工序产生非甲烷总烃废气 G61；

4、曝光：将线路图案底片置于感光湿膜上，在紫外线照射下曝光，使线路图案上的湿膜感光硬化。此步骤产生废底片 S13；

5、显影：用含碳酸钠的显像液将线路以外未感光硬化的湿膜溶解去除。会产生显影废液 L29 和显影废水 W28；

6、蚀刻：以酸性蚀刻液将铜箔基板上未覆盖湿膜之铜面全部溶解，仅剩被膜保护的铜。蚀刻过程将产生蚀刻废液 L30 及制程清洗水 W29；

7、去膜：用含 NaOH 的水溶液溶解线路铜上硬化的湿膜，使线路铜裸露出来。该过程产生去膜废液 L31 及去膜废水 W30；

8、检验：检出内层不良板，产生废线路板 S14

9、棕化：铜面粗化并形成一层有机金属层结构，以增加内层板与胶片在进行压合时的结合能力。该工序产生酸性废液 L32、硫酸雾 G25 和废水 W31-33；

10、压合：将经过内层线路制作、棕化处理后的基板与半固化片（由玻璃纤维布和环氧树脂等制成，温度为 100 度时可熔化，具有粘性和绝缘性）、铜箔按照线路板层数需要，热压在一起。压合流程如下：组合→预叠→叠板→压合（热压、冷压）→拆板→打靶→裁切、磨边→水洗→烘干，产生含尘废气 G26、边角料 S15、磨边后水洗及压合用钢板水洗产生清洗废水 W76；

11、钻孔、去毛刺：利用钻机钻出各种不同孔径及位置的孔，并用打磨机去除钻孔后的毛刺。该过程产生含尘废气 G27 及粉屑 S16；

12、镀通孔：其目的在于使钻孔后形成的非导体通孔壁上沉积一层密实牢固并具导电性的金属铜层，作为后续电镀铜的底材，以便下一步的一次铜。该工序产生硫酸雾 G28、清洗废水 L36-45、废液 W34-42；

13、一次铜：非导体的孔壁经镀通孔金属化后，立即进行电镀铜工序，其目的是镀上 200~500 微英寸的铜以保护仅有 20~40 微英寸的化学铜层。该步骤产生硫酸雾 G34、含铜废液 L46、制程清洗水 W43；

14、前处理：同内层板前处理工段，将基板表面残留的污物和氧化物洗净。

该工段产生产生酸性废液 L48、硫酸雾 G35、磨刷含铜废水 W44 及制程清洗水 W45;

15、压膜：以涂布滚轮将干膜均匀覆盖于覆铜基板上，以提供影像转移之用；

16、曝光：将线路图案底片置于感光干膜上，在紫外线照射下曝光，使线路图案上的干膜起感光硬化。此步骤产生废底片 S17；

17、撕膜：将干膜外层 PE 膜撕除，产生废 PE 膜 S29。

18、显影：用含碳酸钠的显影液将线路以外未感光硬化的干膜溶解去除。会产生显影废液 L49 和显影废水 W46；

19、酸性蚀刻：以酸性蚀刻液将铜箔基板上未覆盖湿膜之铜面全部溶解，仅剩被膜保护的铜。蚀刻过程将产生蚀刻废液 L50、氯化氢废气 G36 及制程清洗水 W47；

20、去膜：同上。产生去膜废液 L51 及去膜废水 W48；

21、检修、补线：经检测对有线路缺损的线路板进行检修，采用补线机将铜线熔融补足缺损部分线路；

22、前处理：主要有磨刷、酸洗、水洗等，将基板表面残留的污物和氧化物洗净。该过程会产生酸性废液 L53、硫酸雾 G37、磨刷含铜废水 W49 及制程清洗水 W50；

23、涂布油墨/预烤：该过程产生有机废气 G38-39 及废油墨 S18；

24、曝光/显影/烘烤：防焊油墨接受紫外线照射时，感光硬化，印制板焊盘部分被底片所挡住未曝光的涂层油墨显影时（1%Na₂CO₃）去除，已曝光的部分显影后留存。曝光步骤产生废底片 S19，显影步骤产生显影废液 L54 和显影废水 W51。烘烤产生有机废气 G40；

25、文字印刷/烘烤：用文字油墨在线路板表面加印文字符号或数字，以指示组装或换修各种零件的位置。该工段产生有机废气 G41-42 及废油墨 S20；

26、清洗烘干：产生制程清洗水 W65；

27、成型（冲型）：成型主要包括将制造好的线路外型从钢模中冲型出来，并切割 V 形槽、斜边，工艺流程为：成型（冲型）→V-cut、斜边，该制程产生边角料 S22 和含尘废气 G52；

28、成品清洗：酸洗后再水洗，产生酸性废液 L73、硫酸雾 G62 及制程清洗水 W77；

29、成品检验、包装入库：为保证线路板的质量，对其进行外观和功能性的质量检查，该过程产生废线路板 S23。

生产工艺流程如图 2 所示。

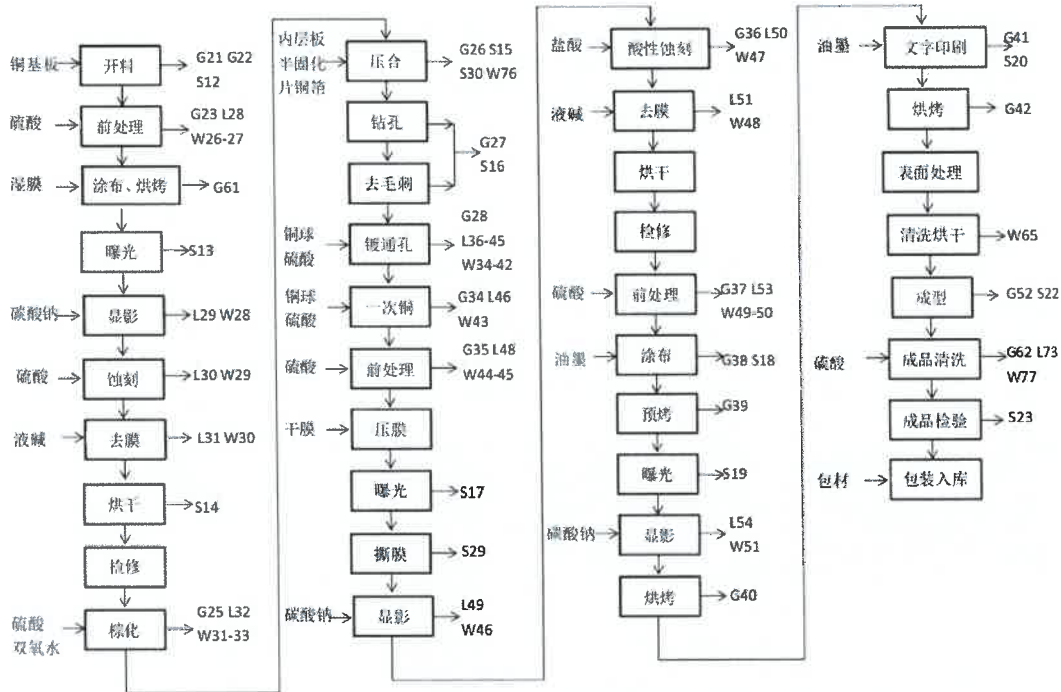


图 2 产品生产工艺流程图

核查组根据对产品生产工艺流程的现场核查和资料调研，识别显影过程碳酸钠为碱性溶液无受热分解过程，蚀刻过程为酸性湿法无温室气体排放，在产品生产过程中的排放源主要包括压合过程中使用天然气排放。

3.1.4 产品碳足迹管理

受核查方设立专职人员定期收集并整理碳足迹评价数据，并更新评价数据记录，属品保部负责并组织评价产品的碳足迹，识别需要强制更新的主要参数，作为更新产品碳足迹研究的判定数据。

3.2 声明单位和系统边界核查

3.2.1 声明单位

核查组现场查阅产品试验报告以及生产月表等相关材料对产品声明单位信息进行了确认，产品碳足迹中声明单位中描述的相关信息正确。

声明单位为：1 平方英尺印制线路板

3.2.2 时间边界

核查时间范围为：2025 年 01 月 01 日—2025 年 12 月 31 日。

3.2.3 系统边界

根据相关准则，结合企业生产工序和生产计量水平情况，受核查方针对印制线路板选取的系统边界见下图 3 所示，包括原材料获取和加工阶段、原材料运输阶段和产品生产阶段，各阶段包含的具体过程如下：

- 1、原材料获取和加工阶段：包括原生材料从自然界中获取资源、进行处理，直到进入印制线路板生产阶段的产品获取和加工（包括铜基板、PP 半固化片、铜箔、油墨、干膜、液碱、盐酸、双氧水、硫酸、微晶磷铜球、碳酸钠、纸箱、包装袋等）；
- 2、原材料运输阶段：从自然界提取的资源 and 预处理设施内及之间的原材料和中间产品运输，直到产品生产阶段的运输过程；
- 3、产品生产阶段：生产印制线路板直接相关过程以及排放处理过程，包括生产过程能源消耗、环境排放及产出废物的废弃运输处置。

核查组确认，以上系统边界选取及相关单元过程描述符合相关规则要求。

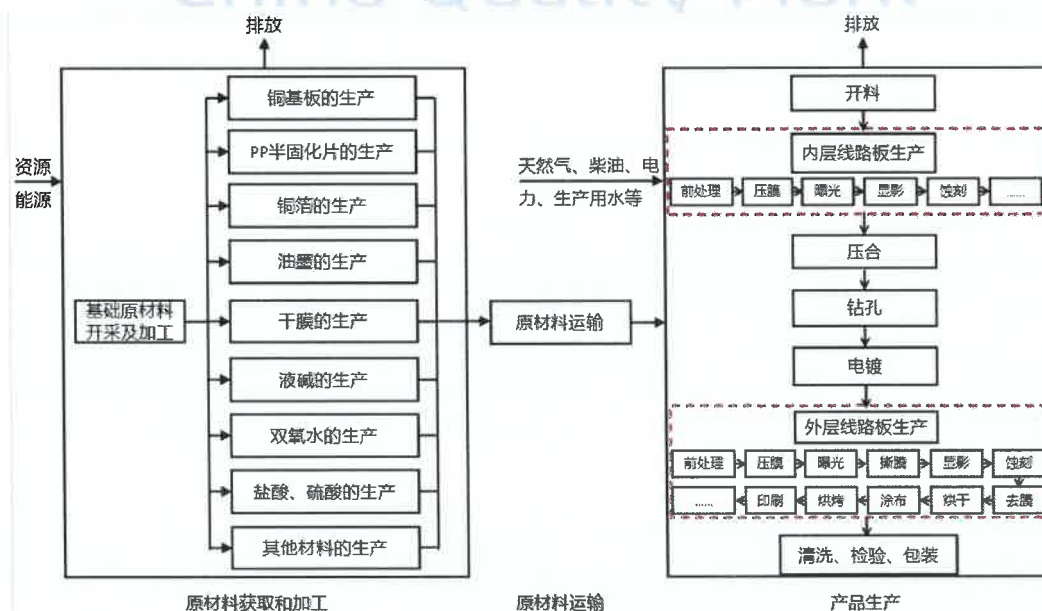


图 3 印制线路板生命周期评价系统边界图

3.2.4 取舍准则

在产品碳足迹量化过程中，可舍弃产品碳足迹影响小于 1% 的环节，但舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的 1%。

核查组查阅受核查方《碳足迹评价资料收集表》，评价中数据完整无缺失，不涉及取舍准则。

3.3 清单数据核查

3.3.1 概述

根据受核查方提供的产品碳足迹报告，结合产品生产工艺流程以及 3.2.3 中的系统边界的描述，各生命周期阶段的清单数据核查过程及结果见 3.3.2-3.3.4 描述。

3.3.2 原材料获取和加工数据核查

通过产品生产分析印制线路板生产使用的耗材包括：铜基板、PP半固化片、铜箔、油墨、干膜、液碱、盐酸、双氧水、硫酸、微晶磷铜球、碳酸钠、纸箱、包装袋等，详见表6所示。

核查组与受核查方沟通确认，印制线路板投入原料消耗量均来源于《2025年领料明细》，非重量单位根据实际称重计量。核查组查阅相关报表，确认产品碳足迹报告中原材料数据表中已经包含了本次核查产品所使用的各种原辅料，其消耗量数据正确，来源描述准确，无误。

表 6 1 平方英尺印制线路板原材料获取阶段清单

耗材	数值	单位	用途	数据来源
铜基板	0.2929	kg	原材料	《2025年领料明细》
PP半固化片	0.1055	kg		
铜箔	0.0402	kg		
油墨	0.0465	kg		
干膜	0.0425	kg	辅料	
液碱	0.1292	kg		
盐酸	0.4065	kg		
双氧水	0.0819	kg		
硫酸	0.5255	kg		
微晶磷铜球	0.0791	kg		
碳酸钠	0.0511	kg		
纸箱	0.0004	kg	包材	
包装袋	0.0002	kg		

3.3.3 原材料运输阶段数据核查

原材料运输数据涉及产品生产所需的原辅料运送到受核查方的运输方式和距离，考虑了所有原材料的运输，运输方式主要是柴油货车公路运输，清单数据

如表 7 所示。数据来源于供应商位置估算距离。核查组比对生产原料采购合同和相关佐证材料，对企业估算的数据进行了确认，运输信息与碳足迹报告一致，原材料运输数据准确、无误。

表 7 1 平方英尺印制线路板原材料运输阶段清单

供应链运输项目	数值	单位	数据来源
铜基板-运输	16.7203	kg*km	供应商位置估算距离
PP半固化片-运输	5.3388	kg*km	
铜箔-运输	23.7849	kg*km	
油墨-运输	14.5596	kg*km	
干膜-运输	28.1084	kg*km	
液碱-运输	3.3603	kg*km	
盐酸-运输	10.5703	kg*km	
双氧水-运输	2.1261	kg*km	
硫酸-运输	13.6623	kg*km	
微晶磷铜球-运输	49.6162	kg*km	
碳酸钠-运输	1.3287	kg*km	
纸箱-运输	0.0018	kg*km	
包装袋-运输	0.0125	kg*km	

3.3.4 产品生产阶段数据核查

——印制线路板生产使用的能源包括：天然气、柴油、电力。

其中，压合过程锅炉天然气消耗量来源于《天然气结算发票》；叉车柴油消耗量来源于《2025 年柴油购买记录》；电力数据来源于《2025 年用电月报表》中生产环节及公共设施（生产）用电合计，公共设施（生活）不包含在内。核查组比对产品生产信息和相关佐证材料，产品生产能源输入数据准确、无误。

——水资源输入：生产用水。产品生产用水主要为车间用水与公共设施（纯水制备及冷却塔补水）用水，汇总数据来源于《2025 年用水台账汇总》。

——产品输出：印制线路板，产品输出数据来自成仓系统导出《A068E0850A 入库台账》汇总入库产量；

——废物输出：1）废气排放：生产过程产生的硫酸雾、氯化物、颗粒物、氮氧化物、非甲烷总烃数据来源于《环境检测报告》估算；天然气使用根据 IPCC 评估报告参考方法（AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023-IPCC）计算使用过程中二氧化碳、甲烷和氧化亚氮的排放；2）废水排放：生产废水采用运营承包模式，根据《废水外包处置合同》明确受核查方委托昆山市格润生环保技术有限公司负责处理后（仅劳务、药剂采购等，控制权在受核查方）废水排入

太仓塘自然水体，废水处理量、COD、氨氮等水体排放物数据来源于《2025 年废水排放月监测台账表》；3）废弃物排放：①危险废弃物相关数据来源于《危险废弃物统计台账》及《危险废弃物转移联单》，其中含铜污泥采用物化处理处置（D9），成型边框及报废线路板采用人工拆解、粉碎分离处置（D16），废滤芯及滤袋、废矿物油、废油墨、废活性炭、实验室及检测仪废液采用焚烧处置（D10），其他危废采用循环回收再利用；②一般工业固废相关数据来源于《一般工业固废统计台账》，其中铜泥、铜箔、废纸皮、废塑料均为外售回收利用；废弃物的运输方式为公路运输，数据来源于处置单位位置估算距离。核查组比对产品生产信息和相关佐证材料，产品、废物输出数据准确、无误。

——由于受核查方未单独针对印制线路板（A068E0850A 型号）产品生产涉及的能耗及废弃产出数据进行计量，考虑受核查方产品生产线主要为印制线路板这一类产品产出，各型号工艺及用能形式相似，根据评价产品占有所有产品产出面积（平方英尺：SF）的比例进行分配，印制线路板（A068E0850A 型号）核查年生产入库 53936.90SF，全厂合计印制线路板入库 5244360.11SF，分配比例为 1.03%。

清单数据如表 8 所示。

表 8 1 平方英尺印制线路板生产阶段清单

产品产出	数值	单位	数据来源
印制线路板 (A068E0850A 型号)	1	SF	《A068E0850A 入库台账》
耗能	数值	单位	数据来源
天然气	0.0644	m ³	《天然气结算发票》
柴油	0.0003	kg	《2025 年柴油购买记录》
电力	13.4584	kWh	《2025 年用电月报表》
耗水	数值	单位	数据来源
生产用水	110.8360	kg	《2025 年用水台账汇总》
废弃产出	数值	单位	数据来源
硫酸雾	0.0001	kg	《环境检测报告》估算
氯化物	0.0001	kg	
颗粒物	0.00003	kg	
氮氧化物	0.0002	kg	
非甲烷总烃	0.0001	kg	
天然气燃烧排放	0.14	kgCO ₂ e	IPCC 估算
废水	88.0004	kg	《2025 年废水排放月监测台账表》
COD	0.0020	kg	
氨氮	0.00004	kg	

废底片	0.0016	kg	《危废废弃物统计台账》 《危险废物转移联单》
废干膜渣	0.0086	kg	
废硫酸铜微蚀废液	0.0067	kg	
含铜废液	0.6186	kg	
含铜污泥	0.7719	kg	
废化学空桶	0.0141	kg	
废滤芯及滤袋	0.0114	kg	
废油墨盒	0.0065	kg	
成型边框及报废线路板	0.1111	kg	
废矿物油	0.0005	kg	
废油墨	0.0131	kg	
废活性炭	0.0040	kg	
粉尘	0.0456	kg	
实验室及检测仪废液	0.0001	kg	
铜泥	0.0038	kg	《一般工业固废统计台账》
铜箔	0.0108	kg	
废纸皮	0.0542	kg	
废塑料	0.0038	kg	
废弃物运输	数值	单位	数据来源
固废-运输	160.0237	kg*km	处置单位位置估算距离

3.3.5 数据合并

基于 3.3.2~3.3.4, 1 平方英尺印制线路板的清单数据如下表 9 所示:

表 9 1 平方英尺印制线路板碳足迹清单数据

环境负荷项目	数值	单位
原材料获取和加工	铜基板	0.2929 kg
	PP半固化片	0.1055 kg
	铜箔	0.0402 kg
	油墨	0.0465 kg
	干膜	0.0425 kg
	液碱	0.1292 kg
	盐酸	0.4065 kg
	双氧水	0.0819 kg
	硫酸	0.5255 kg
	微晶磷铜球	0.0791 kg
	碳酸钠	0.0511 kg
	纸箱	0.0004 kg
	包装袋	0.0002 kg
原材料运输	铜基板-运输	16.7203 kg*km
	PP半固化片-运输	5.3388 kg*km
	铜箔-运输	23.7849 kg*km
	油墨-运输	14.5596 kg*km
	干膜-运输	28.1084 kg*km

	液碱-运输	3.3603	kg*km
	盐酸-运输	10.5703	kg*km
	双氧水-运输	2.1261	kg*km
	硫酸-运输	13.6623	kg*km
	微晶磷铜球-运输	49.6162	kg*km
	碳酸钠-运输	1.3287	kg*km
	纸箱-运输	0.0018	kg*km
	包装袋-运输	0.0125	kg*km
产品生产	天然气	0.0644	m ³
	柴油	0.0003	kg
	电力	13.4584	kWh
	生产用水	110.8360	kg
	硫酸雾	0.0001	kg
	氯化物	0.0001	kg
	颗粒物	0.00003	kg
	氮氧化物	0.0002	kg
	非甲烷总烃	0.0001	kg
	天然气燃烧直接排放	0.14	kgCO _{2e}
	废水	88.0004	kg
	COD	0.0020	kg
	氨氮	0.00004	kg
	废底片	0.0016	kg
	废干膜渣	0.0086	kg
	废硫酸铜微蚀废液	0.0067	kg
	含铜废液	0.6186	kg
	含铜污泥	0.7719	kg
	废化学空桶	0.0141	kg
	废滤芯及滤袋	0.0114	kg
	废油墨盒	0.0065	kg
	成型边框及报废线路板	0.1111	kg
	废矿物油	0.0005	kg
	废油墨	0.0131	kg
	废活性炭	0.0040	kg
	粉尘	0.0456	kg
	实验室及检测仪废液	0.0001	kg
	铜泥	0.0038	kg
	铜箔	0.0108	kg
	废纸皮	0.0542	kg
	废塑料	0.0038	kg
	固废-运输	160.0237	kg*km

3.4 计算方法核查

核查组对 LCA 研究、产品碳足迹信息中的计算方法进行了核查，核查组确

认：受核查方提交的产品碳足迹中的计算方法符合相关要求，即通过排放或者清除的温室气体的质量乘以 IPCC 给出的 100 年 GWP（或乘以相应方法模型给出特征化因子），来计算产品系统每种温室气体排放和清除的潜在全球变暖影响，单位为 kgCO₂e/（声明单位）。

产品碳足迹计算方法见公式（1）。

$$CFP_{GHG} = \sum_j \left[\sum_i (AD_i \times EF_{LCA,i,j}) \times GWP_j \right] \quad (1)$$

式中：

CFP_{GHG} —产品碳足迹或产品部分碳足迹，以千克二氧化碳当量每声明单位或声明单位（kgCO₂e/声明单位）计；

AD_i —系统边界内，各声明单位中第 i 种活动的 GHG 排放和清除相关数据（包括初级数据和次级数据），单位根据具体排放源确定；

$EF_{LCA,i,j}$ —第 i 种活动对应的温室气体 j 的排放系数，单位与 GHG 活动数据相匹配；

GWP_j —温室气体 j 的 GWP 值，详见 IPCC 评估报告。

核查组比对相关要求，分析评价中的计算方法，认为评价中碳足迹研究计算方法合理。

3.5 软件及数据库的核查

受核查方使用软件（SimaPro 10.4.0.1）及数据库（Ecoinvent 3.12）和中国产品全生命周期温室气体排放系数库（CPCD）进行碳足迹量化。核查组核查了产品碳足迹量化过程中使用的数据集与实际数据的匹配性，碳足迹报告中铜基板和铜箔数据来源于供应商提供碳足迹结果，干膜非现场数据库未收录相匹配数据采用阴离子树脂进行替代，电网电采用 2024 年全国电力平均碳足迹因子，光伏电采用 2024 年全国光伏发电碳足迹因子，核查组认为受核查方选取次级数据相对合理，碳足迹研究次级数据如表 10 所示。

表 10 1 平方英尺印制线路板碳足迹研究次级数据表

清单	数据集名称	数据来源
原材料获取和加工		
铜基板	/	供应商 CFP
PP 半固化片	Glass fibre {RoW} glass fibre production Cut-off, U	Ecoinvent 3
	Epoxy resin {RoW} epoxy resin production Cut-off, U	
铜箔	/	供应商 CFP

油墨	Printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3
干膜	Anionic resin {RoW} anionic resin production Cut-off, U	Ecoinvent 3
液碱	Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {RoW} market for sodium hydroxide, without water, in 50% solution state Cut-off, U	Ecoinvent 3
盐酸	Hydrochloric acid, without water, in 30% solution state {RoW} market for hydrochloric acid, without water, in 30% solution state Cut-off, U	Ecoinvent 3
双氧水 (过氧化氢)	双氧水-CPCD	CPCD
硫酸	Sulfuric acid {RoW} sulfuric acid production Cut-off, U	Ecoinvent 3
微晶磷铜球	铜球-CPCD	CPCD
碳酸钠	纯碱-CPCD	CPCD
纸箱	Corrugated board box {RoW} corrugated board box production Cut-off, U	Ecoinvent 3
包装袋	Polyethylene, low density, granulate {RoW} polyethylene production, low density, granulate Cut-off, U	Ecoinvent 3
原材料运输		
铜基板-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	Ecoinvent 3
PP半固化片-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	Ecoinvent 3
铜箔-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	Ecoinvent 3
油墨-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	Ecoinvent 3
干膜-运输	Transport, freight, light commercial vehicle {RoW} market for transport, freight, light commercial vehicle Cut-off, U	Ecoinvent 3
液碱-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	Ecoinvent 3
盐酸-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	Ecoinvent 3
双氧水-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	Ecoinvent 3
硫酸-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16 metric	Ecoinvent 3

	ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	
微晶磷铜球-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	Ecoinvent 3
碳酸钠-运输	Transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW} market for transport, freight, lorry, 7.5-16 metric ton, diesel, EURO 6 Cut-off, U	Ecoinvent 3
纸箱-运输	Transport, freight, light commercial vehicle {RoW} market for transport, freight, light commercial vehicle Cut-off, U	Ecoinvent 3
包装袋-运输	Transport, freight, light commercial vehicle {RoW} market for transport, freight, light commercial vehicle Cut-off, U	Ecoinvent 3
产品生产		
天然气	Natural gas, high pressure {CN} petroleum and gas production, onshore Cut-off, U	Ecoinvent 3
柴油	Diesel {RoW} diesel production, petroleum refinery operation Cut-off, U	Ecoinvent 3
电力	2024年全国电力平均碳足迹因子	/
生产用水	Tap water {RoW} market for tap water Cut-off, U	Ecoinvent 3
天然气燃烧	IPCC估算	/
废水	Wastewater, average {RoW} treatment of wastewater, average, wastewater treatment Cut-off, U	Ecoinvent 3
含铜污泥	Raw sewage sludge {RoW} market for raw sewage sludge Cut-off, U	Ecoinvent 3
废滤芯及滤袋	Hazardous waste, for incineration {RoW} treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration Cut-off, U	Ecoinvent 3
成型边框及报废线路板	Used printed wiring boards {RoW} treatment of scrap printed wiring boards, shredding and separation Cut-off, U	Ecoinvent 3
废矿物油	Waste mineral oil {RoW} treatment of waste mineral oil, hazardous waste incineration Cut-off, U	Ecoinvent 3
废油墨	Hazardous waste, for incineration {RoW} treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration Cut-off, U	Ecoinvent 3
废活性炭	Hazardous waste, for incineration {RoW} treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration Cut-off, U	Ecoinvent 3
实验室及检测仪废液	Hazardous waste, for incineration {RoW} treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration Cut-off, U	Ecoinvent 3
固废-运输	Transport, freight, lorry, 16-32 metric t, diesel, EURO 6 {RoW} transport, freight, lorry, 16-32 metric t, diesel, EURO 6 Cut-off, U	Ecoinvent 3

3.6 碳足迹结果核查

根据以上各项数据，核查组对受核查方提供的产品碳足迹报告的结果进行了验证，采用 IPCC 2021 (GWP100) 方法，根据 3.3.5 中的清单数据，结果和受核查方产品碳足迹报告一致，核查组确认受核查方产品碳足迹报告中结果准确、无

误，具体见下表 11 所示。

表 11 1 平方英尺印制线路板碳足迹研究分项结果

碳排负荷阶段及项目		排放量 (kgCO ₂ e)	占比
原材料获取和加工	铜基板	3.17	22.65%
	PP半固化片	0.37	2.66%
	铜箔	0.41	2.92%
	油墨	0.18	1.27%
	干膜	0.19	1.36%
	液碱	0.20	1.42%
	盐酸	0.36	2.57%
	双氧水	0.02	0.12%
	硫酸	0.06	0.42%
	微晶磷铜球	0.60	4.25%
	碳酸钠	0.10	0.68%
	纸箱	0.00	0.00%
	包装袋	0.00	0.00%
原材料获取和加工贡献		5.65	40.34%
原材料运输	铜基板-运输	0.00	0.03%
	PP半固化片-运输	0.00	0.01%
	铜箔-运输	0.01	0.04%
	油墨-运输	0.00	0.03%
	干膜-运输	0.06	0.43%
	液碱-运输	0.00	0.01%
	盐酸-运输	0.00	0.02%
	双氧水-运输	0.00	0.00%
	硫酸-运输	0.00	0.02%
	微晶磷铜球-运输	0.01	0.09%
	碳酸钠-运输	0.00	0.00%
	纸箱-运输	0.00	0.00%
	包装袋-运输	0.00	0.00%
原材料运输贡献		0.10	0.69%
产品生产	天然气	0.02	0.15%
	柴油	0.00	0.00%
	电力	7.77	55.48%
	生产用水	0.13	0.95%
	天然气燃烧排放	0.14	0.99%
	废水	0.04	0.29%
	含铜污泥	0.05	0.34%
	废滤芯及滤袋	0.03	0.21%
	成型边框及报废线路板	0.00	0.02%
	废矿物油	0.00	0.01%
	废油墨	0.03	0.24%
	废活性炭	0.01	0.07%

	实验室及检测仪废液	0.00	0.00%
	固废-运输	0.03	0.23%
产品生产贡献		8.26	58.97%
综合贡献		14.01	100%

3.7 数据质量评价的核查

本次核查不涉及。



4 核查结论

方圆标志认证集团有限公司对竞陆电子（昆山）有限公司印制线路板的碳足迹信息的管理、产品碳足迹报告相关内容进行了核查，经过文件评审及现场核查，确认受核查方基于 LCA 研究的数据真实准确，报告符合 ISO 14067 及其他相关规定。

具体核查结果如下：

4.1 系统边界和声明单位

1) 系统边界

核查的产品碳足迹系统边界包括原材料获取和加工阶段、原材料运输阶段和产品生产阶段。

2) 声明单位

1 平方英尺印制线路板（A068E0850A）

3) 报告期

2025 年 01 月 01 日—2025 年 12 月 31 日

4.2 碳足迹核查结果

碳足迹核查结果见下表 12，产品碳足迹各阶段排放量占比如图 4 所示。

表 12 产品碳足迹核查结果

生命周期阶段	碳足迹 (kgCO ₂ e)	贡献比
原材料获取和加工	5.65	40.34%
原材料运输	0.10	0.69%
产品生产	8.26	58.97%
综合贡献	14.01	100%

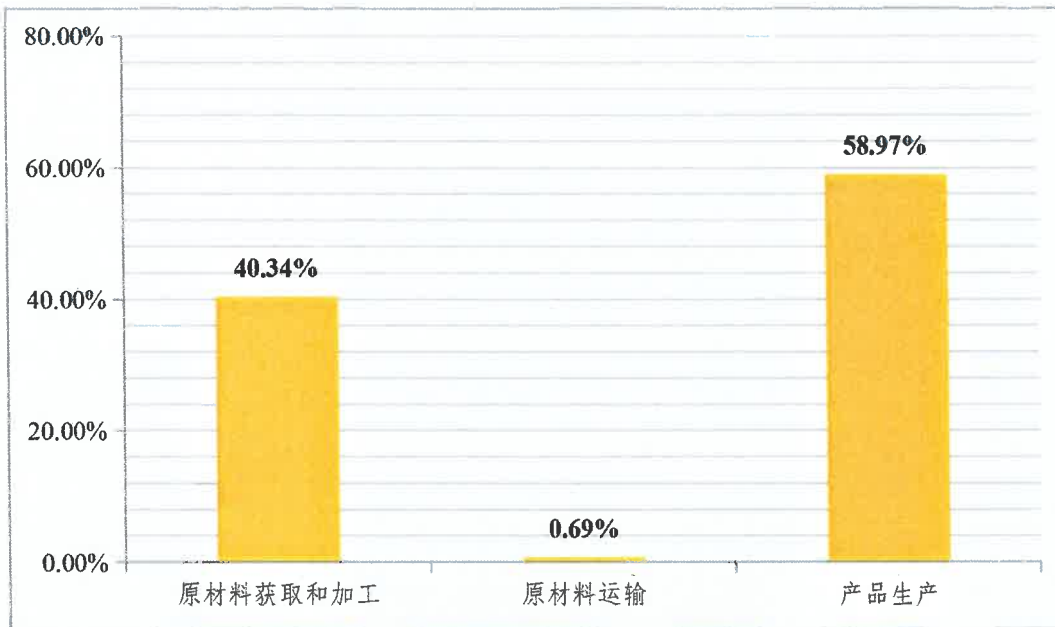


图4 产品碳足迹各阶段排放量占比

4.3 核查中未覆盖的问题或者特别需要说明的问题描述

无。

5.支撑性材料

- 1) 竞陆电子（昆山）有限公司 1 平方英尺印制线路板（A068E0850A）产品碳足迹评价报告
- 2) 碳足迹评价资料收集表
- 3) 产品出货检查报告书
- 4) 工艺流程图
- 5) 受核查方营业执照
- 6) 环评报告
- 7) 2025 年领料明细、原材料 SDS 安全技术说明书
- 8) 2025 年全年入库面积台账、A068E0850A 入库台账
- 9) 天然气结算发票
- 10) 2025 年柴油购买记录
- 11) 2025 年用电月报表
- 12) 2025 年用水台账汇总
- 13) 环境检测报告
- 14) 废水外包处置处置合同、2025 年废水排放月监测台账表
- 15) 危废废弃物统计台账及危险废物转移联单
- 16) 一般工业固废统计台账
- 17) 采购订单（部分）
- 18) 原材料碳足迹核算申明（部分）