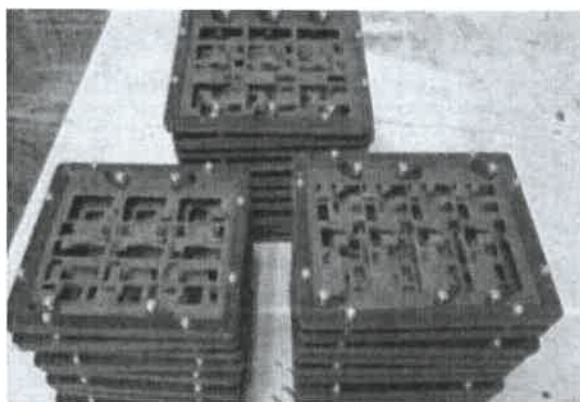


先科精密组件（昆山）有限公司

金属模具产品碳足迹核查报告



报告编号：SY-JT-2026003

编制单位：先科精密组件（昆山）有限公司

核算机构：河南创锐节能科技有限公司

报告日期：2026 年 2 月

产品名称：金属模具



免责声明

本报告由先科精密组件（昆山）有限公司编制，基于国际通用的 ISO14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化要求及指南》、PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》及国家相关标准编写。报告中所有数据均来自公司各部门实际生产统计、监测数据及权威数据库，仅反映 2025 年度公司金属模具产品从“摇篮到大门”的碳足迹核算结果。未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式刊发、转载、篡改本报告内容，经许可转载的需注明出处。本公司对因使用本报告数据所产生的任何后果不承担直接或间接责任。

执行摘要

为积极响应国家“双碳”战略，落实企业低碳发展责任，先科精密组件（昆山）有限公司对主营产品金属模具开展产品碳足迹核算与评价工作。本报告以生产 1 万个金属模具为功能单位，采用生命周期评价（LCA）方法，界定系统边界为“从摇篮到大门”，涵盖原材料获取、原材料运输、产品生产制造三个核心阶段，核算周期为 2025 年 1 月 1 日-2025 年 12 月 31 日。

本次核算通过现场实测、生产报表统计获取初级数据，辅以 CLCD 中国产品全生命周期温室气体排放系数库、IPCC 第六次评估报告（2022）、Ecoinvent3.9 数据库等权威次级数据，采用排放系数法结合质量平衡法完成碳足迹计算。结果显示，2025 年度公司生产 1 万个金属模具的产品碳足迹为 12.45tCO₂e。

1 产品碳足迹（PCF）介绍

产品碳足迹（ProductCarbonFootprint,PCF）是指产品在全生命周期各阶段产生的温室气体排放量总和，以二氧化碳当量（CO₂e）表示，涵盖原材料开采、生产、运输、使用及废弃处置等环节。温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）等，其排放贡献采用联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告推荐的全球变暖潜势值（GWP）进行量化换算。

目前国际上通用的产品碳足迹核算标准主要包括 ISO14067:2018、PAS2050:2011 及《温室气体核算体系：产品生命周期核算与报告标准》，本报告以 ISO14067:2018 为核心依据，结合 PAS2050:2011 的核算要求，确保核算过程的规范性、准确性和国际可比性。

碳足迹核算仅聚焦生命周期评价中温室气体排放维度，采用全球变暖潜势（GWP）量化不同温室气体的增温效应，本次核算采用 IPCC2022 第六次评估报告公布的 GWP 值（CO₂=1、CH₄=27.9、N₂O=273），统一折算为二氧化碳当量。

本报告采用的核心标准包括：

1. ISO14067:2018 《温室气体-产品碳足迹-量化要求和指南》
2. PAS2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》
3. GB/T24040-2008 《环境管理生命周期评价原则与框架》
4. GB/T24044-2008 《环境管理生命周期评价要求与指南》

2 目标与范围定义

2.1 企业及产品介绍

#企业及产品详细描述

先科精密组件（昆山）有限公司成立于 2017 年，坐落于昆山市周市镇兰泾支路 18 号，是专注精密机械制造的高新技术企业。公司拥有 5000 多平方米独立园区，配备铣床、磨床、CNC 加工中心、激光切割机等 100 多台核心设备，已通过 ISO9001 及 IATF16949-2016 认证，先后获评“江苏省专精特新中小企业”“创新型中小企业”等荣誉。

公司深耕消费电子、新能源汽车、机器人等前沿领域，形成三大核心产品体系：自动化零配件（设计产能 20 万件/年）、金属模具（设计产能 120 套/年）、机架/防护罩（设计产能 800 套/年）。2025 年实现产量 147.0682 万（套），产值 18495.3713 万元，凭借精细化管理与先进检测设备，为比亚迪、中国中车等头部企业提供高品质产品，在行业内树立了良好的品牌口碑与市场竞争力。

产品类别	功能单位	主要生产工艺	应用领域
自动化零配件	1 件	原材料裁剪→CNC 加工→打磨→清洗→检验→包装	消费电子、机器人
金属模具	1 套	模具钢加工→热处理→精磨→抛光→装配→检测	新能源汽车、消费电子
机架/防护罩	1 套	钣金裁剪→折弯→焊接→表面处理→组装→检验	工业设备、机器人

2.2 研究目的

- 量化公司金属模具产品从原材料获取到产品出厂的碳足迹，明确产品生命周期各阶段的碳排放水平及主要排放源；
- 识别产品生产过程中的减排潜力，为公司制定低碳生产策略、优化工艺和原料选择提供数据支撑；
- 响应国家“双碳”政策，履行企业社会责任，提升企业绿色品牌形象；

4. 为下游客户提供产品碳足迹数据，助力产业链上下游协同减排，推动半导体测试行业低碳发展；

5. 建立公司产品碳足迹核算体系，为后续产品低碳设计、碳标签认证奠定基础。

2.3 功能单位

为统一量化产品碳排放水平,本报告确定生产 1 万个金属模具为碳足迹核算的功能单位,核算基准为 2025 年度公司实际生产的金属模具的平均生产水平。

2.4 系统边界

采用“从摇篮到大门”边界模式,涵盖以下阶段,不包含产品使用及废弃处置阶段:

1. 原材料获取阶段:包括铝合金、钢、不锈钢等原料的生产与加工过程;
2. 原材料运输阶段:各类原料从供应商运输至公司厂区的物流过程;
3. 产品生产阶段:从模具钢加工→热处理→精磨→抛光→装配→检测全生产流程,含生产设备电力消耗、辅助材料消耗等。

系统边界排除以下过程:

- ①生产设备、厂房等资本性资产的生产与维修排放;
- ②员工通勤、办公消耗等与产品生产非直接相关的排放;
- ③用量占比低于 0.1%的辅助材料总排除量不超过总排放量的 5%的上游排放。

2.5 时间边界

数据收集周期为 2025 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日,所有活动数据、能源消耗数据均来自该年度实际统计结果。

2.6 取舍原则

1. 普通原料重量占产品总重量低于 1%,或稀贵原料重量占比低于 0.1%时,可忽略其上游生产数据;
2. 单个排放源排放量占总排放量低于 0.5%时,经论证后可取舍,总取舍排放量不超过 5%;
3. 生产过程中无实质性排放的过程,如人力手工操作可排除;

4. 已知对碳足迹如核心原料生产、电力消耗有显著影响的排放源，不得取舍。

3 数据收集

本次数据收集遵循“初级数据为主，次级数据为辅”的原则，初级数据均来自公司 2025 年度实际生产记录，次级数据来自权威数据库和行业标准，确保数据的真实性、代表性和完整性。碳足迹盘查工作组通过查阅生产报表、能源消耗记录、采购合同、运输台账，结合现场设备监测、原料称重等方式完成数据收集，所有数据均经过交叉验证和质量管控。

3.1 数据来源分类

数据类型	收集来源	说明
初级活动数据	企业生产报表、采购合同、运输记录、能源发票	原料消耗量、运输距离、电力消耗量等实景数据
次级活动数据	供应商提供的原料生产信息	部分原料的生产工艺参数
排放因子数据	中国产品全生命周期温室气体排放系数库（CLCD）、IPCC2022 第六次评估报告、江苏省电网排放因子公告	原料生产排放因子、运输排放因子、电力排放因子等

3.2 核心数据清单

3.2.1 原材料消耗数据（单位：1 万个产品）

原料名称	消耗量	运输方式	运输距离（km）	运输燃料类型
6061 铝合金	2.199kg	柴油货车	245	柴油
7075 铝合金	42.857kg	柴油货车	327	柴油
#45 钢	816.33kg	柴油货车	113	柴油
4CR13 不锈钢	1020.41kg	柴油货车	194	柴油
P20 模具钢	159.18kg	柴油货车	495	柴油

3.2.2 生产阶段能源消耗数据（单位：1 万个产品）

能源种类	消耗量	单位	数据来源
电力	6735	kWh	企业能源统计报表

3.3 排放因子选取

排放因子名称	数值	单位	数据来源
6061 铝合金碳足迹排放因子	12.3	kgCO ₂ e/kg	Ecoinvent 数据库 v3.0
7075 铝合金碳足迹排放因子	10.5	kgCO ₂ e/kg	Ecoinvent(Global Wrought Alloy)+合金修正
#45 钢碳足迹排放因子	2.3	kgCO ₂ e/kg	Ecoinventv3.9
4CR13 不锈钢碳足迹排放因子	5.9	kgCO ₂ e/kg	Ecoinventv3.9
P20 模具钢碳足迹排放因子	2.75	kgCO ₂ e/kg	CLCD+合金/热处理修正
柴油汽车运输排放因子	0.157	kgCO ₂ e/t·km	中国产品全生命周期温室气体排放系数库
全国电力碳足迹排放因子	0.5306	kgCO ₂ e/kWh	《2023 年电力二氧化碳排放因子公告》

3.4 数据质量控制

1. 初级数据均通过仪器计量、台账记录等方式收集，电力消耗等关键数据经发票交叉验证；
2. 排放因子优先选用区域适配性强、时间相近的权威数据，确保计算准确性；
3. 数据完整性：覆盖所有占比超过 0.5%的排放源，无重大遗漏；
4. 数据一致性：同一类数据采用统一统计口径和计算方法，确保结果可比。

4 碳足迹计算

4.1 计算方法

采用排放因子法，核心公式如下：

$$CF = \sum_{i=1}^n (A_i \times EF_i \times GWP_i)$$

其中：

- (CF)：产品碳足迹（kgCO₂e）；
- (A_i)：第 i 类活动的活动水平数据（如原料消耗量、运输周转量、能源消耗量）；
- (EF_i)：第 i 类活动的排放因子；
- (GWP_i)：第 i 类温室气体的全球变暖潜势值（CO₂取 1，其他气体按 IPCC 推荐值）。

4.2 各阶段碳排放计算

4.2.1 原材料获取阶段碳排放

$$E_1 = \sum (\text{原料消耗量} \times \text{原料生产排放因子})$$

计算结果：

原料名称	排放量（kgCO ₂ e）
6061 铝合金	27.05
7075 铝合金	450
#45 钢	1877.56
4CR13 不锈钢	6020.42
P20 模具钢	437.75

4.2.2 原材料运输阶段碳排放

$$E_2 = \sum (\text{原料重量} \times \text{运输距离} \times \text{运输排放因子})$$

原料名称	重量 (t)	距离 (km)	排放因子 (kgCO ₂ e/t·km)	排放量 (kgCO ₂ e)
6061 铝合金	0.002199	245	0.157	0.08
7075 铝合金	0.042857	327	0.157	2.21
#45 钢	0.81633	113	0.157	14.48
4CR13 不锈钢	1.02041	194	0.157	31.14
P20 模具钢	0.15918	495	0.157	12.38
小计	--	--	--	60.29

4.2.3 产品生产阶段碳排放

$$E_3 = \text{电力消耗量} \times \text{电力排放因子}$$

计算结果：电力消耗：6735kWh，排放因子：0.5306kgCO₂e/kWh

排放量=6735 × 0.5306=3573.59kgCO₂e。

4.3 碳足迹汇总

先科精密组件（昆山）有限公司金属模具的单位产品碳足迹为 kgCO₂e/个。

生命周期阶段	碳排放量（kgCO ₂ e/万个）	占总碳足迹比例（%）
原材料获取阶段	8812.78	71.05%
原材料运输阶段	60.29	0.49%
产品生产阶段	3573.59	28.81%
合计	12,446.66	100%

5 碳足迹分析

5.1 关键排放源识别

1. 原材料获取阶段：占比 71.05%，核心排放源为 4CR13 不锈钢（6020.42kgCO_{2e}）和#45 钢（1877.56kgCO_{2e}）。这两类材料因单位排放因子高及消耗量大，成为该阶段主要贡献者，合计占原材料阶段排放的 90%以上。

2. 产品生产阶段：占比 28.81%，核心排放源为生产过程电力消耗（3573.59kgCO_{2e}），主要用于 CNC 加工中心、磨床、热处理设备等运行。

3. 原材料运输阶段：占比 0.49%，排放贡献较低，主要因部分原料供应商就近布局且运输量相对较小。

5.2 排放特征分析

1. 原材料获取阶段：占比 71.05%，核心排放源为 4CR13 不锈钢（6020.42kgCO_{2e}）和#45 钢（1877.56kgCO_{2e}）。这两类材料因单位排放因子高（特别是不锈钢）及消耗量大，成为该阶段主要贡献者，合计占原材料阶段排放的 90%以上。

2. 产品生产阶段：占比 28.81%，核心排放源为生产过程电力消耗（3573.59kgCO_{2e}），主要用于 CNC 加工中心、磨床、热处理设备等运行。

3. 原材料运输阶段：占比 0.49%，排放贡献较低，主要因部分原料供应商就近布局且运输量相对较小。

6 低碳减排建议

6.1 原材料环节

1. 绿色采购：优先选择低碳认证原料供应商，要求核心原料提供碳足迹报告，优先采购单位排放因子低于行业平均水平的产品；
2. 原料替代：研发低排放结合剂材料，减少树脂粉使用量；探索再生铸铁、铸铝等循环原料的应用，降低原生原料依赖；
3. 优化配方：在保证产品性能前提下，优化原料配比，减少高排放原料消耗量。

6.2 生产环节

1. 节能技术改造：对高耗能设备进行变频改造，提升能源利用效率；更换节能灯具、优化车间照明系统，降低非生产用电消耗；
2. 可再生能源利用：推进屋顶分布式光伏发电项目，预计可覆盖生产用电的 15%-20%，减少电网电力依赖；
3. 生产工艺优化：优化固化温度和时间参数，减少能源消耗；推广精益生产，降低产品废品率，减少重复生产带来的碳排放。

6.3 运输环节

1. 优化供应链布局：扩大本地及周边供应商采购比例，将原料平均运输距离控制在 500km 以内；
2. 绿色物流：与物流商合作，优先采用新能源车辆运输；对批量运输原料采用集装化运输，提高运输效率，降低单位货物运输排放；
3. 减少运输频次：合理规划采购周期，避免频繁小批量运输，降低运输过程碳排放。

6.4 管理环节

1. 建立碳足迹动态监测体系：定期更新原料排放因子、能源消耗数据，每年度开展产品碳足迹复核；
2. 设定减排目标：以 2025 年为基准年，计划 2026 年单位产品碳足迹下降 5%，2028 年下降 15%；
3. 供应链协同减排：推动上下游企业共同参与低碳行动，要求供应商制定减排计划，签订绿色供应链合作协议。

7 结论与展望

先科精密组件（昆山）有限公司金属模具 2025 年度单位产品碳足迹为 $1.24\text{kgCO}_2\text{ e/个}$ （基于 1 万个功能单位核算，总量为 $12.45\text{tCO}_2\text{ e}$ ）。排放主要集中在原材料获取阶段和产品生产阶段（电力消耗）。

通过实施绿色采购（如选用低碳不锈钢）、节能改造、可再生能源利用等措施，可有效降低产品碳足迹。未来，公司将持续深化低碳发展战略，将碳足迹管理融入产品研发、生产、供应链全流程，通过技术创新与管理优化，不断提升产品绿色竞争力，为行业低碳转型提供示范，助力国家“双碳”目标实现。

8 参考文献

1. ISO14067:2018 《温室气体-产品碳足迹-量化要求和指南》
2. PAS2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》
3. GB/T24040-2008 《环境管理生命周期评价原则与框架》
4. GB/T24044-2008 《环境管理生命周期评价要求与指南》
5. 《2023 年电力二氧化碳排放因子公告》
6. IPCC 第六次评估报告（2022）
7. 中国产品全生命周期温室气体排放系数库（CLCD）
8. Ecoinvent3.9 数据库