宁波拓普集团股份有限公司

--轻合金九部

1044032-00-C 左悬置支架产品

生命周期研究报告

深圳本臻力行技术服务有限公司编制

2025 年 09 月

执行摘要

宁波拓普集团股份有限公司（以下简称“宁波拓普”）是国内领先的汽车零部件供应商，专注于汽车减震、内饰功能件等领域。本报告以宁波拓普--轻合金九部生产的1044032-00-C 左悬置支架为研究对象，对其生产过程进行了详细的调研与数据收集，主要包括原材料制备、压铸、机加工等核心环节。对各过程的 LCA 数据进行了反复核对与确认，形成了最终的生命周期清单数据。采用 open LCA 软件和 Ecoinvent 等权威数据库，完成了 1044032-00-C 左悬置支架产品 LCA 模型的建立与计算。通过量化分析，识别出影响该产品生命周期资源与环境表现的关键因素，明确了其绿色设计与生产改进的重点方向，为后续的生态优化与低碳发展提供了科学依据。

目录

1. 背景简介 3
1.1. 生命周期评价方法 3
1.2. 研究目的 4
2. 目标与范围定义 5
2.1. 目标定义 5
2.1.1. 企业简介 5
2.1.2. 产品信息 5
2.1.3. 生产工艺 6
2.1.4. 功能单位与基准流 7
2.1.5. 数据代表性 7
2.2. 范围定义 7
2.3. 系统边界 7
2.3.1. 取舍原则 8
2.3.2. 数据分配 8
2.3.3. 环境影响类型 9
2.3.4. 数据质量评估 9
2.3.5. 软件与数据库 10
3. 生命周期清单分析 11
3.1. 重要单元过程列表 11
3.2. 数据来源说明 11
3.2.1. 数据收集情况概述 11
3.2.2. 原料、辅料、包装材料、能源获取 11
3.2.3. 原辅材料和包装材料运输 12
4. 生命周期评价结果 14
4.1. 建立 LCA 模型 14

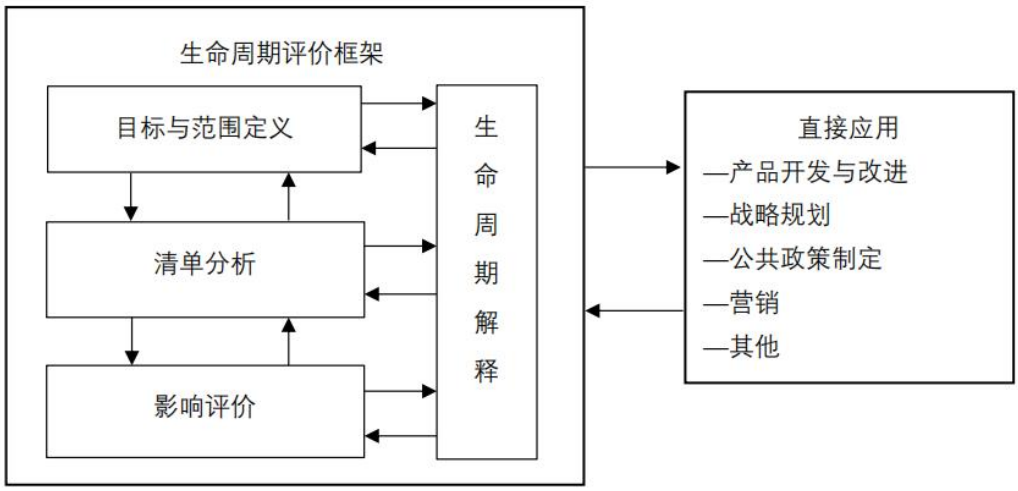
4.1.1. LCA 计算方法 14
4.1.2. LCA 计算结果 14
4.2. LCA 结果分析 15
4.2.1. 贡献分析 15
4.2.2. 清单灵敏度分析 18
4.2.3. 数据质量管理 18
4.2.4. 数据质量评估 19
4.3. 局限性分析 19
5. 结论与建议 20
6. 报告发布 21

1. 背景简介

1.1. 生命周期评价方法

生命周期评价（Life Cycle Assessment，LCA）方法是系统化、定量化评价产品生命周期过程中资源环境效率的标准方法，它通过对产品上下游生产与消费过程的追溯，帮助生产者识别环境问题所产生的阶段，并进一步规避其在产品不同生命周期阶段和不同环境影响类型之间进行转移。

根据 ISO 14040 中的定义，LCA 过程由目标与范围的定义（Goal and Scope Definition）、生命周期清单分析（Life Cycle Inventory Analysis）、生命周期影 响评价（ Life Cycle Impact Assessment， LCIA）和 结果解释（Interpretation）这四个部分组成，如下图所示：



LCA 技术路线示意

LCA 被认为是评价产品潜在环境影响的最好的框架，它不仅可以解决微观层面——产品层面的生命周期各阶段的资源与环境的效率问题；还可以了解宏观层面——经济与生态规律间的相互作用和影响，为政府部门制订地区和行业的环境发展政策提供依据。LCA 已经广泛应用于各种技术评价、产品设计、生产管理、环境标志、政策制定中的环境分析。

1.2. 研究目的

本研究的目的是按照国际 ISO 14040 系列标准所规定的 LCA 方法，以宁波拓普--轻合金九部 1044032-00-C 左悬置支架为研究对象，收集产品从原材料生产到产品出厂各主要过程的原辅料消耗、能源消耗与环境排放数据，建立产品的生命周期模型，最终实现 1044032-00-C 左悬置支架 LCA 评价与分析，编写 LCA 分析报告。

本研究结果有利于宁波拓普-轻合金九部掌握 1044032-00-C 左悬置支架的原辅料消耗、能源消耗与环境排放情况，帮助企业发掘节材、节能与减排潜力，持续提升企业的运营效能；同时研究结果可以为企业和原料供应商、产品采购商间的沟通与合作提供良好的数据支持，促进企业与客户、消费者有效沟通，提升企业品牌形象。

2. 目标与范围定义

2.1. 目标定义

2.1.1. 企业简介

宁波拓普-轻合金九部（简称“轻九部”）隶属于宁波拓普集团股份有限公司，创立于2016年，是集团旗下专业从事汽车轻量化零部件制造的重要生产部门。

车间位于浙江省宁波市北仑区春晓观海路59号厂区内，主要产品为汽车发动机铝支架、支臂等精密压铸与机加工部件。作为拓普集团轻合金核心制造单元，车间依托集团在汽车零部件领域的技术积累与体系能力，专注于为国内外知名汽车制造商提供高质量的铝合金解决方案。

轻九部与同厂区内的悬架制造一部、三部统一进行能源管理与核算（生产车间独立核算，公共设施按规则分摊），通过精细化管理和技术升级，持续提升生产能效与绿色制造水平，是拓普集团实现轻量化、节能化战略目标的关键环节之一。

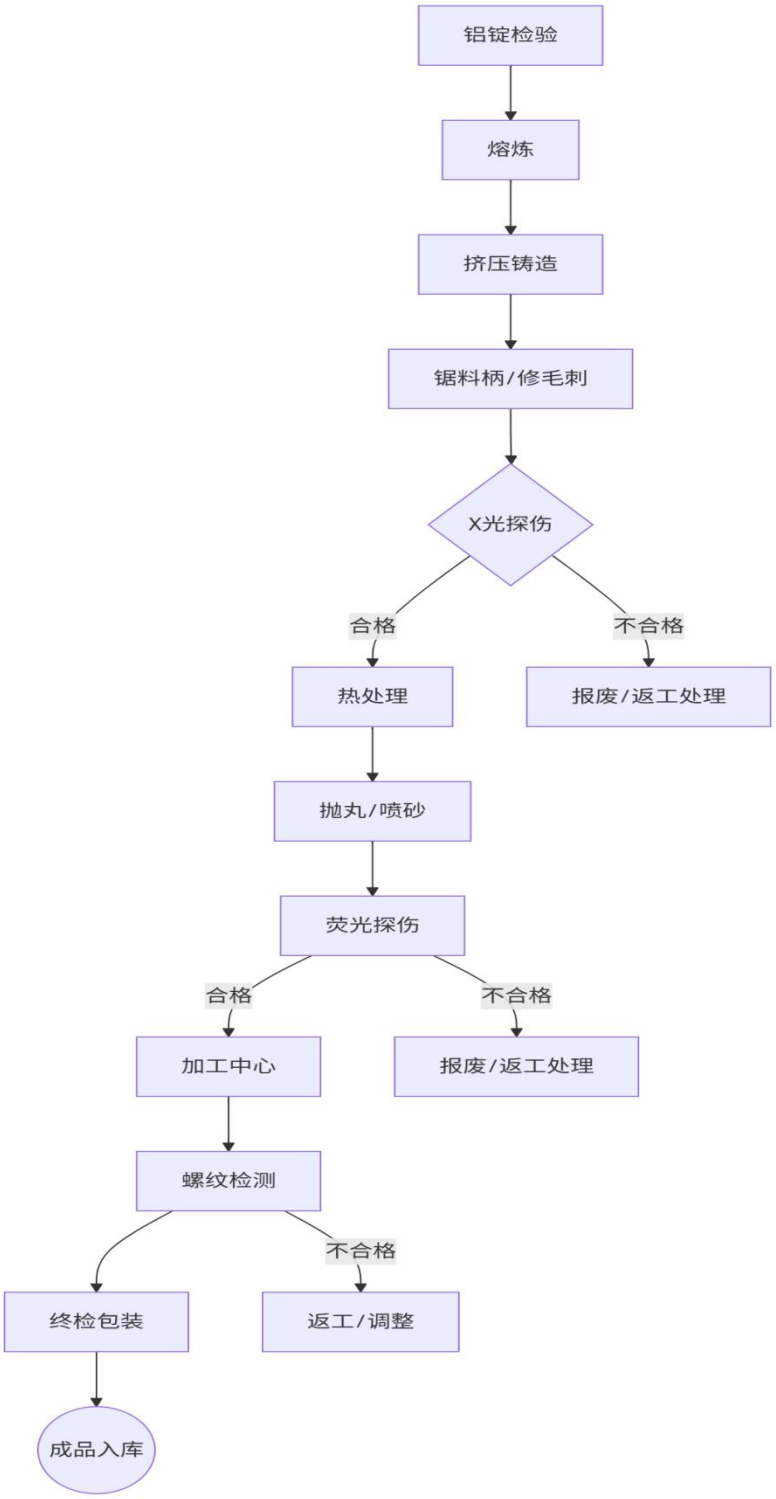
2.1.2. 产品信息

本报告的研究对象为：1044032-00-C 左悬置支架

1044032-00-C 左悬置支架 产品基本信息

产品图号	1044032-00-C
产品名称	左悬置支架
英文名称	Left Mounting Bracket
材料牌号	A356.2
材料类型	铝合金压铸件
单件净重	1.772 kg
主要工艺	挤压压铸、T6 热处理、CNC 精密机加工
作用与用途	用于连接和支撑汽车发动机总成，将其载荷传递至车架，并有效隔离发动机振动，提升整车 NVH 性能。

2.1.3. 生产工艺



左悬置支架生产工艺流程图

2.1.4. 功能单位与基准流

本产品报告将“生产 1 件 1044032-00-C 左悬置支架（净重 1.772kg）”定义为功能（声明）单位。

2.1.5. 数据代表性

本报告 LCA 结果代表此企业及供应链水平（采用实际生产数据），时间、地理、技术代表性如下：

1 ）时间代表性：2024 年，即 2024 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日；

2）地理代表性：浙江省宁波市北仑区春晓观海路 59 号厂区内宁波拓普-轻合金九部

3）技术代表性，包括以下方面：

- 工艺路线：铝锭检验→熔炼→挤压铸造→锯料柄/修毛刺→X 光探伤→T6 热处理→抛丸/喷砂→荧光探伤→加工中心→螺纹检测→终检包装
- 工艺设备：熔炼炉、挤压铸造机、X 探伤机、T6 热处理生产线等
- 生产规模：199037 件(每件净重 1.772kg）（该数据源自 2024 年统计数据）
- 主要原料：铝锭
- 主要能耗：电、天然气等

2.2. 范围定义

2.3. 系统边界

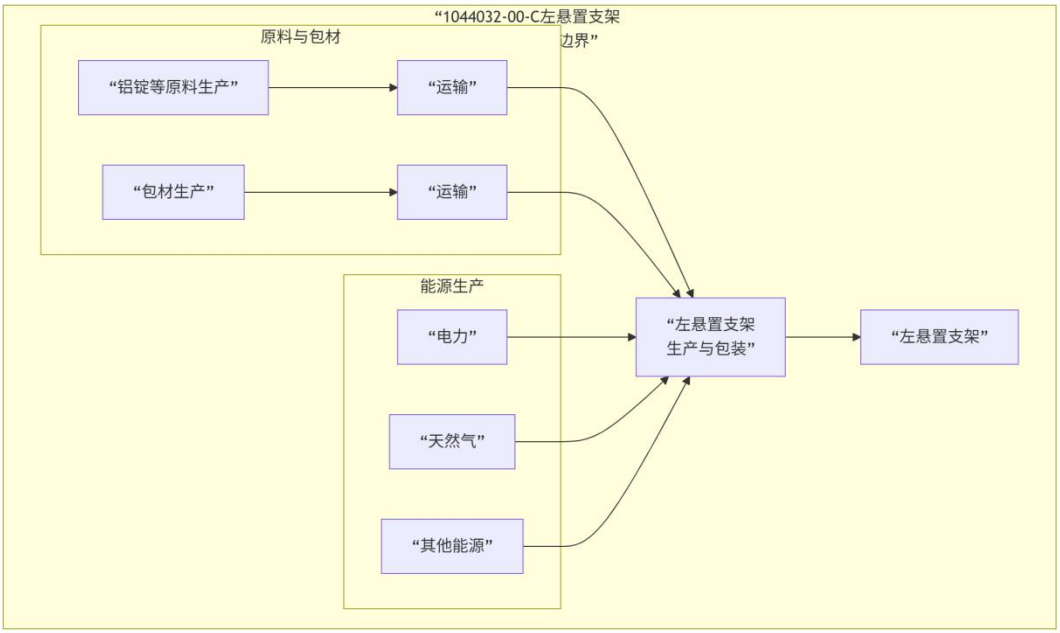
本报告的系统边界为“从摇篮到大门”（Cradle-to-Gate），即涵盖从原材料生产、运输到宁波拓普工厂内产品制造完毕并准备出厂的全过程， 不包括产品下游的运输阶段、使用阶段和寿命终止阶段。

该系统边界主要包括以下两个生命周期阶段：

(1) 原料获取阶段：包括铝土矿开采、氧化铝生产、铝合金锭等的生产以及原辅料的运输阶段。

(2) 产品生产阶段：包括铝合金锭运输至宁波拓普工厂后，所经历的熔炼、压铸、热处理、机加工（CNC）、抛丸/喷砂、检测、包装等全部制造与质检过程。

产品生命周期系统边界图如下：



左悬置支架生命周期系统边界示意图

2.3.1. 取舍原则

本报告的取舍原则如下：

- 所有能耗均需列出；
- 所有主要原料消耗均需列出；
- 重量小于产品重量（1.772 kg）1%（即 0.0177 kg）的辅料消耗（如脱模剂、切削液等）可忽略，但总忽略的重量不应超过产品重量的 5% （即 0.0886 kg）；
- 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。

2.3.2. 数据分配

由于宁波拓普产品制造工艺的特殊性，生产过程使用的电力、天然气等能源以及废水等排放无法独立计量，难以单独测定某个产品的实际使用量，故需要通过特定的分配原则在各产品之间进行分配。

1044032-00-C 左悬置支架产品 LCA 报告以企业统计的 2024 年度产成品产量数据为基准，采用“产量占比”方法作为分配依据，对单位产品消耗电力、天然气等能源和废水等排放进行分配。分配方法：

$$e_{\text{分配给1044032-00-C产品的活动数据}} = E_{\text{某能源或排放活动总量}} \times \frac{q_{\text{1044032-00-C产品产量}}}{Q_{\text{全部产品产量}}}$$

2.3.3. 环境影响类型

根据宁波拓普铝合金压铸和 1044032-00-C 产品生产工艺特点，本报告选择了 4 种环境影响类型指标进行研究，分别为：

n 气候变化（Climate Change，GWP）

n 水资源消耗（Resource Depletion – water，WU）

n 淡水富营养化（Eutrophication – freshwater，EP）

n 光化学臭氧合成（Photochemical Ozone Formation，POFP）

环境影响类型指标一览

环境影响类型指标	影响类型指标单位	主要清单物质
气候变化GWP	kg CO2eq.	CO2，CH4，N2O，PFCs
水资源消耗WU	kg	淡水，地表水，地下水…
淡水富营养化EP	kg $PO4^{3-}$eq.	氨氮、磷、磷酸、磷酸盐…
光化学臭氧合成POFP	kg NMVOCeq.	乙烷、丙烷、甲苯…

注：eq.是 equivalent 的缩写，意为当量。

2.3.4. 数据质量评估

数据质量评估的目的是判断 LCA 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）数据代表性

l 地理代表性：说明数据代表的国家或特定区域

l 时间代表性：优先选取与研究基准年接近的企业、文献和背景数据库数据

l 技术代表性：描述生产技术的实际代表性

2）数据完整性

l 模型完整性：依据系统边界的定义和数据取舍准则，产品生命周期模型需包含所有主要过程。产品生命周期模型尽量反映产品生产的实际情况，对于重要的原辅料（对某一环境影响指标超过 5%的物料）应尽量调查其生产过程；在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用背景数据。

l 背景数据库完整性：背景数据库一般至少包含一个国家或地区的主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性。

3）可靠性

l 实景数据可靠性：对于主要的原辅料消耗、能源消耗和运输数据应尽量采用企业实际生产记录数据，环境排放数据应优先选用环境监测报告数据。

l 背景数据可靠性：重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择近年数据。

l 数据库可靠性：背景数据库需采用来自本国或本地区的统计数据、调查数据和文献资料，以反映能源结构、生产系统特点和平均的生产技术水平。

4）一致性

所有实景数据均采用一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界以及相同数据统计期。

2.3.5. 软件与数据库

本研究采用 openLCA 软件，建立宁波拓普 1044032-00-C 左悬置支架产品生命周期模型，同时采用 Ecoinvent 数据库，计算得到 LCA 结果。

3. 生命周期清单分析

3.1. 重要单元过程列表

所属阶段	单元过程
原辅料生产阶段	包括如 A356.2 铝合金锭、切削液、脱模剂等原辅料生产
原辅材料运输阶段	包括如 A356.2 铝合金锭等主要原辅料从供应商至宁波拓普工厂的运输
1044032-00-C 左悬置支架生产制造	1044032-00-C 左悬置支架产品生产阶段工艺（熔炼、压铸、T6 热处理、机加工等）、物料消耗、废弃物处理等
1044032-00-C 左悬置支架生产过程能源消耗	1044032-00-C 左悬置支架产品生产阶段能源（电力、天然气）的供给与使用

3.2. 数据来源说明

3.2.1. 数据收集情况概述

本研究根据 ISO 14044 标准中对数据质量和数据收集的要求，制定了计划清单，并在数据采集过程中严格遵守清单中所规定的要求，进行数据采集和使用。

本研究优先采用可直接收集到的实际数据（轻九部的实际生产数据），当数据的收集不可能实现或者难以衡量时，使用数据库数据或估算值进行替代。

3.2.2. 原料、辅料、包装材料、能源获取

现场数据收集清单表

类型	清单名称	活动数据	单位	数据来源	备注
产品	1044032-00-C 左悬置支架	1	件	BOM 表	1.772kg
原料	A356.2 铝合金锭	1.772	kg	采购单	仅熔炼工序
辅料	脱模剂	0.045	kg	MSDS	仅挤压铸造工序
辅料	不锈钢钢丸	0.045	kg	采购单	仅抛丸工序
辅料	包装箱	0.012	kg	采购单	仅终检包装工序
能耗	电量	5951.2	kWh	电表记录	全工序累加

类型	清单名称	活动数据	单位	数据来源	备注
能耗	天然气	1302.8	m^3	燃气表记录	熔炼+热处理+包装
排放	COD	2.098	kg	检测报告	铸造+热处理工序
排放	氨氮	0.12	kg	检测报告	铸造+热处理工序
废弃物	铝灰	0.069	kg	危废联单	仅熔炼工序
废弃物	铝渣	0.047	kg	危废联单	仅铸造工序
废弃物	边废料	0.072	kg	现场记录	仅铸造工序
废弃物	抛丸灰	0.008	kg	危废联单	仅抛丸工序
副产品	铝屑	0.067	kg	回收记录	仅加工中心工序

3.2.3. 原辅材料和包装材料运输

过程运输信息表

类型	清单名称	运输距离(km)	运输方式	数据来源
原料	铝合金	350	陆运	运输数据表
辅料	铝锶	26.8	陆运	运输数据表
辅料	铝钛硼	26.8	陆运	运输数据表
辅料	除渣剂	749.3	陆运	运输数据表
辅料	镁	271	陆运	运输数据表
辅料	氮气	59.5	陆运	运输数据表
废弃物	铝灰	28	陆运	运输数据表
原料	铝合金	350	陆运	运输数据表
辅料	氮气	59.5	陆运	运输数据表
辅料	氧气	59.5	陆运	运输数据表
辅料	脱模剂	265.7	陆运	运输数据表
辅料	石墨	68.5	陆运	运输数据表

类型	清单名称	运输距离(km)	运输方式	数据来源
辅料	导轨油	163.8	陆运	运输数据表
辅料	液压油	245.4	陆运	运输数据表
废弃物	铝渣	29.5	陆运	运输数据表
废弃物	污泥	37.9	陆运	运输数据表
辅料	高强度不锈钢钢丸	470.6	陆运	运输数据表
辅料	荧光液	75.5	陆运	运输数据表
废弃物	抛丸灰	56.8	陆运	运输数据表
辅料	切削液	67.5	陆运	运输数据表
辅料	液压油	156.8	陆运	运输数据表
废弃物	铝屑	56.8	陆运	运输数据表
包装材料	纸箱（无塑料）	65.8	陆运	运输数据表

4. 生命周期评价结果

4.1. 建立 LCA 模型

借助 open-LCA 软件建立 1044032-00-C 左悬置支架产品生命周期模型。

4.1.1. LCA 计算方法

(1) LCI 结果的计算

在整个生命周期过程中将同种清单物质累加，得到 LCI 结果。清单物质汇总的计算公式定义为：

$$LCI_i = \sum_p S_p \times inv_{ip}$$

式中，i 代表产品生命周期中的某种清单物质，如水耗、VOC、CO_2 等；P 代表产品生命周期中的某个单元过程；inv_{ip} 表示某种清单物质 i 在产品全生命周期中某个单元过程 p 中的数量，S_p 是给定 LCA 计算基准流之后确定的过程 p 的过程系数；LCI_i 表示在产品生命周期评价中包含的某种清单物质 i 的 LCA 累加结果。

(2) LCIA 指标的计算

基于累加得到的 LCI 结果，每项物质乘以各自在一类 LCIA 指标中对应的特征化因子（即同类 LCIA 指标中各种清单物质对应的当量折算因子），累加之后可以得到 LCIA 指标，其计算公式为：

$$LCIA_c = \sum_i LCI_i \times CF_i$$

式中，C 代表某种环境影响类型，例如 GWP、WU 等；$LCIA_C$ 表示类型 C 的 $LCIA$ 指标的计算结果；CF_i 表示某种清单物质 i 在类型 C 的 $LCIA$ 指标中所对应的特征化因子值。

4.1.2. LCA 计算结果

基于产品生命周期模型和计算方法，计算得到 1 件 1044032-00-C 左悬置支架（净重

1.772 kg）产品 LCA 结果如下：

1 件 1044032-00-C 左悬置支架（净重 1.772 kg） 产品的 LCA 结果

指标名称	缩写	单位	结果	主要贡献工序
气候变化	GWP	kg CO_2eq.	86.97	熔炼（72%）、铸造（18%）
水资源消耗	WU	kg	3.85	机加工（45%）、熔炼（30%）
淡水富营养化	EP	kg PO_4^{3-} eq.	0.0023	铸造废水（65%）、热处理（35%）
光化学臭氧合成	POFP	kg NMVOC eq.	0.12	表面处理（90%）

指标说明：

1） 气候变化（GWP）：生产 1 件 1044032-00-C 左悬置支架（净重 1.772 kg）产品排放的二氧化碳当量；

2）水资源消耗（WU）：生产 1 件 1044032-00-C 左悬置支架（净重 1.772 kg）产品消耗的水资源；

3）淡水富营养化（EP）：生产 1 件 1044032-00-C 左悬置支架（净重 1.772 kg）产品排放的磷酸根当量；

4）光化学臭氧合成（POFP）：生产 1 件 1044032-00-C 左悬置支架（净重 1.772 kg）产品排放的非甲烷挥发性有机物当量。

4.2. LCA 结果分析

4.2.1. 贡献分析

根据本研究系统边界的定义，生产 1 件 1044032-00-C 左悬置支架（净重 1.772 kg）产品，包括铝锶 、铝钛硼等原辅料以及包装材料获取和运输过程、能源获取过程、产品生产过程，1044032-00-C 左悬置支架产品生命周期各过程 LCA 结果见下表：

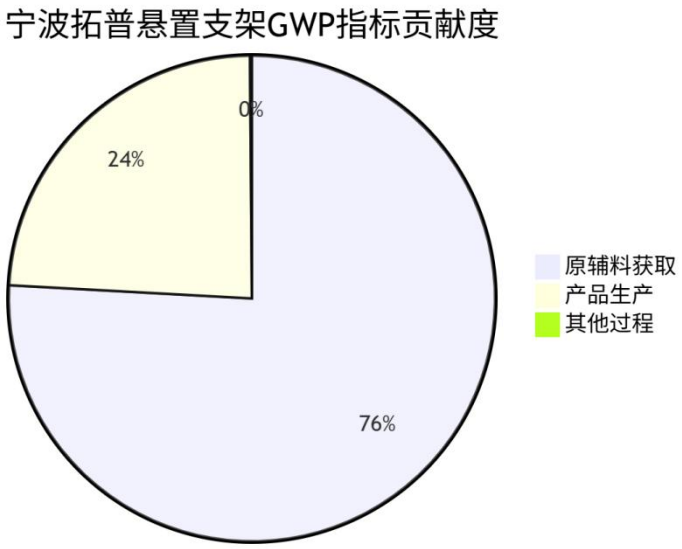
1 件 1044032-00-C 左悬置支架（净重 1.772 kg）产品生命周期 LCA 结果

过程名称	GWP	WU	EP	POFP
	指标值 kg CO_2 eq.	占比 %	指标值 kg	占比 %
原辅料获取	65.99	75.87	3,139.59	51.51
包装材料获取	0.005	0.01	53.40	0.88
原辅料和包装材料运输	0.10	0.11	23.08	0.38
能源获取	0.004	0.00	276.66	4.54
产品生产	20.88	24.00	2,602.22	42.70

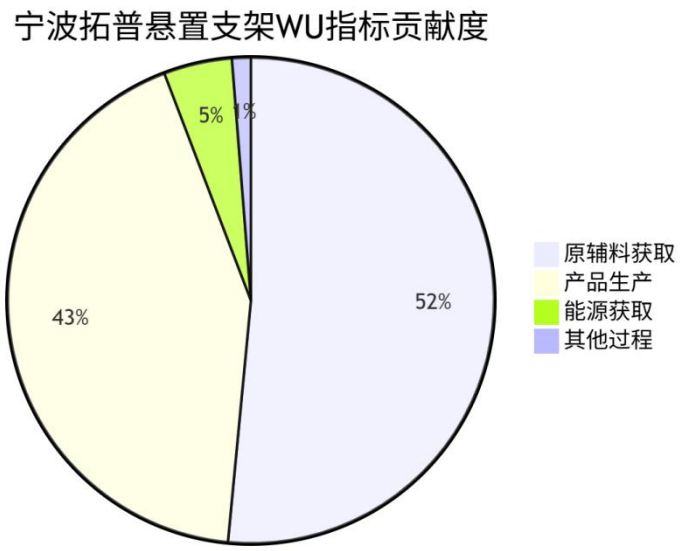
过程名称	GWP	WU	EP	POFP
合计	86.97	100	6,094.95	100

上表可知，1044032-00-C 左悬置支架产品的原辅料获取过程对 LCA 各指标的贡献最大，其次是产品生产过程：

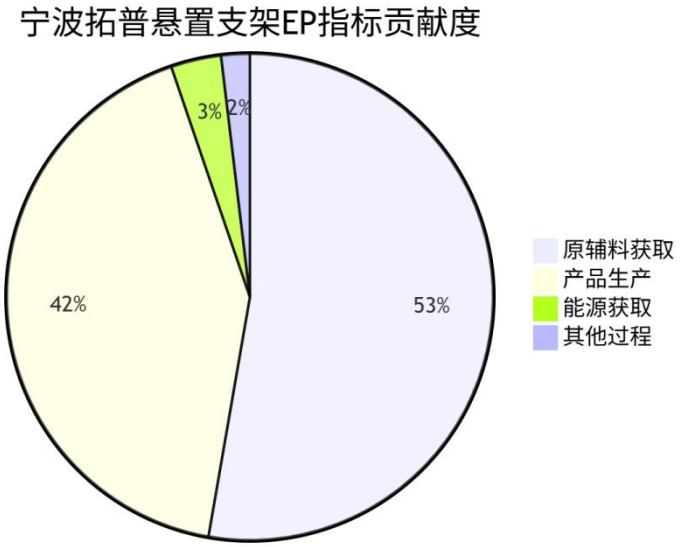
- GWP：生产 1 件左悬置支架（净重 1.772kg），其原辅料获取过程的温室气体排放为 65.99 kg CO_2 eq.，占产品生命周期总排放量的 75.87%，对 GWP 指标的贡献最大；其次是产品生产过程，温室气体排放为 20.88 kg CO_2 eq.，对 GWP 指标的贡献度为 24.00%。



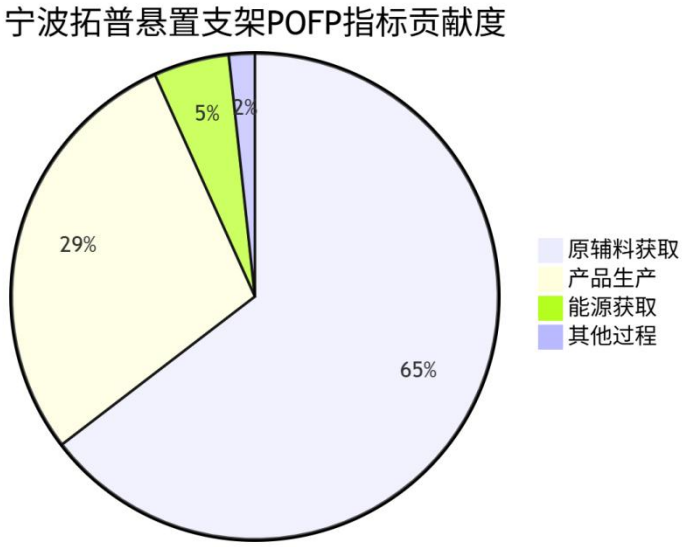
- WU：每生产 1 件悬置支架，其原辅料获取过程对 WU 指标的贡献为 51.51%；其次是产品生产过程，对 WU 指标的贡献为 42.70%。



➢ EP：每生产 1 件悬置支架，其原辅料获取过程对 EP 指标的贡献为 52.73% ；其次是产品生产过程，对 EP 指标的贡献为 42.03%。



➢ POFP：每生产 1 件悬置支架，其原辅料获取过程对 POFP 指标的贡献为 64.58%；其次是产品生产过程，对 POFP 指标的贡献为 28.69%。



4.2.2. 清单灵敏度分析

清单数据灵敏度是指清单数据单位变化率引起的相应指标变化率。通过分析清单数据对各指标的灵敏度，并配合改进潜力评估，从而辨识最有效的改进点。

本研究选取对各环境影响类型贡献度高于 15%的清单数据，量化其数据上下波动 10%对整体的影响，详情见下表：

1044032-00-C 左悬置支架生命周期清单数据灵敏度分析

清单名称	GWP		WU		EP		POFP	
	贡献度(%)	灵敏度	贡献度(%)	灵敏度	贡献度(%)	灵敏度	贡献度(%)	灵敏度
A356.2 铝合金锭	75.87	7.59	51.51	5.15	52.73	5.27	64.58	6.46
电力（生产耗电）	16.52	1.65	-	-	18.34	1.83	17.89	1.79
天然气	15.98	1.60	-	-	16.05	1.61	-	-
环氧底漆（表面处理）	-	-	-	-	-	-	15.43	1.54
新鲜水（生产）	-	-	42.70	4.27	-	-	-	-

注：1、贡献度是该清单数据对环境影响类型的贡献占比，以%为单位；

2、灵敏度是指：清单数据变动+/-10%的情况下，清单数据对各环境类型指标产生的总体影响，以+/-%为单位。

4.2.3. 数据质量管理

本报告根据 ISO 14044 标准中对数据质量的要求，在数据采集过程中，优先采用可直

接收集到的实际数据，当数据的收集不可能实现或者难以衡量时，将使用数据库数据或估算值进行替代。

本报告在评估数据质量的过程中，为了保证数据质量，在收集数据的过程中，均按照要求记录了数据的来源和对应的收集方式、收集时间。在保证数据信息全面的基础上，针对不同类型的数据，分别采用了符合数据特点和情况的评估方案。

4.2.4. 数据质量评估

项目	描述
模型完整性	本项目针对宁波拓普轻九部生产的 1044032-00-C 左悬置支架的生命周期评价属于从摇篮到大门的类型。生命周期模型系统边界完整，包括铝合金锭等原辅材料获取、包装材料获取、电力与天然气等能源获取、原料及包装材料的运输、以及熔炼、挤压铸造、热处理、机加工等产品全过程。
数据取舍准则	单个物料重量小于产品总重量 1%，或稀有/高纯成分物质小于 0.1%时，可忽略该物料的上游生产数据；模型总共忽略的物料重量占比不超过 5%。 本项目已将全部主要的原辅料及包装材料纳入了 LCA 研究中。

物料重量 > 5%产品重量，却未调查此物料上游生产过程	不适用
物料重量 > 1%产品重量，却被忽略的物料	不适用
物料重量 > 1%产品重量，且所选上游背景数据代表性不一致	不适用
采用的背景数据库	Ecoinvent
采用的 LCA 软件	openLCA

4.3. 局限性分析

本报告的结果只适用于本研究所述规则及假设情况，如果这些情况发生变化，结果也可能发生变化。

本研究评估了从原材料生产到宁波拓普轻九部生产的 1044032-00-C 左悬置支架产品出厂的影响，未考虑产品下游使用阶段和报废阶段。

本研究采用的部分背景数据主要来自 Ecoinvent，虽然这个数据库在世界应用广泛，但与中国汽车零部件行业的实际生产技术水平及现状未必最为接近，今后如果有国内的数据将会进一步提高数据精度。

5. 结论与建议

本报告对宁波拓普轻九部生产的 1044032-00-C 左悬置支架产品进行了生命周期评价研究，研究范围覆盖生产 1 件该产品（净重 1.772kg）的从摇篮到大门的全过程。利用 openLCA 软件建模，计算了 GWP（全球变暖潜能）、WU（水资源消耗）、EP（淡水富营养化）和 POFP（光化学臭氧形成潜能）共 4 个指标的结果，分析了产品生命周期各环节对上述指标的贡献比例，并完成了清单数据的灵敏度分析。

基于研究结果，针对本产品及其生产系统，综合考虑研究目的，现提出以下优化建议：

优化原材料选择与供应链：分析表明，A356.2 铝合金锭的生产是产品碳足迹的最大贡献源。建议企业对铝材供应商进行筛选与评估，优先选择使用高比例再生铝、清洁能源的低碳供应商，从源头降低原材料环节的环境影响。

推进厂内清洁能源替代：能源消耗是产品环境足迹的第二大贡献因素。建议宁波拓普轻九部进一步扩大清洁能源应用，例如：在厂房屋顶加装光伏发电系统，或主动采购绿色电力，以降低外购电网电力的碳排放强度。

将碳足迹纳入供应商综合评估体系 ：在选择各类服务商和辅料供应商（如脱模剂、切削液、包装材等）时，除成本、质量因素外，应将其产品的碳足迹或环境声明（EPD）作为重要的考量因素，推动全供应链绿色化。

加强数据质量管控：为提升 LCA 结果的准确性，建议企业：一方面，对关键耗能设备加装精准的计量仪表，并定期进行校准维护，优化数据采集流程，减少人为误差；另一方面，可在数据记录与核算环节设置交叉复核机制，采用多种方式进行比对验证，确保活动数据的可靠性。

本报告在研究过程中，识别到结果的不确定性主要来源于背景数据库（如 ecoinvent）中环境影响因子的普适性以及部分次级数据的获取。因此，建议企业在条件允许时，对关键环节（如天然气消耗、特定化学品使用）进行更多的直接测量或优先采用本土化的背景数据。为实现低碳生产与可持续发展，减少产品生态足迹，企业需在上述多个方面通过技术创新和管理优化持续改进。宁波拓普应坚持可持续发展战略，积极履行社会责任，以绿色制造为核心，加快构建公司的绿色发展体系，为下游汽车客户提供更多绿色、低碳、环保的零部件产品，引领供应链绿色消费。同时，持续加强企业社会责任建设，推动行业可持续发展。

6. 报告发布

本报告预期的受众包括宁波拓普内部和外部的利益相关者。

内部利益相关者包括参与公司运营、市场营销、外部沟通等活动的人员，特别是轻九部生产管理、技术研发及供应链管理部门的相关人员。

外部利益相关者包括采购 1044032-00-C 左悬置支架的客户、LCA 相关专业机构以及其他相关公共实体。

本报告暂不支持直接对公众披露。