

青岛科捷机器人有限公司
SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人
产品碳足迹报告

评价机构：中水科（青岛）技术服务有限公司

2025年2月



产品名称：SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人 1台

委托单位名称：青岛科捷机器人有限公司

评价依据：ISO 14067-2018《温室气体. 产品的碳排放量. 量化和通信的要求和指南》
PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》

本次评价过程采用了CPCD数据库，包括中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）（以下简称“系数集”），数据库中生产和处置过程数据都是“从摇篮到大门”的汇总数据。

评价结论：青岛科捷机器人有限公司提供的SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人 1台，系统边界为从摇篮到大门，包含从原辅材料获取、原辅材料运输、能源获取和产品制成出厂的过程，此过程生命周期碳足迹为69131.10 kg CO₂e。

批准机构：中水科（青岛）技术服务有限公司

批准日期：2024年 02 月 21 日



目录

1. 概述	1
1.1. 评价目的	1
1.2. 评价范围	1
1.3. 评价准则	1
1.4. 数据取舍规则	1
1.5. 数据质量要求	1
1.6. 软件和数据库	2
2. 评价过程和方法	2
2.1. 评价策划	2
2.1.1. 战略分析	2
2.1.2. 风险评估	3
2.2. 工作组安排	3
2.2.1. 人员安排	3
2.2.2. 时间安排	3
2.3. 文件审查	4
2.4. 现场评价	4
2.5. 评价报告编制及批准	4
3. 评价对象基本信息	4
3.1. 受评价方基本信息	4
3.2. 受评价产品基本信息	5
3.3. 产品生命周期评价信息	6
3.4. 产品碳足迹识别	7
4. 数据收集	8
4.1. 数据收集方法	8
4.2. 各过程数据收集与使用的数据库	9
5. 数据计算	12
5.1. 计算公式	12
5.2. 计算结果	12
5.2.1. 主要材料获取阶段排放清单	12
5.2.2. 生产过程排放清单	12
5.2.3. 主要材料运输过程排放清单	13
5.2.4. 全生命周期各个过程汇总排放清单	13
6. 不确定分析	14
7. 评价结果	15
附件：支持性文件清单	17

1. 概述

1.1. 评价目的

受青岛科捷机器人有限公司委托，中水科（青岛）技术服务有限公司对青岛科捷机器人有限公司在2024年1月1日-2024年12月31日期间生产的SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人产品进行碳足迹评价。

本次评价以生命周期评价方法为基础，采用《温室气体-产品碳足迹-量化要求和指南》（ISO 14067-2018）和《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（PAS 2050:2011）等标准中规定的碳足迹核算方法，核算并评价由青岛科捷机器人有限公司生产的SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人产品生命周期碳足迹。

1.2. 评价范围

本次评价的功能单位与基准流为1台SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人产品，系统边界为“从摇篮到大门”类型，包含从原辅材料开采、原辅材料运输、能源获取使用、产品生产、废弃物处置的生命周期过程。

1.3. 评价准则

本报告依据以下准则执行：

《温室气体 产品的碳足迹 量化的要求和指南》（ISO 14067:2018）

《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（PAS 2050:2011）

1.4. 数据取舍规则

在选定系统边界和环境影响指标的基础上，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，本节内容应规定本报告取舍准则。

本评价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：

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%；

生产设备、厂房、生活设施数据进行忽略；

在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

因未能获取生产过程中消耗氧气的上游数据，本报告除上述原辅料外，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。

1.5. 数据质量要求

为满足数据质量要求，本次评价主要考虑以下几个方面：

（1）可靠性

对于初级数据，原材料获取、产品生产等使用的是受核查方的实际生产数据；计算过程中使用次级数据来自国家或地方地区的统计数据、调查数据和官方数据，反

映该特定国家或地区的能源结构、生产体系特征和平均生产技术水平。

(2) 完整性

为完整的报告受核查产品在生命周期过程中过的碳足迹影响，本报告中初级数据与次级数据均已计算，无缺失的过程与数据。

(3) 一致性

为了保证一致性，所有包括各工艺的消耗和排放的初级数据，均统一进行监测和统计。报告中尽量使用相同的碳足迹因子库，对于无法直接获取的次级数据，则使用其他因子库中近似数据进行替代，并做出说明。

(4) 代表性

本报告中所选用的次级数据符合目标和范围所界定的地理、时间和技术要求。不可获得相应的数据，采用近似代表性的数据进行替代，并在报告中做出说明。

1.6. 软件和数据库

在本项目中，评价过程中使用的数据库包括中国产品全生命周期温室气体排放系数库（CPCD）、《2006年IPCC国家温室气体清单指南》、《IPCC 2006年国家温室气体清单指南2019年修订》。

2. 评价过程和方法

2.1. 评价策划

2.1.1. 战略分析

评价组对碳足迹核算和评价工作进行战略分析，战略分析的输入包括：

约定的保证等级、重要性、准则、目标和范围；

产品及其测量/监测过程的复杂性；

GHG信息和数据的提供过程；

利益相关方、责任方、客户和目标用户之间的组织关系及相互作用；

组织环境，包括开发和管理产品GHG信息的组织结构；

生命周期评价的结果，包括结论和局限；

功能单元或声明单元；

单元过程的特征；

生命周期阶段；

数据取舍。

经过战略分析，审核组织确认信息如下：

本次评价满足约定的保证等级、重要性、准则、目标和范围；

企业GHG信息客观真实、表述清晰；

被评价产品原辅料、能耗清单统计完善；

识别被评价产品系统边界内各流程的GHG排放：包括原辅材料获取、原辅材料运

输、生产过程5个环节的排放。

评审企业建立的核算和报告质量管理体系符合要求；

组织企业在开发和管理产品GHG信息中对各数据的提供过程、数据保存、GHG管理组织架构等进行了约定；

生命周期评价的结果，包括结论和限制性符合相关准则要求；

功能单元反映产品实际碳足迹状况，产品间具有可比性；

单元过程清晰、明确；

生命周期为从摇篮到大门；

本评价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：

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%。

2.1.2. 风险评估

评价组对评价活动有关的潜在错误、遗漏和错误表达的来源和严重性进行评估，包括：

- a) 产品的复杂程度和系统边界；
- b) 在不同生命阶段的排放和清除的贡献；
- c) 分配程序；
- d) 来源于可对比产品/服务的生命周期结果的可获得性；
- e) 生命情景的使用和结束的代表性；
- f) 所使用的任何碳足迹研究的可靠性；
- g) 任何鉴定性评审的结果。

通过上述分析评估，确认：本次被评价产品系统边界明确，活动水平数据产生、传递、汇总方式透明、准确，主要GHG活动水平数据证据材料均可获取，因此本次评价出现以上风险的可能性较低，评价结果能够满足重要性偏差要求。

2.2. 工作组安排

2.2.1. 人员安排

表 2- 1 工作组成员及复核决定人员安排

姓 名	职责/分工
李娟	组 长
陈艳	组 员
王玲	技术审核

2.2.2. 时间安排

表 2- 2 时间安排

日期	时间安排
2025. 3. 10	文件审查
2025. 3. 14	现场评价
2025. 3. 15	完成碳足迹评价报告

2.3. 文件审查

评价组对受评价方提供的支持性文件（详见本报告“支持性文件清单”）进行评审，识别出现场核查的重点为：生命周期阶段、功能单元和核算边界的确定，现场查看排放单位的实际用能设施和计量设备，通过交叉核对判断排放量核算中的活动数据和排放因子是否真实、可靠、正确。

2.4. 现场评价

结合文件审查发现，评价组于2025年2月14日对受评价方进行了现场评价。现场评价通过相关人员的访问、现场设施勘查、资料查阅、人员访谈等多种方式进行。

2.5. 评价报告编制及批准

完成文件审查与现场评价后，评价组编写碳足迹评价报告，并提交复核决定，复核决定人员是由独立于评价组并具备相关行业领域的专业知识的人员，通过复核决定后，将报告提交批准。

3. 评价对象基本信息

3.1. 受评价方基本信息

青岛科捷机器人有限公司一直坚持“以机器人助推中国智造”为使命，致力于工业机器人、自动化物流设备及以智能装备和应用软件为核心的行业系统解决方案的研发、制造、销售，主要为制造业提供软硬结合、管控一体的整体解决方案。

公司拥有科捷机器人产业园，总体占地209亩，规划建筑面积近160000平方米，包含1#、2#、3#、4#厂房和综合楼。项目整体投资6.5亿，产业园一期二期项目已投入使用，拥有完善的配套设施，相关研发设备包括检测、分析、测试、加工等仪器设备均为国内先进水平，三期项目正在建设，预计建成后将成为国内具有一流水平的机器人研发、生产制造基地。

公司是国家高新技术企业，国家工业机器人行业规范企业、国家智能制造系统解决方案供应商，工信部认定专精特新“小巨人”企业，是国家工信部智能制造系统解决方案供应商“数字化车间集成”项目中标单位，是山东省智能制造标杆企业、山东省瞪羚企业，拥有山东省机器人创新中心、山东省机器人与精密制造工程技术研究中心两大省级平台，是山东省高端装备制造业领军企业，中国机器人联盟理事单位，中国机电一体化技术应用协会智能机器人分会理事单位，山东省高端装备产业协会常务理事单位，青岛市机器人产业商会会长单位，青岛市科技装备业商会副会长单位，

承担国家科技部、国家发改委、省市级等科研项目十余项，获得“2019年中国国际机器人年度评选·领军企业”、“百佳示范机器人系统集成商（全国首批20强）”、“怡佩克·最具投资价值品牌奖”、“3C领域最佳系统集成商”、“中国十大系统集成商”、“长江流域智能制造与机器人产业最具投资价值十佳企业”“富士康全国自动化大赛擂主”等荣誉奖项，多项产品获得“中国国际机器人年度评选·创新产品奖、智能集成奖”、“中国机器人行业十大创新应用奖”“中国机器人金手指奖”等行业权威奖项等20余项，主导产品获得山东省首台套重大技术装备认定、山东省创新工业产品、山东省精品装备认定，获得中国机械工业科学技术奖-科技进步二等奖、青岛市科技进步奖二等奖等奖项，是教育部卓越工程师教育培养计划的工程实践教育基地。

公司拥有一批掌握全球先进技术和工业4.0先进方案的专业技术人才，科技人员突破百人，仅在自动化领域耕耘近30年的技术带头人有12位，其中4位曾是国家863机器人课题的重要参与者，设计底蕴丰厚。公司的机器人产品实现完全自主知识产权，目前获得国家发明专利及实用新型专利百余项，产品达到了国际国内的先进水平。同时，公司是拥有两大省级机器人研发创新平台，在围绕机器人领域开展的核心及共性技术攻关、关键工艺及技术研究、技术标准制定、创新人才培养等方面，有着广泛而可靠的平台优势。

3.2. 受评价产品基本信息

目前公司产品方案涵盖工业机器人、自动化物流装备以及以智能装备为核心的工业4.0解决方案三大系列。包含WCS、WMS、MES等软件的行业集成方案，已实现在3C领域、橡胶轮胎领域、汽车制造领域、木工加工领域的成熟应用，其中“智能手机纳米注塑成型整厂无人化解决方案”配套于iPhone4-iphone15多代苹果手机的生产制造，并荣获富士康自动化全国总决赛擂主；“全钢重载轮胎龙门机器人分拣码垛系统”被国内权威专家鉴定为填补国内应用空白，技术水平达国际先进水平，并进入固特异全球工厂采购名录，批量出口美国；定位于汽车轻量化综合解决方案企业的“HST高强钢热成形自动化生产线”填补了国内应用空白，并打破了国外企业在该领域的长期垄断；国内第一条“模块化全自动组框生产线”也已成功在客户处投产使用，均获得了客户的一致好评。

生产工艺流程如下：

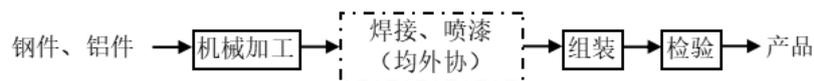


图 3-1 工艺流程图

本次的碳足迹报告对象为青岛科捷机器人有限公司生产的SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人产品，为中水科（青岛）技术服务有限公司出具的SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人产品碳足迹证书提供详细信息和数据支持。

碳足迹核算是青岛科捷机器人有限公司实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是企业环境保护工作和社会责任的一部分，也是企业迈向国际市场的重要一步。

本项目的评价结果将为青岛科捷机器人有限公司的SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人产品碳足迹展示提供了良好的途径，利于与客户深层次交流绿色发展，对促进产品全供应链的温室气体减排具有一定积极作用。

本项目评价结果的潜在沟通对象包括两个群体：

一是企业内部管理人员及其他相关人员；

二是企业外部利益相关方，如上游供应商、地方政府和环境非政府组织等。

3.3. 产品生命周期评价信息

1) 时间边界

2024年01月01日- 2024年12月31日

2) 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，功能单位定义为：1台SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人产品。



图 3-2 产品图

3) 系统边界

系统边界是从原料采购、产品生产到产品完成安检准备出厂，即从摇篮到大门，如图3-2所示，不包含产品的运输、使用和废弃处置阶段。

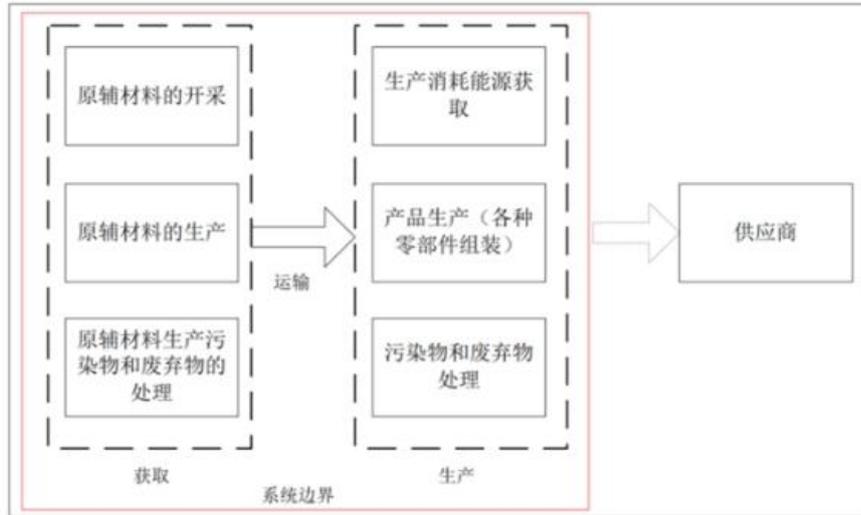


图 3-3 产品系统边界图

4) 环境影响指标

根据研究目标的定义，本报告采用生命周期评价的方法计算气候变化这一种影响类型，采用全球变暖潜值（Global Warming Potential, GWP）来量化产品碳足迹。评价的温室气体种类包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）7种。

本次评价采用《IPCC 第六次评估报告》提出的方法和温室气体特征化因子来计算产品生命周期碳足迹值。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CO₂当量（CO₂e）。表3-1中列出了部分温室气体的特征化因子。

表 3-1 GWP 特征化因子

环境影响类型指标	单位	主要清单物质	特征化因子
GWP	kg CO ₂ e	CO ₂	1
		CH ₄	27.9
		N ₂ O	273

注：e 是 equivalent 的缩写，意为当量。

3.4. 产品碳足迹识别

表 3- 2 碳足迹过程识别表（示例）

序号	过程	活动内容	备注	是否包含
1	产品生产	原材料获取	/	包含的碳足迹过程
		原材料运输	/	

		生产过程	/	未包含的 碳足迹过 程
		制程材料运输	/	
		直接贡献	产品生产过程中 电力消耗间接排 放等	
2	产品运输	产品运输	/	
3	生产设备的生产及维修	/	/	
4	产品使用	/	/	
5	最终处置	/	/	

4. 数据收集

4.1. 数据收集方法

评价组于2025年3月14日进行企业活动水平数据的调查、收集和整理工作，企业提供的活动水平数据区间为2024年1月1日~2024年12月31日。

为满足对数据质量的要求，确保计算结果的可靠性，本次评价过程中的初级数据首选来自生产商和供应商直接提供的数据。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，如：CPCD数据库。

表 4- 1 产品数据来源与核查过程汇总表

产品碳足迹数据	支撑性材料	计算说明
原材料使用量	原辅材料产品 BOM 表、 物料消耗统计表	通过技术部门产品 BOM 表与物料消耗统计表计算单位产品所消耗材料量。
原材料运输距离		通过采购信息获取原辅材料运输距离。
能源消耗种类及消耗量	企业能耗报表、企业生 产报表	通过能耗报表和生产报表，对电费和其他能源进行分摊，计算单个产品生产的能源消耗量。

4.2. 各过程数据收集与使用的数据库

评价组按照上述数据收集方法，通过文件审查和现场评价进行数据收集，收集到的数据如下表所示。

表 4-2 产品生产数据收集表（单位功能单位产品的生产数据）

类型	序号	清单	单耗	单位	温室气体	上游排放/排放因子	单位	数据库/排放因子来源
产品		1 台	—	—	—	—	—	—
原材料获取	1	Q235A 钢材	4200	kg/台	CO ₂	2.34E+00	kgCO ₂ /kg	CPCD
	2	Q235B 钢材	245	kg/台	CO ₂	2.53E+00	kgCO ₂ /kg	CPCD
	3	普通碳钢	10300	kg/台	CO ₂	2.88E+00	kgCO ₂ /kg	CPCD
	4	天然橡胶	15	kg/台	CO ₂	3.08E+00	kgCO ₂ /kg	CPCD
	5	ABS 塑料	70	kg/台	CO ₂	2.88E+00	kgCO ₂ /kg	CPCD
	6	PU 塑料	50	kg/台	CO ₂	5.21E+00	kgCO ₂ /kg	CPCD
	7	尼龙	0.1	kg/台	CO ₂	4.10E+00	kgCO ₂ /kg	CPCD
	8	螺钉螺母	300	kg/台	CO ₂	5.58E+00	kgCO ₂ /kg	CPCD
	9	轴承	80	kg/台	CO ₂	2.04E+00	kgCO ₂ /kg	CPCD
	10	铝合金	1600	kg/台	CO ₂	1.64E+01	kgCO ₂ /kg	CPCD
	11	45 钢	60	kg/台	CO ₂	2.34E+00	kgCO ₂ /kg	CPCD
产品生产	16	电力	60	kWh/台	CO ₂	6.41E-01	kgCO ₂ /KWh	生态环境部《关于发布 2022 年电力二氧化碳排放因子的公告》山东区域因子

本报告中收集到的企业生产数据均为企业统计得到的初级数据，上游数据采用的排放因子优先来自于《中国产品全生命周期温室气体排放系数库（CPCD）》，以生态环境部《关于发布2022年电力二氧化碳排放因子的公告》山东区域因子等作为补充，以上两个数

数据库均为公开发布的权威碳足迹数据库。

主要材料和辅助材料的运输数据收集数据如下表所示，企业为内陆地区，因此平均运距为公路运输。下表中运输距离来自百度地图，运输排放因子均内来源于《中国产品全生命周期温室气体排放系数库（CPCD）》。

表 4-3 产品运输数据收集表

所属过程	序号	原材料名称	供应商地点	单耗 (kg/台, m ³ /台)	运输方式	距离	单位	排放因子 (kgCO ₂ /kg·km)	数据库/排放因子来源
主要材料运输	1	Q235A 钢材	莱芜区	4200	汽车运输	314	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)
	2	Q235B 钢材	莱芜区	245	汽车运输	314	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)
	3	普通碳钢	莱芜区	10300	汽车运输	314	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)
	4	天然橡胶	胶州市	15	汽车运输	43	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)
	5	ABS 塑料	即墨区	70	汽车运输	8	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)
	6	PU 塑料	即墨区	50	汽车运输	8	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)
	7	尼龙	胶州市	0.1	汽车运输	39	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)
	8	螺钉螺母	城阳区	300	汽车运输	18	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)
	9	轴承	城阳区	80	汽车运输	18	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)
	10	铝合金	即墨区	1600	汽车运输	4	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)
	11	45 钢	即墨区	60	汽车运输	8	km	5.70E-05	CPCD (重型柴油货车)

5. 数据计算

5.1. 计算公式

本报告碳足迹计算公式如下：

$$EP_c = \sum EP_i = \sum Q_i \times EF_i$$

式中：

EP_c — 碳足迹特征化值；

EP_i — 碳足迹中第 i 种温室气体的贡献；

Q_i — 第 i 种温室气体的排放量；

EF_i — 碳足迹中第 i 种污染物的特征化因子。

5.2. 计算结果

基于以上调研数据和计算公式，录入各个过程输入、输出清单数据等工作，结合背景数据，在eFootprint 软件中建立产品LCA 模型并计算得到生产单位产品的碳足迹。

5.2.1. 主要材料获取阶段排放清单

表 5-1 产品生产过程主要材料获取排放清单

序号	名称	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
1	Q235A 钢材	9828.00	14.22%
2	Q235B 钢材	619.85	0.90%
3	普通碳钢	29653.70	42.89%
4	天然橡胶	46.20	0.07%
5	ABS 塑料	201.60	0.29%
6	PU 塑料	260.50	0.38%
7	尼龙	0.41	0.00%
8	螺钉螺母	1674.00	2.42%
9	轴承	163.20	0.24%
10	铝合金	26240.00	37.96%
11	45 钢	140.40	0.20%
	合计	68827.86	99.56%

5.2.2. 生产过程排放清单

表 5-2 产品生产过程（能源消耗）排放清单

序号	名称	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
----	----	---------------------------	-----

1	电力	38.46	0.06%
合计		38.46	0.06%

5.2.3. 主要材料运输过程排放清单

表 5-3 产品生产过程主要材料运输排放清单

序号	名称	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
1	Q235A 钢材	75.1716	0.11%
2	Q235B 钢材	4.38501	0.01%
3	普通碳钢	184.3494	0.27%
4	天然橡胶	0.036765	0.0001%
5	ABS 塑料	0.03192	0.00005%
6	PU 塑料	0.0228	0.00003%
7	尼龙	0.0002223	0.0000003%
8	螺钉螺母	0.3078	0.0004%
9	轴承	0.08208	0.0001%
10	铝合金	0.3648	0.0005%
11	45 钢	0.02736	0.00004%
合计		264.78	0.38%

5.2.4. 全生命周期各个过程汇总排放清单

表 5-4 全生命周期各个过程汇总排放清单

生命周期阶段	碳足迹 (kgCO ₂ e)	占比
主要材料获取	68827.86	99.56%
能源消耗	38.46	0.06%
主要材料运输	264.78	0.38%
合计	69131.10	100%

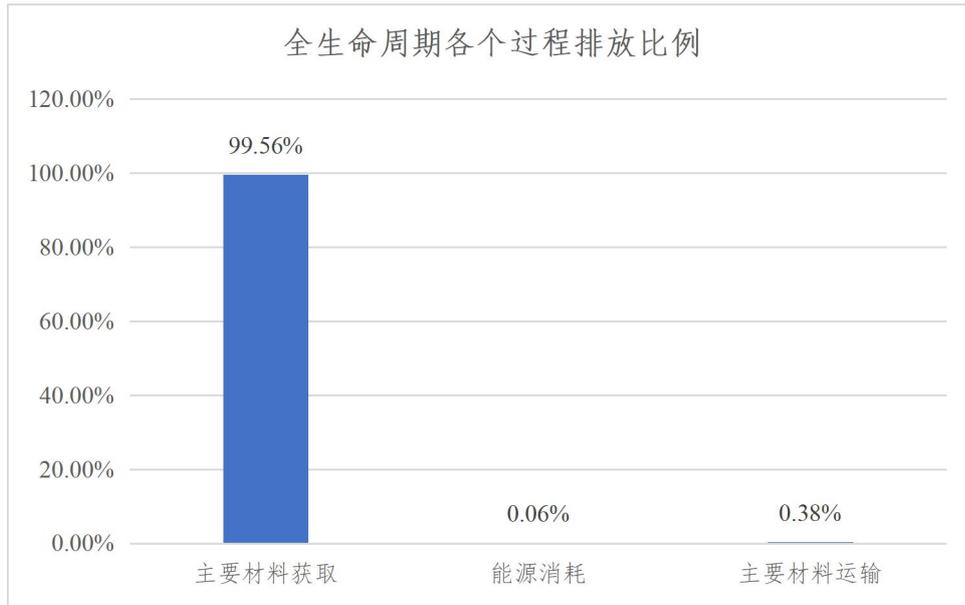


图 5-1 全生命周期各个过程排放比例图

由表5-1可知,1台SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人产品生产过程中主要材料获取对其碳足迹贡献最大,达到99.56%,其次为主要原材料运输占0.38%。

为减小产品碳足迹,建议如下:

可采用运输距离较近的原材料,同时优化生产工艺,在企业可行的条件下,降低物料消耗,也可以一定程度的减少产品的碳足迹;

优化资源结构,推进节能降耗,降低电和天然气的消耗量,可大幅度降低产品的碳足迹;

继续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。

推进产业链的绿色设计发展,制定生态设计管理体制和生态设计管理制度,明确任务分工;构建支撑企业生态设计的核查体系;建立打造绿色供应链的相关制度,推动供应链协同改进。

6. 不确定分析

不确定性来自于初级数据(活动水平数据)的不确定性和次级数据(排放因子)的不确定性。初级数据不确定性选择原则为:经核查的企业实测数据不确定性为 $\pm 2\%$,企业实测值分摊数据不确定性为 $\pm 3\%$,企业估算数据不确定性为 $\pm 3\%$;次级数据(排放因子)不确定性选择原则为:企业实测数据不确定性为 $\pm 2\%$,指南及数据库推荐数据不确定性为 $\pm 4\%$ 。

AF-TM1KE-US无动力跑步机产品主要材料获取、制程排放和固碳减排的活动水平数据来自经核查的企业实测值,其不确定性定为 $\pm 2\%$;能源消耗和主要材料、制程材料运输取的部分活动水平数据来自估算数据,其不确定性定为 $\pm 3\%$;碳足迹计算的排放因子数据都采用指南及数据库推

荐者，其不确定性为±4%。

本报告采用简单的误差传递公式，主要包括两个误差传递公式，一是加减运算的误差传递公式，二是乘除运算的误差传递公式。当某一估计值为n个估计值之和或差时，该估计值的不确定性采用下述公式计算：

$$U_c = \frac{\sqrt{(U_{s1} \times \mu_{s1})^2 + (U_{s2} \times \mu_{s2})^2 + \dots + (U_{sn} \times \mu_{sn})^2}}{|\mu_{s1} + \mu_{s2} + \dots + \mu_{sn}|} \quad (1)$$

式中：

U_c n个估计值之和或差的不确定性（%）

$U_{s1} \dots U_{sn}$ n个相加减的估计值的不确定性（%）

$\mu_{s1} \dots \mu_{sn}$ n个相加减的估计值

当某一估计值为n个估计值之积时，该估计值的不确定性采用公式（2）计算：

$$U_c = \sqrt{U_{s1}^2 + U_{s2}^2 + \dots + U_{sn}^2} \quad (2)$$

式中：

U_c ： n个估计值之积的不确定性（%）

$U_{s1} \dots U_{sn}$ ： n个相乘的估计值的不确定性（%）

根据误差传递公式（1）和（2），计算得出产品碳足迹的总不确定性为4.61%，具体如下表所示：

表 6- 1 碳足迹不确定性分析表

序号	名称	活动水平数据不确定性	排放因子不确定性	碳足迹 (kgCO2e)	碳足迹不确定性
1	主要材料获取	±2%	±4%	68827.86	4.63%
2	能源消耗	±3%	±4%	38.46	4.47%
3	主要材料运输	±3%	±4%	264.78	4.27%
合计（摇篮到大门）		/	/	69131.10	4.61%

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以及次级数据的选择

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：

- 1) 使用准确率较高的初级数据；
- 2) 对每一道工序都进行能源消耗的跟踪监测，提高初级数据的准确性。

7. 评价结果

1台SLYN-PCR(T)-DS-LM-00龙门机器人产品全生命周期碳足迹为69131.10kgCO2e/台，其中产品生产过程中原材料获取环节对碳足迹贡献最大，占比达到99.56%，其次是，其次为主要原材料

运输占0.38%。企业可以通过优化生产工艺、完善细化物料和能耗消耗量的统计、优化能源结构、加强供应链碳排放管理、继续推进绿色低碳发展意识和产业链的绿色设计发展来降低产品的碳足迹。

附件：支持性文件清单

1	营业执照
2	组织架构图
3	厂区平面图
4	企业简介
5	工艺流程图及流程介绍
6	主要用能设备清单
7	计量设备清单及照片
8	SLYN-PCR(T)-DS-LM-00 龙门机器人 BOM 表
9	2024 年度主要物料明细表-整理