

西安航天华阳机电装备有限公司

印刷装备产品碳足迹报告

产品生产单位：西安航天华阳机电装备有限公司

报告编制单位：西安节能与绿色发展研究院有限公司

报告编制日期：2025年4月3日

目录

1 目标与范围定义.....	3
1.1 项目背景.....	3
1.1.1 产品简介.....	3
1.1.2 产品生产工艺.....	4
1.1.3 生产企业介绍.....	7
1.1.4 生产设备.....	3
1.2 目的.....	6
1.3 范围.....	7
1.3.1 功能单位.....	7
1.3.2 系统边界.....	7
1.3.3 碳排放模型.....	8
1.3.3 数据取舍原则.....	8
1.3.4 软件和数据库.....	9
2 生命周期清单分析.....	10
2.1 数据收集.....	10
2.1.1 概况及原则.....	10
2.1.2 现场数据采集.....	10
2.1.3 背景数据采集.....	11
2.1.4 原材料采购和预加工.....	11
2.1.5 生产.....	12
2.1.6 数据分配.....	12
2.2 生命周期数据清单.....	12
3 影响评价.....	14
3.1 环境影响指标.....	14
3.2 清单因子归类.....	14
3.3 影响评价.....	14
3.3.1 产品碳足迹结果与分析.....	14
3.3.2 碳足迹评价.....	15
4 生命周期结果解释.....	17
4.1 假设与局限性说明.....	17
4.2 完整性说明.....	17
4.3 结果与建议.....	17

1 目标与范围定义

1.1 项目背景

1.1.1 产品简介

印刷及膜材料装备业务由华阳公司承担，主要包含印刷装备和精密涂覆装备两个方面业务。

1) 印刷装备

印刷装备业务目前主要产品是卫星式柔版印刷装备。卫星式柔版印刷机是一种高效的印刷设备，具有独特的结构和工作原理，能够实现高速印刷和稳定的印刷效果。其采用中心压印滚筒设计，使用水性油墨且用墨量少，所以被业界公认为绿色印刷方式，主要应用于无菌包装、软包装、无塑纸容器、卫生材料等领域。

卫星式柔版印刷装备主要具有以下优点：

- ①印刷速度快，生产效率高，能够满足大规模生产的需求。
- ②采用水性油墨印刷，在印刷时无溶剂的挥发，承印物上无溶剂残留，印刷过程绿色、环保。
- ③具有节省料膜、套印准确、印刷图案精美、色彩还原性强等优点。
- ④适用范围广，可以印刷各种材料和厚度的承印物。

2) 精密涂覆装备

华阳公司在 2010 年研制推出国内首台精密涂覆单元，后针对不同行业开发出多系列产品，范围涵盖光电、化工、电子、氢能源、水处理、医药等领域。凭借其显著的技术优势，包括烘箱干燥技术、电气控制技术、多功能涂布技术、UV 干燥技术等，华阳公司在行业内树立了极高的知名度和影响力。产品如图 1 所示。



图 1 产品图

1.1.2 产品生产工艺

西安航天华阳的产品设备主要为各类印刷设备以及配套下游企业宇航产品的标准件、紧固件及零组件的加工，各类印刷设备基础生产工艺包括钢件加工工艺、铸件加工工艺、钣金零件加工工艺、设备装配加工工艺。由于宇航产品的标准件、紧固件及零组件的加工等军工产品涉密，本次评价不提供生产工艺介绍。印刷设备各工艺流程图如下所示：

(1) 钢件加工工艺过程

按设备制造要求，钢件需要经过车、钳、铣、磨、热处理及表面处理等粗加工和精加工工序,其中热处理和表面处理工序委托其他厂家完成。钢件按设计要求加工成型备用。

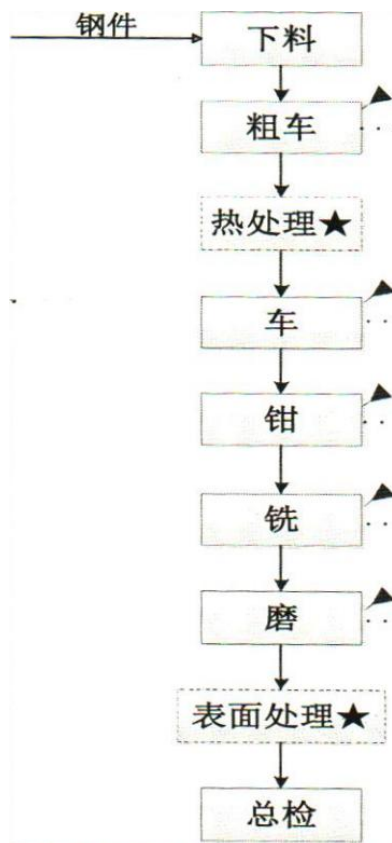


图2 钢件加工工艺流程图

(2) 铸件加工工艺过程

按设备制造要求，铸锻件经过铸造、时效处理、立式加工、钳、喷砂、喷漆等加工工序，其中铸造、时效处理工序委托其他厂家完成。铸锻件按设计要求加工成型备用。

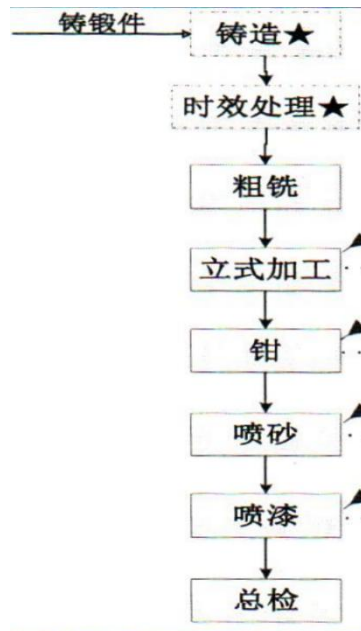


图3 铸件加工工艺流程图

(3) 钣金零件加工工艺过程

按设备制造要求，钣金零件经过翻边、冲孔、压铆、折弯、焊接、喷砂、喷漆等加工工序，钣金零件按设计要求加工成型备用。

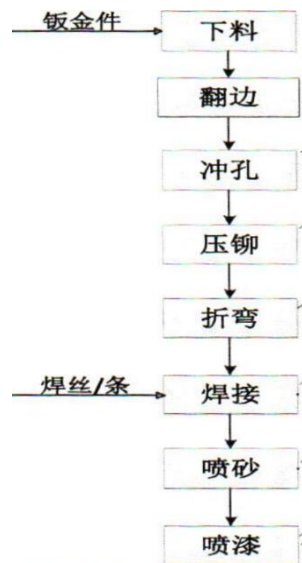


图4 钣金零件加工工艺流程图

(4) 设备装配工艺过程

按照设备制造的要求，将所有加工成型的部件及配件经过拼装后成型。成型设备检验合格后待售。

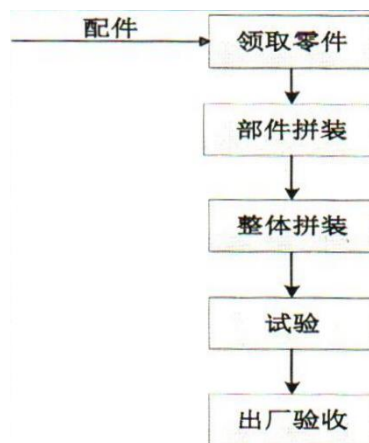


图 5 设备装配工艺流程图

1.1.3 生产企业介绍

西安航天华阳机电装备有限公司成立于 1999 年，注册资本 9547.32 万元，股东为西安航天发动机有限公司和西安航天科技工业有限公司，公司经理层实行了任期制和契约化管理，现有职工 7800 人。公司依托航天精密加工制造能力，致力于印刷包装装备、精密涂布装备、特种装备等高端机电装备的研制开发。

公司注重自主创新和产学研结合，共获得授权专利 194 余项，其中发明专利 59 项。西安航天华阳在整机装备业务方面，完成高温下长走料路下线的张力动态稳定性研究、聚氨酯胶水刮涂技术等基础技术研究，开发高速宽幅离型膜精密涂布机、新型氢能源功能材料—气体扩散层成套装备等高端机电装备，增强核心竞争力，成功进入了新能源、氢能源领域，国内市场与万华、碧水源、新德宝等行业龙头实行战略合作，国际市场与跨国科技公司 LANDA 签订合同额超千万元的设备。另一方面，军民融合版块对内立足下游企业，配套宇航产品的标准件、紧固件及零组件的加工，各型号产品的工装、刀量具生产；对外拓展外部军工市场，面对航空、航天领域，研发非标设备、工艺装备及军工风洞实验装备等；同时成立了以西安航天华阳为主体单位，联盟周边中小型配套企业，形成“1+N”运营模式的精密制造协同中心，通过经验输出、资源整合、优化配置、完善运行机制等措施，形成了深度融合的军民融合产业链。西安航天华阳机电装备有限公司在整机装备领域有较强的品牌效应，在军民融合产业链中占据主导作用，西安航天华阳机电装备有限公司在行业和市场具备一定的影响力。

历经 20 余年发展，西安航天华阳已成为高端印刷包装装备行业的领军企业。

整机装备在细分领域优势明显，整体技术国内领先，部分技术达到国际先进水平，市场占有率名列前茅。公司通过不断完善销售网络，已经将产品销售美国、英国、俄罗斯、加拿大等二十余个国家和地区。



图 6 工厂实景图

1.1.4 生产设备

表 1 设备清单

序号	设备名称	型号	生产厂家
1	2.5m 立式数控车床	CH5125B	武汉重型机床集团有限公司
2	2.5m 立式数控车床	CH5125B	武汉重型机床集团有限公司
3	立式数控车床（1.6 米数控单柱立式车床）	SVT160×10/8P-NC	齐重数控装备股份有限公司
4	立式数控车床（2.5 米数控单柱立式车床）	CK5125B	武汉武重机床有限公司
5	龙门加工中心	TH42160C 3000×1600	江苏多棱数控机床股份有限公司
6	龙门式五面体加工中心	GMC1620RV	沈阳机床（集团）有限责任公司
7	卧式镗床（数显卧式铣镗床）	TX6113D	沈机集团昆明机床股份有限公司
8	立式加工中心	VM1260H	纽威数控装备（苏州）股份有限公司
9	卧式加工中心	HM6380TD	纽威数控装备（苏州）股份有限公司
10	龙门式数控镗铣床（数控定梁龙门移动式镗铣床）	XK2740×60	济南二机床集团有限公司
11	数控车床	CK61100 1100*5000	天水星火机床有限责任公司
12	精密外圆磨床	MMC1363/3000-H	上海机床厂有限公司
13	立式加工中心	VM1050S	纽威数控装备（苏州）股份有限公司
14	立式加工中心	VM1050S	纽威数控装备（苏州）股份有限公司
15	普通车床	CW6180B 800×4000	沈阳第一机床厂
16	普通车床	CW6280B 800×4000	沈阳第一机床厂
17	普通车床	CW6180D*3000 840*3000	兰州星火机床厂
18	普通车床	CW6180D*3000 840*3000	兰州星火机床厂
19	普通车床	CS6150	宝鸡忠诚机床股份有限公司

20	普通车床	CS6150	宝鸡忠诚机床股份有限公司
21	数控车床	HK63B	宝鸡忠诚机床股份有限公司
22	数控车床	SK50P	宝鸡忠诚机床股份有限公司
23	数控车床	SK50P	宝鸡忠诚机床股份有限公司
24	数控车床	SK50P*1000	宝鸡机床厂
25	数控车床	SK50P*1000	宝鸡机床厂
26	数控车床	SK50P*1000	宝鸡机床厂
27	数控车床	SK50P*1000	宝鸡机床厂
28	数控车床	CK6163 630*1500	安阳鑫盛机床股份有限公司
29	数控车床	CK6163 630*1500	安阳鑫盛机床股份有限公司
30	数控车床	HK63B	宝鸡忠诚机床股份有限公司
31	数控车床	HK63B	宝鸡忠诚机床股份有限公司
32	数控车床	HK63B	宝鸡忠诚机床股份有限公司
33	数控车床	CKD6150A ϕ 500*1000	大连机床厂
34	数控车床	CKD6150A ϕ 500*1000	大连机床厂
35	数控车床	CKD6150A ϕ 500*1000	大连机床厂
36	数控车床	CKD6150A ϕ 500*1000	大连机床厂
37	数控车床	CKD6150A ϕ 500*1000	大连机床厂
38	数控车床	CKD6150A ϕ 500*1000	大连机床厂
39	数控车床	CKD6150A ϕ 500*1000	大连机床厂
40	数控车床	CKD6150A ϕ 500*1000	大连机床厂
41	数控车床	CKD6150A ϕ 500*1000	大连机床厂

42	数控车床	CAK80200 800*2000	沈阳机床股份有限公司
43	数控车床	CAK80200 800*2000	沈阳机床股份有限公司
44	数控车床	CAK80200 800*2000	沈阳机床股份有限公司
45	卧式数控车	CAK63135	沈阳机床股份有限公司
46	卧式数控车	CAK63135	沈阳机床股份有限公司
47	卧式数控车	CAK5085	沈阳机床股份有限公司
48	卧式数控车	CAK5085	沈阳机床股份有限公司
49	卧式数控车	CAK5085	沈阳机床股份有限公司
50	卧式数控车	CAK5085	沈阳机床股份有限公司
51	卧式数控车	CAK5085	沈阳机床股份有限公司
52	卧式数控车	CAK5085	沈阳机床股份有限公司
53	卧式数控车	T7	杭州丽伟电脑机械有限公司
54	卧式数控车	T7	杭州丽伟电脑机械有限公司
55	卧式数控车床	CAK63135	沈阳机床股份有限公司
56	卧式数控车床	CAK63135	沈阳机床股份有限公司
57	斜床身全功能车床	VT-15L ϕ 250*300	台湾伍将机械工业公司
58	斜床身全功能车床	VT-15L ϕ 250*300	台湾伍将机械工业公司
59	斜床身全功能车床	VT-15L ϕ 250*300	台湾伍将机械工业公司
60	斜床身全功能车床	VT-15L ϕ 250*300	台湾伍将机械工业公司
61	斜床身全功能车床	VT-15L ϕ 250*300	台湾伍将机械工业公司
62	斜床身全功能车床	VT-15L ϕ 250*300	台湾伍将机械工业公司
63	斜床身全功能车床	VT-15L ϕ 250*300	台湾伍将机械工业公司

64	斜床身全功能车床	VT-15L ϕ 250*300	台湾伍将机械工业公司
65	斜床身全功能车床	CPL-208 50-4200	上海凯柏精密机械有限公司
66	加工中心	V-20I	杭州丽伟电脑机械有限公司
67	立式加工中心	PL1600	成都煜鼎特种加工技术有限公司
68	立式加工中心	PL1600	成都煜鼎特种加工技术有限公司
69	经济数控车（数控车床）	CAK6136C	山东临沂金星机床有限公司
70	经济数控车（数控车床）	CAK6136C	山东临沂金星机床有限公司
71	经济数控车（数控车床）	CAK6136C	山东临沂金星机床有限公司
72	经济数控车（数控车床）	CAK6136C	山东临沂金星机床有限公司
73	立式加工中心	MCV-1300 1420×610	杭州丽伟电脑机械有限公司
74	节能高温台车式淬火炉	RTD-800-12	江苏维尔炉业有限公司
75	双室真空油淬气冷炉	VOQ2-65	北京华海中谊节能科技股份有限公司

1.2 目的

产品生命周期评价和碳足迹核查作为生态设计和绿色制造实施的基础，近年来已经成为人们研究和关注的热点。开展生命周期评价和碳足迹核查能够最大限度实现资源节约和温室气体减排，对于行业绿色发展和产业升级转型、应对出口潜在的贸易壁垒而言，都是很有价值和意义的。

本项目按照 ISO14040:2006《环境管理 生命周期评价原则与框架》、ISO 14044:2006《环境管理 生命周期评价 要求与指南》、ISO 14067:2018《温室气体 产品碳足迹 量化的要求和指南》的要求，建立印刷装备从原材料生产到产品出厂的生命周期模型，编写碳足迹核查报告，结果和相关分析可用于以下目的：

- 得到产品的生命周期碳足迹指标结果，用于同类型企业比较不同工艺下产品的碳排放情况，选择更为环境友好的工艺技术。
- 报告可用于下游产品绿色设计与供应链绿色制造，整机制造商和设计师

可根据印刷装备的生命周期碳足迹指标选择更为低碳、环保的印刷装备。

- 报告可用于市场宣传，展示印刷装备生产新工艺在碳排放方面的优势，为整机厂商零部件采购和印刷装备制造企业产品销售提供材料支持。

本报告对所生产的印刷装备的原料保存、生产过程中造成环境影响进行分析，通过评价印刷装备全生命周期(life cycle assessment, LCA)的碳足迹大小，提出印刷装备绿色设计改进方案，从而大幅提升印刷装备的环境友好性。

1.3 范围

生命周期评价方法是系统化、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。国内外很多行业都开展了产品 LCA 评价，用于行业内企业的对标和改进、行业外部的交流，并为行业政策制定提供参考依据。

产品碳足迹（Product Carbon Footprint, PCF）是指某个产品在其生命周期过程中所释放的直接和间接的温室气体总量，即从原材料开采、产品加工（或服务提供）、分销、使用到最终再生利用/处置等多个阶段的各种温室气体排放的累加。产品碳足迹已经成为一个行之有效的定量指标，用于衡量企业的绩效，管理水平和产品对气候变化的影响大小。

1.3.1 功能单位

以生产 1 套印刷装备为功能单位。

1.3.2 系统边界

本报告界定的该产品生命周期（LCA）系统边界分 2 个阶段：原辅料生产阶段；产品的工厂加工阶段。产品生命周期系统边界图如图 7 所示。

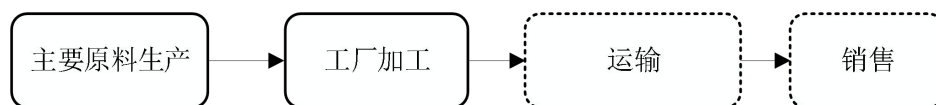


图 7 产品生命周期系统边界图

系统边界包含以下单元过程:

- 1) 原材料获取;
- 2) 辅料生产;
- 3) 能源生产 (如天然气、电力);
- 4) 原料、能源及产品的运输。

本报告碳足迹评价的覆盖时间为企业 2024 年度数据。原材料数据是在参与产品的生产和使用的地点/地区。生产过程数据应是在最终产品的生产中所涉及的地点/地区。

1.3.3 碳排放模型

根据各个阶段的各物质消耗和排放,建立该产品的碳排放模型,如图 8 所示。

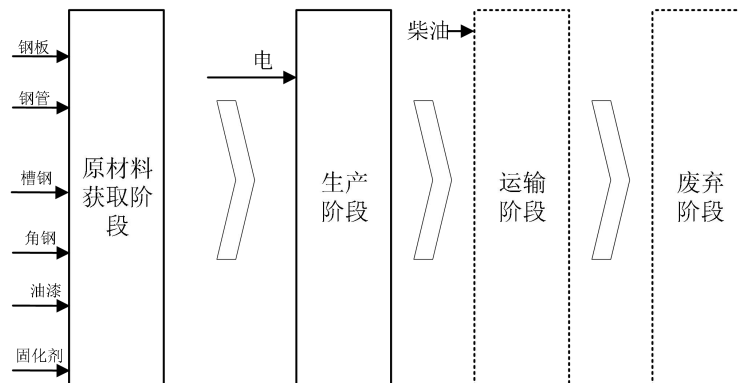


图 8 产品生命周期系统边界图

1.3.3 数据取舍原则

所涉及的过程数据种类很多,应对数据进行适当的取舍,本研究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:

所涉及的物质(能量)数据的取舍应遵循如下准则:

- a)所有的能源输入均需列出,包括使用的含能废弃物;
- b)应列出主要的原材料输入,符合准则可忽略;
- c)国家或地方相关标准规定的大气、水体、土壤的各种污染物和固体废弃物均需列出;
- d)任何有毒有害物质均不可忽略;
- e)忽略的单项物质(能量)流或单元过程对环境影响的贡献均不应超过 1%;

f)所有忽略的物质(能量)流与单元过程对环境影响贡献总和不超过 5%,且应予以说明。

1.3.4 软件和数据库

本研究采用 GaBi 软件系统,建立印刷装备生命周期模型,并计算得到 LCA 结果。GaBi 软件系统是由德国 PE 公司研发,支持全生命周期过程分析,并内置了欧盟 ELCD 数据库和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

GaBi 可辅助研发可持续性产品,节约组织、供应商的运作成本。企业可通过使用 GaBi 对项目进行 LCA 评估和制定可持续发展决策,从而建立消费者持续偏好的可持续发展品牌。

Ecoinvent 数据库是国际上用户最多的 LCA 数据库之一,包含欧洲及世界多国的 7000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集。Ecoinvent 数据库适用于含进口原材料的产品或出口产品的 LCA 研究,在本项目中也用于代替中国本地缺失的数据。

2 生命周期清单分析

考虑该产品系统边界内的所有材料/能源输入、输出清单，作为产品生命周期评价的依据。如果数据清单有特殊情况、异常点或其他问题，应在报告中进行明确说明。

当数据收集完成后，应对收集的数据进行审定。然后，确定每个单元过程的基本流，并据此计算出单元过程的定量输入和输出。此后，将每个单元过程的输入输出数据除以产品的产量，得到功能单位的资源消耗和环境排放。最后，将产品各单元过程中相同的影响因素的数据求和，以获取该影响因素的总量，为产品级的影响评价提供必要的数据库。

2.1 数据收集

2.1.1 概况及原则

应将以下要素纳入数据库清单：

- 1、原材料采购和预加工；
- 2、生产；
- 3、产品分配和储存；

基于 LCA 的信息中要使用的数据可分为两类：现场数据和背景数据。主要数据尽量使用现场数据，如果“现场数据”收集缺乏，可以选择“背景数据”。

现场数据是在现场具体操作过程中收集来的。主要包括生产过程的钢板、钢管、槽钢、角钢、油漆、固化剂、稀释剂、二氧化碳、氩气、氧气等等。

背景数据应当包括主要原料的各类影响因子数据和权威的电力组合数据（如火力、水、风力发电等），主要以国内数据为主，国外数据为辅。

2.1.2 现场数据采集

应描述代表某一特定设施或一组设施的活动而直接测量或收集的数据相关采集规程。可直接对过程进行的测量或者通过采访或问卷调查从经营者处获得的测量值为特定过程最具代表性的数据来源。

现场数据的质量要求包括：

- 代表性：现场数据应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据。

- 完整性：现场数据应采集完整的生命周期要求数据。

- 准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据优先选择相关的环境监测报告，或由排污因子或物料平衡公式计算获得。所有现场数据均须转换为单位产品并以此为基准计算，并且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等。

典型现场数据来源包括：

- 印刷装备的原材料采购和预加工；
- 印刷装备生产过程的能源和资源消耗数据；
- 印刷装备原材料分配及用量数据；
- 印刷装备生产废水经污水处理厂所消耗的数据。

2.1.3 背景数据采集

背景数据不是直接测量或计算而得到的数据。所使用数据的来源应有清楚的文件记载并应载入产品生命周期评价报告。

背景数据的质量要求包括：

- 代表性：背景数据应优先选择企业的原材料供应商提供的符合相关 LCA 标准要求的、经第三方独立验证的上游产品 LCA 报告中的数据。若无，须优先选择代表中国国内平均生产水平的公开 LCA 数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为背景数据。

- 完整性：背景数据的系统边界应该从资源开采到这些原辅材料或能源产品出厂为止。

- 一致性：所有被选择的背景数据应完整覆盖本部分确定的生命周期清单因子，并且应将背景数据转换为一致的物质名录后再进行计算。

2.1.4 原材料采购和预加工

该阶段始于从大自然提取资源，结束于该产品原材料进入产品生产设施，包

括：

- a) 资源开采和提取；
- b) 所有材料的预加工；
- c) 回收的材料；
- d) 提取或与加工设施内部或与加工设施之间的运输。

2.1.5 生产

该阶段始于该产品原材料进入生产设施，结束于该产品出厂。生产活动包括加工、制造、制造过程中半成品的运输、材料组成包装等。

2.1.6 数据分配

在评价过程中涉及共生产品清单分配方法应予以明确说明。应优先采用质量分配法，若质量分配法不可行，则应采用经济价值分配法。对于闭环里循环使用的共生产品，不需要分配。

2.2 生命周期数据清单

现场数据通过企业调研、上游厂家提供、采样监测等途径进行收集，所收集的数据要求为企业最近三年内的平均统计数据，能够反映企业的实际生产水平。此外，实际调研过程中无法获得的数据，即背景数据，采用相关数据库进行替代，在这一步骤中所涉及到的单元过程包括印刷装备原材料及产品的生产、包装材料、能源消耗以及产品的运输等。数据清单如表 2 所示。

表 2 生产 1 套印刷装备所用原材料清单

物料	总重	单位
钢板	3124.39	kg
钢管	237.99	kg
槽钢	1250.85	kg
角钢	184.11	kg
油漆	347.90	kg
固化剂	43.56	kg
稀释剂	126.82	kg
二氧化碳	76.46	kg

氩气	112.33	kg
氧气	23.32	kg
压力 30 磅 SF6	0.97	kg
电	46185.59	kWh

3 影响评价

3.1 环境影响指标

根据企业提供的产品 BOM、收集的生产过程的能源消耗数据和部分原料的文献调研数据，在 GABI 中建立了印刷装备的生命周期模型。主要对印刷装备的碳排放进行分析。

3.2 清单因子归类

根据清单因子的物理化学性质，将对某影响类型有贡献的因子归到一起。碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体总量排放，用二氧化碳当量（CO₂-eq）表示，单位为 kg CO₂-eq 或者 g CO₂-eq。常见的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFC）和全氟化碳（PFC）等。

3.3 影响评价

3.3.1 产品碳足迹结果与分析

根据产品 BOM、收集的生产过程的能源消耗数据和部分原料的文献调研数据，在 GABI 中建立了该印刷装备的生命周期模型，计算得到各阶段对应各指标的当量值列于表 3，图 9 和图 10 为生命周期各阶段和各物质的碳足迹的分析结果。

由表 3 可知，生产 1 套该印刷装备的碳足迹结果为 39545.06 kg CO₂-eq，即产生 39545.06 kg 二氧化碳当量。对于印刷装备在其生命周期内产生的碳足迹贡献最大的是电和钢板的消耗，其对碳足迹贡献率为 65.03%和 18.80%，其次为槽钢和油漆的消耗对于碳足迹的贡献达到 7.53%和 3.68%。

表 3 印刷装备清单分析结果

物料	碳排放	单位	占比
钢板	7436.04	kg CO ₂ eq	18.80%
钢管	566.42	kg CO ₂ eq	1.43%
槽钢	2977.03	kg CO ₂ eq	7.53%
角钢	438.19	kg CO ₂ eq	1.11%
油漆	1454.21	kg CO ₂ eq	3.68%
固化剂	226.50	kg CO ₂ eq	0.57%
稀释剂	570.67	kg CO ₂ eq	1.44%
二氧化碳	114.68	kg CO ₂ eq	0.29%
氩气	35.95	kg CO ₂ eq	0.09%
氧气	5.83	kg CO ₂ eq	0.01%
压力 30 磅 SF6	3.40	kg CO ₂ eq	0.01%
电	25716.14	kg CO ₂ eq	65.03%
合计	39545.06	kg CO ₂ eq	

3.3.2 碳足迹评价

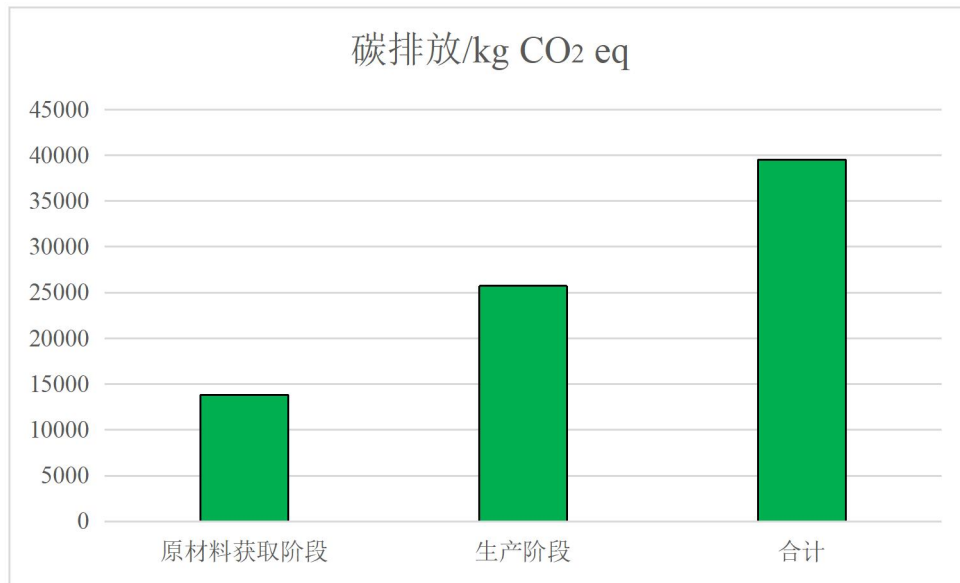


图 9 生命周期各阶段的碳足迹的分析结果

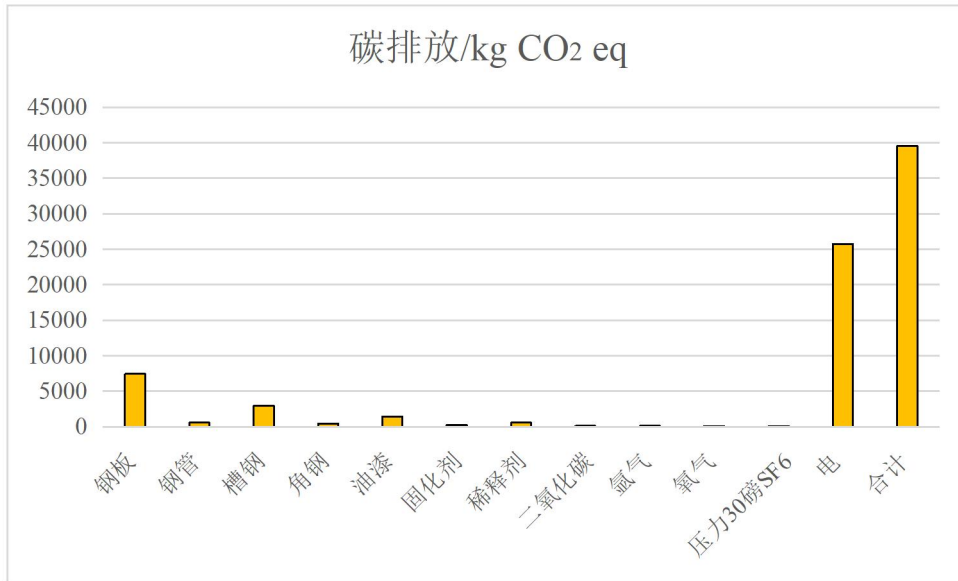


图 10 生命周期各物质的碳足迹的分析结果

生产 1 套该印刷装备,钢板、钢管、槽钢、角钢、油漆、固化剂、稀释剂、二氧化碳、氩气、氧气、压力 30 磅 SF6、电的碳足迹潜值分别为 7436.04 kg CO₂ eq、566.42 kg CO₂ eq、2977.03 kg CO₂ eq、438.19 kg CO₂ eq、1454.21 kg CO₂ eq、226.50 kg CO₂ eq、570.67 kg CO₂ eq、114.68 kg CO₂ eq、35.95 kg CO₂ eq、5.83 kg CO₂ eq、3.40 kg CO₂ eq、25716.14 kg CO₂ eq。

4 生命周期结果解释

4.1 假设与局限性说明

本次 LCA 报告的实景数据中生产过程数据来源于企业调研数据，背景数据来自瑞士的 Ecoinvent 数据库，部分原料生产过程的数据采用文献数据。受项目调研时间及供应链管控力度限制，未足够调查重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差。建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步调研主要原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进提供数据支持。

4.2 完整性说明

(1) 模型完整性

本次报告中产品生命周期模型均原材料/物料使用、能源消耗、运输、使用等过程，满足本研究对系统边界的定义。

(2) 背景数据库完整性

本研究所使用的背景数据库是瑞士的 Ecoinvent 数据库。Ecoinvent 数据库包含欧洲及世界多个国家的 7000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集。其包含了主要的过程，满足背景数据库完整性的要求。

4.3 结果与建议

(1) 评价结果

生产 1 套该印刷装备的碳足迹结果为 39545.06 kg CO₂-eq，即产生 39545.06 kg 二氧化碳当量。对于印刷装备在其生命周期内产生的碳足迹贡献最大的是电和钢板的消耗，其对碳足迹贡献率为 65.03%和 18.80%，其次为槽钢和油漆的消耗对于碳足迹的贡献达到 7.53%和 3.68%。

其中，钢板、钢管、槽钢、角钢、油漆、固化剂、稀释剂、二氧化碳、氩气、氧气、压力 30 磅 SF₆、电的碳足迹潜值分别为 7436.04 kg CO₂ eq、566.42 kg CO₂ eq、2977.03 kg CO₂ eq、438.19 kg CO₂ eq、1454.21 kg CO₂ eq、226.50 kg CO₂ eq、

570.67 kg CO₂ eq、114.68 kg CO₂ eq、35.95 kg CO₂ eq、5.83 kg CO₂ eq、3.40 kg CO₂ eq、25716.14 kg CO₂ eq。

(2) 材料的选择

通过对 LCA 分析结果的分析，如需进一步减少印刷装备的资源环境影响，可从增加绿色物料使用率、提高产能、降低能耗等方面入手。