

大连永光科技有限公司

酸性滚镀锌电镀加工生命周期评价 报告



评价单位：联合智业（大连）认证有限公司

报告日期：2024年6月15日



委托单位名称	大连永光科技有限公司		
单位地址	辽宁省大连经济技术开发区伊春路5号		
法定代表人	林小光	注册资本	500万人民币
产品名称	酸性滚镀锌电 镀加工	评价报告编号	UIDL/ZJBG20240630-01
基准年	2023年		
评价依据	ISO14067: 2018《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》 PAS2050《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规 范》		
寿命周期阶段	从摇篮到大门		
功能单位	1 m ² 的酸性滚镀锌电镀加工		
评价结论	大连永光科技有限公司 2023年 1 m ² 的酸性滚镀锌电镀加工 碳足迹排放量 6.44 kg CO ₂ eq		
批准人	王娜		
评价机构（盖章）	联合智业（大连）认证有限公司		
批准日期	2024. 6. 30		

目 录

摘要.....	5
企 业 简 介.....	6
1. 目标与范围定义.....	7
1.1. 目标定义.....	7
1.1.1. 产品信息.....	7
1.1.2. 功能单位与基准流.....	7
1.1.3. 数据代表性.....	7
1.2. 范围定义.....	7
1.2.1. 系统边界.....	7
1.2.2. 取舍原则.....	7
1.2.3. 环境影响类型.....	8
1.2.4. 数据质量要求.....	8
1.2.5. 软件与数据库.....	8
2. 数据收集.....	10
2.1.酸性滚镀锌电镀加工.....	10
(1) 过程基本信息.....	10
(2) 数据代表性.....	10
3. 生命周期影响分析.....	13
3.1 LCA 结果.....	13
3.2 过程累积贡献分析.....	14
3.3 清单数据灵敏度分析.....	14
4. 生命周期解释.....	19
4.1. 假设与局限性说明.....	19
各单元过程模型数据假设描述见下表.....	19
4.2. 完整性说明.....	20
4.3. 数据质量评估结果.....	21

4.4. 结论与建议 22

企业参考文献.....23



摘 要

本报告以生命周期评价方法(Life Cycle Assessment)为基础(以下简称 LCA), 采用采用 ISO 14067: 2018《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》、PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》的要求中规定的碳足迹核算方法, 计算得到碳足迹评价报告。

为了满足碳足迹需要, 本报告的功能单位定义为大连永光科技有限公司 1 m²的酸性滚镀锌电镀加工。系统边界为“从摇篮到大门”类型, 评价过程中, 数据质量被认为是最重要的考虑因素之一。本次数据收集和选择的指导原则是抓大放小, 数据尽可能具有代表性, 主要体现在生产商、技术、地域、时间等方面。生命周期主要活动数据来源于企业现场调研的初级数据, 大部分国内生产的原材料的排放因子数据来源于 IPCC 数据库、中国生命基础数据库 (CLCD) 和国内 eF 数据库等, 本次评价选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。此外, 通过绘制产品过程图实现了产品的生命周期建模、计算和结果分析, 以保证数据和计算结果的可溯性和可再现性。

LCA 结果在 eF 上建模计算, 计算指标为气候变化(GWP)、一次能源消耗 (PED)、水资源消耗(WU)、酸化(AP)、富营养化潜值(EP)、可吸入无机物(RI)、臭氧层消耗(ODP)、光化学臭氧合成(POFP)、电离辐射-人体健康(IRP)多个指标。

企 业 简 介

大连永光科技有限公司成立于 2003 年 4 月，地处大连经济技术开发区工业区，是经大连市政府专项审批的表面处理企业，是中国表面处理协会电镀分会理事单位，是大连市表面工程协会的会员单位。

公司凭借先进的技术、精良的设备、严格的检测、科学的管理、完善的服务、高素质的管理团队、先进的环保治理设施，形成以东北地区为核心的市场格局，与德国、美国、日本、韩国、澳大利亚等外商投资企业及国内诸多优秀企业形成了长期合作伙伴关系。

公司加工的产品涉及汽车零部件、高铁、地铁、电子、仪器仪表、办公用品及设备、家具、家电、工艺品、航天、航空、航海、石油等各类行业，成为东北地区表面处理行业最具成长力和竞争性的品牌。

公司坚持以人为本，依靠科技进步推动企业发展，将不断吸取国际先进技术，发展久美特涂覆的应用领域，推动东北地区的涂装技术向更先进的技术领域发展。

1. 目标与范围定义

1.1. 目标定义

1.1.1. 产品信息

本研究的研究对象为：1 m²的酸性滚镀锌电镀加工，具体信息如下：
形状与形态：涂层

1.1.2. 功能单位与基准流

本报告以为 1 m²的酸性滚镀锌电镀加工为功能单位。

1.1.3. 数据代表性

时间、地理代表性如下：

- (1) 时间代表性：2023
- (2) 地理代表性：中国

1.2. 范围定义

1.2.1. 系统边界

本研究的系统边界为 1 m²的酸性滚镀锌电镀加工从摇篮到大门。

系统边界图：

原材料采购——原材料运输——原材料入厂检验、入库——上料（待电镀客户产品）——除油——水洗——除锈——酸性滚镀锌——封闭——烘干——检测——包装入库

1.2.2. 取舍原则

本研究采用的取舍规则如下：

- 低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，可忽略其上游生产数据；
- 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；
- 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

1.2.3. 环境影响类型

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	kg CO ₂ eq.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O...
初级能源消耗	MJ	硬煤, 褐煤, 天然气...
非生物资源消耗	kg Sb eq.	铁, 锰, 铜...
水资源消耗	kg	淡水, 地表水, 地下水...
酸化	kg SO ₂ eq.	SO ₂ , NO _x , NH ₃ ...
富营养化	kg PO ₄ ³⁻ eq.	NH ₃ , NH ₄ -N, COD...
可吸入无机物	kg PM _{2.5} eq.	CO, PM ₁₀ , PM _{2.5} ...
臭氧层消耗	kg CFC-11 eq.	CCl ₄ , C ₂ H ₃ Cl ₃ , CH ₃ Br...
光化学臭氧合成	kg NMVOC eq.	C ₂ H ₆ , C ₂ H ₄ ...

1.2.4. 数据质量要求

数据质量代表 LCA 研究的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本报告的数据质量评估方法采用 CLCD 方法。

CLCD 方法对模型中的消耗与排放清单数据，从①清单数据来源与算法、②时间代表性、③地理代表性、④技术代表性等四个方面进行评估，并对关联背景数据库的消耗，评估其与上游背景过程匹配的不确定度。完成清单不确定度评估后，采用解析公式法计算不确定度传递与累积，得到 LCA 结果的不确定度。

1.2.5. 软件与数据库

本研究采用 eF 软件系统，建立了酸性滚镀锌电镀加工生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。eF 软件系统支持全生命周期过程分析，并内置了中国生命周期基础数据库（CLCD）、欧盟 ELCD 数据库和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

研究过程中用到的中国生命周期基础数据库（CLCD）是基于中国基础工业系统生命周期核心模型的行业平均数据库。CLCD 数据库包括国内主要能源、交

通运输和基础原材料的清单数据集。

在eF软件中建立的酸性滚镀锌电镀加工LCA模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表：

背景数据来源表

清单名称	规格型号	所属过程	数据集名称	数据库名称
氢氧化钠	99%	酸性滚镀锌 电镀加工	30%烧碱(市场平 均)(未分类)	CLCD-China 0.9
碳酸钠	纯碱	酸性滚镀锌 电镀加工	纯碱	CLCD-China-ECER 0.8
盐酸	/	酸性滚镀锌 电镀加工	盐酸(31%)	CLCD-China-ECER 0.8
氯化钾	25kg	酸性滚镀锌 电镀加工	氯化钾(含 K ₂ O 约 60%)	CLCD-China-ECER 0.8
锌锭	400*200*60	酸性滚镀锌 电镀加工	锌锭(市场混合) (未分类)	CLCD-China 0.9
硼酸	/	酸性滚镀锌 电镀加工	硼酸	CLCD-China-ECER 0.8
精制硝酸	18L/桶	酸性滚镀锌 电镀加工	稀硝酸	CLCD-China-ECER 0.8
氢氧化钙	/	酸性滚镀锌 电镀加工	消石灰	CLCD-China-ECER 0.8
三价铬蓝白 锌皮膜处理 剂	A01-532E	酸性滚镀锌 电镀加工	金属铬、氮化铬 铁、中低碳铬铁、 微碳铬铁、高碳 铬铁、真空法微 碳铬铁、铬矿、 装料级铬铁(未分 类)	CLCD-China 0.9
三价铬钝化 剂	ZT-444A	酸性滚镀锌 电镀加工	金属铬、氮化铬 铁、中低碳铬铁、 微碳铬铁、高碳 铬铁、真空法微 碳铬铁、铬矿、 装料级铬铁(未分 类)	CLCD-China 0.9
电力		酸性滚镀锌 电镀加工	东北电网电力(到 用户)	CLCD-China-ECER 0.8
水		酸性滚镀锌 电镀加工	自来水(未分类)	CLCD-China 0.9

蒸汽		酸性滚镀锌 电镀加工	工业锅炉蒸汽(饱和蒸汽 0.7MPa)	CLCD-China 0.9
----	--	---------------	---------------------	----------------

2. 数据收集

2.1.酸性滚镀锌电镀加工

(1) 过程基本信息

过程名称：酸性滚镀锌电镀加工

过程边界：原材料采购——原材料运输——原材料入厂检验、入库——上料（待电镀客户产品）——除油——水洗——除锈——酸性滚镀锌——封闭——烘干——检测——包装入库

(2) 数据代表性

主要数据来源：来自于企业的能源统计报表、加工过程原材料清单、实测生产数据及环境监测报告

企业名称：大连永光科技有限公司

产地：辽宁省大连经济技术开发区伊春路 5 号

基准年：2023 年

工艺设备：上料升降系统、过滤系统、电解、过滤系统、电镀设备、过滤、制冷设备、蒸汽加热与循环系统、热风循环加热系统、照明、水处理设备

主要原料：

除油过程使用原料包括：氢氧化钠（片碱）、碳酸钠、磷酸三钠等

酸洗活化过程使用原料包括：六亚甲基四胺、盐酸

镀锌过程使用原料包括：沙特利酸锌 290A(CI)载体添加剂、沙特利酸锌 290 MIX 补充光剂、氯化钾、锌锭、硼酸

主要能耗：电、蒸汽、水

生产规模：年滚镀锌 369436.76 m²

表 . 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	酸性滚镀锌电镀加工	1	m ²	---	---
原材料/物料	氢氧化钠	67.15	g	CLCD-China 0.9	
原材料/物料	碳酸钠	8.32	g	CLCD-China-ECER 0.8	
原材料/物料	磷酸三钠	8.3	g	数据不可得	
原材料/物料	六亚甲基四胺	0.54	g	数据不可得	
原材料/物料	盐酸	224.56	g	CLCD-China-ECER 0.8	
原材料/物料	沙特利酸锌 290A(CI)载体 添加剂	1.96	g	数据不可得	
原材料/物料	沙特利酸锌 290 MIX 补充 光剂	2.91	g	数据不可得	
原材料/物料	氯化钾	39.38	g	CLCD-China-ECER 0.8	
原材料/物料	锌锭	55.36	g	CLCD-China 0.9	
原材料/物料	硼酸	5.62	g	CLCD-China-ECER 0.8	
原材料/物料	精制硝酸	12.13	g	CLCD-China-ECER 0.8	
原材料/物料	氢氧化钙	3.52	g	CLCD-China-ECER 0.8	
原材料/物料	保护膜	0.53	g	数据不可得	
原材料/物料	三价铬蓝白锌 皮膜处理剂	3.86	g	CLCD-China 0.9	
原材料/物料	三价铬钝化剂	7.11	g	CLCD-China 0.9	
能源	电力	2.28	kWh	CLCD-China-ECER 0.8	
能源	水	0.06	t	CLCD-China 0.9	
能源	蒸汽	4.24	kg	CLCD-China 0.9	
环境排放	总磷[排放到 大气(未指定 类型)]	0.29	mg		
环境排放	氯化氢[排放	0.69	g		

	到大气（未指定类型）]				
环境排放	总颗粒物[排放到大气（未指定类型）]	16.76	mg		
环境排放	污泥（未指定类型）[生产废弃物]	13.23	g		
环境排放	硫酸[排放到大气（未指定类型）]	0.16	g		
环境排放	有机废物（未指定类型）[生产废弃物]	0.27	mg		
环境排放	氨氮[排放到大气（未指定类型）]	0.73	mg		
环境排放	化学需氧量[排放到水体（未指定类型）]	23.16	mg		
环境排放	总氮[排放到大气（未指定类型）]	3.41	mg		

(3) 运输信息

表 . 过程运输信息表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
氯化钾	0.04Kg	连云港	大连	1400km	货车运输（8t）- 柴油
锌锭	0.06Kg	大连	大连	20km	货车运输（18t）- 柴油
盐酸	0.22Kg	大连	大连	45km	货车运输（18t）- 柴油
保护膜	0.53g	上海	大连	916km	货车运输（8t）- 柴油
精制硝酸	0.01Kg	大连	大连	10km	货车运输（2t）- 柴油

沙特利酸锌 290 MIX 补充光剂	2.91g	上海	大连	850km	货车运输 (8t) - 柴油
氢氧化钙	3.52g	大	大连	20km	货车运输 (8t) - 柴油
沙特利酸锌 290A(CI)载体添加剂	1.96g	上海	大连	850km	货车运输 (2t) - 柴油
碳酸钠	8.32g	大连	大连	20km	货车运输 (8t) - 柴油
磷酸三钠	8.30g	大连	大连	20km	货车运输 (8t) - 柴油
三价铬钝化剂	7.11g	上海	大连	916km	货车运输 (8t) - 柴油
三价铬蓝白锌皮膜处理剂	3.86g	青岛	大连	422km	货车运输 (8t) - 柴油
硼酸	5.62g	大连	大连	20km	货车运输 (8t) - 柴油
六亚甲基四胺	0.54g	大连	大连	10km	货车运输 (2t) - 柴油
氢氧化钠	0.07Kg	大连	大连	20km	货车运输 (18t) - 柴油

注：运输数据上游数据来源均来自 CLCD 数据库

3. 生命周期影响分析

3.1 LCA结果

LCA 结果在 eF 上建模计算了 1 m²酸性滚镀锌电镀加工的 LCA 结果，计算指标为气候变化 (GWP-2021)、一次能源消耗 (PED)、非生物资源消耗潜值 (ADP)、水资源消耗 (WU)、酸化 (AP)、富营养化潜值 (EP)、可吸入无机物 (RI)、臭氧层消耗 (ODP)、光化学臭氧合成 (POFP) 结果如下

表 . 酸性滚镀锌电镀加工 LCA 结果

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
GWP-2021	kg CO2 eq	6.44
PED	MJ	91.45

ADP	kg antimony eq.	0.0000134
WU	kg	94.69
AP	kg SO ₂ eq	0.02
EP	kg P ₀₄₃ -eq	0.00174
RI	kg PM _{2.5} eq	0.00662
ODP	kg CFC-11 eq	0.0000000344
POFP	kg NMVOC eq	0.0023

3.2过程累积贡献分析

过程累积贡献是指该过程直接贡献及其所有上游过程的贡献（即原料消耗所贡献）的累加值。由于过程通常是包含多条清单数据，所以过程贡献分析其实是多项清单数据灵敏度的累积。

表 . 酸性滚镀锌电镀加工 LCA 累积贡献结果

过程名称	GWP-2021	PED	ADP	WU	AP
酸性滚镀锌电镀加工	6.44	91.45	0.0000134	94.69	0.02
过程名称	EP	RI	ODP	POFP	
酸性滚镀锌电镀加工	0.00174	0.00662	0.0000000344	0.0023	

3.3清单数据灵敏度分析

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。表中罗列了灵敏度>0.5%的清单数据。

表 . 清单数据灵敏度表 (单位同上表)

清单名称	所属过程	GWP-2021	PED	ADP	WU	AP	EP	RI	ODP	POFP
电力	酸性滚镀 锌电镀加工	47.41%	43.5%	14.95%	8.88%	64.08%	60.72%	63.16%	9.2%	46.56 %
三价铬钝 化剂	酸性滚镀 锌电镀加工	8.49%	11.19 %	42.74%	5.08%	4.58%	9.82%	12.85%	45.12 %	15.18 %
蒸汽	酸性滚镀 锌电镀加工	28.94%	27.81 %	0.99%	5.59%	11.48%	8.13%	6.04%	5.81%	13.58 %
三价铬蓝 白锌皮膜 处理剂	酸性滚镀 锌电镀加工	4.6%	6.07%	23.19%	2.76%	2.48%	5.33%	6.97%	24.48 %	8.24 %
水	酸性滚镀 锌电镀加工	0.1%	0.1%	0.08%	70.32%	0.04%	0.41%	0.03%	0.12%	0.08 %
锌锭	酸性滚镀 锌电镀加工	4.49%	5.39%	4.53%	2.25%	4.84%	1.66%	3.27%	0.6%	5.59 %
氯化钾	酸性滚镀 锌电镀加工	0.39%	0.48%	6.97%	0.23%	0.43%	2.11%	0.34%	9.33%	4.04 %
盐酸	酸性滚镀 锌电镀加工	2.95%	2.61%	0.84%	1.24%	4.47%	3.15%	4.47%	1.12%	2.71 %
硼酸	酸性滚镀 锌电镀加工	0.64%	0.6%	3.9%	0.37%	1.9%	2.44%	1.02%	0.21%	1.19 %
氢氧化钠	酸性滚镀 锌电镀加工	1.29%	1.72%	1.29%	2.62%	0.27%	0.42%	0.15%	0.07%	0.09 %

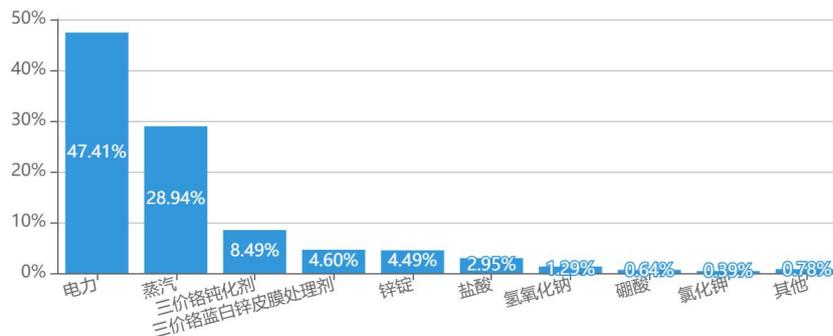
碳酸钠	酸性滚镀锌电镀加工	0.22%	0.21%	0.07%	0.27%	1.24%	2.93%	0.83%	0.05%	0.19%
氯化钾 - 中型柴油货车运输 (8t) - 中国	酸性滚镀锌电镀加工	0.14%	0.12%	0.28%	9.64E-03%	0.17%	0.35%	0.13%	2.73%	1.47%
精制硝酸	酸性滚镀锌电镀加工	0.2%	0.13%	0.05%	0.37%	0.73%	2.02%	0.27%	0.03%	0.1%
氯化氢	酸性滚镀锌电镀加工	0%	0%	0%	0%	2.63%	0%	0%	0%	0%
盐酸 - 重型柴油货车运输 (18t) - 中国	酸性滚镀锌电镀加工	0.02%	0.01%	0.03%	1.09E-03%	0.11%	0.26%	0.07%	0.31%	0.33%
三价铬钝化剂 - 中型柴油货车运输 (8t) - 中国	酸性滚镀锌电镀加工	0.02%	0.01%	0.03%	1.14E-03%	0.02%	0.04%	0.02%	0.32%	0.17%
氢氧化钙	酸性滚镀锌电镀加工	0.06%	0.02%	6.99E-03%	1.81E-03%	0.03%	0.02%	0.29%	6.31E-03%	0.11%
硫酸	酸性滚镀锌电镀加工	0%	0%	0%	0%	0.44%	0%	0%	0%	0%
沙特利酸 锌 290A(CI) 载体添加剂 - 轻型柴油货车	酸性滚镀锌电镀加工	6.46E-03%	6.83E-03%	0.02%	5.71E-04%	0.02%	0.04%	0.01%	0.16%	0.14%

运输 (2t) -中国										
沙特利酸 锌 290 MIX 补 充光剂 - 中型柴油 货车运输 (8t) -中 国	酸性滚镀 锌电镀加 工	6.45E-03 %	5.17E -03%	0.01%	4.32E- 04%	7.79E- 03%	0.02%	6.01E-0 3%	0.12%	0.07 %
三价铬蓝 白锌皮膜 处理剂 - 中型柴油 货车运输 (8t) -中 国	酸性滚镀 锌电镀加 工	4.24E-03 %	3.41E -03%	8.17E-0 3%	2.85E- 04%	5.13E- 03%	0.01%	3.96E-0 3%	0.08%	0.04 %
氢氧化钠 - 重型柴 油货车运 输 (18t) - 中国	酸性滚镀 锌电镀加 工	2.55E-0 3%	1.73 E-03 %	4.15E- 03%	1.45E- 04%	0.01%	0.03%	9.48E- 03%	0.04 %	0.04 %
锌锭 - 重 型柴油货 车运输 (18t) - 中国	酸性滚镀 锌电镀加 工	2.10E-03 %	1.43E -03%	3.42E-0 3%	1.19E- 04%	0.01%	0.03%	7.82E-0 3%	0.03%	0.04 %
保护膜 - 中型柴油 货车运输 (8t) -中 国	酸性滚镀 锌电镀加 工	1.26E-03 %	1.01E -03%	2.43E-0 3%	8.45E- 05%	1.52E- 03%	3.05E-0 3%	1.18E-0 3%	0.02%	0.01 %
总颗粒物	酸性滚镀 锌电镀加 工	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.04%	0%	0%
化学需氧 量	酸性滚镀 锌电镀加 工	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	0%	0%	0%

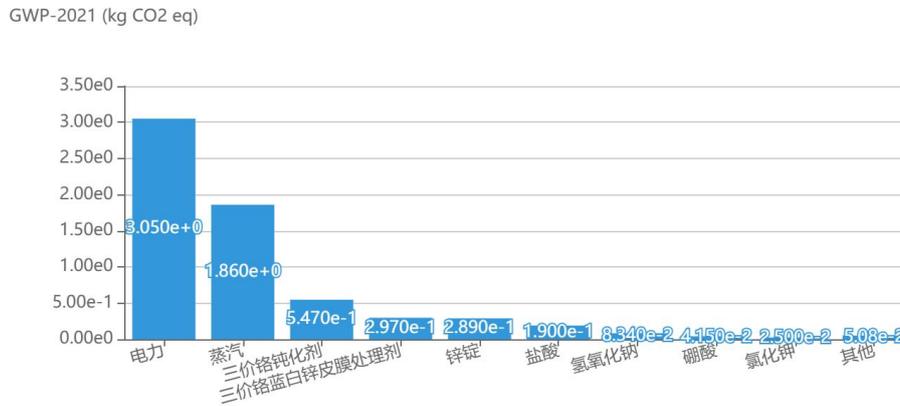
精制硝酸 - 轻型柴油 货车运输 (2t) - 中国	酸性滚镀 锌电镀加 工	4.70E-04 %	4.97E -04%	1.19E-0 3%	4.15E- 05%	1.23E- 03%	2.69E-0 3%	8.85E-0 4%	0.01%	0.01 %
碳酸钠 - 中型柴油 货车运输 (8t) -中 国	酸性滚镀 锌电镀加 工	4.34E-04 %	3.48E -04%	8.35E-0 4%	2.9E-0 5%	5.24E- 04%	1.05E-0 3%	4.05E-0 4%	8.23E -03%	4.43E -03%
磷酸三钠 - 中型柴 油货车运 输 (8t) - 中国	酸性滚镀 锌电镀加 工	4.33E-04 %	3.47E -04%	8.33E-0 4%	2.9E-0 5%	5.23E- 04%	1.05E-0 3%	4.04E-0 4%	8.22E -03%	4.42E -03%
氨氮	酸性滚镀 锌电镀加 工	0%	0%	0%	0%	0%	0.01%	0%	0%	0%

清单数据灵敏度百分比柱状图

GWP-2021 (kg CO₂ eq)



清单数据灵敏度数值柱状图



3.4 酸性滚镀锌电镀加工LCA结果（按过程）

序号	过程名称	GWP-2021 值占比%	GWP-2021 值
1	运输过程	0.20%	0.02
2	原材料投入	23.33%	1.50
3	电镀过程 能源使用	76.45%	4.92
4	合计	100%	6.44

4. 生命周期解释

4.1. 假设与局限性说明

各单元过程模型数据假设描述见下表

表 .模型假设描述

过程名称	模型假设分析
酸性滚镀锌电镀加工	不涉及

4.2. 完整性说明

生命周期模型数据

表 . 数据缺失或忽略的物料汇总表

消耗名称	所属过程	上游数据来源	数量单位	检查结果
沙特利酸锌 290A(CI)载体 添加剂	酸性滚镀锌电 镀加工	数据不可得	1.9624g	符合取舍规则
保护膜	酸性滚镀锌电 镀加工	数据不可得	0.5278g	符合取舍规则
压缩空气	金属铬、氮化铬 铁、中低碳铬 铁、微碳铬铁、 高碳铬铁、真空 法微碳铬铁、铬 矿、装料级铬铁 [来自数据集]	未定义	0.0035m3	符合取舍规则
焦炉煤气	工业锅炉蒸汽 [来自数据集]	未定义	0m3	符合取舍规则
高炉煤气	工业锅炉蒸汽 [来自数据集]	未定义	0m3	符合取舍规则
天然气	工业锅炉蒸汽 [来自数据集]	未定义	0m3	符合取舍规则
液化石油气	工业锅炉蒸汽 [来自数据集]	未定义	0m3	符合取舍规则
转炉煤气	工业锅炉蒸汽 [来自数据集]	未定义	0m3	符合取舍规则
沙特利酸锌 290 MIX 补充 光剂	酸性滚镀锌电 镀加工	数据不可得	2.9098g	符合取舍规则
磷酸三钠	酸性滚镀锌电 镀加工	数据不可得	8.3045g	符合取舍规则

压缩空气	金属铬、氮化铬铁、中低碳铬铁、微碳铬铁、高碳铬铁、真空法微碳铬铁、铬矿、装料级铬铁 [来自数据集]	未定义	0.0064m3	符合取舍规则
六亚甲基四胺	酸性滚镀锌电镀加工	数据不可得	0.5414g	符合取舍规则

4.3. 数据质量评估结果

报告采用 CLCD 质量评估方法，在 eF 系统上完成对模型清单数据的不确定度评估，得到数据质量评估评估结果见表。

表 . LCA 数据质量评估结果

指标名称	缩写（单位）	LCA 结果	结果不确定度	结果上下限 (95%置信区间)
气候变化	GWP-2021(kg CO ₂ eq)	6.441	9.35%	[5.84,7.04]
一次能源消耗	PED(MJ)	91.45	9.23%	[83.01,99.89]
非生物资源消耗潜值	ADP(kg antimony eq.)	0.00001343	3.08%	[1.3E-05,1.38E-05]
水资源消耗	WU(kg)	94.69	6.41%	[88.62,100.76]
酸化	AP(kg SO ₂ eq)	0.02302	9.24%	[0.02,0.03]
富营养化潜值	EP(kg PO ₄ -eq)	0.001739	12.47%	[1.52E-03,1.96E-03]
可吸入无机物	RI(kg PM _{2.5} eq)	0.006622	8.92%	[6.03E-03,7.21E-03]
臭氧层消耗	ODP(kg CFC-11 eq)	0.00000003446	5.07%	[3.27E-08,3.62E-08]
光化学臭氧合成	POFP(kg NMVOC eq)	0.002298	6.97%	[2.14E-03,2.46E-03]

4.4. 结论与建议

通过对产品碳足迹构成进行分析，可以看出酸性滚镀锌电镀加工电力消耗、蒸汽消耗，及原辅材料消耗比如三价铬钝化剂、三价铬蓝白锌皮膜处理剂、锌锭消耗是酸性滚镀锌加工碳足迹的主要贡献者，而这也恰恰揭示出了其潜在的减排环节。

(1) 提高酸性滚镀锌电镀加工过程中的设备效能。通过设备和系统的节能改造，优化工艺流程，降低加工过程中的电耗。采用国内先进的工艺技术、采用达到国家能效高的耗能设备、对生产中的余热余压余能进行回收利用均是切实可行的方法。

(2) 加强加工全过程的管理。优良的生产管理，可以有效降低生产过程中的电耗，减少能源使用，降低碳排放。

(3) 降低原材料在运输过程中的能源消耗，在满足生产需求的前提下，招投标时优先考虑近距离供货方，同时加强车辆运输中的管理，合理制定发货时间、频次和路线，尽量避免空载或货载率低的无效运输，从而减少运输能耗，减少运输碳足迹。

(4) 尽量在上游原辅材料供应商当中选择性价比高的低碳产品供应商，要求上游原辅材料供应商也做产品碳足迹的认证，从而获得碳足迹量低的原料或辅料；控制上游原辅料供应商逐年按比例降低产品的碳足迹量。

企业参考文献

《ISO14067:2018 温室气体产品的碳足迹量化要求与指南》

《ISO14040:2006 环境管理-生命周期评价-原则与框架》

《ISO14044:2006 环境管理. 生命周期评估. 要求和指南》

《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》

《中国能源年鉴 2021》

《IPCC 国家温室气体清单优良作法指南和不确定性管理》

《2021 年 IPCC 国家温室气体清单指南》

《PAS2050-2011 商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范》

《综合能耗计算通则 GB/T2589-2020》

《用能单位能源计量器具配备和管理通则 GB17167-2006 》

《中华人民共和国节约能源法》

中国生命周期基础数据库 (CLCD)

中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)

中国基础工业系统生命周期核心模型的行业平均数据库

欧盟 ELCD 数据库

瑞士 Ecoinvent 数据库

国内 eF 软件数据库