

长沙黑金刚实业有限公司

产品碳足迹评价报告

委托方：长沙黑金刚实业有限公司

受托方：湖南柯林瀚特技术服务有限公司



2022年09月29日

前言

本报告基于 GB/T 24040《环境管理 生命周期评价 原则与框架》、GB/T 24044《环境管理 生命周期评价 要求与指南》和 ISO 14067《产品碳足迹 量化和通报的要求和指南》提及的生命周期方法编写。

本报告编写单位：湖南柯林瀚特技术服务有限公司

报告主要编写人：朱维

编制日期：2022-9-28

报告审核人：陈异伟

审核日期：2022-9-29

报告申请者信息

公司名称：长沙黑金刚实业有限公司

组织机构代码：914301227072348552

地址：长沙市望城区高裕中路 148 号

联系人：王珊珊

联系方式：15307316731

本报告采用全生命周期绿色管理专业委员会 WebLCA 平台及中国 LCA 基础数据库 CLCD 完成。



全生命周期绿色管理专委会
Life Cycle Assessment & Management

目 录

前言	I
1. 目标与范围定义	1
1.1. 目标定义.....	1
1.1.1. 产品信息.....	1
1.1.2. 功能单位与基准流.....	1
1.1.3. 数据代表性.....	1
1.2. 范围定义.....	1
1.2.1. 系统边界.....	1
1.2.2. 取舍原则.....	2
1.2.3. 再生分配.....	2
1.2.4. 环境影响类型.....	3
1.2.5. 数据质量要求.....	3
1.2.6. 软件与数据库.....	3
2. 数据收集	4
2.1. 产品生产过程.....	4
2.2. 产品运输阶段.....	5
2.3. 产品使用阶段.....	5
2.4. 产品废弃阶段.....	5
3. 生命周期影响分析	6
3.1. 全生命周期 LCA 结果.....	6
3.2. 过程累积贡献分析.....	6
3.3. 清单数据灵敏度分析.....	7
4. 生命周期解释	8
4.1. 假设与局限性说明.....	8
4.2. 完整性说明.....	8
4.3. 结论与建议.....	9
附件一 产品及包装图	10
附件二 eFootprint 上建立的产品 LCA 模型截图	10

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：潜孔钻头，具体信息如下：

表 1.1.产品基本信息表

基本信息	内容
生产厂家	长沙黑金刚实业有限公司
产品型号	HY5
产品重量	14.10 kg
尺寸规格(mm)	头部直径 $\Phi 140$ ，边尺 $7\times\Phi 18$ ，中齿（平面： $3\times\Phi 14$ ，凸面 $4\times\Phi 14$ ），边齿角度 38° ，顶风孔数量与直径 $2\times\Phi 20$
材料构成	碳钢
包装材料及规格	纸箱，1 kg

1.1.2. 功能单位与基准流

本报告以生产 1 台潜孔钻头（HY5）直至使用报废为功能单位。

1.1.3. 数据代表性

报告代表具体企业及产品研究，时间、地理、技术代表性如下：

- (1) 时间代表性：2021
- (2) 地理代表性：中国
- (3) 技术代表性，包括以下方面：
 - 主要原料：碳钢
 - 主要能耗：电力

1.2. 范围定义

1.2.1. 系统边界

本研究的系统边界为摇篮到坟墓，主要包括 1 件潜孔钻头原材料获取、产品生产、包装、运输到客户和使用报废后的回收处置过程。

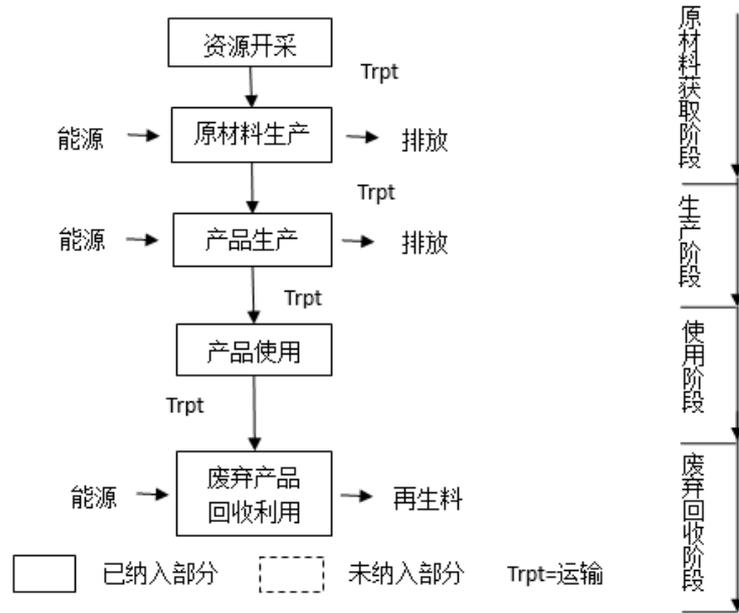


图 1.1. 系统边界图

1.2.2. 取舍原则

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：

- 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%；
- 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. 再生分配

产品在使用废弃后可获取再生料，通过拆解得到如氧化渣、废钢、废钢屑等再生原料。因此，需要合理的再生建模方法来计算该阶段因为再生料带来的环境效益。

常见的再生方法通常将再生料的环境影响用相应的初生料表示，均较主观，故本研究报告再生方法采用最新欧盟 PEF 文件（Product Environmental Footprint Category Rules Guidance, Version 6.3）中公布的 50-50 法思想，再生料承担一半

的初生料的环境影响，这样无论是使用再生料，还是产出再生料的生命周期系统均能获得一半的环境效益，此外考虑到再生料与替代的初生料品质存在差异，需要进行品质修正，修正系数可以根据两者的成分含量、经济价值等计算得到。

本研究报告中采用的修正系数（经济价值）见下表。

表 1.2.回收修正系数

材料名称	修正系数
碳钢	0.54

1.2.4. 环境影响类型

表 1.3.环境影响类型指标

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

注：eq 是 equivalent 的缩写，意为当量。气候变化指标是以 CO₂ 为基准物质，其他各种温室气体按温室效应的强弱都有各自的 CO₂ 当量因子，因此产品生命周期的各种温室气体排放量可以各自乘以当量因子，累加得到气候变化指标总量（通常也称为产品碳足迹，Product Carbon Footprint, PCF），其单位为 kg CO₂ eq。

1.2.5. 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本研究中主要考虑了以下几个方面：

- 数据准确性：实景数据的可靠程度
- 数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性，代表企业 2021 年生产水平
- 模型一致性：采用的方法和系统边界一致性的程度

为满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在研究过程中首选来自生产商和供应商直接提供的初级数据，本研究采用 2021 年的企业的实际生产数据。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，次级数据大部分选择来自 CLCD 数据库和 Ecoinvent 数据库；当目前数据库中没有完全一致的次级数据时，采用近似替代的方法选择 CLCD 数据库 Ecoinvent 数据库中数据。数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国际上的 LCA 研究。

1.2.6. 软件与数据库

本研究采用亿科生命周期环境评价与管理软件 eFootprint（以下简称

eFootprint 系统），建立了潜孔钻头生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。eFootprint 系统是由成都亿科环境科技有限公司(以下简称亿科)研发的在线 LCA 分析软件，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）是由亿科开发，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。

2. 数据收集

2.1. 产品生产过程

潜孔钻头生产工艺流程如下。

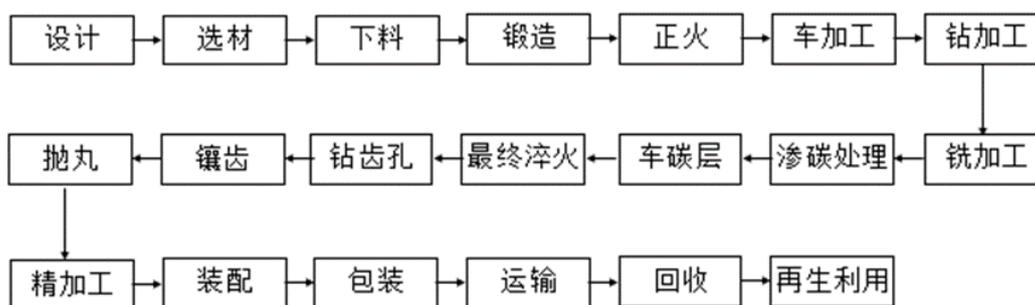


图 2.1.潜孔钻头生产工艺流程图

潜孔钻头生产制造阶段主要能源消耗为电力；主要污染物为粉尘、废气、固体废物等，生产用水经处理后循环使用，不排放，因此无生产废水产生；产生的废气经处理后达标排放；产生的固废主要为生产过程产生的废料等，全部回收利用，或交给有资质企业处理。表 2.1.中列出了产品生产过程投入的原材料及辅材消耗，以及原材料的上游数据来源。

表 2.1.过程背景数据来源表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
原材料/物料	棒材	19.32	kg	CLCD
原材料/物料	合金	0.98	kg	CLCD
原材料/物料	甲醇	0.85	kg	CLCD
原材料/物料	液氮	1.88	kg	Ecoinvent

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
原材料/物料	纸箱	1	kg	Ecoinvent
能源	电力	54.38	kWh	CLCD
能源	天然气	0.69	m ³	CLCD
可再生废料	废棒材	6.2	kg	CLCD

潜孔钻头生产过程中原材料属于外购，运输方式为 18 t 柴油货车运输，其上游数据来自 CLCD 数据库，原料运输量为 14.21 t*km。

2.2. 产品运输阶段

产品的运输主要为 18 t 柴油货车运输，运输毛重为 15.1 kg，运输平均运距为 2650 km，进一步根据运输毛重与平均运距得到运输量为 40.15 t*km。包装材料为纸箱，重量为 1 kg，可回收利用。表 2.2.为该产品运输信息。

表 2.2.运输过程信息表

产品名称	毛重	平均运输距离	运输量	上游数据来源
潜孔钻头	15.1kg	2650 km	40.15 t*km	CLCD-China-ECER 0.8

2.3. 产品使用阶段

潜孔钻头为非用能产品，使用过程不消耗资源能源。由于钻头长期和矿物岩制的冲钻，钻头会产生磨损，整个产品生命周期内的磨损质量取产品总质量的 10%，磨损掉的废钢料残存于矿物岩质中。

2.4. 产品废弃阶段

根据工厂统计，产品拆解过程不需要耗能，废弃产品最终的原料可回收量如表 2.3.所示。

表 2.3.废弃过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
可再生废料	废棒材	11.81	kg	CLCD
可再生废料	废合金	0.88	kg	CLCD

3. 生命周期影响分析

3.1. 全生命周期LCA结果

在 eFootprint 上建模计算了 1 件潜孔钻头的 LCA 结果，计算指标为气候变化(GWP)，结果如下

表 3.1.潜孔钻头 LCA 结果

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
GWP	kg CO ₂ eq	97.03

3.2. 过程累积贡献分析

生命周期各过程对环境影响的相应贡献可以展示产品不同生产过程对环境影响类型的贡献，以便为减小产品环境影响提供分析依据。为了分析潜孔钻头的生命周期环境影响，本研究将其产品生命周期分为多个过程，各实景过程的环境影响类型结果展示如下表：

表 3.2.潜孔钻头 LCA 累积贡献结果

过程名称	GWP (kg CO ₂ eq)	占比 (%)
潜孔钻头	97.03	100
产品生产	103.12	
棒材	5.10E+01	
合金	9.25E+00	
甲醇	1.18E+00	
液氮	1.24E+00	106.28
纸箱	7.70E-01	
电力	4.22E+01	
天然气	1.92E-01	
原材料运输	1.74E+00	
产品运输	4.57	4.71
产品废弃处置	-10.66	-10.99

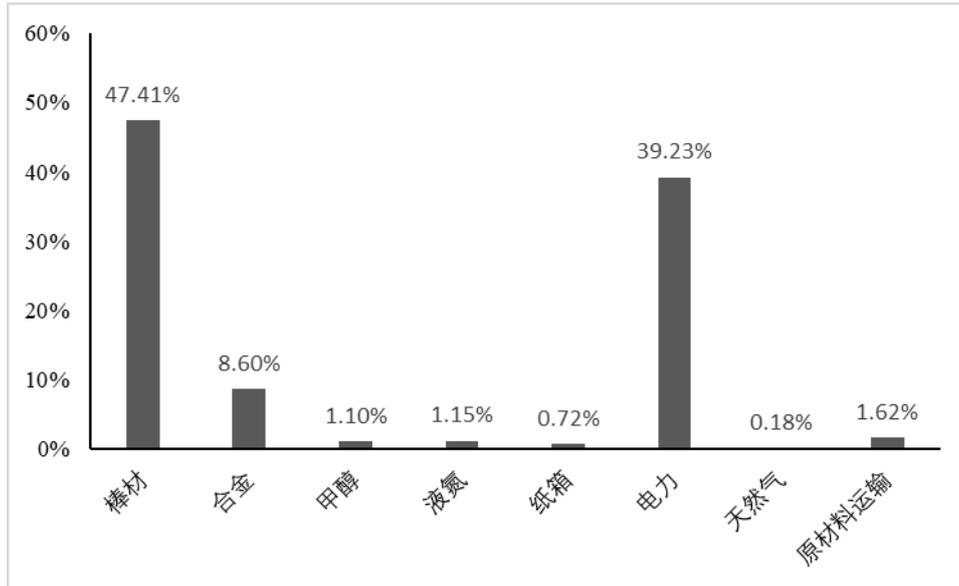


图 4.1. 生产阶段各部分贡献占比

由上表可知，从全生命周期来看，生产阶段对气候变化影响贡献最大。对于废弃阶段，因为含有可再生材料，可以减少初生材料的使用，带来环境收益，故为负值。产品生产过程，原材料的消耗对气候变化影响最大，其次是电力消耗。

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。表中罗列了清单对不同环境影响类型的贡献率。

表 3.3.清单数据灵敏度表

所属过程	清单名称	GWP (kg CO ₂ eq)
生产	电力	43.45%
	天然气	0.2%
	甲醇	1.22%
	液氮	1.28%
	棒材	52.57%
	合金	9.53%
	纸箱	0.79%
	原材料运输	1.79%
	废棒材	-4.56%
	小计	106.28%
运输	产品运输	4.71%
	小计	4.71%

所属过程	清单名称	GWP (kg CO ₂ eq)
使用	废钢料	0%
	小计	0%
废弃	废合金	-2.31%
	废棒材	-8.68%
	小计	-10.99%

4. 生命周期解释

4.1. 假设与局限性说明

潜孔钻头全生命周期考虑了上游原材料的生产与运输、产品使用和废弃带来的环境影响。产品生产过程中，原辅料均列出。

本评价中生产过程能耗和原材料消耗数据来自企业 2021 年生产数据统计，因此本研究中生产数据代表的是 2021 年的有效值。

4.2. 完整性说明

潜孔钻头生命周期系统边界为从摇篮到坟墓的过程，其生命周期考虑了原料获取、产品生产、产品使用、产品废弃等过程。生命周期模型中忽略的过程均符合取舍规则；所有上游原料及辅料的运输均被考虑。因此生命周期模型数据模型中上游生产数据基本完整。

表 4.1. 数据质量评估表

模型完整性	生命周期过程包括原料获取、产品生产、产品使用、产品废弃等过程，各过程清单数据无缺失。	
数据取舍准则	无忽略物料	
数据准确性：	物料消耗	无
实际的生产过程调查却使用了估算或文献数据，且其生命周期贡献大于 1% (背景数据不在此项范围内)	能源消耗	
	环境排放	
物料重量大于 5% 产品重量，却未调查此物料上游生产过程	无	无
物料重量大于 1% 产品重量，却被忽略的物料	无	无
物料重量大于 1% 产品重量，且所选上游背景数据代表性不一致的	无	无
采用的背景数据库	主要采用： CLCD 数据库，中国，版本 0.8	

	Ecoinvent 数据库, 全球, 版本 3.5
采用的 LCA 软件工具	eFootprint, V1.0
评估结论	根据以上分析, 潜孔钻头的生命周期评价模型和数据满足 LCA 目的和要求。

4.3. 结论与建议

本报告以 1 台潜孔钻头全生命周期的生命周期过程为研究对象, 调研了潜孔钻头全生命周期生产、运输、使用和废弃过程, 收集了各过程的清单数据, 在 eFootprint 在线 LCA 软件上建立了潜孔钻头全生命周期的 LCA 模型, 计算了气候变化(GWP) LCA 指标的结果。通过过程贡献分析分析, 发现:

(1) 全生命周期各阶段中, 生产阶段的贡献最大, 而棒材的贡献占整个生产阶段的约 50%, 其原因是生产阶段消耗棒材, 质量占比达到整个原材料质量的 95.17%; 同时, 在生产过程消耗了电力, 电力使用过程不产生排放, 但是由于电力上游生产过程会消耗大量的资源能源和排放较多温室气体, 导致使用阶段 LCA 结果较大。因此, 建议使用回收料替代原生材料, 提高生产过程中原材料利用率, 以及绿色电力的使用, 减少产品生产阶段的碳排放。

(2) 废弃回收阶段, 一台潜孔钻头中 95% 以上的材料可以被回收, 这些再生料带来的再生效益抵扣了潜孔钻头机组全生命周期约 10% 的环境影响。由此看来, 鼓励潜孔钻头的回收, 提高产品的回收率, 对产品减少全生命周期环境影响是非常必要的。建议企业建立回收体系, 指导下游企业回收、拆解及再利用, 建立产品及包装物回收拆解文件, 并传递下游相关方。

附件一 产品及包装图



附件二 eFootprint上建立的产品LCA模型截图

过程名称	GWP (kg CO2 eq)
<input checked="" type="checkbox"/> 潜孔冲击钻头	100%
直接贡献	0%
<input type="checkbox"/> 潜孔冲击钻头【生产】	106.28%
<input type="checkbox"/> 潜孔冲击钻头【使用】	4.71%
<input type="checkbox"/> 潜孔冲击钻头【废弃】	10.99%