

江西金德铅业股份有限公司
电解铅产品碳足迹评价报告

江西金德铅业股份有限公司
九江振浔管理咨询有限公司
2021 年 3 月 31 日

目 录

产品碳足迹（CFP）介绍	1
1 目标与范围定义	2
1.1 企业简介	2
1.2 目标定义	3
1.2.1 产品信息	3
1.2.2 功能单位	3
1.2.3 数据代表性	3
1.3 范围定义	4
1.3.1 系统边界	4
1.3.2 取舍原则	5
1.3.3 多产品分配	6
1.3.4 环境影响类型	6
1.3.5 数据质量要求	6
1.3.6 软件与数据库	8
2 数据收集	10
2.1 粗铅生产	10
2.2 阳极板生产	11
2.3 始极片生产	12
2.4 析出铅生产	13
2.5 电解铅生产	14
2.6 废水处理	15

2.7	废气处理	16
3	生命周期评价模型	17
3.1	粗铅生产 GaBi 模型	17
3.2	阳极板生产 GaBi 模型	18
3.3	始极片生产 GaBi 模型	18
3.4	电解阶段 GaBi 模型	19
3.5	电解铅铸锭阶段 GaBi 模型	19
3.6	废水处理 GaBi 模型	20
3.7	废气处理 GaBi 模型	20
4	碳足迹结果分析	20
4.1	各阶段碳排放结果分析	20
4.2	粗铅生产碳排放结果分析	22
5	结论及建议	23

产品碳足迹（CFP）介绍

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点，“碳足迹”这个新的术语越来越广泛地为全世界所使用。碳足迹通常分为项目层面、组织层面、产品层面这三个层面。产品碳足迹（Carbon Footprint of Products, CFP）是指衡量某个产品在其生命周期各阶段的温室气体排放量总和，即从原材料开采、产品生产（或服务提供）、分销、使用到最终处置/再生利用等多个阶段的各种温室气体排放的累加。温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）和全氟化碳（PFCs）等。碳足迹的计算结果为产品生命周期内各种温室气体排放量的加权之和，用二氧化碳当量（CO₂eq）表示，单位为 kg CO₂eq 或者 g CO₂eq。全球变暖潜值（Global Warming Potential, 简称 GWP），即各种温室气体的二氧化碳当量值，通常采用联合国政府间气候变化专家委员会（IPCC）提供的值，目前这套数值已被全球范围广泛适用。

产品碳足迹计算只包含一个完整生命周期评估（LCA）的温室气体的部分。基于LCA的评价方法，国际上已建立起多种碳足迹评估指南和要求，用于产品碳足迹认证，目前广泛使用的碳足迹评估标准有三种：①《PAS2050：2011商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，此标准是由英国标准协会（BSI）与碳信托公司（Carbon Trust）、英国食品和乡村事务部（Defra）联合发布，是国际上最早的、具有具体计算方法的标准，也是目前使用较多的产品碳足迹评价

标准；②《温室气体核算体系：产品寿命周期核算与报告标准》，此标准是由世界资源研究所（World Resources Institute，简称WRI）和世界可持续发展工商理事会（World Business Council for Sustainable Development，简称WBCSD）发布的产品和供应链标准；③《ISO/TS 14067: 2013 温室气体——产品碳足迹——量化和信息交流的要求与指南》，此标准以PAS 2050为子文件，由国际标准化组织（ISO）编制发布。产品碳足迹核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

1 目标与范围定义

1.1 企业简介

江西金德铅业股份有限公司成立于 2007 年 12 月 7 日，位于江西省德兴市香屯工业园区内。金德铅业股份有限公司（原弋阳江冶有色金属加工厂、德兴 308 厂）原隶属于江西省冶金集团公司，成立江西金德铅业股份有限公司后隶属于江西铜业集团公司，主要从事铅冶炼生产和硫酸生产。

公司现由江西铜业集团有限公司投资控股，浙江云雾山矿业有限公司、浙江五峰电子有限公司等股东共同出资组建。注册资本 35579 万元人民币，设计年产电铅 8 万吨、硫酸 7.4 万吨、粗金 290 公斤、电银 205 吨，副产铜、锌、铋、锑等。

公司金德铅业是按照现代企业制度，以发起方式设立的股份公司，产权清晰，权责明确，管理科学，内控机制健全。

公司本着精简高效的原则，现有员工总数 831 人。公司冶炼系统 534 人，七宝山矿业 297 人。

1.2 目标定义

根据本项目评价目的，按照 PAS 2050: 2011 标准的要求，确定本项目的评价范围，包括功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、影响评价方法和数据质量要求等。

1.2.1 产品信息

本项目的评价对象为电解铅，具体信息如下：

规格型号：Pb 99.994%

产品类别：金属

形状与形态：块体/锭材

1.2.2 功能单位

本项目以生产 1 公斤电解铅为功能单位。

1.2.3 数据代表性

本项目评价为企业 LCA-代表此企业及供应链水平（采用实际生产数据），其中，时间、地理、技术代表性如下：

- （1） 时间代表性：2020 年
- （2） 地理代表性：中国

(3) 技术代表性，包括以下方面：

- 主要工艺：氧气底吹熔炼、氧气侧吹还原、烟化炉吹炼、火法熔炼、电解

- 生产规模: 8 万吨/年

- 主要原料：铅精矿

- 主要能耗：电力、煤、天然气

1.3 范围定义

1.3.1 系统边界

本项目的系统边界为生命周期-生产阶段（从资源开采到产品出厂），主要包括原料采购、粗铅生产、阳极浇铸工序、始极片制片工序、电解工序、电铅铸锭工序、废水处理、废气排放这几个过程，系统边界见图 1.3。

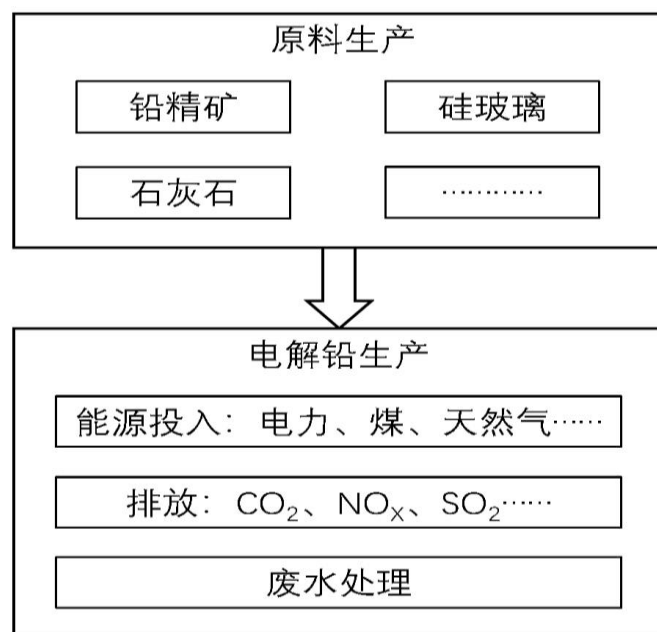


图 1.3 系统边界示意图

1.3.2 取舍原则

本项目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：

（1）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）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；

（3）大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

（4）在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

1.3.3 多产品分配

复杂多样的多产品系统需采用合理的建模方法对整个系统的资源环境影响进行分配，从而得到主、副产品各自的环境影响，常见的方法有分段法、物理化学性质分配法、经济价值分配法、系统扩展法（替代法）等。

本项目评价的产品为电解铅，副产品为硫酸、铜浮渣等，副产品采用经济价值法进行分配。

1.3.4 环境影响类型

基于项目目标的定义，本项目只选择全球气候变化这一种影响类型，并对产品生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为GWP 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。环境影响类型指标见表 1.1。

表 1.1 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 ,N ₂ O...

注：eq 是 equivalent 的缩写，意为当量。例如气候变化指标是以 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，Carbon Footprint of Product ,CFP），其单位为 kg CO₂eq。

1.3.5 数据质量要求

数据的来源和质量是生命周期评价（LCA）方法应用的最大制约

因素，决定着研究对象是否符合实际，研究结果是否被大众认可。数据分两类，实景数据和背景数据，实景数据来自直接调查或请求供应商或他人提供数据，背景数据选择数据库数据。一般来说，输入数据的质量依赖于数据来源、分析者对所研究的产品和过程的认识程度、所作的假设以及计算和校验程序。

本研究采用电解铅生产企业江西金德铅业股份有限公司的实际生产工艺数据、环境检测报告中的数据和 GaBi 软件提供的物料及能源数据。电解铅生产过程中的所有相关步骤都已考虑在内并将进行模型的构建，能真实反映出实际的生产情况及对环境的影响，所有的生产过程与评价目的和范围一致。

初级数据，如生产制造的物料清单（BOM）由生产厂商及供应商直接提供，数据等级为实际现场值，数据质量高；次级数据如工艺中使用的电力以及其他能源来源于 GABI 数据库内的背景数据，其数据库包括 8000 种不同的能源与材料流程，同时还能提供 400 种的工业流程，归纳在十种基本流程中，如工业制造、物流、采矿、动力设备、服务、维修等。该软件的主要特色包括：涉及领域广泛的最新综合数据库，尤其是率先在世界上发布了电子类产品环境负荷数据集。此外在环境影响指标方面，比如全球变暖潜势，臭氧层消耗潜势等影响效果分类问题，采用了 ISO（国际标准化组织）、SETAC（环境毒理学与化学学会），WMO（国际气象组织），IPCC（联合国政府间气候变化专门委员会）等倡议的最新解析方法。

1.3.6 软件与数据库

本研究采用生命周期评价软件 GaBi Ts，此软件为目前全球以工业数据为基础的最大最权威的生命周期评价（LCA）数据库软件，是针对物质流分析和生命周期评价等的专业应用软件。其以强大的功能、人性化的界面和模拟分析等优点（参见下图），较多地应用于建筑、汽车、农业、产品等领域，从而衡量评估研究对象的环境影响潜势，并且为了更好地处理生命周期评价中的循环分配问题，特别采用了模块化模型方法，自动计算不同分配方法的敏感度。GaBi 软件主界面见图 1.4，GaBi 软件计算分析见图 1.5。

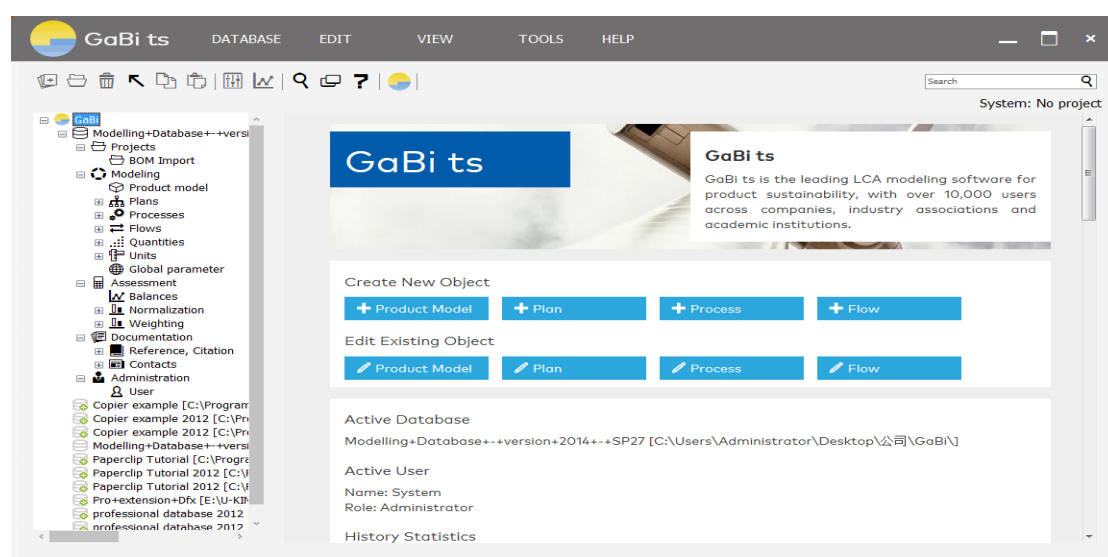


图 1.4 GaBi 软件主界面

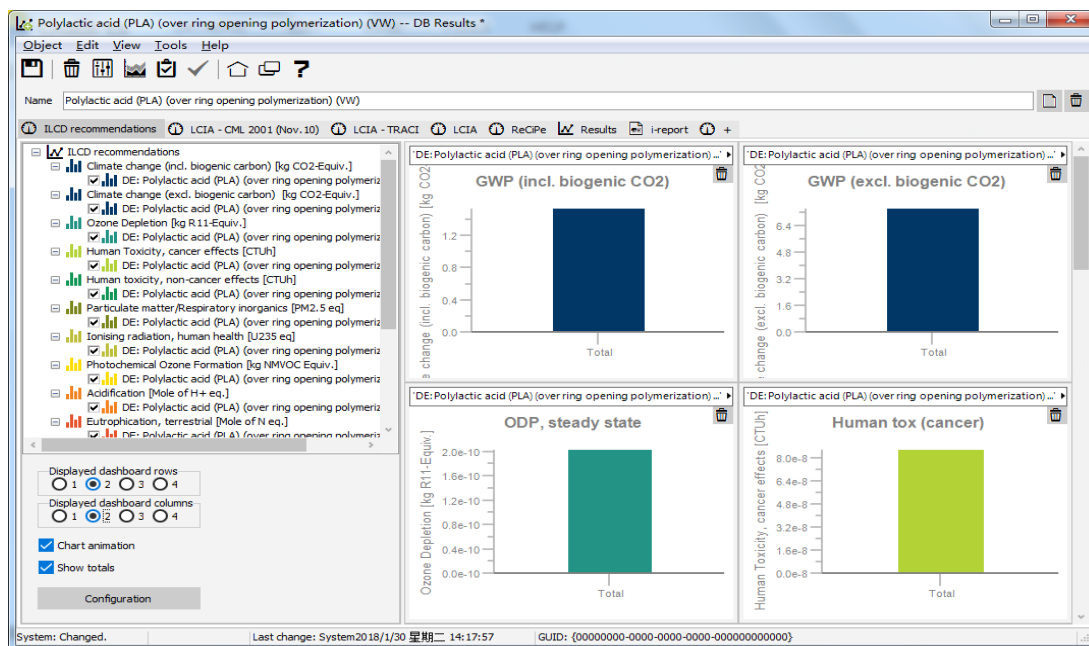


图 1.5 GaBi 软件计算分析图

其数据库包括 10000 多种不同的能源与材料流程，也提供 400 种的工业流程，归纳在十种基本流程中，如工业制造、物流、采矿、动力设备、服务、维修等。该软件的主要特色包括：

(1) 涉及领域广泛的最新综合数据库，尤其是率先在世界上发布了电子类产品环境负荷数据集。对环境影响方面的数据，比如地球变暖潜能、臭氧层消耗潜能等影响效果分类问题，采用了 ISO（国际标准化组织）、SETAC（环境毒理学与化学学会）、WMO（国际气象组织）、IPCC（联合国政府间气候变化专门委员会）等倡议的最新解析方法。

(2) GaBi 还提供了根据生命周期评价各项目阶段来进行系统评价或分步评价的手法，支持用户根据 ISO14000 的准则输入所需评估项目的目的和范围，用户可以自己定义所评估项目、采集数据和解析结果。

(3) 软件的图形界面具有透明性和灵活性，可以以线的粗细来表示质量、能量或成本大小，另外一个有用的功能是采用模型化，它可以将研究对象各过程单元进行模块化展示，并按照类别将这些模块单元进行分组处理。

此外，软件和相应的数据库相互独立。目前已有众多企事业单位将 GaBi 软件应用于数据管理和环境影响评价的案例研究。

2 数据收集

通过现场调研后将资料收集清单发送给电解铅生产企业获得数据后，根据表格制作各阶段数据清单表，便于数据在 GaBi 软件中进行操作。

2.1 粗铅生产

(1) 过程基本信息

过程名称：粗铅生产

过程边界：从原料进厂到生产粗铅

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业实际数据及 GaBi 数据库数据

企业名称：江西金德铅业股份有限公司

产地：中国

基准年：2020 年

主要设备：氧气底吹熔炼炉、氧化侧吹还原炉等

主要原料：铅精矿（40%~60%）

主要能耗：电力、煤

粗铅生产数据清单见表 2.1。

表 2.1 粗铅生产数据清单

类别	名称	数量	单位	上游数据来源
产出	粗铅	1	t	GaBi 数据库-背景数据
	蒸汽	0.11	t	GaBi 数据库-背景数据
	还原炉炉渣	0.87	t	企业-前景数据
投入	铅精矿（40~60%）	2.03	t	企业-前景数据
	返料（熔炼烟尘）	0.361	t	GaBi 数据库-背景数据
	铅浮渣	1.63	t	企业-前景数据
	铅氧化渣	0.185	t	企业-前景数据
	河沙	0.152	t	GaBi 数据库-背景数据
	石灰石	0.064	t	GaBi 数据库-背景数据
	电力	113	kWh	GaBi 数据库-背景数据
	烟煤	13.5	kg	GaBi 数据库-背景数据
	无烟煤	153	kg	GaBi 数据库-背景数据
	水	1.89	t	GaBi 数据库-背景数据
排放	NO _x	0.73	kg	GaBi 数据库-背景数据
	SO ₂	1.11	kg	GaBi 数据库-背景数据
	CO ₂	0.122	m ³	GaBi 数据库-背景数据
	粉尘	0.28	kg	GaBi 数据库-背景数据
	废水	0.38	t	企业-前景数据
	COD	0.016	kg	GaBi 数据库-背景数据
	氨氮	0.002	kg	GaBi 数据库-背景数据
	水淬渣	0.75	t	企业-前景数据
	还原炉高锌渣	0.87	t	企业-前景数据

2.2 阳极板生产

（1）过程基本信息

过程名称：阳极板生产

过程边界：从粗铅到生产阳极板

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业实际数据及 GaBi 数据库数据

企业名称：江西金德铝业股份有限公司

产地：中国

基准年：2020 年

主要设备：熔铅锅、阳极铸锭机、整型机组

主要原料：粗铅

主要能耗：电力、天然气

阳极板生产数据清单见表 2.2。

表 2.2 阳极板生产数据清单

类别	名称	数量	单位	上游数据来源
产出	阳极板	1	t	企业-前景数据
	铜浮渣	0.095	t	企业-前景数据
投入	粗铅	1.08	t	GaBi 数据库-背景数据
	除铜剂	2.17	kg	GaBi 数据库-背景数据
	电力	19.06	kWh	GaBi 数据库-背景数据
	天然气	19	m ³	GaBi 数据库-背景数据
	水	0.12	t	GaBi 数据库-背景数据
排放	CO ₂	8.88	m ³	GaBi 数据库-背景数据

2.3 始极片生产

(1) 过程基本信息

过程名称：始极片生产

过程边界：从析出铅到生产始极片

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业实际数据及 GaBi 数据库数据

企业名称：江西金德铅业股份有限公司

产地：中国

基准年：2020 年

主要设备：熔铅锅、始极片制片机组

主要原料：析出铅

主要能耗：电力、天然气

始极片生产数据清单见表 2.3。

表 2.3 始极片生产数据清单

类别	名称	数量	单位	上游数据来源
产出	阴极板	1	t	企业-前景数据
投入	析出铅	0.163	t	GaBi 数据库-背景数据
	电力	10.8	kWh	GaBi 数据库-背景数据
	天然气	7.05	m ³	GaBi 数据库-背景数据
	水	0.12	t	GaBi 数据库-背景数据
排放	CO ₂	40.31	m ³	GaBi 数据库-背景数据

2.4 析出铅生产

（1）过程基本信息

过程名称：析出铅生产

过程边界：析出铅生产工序

（2）数据代表性

主要数据来源：企业实际数据及 GaBi 数据库数据

企业名称：江西金德铅业股份有限公司

产地：中国

基准年：2020 年

主要原料：阳极板、始极片

主要能耗：电力、天然气

析出铅生产数据清单见表 2.4。

表 2.4 析出铅生产数据清单

类别	名称	数量	单位	上游数据来源
产出	析出铅	1	t	企业-前景数据
	阳极泥	0.023	t	企业-前景数据
投入	阳极板	2.14	t	GaBi 数据库-背景数据
	始极片	0.17	t	GaBi 数据库-背景数据
	木质素	1.08	kg	GaBi 数据库-背景数据
	骨胶	1.39	kg	GaBi 数据库-背景数据
	硅氟酸	2.99	kg	GaBi 数据库-背景数据
	电力	171.59	kWh	GaBi 数据库-背景数据
	水	1.5	t	GaBi 数据库-背景数据
排放	/	/	/	/

2.5 电解铅生产

（1）过程基本信息

过程名称：电解铅生产

过程边界：电解铅生产工序

（2）数据代表性

主要数据来源：企业实际数据及 GaBi 数据库数据

企业名称：江西金德铅业股份有限公司

产地：中国

基准年：2020 年

主要原料：析出铅

主要能耗：电力、天然气

电解铅生产数据清单见表 2.5。

表 2.5 电解铅生产数据清单

类别	名称	数量	单位	上游数据来源
产出	电解铅	1	t	企业-前景数据
	氧化铅	0.02	t	企业-前景数据
投入	析出铅	1.002	t	GaBi 数据库-背景数据
	片碱	1.35	kg	GaBi 数据库-背景数据
	电力	25.32	kWh	GaBi 数据库-背景数据
	天然气	21.15	m ³	GaBi 数据库-背景数据
	水	1.5	t	GaBi 数据库-背景数据
排放	CO ₂	21.15	m ³	/

2.6 废水处理

（1）过程基本信息

过程名称：废水处理

过程边界：废水处理工序

（2）数据代表性

主要数据来源：企业实际数据及 GaBi 数据库数据

企业名称：江西金德铅业股份有限公司

产地：中国

基准年：2020 年

主要原料：氢氧化钙溶液

主要能耗：电力

废水处理数据清单见表 2.6。

表 2.6 废水处理数据清单

类别	名称	数量	单位	上游数据来源
投入	Ca(OH) ₂ 乳液	281.43	t	GaBi 数据库-背景数据
	氢氧化钙溶液	1105.83	t	GaBi 数据库-背景数据
	生物制剂	720	t	GaBi 数据库-背景数据
	电力	356480	kWh	GaBi 数据库-背景数据
输出	废水	95040	t	企业-前景数据-
	COD	1.53	t	
	氨氮	0.21	t	-

2.7 废气处理

(1) 过程基本信息

过程名称：废气处理

过程边界：废气处理工序

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业实际数据及 GaBi 数据库数据

企业名称：江西金德铅业股份有限公司

产地：中国

基准年：2020 年

主要原料：氢氧化钙乳液

废气处理数据清单见表 2.7。

表 2.7 废气处理数据清单

类别	名称	数量	单位	上游数据来源
投入	Ca(OH) ₂ 乳液	725.10	t	企业-前景数据

输出	废气	192456.634	万 Nm ³	-
	二氧化硫	107.87	t	GaBi 数据库-背景数据
	氮氧化物	70.527	t	GaBi 数据库-背景数据
	颗粒物	30.41	t	GaBi 数据库-背景数据
	铅及其化合物	1.1763	t	-
	汞及其化合物	0.0029	t	-

3 生命周期评价模型

通过生命周期评价专业软件 GaB Ts 软件，对收集的电解铅生产数据进行生命周期评价建模。

3.1 粗铅生产 GaBi 模型

粗铅生产阶段 GaBi 模型见图 3.1。

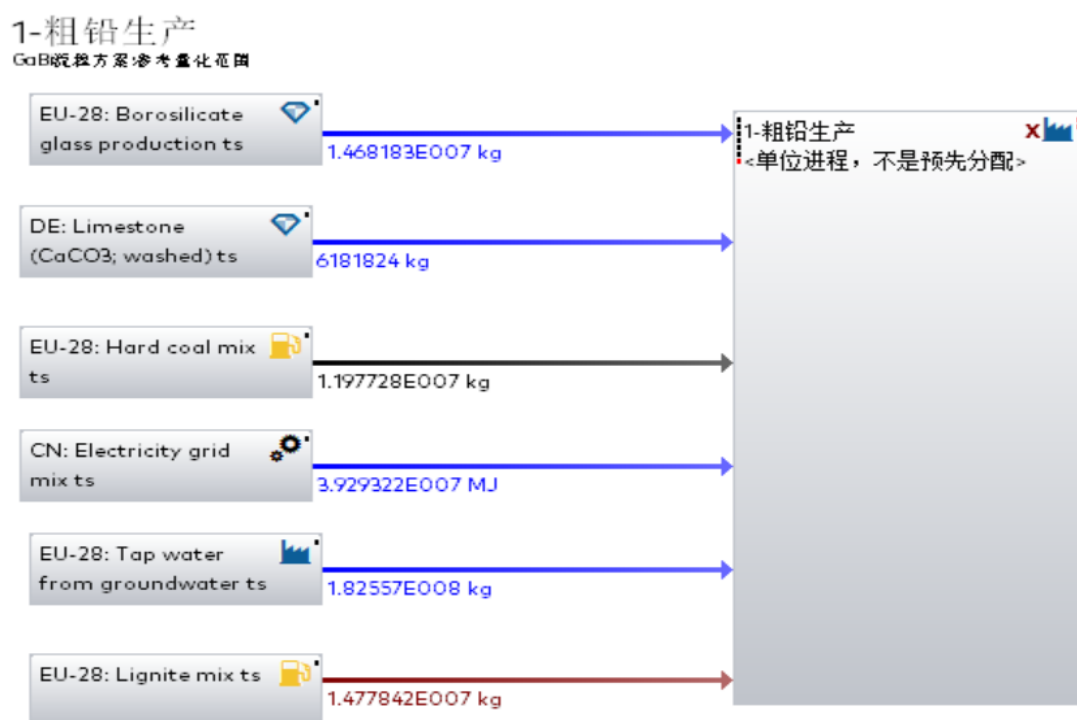


图 3.1 粗铅生产阶段 GaBi 模型

3.2 阳极板生产 GaBi 模型

阳极浇铸阶段 GaBi 模型见图 3.2。

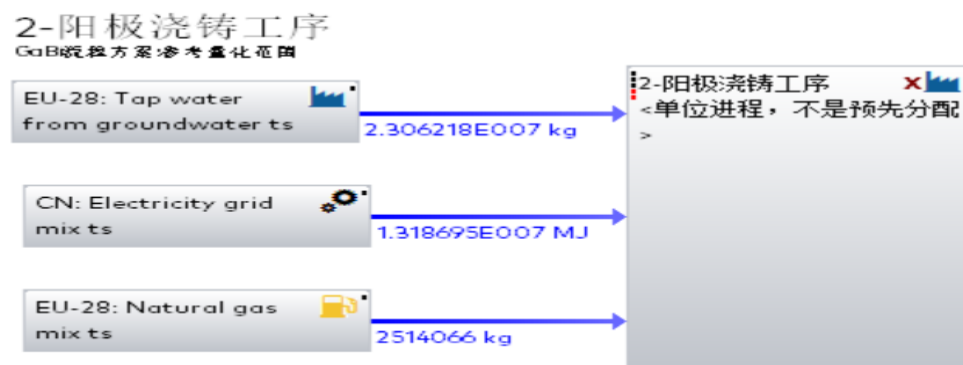


图 3.2 阳极浇铸阶段 GaBi 模型

3.3 始极片生产 GaBi 模型

始极片制片阶段 GaBi 模型见图 3.3。



图 3.3 始极片制片阶段 GaBi 模型

3.4 电解阶段 GaBi 模型

电解阶段 GaBi 模型见图 3.4。



图 3.4 电解阶段 GaBi 模型

3.5 电解铅铸锭阶段 GaBi 模型

电解铅铸锭阶段 GaBi 模型见图 3.5。



图 3.5 电解铅铸锭阶段 GaBi 模型

3.6 废水处理 GaBi 模型

废水处理阶段 GaBi 模型见图 3.6。

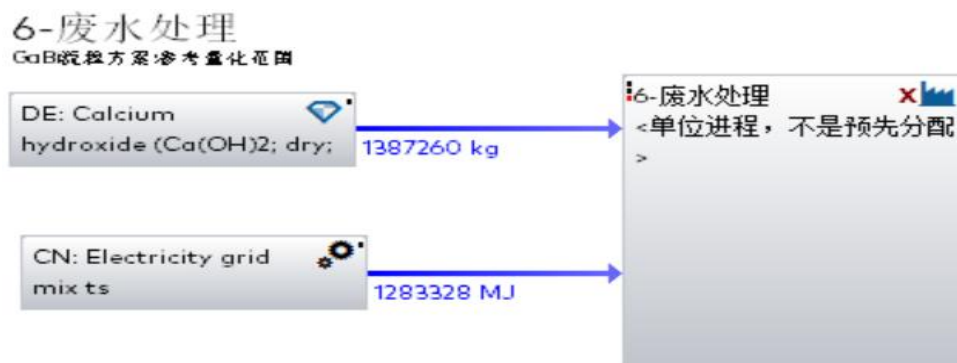


图 3.6 废水处理阶段 GaBi 模型

3.7 废气处理 GaBi 模型

废气处理阶段 GaBi 模型见图 3.7。



图 3.7 废气处理阶段 GaBi 模型

4 碳足迹结果分析

4.1 各阶段碳排放结果分析

通过对电解铅产品制造工艺的了解及其相关数据的采集，对整体数据质量的检查和整理，并把所有的清单数据录入到 GaBi 软件当中，建成模型，最后通过计算，得出以下环境结果。各阶段碳排放数据见

表 4.1，各阶段碳排放见图 4.1。

表 4.1 各阶段碳排放数据表

	GWP 值(kg CO ₂ eq.)	GWP 百分比(%)
粗铅生产	1.559	82.03%
阳极浇铸	0.085	4.46%
始极片制片	0.016	0.83%
电解	0.149	7.82%
电铅铸锭	0.071	3.76%
废水处理	0.014	0.76%
废气处理	0.007	0.35%
电解铅生产全过程	1.900	100.00%

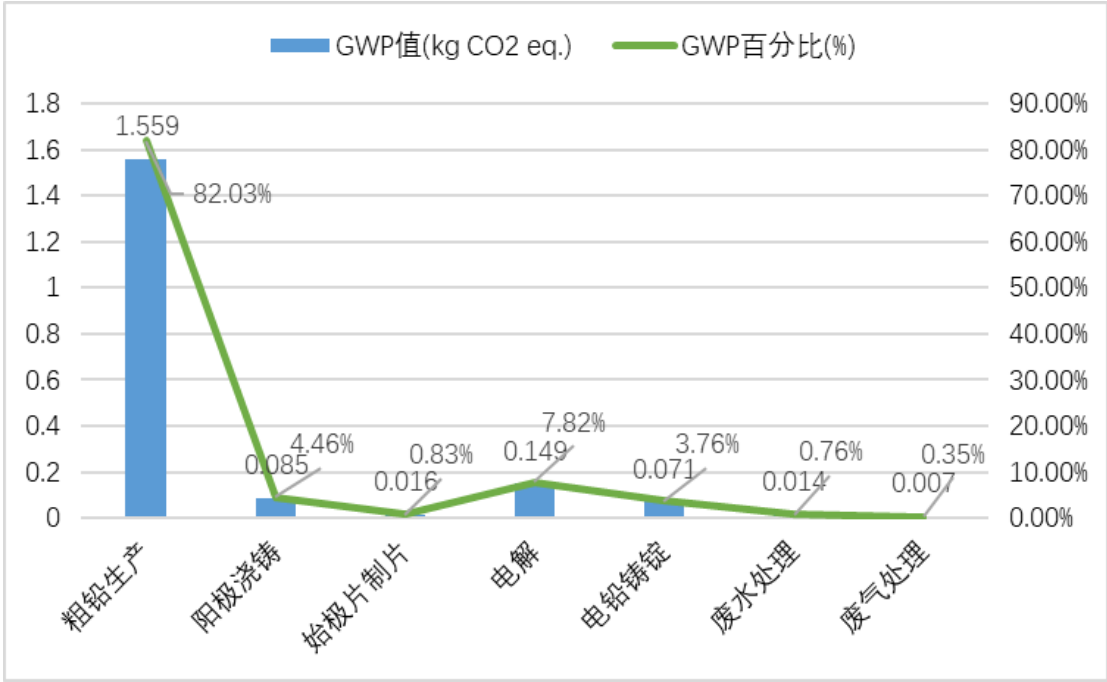


图 4.1 各阶段碳排放图

根据表 4.1 和图 4.1 可以得出粗铅生产阶段对碳排放贡献最多，其次为电解阶段、阳极浇铸阶段和电铅铸锭阶段。在碳排放当中，粗铅生产阶段贡献了 1.559kgCO₂ eq，占比为 82.03%；电解阶段贡献了 0.149kgCO₂ eq，占比为 7.82%；阳极浇铸阶段贡献了 0.085kgCO₂ eq，占比为 4.46%，电铅铸锭阶段贡献了 0.071kgCO₂ eq，占比为 3.76%；

其余工艺总占比为 1.93%。

4.2 粗铅生产碳排放结果分析

从上节可知，粗铅生产阶段的碳排放贡献度最多，因此着重对该阶段进行进一步的分析。粗铅生产阶段碳排放数据见表 4.2，粗铅生产阶段碳排放见图 4.2。

表 4.2 粗铅生产阶段碳排放数据表

	GWP 值(kg CO ₂ eq.)	GWP 百分比(%)
铅精矿	0.56024	35.94%
电力	0.21856	14.02%
河沙	0.67757	43.47%
无烟煤	0.08949	5.74%
占比较大组分总和	1.54587	93.44%



图 4.2 粗铅生产阶段碳排放图

根据表 4.2 和图 4.2 可知，在粗铅生产阶段所有材料、能源使用过程中，硅玻璃、铅精矿、电力和无烟煤造成的碳排放量较多，其中

硅玻璃占比最大为 43.47%，铅精矿占比 35.94%，电力占比 14.02%，无烟煤占比 5.74%。

5 结论及建议

(1) 江西金德铅业股份有限公司 2020 年生产 1kg 电解铅产品的碳排放量为 1.900 kgCO₂eq，其中粗铅生产阶段对碳排放贡献最多，其次为电解阶段、阳极浇铸阶段和电铅铸锭阶段。在碳排放当中，粗铅生产阶段贡献了 1.559kgCO₂ eq，占比为 82.03%；电解阶段贡献了 0.149kgCO₂ eq，占比为 7.82%；阳极浇铸阶段贡献了 0.085kgCO₂ eq，占比为 4.46%，电铅铸锭阶段贡献了 0.071kgCO₂ eq，占比为 3.76%；其余工艺总占比为 1.93%。

(2) 在粗铅生产阶段所有材料、能源使用过程中，河沙、铅精矿、电力和无烟煤造成的碳排放量较多，其中河沙占比最大为 43.47%，铅精矿占比 35.94%，电力占比 14.02%，无烟煤占比 5.74%。

综上所述，降低电解铅产品的碳排放量可以从以下方面进行改善：在粗铅生产阶段，河沙和铅精矿贡献了最多的碳排放量，因此公司可以从这两个方面着手，加强原辅材料的管理，提高原辅材料利用率，减少硅玻璃的使用量，或使用相同功能、碳排放量低的辅料，以达到减少碳排放量的目的。