

目 录

一、概况	1
1.生产者信息	1
2.产品信息	2
3.量化方式	4
二、 量化目的	6
三、 量化范围	7
1.功能单位或声明单位	7
2.系统边界	7
3.时间范围	7
四、 清单分析	8
1.数据来源说明	8
2.分配原则与程序	9
3.清单结果及计算	10
4.数据质量评价	10
五、 影响评价	15
1.影响类型和特征化因子选择	16
2.产品碳足迹结果计算	16
六、 结果解释	17
1.结果说明	17
2.改进建议	18

一、概况

1.生产者信息

生产者名称：万基控股集团石墨制品有限公司

地址：河南省洛阳市新安县经济技术开发区新安园区
钢铁大道8号河南万基铝业院内

法定代表人：姬延召

授权人（联系人）：赵彬秀

联系电话：13939935890

企业概况：

万基控股集团石墨制品有限公司是万基控股集团的全资子公司，总资产10亿元，占地面积18万平方米，职工500余人，公司年产铝用石墨化阴极5万吨、石墨电极1万吨，拥有炭素材料国家注册实验室，国家级高新技术企业，河南省石墨阴极材料工程技术研究中心，是工序最全，规模最大的石墨化阴极生产企业。

石墨化阴极是铝行业公认最好的电解槽内衬材料，具有使用寿命长、能源消耗少、单槽产量高、炉帮形成好，电解槽炉底压降可低至170mv以下，同比其它内衬，寿命可超过一倍以上，且每生产一吨原铝可节电300~500度左右，年产40万吨的铝厂年可节约电费5000万元左右，经济效益非常可观。

石墨电极主要用于电弧炼钢炉、矿热电炉、电阻炉，也可用于加工成各种坩埚、石墨器具、热压铸模和真空电炉发热体等异型产品。主要用于钢铁冶炼，以及生产铁合金，纯硅、黄磷、冰铜和电石、石

英玻璃等工业产品领域，也可用做电阻炉的炉头，有着广泛的工业用途。

万基石墨公司采用德国进口成型机、连续混捏机、自动配料秤、抽真空系统等先进装备，密度超过国标 7%-10%，采用带盖焙烧炉，减少了炉室温差，使制品受热更加均匀，强度更高、密度更大、寿命更长；采用国内最先进的联合锯铣加工机组，产品尺寸更加精确。投产以来深得客户好评产品远销欧美、印度、迪拜、俄罗斯等 20 多个国家和地区，在国内石墨化阴极市场占有主导地位，为我国铝电解行业向着节能环保、长寿高效的方向发展奠定了硬件基础，深受业内人士赞扬。

2.产品信息

产 品 名 称 ： 石墨化阴极

产 品 功 能 ：

石墨化阴极炭块是铝用阴极炭块中最高档的产品，是欧美发达国家铝冶炼企业采用的主要阴极炭素材料。因为石墨的优越性能，石墨化阴极目前已经成为国内外铝电解槽阴极内衬的高档主流材料，在超大型电解槽上发挥着极其重要的作用，代表着当今铝工业的发展方向，石墨化阴极同半石墨质阴极相比，主要具有以下明显的优势。

(1) 节省电费 降低成本

石墨具有良好的导电性，配合磷生铁浇铸技术，炉底压降可降至 170mv 以下，吨铝可节电 300-500 度左右，具有良好的经济性。

(2) 性能优异 槽龄延长

石墨化阴极具有良好的抗钠侵蚀性和抗热震性，在电解槽启动早期无破损现象，采用石墨化阴极，电解槽寿命可达到 3650-5550 天，延长 100%-150%，延长了电解槽的大修周期，检修费用成倍降低。

(3) 运行稳定 维护简单

石墨化阴极导热性好，更容易形成炉帮，阴极垂直电流密度大大降低了电流旁路基空耗，给铝电解形成炉帮创造了可靠平台，电流效率提高 12%。

(4) 维修量小 危废减少

电解槽废阴极和废内衬都被列入工业危废，处置费用高昂，采用石墨化阴极后，可减少危废产生量一倍以上，减少了污染，降低了企业环保投入。

工 艺 介 绍 :

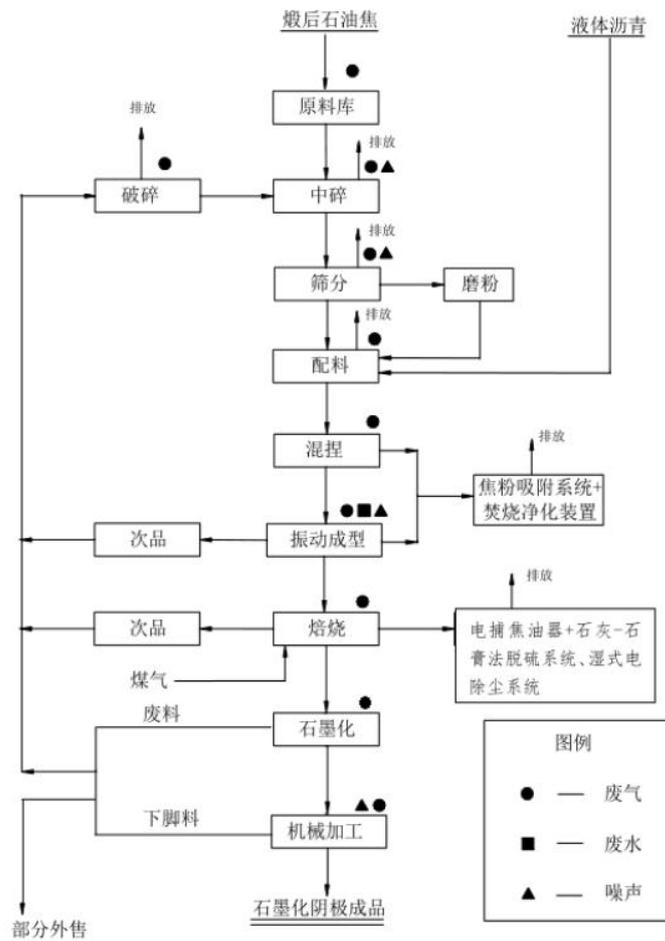


图 1 生产工艺流程图

工艺流程简述:

(1) 生阴极制造中碎配料

①返回料破碎筛分系统:对各种生碎料、焙烧碎、大块石墨碎(如需要)等进行破碎筛分。从焙烧工序来的焙烧废块、混捏及成型工序来的生碎料分别进入返回料破碎筛分系统,先经过500t 液压破碎机破碎,后经反击式破碎机破碎,再经水平振动筛筛分,分出各种粒级的粒度料贮放在各自的配料仓中。筛上料送双辊破碎机重新破碎再进入水平振动筛筛分,成闭路循环。合格物料转入石油焦破碎筛分系统。

②磨粉系统:主要由球磨机及配套磨机选粉系统等设备组成,用

于磨制从配料仓来的煨后石油焦或其它料的配料用粉料。

③配料系统：主要由配料仓、配料称等组成，粒料及粉料用自动配料称称量后运至混捏工序。

(2) 生阴极制造混捏成型

从配料系统来的干料，在混捏机内经导热油加热预热到 170~180℃后，同时加入沥青及生碎料进行混捏。液体沥青直接外购。混捏好的糊料在混捏机中先冷却到 160℃以下，再送到成型机进行成型，生阴极炭块经冷却后贮存于生制品堆场，不合格品返回中碎配料工序破碎筛分处理。废糊经冷却后返回中碎配料系统。

(3) 阴极焙烧及填充料处理

成型的生炭块通过平板车运至焙烧车间，用天车吊入焙烧炉中进行焙烧，焙烧周期 480h~600h，焙烧温度 1280℃，采用天然气为燃料。焙烧炉采用冶金焦作填充料，经破碎、烘干、筛分粒度为 6~2mm 后贮存于填充料仓中，需要时装入活动料斗中，由天车装入焙烧炉中。炭块出炉时由吸料天车吸出填充料，填充料运回填充料加工部进行破碎筛分处理，筛除细料部分后重新使用，细粉外售。

(4) 石墨化及石墨化保温料加工

采用新型内热串接石墨化炉，配套相应的整流及控制设备。该炉对产品长度无限制，炉芯温度梯度仅为 100℃，有利于提高制品质量和成品率。在石墨化主车间旁设置保温料加工部用于加工石墨化过程所需的保温材料。

焙烧后的毛坯通过电动平板车送至石墨化车间，用多功能天车装入石墨化炉，其周围填充以冶金焦粒，组成石墨化炉芯，炉芯底部、两侧及上部覆以冶金焦炉底料及保温料。装好炉后按规定的送电曲线

通电将制品石墨化。通过自然冷却及喷水冷却后的石墨化制品出炉，合格的石墨化阴极块送阴极机加工工段进行加工，不合格品部分回用，余量外售。

3.量化方式

依据标准：

《ISO 14067: 2018 温室气体产品的碳排放量化和交流的要求和指南》

《PAS2050: 2011 产品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》

《ISO 14064-3:2019 对温室气体声明进行审定和评价的指南性规范》

《温室气体 产品碳足迹量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）

《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）

二、量化目的

万基控股集团石墨制品有限公司对石墨化阴极进行产品碳足迹量化的目的主要包括以下几个方面：

1.提升品牌形象，增加产品市场竞争力

准确核算石墨化阴极产品碳足迹，提升碳足迹核算评价结果的国际公信力，应对国际绿色贸易壁垒，降低国内对外贸易产品供应链出口成本，提升绿色竞争力。

2.符合行业趋势与客户需求

产品碳足迹管理符合行业趋势与客户要求，顺应品牌商、供应商对产品碳足迹提出的市场需求，助力绩效追踪、供应商和客户关系维护，增加客户价值。

3.促进企业内部改进

计算并展示石墨化阴极产品碳足迹,可以帮助企业了解石墨化阴极产品在整个生命周期中的碳排放情况,从而识别出减排潜力,制定相应的节能降碳措施,优化生产工艺,降低运营成本。

三、量化范围

1.功能单位或声明单位

以 t 为功能单位或声明单位。

2.系统边界

- 原材料获取阶段 生产阶段 运输（交付）阶段 使用阶段
原生命末期阶段

包含的过程	未包含的过程
1、原材料获取阶段： ①主要原材料隐含的排放，原材料类型包括煅后石油焦、沥青、冶金焦； ②不涉及产品包装原材料。	产品的运输（交付）与使用
2、原材料运输阶段 从各原材料供应商到万基控股集团石墨制品有限公司生产区域大门。	产品回收、处置和废弃阶段
3、产品生产阶段 生产过程能源消耗产生的排放。	设备的生产与维修

3.时间范围

2024 年度。

四、清单分析

1.数据来源说明

初级数据 1：系统边界内石墨化阴极产品原材料消耗、原材料供应商及上游运输情况

序号	相关信息	供应商所在地-到达地	平均运输距离/km	运输方式	2024 年购入消耗量/t	吨公里数(运输距离×运输量)
1	煨后石油焦	葫芦岛-洛阳	1154	柴油、汽运	29298.44	33810400
2	沥青	运城-洛阳	163	柴油、汽运	13397.97	2183869
3	冶金焦	济源-洛阳	50	柴油、汽运	7019.1	350955

初级数据 2：系统边界内产品生产过程能源消耗数据

序号	能源名称	消耗量	单位	数据来源
1	天然气	7120655	m ³	燃气表监测
2	电能	190596355	KWh	电能表监测
3	蒸汽	17885	GJ	蒸汽表监测

初级数据 3：系统边界内产品产量数据

序号	产品名称	时间	产量	单位	数据来源
1	石墨化阴极	2024 年	33667	t	企业生产统计

次级数据：

次级数据 1：系统边界内产品原材料获取排放因子

序号	物料名称	排放因子	排放因子来源
1	煨后石油焦	3.16 tCO ₂ e/t	国家重点行业产品温室气体排放核查数据

2	沥青	2.9575 tCO ₂ e/t	国家重点行业产品温室气体排放核查数据
3	冶金焦	3.076 tCO ₂ e/t	国家重点行业产品温室气体排放核查数据

次级数据 2：系统边界内产品原材料运输排放因子

生命周期阶段	排放因子	排放因子来源
原材料运输	0.078kgCO ₂ e/吨公里	中国产品全生命周期温室气体排放系数库

次级数据 3：系统边界内产品生产天然气燃烧排放因子

生命周期阶段	排放因子	排放因子来源说明
产品 生产	21.622 tCO ₂ e/万 Nm ³	《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）》中单位热值含碳量、低位发热量、碳氧化率缺省值计算

次级数据 4：系统边界内产品生产净购入电力排放因子

生命周期阶段	排放因子	排放因子来源说明
产品 生产	0.6205 kgCO ₂ e/ kWh	生态环境部、国家统计局、国家能源局《关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告》（公告 2025 年第 3 号）中，2023 年全国电力平均碳足迹因子 0.6205kgCO ₂ e/kWh

次级数据 5：系统边界内产品生产净购入热力排放因子

生命周期阶段	排放因子	排放因子来源说明
产品 生产	0.11 tCO ₂ e/GJ	《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）》中缺省值

2.分配原则与程序

分配依据：企业提供的产品产量表、原材料消耗明细表、用电月报表

分配程序：企业产品生产过程已建设的能源计量条件可实现生产场所能源计量拆分，产品生产产线能源消耗直接采用企业提供的用能统计表。

3.清单结果及计算

生命周期各个阶段碳排放说明见表 1。

表 1：石墨化阴极 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	类别	活动数据	排放因子	温室气体量 tCO ₂ e
原材料获取	煅后石油焦	29298.44 t	3.16 tCO ₂ e/t	92583.1
	沥青	13397.97 t	2.9575 tCO ₂ e/t	39624.5
	冶金焦	7019.1 t	3.076 tCO ₂ e/t	21590.8
原材料运输	货车运输	36345224 吨公里	0.078kgCO ₂ e/吨公里	2834.9
生产过程	天然气燃烧	712.0655 万 Nm ³	21.622 tCO ₂ e/万 Nm ³	15396.2
	净购入使用电力	190596355 KWh	0.6205 kgCO ₂ e/ kWh	118265.0
	净购入使用热力	17885 GJ	0.11 tCO ₂ e/GJ	1967.4

4.数据质量评价

本报告从数据代表性和数据来源两方面进行数据质量评价。

4.1 数据代表性

- (1) 时间代表性：2024 年
- (2) 地理代表性：中国
- (3) 技术代表性：包括以下方面：

- 工艺流程：配料、成型、被烧、石墨化、机加工等

- 主要设备：破碎机、成型机、焙烧炉、石墨化炉、锯铣机组等
- 主要能耗：天然气、电力、蒸汽

4.2 数据来源评价

4.2.1 生产活动水平数据的评价

通过查阅支持性文件及访谈受评价方，对产品涉及的生产活动水平的数据单位、数据来源、监测方法、监测频次、记录频次、数据缺失处理进行了评价，并对部分数据进行了交叉核对，结果如下：

4.2.1.1 原材料获取活动水平数据的评价

活动水平数据 1：主要原材料消耗量

数据项	煨后石油焦	沥青	冶金焦
数据值	29298.44	13397.97	7019.1
单位：t			
数据来源及交叉校核：生产系统消耗统计			
监测方法：生产系统记录，设备自动计量			
监测频次：每批次监测			
记录频次：每批次记录，月度录入系统			
数据缺失处理：数据无缺失			
评价结论：经评价确认，数据源选取合理，数据真实可信，符合评价依据的要求			

4.2.1.2 原材料运输活动水平数据的评价

活动水平数据 2：原材料厂外运输公里数

数据项	厂外运输平均运输距离、吨公里数、运输方式等
数据值	原材料分类统计
单位	-

数据来源及交叉校核	供销商统计及原料运输车辆路程统计
监测方法	采购部门运输统计
监测频次	频次统计，月度总结
记录频次	月度记录
数据缺失处理	数据无缺失
评价结论	经确认，数据源选取合理，数据真实可信，符合评价依据的要求。

4.2.1.3 产品生产活动水平数据的评价

活动水平数据 3：产品生产使用天然气消耗数据

数据项	天然气消耗数据
数据值	712.0655
单位	万 Nm ³
数据来源及交叉校核	天然气表计量+天然气结算发票
监测方法	连续监测
监测频次	气表每月抄表
记录频次	月度记录
数据缺失处理	数据无缺失
评价结论	经确认，数据源选取合理，数据真实可信，符合评价依据的要求。

活动水平数据 4：厂内净购入电力排放

数据项	净购入电力
数据值	190596.355
单位	MWh
数据来源及交叉校核	电能表用电监测+用电结算发票
监测方法	连续监测

监测频次	结算电表每月抄表
记录频次	月度记录
数据缺失处理	数据无缺失
评价结论	经确认，数据源选取合理，数据真实可信，符合评价依据的要求。

活动水平数据 5：厂内净购入热力排放

数据项	净购入热力
数据值	17885
单位	GJ
数据来源及交叉校核	蒸汽表监测+蒸汽结算发票
监测方法	连续监测
监测频次	结算蒸汽表每月抄表
记录频次	月度记录
数据缺失处理	数据无缺失
评价结论	经确认，数据源选取合理，数据真实可信，符合评价依据的要求。

活动水平数据 6：产品产量

数据项	石墨化阴极产品产量
数据值	33667
单位	t
数据来源及交叉校核	2024 年产品产量统计
监测方法	月度统计
监测频次	批次计量
记录频次	一月一次
数据缺失处理	数据无缺失
评价结论	经评价确认，产量数据源选取合理，数据准确。

4.2.2 排放因子的评价

通过查阅支持性文件及访谈受评价方，对产品涉及的每一个采用实测方法排放因子的数据单位、数据来源、监测方法、监测频次、记录频次、数据缺失处理等进行了评价，并对数据进行了交叉核对，对每一个采用缺省值的排放因子的来源和数值进行了评价。

4.2.2.1 原材料获取排放相关排放因子的评价

排放因子 1：原材料获取排放因子

数据项	煅后石油焦	沥青	冶金焦
数据值	3.16	2.9575	3.076
单位	tCO ₂ e/t		
数据来源	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (http://lca.cityghg.com/#)		
评价结论	经评价确认，数据源选取合理，数据真实可信，符合评价依据的要求		

4.2.2.2 原材料运输排放相关排放因子的评价

排放因子 2：厂外汽车运输排放因子

数据项	厂外运输柴油排放因子
数据值	0.078
单位	kgCO ₂ /吨公里
数据来源	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (http://lca.cityghg.com/#) 重型柴油货车运输(载重 30t)
评价结论	经评价确认，原材料厂外运输主要采用柴油汽运，数据涵盖燃料全生命周期排放，数据选取合理。

4.2.2.3 产品生产排放相关排放因子的评价

排放因子 3：天然气燃烧排放因子

数据项	天然气燃烧排放因子
数据值	21.622
单位	tCO ₂ e/万 Nm ³
数据来源	《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）》中单位热值含碳量、低位发热量、碳氧化率缺省值计算为 21.622 tCO ₂ e/万 Nm ³
评价结论	经现场评价确认，数据选取合理

排放因子 3：净购入电力排放因子

数据项	净购入使用电力排放因子
数据值	0.6205
单位	kgCO ₂ e/kWh
数据来源	生态环境部、国家统计局、国家能源局《关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告》（公告 2025 年第 3 号）中，2023 年全国电力平均碳足迹因子为 0.6205kgCO ₂ e/kWh
评价结论	经现场评价确认，数据选取合理

排放因子 3：净购入热力排放因子

数据项	净购入热力排放因子
数据值	0.11
单位	kgCO ₂ e/GJ
数据来源	《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）》中缺省值为 0.11 kgCO ₂ e/GJ
评价结论	经现场评价确认，数据选取合理

五、影响评价

1.影响类型和特征化因子选择

参考《温室气体 产品碳足迹量化要求和指南》GB/T 24067-2024, 报告选择气候变化环境影响类型指标进行计算, 特征化因子选择二氧化碳 (CO₂)。

影响类型	特征化因子选择
气候变化	二氧化碳 (CO ₂)

2.产品碳足迹结果计算

(1) 石墨化阴极产品碳足迹汇总表

生命周期过程	生命周期过程净排放量	产品产量	碳足迹
	tCO ₂	t	tCO ₂ /t
原材料获取	153798.4	33667	4.57
原材料运输	2834.9		0.08
产品生产	135628.6		4.03
合计	292261.9		8.68

(2) 石墨化阴极单位产品碳足迹分析

生命周期过程	碳足迹	占比
	tCO ₂ /t	%
原材料获取	4.57	52.7
原材料运输	0.08	0.9
产品生产	4.03	46.4
合计	8.68	100

六、结果解释

1.结果说明

万基控股集团石墨制品有限公司生产的1t 石墨化阴极“从摇篮到大门”碳足迹为8.68 tCO₂e各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 3 和图 2 所示。

表 3: 1t 石墨化阴极 生命周期各阶段碳足迹情况

生命周期阶段	碳足迹/ (tCO ₂ /t)	百分比%
原材料获取	4.57	52.7
原材料运输	0.08	0.9
产品生产	4.03	46.4
合计	8.68	100

1t石墨化阴极 生命周期各阶段碳排放

■ 原材料获取 ■ 原材料运输 ■ 产品生产

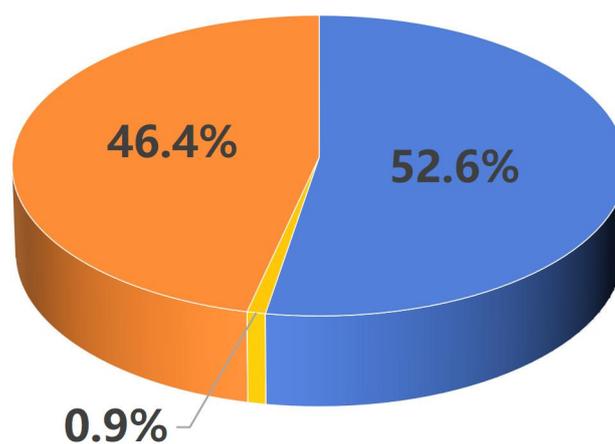


图 2 1t 石墨化阴极生命周期各阶段碳排放分布图

2.改进建议

通过对 1t 石墨化阴极“从摇篮到坟墓”产品碳足迹构成进行分析，可以看出石墨化阴极的主要排放来源是原材料获取产生的碳排放，次要排放来源是生产过程能源消耗产生的碳排放。针对产品碳足迹的分布，建议的改善措施如下：

（1）加强可再生能源使用比例

受评价方生产过程中电力使用是次要的排放环节，但受评价方未使用绿色电力，受评价方厂房屋顶资源也未得到充分利用，建议受评价方合理利用厂房屋顶资源，建设光伏发电，增加可再生能源使用比例，降低碳排放。

（2）逐步升级改造主要耗能设备

对公司主要耗电设备进行逐一排查，根据设备能效水平制定升级改造计划，逐步淘汰能效水平较低的电机、水泵等设备，采用达到国家 1 级能效的耗能设备，提高设备能效水平，降低生产过程中的电耗。

（3）建设能碳管理平台，实时分析产品碳足迹

受评价方已对公司主要生产工序、设备安装智能计量器具，且建设了能源管理平台，建议受评价方充分利用能源管理平台，建设能碳管理平台，结合 MES、ERP 等系统数据及区域电网碳排放因子、原材料供应商碳排放数据及碳排放因子，实现产品全生命周期碳足迹实时计算。

（4）强化产品原材料碳排放管控

建议受评价方加强原材料供应商的碳排放管理，通过采购过程管

控原材料碳排放量，如要求供应商提供产品碳足迹、选择距离近的供应商，降低原材料隐含的碳排放量，从而降低石墨化阴极的碳排放。