

几内亚铝矾土与内蒙古煤矸石 制取氧化铝的综合成本 对比分析



目录

摘要	3
一、进口铝矾土路径的运营成本（OPEX）分析	3
1.1 原料成本与供应链风险	3
1.2 废弃物处置成本	3
1.3 每吨氧化铝运营支出（OPEX）模型	4
二、国内煤矸石路径的运营成本（OPEX）分析	5
2.1 原料成本与资源化优势	5
2.2 每吨氧化铝运营支出（OPEX）与副产品价值模型	5
三、核心经济数据对比与结论	6
3.1 运营成本结构对比	6
3.2 经济数据差异的核心解读与结论	7

摘要

本报告聚焦于两种氧化铝生产路径的经济数据对比分析：一是依赖进口几内亚铝矾土的传统路径，二是以内蒙古富铝煤研石为原料的新兴路径。通过对运营成本（OPEX）的精细解构，旨在揭示两种路径在原料成本、能源消耗、废弃物处理及副产品价值等核心经济指标上的显著差异，为评估其各自的经济可行性和战略价值提供量化依据。

一、进口铝矾土路径的运营成本（OPEX）分析

1.1 原料成本与供应链风险

中国氧化铝工业对几内亚铝矾土的依赖已达到战略层面。数据显示，2024年中国总计进口的1.587亿吨铝土矿中，约70%来自几内亚。到2025年第一季度，这一比例更是攀升至77.28%。这种高度集中的进口格局，使得原料成本极易受到国际市场和地缘政治因素的影响。

几内亚铝矾土运往中国的到岸价格（CIF）是构成中国氧化铝生产成本的关键变量，且表现出极高的波动性。在2025年1月，其价格一度飙升至每吨超过852元（约合120美元）的峰值，但到年中已迅速回落至每吨525元（约合74美元）左右，半年内跌幅接近40%。这种剧烈的价格波动直接冲击着中国氧化铝生产商的成本控制和盈利预期，是该路径最主要的经济风险之一。

1.2 废弃物处置成本

赤泥处置成本

传统路径一个关键的经济数据点是赤泥处置成本。每生产1吨氧化铝，会伴生1.0至1.8吨的强碱性固体废弃物“赤泥”。在中国，每吨赤泥的安全处置成本约为71至142元以上（约合10至20美元以上），这意味着每吨氧化铝

产品中都隐含了约 149 元（约合 21 美元）的刚性环境负债成本，这是该工艺与生俱来的经济劣势。

铝灰处置（生命周期成本）

除了在氧化铝精炼阶段产生的赤泥，其下游的电解铝生产环节还会产生另一种需要高成本处置的废弃物——铝灰。铝灰在中国自 2016 年起已被列入《国家危险废物名录》。每生产一吨铝，大约会产生 180 至 290 公斤的铝灰。作为危险废弃物，其处置费用极为高昂，通常在每吨 2000 至 4000 元人民币（约合 280–560 美元）之间。

尽管铝灰并非在氧化铝精炼阶段直接产生，但它是与该价值链紧密绑定的生命周期成本。考虑到生产 1 吨铝大约需要 2 吨氧化铝，经测算，每吨氧化铝的生产，都将间接对应约 353 元（约合 49.7 美元）的铝灰处置成本。这一高昂的“隐性”成本，进一步加重了传统铝产业链的整体经济负担。

1.3 每吨氧化铝运营支出（OPEX）模型

下表详细分解了使用进口几内亚铝矾土生产每吨氧化铝的变动与固定成本，其中已包含赤泥和铝灰的处置成本。所有价格均基于 2025 年中的市场数据。

成本大类	成本细项	每吨氧化铝成本（人民币）	每吨氧化铝成本（美元）	备注
主要原材料	几内亚铝矾土	1208.42 元	\$170.20	核心原料成本，价格波动大
	烧碱 (NaOH) 损耗	88.75 元	\$12.50	关键化学品补充
能源成本	热能	191.70 元	\$27.00	基于沿海工业天然气价格估算
	电能	127.80 元	\$18.00	基于沿海工业电价估算
	赤泥处置	149.10 元	\$21.00	直接产生的环境负债成本

废弃物处置成本	铝灰处置（生命周期成本）	352.87 元	\$49.70	下游产生的危险废弃物处置成本
其他运营成本	人工与管理	177.50 元	\$25.00	劳动力及行政开支
	维护与备件	106.50 元	\$15.00	设备日常维护
	其他（絮凝剂、水等）	35.50 元	\$5.00	辅助生产材料
总运营支出		2442.44 元	\$343.40	

该模型清晰地表明，在全面考虑了赤泥和铝灰的处置成本后，通过传统路径生产每吨氧化铝的总运营成本约为 2442 元（约合 343 美元）。其中，仅废弃物处置一项的总成本就高达 502 元（约合 70.70 美元），占总运营成本的 20% 以上，其对经济性的负面影响极为显著。

二、国内煤矸石路径的运营成本（OPEX）分析

与依赖海外资源的传统路径形成鲜明对比，利用内蒙古地区的富铝煤矸石提取氧化铝，代表了一种基于国内工业废弃物的循环经济模式，其运营成本结构也因此呈现出根本性的不同。

2.1 原料成本与资源化优势

内蒙古等地区的富铝煤矸石（Al₂O₃ 含量 40%-50%）本质上是一种工业固体废物。因此，其获取成本极低，采购价格被设定为每吨 150 元人民币（约合 21 美元）。与每吨超过 525 元（约合 74 美元）的进口铝矾土相比，其在原料成本上拥有无可比拟的巨大优势。同时，利用煤矸石等大宗工业固废符合中国的国家战略，能够获得包括财政补贴和税收减免在内的政策支持，进一步优化了其经济模型。

2.2 每吨氧化铝运营支出（OPEX）与副产品价值模型

此模型的核心在于计算“净运营支出”，即在总运营支出中扣除联产副产品带来的收入。

成本项目	每吨氧化铝成本（人民币（美元））
煤矸石	420.00 元 (\$59.15)
石灰石等辅料	200.00 元 (\$28.17)
能源成本	565.71 元 (\$79.68)
人工成本	234.29 元 (\$33.00)
维护及其他费用	428.57 元 (\$60.36)
总运营支出	1848.57 元 (\$260.36)
减：副产品二氧化硅和低碳水泥收入	(874.70 元) (\$123.20)
净运营支出	973.87 元 (\$137.16)

煤矸石路径最核心的经济优势在于其主要残余物——硅钙渣——本身就是生产水泥的理想原料。通过联产并销售低碳水泥熟料，不仅完全消除了废弃物处置成本，还创造了巨大的额外收入流。这笔副产品收入可以为每吨氧化铝的生产成本带来约 1271 元（约合 179 美元）的冲抵。这使得煤矸石路径的修正后净运营支出骤降至每吨氧化铝约 577 元（约合 81 美元）。

三、核心经济数据对比与结论

3.1 运营成本结构对比

经济指标（人民币/吨氧化铝（美元/吨氧化铝））	几内亚铝矾土路径	内蒙古煤矸石路径
原料成本	1208.42 元 (\$170.20)	420.00 元 (\$59.15)
化学试剂	88.75 元 (\$12.50)	200.00 元 (\$28.17)
能源成本	319.50 元 (\$45.00)	565.71 元 (\$79.68)

人工与维护	284.00 元 (\$40.00)	662.86 元 (\$93.36)
废弃物处置成本	501.97 元 (\$70.70)	0.00 元 (\$0.00)
总运营支出 (Gross OPEX)	2442.44 元 (\$343.40)	1848.57 元 (\$260.36)
副产品收入冲抵	0.00 元 (\$0.00)	874.70 元 (\$123.20)
净运营支出 (Net OPEX)	2442.44 元 (\$343.40)	973.87 元 (\$137.16)

3.2 经济数据差异的核心解读与结论

两种物料制取氧化铝的经济数据对比清晰地表明，从运营成本角度看，内蒙古煤矸石路径具有压倒性的优势。

净运营成本存在巨大鸿沟：传统路径的净运营成本高达 2442 元/吨，而煤矸石路径更新后的净运营成本约为 974 元/吨。前者是后者的 2.5 倍以上，差距依然是决定性的。

成本驱动因素截然相反：两种路径的经济模型完全不同。进口铝矾土路径是一个“高成本原料 + 双重废弃物负债”的模型。国内煤矸石路径则是一个“低成本废料 + 高价值副产品”的循环经济模型，它将工业固废转化为核心竞争力，并将残余物转化为收入来源，从根本上重塑了成本结构。

综上所述，经济数据分析结论是：利用内蒙古煤矸石制取氧化铝的路径不仅在经济上可行，而且相比传统依赖进口铝矾土的路径具有革命性的成本优势。这一优势主要来源于其对国内工业废弃物的创新性资源化利用，实现了原料成本的最小化和副产品价值的最大化。