

有色金属行业ESG白皮书

摘要

在全球可持续发展浪潮下，有色金属行业既承载着经济发展的重要使命，也面临着ESG的多重挑战。本白皮书聚焦有色金属行业，深入剖析其ESG发展脉络，涵盖行业概览、细分领域、ESG实践、核心议题及优秀案例等内容，旨在为行业参与者、投资者等提供全面且具价值的ESG视角，助力有色金属行业在绿色转型与高质量发展之路上稳步前行。



PREFACE

前言

有色金属行业作为国民经济的重要基础性产业，广泛应用于电力、交通、建筑等诸多领域，其发展与国家经济建设和人民生活改善息息相关。然而，有色金属行业在开采、冶炼、加工等环节，不可避免地涉及资源消耗、环境污染以及社会利益相关方关系等问题，ESG表现愈发受到政府、投资者、社会公众等多方关注。

在此背景下，我们编写本《有色金属行业ESG白皮书》，期望通过系统梳理有色金属行业的相关情况，为行业ESG发展提供有益参考。

本书首先对有色金属行业进行了整体概览，并介绍行业内的龙头企业，同时展望我国有色金属行业的发展趋势，让读者对行业有全面且基础的认知。接着，聚焦有色金属细分行业，分别探讨铝和新能源金属的发展情况，展现不同细分领域的特点与态势。

尤为重要的是，本书深入研究了有色金属行业的ESG相关内容。先分析行业ESG信息披露情况，提炼有色金属行业的ESG核心议题，明确行业在环境、社会、治理维度需重点关注和改进的方向；最后通过介绍有色金属行业的ESG优秀案例，如紫金矿业、洛阳钼业、中国铝业等企业的实践，为行业内其他企业提供可借鉴的经验。

希望本白皮书能为有色金属行业企业提升ESG管理水平、投资者开展ESG投资决策以及相关研究机构推进行业可持续发展研究等提供助力，共同推动有色金属行业在ESG框架下实现更可持续的发展。

ANALYST

研究员

- | | |
|-----|--|
| 程彦淇 | 高级注册ESG分析师：25RZQLKC002447A
国际通用ESG策略师：SH3510FCA0528 |
| 刘 树 | CFA ESG证书：102606785
国际通用ESG策略师：SH0012FCA0529 |
| 严 涛 | 高级注册ESG分析师：24RZQLKC003147A
国际通用ESG策略师：SH2432FCA0532 |
| 吴伟娟 | 高级注册ESG分析师：25RZQLKC001026A |
| 李思蓓 | CFA ESG证书：123860907
高级注册ESG分析师：25RZQLKC002981A |

CONTENTS

目录



第一章 有色金属行业概览

- 07 有色金属行业的定义
- 10 有色金属行业的基本情况
- 13 有色金属行业的价值链
- 21 有色金属行业的龙头企业
- 24 我国有色金属行业的发展趋势

第二章 有色金属细分行业的情况

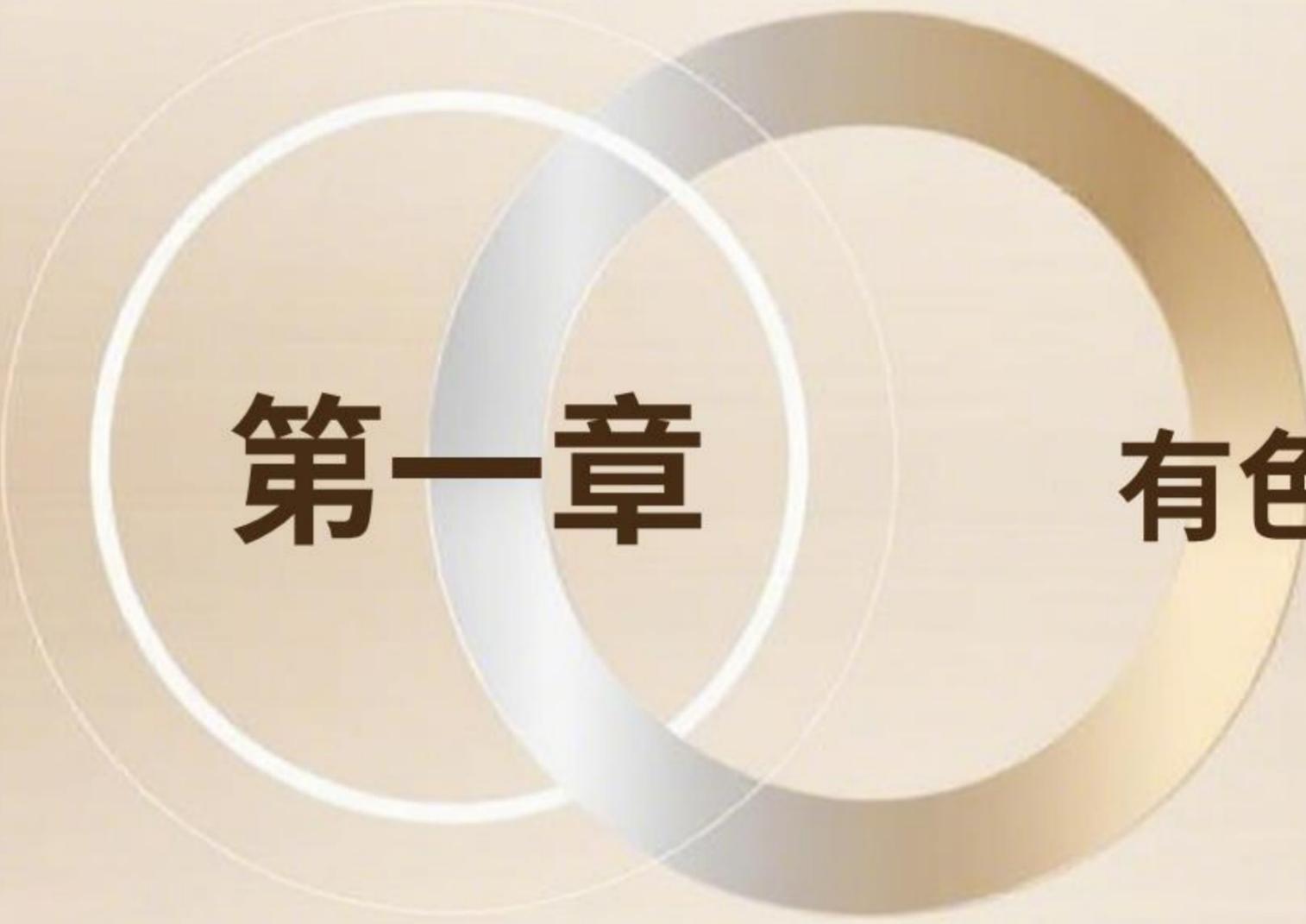
- 31 铝
- 39 锂/钴/镍等新能源金属

第三章 有色金属行业的ESG发展

- 49 行业ESG信息披露情况
- 55 有色金属行业的ESG核心议题

第四章 有色金属行业的ESG优秀案例

- 63 紫金矿业
- 69 洛阳钼业
- 73 中国铝业



第一章

有色金属行业概览

第一节 有色金属行业的定义

有色金属行业是以从事非铁金属矿物采选、冶炼提纯及深加工等工业生产活动为主的工业行业，涵盖铜、铝、铅、锌、镍、锡、稀土等金属元素的采矿业、冶炼业、压延加工业、合金制造业及再生金属回收业等细分领域，是国家战略性资源产业的重要组成部分，也是国民经济基础性产业。

其中，铜、铝、铅、锌、镍、锡均为单一金属元素；稀土并非单一金属元素，而是 17 种金属元素的统称（包括镧 15 种元素+钷、铪），因早期冶炼难度大、产量低而得名，属于“稀缺有色金属”。

有色金属按用途可分为三大类：

- **基本金属**：铜、铝、铅、锌等，占行业产量 90%以上；
- **贵金属**：金、银、铂族金属，兼具金融与工业属性；
- **稀有金属**：锂、钴、镍等新能源关键金属，近年需求爆发式增长。

有色金属的专有名词较多，以下先理清各专有名词之间的关系，以铜和铝为例。



一、铜产业链核心路径

核心逻辑：从原生资源到高纯工业原料，核心是“提纯+形态加工”

铜（金属元素）

↓ 以原铜矿为天然矿石载体

原铜矿（即含铜的矿石，如黄铜矿、斑铜矿，是铜元素的天然矿石形式）

↓ 铜矿经破碎、浮选等选矿工艺

铜精矿（经过选矿，挑出铜含量 20%-30%的铜矿，是冶炼原料）

↓ 铜精矿通过火法冶炼（主流）或湿法冶炼，得到粗铜

粗铜（冶炼初级产物，铜含量 90%-95%）

↓ 粗铜再通过电解精炼等工艺，得到精炼铜

精炼铜（铜含量≥99.5%，是工业级高纯形态，如电解铜）

↓ 进一步加工成下游产品

铜锭、铜杆、铜板等

二、铝产业链核心路径

核心逻辑：从矿石到金属单质，核心是“氧化铝制备+电解还原”

铝（金属元素）

↓ 以铝土矿为天然矿石载体

铝土矿（原生资源，含铝的矿石，主要成分为氧化铝）

↓ 通过拜耳法（主流）或烧结法冶炼，去除硅、铁等杂质，提取得到氧化铝

氧化铝（冶炼中间品，从铝土矿中提取的纯净氧化铝粉末，是生产金属铝的核心原料）

↓ 通过电解工艺（在熔融冰晶石中电解）得到高纯度原铝

原铝（电解得到的金属铝，又称电解铝）

↓ 进一步加工成下游产品

铝锭、铝型材、板材等

第二节 有色金属行业的基本情况

一、有色金属的分布和储备情况

就全球有色金属的储备情况而言，主要的有色金属储备分别如下。

（一）基本金属（数据截至 2024 年底）

- 铜：全球铜储量总计约 98000 万吨。其中，智利的铜储量最为丰富，达 19000 万吨，占全球总储量的 19.4%；澳大利亚和秘鲁并列全球第二，储量均为 10000 万吨，各占 10.2%；俄罗斯和刚果并列全球第三，储量均为 8000 万吨，各占 8.2%；墨西哥和美国的铜储量分别为 5300 万吨和 4700 万吨，分别占全球总储量的 5.4%和 4.8%。
- 铝：全球已探明铝土矿储量约 290 亿吨，几内亚、澳大利亚等是主要的铝土矿储量大国。中国铝土矿储量为 6.8 亿吨，占全球储量的比例相对较小。
- 铅：全球已探明铅储量 9600 万吨，中国铅资源储量 2200 万吨，占全球的 22.9%，是铅储量较为丰富的国家之一。此外，澳大利亚、美国等国家也有一定的铅储量。
- 锌：全球已探明锌储量 23000 万吨，中国锌矿储量在全球占比较大，储量 4600 万吨，占比 20%。加拿大、澳大利亚、秘鲁等也是锌的主要储量国。
- 锡：全球锡矿生产主要集中在中国、印尼、秘鲁、缅甸等国。

（二）贵金属

- 黄金：全球黄金储量约 64000 吨，中国的黄金储量 3100 吨，占全球储量的 4.8%。南非、澳大利亚、俄罗斯等是黄金储量大国。
- 白银：墨西哥是全球白银产量最大的国家，2024 年产量 6300 吨，占比全球的 25.2%，中国的白银产量 3300 吨，占比 13.2%。秘鲁、墨西哥、中国等是白银储量较为丰富的国家。
- 铂族金属：铂族金属储量约 8.1 万吨，主要分布在南非、俄罗斯、津巴布韦、加拿大、美国等国，其中南非储量约 6.3 万吨。中国铂族金属资源储量贫乏，全国铂族金属储量约为 88 吨。

（三）稀有金属

- 锂：2024 年全球锂矿储量 3000 万吨，智利以 930 万吨位居全球首位，占比 31%；澳大利亚储量 700 万吨，中国储量 300 万吨。
- 钴：全球钴储量总计约 1100 万吨。刚果的钴储量占据全球主导地位，达 600 万吨，占全球总储量的 54.6%；澳大利亚以 170 万吨的储量位居第二，占比 15.5%；印尼、古巴和菲律宾的钴储量分别为 64 万吨、50 万吨和 26 万吨，分别占全球总储量的 5.8%、4.6%和 2.4%。
- 钼：全球钼储量大约 1500 万吨。中国的钼储量位居世界首位，达 590 万吨，占全球总储量的 39.33%；美国以 350 万吨的储量位列第二，占比 23.33%；秘鲁、智利和俄罗斯的钼储量分别为 190 万吨、140 万吨和 110 万吨，分别占全球总储量的 12.7%、9.3%和 7.3%。
- 钨：全球钨探明总储量约为 460 万吨。我国钨资源探明储量约为 240 万吨，占到全球探明储量的 52.2%，位居世界第一位；澳大利亚、俄罗斯、越南和西班牙的钨储量分别为 57 万吨、40 万吨、14 万吨和 6.4 万吨，分别占全球探明总储量的 12.4%、8.7%、3.0%和 1.4%，位居第二至第五位。
- 铌：全球铌资源总储量超过 1700 万吨，巴西铌资源储量达 1600 万吨，约占全世界的 89.8%，居世界第一；加拿大以 160 万吨的储量位居第二，占比 9.0%；美国的铌储量为 21 万吨，占比 1.2%。此外，中国、澳大利亚、俄罗斯、肯尼亚、尼日利亚等国家也有少量铌资源分布。
- 稀土：全球稀土储量约为 9000 万吨，主要集中在 中国、巴西等国家。其中中国储量 4400 万吨，占全球总储量的 48.9%。

二、全球有色金属界的“中国份量”

中国作为全球唯一覆盖全部 64 种有色金属的国家，有色金属行业在过去几年中取得了显著的成就。中国有色金属产业堪称全球行业的“超级工厂”，从产量霸主到新能源金属需求的快速增长，再到技术创新的突破，正从“产量大国”向“产业强国”迈进，在全球产业链中呈现“总量主导、结构分化”的特征。然而，高端产品利润率较低等问题仍然存在，同时也面临着资源依赖等挑战。未来，行业需要继续加强技术创新，优化产业结构，提升资源利用效率，以实现高质量发展。

（一）产量霸主：全球过半有色金属由中国生产

2024 年数据显示，中国十种主要金属（铜、铝、铅、锌等）总产量达到 7919 万吨，占全球总产量的 58%。这意味着全球每生产 10 吨有色金属，就有近 6 吨来自中国。

其中，铝产业集群优势突出。电解铝是原铝的主要形态，占铝产量 95%以上，2024 年中国电解铝的总产量达 4370 万吨，连续 18 年全球第一（占全球 60%）。云南、四川依托金沙江、雅砻江流域丰富水电资源，建成 2000 万吨水电铝产能，占全国总产能 30%，形成全球最大低碳铝生产集群；2024 年水电铝产量达 1038 万吨，占全国 25%，有效缓解了山东（占全国产能 20%）、河南（占全国产能 15%）等煤电铝产区的环境压力。

（二）赚钱能力提升：行业总营收增长显著

2024 年，中国有色金属行业总营收达到 8.3 万亿元。规模扩张方面，十种主要金属产量较 2020 年增长 15%，新能源金属产能翻番；价格周期方面，2021—2023 年大宗商品价格上行周期带动营收增长；结构优化方面，深加工产品占比从 35%提升至 45%，高端铝加工品、锂电正极材料等附加值较高领域贡献增量这一增长不仅体现了行业的规模扩张，也反映了其在全球市场中的重要地位。然而，尽管规模庞大，但中国有色金属行业在高端产品领域的利润率仍有待提升。例如，高端飞机用铝合金的利润率仅为普通建筑用铝的 3 倍。

（三）资源短板明显：关键矿产依赖进口

尽管中国在有色金属生产方面具有强大的能力，但在资源供应方面仍面临挑战。例如，锂矿作为新能源汽车的关键原料，75%需要依赖进口。铜矿石的情况也类似，82%的铜矿石需要从国外进口，主要来源国包括智利、澳大利亚等。高端材料（如航空铝合金）仍依赖国外技术。这种资源依赖不仅影响了行业的供应链稳定性，也对行业的可持续发展提出了挑战。

(四) 碳排放集中：冶炼环节占比高

中国有色金属行业作为全球产业链的核心环节，2024 年碳排放总量占全国工业总排放的 12%，呈现“一主多元、区域分化”的格局。据国务院印发的《2024—2025 年节能降碳行动方案》及中国有色金属工业协会统计，有色金属行业碳排放主要集中在冶炼环节，占全行业碳排放总量的 90%。其中，电解铝是碳排放的核心来源，占比达 70%，每吨铝碳排放强度为 13.2 吨；铜、铅锌、锂镍分别占比 10%、8%、5%。

电力结构失衡问题突出，电解铝行业 54% 的电力依赖燃煤自备电，导致吨铝碳排放强度较欧洲高 30%。而云南、四川等水电铝基地凭借丰富的水电资源，碳排放强度仅为 2.5 吨/吨铝，区域差异显著。

第三节 有色金属行业的价值链

有色金属行业作为典型的资源密集型产业，其产业链呈现出清晰的上下游联动格局。上游环节主要涵盖矿产资源采选、能源供应（包括电力、煤炭等）及冶金设备制造等领域，其中矿产资源以铜矿、铝土矿、稀土矿等为核心，同时电解铝生产对高耗能电力存在强依赖性；下游环节则广泛覆盖新能源（光伏、风电、动力电池）、电子信息技术（半导体、消费电子）、交通运输（汽车、航空航天）、建筑建材及高端装备制造等多元领域，其中新能源与电子信息产业构成当前核心需求增长极。

从产业链供需传导机制来看，其突出特征表现为双向互动。一方面，上游矿产供应的依存度（如我国铜精矿进口依存度超 70%）与能源成本的波动性（电解铝生产中电费占比超 40%），直接影响中游产能的释放节奏，形成“资源-技术-市场”三元协同的价值创造体系；另一方面，下游新兴产业的技术升级（如新能源汽车轻量化趋势、5G 基站建设推进等）持续驱动高性能铜合金、高纯铝等材料的需求迭代，进而倒逼中游冶炼加工环节加速向高附加值产品转型。

值得注意的是，再生金属回收（废铜、废铝循环利用）作为产业链的平行补充通道，通过缩短资源流动路径有效降低了全产业链碳足迹。2023 年，中国再生有色金属产量达 1800 万吨，占金属总供给量的 25%，这一数据充分凸显了绿色循环模式在行业发展中的经济价值与生态意义。

图 1：有色金属行业的价值链



一、原材料环节

(一) 原材料体系构成

有色金属生产的核心原材料体系由金属矿产资源与能源资源构成。

- 金属矿产资源：以铜矿、铝土矿、铅锌矿及稀土矿等为核心，通过露天或地下开采方式获取。其中，铜矿经破碎、磨矿、浮选等工艺加工为铜精矿，再通过火法或湿法冶炼提纯为电解铜，生产过程中含硫元素兼具杂质与制酸原料双重属性；铝土矿经拜耳法溶出提炼为氧化铝，再通过高耗能电解工艺转化为原铝，电解环节电力成本占铝生产总成本的 35%-40%。
- 再生金属资源：废铜、废铝等再生资源作为重要补充原料，通过回收利用废弃物中的金属资源，形成可替代自然矿产的“城市矿山”。2023 年中国再生铜产量达 400 万吨，占铜供应量的 32%。
- 能源资源：以电力供应（支撑电解铝等高耗能环节）及煤炭、天然气等燃料（满足冶炼供热需求）为核心。

(二) 原材料获取过程的环境影响

有色金属矿产开采及能源资源获取对环境产生多维度影响，具体表现如下。

1. 金属矿产资源开采的环境负荷

- 土地生态损毁：铝土矿等露天矿开采需剥离地表植被与土壤层，导致矿山闭坑后复垦率不足 30%，引发区域性生物多样性下降；离子型稀土矿采用原地浸矿工艺时，可能诱发山体滑坡并破坏地下水系。
- 重金属污染扩散：铜矿浮选环节排放的废水中含砷、镉等有毒物质，渗漏后可导致周边土壤重金属超标 40 倍以上；铅锌矿选矿产生的酸性废水若未经中和处理，将造成流域性水生生物灭绝。
- 放射性危害（稀土开采专属）：稀土矿伴生钍、铀等放射性元素，开采过程中产生的放射性粉尘与废渣，会对周边环境造成持续性放射性影响。

2. 能源资源消耗的环境代价

- 碳排放密集型电力供给：电解铝生产对火电的高度依赖使其成为碳排放核心来源，每吨铝产生 12-14 吨二氧化碳排放，占全球有色金属行业碳排放总量的 70%。2023 年中国电解铝行业耗电量达 5800 亿千瓦时，相当于三峡电站年发电量的 5.2 倍。
- 燃料污染排放：铜熔炼过程中通过煤炭或天然气供热，会释放二氧化硫、PM2.5 等有毒有害气体。

在全球碳中和进程加速推进的大背景下，有色金属行业正以可持续发展框架为指引，着力构建环境友好型资源体系。产业链的可持续发展模式已从单一的资源效率提升，逐步向涵盖环境、社会及治理的系统性变革方向演进。据国际铜业研究组织（ICSG）预测，到 2035 年，全球铜原料需求中再生铜的占比将从当前的 30% 提升至 45%，这一转变预计每年可减少碳排放超 2.5 亿吨，同时降低原生矿产开发对生态系统的不良影响。铝业管理倡议（ASI）的数据显示，未来再生铝与低碳铝的需求占比将突破 60%，通过清洁能源的消纳以及工艺创新，其全生命周期的碳足迹有望降低 40% 以上。

(三) 原材料的挑战与机遇

全球有色金属行业在原材料领域将面临以下关键挑战与战略机遇。

1. 供应链韧性危机

- 关键矿产的地缘政治风险：钴、锂、稀土等战略资源的分布高度集中于刚果（金）、中国等少数国家，地缘冲突或贸易壁垒的出现，可能导致供应中断。2023 年，全球精炼钴（通过冶金工艺从钴矿中提纯的高纯度钴产品）的需求缺口达到 1.5 万吨；预计到 2030 年，锂资源的对外依存度仍将超过 60%。
- 再生金属的供应缺口：尽管中国再生铜产量占全球总产量的 33%，但由于废铝分选纯度和含杂控制存在技术瓶颈，使得高附加值领域（即对金属纯度、性能要求极高的产业领域）的再生金属供给不足，预计 2035 年全球再生铝的供应缺口可能达到 800 万吨。

2. 低碳转型的技术竞速

- 低碳冶金技术突破：惰性阳极电解铝技术通过重构化学反应路径、优化材料体系并适配清洁能源，能够将吨铝电耗降低 15%、碳排放减少 50%。传统的火法炼铜技术依赖焦炭或天然气还原硫化铜矿，而氢基直接还原炼铜技术则以氢气替代碳基还原剂，通过化学还原作用直接还原硫化铜矿，实现了“以氢代碳”的铜矿冶金反应路径重构，可同步解决硫污染和碳排放问题，但目前该技术仍处于试验阶段，尚未突破还原效率与氢气成本的双重制约。
- 再生金属分选革命：AI 光谱分选系统凭借“光谱感知+智能决策”模式，通过高精度数据采集与自适应算法，可实现航空级金属 99.9% 的分选精度，将废铜回收率提升至 98%，推动再生金属从“低端回收”向“高附加值化利用”转变。

3. 环保与成本的双重约束

- 碳排放成本激增：在欧盟碳边境调节机制（CBAM）下，每吨进口铝需支付 150-200 欧元的碳成本，这使得火电铝企业的利润空间压缩 30%-40%。中国电解铝行业 2025 年全面纳入碳交易，预计吨铝成本会增加 800-1200 元。
- 循环经济的技术成本：再生铜冶炼净化需要配置二噁英分解装置，其投资占比超过冶炼公司平均成本的 20%。废锂电池湿法回收的硫酸盐废水处理成本达到 3000 元/吨，中小企业面临着技术升级与资金链断裂的双重压力。

4. 供应链重构的战略机遇

- 绿色资源联盟构建：全球头部企业正加速布局低碳供应链，例如挪威海德鲁公司利用其专利技术（光谱分选+AI 算法），对宝马生产废料及退役车辆中的铝部件进行高精度分选，分选后的废铝通过海德鲁的低碳熔炼工艺重熔为铝锭（固态金属块），直接回用于宝马生产线，形成“生产→使用→回收→再生产”的闭环，实现了资源效率与碳减排的双重突破。该模式不仅重塑了汽车供应链的可持续性标准，更推动了铝工业从“线性消耗”向“循环再生”的范式转型，为全球制造业的绿色升级提供了关键路径。国内方面，宁德时代与印尼国有公司共同成立合资企业，掌控上游镍资源，布局中游冶炼与材料生产，延伸下游电池制造与回收，构建起垂直一体化的产业闭环，有效缩短了供应链长度。
- 数字化供应链管理：区块链技术可实现铜精矿从矿山到阴极铜的全程数据上链，通过“数据采集→加密存储→智能合约→跨链协同”四个步骤构建可信、不可篡改的技术体系，实现产业链溯源。借助物联网技术驱动铝土矿物流优化，从数据采集、智能分析、实时决策及协同管理四大维度切入，构建“感知-分析-响应”闭环体系，增强全链条的风险应对能力。

5. 应对策略

有色金属原材料体系的变革将重塑全球产业竞争格局，中国企业需通过以下三项核心策略应对挑战。

- 技术纵深战略：通过技术研发与产学研合作，突破氢冶金、超导电解等技术革新，攻克再生金属高附加值难题，抢占技术制高点。
- 循环体系构建：建设“城市矿山”数据库，配套智能分选-熔炼-提纯体系，通过数字化、智能化手段，将金属回收率提升至 95%以上，降低对外依存度。
- 全球资源布局：通过参股非洲铜钴矿掌控稀缺资源、投资开发南美盐湖锂项目，构建铜、钴、锂等战略资源的多元化供应体系，对冲地缘政治风险。

二、生产环节

有色金属产业链的生产环节是资源转化为终端产品的核心枢纽，通过冶炼提纯与成型加工两大核心模块，实现从矿石及再生金属到金属锭及深加工产品的转化。其中，冶炼环节依据金属特性分为火法冶炼、湿法冶炼及电解精炼三类主流技术路径，加工环节则通过塑性变形技术生产多样化形态的终端产品。

(一) 火法冶炼：从矿石到粗金属的高温转化

火法冶炼借助高温熔融实现金属与杂质的分离，广泛应用于铜、铅、锌等金属提取。以铜冶炼为例，全程涵盖熔炼、吹炼、精炼三阶段：铜精矿经闪速熔炼产出冰铜，再通过转炉吹炼成粗铜，最终经阳极炉精炼成为电解铜原料。该过程的主要排放物包括二氧化硫（SO₂）、铅/砷等重金属粉尘及氮氧化物，配套设备包含熔炼炉、转炉、余热锅炉及烟气制酸系统。火法冶炼能耗较高，每吨铜综合能耗约 500kg 标准煤，且碳排放密集——火法冶炼过程中会产生大量 SO₂和 CO₂，其中电解铝生产依赖火电时，每吨铝碳排放达 12-14 吨，占行业总排放量的 65%。

(二) 湿法冶炼：低品位矿的化学浸出提取

湿法冶炼采用化学溶剂浸出金属，适用于氧化矿及复杂共生矿的处理。以氧化铝生产为例，铝土矿经拜耳法溶出、沉降、分解等工序制取氧化铝，过程中产生赤泥废渣、氟化物废水及挥发性有机化合物，设备配置包括高压溶出器、沉降槽、分解槽及蒸发系统。湿法冶炼的金属回收率可达 95%以上，但耗水量较大，每吨氧化铝耗水约 3 立方米，需配套水循环处理设施以控制排放。

(三) 电解精炼：从粗金属到高纯金属的提纯

电解提纯是获取高纯金属的核心工序。铜电解以硫酸铜为电解液，在直流电作用下于阴极析出纯度达 99.99%的纯铜；铝电解则通过霍尔-埃鲁法在 950°C 熔融冰晶石中分解氧化铝。该环节会产生氟化物气体、阳极泥及酸性雾沫，设备包含电解槽、整流机组及气体净化系统。电解槽电流效率可达 95%，但能耗显著——每吨铝电解耗电量约 13500kWh。此外，电解铝若采用水电发电，需应对季节性电力波动问题。

(四) 塑性成型：从金属锭到加工材的形态转化

金属通过铸造、轧制、挤压等塑性变形技术，生产不同形态的终端产品。铝加工的典型流程为：铝锭经熔铸→热轧→冷轧→退火制成铝板带箔；铜加工则通过连续挤压产出铜管材。加工环节会产生乳化液废水、挥发性有机化合物及金属粉尘，需配置废气焚烧炉、废水处理系统及余热回收装置。同时，金属压制过程中存在含油废水、挥发性有机化合物排放，以及加工厂噪声、粉尘暴露等问题，需通过隔声、减振措施将噪声控制在 210 分贝以内，以避免影响员工健康。

(五) 再生金属循环利用体系

针对废铜、废铝等再生资源，主要采用反射炉或双室熔炼炉进行再生熔炼。再生铝熔炼过程会产生二噁英和盐渣，需配套布袋除尘和活性炭吸附系统控制排放。先进的双室炉设计可使废铝金属回收率超 92%，显著提升资源循环效率。

三、产品应用环节

(一) 新能源领域

在新能源产业中，有色金属扮演着不可替代的关键角色。锂、钴、镍等金属作为动力电池的核心材料，其性能直接决定了电池的能量密度与循环寿命。随着新能源汽车的爆发式增长，2023 年全球动力电池领域锂消费量已突破 80 万吨。以宁德时代研发的 NCM811 三元锂电池为例，其采用镍、钴、锰比例为 8:1:1 的创新配比，在保障安全性的前提下，将能量密度提升至 300Wh/kg 以上，成功应用于蔚来 ET7 等高端车型，推动了新能源汽车续航能力的显著提升。

(二) 电子信息技术领域

半导体级硅材料是现代电子工业的基础。钽等稀有金属制成的电容器，能够在 5G 基站中实现高频信号的稳定传输，保障通信质量。华为麒麟 9000 芯片运用先进的 3D 封装技术，实现了高密度互连，提升了芯片的运算性能。在显示领域，铟锡氧化物或金属网格技术作为透明导电层，为京东方柔性 OLED 屏幕提供了支撑，使其具备 180 度可折叠特性，拓展了显示设备的应用场景。

(三) 交通运输领域

在汽车轻量化的趋势下，铝合金在车身、底盘的应用比例不断上升。例如特斯拉 Model Y 采用一体式压铸铝合金后底板，将原本的 70 个零件整合为 1 个，不仅实现了 30%的减重，还提高了车身的抗扭刚度，增强了汽车的整体性能。

(四) 航空航天领域

钛合金的应用比例是衡量战机性能的重要指标。歼-20 机身的钛合金占比达 20%，其采用的 TC4 钛合金构件可耐受 550°C 高温，为战机实现 2.2 马赫超音速巡航提供了有力支撑。C919 客机突破性地采用第三代铝锂合金，使机体结构重量减轻 7%-10%，提升了客机的燃油效率和续航能力。

(五) 建筑建材领域

铝合金幕墙系统正不断重塑现代建筑的美学风格。北京大兴国际机场航站楼创新应用 3.6 万吨铝镁锰合金屋面系统，通过参数化设计的双曲面造型，在确保防水性能的同时，营造出“凤凰展翅”的独特视觉效果。在绿色建筑领域，铜制地源热泵管路系统借助地下恒温特性，可使建筑能耗降低 40%-60%，体现了良好的节能效果。

(六) 高端装备制造领域

高温合金是大国重器的核心所在。由 GH4169 镍基合金制造的航空发动机涡轮叶片，能够在 1600°C 的燃气环境中保持结构强度，为 WS-15 发动机实现 15 吨推力提供了保障。在精密制造领域，钨铜复合材料制成的电火花加工电极，可实现 ±2μm 级的精密模具加工。东方电气研发的百万千瓦级水轮机组，应用稀土改性铜合金轴瓦，使三峡电站机组轴承寿命突破 10 万小时。

第四节 有色金属行业的龙头企业

中国有色金属行业的领军企业在各细分领域展现出强劲的综合竞争力与创新驱动力，成为行业高质量发展的核心引擎。其中，紫金矿业与中国铝业作为全能型领军企业，在资源开发、技术攻关及绿色转型领域成效显著；华友钴业与赣锋锂业深耕新能源材料赛道，为全球新能源汽车产业供应链提供关键支撑；江西铜业与洛阳钼业则在特色领域彰显技术优势与社会责任担当。这些龙头企业不仅引领中国有色金属行业的升级进程，更在全球产业格局重塑中发挥重要作用。

一、全能型选手：紫金矿业与中铝集团

1. 紫金矿业——“中国版必和必拓”

紫金矿业是中国有色金属行业的标杆企业，其铜矿开采规模跻身全球前五。2024 年，该公司矿产铜产量达 125 万吨，占全球铜产量的 6%，既彰显其在全球铜矿开采领域的领先地位，也使其成为全球铜资源供应体系的核心参与者。

紫金矿业的绿色转型实践具有行业示范意义。在西藏矿区，公司全面采用水电与光伏能源，实现生产环节清洁能源全覆盖，年减排效益相当于植树 1.2 亿棵，为行业应对气候变化提供实践样本。此外，其海外资源布局具有战略前瞻性：在刚果（金）的铜钴矿项目，既为当地经济发展注入动能，又为全球新能源汽车产业提供关键原材料；镍矿产能可满足 200 万辆电动车需求，凸显其在全球新能源产业链中的资源保障能力。

2. 中国铝业——铝业界的“国家队”

中国铝业作为行业的领军企业，掌控全球 20% 的氧化铝产能，年铝材产能达 4000 万吨。作为行业“国家队”，公司在技术研发与产品创新领域持续突破：自主研发的航空铝合金打破欧美长期技术垄断，应用于 C919 国产大飞机起落架，既提升全球市场竞争力，又为中国航空航天事业发展提供材料保障。

在可持续发展领域，中国铝业表现突出。其再生铝技术实现废铝资源高效循环利用，年节约能源量相当于三峡电站 10 天的发电量，既降低对原生铝矿的依赖度，又减少生产环节碳排放，彰显推动行业绿色转型的责任担当。

二、新能源赛道领跑者

1. 华友钴业——电池材料的隐形冠军

华友钴业在全球电池材料领域占据重要地位，堪称隐形冠军。在全球电动车电池市场中，每 4 块电池就有 1 块采用该公司的钴产品，市场渗透力显著。其技术创新能力突出，在印尼镍矿项目中应用“高压煮矿”新技术，使能耗降低 42%，这一突破不仅提升了生产效率，还有效降低了生产成本，进一步巩固了其在全球市场的竞争优势。

在海外运营中，华友钴业展现出高度的责任意识。在刚果（金）的矿区实现全程机械化作业，杜绝了手工采矿的乱象，既提高了生产安全性，又提升了矿区整体运营效率，为当地矿业的可持续发展树立了行业标杆。

2. 赣锋锂业——锂资源的国际玩家

赣锋锂业是中国锂资源领域的领军企业，掌控着全球 8% 的锂资源，资源布局极具全球性，从澳大利亚的矿山到阿根廷的盐湖，均有其项目分布。该公司的创新提锂技术大幅降低了水资源消耗，在智利沙漠的项目中，更是以太阳能替代柴油发电，显著减少了碳排放，践行了绿色发展理念。

值得关注的是，赣锋锂业的生态修复技术成效显著。其矿区复垦后，植物种类较开采前有所增加，这一成果不仅体现了该公司在环境保护方面的切实努力，也展示了其在资源开发与生态保护之间实现平衡的能力，为行业提供了可借鉴的生态修复模式。

三、 特色领域专家

1. 江西铜业——铜业界的“炼金术士”

江西铜业是中国铜行业的核心龙头企业。其旗下贵溪冶炼厂借助 AI 技术实现电解槽智能化控制，年节电达 1.2 亿度，相当于 50 万个家庭的年用电量。该技术应用不仅实现生产成本优化，更显著提升生产效率，彰显江西铜业在智能化制造领域的行业领先地位。

在资源回收领域，江西铜业表现突出。其电子废弃物处理能力位居行业前列，年回收黄金量达 2 吨，对应价值超 8 亿元。这一成果既降低对原生矿石的依赖度，也充分展现企业在资源循环利用领域的强劲实力。

2. 洛阳钼业——责任采矿践行者

洛阳钼业是中国钼行业的领军企业，同时跻身全球前五大钼生产商。在刚果（金）运营中，企业将 1.5% 的矿区收入投入社区建设，累计建成 6 所学校及 10 个净水站，2024 年投入金额达 1500 万美元，直接惠及当地 5 万居民。该举措既切实改善社区生活条件，也有效提升企业社会形象。

在巴西，洛阳钼业推行“采矿还林”生态项目，实施“开发 1 公顷矿山同步保护 1.2 公顷雨林”的开发模式。这一实践不仅降低生态环境扰动，更推动当地生态系统的修复与可持续发展，凸显企业在可持续发展领域的责任担当。

第五节 我国有色金属行业的发展趋势

当前，中国有色金属行业正经历深刻的结构性变革，呈现出“三重蜕变”的鲜明特征，成为行业转型发展的核心主线。

- 发展模式从规模扩张转向质量提升，行业重心由追求产能规模增长逐步过渡到优化产品结构、提升产品附加值与核心竞争力。
- 发展动力从资源依赖转向技术创新，破解资源约束瓶颈的关键在于通过技术突破提升资源利用效率、开发替代材料及优化生产工艺。
- 发展路径从高碳发展转向绿色低碳，在“双碳”目标约束下，行业加速推进节能减排、清洁能源替代及循环经济模式，推动产业向低碳化、可持续化转型。

这一转型过程既需要紫金矿业、中国铝业等龙头企业发挥引领作用，亦需技术创新与制度改革提供支撑，正深刻重塑全球有色金属产业版图。

一、需求结构剧变：新能源革命驱动金属需求格局重塑

全球“双碳”目标推进及新能源产业的快速发展，正推动有色金属需求结构发生根本性变化。传统基建领域对有色金属的需求增速已放缓至 3%，而新能源领域需求增速突破 20%，成为拉动行业增长的核心动力。其中，新能源汽车渗透率突破 30%、全球可再生能源装机量持续增长，共同推动锂、钴、镍、铜、铝等金属的需求格局重塑，行业进入“新旧动能转换期”。

1. 电池核心金属：锂、钴、镍需求呈爆发式增长

锂、钴、镍作为动力电池核心原料，需求增长态势显著，且受益于多重战略机遇的支撑。2024 年，全球新能源汽车领域锂、钴、镍消费量分别达 50 万吨、15 万吨、40 万吨，占相应金属总需求的 35%、45%、30%，成为推动其需求增长的核心力量。

从锂资源来看，其需求在过去三年实现翻倍增长，主要得益于新能源汽车产量攀升——每辆电动汽车平均消耗约 60kg 碳酸锂，2024 年中国新能源汽车超 500 万辆的产量进一步拉动需求。未来，随着全球新能源汽车市场的快速发展，行业预测到 2030 年新能源汽车将带动锂需求增长 300%，中国作为全球最大新能源汽车生产与消费国，叠加技术进步下高镍电池对续航要求的提升，将进一步打开锂资源的市场空间。

钴因在电池中具有不可替代性，虽单车用量仅约 10kg，但由于其供应高度集中在刚果（金）等少数国家，中国钴矿资源匮乏，导致国内钴资源大部分依赖进口。在此背景下，“一带一路”倡议下的国际产能合作成为重要支撑，中国企业通过在刚果（金）等资源富集国的投资项目，既保障了国内钴资源的稳定供应，又通过技术输出与管理经验分享提升了当地矿业开发水平，实现互利共赢。

在新能源汽车追求长续航与高性能的趋势下，高镍电池成为主流，高端车型电池含镍量突破 80%，推动镍的市场需求快速增长。类似地，国际产能合作在镍资源供应中发挥关键作用，中国企业在印尼的投资项目，不仅促进了当地经济发展，也为国内镍资源需求提供了稳定支撑，助力高镍电池产业链的持续发展。

2. 铜：新能源与基建双重驱动的需求增长

铜在新能源领域的需求显著高于传统燃油汽车，据统计，新能源汽车的铜用量是传统燃油汽车的 3 倍，主要用于电机、充电设施等关键部件，2024 年，仅新能源汽车就消耗了 120 万吨铜，占全国铜消费总量的 12%。

同时，基建升级潮下的特高压电网建设，成为拉动铜需求的另一重要引擎。特高压电网建设是中国基础设施升级的重要组成部分，根据国家电网《特高压发展规划（2024-2035 年）》，每公里特高压线路用铜量约 12 吨，未来十年规划新建 6.7 万公里，总用铜量 800 万吨，相当于当前 3 年的年产量。这一庞大的需求不仅为铜生产企业带来了新的市场机遇，也促使铜加工企业不断优化产品结构，以满足新能源汽车及特高压行业的高标准要求。

3. 铝：因使用场景不断扩大而华丽转身

铝在新能源汽车中的应用范围不断扩大，从最初的车门到如今的电池壳、全铝底盘等。新能源汽车的平均用铝量达到 180kg/辆。特斯拉等新能源汽车制造商已经在部分车型中采用了全铝底盘，这不仅减轻了车身重量，还提高了车辆的续航能力和操控性能。铝的应用不仅局限于汽车领域，还在航空航天、建筑等高端领域展现出巨大的潜力。

二、全球竞争新规则下的中国应对

当前，全球有色金属产业格局正在发生深刻变化，中国有色金属行业在迎来发展机遇的同时，也面临着资源、技术、环境及国际规则等多重挑战。如何在复杂的全球竞争环境中突破瓶颈、构建核心竞争力，成为行业可持续发展的关键课题。

1. 战略资源保障压力凸显

在全球资源竞争日益激烈的背景下，中国有色金属行业的战略资源安全问题愈发突出。作为全球最大的锂资源消费国，中国 75% 的锂矿依赖进口，资源供应的不确定性对产业链稳定构成潜在风险。类似地，钴资源因全球储量集中于刚果（金），而国内资源匮乏，导致供应高度依赖进口，进一步加剧了资源保障压力。此外，全球资源争夺呈现白热化趋势，以刚果（金）为例，其同时是铜、锂等关键矿产的重要供应地，中国企业在当地的开发活动正面临来自美国等西方国家的竞争挤压，资源获取难度持续加大。

应对策略：强化资源保障，构建多元供应体系

为破解资源依赖困境，中国采取了“国内储备 + 国际合作”的双轨策略。一方面，加快建立战略资源储备体系，目标覆盖 90 天用量，以应对市场波动、稳定供应；另一方面，深化“一带一路”国际合作，通过资源开发与民生改善相结合的模式，提升全球资源掌控力。例如，紫金矿业通过收购刚果（金）的铜矿和锂矿项目，既保障了资源供应，又通过修建公路、医院等基础设施改善当地民生，巩固了合作基础；在印尼的镍矿投资项目，则为高镍电池产业链提供了稳定的资源支撑。

2. 高端技术自主化瓶颈待突破

高端材料技术的自主化是中国有色金属行业实现高质量发展的主要障碍。目前，在 12 英寸硅片用高纯金属、航空发动机高温合金等高端领域，国内仍高度依赖进口，其中高温合金市场长期被欧美国家垄断，对产业链自主可控构成制约。这一技术短板不仅影响产品附加值提升，也在国际竞争中因技术标准壁垒而处于被动地位。例如，欧盟《绿色产品指令》对铝制品生产的可再生能源占比（ $\geq 50\%$ ）和碳排放强度（ ≤ 6 吨/吨铝）设定了严格标准，对国内依赖煤电的铝企业形成出口制约，导致技术升级的紧迫性。

应对策略：攻坚核心技术，提升自主创新能力

针对高端材料技术瓶颈，行业加大研发投入，推动关键领域突破。中国铝业在航空铝合金研发上取得重大进展，其材料已应用于国产大飞机 C919 的起落架，缩小了与国际先进水平的差距；在绿色生产技术方面，企业积极推广惰性阳极、智能电解槽等先进工艺，目标在 2030 年将吨铝碳排放降至 10 吨以下，铜行业则扩大氧气底吹连续炼铜技术应用，以满足国际技术标准。同时，政策层面通过碳市场扩容等工具，引导企业通过技术改造实现减排。

3. ESG 管理能力与国际要求存在差距

ESG 能力建设已成为全球企业可持续发展的核心指标，但中国有色金属行业在该领域仍有提升空间。国际市场对企业的环境合规、社会责任履行等要求日益严格，而国内行业尚未形成完善的 ESG 管理体系，专业人才储备不足，海外投资的风险预警机制也有待健全。这一差距可能影响企业的国际形象和海外项目运营稳定性，进而制约全球资源布局的推进。

应对策略：践行可持续发展理念

国内企业逐步重视 ESG 能力建设，并通过实践积累经验。洛阳钼业在刚果（金）的矿区将 1.5% 的收入投入社区建设，建成 6 所学校和 10 个净水站，既履行了社会责任，又增强了当地运营的稳定性；行业层面则加快培育专业 ESG 人才，建立海外投资风险预警系统，以适应国际市场对可持续发展的要求，提升品牌公信力。

4. 碳关税等新型贸易壁垒冲击显著

全球绿色贸易规则的收紧对中国有色金属行业，尤其是高耗能的铝行业带来直接冲击。欧盟碳关税（CBAM）的实施，使得中国铝企业出口成本大幅增加——据测算，2026 年起每吨原铝成本将增加 800-1200 元，2034 年预计升至 2400 元，直接削弱了产品的国际价格竞争力。若不能有效降低碳排放强度，国内企业在国际市场的份额可能受到挤压。

应对策略：推进全链条绿色转型

面对碳关税冲击，企业采取短期应对与中长期规划相结合的策略。短期层面，加快建立数字化碳管理系统，运用物联网（IoT）技术构建监测、报告和核证系统（MRV），精准掌握碳排放数据，确保出口产品合规申报；中长期则通过能源结构优化（如水铝电铝认证）、工艺升级等方式降低碳排放。中铝集团云南神火铝业通过水电供电，实现吨铝碳排放仅 2.5 吨，符合欧盟“绿色铝”标准，成功规避碳关税影响。此外，行业积极构建低碳供应链，发展再生金属产业——江西铜业废线缆铜回收率达 98%，格林美动力电池镍钴锰回收率 99%、锂回收率 85%，年减排 10 万吨二氧化碳，通过循环经济模式降低碳足迹。



第二章

有色金属细分行业的情况

第一节 铝

一、铝的价值链

铝作为一种在新能源、交通运输、航空航天、建筑建材等众多领域都有广泛且重要应用的有色金属，其从原始资源到终端产品的全流程经济活动构成了独特的价值链。铝金属从原始资源的开采起步，历经一系列物理与化学转化过程，最终形成各类终端消费产品的完整经济活动链条，清晰地体现了铝金属的增值轨迹，每个环节都在为其增添价值。

(一) 上游：原材料获取

铝土矿开采是铝价值链上游的核心环节。

- 资源基础：铝土矿作为铝的主要来源，是一种富含氧化铝的岩石，其主要成分包括三水铝石、一水软铝石和一水硬铝石。
- 开采方式：由于大部分铝土矿矿藏接近地表，因此通常采用露天开采方式。开采过程中需要剥离覆盖层，以获取地下的铝土矿资源。
- 主要产区：全球铝土矿的生产具有高度集中的特点。几内亚、澳大利亚、越南、巴西、牙买加、中国、印度、印度尼西亚是全球主要的铝土矿生产国。其中，几内亚和澳大利亚拥有品质最高且储量最大的铝土矿矿藏。
- 关键因素：影响铝土矿开采及后续价值链的关键因素包括矿石品位（直接关系到后续加工的效率 and 成本）、开采成本（涵盖人力、设备、技术等方面的投入）、物流条件（矿石的运输效率和成本）、产区的政治稳定性（关乎供应的持续性）以及环境法规（对开采过程中的环保要求，影响开采方式和成本）。

(二) 中游：精炼

1. 氧化铝精炼

拜耳法是目前几乎唯一实现工业化生产氧化铝的方法。具体流程为：铝土矿被粉碎后，在高温高压环境下用浓氢氧化钠溶液浸出，使其中的氧化铝溶解，形成铝酸钠溶液；随后将杂质分离出来，铝酸钠溶液经过分解、洗涤、煅烧等步骤，最终得到纯净的白色粉末状氧化铝。

该过程的核心投入包括铝土矿、烧碱、能源、石灰等，主要产出是氧化铝。关键因素包括铝土矿品质、能源成本、烧碱价格、赤泥处理情况以及工厂地理位置等。

中国在全球氧化铝精炼领域占据绝对主导地位，其次是澳大利亚、巴西、印度等国家。精炼厂通常选址于靠近矿山或港口的区域，以降低运输成本。

2. 原铝生产

霍尔-埃鲁特法是目前唯一大规模生产原铝的方法。具体流程为：将氧化铝溶解在熔融的冰晶石熔盐中，形成电解质；强大的直流电通入电解槽，在碳阳极和阴极之间流过电解质，使氧化铝分解；液态铝沉积在阴极，氧气在阳极与碳发生反应生成 CO_2 。

该过程的核心投入包括氧化铝、预焙阳极、电力、冰晶石、氟化铝等，主要产出是液态原铝。关键因素包括电力成本与来源、生产技术水平以及环境挑战等。

中国是全球最大的原铝生产国，其次是印度、俄罗斯、加拿大、阿联酋、巴林、澳大利亚等国家。

3. 铝加工与制造

液态原铝通常会与各种合金元素混合，铸造成具有特定成分的合金锭，供下游铸造厂使用。

(1) 轧制

- 热轧：将大板锭加热后，在热轧机上轧制成较厚的板带卷。
- 冷轧：把热轧卷进一步在室温下进行轧制，以获得更薄、精度更高、表面质量更好的板带箔材，过程中需要进行中间退火以恢复材料的塑性。
- 精整：包含切边、表面处理、分切、退火等工序。
- 主要产品：罐料、汽车板、航空航天板、建筑板、PS/CTP 版基、电子箔、包装箔、家用箔等。该领域技术壁垒较高，尤其是高端板带箔的生产。

(2) 挤压：将实心或空心铝合金圆锭加热后，在挤压机的强大压力作用下，通过特定形状的模具挤出型材。主要产品包括建筑型材、工业型材、管材棒材等，模具设计是该工艺的关键。

(3) 拉拔：使铝棒通过一系列逐渐变小的模具，拉制成线材或细棒。主要产品有导线、焊丝、铆钉线、紧固件等。

(4) 锻造：在压力作用下，使铝锭或坯料在模具内发生塑性变形，从而获得高强度、形状复杂的零件。主要产品包括汽车底盘件、航空结构件、轮毂、工业设备关键承力件等。

(5) 铸造

- 压铸：将液态铝合金以高速高压注入金属模具，实现快速成型，该工艺效率高，适合大批量生产复杂薄壁件。主要产品有汽车发动机缸体缸盖、变速箱壳体、结构件，3C 产品外壳，电动工具壳体等。

- 重力/低压铸造：利用重力或低压将金属液充填到模具中，适用于生产质量要求更高的零件。主要产品包括汽车转向节、控制臂，轮毂，部分工业部件等。砂型/熔模铸造则用于生产形状更复杂、小批量或大型的铸件。

(三) 下游：终端应用

- 1. 建筑与结构：**作为铝终端应用的传统最大单一市场，占比约 25-30%。其运用范围广泛，涵盖门窗幕墙、屋顶、天棚、结构件、室内装饰等。铝在该领域的优势显著，具有轻质、耐蚀、易加工成型、美观等特点，能够满足现代建筑对功能与美学的双重需求。
- 2. 交通运输：**铝终端应用的第二大市场，且增长迅速，占比约 25-30%。在汽车领域，铝被应用于车身覆盖件、底盘结构件、动力系统、热交换器、轮毂等，轻量化以降低油耗或电耗是其在汽车领域应用的关键驱动力；在航空航天领域，铝是关键结构材料，对高强韧铝合金的性能要求极高；在轨道交通领域，应用于高铁、地铁车厢；在船舶领域，则用于快艇、上层建筑等。
- 3. 包装：**在铝终端应用中占比约 15-20%。易拉罐是该领域最大的单一包装应用，其罐体、罐盖拉环对制耳率控制、强度、成形性要求极高；食品 / 药品包装箔包括软包装、硬质容器等，要求具备高阻隔性、卫生、无污染等特性；家用箔则主要用于食品保鲜、烹饪等场景。
- 4. 电力工程：**占铝终端应用的比例约 10%。在电线电缆方面，铝被用于输电导线（如钢芯铝绞线 ACSR）、布电线等，其具有良好的导电性（约为铜的 60%）、轻质、成本相对较低等优势；此外，还应用于母线槽、电容器箔等。
- 5. 机械装备：**铝被用于各种工业设备的结构件、壳体、散热器、输送系统部件等，主要利用其轻质、耐蚀、易加工的特性。
- 6. 耐用消费品：**涵盖家电、家具、厨具、电子产品等领域，铝起到重要的结构或功能作用。
- 7. 新兴领域：**在新能源领域，铝应用于光伏、动力电池、储能系统等；在 3C 电子领域，对铝的需求呈现持续轻量化、高导热的要求，推动着铝在该领域的创新应用。

二、铝行业为什么要重视 ESG

(一) 环境维度

2025 年 3 月，生态环境部发布《全国碳排放权交易市场覆盖钢铁、水泥、铝冶炼行业工作方案》，铝冶炼行业自此正式纳入全国碳市场。其化石燃料燃烧、工业过程产生的温室气体直接排放均被管控，包括二氧化碳、四氟化碳和六氟化二碳。

作为兼具高能耗、高碳排放属性与广泛应用价值的基础工业领域，铝行业的生产全链条面临着能源消耗、碳排放管控、资源开发与生态保护等多重环境挑战。这些挑战不仅直接关联企业的成本控制、技术迭代与市场竞争力，更受到全球碳政策体系（如碳市场、碳关税）、下游绿色需求升级及社会环境责任诉求的刚性约束。

1. 高能耗与高碳排放的核心困境

电解铝生产是工业领域中能耗最高、碳排放最密集的工艺之一。每吨原铝的电力消耗量达 13000-15000 千瓦时，吨铝平均二氧化碳排放量为 13.8 吨（远超全球平均水平），占全国碳排放总量的 5% 左右，是工业领域的第三大排放源。其庞大的碳足迹成为铝行业在全球碳中和目标下所面临的最严峻环境挑战，这直接促使行业加大对绿色能源供电项目的投资或绿电采购力度，从根源上降低碳排放强度。同时，行业也在不断提升电解槽效率、优化生产工艺以降低单位能耗，并加快惰性阳极（可消除阳极效应排放）、碳捕获利用与封存（CCUS）等突破性技术的研发与部署。

非二氧化碳温室气体的管控压力巨大，铝电解过程中会产生强效温室气体 CF_4 和 C_2F_6 ，其全球变暖潜势分别是二氧化碳的 6630 倍和 11100 倍，在被纳入碳市场管控后，将倒逼行业进行技术升级。2025 年 3 月《全国碳市场覆盖钢铁、水泥、铝冶炼行业工作方案》正式生效，94 家电解铝企业被纳入管控范围。配额分配机制逐步收紧（2024 年为零成本过渡阶段，2025—2026 年采用强度基准法，2027 年后总量收紧），据预测，2026 年行业配额缺口将达 34 万吨，显性碳成本约为 0.34 亿元/年，碳成本正倒逼行业进行技术革新与能源转型。

国际碳关税压力同样不容忽视，欧盟碳边境调整机制（CBAM）覆盖铝材及制品，2026 年起将对进口产品征收碳关税。中国铝材出口占全球市场的 50% 以上，若未建立国内碳成本机制，相关企业将承担最高 50 欧元/吨的额外关税。

2. 资源消耗与生态破坏

铝土矿开采会对土地造成明显破坏、导致森林砍伐并损害生物多样性。开采过程中产生的大量赤泥，若储存和处理不当，将带来严重的土壤和水体污染风险。此外，从采矿到冶炼的整个铝生产过程，是水资源消耗的大户，还可能产生含重金属、氟化物等污染物的废水。这促使行业开展负责任的矿山复垦工作以恢复生态，强化水资源管理，并积极研发赤泥的安全处理与资源化利用技术，实现变废为宝，减轻环境负担。

3. 应对气候变化的紧迫压力与循环经济机遇

投资者、客户以及监管机构对碳足迹的要求愈发严苛。以客户为例，下游产业对低碳供应链有明确要求：新能源车用铝量达 255kg/辆，光伏组件依赖铝边框，终端客户对“绿电铝”认证的需求急剧增加。

铝的轻量化优势正因其生产环节的高碳排放而被部分抵消，行业自身的减碳工作刻不容缓，否则将面临市场准入限制、碳成本上升及声誉风险。除上述能源转型和技术革新外，这一压力极大地推动了再生铝使用比例的提高。再生铝的能耗和碳排放仅为原铝的 5% 左右（每吨再生铝排碳仅 0.2 吨，下降 98%），是降低行业整体环境足迹最高效的途径之一。循环经济模式已成为 ESG 战略的关键支柱。

(二) 社会维度

在铝产业链中，社会维度是保障运营可持续性、规避法律风险、维护企业声誉的核心支柱。由于铝土矿资源多集中于治理体系相对薄弱的地区，冶炼作业环境存在较高风险，且铝产品在众多关键领域有着广泛应用，社会议题管理已成为行业生存发展的关键防线，同时面临来自供应链和产品责任的直接压力。

1. 负责任的供应链与人权保障

铝土矿的源头环节常常涉及童工、强迫劳动、原住民土地权争端等问题，若未能妥善处理，可能导致项目停工、遭受国际制裁以及品牌合作终止。为应对这些问题，可实施三级供应链尽职调查：一级供应商强制通过 IRMA（负责任采矿倡议）或 ASI（铝业管理倡议）认证；针对冲突矿区采用区块链技术进行溯源；对高风险区域开展独立第三方突击审计。

2. 工人健康与安全

铝冶炼厂、矿山和精炼厂存在显著的健康与安全风险，历史上也曾发生过严重事故，因此保障工人安全是企业的核心社会责任。在工人健康和安全保障方面，企业可部署智能安全系统：冶炼厂应用熔融铝液泄漏红外监测与自动堵漏装置；矿场配备可穿戴设备，实时监测工人体征及危险区域闯入情况并发出预警。同时，重构安全文化，实行“安全积分制”，将部门奖金与事故率直接挂钩。

3. 社区共赢发展模式

大型铝业项目对当地社区有着巨大影响，需要进行公平补偿、创造本地就业机会、支持社区发展，以避免社会冲突。例如创建利益共享机制：几内亚模式为按出口铝土矿吨数计提社区发展基金；巴西模式则承诺本地雇佣率超过 60%，并为社区建设直营医院和职业学校。

4. 产品安全与全生命周期责任

铝材广泛应用于新能源汽车电池壳、食品包装、建筑幕墙等领域，产品缺陷可能引发连锁法律责任和市场信任危机。建立闭环回收系统，确保再生铝纯度超过 99%，消除废铝流入非正规渠道导致的二次污染，是履行全生命周期责任的关键。面对安全问题，企业要建立全链条质控体系，涵盖原材料检测、禁用 Cd/Pb 超标废铝、熔铸过程 X 荧光在线监测、轧制工艺参数区块链存证、终端产品数字护照等环节；进行合规性管理，如汽车板需满足 IIHS 25% 偏置碰撞标准并通过 ISO 26262 功能安全认证，食品包装需执行 FDA 21 CFR 175.300 及欧盟 EC 1935/2004 迁移量限值，建筑型材需强制通过 EN 13501-1 防火等级测试。

(三) 治理维度

在铝行业的 ESG 体系中，治理维度是建立市场信任、有效管理风险、吸引长期资本的核心基石。健全的治理机制能够为行业应对环境与社会挑战提供制度保障，确保企业在复杂的内外部环境中稳健运营，并将 ESG 因素深度融入战略决策。

1. 风险管理

ESG 风险，尤其是环境方面的高碳排放、碳成本问题，以及社会层面的供应链人权问题、产品责任等，对铝企业的运营和财务状况构成重大威胁。而健全的治理体系是企业识别、评估和管理这些风险的基础，能够帮助企业提前预判风险点，制定针对性的应对策略，降低风险发生的概率和造成的损失。

2. 透明度和报告

投资者、客户和公众对于企业 ESG 表现的透明度要求日益提高，需要企业及时、准确地披露 ESG 方面的表现、目标及进展。在碳市场环境下，相关要求更为具体：企业需强制进行碳排放数据的月度存证与核查，建立专门的碳资产管理团队，完善数据治理体系；同时，配额的盈缺情况需纳入财务报表，ESG 报告中对碳资产的披露也成为必不可少的内容。

3. 商业伦理与合规

铝企业在资源获取、商业行为、反腐败等方面，需严格遵循最高的道德标准和法律法规，特别是在全球范围内开展运营的情况下，更要确保合规经营，避免因违反伦理和法律而遭受处罚，损害企业声誉。

4. 长期战略与资本配置

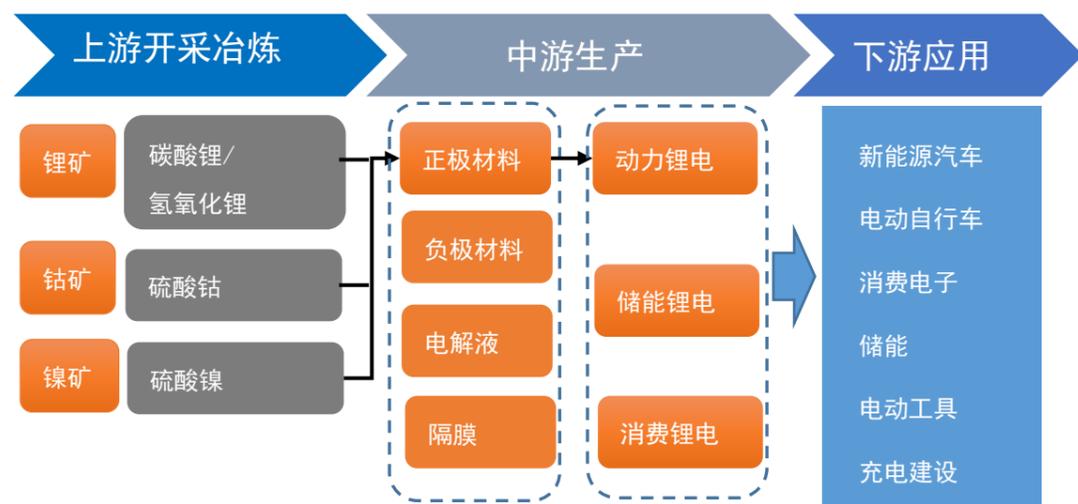
ESG 因素，如碳中和目标、循环经济转型、碳成本、供应链韧性、社会许可等，对铝企业的长期竞争力和战略方向具有决定性影响。良好的治理能够确保管理层和董事会将这些因素纳入核心决策和资本配置过程中，例如将资金投向惰性阳极研发、再生铝产能建设、绿电采购等领域，以提升企业的长期发展潜力。

第二节 锂/钴/镍等新能源金属

一、新能源金属的价值链

在全球能源转型与碳中和目标的驱动下，新能源汽车与储能产业的爆发式增长，使锂、钴、镍成为支撑动力电池产业发展的战略级原材料。这些金属的价值链以“资源开采—加工冶炼—材料生产—电池制造—回收利用”为核心链路，贯穿新能源产业链的关键环节，其供应稳定性、成本可控性及环境社会影响，直接关系到全球新能源转型的进程与质量。

图 2：新能源金属的价值链



(一) 上游：资源开采

1. 锂资源

锂资源主要以卤水锂和硬岩锂两种形式存在。由于锂的化学性质极为活泼，其在自然界中通常以化合物形态存在，而非单独的元素形态。锂在地壳中的丰度较高，达到 0.0065%，位居第 27 位。目前已发现的含锂矿物超过 150 种，其中主要包括锂辉石、锂云母、磷锂铝石和透锂长石。虽然盐湖和海水富含锂，但海水锂浓度低、提取难度大，因此卤水锂的开发以盐湖提锂为主。

锂资源开采后需进一步加工为各类锂盐产品。在初级加工环节，主要产出碳酸锂、氢氧化锂、氯化锂等基础锂盐，其中碳酸锂作为最核心的基础锂盐产品，应用覆盖多个关键领域。随着加工工艺的深化，可衍生出丁基锂、金属锂等二次或高附加值锂产品。碳酸锂与氢氧化锂根据纯度等级和化学指标的差异，可进一步划分为工业级与电池级产品，分别适配工业场景与电池制造领域的特定需求。

2. 钴资源

钴主要以铜、镍的伴生资源形式存在，其中镍钴伴生矿占据了钴 50% 的储量，铜钴伴生矿占据了 44% 的储量，原生钴储量仅占 6%。因此，钴的供给在很大程度上受限于铜、镍矿的开采情况。钴资源经开采后，形成了复杂且多元的冶炼加工链条，常见的工艺路径包括“钴精矿-硫酸钴-四氧化三钴”“钴精矿-氯化钴-四氧化三钴”“钴精矿-氯化钴-碳酸钴-四氧化三钴”“钴精矿-氯化钴-碳酸钴-钴粉”以及“钴精矿-氯化钴-草酸钴-钴粉”等。这些加工产品在钴冶炼体系中扮演着双重角色，它们既是关键的中间转化产物，又能脱离冶炼流程，直接应用于终端领域。

3. 镍资源

镍矿资源主要以红土镍矿和硫化镍矿两种形态存在。从全球资源分布来看，镍的储量极为丰富——地核中镍含量最高，形成天然的镍铁合金矿体；而地壳中镍元素的含量约为 0.018%。在镍资源开发的历史进程中，硫化镍矿曾长期作为原料供应的绝对主力，但受限于硫化矿资源本身的瓶颈问题，其主导地位逐渐弱化。目前，红土镍矿已成为全球最主要的原生镍供应来源。从红土镍矿的生产工艺来看，主要可划分为火法与湿法两大技术路线。

- 火法工艺：具有初始投资少、建设周期短的优势，但冶炼过程中能耗与成本较高，金属回收率相对较低，主要适用于高品位红土镍矿的处理。
- 湿法工艺：技术路线更为复杂，需要投入更高的初始成本且建设周期较长，但具有能耗低、金属回收率高的特点，能够有效处理表层低品位镍矿资源。

原生镍矿经湿法冶炼可形成湿法中间品（MSP/MHP），通过火法冶炼则可生产高冰镍。这些中间产品进一步加工为硫酸镍并制备前驱体，构成了红土镍矿向新能源电池产业链延伸的关键技术突破环节。

(二) 中游：材料与电池生产

1. 锂中游：以碳酸锂与氢氧化锂为核心的技术路线延伸

锂中游的价值链以碳酸锂和氢氧化锂为核心原料，分别向磷酸铁锂和三元材料两条技术路线延伸。

(1) 碳酸锂：聚焦磷酸铁锂路线，覆盖多元应用场景

碳酸锂作为关键锂盐产品，核心应用于磷酸铁锂（LFP）正极材料的合成——在生产过程中，碳酸锂与磷酸铁通过特定工艺反应生成磷酸铁锂。凭借成本低、安全性高的特点，磷酸铁锂在中国动力电池市场占据约 80% 的份额，广泛适配电动乘用车、商用车及储能等场景，为中低端车型及对安全性要求较高的应用提供动力与能源存储解决方案。此外，碳酸锂在玻璃、陶瓷等传统工业领域亦有广泛应用。

(2) 氢氧化锂：支撑高镍三元材料，瞄准高端需求

氢氧化锂主要用于高镍三元材料（NCM/NCA）正极的生产，且因高镍三元材料对纯度的严苛要求，其对氢氧化锂的纯度标准更高。在三元材料制备中，氢氧化锂与镍、钴、锰前驱体按比例混合反应，形成高能量密度的三元正极材料。此类材料因能量密度优势可显著提升电动汽车续航里程，在海外高端电动车市场占据主导地位，满足消费者对长续航、高性能车型的需求。

2. 钴中游：冶炼加工为核心，呈现“高镍低钴”趋势

钴中游产业以冶炼加工及材料生产为核心环节，中国在全球钴产业链中占据关键地位：作为全球最大的精炼钴生产国（占比 75%）和消费国（占比超三分之二），中国钴矿对外依存度超 98%，主要进口来源为刚果（金）。中资企业在刚果（金）的 19 座钴矿场中参与运营或资助 15 座，其中洛阳钼业依托当地铜钴矿资源布局，成为全球最大钴生产商，2024 年钴产量达 11.42 万吨，同比增长 106%；同时，中资企业亦在印度尼西亚拓展红土型镍钴矿开发，扩大钴产能。

在冶炼环节，硫酸钴、氯化钴等中间品可进一步加工为三氧化二钴等产品，其中三氧化二钴是锂电池正极材料的关键原料。在正极材料领域，三元材料（NCM、NCA）是新能源汽车动力电池的主流选择，但随着技术升级，其钴含量逐步降低，“高镍低钴”成为明确发展趋势。

3. 镍中游：硫酸镍为核心，驱动新能源与传统领域需求

硫酸镍是镍中游产品体系的核心，主要用于三元锂电池正极材料生产——与钴、锰等元素配合制成镍钴锰（NCM）或镍钴铝（NCA）三元前驱体，进而提升锂电池能量密度，广泛应用于新能源汽车、储能设备等领域。受益于新能源汽车市场的快速扩张，硫酸镍需求持续增长。

此外，电解镍作为高纯度镍产品，因具备优良的导电性、耐腐蚀性及机械性能，常用于不锈钢生产，支撑建筑、厨具、医疗器械等行业；同时，电解镍在电镀行业可作为金属表面保护层，提升产品美观度与耐用性。镍铁则主要用于不锈钢冶炼，通过与铬等元素结合，增强不锈钢的强度、耐腐蚀性及抗氧化性，满足建筑装饰、机械制造等行业需求。

(三) 下游：应用场景与回收

以钴金属为例，从应用场景来看，新能源汽车是拉动钴消费增长的核心动力源。这一趋势的显现可追溯至 2016 年，当年全球动力电池产量首次超越 3C 电池，标志着钴的消费重心开始从传统消费电子领域向新能源汽车领域转移。除新能源汽车外，储能领域的需求增长也为钴消费提供了重要支撑。随着全球可再生能源（如风电、光伏）装机量的持续扩大，对储能电池的需求日益迫切，由于三元储能电池在能量密度等方面的特性，钴在该类电池中占据一定应用份额，成为其消费的又一重要场景。

从产业链协同角度看，特斯拉、比亚迪等整车企业通过车型研发与市场扩张，带动动力电池需求增长；宁德时代、松下等电池厂商则依据车企需求进行电池产能布局与技术升级，进而扩大对三元正极材料的采购，间接推动钴的终端应用。上述核心企业作为下游应用环节的关键参与主体，形成了“整车需求—电池产能—钴材消耗”的传导链条，共同驱动钴在新能源领域的商业化落地与规模化应用。

二、锂/钴/镍行业为什么要重视 ESG

1. 环境维度：开采与加工引发的生态危机

(1) 锂：水资源掠夺与污染扩散的双重冲击

- 盐湖提锂：依赖蒸发浓缩工艺，水资源消耗巨大。以智利阿塔卡玛盐湖为例，每生产 1 吨碳酸锂需消耗 50 万升淡水（相当于三口之家 25 年用水量），过度抽取地下卤水导致湖泊水位下降、周边植被枯死，原驼、安第斯火烈鸟等物种因栖息地缩减数量锐减。
- 矿石提锂：以锂辉石等为原料，流程中产生的尾矿含硫酸与重金属。澳大利亚格林布什矿年尾矿量达数百万吨，江西宜春因长期开采导致土壤 pH 值降至 3.5（强酸性），农作物减产，河流铅、镉含量超标，威胁居民饮水安全。

(2) 钴：手工采矿的无序开发加剧生态链断裂

刚果（金）作为全球最大钴供应国，约 20%产量来自手工采矿，其缺乏环保措施的开采模式导致严重污染。

- 含钴废水直接排入河流，造成水体中重金属超标，鱼类死亡，周边农田灌溉后土壤钴含量剧增，农作物重金属累积；
- 植被破坏引发水土流失与荒漠化，原生动植物栖息地丧失，原驼等珍稀物种濒临灭绝，形成“污染扩散—生态退化—社区危机”的恶性循环。

(3) 镍：冶炼工艺的污染链延伸至全域生态

- 湿法冶炼：酸浸工艺产生 pH 值 2-3 的酸性废水，含高浓度镍、钴等重金属。印尼中苏拉威西省企业将废水排入近海，导致珊瑚礁白化、渔业社区生计受损，土壤微生物被破坏后农作物重金属超标。

- 火法冶炼：高温熔炼释放含二氧化硫、氮氧化物的废气，印尼部分冶炼区二氧化硫浓度超标 3-5 倍，酸雨与雾霾频发，居民呼吸道疾病发病率上升；废渣中重金属随雨水渗透，造成土壤与地下水二次污染。
- 开采环节：印尼镍矿露天开采导致热带雨林覆盖率下降超 20%，野生动物栖息地丧失，山体滑坡与水土流失加剧生态脆弱性。

(4) 碳足迹与法规约束：市场准入的硬性门槛

欧盟《新电池法》、美国《通胀削减法案》等强制要求披露电池全生命周期碳足迹，而锂、钴、镍的开采与加工环节占电池碳排放的 30%-50%。ESG 管理不善将直接导致产品丧失欧美市场准入资格，倒逼行业升级环保工艺与低碳技术。

2. 社会维度：人权与供应链风险

锂、钴、镍产业链的全球化布局使得社会层面的人权争议与供应链风险日益凸显，劳工权益保障不足、社区冲突及地缘政治波动等问题，不仅冲击行业社会声誉，更可能引发合规性危机。

(1) 劳工权益与社区矛盾：供应链的“隐性痛点”

- 刚果（金）劳工问题：该国约 20 万手工矿工中存在童工现象，且矿工普遍缺乏安全防护措施，长期暴露于锰粉尘、重金属环境中，面临锰中毒、粉尘肺病等职业健康风险，成为供应链伦理争议的核心焦点。
- 社区冲突加剧：阿根廷“锂三角”地区因矿业开采导致水资源争夺，原住民与矿业企业的纠纷频发，社会矛盾持续升级，直接影响项目推进效率与区域稳定性。

(2) 地缘政治与供应链合规风险

印尼原矿出口禁令、智利锂矿国有化等政策变动，导致资源供应波动加剧。而 ESG 合规成为缓解此类风险的关键：例如欧盟明确要求电池企业需证明原材料非童工开采，通过供应链尽职调查可降低“资源断供”或品牌声誉受损的风险，增强供应链韧性。

3. 治理维度：合规与产业可持续性

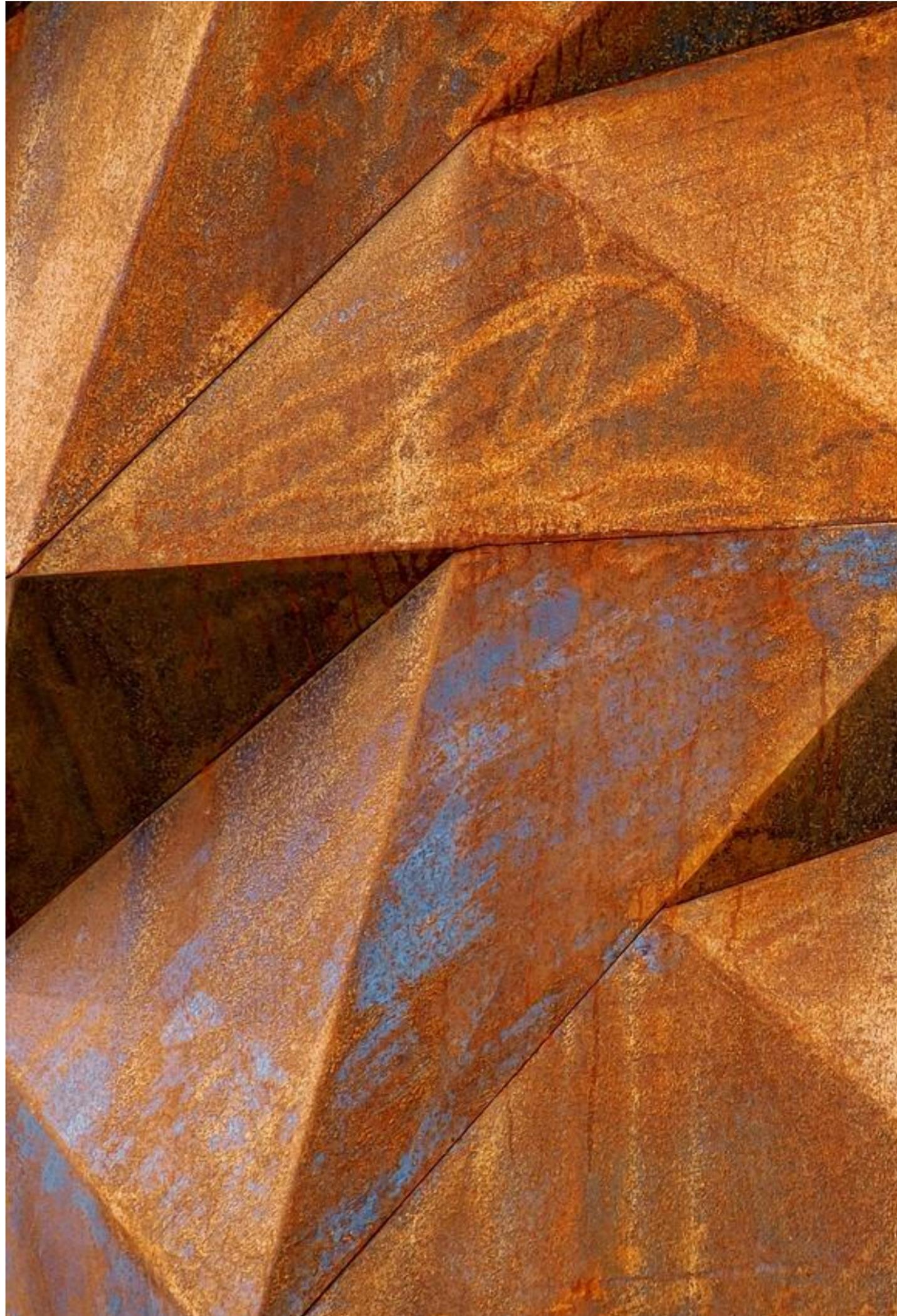
行业治理水平直接关联政策适配性与长期竞争力，从监管合规到企业战略布局，ESG 已成为衡量产业可持续性的核心指标。

(1) 政策监管趋严：全球合规框架成型

- 国际层面：欧盟《电池和废电池法规》要求 2024 年起电池需提交供应链尽职调查声明，2030 年再生钴、镍占比分别达到 16% 和 6%；美国《UFLPA 法案》以“强迫劳动”为由禁止涉疆锂产品进口，强化供应链溯源要求。
- 中国政策：《新能源汽车产业发展规划》强调构建电池回收网络，落实生产者责任延伸制，推动资源循环利用体系规范化。

(2) 产业可持续性：ESG 驱动竞争力分化

- 头部企业壁垒构建：宁德时代在印尼布局镍钴一体化产业园，配套全流程环保设施以满足合规要求；特斯拉要求钴供应商通过 Cobalt for Good 认证，规避供应链伦理争议，形成差异化竞争优势。
- 投资者导向影响：全球 ESG 基金的投资者，对存在 ESG 瑕疵的企业采取融资限制（如高盛在镍矿项目投资中强化 ESG 评估），倒逼企业提升治理水平以保障融资通道畅通。





第三章

有色金属行业的ESG发展

第一节 行业 ESG 信息披露情况

近年来，有色金属行业上市企业在 ESG 信息披露领域的主动性持续增强，可持续发展报告、社会责任报告等披露文件的覆盖范围不断扩大。据《2024 年中国有色金属行业 ESG 信息披露白皮书》数据显示，该统计覆盖有色金属行业上市企业共 153 家，其中国企控股企业 57 家、民营企业 96 家。截至 2024 年末，行业 ESG 相关报告整体披露率达到 46%（涉及 70 家企业），与 A 股上市公司整体披露水平基本一致。从企业性质来看，央国企控股企业披露率显著高于民营企业，两者的披露率分别为 74% 和 29%。

一、ESG 信息披露的主要议题

中国有色金属行业在 ESG 报告中披露的议题围绕环境、社会和公司治理三大维度展开。

(一) 环境议题

1. 碳排放与能源管理

多数行业内大型企业已将温室气体排放数据、能源消耗强度、清洁能源使用占比等关键指标纳入 ESG 报告披露范畴。部分领军企业更是明确锚定“双碳”目标，细化实施路径，彰显应对气候变化的决心与行动力。中国铝业在 2024 年 ESG 报告中，系统呈现水资源管理、能源消耗、“三废”处理及温室气体减排等多方面关键绩效指标与目标完成情况，为利益相关方提供全面环境管理信息。洛阳铝业于 2022 年率先制定碳中和路线图，规划 2030 年前碳达峰、2050 年碳中和的长期愿景，并配套短期清洁能源占比提升、循环水利用率提高等目标。2023 年，其主要矿区完成碳排查，因地制宜制定分区域达峰策略，且所有矿区均导入国际环境管理体系，旗下 TFM 铜钴矿在 2024 年荣获全球首个中资运营矿山“铜标志认证”，成为行业绿色矿山建设典范。

2. 污染防控与资源循环

废水、废气、固废处理技术及排放达标率，再生金属利用率等，是衡量有色金属企业绿色生产水平的重要标志，也是 ESG 报告重点披露内容。洛阳铝业在尾矿库生态修复方面成果显著。选矿作业产生的尾矿输送至尾矿库堆存，易引发环境污染等问题。洛阳铝业针对新建尾矿库，开展坝体外边坡覆土、撒播草籽作业，既推进现场复垦，又降低水力侵蚀风险；在巴西区，持续更新矿山复垦计划，对排土场、尾矿库、固废堆场实施土地平整、覆土、排水设施建设与植被栽植等综合生态恢复举措，促进矿区生态系统良性循环，提高资源循环利用水平。

3. 生物多样性保护

矿山开采活动易对周边生态系统造成扰动，部分有色金属企业已意识到生物多样性保护的重要性，并在 ESG 报告中予以呈现，但披露深度存在较大差异。洛阳铝业在生物多样性保护方面设定量化目标、细化技术措施并规划长期行动。其设立 2030 年“零净损失”目标，在刚果（金）矿区累计种植绿植 40 万平方米，可绿化区域覆盖率超 90%；在闭矿规划中创新采用“渐进式修复”模式，开采同时分阶段恢复植被，有效减少土壤侵蚀；在高寒矿区（如青海德尔尼铜矿），通过腐殖土改良、耐寒植物选育等技术手段，实现生态修复 200 公顷，凭借突出成果斩获绿色矿山科学技术奖。相比之下，中金岭南在凡口铅锌矿尾矿库修复中，建立“免维护植被系统”，修复 400 亩干滩区域，获评广东省生态修复范例，不过其披露内容多以措施描述为主，缺乏植被存活率、土壤重金属含量变化等量化数据支撑，在信息完整性上有待提升。

(二) 社会议题

1. 安全生产与员工权益

安全生产与员工权益保护是有色金属行业社会维度披露的核心内容，主要涵盖事故率、职业健康培训覆盖率、员工伤亡数据等关键指标，反映企业在劳动保护与人力资源管理方面的实践成效。洛阳铝业在该领域的披露体现了较高的透明度与系统性：在安全生产模块，其 2023 年全球工亡事故率为 0，同时不

回避负面事件，明确披露刚果（金）TFM 矿区发生的承包商车辆碰撞致 1 人死亡事件，并公开具体整改措施；管理体系层面，构建“董事会-ESG 部门-矿区”三级安全管理架构，所有矿区采用《风险准备评估工具》（RRA）开展风险自评，2024 年旗下矿区通过“铜标志认证”（为全球中资企业首例），彰显安全管理的国际化水平。在员工权益方面，为刚果（金）15000 名当地员工提供职业技能培训，技术学校覆盖卡车驾驶、木工等实用工种，员工本地化率超 90%；针对刚果（金）77% 的疟疾发病率，在矿区配套建设医疗设施，2023 年社区健康项目惠及超 40 万人，实现员工权益与社区健康的协同保障。

2. 公益慈善社区参与

企业通过捐赠、基础设施投资等多元化方式参与社区发展，成为履行社会责任的重要体现，相关实践逐步纳入 ESG 报告披露范畴。云南铜业在社区参与乡村振兴领域呈现系统化实践，聚焦“产业振兴+基础设施投资+文化保护”三大方向，通过量化指标清晰展现成效：2024 年投入 413.25 万元实施 17 个乡村振兴项目，形成可追溯、可评估的社区共建模式，为区域发展提供有力支撑。

3. 供应链责任

对供应商 ESG 风险的评估及绿色采购政策逐渐成为行业头部企业 ESG 报告的重要内容，但中小企业在该领域的披露仍显不足，呈现明显的两极分化特征。

头部企业五矿发展构建了以数字化为支撑的全周期供应链 ESG 管理体系：

- 供应商 ESG 筛查方面，制定《社会责任暨 ESG 指标体系管理手册》，从“环境合规+劳工权益+安全生产”三个维度对供应商实施评估，要求新合作供应商签署 ESG 承诺书，2023 年累计淘汰 12 家高风险供应商；
- 绿色采购实践方面，推动园区绿色改造，要求物流合作方采用新能源运输车辆，2023 年投入 479 万元开发“能源节约与环境保护数据填报审核系统”，实现供应链碳排放量（范围 3）56 万吨二氧化碳当量的在线追踪；

- 技术赋能方面，依托“龙腾云创”产业互联网平台，整合商务前台、运营中台与管理后台，实现供应商碳排放数据及合规状态的实时可视化管理。

相比之下，中小企业的供应链责任披露较为薄弱，以云南边境铜企为例，其仅在海关“主动披露新政”框架下申报供应链合规问题（如报关单错误），未涉及供应商 ESG 风险评估、绿色采购等实质性内容。

(三) 治理议题

1. 董事会架构

董事会结构的规范化与多元化是公司治理水平的重要体现，头部企业多在 ESG 报告中披露独立董事占比、女性董事比例等量化指标，而部分企业仍以框架性描述为主。西部矿业在董事会结构披露上表现出较高的透明度，不仅公开独立董事占比，还明确审计委员会全部由独立董事组成；同时，构建“董事会 ESG 发展委员会—ESG 执行委员会—ESG 工作组”三级纵向管理架构，清晰界定各层级权责，为治理机制的有效运行提供保障。相较之下，铜陵有色虽在报告中提及“优化董事会结构”，但未公开独立董事占比、女性董事比例等关键量化数据，披露内容以原则性描述为主，实质性信息不足。

2. 反腐败与合规管理

反腐败机制与合规管理的有效性是公司治理的核心议题，相关披露内容主要包括内部审计机制、商业道德培训开展情况及违规事件处理结果等，企业间披露质量存在显著差异。兖矿能源在该领域的披露较为全面，明确每年对所有子公司开展合规审计，2023 年查处违规事项 12 起，整改完成率达 100%；同时，全员年度商业道德培训覆盖率实现 100%，高管专项反腐培训时长不低于 20 小时/年，通过量化数据展现合规管理的实际成效。而山东黄金在 2023 年发生副总经理因权色交易被实名举报并最终撤职的事件，但未在其 ESG 报告中提及该事件及后续整改措施，存在选择性披露倾向，披露内容的真实性与完整性不足。

3. ESG 管理架构

部分企业通过设立 ESG 专业委员会、制定专项战略规划，构建系统化的 ESG 管理体系，相关实践在报告中逐步体现。西部矿业在董事会下设 ESG 发展委员会，横向覆盖 21 个部门及分子公司，明确披露 21 项重要性议题；同时，建立目标管理机制，将 MSCI ESG 评级指标分解至各部门 KPI，实现 ESG 管理与业务运营的深度融合。云铝股份则创新提出“加减乘除”绿色发展模式（如“加法”指增加绿电使用比例，“减法”指降低单位能耗），以“打造全产业链绿色铝基地”为目标，联合供应商研发超低能耗合金，推动供应链综合能耗下降 8%，展现出 ESG 战略与产业实践的结合成效。

二、信息披露的不足之处

1. 披露标准碎片化，数据可比性不足

行业 ESG 信息披露面临框架不统一与数据口径割裂的核心挑战。当前企业采用的披露标准呈现多元化特征，国际标准（如 GRI、SASB）与国内上市企业披露指引并行，据《中国上市公司 ESG 行动报告（2023）》显示，仅 35% 的上市公司明确引用国际标准。这一现状导致关键指标（如碳排放）核算边界存在显著差异，部分企业仅披露范围一（直接排放）数据而回避范围三（供应链排放），且数据指标第三方鉴证覆盖率低，直接造成行业横向可比性不足，数据可信度存疑，制约了 ESG 绩效的有效评估与行业整体改进。

2. 关键议题覆盖不全，选择性披露特征显著

行业 ESG 信息披露在关键议题覆盖上存在明显短板，选择性披露问题突出。

- 环境维度：据中诚信绿金研究数据，生物多样性影响评估、水资源压力等高实质性议题披露率低于 30%，企业倾向于披露易量化、正向的绩效信息（如公益捐赠金额），而对高风险议题（如矿区生态修复量化目标、流域级水资源压力分析）普遍回避。

- 社会维度：供应链外包员工安全保障、社区抗议事件处理等敏感议题的披露严重缺失，多数企业仅描述原则性政策，缺乏具体案例及整改数据支撑，导致披露内容的实质性不足。

3. 数据可信度不足，第三方鉴证覆盖率低

行业 ESG 披露存在第三方鉴证缺失与量化信息不足的双重问题：第三方鉴证层面，仅约 20% 的企业引入毕马威、SGS 等专业机构进行 ESG 数据鉴证，且验证范围多局限于部分核心指标，整体覆盖率与深度均显不足；量化信息层面，报告中大量存在模糊的定性描述（如“加大环保投入”），而关键量化指标（如环保投入占营收比例、减排目标完成率）缺失，导致披露内容的实质性被弱化，难以客观验证企业真实 ESG 绩效。

4. 中小企业参与度偏低，披露内容形式化

受资源与技术能力限制，上市中小企业在 ESG 信息披露中面临显著困境，其 ESG 报告发布率不足 15%，且已发布报告多以表面宣传为主，缺乏量化数据、实质性行动方案及第三方验证，披露内容与企业实际环境社会风险脱节。政策执行层面，尽管《企业环境信息依法披露管理办法》（2022 年实施）明确了五类企业的强制披露要求，但地方监管多以“帮扶指导”为主，对披露不实、数据造假等行为缺乏明确处罚细则，企业违法成本低，形成“强制框架与软性约束”的执行断层，削弱了制度效力。

5. 风险前瞻性评估不足，长期韧性披露缺位

企业对 ESG 相关风险的前瞻性分析存在明显不足，主要体现在对气候转型风险（如欧盟碳边境调节机制 CBAM 对出口成本的冲击）、技术变革风险等缺乏长期量化评估，仅少数头部企业披露技术研发投入占比或碳关税应对预案，导致投资者难以通过短期绩效评估企业长期韧性。典型如 MSCI 测算显示，若碳价升至 100 美元/吨，40% 国内铝企利润将受侵蚀，但此类压力测试数据未纳入 ESG 报告，反映出企业在风险管理中的实质性缺陷。

第二节 有色金属行业的 ESG 核心议题

一、议题 1: 全球关键矿产供应链安全与 ESG 治理突围

作为全球最大的金属消费市场，中国在战略性矿产领域面临显著的双重结构性矛盾。从资源供给端来看，锂、钴、镍等关键矿产的进口依存度处于高位，其中锂的进口依存度达 70%，钴为 98%，镍为 86%；且在锂资源进口结构中，仅澳大利亚一国的供应量就占比 55%，这一格局已形成突出的资源安全隐患。

从国际规则层面来看，美欧正依托“ESG 标准”构建新型贸易壁垒。例如，2024 年修订的欧盟《新电池法规》明确要求，自 2027 年起，钴、锂等原料需通过尽责调查认证。与此同时，资源国如印尼、刚果（金）通过实施出口禁令、本地化政策等措施，持续推高合规成本。在此背景下，中国企业被迫在“高依存度”与“国际 ESG 治理壁垒”的双重挤压中探索破局路径。

当前，全球关键矿产供应链风险呈现多维度加剧态势。在物流环节，中国 80% 的进口矿产依赖马六甲海峡海运通道，而 2023 年该区域海盗事件数量较 2020 年增长 27%，凸显运输安全风险。在供应链布局方面，美国通过“矿产安全伙伴关系（MSP）”构建排他性供应链体系，进一步压缩中国的资源获取空间。此外，部分资源产区的环境与社会治理问题，如印尼红土镍矿开采导致的热带雨林退化、刚果（金）手工钴矿存在的童工问题，已成为国际监管关注的焦点，使相关产业链面临直接的 ESG 合规风险。

1. 关键 ESG 挑战

- 劳工风险层面：供应链中的劳动权益争议与社区冲突问题持续发酵。在刚果（金），手工钴矿占比达 30%，存在严重的童工雇佣与劳动保护缺失现象；印尼镍矿开发因土地征用问题引发原住民群体持续抗议，导致项目合规审批周期平均延长 6 至 12 个月，直接影响资源获取效率。
- 供应链安全层面：运输通道单一化与地缘政治风险相互叠加。中国 80% 的进口矿产依赖马六甲海峡海运，不仅面临海盗威胁（2023 年相关事件数同比增加 27%），还受制于美国主导的排他性供应链体系。“通道依赖+规则壁垒”的双重制约，显著提升了中国企业海外资源布局的难度。

2. 可持续破局路径

供应链伦理体系的重构是应对社会治理挑战的核心策略

供应链伦理体系是以社会责任、劳动权益、社区共生为核心的管理框架，通过制定供应链行为准则、引入第三方审计、建立利益共享机制确保全链条合规性。

- 紫金矿业在刚果（金）卡莫阿铜矿建设职业培训中心，提供 5000 个标准化就业岗位，以机械化采矿替代 40% 的手工采矿，并设立“矿工权益保障基金”；中资企业在印尼推行“社区共享发展计划”，将镍矿开发收益的 5% 专项用于原住民住房、医疗等基础设施建设，降低土地纠纷发生率。
- 赣锋锂业在阿根廷 Cauchari 盐湖项目中，与当地研究院合作开发“光伏提锂”技术，利用太阳能光伏发电驱动提锂工艺，用水量较传统方法减少 75%，年节约地下水 120 万立方米；同时设立“社区发展基金”解决 3 万居民饮水问题，获得“可持续发展特别许可”，2024 年产碳酸锂 4 万吨，使中国对阿根廷锂的依赖度从 12% 提升至 22%。

多渠道供应链网络的构建着眼于长期安全保障

- 在资源端，2024 年中国投资阿根廷 3Q 盐湖项目（年产 2.5 万吨碳酸锂），同时参股非洲津巴布韦 Bikita 锂矿（年产能达 40 万吨锂辉石精矿），使中国对澳大利亚锂资源的依赖度从 55% 降至 48%；中色股份在哈萨克斯坦投资 Zhairam 铅锌矿，修建矿区至多斯特克口岸专用铁路，通过中欧班列运输，将运输周期从 45 天缩短至 12 天，2024 年运输铅锌精矿 150 万吨，占中国进口量的 15%，成功摆脱对红海航线的依赖。
- 在运输端，中老铁路 2024 年实现跨境矿产运输 120 万吨，替代 15% 的马六甲海峡海运量；中巴经济走廊瓜达尔港配套矿产专用码头投运后，中国至中东的矿产运输周期缩短 40%。
- 在战略储备方面，国家建立起覆盖 90 天消费量的锂、钴国家储备体系，2024 年首批 5 万吨碳酸锂、1 万吨金属钴入库，旨在增强应对地缘冲突的缓冲能力。

二、议题 2：绿色低碳转型与循环经济体系构建

有色金属行业碳排放占全国工业碳排放总量的 12%，其中冶炼环节贡献了 90% 的排放量。随着欧盟碳关税（CBAM）将于 2026 年正式实施，中国铝企出口成本预计将增加约 800-1200 元/吨。行业亟需通过能源结构绿色化、工艺技术低碳化、资源利用循环化，破解“高碳冶炼-贸易壁垒-成本攀升”的恶性循环。在此背景下，四川省率先出台全国首个电池级碳酸锂、氢氧化锂碳足迹评价地方标准（DB51/T 3208-2024），为行业应对国际碳足迹追溯要求提供了重要支撑。

1. 关键 ESG 挑战

- 能源结构的高碳锁定使行业面临严峻贸易壁垒：中国煤电铝生产模式下，吨铝碳排放高达 13.2 吨，是云南水电铝（2.5 吨/吨铝）的 5.3 倍。欧盟 CBAM 实施后，预计每年将增加中国铝企出口成本超 50 亿元，这种能源结构差异直接削弱了中国铝产品在国际市场的竞争力。
- 工艺技术的低效滞后进一步放大了碳排放压力：以铜陵有色为例，在应用“双闪熔炼”技术前（后文详细介绍），传统熔炼工艺热效率仅 65%，吨铜碳排放较国际先进水平高 15%，每年额外产生 14 万吨 CO₂，导致企业在 2023 年错失 2 家欧洲汽车供应链订单。落后工艺与低碳标准的脱节，正成为行业高端化发展的主要障碍。
- 资源循环利用的不足制约着碳排放的深度下降：2024 年，中国再生铝产量为 1120 万吨，仅占铝消费总量的 20.5%，远低于欧盟 40% 的水平；废旧动力电池回收率为 85%，与国际领先水平的 95% 存在明显差距，每年约 1.2 万吨锂资源未得到有效回收利用，既造成资源浪费，也加剧了对原生矿产的依赖。

2. 可持续破局路径

清洁能源替代工程正加速推进。通过实施“水电铝产能西移”战略，云南、四川依托金沙江丰富的水电资源，建成 2000 万吨水电铝产能，占全国总产能的 30%，并计划在 2025 年将这一比例提升至 35%。魏桥创业集团投运 100 万千瓦海上风电场，将风电直接供应给电解铝生产线，每年可减排 CO₂ 300 万吨，打造出“零碳铝”示范项目，为高耗能冶炼行业提供了清洁能源解决方案。

低碳工艺革新计划带来显著减排成效。铜陵有色应用“双闪熔炼”技术，采用“高温高速爆炒”的冶炼方式，先把原料和氧气像子弹一样高速射入熔炉快速熔化（闪速熔炼），再高速吹氧“洗去”杂质（闪速吹炼），热效率从 65% 大幅提升至 85%，吨铜碳排放下降 15%，每年可减排 14 万吨 CO₂；中铝集团的惰性阳极技术进入中试阶段，该技术可降低电解铝碳排放 40%，预计 2026 年实现产业化后，吨铝碳排放将降至 7.9 吨，达到欧盟“绿色铝”标准，彻底扭转工艺技术劣势。

循环经济倍增行动激活资源再生潜力。南山铝业建成全球首条“罐到罐”再生铝生产线，实现易拉罐材料 100% 保级利用，每吨再生铝碳排放仅 0.58 吨，较原铝生产下降 94%，年处理废旧易拉罐达 20 万吨；格林美采用“湿法冶金”技术，实现镍钴锰回收率 99.3%、锂回收率 85.5%，年处理废旧电池 10 万吨，同时建设“城市矿山”资源数据库，通过数字化管理将回收效率提升 12%，推动行业向“资源循环型”发展模式转型。

三、议题 3：技术创新驱动高端化与标准输出

中国虽贡献了全球 58% 的有色金属产量，但在高端材料领域存在“大而不强”的结构性矛盾。航空铝合金市场 70% 被美铝垄断，12 英寸硅片用高纯金属（≥6N）国产化率不足 20%。高端产品利润率（15%-20%）是传统产品（5%-8%）的 3 倍，这种价值链低端锁定的局面，亟需通过技术创新与标准输出实现突破。《5G 赋能有色金属行业智能化发展白皮书》提出，5G 技术支撑有色金属行业实现装备操控远程化、生产运行智能化，推动行业智能化率从 15% 提升至 28%，逐步接近国际 35% 的先进水平。

1. 关键 ESG 挑战

高端材料的技术垄断严重制约产业链安全：以 C919 大飞机起落架用 2099-T87 铝合金为例，该材料长期被美铝、诺贝丽斯垄断，2024 年前中国企业市场占有率不足 5%，进口价格较国产同类产品高出 3 倍，这种“卡脖子”局面直接影响到高端制造产业链的自主可控。

智能制造的滞后发展导致效率差距持续扩大。江西铜业贵溪冶炼厂在智能化改造前，铁路编组站日均办理车次仅 10 列，车辆停时超 6 小时，局车延期占用费每年超过 950 万元，物流成本较国际同行高出 25%，反映出行业在数字化转型方面的显著短板。

国际标准的话语权不足阻碍高端市场准入。华友钴业研发的高镍三元材料虽性能达标，但因未通过欧盟“绿色化学”认证，无法进入宝马、奔驰供应链，错失欧洲新能源汽车 7% 的市场份额，凸显出技术标准输出能力不足对行业国际化发展的制约。

2. 可持续破局路径

关键材料攻关工程取得实质性突破。中国铝业研发的 2099-T87 铝合金成功应用于 C919 起落架，2024 年国内市场占有率提升至 15%，并与波音开展联合测试；华友钴业 Ni88 高镍三元材料能量密度达 300Wh/kg，通过 UL2809 可持续性认证，配套宁德时代、LG 新能源等企业，全球市占率达 18%，逐步打破国际巨头的技术垄断。

智能矿山建设计划推动效率全面提升。江西铜业贵溪冶炼厂应用 AI 电流密度调控技术，每年可节电 1.2 亿 kWh，能耗降低 10%；西藏驱龙铜矿部署 5G+无人驾驶采矿系统，使采矿效率提升 40%，带动行业智能化率从 15% 提升至 28%，与国际先进水平的差距持续缩小。

标准生态协同战略重塑国际话语权。中南大学与赣锋锂业共建锂资源研究院，研发的 EALNF 纳滤提锂技术使锂回收率提升至 90%，推动“中国提锂标准”成为 ISO 备选方案；宁德时代与巴斯夫合作制定的“动力电池碳足迹核算国际标准”（ISO 14067:2024）正式发布，成为全球首个覆盖电池全生命周期的碳足迹国际标准，标志着中国在有色金属领域的标准输出能力实现质的飞跃。





第四章 有色金属行业的ESG优秀案例

第一节 紫金矿业

紫金矿业是一家全球领先的跨国矿业集团，核心业务聚焦于矿产资源的勘查、开发，以及相关工程设计与技术应用研究。公司成立于 1986 年，总部设于中国福建省龙岩市，历经多年发展，已成长为大型跨国矿业企业，在全球范围内布局超过 30 座大型及超大型矿产资源开发基地。从业务覆盖来看，公司核心产品涵盖铜、金、锌（铅）、锂、银、钼等矿产资源的开采与加工，业务网络遍及全球 16 个国家和地区及中国 17 个省（自治区），致力于打造全球重要的绿色矿物材料生产标杆。

在技术与可持续发展层面，紫金矿业以卓越的技术实力和管理创新能力为行业所认可，通过自主研发与技术创新持续提升生产效率，并同步强化环保水平。公司将 ESG 理念深度融入企业战略，积极推进可持续发展实践。在社会与治理层面，公司高度重视员工安全与健康保障，积极推动本地化雇佣以促进社区融合，并持续深化社会责任履行，为全球矿业领域的可持续发展贡献“紫金力量”。

图 3：紫金矿业的行业地位和经营业绩



来源：紫金矿业 2024 年可持续发展报告

一、环境维度

1. 应对气候变化

公司在清洁能源替代、节能减排及碳捕集技术应用等领域取得实质性进展。以新疆紫金锌业为例，其依托所在中国新疆地区的优惠电力政策及丰富的风能、太阳能等新能源发电资源，在矿山绿色动力替代领域开展多维度探索，成效显著。

目前，新疆紫金锌业已成为全球单体矿山中纯电动矿卡保有量领先的企业之一，250 辆电动矿卡承担了矿区 80% 的运输任务，构建起矿山运输环节的低碳动力体系。2024 年通过试验对比验证，电动矿卡在核心指标上优于化石能源车辆：在能耗成本方面，电动矿卡吨公里运行能耗成本约 0.177 元，较化石能源车辆的 0.68 元显著降低；在安全与可靠性上，因减少了发动机、变速器等复杂传动组件，其故障率远低于传统燃油车，同时，电动车辆操控简化，降低了操作失误引发的事故风险，运行安全性与效率均有提升。针对电动车辆补能速度瓶颈，公司联合龙净环保定制开发了电池箱及侧部换电系统——每套电池箱容量达 770kWh，为目前全球最大容量的侧部换电技术，换电操作仅需 4 分钟，有效解决了补能效率问题。基于不同动力车辆性能特点，公司在剩余化石能源车辆生命周期内调整作业分工——电动矿卡主要负责坡度较陡的采坑底部作业，化石能源矿卡则承担坡度较缓的上部区域作业，充分发挥各自优势。此举推动采场柴油使用量从 2023 年的 4.2 万吨降至 2024 年的 3.4 万吨，实现能源消耗结构的实质性优化。

2. 生物多样性保护

公司围绕生物多样性保护构建了“风险筛查—措施制定—成效落地”的全流程管理体系，具体实践如下：

在风险筛查与保护措施层面，公司精准识别出 8 个高风险生产运营点，主要分布于阿根廷、哥伦比亚、圭亚那、塔吉克斯坦及中国新疆、云南的项目区域，其面积占总风险评估面积的 28.7%。针对这些高风险区域，已全面开展生物多样性影响评估或基线调查，并依据评估结果制定了针对性的保护计划及配套措施，为生态保护工作奠定了科学基础。

在生态保护成效方面，以山西紫金为典型案例，其联合太原学院专业团队推进环境基线调查与生物多样性监测工作。为规避项目开发对生态系统的潜在破坏，在开发初期即系统考量对周边生物多样性的影响，开展生物多样性本底数据调查，内容涵盖项目及周边的动植物种群分布、动物迁徙路线、自然环境等关键信息，为项目全生命周期的建设生产、监测计划编制、复垦复原等活动提供了原始数据支撑。基于调查结果，公司进一步完成数据分析评估、生物多样性基线调查报告编制、敏感地图绘制及勘查阶段影响评价等工作。通过复垦治理，山西紫金矿区植物种类显著增加，不仅出现山西省重点保护植物草麻黄种群，药用植物远志、甘草的数量也呈增长趋势，印证了生态治理对微生物群落结构的积极改善作用。

从整体实施效果来看，公司 91%的矿山已完成首轮生物多样性调查并制定相应管理计划，且可恢复土地的恢复率达到 100%，生物多样性保护工作取得阶段性成果。

3. 三废处理

紫金矿业在废水、废气及固体废弃物治理领域均采取了系统性措施，取得了显著成效。

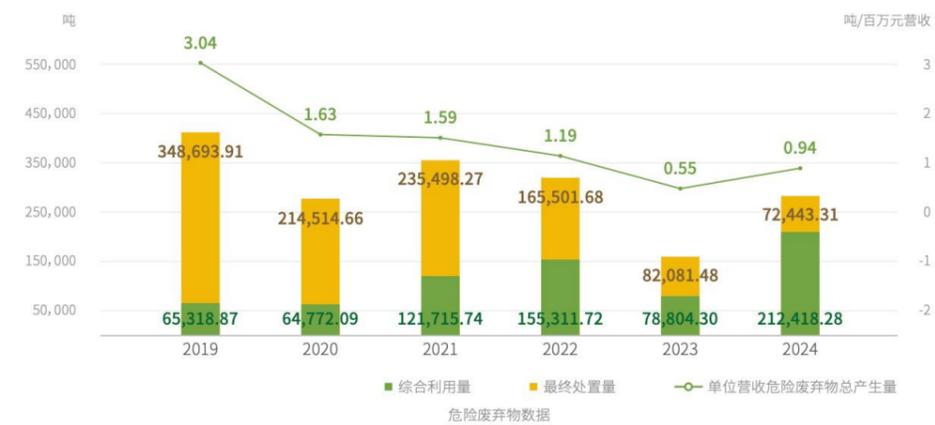
在废水治理方面，公司高度重视水资源管理与循环利用，目前已实现 93.46%的水资源循环利用率。这一数据充分表明，公司在废水内部处理回用及节水技术改造等方面取得了突破性进展，有效提升了水资源利用效率。

在废气治理方面，公司通过技术创新与流程优化，全方位加强废气排放控制。一方面，采用电收尘捕集烟尘，对其中有价金属进行综合利用后再进行无害化处置；另一方面，通过设备更新优化工艺流程及设备设计，涵盖井下通风排尘、破碎及皮带运输环节密闭控尘、除尘器捕尘等，有效控制粉尘扩散。同时，在部分重点作业区域设置水雾喷洒系统以抑制粉尘逸散，并注重保持道路平整和良好养护，减少车辆颠簸带来的道路扬尘。这些举措显著降低了单位产品碳排放量。2024 年企业白皮书显示，2024 年内公司新增清洁能源装机容量 523.31MW，权益清洁电力发电量达 564.54GWh，大幅减少了因外购电力产生的碳排放。子公司新疆紫金锌业采用电动矿卡，在降低运输成本的同时，也进一步减少了碳排放。

公司设定了短期降低单位工业增加值 GHG 排放量、长期实现碳中和的目标，充分展现了其应对气候变化的坚定决心。

在固体废弃物治理方面，公司采取了积极且有效的行动。以青海威斯特铜业闭矿项目为例，公司累计投入 1.96 亿元用于生态修复，使该区域植被覆盖度达到 75%，该项目成功入选自然资源部典型案例。这一实践不仅体现了公司在土地使用与生态修复方面的持续努力，也反映了其对固体废弃物管理和生态恢复工作的高度重视。

图 4：紫金矿业废弃物的情况



来源：紫金矿业 2024 年可持续发展报告

二、社会维度

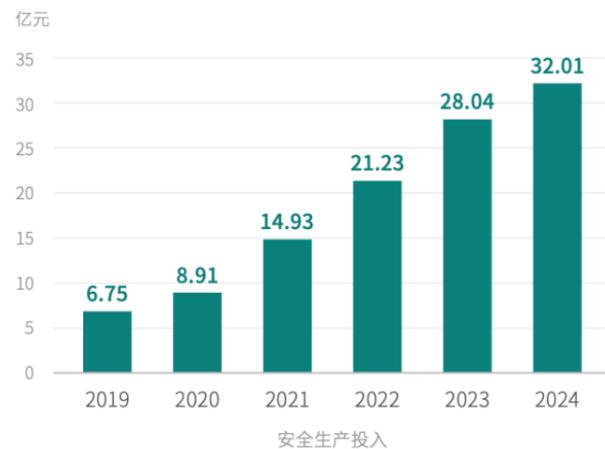
1. 职业健康与安全

紫金矿业严格遵循 ISO 45001 标准，不断优化安全过程控制指标，并推行全员安全记分制，强化安全管理体系。针对矿山开采、冶炼加工和工程建设中涉及的边坡、通风系统等高风险系统，公司开展专项排查工作，旨在降低安全隐患。2024 年企业白皮书显示，2024 年公司累计安全培训参训人数达 6 万余人次，但仍发生 6 起工亡事故，造成 7 人遇难。同期，公司百万工时损失工时率 (LTIR) 为 0.34，百万工时可记录事故率 (TRIR) 为 1.50，这些数据表明公司在安全管理领域仍存在提升空间。

表 1: 紫金矿业员工安全教育情况

教育类型	人次	培训时长(万小时)	达标率(%)
新入职员工三级安全教育	12,525	52.87	100
新入职承包商三级安全教育	57,631	197.04	98.60
在岗员工再教育	291,931	106.07	99.77
在岗承包商再教育	193,431	76.27	99.41

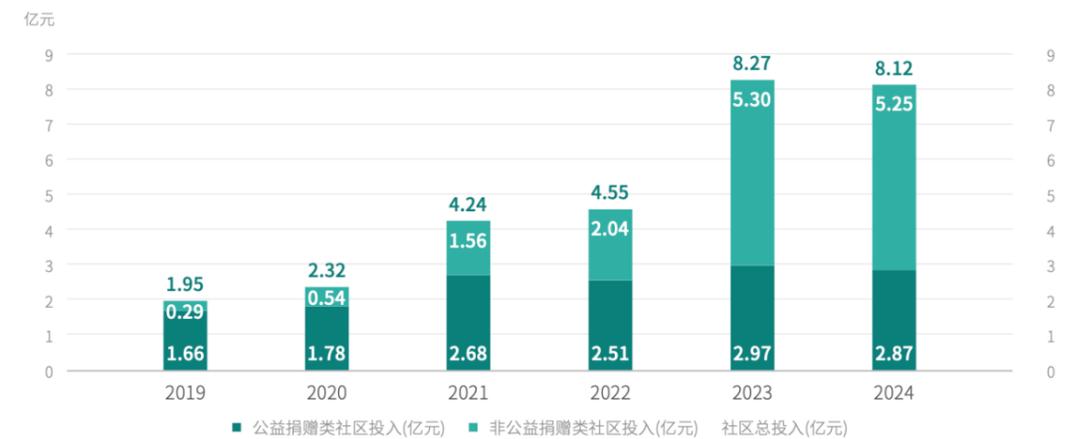
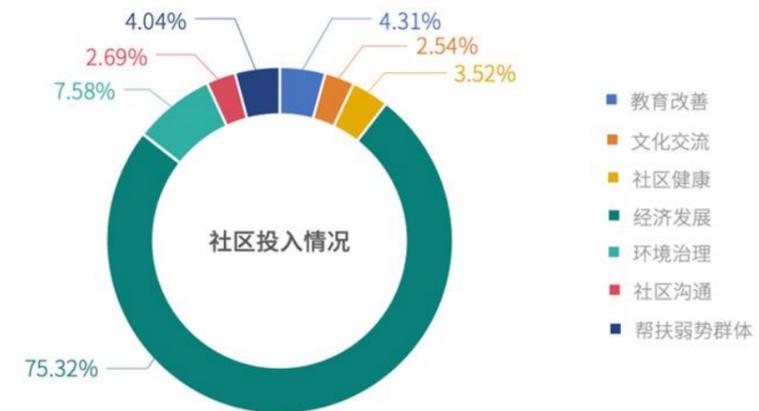
图 5: 紫金矿业的安全生产投入情况



2. 社区关系与社会贡献

紫金矿业积极践行“透明社区”理念，通过定期走访社区及搭建对话平台，实现与社区的双向透明沟通。公司运用 SIOA 模型对社区风险进行识别，绘制社区风险地图，其中重点关注手工与小规模采矿 (ASM) 领域的相关风险。在支持当地发展方面，紫金矿业通过工资支付、本地采购及税收缴纳等方式助力当地经济增长，相关总投资额达 8.12 亿元人民币，同时公益捐赠投入 2.87 亿元。具体项目案例涵盖农民赞助、道路维护、环保项目及文化活动等多个领域，覆盖全球多个运营位点。

图 6: 紫金矿业的社区投入情况



来源: 紫金矿业 2024 年可持续发展报告

3. 移民安置与生计恢复

紫金矿业在移民安置工作中制定了详细的行动计划（RAP），以保障搬迁居民得到妥善安置并实现生活水平的改善。其具体措施包括精准识别受影响群体、有序推进搬迁与安置工作、完善基础设施建设、落实补偿与帮扶政策、开展技能培训及提供就业机会等。为确保工作成效，公司成立专门的监测小组，持续跟踪行动计划的执行情况，并及时向利益相关方报告；必要时还会邀请第三方进行评估，以保障移民安置工作的透明性和有效性。

第二节 洛阳铝业

洛阳栾川铝业集团股份有限公司历经 2004 年、2014 年两次混合所有制改革，已发展为民营控股股份制企业。作为有色金属矿采选业的领军企业，洛阳铝业主营业务覆盖基本金属、稀有金属的采选冶及加工，以及金属贸易，业务布局遍及亚洲、非洲、南美洲和欧洲。其全球行业地位突出，不仅是全球领先的铜、钴、钼、钨、铌生产商，亦是巴西领先的磷肥生产商，金属贸易业务稳居全球前列。2024 年，公司在《财富》中国 500 强中位列第 145 位，《福布斯》全球上市公司 2000 强中排名第 621 位，在全球矿企市值前 50 强中位列第 19 位；在 ESG 领域，其 MSCI ESG 评级达 AA 级，处于全球有色金属行业前 13% 的领先水平。

2024 年，洛阳铝业在全球范围内以高标准践行 ESG 理念，取得多项突破性进展：首次实现全集团 100% ESG 外部鉴证覆盖，有效保障了 ESG 实践的透明度与可信度；在环境管理方面表现卓越，铜产品碳排放密度低于全球 70% 的矿业企业，全球可再生能源占比达 36%，循环用水比例高达 81%；同时深化推进气候相关工作，启动温室气体范围三核算项目并首次披露相关数据，积极开展气候相关财务信息披露（TCFD）财务量化工作，发布完整 TCFD 报告，为气候变化应对提供数据支撑与决策依据；此外，在社区发展方面投入显著，在全球范围内投入 2.92 亿元人民币用于社区发展，覆盖教育、医疗健康、经济发展、基础设施建设等领域，切实改善了社区居民生活质量。

一、环境维度

1. 尾矿和废物管理

在矿山运营过程中，选矿是对原矿进行选冶处理以回收经济矿物的关键环节，而经选矿作业后剩余的物质则被称为尾矿。重大尾矿库事故不仅会对周边社区的安全和生态环境造成严重威胁，还会对洛阳铝业的企业声誉、生存能力以及业务运营产生负面影响。因此，实施负责任的尾矿库管理，对于降低这些潜在风险至关重要。

洛阳铝业制定并实施了一系列标准和流程，以有效降低尾矿库相关风险。其中包括 2019 年颁布的《尾矿与废弃物管理治理标准》《尾矿坝定量绩效目标（QPO）报告程序》和《尾矿和大坝监管团队职责（TDST）计划》，以及 2021 年发布的《尾矿库安全运行管理办法》，该办法进一步强化了各业务部门尾矿库设施的运营安全管理。

在尾矿库安全与社区方面，公司在不同区域采取了针对性措施：中国区高度重视强降雨等极端天气的影响，专门制定了强降雨天气尾矿库安全防范措施，以确保在恶劣天气条件下尾矿库的安全运行；洛钼巴西定期开展应急演练，通过演练评估管理部门的应急能力和应急计划的有效性，并与社区保持密切沟通，及时传递信息，共同应对可能出现的风险；洛钼业刚果（金）金山矿业有限公司（以下简称 KFM）制订了尾矿库事故专项应急预案，明确了矿区应急组织机构与职责、事件风险描述、预警及信息报告机制、应急响应、信息公开和后期处置等各项要求，为应对尾矿库事故提供了详细的操作指南；腾科丰谷鲁美矿业股份有限公司（以下简称 TFM）与尾矿库下游村庄的利益相关方共同开展了四次针对 2023 年尾矿库应急演练的评估会议，广泛听取各方意见，不断完善应急管理体系。

在采、选、冶环节，会产生大量的废石、尾矿以及各类工业废物，其中洛阳铝业的主要废弃物为加工和采矿活动产生的废石和尾矿。公司通过多种途径不断提升废物的循环利用率，减少环境影响，积极促进循环经济发展。例如，通过矿区废金属、冶炼粉尘和危险废物的减量化和回收利用等措施，2024 年全

球业务共产生无害废弃物 7.8 万吨，循环利用率达到 64.7%；产生有害废弃物 5.8 万吨，循环利用率为 42.9%。在中国区，公司加大研发投入，研发伴生矿综合回收利用技术，通过对生产流程的升级改造，实现了对尾矿中钨、铁、铜等多种元素的回收利用，在提高资源利用率的同时，有效减少了尾矿的产生量。在 KFM，公司通过改造浓密机、优化供配矿、提升现场管理等多项措施，扩大了入选的矿石类型，提高了选矿回收率，保证了合理的资源综合利用率，同时减少了废石的产生量。

2. 生态恢复

中国区按照循序渐进的原则，结合当地实际情况，因地制宜地持续推进生态恢复工作。通过实施乔木、灌木、草本物种的复合种植计划，打造了稳定的混合立体植物群落。公司持续加大生态恢复投入，致力于提升矿山的绿化水平，打造“花园式矿山”。2024 年，三道庄钨矿和上房沟钨矿两个矿区继续保持“国家级绿色矿山”的称号。

图 7：洛阳钼业中国矿区西沟区域施工前后对比图



图 8：2024 年 KFM 矿区对排土场边坡复垦后



来源：洛阳钼业 2024 年环境、社会及管治报告

在刚果（金），KFM 积极开展生态恢复相关工作，持续剥离表层腐殖土为后续的复垦工作做准备。截至 2024 年，总共约有 12.3 万立方米的表土得到妥善保护，并且已有 4 万立方米表土用于现场复垦和绿化工作。2024 年，KFM 的复垦区主要为废石排土场，采用播撒草籽的方式进行复垦，复垦面积达 52 万平方米，播撒草籽 4500 千克。

2024 年，洛阳钼业全集团共完成生态恢复面积 222.5 公顷，其中林地和灌木林地 54.1 公顷，草地 136 公顷，累计栽植树苗 38 万株，撒播草籽 53.5 吨，生态恢复工作取得显著成效。

3. 水资源管理

矿业生产活动可能对水资源产生潜在影响。例如，露天采坑的疏干作业可能导致周边一定范围内的地下水位下降，进而引发周边社区水资源短缺的风险；生产流程中产生的废水若处理不当，可能造成地表水和（或）地下水污染；矿石选冶过程需消耗大量水资源，可能与社区用水产生矛盾。为节约水资源，公司设定了明确的循环水占比目标，计划到 2025 年将循环水占比提升至 83%。

在水资源管理的具体实践中，各区域均采取了针对性措施。中国区在选矿环节实现破碎机冷却废水的二次利用，每年可节约近 5,000 立方米的新水用量；此外，钨业公司在萃取车间增加了一套浓水反渗透制水设备，每年可减少取水量近 3 万立方米。刚果（金）的 KFM 持续优化露天采场矿坑涌水处理设施，不断提高废水处理能力和回用率。TFM 积极推进工厂内的雨污分流工程，在雨水排水沟下游建设大容量雨水收集池及配套回用设施，使工厂内绝大部分降雨能够得到收集和回用，显著提高了回水利用率。巴西区的库巴塘工厂通过改造造粒和酸化装置，将污水平均回用率从 19% 提升至 27%，节约水资源近 100 万立方米。

4. 能源管理

2024 年，公司总能耗为 717 万兆瓦时，较 2023 年的 580 万兆瓦时增长 24%；总耗能密度为 0.121 兆瓦时/吨处理量，较 2023 年增加 17%。能耗增加的主要原因是产能扩张导致采剥量和产量上升，以及新厂房生产初期能耗较高。在总能耗构成中，直接能源消耗占比 54.1%，间接能源消耗占比 45.9%；

直接能源消耗中，79.1%来自柴油，6.4%来自可再生能源；间接能源消耗中，71.4%来自可再生能源。

为提升能源利用效率，各区域积极采取节能措施。中国区通过优化作业区布局，每年可节约燃油能耗近 20 万千瓦时；在选矿工艺中，优化尾矿输送管道的排送方式，降低电力消耗 550 万度；在冶炼环节，通过在天然气锅炉供热系统中增加冷凝器，有效回收利用废热，节能效率达到 10%。刚果（金）的 TFM 和洛钼巴西继续利用硫酸厂余热进行发电，2024 年 TFM 发电量为 3.5 万兆瓦时，洛钼巴西发电量为 4.7 万兆瓦时；同年 10 月，TFM 东区余热发电系统与两套制酸系统成功实现联动运行，新增发电能力 15 兆瓦，进一步提高了能源综合利用效率。

二、社会维度

1. 职业健康安全管理

2024 年，洛阳铝业各矿区均顺利通过 ISO45001《职业健康安全管理体系要求及使用指南》认证。在中国矿区，2024 年投入 3000 余万元用于无人矿车、智能穿孔设备、碎矿站远程控制、数字矿山网络及可视化系统等关键领域建设，大力推动矿山开采向“机械化、自动化、智能化”方向发展，显著提升了矿山的本质安全水平。同时，新建隔音室 28 个，新增除尘密闭设施 37 处；开展职业健康专项培训 36 场，参与人次达 4894 人；组织专项应急演练 48 场；消除职业危害点位 35 处。通过上述措施，职业病危害因素点位监测达标率提升至 92%。

在刚果（金）TFM 矿区和 KFM 矿区，KFM 通过开展应急演练、安全展览、案例分享、知识竞赛、“安全之星”评选等活动，营造了积极的安全文化氛围。2024 年 11 月，KFM 矿区首次通过 ISO45001 认证。此外，KFM 还开展作业场所职业健康危害辨识工作，组织职业危害因素的定性与定量取样检测，实施针对性的职业健康培训课程，并严格执行《员工体检计划》，切实保障员工的职业健康安全。

在洛钼巴西矿区，定期为高风险岗位员工开展全面健康检查与监测，同时加强职业病防治培训，提升员工的健康意识和自我防护能力，并持续完善工作环境的健康保障措施，确保各项指标符合健康标准。

2. 社区关系

洛阳铝业通过制定长期社区投资策略和开展发展项目，积极落实社区优先事项，涵盖建设基础设施、支持健康、安全和教育事业、创造本地就业和商业发展机会等方面，致力于培育社区自主发展能力。

在中国矿区，截至 2024 年，公司已累计向栾川城乡建设、经济发展、教育、卫生健康、环境等领域无偿捐资约 2.4 亿元人民币，为当地社区发展提供了有力支持。同时，建立信访定期报告制度，每月对职工和社区矛盾进行梳理排查，并建立问责制，确保基层单位妥善处理每一个信访事件，做到“件件有着落，事事有回音”；在各类节日期间，主动走访社区，为困难群众送去慰问品，深入了解其生活状况。

在刚果（金），TFM 于 2021 年 1 月 20 日与社区签订《社会责任书》，承诺未来五年为社区发展提供超过 3100 万美元的投资，并持续将净销售额的 0.3%投入 TFM 社区基金。自 2009 年成立至 2024 年 12 月，该基金预计收到来自 TFM 的捐款 8108 万美元，其中 2024 年捐款为 1225 万美元。自 2023 年底起，TFM 社区基金正式移交至由公共和行政机构主导、社区和 TFM 共同参与管理的联合管理委员会 DOT-TFM。此外，2024 年有 409 名利益相关者代表（包括 66 名传统酋长）参加了季度会议，公司通过会议向社区通报采矿活动、建设项目等信息，并对社区联络官收集到的社区关切问题及时回应。

第三节 中国铝业

中国铝业是中国铝行业的头部企业，是全球最大的氧化铝、精细氧化铝、高纯铝和铝用阳极生产供应商，第二大电解铝生产供应商，在香港、纽约、上海三地上市。公司业务涵盖铝土矿、煤炭等资源开采，以及氧化铝、原铝和铝合金产品生产等，连续多年保持全球有色金属行业最高信用评级。在 ESG 方面表现出色，曾入选“央企 ESG·先锋 50 指数”等，在环境上加快能源结构调整，2024 年电解铝绿电占比 45.5%，减排当量 130 万吨，环保投入 22.52 亿元，矿山复垦率 100%；在社会上强化创新，2024 年研发投入 57 亿元，申请专利 1068 件，同时维护员工安全，坚持责任采购，2024 年捐赠超 2500 万元助力乡村振兴等；在公司治理上持续完善制度，优化管控，重视 ESG 风险管理。

【案例】首个新能源深度耦合电解铝负荷消纳的源网荷储一体化示范工程

该项目作为电解铝行业绿色转型的标杆实践，核心目标是响应国家“双碳”战略及内蒙古自治区新能源发展规划，推动高耗能产业向低碳化、清洁化升级。项目核心逻辑在于构建“新能源供给-负荷消纳-储能调节”的一体化体系：通过规划建设大规模风电、光伏电站，为包头铝业（重点覆盖包铝园区）提供清洁电力，替代部分燃煤发电；依托新能源电力直供或“绿电交易”机制，降低电解铝生产环节的碳排放，提升绿色铝产品占比；同时，配套储能系统（如电池储能）以平抑风光发电的间歇性，保障生产用电的稳定性。

具体通过以下路径推动绿色低碳转型与能源利用效率提升。

- 清洁能源替代与区域布局优化：中国铝业主动将产能向云南、内蒙古等清洁能源富集区域转移，例如云南地区依托丰富水电资源，电解铝产能的水电利用比例显著提升，2023 年其绿电铝产量已达 1015 万吨，提前接近 2025 年可再生能源占比 25% 的目标；同时，通过自建或合作开发风电、光伏等新能源项目逐步替代传统火电，以国家电投为例，其绿电铝占比已达 46.4%，计划 2025 年突破 50%，届时每年可减少碳排放近 2400 万吨。
- 智能化与数字化管理：云南神火等企业借助 5G 技术实现生产数据的实时监控与动态优化，构建智能化柔性生产体系，有效提升能源利用效率并降低损耗；通过搭建一体化能源管理系统，整合新能源发电、储能设备与电解铝负荷需求，实现供需动态调度与平衡（如通过智能电网调节峰谷用电，缓解电网压力）。
- 储能系统与多能互补：在新能源基地配套建设电池储能、抽水蓄能等储能设施，平抑风光发电的波动性，保障电解铝生产的连续性与稳定性。以中铝包头铝业为例，其规划接入 210 万千瓦新能源，依托包铝热电厂的调峰能力及电解铝负荷的消纳能力，构建“源网荷储”一体化模式，实现风电、光伏、水电与电解铝负荷的深度耦合，通过“风-光-储-铝”协同运行，每年可消纳绿电 70 亿千瓦时以上，绿电占比达 40% 以上，年减排二氧化碳约 596 万吨，此举不仅降低了长期能源成本，更提升了“绿铝”产品的市场竞争力，契合国际低碳贸易趋势。

- 政策协同与产业链整合：严格执行国家产能置换政策，通过兼并重组优化产能结构（如宏创控股收购宏拓实业，整合氧化铝、电解铝及深加工全产业链，推动绿色升级）；同时，利用绿色金融工具（政府专项补贴、绿色债券等）为项目赋能，降低技术改造及新能源设施建设的资金成本。

该项目的实施已取得阶段性成效。2023 年绿电消纳占比已超 40%，预计 2025 年可提前实现碳达峰，为全球电解铝行业绿色转型树立了标杆。未来，项目将进一步深化“源网荷储”一体化模式，持续推动铝工业向零碳目标迈进。

【案例】几内亚博法铝土矿项目

中国铝业参与的几内亚博法铝土矿项目于 2020 年正式投产，作为“一带一路”倡议下的标志性项目及中非合作论坛框架下的标杆项目，其在环境、社会与治理（ESG）领域的系统性实践，以及对企业战略与国际合作的深远影响，均具有显著示范价值。

在环境管理层面，项目严格遵循国际标准构建环境管控体系，通过科学规划开采区域最大限度减少对热带雨林的扰动，保护几内亚独特的生态系统；同步推进矿区土地复垦计划，助力植被恢复与生物多样性保护。在低碳运营与污染防控方面，项目创新采用带式输送机替代传统卡车运输以优化物流模式，有效降低能源消耗与碳排放；同时建立完善的污水处理系统，严防采矿活动对周边水体的污染，切实保障当地社区用水安全。

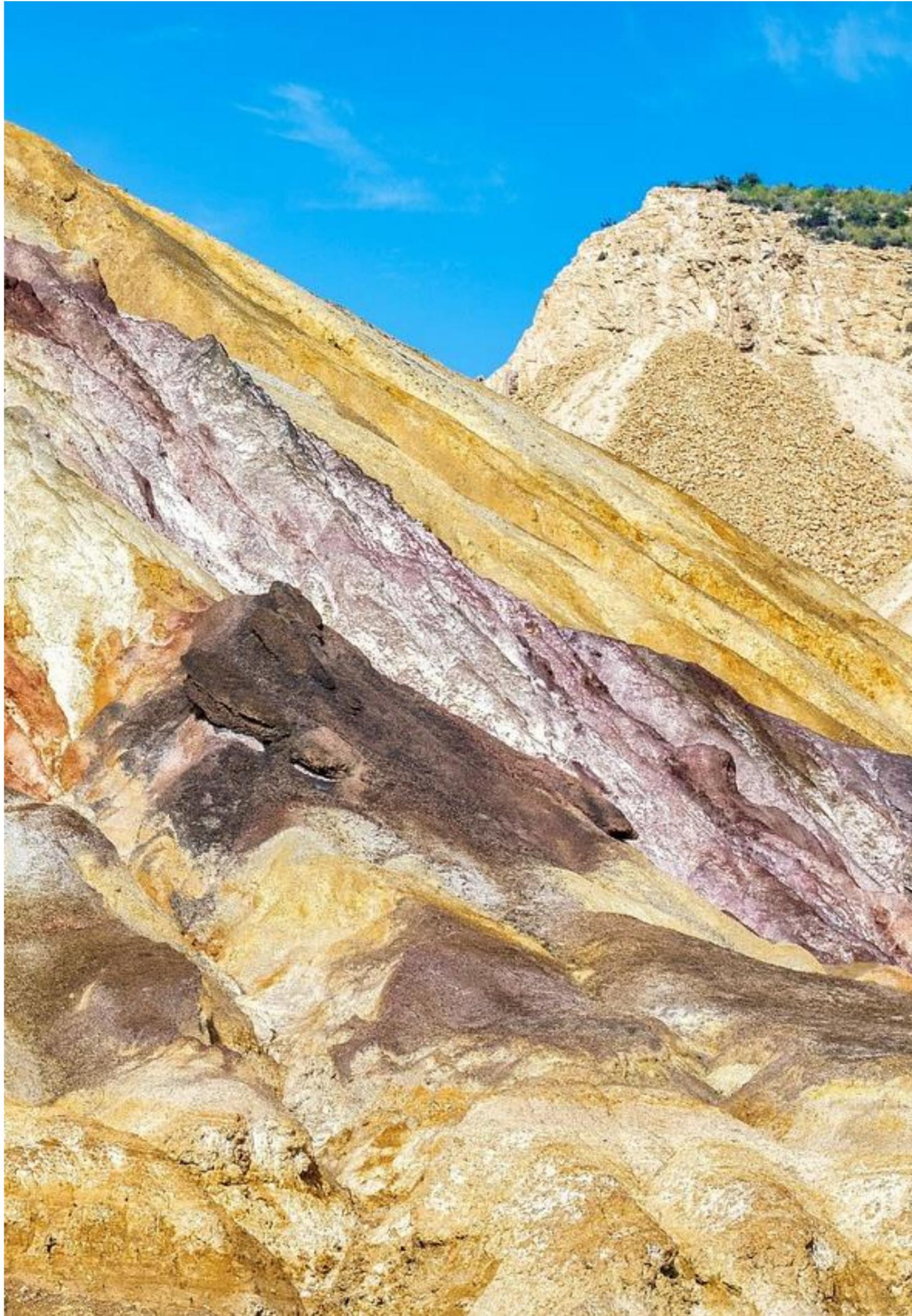
社会贡献维度，项目深度践行本地化发展理念，本地员工占比超 80%，并通过系统化技能培训提升工人专业素养；投资建设学校、医疗站、道路等基础设施，直接改善周边社区生活条件。在合规与权益保障上，项目严格恪守国际劳工标准，严禁童工与强制劳动，充分尊重当地文化传统；通过建立定期社区沟通机制与申诉渠道，确保居民合法权益得到有效维护。

公司治理方面，项目积极响应国际矿业透明倡议（如 EITI），确保财务与运营信息的公开透明；严格执行反腐败政策，强化供应链全链条合规管理；与几内亚政府、社区、非政府组织（NGO）等利益相关方

保持密切协作，定期发布可持续发展报告回应各方关切。安全管理上，项目推行高标准体系，实现“零重大事故”目标，并为员工提供全面的职业健康保障。凭借上述实践，该项目获几内亚政府颁发“社会责任贡献奖”，成为中资企业海外可持续发展的典范。

从战略意义来看，项目对中国铝业及中几合作具有多重价值。

- 保障资源供应安全，缓解国内铝土矿依赖：作为全球最大铝生产国，中国国内铝土矿品位低、储量有限，高度依赖进口，而博法项目可稳定供应高品质铝土矿（几内亚矿品位高、开采成本低），减少对单一供应源的依赖，同时通过中国铝业直接运营增强全链条控制力，降低国际市场波动与地缘政治风险影响。
- 优化成本结构，提升全球竞争力：几内亚铝土矿露天开采条件优越且劳动力成本较低，综合开采成本显著低于国内，叠加项目配套的港口与铁路（如科纳克里至矿区铁路）建设，进一步降低物流成本，助力中国铝业优化原料结构，增强电解铝产业全球竞争力，为周边矿区资源整合提供支撑。
- 深化国际化资源布局——几内亚铝土矿储量占全球 1/3，项目作为中国铝业在非洲的关键布局，为其全球化资源版图拓展奠定基础，且与赢联盟、魏桥等中资企业在当地的项目形成集群效应，强化中国在几内亚矿业领域的影响力。
- 支撑国内铝工业可持续发展——进口高品质矿可减少国内低品位矿开采带来的环保压力，满足电解铝行业对优质原料的需求，推动绿色低碳转型；同时为中国铝业在广西、山东等地的氧化铝产能提供稳定原料，优化国内产能利用率。
- 契合“一带一路”倡议，深化地缘经济合作——项目通过铁路、港口等基础设施投资深化中几合作，增强中国在西非的经济存在，巩固中几关系；为当地创造数千个就业岗位，承诺修建道路、学校和医疗设施，直接带动几内亚经济增长（铝土矿出口占该国 GDP 的 20% 以上），成为中非务实合作的标杆。



参考资料

1. 国家发展改革委."十四五"循环经济发展规划.
2. 国家发展和改革委员会.有色金属行业碳达峰实施方案.
3. 国家发展改革委自然资源部.全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划.
4. 生态环境部.2021 中国生态环境状况公报.
5. 生态环境部.2022 年全国辐射环境质量报告.
6. 电力规划设计总院.2023 年能源消费总量.人民日报出版社.
7. 《中国有色金属工业年鉴》编辑部.中国有色金属工业年鉴(2021).中国有色金属工业协会.2023.
8. 工业和信息化部办公厅国家发展改革委办公厅国家能源局综合司.加快工业领域清洁低碳氢能应用实施方案.
9. 尚轻时代.国际铝协发布 2023 年全球铝行业温室气体排放数据.
10. 三个皮匠报告.国际碳行动伙伴组织 (ICAP) :2025 年全球碳排放交易现状报告.
11. AmyLiu.钴价触底反弹: 供需博弈与替代挑战.北美投资机会和新闻.
12. 魏卓铭.中国计划购买有史以来规模最大的钴储备, 准备购买约 1.5 万吨精炼钴, 预计招标价为每吨 20-22 万元.
13. 中国有色金属工业协会.2024 中国有色金属发展报告.冶金工业出版社,2024.
14. 中国科协先进材料学会联合体.基础材料强国制造技术路线有色金属材料卷.化学工业出版社,2024.
15. 中国科协.钢铁与有色金属清洁低碳转型发展导论.科学出版社,2023.
16. 海亮股份、华为.有色金属材料 (铜基材料) 行业大模型创新应用蓝皮书.电子工业出版社,2024.
17. 刘振亚.特高压交直流电网.中国电力出版社,2025.
18. 河南省人民政府门户网站.2024 年我国十种有色金属产量超 7900 万吨.
19. 中国报告大厅.特高压发展趋势:2035 年全国西电东送能力超 5 亿千瓦.
20. 未来智库.2023 年细说欧盟碳关税下我国的挑战与机遇.
21. 国家发展和改革委员会.有色金属行业碳达峰实施方案.
22. 中国有色金属工业协会.2024 中国有色金属发展报告.冶金工业出版社, 2024.
23. 中国科协先进材料学会联合体.基础材料强国制造技术路线有色金属材料卷.化学工业出版社, 2024.
24. 中国科协.钢铁与有色金属清洁低碳转型发展导论.科学出版社, 2023.
25. 国家发展和改革委员会.有色金属行业碳达峰实施方案 (2022) .
26. 生态环境部.工业碳排放报告 (2024 年) .2025.
27. 欧盟委员会.新电池法规 (2024 年修订版) .
28. 中国矿业联合会.2024 年有色金属行业智能化发展报告.2024.
29. 中国社会科学院世界经济与政治研究所.全球关键矿产供应链风险加剧 (2024) .
30. 人民论坛网.关键矿产的大国竞合分化、治理困境和中国选择 (2023) .
31. 江西铜业集团有限公司.贵冶“示范” (2024) .
32. 全球电池联盟.2024 “电池护照” 试点项目结果.2024.
33. 四川省商务厅.产品碳足迹评价技术规范电池级碳酸锂、氢氧化锂 (2024) .
34. 中国铝业集团有限公司.5G 赋能有色金属行业智能化发展白皮书 (2023) .
35. 马锴宇.碳市场首度扩围关键环节仍需打通.新浪财经.
36. 雷椰,李德尚玉.铝冶炼纳入碳市场有何影响明年碳配额缺口或达 34 万吨企业需尽快降低碳成本.证券时报网.

37. 生态环境部.全国碳排放权交易市场覆盖钢铁、水泥、铝冶炼行业工作方案.
38. 新浪财经.全国碳市场扩容要打通哪些关键堵点.新浪财经.
39. 陈云悠.降碳的挑战与机遇.中国铝工业.
40. 马换换,冉黎黎.碳交易市场对 ESG 的影响至少包含三个方面.碳排放交易.
41. 生态环境部.企业环境信息依法披露格式准则.
42. 生态环境部.企业环境信息依法披露管理办法.
43. 有色金属 ESG 研究.首发 | 《2024 年中国有色金属行业 ESG 信息披露白皮书》推动可持续发展新实践.中国有色网.
44. 王遥,刘学东.中国上市公司 ESG 行动报告 (2022-2023) .中央财经大学绿色国际研究院.
45. 中国铝业股份有限公司 2024 年社会责任暨环境、社会与管治报告.
46. 洛阳栾川钼业集团股份有限公司 2024 年环境、社会与管治报告.
47. 云南铜业股份有限公司 2024 年环境、社会及公司治理报告.
48. 深圳市中金岭南有色金属股份有限公司 2024 年环境、社会及治理报告.
49. 五矿发展股份有限公司 2024 年环境、社会和公司治理报告.
50. 西部矿业股份有限公司 2024 年环境、社会及公司治理报告.
51. 兖矿能源集团股份有限公司 2024 年环境、社会与管治报告.
52. 毕马威国际.征途未尽,步履不停—毕马威 2024 年环境、社会与治理鉴证成熟度指数.
53. 陈静.2024 年云南新开 2 个口岸 16 条通道.中国新闻网.
54. 童言.企业 ESG 披露聚焦气候环境,生物多样性议题已有积极趋势.第一财经.
55. 卢陶然,李德尚玉.专访中诚信国际执行副总裁薛东阳: ESG 打响“升维战”,企业正重构竞争力高地.21 经济网.
56. 王雅洁.中诚信沈双波: 国内 ESG 评级尚未融入资本市场核心决策流程.经济观察报.
57. 金蕾,赵飞云.我国有色金属行业 ESG 信息披露现状分析.中央财经大学绿色金融国际研究院.
58. 黄宗彦,杨夏.专访全国人大代表黄世忠: 加快制定我国可持续发展报告鉴证准则,遏制“选择性披露”现象.每日经济新闻.
59. 张佳琳.银行 ESG 信披: 爬坡上行痛点犹存.中国证券报.
60. 谢婧.量化冲击解码新规挑战! 广东构建应对欧盟碳关税新范式.南方新闻网.
61. 张海霞.解读上市公司 ESG 报告披露中存在的问题及面临的挑战.南方都市报.
62. 熊彦莎,郑萃颖.写好“第二张财报”上市公司升级装备疏堵点.中国证券报·中证网.
63. 清华大学硕士,美国杜克大学访问学者,浙江省可持续发展研究会 ESG 专委会专家组专家.ESG 落地的困境与解困之路.宅配通娱网.
64. 温超平.中铝股份 2024 年经营业绩创历史最优.中国铝业.
65. 中国铝业 2023 年度社会责任暨环境、社会与管治报告.
66. 生态环境部.铝工业污染物排放标准.中国环境网.
67. 紫金矿业 2024 年可持续发展报告.
68. 洛阳栾川钼业集团股份有限公司首次公开发行 A 股股票招股说明书.
69. 洛阳栾川钼业集团股份有限公司 2024 年年度报告.
70. 洛阳栾川钼业集团股份有限公司 2024 年环境、社会及管治报告.

INTRODUCTION



关于上海现代服务业联合会

上海现代服务业联合会，是由本市主要从事服务业的行业协会、学会、商会等社会组织及企事业单位自愿组成的跨行业、跨领域的综合性枢纽型非营利社团组织。拥有会员单位1500余家，其中200余家为行业协会、学会、商会等社会组织，覆盖了金融、信息、科技、商务、生产、公共、专业服务等多个领域，基本囊括上海市服务业的所有行业。

以联合会为主发起设立了上海现代服务业企业促进中心、上海经贸商事调解中心、上海现代服务业发展研究院、上海现代服务业发展基金会、上海现代服务业标准创新发展中心等五个民非实体机构，并牵头成立长三角现代服务业联盟，具有全面服务社会、助推经济发展的综合实力和核心竞争力。

2024年3月，上海市商务委关于印发《加快提升本市涉外企业环境、社会和治理（ESG）能力三年行动方案（2024-2026年）》，明确上海现代服务业联合会承担着“加大对ESG理念的宣传力度”的主要任务。



关于荣续ESG智库研究中心

荣续ESG智库研究中心，致力于推动“绿色共赢”的可持续发展理念，成为企业ESG发展的长期伙伴。我们通过ESG行业研究、优秀案例研究、政策和标准研究、热点和趋势分析等，解决气候变化、环境、社会、公司治理等领域的信息缺乏或信息不对称的问题，为企业提供可落地、可复制、可持续的ESG解决方案，帮助企业践行ESG理念，创造长期价值。

荣续智库研究中心汇聚了各行业的ESG专家和研究员，他们在各自领域拥有丰富经验和卓越能力。这些专家大部分是来自品职教育的ESG持证学员。品职教育拥有超过百万的活跃ESG学习社群，以及超过3万名ESG人才组成的人才库，是荣续智库坚实的人才资源。

荣续智库将继续发挥行业经验，秉持深刻洞察力和强大执行力，帮助企业将ESG有效整合到核心战略中，助力企业在ESG领域实现突破，创造社会和经济双重价值。

ESG白皮书系列

- | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|--|
| 01 纺织服装行业ESG白皮书 | 13 包装印刷行业ESG案例白皮书 | 25 银行绿色金融行业ESG白皮书 | 37 酒旅行业ESG白皮书 | 49 基建行业ESG白皮书 |
| 02 食品饮料行业ESG白皮书 | 14 家电行业ESG白皮书 | 26 跨境电商行业ESG白皮书 | 38 零碳产城融合项目发展白皮书 | 50 气候金融ESG白皮书（基础篇） |
| 03 汽车行业ESG白皮书 | 15 美妆行业ESG白皮书 | 27 光储充行业ESG白皮书 | 39 零碳产城融合项目案例白皮书 | 51 气候金融ESG白皮书（实务篇） |
| 04 化工行业ESG白皮书 | 16 钢铁行业ESG白皮书 | 28 电子元器件分销行业ESG白皮书 | 40 白酒行业ESG白皮书 | 52 新能源汽车行业ESG白皮书（电池类） |
| 05 环保行业ESG白皮书 | 17 物流及航运物流行业ESG白皮书 | 29 建筑材料行业ESG白皮书 | 41 电力行业ESG白皮书 | 53 新能源汽车行业案例白皮书（电池类） |
| 06 新能源行业ESG白皮书 | 18 航空物流行业ESG白皮书 | 30 通信服务行业ESG白皮书 | 42 物业行业ESG白皮书 | 54 新能源汽车行业ESG白皮书（氢能·
甲醇·生物质·天然气·太阳能类） |
| 07 半导体行业ESG白皮书 | 19 建筑行业ESG白皮书 | 31 通信设备行业ESG白皮书 | 43 有色金属行业ESG白皮书 | 55 医养康行业ESG白皮书 |
| 08 医药行业ESG白皮书 | 20 储能行业ESG白皮书 | 32 家居装饰行业ESG白皮书 | 44 零碳物流园区发展白皮书 | 56 公共建筑行业ESG白皮书 |
| 09 财会行业ESG白皮书 | 21 机械储能行业ESG白皮书 | 33 互联网教育行业ESG白皮书 | 45 零碳园区发展白皮书 | 57 智能制造行业ESG白皮书（航空航天） |
| 10 金融“一带一路”ESG白皮书 | 22 电化学储能行业ESG白皮书 | 34 医疗器械行业ESG白皮书 | 46 传媒行业ESG白皮书 | 58 微电网与虚拟电厂行业ESG白皮书 |
| 11 包装行业ESG白皮书 | 23 化学储能行业ESG白皮书 | 35 医疗卫生行业ESG白皮书 | 47 造纸行业ESG白皮书 | 59 中国企业出海ESG白皮书（更新版） |
| 12 印刷行业ESG白皮书 | 24 出海欧盟 行业ESG白皮书 | 36 康复辅具行业ESG白皮书 | 48 煤炭行业ESG白皮书 | 60 零碳园区案例白皮书（系列） |

合作咨询请联系
(扫码添加联系人)



欢迎关注荣续ESG智库研究中心
为您提供最新的ESG资讯
共同探索可持续发展的未来

