

**Deloitte.**

*Together makes progress*

众行致远

德勤

# 2026年矿业 及金属行业 趋势追踪

携手合作, 通过矿业与金属行业创造持久价值



# 目录

- 03 引言
- 04 趋势1 国家安全中的关键矿产:矿业及金属行业的战略作用
- 12 趋势2 面向未来的投资组合布局:企业定位以实现长期价值增长
- 20 趋势3 深远使命:矿业与金属行业的新要务
- 28 趋势4 不断演进的运营模式:构建价值创造优先于规模增长的组织架构
- 37 趋势5 从数据中提取优势:运用智能运营应对复杂性挑战
- 46 趋势6 实现卓越运营的人工智能:管理安全风险并提升生产效率
- 53 趋势7 人力资源的下一个演进:利用人工智能重新构想人力资源的角色
- 61 趋势8 重新定义矿产勘探:利用人工智能开启新一轮重大发现的浪潮
- 69 趋势9 释放资源潜力:推动社会经济转型的战略
- 78 趋势10 扩大可持续性适应规模:利用系统优势构建有韧性的供应链
- 86 全球联系人
- 87 作者与致谢

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构

**趋势5:** 从数据中提取优势

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能

**趋势7:** 人力资源的下一个演进

**趋势8:** 重新定义矿产勘探

**趋势9:** 释放资源潜力

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模

全球联系人

作者与致谢

# 引言

在全球范围内, 采矿和金属企业正在重新定义其创造和分享价值的方式。各国正努力在工业与国防战略和能源安全之间寻求平衡, 许多社区也呼吁采矿企业切实为当地福祉和地球健康作出贡献。如今的问题已不再是行业能否提供推动全球进步所需的材料, 而是如何以一种同时惠及人类、经济和生态系统的方式实现这一目标。

《追踪趋势》第18个年度版本探讨了采矿和金属企业及其更广泛的协作生态系统如何共同努力应对这一挑战。该行业的未来可能将更多地由合作而非竞争所塑造。

随着产业界、政府、科技公司、客户和社区携手合作, 共同解决面临的问题并创造互利共赢的局面, 合作的作用将愈发凸显。在此背景下, 真正的转型很可能取决于能否共同取得成功: 建立必要的信任、敏捷性和共同愿景, 将复杂性转化为集体进步的成果。

将商业目标与社会和环境价值创造相结合的企业往往表现更佳、创新更快、存续时间更长。在采矿与金属领域, 这意味着需要通过合作来减少运营中的排放、恢复自然生态、加强区域基础设施, 并培养未来的劳动力队伍。

本报告所呈现的趋势为采取行动提供了切实可行的路径, 从数据和人工智能驱动的探索与智能运营, 到面向未来的运营模式和具有韧性的价值链。这些趋势共同展示了行业如何从单纯的攫取价值, 转变为共同创造价值。



**Deloitte.**

*Together makes progress*

众行致远

德勤

## 趋势1

# 国家安全中的关键矿产： 矿业及金属行业的战略作用

### 作者

理查德·朗斯塔夫, 德勤管理咨询, 公共事务负责人、董事总经理

斯泰西·托德·费尔德曼, 德勤英国合伙人, 矿业与金属业务负责人



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

关键矿产曾主要被视为能源转型的支撑要素,而如今已成为全球国家安全讨论的核心。这一从工业原材料向战略性资产的转变,正在重塑矿业及金属企业的格局。

对于采矿行业而言,其影响深远。企业正日益被要求承担双重角色:既要推动清洁能源转型,又要强化国家防御战略,同时满足不断增长的消费需求。这些优先事项的交汇既带来了推动企业使命实现的新机遇,也引入了可能重新定义行业全球角色的风险与责任

## 从能源议题到安全议题的转变

过去十年间,随着减排与电气化带来的矿产需求持续增长,矿业及金属企业面临着日益加大的压力。如今,国家安全方面的要求进一步为这些预期叠加了紧迫性与复杂性。

这一趋势的一个近期且具有重要影响的案例体现在中美之间的贸易谈判中。2025年10月,中国收紧了对稀土元素(REEs)及其他关键材料的出口管制。

外国企业在出口含有稀土元素的产品时,需获得中国政府批准并说明其最终用途。与此同时,对锂电池及部分石墨产品的出口也实施了类似限制。<sup>1</sup>

对于全球各国政府与企业而言,此类举措凸显了其供应生态系统已变得高度脆弱且集中度过高。其他事件也进一步强化了这一认知。俄乌冲突暴露了欧洲对进口资源的依赖,<sup>2</sup>而中东地区的不稳定性则加剧了全球不确定性。<sup>3</sup>其结果是,市场信号正日益与政治因素相互交织。

与此同时,贸易碎片化进程正在加速。由于贸易壁垒上升及政策不确定性增加,2025年全球经济增速放缓。世界经济论坛估算,全球金融体系碎片化的成本介于0.6万亿美元至5.7万亿美元之间。<sup>4</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

## 关键矿产为何对国防至关重要

国防领域对关键矿产的依赖十分明确。一架F-35战斗机所含稀土元素(REEs)超过408公斤(900磅),而一艘阿利·伯克级DDG-51驱逐舰则需要约2,358公斤(5,198.5磅)。<sup>5</sup> 镓和锗等矿产虽然使用量较小,但对于半导体、雷达系统以及卫星技术而言不可或缺。<sup>6</sup> 同时,铈在军需弹药及阻燃材料的生产中也具有重要作用。<sup>7</sup>

对于采矿企业而言,这种需求特征具有明显的独特性。与铜或铁矿石等大宗商品不同,国防领域对关键金属的需求量相对较小,但其重要性却极为突出。这为企业创造了价值获取空间,例如通过从矿山废弃物或尾矿中回收副产品,或发展专业化的中游加工能力。

**德勤管理咨询,公共事务负责人、董事总经理理查德·朗斯塔夫表示:**

*“政府很可能会在一个较短的时间窗口内,通过贷款、包销协议和补助等措施,愿意对二级产品的开发提供补贴。相关材料数量可能相对较小,但所需投资规模较大且前期投入集中。对于采矿企业而言,这些属于补充性的收入机会,且很可能是一次性或接近一次性的机会。”*

尽管这些产品带来的收入可能仅占初级生产收入的一小部分,但其有助于维持运营的持续性或降低经营波动性。

此类干预措施在创造机遇的同时,也在重塑风险格局。习惯于在开放市场中竞争的采矿企业,如今需要在商业运营和财务收益之外,同时考虑国家安全因素。此外,进入国防供应链也可能带来更高的声誉方面的要求。

## 重塑国际供应格局

在被认定为对美国经济和国家安全至关重要的50种关键元素中,美国对其中12种完全依赖外国供应商,对另外31种的对外依存度也超过50%。<sup>8</sup> 因此,美国政府已采取一系列措施以降低这种依赖带来的敏感性。例如,2025年8月,美国能源部(DOE)下属先进研究计划署—能源(ARPA-E)宣布提供6,000万美元资金,用于支持两个新的技术项目,旨在保障并扩大美国关键矿产供应链,加强本土磁体制造能力,并减少对外国控制供应链的依赖。<sup>9</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

加拿大和澳大利亚作为资源丰富且采矿生态体系完善的国家, 正将自身定位为美国和欧洲值得信赖的合作伙伴。对于在这些司法辖区运营的采矿企业而言, 这为关键矿产项目投资创造了有利条件, 且通常由国际联盟提供支持。

2025年, 澳大利亚联邦政府提供了8,850万美元(1.35亿澳元)的支持方案, 以维持Nyrstar在南澳大利亚和塔斯马尼亚的冶炼厂运营——这些设施对于加工镉、锌和铅等关键矿产至关重要。<sup>10</sup> 此外, 澳大利亚还考虑引入稀土元素(REEs)的价格下限机制, 以应对全球价格操纵风险。该政策借鉴了美国的类似做法, 将为包括Lynas和Arafura在内的生产商提供价格保障, 并有助于降低市场突然崩溃的风险。<sup>11</sup>

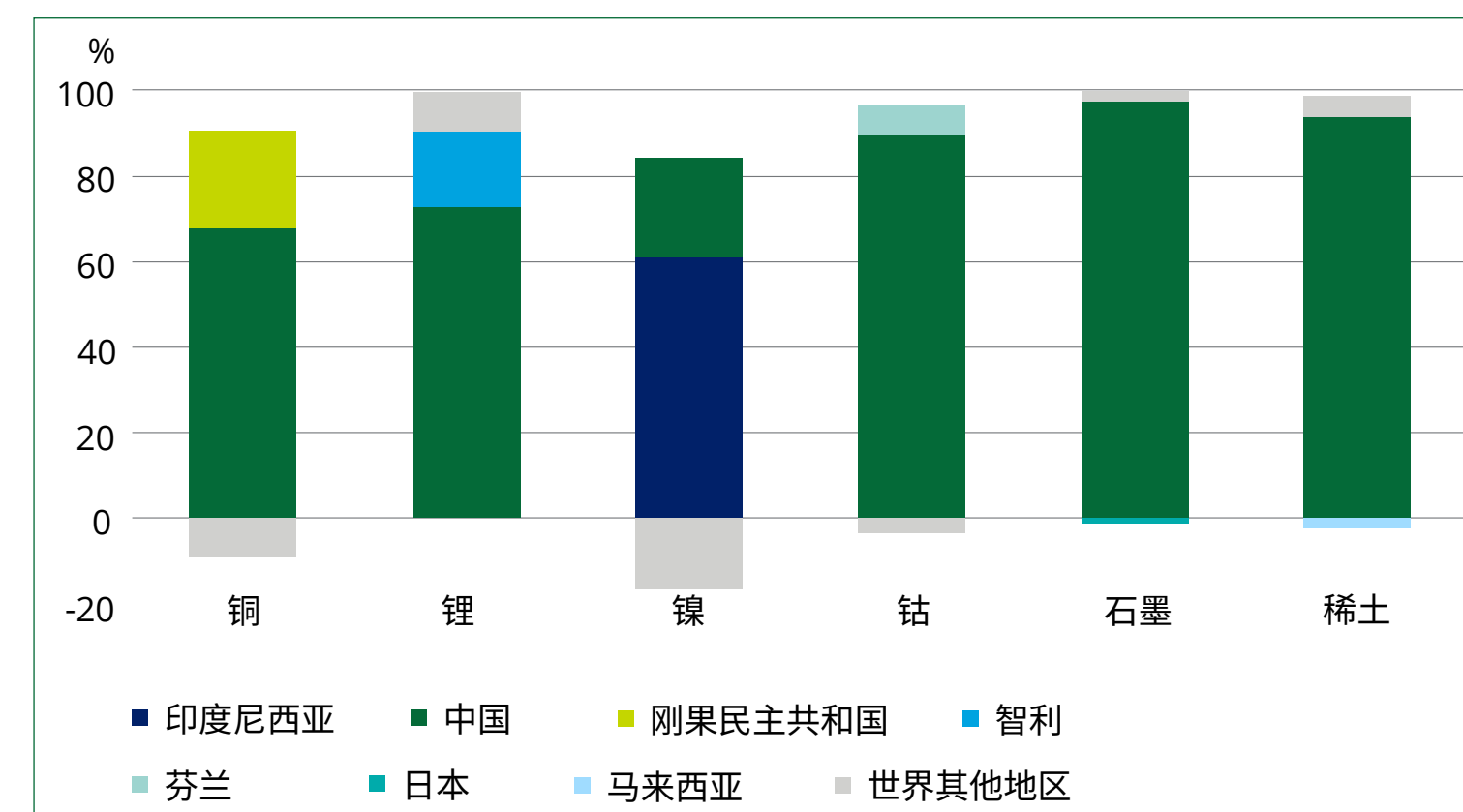
欧洲和英国也正将关键矿产纳入更广泛的国防与产业战略之中。英国修订后的《关键矿产战略》强调回收利用和供应多元化, 为专注于二次回收和循环经济模式的企业创造了新的发展机遇。<sup>12</sup>

**德勤英国合伙人, 矿业与金属业务负责人斯泰西·托德·费尔德曼表示:**  
**“此类战略将为专注于二次回收及循环经济模式的企业创造新的发展机遇。”**

## 理解供需关系

尽管全球正推进供应多元化, 但在2020年至2024年期间, 几乎所有关键矿产的精炼环节地理集中度反而有所上升。关键能源矿产中, 前三大精炼国家的平均市场份额由2020年的82%上升至2024年的86%。其中, 约90%的供应增长来自单一最大供应国: 镍来自印度尼西亚, 而钴、石墨及稀土元素(REEs)则主要来自中国(见图1)。<sup>13</sup>

图1: 2020—2024年各国精炼铜、钴、镍、石墨、锂及稀土元素产量变化情况



来源: 国际能源署<sup>14</sup>

大多数关键矿产缺乏公开市场定价机制, 甚至不存在公开定价; 其供应主要通过双边合同及包销协议实现。这种透明度不足构成了一项挑战, 因为市场价格通常是制定价格支持机制的重要依据。

要培育一个成熟的市场, 通常需要对供给与需求两端具备一定程度的控制。例如, 石油市场之所以高度透明, 原因在于美国既生产全球约22%的供应量, 同时也消费约20%的总量, 从而在供需两端均具备重要影响力。<sup>15</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

在关键矿产领域,中国之所以在精炼环节占据主导地位,在很大程度上是因为其同时也是这些产出的主要消费国。

## 应对贸易关税

贸易政策如今已成为关键矿产领域的前沿挑战。尽管关税常被用于保护本土产业,但其有效性存在不确定性,并可能带来意料之外的负面影响。

战略与国际问题研究中心(CSIS)近期分析指出,对铜等大宗商品征收关税,可能难以解决其潜在结构性脆弱问题,甚至可能造成新的市场扭曲。<sup>16</sup>对于采矿企业而言,这进一步凸显了一个关键问题:企业不仅需要考虑生产成本,还必须为政策变化做好准备,因为这些变化可能重新定义市场准入条件。

**德勤管理咨询,公共事务负责人、董事总经理理查德·朗斯塔夫表示:**

**“新建矿山或加工设施属于长期投资。因此,企业不仅需要考  
虑哪些贸易和关税措施使其运营更具吸引力,还必须评估这  
些经营环境在数十年时间维度内的稳定性。”**

如今,制定有效战略时,除资源可获得性、资本支出与运营支出,以及税收与许可制度等传统关键因素外,还需将上述因素一并纳入考量。

## 新的机遇与风险

关键矿产被提升至国家安全层面,从根本上改变了采矿企业的角色。它们不再仅仅被视为原材料供应商,而是逐渐成为政府与国防产业的战略合作伙伴。

这一变化可能带来新的机遇。例如,一家印度领先矿业及铅锌生产企业正在调整其增长战略,以反映国家与全球安全优先事项。该公司宣布计划在2030年前实现业务多元化,在锌与银之外新增最多四种金属,包括钨、钨及钾盐等。<sup>17</sup>类似的转变在短期内也可能提升企业获得低成本资本、保底包销协议以及国际激励支持的机会。

与此同时,更高程度的政治暴露也引入了新的风险形式。与国家安全战略保持一致或可带来收益,但也可能使企业被卷入地缘政治竞争之中。勘探与开发项目管线正承受越来越大的压力,各国政府希望缩短从发现到投产的周期,因此企业可能需要与政府开展更紧密合作,以加速许可审批与项目开发。

South 32首席执行官近期警告称,澳大利亚复杂的环境审批流程正在阻碍关键矿产项目的开发,尽管这些项目具有战略重要性。他将此与美国形成对比指出,在美国,诸如亚利桑那州Hermosa项目等,得益于国家安全框架下的专门监管与简化审批流程。<sup>18</sup>这一对比凸显出,如果资源丰富国家希望在全球市场中成为关键矿产的可信供应方,则很可能需要推进监管体系改革。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

## 利用国际联盟

随着关键矿产在国家安全议程中的重要性不断上升, 各国政府正迅速建立国际合作框架, 以支持共同的供应链韧性。

2025年10月, 美国与澳大利亚宣布了一项针对关键矿产及稀土元素 (REEs) 采矿与加工的共同政策框架。双方计划通过运用经济政策工具与协调投资, 加速构建多元化、具有流动性且公平的市场体系。两国均计划依托各自现有的国内采矿与加工能力, 并在2026年前释放新增产能。<sup>19</sup>

同样, 2025年启动的七国集团 (G7) 关键矿产行动计划也承诺成员国将在投资、技术共享以及透明价值链建设方面开展合作。<sup>20</sup> 此外, “关键矿产生产联盟”旨在降低对单一供应方的依赖。<sup>21</sup>

对于采矿企业而言, 这些国际联盟正在打开新的发展通道。与相关倡议保持一致的项目, 可能更容易获得融资支持、加速审批流程以及长期包销协议。同时, 这些机制也有助于企业应对地缘政治波动, 使其运营嵌入更具信任基础的供应生态体系中。

德勤英国合伙人, 矿业与金属业务负责人斯泰西·托德·费尔德曼表示:

*“国家与私营部门跨国界、跨行业的协同合作至关重要。仅依靠自由市场并不足以构建具有韧性的供应链。”*

## 在安全驱动的未来蓬勃发展

关键矿产需求向安全驱动方向的转变大概率不会逆转。对于矿业及金属企业而言, 未来的发展路径将是在一个更为复杂且高度政治化的环境中进行运营与适应。能够成功的企业, 往往是那些能够接受其作为战略合作伙伴的新角色, 在短期灵活性与长期投资之间实现平衡, 并使其商业模式同时契合国家安全要求与可持续发展承诺的企业。



# 从理念到行动

## 引言

**趋势1: 国家安全中的关键矿产** [🔗](#)

**趋势2: 面向未来的投资组合布局** [🔗](#)

**趋势3: 深远使命: 矿业与金属行业的新要务** [🔗](#)

**趋势4: 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构** [🔗](#)

**趋势5: 从数据中提取优势** [🔗](#)

**趋势6: 实现卓越运营的人工智能** [🔗](#)

**趋势7: 人力资源的下一个演进** [🔗](#)

**趋势8: 重新定义矿产勘探** [🔗](#)

**趋势9: 释放资源潜力** [🔗](#)

**趋势10: 扩大可持续性适应规模** [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

- **加强与政府的合作:**企业可以通过直接与监管机构及行业协会互动,在政策制定中发挥积极作用。通过提供数据、洞察与实践经验,采矿企业有助于政府设计更具现实性与商业可行性的政策干预措施。
- **探索二次回收机会:**例如从锌尾矿中提取镉,或从历史矿山废料中回收稀土元素(REEs)等“快速见效”的项目,不仅能够强化供应链韧性,也体现企业的灵活性与对国家安全优先事项的契合。这类举措可以在勘探与开发项目逐步成熟期间提供短期产量支持。
- **从安全视角多元化投资组合:**矿业企业可考虑在大宗能源转型矿产(如铜和锂)之外,平衡配置一些产量较小但具有战略意义的矿产(如铋和镓),从而使投资组合同时受益于商业需求与政府激励政策。
- **为地缘政治波动做好准备:**能够针对关税、制裁或供应链中断进行情景规划的企业,往往更具韧性。在合同、融资与市场准入策略上的灵活性,可能成为重要的竞争优势。
- **构建跨生态系统关系:**与下游制造商、科技企业及盟国政府开展协作,有助于采矿企业强化其在关键供应链中的角色,并实现其深远使命。同时,这类关系也可能带来新的市场与融资机会。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 注释

- 1 Peter Hoskins and Laura Bicker, "[China tightens export rules for crucial rare earths](#)," BBC, 9 October 2025.
- 2 Robert Muggah and Rafal Rohozinski, "[The mineral wars – How Ukraine’s critical minerals will fuel future geopolitical rivalries](#)," *Horizons: Journal of International Relations and Sustainable Development* 29 (Winter 2025).
- 3 Peggy Corlin and Oleksandra Vakulina, "[Middle East conflict adding to uncertainty amid trade tensions, IMF chief says](#)," *Euronews*, 18 June, 2025.
- 4 World Economic Forum (WEF), [Navigating global financial system fragmentation](#), January 2025, p.5.
- 5 Gracelin Baskaran and Meredith Schwartz, "[Developing rare earth processing hubs: An analytical approach](#)," Center for Strategic and International Studies (CSIS), 28 July, 2025.
- 6 Richard Longstaff et al., "[Restoring American mineral dominance with a US critical minerals action plan](#)," Deloitte Center for Government Insights, 12 May, 2025.
- 7 Ibid.
- 8 Melissa Barbanell, "[Overcoming critical minerals shortages is key to achieving US climate goals](#)," World Resources Institute, 3 May, 2023.
- 9 Advanced Research Projects Agency – Energy (ARPA-E), "[Energy Department announces \\$60 million to secure domestic critical mineral supply and strengthen magnet manufacturing](#)," press release, 25 August, 2025.
- 10 Blair Jackson, "[Nyrstar smelters gifted \\$135M lifeline from federal, SA, Tasmanian governments](#)," *News.com.au*, 5 August, 2025.
- 11 Jacob Shteyman, "[Price floor sends rare earths shares through the roof](#)," *The Canberra Times*, 4 August, 2025.
- 12 UK Department for Business & Trade, "[Vision 2035: Critical Minerals Strategy](#)," 22 November 2025.
- 13 International Energy Agency (IEA), [Global critical minerals outlook 2025: Executive summary](#), 2025.
- 14 Ibid.
- 15 Fortune Business Insights, [Oil and gas mobility market](#), accessed 10 October, 2025.
- 16 Gracelin Baskaran and Meredith Schwartz, "[Rethinking copper tariffs](#)," CSIS, 23 July, 2025.
- 17 Nikita Periwal, "[H2L plans to produce up to 4 new metals by 2030: CEO](#)," *The Economic Times*, last updated 3 September, 2025.
- 18 Brad Thompson, "[South32 chief in blast over green tape](#)," *The Australian*, 2 September, 2025.
- 19 Australian Government Department of Industry, Science and Resources, "[United States–Australia framework for securing of supply in the mining and processing of critical minerals and rare earths](#)," press release, 21 October, 2025.
- 20 Government of Canada, "[G7 critical minerals action plan](#)," accessed 7 November 2025.
- 21 Brownstein, "[US expands critical minerals financing and bilateral partnerships under Trump](#)," accessed 15 November 2025.

# Deloitte.

Together makes progress  
众行致远

德勤

## 趋势2

# 面向未来的投资组合布局： 企业定位以实现长期价值增长

作者

埃德温·达森, 德勤英国战略、风险与交易业务合伙人

妮基·艾弗里, 德勤澳大利亚合伙人, 矿业与金属业务负责人



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

在当前环境下, 矿业及金属企业正被要求在多重目标之间实现微妙平衡。一方面, 需要管理当前现金流与股东回报, 以实现短期产量与盈利能力; 另一方面, 还需在关键材料需求激增、客户对低碳原材料需求提升以及投资者对新兴风险敞口日益关注的背景下, 为长期增长做好布局。

**德勤英国战略、风险与交易业务合伙人埃德温·达森表示:**

*“能源转型、地缘政治格局变化以及技术演进的叠加效应, 正在重塑矿业及金属行业的投资组合决策。围绕应布局哪些矿产、哪些项目、哪些客户以及以何种形式参与的决策, 较以往更加复杂。因此, 客户洞察能力、构建多种选择路径以及提升投资组合灵活性, 可能比以往任何时候都更具价值。”*

## 价值增长的挑战

随着矿业及金属行业格局日益复杂, 企业正面临一系列新的优先事项, 这要求其从传统的投资组合管理方式转向更加战略化、灵活且可持续的管理模式。同时, 企业还可能更需要更广泛的能力与技术, 以在实现商业利润的同时达成更深层次的战略目标。

运营效率仍然至关重要, 而实现这一目标的路径已在**趋势5**中通过智能运营进行了探讨。但展望未来, 在并购 (M&A) 执行与治理、客户细分、碳排放追踪以及碳交易能力等方面的能力提升, 将在推动价值增长中发挥重要作用。

在上述能力建设方面已存在明确的紧迫性。鉴于全球环境的不确定性, 仍然坚持狭隘或静态投资组合管理理念的企业, 可能面临被市场淘汰的风险; 而那些能够拥抱复杂性并提升适应能力的企业, 则更有可能在竞争中取得领先地位。



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

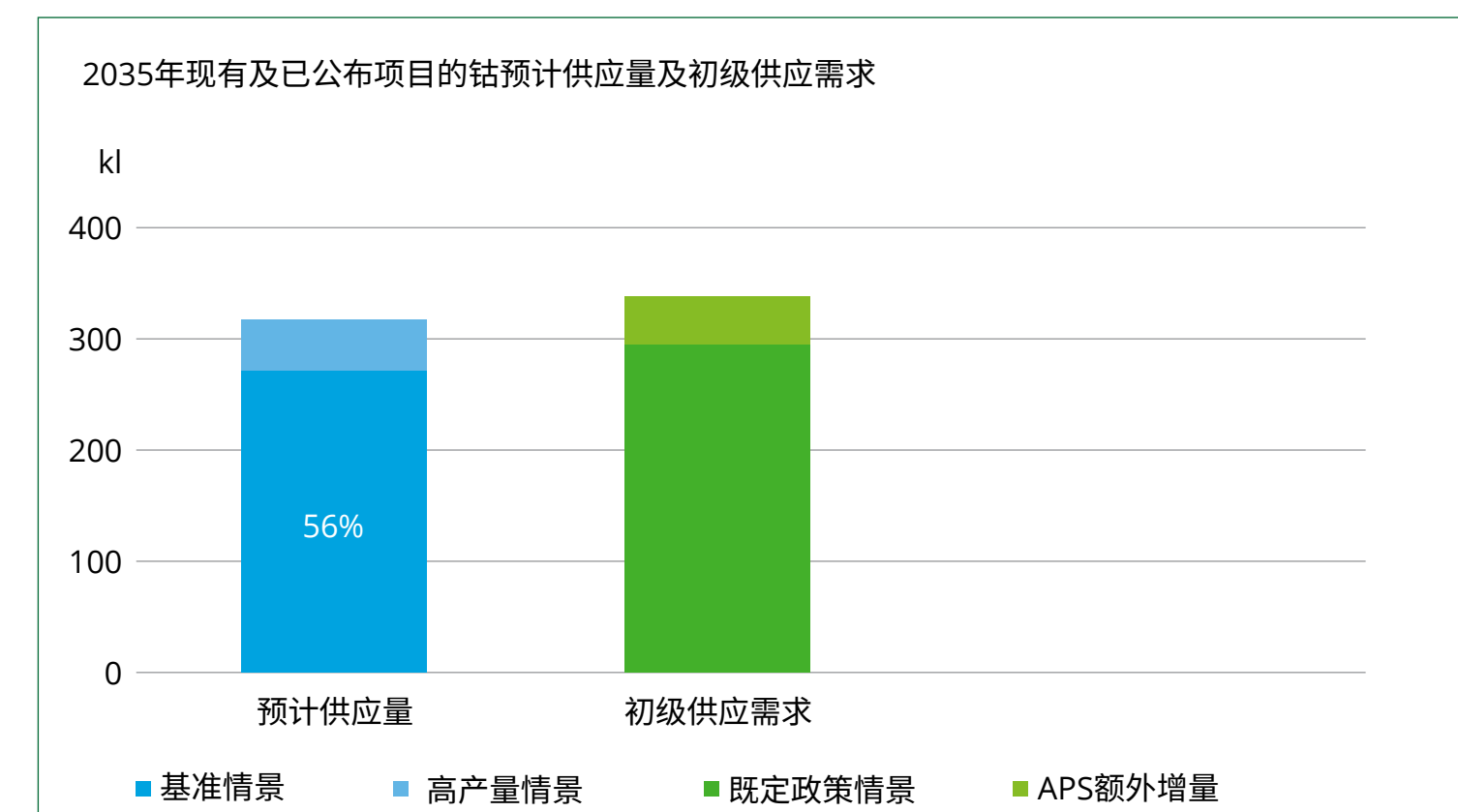
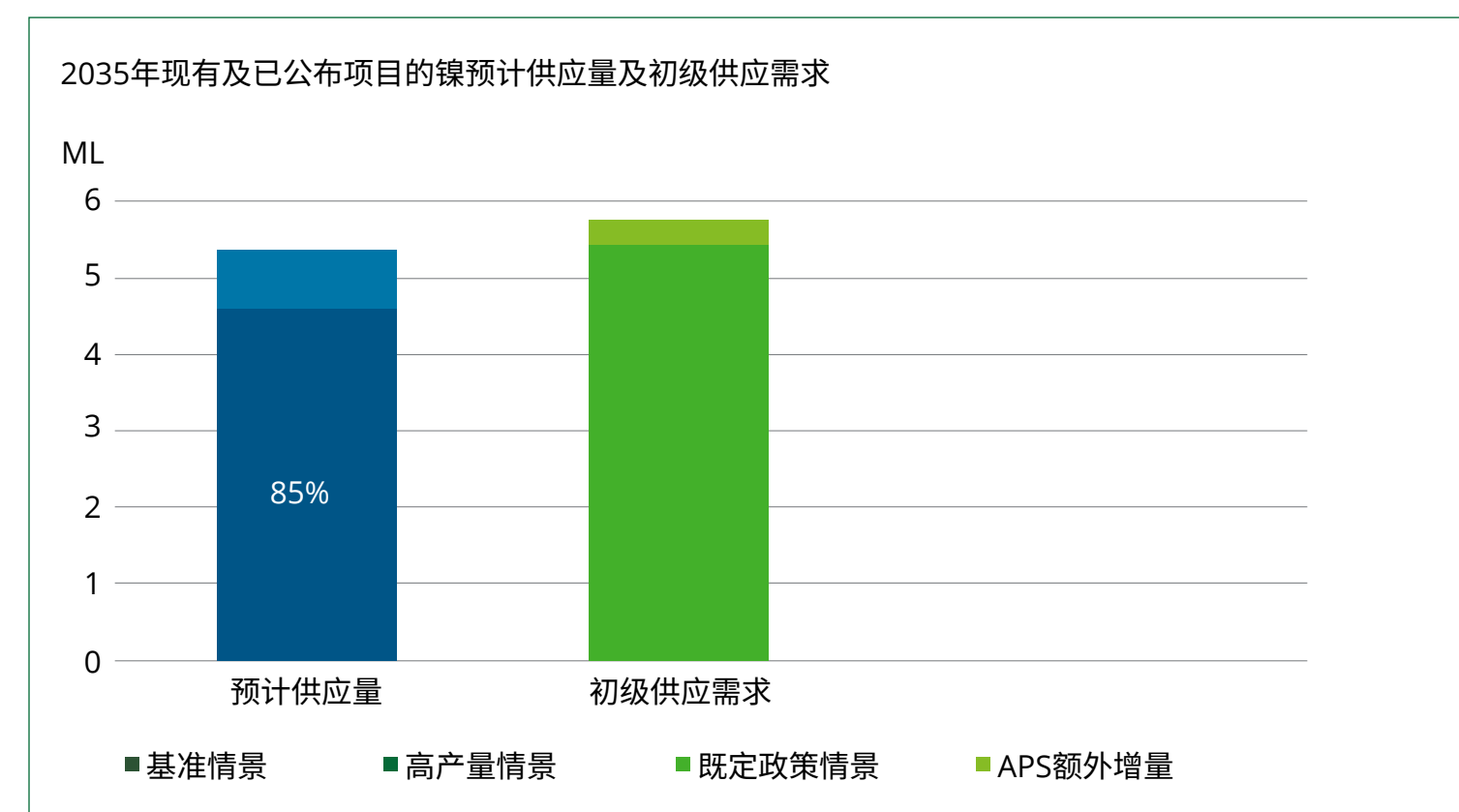
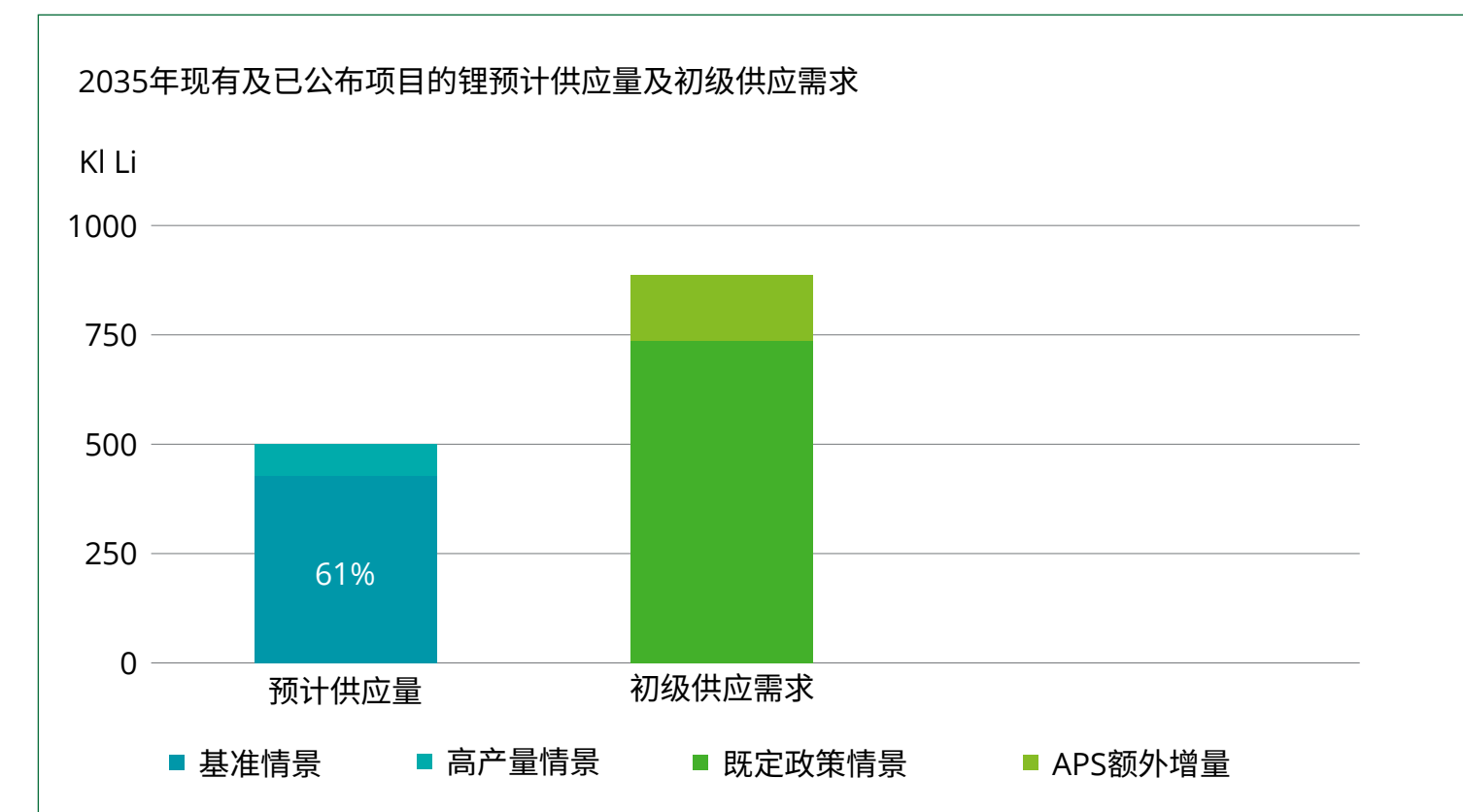
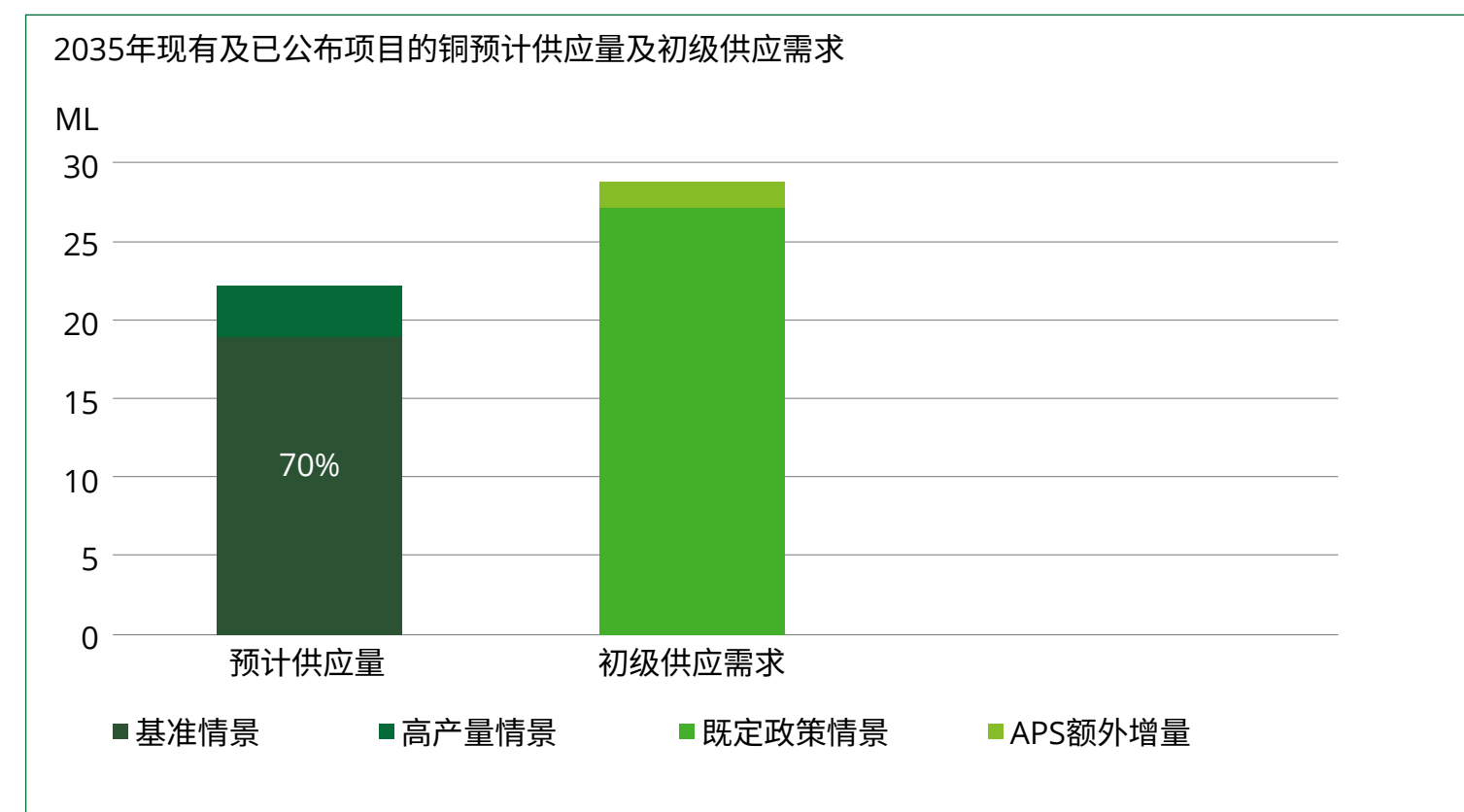
**作者与致谢** [↗](#)

## 商品与市场再平衡

在制定投资组合战略时, 一个核心问题是应重点布局哪些矿种。尽管不同经济体呈现出差异化趋势, 但全球煤炭消费的结构性驱动因素总体上并未发生显著变化, 预计其需求将在2026年前趋于平台期。<sup>1</sup>

铁矿石仍然具有重要地位, 但受全球海运贸易供需预计出现过剩的影响, 其价格在长期内预计将呈下降趋势。<sup>2</sup> 相比之下, 铜、锂、镍和钴等关键金属的需求则持续增长(见图1), 主要受各国政府及产业推动减排目标及国家安全需求的驱动。<sup>3</sup>

图1: 截至2035年主要能源金属的需求预测



来源: 国际能源署

**趋势2: 面向未来的投资组合布局:** 企业定位以实现长期价值增长

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

在此背景下, 矿业及金属生产企业正采取不同的战略布局。例如, 在2025年收购阿卡迪姆锂业 (Arcadium Lithium) 之后, 力拓集团 (Rio Tinto) 目前已拥有全球最大的锂资源基础之一。公司计划到2028年将其一级资产的产能提升至每年超过20万吨 (吨/年) 碳酸锂当量。<sup>4</sup>

淡水河谷 (Vale) 则利用其高品位铁矿石优势, 推动下游低碳钢解决方案的发展。该公司于2024年与欧洲氢能企业绿色能源园区 (Green Energy Park) 签署协议, 双方将开展绿色氢气生产设施的可行性研究。该设施未来将为巴西的“超级枢纽 (Mega Hub)”提供支持——这一工业综合体旨在生产低碳钢产品。<sup>5</sup>

与此同时, 铜仍被视为行业内的“稳健选择”, 企业也愈发愿意通过高度复杂的交易来以更具吸引力的隐含价值获取资源。例如, 英美资源集团 (Anglo American) 于2025年与总部位于加拿大的泰克资源 (Teck Resources) 达成对等合并, 组建“全球前五的铜业生产企业”。<sup>6</sup>

除单一矿种外, 越来越多的矿业企业开始从客户生态系统的视角审视其投资组合。例如, 电动汽车 (EV) 制造商通常需要一体化获取锂、钴、镍及铜等资源。满足这种组合需求, 有助于建立更为稳固的客户关系, 并推动长期包销协议及其他投资安排, 从而为下游企业提供供应安全保障。

二级市场正逐渐成为行业格局中的重要组成部分。随着预计到2035年全球矿山铜供应将较需求存在约30%的缺口<sup>7</sup>, 回收利用与循环经济策略正迅速成为提升投资组合韧性的关键工具。

例如, 嘉能可 (Glencore) 于2024年12月与加拿大稀土及金属回收企业循环材料公司 (Cyclic Materials) 签署了一项多年期协议。根据该协议, 循环材料公司将向嘉能可供应至少10,000吨的再生铜, 用于其位于魁北克的霍恩冶炼厂及铜精炼厂进行加工与精炼, 以生产阴极铜。<sup>8</sup>

## 通过并购实现面向未来的布局


过去二十年间, 矿业及金属行业持续经历着显著的并购 (M&A) 活动, 这主要受到市场动态、可持续增长挑战以及全球经济趋势的共同影响。<sup>9</sup> 自2000年以来, 交易总价值已增长47%, 企业通过并购以获取面向未来的关键矿产资源、获取核心能力、降低成本并分担风险。<sup>10</sup>


达成合适的交易并实现有效整合, 有助于企业释放投资组合协同效应、提升产量并改善息税折旧摊销前利润 (EBITDA), 且无需新建资产所带来的复杂性。研究表明, 在并购中明确并持续跟踪收入协同效应的矿业企业表现优于同行, 其收入目标平均超额完成39%。同时, 扎实的成本管控以及健全的治理机制也是成功的关键。相反, 整合不力或资产收购溢价过高, 则可能对企业估值、市场认知及盈利能力产生负面影响。<sup>11</sup>


此外, 并购的目标也正从单纯获取资源向更广泛领域延伸。企业正越来越多地收购下游产能、提升生产效率的相关技术、回收基础设施以及面向客户的平台。<sup>12</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

这反映出矿业投资组合构成正在被更广泛地重新定义;未来的投资组合可能同样强调“能力”而非仅仅是“商品属性”。

## 通过再生材料挖掘额外价值

随着初级金属资源日益稀缺以及项目许可审批周期持续拉长,回收利用与再生材料可能成为在不依赖高资本密集型新矿开发的情况下提升产量的一种路径。然而,采取这一模式的企业往往需要管理更为复杂的价值链(可能同时涵盖上游与下游业务环节),以实现价值最大化。

再生铜的生产成本可较原生铜低至13倍,同时能耗最高可降低85%。<sup>13</sup> 铝回收仅需原生生产5%的能源,而历史上生产的铝中仍有约75%仍在使用中。<sup>14</sup> 锂回收虽仍处于早期发展阶段,但正受到显著关注,汽车制造商正寻求更具可持续性的供应保障;锂离子电池回收相关专利在2017至2022年间以56%的年均增速增长,同时2022至2023年间电池及废弃物回收领域的风险投资显著加速。<sup>15</sup>

这一转变的核心驱动力来自客户需求。苹果等科技企业已签署再生铝采购协议,<sup>16</sup> 而福特、宝马及捷豹路虎等汽车制造商亦正积极获取再生材料,以支持其减排目标并满足关键原材料需求。<sup>17</sup> 能源企业同样开始关注再生铜,以支撑可再生能源电网的发展——此类电网的铜需求量约为传统非可再生能源系统的6至12倍。<sup>18</sup>

力拓集团与詹保罗集团(Giampaolo Group)的合资企业麦塔科尔公司(Matalco)目前已生产超过50万吨/年的再生铝。<sup>19</sup> 瑞典金属集团(Stena Metall)也正在瑞典建设一个锂电池回收中心,年处理能力可达10,000吨。<sup>20</sup>

进入二级市场可能需要新的物流能力、可追溯体系以及行业协同合作。企业需要建立结构化的方法,以评估在再生材料价值体系中的“布局方向(where to play)”,并辅以清晰的商业论证以及对投资回报潜力的充分理解。其潜在回报包括更强的业务灵活性与韧性,以及以较低资本投入方式满足持续增长需求的机会。

## 探索下游及以客户为中心的商业模式

德勤澳大利亚合伙人,矿业与金属业务负责人妮基·艾弗里表示:

*“一个面向未来的投资组合可能要求矿业企业从‘供应商品’的思维转向‘提供解决方案’的思维。这可能意味着企业需要进一步向下游延伸,进入精炼、加工以及半成品生产等领域。”*

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

许多矿产及金属下游消费企业均有自身需达成的可持续发展与可追溯性目标,并愿意为差异化产品支付溢价。向下游延伸有助于矿业企业捕捉这一价值,同时实现企业的深远使命。例如,淡水河谷约98%的二氧化碳排放来自其价值链范围。经过20年的研究,该公司于2021年开始推广一项新产品——铁矿球团(iron-ore briquettes)。该产品通过取消高碳排放的烧结环节,可使钢铁生产过程中的温室气体排放降低最高达10%。<sup>21</sup>

此后,淡水河谷已与客户签署逾50份能源转型解决方案相关协议,覆盖公司35%的范围三(Scope 3)排放量。其中包括三项协议,拟分别在沙特阿拉伯、阿联酋和阿曼建设超级枢纽(Mega Hub)用于生产铁矿球团。这些项目将为本地及海运市场供应产品,助力实现更低的碳排放,<sup>22</sup>也推动公司践行“改善生活,改变未来”的企业使命。<sup>23</sup>

此类模式通常需要更紧密的客户协作,部分矿企不再仅面向公开市场进行销售,转而开始与原始设备制造商(OEM)及工业合作方共同制定发展路线图。由此形成更以客户为中心的资产组合,使生产与终端市场需求相匹配,并攫取更高的价值份额。

## 赢得下一个十年

矿业行业当前虽面临压力,但也迎来转型升级的重要契机。在投资者追求可持续回报、客户青睐低碳解决方案、更多政府着力保障供应链安全的背景下,成功的矿业资产组合定义亟待重塑。

把握战略性大宗商品布局机遇、挖掘再生资源市场潜力、以创新模式开展客户合作,并善用具有前瞻性的并购交易,有助于相关企业构建竞争优势、抢占行业先机。对矿企而言,实现长期稳健发展,其核心不在于固守既有格局,而在于在充满不确定性的环境中,搭建以使命为导向的增长平台。



# 从理念到行动

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)


- **评估下游延伸潜力:** 企业可考虑向精炼、加工及差异化产品领域延伸, 以获取价格溢价并增强客户关系黏性。开发半成品(如低碳铝或铁矿球团等)有助于矿业企业更深度嵌入价值链体系。与原始设备制造商(OEM)直接合作制定产品技术规格, 有望锁定长期承购协议, 并降低对现货市场价格波动的敞口。
- **获取价值链情报:** 无论企业选择自主拥有还是通过合作方式参与下游业务与资产, 获取覆盖终端客户以及价值链各环节(包括加工与开采环节)的信息与洞察都至关重要。将这些情报快速整合并转化为更精准的市场营销与运营决策能力, 可能成为未来成功的关键能力之一。
- **提升人才能力:** 面向未来的投资组合优化可能需要引入新的技能、人才与组织能力, 例如并购执行与治理能力、需求感知能力以及客户细分能力。企业应考虑制定人才战略, 将传统矿业能力与数字化、商业化及可持续发展能力相融合。能力提升举措可包括与高校


及科技企业合作、开展跨行业交流, 以及建立内部培训学院体系, 以持续培养新型核心能力。成功将雇主品牌重新定位为“清洁能源转型核心参与者”的矿业企业, 也可能更有能力吸引稀缺的数字化与可持续发展领域人才。


- **考虑完整材料生命周期:** 投资再生材料并构建循环经济能力, 有助于降低对原生矿产开采的依赖, 并开辟新的价值来源。企业可考虑建立内部回收中心, 与下游客户共同开发闭环供应模式, 或探索可追溯性平台, 使再生产品在市场上获得溢价定位。这一策略不仅能够增强业务韧性, 同时也有助于强化企业的可持续发展能力与市场声誉。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 


**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

## 注释

- 1 International Energy Agency (IEA), "[Global coal demand to remain on a plateau in 2025 and 2026](#)," 24 July 2025.
- 2 Ronald Cecil, "[Iron ore to play key role in a decarbonized future](#)," *S&P Global Market Intelligence*, 3 June 2025.
- 3 IEA, [Global critical minerals outlook 2025](#), May 2025.
- 4 Rio Tinto, "[Rio Tinto completes acquisition of Arcadium Lithium](#)," press release, 6 March 2025.
- 5 Vale, "[Vale and Green Energy Park partner to develop green hydrogen supply chain in Brazil for future Mega Hub](#)," press release, 10 January 2024.
- 6 Anglo American, "[Anglo American and Teck to combine through a merger of equals to form a global critical minerals champion](#)," press release, 9 September 2025.
- 7 Ibid.
- 8 Divya Rajagopal, "[Glencore ties up with Cyclic Materials in copper recycling push](#)," Reuters, 11 December 2024.
- 9 Nima Nogrehkar, "[Analysis of M&A trends in the metals and mining sector](#)," Institute for Mergers, Acquisitions & Alliances, 16 April 2024.
- 10 Monitor Deloitte, "Sector Value Growth - Mining Sector," February 2025.
- 11 Ibid.
- 12 Ibid.
- 13 Copper Sustainability Partnership, "[Copper recycling](#)," accessed 25 September 2025.
- 14 The Aluminum Association, "[Infinitely recyclable](#)," accessed 25 September 2025.
- 15 IEA, [Recycling of critical minerals](#), 18 November 2024.
- 16 Apple, "[Apple's \\$4.7B in Green Bonds support innovative green technology](#)," press release, 24 March 2022.
- 17 Novelis, [Scaling circularity: 2023 sustainability report](#), September 2023.
- 18 Xixi Chen and Ke Wang, "[More than ore: The pivotal role recycled copper can play in the energy transition](#)," World Resources Institute, 7 January 2025.
- 19 Rio Tinto, "[Rio Tinto and Giampaolo Group complete Matalco aluminium recycling transaction](#)," press release, 6 March 2025.
- 20 Stena Metall, "[Solving the challenges of battery recycling](#)," updated 19 June 2023.
- 21 Vale, "[Iron Ore Briquettes](#)" webpage, accessed 15 December 2025.
- 22 Ibid.
- 23 Vale, "[Purpose](#)," accessed 22 October 2025.

**Deloitte.**

*Together makes progress*  
众行致远

德勤

### 趋势3

# 深远使命： 矿业与金属行业的新要务

作者

伊恩·桑德斯, 德勤全球矿业与金属业务负责人

迈克·罗比特尔, 德勤加拿大战略、风险与交易业务合伙人



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

一个多世纪以来, 采矿与金属行业始终秉持明确的使命: 开采、加工并交付原材料, 以支撑全球经济的发展。这一使命至今未变。然而, 员工、社区、监管机构、投资者以及整个社会对采矿企业的期望正在持续变化, 且这种变化速度不断加快。

在这个监管审查日趋严格、社会价值观持续演变、技术快速迭代的新时代, 践行深远使命正成为竞争力的关键因素。这并非一次品牌推广活动, 也不是可持续发展或企业社会责任 (CSR) 的延伸。相反, 深远使命代表了一种对理想未来的共同追求, 能够凝聚决定组织成败的关键利益相关方, 释放其全部潜力。<sup>1</sup>

在这一转型进程中, 矿业比多数行业更居核心地位。

**德勤全球矿业与金属行业主管伊恩·桑德斯 (Ian Sanders) 指出:**

*“矿业组织深知, 他们不能仅仅依赖运营卓越。竞争力的下一个前沿需要重新思考我们的创造方式与意义, 并围绕这一使命动员相关利益方。”*

## 为何当下目标如此重要

如今, 矿业公司面临着多重压力。能源转型正在改变从铜到锂等大宗商品的需求格局。<sup>2</sup> 社区也希望与企业开展更紧密的合作。监管机构和

投资者对透明度、可持续性以及长期价值创造的期望正在不断提升。与此同时, 人才短缺可能会影响该行业实现增长目标的能力。<sup>3</sup>

深刻的企业使命能够为这些挑战以及其他问题提供统一的解决方案。不同于仅描述业务的使命宣言, 也不同于以降低风险为目标的可持续发展战略, 企业使命阐明了其存在的持久理由, 彰显了对社会更广泛的价值与影响。

矿业公司越来越意识到, 明确且真实的价值观导向已不再是一种“锦上添花”的附加条件, 而是增强韧性、赢得利益相关方信任并推动业务增长的关键。使命有助于在动荡环境中指导决策, 支持企业获得运营的社会许可, 并吸引那些寻求具有超越股东回报价值理念的组织的优秀人才和投资者。

**德勤加拿大战略、风险与交易业务合伙人迈克·罗比特尔解释道:**

*“如今, 每位CEO都应将自己的工作视为类似于一个国家的领导人; 如同竞选公职一般, 需要建立由员工、消费者、社区和监管机构构成的联盟。赢得其信任与支持, 他们便会成为企业成功的助力。”*

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 从使命到深远使命

人们很容易认为,只要有了使命宣言或可持续发展报告,就满足了使命的要求。

德勤加拿大公司战略、风险与交易业务合伙人迈克·罗比特尔指出:

*“对许多人而言,最初的企业使命时代试图表明公司关注的不仅仅是金钱。然而,诸如‘我们创造世界所需材料’之类的说法只是陈词滥调。深远使命则截然不同。它将公司重新定位为人类理想的推动者,这是人们真正愿意支持和追随的事业。”*

深远使命建立在数十年管理思想的基础上,并进一步拓展了这一概念。<sup>4</sup> 它将经济逻辑与社会逻辑相融合,通过同时抓住“头脑”(推动卓越运营、效率和股东回报)和“心灵”(以奉献、信念和热情)来实现卓越表现。<sup>5</sup>

研究表明,尽管智商和基于事实的逻辑在组织的高绩效中占20%,但其余80%则源于尚未被开发的人类动机、群体认同和道德心理。<sup>6</sup>

## 实际行动中的深远使命: 萨斯喀彻温省原住民自然资源卓越中心


在萨斯喀彻温省,采矿和关键矿产行业(包括诸如萨斯喀彻温研究委员会(SRC)稀土加工这样的新兴加工企业)正越来越多地将萨斯喀彻温省原住民自然资源卓越中心视为值得信赖的合作伙伴,以建立有意义且长期的与原住民的合作伙伴关系。根据萨斯喀彻温省74个原住民部落的领导层授权,该中心在支持社区与行业之间的合作方面发挥着核心作用,以确保资源和能源开发带来的益处能够直接投入到社区建设、劳动力融入以及原住民在价值链各环节的商业参与中。


正如该中心的首席执行官兼总裁谢尔顿·瓦图尼所说:“我们的工作建立互惠互利的合作伙伴关系,以促进社区福祉和行业发展。当原住民得到充分参与时,所有者、员工以及企业领导者,每个人都能从中受益。”


通过透明度、能力建设以及持续的对话,这些关系得以加强。这些举措有助于重建信任、提升社会认可度,并树立一种以目标为导向的资源开发的新标准。


## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

## 为何矿业与金属公司需要明确深远使命

大多数矿业公司(以及整个重工业领域)内部的运作流程和职能仍遵循的是20世纪80年代和90年代制定的管理模式原则。这些方法基于这样一个前提:企业对其利益相关者拥有一定的控制权。

虽然这种模式曾经足以推动公司的成功,但过去十年见证了社会动态的变化以及包括消费者、员工、客户和社区在内的各方力量的重新崛起或逆转。这种转变使得公司面临诸多不同的挑战。

如今,深远使命为矿业公司提供了三个不同的角色定位:

### 1. 作为非城市人口的经济引擎。

在偏远地区运营的矿山往往决定了许多地区的经济和社会发展轨迹。通过投资于当地的工作岗位、技能培养、企业建设和基础设施建设,矿业公司能够成为促进繁荣的合作伙伴。

### 2. 技术革命的基石。

从半导体到人工智能数据中心,许多先进的技术若没有矿产就无法实现。<sup>7</sup> 在生产这些材料的过程中,矿业公司有机会不再仅仅被视为资源的开采者,而是成为推动人类进步的推动者,从而塑造下一个至关重要的矿产超级周期。

### 3. 能源转型的推动者。

采矿业是决定全球能源转型速度与规模的关键因素。负责的资源开发与创新可以在应对环境和社会挑战的同时,推动全球进步。

经济、技术、环境这三大因素使得明确深远使命不仅具有现实意义,而且成为矿业发展的一个重要因素。若缺乏这些使命,企业可能会面临失去社会认可度、人才储备以及最终失去未来竞争力的风险。

## 构建商业案例


尽管矿业与金属公司正致力于利用人工智能和数据洞察来增强其运营能力和技术水平,但从根本上说,它们仍然是服务于人类需求(即社会需求)的人类组织。这种情况在可预见的未来或将持续,因此将企业的使命、愿景和价值观重新聚焦于人及其理想,是合乎逻辑的选择。


对于一个建立在实物产品和资产基础上的行业而言,目标可能会被视作一种“软性”或无形的概念而遭到忽视。但事实并非如此,拥有忠实追随者的公司往往在长期发展中更具韧性、创新力和价值。<sup>8</sup>


在过去十年中,矿业与金属公司的情况表明,波动已成为新的常态,因此韧性成为了一种尤为可贵的品质。


## 引言


**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 


**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

相较于那些仅以资源开采为目标的企业, 致力于更广泛使命的公司在应对大宗商品周期, 动员社区力量, 并吸引寻求具有实际增长机会的投资者可能更有优势。

对投资者而言, 以使命驱动发展同样具有强大吸引力。金融估值倍数往往更多取决于对公司未来前景的信心, 而非当前收益。矿业领导者可以更清晰地阐明这一抱负。

## 让目标具有可操作性和相关性

如果被问及这个问题, 大多数领导者都会认同, 赢得人心对于企业成功至关重要; 89%的首席执行官表示他们的公司有明确的使命, 76%的人认为使命的重要性在过去五年里有所增强。然而, 研究表明, 首席执行官们发现他们所陈述的使命既不可行也不相关。深远使命能为下一代领导者在这一重要议题上带来成功模式和规范。<sup>9</sup>

深入贯彻使命通常需要时间和自律, 这不能将其外包给企业事务或市场营销部门来处理。

它应当处于领导力、文化、战略和运营的核心位置。为确保这一点, 需要考虑四个关键的“支柱”:

- 1. 战略:** 使命应引领企业的决策和发展方向。
- 2. 文化:** 应当激励并鼓舞员工。

**3. 品牌与声誉:** 在与每一位利益相关者的互动中都应体现出来。

**4. 责任:** 应塑造企业社会责任, 并确保言行一致。

例如, 苹果公司的使命是“创造能够赋予人们力量、丰富其生活的技术”。<sup>10</sup> 实现这一使命在很大程度上依赖于创新, 因此该公司的组织设计和领导理念都围绕这一使命进行了优化。苹果采用相对扁平化的职能型组织结构, 各领域专家直接向首席执行官汇报工作, 而非通过中层管理者。决策也主要由各领域专家主导。这些举措基于一个前提: 一流人才希望直接与同样一流的人才共事并为其工作。<sup>11</sup>

## 先行者案例

在整个行业中, 这种转变的案例不断涌现。例如, 安赛乐米塔尔 (ArcelorMittal) 将其业务定位为实现“为人与地球提供更智能的钢材”这一使命。<sup>12</sup> 钢材是为数不多的能够完全重复使用且可回收的材料。它很可能在构建未来的循环经济中发挥重要作用, 因此安赛乐米塔尔公司拥有12.6万名员工的全球团队正致力于研究与开发。<sup>13</sup>

阿塞洛米塔尔的使命宣言指出: “钢铁将持续进化, 变得更加智能和日益可持续。我们拥有行业中顶尖且富有才华的人才——那些因为能够解决最复杂问题而为我们工作的工程师们。”<sup>14</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

英美资源集团以“重新定义矿业, 改善人民生活”为使命<sup>15</sup>, 这一点在其设计和实施秘鲁奎拉韦科铜矿项目的方式中体现得淋漓尽致。该公司与当地社区合作, 共同制定了水资源管理方案, 以获得社会认可并建立长期的信任关系。奎拉韦科现在通过一座完全由可再生太阳能供电的现代化水处理厂, 为当地城镇提供清洁饮用水。<sup>16</sup>

这些是关于如何将深远使命从叙述层面转化为实际行动的一些早期迹象。

## 理解机遇与风险

忽视深远使命可能带来重大风险。缺乏这一点, 矿业公司将面临人才流失的切实危险。经合组织(经济合作与发展组织)的研究表明, 86%的矿业高管表示, 在招聘和留住技术工人方面正面临日益加剧的困难。<sup>17</sup>

如今, 许多员工(尤其是年轻一代)对工作的追求远不止是薪酬。许多人渴望获得更深层次的意义, 希望从事与自身存在意义以及珍视的价值观和信念相契合的工作。追求深远使命的企业可以帮助员工实现这种意义, 从而可能改变他们与工作及组织关系的本质。<sup>18</sup>

同样, 许多社区和监管机构比以往更加组织有序、更加积极发声, 并随时准备对那些无法证明能为所有人带来长期利益的掠夺性开采模式提出质疑。如果无所作为, 就有可能损害公众的信任, 并限制资源的获取, 这可能会削弱该行业的未来竞争力。

然而, 当前可获得的机遇同样重要。那些秉持深远使命的矿业公司有机会通过纠正过去的错误, 并将长期影响置于短期开采之上, 来增进利益相关方对它们的信任。此外, 还可以通过投资当地基础设施建设、劳动力发展以及开展长期合作来创造共享价值, 这些成果很可能在矿山的运营期结束后仍持续发挥作用。

同样重要的是, 矿业公司能将自身置于全球能源转型的前沿, 其角色定义为不仅是原材料的供应商, 更是技术进步和可持续发展的不可或缺的推动者。

通过这样做, 企业可以将自身重塑为人类理想(如经济繁荣、环境保护和创新)的推动者, 以此与利益相关方产生共鸣, 并确保自身在未来社会中占据一席之地。

## 下一个获胜的方法

采矿是一项长期的事业。项目通常跨越数十年, 而各种关系则延续几代人。在这种背景下, 深远使命并非妨碍卓越运营的干扰因素, 而是其发展的新方向。

能够以深远使命为导向的企业, 将更有能力应对不确定性、吸引利益相关方, 并释放组织潜力。它们不仅能成为资源的获取者, 更能成为人类进步、技术变革和环境守护的推动者。

# 从理念到行动

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)


**全球联系人** [↗](#)


**作者与致谢** [↗](#)


- **广泛与利益相关方沟通:** 使命不能孤立地进行定义。为此, 矿业领导者可以设立对话平台, 与员工、社区、投资者、监管机构以及行业合作伙伴进行交流。通过深入了解这一生态系统中的关键因素, 企业及相关方能够共同制定出一个真实且持久的使命。
- **审查并清晰阐述:** 坦率评估公司当前的价值观、行为模式和公众认知, 进而制定简洁且富有激励性的使命声明, 突出公司在社会中的独特作用。这不应仅仅停留在表面的描述, 而应强调诸如管理、创新或共同繁荣等价值观。
- **融入战略与文化:** 企业使命应转化为可衡量的目标、关键绩效指标(KPI)和激励机制。重要的是, 领导者需以身作则, 践行与公司使命一致的行为, 并通过表彰、叙述故事以及日常决策持续强化这一使命。
- **协调投资与创新:** 从社区基础设施到循环采矿计划, 资本配置应体现企业的深层理念。将投资决策与企业使命相一致的公司, 能够在资本市场和利益相关方中脱颖而出。
- **重新审视与更新:** 使命具有持久性, 但并非一成不变。定期回顾使命陈述, 有助于确保其随着外部期望和组织愿景的发展而不断演进, 从而在未来十年乃至更长时间内保持相关性。


## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

## 尾注

- 1 Deloitte Canada, "What is deep purpose?" accessed November 2025.
- 2 International Energy Agency (IEA), [Global Critical Minerals Outlook 2025](#), revised June 2025.
- 3 OECD, [Mining for talent: Addressing regional workforce challenges in a changing resources industry](#), 2025.
- 4 Ranjay Gulati, [Deep Purpose: The Heart and Soul of High-Performance Companies](#) (London: Penguin Business, 2022).
- 5 Deloitte Canada, "The next way to win: Deep purpose outperformance," accessed November 2025.
- 6 Ibid.
- 7 Ibid.
- 8 Ibid.
- 9 Brandpie, "[The CEO purpose report 2023: Putting purpose to work](#)," 2023.
- 10 Joel M. Podolny and Morten T. Hansen, "[How Apple is organized for innovation](#)," *Harvard Business Review*, November–December 2020.
- 11 Ibid.
- 12 ArcelorMittal, [Sustainability Report 2024](#), April 2025.
- 13 ArcelorMittal, "[Our purpose: Smarter steels for people and planet](#)," accessed 2 September 2025.
- 14 Ibid.
- 15 Anglo American, "[Our purpose and values](#)," accessed 2 September 2025.
- 16 Anglo American, "[Quellaveco: Transforming mining through technology, sustainability, and community empowerment](#)," 31 January 2024.
- 17 OECD, [Mining for talent: Addressing regional workforce challenges in a changing resources industry](#), 2025.
- 18 Ranjay Gulati, *Deep Purpose: The Heart and Soul of High-Performance Companies*, p. 66 (London: Penguin Business, 2022).

# Deloitte.

Together makes progress

众行致远

# 德勤

## 趋势4

# 不断演进的运营模式： 构建价值创造优先于规模增长的 组织架构


作者


梅林·格雷戈里, 德勤英国战略、风险与交易业务合伙人


斯特兰·布坎南, 德勤澳大利亚战略、风险与交易合伙人





## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

为了在日益复杂且难以预测的未来中蓬勃发展, 矿业与金属企业应当不再仅仅局限于重新思考业务策略, 而应更深入地打破行业运营模式设计的传统惯例。这种早期且持续的联动对于实现股东回报和创造长期竞争优势至关重要。

尽管商业模式通常定义了价值的创造与获取方式, 但运营模式的设计将决定组织如何有效执行并实现这一目标。这意味着需要明确治理、人员、流程、技术和文化的配置, 以最优方式实现价值创造, 并助力建立韧性、敏捷性以及长期盈利能力。然而, 许多采矿和金属企业仍在沿用或逐步改进为早期采矿时代遗留的传统运营模式。

## 为何要重新思考运营模式?

矿业项目正变得日益复杂, 运营地点越来越多地处于环境复杂的司法管辖区, 与此同时, 股东对运营效率的期望也在不断提高。由于铜等大宗商品需求的增长, 近年来大量新进入者涌入这一市场, 包括获得全球投资者资金支持的初创企业以及收购并推进铜矿资产的小型矿业公司。<sup>1</sup> 其中许多企业还拥有高效且适应特定需求的运营模式。

在此背景下, 现代矿企如何实现卓越竞争并超越股东期待? 在此情境下, 成本管控、运营效率以及创新的有效运用至关重要。

与此同时, 数字工具、自动化和人工智能 (AI) 正在为优化生产效率、提高安全性以及减少环境影响提供新的机遇。然而, 如果没有一个将信息技术 (IT) 与运营技术 (OT) 相融合的敏捷运营模式, 这些效益就有可能被分割或无法充分实现。这种情况往往因创新部门被孤立, 或在将新技术商业化并应用于业务 (尤其是生产运营) 时面临挑战而进一步加剧。

全球对技能型人才的竞争也在不断加剧, 尤其是年轻一代越来越追求富有使命感、灵活的工作环境; 根据德勤全球发布的《[2025年Z世代与千禧一代调查报告](#)》, 90%的 Z 世代 (89%) 和 92%的千禧一代都认为使命感对于他们的工作满意度和幸福感至关重要。<sup>2</sup> 矿业企业曾经典型的僵化层级架构, 与员工期望之间的矛盾正日益凸显。

面向未来的运营模式能够将可持续性原则融入日常决策之中, 而非仅作为合规要求或附加内容。同时, 这类模式还能帮助企业更清晰地阐明可持续性与财务韧性之间的关联。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

德勤英国公司战略、风险与交易业务合伙人默林·格雷戈里强调:

*“强大的运营模式通过提高决策效率以及明确激励机制和责任分工来推动成本降低;但更重要的是,它还关乎为企业的下一阶段增长做好准备,使企业能够无缝地应用和整合新技术,从而最大化投资回报。随着矿石品位持续下降,采用高效且现代化的运营模式已成为保障利润的基本前提。”*

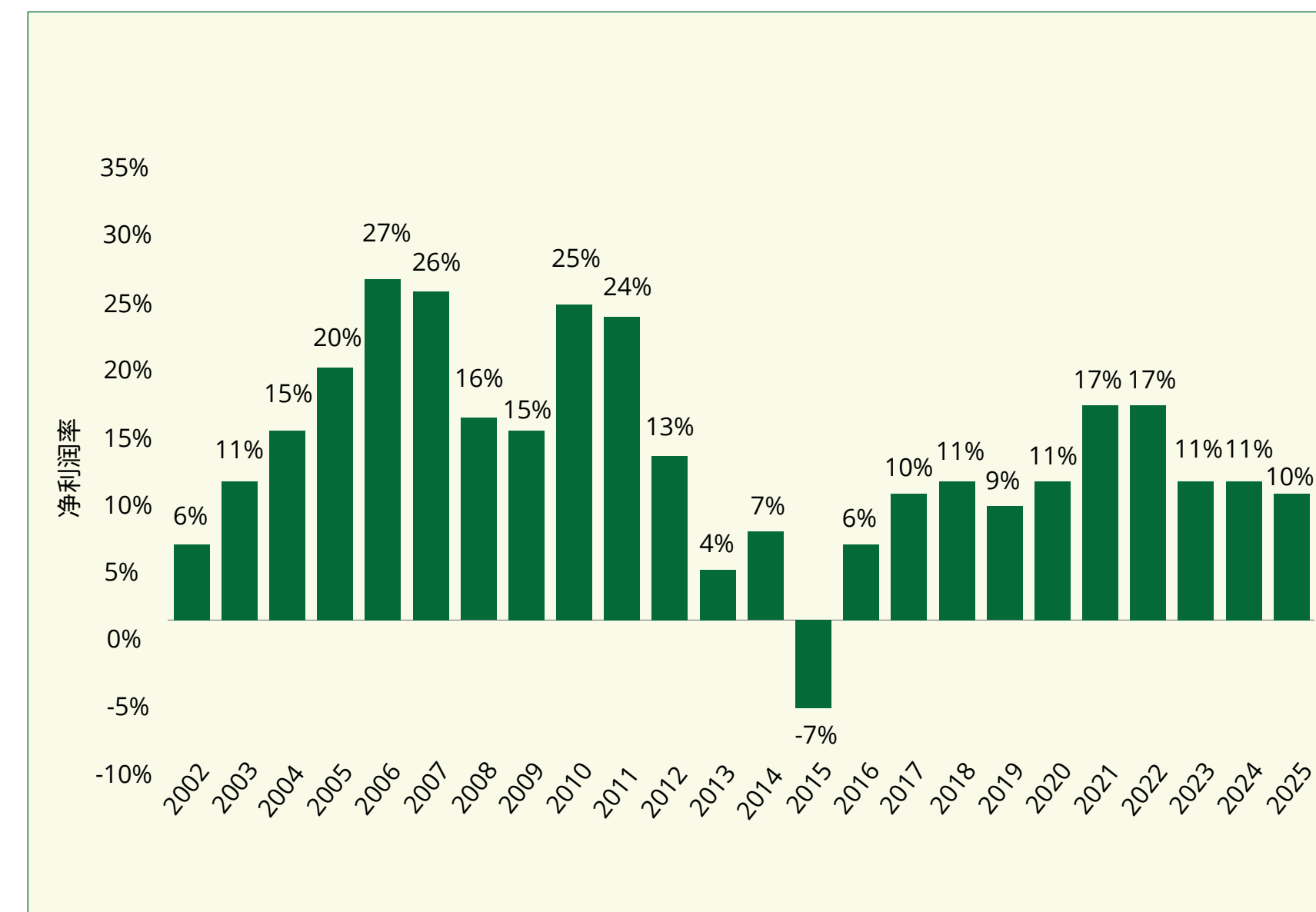
## 传统模式面临压力

几十年来,矿业与金属公司的运营模式一直以规模为核心。产量是衡量成功的关键指标,组织架构也与之匹配。这种模式在行业周期中实现了持续增长,在尤为看重规模的大宗商品领域表现尤为突出。

然而,当今的环境已有所不同。矿石品位下降、资本受限,以及市场对可持续发展和安全生产的期望不断提升,这些因素都可能暴露出单纯以产量为核心构建的运营模式所存在的短板。<sup>3</sup> 例如,这可能要求企业采用更精细化的生产流程与体系,或是应对更复杂的供应链布局及配套基础设施问题。

资本市场同样在释放亟需转型调整的信号。近年来,行业营收增长陷入停滞,同时盈利又受到价格波动与成本攀升的双重挤压。自2011年以来,全球矿业40家领军企业的净利润率已从24%降至10%(见图1)。<sup>4</sup>

图1: 2002年至2024年全球主要矿业公司的净利润率及2025年预测。



来源: 斯塔蒂斯塔 (Statista)

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

业务模式与运营模式的界限日益模糊,进一步加剧了这一挑战。若二者未能合理协同,企业可能会在无形中造成价值损耗。例如,如果企业仅以产量作为激励导向,就可能导致员工更关注产出规模,而忽视盈利能力与企业使命。

部分矿业公司(如 Evolution Mining)正积极奉行“利润优先于产量”<sup>5</sup>的理念。Evolution Mining的具体做法包括:打造高绩效企业文化,将企业价值观与声誉视为不可妥协的底线;愿意承担合理的地质、运营及财务风险;在一级矿业司法管辖区构建能创造超额回报的资产组合;以及围绕利润率与合理资本回报率实施严格的财务管控。<sup>6</sup> 不过,此类运营模式目前仍属个例,尚未成为行业常态。

## 重新思考客户参与度

与此同时,与能源转型相关的新型需求格局正在重塑价值池,其中铜和高品位铁矿石作为能源体系的关键支撑发挥着尤为重要的作用。市场对再生原料日益增长的关注度,也为行业增长开辟了新路径。

德勤澳大利亚公司战略、风险与交易业务合伙人斯特兰·布坎南表示:

*“对于矿业与金属企业而言,重大挑战在于更好地理解客户需求动态,因为许多矿业公司正在调整其投资组合,向与消费行为关联更紧密的大宗商品倾斜。这种向以客户为中心的思维转变,可能改变企业的业务布局,运营模式也需随之调整。”*

“对矿业及金属企业而言,重大挑战在于更深入地洞察客户动态。当前,众多矿工正调整资产组合,这种向以客户为中心思维的转变,可能会改变企业的业务布局,运营模式也需随之转型。”对关键矿产和面向未来的商品(例如电池或汽车制造)的矿企而言,传统客户正寻求对全价值链拥有更强的掌控力与透明度。这正在推动更多的跨价值链协作,并使客户更深地参与生产环节,例如通过在价值链上下游进行收购布局。2023年,铀矿企业卡梅科(Cameco)与布鲁克菲尔德(Brookfield)资产管理公司合作收购西屋电气公司(Westinghouse Electric Company)便是一个典型案例,此次交易使其获得了全球最大核能服务企业之一49%的股权。<sup>7</sup>

为了充分挖掘加强合作所带来的潜力,矿业企业可能需要调整其运营模式和工作方式。如果企业的系统、工作方法和治理流程未能随之作出相应改变,则这些合作项目可能无法充分发挥效力。

## 从刚性到柔性

实现这一转变可能需要从根本上重新思考运营模式,并将设计决策锚定当前价值创造环节。大宗商品生产一直致力于构建端到端运营体系,通过管控基础设施等资产来高效运输大量物料。与此同时,基础金属生产商则往往依赖复杂的加工链条以及与供应商的深度协作。这两种模式在成本、灵活性和敏捷性方面都会面临一系列独特挑战。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

德勤英国公司战略、风险与交易业务合伙人梅林·格雷戈里解释道:

*“当成本通胀与矿石品位下降叠加时,原有的以产量为核心的激励机制会导致经营表现不佳,并抑制问题的解决。其风险在于僵化:为稳定性和规模化而建立的组织结构,在这个要求和注重速度与快速学习的时代,反而会拖慢决策效率。”*

相比之下,那些能够降低间接成本的举措,例如将销售、一般及行政费用(SG&A)在营收中的占比仅降低一个百分点,就可能对利润率产生远超预期的积极影响。

其中最重要的举措之一可能是区分组织内的差异化能力与关键职能,并将其布局在更接近价值创造的环节。通过分层管理自身能力的组织,可将投资重点放在对竞争力最为关键的领域,同时在支持性职能方面寻求效率提升或开展协作。

例如,随着资金约束日益加剧,矿企越来越关注是否应继续自主持有并运营能源、物流和水务等基础设施,还是通过合作方式能更高效地管理这些职能。

在南美洲,水资源短缺是矿业运营商面临的首要挑战,基础设施合作项目正成为日益明显的趋势。2024年7月,矿业公司Hot Chili宣布已与智利铁矿石生产商Compania Minera del Pacifico签署合资协议,将向智利瓦斯科山谷(Huasco Valley)的矿业项目供应海水和淡化水。<sup>8</sup>

安托法加斯塔(Antofagasta)在2024年签署了一项6亿美元的协议,将其旗下森蒂内拉矿业公司现有的输水资产和权利转让给一家国际财团。原计划为森蒂内拉第二选矿厂项目扩建的输水系统,现将由该财团负责实施,此举使项目的总体资本成本降低约3.8亿美元。<sup>9</sup>

以这种方式配置运营模式,不仅可以缓解组织的成本压力,还有助于将企业使命与可持续发展理念融入核心流程,让财务表现、环境效益与社区影响之间的关联更加清晰透明。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

## 创造和扩大价值的机遇

技术融合带来了更多机遇。通过更好地协同信息技术 (IT) 与运营技术 (OT), 矿业公司可以在企业层面更有效地应用预测分析、生成式人工智能 (GenAI) 和智能体人工智能 (Agentic AI) 解决方案, 从而实现价值的倍增 (参见第34页侧栏“在企业层面支持人工智能的应用”)。这有望通过提升设备运行时间和效率来变革生产力, 还能支撑新型工作模式落地, 例如远程运营、远程协作以及跨价值链一体化规划, 相关内容在[趋势五](#)中讨论。

一些矿业公司已经在实施这一举措。例如, 五矿资源 (MMG) 重新调整了其IT运营模式, 以更好地支持业务敏捷性与稳定性。该公司摒弃了纯外包架构, 转而采用混合式管理服务模式并迁移至某云服务商平台, 借此实现了更灵活的算力与资源配置, 同时实现了有效的成本管控。<sup>10</sup>

这一转变有助于降低成本、改善风险管理, 并提升其全球业务范围内的用户体验。通过重新思考IT服务的交付方式, MMG构建了一个更加灵活且可持续的技术架构, 使其IT部门能够更加专注于治理和战略工作。<sup>11</sup>

尽管此类有针对性的变革能够创造价值, 但更大的机遇可能在于从组织层面重新构想运营模式。例如, 一些大型矿业公司正在采用分散式

架构, 将决策权下放至一线, 以更快速地响应当地实际情况。而一些规模较小的矿业公司则采取相反策略, 通过集中化治理来加强管控并获取规模效益。

并非只有矿业在经历这种转型。拜耳 (Bayer) 就是一个典型案例。这家生命科学企业通过引入动态共担责任制, 彻底重塑了管理模式。该模式扁平化了管理层级, 让员工能够自主做出高达 95% 的经营决策, 而无需经过多层管理层逐级上报审批。<sup>12</sup>

实际上, 该公司将管理职位减少了约50%, 并将运营整合为5,000至6,000个自主管理的团队, 每个团队以90天为周期进行冲刺式工作。其结果是决策周期缩短, 产品上市速度加快, 员工参与度也显著提高。<sup>13</sup>

**德勤澳大利亚公司战略、风险与交易业务合伙人斯特兰·布坎南表示:**

*“在运营模式中塑造一种重视授权、解决问题的企业文化, 其重要性不亚于结构变革或技术上的变革。挑战在于转变思维模式: 从单纯追求规模转向以使命为导向的价值创造。”*

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 企业层面的人工智能应用支持

在率先应用的企业中, 生成式人工智能 (GenAI) 与智能体人工智能 (Agentic AI) 等新兴技术的应用, 正助力企业组织模式实现扁平化与精简。组织结构存在的意义之一, 便是处理信息并支持信息在企业内部流转传播。生成式人工智能与智能体人工智能能够为员工提供全新方式, 去分析并利用此前难以理解的复杂数据 (详见趋势七); 而生成式人工智能还能像决策者一样对信息进行整合归纳。这一变革可精简组织架构层级, 简化工作流程以及各职能部门间传统的交互方式。

## 重新聚焦价值优先于规模

向新的运营模式转型并非没有风险。大规模重组组织可能带来业务冲击并耗费大量资源。根深蒂固的层级制度和以规模为导向的激励机制也可能难以破除, 从而造成文化上惰性。

然而, 不作为的代价可能更高。假以时日, 未能同步变革其商业模式和运营模式的企业, 可能会面临竞争力、利润以及利益相关者信任度的下滑。与此同时, 那些迅速调整组织架构、使其更契合深远使命、提升敏捷性与责任意识的企业, 将更有机会奠定长期成功的基础。

选择显而易见: 是继续沿用反映过去的旧有架构, 还是拥抱变革, 以助力建设一个更具盈利能力和更可持续的未来。

# 从理念到行动

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)


**全球联系人** [↗](#)


**作者与致谢** [↗](#)


- **重新评估战略协同性:** 定期审视当前运营模式与激励机制是否同时契合企业战略及资本市场预期。若存在偏差, 管理者应采取审慎且有效的举措, 确保二者始终保持一致。
- **对核心能力进行分层梳理:** 区分差异化核心能力与基础职能。企业可据此优先投资核心竞争优势领域, 同时通过提升效率或开展合作优化非核心业务。
- **重构治理体系:** 结合一线实际反馈, 分析将权责下放至业务单元或收回至集团总部, 以推动效率提升。在全面推广前通过试点新架构, 有助于新模式获得关键岗位人员的认可与推行。
- **融入企业文化与激励机制:** 企业可重新设计绩效激励机制, 以强化价值创造、安全性和效率优先于单纯追求规模。提供领导力发展项目有助于激发员工自主性和责任感。
- **深度整合技术:** 将生成式人工智能 (GenAI) 和智能体人工智能 (Agentic AI) 等技术视为全新运营模式的赋能者, 而非附加功能, 有助于实现更大价值。将这些技术有效融入业务核心领域, 可驱动价值创造, 并提升团队在创新与解决问题方面的自主性。建立将数字化应用与可量化的可持续发展及盈利成果相挂钩的治理框架, 有助于维系各方信任。


## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 


**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

## 尾注

- 1 Taylor Herzlich, "[US mining startup backed by Bill Gates, Jeff Bezos raises \\$537M](#)," *New York Post*, 1 January 2025.
- 2 Deloitte Global, [2025 Gen Z and Millennial Survey](#), 2025.
- 3 Will Owen, "[Copper, carbon, and costs: The triple challenge for mining](#)," *Global Mining Review*, 26 November, 2024.
- 4 Statista, "[Net profit margin of the top mining companies worldwide from 2002 to 2024, with a forecast for 2025](#)," accessed 5 September 2025.
- 5 Evolution Mining, [Annual report 2023](#), 28 March 2024.
- 6 Ibid.
- 7 Cameco, "[Cameco and Brookfield complete acquisition of Westinghouse Electric Company](#)," press release, 7 November 2023.
- 8 Carly Leonida, "[Mine water management: Finding opportunities in the face of uncertainty](#)," *Engineering and Mining Journal (E&MJ)*, May 2025.
- 9 Ibid.
- 10 HCLTech, "[HCLTech helps global mining company MMG reshape its IT operating model](#)," accessed 5 September 2025.
- 11 Ibid.
- 12 *Wall Street Journal*, "[How Bayer is reimagining management](#)," video, 26:20, 21 May 2024.
- 13 Ibid.

# Deloitte.

Together makes progress  
众行致远

德勤

## 趋势5

# 从数据中提取优势： 运用智能运营应对复杂性挑战

作者

**Steve Dyson**, 合伙人, 战略、风险与交易服务, 德勤澳大利亚

**Adam Grahn**, 合伙人, 技术与转型, 德勤加拿大

**Rajib Maitra**, 合伙人, 矿业与金属业务负责人, 德勤南亚



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

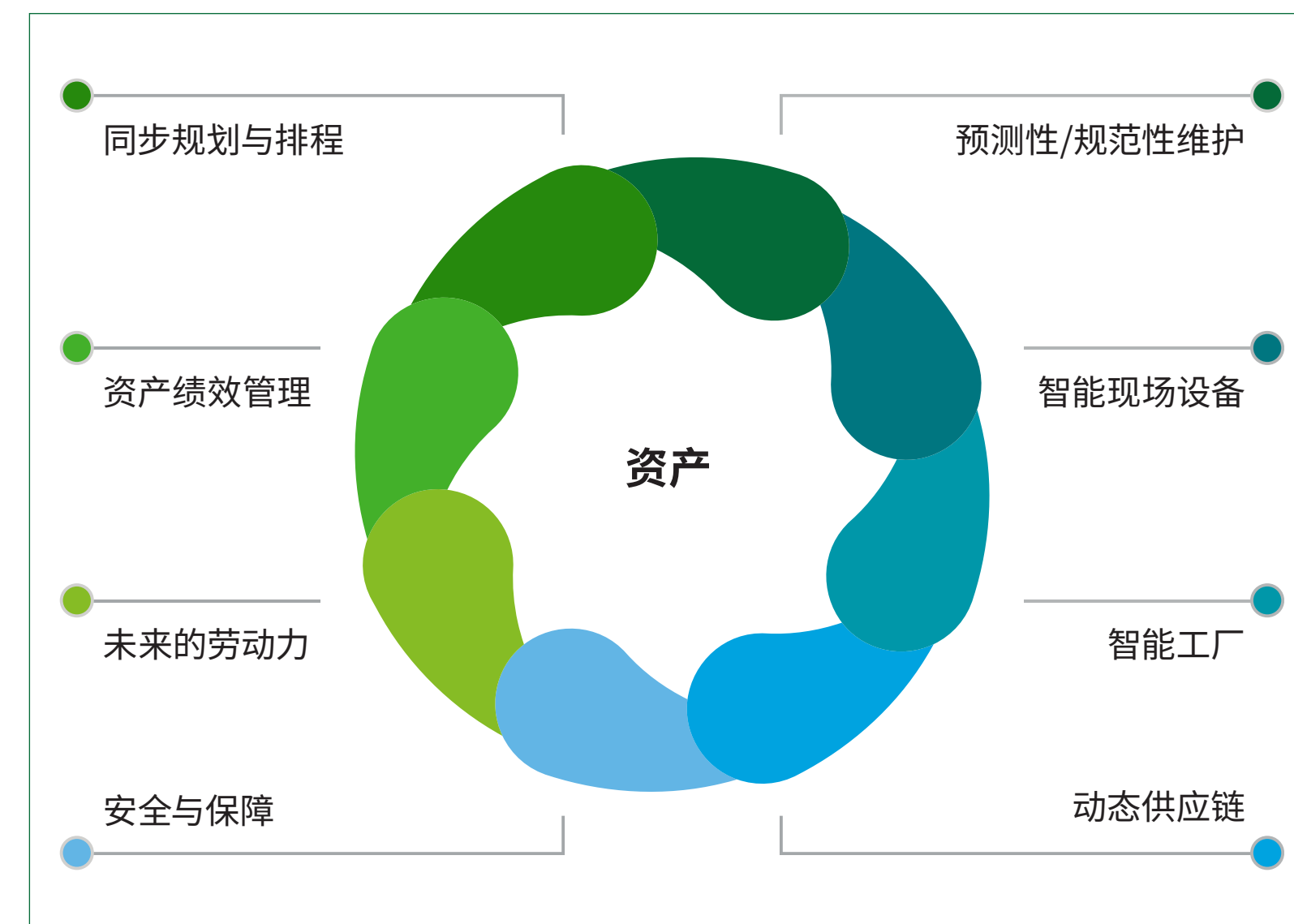
正如**趋势6**中所讨论的,人工智能(AI)已经能够在整个矿山生命周期中实现改进和效率提升。但要优化高度复杂的运营和价值链的性能,可能需要构建智能运营:即完全互联的生态系统,使资产、系统和人员能够实时协同工作,从而让采矿作业更安全、更快速、更可靠(见图1)。

德勤澳大利亚公司战略、风险与交易业务合伙人史蒂夫·戴森表示:

*智能运营超越了单一的解决方案。它们需要多个能够相互“通信”的系统、平台和传感器,从而释放企业的数据的最大价值。随着生成式人工智能(GenAI)和智能体人工智能(Agentic AI)的进步,我们正逐步进入一个运营系统能够基于更充分的信息进行决策的阶段,从而提升安全性、生产力和盈利能力。*

对矿业领导者而言,问题不在于是否迈向这一方向,而在于推进的速度与决心。速度至关重要,而值得信赖的系统集成商可能在创造价值方面发挥重要作用。

图1: 智能采矿与冶金运营的关键要素。



来源: 德勤<sup>1</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

## 数据量正在增加

如今, 矿业公司收集了大量运营数据: 从矿运卡车和钻探设备到加工厂和电力系统, 各类传感器正以指数级的速度生成时间序列数据。然而, 只有对这些数据进行有效管理和利用, 才能真正提升生产效率并实现组织目标。<sup>2</sup>

这一数字化趋势也体现在行业投资中。全球矿业自动化市场, 涵盖从无人驾驶运输到集成控制系统等领域, 在2024年的估值为57亿美元, 预计到2030年将接近87亿美元。<sup>3</sup> 这些数据不仅反映了数据规模化的增长, 也体现了矿业公司为提升绩效而有效利用这些数据的需求。

然而, 许多矿业公司难以实现这一价值。数据通常孤立在于特定设备的平台或独立仪表板中, 导致管理者无法全面掌握运营绩效的整体情况。即使实现了效率提升, 也往往无法转化为实际的财务成果。

在实际操作中, 这可能表现为某项车队可用率提升5%的改进计划- 表面上看, 这是一个成功的案例。然而, 如果由于资产管理与财务系统之间缺乏连接, 导致这一效益未能反映在公司的最终盈利上, 那么该计划的影响实际上并未完全实现。

通过智能运营释放更多效益, 可能需要有效的集成层, 例如专用4G和5G网络、数据湖、基于边缘的分析以及云原生平台, 这些技术能够整合大规模、多样化的数据集, 并使其可用于人工智能驱动的洞察分析。这些工具有助于消除重复性报告, 减少仪表盘维护的人力投入, 并支持实时决策。

## 没有任何一家供应商掌握集成的关键

不同于企业资源计划 (ERP) 系统能够为后台职能提供端到端覆盖, 矿业中的运营技术 (OT) 应用通常较为分散。数十个甚至数百个系统分别管理着生产、维护和物流等不同方面的运作。

这种现实给矿山现场带来了复杂性, 企业通常需要应对大量供应商、技术接口以及功能重叠的问题。长期缺乏统一的数据标准进一步加剧了这一挑战, 限制了系统的互操作性以及共享数据的价值。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

德勤南亚区矿业与金属业务负责人、合伙人Rajib Maitra解释道:

*“每个矿山运营的建设与运行方式各不相同。因此, 矿企通常需要集成商——即具备广泛知识和深厚技术能力的机构——来协助整合各项要素, 并优化系统性能。”*

可信的系统集成商能够设计前端架构, 整合各供应商的解决方案, 并帮助确保项目成果与每位客户的业务目标保持一致。如果没有这一角色, 矿企可能在技术上投入巨大, 却无法获得持续的收益。

## 实现成本控制与竞争力提升

智能运营的价值远不止提升运营效率。通过自动化高风险任务并实现远程操作, 企业能够在整个价值链中提高安全性和生产效率。

降低单位成本同样至关重要。自1991年以来, 铜矿的平均品位已下降了40%。BHP估计, 未来十年全球三分之一到一半的铜供应将面临品位下降和矿山老化的问题, 这将导致单位成本上升, 并带来额外的资本投入需求。<sup>4</sup> 在维护计划、能源使用或流程优化等方面做出更明智的决策, 可以有助于降低单位成本, 并在充满挑战的市场中维持利润空间。

例如, 由中国中煤能源集团运营的陕西省大海则煤矿, 是中国首批智能化煤矿之一, 率先采用了集成的5G700MHz和2.6GHz数据网络。该架构实现了井下与地面的无缝连接, 为各类智能化应用提供了基础支撑, 包括自主采矿设备、远程控制采煤机、基于视频的分析系统以及巡检机器人团队。<sup>5</sup>

5G系统的引入减少了矿山井下作业人员数量, 降低了人员在危险环境中的暴露风险。过去需要多名操作员完成的任务, 现在由一名控制专家在安全检查员的协助下远程操作即可完成。同时, 15台配备先进传感器的巡检机器人可实时监测环境状况, 及时发现异常并发出预警, 进一步加强了事故预防能力。<sup>6</sup>

据中煤集团称, 集成的数字化系统已使大海则煤矿的煤炭生产成本每吨降低约1.68美元(即每吨12元人民币), 并使年度劳动力成本减少约280万美元。预测性维护和实时运营监控的改进进一步提高了设备的可用性和运行效率。<sup>7</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

## 构建有效的数据治理

尽管技术正在快速进步, 软件、硬件及相关服务在构建智能运营中至关重要, 但数据治理仍然是基础。并非所有数据在原始状态下都可直接使用, 而数据的收集、准备和清洗可能占据运营成本的很大一部分。<sup>8</sup> 低质量或不一致的数据也可能削弱人工智能模型的价值。

德勤加拿大公司技术与转型业务合伙人亚当·格拉恩表示:

*“企业需要建立强有力的治理框架, 以确保数据的准确性、一致性和安全性。同时, 企业还需应对知识产权(IP)方面的问题, 尤其是在人工智能生成新型知识的情况下。这些知识产权归属如何界定、如何共享或保护, 仍存在争议。尽管这些问题并非矿业独有, 但考虑到行业对专有运营数据的高度依赖, 其影响尤为显著。”*

随着生成式人工智能 (GenAI) 和智能体人工智能 (Agentic AI) 等新技术的发展, 相关风险也随之增加。为应对这些风险, [德勤英国的可信人工智能™框架](#) (见图2), 明确了相关原则和基础能力, 企业可将其作为评估当前或未来人工智能应用的指导依据。<sup>9</sup>

该框架涵盖人工智能治理与监管合规方法、网络安全参数, 以及应对快速变化行业环境中AI风险与复杂性的相关实践。

由于生成式人工智能 (GenAI) 存在一些细微风险, 例如依赖上下文的输出、技术漏洞以及“幻觉”现象 (即在缺乏训练数据支持的情况下生成看似自信但不准确的内容), 企业可能需要实施更加严格的监控机制。<sup>10</sup>

图2: 德勤英国的可信人工智能框架。



来源: 德勤英国

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 应对技术准备与数字文化

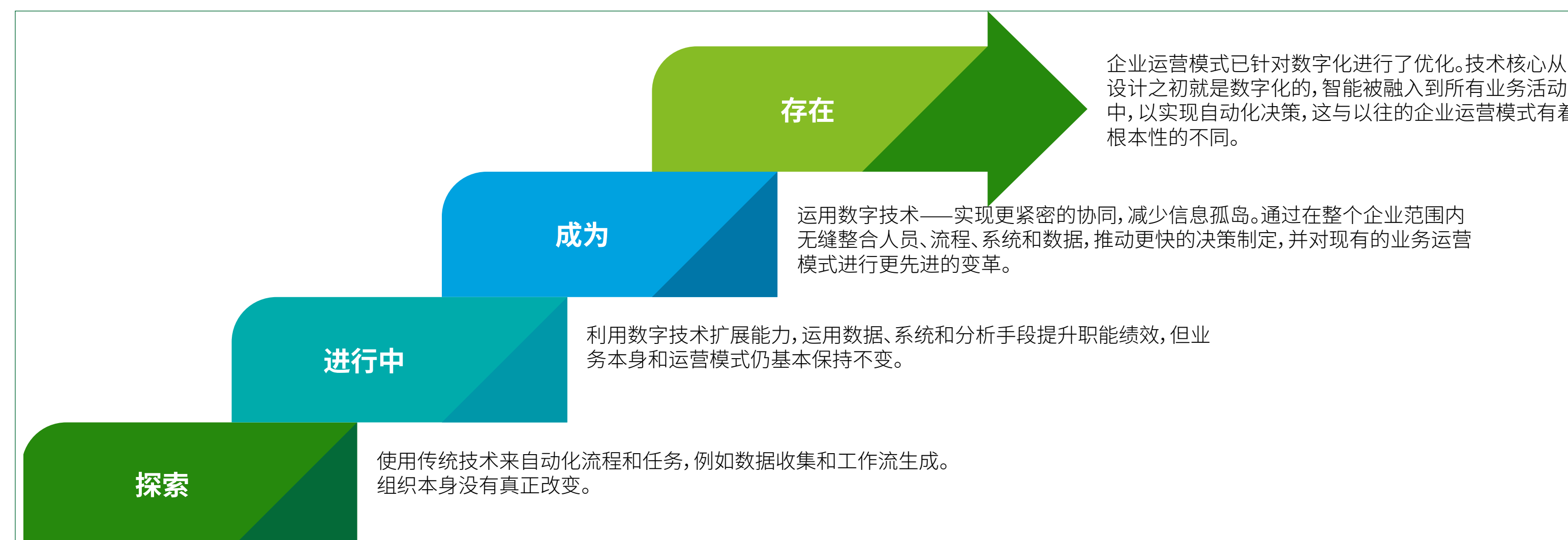
矿业组织在技术准备方面的水平差异较大。尽管一些领先的公司已在采用和整合先进技术方面取得了进展, 但仍有公司处于数字化转型初期。由于现有系统、流程和实践中的技术基础设施不足以及准备不充分, 许多组织难以在各部门和职能之间有效整合新技术。

为推动数字化应用落地并应对迈向智能运营过程中的挑战, 企业通常需要采取战略性、分阶段的方法。该方法应具备整体性, 并在领导层支持下实施, 以确保技术能够实现有效扩展与整合。初期应争取高层领导

的坚定支持, 并明确制定与组织目标相一致的数字化转型愿景。高管可以积极倡导这一愿景, 通过参与和资源配置来体现承诺。一个有效的管理策略还应应对阻力, 宣传其优势, 并培育创新文化。

若缺少这些要素, 企业可能会陷入技术成熟度“探索”和“实践”阶段的无限循环, 而无法实现“转变”和“成熟”(见图3)。11 然而, 只要建立了合适的技术生态系统, 组织就能对其业务模式、运营模式和客户模式做出必要变革, 从而确保实现真正的“数字化”状态。

图3: 迈向更高数字成熟度水平的路线图。



来源: 德勤印度

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 智能运营蓝图

矿业和金属组织对智能运营的概念并不陌生。然而, 能源、化工等其他重工业也经历类似的转型, 为希望加快部署进程的企业提供了重要借鉴。

例如, 壳牌与C3 AI的合作彻底改变了其资产管理及数据应用方式。基于对全球运营中风险与机遇规模的认知, 壳牌与C3 AI共同开发了预测性维护模型。如今, 壳牌在全球范围内监控超过10,000台关键设备, 并部署了数百万个不同的模型, 用于在故障发生前识别异常, 从而避免非计划性停机并创造经济效益。<sup>12</sup>

该行业也在大规模开展合作。2021年, 壳牌、贝克休斯、微软和C3 AI共同发起了开放人工智能能源倡议 (Open AI Energy Initiative, 简称OAI), 旨在加速人工智能在能源领域的应用。该倡议致力于建立共享的行业标准和可复用的人工智能解决方案, 以便在各运营商之间推广应用, 从而提升效率并减少重复建设。<sup>13</sup>

这些案例表明, 及早行动、扩大规模并融入生态系统对推动集体进步具有重要意义。同时也说明, 人工智能在助力实现更广泛的行业可持续发展目标的同时, 也能够带来切实的回报。

## 利用连接应对复杂性

通过整合分散的人工智能部署与系统, 在价值链层面提升数字化成熟度, 并支持具备适应性与韧性的决策, 智能运营为应对日益增长的运营复杂性提供了迈向更高生产力水平的路径。可信的集成商能够在关键环节实现高效整合, 从而实现最大化释放价值。



# 从理念到行动

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

- **制定重点明确且灵活的路线图:**明确潜在的竞争优势来源,并制定善用数据与技术来聚焦实现这些目标的路线图。根据新技术和发展情况灵活调整方向的意愿与能力,可能是实现高水平技术成熟度的关键。若缺乏清晰的路线图,企业可能会陷入交付孤立项目的风险之中,而这些项目可能无法扩展以产生企业级的影响。
- **将数据流与组织优先事项相对应:**企业可将基础的运营、工程和业务数据流与其价值链中的高层目标和业务目标(如每吨成本、吞吐量和安全绩效)进行关联。这有助于明确为推动绩效和决策的实质性改进所需的数据和系统。
- **投资集成平台:**考虑投资具备摄取和整合多样化数据能力的平台。这些平台构成了智能运营的“神经系统”,使洞察能够在各部门和资产之间共享,而非被困在孤立的系统中。同时,随着技术的成熟,更容易接入新的AI模型和应用。
- **优先推进数据治理:**投入资源以确保各系统间的数据质量、安全性和一致性。有效的治理框架有助于明确数据所有权、准确性和访问权限,从而确保运营数据可被AI工具放心使用,同时降低环境与社会方面的合规风险。
- **建立跨职能团队:**通常情况下,生产效率的提升往往只体现在运营关键绩效指标(KPI)中,而未能反映在财务报表上。跨职能团队有助于打破这些壁垒,使各项举措与预算、规划和绩效管理流程保持一致。
- **考虑文化准备度:**培育支持创新、持续学习和跨职能协作的文化,有助于确保员工具备有效运用新兴技术所需的技能。领先企业已通过规划文化建设与能力发展,采取能力训练营、实践社群以及数字化思维激活工作坊等举措来应对这一需求。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 尾注

- 1 John Diasselliss et al., "[Technological advancements elevating health and safety in mining operations](#)," Deloitte & Touche LLP, 2024.
- 2 AMC Consultants, "[Mine production management and improvement by numbers](#)," accessed 19 September 2025.
- 3 Grand View Research, "[Mining automation market \(2025-2030\)](#)," accessed 19 September 2025.
- 4 Sam Farrell and Laura Whitton, "[BHP Insights: How copper will shape our future](#)," BHP, 30 September 2024.
- 5 GSMA, "[China Coal Group Dahaize coal mine 5G 700 MHz + 2.6 GHz integrated network project case study](#)," 2022.
- 6 Ibid.
- 7 Ibid.
- 8 Kathleen Walch, "[What are the real costs of AI projects?](#)" *Forbes*, 5 April 2024.
- 9 Rohit Tandon et al., "[Unlocking innovation: A closer look at Deloitte's Generative AI solutions on AWS with Amazon Bedrock](#)," AWS Partner Network (APN) Blog, 4 October 2023.
- 10 Ibid.
- 11 Deloitte India, "Automation, digitalisation, and technology integration for the Indian mining and steel sector," August 2024.
- 12 C3.ai, "[The digital transformation of Shell](#)," 2022.
- 13 Baker Hughes, "[Shell, C3 AI, Baker Hughes, and Microsoft launch the Open AI Energy Initiative, an ecosystem of AI solutions to help transform the energy industry](#)," press release, 1 February 2021.

**Deloitte.**

*Together makes progress*  
众行致远

德勤

## 趋势6

# 实现卓越运营的人工智能： 管理安全风险并提升生产效率

作者

帕特里夏·穆里西, 巴西德勤能源、资源与工业行业主管合伙人

Shak Parran, 加拿大德勤技术与转型业务合伙人



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

过去, 采矿和金属企业依赖历史数据以及丰富的员工技能来预测产量或预判中断, 但这种方法如今可能已不再够用。随着高品质矿床 (以及矿床中品位较高的部分) 被优先开采, 各类矿产品的矿石品位持续下降,<sup>1</sup> 同时, 在运营成本不断上升的压力下, 企业被越来越期望能够“少投入、多产出”。

**德勤加拿大公司技术与转型业务合伙人Shak Parran表示:**

**“预计在未来十年内, 大批经验丰富的专业人员将退休, 同时带走岩土工程和维护等领域至关重要的知识。这种技能的流失可能引发人们对安全和生产效率的担忧。”**

人工智能 (AI) 通常被视为提高效率的工具, 但其变革潜力也可能体现在增强运营韧性和竞争力方面。当进行战略性部署时, AI可能比人类更早发现威胁, 保护机构知识, 并在压力下维持运营效率。

**巴西德勤能源、资源与工业领域主管合伙人帕特里夏·穆里西解释道:**

**“人工智能能够帮助采矿和金属企业实时适应变化, 使其运营更安全、更智能、更具可持续性。然而, 员工需要提升技能, 才能有效利用这一技术。”**

## 风险检测与异常监控

安全始终是采矿行业的最高优先事项。国际矿业与金属理事会 (ICMM) 指出, 尽管主要采矿司法管辖区已取得进展, 但死亡和严重伤害事故仍时有发生, 交通运输和设备维护等高风险作业持续带来安全隐患。<sup>2</sup>

在此背景下, 配合适当的治理与管控措施, AI可充当哨兵, 在运营后台持续运行, 捕捉可能导致安全事故的细微风险信号。这将安全管理从被动响应转变为预测性、乃至主动预防模式。

通过与RAMJACK技术解决方案公司的合作, 盎格鲁黄金阿散蒂公司 (AGA) 在其位于加纳的伊杜阿普里姆金矿, 为35辆CAT 777矿用自卸卡车车队中实施了SmartCap疲劳监测系统。该技术利用脑电图 (EEG) 和人工智能来监测操作员疲劳迹象, 并在事故发生前进行预测。自实施以来, 伊杜阿普里姆金矿未再记录到任何与司机疲劳相关的事件, AGA正考虑将该系统推广至非洲的所有业务运营中。<sup>3</sup>

此示例展示了通过与行业合作伙伴协作, 将人工智能融入日常运营, 有助于保护人员和设备, 从而提升运营卓越性。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

德勤加拿大公司技术与转型业务合伙人Shak Parran表示:

*“安全是一个采矿和金属企业可能更愿意共享数据的领域，这使其成为规模化人工智能应用的自然切入点。如果竞争对手愿意在共享的、非竞争性环境中整合他们的安全信息，人工智能将有助于识别整个行业的更广泛风险，并提升运营标准。”*

一旦在共享数据集上完成训练，人工智能便能够超越分析功能，作为支持实时查询的安全智能体运行。这将标志着从传统安全仪表盘向动态智能体的转变——后者能够为全行业提供即时、针对性的洞察。

## 巴西国家石油公司、德勤巴西和英伟达将人工智能嵌入决策过程

巴西石油和天然气生产商 (Petrobras) 与德勤 (Deloitte) 和英伟达 (NVIDIA) 合作，将数十年的运营经验转化为名为 Petronemo 的人工智能助手。该助手专为海上和路上维护任务设计。

德勤与巴西石油公司共同开发了一位数字化“领域专家”，能够向维护团队提供实时建议。借助 NVIDIA NeMo 框架，德勤与巴

西石油公司基于30年的运营数据（包括维护日志、事件报告和技术手册）训练了一个面向特定领域的大语言模型 (LLM) 这一智能体解决方案不仅简化了复杂的决策过程，还在显著缩短了关键维护作业中的响应时间。<sup>4</sup>

巴西国家石油公司 (Petrobras) 每年进行约30,000次资产检查，其中约20%发现存在需要提出维修建议的异常情况。Petronemo目前可提供建议性维修方案，由公司内部400名可靠工程师组成的团队进行评估，以提高维护工作的效率和有效性。该项目采用Meta开源的大语言模型Llama 1和Llama 2作为人工智能助手的训练基础，更强大的数据加载和训练过程由公司自主开发，并部署在巴西国家石油公司的计算机系统中。<sup>5</sup>

Petronemo的模型运行在四台配备NVIDIA GPU 的超级计算机上，包括巴西国家石油公司 (Petrobras) 的Pegasus、Tatu和Gaia机器，以及国家科学计算实验室的Santos Dumont超级计算机。该策略实现了30%的性能提升，并将每个token的成本降低了50%。该助手能够无缝集成到公司的各项流程中，并能够理解和使用工程师日常使用的“Petrobras 专业术语”。<sup>6</sup>

到2029年，巴西石油公司预计通过提高维护效率，节省370万美元 (2亿雷亚尔)。<sup>7</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

## 让稀缺技能在全球范围内可获得

捕捉和重新分配技能的能力, 可以通过保持知识的连续性以及在全球范围内提供具有战略价值的专家服务, 来提升运营绩效。巴西石油公司 (Petrobras) 的检验规划工具表明, 算法判断可用于支持那些传统上依赖数十年经验积累的人类直觉的任务。

Agentic AI通过由多个自主协同的AI代理构成的网络, 将这一能力更进一步拓展, 有助于弥补人才匮乏领域 (例如地理位置极为偏远的地区) 的技能缺口。在此系统下, 监控和调度等特定任务可独立执行, 由代理触发操作并协调彼此的工作。在矿山中, 这类系统可表现为一个由AI代理组成的生态系统, 用于管理维护计划、物流、库存和团队警报<sup>8</sup>——这一主题将在[趋势5](#)中进一步讨论。

例如, 短间隔控制 (SIC) 是一种调度技术, 目前通常仍依赖于Excel电子表格。然而, 如果借助Agentic AI, 当运输卡车在当班期间发生故障, 系统可实时检测到偏差并协调响应措施, 随即重新安排运输任务并立即重新分配设备。<sup>9</sup>

## 基础设施、主权与网络韧性

为了实现人工智能在实时安全性和生产效率方面的提升, 数据基础设施必须具备强大的鲁棒性和适应性。采矿作业通常位于偏远地区, 这些地区的网络连接有限, 而仅依赖云计算可能会引入延迟, 从而影响安全性。

淡水河谷通过部署结合边缘计算与本地数据中心的混合基础设施来应对这一挑战。在现场部署GPU以即时处理数据, 实现对输送带、铁路线路和安全系统的实时监控。该方案将延迟降低至毫秒级, 确保警报能够迅速传达给操作人员, 避免高成本或高风险事故的发生。

**巴西德勤能源、资源与工业领域主管合伙人帕特里夏·穆里西解释道:**

**“从设计阶段就将网络安全融入人工智能系统正成为标准做法。通过与全球安全供应商合作, 采用微隔离等方法, 有助于企业减少漏洞, 并在监管机构和社区中建立信任。”**

## 从试点转向战略性部署

尽管取得了这些进展, 人工智能在采矿和金属行业的应用大多仍处于小规模阶段。试点项目分散在不同的企业和职能部门中, 主要带来局部效益。然而, 如果没有更广泛的战略以及员工技能提升的机会, 这些努力可能会变得成本高昂且迅速过时。

2025年5月, BHP在新加坡推出了其首个行业人工智能中心, 该中心被定位为战略核心枢纽, 旨在加快人工智能在采矿和资源领域的应用。在新加坡企业发展局和新加坡人工智能机构的支持下, 该中心汇聚了BHP的人工智能专家, 致力于利用数据驱动工具应对企业范围内的挑战, 以提升安全性、生产效率以及决策的有效性。<sup>10</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

在以往人工智能举措的基础上, 例如自2022财年以来, 在埃斯康迪达 (Escondida) 矿山通过人工智能赋能的工厂控制, 已节省了30亿升水和118吉瓦时的能源。<sup>11</sup> 该中心展示了矿业公司如何在全球范围内推动运营效率的规模化提升。未来, 此类设施有望为行业在人工智能等领域的更广泛合作奠定基础。

为了帮助其他企业开拓自己的发展路径, 德勤巴西正建设智能解决方案中心。该中心将为企业提供更先进的人工智能基础设施、预建模型以及咨询服务, 助力企业超越试点阶段。其重点不仅限于开展实验, 还要将人工智能与企业战略相契合, 计算投资回报率 (ROI), 并制定可扩展的发展路线图。

## 将AI飞行员转化为战略制定者

德勤巴西正在巴西建立智能解决方案中心, 用于实际展示并应用来自英伟达及其他技术供应商的最新人工智能运营技术。

该计划旨在为客户提供先进的GPU算力 (这通常是人工智能部署中的限制因素) 和前沿的人工智能模型, 同时依托德勤深厚的行业知识和咨询能力, 加速在安全性和预测性维护等领域的实用解决方案的开发。

该中心的另一优势在于对数据主权和安全的重视。通过支持企业在本地司法管辖区内保留数据控制权, 回应了日益增长的数据治理担忧; 在解决方案设计的各个阶段嵌入网络安全措施, 从而不仅确保运营本身具备可持续性, 其所依赖的数字基础也同样稳健可靠。

智能解决方案中心还为项目引入了财务约束机制。通过建模投资回报率, 并将人工智能举措与战略业务目标相联系, 该中心旨在推动人工智能从概念验证转变为可衡量的竞争优势驱动力。

## 人工智能作为竞争优势的差异化因素

人工智能正迅速超越采矿和金属运营中辅助工具的角色, 逐步演变为实现卓越运营的基础。它在优先保障安全、弥补劳动力缺口、防范网络威胁等方面, 助力企业提升生产效率。

能够以战略性而非战术性地部署人工智能的组织, 将更有优势预判风险、保护员工, 并把握新兴机遇。

# 从理念到行动

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

- **优先考虑使用场景:** 初期投资可聚焦于人工智能既能降低风险又能显著提升生产效率的领域, 例如地面支撑监控。这些领域通常能最快见效, 并获得董事会层面的有力支持。
- **投资数据质量、伦理与治理:** 人工智能的输出效果往往取决于其所依赖的数据质量。通过在各站点统一数据采集方法、清理遗留系统以及引入元数据协议, 可提高模型的准确性与可信度。同时, 应考虑加强治理能力建设, 例如为高管和董事会提供相关培训。
- **制定全企业范围的人工智能战略:** 由高层领导支持的协调性战略至关重要。这意味着要明确优先发展领域, 定义人工智能部署的运营模式, 设计适当的技能提升计划, 并将人工智能的应用与组织使命及企业目标 (如减少排放和劳动力更新) 保持一致。
- **模型投资回报并跟踪成果:** 与多数资本项目类似, 人工智能项目应具备清晰且可验证的商业论证。其收益可体现在避免的安全事故、减少的停机时间或提升的员工生产力等方面。这有助于强化问责机制, 并持续优化系统部署。
- **跨生态系统协作:** 共享非竞争性数据, 特别是在安全等领域, 可为整个行业带来韧性提升的益处。整合资源有助于降低成本、提高模型准确性, 并加速创新进程。
- **通过设计嵌入主权和网络安全:** 确保人工智能部署符合当地数据法规, 并内置网络防护措施, 有助于加强安全防护能力, 增强利益相关方的信心, 并防范未来可能出现的监管或运营冲击。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## Endnotes

- 1 IEA, "[The role of critical minerals in clean energy transitions](#)," 2021.
- 2 ICMM, "[2020-2024 ICMM safety performance: Insights](#)," 10 July 2025.
- 3 RAMJACK Technology Solutions, "[How implementing Life by SmartCap eliminated driver fatigue-related incidents at AngloGold Ashanti's Iduapriem Gold Mine in Ghana](#)," August 2023.
- 4 NVIDIA, "[Domain-adapted LLM for offshore integrity and reliability](#)," video featuring Otávio Ciribelli and Tim Wiesel, 37:07, March 2025.
- 5 Daniela Braun, "[Petrobras creates AI to speed up rig maintenance](#)," Valor International, 21 March 2025.
- 6 Ibid.
- 7 Ibid.
- 8 Shaun Mitchell, "[Transforming mining with agentic AI](#)," *Global Mining Review*, 13 June 2025.
- 9 Ibid.
- 10 BHP, "[BHP launches its first Industry AI Hub in Singapore to accelerate AI adoption in the mining and resources sector](#)," 27 May 2025.
- 11 Ibid.

# Deloitte.

Together makes progress

众行致远

# 德勤

## 趋势7

# 人力资源的下一个演进： 利用人工智能重新构想人力资源 的角色

作者

乔安妮·多伊尔, 加拿大德勤科技与转型业务合伙人

杰西卡·索内库斯, 南非德勤技术与转型部门副董事



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

随着人工智能 (AI) 持续推动组织业务活动的简化, 人力资源 (HR) 专业人士也面临重新思考自身所需技能和能力的挑战, 以引领转型方向。人力资源的业务模式正在演变。如今, 技术与人的协同作用为HR提供了机遇, 使其有机会成为人机协同劳动力的领导者与架构者。

生成式人工智能 (GenAI) 开启了诸多新可能, 而智能体人工智能 (Agentic AI) 的影响可能更为深远。为了在组织中实现这些技术的价值, 很可能需要对角色、工作流程以及组织架构进行根本性的重构。

**德勤加拿大公司技术与转型业务合伙人乔安妮·多伊尔指出:**

*“采矿与金属行业已不再局限于对人工智能 (AI) 的初步尝试。不久的将来, 生成式人工智能和智能体人工智能(AI)很可能会渗透到员工生命周期的诸多环节。这些技术不能被当作事后补充, 而应融入组织架构与业务流程之中。”*

矿业人力资源的未来并非以机器取代人类, 而是打造以人为本、技术赋能的人机协同劳动力。通过提升人力资源在人机协同劳动力中的引领作用, 矿业和金属组织所期望的运营成果将有望实现。


**德勤南非公司技术与转型副董事杰西卡·索内库斯补充道:**


*“即使是在非洲, 尽管在能源、基础设施、安全和数据连接方面面临重大挑战, 矿业企业仍正在积极重新审视人工智能 (AI) 在其核心运营、安全实践和赋能职能中的应用。”*





## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 


**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 


**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

## 了解人工智能(AI)在人力资源中的日益重要作用

最近一项针对首席人力资源官(CHRO)的调查显示,超过一半的组织已经部署了人工智能工具。这些工具的应用场景包括简历筛选、职位描述撰写、政策与流程制定、学习内容个性化、聊天机器人以及包容性审计。<sup>1</sup>

对许多公司而言,这些应用尚处于小规模阶段。然而,随着潜在价值超越以往技术突破的预期,企业的需求正持续增长。

例如,数字助手如今可支持大规模技能再培训,并处理日常员工咨询,使人力资源专业人员能够专注于战略性任务。人工智能(AI)驱动的学习平台可以根据个人职业发展目标和绩效推荐培训内容。人工智能驱动的机器人还可以帮助员工在现场能够及时获取所需信息;通过使用即时通讯等平台,机器人可通过回答操作人员的问题,在作业现场为操纵人员提供信息。

因此,德勤《[2024年第四季度企业生成式人工智能现状报告](#)》发,78%的企业领导者预计将在下一个财年增加人工智能(AI)方面的支出。<sup>2</sup>

德勤加拿大公司技术与转型业务合伙人乔安妮·多伊尔表示:

**“这些案例表明,人工智能能够在兼顾安全等重要目标的前提下,推动人力资源职能从事务性向变革性转型。”**

尽管人力资源领导者对人工智能(AI)所能带来的价值持乐观态度,但大多数组织仍在逐步建立能够战略性、负责任地部署人工智能的能力。人力资源部门可能需要进一步提升自己的技能和能力,以帮助组织其他部门实现同样的目标。

## 打造新一代数字员工体验

人工智能(AI)重塑采矿和金属行业人力资源管理最直接的方式之一是改善员工体验。采矿业的员工通常分布在偏远地区,难以获得人力资源支持,而由生成式人工智能驱动的聊天机器人和数字助手正在弥补这一差距。例如,员工不再需要等待远在异地的人力资源团队回复,而是可以通过不同平台即时获取有关政策、薪酬或流程问题的解答。<sup>3</sup>

德勤非洲成员所开发并部署了一款标准操作程序智能助手(SOPHIA),可为员工提供对标准操作程序的实时访问。在采矿环境中,此类工具可帮助一线员工明确合规性或安全要求,从而直接影响安全结果和运营效率。<sup>4</sup>

这些创新也预示着更广泛的情绪变化和文化转变。对于偏好数字化为优先互动方式的年轻员工,人工智能驱动的人力资源服务的可获得性有助于提升员工的积极认知,并将采矿业塑造为现代化、技术先进的行业。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

这一点至关重要,因为如今矿业公司正与科技公司在争夺数字人才。在此背景下,一段顺畅、数字化赋能的员工体验,有望进一步将该行业塑造成具有前瞻性、富有使命感的首选雇主。

## 从岗位到技能: 人才管理的新范式

在技术不断重塑任务、技能与能力的背景下,以填补预定义岗位为核心的传统招聘模式可能显得过于僵化。相比之下,人工智能(AI)可帮助矿业和金属企业将工作拆解为若干任务单元,并将其与现有技能进行匹配。随后,人工智能还能实时更新员工能力档案,识别技能差距并推荐针对性培训。

这一转变在矿业尤为关键,因为大量经验丰富的员工即将退休。预计未来十年内,近50%的采矿工程师将达到退休年龄。将其知识加以保留并传承给下一代,对保障安全与生产效率至关重要。<sup>5</sup> 人工智能(AI)不仅可支持这一知识传承过程,还能帮助企业将员工重新部署至由自动化与电气化带来的新岗位或增强型岗位。

到2030年,全球预计将有超过39%的劳动者核心技能发生变化。<sup>6</sup> 若企业未能准确识别技能与能力需求,并在全公司范围内(包括HR部门)系统推进技能提升与再培训,将可能面临生产力落后以及人才吸引与保留能力下降的风险。

## 采用过程中面临的挑战

尽管势头良好,但这一进程并非没有障碍。文化上的抵触仍然是一大阻碍。员工可能担心人工智能会取代他们,而非赋能他们。企业若能坚持以人为本的解决方案,从一开始就保持透明和清晰的沟通,并与员工共同创造解决方案,将有助于建立对技术的信任,并推动组织践行深远使命。

领导层的共识可能是另一个障碍。在许多高管团队中,对人工智能(AI)的热情程度差异较大,导致投资不一致和试点项目停滞不前。<sup>7</sup> 此外,经历过多次技术变革的领导者可能已产生变革疲劳,寄希望于下一任领导者来主导变革,这也会延缓推进进程。

测量同样困难,这带来了“试点瘫痪”的风险,即小型试验很少能扩展为全企业的转型。然而,更深层次的挑战在于组织的准备程度。对于智能体人工智能而言,若在过时流程上叠加AI能力,可能加剧而非消除低效。<sup>8</sup> 对于矿业企业的首席人力资源官(CHRO)而言,这意味着必须抵制渐进式采用技术的诱惑,转而重新思考工作的组织方式。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

## 人类与自主代理劳动力的崛起

与传统自动化或生成式人工智能(AI)不同,智能体AI引入了能够跨工作流程中协调多步骤任务的自主系统。人类将从“参与其中”转变为“监控其中”,角色从执行采矿与冶金任务和流程转向统筹协调。<sup>9</sup> 其结果可能形成一种人类与智能体协同工作的劳动力模式,实现单一一方无法达成的成果。

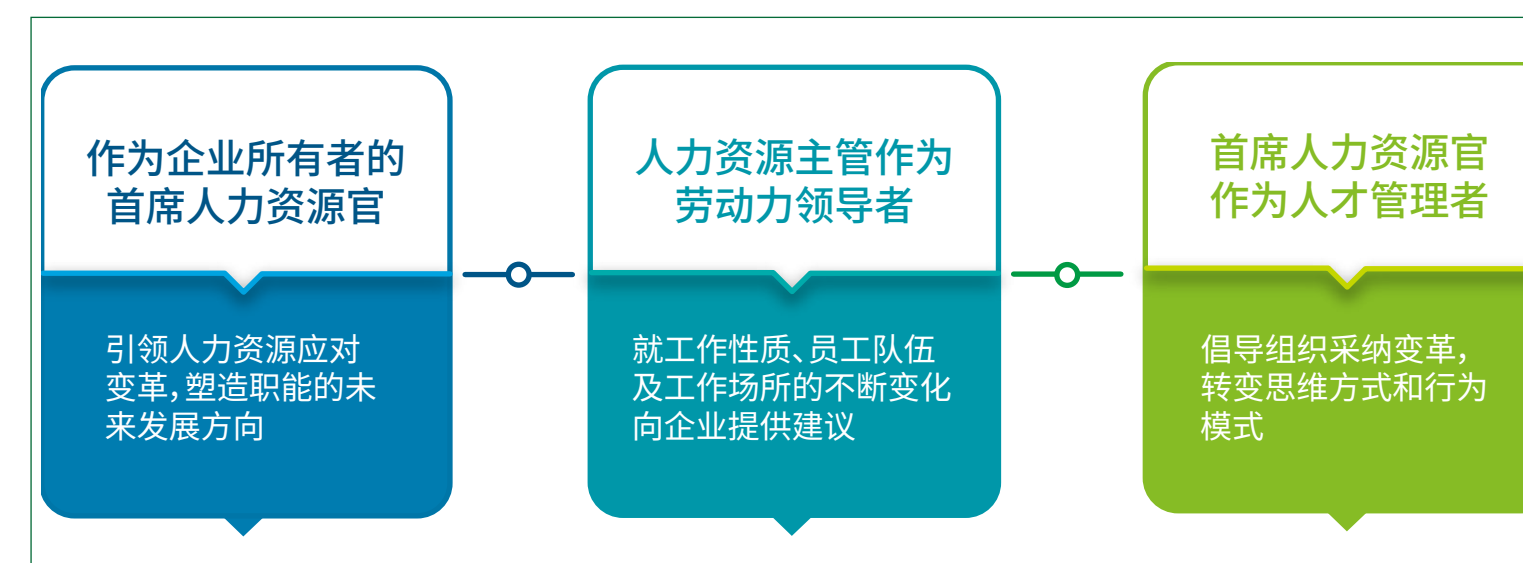
对于首席人力资源官(CHRO)而言,实现这一目标可能需要对人力资源及其治理范围内外的任务和工作方式进行大胆的重新思考。在人类与智能体协同的混合型劳动力中,未来的工作或将以成果和能力为导向,而非固定的职位描述,岗位设计也应确保人类与数字智能体均能充分发挥潜力。衡量发展的标准或许不再是人员规模的增长,而是通过人机协作所实现的生产力与效率的提升。<sup>10</sup>

## 首席人力资源官(CHRO)的三个视角

首席人力资源官(CHRO)在推动这一转型过程中发挥着关键作用,无论是在人力资源职能内部还是外部皆是如此。

为了应对人工智能应用的复杂性,矿业首席人力资源官(CHRO)可采用一种三重视角框架,依次从业务负责人、劳动力管理者、人员管理者的三个角度进行考量(见图1)。<sup>11</sup>

图1: 人力资源主管在实施生成式人工智能时可采用的三种不同视角。



来源: 德勤发展有限责任公司

作为业务负责人,首席人力资源官(CHRO)应确保人工智能(AI)的应用与组织的战略重点保持一致。利用AI工具量化其在哪些领域创造能力、在哪些领域可能带来颠覆,从而使组织能够主动重配资源。<sup>12</sup>

作为劳动力管理者,首席人力资源官(CHRO)肩负着建立信任并推动技术应用的职责。通过投资人工智能以保留即将退休员工的知识,有助于确保业务连续性,并为新员工提供重要的洞见。这不仅关乎技术,更关乎企业文化。

作为人员管理者,首席人力资源官(CHRO)应当倡导人工智能(AI)的伦理使用。简历筛选算法有助于减少偏见,但前提是必须建立相应的保护措施。<sup>13</sup> 通过人工智能监测员工福祉有助于推动主动干预,但同时也引发了关于隐私和透明度的疑问。首席人力资源官(CHRO)有责任确保人工智能(AI)的应用能够支持公平、包容和信任。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 未来劳动力的机遇

如果今天的挑战是人工智能(AI)的采用,那么明天的挑战就是整合。人工智能将不再仅仅是一套独立的工具,而将成为组织运作方式中无处不存在的一部分。对于矿业和金属行业的人力资源领导者而言,这可能意味着需要重新构想核心流程,例如:

**人力规划:** 人工智能(AI)可根据企业战略、人口结构以及外部劳动力市场动态,对未来的人力需求进行建模。这种数据驱动的方法有助于企业更明智地做出自主培养、外部招聘、借调或采用机器人(自动化)的决策。

**人才管理:** 人工智能(AI)可以帮助缓解行为专家在能力上的限制,并助力他们为主管、经理和领导者提供有意义的指导与人才发展建议。

**继任计划:** 人工智能(AI)可以识别潜在的领导者,跟踪职业发展路径,并确保人才梯队保持韧性。

**领导力发展:** 未来的矿业高管可能需要具备对技术的好奇心、管理多元化团队的文化能力,以及在提升生产力的同时兼顾员工福祉的同理心。

德勤南非公司技术与转型副董事杰西卡·索内库斯补充道:

*“未来的领导者将是一种不同的领导者,他能够理解人工智能与人类之间的关系,并能在动态环境中管理传承。”*

随着人工智能(AI)在采矿和金属行业中的作用不断增强,人类可能会减少在流程执行和服务交付上的时间,而将更多精力投入到提供洞察和解决方案上。实现这一转变的过程中,人力资源部门有机会重新定位自身,以创造更大的价值。

## 站在转折点的前沿

生成式人工智能(AI)已经开始重塑采矿和金属行业的HR流程与职能,而下一阶段的智能体人工智能(Agentic AI)将可能要求重新思考工作组织方式、岗位定义方式,以及人类与数字智能体的协作模式。

对于首席人力资源官(CHRO)而言,这不仅是技术挑战,更是领导力的必然要求。通过平衡其作为业务负责人、劳动力管理者与人员管理者的三重角色,他们能够在释放AI潜力的同时始终坚持以人为本。成功实现这一点的领导者,将帮助矿业企业应对当下的劳动力挑战,并构建具备韧性、目标明确且面向未来的组织。

# 从理念到行动

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

- **评估人工智能(AI)成熟度:** 评估公司人力资源职能在AI应用曲线上的所处阶段——从探索、试验、扩展到创新阶段, 并为未来的发展制定明确的时间表。
- **了解人工智能(AI) 技能与能力:** 从人力资源团队着手, 花时间评估并了解各团队及运营职能在人工智能(AI) 成熟度方面的水平。
- **确保领导层达成共识:** 将AI的应用定位为提升组织生产力和韧性的驱动因素, 而非独立的人力资源举措, 并通过数据与案例争取高管层支持。
- **投资劳动力准备度:** 制定持续的技能提升和再培训计划, 以适应新兴技能和能力需求。可考虑为下一代人力资源领导者和团队建立专门的培训学院。
- **融入治理与伦理:** 在设计人工智能(AI)驱动的流程时, 建立透明的数据隐私、公平性和问责标准, 并让员工参与其中。构建人工智能(AI)信任框架有助于保护组织及其人员。
- **构建人工智能生态系统:** 与技术供应商、高校及行业伙伴合作, 加速技术应用, 共享经验成果, 拓展人才渠道。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## Endnotes

- 1 Deloitte Canada, "Generative AI poll results," Global Mining HR Forum, 27 May 2025.
- 2 Deloitte Consulting LLP, [State of Generative AI in the Enterprise Q4 report](#), January 2025.
- 3 Ibid.
- 4 Ibid.
- 5 Rick Mills, "[Mining industry dogged by retirements and lack of new recruits](#)," Mining.com, 7 February 2024.
- 6 World Economic Forum (WEF), [Future of jobs report 2025](#), January 2025.
- 7 Deloitte Canada, "Understanding artificial intelligence," Global Mining HR Forum, 27 May 2025.
- 8 Ibid.
- 9 Ibid.
- 10 Ibid.
- 11 Ibid.
- 12 Ibid.
- 13 Ibid.

**Deloitte.**

*Together makes progress*  
众行致远

德勤

趋势8

# 重新定义矿产勘探： 利用人工智能开启下一轮 重大发现的浪潮

作者

查尔斯·胡珀, 加拿大德勤战略、风险与交易部门总监

范·拉姆齐, 加拿大德勤矿业与金属业务负责人、合伙人



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

下一代矿产资源的发现, 不仅可能影响个别公司的增长前景, 还可能左右国家安全、能源转型的进程, 以及各国政府履行可持续发展承诺的能力。这使得勘探工作的重要性进一步提升, 也为探勘方式的深刻变革打开了大门。

德勤加拿大合伙人兼矿业与金属业务负责人范·拉姆齐 (Van Ramsay) 解释道:

*“采矿业与全球大趋势存在明显的关联, 并发挥着推动作用。这意味着, 长期以来, 首次有越来越多的政界人士开始以积极的眼光看待这一行业。这为重新定义勘探及其所带来的价值创造了一个难得的机遇窗口。”*

尽管围绕采矿和金属的发展逻辑已经发生变化以及对新资源发现的需求压力不断加大, 但企业在矿产勘探方面的方法在过去数十年间几乎没有实质性的变化。这种通过钻探来确定资源的传统方法, 仍然依赖于对目标的主观评估, 而相关专业人才储备也在不断减少。然而, 全球矿产发现率持续下降——近年来每年仅新增约70至90个重要矿床, 而发现成本相比于2005年之前已超过两倍。与此同时, 项目开发周期也在延长, 从最初发现到投入生产的平均时间目前约为15年。<sup>1</sup>

在此背景下, 数据与人工智能 (AI) 正逐步成为具有变革意义的关键驱动力。通过采用人工智能驱动技术, 整合多样化的数据集并实现数据驱动的决策, 将有望缩短勘探周期。这些技术能够更精准地识别和优先确定勘探目标, 从而减少钻井需求, 同时提升项目筛选能力, 助力构建更具价值与可信度的项目组合。


## 为何数据比以往任何时候都更加重要


矿产勘探一直以来都是一个高度依赖数据的过程。钻孔岩芯、地球化学分析、地球物理勘测以及野外观察, 都会产生海量信息。然而, 这些数据 (包括当前和历史数据) 中很大部分尚未得到充分利用。它们分散在不同企业、公司和政府机构之间, 或以数字形式沉睡在计算机和硬盘中, 或以纸质等传统格式被封存。如今, 行业一些最具价值的发现可能就隐藏在成箱的纸质记录、未发表的地图或储存在仓库中的硬盘里。


这一点至关重要, 是因为人工智能输出的质量高度依赖于数据, 若算法所使用的数据集存在不完整、不一致或质量低下等问题, 则可能导致结果的可靠性大大下降。


## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

公共部门的举措已经显示出开放且有序的前竞争性数据的价值——这一主题在《[Tracking the trends 2025](#)》中有深入探讨。<sup>2</sup> 例如, 在澳大利亚, 澳大利亚地球科学局(Geoscience Australia)和德勤经济研究所(Deloitte Access Economics)的研究表明, 前竞争性地球科学数据所支撑的经济活动价值, 已超过其初始生产成本的1000倍。<sup>3</sup>

加拿大已启动关键矿产地球科学与数据计划, 该项目总规模5670万美元(7920万加元), 旨在支持获取高质量数据集, 并资助先进分析技术, 以支持加拿大的关键矿产战略。<sup>4</sup> 与此同时, 美国地质调查局(US Geological Survey)的地球MRI计划正在推动全国地表及地下资源测绘的现代化, 从而更好支持决策并满足国家不断变化的需求。<sup>5</sup>

对于矿业公司而言, 这些实践表明, 勘探的成功可能越来越取决于企业将数据视为战略资产的能力。那些优先推进数字化、实现标准化管理, 并整合多源数据构建统一数据平台的企业, 更有望借助人工智能实现更高效、更准确的资源发现。

## 在成为矿产勘探者之前, 先成为数据探索者

为了在这一新环境中取得成功, 矿业机构可能需要重新思考勘探的底层逻辑。传统上, 勘探的重点主要集中于矿权获取和实地勘察, 但未来资源的发现起点或将转向数据驱动。

一系列可落地的措施正在逐步显现。自然语言处理(NLP)——人工智能的一个分支, 使计算机能够理解、生成和处理人类语言<sup>6</sup>——目前已应用于加拿大、澳大利亚和美国的数千份档案报告, 将非结构化文本转化为关于矿产系统及其找矿潜力的结构化洞察。<sup>7</sup>

在不列颠哥伦比亚省, 机器学习流程已处理了超过10万份历史文件, 以识别以往被忽视的碳酸岩靶区。<sup>8</sup> 这些实践表明, 数字技术能够有效挖掘企业沉淀数十年却长期未被充分利用的数据价值。

标准化同样至关重要。如果没有统一的数据格式和元数据体系, 人工智能系统就无法可靠地整合来自不同来源的数据。国际GeoSciML提供了潜在的解决方案, 为地球科学数据交换建立了通用语言。<sup>9</sup>

对于矿业领导层而言, 数据标准化不仅是技术问题, 更是关于如何确保宝贵的信息在转换过程中不被丢失, 以及人工智能的投资能够在全球投资组合中有效扩展。此外, 数据标准化还有助于并购交易的尽职调查(详见[趋势2](#)的详细内容)以及交易完成后的整合工作。



Together makes progress  
众行致远

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 借鉴行业相似经验

矿业在勘探等职能中采用系统化、数据驱动流程方面进展滞后, 这并不罕见。其他行业也曾面临类似的转折点, 其经验可能蕴含着宝贵的借鉴意义。

例如, 2018年, 壳牌 (Shell) 和亚马逊云服务 (AWS) 是开放组OSDU®论坛的创始成员之一。OSDU的愿景是避免在开发能源行业所需的通用服务时进行重复建设。如今, 该论坛已汇集200家能源公司和软件供应商, 共同制定通用接口标准, 这有助于消除由于专有数据格式和领域数据孤岛在工作流程中造成的障碍。<sup>10</sup>

为了支持上述目标, 该论坛创建了OSDU数据平台。这一云原生开源平台, 为能源公司提供工具集合, 用于管理大规模、分散数据。

通过使用该平台, 企业能够更高效地分析数据、快速搜索信息, 并充分利用新的数字化创新。例如, 壳牌公司已将其油井数据和应用程序迁移至AWS云, 以提高效率并缩短业务周期。<sup>11</sup>

此类标准化项目可以减少重复工作, 并推动大规模高级分析的实现——采矿行业可借此提升单个项目的估值, 并随着时间推移, 提升整个行业的估值水平。

生命科学领域提供了另一个有益的类比。制药公司通常应用人工智能来筛选庞大的化合物库, 从而筛选出更有可能在临床实验中成功的候选化合物。这种方法可加快研发进程并降低成本, 与矿业领域将数百个地球物理异常筛选为少数可勘探靶区的过程高度类似。

面向消费者的行业也展示了可能的发展路径。制造商和零售商通过部署预测性分析和数字孪生技术, 持续优化客户行为、物流网络和产品设计的模型。同样的原理也可应用于矿产勘探领域, 随着获取新的勘探数据, 矿体模型得以持续更新。

矿业公司如何利用数据也至关重要。正如20世纪30年代地球物理学的兴起推动了上个世纪许多最成功的矿产发现一样, 人工智能也可能催生下一代勘探领军企业和新的矿产发现。<sup>12</sup>

如今, 像Terra AI这样的科技初创公司正在利用人工智能驱动的多物理场建模技术, 重新定义矿体建模和早期靶区定位。该公司认为, 通过其技术, 有望将勘探成本降低40%, 同时使资源规模和品位提高5%至15%。<sup>13</sup>与此同时, 其他公司如GeologicAI, 则正在利用专有硬件生成全新且独特的数据集。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

这些技术结合先进的分析方法,有望重塑岩心扫描和测井等耗时且成本高昂的工作流程。2025年7月,必和必拓(BHP)和力拓(Rio Tinto)成为GeologicAI最新的投资者和合作伙伴。<sup>14</sup>

新的商业模式也正在涌现。人工智能公司可能越来越多地以发现成果的股权或资源收益分成代替传统的服务合同。例如,2024年11月,美国关键材料公司(US Critical Materials Corp)与矿物资产公司VerAI Discoveries合作,在位于美国蒙大拿州的Sheep Creek,开展了一项由人工智能驱动的矿产靶区定位项目。VerAI的技术基于此前在该800英亩地块上公布的地球物理数据和已有发现进行训练,随后应用于尚未勘探的5,900英亩矿权区域,生成了多个可钻探的靶区,进一步表明可能存在具有经济价值的矿化区域。<sup>15</sup>

## 共同探索未来

矿产勘探本身已极具挑战。由于挑战的规模庞大且复杂(每1000个勘探项目中不到一个最终可以建成矿山),<sup>16</sup>未来企业单独推进项目可能会更加困难。目前的勘探流程仍较为分散,易发现矿床基本已被找到,专业人才日益稀缺,且成本高昂。如果企业能够认清自身的优势与局限(并愿意开展新的合作、采用新技术),同时认识到共享数据集和技术资源可能带来的优势,则有望加快整体勘探成功的进程。

例如,大型矿业公司通常拥有最大的土地资源和资金实力,但在勘探工作上往往进展缓慢,并且受限于传统投资者的风险偏好及其他因素。小型矿业公司可能更具灵活性与创业精神,但许多公司资金持续性不足。科技公司具备人工智能和数据科学方面的专长,但可能需要访问领域知识与专有数据记录。与此同时,政府与学术界可以提供研究支持及预竞争数据,从而降低项目风险。

**德勤加拿大公司战略、风险与交易部门总监查尔斯·胡珀表示:**

**“初创企业、大学、科技公司与勘探者需要寻找新的合作方式和工具。如果他们能够做到这一点,就能够降低并分散风险,以更快、更低成本得推进项目。其中的挑战在于如何在合作与竞争之间取得平衡。”**

如今,诸如边缘计算等架构,可能使合作项目和联盟在利用敏感数据的同时,保护企业的知识产权。围绕数据所有权、数据隐私、匿名性以及知识产权的明确安排,也能够增强矿业公司和勘探者参与以共同挑战为核心的协同创新项目的信心。<sup>17</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 沙特矿业公司采用太空技术支持阿拉伯地盾地区勘探

2025年5月, 沙特阿拉伯矿业公司Ma'aden与科技初创企业

Fleet Space Technologies 及沙特系统集成公司Tahreez 签署了一份为期四年的合同, 在阿拉伯地盾约12,012.6平方公里的区域部署基于空间技术的矿产勘探系统。双方旨在共同构建对构成该国2.5万亿矿产资产的矿产系统的广泛三维认知。<sup>18</sup>

通过使用Fleet Space公司的ExoSphere平台——一个将低地球轨道卫星、智能地面传感器和先进人工智能相结合的垂直整合系统——Ma'aden将最深达七公里的实时三维地下成像。这有望使勘探团队在数天内而非数月内确定目标, 从而提升公司的运营敏捷性, 同时减少对环境的影响。

此次合作支持沙特阿拉伯实现“2030愿景”的目标, 即将矿业转变为该国的第三大经济支柱。该倡议除提供数据外, 还旨在通过为新一代沙特专业人才配备数字化勘探技能, 建立长期能力。<sup>19</sup>

## 对矿业和金属行业领导者的影响

通过提高确定性并缩短周期, 数据驱动的勘探流程有望提升项目估值并改善融资渠道。随着新型联合体和商业生态系统的出现, 大规模应用人工智能的模式可能促使大型矿业公司不再以独立勘探者身份运作, 而是更多地成为协作网络的协调者。这有助于分散风险、降低成本, 并通过特许权使用费、股权参与和共享基础设施等方式开辟新的价值创造途径。

此外还有人才层面的问题。稀缺的AI知识不太可能自然向采矿行业流动。行业领导者可能需要重新思考其策略, 通过开展合作、建立合资企业以及采用新的能力建设模式, 确保勘探重点能够获得与运营同等的数字化的关注。



# 从理念到行动

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)


**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)


**全球联系人** [↗](#)


**作者与致谢** [↗](#)


- **使AI应用与战略保持一致:** 将勘探领域的AI举措直接与公司增长战略相结合, 能够有助于确保资源投向最具竞争优势和股东价值潜力的项目(包括新建项目和现有项目)。
- **构建内部能力:** 考虑在勘探团队中逐步提升数据素养能力, 并确保AI人才配置与勘探优先事项一致, 不仅限于与运营环节的优先事项一致。提升地质学家与数据科学家协同工作的能力, 有助于形成真正的跨学科方法, 从而取得更优成果。
- **投资建立合作关系:** 与初创企业、政府机构、孵化器以及科技公司合作, 可以拓展可用数据的范围并提升其质量。结构良好的合作关系能够分摊成本、降低风险, 并获取原本单个企业无法获得的新方法或数据集。
- **建立有效的AI治理机制:** 制定清晰的数据管理、算法透明性以及勘探领域AI伦理使用政策。负责任的治理有助于确保模型可解释、决策可审计、数据完整性可保障, 从而降低风险, 并在监管机构、投资者及社区之间建立信任, 同时维护长期价值创造。
- **探索人工智能的应用场景:** 通过小规模试验, 可以在降低风险的同时提升组织内部对人工智能的能力与信心, 使领导者能够向董事会和投资者展示切实的价值。可从地质解释、目标排序和项目筛选等领域的试点项目入手, 将成功经验推广至整个投资组合。


## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

## 尾注

- 1 Richard Schodde, "[Mineral Deposit Exploration—Discovery Trends: 1900–2023](#)," *SEG Discovery*, 1 July 2025.
- 2 Deloitte Global, [Tracking the Trends 2025](#), February 2025.
- 3 Geoscience Australia and Deloitte Access Economics, [The economic value of government precompetitive geoscience data and analysis for Australia's resources industry](#), August 2023.
- 4 Government of Canada, "[Critical Minerals Geoscience and Data Initiative](#)," accessed 1 October 2025.
- 5 US Geological Survey (USGS), "[Earth Mapping Resources Initiative \(Earth MRI\)](#)," accessed 1 October 2025.
- 6 Afshin Amini et al., "[Application of natural language processing in detecting new critical mineral deposits: BC carbonatite case study](#)," *GeoConvention*, 17–19 June 2024.
- 7 Christopher JM Lawley et al., "[Applications of natural language processing to geoscience text data and prospectivity modeling](#)," *Natural Resources Research* 32, no. 3 (June 2023).
- 8 Amini, "[Application of natural language](#)," 17–19 June 2024.
- 9 Open Geospatial Consortium, "[OGC geoscience markup language \(GeoSciML\)](#)," accessed 1 October 2025.
- 10 HPCWire, "[Shell Collaborates with AWS on OSDU Data Platform Deployment](#)," accessed 6 January 2026.
- 11 *ibid.*
- 12 Carly Leonida, "[Search smarter: Redefining mineral exploration for the green revolution](#)," *The Intelligent Miner*, 29 May 2025.
- 13 *Ibid.*
- 14 GeologicAI, "[GeologicAI raises \\$44M Series B](#)," 31 July 2025.
- 15 Carly Leonida, "[Discovering new opportunities in mineral exploration](#)," *Engineering & Mining Journal*, February 2025.
- 16 Government of Ontario, "[Ontario unleashing the economic potential of critical minerals](#)," press release, 3 July 2025.
- 17 Carly Leonida, "[Breathing life into mining supply chains through digital transformation](#)," *The Intelligent Miner*, 5 March 2025.
- 18 Fleet Space Technologies, "[Maaden signs Fleet Space & Tahreez to explore 12,000+ km² of Arabian Shield](#)," press release, 6 May 2025.
- 19 *Ibid.*

**Deloitte.**

*Together makes progress*

众行致远

德勤

趋势9

# 释放资源潜力：推动社会经济转型的战略

作者

路易斯·克鲁格, 南非德勤能源、资源与工业部门合伙人兼负责人

佩尤什·库马尔·迪克西特, 德勤印度尼西亚战略、风险与交易业务合伙人



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

全球联系人 [↗](#)

作者与致谢 [↗](#)

随着全球人口增长和城市化进程加快、全球能源转型加速以及国家和地区安全需求上升,未来十年关键矿产和金属的需求可能会激增。这一投资热潮可能为资源丰富的国家带来一代难得的机遇,使其在向全球供应资源的同时,进一步向价值链上游延伸,将自然资源转化为长期的国家优势。

随着各国政府调整其战略,矿业和金属企业可能成为重要的合作伙伴。凭借其全球布局、专业技术以及调动资本的能力,这些企业能够在国家目标与市场现实之间发挥桥梁作用,推动产业和社会都能在快速变化的地缘政治格局中共同获益。

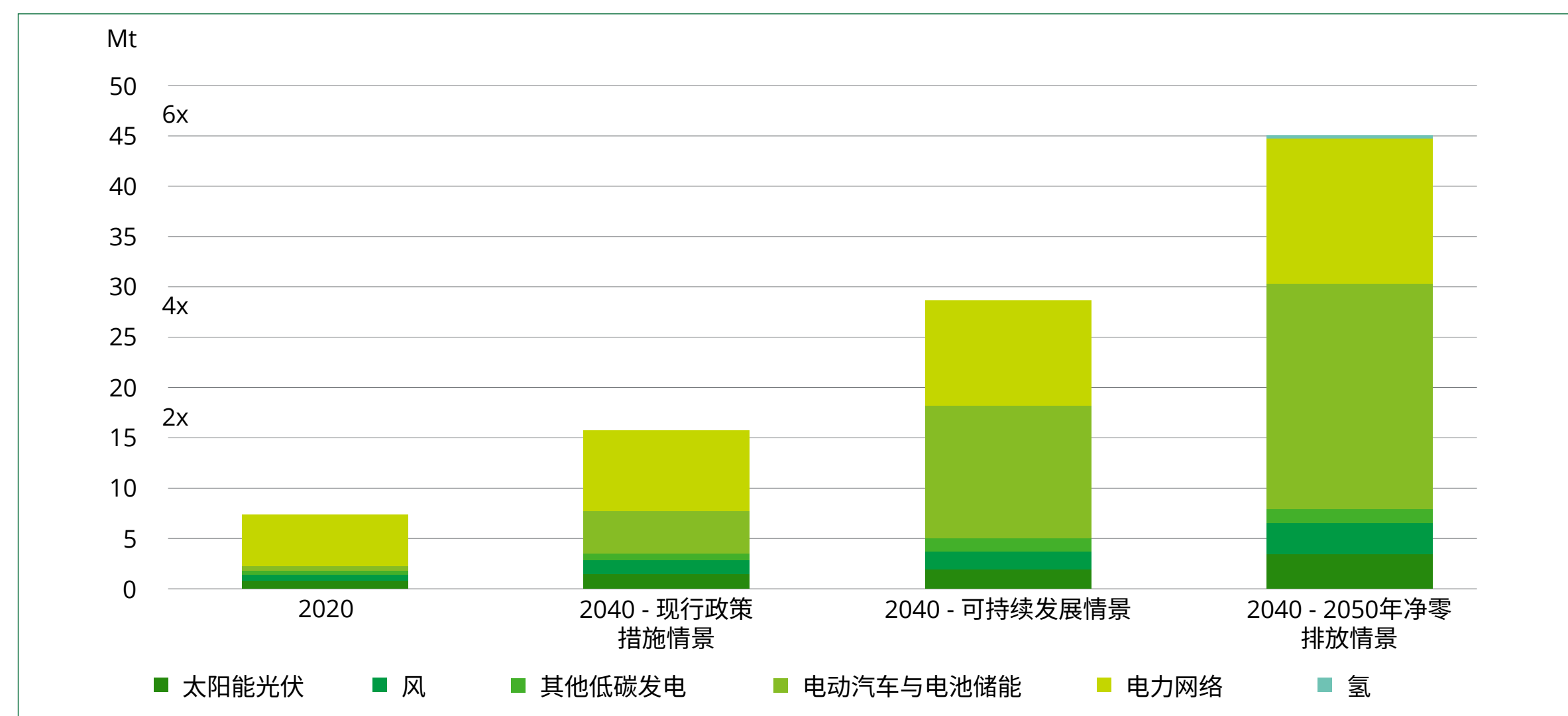
路易斯·克鲁格,南非德勤能源、资源与工业领域合伙人兼负责人表示:

*“随着全球对矿产资源的竞争日益加剧,各国政府正将重点从以交易为导向的资源开发模式,转向更加综合、以生态系统为基础的发展模式。矿业和金属企业可以在这一转型过程中发挥关键作用。”*

## 矿产资源:新地缘经济的核心

据估计,若全球要在2050年实现净零排放,到2040年清洁能源技术所需的矿物投入量需增加六倍(见图1)。<sup>1</sup> 然而,许多关键金属的供应仍集中在几个少数司法管辖区。

图1: 不同情景下清洁能源技术对矿产的总需求,2020年与2040年对比。



来源:国际能源署

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

刚果民主共和国 (DRC) 生产了全球70%的钴, 印度尼西亚控制了近一半的全球镍供应并主导其加工, 而中国则在锂、石墨和稀土元素 (REE) 的精炼领域处于领先地位。<sup>2</sup>

为了保护和促进国内下游产业, 许多矿产资源丰富的国家对上游原材料实施了出口限制, 例如许可要求、税收、配额和出口禁令。例如, 印度尼西亚通过禁止出口未加工的镍, 并投资国内冶炼和精炼能力, 将自身打造为全球电池材料中心, 吸引了数十亿美元的外国投资。<sup>3</sup> 智利也在推进类似战略, 正在通过改革其锂产业以保留更多国内附加值; 阿根廷则通过公私合作伙伴关系推动工业化进程。<sup>4</sup>

与此同时, 美国和欧洲正在通过产业政策保障关键金属供应链安全。美国《通胀削减法案》为本土关键矿物生产提供了10%的税收抵免<sup>5</sup> (尽管该政策将于2033年底逐步取消)。<sup>6</sup> 欧洲《关键原材料法案》(CRMA) 则设定了2030年目标: 欧盟本土开采、加工和回收分别满足10%、40%和25%的年需求, 并对进口设置上限。<sup>7</sup>

许多全球重要的关键矿产资源分布在内陆发展中国家, 其中包括部分世界上最贫穷的经济体。<sup>8</sup> 对这些国家而言, 开发资源面临的挑战不仅在于提升竞争力, 更在于避免重蹈以往资源繁荣的覆辙, 因为资源财富并不总能转化为长期繁荣。

## 印度尼西亚从项目到生态系统的镍战略

印度尼西亚展示了资源丰富的经济体如何从以项目为中心的采矿模式, 转向以生态系统为基础工业化模式。自2019年禁止未加工镍矿出口以来, 政府在实施限制措施的同时, 配套推出了下游产业激励政策, 包括税收减免、基础设施支持和简化许可流程, 以吸引全球合作伙伴。这些措施撬动了188亿美元的下流投资。<sup>9</sup>

两个旗舰园区体现了这一模式: 中苏拉威西的莫罗瓦利工业园和北马鲁古的纬达贝工业园。两者均采用共享基础设施模式, 由各方共同出资建设工业公用设施和物流系统, 从而实现规模经济并加快供应商入驻。这种模式对当地经济产生了变革性的影响。2023年, 北马鲁古省的GDP增长了22.9%; 莫罗瓦利镍产业的就业人数从1,800人激增至71,500人。<sup>10</sup>

持续推进的监管改革 (涵盖许可、环境标准和本地含量规则), 有助于增强投资者信心, 并将可持续性与竞争力目标相协调。<sup>11</sup> 这表明通过协调政策和产业聚集, 矿产资源禀赋可转化为长期的经济能力。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 沿价值链上下探寻机遇

要从矿产资源中获取更大价值,需要在价值链上下游进行有意识且协调的布局,目前正涌现出多种路径。例如,通过下游加工实现矿产增值 (beneficiation) 可以获得更多价值。印度尼西亚的镍战略便展示了这一路径的潜力。该国在2024年实现了5%的经济增长,并计划进一步强化关键转型矿产增值政策,包括可能修订其矿业法。<sup>12</sup>

在基础设施方面开展合作,也有助于减少重复建设并实现规模发展。例如,2023年,刚果民主共和国与赞比亚共和国联合非洲进出口银行和联合国经济委员会签署协议,计划建立特殊经济区,用于生产电池电动汽车及相关服务。该项目旨在加速出口前高附加值产品的制造,使两国能够获取更多价值,并创造对熟练工程师的需求,从而推动本地劳动力市场的增长。<sup>13</sup>

类似项目也可以作为促进原住民更多参与和合作的基础。2025年1月,安大略省政府与阿罗兰第一民族签署了一项协议。

其中,省政府已承诺投入6400万美元(9000万加元),用于升级安大略省北部的基础设施,以支持“火环”(Ring of Fire)地区关键矿产开发,并将原住民社区与主要高速公路连接起来。<sup>14</sup>

在与政府和社区协同推进的情况下,此类项目可以实现创造互利共赢的局面:各国获得工业和经济能力,企业则获得更具韧性和竞争力的供应链。

## 从项目到产业生态系统

采矿与金属项目正日益成为更广泛生态系统的核心支柱,涵盖基础设施、能源和下游产业。这些企业具备独特优势,能够召集各方利益相关方,促成合作关系,并协调对共有资产的投资。



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

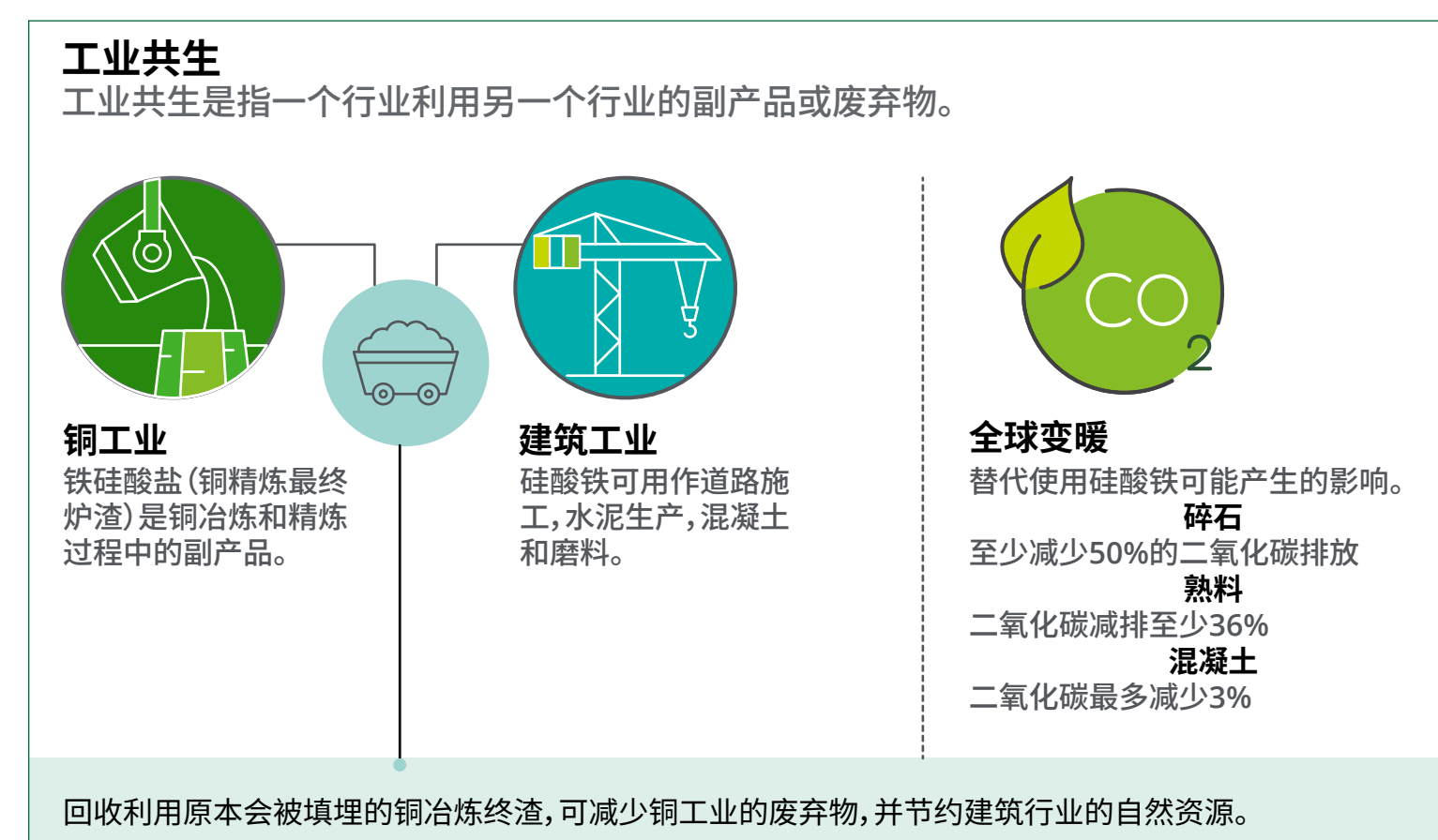
**作者与致谢** [🔗](#)

采用生态系统方法有助于降低项目风险,并为政府和社区创造长期价值,例如通过产业共生模式,使一家企业或行业的废弃物或副产品成为另一家公司的生产原料(见图2)。<sup>15</sup>

例如,在瑞典,LKAB正在吕勒奥开发一个无化石工业区,从铁矿石尾矿中提取稀土元素(REEs)和磷。该项目获得8600万美元(8亿瑞典克朗)的资金支持,目前示范工厂正在建设中,预计于2026年投入运营。该设施全面投产后,其磷产量可达瑞典国内需求量的七倍,将显著提升欧洲在稀土元素方面的自给能力。<sup>16</sup>

尽管商业生态系统通常围绕矿山场地或基础设施等实物资产形成,但如今它们逐渐推动更为无形的价值链创造。例如,为满足未来需求,在所需的规模和速度下推进关键矿产项目,往往需要弥补部分经济体在技能和技术方面的不足。

图2: 铜工业与建筑行业工业共生潜力示例。



来源:ICA

基于共同投资的协作生态系统有助于应对这一挑战。在加拿大,生物技术公司nPhyla(前身为矿业微生物组分析平台)在合作方和资助机构共同投入1100万美元的基础上建立,整合了无需稀释股权的拨款、学术基础设施以及早期股权投资支持。该公司采用混合型融资模式,目前正在筹集资金,旨在利用环境DNA和先进分析技术开发针对采矿业的微生物解决方案。<sup>17</sup>

## 将矿产资源转化为社会繁荣

未来,矿企商业战略的长期成功可能取决于其为当地社区带来利益以及对东道国经济作出财政贡献的能力。2024年,ICMM会员公司向所在国缴纳了总计420亿美元的税收和特许权使用费,其中包括286亿美元的企业所得税和134亿美元的特许权使用费。<sup>18</sup>

为了使此类贡献具有可持续性(包括在利润较低时期仍能持续),矿业公司可能需要创新的机制来管理成本、资本、效率、人才、技术和数字化,同时还需要制定战略以确保其运营的社会许可。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

“超越合规的价值”这一概念有助于重新定义关键矿产项目中的社区参与模式。它利用经济绩效与社会进步之间的基本协同效应,创造共享价值。<sup>19</sup> 实现真正的社区参与,成功可能需要通过系统性方法、真诚倾听以及从勘探阶段(而非生产阶段)就开始提供的切实利益。<sup>20</sup>

例如,位于不列颠哥伦比亚省,处于辛普酋长国领地内的Taseko矿业公司的Yellowhead铜矿项目。<sup>21</sup> 当Taseko收购Yellowhead项目时,启动了一个为期多年的联合工作组流程,以确保将辛普族的优先事项和利益纳入项目最初设计中。

Taseko已承诺通过Simpco流程(一种由原住民主导、基于同意的决策模式)对该项目进行评估。该公司已在不列颠哥伦比亚省巴里尔开设了社区办公室,当地居民可前往咨询或提供反馈意见。同时,通过Taseko的“超越潜能”社区投资计划等项目,社区已开始获得切实的利益,该计划致力于支持本地组织发展。<sup>22</sup>

“可持续繁荣设计”框架还可作为矿区所在地区长期经济发展的示范模式。在这一模式下,矿山成为推动区域可持续发展的催化剂,从而带来长期的经济与环境效益,并有可能推动相关地区发展成为特定产业的卓越中心。这一模式已在智利和秘鲁的铜矿生产地区得到验证。<sup>23</sup>

**德勤印度尼西亚公司战略、风险与交易业务合伙人佩尤什·库马尔·迪克西特指出:**

*“矿业公司可以发挥召集作用,协调政府、产业和社区等利益相关方,确保效益广泛惠及各方。”*



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 加速发展, 坚持全球标准

铜和锂等关键金属预计未来将出现供应短缺, 且新项目投产所需时间较长, 这引发了外界对矿业开发过程中社区利益与可持续性是否得到优先考虑的担忧。<sup>24</sup> 矿产项目开发延迟的最主要原因包括许可难题、技术挑战和商业问题, 其次是环境问题和利益相关方反对 (见图3)。

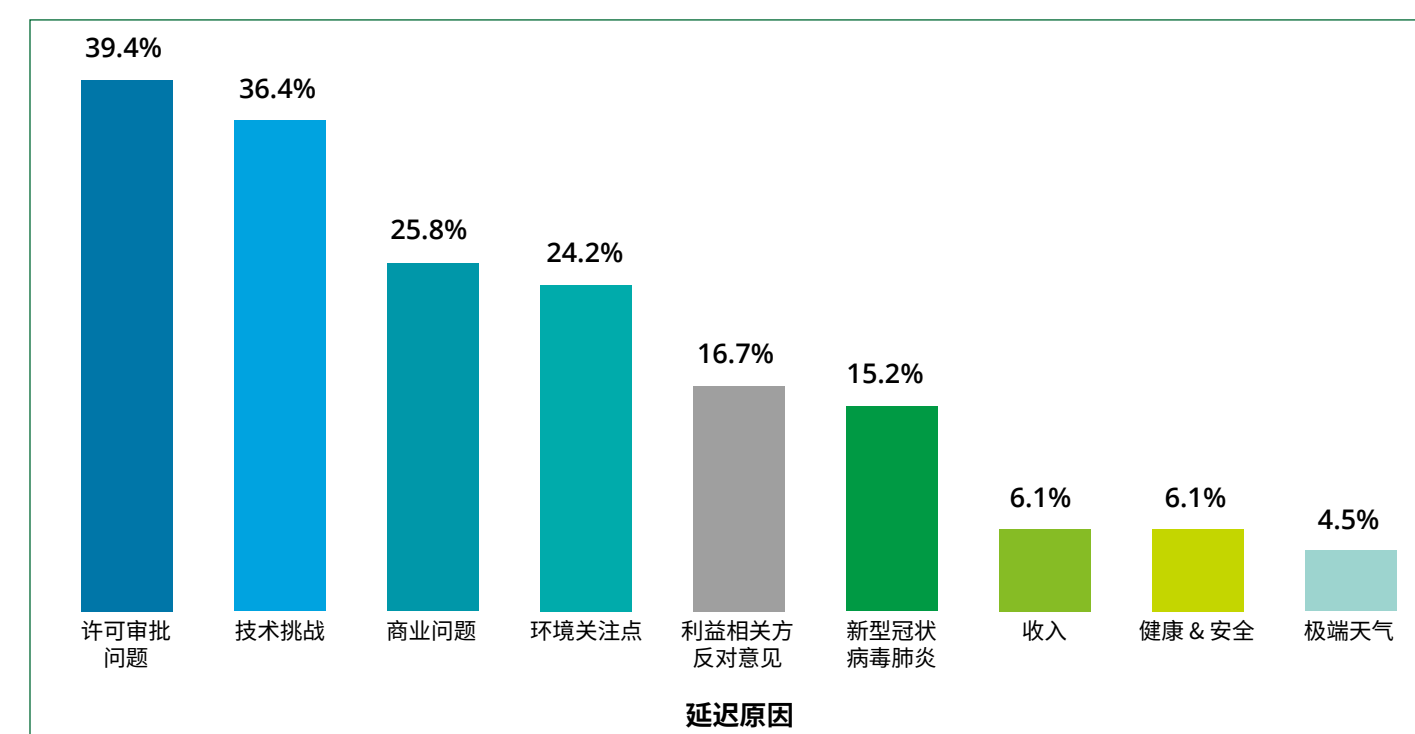
鉴于这些关切, 共享价值倡议以及与原住民或当地社区的合作, 其意义已超越单纯的社会经济机遇。这些参与方能够“在决策桌上拥有一席之地”, 以确保即使在项目承压的情况下, 自然环境与土地权益仍受到妥善保护。

## 推动社会经济转型

对于资源丰富的国家而言, 能源转型提供了一次前所未有的机遇, 以使其重新定义社会经济发展路径。对于矿业公司而言, 这代表着从资源开采者向韧性建设的协调者、催化者与赋能者转型。

要实现这一共同潜力, 可能需要工业化推进、商业生态系统构建、社区能力提升、政策稳定性保障以及创新融资机制等方面协同发力。这些目标并非轻而易举或短期内就能实现。并且, 如果管理得当, 矿产资源有望成为多元化经济、企业竞争力提升以及更具韧性的社会发展的基础, 并推动更加包容的全球能源转型。

图3: 关键矿产项目延迟的原因 (占延迟项目的百分比)。



来源: ERM基金会研究 (2017-2023年数据)<sup>25</sup>



# 从理念到行动

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)


**全球联系人** [↗](#)


**作者与致谢** [↗](#)


- **将项目运营定位为生态系统的核心:** 企业可在项目规划初期即引入本地供应商、下游客户和基础设施提供商, 将每个项目视为产业集群的核心。可通过采购端的影响力带动本地制造与服务业发展, 并将其作为员工技能提升与再培训项目的触发机制。
- **共同投资于基础能力建设:** 在能源、交通或水利基础设施不发达的地区, 探索共同投资的模式; 利用模型和公私合作伙伴关系来帮助弥补投资缺口。这可能意味着建设满足区域需求规模的发电厂, 或修建在运输矿产的同时也承载社区和商业货物的铁路。
- **将社区价值融入商业模式:** 矿企正逐步超越企业社会责任, 将本地采购、技能转移和利益共享纳入合同和运营中。通过设定中小企业参与的量化目标, 并将社会影响与生产指标同步跟踪, 有助于确保相关影响可被量化评估。
- **建立区域联盟:** 通过与行业伙伴共享基础设施、协调培训项目并推动跨境标准的统一, 可加快项目开发, 并增强应对极端天气影响等风险的韧性 (参见[趋势10](#))。多家企业共建产业走廊、共享物流体系或建立联合创新中心, 有助于降低运营成本并减少投资风险。
- **向投资者和利益相关方传递长期稳定信号:** 确保在财政贡献、可持续性成果和社区影响方面进行透明披露。持续的信息公开有助于提升可信度, 降低感知风险, 并可能进一步降低资本成本。


## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

## 尾注

- 1 International Energy Agency (IEA), [The role of minerals in clean energy transitions](#), May 2022.
- 2 Ibid.
- 3 David Guberman, Samantha Schreiber and Anna Perry, [Export restrictions on minerals and metals: Indonesia's export ban of nickel, United States International Trade Commission](#), February 2024.
- 4 FTI Consulting, [Chilean government's lithium industry plan](#), 1 June 2023.
- 5 Melissa Barbanell, [Overcoming critical minerals shortages is key to achieving US climate goals](#), World Resources Institute, 3 May 2023.
- 6 Gracelin Baskaran and Meredith Schwartz, [Impacts of the One Big Beautiful Bill Act on the Mining Sector](#), Center for Strategic and International Studies, 9 July 2025.
- 7 European Commission, [Critical Raw Materials Act](#), accessed 29 September 2025.
- 8 UN Environment Programme, [What are energy transition minerals and how can they unlock the clean energy age?](#) 19 February 2024.
- 9 CREA and CELIOS, [Debunking the value-added myth in nickel downstream industry – Economic and health impact of nickel industry in Central Sulawesi, Southeast Sulawesi and North Maluku](#), 20 February 2024.
- 10 Ibid.
- 11 Ibid.
- 12 Matthieu Salomon et al., [Indonesia's energy transition ambitions: Nickel downstreaming and beyond](#), Natural Resource Governance Institute, 30 January 2025.
- 13 Afreximbank, [Afreximbank and ECA sign framework agreement towards establishing special economic zones for the production of battery electric vehicles in DRC and Zambia](#), press release, 11 April 2023.
- 14 Ashley Fish-Robertson, [Milestone agreement to strengthen Ring of Fire infrastructure](#), *CIM Magazine*, 31 January 2025.
- 15 Symeon Christofyllidis, [No resources lost: The circular opportunity of industrial symbiosis](#), International Copper Association, 10 October 2022.
- 16 LKAB, [LKAB's future initiatives designated as Strategic Projects by the EU](#), press release, 25 March 2025.
- 17 nPhyla, [Our story](#), accessed 30 September 2025.
- 18 ICMM, [ICMM members' tax contribution: Focusing on corporate income tax and royalties – 2024 update](#), press release, 3 February 2025.
- 19 Deloitte Touche Tohmatsu, [Value beyond compliance](#), 23 April 2020.
- 20 Peggy Bell, [Navigating the ESG imperative in early stage mining projects: Balancing resources with rising expectations](#), *The Intelligent Miner*, 24 September 2025.
- 21 Taseko Mines, [Yellowhead Project](#), accessed 30 September 2025.
- 22 Ibid.
- 23 Doris Hiam-Galvez et al., [Designing Sustainable Prosperity 'DSP': A collaborative effort to build resilience in mining producing regions](#), *CIM Journal* 11 (2020): pp. 69–79.
- 24 Bruce Thomson, Terry Ellis and Erin Boerke, [Community matters: Mining, local engagement and the race for critical energy transition minerals](#), *S&P Global*, 15 September 2025.
- 25 ERM, [Critical Minerals: How the mining sector can accelerate to meet energy security needs](#), 30 November 2023

# Deloitte.

Together makes progress  
众行致远

德勤

## 趋势10

# 扩大可持续性适应规模： 利用系统优势构建有韧性的供应链

作者

Geoff Tuff, 全球可持续发展行业主管, 德勤全球, 合伙人

约翰·奥布莱恩, 德勤矿业与金属业务可持续发展主管、董事总经理



## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

采矿和金属行业正处于极端天气影响的前沿。该行业的产品对全球能源转型至关重要,但其运营正日益受到不断变化的世界所带来的影响。

极端天气事件、水资源短缺以及生态系统退化已不再是遥远的担忧,而是正逐步演变为对影响企业持续运营、利益相关者信心和资产价值的重大实质性风险。2025年全球临界点会议也强调了这一观点,指出这些风险可能比预期来得更早,但积极的临界点——例如技术采纳方面的突破——仍为未来带来一定的乐观预期。<sup>1</sup>

对于采矿和金属企业而言,紧迫性显而易见。构建应对极端天气的物理韧性,是保障长期竞争力、保护社区安全以及推动清洁能源转型的基础。然而,这一任务的规模可能过于庞大,任何单一组织都难以独自管理。采矿和金属行业的可持续发展可能取决于能否有效整合利益相关方生态系统——包括供应商和服务公司、客户及政府——以实现协同适应与优势、数据共享以及责任共担。

## 物理风险正在扰乱当前的运营

采矿和金属公司管理着全球地理位置最分散且资本密集型的资产。港口、铁路和电力基础设施往往集中分布在日益暴露于气旋、洪水和野火影响的地区。在这种情况下,由于金属在建筑、能源和制造业等领域的核心作用,即使是短暂的运营中断也可能产生连锁效应。

近期事件凸显了这种脆弱性。2025年2月,气旋“泽莉亚”导致西澳大利亚州的黑德兰港——全球最大的散货出口码头——关闭三天。此次关闭扰乱了每年为澳大利亚经济贡献超过630亿美元(1000亿澳元)的供应链体系。<sup>2</sup>

在加拿大,2023至2024年异常温暖的冬季推迟了蒂比特到孔特沃伊冬季公路(Tibbitt to Contwoyto Winter Road)的开通时间。该公路全场约250公里,连接力拓(Rio Tinto)、勃艮第矿业(Burgundy Mines)和戴比尔斯运营区(De Beers operations.) 这一两周的延迟减缓了向北极地区钻石矿场运送燃料和设备的进度。<sup>3</sup> 与此同时,智利的长期干旱导致该国2022年的铜产量下降了10.4%,削减主要业务的产量(英美资源集团的洛斯布龙塞斯矿和安托法加斯塔的矿山(Anglo American's los Bronces and Antofagasta's mines)),从而推高单位成本。<sup>4</sup>

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

德勤全球高级合伙人、全球可持续发展行业负责人乔夫·塔夫表示:

*“关于经济价值和气候变化的大多数讨论,大多仍聚焦于收入增长和利润增长上,而非风险缓解。许多公司可能尚未深入关注物理风险问题,但那些因重大天气事件导致运营中断的企业已开始关注这一问题。”*

延迟所带来的财务影响可能十分显著。2024年的一项研究指出,采矿和金属行业高度依赖于自然资源基础,因此对环境条件极为敏感,使企业更容易受到供应链、能源供应以及社区关系中断的冲击。<sup>5</sup>

德勤矿业与金属业务可持续发展主管、董事总经理约翰·奥布莱恩强调:

*“直到最近,人们谈论气候负向临界点时,仍认为这边变化几十年后才会发生。而如今证据表明,其中一些变化可能在几年内就会发生。各类组织或许尚未为此类程度的剧变做好准备,但若能及早规划,就能在事件发生时更好地应对。”*

ICMM还指出,极端天气可能损坏尾矿坝等长期设施,导致矿山产量下降,并因保险费用上涨和非计划性资本支出增加而提高成本。较之下,降低对气候相关风险(包括物理风险与转型风险)的暴露,有助于降低成本、保障甚至提升收入、改善利益相关方关系,并识别新的商业机会。<sup>6</sup>

因此,应对极端天气的韧性不仅是运营层面的关注重点,更是企业竞争力、深远使命和持续运营许可的核心驱动力。

## 从竞争优势到系统优势

传统的物理极端天气应对方法通常侧重于场地层面的干预措施,例如加固尾矿坝、扩大储水能力或投资备用电源。尽管这些措施是必要的,但在面对系统性极端天气风险时,可能仍显不足。

如今,能源转型正在重塑工业价值链,模糊各行业之间的界限,并推动竞争逻辑从线性对抗转向系统协同。

德勤全球合伙人兼全球可持续发展行业负责人杰夫·塔夫解释道:

*“我们正在见证系统性优势的出现。采矿和金属企业不能再仅仅考虑自身的资产,而是需要思考如何与材料、能源和燃料领域的合作伙伴协同合作,以提升整个生态系统的价值,并加速能源转型。”*

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

这种系统性方法的实例正在逐步成形。在英国西南部,一个一体化供应链正在建设中,用于支持电动汽车(EV)电池的生产与回收。到2035年,一座超级工厂预计将生产出满足英国电动汽车需求近一半的电池。该地区还拥有多个清洁能源项目,以及英国唯一的锂矿。<sup>7</sup> 2025年4月,清洁技术公司Altilium也启动了英国首个规模化电动汽车电池回收设施的建设,该设施具备集成的化学精炼能力。<sup>8</sup>

此类枢纽不仅仅是产业集群,更代表着协同韧性的潜力,在这种模式下,共享的智慧与邻近的基础设施能够降低整体风险暴露,包括与极端天气相关风险。

## 共享数据、场景和成本

高质量且一致的数据可以成为集体行动的基础,且已有一些免费开放资源支持这一目标。例如,Probable Futures 是一项非营利性的气候认知倡议,为全球的个人和组织提供数字资料、数据工具以及定制化服务。<sup>9</sup>

拥有一个企业及其合作伙伴可以共同评估风险的通用平台至关重要。如果没有对风险敞口的共同认知,将难以制定协调一致的应对计划。然而,仅有数据是不够的,还应将其转化为可操作的情景方案。

一项2023年的研究提出了一种框架,将智利安托法加斯塔地区的极端天气灾害地图与采矿基础设施、物流网络及生态系统依赖关系进行叠加。<sup>10</sup> 应用此类地理空间方法,有助于铜矿企业识别其区域价值链中的脆弱环节,而不仅限于单个矿区。

地球观测、卫星图像和人工智能(AI)技术正在实现对局部风险的评估,例如特定区域发生野火的可能性。尽管这些模型无法提供完全准确的预测,但它们能够提供方向性洞察,帮助企业提前做出决策,而非在冲击发生后被动应对。

建立一个由矿商、加工商、运输服务商和下游客户共同参与的区域极端天气风险评估的平台,有助于各方对共同的情景和预警信号达成一致。这可以缩短极端天气事件冲击发生时的决策周期,并更公平地分摊适应成本。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)

**全球联系人** [🔗](#)

**作者与致谢** [🔗](#)

## 将自然、治理和社区融入适应战略

治理在矿业与金属企业能否成功扩大极端天气物理应对措施方面,可能发挥决定性作用。专家强调,由于诉讼风险和投资者期望的上升,董事会层面需对气候成果承担责任。<sup>11</sup>

政策环境也在不断演变。矿产资源丰富的国家如今正在将气候适应能力纳入许可和土地利用政策及框架中。这些政策旨在引导矿业与金属行业投资气候适应相关的技术、流程与基础设施,不仅有助于实现其气候目标,还将为经济增添新的绿色价值链,推动长期可持续增长。<sup>12</sup>

自然本身也应被视为韧性规划的重要组成部分。研究表明,71%的转型矿物矿场位于对生物多样性保护以及对地方和全球提供生态系统服务具有重要意义的生态系统中。<sup>13</sup> 这些生态系统不仅是环境资产,还发挥着自然基础设施的作用,能够调节水流、缓冲洪水并稳定局部环境。因此,其退化或保护会直接影响矿山运营商的运营风险的上升或下降。

全球范围内已有多种基于生态系统的适应实践,展现出这一方法的潜力。来自拉丁美洲和非洲的案例表明,恢复红树林或保护湿地,往往比建设工程性防御设施更具成本效益,并能够有效保护基础设施和社区免受洪水及风暴潮影响。<sup>14</sup> 研究强调,在瑞典北极地区,若不考虑生态和社会背景(包括永久冻土融化和生物多样性影响),采矿项目便无法具备抵御极端天气的能力。<sup>15</sup>

威达信集团(WTW)发布的《2024年矿业风险评估》提供了另一个视角,建议矿业企业应将物理韧性纳入现有的规划框架中。该报告提出了五个步骤:将韧性融入现有流程;识别可能引发运营中断的临界点;针对未来不同情景对策略进行压力测试;从财务角度量化风险以指导投资决策;并通过制定多种适应路径保持灵活性。<sup>16</sup>

此类实用框架可作为更广泛生态系统方法的补充,强调将极端天气应对能力融入日常业务决策中,方能实现最佳的韧性建设。

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [↗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [↗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [↗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [↗](#)

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

**全球联系人** [↗](#)

**作者与致谢** [↗](#)

## 通过基于自然的解决方案构建共同韧性

基于自然的解决方案, 能够增强东道社区的韧性及社会经济独立性, 同时也能提高矿业公司及其运营对极端天气的适应能力于可持续性。

例如, 力拓公司正在投资多种生态系统, 包括有助于减少风暴破坏的红树林、在洪水期间起到天然海绵作用的湿地, 以及调节极端气温的森林。这些生态系统不仅能够吸收和储存碳, 还提供了土壤肥力、授粉和风暴防护等重要生态服务。<sup>17</sup>

基于自然的解决方案, 目前具备可扩展性, 能够快速产生效益, 而许多仍在开发中的工程类解决方案尚不具备这一优势。通过将这些方法融入运营中, 力拓旨在降低环境足迹, 加速脱碳进程, 并增强生态系统和社区的整体韧性。<sup>18</sup>

## 通过系统优势锻造韧性

未来的路径可能在于将行业共同关注点从竞争优势转向系统优势。通过合作共享数据、统一情景规划、共同开发基础设施, 以及更公平地分摊成本和收益, 企业及相关利益方可在应对极端天气的韧性方面获得可量化的收益。基于自然的适应项目案例也表明, 将矿业运营置于自然生态系统的大背景下进行考量, 具有重要价值, 而非割裂看待。

**德勤矿业与金属业务可持续发展主管、董事总经理约翰·奥布莱恩总结道:**

*“企业已经在共同建立关键矿产的整合价值链。将这些合作关系扩展到极端天气风险方面的洞察与数据共享, 从商业角度看是合理且有价值的。现在正是构建和扩大韧性的时机, 这需要整个行业以前所未有的方式开展合作。”*

# 从理念到行动

## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 [🔗](#)

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 [🔗](#)

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [🔗](#)

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [🔗](#)

**趋势5:** 从数据中提取优势 [🔗](#)

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 [🔗](#)

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 [🔗](#)

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 [🔗](#)

**趋势9:** 释放资源潜力 [🔗](#)


**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 [🔗](#)


**全球联系人** [🔗](#)


**作者与致谢** [🔗](#)


- **全面绘制依赖关系和脆弱性地图:** 应突破资产层面的风险评估, 将供应链、基础设施、复合型风险和生态系统服务纳入制图工作中。应将森林、湿地和流域纳入脆弱性制图, 有助于识别可作为极端天气缓冲带的自然资源, 同时发现韧性方面的关键缺口。
- **建立综合韧性中心:** 在具备新兴发展机遇的地区, 可考虑将采矿和金属业务与回收企业、可再生能源生产商以及社区服务机构集中布局。此类中心可共享极端天气相关信息, 帮助降低企业整体面临的风险, 例如通过投资防洪设施、可再生能源微电网以及水资源循环利用设施等方式实现。
- **将极端天气韧性纳入治理:** 应将极端天气韧性表现纳入董事会监督范围, 建立与高管激励及投资者披露挂钩的明确衡量指标。若相关能力不足, 企业可为董事会成员和高管提供学习和提升技能的机会。
- **创新融资方式:** 探索混合融资、韧性债券或成本分担模式, 由供应商、承购方和终端用户共同承担适应性投资。通过在生态系统中分摊成本, 资本密集型的韧性措施对各方而言将更具可行性和可持续性。
- **将自然作为基础设施加以利用:** 应将基于生态系统的适应性措施纳入运营规划和财务情景规划。对矿区周边自然系统的修复或保护, 有助于降低洪水、热应激和侵蚀等风险, 同时带来生物多样性和社会效益。


## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 

**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 


**作者与致谢** 


## 尾注


- 1 Global Tipping Points, "[2025 Conference Statement](#)," accessed 17 September 2025.
- 2 Carly Leonida, "[Adapting mining operations for a changing climate](#)," *Engineering & Mining Journal*, March 2025.
- 3 Divya Rajagopal, "[Canada's mild winter disrupts key ice road to remote Arctic diamond mines](#)," Reuters, 30 March 2024.
- 4 UN Environment Programme (UNEP) Finance Initiative, "[Climate risks in the metals and mining sector](#)," May 2024.
- 5 Ibid.
- 6 International Council of Mining & Metals (ICMM), "[Adapting to a changing climate: Building resilience in the mining and metals industry](#)," 18 November 2019.
- 7 Great South West, "[South West to lead transition to electric vehicles with UK's biggest gigafactory](#)," accessed 17 September 2025.
- 8 Tech South West, "[Devon-based Altilium commences construction of UK's first at-scale EV battery recycling and refining plant in Plymouth](#)," 23 April 2025.
- 9 Probable Futures [homepage](#), accessed 17 September 2025.
- 10 J. Ignacio Del Rio et al., "[Assessing climate change risk in the mining industry](#)," *Commodities* 2, no. 3 (2023): pp. 246–60.
- 11 Helen Alexandra Joan Tooze, "[Unearthing a Greener Future](#)," Canada Climate Law Initiative, April 2024.
- 12 Sri Sekar et al., "[Policy approaches to climate change in mineral rich countries](#)," World Bank Group, 2019.
- 13 Esther Whieldon et. al., "[Rocks and hard places: The ecosystem risks of mining for energy transition minerals](#)," S&P Global, 17 September 2024.
- 14 UNEP Global Adaptation Network, "[The story of ecosystem-based adaptation through 5 case studies](#)," 23 May 2024.
- 15 Annika E. Nilsson, Dag Avango, and Gunhild Rosqvist, "[Social-ecological-technological systems consequences of mining: An analytical framework for more holistic impact assessments](#)," *The Extractive Industries and Society* 8, no. 4 (December 2021): 101011.
- 16 Anna Haworth, "[Five ways mining businesses can build climate resilience](#)," *WTW Mining Risk Review 2024*, 28 June 2024.
- 17 Rio Tinto, "[Exploring nature-based solutions to climate change](#)," last updated 12 January 2024.
- 18 Ibid.


## 引言

趋势1: 国家安全中的关键矿产 


趋势2: 面向未来的投资组合布局 

趋势3: 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

趋势4: 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


趋势5: 从数据中提取优势 

趋势6: 实现卓越运营的人工智能 

趋势7: 人力资源的下一个演进 

趋势8: 重新定义矿产勘探 

趋势9: 释放资源潜力 

趋势10: 扩大可持续性适应规模 

全球联系人 

作者与致谢 

## 全球联系人

**安德鲁·斯沃特**

全球能源、资源与工业行业主管合伙人

德勤全球

+1 416 813 2335

[aswart@deloitte.ca](mailto:aswart@deloitte.ca)

**伊恩·桑德斯**

全球矿业与金属行业主管合伙人

德勤全球

+61 416 107 479

[iasanders@deloitte.com.au](mailto:iasanders@deloitte.com.au)

## 各地区/国家矿业与金属业务负责人

**中国**

**吕岩**

+86 10 85207816

[sanlv@deloittecn.com.cn](mailto:sanlv@deloittecn.com.cn)

**加拿大**

**范·拉姆齐**

+1 416 998 4905

[vramsay@deloitte.ca](mailto:vramsay@deloitte.ca)

**英国**

**斯泰西·托德·费尔德曼**

+44 20 7007 0051

[stoderfeldman@deloitte.co.uk](mailto:stoderfeldman@deloitte.co.uk)

**非洲**

**路易斯·克鲁格**

+27 11 806 6165

[lokruger@deloitte.co.za](mailto:lokruger@deloitte.co.za)

**智利**

**克里斯·莱昂**

+56 2272 97204

[clyon@deloitte.com](mailto:clyon@deloitte.com)

**美国**

**约翰·迪亚塞利斯**

+1 303 305 3972

[jdiasselliss@deloitte.com](mailto:jdiasselliss@deloitte.com)

**澳大利亚**

**尼基·艾沃里**

+61 422 024 597

[nivory@deloitte.com.au](mailto:nivory@deloitte.com.au)

**印度**

**拉吉布·马伊特拉**

+91 33 6612 1068

[rajmaitra@deloitte.com](mailto:rajmaitra@deloitte.com)

**巴西**

**帕特里夏·穆里西**

+55 21 3981 0526

[pmuricy@deloitte.com](mailto:pmuricy@deloitte.com)

**东南亚**

**贾罗德·贝克**

+65 9896 1225

[jarbaker@deloitte.com](mailto:jarbaker@deloitte.com)

## 引言

趋势1: 国家安全中的关键矿产 [↗](#)

趋势2: 面向未来的投资组合布局 [↗](#)

趋势3: 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 [↗](#)

趋势4: 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 [↗](#)

趋势5: 从数据中提取优势 [↗](#)

趋势6: 实现卓越运营的人工智能 [↗](#)

趋势7: 人力资源的下一个演进 [↗](#)

趋势8: 重新定义矿产勘探 [↗](#)

趋势9: 释放资源潜力 [↗](#)

趋势10: 扩大可持续性适应规模 [↗](#)

全球联系人 [↗](#)

作者与致谢 [↗](#)

## 作者与致谢

我们诚挚感谢全球矿业与金属领域从业者的大力支持, 他们慷慨地贡献了宝贵的时间和独到见解。他们的意见对本报告的编写起到了重要的指导作用。

### 趋势1

#### 国家安全中的关键矿产: 矿业及金属行业的战略作用

理查德·朗斯塔夫, 德勤咨询LLP公共事务主管、董事总经理 | [rlongstaff@deloitte.com](mailto:rlongstaff@deloitte.com)

Stacey Toder Feldman, 英国德勤合伙人、矿业与金属业务负责人 | [stoderfeldman@deloitte.co.uk](mailto:stoderfeldman@deloitte.co.uk)

### 趋势2

#### 面向未来的投资组合布局: 企业定位以实现长期价值增长

埃德温·达特森, 英国德勤战略、风险与交易业务合伙人 | [edatson@deloitte.co.uk](mailto:edatson@deloitte.co.uk)

尼克·艾弗里, 合伙人, 矿业与金属业务负责人, 德勤澳大利亚 | [nivory@deloitte.com.au](mailto:nivory@deloitte.com.au)

### 趋势3

#### 深远使命: 矿业与金属行业的新要务

伊恩·桑德斯, 德勤全球矿业与金属业务负责人 | [iasanders@deloitte.com.au](mailto:iasanders@deloitte.com.au)

Mike Robitaille, 加拿大德勤战略、风险与交易业务合伙人 | [mrobitaille@deloitte.ca](mailto:mrobitaille@deloitte.ca)

### 趋势4

#### 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构

Merlyn Gregory, 英国德勤战略、风险与交易业务合伙人 | [merlyngregory@deloitte.co.uk](mailto:merlyngregory@deloitte.co.uk)

斯特兰·布坎南, 德勤澳大利亚战略、风险与交易合伙人 | [stbuchanan@deloitte.com.au](mailto:stbuchanan@deloitte.com.au)

### 趋势5

#### 从数据中提取优势: 运用智能运营应对复杂性挑战


Steve Dyson, 合伙人, 战略、风险与交易, 德勤澳大利亚 | [stdyson@deloitte.com.au](mailto:stdyson@deloitte.com.au)


Adam Grahn, 合伙人, 技术与转型, 德勤加拿大 | [agrahn@deloitte.ca](mailto:agrahn@deloitte.ca)


Rajib Maitra, 合伙人, 矿业与金属业务负责人, 德勤南亚 | [rajmaitra@deloitte.com](mailto:rajmaitra@deloitte.com)


## 引言

**趋势1:** 国家安全中的关键矿产 


**趋势2:** 面向未来的投资组合布局 

**趋势3:** 深远使命: 矿业与金属行业的新要务 

**趋势4:** 不断演进的运营模式: 构建价值创造优先于规模增长的组织架构 


**趋势5:** 从数据中提取优势 

**趋势6:** 实现卓越运营的人工智能 

**趋势7:** 人力资源的下一个演进 

**趋势8:** 重新定义矿产勘探 

**趋势9:** 释放资源潜力 

**趋势10:** 扩大可持续性适应规模 

**全球联系人** 

**作者与致谢** 

## 作者与致谢

### 趋势6

**实现卓越运营的人工智能: 管理安全风险并提升生产效率**

**Patricia Muricy**, 巴西德勤能源、资源与工业行业主管合伙人 | [pmuricy@deloitte.com](mailto:pmuricy@deloitte.com)

**Shak Parran**, 加拿大德勤技术与转型业务合伙人 | [sparran@deloitte.ca](mailto:sparran@deloitte.ca)

### 趋势7

**人力资源的下一个演进: 利用人工智能重新构想人力资源的角色**

**乔安妮·多伊尔**, 加拿大德勤科技与转型业务合伙人 | [joandoyle@deloitte.ca](mailto:joandoyle@deloitte.ca)

**Jessica Sonnekus**, 南非德勤技术与转型业务副董事 | [jsonnekus@deloitte.co.za](mailto:jsonnekus@deloitte.co.za)

### 趋势8

**重新定义矿产勘探: 利用人工智能开启新一轮重大发现的浪潮**

**查尔斯·胡珀**, 加拿大德勤战略、风险与交易部门总监 | [chooper@deloitte.ca](mailto:chooper@deloitte.ca)

**范·拉姆齐**, 加拿大德勤合伙人兼矿业与金属业务负责人 | [vramsay@deloitte.ca](mailto:vramsay@deloitte.ca)

### 趋势9

**释放资源潜力: 推动社会经济转型的战略**

**Louis Kruger**, 合伙人, 能源、资源与工业行业负责人, 德勤南非 | [lokruger@deloitte.co.za](mailto:lokruger@deloitte.co.za)

**佩尤什·库马尔·迪克西特**, 德勤印度尼西亚战略、风险与交易业务合伙人 | [pedixit@deloitte.com](mailto:pedixit@deloitte.com)

### 趋势10

**扩大可持续性适应规模: 利用系统优势构建具有韧性的供应链**

**Geoff Tuff**, 全球可持续发展行业负责人, 德勤全球合伙人 | [gtuff@deloitte.com](mailto:gtuff@deloitte.com)

**约翰·奥布莱恩**, 德勤矿业与金属业务可持续发展主管、董事总经理 | [johnobrien1@deloitte.com](mailto:johnobrien1@deloitte.com)

# Deloitte.

## 关于德勤

德勤中国是一家立足本土、连接全球的综合性的专业服务机构，由德勤中国的合伙人共同拥有，始终服务于中国改革开放和经济建设的前沿。我们的办公室遍布中国31个城市，现有超过2万名专业人才，向客户提供审计、税务、咨询等全球领先的一站式专业服务。

我们诚信为本，坚守质量，勇于创新，以卓越的专业能力、丰富的行业洞察和智慧的技术解决方案，助力各行各业的客户与合作伙伴把握机遇，应对挑战，实现世界一流的高质量发展目标。

德勤品牌始于1845年，其中文名称“德勤”于1978年启用，寓意“敬德修业，业勤于勤”。德勤全球专业网络的成员机构遍布150多个国家或地区，以“因我不同，成就不凡”为宗旨，为资本市场增强公众信任，为客户转型升级赋能，为人才激活迎接未来的能力，为更繁荣的经济、更公平的社会和可持续的世界开拓前行。

Deloitte（“德勤”）泛指一家或多家德勤有限公司，以及其全球成员所网络和它们的关联机构（统称为“德勤组织”）。德勤有限公司（又称“德勤全球”）及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，相互之间不因第三方而承担任何责任或约束对方。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构仅对自身行为承担责任，而对相互的行为不承担任何法律责任。德勤有限公司并不向客户提供服务。请参阅[www.deloitte.com/cn/about](http://www.deloitte.com/cn/about)了解更多信息。

德勤亚太有限公司（一家担保责任有限公司，是境外设立有限责任公司的其中一种形式，成员以其所担保的金额为限对公司承担责任）是德勤有限公司的成员所。德勤亚太有限公司的每一家成员及其关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，在亚太地区超过100个城市提供专业服务，包括奥克兰、曼谷、北京、班加罗尔、河内、香港、雅加达、吉隆坡、马尼拉、墨尔本、孟买、新德里、大阪、首尔、上海、新加坡、悉尼、台北和东京。

本通讯中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其全球成员所网络或它们的关联机构并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前，您应咨询合资格的专业顾问。

我们并未对本通讯所含信息的准确性或完整性作出任何（明示或暗示）陈述、保证或承诺。任何德勤有限公司、其成员所、关联机构、员工或代理方均不对任何方因使用本通讯而直接或间接导致的任何损失或损害承担责任。

© 2026。欲了解更多信息，请联系德勤中国。