



人工智能驱动 矿业变革的基 石



人工智



目录

执行摘要	3
人工智能应用标志着采矿业实践的重大变革	4
生成式AI时代的网络安全	6
助力企业AI转型的商业基础	7
组织和文化	9
商业战略	10
应用AI经验	11
AI治理	13
技术和数据战略	14
迈向开放数据平台	15
采矿作业的自适应云方法	16
Microsoft 为您的人工智能之旅保驾护航	18
了解我们对人工智能创新的承诺	19
参考文献来源和贡献者	19



执行摘要

人工智能正在重塑商业格局，为当今矿业领导者带来机遇

随着人工智能逐渐成为提升商业效率和生产力的代名词，能源行业领军企业正密切关注这一趋势。在采矿与矿产领域，人工智能正全面渗透到整个价值链的各个环节——从上游的矿产勘探测绘、资源评估及开采生产，到下游的矿石配比、加工处理和回收利用。供应链物流和工业应用等辅助环节也将受益，因为人工智能驱动的生产力提升将在整个生命周期中产生连锁效应。

在勘探领域，人工智能能够对海量历史数据和实时地质科学数据进行深度分析，提供前所未有的洞见。同样，在新项目招标阶段，AI能协助编制详细规范的投标文件，大幅缩短行政流程耗时。近年来，生成式AI在采矿领域的应用范围持续扩大，成效显著。这些创新不仅是工具，更是推动运营模式革新、实现经济效益与可持续发展相融合的催化剂。

在全行业加速能源转型、减少全球排放的背景下，人工智能在推动矿业可持续发展方面发挥着不可忽视的作用。作为能源未来的重要支柱，采矿业本身扮演着不可或缺的角色——电动汽车、太阳能电池板和风力发电机等清洁能源技术都依赖于开采的矿产资源。事实上，到2040年，清洁能源技术相关材料的市场需求预计将增长四倍。¹ 在勘探与开采领域采取既紧迫又具有战略前瞻性的规划，将是成功的关键。人工智能能在此过程中发挥关键作用：通过帮助矿业公司更精准高效地定位、分析和处理资源，研究表明，在勘探阶段运用人工智能可使矿产发现所需时间与成本降低20%至30%²。

前文探讨的AI应用场景与优势，仅仅是矿业行业数字化转型潜力的冰山一角。本文将深入剖析AI成功的关键驱动力，系统梳理企业数字化转型的各个准备阶段，并结合行业调研数据与商业领袖、客户的真实反馈，提供具有参考价值的洞见。通过整合AI技术，矿业企业领导者能够加速数字化转型进程，实现全企业价值最大化，从而更快达成商业目标，构建可持续发展的未来蓝图——我们始终致力于为这一转型进程提供全方位支持。

到2040年，用于清洁能源技术的开采材料市场预计将 **增长四倍**。

世界经济论坛

在矿产发现的勘探阶段使用人工智能可以帮助节省 **20-30%** 的时间和成本。

世界经济论坛





人工智能应用标志着采矿业实践的重大变革

格伦·努瓦伊拉，非洲矿床系统科学研究中心主任

威特沃特斯兰德大学指出，人工智能、传感器与数据驱动系统的融合为解决采矿业长期存在的挑战、开拓新领域提供了重要机遇。主要进展包括：

- **维持资源**：延长矿山的运营寿命，同时从开采到加工改进资源管理，是一项紧迫的挑战。在这一领域采用技术，可以有效地回收低品位或以前被忽视的选项，如经济性不足的矿产资源。
- **优化价值回收**：加工技术需要改进，特别是对于含有多种贵重矿物的矿床。例如，与锡和钽相关的锂矿床，或含有银的金矿床，以及与锗相关的锌矿床。这些复杂的矿石系统需要创新方法，以最大限度地回收所有具有经济价值的矿物。
- **加强可追溯性**：准确追踪矿物和金属从开采到市场的全过程，是金属核算、透明度和效率的基础。人工智能技术能够实时监控从爆破、运输到市场交付的各个环节。这可以通过为金属分配独特的数字护照，或通过指纹识别不同商品来源相关的微量元素来实现。
- **尾矿库近实时监测技术**：尾矿库存在结构变形风险和潜在环境危害。人工智能结合大数据遥感与传感器数据，为这类设施的近实时监测提供了强大工具。该技术不仅能识别风险，还能通过分析储存材料的成分及其经济回收潜力，助力实现矿山废弃物的资源化利用。



- **冶金厂智能药剂混合：** 矿石成分变化可能干扰冶金工艺并降低产品一致性。如今，人工智能系统可根据传感器反馈动态调整药剂剂量，确保冶金产品（无论是中间矿物还是精炼金属）质量稳定，同时减少浪费并提升效率。
- **爆破诱导裂缝与矿体几何结构的测绘：** 分布式声学传感（DAS）技术与人工智能的结合，通过捕捉矿体内部复杂的爆破诱导裂缝网络及地质构造，彻底革新了地下测绘技术。该方法不仅深化了矿体界定与构造地质研究，还能有效减少开采过程中的矿石损耗，并实现对爆炸冲击引发的碎裂现象的实时监测。DAS技术不仅能提升作业安全性，更能确保矿工在开采过程中最大限度地提取矿石价值，同时维护矿山结构的完整性。

人工智能的广泛应用标志着采矿业实践的重大变革，推动行业向更精准、更灵活的运营模式转型。这些进展不仅凸显了数据驱动决策的重要性，更彰显了提升资源利用效率和运营透明度的显著潜力。





生成式AI时代的网络安全

网络威胁正变得愈发复杂，网络犯罪分子与国家行为体的参与日益频繁。俄罗斯、朝鲜、伊朗等国家正通过网络攻击和影响力行动来推进政治与军事目标。此外，勒索软件攻击和网络金融诈骗案件显著增加，但基于密码的攻击仍是身份攻击中最常见的形式³。这类攻击无差别地针对全球范围内的组织、用户及设备。

采矿公司
必须**面对不断变化的网络威胁**
在他们能够充分运用人工智能实现更大突破之前
微软2024年数字防御报告

人工智能正日益成为工业领域提升检测能力与运营效率的关键利器，为防御方构筑起重要优势。依托先进算法，防御系统能以更高精度和速度识别并消除威胁。然而攻击者同样在运用人工智能开展精密打击与渗透行动。这些新型威胁对防御方提出了独特挑战，要求其必须持续进化以应对这些创新攻击手段。

面对日益严峻的安全威胁，微软推出“安全未来计划”，将安全作为产品与服务设计、开发及运营的核心考量。该计划强调透明度与信息共享的重要性，旨在保护全球网络生态，特别是在生成式人工智能应用及其必要数据治理控制方面。

我们鼓励矿业组织不仅采取基于威胁情报的策略以增强抗风险能力和问责机制，还应加强行业与政府间的深度合作，共同推动全行业安全水平的提升。





助力企业AI转型的商业基础

面对网络安全的复杂性与资源需求的激增，矿业公司该如何把握人工智能革命机遇，规划出一条清晰的成功之路？

首先，企业需明确组织业务目标，分析人工智能在其中的定位，并规划实现目标所需的资源。多数（甚至全部）矿业公司都制定了详尽的人工智能应用场景清单，且优先级已基本确定。首要任务是明确如何在现有（有时相互竞争的）优先事项中分配即时时间和资源。

在制定全面的人工智能商业战略时，除了确定优先使用场景外，还需考虑若干组织与文化层面的因素。其中常见误区是将人工智能简单等同于技术，而实际上，人工智能更关乎组织架构、文化氛围、人员素质及流程优化。

为此，我们与全球知名市场调研机构益普索合作开展专项研究，通过调研覆盖全球1300余位来自不同行业和地区的IT及企业高管，深入剖析这些驱动因素对人工智能应用准备度的影响。同时，我们还专访了行业思想领袖，通过获取第一手视角和真实案例，为研究结论提供了重要依据。

人们普遍认为人工智能是关于技术的，而实际上，**人工智能更多的是关于组织、文化、人和流程。**



我们确定了组织在人工智能（AI）价值交付方面准备度的五个驱动因素：

1. **组织和文化**：考虑领导愿景、运作模式、技能和资源。
2. **商业战略**：审视商业目标以及人工智能在其中的定位。
3. **AI战略与经验**：构建AI专业知识和可重复流程，创造可持续价值。
4. **AI治理**：实施流程、控制和问责结构，以治理数据隐私、安全和负责任地使用人工智能。
5. **技术与数据战略**：评估数据和基础设施能力，以推动和运行大规模人工智能解决方案。

让我们逐一深入分析这些驱动因素。



组织和文化

推崇敏捷决策与科学方法的文化，能营造出有利于实验与创新的环境。这种模式既能验证新思路，又能从实践中汲取经验，这正是人工智能领域的重要特质。企业内部的人工智能专家可提供机构知识与专业指导，帮助团队应对人工智能技术及其应用的复杂挑战。

要在这些领域取得成功，必须建立开放透明的沟通机制并获得持续支持。自上而下的领导层认同至关重要，因为领导者在推动组织愿景落地、确保人工智能项目与商业目标保持一致方面起着关键作用。

以下是领导者构建人工智能创新文化时需要考虑的几点：

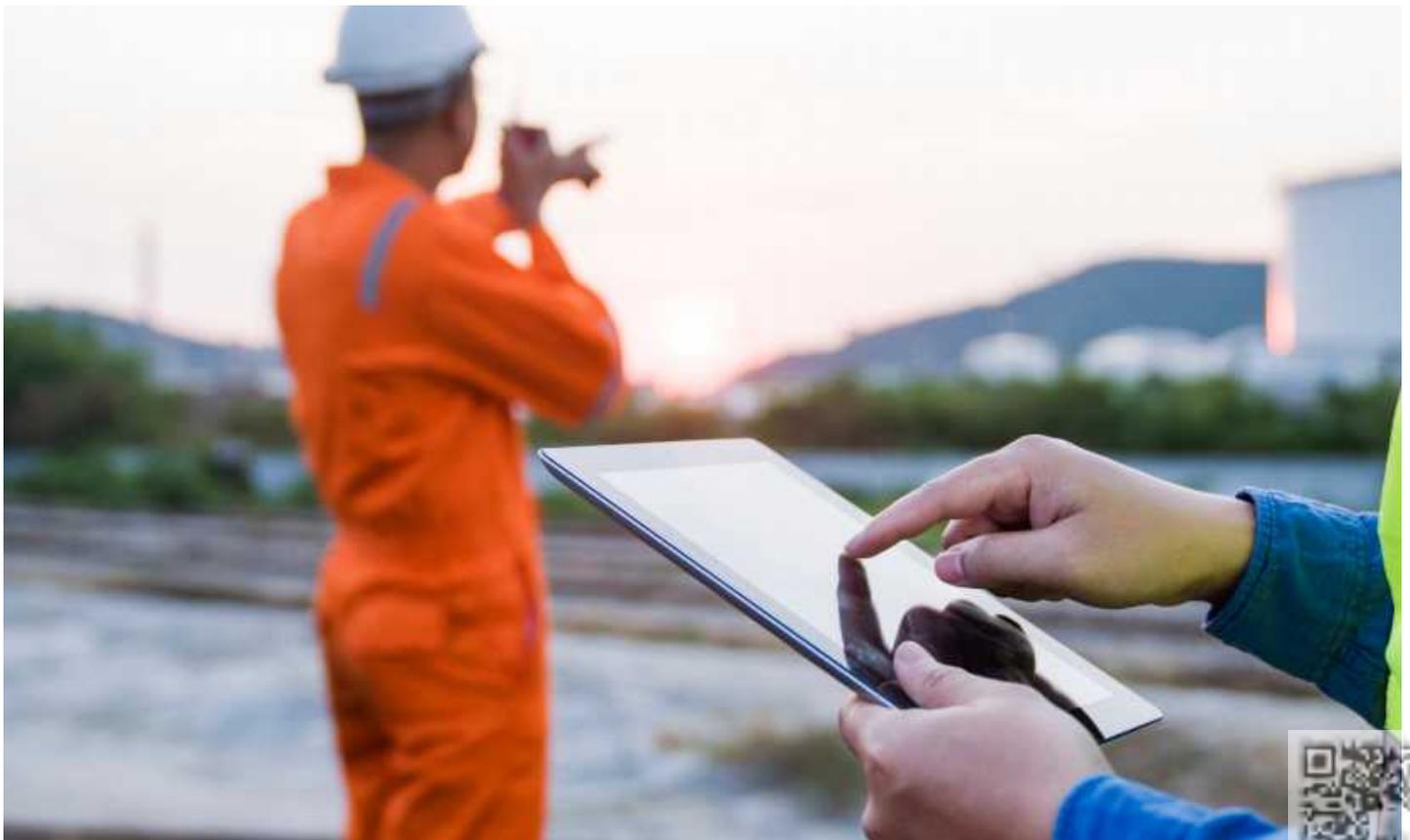
- **建立一个明确定义的运营模式** ——并在整个企业中广泛分享这一模式——对于工业化采用和使用人工智能至关重要。这包括建立流程和框架，使人工智能能够有效地集成到业务运营中，并跟进必要的工具和培训。
- **接受变革管理和持续学习** 是适应不断变化的AI环境的必要条件。这包括营造一个鼓励员工通过技能提升机会和创新项目追求个人和职业发展的环境。
- **建立强大的商业伙伴关系** 可以提供有价值的见解和资源，这对于实施成功的人工智能战略至关重要。社区合作伙伴和政府机构可以带来丰富的专业知识和新的想法，以便迭代。



制定清晰的人工智能战略至关重要，原因有三：首先，它能帮助确定优先级，确保重点解决最具影响力的场景；其次，它能明确商业目标，使AI项目与战略目标保持一致，这对任何AI项目的成功都至关重要。

在制定实施和扩大人工智能投资的正确商业战略时，需牢记以下关键因素：

- **业务成果**：明确具体业务目标至关重要。这将指导人工智能项目的方向，确保其与企业目标保持一致。
- **AI的作用**：理解AI如何帮助你实现这些目标同样重要。这不仅仅是采用AI，而是以一种补充和增强你的商业战略的方式将其整合进来。
- **明确目标和用例**：为业务中的AI明确目标和用例，将提供清晰的路线图，并有助于衡量AI投资的成功。
- **投资计划**：明确的投资计划对于确保资源得到有效分配以及在业务中采用结构化方法扩大人工智能规模至关重要。



应用AI经验

在采矿生态系统中，微软Azure AI视觉等创新计算机视觉应用凭借其实验性优势和图像分析监测能力，早早占据了技术应用的领先地位。早期实验以基础性操作为主，例如通过单一摄像头流对特定工艺条件进行缺陷或异常识别。随后将该流程扩展到生产流程的其他环节，并通过增加更多数据类型来丰富应用场景，最终实现了功能升级与价值提升。

值得注意的是，一些最活跃的图像分析实验者都经历过技术学习曲线。我们采访的一家企业透露，他们最初自主研发的图像分析解决方案，从开发、优化到投入实际应用足足耗时六个月。如今通过持续学习、技术积累和全面数据战略的实施，该公司已能实现两天交付的解决方案。这种技术革新推动企业内部定制化模型和解决方案的广泛应用，虽然显著提升了生产效率，但也带来了新挑战：如何实现人工智能的大规模应用。在规划和扩展人工智能投资时，必须重点考虑以下关键因素：

- **跨职能协作：** 确保您的组织跨业务部门合作，积累从人工智能中实现价值的经验。
- **多样化的技能和经验：** 为团队提供充足的学习机会，以培养实现人工智能优先事项所需的多样化技能和经验。
- **适合的模型：** 为团队的成功选择合适的模型。



将上述实践与生成式AI技术的突破相结合，能显著提升勘探活动的效率。这种策略让人们能用全新视角重新审视传统数据中的潜在资源与区域。团队可快速梳理海量非结构化数据，提取并整理关键指标，精准锁定目标矿床。有企业透露，他们运用生成式AI从公司近百年历史的PDF格式勘探文档中，系统梳理出所有内部勘探报告的精华内容。这项技术成果不仅优化了资源评估体系，更为资本项目的数据采集提供了关键依据，这对降低勘探项目投产风险至关重要。

从这些企业的成功案例可以看出，应用人工智能的经验至关重要，原因包括：

- **促进新用例：**人工智能涵盖一系列技术，了解如何使用它们为实施新用例和创造新效率打开了大门。
- **加速开发：**人工智能的经验可以加快可重复流程和工作流的开发和优化，节省时间和成本，并使人们能够专注于其他关键任务。
- **价值最大化：**选择合适的工具和模型对于实现人工智能投资的价值并保持竞争优势至关重要。



众多行业都设有必须遵守的数据法规与合规标准，这使得治理机制成为人工智能部署的关键要素。在构建人工智能治理体系时，必须建立透明、合乎伦理且值得信赖的流程、管控措施、责任架构和沟通规范。通过系统化且有目的性地推进这一过程，矿业公司不仅能满足重要行业法规要求，还能让利益相关方理解现有机制并建立信任。这本质上是在降低风险的同时，为人工智能部署营造安全环境。

这同样能为企业创造价值。一个以严格的数据隐私保护、安全措施和负责任的人工智能应用为基础的完善数据资产体系，可为优化流程和提升分析能力奠定基础，从而生成有价值的洞察，助力企业高效扩大人工智能投资规模。

评估人工智能投资对个人、组织和社会的影响是一个关键考量。这不仅关乎技术本身，还涉及其对构建公正社会和可持续能源未来所产生的更广泛影响。



技术和数据战略

坚实的技术与数据基础至关重要，它能推动从概念验证到规模化生产的发展进程，这对充分释放人工智能投资潜力不可或缺。现有的基础设施与战略规划将显著影响人工智能项目的成败，因为它们为数据处理、分析及应用部署提供了必要支持。

在为人工智能投资构建技术基础时，需重点考量以下要素：

- **数据质量**：确保获取准确且格式规范的高质量数据。这是任何人工智能系统的基石，因为数据输入的质量决定了人工智能输出的质量。
- **服务器托管**：确定应用程序和数据的托管位置。数据托管的地理位置和基础设施会显著影响AI应用的扩展性和运行效率。
- **云基础设施**：评估云基础设施是否已搭建好，以支持AI项目的规模化发展。强大的云基础设施如同引擎，能推动AI项目从概念验证阶段迈向创造实际价值。
- **购买或构建决策**：就是否购买现有解决方案或构建定制解决方案做出明智决策。这可能影响部署AI解决方案的速度和成本效益。



迈向开放数据平台

诸如 OSDU®论坛等倡议鼓励开放数据共享，既推动创新解决方案的应用，又有效弥合数据与应用之间的鸿沟。该倡议由开放组织发起，汇聚了挪威国家石油公司、壳牌集团、蓝威公司和必和必拓等行业领军企业，共同开发并推广 OSDU 数据平台。该平台正式名称为开放地下数据宇宙⁴，作为开源标准数据平台，旨在统一油气与采矿行业的地下数据，消除数据孤岛，实现无缝数据访问与整合。

此外，美国国家航空航天局（NASA）与微软公司强强联手，共同开发了“地球科普ilot⁵”——这款人工智能工具依托微软Azure OpenAI服务，让NASA庞大的地球科学数据变得触手可及、操作便捷。它能简化复杂地理空间数据的交互流程，用户只需用通俗语言提问，就能获得精准的数据洞察。更值得一提的是，美国地质调查局（USGS）与微软签署的合作研发协议⁶（CRADA），致力于提升地理空间数据的可访问性和易用性，让用户能轻松浏览、检索并灵活运用各类地理空间数据集，满足多样化应用需求。



采矿作业的自适应云方法

受时间限制或基础设施制约等因素影响，矿业公司往往采用孤立系统和短期解决方案。更棘手的是，人工智能需求的激增让众多企业难以实现规模化发展。若缺乏覆盖所有业务的统一创新与运营平台，这些企业就无法有效利用数据资源，以最优方式应对市场变化。

自适应云解决方案将分散的团队、分布的站点和庞大的系统整合为统一的运营、应用与数据模型。该方案使矿业公司能够利用云原生技术和人工智能，在分布式环境中协同IT与运维团队，实现资源优化、生产效率提升及复杂环境的高效管理。

Azure自适应云解决方案依托Azure Arc平台，通过AI增强型技术，助力客户快速实现全IT与OT领域的云创新应用。该方案可有效支持混合云、多云、边缘计算及物联网环境中的协同与运维，同时支持四大核心应用场景：

1. 采用人工智能增强的集中管理和安全

操作：整合这些不同系统的关键技术被称为Azure Arc，这是一个用于管理和保护分布式环境的重要解决方案。

Azure Arc是微软推出的一项服务，可将Azure的管理、治理和安全功能扩展至多种环境，包括本地部署、边缘计算和多云环境。通过熟悉的Azure工具，用户可轻松管理Kubernetes集群、虚拟机和数据服务等资源。该服务提供了一套统一的解决方案，支持跨环境构建、保护和运维应用程序，简化了治理与管理流程。同时，Azure Arc还将Azure策略、微软防御者、Azure监控和微软Copilot等服务引入本地挖掘环境。



2. **跨边界快速开发和扩展应用**：随着企业快速开发和扩展跨边缘和云环境的应用，一个通用的平台和开发方法变得至关重要。这种方法对于重新部署现有应用以及在不同环境中创建新应用都至关重要。

我们采用Kubernetes作为标准化平台，实现云与边缘环境的统一应用部署。例如，Azure Arc支持的Azure Kubernetes Service (AKS) 可提供边缘托管Kubernetes解决方案的运行选项。通过Visual Studio Code和Git等开发工具，可实现从云端到本地矿场生产站点的部署统一化与DevOps流程优化。

3. **在分布式运营环境中构建数据与洞察**：要有效扩展人工智能应用，关键在于建立跨分布式数据挖掘的统一数据基础。Azure物联网运营平台能捕获矿场中原本分散的边缘数据，将物理系统与边缘协议连接至支持Arc的资产。其配置可参与通过AI增强的中央管理平台，实现控制边缘的数据采集、边缘计算、数据转换及云端传输。当数据抵达云端时，微软Fabric可提供全局性洞察与分析，为AI构建数据基础，从而提升全球生产力与效率。

4. **一个统一且可定制的全局到本地基础设施**：可扩展且具备弹性的基础设施能够赋能边缘端的所有创新。Azure本地化服务将Azure服务延伸至客户自有基础设施，支持在远程矿场执行本地化应用。该服务通过单一控制平面实现统一管理，并兼容微软合作伙伴提供的多种认证硬件。然而，网络基础设施有限且需要独立本地操作的偏远矿场仍可能面临挑战。Azure本地断开连接操作是一项预览功能，用户无需连接Azure公有云即可部署和管理Azure本地实例。通过选定的Azure Arc支持服务，用户可本地构建、部署和管理虚拟机及容器化应用，同时还能使用Azure门户和命令行界面 (CLI) 进行操作。

从上述案例可见，采用自适应云技术方案，矿业龙头企业可全面优化日常运营的多个环节，为数字化转型与人工智能创新的持续发展奠定坚实基础。





Microsoft 为您的人工智能之旅保驾护航

需要特别注意的是，您在人工智能领域创造价值的路线图，取决于您当前所处的发展阶段，且不存在通向价值创造的唯一路径。每个企业都拥有不同的商业模式、历史背景和实践经验。对美国一家以云端业务为主的中型矿业公司而言合理的方案，可能并不适用于跨国多矿种运营的国际企业、澳大利亚铁矿开采商或非洲磷矿开采公司。

同样，您下一步的最佳行动方案取决于当前所处阶段——无论是刚接触人工智能探索、处于规划阶段，还是正在业务全领域推广大规模应用。每个阶段都有一套优先级，为下一阶段奠定基础。微软致力于助力贵公司顺利推进各阶段，为您和能源行业创造价值。



了解更多信息 能源与资源行业对人工智能创新的承 诺

- [微软矿业能源解决方案](#)
- [行业博客:矿业](#)
- [能源和资源的微软](#)
- [微软安全未来计划](#)
- [微软自适应云创新](#)
- [赋能负责任的AI实践](#)
- [为人工智能成功奠定基础 | 微软云博客](#)

参考文献来源和贡献者

特别感谢微软贡献者：

[马克·吉贡](#)

全球能源与资源数字顾问

[约瑟夫·斯图尔特](#)

世界矿业行业领导者

崔正勋

首席软件工程师

[托里·特纳](#)

美洲能源与资源高级行业顾问

[安吉·陈](#)

主程序管理程序

[杰森·法默](#)

主程序管理程序

[查理·萨特菲尔德](#)

主程序管理程序

特别感谢：

[格伦·纳瓦拉](#)

南非威特沃特斯兰德大学非洲矿床系统科学研究中心主任

来源：

- 1 [世界经济论坛，能源转型将需要关键的矿产和金属。2024年，如何负责任地开采。](#)
- 2 [世界经济论坛，挖掘机遇：为什么现在是投资采矿技术以实现可持续增长的时候，2024年。](#)
- 3 [微软2024年数字防御报告。](#)
- 4 [OSDU® 论坛。](#)
- 5 [微软，从问题到发现:NASA的新地球Copilot带来了微软AI能力，使复杂数据的获取民主化，2024。](#)
- 6 [美国地质调查局与微软合作研究与开发协议。](#)

©2025 微软公司版权所有。本文件按现状提供，保留所有权利。文中信息及观点（含网址等网络链接）可能随时变更，使用风险由您自行承担。本文件不授予您对微软产品知识产权的任何法律权利。您可将本文件用于内部参考用途。

