

矿业的循环经济



dss⁺

Protect. Transform. Sustain.

揭示矿业循环经济解决方案：

重新构想跨行业借鉴与创新

循环经济是未来矿业的一个重要发展方向，可推动采矿企业采用创新方法提升可持续性和资源效率。2024 年，dss+ 和采矿与金属行业的行业专家和从业者共同探讨了如何利用循环经济（CE）原则来推动行业变革。我们的目标在于揭示矿企如何将负责任开采、再利用技术和可持续实践融入各运营环节和价值链中。

我们发现，要取得真正有影响力的成果，就必须进行跨行业合作。将可持续原则与混合能源解决方案（如替代燃料和数字创新）相结合，是减少碳排放和推动矿业绿色转型的关键。为实现这一愿景，dss+ 主持了一场小组讨论，英美资源集团、纯电动越野系列赛（Extreme E）、安托法加斯塔（Antofagasta）和 Fortescue Zero 等领先企业的专家就循环经济如何提升行业可持续性和韧性这一话题分享了他们的独特见解。

实现矿业绿色转型，须加强跨行业甚至整个价值链上的合作与创新。此过程蕴含着巨大的减排机遇，矿企可通过回收利用来延长材料的生命周期，或采用城市采矿等新技术来降低公司的环境影响。但绿色转型不可能一蹴而就，矿企须采取统一的方案和创新策略，还要有推动变革的决心，才能实现这一目标。当前的问题在于，如何利用循环经济来重塑矿业格局并构建可持续的未来。



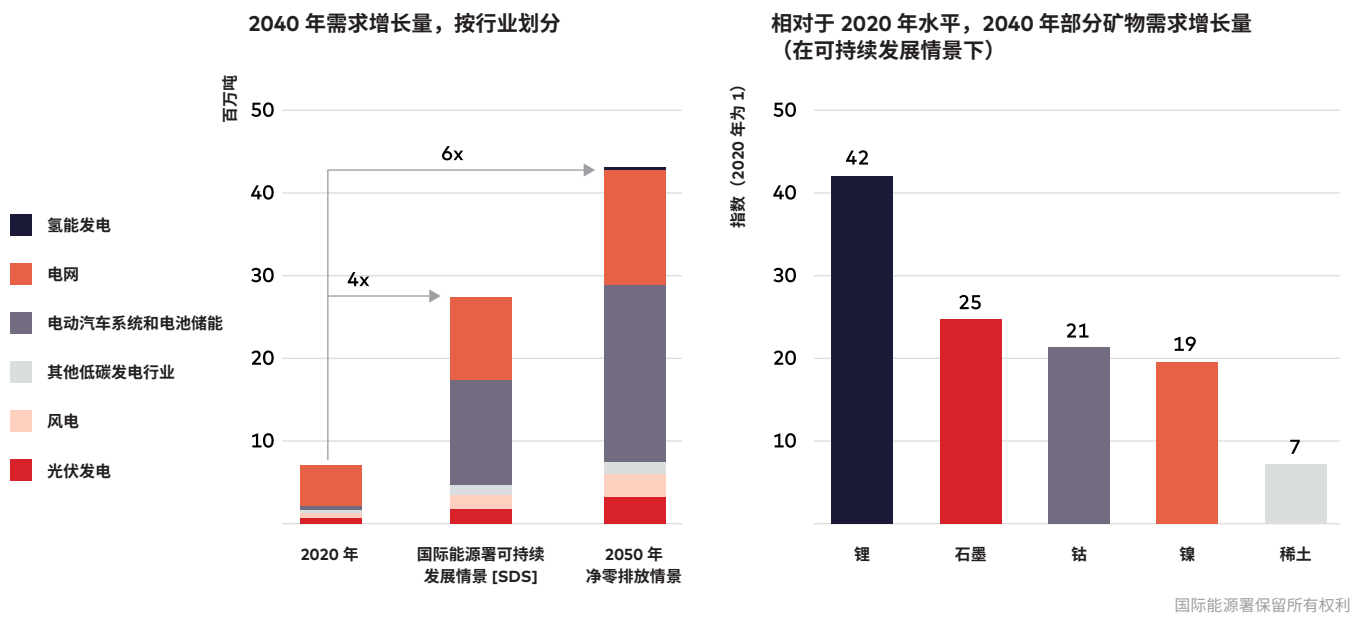
循环经济与矿业

未来二十年内，全球清洁能源转型将对矿物、金属和稀土元素需求产生深远而持久的影响。可再生能源技术（如光伏系统、风电场）和电动汽车的矿物需求量远高于采用化石燃料的发电和汽车技术，这将不可避免地大幅推高矿物开采需求，从而给矿业带来机遇和挑战。根据国际能源署（IEA）的数据，在能源转型趋势的推动下，2017 年至 2022 年间锂的总需求量增长了三倍，而钴和镍的需求分别增长了 70% 和 40%。预计矿物需求增长趋势将持续下去，但现有钴矿和锂矿的产量只能满足到 2030 年需求的一半，而现有铜矿的产量可满足约 80% 的铜需求。为实现气候目标，到 2040 年，清洁能源技术的矿物需求量可能至少增长四倍，其中电动汽车相关矿物需求量的涨幅将尤为明显。从事以上矿产开采与加工的公司必须尽快扩张产能，以推动未来可再生能源发电以及运输和储存的发展。为满足不断增长的需求，矿企必须大幅提高不同地区的矿产勘探力度，同时提高现有资产的使用效率。



安托法加斯塔和英美资源集团等矿企已经在探索如何利用负责任开采方法、废物再利用技术以及闭环系统将资源损失降至最低。他们采取的具体转型措施包括深化回收利用、升级再造和材料再利用的整合，例如将废石用于施工或对矿山设备进行再利用。其长远目标是创建一个循环供应链，以减少对天然原材料的依赖，同时减少碳排放和资源消耗量。

清洁能源技术的矿物需求量，按情景划分



注：Mt 指百万吨。包括本报告范围内的所有矿物，但不包括钢和铝。了解完整的矿物清单，请参阅附录。

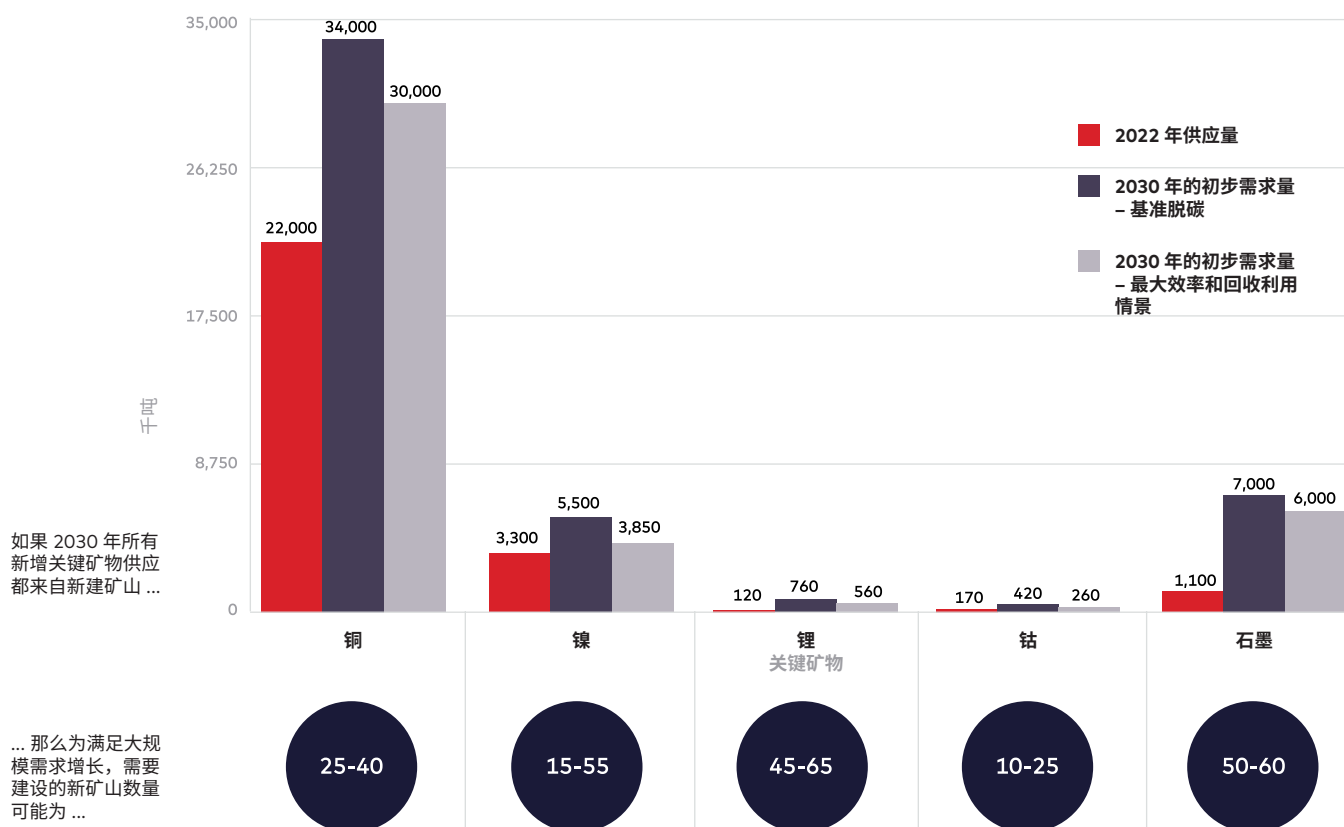
1.

随着矿物需求激增，矿业面临的挑战日益严峻

在全球清洁能源转型的推动下，矿物需求将大幅增加。光伏和风电等可再生能源技术的矿物需求量远高于传统的化石燃料系统，同时电动汽车的增长推动了交通运输行业的电气化，从而大幅推高了锂、钴和镍等关键矿物材料的需求。预计到 2040 年，这些矿物的需求量将成倍增长，其中镍、钴等部分矿物的需求量可能增长 20 倍。

国际能源署建议，为实现《巴黎协定》中提出的气候稳定目标，到 2040 年，清洁能源技术的矿物需求量可能提升三倍。预计电动汽车和电池储能行业将远超不锈钢等传统的锂、镍应用行业，成为锂、镍消耗量最高的行业。¹

能源转型关键矿物需求增长量以及需要的新矿山数量 – 以满足到 2030 年的需求增长



来源：国际采矿和金属理事会：2024 年《循环利用工具》

¹ 国际采矿和金属理事会《循环利用工具》，2024 年 10 月

2.

循环与回收利用：构建可持续未来的关键

循环经济原则对于保障矿业生态系统的可持续性至关重要。矿企可通过重点实施资源优化、废料再加工和闭环系统，来降低其环境影响并提升其运营效率。矿企有必要采取废石再利用、矿山材料和设备重复使用等循环经济实践，并通过回收利用来延长关键材料的生命周期。

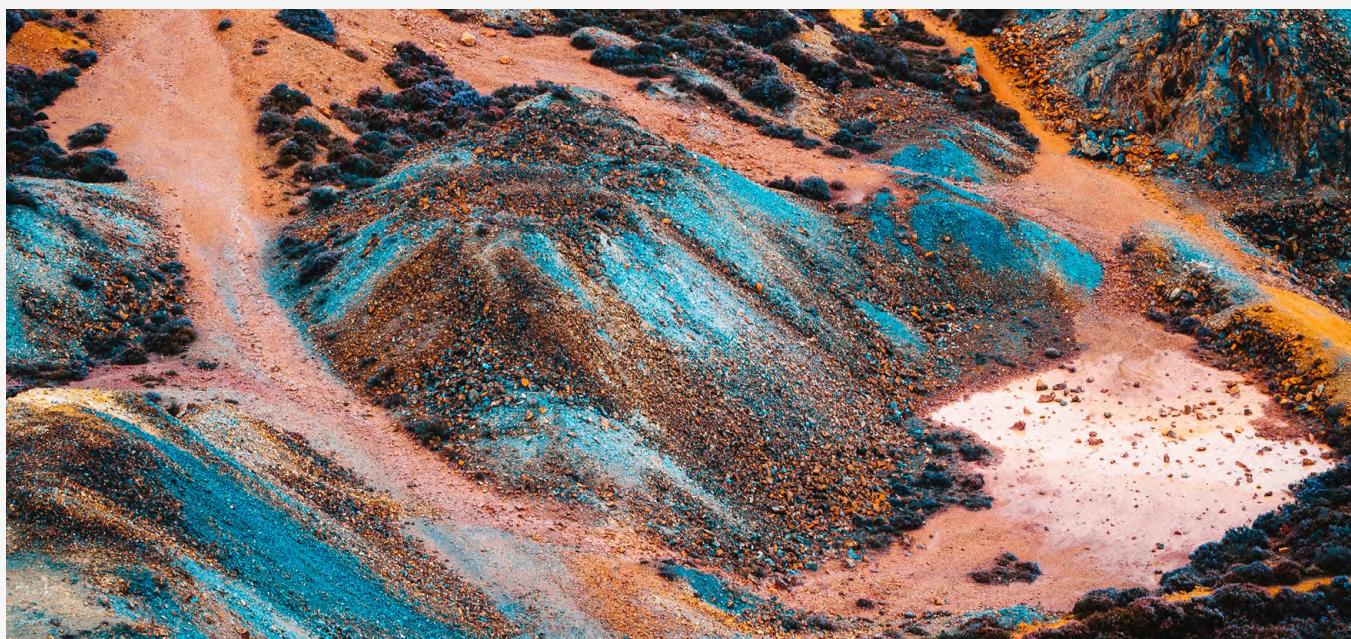
国际能源署指出，通过扩大回收利用规模，到 2050 年关键矿物的新开采需求可能降低 25%-40%，其中铜矿和钴矿的新开采需求的降幅最大，最多可达 40%，而锂矿和镍矿的新开采需求也可能降低 25%。² 然而，仅凭回收利用无法满足日益增长的关键矿物需求，因此必须在回收利用的同时进行初级开采。

显然，我们必须增加初级金属的开采量并提高金属材料的循环利用率，从而尽可能延长其在矿业生态系统中的生命周期。据估计，要填补供应缺口并满足能源转型矿物需求量，可能需要新建 300 多个矿山。³

“

通过扩大回收利用规模，2050 年关键矿物的新开采需求可能降低 25%-40%。”

国际能源署



² 国际能源署《关键矿物在清洁能源转型中的作用》，2021 年（2022 年 3 月修订）

³ Benchmark Source《到 2035 年必须新建 300 多个矿山以满足电池需求》，2022 年

3.

氢能技术：为脱碳转型铺平道路

氢能技术已成为一个关键议题，尤其是在矿业运营脱碳转型的背景下。氢能有可能取代柴油等化石燃料，成为矿用机械设备的新型动力，从而大幅减少碳排放并推动采矿过程绿色转型。

氢能技术已在赛车运动领域得到了测试、改进和创新。如今，矿企正在借鉴赛车行业的经验，探索类似的应用。例如，英美资源集团在其南非莫加拉克韦纳铂族金属矿试用了一辆氢动力矿用运输卡车，这标志着矿企在减少运营碳足迹方面迈出了重要一步。此外，国际汽联即将于2025年举办全球首个氢动力赛车系列赛 Extreme H，这进一步凸显了氢能技术的可扩展性及其对矿业的潜在益处。



4.

跨行业合作：创新的基石

跨行业合作是推进循环经济发展的关键。矿业、技术和制造行业必须合作开发创新解决方案，以减少浪费、优化资源利用并延长关键材料的生命周期。迈凯轮汽车和 Extreme E 在赛车运动中积累了开发高性能技术的经验，这些经验为各行业探索创新驱动可持续发展方面提供了宝贵的启示。

跨行业合作是扩大高性能技术的研发和部署规模、优化资源效率、减少浪费并提高矿业运营可持续性的关键。通过跨行业协作，矿企可开发出兼顾环境 and 经济目标的突破性解决方案。

“

氢能有可能取代柴油等化石燃料，成为矿用机械设备的新型动力，从而大幅减少碳排放并推动采矿过程绿色转型。”

5.

在地缘政治和安全问题影响下保障材料供应

关键矿物需求的日益增长也带来了日益严峻的地缘政治挑战。随着各国加大减排力度，它们必须保障锂、钴和镍等矿物供应的安全性和稳定性。例如，为了实现其宏伟的绿色转型和数字化转型目标，欧盟还对保障关键原材料供应的稳定性作出了规定。各国政府和企业必须确保供应链韧性，以保障关键矿物供应，同时兼顾可持续发展需求和地缘政治因素，这凸显了在全球能源转型的背景下材料安全的战略重要性。

“

预计到 2030 年，回收利用只能满足不到 10% 的能源转型需求。”

⁴ 能源转型委员会《能源转型的材料和资源需求》，2023 年。

⁵ 《智能采矿》

6.

回收利用：至关重要，但效果有限

尽管回收利用在满足关键材料需求方面发挥着至关重要的作用，但该措施无法完全满足日益增长的能源转型需求。尽管回收技术正在不断进步，但目前钴、锂和石墨等材料的回收率仍然很低。正如国际能源署所强调的，扩大回收利用规模至关重要，但仅凭回收利用无法满足总体需求。能源转型委员会估计，到 2030 年，回收利用仅能满足不到 10% 的能源转型需求。⁴ 因为目前废弃物回收率较低。此外，只有在清洁能源产品达到报废年限时，二次供应规模才会有所提高，而锂和铜等材料的二次供应可能要等到数十年后。因此，矿企必须继续关注初级开采领域，同时努力改进回收系统和流程。

7.

矿业循环经济转型

要实现矿业循环经济模式转型，就必须对现有行业实践进行彻底反思。矿企必须采用创新方法，以减少浪费并提高材料的重复利用率。虽然几十年来也有部分矿企采取了一些循环利用的措施，但如今这些措施必须尽快推广至整个行业中。要实现这一目标，矿企必须与同行和外部利益相关方加强合作，以便将循环经济模式转变为标准运营模式。要实现循环经济转型，矿企还必须解决废物管理问题、优化资源利用，并最大限度地提高采矿过程的可持续性和效率。循环经济模式可助力矿企满足日益增长的矿物需求，同时最大限度地降低其环境影响。

拥抱矿业循环经济

拥抱矿业循环经济不仅仅是一项具有前瞻性的可持续发展倡议，更是矿企获得竞争优势和长期生存能力的关键因素。随着矿物需求的激增以及材料供应相关地缘政治问题和安全问题的加剧，矿业面临的压力越来越大，必须采取措施以提高资源效率并保障可持续发展。

矿企可采取循环经济模式和回收利用的关键策略，以应对日益严重的资源短缺问题，同时采用氢能技术等创新解决方案来推动脱碳转型。这些措施不仅能解决环境问题，还可能提高运营效率、减少浪费，并节省长期成本。然而，仅凭回收利用是远远不够的，矿企必须实现循环经济模式转型，并将可持续发展原则贯穿在其整个运营环节中。

dss+ 循环经济框架是一项综合性战略方案，专门针对矿业领域的独特挑战而设计。该框架可以加强行业领袖、政府和社区之间的跨领域合作，推动创新实践的应用，并促使矿业更好地满足日益增长的需求。框架的核心作用在于帮助矿企建立健全的管理模式，并推动其做出持续改进，最终成为环境管理方面的领先企业。

在矿业经历深刻变革、资源利用备受重视的背景下，矿企必须践行循环经济原则，才能应对日益复杂的全球经济局势。如果有效策略落实到位，矿企就可以化挑战为机遇，在保障其长期生存的同时提升可持续性和盈利能力，并满足全球关键矿物需求。

关于 dss⁺

dss⁺ 作为一家领先的运营管理咨询服务提供商，以拯救生命和创造可持续发展的未来为宗旨。

dss⁺ 有着多年的咨询经验，勇于创新，以满足客户不断变化的需求。我们帮助企业建立组织和人员能力，管理风险，实现可持续发展和 ESG 目标，并更负责地运营。

dss⁺ 凭借深厚的行业和管理专业知识以及多元化的团队，通过将企业发展与可持续发展目标紧密结合，不断开发符合中国市场需求的解决方案，提供包括企业运营风险管理、卓越运营管理、创新与研发、环保以及数字化等解决方案，帮助合作伙伴实现一流的安全业绩和卓越的可持续运营。

更多信息请访问网站 www.consultdss.com

dss⁺
Protect. Transform. Sustain.



更多关于 dss⁺ 解决方案，欢迎联系我们

021 5068 2805
info.cn@consultdss.com
www.consultdss.com

