

“双碳”目标背景下矿业发展新机遇与实现路径

鞠建华

(自然资源部矿产资源保护监督司, 北京 100812)

摘要: 随着全球“双碳”目标共识的形成,能源绿色低碳转型意味着能源系统从燃料密集型向材料密集型转变,矿产资源将在全球能源转型过程中发挥至关重要的作用,涉及新能源产业所需重要矿产资源将呈爆发式增长,这将带动相应矿产资源消费和需求的高增长,矿业也将迎来前所未有的发展机遇。与此同时,矿业也面临着产品成本增高、矿石品位下降、产能提升不确定性增加、环境社会约束大、投资风险高等诸多挑战与困难。因此,矿业必须走高质量发展之路,高标准推动绿色低碳转型和绿色矿山建设,实现科学开采、资源高效利用、生态环境保护、节能减排、规范管理和矿区和谐等目标任务,努力构建科技含量高、资源消耗低、环境污染小的矿业发展新模式。

关键词: 矿业; 碳达峰; 碳中和; 新机遇; 新能源体系; 矿产资源; 高质量发展; 绿色矿山

中图分类号: F407.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2022)01-0001-05

New opportunities and implementation path of mining development under the background of “double carbon” goal

JU Jianhua

(Department of Mineral Resources Protection and Supervision,
Ministry of Natural Resources, Beijing 100812, China)

Abstract: With the formation of the global consensus on the “double carbon” goal, the green and low-carbon transformation of energy means the transformation of energy system from fuel intensive to material intensive. Mineral resources will play a vital role in the process of global energy transformation. The important mineral resources required by the new energy industry will grow explosively, which will drive the high growth of consumption and demand of corresponding mineral resources, and the mining industry will also usher in unprecedented development opportunities. At the same time, it also faces many challenges and difficulties, such as higher product costs, lower ore grade, increased uncertainty in capacity improvement, large environmental and social constraints and high investment risks. Therefore, the mining industry must take the road of high-quality development, promote green and low-carbon transformation and green mine construction with high standards, achieve the objectives and tasks of scientific mining, efficient utilization of resources, ecological environment protection, energy conservation and emission reduction, standardized management and harmony in mining areas, and strive to build a new mining development model with high scientific and technological content, low resource consumption and low environmental pollution.

Keywords: mining industry; carbon peak; carbon neutralization; new opportunity; new energy system; mineral resource; high quality development; green mine

1 “双碳”目标引发新能源矿产资源需求激增
随着全球碳达峰、碳中和“双碳”目标共识的形

成,全球能源绿色低碳转型意味着能源系统从燃料密集型向材料密集型转变,这将导致新能源产业所

收稿日期: 2021-12-26 责任编辑: 赵奎涛

作者简介: 鞠建华(1962—),男,汉族,博士,自然资源部矿产资源保护监督司司长,长期从事国土资源管理工作。

引用格式: 鞠建华.“双碳”目标背景下矿业发展新机遇与实现路径[J].中国矿业,2022,31(1):1-5. doi:10.12075/j.issn.1004-4051.2022.01.

需重要矿产资源呈爆发式增长。毋庸置疑,技术创新突破的速度会超出预期,新能源需要海量矿物,矿产资源将在全球能源转型过程中发挥至关重要的作用。高新技术矿产、新材料矿产和新能源矿产的产业发展模式将使矿产品需求结构发生显著变化,必将带动相应矿产资源消费和需求的高增长,矿业也将迎来前所未有的发展机遇。

比如,新能源体系发展需要用到很多重要矿产资源,电池和储能需要锂、钴、镍、锰、石墨和磷等矿产资源,风力发电涡轮和电动发动机需要稀土等矿产资源,电力传输离不开铜和铝等矿产资源,太阳能板需要铜、硅、银等矿产资源。生产同样的电力,风力发电机对金属矿物的需求是燃料电力的11倍,光伏发电对金属矿物的需求是燃料发电的5倍,一辆电动汽车对金属矿物的需求是燃油汽车的6倍,等等。另外,新能源发电及基础设施对传统大宗矿产的需求也很大,风力发电和光伏发电每兆瓦用铜量分别为3~6 t和4 t,一座百米风电塔筒通常需要钢材260 t以上,光伏组件中的钢、铝等用量同样巨大。为实现《巴黎气候协定》全球升温2℃以内的目标,国际能源署(IEA)最近发布的报告和国际货币基金组织(IMF)预测显示,未来20年与新能源相关的关键矿产需求总量将会增加2~4倍,部分矿产需求也将会大幅飙升,例如锂的需求会增加13倍以上,石墨增加8倍以上,钴增加6倍以上,镍增加6倍以上,锰增加3倍以上,稀土增加3倍以上,铜增加2倍以上,钼增加2倍以上,硅增加2倍以上,等等。这些矿产资源将成为低碳社会的“粮食”或“新石油”,新能源矿产的供需缺口必然会成为实现“双碳”目标的瓶颈,这进一步刺激了对矿产资源的需求;但未来很多矿产资源供应很有可能难以跟上新能源需求迅速增长的事实,很多重要矿产资源特别是新能源矿产供应紧张已经初露端倪。2020年底以来,碳酸锂价格上涨超280%,钴价格上涨了62%以上,锡价格几乎翻了一番,铝价格连续走高,镍价格反弹攀升,铜价格连续上行并达到历史新高。而未来较长的一段时间里,由于供需关系发生了根本性的变化,这些重要金属的价格可能会持续走高。同时,全球矿产品生产总量总体呈增长态势,矿业固定资产投资总体继续回升,矿业经济效益总体持续增长,矿业筹集资金和融资额增加,矿产勘探支出上升,特别是一些针对新能源矿产的勘探力度明显加大。

我国提出了“碳达峰”和“碳中和”的目标和路线图,同时我国也正处于工业化和现代化建设进程的

关键时期,能源资源是经济社会发展的重要基础和支撑,在我国构建以国内大循环为主体、国内国际双循环的新发展格局之时,矿业行业面临实现“双碳”目标带来的新机遇和新挑战,除对矿产资源迅速增长的需求外,复杂多元的运营环境产生多重负内外效应,应坚持系统性思维,统筹经济发展与资源安全,统筹资源开发与环境保护,统筹国内市场与国际市场,打开新的增长空间,获得强劲上涨动能,提高重要矿产资源自主供应能力和产业链供应链的韧性,优秀的矿业公司要在产业链供应链的安全稳定上发挥重要作用,这是责任更是使命。

2 绿色低碳转型要求矿业必须走高质量发展之路

在绿色低碳发展趋势下,许多重要矿产资源特别是新能源矿产开发利用迎来了前所未有的发展机遇,同时矿业开发也面临着诸多挑战与困难。一是矿石工业品位和质量日益下降,优质矿产资源发现减少,高品位矿产资源开采殆尽,从低品位矿石中提取金属需要更多资源和能耗,比如,过去15年中,智利铜矿石的平均工业品位下降了30%,特别是很多稀少稀有金属矿物比较稀疏,如硬岩锂、硫化钴等的工业品位只有0.8%~1.2%和0.03%~0.50%,从开采选矿到冶炼加工会产生大量尾矿和废渣。二是矿产勘查开发周期长、难度大、风险高,必然增加了矿产品的生产成本和产能供应的不确定性,对其资源风险、技术风险、经营管理风险、环境社会风险、政策风险等分析不全面或不透彻,会造成重大损失和投资失误。三是很多矿山集约化程度不高^[1]。到2021年,我国大中型矿山占比提高到30%以上,一些矿山企业通过资源整合扩大了规模,解决了开发周期短、基础设施简陋、资金不足等问题,但很多矿山集约化利用水平仍然不高^[2],市场竞争力弱、升级能力不足,表现在基础设施投资不足、产业链短、行业标准执行难度大、生产运行不规范、融资能力差等方面,跟不上高质量发展步伐。四是矿产资源开采过程可能破坏矿区及周边的生态环境、产生污染、周边社区问题等,约束政策不断严苛,由于生态环境治理和移民搬迁等必然增加了环境成本和社会成本。可以看出,虽然技术进步带来新能源成本的大幅下降,促进了新能源产业快速成长和飞速发展,但同时也必然使得对新能源矿产的需求激增,由于矿产资源开发投入大、周期长、风险高等因素,矿产投入成本在新能源技术总成本中的比例将会越来越高,在一定程度上会被矿产品价格的上涨抵消,影响了原材料有效供应的保障和效果。因此,矿业行业必须对标生态文明建设、绿色发展和“双碳”行动要求,紧

扣行业发展现状和特点,通过绿色转型推动高质量发展,从粗放浪费到集约高效,构建资源利用效率高、环境友好、能耗低、排放少的高质量发展新模式,推动矿业向高端演进。

现阶段,我国矿业发展函数正在发生变化,面临的硬约束明显增多,碳达峰、碳中和成为中长期发展的重要框架,高质量发展成为多重约束下求得最优解的过程。必须清晰地认识我国新能源体系建设和工业化发展阶段的特点,根据生态文明建设和资源安全保障要求,明确矿业高质量发展方向和路径,高标准构建新发展模式。一是加大矿产资源勘探开发投入,集成找矿理论与勘查技术体系,积极拓展找矿空间,锚定成矿有利靶区实现找矿增储,夯实高质量发展的资源基础,并应用资源利用率高环境扰动小的采矿工艺方法,实现矿山建设和开采活动的“高效”“安全”和“环保”,推动新能源和稀缺矿产资源勘查、开采、加工及应用产业一体化发展,打造满足新型工业化和现代化建设需求的关键原材料供应支撑体系,提高全产业链竞争力。二是进一步提高新能源矿产相关行业集中度,加大行业资源整合力度,有效解决矿山企业规模小、建设水平低、能耗高、“三废”排放高等问题,提高矿山企业集约化程度和经营能力,带动矿业生产率的进一步提升。富有竞争力的矿山企业是高质量发展的基础,引导矿业向产业链精深化方向发展,上下游产业协调发展,建立生产、物流和贸易环节的有效联接,提升资源与资本融合运作能力,打造综合能力和竞争力强的矿业集团,注重资源获取全球化,合作开发海外项目,实现高质量引进来和高水平走出去。三是将资源节约与综合利用置于突出位置。我国矿产资源禀赋特点决定了必须走综合勘查、综合评价、综合开采、综合利用的方向和模式,统一规划、综合利用和深度开发已成为矿山企业降低成本、提升效益、优化结构和转型升级的重要途径。自然资源部专门发布了《矿产资源节约与综合利用先进适用技术目录(2019版)》,目前正在研究开展更新迭代,以加强技术政策的引导作用,推动矿山企业进行技术改造升级。应重点加强油气和煤层气高效开采、煤炭合理开采和清洁利用、中低品位难选冶黑色金属矿产利用、有色金属复杂共生矿产提取和短程无污染新工艺新装备、非金属矿产功能材料与结构性矿物开发利用、固体废弃物综合利用、节水及水循环利用,通过生物浸出、原地浸、强化堆浸出等方式直接提取有用元素等方法,高效利用资源。四是建立全过程能耗核算体系,控制并降低能耗、碳排放,让“双碳”行动成为促进节能

减排的重要推手和动力。重点是优化矿山用能系统,通过改进管理和采掘方式,降低贫化率,适当提高入选品位,实现节能降耗,采用高效粉碎设备优化破碎工艺系统,提高分级效率,改良输送技术装备节约输送成本,不断降低能耗和“三废”排放水平。通过改善能源结构走绿色低碳技术路径,发挥矿山企业具有空间开阔的优势,因地制宜地建设和充分利用太阳能、风能,这些都是矿山企业实现碳中和的有效手段。同时,提高外购“绿电”的比例,意味着在低碳驱使下,有更强的碳减排潜力和竞争优势。五是以科技创新提升资源利用效率和社会效益,由单纯粗放的投资型开发模式向技术驱动型开发模式演进,集中精力提升勘查技术,提升物化探及钻井关键技术 with 装备水平,实现资源储量稳步增长;加大采选冶技术攻关力度,应用复杂环境下精细化开采技术和装备提升开采回采率,通过地下采选一体化跨越式提升开采技术水平,集成高效开采、低碳节能、安全环保的共性关键性技术,实现高质量采矿;充分发挥和保持我国矿山企业在冶炼加工领域的技术优势和产业优势,加快形成绿色采选冶的多技术协同集约化利用,构建矿区与地域空间功能化协同的开发新模式;重点开发高性能原材料,满足电子信息、能源、新材料等产业的市场需求。六是加大矿区生态保护与治理修复力度。必须适应不断提高的生态环境保护要求和标准,坚持“边开发、边保护、边治理”的理念,建立严格的资源开发环境管理机制,严格控制“三废”排放;结合自然生态、地形地貌、气候特点和开采方式,将矿区生态修复纳入区域生态系统整体考虑。因地制宜、统筹规划,将矿山生态环境治理、矿业遗迹保护与矿业文化资源开发相结合,提高治理效益。掌握矿区生态本底与修复参照系统,加强矿山采动损伤区的动态监测,认真评估矿区土地与生态损毁,科学制定矿区生态修复综合措施。围绕地表修复和生态重构,开展开采扰动区生态修复与碳汇林建设,提高生态修复效果;露天采矿采用剥离-排土-开采-造地-复垦一体化技术,实现生态环境再造的最优化;地下开采应充分利用干式、水力、胶结和膏体等各种充填开采技术减轻地表沉陷的开采方式,有利于加快生态修复与土地再利用。七是数字化智能化赋能传统矿山转型升级,未来智能矿山建设成为矿业高质量发展的又一个主战场。矿山企业正在将大数据、5G、云、AI等新技术应用于矿山领域,让生产管理更加高效。2021年自然资源部制定发布了《智能矿山建设规范》^[3],规定了在地质与测量、资源储量、资源采选、节约与综合利用、生态环

境保护和协同管控方面实现智能化的基本要求,以及矿山智能化等级划分评估,引导矿山采用大数据和智能控制技术,使生产运营达到自动化、远程化、可视化、智能化和集成化管理,已经成为新矿山建设和矿山技术改造的重要发展方向^[4]。八是矿山管理制度化规范化。建立完善企业日常生产管理、成本管理、质量管理、劳动管理、固定资产管理、设备管理、物资管理、工程项目管理和安全生产管理等在内的管理制度体系,全面提升资源利用效率、劳动生产率和环境社会效益;积极形成全体员工认同的企业文化和价值观念,提升企业凝聚力;做到矿地和谐发展和促进乡村振兴,在教育、就业、交通、生活、环保等方面提供支持,提高矿区人民生活质量,给社会公众留下企业整体性和综合性的印象与评价,实现开矿一处造福一方。

3 绿色矿山建设是实现“双碳”目标和矿业可持续发展的内在要求

深入理解实现“双碳”目标的总体要求和实施路径,不仅需要发展所需的矿产资源支撑,更要减少对环境的扰动和降低环境成本。绿色是高质量发展的底色,要高度重视生产方式的绿色转型,开发矿产资源势必要更好地平衡经济效益、环境效益和社会效益。矿业生产活动不可避免地对环境和社会产生了冲击,各国对矿业开发要求和监管日趋严格,政府管理者、生产商和消费者之间要加强协调,必须提高环境、社会和管理标准,促进资源开发、生态保护和社会和谐关系的有序协调,走矿业健康可持续发展之路。

近年来,起源于资本市场的 ESG(环境、社会 and 治理)理念,是对传统的财务分析和投资组合构建的技术补充,将企业的价值判断标准,转向了对企业环境、社会及治理表现的评价,促进了新的估值评价模型形成,更体现出企业可持续发展的重要方面。国际上对 ESG 越来越重视,甚至成为门槛条件,反映出国际社会对矿业绿色可持续发展的全面共识。对于矿业行业来说,ESG 概念的出现,将行业所面临的环境和社会问题整合为更加系统性的考虑,是企业负责任运营的体现,更是消除运营风险的常态实践。其中,“环境”将能源资源、大气和水、生态系统等自然因素作为环境管理的要素,对环境要素的重视,减少排放,改善能源结构,实施对生物物种影响的缓解措施;“社会”反映了职业健康、安全与环境、搬迁安置、公益事业和就业支持等问题,以妥善解决员工诉求、促进社区和谐发展为核心,避免影响矿产开采运营的稳定性;“治理”意在企业建立规范高效

的管理体系,并将相应管理措施纳入到日常运营之中,促进 ESG 因素与公司长远发展战略深度融合,增强其在可持续发展的适应力,也向矿山企业提供了一套社会风险管理的思维,正逐步成为矿山企业得以可持续发展的关键要素。

经过近 20 年努力,我国绿色矿山建设从倡议探索、到试点示范、再到全面推进,已经成为社会广泛共识。其建设内容和评价指标包括科学开采、资源高效利用、生态环境保护、节能减排、规范管理和矿区和谐等诸多方面^[5],以系统性、综合性为原则,体现了矿山企业可持续发展的能力。可以看出,绿色矿山从最初的绿化复垦到资源综合利用和节能减排,再到生态重塑和对社会的责任履行,其建设和评价内容涵盖和超过了 ESG 评价因素范围,对于矿山企业在全中国低碳经济转型和“气候变化”的持续挑战中保持稳定发展,以及提高公司治理能力和化解社会风险,具有扎实的实践基础和重要的长远意义。最近,我国很多知名矿山企业发布的 ESG 报告充分吸收了绿色矿山建设评价要素,内容更加丰富,特色更加鲜明。自然资源部专门发布了石油、煤炭、冶金、有色等 9 个行业绿色矿山建设标准和绿色勘查技术标准;各地因地制宜,制定了四十多项地方标准,一些行业社团组织和企业集团主动作为,制定了各具特色的团体标准和企业标准,构建形成了绿色矿山建设的标准体系^[6]。在上述标准规范的基础上,自然资源管理部门还专门制定了《绿色矿山建设评价指标》,形成了系统的评价体系和评价方法,明确了合法合规、信息公示和运营状态等先决条件,设置了矿区环境、开发方式、资源高效利用、节能减排、科技创新和智能化、规范管理和社区和谐等 6 项一级指标和 100 项具体评价指标,各项指标具有明确的指向性、评价内容和政策标准依据。在评价方法上,所有指标数据信息必须有明确来源,具有可获取性、可量化性和可考核性,并要求矿山企业自评和第三方评估、社会和管理部 门 认 可 相 结 合,加 强 实 地 核 查 现 场 评 估,评 估 过 程 全 留 痕 可 追 溯,定 量 指 标、定 性 指 标 被 赋 予 不 同 的 分 值,最 终 评 价 结 果 应 达 到 规 定 的 相 应 等 级,评 价 体 系 已 经 在 全 国 各 级 绿 色 矿 山 建 设 评 价 和 遴 选 实 践 中 广 泛 运 用。

各地矿山企业和管理部 门 把 绿 色 矿 山 建 设 作 为 矿 业 领 域 生 态 文 明 建 设 的 重 要 平 台 和 抓 手,将 绿 色 发 展 理 念 贯 穿 于 资 源 开 发 全 过 程,提 高 矿 业 发 展 质 量 和 效 益,努 力 构 建 科 技 含 量 高、资 源 消 耗 低、环 境 污 染 小 的 矿 业 发 展 新 模 式。中 国 矿 山 企 业 也 正 在 走 向 国 际,同 时 把 绿 色 矿 山 建 设 理 念 和 标 准 推 向 国 际,

不仅是满足本国资源供给需求,更是有志于成为矿业产业绿色发展的推动者,不断丰富绿色发展内涵,以创新构建中国矿山企业全球化竞争力,提升技术创新能力、绿色生态发展能力、生产运营管理能力、文化认知融合能力等,形成中国特色的矿业发展之路,特别是在矿业国际合作项目建设中率先实践推广。不同于西方矿业公司在非洲的“荒地式”生态恢复,我国矿山企业以多种方式践行绿色矿山,如打造了刚果(金)百年矿业史上首个绿色矿山,坚持建设边绿化、边开发边绿化,大力发展公益,实现开发和谐共赢;在塞尔维亚打造公园式绿色矿山,造福社会,共享绿色成果;在哥伦比亚打造绿色矿山,创最佳矿山企业,是当地矿山产业模式升级的全新尝试,等等。中国矿山企业通过“走出去”,向全球矿业界提供中国方案,使传统意义上的采矿业转型升级为全球绿色智能的新型产业模式,必将会使国际矿业项目合作取得真正“双赢”,有利于促进当地经济社会发展。

参考文献

[1] 鞠建华,王婧,陈甲斌.新时代中国矿业高质量发展研究[J].

中国矿业,2019,28(1):1-7.

JU Jianhua, WANG Qiang, CHEN Jiabin. Study on the high quality development of China mining industry in the new era [J]. China Mining Magazine, 2019, 28(1): 1-7.

[2] 王牛.论矿山开采规模化的必要性[J].河南科技,2014(1):161.

WANG Niu. On the necessity of large-scale mining[J]. Journal of Henan Science and Technology, 2014(1): 161.

[3] 自然资源部.智能矿山建设规范: DZ/T 0376—2021[S].北京:地质出版社,2021.

[4] 王方里,沈铭成.浅析数字化矿山建设意义及关键技术[J].中国金属通报,2020(13):65-66.

WANG Fangli, SHEN Mingcheng. On the significance and key technology of digital mine construction [J]. China Metal Bulletin, 2020(13): 65-66.

[5] 鞠建华.绿色发展引领中国矿业进入新发展阶段[J].中国矿业,2021,30(1):1-4.

JU Jianhua. Green development leads China's mining industry into a new stage of development [J]. China Mining Magazine, 2021, 30(1): 1-4.

[6] 鞠建华.构建中国绿色矿山建设的支撑体系[J].中国矿业,2020,29(1):13-15.

JU Jianhua. Building the support system of green mine construction in China [J]. China Mining Magazine, 2020, 29(1): 13-15.