

文/古德生, 吴超

金属矿山科技和环境问题及其思考

中国现有人口 13 亿多, 到 21 世纪将超过 15 亿, 矿产资源人均占有量远低于世界平均水平。经过长期大规模的开发, 埋藏于浅地层的高品位矿产资源大部分已消耗殆尽, 矿产资源开发正朝着千米以下深部资源和低品位矿产资源过渡。尽管近 10 年中国加大了矿产资源的勘探力度, 并在青海、新疆、西藏等西部地区以及在全国原有矿山基地的深部和周边陆续发现了一批新的矿体, 但总的说来当前中国的矿产储量还无法满足日益增长的社会需求。由于上述问题, 未来迫切需要建立一系列新的矿产资源开发及回用理论与技术, 以期找到新的矿产资源, 并从根本上变革传统矿产资源开发模式和消除开发过程对环境的破坏。由于矿产资源开发活动的地下结构(或水下地下结构)是在地壳上部的岩体内进行, 这个环境受到构造应力场、地下水、地温等很多条件的交互影响, 加之矿岩本身的非均质性、各向异性、不稳定性等, 使地下开采过程处在一个环境极端恶劣、情况千变万化、工作条件十分复杂的情况, 同时也决定了现代数学、物理、力学等理论远远不能满足描述资源开发实际过程的需要。因此, 资源开发领域更需要更多的符合自身特征的相关理论、方法和技术。

为了找到新的矿产资源和实现传统资源开发模式的变革, 必须使传统资源探查与开发及利用理论基础有重大突破。这样做的理由在于: 其一, 寻找大埋深复杂隐伏状金属矿床探查的新技术, 其突破点在于研究矿岩介质中多频激电的震电效应和磁场效应, 发展基于电磁波成像准确探矿的新原理。其二, 矿产资源开发及利用的细观矛盾在于破碎岩石和防止岩石破碎, 因此, 资源开发的理论基础在于力学问题, 其中不连续各向异性介质非线性动力学又是关键的基础问题, 如岩石损伤与断裂动力学、爆破动力学、岩石冲击动力学、散体动力学、地压冲击动力学、渗流动力学、化学溶浸动力学、矿井空气动力学、矿井热力学等均可归结到力学领域。其三, 矿产资源开发的宏观矛盾在于矿产资源的不可再生与人类永续需要, 因此, 实现无废害开采, 保护环境, 循环利用, 是资源开发可持续发展客观要求, 这就不可避免地涉及到低品位资源开发、固体废料的回用、尾砂再利用、矿山水土保持等的重大基础理论研究问题。在实现上述三方面研究的基础上, 中国矿业科学才能在国际上处于有利地位, 推动中国矿业进入良性循环状态, 为国民经济的稳定增长发挥重要作用。矿产资源开发创新要考虑可持续性、环境保护、安全与经济三层彼此相关的重大基础问题。

为此建议:

1) 加大资源探查与开发及利用的基础研究投入。国家在经费投入方面, 应从资源开发自身的特点和规律出发, 立足国情, 针对中国矿产资源深、贫、共生等特点, 加大资源探查与开发及利用的基础研究投入, 突破传统理念和框架, 以无废害可持续开发为目标, 以地球物理学和非线性介质动力学及矿物回收化学生物学为突破口, 研发深埋金属矿床探矿新理论和新技术, 创建一套非传统的资源开发及利用理论体系, 建立适合自身特点和发展规律

的开发模式, 使中国矿业实现可持续发展, 进而促进中国国民经济和社会的持续发展, 使中国矿业科学与技术处于国际前沿, 从而也能刺激、带动相关学科的发展。

2) 重视资源-经济-环境相协调矿产资源开发的研究。目前中国矿山环境灾害演化的速度, 远大于灾害治理的速度。人类工程活动对环境的影响远超过环境的自然恢复和治理能力, 它已成为危及人类生存、阻碍社会进步和稳定、影响经济持续、协调发展的重要因素。随着中国经济的发展, 中国资源开发已逐渐由东部向西部转移; 西部地区气候干燥寒冷, 地貌高低不平, 水土流失严重, 生态环境脆弱, 如果不采取科学、有效的措施, 东部地区开采所造成的环境灾害的惨剧肯定会在西部地区重演, 并且会比东部地区严重得多, 甚至还会波及全国的生态环境。因此, 矿产资源开发决不能再走“先污染, 后治理”、“先破坏, 后恢复”的老路。要实行“在保护中开发, 在开发中保护的”方针, 重视矿产资源开采的环境响应, 实现矿产资源开发与环境保护一体化。因此, 要开展资源-经济-环境相协调的矿产资源开发创新工程发展战略的研究, 研究与环境协调一致的矿产资源的开采模式, 这对促进国民经济可持续发展及建设创新型国家都有重要的意义。

3) 开展资源开发的前瞻研究。不仅要研究如何高效清洁利用好矿产资源, 如何加快开发利用可再生资源, 更要把握世界资源生产与消耗的发展趋势, 把握世界资源发展的态势。为了实现资源-经济-环境相协调的矿产资源可持续利用, 要解决一系列关键的资源问题, 包括可再生资源的开发和酝酿新的技术突破等。为了实现中国经济社会的科学发展, 必须建立符合中国发展需要和体现我国资源特色的资源开发创新体系, 需要前瞻部署资源的基础性、战略性、前瞻性和系统性研究与开发, 把握资源发展和资源结构转型的机遇, 掌握资源开发关键科学问题、核心技术与先进设备研发制造和系统集成能力, 并进入世界资源产业的前列, 以支撑中国经济社会持续发展。

因此, 要从宏观上研究中国主要金属矿产资源的供需变化趋势和对外依存度, 提出中国金属矿业技术创新体系建设的总体目标、基本原则、主要任务和具体政策措施。根据科技发展战略所确定的技术发展方向, 在全面、深入分析中国金属矿产资源开发利用以及矿业生态环境现状的基础上, 明确提出了今后 20 年(甚至更远的时期)中国金属矿业资源领域国家重点支持、鼓励发展的重大技术领域和关键技术, 明确需要限制并逐步淘汰的落后工艺, 为中国金属矿产资源保障趋势的预测、关键技术因素分析与技术政策的制定、技术创新体系的评价等提供强有力的决策支撑。

本文作者: 古德生, 中国工程院院士、中南大学教授; 吴超, 中南大学教授。

本栏目专门刊登广大读者就促进科学技术发展的评论提出的意见和建议, 欢迎国内外科技工作者投稿。

(责任编辑 王芷)