

关键金属超常富集成矿和高效利用

关键金属(critical metals)或关键矿产资源(critical minerals)是国际上近年新提出的资源概念,指当今社会必需的安全供应存在高风险的一类金属元素及其矿床的总称,主要包括稀土、稀有、稀散和稀贵金属。这些金属具有独特的材料性能,在新能源、信息技术、航空航天和国防军工等尖端行业具有不可替代的重大用途。据预测,未来几十年全球对关键金属的需求将迅猛增长。未来国际矿产资源和科技的竞争,在很大程度上将集中于对关键矿产控制力的博弈。因此,关键矿产的成矿机制、有效勘查和高效利用理论与技术的研究,已上升到世界发达经济体的国家战略层面。

1 关键矿产已成为欧美等发达国家的核心安全关切

近10年来,欧盟及美国、澳大利亚和日本等发达国家先后制定了关键矿产发展战略。美国总统于2017年签发了《确保关键矿产安全和可靠供应的联邦战略》的行政令,强调要查明关键矿产的新来源,减少因关键矿产供应链中断带来的国家安全与经济发展隐患。为支撑国家战略的实现,美、欧、日、澳相继布局重大项目或研究计划,加强对关键金属成矿作用、找矿勘查和高效利用的研究,并取得重大进展。欧盟通过实施“地平线2020”计划在非洲增加了大量稀土储量,美国在犹他州发现了占全球总储量60%以上的超大型铍矿床,日本在太平洋海底沉积物中发现了大面积分布的稀土富集区。这些重大发现,正在改变对这些关键金属新来源的认



陈骏,江苏扬州人,地球化学家,中国科学院院士。现任南京大学地球科学与工程学院教授。主要研究方向为表生地球化学和矿床地球化学。

知其全球供需格局。

2 加强关键矿产研究是满足中国重大需求的必然选择

改革开放以来,中国工业化快速推进,《中国制造2025》战略的实施进一步加快了工业转型和升级发展的步伐。《中国制造2025》制定的7个战略性新兴产业对关键金属均有重大需求。但是,中国关键矿产形势严峻。一是某些关键矿产传统优势正不断减弱,例如中国探明的稀土储量已由1990年以前占全球70%以上降至现在的37%;二是很多关键矿产对外依存度过高,例如铍和铌高达40%,钽、锂、铂、钴、铬等更是高达80%~99%,严重影响国家经济和国防安全。

中国亟需高度重视关键矿产研究,突破理论和应用瓶颈,破解关键矿产资源供求困境,大幅提升资源掌控力、转型驱动力、资源配置力和产业竞争力。

3 核心科学问题和研究布局

关键金属矿产以“稀”“伴”

“细”为主要特征。关键金属元素的地壳丰度低,多与主成矿元素共伴生成矿,常以吸附、类质同象和极细小矿物形式存在于矿床中。这些特征决定了认识关键金属矿床成矿的源—运—聚过程、提高关键金属元素的高效利用水平,在客观上存在难示踪、难辨识、难分离的巨大难度。

与铁、铝等大宗金属元素富集几倍即可成矿和选冶出金属产品很不相同,关键金属元素通常需要富集成百上千倍才能成矿和从矿石中选冶出金属产品。笔者把这种成百上千倍的富集称为超常富集,包括成矿过程的天然超常富集和选冶过程中的人工超常富集。显然,要实现成矿理论突破、指导找矿突破和分离理论突破这一目标,需要解决低丰度金属元素超常富集过程与驱动机制这一核心科学问题及地球多圈层相互作用与关键金属元素富集、关键金属元素成矿机制与规律以及关键金属元素赋存状态与强化分离机理等3个关键科学问题。

根据中国的地质背景和关键金属供需现状,急需针对上述科学问题进行多学科交叉融合,将先进的观测—实验—计算—模拟手段相结合,通过对锂、铍、铌、钽、锆、钨、铪、铯、钼族、钴、铬等中国紧缺关键矿产的研究,重点解决资源增储和“呆矿”利用问题,为缓解资源危机做贡献;通过对稀土、钢、锆、镓、钨、锡等中国优势关键矿产的研究,引领成矿理论和分离理论的发展,把优势矿产做优做强,作为大国博弈的反制利器。

陈骏

(南京大学地球科学与工程学院,南京 210023)