



加强科技创新,实现矿产资源可持续发展

刘亚川

(中国地质科学院矿产综合利用研究所,四川 成都 610041)

摘要 针对我国矿产资源的特点和严峻的供需形势,论证了加强矿产综合利用工作的重要性。并从矿产综合利用的视角,在难利用矿的攻关、矿物新材料的开发、新设备的研制、废弃物的综合回收、矿山环境修复和矿山灾害控制、矿产资源可利用性技术评价等方面,详细阐述了加强科技创新的工作重点、方法措施和研究方向,旨在“提高资源综合效益”,为实现矿产资源可持续发展作出更大的贡献。

关键词 矿产资源;综合利用;科技创新;可持续发展

中图分类号 :TD98 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-6532(2006)06-0003-05

1 前言

随着国家经济的高速发展,矿产资源供应紧张对经济持续健康发展的制约作用已日益凸显,引起了全社会,特别是中央领导的高度重视。按照“以人为本,全面协调可持续发展”的科学发展观的要求,中央进一步提出要建立节约型社会,大力发展循环经济。

解决资源问题,需要从源头抓起。为了全面增强地质勘查的资源保障能力和服务功能,促进地质工作更好地满足经济社会的需要,国务院于今年1月作出了《关于加强地质工作的决定》,提出了地质工作的总体要求,就完善地质工作体制、增强地质科技创新能力和提高地质工作管理水平,提出了明确要求。温家宝总理十分关心地质工作,于3月5日和4月21日两次就加强地质工作作出重要指示,明确指出国家地质工作的四大任务:地质找矿、提高资源综合效益、改善生态环境、防治地质灾害,并殷切期望“解决重要矿产资源接替”和“在重点成矿区带,创造出有宏观影响的大成果”。国土资源系统正在组织认真学习国务院《决定》和总理指示,研究讨论贯彻落实的具体措施。国土资源部科技司和中国地质调查局先后组织有关专家和单位召开了“矿

产资源开发利用技术现状与对策研讨会”和“提高资源综合效益专题研讨会”,研究如何加强矿产综合利用,提高资源综合效益,形成了一些初步共识。

2 正确认识矿产资源的严峻形势,树立忧患意识

由于我国是一个具有地层发育齐全、沉积类型多样、地质构造复杂、作用复杂多样、成矿过程不够充分的地质条件的国家,决定了我们所找到的矿产多属于复杂、难选、低品位、多金属共生的矿产,加上长达几千年的消耗,优质资源几近枯竭,所以我国的矿产资源具有以下几个显著特点:

(1)贫矿多,富矿少。铁、铜、锰、铝、磷等国民经济的紧缺矿产的贫矿比例分别高达97.5%、64.1%、93.6%、98%、93%,其探明储量的平均品位还不及世界平均品位的一半。

(2)难选矿多,易选矿少。在我国现有的可供开采的矿产中,其复杂性除共伴生元素多外,相当一部分矿产还具有各种矿物以细粒、甚至微细粒状态相互嵌布共生,或富含有毒有害元素等特点,这些矿产难以用传统的选矿方法加以富集利用,对新技术依赖性相当高。

(3)共生矿多,单一矿少。我国的有色金属矿

的 85% 以上是综合矿, 共伴生铁矿约占总储量的 31%。铅锌矿多数为铜铅锌矿、铅锌银矿和银铅锌矿。900 多个铜矿中, 共伴生矿占 72.9%, 单一矿仅为 27.1%。由于共生矿的复杂性, 不仅导致很多共生矿难以开发或共生元素无法实现回收, 即使开发也使选冶成本大大增加。综合利用程度的低下, 使我国共生矿资源储量大打折扣。

一方面我国矿产资源的供需形势严峻, 另一方面矿产资源综合利用率极低, 浪费惊人。据粗略统计, 我国矿产资源的综合回收率总体平均不超过 50%, 综合利用率约为 20%。目前我国综合利用搞得比较好的国有矿山仅占 30% 左右, 部分进行综合利用的国有矿山为 25% 左右, 完全没有进行综合利用的占 45%, 全国 20 多万个集体个体矿山基本不搞综合利用。有色金属矿产资源综合回收率为 35%, 黑色金属矿产资源的综合回收率仅为 30%, 比发达国家低 20 个百分点。我国对矿产废弃物的回收利用和无害化处理才刚刚起步, 我国现有 2000 多座矿山尾矿库, 现存尾矿约 50 亿 t, 每年新增排放固体废弃物约 3 亿 t, 而尾矿平均利用率只有 8.2%。

从我国矿产资源的特点和开发利用存在的问题不难看出, 我们必须比世界上其他任何大国更加珍惜矿产资源, 更加严格地保护和合理利用矿产资源。"三多三少" 的特点, 决定了我们在矿产资源开发中更加依赖采、选、冶和综合利用技术的科技进步。

3 加强矿产综合利用技术创新, 为可持续发展作贡献

3.1 攻克关键技术使难利用矿产成为可利用资源

据统计, 我国金属矿产以单一矿产形式产出、储量占该矿种总储量 50% 以上的只有铁矿、锰矿、铬铁矿、汞矿和锑矿, 其余金属矿产绝大部分都是伴有其他有益组分产出的综合矿。如何使难利用矿产成为可利用资源, 一直是矿产综合利用科研工作的首要任务。在过去的几十年中, 由于综合利用技术的突破, 使大量的难利用矿产成为可利用资源, 正是这些资源的开发保障了我国几十年经济发展对矿产资源的需求。比如, 解决了选钽技术和提钽技术, 使攀枝花铁钽磁铁矿成为世界著名的铁钽钛资源基地; 由于查清了在海相沉积矿中金的赋存状态, 并解决

了金的提取技术, 使黔西南金矿成为我国著名的"金三角"; 由于反浮选技术和高梯度磁选技术的突破, 使我国的赤(红)铁矿成为可利用资源; 由于重介质选矿技术的突破, 使我国储量巨大的胶磷矿成为可利用的资源。大矿量堆浸技术的突破, 使我国低品位金矿得到利用。与此同时, 由于综合利用技术没有得到解决, 也存在着许多难利用矿至今仍不能开发的严重情况。近日, 国土资源部信息中心发布了《2005 年中国国土资源可持续发展研究报告》。报告显示, 在我国主要固体矿产查明资源储量中, 经济可采储量仅占 1/5, 已利用矿区查明资源储量的可利用程度同样很低, 经济可采储量仅 1/4。按新的全国固体矿产储量分类标准, 我国除铀外的 42 种主要固体矿产可采储量占查明资源储量总量的比例平均仅为 20.6%。其中比例大于 30% 的矿产只有 6 种; 介于 20% ~ 30% 之间的矿产有 18 种; 低于 20% 的矿产有 18 种, 钴矿、铂族金属的经济可采程度极低, 分别仅占探明资源量的 6.43% 和 1.23%。在已被矿山利用的查明资源储量中, 经济可采储量占查明资源储量的比重也很低, 平均为 26%。在不包括铀矿的 42 种主要固体矿产中, 超过 30% 的有 13 种矿产; 在 20% ~ 30% 之间有 17 种矿产; 另有 12 种矿产已利用矿区可采储量占查明资源储量的比例低于 20%。报告显示, 我国 45 种主要矿产的查明资源储量利用程度仅为 57.86%。优势矿产的查明资源利用程度高于短缺矿产, 在 16 种查明资源储量利用程度低于 50% 的矿产中, 许多是目前我国供应相当紧张的矿产, 如煤、铁、铝土矿、钛、铂族金属, 利用程度介于 50% ~ 70% 的 9 种矿产中, 主要为资源相对丰富的优势矿产, 如铅、钼、磷、水泥灰岩、石材等; 利用程度高于 70% 的 19 种矿产中, 绝大部分为资源相对丰富的优势矿产, 如钨、锡、锑、菱镁矿、萤石等; 石油、萤石、重晶石、石墨、石棉等矿产的利用程度在 90% 以上, 几乎已经无可供新建的矿山后备基地。从 1999 年开始的新一轮国土资源大调查, 在矿产勘查方面已取得了重大成果。截止 2002 年底, 累计新发现矿产地 421 处, 累计探获资源量(333 + 334) 铜 1200 万 t, 铅锌 3000 万 t, 铝土矿 5600 万 t, 优质锰矿石 8900 万 t, 铁锰矿石 1.15 亿 t, 锡 100 万 t, 金 1000t, 银 20000t, 钾盐 1.29 亿 t, 磷矿石 7500 万 t。新发现的东天山土屋—延东铜矿已控制铜资源量 270 万 t, 西南三江地区则发现和评价了一批大

中型铜铅锌银多金属矿,提交资源量达到铜 300 多万 t、铅锌 1000 多万 t、银近万 t,有望成为大型有色金属资源基地,仅兰坪白垩坪可探求资源量为银 10000t、铜 80 万 t、铅锌 100 万 t、钴 1500t,南汀河芦子园探获铅锌资源量在 200 万 t 以上。值得注意的是,这些新资源中多数属于多金属矿共生矿和低品位矿,用传统工艺很难得到开发利用,加上矿产所处地区多属于经济相对不发达、生态环境脆弱的区域,若不加强对其可利用性的研究,将必然形成更多的呆滞资源。否则,找矿越多,形成的呆滞矿山越多,所作的找矿投入就会无限期沉淀在地下。所以,在地质大调查中配合战略性地质找矿工作,加强对新类型矿产和尚难利用矿产的综合利用技术创新,对于寻找和确定具有可利用性的新的矿产资源基地,为国家和社会发展提供战略资源保障,是一项必不可少的战略性工作。

复杂难处理矿的利用技术研究的重点对象是当前国家紧缺的铁、铜、铝、铅、锌、锰、镍、钨、锡、钾盐、金等矿产。我国现存储量巨大的宁乡式高磷鲕状赤铁矿、鞍山式低品位赤铁矿、磁-赤铁混合矿、中低品位钒钛磁铁矿、硼镁铁矿等,是铁矿利用技术攻关的重点。低品位矿、斑岩型铜多金属共生矿的富集分离技术是铜矿利用技术攻关的重点。一水硬铝石高硫型铝土矿、铝硅比 5 左右的低品位铝土矿是铝资源利用技术攻关的重点。此外,中低品位碳酸锰矿、低品位氧化锌矿、中低品位镍矿等储量较大的矿产的资源化技术攻关任务也较艰巨。与此同时,一些基础性研究必须加强,比如,多金属共生矿的有价元素的赋存状态及其在工艺过程中走向的研究,氧化硫化混合矿的氧化程度识别技术研究,高效低毒氧化矿浮选药剂研究、复合场作用机理及实现方式、复杂多金属矿的混合精矿湿法提取新技术、生物冶金处理技术、加压浸出技术、电位控制多元素湿法分离技术、电位控制浮选分离技术、固砷固硫新技术及其相应的设备研究,为选冶技术研究提供方向和基础技术支持,为难处理矿产的高效利用提供新的途径。

3.2 加强矿物新材料研究提升资源价值

矿产综合利用的一个重要领域是研究开发具有特殊性能的矿物新材料,提升资源价值。由于矿物是在复杂的地质作用下形成的产物,具有某些特殊的性质,充分认识这些性质,并应用这些性质开发新

材料,既可以为社会经济发展提供新材料来源,也可以避免将矿石进行加工提取有用组分然后再进行材料制造的复杂过程,以及在这个过程中所造成的环境影响,这是一种典型的循环经济方式。比如,利用矿物的特殊电学性质,研究开发新的矿物绝缘材料;利用矿物的特殊磨蚀能力,开发新的研磨剂;利用矿物的吸附性能,开发新的吸附剂;利用矿物对波的吸收性能,开发波吸收材料;利用矿物中某些成分,制造矿物药材。对矿物进行适当的加工改性,比如超细磨、表面覆盖、表面溶蚀等,可以使矿物的某些特性得到强化或延伸,也可以弱化某些特性或增加某些特性,从而成为新的矿物材料。应当着力研究不经冶炼,直接用矿石制备化学品的技术,如煤炭的气化、液化、石油化技术,用锰矿石直接生产电解金属锰技术,用煤炭生产活性炭、碳黑、腐质酸技术等等。与此同时,还应当针对新型资源和非金属矿资源开展必要的基础性技术研究。比如,非金属矿工艺矿物学、工业矿物除铁钛新技术、矿物碎化机理、窄级别分级技术、矿物材料表面改性、改型技术、助磨剂的研制和应用效果研究,以及复合场聚集技术和新的絮凝技术。

3.3 加强新设备研制推动矿业跨越式发展

我国的矿山装备严重滞后于建设现代化矿山和矿业由粗放型向集约型发展的需求。除少数矿山的装备达到或接近国外上世纪 80 年代水平之外,绝大多数仍停留在 60 年代水平,这些装备规模小、效率低、能耗高、成本高,多数是人工控制。所以,应大力开展矿山装备的研制,为矿业跨越式发展提供技术先进、自动控制程度高、能耗低、规模大、安全可靠的新装备,达到先进技术与先进装备的有机结合,使资源在选冶过程中得到最佳利用。在选矿设备方面,要加强磁团聚、磁共振等复合场选矿设备的研究,充分利用不同力场的协同效应,扩大分选差异,提高分选效率。在研究新型破碎磨矿设备时要把降低能耗摆在优先的位置,重点研究开发具有大破碎比和选择性的大型破碎设备。充分利用相关领域的技术进步,开展新型超细粉碎设备的研制,提高破碎效率和处理能力,降低能耗和破碎粒度。要开展大型浮选机、磁选机、过滤机、自磨机的研究,降低单位矿石的能耗。还应该开展超导磁选机等先进设备的研究,赶超世界先进水平。要积极组织成套装备的研究,以及相应的在线检测和自动控制技术与装备。

湿法冶金技术具有建厂投资低、适应能力强、环境影响小、生产成本低的特点,其应用前景广泛。湿法冶金技术在我国虽有应用,但存在应用规模小、装备落后等问题。所以,在冶金设备方面,要重点开展大型湿法冶金关键设备的研制。应重点研究开发大型矿浆电解槽、大型高压反应釜、大型高效萃取电积设备,以及防腐材料、高压材料和高压矿浆输送系统的研究和应用。

3.4 加强废弃物综合利用技术研究实现资源环境协调发展

矿业活动排放的“三废”是生态环境恶化的重要原因之一。据粗略统计,全国各类矿山每年排放废水 30 亿 t,废气 5400 多万 m^3 ,固体废弃物达 10 亿多吨。这些废弃物造成了对大气、水体和土地的污染,对生态环境造成了严重影响,必须切实注意并采取措​​施减轻或消除。

在资源环境协调发展技术创新方面,首先应当开展“绿色矿业”技术研究,比如金矿的无氰浸出技术、氧化焙烧固砷固硫技术、选矿废水循环再生技术。要积极开展选矿药剂无害化研究,尽量减小废水中药剂对环境的影响。

要实现资源与环境的协调发展,需要加强对三废的治理技术研究,尤其是矿业固体废弃物的综合利用技术。应当重点开展对矿山废石和尾矿的利用技术研究,开展老尾矿中有价元素或有用矿物的再回收技术,充分提取有价元素,以及与之相关的尾矿的分级、脱水技术研究。同时,要研究废矿井充填、采矿场复垦、道路修筑、建材生产技术和有害元素的影响与防治,尽可能实现规模化利用废石和尾矿,使之减量化、无害化。要加强烟尘的治理技术研究,特别是低浓度 SO_2 制酸和硫磺产品技术,研究多力场复合除尘技术及设备。要加强废水治理和水循环利用技术研究,以及废水成分的检测控制技术及设备。同时要开展新型絮凝剂、电解气浮技术及设备、生产用水的减污技术的研究和应用,努力使生产用水能够实现尽可能循环使用,减少废水向环境的排放。

3.5 开展矿山环境修复和矿山灾害控制技术研究

地质灾害的发生危及人民群众生命和财产安全,矿业活动是人为地质灾害的主要肇事者。在露天采矿活动中砍伐森林,剥离地表覆盖层,进行大规模采掘,在采矿活动结束后又不及时进行矿山复垦,造成了矿山周围森林消失、矿渣遍地、山体裸露、水

土流失,极易引发大面积泥石流流灾害。在地下采矿活动后不采取措施及时回填,造成矿区的大面积塌陷,破坏地下水贮存及循环环境,引起地表水和地下水干枯。我国目前的矿山复垦率仅为 12%,而国外已经达到 70%~80%,差距很大,尤其是环境修复技术和修复工程方面差距更大,对矿山环境修复技术的研究和应用正在引起政府和社会的重视。应当开展有害元素在土壤和植物中的富集迁移机理和规律的研究,为环境修复技术研究提供基础支撑。需要加强废石中有害离子的封闭技术、废石中有益元素的合理释放技术研究,进行物理及化学复合修复污染土地技术、尾矿复垦技术、酸性废石复垦技术的研究和工程化试验,还应当研究处理被污染土地的再生技术,比如,研究被含硫废水酸化的土地的再生技术,研究含砷、汞、镉、铅等有害元素土地的再生技术。利用某些天然矿物良好的自净化作用,开展环境矿物材料对被污染土壤治理方法的研究,研制净化水质用矿物材料以及相关的净化功能、净化机理研究,以及筛选和培育能大量吸收重金属元素性能的植物,积极开展多专业多方法组合修复技术的研究与应用,使我国的矿山环境得到逐步恢复和治理。

3.6 支持政府对矿产资源开发的严格管理

在我国,要实现矿产资源的循环利用和充分利用,必须加强对矿山企业的引导、监督和管理。首先,要在发放采矿证时,对矿产资源开发利用方案进行严格的审查,确保其开采方案采用了合理的开采顺序、开采方法、开采回采率、采矿贫化率,在选矿方案中采用了先进的技术,对具有综合利用价值的所有有价元素进行了充分的回收,具有合理的选矿回收率,对暂不能综合利用的采取了合适的方法予以保存。对已经生产的矿山企业要加强日常的监督,确保所确定的开采和选矿方案得到真正实施,“三率”达到了应当达到的标准,及时地采用了新的先进技术以提高资源利用率,以及在生产过程中是否对环境造成不应有的破坏,是否及时对环境进行了治理和恢复。通过这样的方式,引导、要求甚至强制企业采用采选冶新技术,提高资源的合理利用水平,从而达到管理的最终目的。

4 结 语

“中国地质科学院矿产综合利用研究所”自建所以来,对国内外 1000 多个矿区的矿产资源进行了

矿石性质、选矿富集方法和有价元素综合利用工艺的试验研究,先后提交各类资源可利用性试验研究报告 2000 余份。为我国建设攀西钒钛磁铁矿、白云鄂博稀土铌铁多金属矿、金川铜镍矿三大共生矿为标志的大型资源基地提供了可靠的决策依据,为这些资源基地的建设及技术改造提供了重要的战略性基础资料。1980 年,地质部颁发嘉奖令,嘉奖我所“在地质找矿工作中功勋卓著”,成为地质部唯一的“功勋研究所”,充分证明了我所长期以来对地质找矿工作和国家经济建设所作出的突出贡献。矿产综合利用研究所在这些工作中也积累了经验,形成了一支能打硬仗的队伍。

Strengthening Scientific and Technological Innovation , Realizing Sustainable Development of Mineral Resources

LIU Ya-chuan

(Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources , CAGS , Chengdu , Sichuan , China)

Abstract :Aimed at the characteristics and stern situation of supply and demand of mineral resources in China ,the importance of strengthening comprehensive utilization of mineral resources is demonstrated. From the standpoint of comprehensive utilization of mineral resources ,according to the train of thought of making breakthrough in the field of utilization of difficult - to - treatment ores ,development of new - type mineral materials and developing novel processing equipments ,comprehensive recovery of various wastes from mining mineral processing ,metallurgical and other industries ,rehabilitation of mine environment and control of mine disaster ,technical evaluation of utilizability of mineral resources ,the key points ,methods ,countermeasures of strengthening scientific and technological innovation and future research direction are elaborated ,the purpose is to increase integrated benefits ,making more contribution to realizing sustainable development of mineral resources.

Key words :Mineral resources ; Comprehensive utilization ; Scientific and technological innovation ; Sustainable development

《矿冶工程》杂志 2007 年征订启事

《矿冶工程》(双月刊)由中国金属学会、长沙矿冶研究院主办,面向国内外公开发行。

《矿冶工程》读者对象是采矿、选矿、冶金、材料、地质、煤炭、化工、建材等系统的有关生产、设计及科研人员、院校师生和生产技术管理人员。主要栏目为专家访谈、综合评述、采矿、选矿、冶金、材料、经验交流、技术革新、企业管理等,内容新颖,是开拓、激发创造力的良师益友。

《矿冶工程》编辑部承接彩色、黑白及文字广告业务,欢迎各企事业单位来电来函联络。

《矿冶工程》真诚欢迎新、老订户向全国各地邮局订阅本刊,也可直接向编辑部订阅。邮发代号 42-58,大 16K,定价 10 元,全年 60 元。

本刊地址 (410012)湖南省长沙市麓山南路 966 号《矿冶工程》编辑部 联系人 梁祝平

电话 (0731) 8657070 传真 (0731) 8657186 E-mail KYGC@public.cs.hn.cn