

机质只对那些在矿源层形成阶段易于被有机质吸附富集，在热液成矿阶段又易于从有机质中脱离的元素的成矿才有积极意义。

3.沉积-成岩环境对有机质与金属作用能力的影响 一般来说，成矿元素在氧化条件下易于活化迁移，但氧化条件对有机质的保存不利，因此，有机质对成矿元素的活化迁移作用可能主要发生在硫酸盐和有机质的共同稳定场中，也就是沉积物浅埋阶段以及成岩期后形成的有地表水参与的热热水溶液系统中。

4.矿石中有机碳与金属品位的正相关性 实践证明，矿石中有机碳总量与金属品位相关性很差，实际上在成矿的最后阶段有机质中的金属已大部分释放并进入硫化物，因而不宜以有机碳与金属品位的正相关性作为有机质在金属成矿中作用的一个指标。

5.有机质与其他地质因素的协同作用 一些大型的层控矿床，物质来源是多样的，成矿物质的迁移作用包含有机质及无机络阴离子多种因素，应加强研究有机质与其他因素的协同作用，适当评价有机质在金属成矿中的地位。

6.地质样品的分析测试与模拟实验相结合 热液矿化阶段的温度已超过大部分有机质的临界稳定温度，故成矿期后矿体中残存的有机质的种类、丰度都不能反映成岩、成矿期有机质的原貌，仅仅依靠对现存有机质的研究难以了解有机质在金属成矿全过程中作用方式及机理。而精心设计的模拟实验可以重现有机质在矿源层形成及矿化阶段的性质与金属的作用方式等，简化地质条件，取得一系列较精确的参数，并与地质样品的分析测试结果相配合，建立合理的有机质演化与铅锌矿床成矿关系的理论模式。

固体废物资源化是当今地学研究的 一个重要领域

肖金凯

(中国科学院地球化学研究所)

固体废物资源化已受到世界各国的高度重视，主要原因有二：一是固体废物的排放量随着生产的发展和人们消费水平的不断提高而猛增，而可堆存或处置的场地却日趋减少，处置的费用越来越高，有害废弃物所引起的环境污染事件又迫使人们不得不去加以处置；二是全球范围内的自然资源以很快的速度在锐减，而随着人口的增长和社会的发展，对资源和能源的需求却在成倍增长。迫于不利的局面，人们一方面是大力开发利用太阳能、水能、风能、生物能等再生能源和研究其他新能源，另一方面就是努力提高非再生能源和资源的利用率和回收率，千方百计地利用二次资源，建立和发展资源节约型的国民经济体系，在工业生产中要以节材、节能为中心大力开展资源综合利用，加强对废弃物的管理和利用。因此，固体废物资源化已成为当今世界强化发展、潜势极大的新型分支边缘学科。

资源综合利用是我国经济建设中的一项重大技术经济政策，是技术进步的十大任务之一。但我们还相当落后，以利用率这一指标为例，美国自70年代以来，每年排放的钢渣

已全部加以利用,英、法、西德等国已全部利用,日本粉煤灰利用率为100%,波兰煤矸石利用率为90—100%,苏联铜矿系的综合利用率达87—90%。而我国目前粉煤灰利用仅26%,煤矸石的利用率不到20%。而我国又是一个固体废物排放大国,其中煤矸石的堆存量已超过了15亿吨,占地5万多亩(还不包括露天剥离的矸石),现在每年还要排放1亿多吨煤矸石,占全国固体废物排放量的1/4。这些废弃物如不加以利用,不但浪费了大量资源,而且还污染环境、破坏生态平衡、危及人们的生产与生活。

工业废弃物的排放形式取决于矿产资源的种类和工矿生产所采用的手段与方法。以贵州省为例,在全省近8000个工矿企业中,煤炭工业,以铝、汞、镉为主的有色金属工业,以磷为主体的化工工业,以锰为主的铁合金工业和以燃煤为主的电力工业等占了很大比重。这些部门和企业都要产生和排放大量的废弃物,加上技术水平不高,设备陈旧、工艺落后、管理水平低,致使资源综合利用率低于全国平均水平,固体废物产生系数(即单位产品的废渣产生量)全省平均高达1.65,为全国平均水平(0.78)的两倍。每万元产值的废渣产生量高达16.22吨,也大大高于7.22吨的全国平均水平。因而资源浪费更为严重,固体废物资源化更为迫切。

固体废物资源化的途径,总的有两个方面,一是利用回收其中的有用组分,如煤矸石中的硫化铁、镉、碳等,粉煤灰中的空心微珠、碳、铁等,金属矿产中的非金属矿物的回收等等。这首先要了解有用组分的含量、存在形式和回收工艺等。而这正是矿物学、选矿学工作者研究的内容;二是利用它的特殊物理化学性能制作材料。如利用粉煤灰生产建材(烧结砖、水泥等)混凝土和砂浆的掺合料、筑路、筑坝、回填、开发空心微珠产品等,这些又是矿物材料工作者必须涉及的内容。

赤泥是炼铝工业排出的一种工业固体废渣。我国赤泥有三大特点:(1)排放量大,年排放量100多万吨,平均炼一吨氧化铝排放1.2吨赤泥,现已积存1000多万吨;(2)富含多种分散稀有元素;(3)分布集中,便于综合利用。

我们对贵州铝厂赤泥和黔中铝土矿进行的工作表明,其中稀有和分散元素具有重要的综合回收价值。黔中铝土矿及其共生的耐火粘土化学成分最大特点是Si、Al变化大。 Al_2O_3 含量为38.04—80.73%, SiO_2 为0.84—44.28%, Al_2O_3/SiO_2 比值为0.84—96.11, SiO_2 和 Al_2O_3 之和均在80%以上。其他元素的变化均小, TiO_2 为0.88—4.11%,全铁0.11—1.45%, Na_2O+K_2O 为0.1—1.50%。Ca、Mg、Mn、P均低。稀土和分散元素含量具有如下几个特点:(1)各矿区的铝土矿均比耐火粘土更富含稀土和分散元素;(2)不同矿区的铝土矿和耐火粘土的稀土和分散元素含量有较大差别;(3)稀土和分散元素相比,稀土变化更大,达7.8倍;(4)稀土含量与 Al_2O_3 含量成正比例相关,相关系数为0.80,相关方程为 $RE_2O_3(ppm) = 15.71Al_2O_3\% - 127.7$;(5)有机质含量对稀土富集有一定影响。此时 RE_2O_3 和 Al_2O_3 不存在上述相关关系;(6)分散元素与 TiO_2 关系密切,但关系较复杂,不受单一因素所控制。

赤泥比铝土矿更富含稀土和分散元素,而且贵州铝厂赤泥为全国之冠,更高于加拿大、苏联等国赤泥的稀土和分散元素含量。大有回收利用价值,目前正从矿物学的角度对其赋存状态加以深入研究。

开展二次资源研究

吴大清 周 正

(中国科学院地球化学研究所广州分部)

地球上储存的各种矿产资源,被称为第一资源,但它是有限的,随着工业化发展,它更多地被开采和利用,在逐渐减少,面临枯竭。

随着第一资源开发、生产与应用,产生了大量的被认为“无用”的废石堆、选矿尾料、冶炼炉渣、烟灰,电解工业中阳极泥,湿法冶炼中的废液,化工工业的废渣和废液,以及发电厂的炉渣与飞灰等等。这些“废料”被堆积在矿山、工厂周围,既占土地,又污染环境。以有色矿冶系统为例,每生产一吨金属,大致生产100吨“废料”。据统计,美国每年约有500亿吨固体废弃物。

这些“废料”是否真为无用?其实不然,实际上它包含着丰富的可再利用资源。以有色矿冶系统为例,被废弃的脉石中含有许多丰富的非金属矿物,如长石、石英、方解石、萤石,甚至黄铁矿等金属矿物。有的价值甚至超过金属矿物。广东省泰美矿在开采含钨花岗岩中,过去一直单一开采Nb、Ta,企业濒临倒闭,80年代后,注意其中非金属矿物长石、石英原料的利用,年产值从原来的35万元增加到137万元,企业扭亏为盈。

更重要的是,尾矿、冶炼炉渣、湿法冶炼废液中所包含的大量可再利用金属、非金属元素。据统计,我国有色冶金系统,采、选、冶环节对矿产资源的回收,只占金属储量的1/2到1/3。以广东凡口铅锌矿为例,目前直接回收的是8种金属元素:Pb、Zn、S、Au、Ag、Ge、Hg、Cd等,没有回收的有11种:Ga、In、Re、Se、Cu、Sb、Bi、Tl等。即使前面8种,采选回收率也只有75%,还不包括冶炼中损失。实际资源利用率是52.3%,即有一半资源进入废石堆、尾矿、炉渣和废液之中。据估算该矿资源综合利用系数若能提高1%,年产值就可增加215万元。可见第二资源研究及开发利用之经济意义何等重要。

但是,第二资源研究难度很大,而其开发利用更牵涉一系列技术科学的发展。第二资源研究涉及到地球化学、矿物学与矿物材料、冶金、选矿等。传统的地球化学,着重于天然地质成矿过程的元素迁移、富集规律研究。在第二资源领域,我们面临着人类自身作用强烈干预下的元素迁移、富集规律研究。换言之,在采选冶中,那些没有被回收的元素到哪儿去了?以什么状态赋存于尾矿、炉渣、废液之中?这个工作,我们过去曾做过些研究,如金川电解镍的阳极泥成分研究,白云鄂博稀土矿冶炼炉渣研究。

第二资源的研究涉及许多矿物学问题,特别是超细颗粒的矿物学研究,以及人工矿物学研究。许多未被利用的金属元素、非金属元素,大部分以极细颗粒形态夹杂大量矿物之中,或者以类质同象形式存在于一些矿物中,需要更好地研究。而在尾矿和冶炼炉渣中,存在的矿物学问题,或者说人工矿物学问题更多。必须研究流失到尾矿、炉渣之中的大量有用元素是以何种“矿物相”形态存在,以及它的矿物学性质,才能做到资源的再开发和利