

工艺矿物学在矿产资源找矿和综合利用中的应用

周满赓

(中国地质科学院矿产综合利用研究所,四川 成都 610041)

摘要:自上世纪七十年以来,工艺矿物学经大量科学实践,已逐渐发展成为一门较为成熟的实验科学。工艺矿物学通过揭示矿石中矿物间相互关系的内在规律,针对工业利用的主要对象矿石,进行定量分析,测定各元素在矿石中的赋存状态及各元素之间的相互关系,集中和分散系数及矿物工艺粒度,为选矿工艺流程制定提供定量的基础资料以及在选矿工艺流程试验中追踪目的矿物的走向和分布规律,解释选矿工艺流程的合理性;在冶炼火法、湿法冶金工艺中及时追踪元素的走向和分布规律,运用热力学原理和矿物相变机理,较精确地提供工艺要求的各项参数,以使冶炼工艺更加合理,并为选冶联合工艺中新方法、新技术的研究提供指导性的基础资料。

关键词:工艺矿物学;工艺类型;矿石性质;资源评价

中图分类号:TD91 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2012)03-0007-03

工艺矿物学揭示矿石中矿物间相互关系的内在规律,运用现代地质成矿理论、矿床矿物学、结晶矿物学、成因矿物学,实验矿物学、实验岩石学等学科的研究成果,紧密结合矿物工程(选矿),火法冶金、湿法冶金等选冶工艺,针对工业利用的主要对象矿石,进行定量分析,测定各元素在矿石中的赋存状态及各元素之间的相互关系,集中和分散系数及矿物工艺粒度,为选矿工艺流程制定提供定量的基础资料。运用该学科的研究成果,可在选矿工艺流程试验中追踪目的矿物的走向和分布规律,解释选矿工艺流程的合理性,在冶炼火法、湿法冶金工艺中及时追踪元素的走向和分布规律,运用热力学原理和矿物相变机理,较精确地提供工艺要求的各项参数,以使冶炼工艺更加合理,并为选冶联合工艺中新方法、新技术的研究提供指导性的基础资料。

工艺矿物学研究成果曾为攀西钒钛磁铁矿、宜昌磷矿、黔西南微细粒金矿、金川铜镍多金属矿、下雷碳酸锰矿等大型矿产资源的开发做出了重要贡献。使用 MLA 矿石自动分析仪、高精度图像分析仪、电子探针、X 射线衍射分析、红外光谱,扫描电镜、激光粒度分析仪等科研仪器的测试数据,将矿石的物质组成、结构构造、镶嵌关系与选冶工艺要求相结合,研究矿石性质对选冶工艺过程的影响及各种矿物和矿物组分在选冶过程中的行为规律,开拓性地创立和发展了矿石工艺矿物学新学科,使其研究水平迈向国际前列。

1 工艺矿物学为地质找矿提供资源评价

工艺矿物学研究是地质找矿和综合利用重要的技术方法,可通过查明矿石中有效成份的赋存状态

chemical components, phase composition, size composition and morphology was analyzed in this paper. On the basis of the analysis, some extracting aluminum technologies including limestone sintering, soda-lime sintering, acid leaching and acid alkali combination were analyzed and contrasted in the aspects of research status, reaction principle and advantages and disadvantages of technology, pointing out the key factors which restricts industrialization development. Moreover, according to the research progress, the further orientation of fly ash utilization was discussed.

Key words: High-aluminum fly ash; Extraction of alumina; Research progress

和分布规律,确定其在当前技术经济条件下的利用价值,提供继续地质找矿的依据。

我国黔西南金矿,在初期地质普查因找不到明金而暂停工作。通过工艺矿物学研究,证实金以微细粒吸附在粘土矿物中。根据这一结论,选矿工作采用适宜的流程回收了这部份不可见金,使该类型(卡林型)矿石的综合利用问题得到解决,地质找矿工作普遍展开,在与贵州接壤的广西、云南都找到了这类金矿,扩大了我国金矿的储量。

我国沉积型胶磷矿,由于单体颗粒微细,原有选矿工艺存在磨矿细度高、药剂用量高和浮选温度高的“三高”现象,导致选矿成本居高不下、环保问题较多。从矿石中各类矿物集合体差异性区别入手进行工艺矿物学研究,查清了该类沉积型胶磷矿主要以条带状、角砾状集合体存在,集合体颗粒较粗,易于解离。选矿工作根据这一结论,选择了重介质选矿新工艺,很好地解决了原有工艺的“三高”和成本、环保问题,企业获得明显的效益。

云南某地曾发现大型含铁岩体,其全铁品位高于工业要求。经查明该铁矿 80% 以上为硅酸铁,为工业不可用铁。地质单位及时中止了勘查工作,降低了损失。

2 工艺矿物学提供矿石工艺类型分类

根据矿石的工艺特性即矿石的物质组成、粒度、嵌布特征、有益有害元素的赋存状态等,对不同矿石,划分出不同的工艺类型,针对不同工艺类型矿石采用不同选冶工艺。

工艺矿物学可为矿山地质提供开采矿石的工艺类型,各类矿石的空间分布规律和利用方向,为采矿、配矿提供精确的基础资料。地质勘探单位对矿石的分类,为自然类型和工业类型,前者表示矿石的成因类型,后者表示矿石中可利用成份品位的高低,两种分类均没有考虑矿石性质对选矿工艺的影响,不能满足矿产开发时矿石配矿和选矿对矿石工艺分类的需要。因此,在各类矿产开发阶段,特别是有色金属,根据不同品级矿石的氧化程度、伴生组份、脉石矿物种类等因素,选择合理的选冶工艺会使产品的品位和回收率更加理想,资源将会得到充分利用。入选中国地质调查局“2010 年地质调查十大进展”的“鄂西宁乡式铁矿利用工艺技术研究”项目,工艺矿物学研究根据不同企业对原料的要求,将宁乡式

铁矿分为磁铁矿型矿石、赤铁矿型高磷酸性矿石、赤铁矿型低磷矿石、菱铁矿型矿石、褐铁矿型矿石、铁白云石型矿石、碱性自熔性矿石等类型,并建议每类矿石的选矿应作的工作,据此选矿科研人员成功研制出合理、高效的宁乡式铁矿开发利用技术。

3 工艺矿物学可确定矿产资源价值

矿石中主要利用成份的化学量是矿石工业利用的基本数据,各种类型的矿产资源,都需在当地工业环境下,根据当时的选冶技术水平和经济水平,制定出有经济效益的工业开采品位和矿体边界品位,所以矿石中主要利用成份的化学量是决定该类矿石是否有利用价值的主要依据。

矿石中 useful 成份多赋存于特定矿物中,选冶技术研究的目的就是将这些矿物的单体或集合体有效回收利用。矿物的形态、粒度,物理化学特性与其他矿物的嵌布关系,将直接影响其工业利用效果。以铁矿为例,磁铁矿和假象赤铁矿,单矿物中含铁近 72%,而褐铁矿、菱铁矿含铁只有 47% ~ 3%,在相同的品位和工艺条件下,以磁铁矿为主的铁矿石,其经济效益要高于以褐铁矿为主的铁矿石。

选矿工艺选别的对象是目的矿物单体和集合体,去除机械选矿方法无法回收的类质同象成份和微细粒($-10\mu\text{m}$)或包体。可选别部份所占比例可视为该矿石中主要利用成份的理论回收率。选矿主利用成份的理论精矿品位和理论回收率的计算,可用矿石的工艺矿物学研究方法中的元素金属量平衡计算方法获得。

例如:某铁矿矿山 A 和矿山 B,基本上是一类型的铁矿山,主要含铁矿物同为磁铁矿。但由于磁铁矿的粒度和脉石矿物种类及粒度不同,矿山 A 铁的理论回收率为 90%,矿山 B 铁的理论回收率为 60%。而矿山 A 实际回收率为 65%,矿山 B 为 55%。从数据看矿山 A 的回收率比矿山 B 高出十个百分点,但用理论回收率来对照,矿山 A 资源利用率为 72.22%,而矿山 B 的资源利用率已达到 91.67%。对比可以看出,矿山 B 对资源的利用率远高于矿山 A,而矿山 A 对资源的利用还有提升潜力。

目的矿物和可综合回收矿物的单体及集合体工艺粒度,也是制约选矿作业回收的重要因素。一般情况下, $<0.020\text{mm}$ 粒度部份是目前大多数机械选矿设备暂时无法回收的。

矿山企业通过工艺矿物学查明上述内容的矿石性质,即可定量计算资源或该企业现有工艺处理后的矿石在回收率和综合利用率方面处于何种水平,以便决定对资源进行深度开发或改善现有工艺。

4 工艺矿物学是选冶工艺选择的基础

选择适应矿石性质的技术上可行、经济上合理的工艺方案是矿产资源开发中的重要环节,而这种最佳方案的选择取决于矿石的物质组成、赋存状态和工艺性质。工艺矿物学研究所涉及的矿物组成、粒度特性、结构构造、主次成份的分布规律及选冶工艺中元素走向和富集分散规律等内容,是影响选冶工艺中各类产品的品位、回收率的重要因素,是评价工艺流程的合理性的重要依据。在矿石选冶试验之前进行工艺矿物学研究,提供准确可靠的矿石工艺矿物学信息,为研发合理的选冶工艺提供科学依据,是确保取得最佳经济效益的基础性工作。

在选矿工艺中,工艺矿物学可提供原料、中间产品、尾矿的矿物组成、含量、可回收矿物和需剔除成份的工艺粒度、单体解离度等数据,评判选矿作业金属量损失的合理性,解释不合理损失的原因,为选矿采取必要的改进措施提供依据。

对冶炼的火法、湿法冶金工艺,及时追踪元素的走向和分布规律,查明自然矿物被破坏后在不同温度、压力、浓度、氧化还原电位、酸碱度等条件下形成

的人造矿物的种类、含量、理化特性,运用热力学原理和矿物相变机理,精确地提供工艺要求的各项参数,以使冶炼工艺趋于最大的合理性,并为选冶联合工艺中新方法、新技术的攻关提供实测基础资料。

对金属和非金属材料而言,其成份的表面和内在组织的形态与其作用的关系非常密切,工艺矿物学的金相学可提供正常材料和腐蚀后在微观下其表面和内部的形态、组织,测试材料的硬度、韧性等物理参数,以确定材料的质量和改进的方向。

5 结 语

1. 在选冶试验研究工作中,坚持工艺矿物学先行原则,是提高选冶科研成果学术水平的重要基础。实践表明,攀枝花钒钛磁铁矿、金川铜镍矿等复杂共生矿结合其生产实践,进行持续系统的工艺矿物学研究,对不断完善企业生产工艺,最大限度提供资源利用率,提高企业经济效益,具有重要意义。

2. 在多年的实践中表明,工艺矿物学研究在选冶流程的制定及矿产资源的综合开发利用方面作出了积极的贡献。就其发展历史而言,工艺矿物学还是门年轻的学科,还须要广大研究人员完善技术方法,扩大服务领域。

参考文献:

[1] 吴本羨,孟长春,范章杰,等. 攀枝花钒钛磁铁矿工艺矿物学[M]. 成都:四川科学技术出版社,1998.

Application of Technological Mineralogy in Ore Prospecting and Comprehensive Utilization of Mineral Resources

ZHOU Man-geng

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

Abstract: Since 1970s technological mineralogy has been a relatively mature experiment science. By revealing the inherent law between minerals, the occurrence and relationship of elements, centralization and decentralization coefficient and process size are determined, basic materials for mineral processing flowsheet are supplied, the element trend and distribution law of objective minerals are traced and the rationality of mineral processing flowsheet is explained for dominant ores by technological mineralogy. In pyrometallurgy and hydrometallurgy technology, the element trend and distribution law of objective minerals are traced, the parameters required by technology are precisely supplied according to thermodynamic principle and mineral phase transformation principle to make the smelting process rational and give guidance materials to combined technique of processing and metallurgy.

Key words: Technological mineralogy; Technological type; Ore properties; Resource evaluation