

矿产地质与选矿技术之间的关联关系研究

朱永刚

河北大白阳金矿有限公司 河北 张家口 075100

摘要：通过深入探讨矿产地质与选矿技术之间的关联关系。阐述了矿产地质特征如矿床成因、矿石结构构造及矿物物理化学性质对选矿技术选择的影响，同时分析选矿技术对矿产地质研究的反馈作用。指出当前两者关联研究中存在学科交叉融合不足、数据共享困难等问题，并提出加强学科交叉、建立数据平台等优化对策，以促进矿产资源的高效可持续开发利用。

关键词：矿产地质；选矿技术；关联关系研究

引言：矿产资源作为经济社会发展的重要物质基础，其合理开发利用至关重要。矿产地质与选矿技术紧密相连，前者为后者提供基础依据，后者对前者研究有反馈促进作用。目前两者在关联研究方面存在诸多问题，制约了矿产资源的有效利用。深入研究两者关联关系，解决现存问题，对于提高矿产资源选别效率、实现资源可持续开发、推动矿业高质量发展具有深远意义。

1 矿产地质特征对选矿技术选择的影响

1.1 金矿成因类型与矿物组成

金矿的“诞生方式”主要有四种。第一种叫岩浆热液型，就像地球内部的“岩浆工厂”在工作时，会释放出含金的热液，这些热液顺着岩石裂缝或接触面“偷偷”沉淀下来，慢慢聚集成金矿。第二种是变质热液型，当地层深处的岩石被高温高压“改造”时，原本含有的金元素会跟着热液“搬家”，最后在合适的地方“定居”成矿，这类金矿常躲在变质岩地层里。第三种是沉积型，就像沙滩上的沙子慢慢堆积，远古时期河流、海洋里的泥沙带着金颗粒一起沉积，经过亿万年“压实”和“改造”，最终变成金矿。第四种是砂矿型，可以看作是金矿的“搬运工”——山上的原生金矿被风雨“打碎”后，金颗粒跟着水流、风力“旅行”，最后在河床、山谷等地方“停下脚步”，聚集成砂金矿。

金矿里的“主角”当然是自然金，但它很少“单独行动”，常常和其他矿物“组队”出现。最常见的“队友”是黄铁矿和毒砂，这些“小黄矿”“毒砂块”不仅是找金矿的“信号灯”，它们的存还在会让金元素更容易“安家”。另外，石英也很常见，特别是在热液型金矿里，白花的石英就像“石头架子”，金颗粒常常嵌在里面^[1]。还有方铅矿、闪锌矿这些“金属矿物”，以及绢云母、绿泥石这类“变色矿物”，也可能在金矿里“客串”。不同成因的金矿，“矿物团队”的搭配也不

一样。

1.2 金矿矿石结构构造与嵌布特性

金矿矿石的结构构造反映其形成过程的物理化学环境，而金的嵌布特性则决定其开发利用方式。自然金或黄铁矿常呈粒状分散，热液型金矿中可见石英“侵蚀”原有矿物形成的交代结构，构造运动还会使矿石破碎形成碎裂结构，碎块间充填金或石英。

构造方面，金的分布形态差异显著：热液型金矿常见金与石英、硫化物形成脉状构造，沿岩石裂隙充填；沉积型金矿多呈浸染状构造，金颗粒如星星般分散在岩层中；断裂带附近可见角砾状构造，破碎岩石角砾被金胶结；沉积型矿体还可能呈现与层理一致的层状构造。

金的嵌布特性直接影响选矿难度：其粒度范围大，既有砂金矿中肉眼可见的粗粒“明金”，也有热液型金矿中需显微镜才能分辨的显微级“包裹金”。赋存形式上，自然金多以粒间金、包裹金、裂隙金存在，其中包裹金需细磨才能分离。

1.3 金矿物理化学性质

金矿的物理化学性质由其矿物组成和结构决定。物理性质方面，自然金具强延展性，可锤成薄片或拉成细丝，颜色金黄、金属光泽鲜明，硬度低，密度大，具良好导电性和导热性。化学性质上，自然金化学稳定性极高，不溶于一般酸碱，仅溶于王水等强腐蚀性溶液；伴生矿物如黄铁矿易氧化，遇酸可释放硫化氢气体，毒砂受热会分解产生砷蒸气。这些性质使其在选矿中需利用密度差异分选粗粒金，通过化学方法处理细粒包裹金，同时需注意伴生矿物的毒性和腐蚀性对工艺的影响。

2 选矿技术对矿产地质研究的反馈作用

2.1 选矿实践对矿产地质认知的深化

选矿实践是对矿石进行实际处理的过程，通过选矿实践可以获得大量关于矿石性质、矿物组成和嵌布关系

等方面的信息,从而深化对矿产地质认知。在选矿过程中,通过对矿石的破碎、磨矿、选别等操作,可以直观地观察到矿石中金矿的解离情况、嵌布粒度和共生关系。选矿产品的分析结果也可以为矿产地质研究提供重要线索。通过对精矿和尾矿的化学成分、矿物组成分析,可以了解矿石中有用矿物的回收情况和脉石矿物的去除情况,进而推断矿石中矿物的分布规律和赋存状态。例如,如果精矿中某种有用矿物的含量低于预期,可能说明该矿物在矿石中的嵌布较为复杂,或者选矿工艺参数需要调整。

2.2 选矿技术发展对矿产地质勘查的促进

选矿技术的发展为矿产地质勘查提供了新的手段和方法,促进了矿产地质勘查的深入发展。随着选矿技术的不断进步,一些原本难以处理的低品位、复杂难选矿石得到了有效利用。这就要求矿产地质勘查不仅要关注高品位、易选矿石,还要对低品位、复杂难选矿石进行详细的勘查和评价。例如,对于一些含有多种有用组分的复杂多金属矿石,传统的勘查方法可能无法准确评价其资源价值。而选矿技术的发展使得对这些矿石的综合回收利用成为可能,因此需要通过更精细的勘查手段,查明矿石中各种有用组分的含量、分布和赋存状态^[2]。选矿试验研究成果也可以为矿产地质勘查提供指导,通过选矿试验,可以确定矿石的可选性和选矿工艺流程,从而为矿产地质勘查中的储量计算和矿山设计提供依据。例如,如果选矿试验表明某种矿石的可选性较好,采用某种选矿工艺可以获得较高的回收率和精矿品位,那么在矿产地质勘查中就可以更加准确地评估该矿石的资源价值和开发潜力。

2.3 选矿技术对矿产资源综合利用的推动

选矿技术是实现矿产资源综合利用的关键环节,对推动矿产资源的综合利用起着重要作用。通过选矿技术可以将矿石中的有用矿物尽可能地分离出来,提高资源的回收率。例如,对于一些共生、伴生矿床,采用合理的选矿工艺流程可以将多种有用矿物同时回收,实现资源的综合利用。在金矿的选矿过程中,通过浮选-磁选-重选联合流程,可同步回收与金共生的黄铁矿、毒砂等含硫矿物及其他金属元素(如伴生的微量铜、铅、锌),显著提升资源综合利用率。例如,浮选工艺优先富集含金硫化物精矿,磁选可进一步分离磁性矿物(如磁铁矿),重选则针对粗粒金及高密度矿物进行回收。尾矿和废石是选矿过程中产生的废弃物,其中往往还含有一定量的有用成分。通过研发新的选矿技术和工艺,可以从尾矿和废石中回收有用矿物,减少资源浪费和环境污染。

3 矿产地质与选矿技术关联研究中存在的问题

3.1 学科交叉融合不足

矿产地质与选矿技术是两个不同的学科领域,目前两者之间存在着学科交叉融合不足的问题。在学术研究方面,矿产地质学者和选矿技术学者往往各自为政,缺乏深入的交流与合作。矿产地质研究主要侧重于矿床的形成、分布和地质特征等方面,而选矿技术研究则主要关注矿石的选别工艺和设备等方面。双方在研究过程中很少考虑到对方的需求和研究成果,导致在解决实际问题时难以形成有效的合力。在人才培养方面,高校和科研机构的专业设置大多将矿产地质和选矿技术分开,学生在学习过程中只专注于自己所学专业的知识和技能,对其他专业的了解较少。这使得培养出来的专业人才缺乏跨学科的视野和综合能力,难以适应矿产地质与选矿技术关联研究的需要^[3]。

3.2 数据共享与分析困难

矿产地质研究和选矿技术研究都会产生大量的数据,但目前这些数据之间存在着共享与分析困难的问题。数据格式和标准不统一是数据共享的主要障碍,矿产地质数据通常包括地质勘查报告、钻孔数据、样品分析结果等,而选矿技术数据则包括选矿试验报告、工艺流程参数、设备运行数据等。这些数据采用不同的格式和标准进行存储和管理,导致数据之间难以进行有效的整合和共享。数据分析方法和技术也存在差异,矿产地质数据的分析主要采用地质统计学、地球化学等方法,而选矿技术数据的分析则更多地采用化学分析、物理测试等方法。双方在数据分析过程中使用的软件和工具也不同,这使得数据的综合分析变得困难。

3.3 复杂地质条件下选矿技术适应性差

随着矿产资源勘探和开发向深部、复杂地区推进,复杂地质条件下的矿石选别问题日益突出。然而目前选矿技术在复杂地质条件下的适应性较差。复杂地质条件下的矿石往往具有矿物组成复杂、嵌布粒度细、共生关系密切等特点,这给选矿带来了很大的困难。复杂地质条件下的选矿还受到环境因素的影响。例如,高海拔、低温、缺氧等环境条件会影响选矿设备的性能和选矿药剂的作用效果,增加了选矿的难度。

3.4 环境影响协同考虑欠缺

矿产地质研究和选矿技术研究在环境影响方面存在着协同考虑欠缺的问题。

在矿产地质勘查和矿山开发过程中,往往只关注矿产资源的开发利用,而忽视了对环境的保护。选矿过程中产生的废水、废渣、废气等污染物对环境造成了严重

的破坏。而矿产地质研究和选矿技术研究在各自的领域内对环境影响的研究相对独立,缺乏协同考虑。例如,在矿产地质勘查阶段,很少考虑到选矿过程中可能产生的环境问题;在选矿技术研究阶段,也往往只关注选矿工艺的效率和成本,而忽视了对环境的影响。这种缺乏协同考虑的做法导致在矿产资源开发利用过程中,环境问题日益突出,难以实现矿产资源的可持续开发。

4 优化矿产地质与选矿技术关联关系的对策

4.1 加强学科交叉与人才培养

为了加强矿产地质与选矿技术的关联,需要加强学科交叉与人才培养。在学术研究方面,建立跨学科的研究团队,鼓励矿产地质学者和选矿技术学者开展合作研究。通过合作研究,可以充分发挥双方的优势,共同解决矿产资源开发利用中的实际问题。在人才培养方面,高校和科研机构应调整专业设置,开设跨学科的专业课程,培养具有跨学科视野和综合能力的专业人才。例如,开设“矿产地质与选矿技术”交叉学科专业,让学生在在学习过程中既掌握矿产地质的基础知识和研究方法,又了解选矿技术的原理和工艺。

4.2 建立数据共享与分析平台

建立数据共享与分析平台是实现矿产地质与选矿技术关联的重要手段。统一数据格式和标准,制定数据共享的规则和规范,建立统一的数据库,将矿产地质数据和选矿技术数据进行整合和存储,实现数据的集中管理和共享。例如,采用通用的地理信息系统(GIS)平台,将地质勘查数据和选矿试验数据进行空间分析和可视化展示,为矿产资源的开发利用提供决策支持。开发数据分析软件和工具,实现对矿产地质数据和选矿技术数据的综合分析。利用大数据、人工智能等技术,挖掘数据中的潜在信息,为矿产地质研究和选矿技术优化提供依据。

4.3 研发适应复杂地质条件的选矿技术

针对复杂地质条件下的选矿技术适应性差的问题,需要加大研发力度,研发适应复杂地质条件的选矿技术。加强对复杂矿石性质的研究,深入了解复杂矿石中矿物的组成、结构、嵌布关系和物理化学性质^[4]。根据矿

石的性质特点,开发新型的选矿工艺和设备。例如,对于细粒嵌布的复杂矿石,研发高效的细磨设备和细粒浮选技术;对于含有多种有用组分的复杂多金属矿石,开发综合回收的选矿工艺流程。开展选矿技术在复杂环境条件下的适应性研究,解决高海拔、低温、缺氧等环境条件对选矿设备和药剂的影响问题。

4.4 强化环境影响协同管理

为了实现矿产资源的可持续开发,需要强化环境影响协同管理。在矿产地质勘查和矿山开发规划阶段,充分考虑选矿过程中可能产生的环境问题,将环境保护纳入整体规划。建立环境影响协同评价机制,对矿产地质勘查、矿山开发和选矿过程中的环境影响进行综合评价。制定统一的环境标准和规范,加强对矿山企业和选矿企业的环境监管。推动绿色选矿技术的发展,采用无污染、低能耗的选矿工艺和设备。

结束语

矿产地质与选矿技术的关联研究意义重大,关乎矿产资源开发利用的效率与可持续性。尽管当前两者关联研究面临学科交叉融合不足、数据共享困难等诸多挑战,但通过加强学科交叉与人才培养、建立数据共享平台、研发适应复杂地质条件的选矿技术以及强化环境影响协同管理等对策,可有效优化两者关系。未来,应持续深化研究,推动矿业领域不断进步,实现矿产资源的高效、绿色开发。

参考文献

- [1]贾勇,曾庆隆,张万忠,等.矿产地质与选矿技术之间的关联关系研究[J].西部探矿工程,2025,37(2):72-75.DOI:10.3969/j.issn.1004-5716.2025.02.021.
- [2]马志文.探讨矿山地质灾害治理及生态环境修复[J].世界有色金属,2024,(03):139-141.
- [3]万朝东.矿山环境地质灾害问题与勘查方法研究[J].中国金属通报,2023,(12):198-200.
- [4]孙伟光.大型矿产勘查中地质找矿技术及创新探微[J].科技创新与应用,2021,11(22):160-162.