

有色金属矿产资源中萤石伴生矿的综合利用技术研究

何 勇

新疆维吾尔自治区地质局昌吉地质大队 新疆昌吉 831100

摘 要：萤石作为一种重要的非金属矿产资源，广泛应用于冶金、化工、建材等领域。然而，在萤石的开采过程中，常常伴随有多种有色金属矿产资源，如铅、锌、铜等。这些伴生矿产资源的综合利用不仅能够提高矿产资源的综合利用率，减少资源浪费，还能有效降低环境污染，实现经济效益和环境效益的双重提升。因此，研究萤石伴生矿的综合利用技术具有重要的现实意义。

关键词：有色金属；萤石；伴生矿；综合利用

一、萤石伴生矿综合利用技术

（一）高效选矿新技术

一种重要的高效选矿新技术是浮选工艺的优化。传统的浮选工艺在处理复杂矿石时存在选择性差、回收率低等问题。通过引入新型浮选药剂和优化浮选流程，可以显著提高萤石与伴生矿物的分离效果。例如，使用高效捕收剂和抑制剂，可以有效提高萤石的回收率，同时减少其他矿物的混入。通过调整浮选时间、温度和pH值等参数，可以进一步优化浮选效果，提高选矿效率。

另一种高效的选矿技术是重选法的改进。重选法在处理低品位萤石矿时具有明显优势。传统的重选法如跳汰和摇床选矿，虽然设备简单、操作方便，但存在处理能力低、分选精度不高的问题。近年来，通过引入重介质选矿技术和离心选矿技术，可以显著提高重选效果。重介质选矿技术利用不同矿物密度的差异，通过重介质悬浮液实现分选，具有处理量大、分选精度高的特点。离心选矿技术则通过离心力的作用，实现矿物的高效分离，特别适用于处理细粒级矿物。

磁选技术在萤石伴生矿的选矿中也得到了广泛应用。磁选技术通过矿物磁性的差异实现分选，适用于处理含有磁性矿物的伴生矿。近年来，通过开发高梯度磁选技术和超导磁选技术，可以进一步提高磁选效果。高梯度磁选技术利用强磁场和高梯度磁场的结合，实现微细粒矿物的高效分离。超导磁选技术则利用超导材料产生的强磁场，具有磁场强度高、能耗低的特点，适用于处理低品位和细粒级矿物。

（二）绿色冶炼与分离技术

一种重要的绿色冶炼技术是湿法冶金。湿法冶金通

过化学反应实现矿物的分离和提纯，具有能耗低、环境污染小的特点。在萤石伴生矿的处理中，湿法冶金技术可以有效提取伴生金属，如铅、锌、铜等。例如，通过硫酸浸出和碱性浸出，可以将伴生金属从矿石中溶解出来，再通过沉淀、电解等方法实现金属的提纯。通过优化浸出条件，如温度、pH值和搅拌速度等，可以进一步提高浸出效率和金属回收率。

另一种绿色冶炼技术是生物冶金。生物冶金利用微生物的代谢作用实现矿物的溶解和提纯，具有能耗低、环境污染小的特点。在萤石伴生矿的处理中，生物冶金技术可以有效提取伴生金属，如铜、锌等。例如，通过使用嗜酸菌和硫杆菌等微生物，可以将伴生金属从矿石中溶解出来，再通过沉淀、电解等方法实现金属的提纯。生物冶金技术特别适用于处理低品位和复杂矿石，具有处理成本低、环境影响小的优点。

绿色分离技术也在萤石伴生矿的处理中得到了广泛应用。绿色分离技术通过物理和化学方法实现矿物的高效分离，具有能耗低、环境污染小的特点。例如，通过膜分离技术，可以实现矿物的高效分离和提纯。膜分离技术利用不同矿物在膜上的透过率差异，实现矿物的高效分离。通过优化膜材料和膜结构，可以进一步提高分离效果和处理能力。

（三）尾矿资源化利用技术

一种重要的尾矿资源化利用技术是尾矿制备建筑材料。尾矿中含有大量的硅酸盐和氧化物，可以作为制备建筑材料的原料。例如，通过将尾矿与水泥、粉煤灰等混合，可以制备出性能优良的混凝土和砖块。通过优化配料和生产工艺，可以进一步提高建筑材料的性能

和附加值。尾矿制备建筑材料不仅可以减少尾矿的堆放，还可以降低建筑材料的生产成本，实现资源的高效利用。

另一种尾矿资源化利用技术是尾矿制备土壤改良剂。尾矿中含有丰富的微量元素，可以作为土壤改良剂的原料。例如，通过将尾矿与有机肥料混合，可以制备出性能优良的土壤改良剂。尾矿土壤改良剂不仅可以改善土壤结构，提高土壤肥力，还可以减少化肥的使用，实现农业的可持续发展。通过优化配方和生产工艺，可以进一步提高土壤改良剂的性能和附加值。

尾矿资源化利用技术还包括尾矿制备填料和吸附剂等。尾矿中含有大量的硅酸盐和氧化物，可以作为制备填料和吸附剂的原料。例如，通过将尾矿与粘土、活性炭等混合，可以制备出性能优良的填料和吸附剂。尾矿填料和吸附剂不仅可以用于环保和化工领域，还可以用于建筑和交通领域，实现资源的高效利用。

二、某矿山萤石伴生矿综合利用案例分析

某矿山位于中国西南地区，该矿山主要开采铅锌矿，但矿石中伴生有丰富的萤石资源。长期以来，这些伴生的萤石资源并未得到有效利用，导致资源浪费和环境污染。为了解决这一问题，该矿山于2015年启动了萤石伴生矿综合利用项目，通过技术创新和工艺改进，实现了萤石资源的高效回收和综合利用。

（一）项目背景

该矿山的铅锌矿石中萤石含量较高，但传统的选矿工艺无法有效分离萤石，导致萤石资源大量流失。尾矿中残留的萤石也对环境造成了严重污染。为了提高资源利用率，减少环境污染，矿山决定开展萤石伴生矿综合利用项目。

（二）技术创新

重选技术：利用重力分选原理，通过重介质分选机将萤石与铅锌矿石分离，提高了萤石的初步回收率。

浮选技术：采用高效浮选剂，通过浮选机将萤石与铅锌矿石进一步分离，提高了萤石的纯度和回收率。

磁选技术：利用磁选机将含有磁性矿物的尾矿与萤石分离，进一步提高萤石的回收率。

（三）工艺改进

优化磨矿流程：通过调整磨矿机的参数，提高磨矿细度，确保萤石与铅锌矿石的有效分离。

改进浮选药剂：研发了新型浮选剂，提高了萤石的浮选效果，减少了药剂的使用量，降低了成本。

优化尾矿处理：通过尾矿浓缩和脱水技术，减少了尾矿的体积，降低了尾矿处理成本，同时回收了部分有价值的矿物。

结论

通过对有色金属矿产资源中萤石伴生矿的综合利用技术进行系统研究，本文揭示了萤石伴生矿在选矿、冶炼与分离以及尾矿处理等方面的最新进展和技术挑战。研究发现，萤石伴生矿的综合利用不仅能够提高资源利用率，减少环境污染，还能显著提升矿山企业的经济效益。

参考文献

- [1] 王茂原, 熊文良, 周政, 等. 碳酸岩型稀土矿中稀土及共伴生萤石利用技术现状及研究进展[J]. 稀土信息, 2022(2): 16-21.
- [2] 冯章标. 伴生微细粒萤石分步抑制浮选试验研究[J]. 非金属矿, 2024(002): 047.