

# 基于我国铅锌矿选矿设备与工艺现状分析

安久长

福建金东矿业股份有限公司

**[摘要]**铅锌矿石在通常情况下都需要经过选矿，最终富集成精矿才能炼制出市场需求的金属产品。而矿石技术加工以及矿石的冶炼和实验也是地质勘探工作中的重要构成部分，同时也是评价矿床是否具有开发价值的重要判断依据。因此，在地质勘查工作中，必须要针对矿石的可采性以及可选性进行前期实验，尤其是针对原矿石成分较为复杂且具有综合利用价值较高的大中型矿山，更应该采用详细的检测方式以及针对性的选矿设备保障铅锌矿的选矿精确性以及可开采性。本文主要是分析了目前国内铅锌矿的开采现状，大致阐述了铅锌矿选矿中采用的新设备以及新工艺。通过研究实验证明国内的铅锌氧化矿在选别过程中依然是许多矿产企业面临的难题，而在未来生物选矿技术以及选矿和冶炼相互融合的选矿技术也将成为主要发展趋势。希望能够通过对选矿设备以及选矿工艺的进一步研究，有效提升我国铅锌矿的选矿以及开采质量。

**[关键词]** 铅锌矿；选矿设备；选矿工艺

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.2719

我国铅锌矿产资源在全国范围内分布较为广泛，国内的相关矿产资源储量极其丰富。在2006年年底通过全国普查发现，目前国内查明的铅锌矿储存资源就高达4141万吨，其中，基础铅锌矿的储量高达1351万吨，占据了总铅锌矿藏量的32.6%，这一排名位居世界前茅。而全国的铅锌矿地下资源储量高达9711万吨，其中，基础矿藏量高达4227万吨，位居世界第一位。而我国国土内的铅锌矿中原生硫化矿的储量占据了90%以上，氧化铅锌矿床在我国分布较广，储量丰富，种类繁多。目前，我国国内的铅锌矿资源以大中型的矿场资源为主，但是超大型的矿产资源相对规模较小，并且开采出的矿石中存在铅含量较多，锌含量较少的现象，铅含量和锌含量之比约为1:2.6。除此之外，全国范围内的铅锌矿资源并不富集，大多数为贫矿，且矿藏资源内部的矿石种类较为复杂，单纯的铅矿或锌矿数量极少，但却具有大量的其他伴生元素。这些伴生元素主要包括了金元素、银元素、铜元素、硫元素、萤石以及其他稀有的分散元素，这也为铅锌矿的开采和提炼带来了巨大的难题。因此，进一步研究铅锌矿开采的相关设备以及选择的有关工艺技术，对于铅锌矿的开采和选择意义重大。

## 一、破磨设备与工艺技术的简介

国内的铅锌矿山大多数以大中型的矿山为主，基本上采用的都是常见的磨矿流程和手段，而自主创新磨矿流程的矿山开采企业相对较少。但目前，在许多西方发达国家采用的磨矿设备以及磨矿工艺已经相对较为健全，相关的设备开始逐渐朝着智能化以及大型化的方向发展，同时磨矿系统也不需要过多的人类参与，可以利用音频控制或智能调节给矿量，同时，还能够按照给矿的相关数量添加适当比例的水分，保障磨矿机在运作过程中始终能够保障最大的生产力。近年来，随着我国磨矿系统的智能化发展以及信息化发展，许多智能的磨矿系统已经在金矿的选矿工作中得到了普及，而人们也将自动化的磨矿技术开始逐步向铅锌矿山的选矿工作中迁移和应用。根据数据报道显示，目前，经过不断地研究以电磁脉冲为应用原理的磨矿机已经问世，这种机械设备的研发主要是应用了电磁脉冲，将磨矿机中的钢球提升到适当的高度，并且使钢球通过加速度的下落快速落到需要碎磨的目标矿石上方，这样就能够有效地提升钢球的冲击力，进

一步提升磨矿机对于矿石的处理能力以及对于碎磨程度的选择，有效地提升了铅锌矿的选矿技术。

通过实验证明，磨矿的介质对于铅锌矿的指标选择会产生内在的影响，这主要是由于矿石在打磨过程中形成的新生颗粒，表面可能会被其他污染物质所覆盖，这样就会影响到选择过程中电位与浮选药剂之间的相互融合，进而影响到浮选人员对于指标的判断。研究人员在研究外界环境与浮选指标之间的关系和影响时又发现，如果在磨矿过程中采用的机械设备介质为低碳钢磨机，在打磨过程中，自然而然就会产生大量的铁氧化物质与矿石本身存在的一些氧化元素。这些氧化物质会覆盖在磨碎的新生矿石表面形成一层覆盖膜，最终导致一些含有硫元素的矿物质可浮性有效降低，甚至还会拉低矿浆的电位，使铅锌矿在选矿过程中采用的浮选剂受到影响。这也意味着，在选矿过程中只有选择捕收能力相对较强的浮选剂，才能确保浮选药剂的应用不会受到表层覆盖膜的影响。而在选矿过程中，如果采用的机械设备为瓷膜机械设备，在矿石的表面就不会出现其他氧化物质的覆盖问题，同时也不会影响到矿浆选择过程中的电位状况，在这种情况下浮选剂就能够发挥较强的应用价值。

## 二、选矿设备以及工艺技术的应用现状

### （一）浮选设备的应用现状

目前，国内在选矿过程中采用的浮选设备大多数选择的都是机械搅拌式的充气式浮选机或自吸气式的浮选机。根据国际矿山开采工作的相关报道显示，在美国以及加拿大等地区铅锌矿的开采工作中，大多数应用了柱高为4.5米的浮选柱进行对氧化铅锌矿的浮选工作。但目前，这种浮选设备在我国并没有在矿产资源开采工作中得到普及，相关的设备以及技术也正在初步探索阶段中。但是业界已经有部分研究人员开始探索采用自吸式充气浮选柱回收铅锌选矿厂尾矿资源中的锌元素，并且取得了较好的应用成效。

### （二）浮选工艺的应用现状

目前，国内针对铅锌矿的选矿工作相应的工艺流程较为复杂，根据不同的工艺性质来划分，可以将铅锌矿的选矿工艺流程分为分浮选流程、重浮联合流程、选矿和冶炼相互联合的分矿流程。针对单一的浮选工艺来说，又可以分为铅元素在前、

锌元素在后的优先浮选工艺流程,硫化矿在前、氧化矿在后的分段浮选工艺流程,操作便捷矿在前、操作复杂矿在后的工艺流程等等。

### (三) 铅锌硫化矿的浮选技术以及相关的研究成果

目前,学术界王淀佐院士首次提出了原生电位的浮选技术,这种浮选技术的得出,主要是在研究工作中分别应用了硫化矿浮选电化学技术以及电位调控浮选新技术在我国南京的铅锌银矿地区、青海的西铁矿铅锌矿地区以及多家铅锌选矿企业进行了研究和应用。通过研究结果证明,利用硫化矿浮选电化学技术以及电位调控浮选新技术能够使选矿的工艺流程更加简洁、同时在选矿过程中利用的药剂用量也明显降低,还极大地提升了分选指标。这种技术在不同类型的铅锌硫化矿中都具有适应性较强、应用性能较为稳定、对周边环境污染较低等优势,在国际上都属于一项重大的创新,对于矿山浮选理论的发展以及更新具有积极意义。

不久之后,我国凡口的铅锌矿地区在选矿过程中借鉴了电位调控浮选技术的应用,并且在此前提条件下,将选矿的工艺流程进行了进一步的改造和升级,快速分支浮选技术由此诞生。快速分支浮选技术主要是将质量上乘且易于漂浮的,大多数铅锌金属物质直接投入到生产环节中,并且生产出品相较好、品位较高的铅锌单一精矿。在这项技术下,生产出的精矿相对来说内部的铅锌含量较高,整体的内部元素较为单一。而剩余的难以漂浮且不易选择的潜在金属物质就采用传统的工艺技术进行再次磨矿和再次选矿,最终得到铅锌混合精矿石。快速分支浮选技术的应用,极大地降低了高精度的铅含量以及高精度情况中的锌含量,并且还降低了一些含有杂质的铅锌物质在精矿石中的掺杂比率。相比于电位调控浮选流程来说,采用这项技术虽然铅锌矿的精矿品位有所下降,但是铅锌矿的回收率却分别得以提升,同时,在选矿过程中采用的药剂用量也相对较少,进一步节约了选矿环节的生产承包。由此可见,分支浮选技术的应用不仅具有精矿杂质含量较低的优势,同时,还能够极大地节约选矿工作中投入的药剂成本以及电力成本,具有极高的经济效益和环保效益。除此之外,凡口铅锌矿在选矿过程中还应用了粗粒效应载体浮选工艺,这项工艺技术的应用有效地解决了泥矿以及流失矿在选矿过程中存在的资源浪费问题,能够更好地回收泥矿以及流失矿中的铅锌矿元素。粗粒效应载体浮选技术其实就是在混合浮选生产铅锌技术的前提条件下利用了载体浮选的工作原理,通过在选矿过程中添加一定比例的砂矿,有效地提升了一些难以浮选的铅锌矿和流失矿中的回收比率。通过实践研究证明,采用这项技术后,该矿产企业的铅锌矿回收率分别提升了2%和5.51%,同时,在回收过程中采用的药剂成本也有所节约,每吨能够节约的药剂成本高达17.43元,而节约的耗电成本也高达每吨19.87元,这项技术的开发和应用极大地节约了选矿过程中投入的成本费用。

我国的黄沙坪铅锌矿在近年来已经将选矿工艺逐渐更新为了优选浮选工艺。通过实践研究证明,优选浮选工艺的应

用具有成本投入较为低廉、选矿指标较为稳定等优势,而在黄沙坪铅锌矿中尤其以重选流工艺为创新亮点,并且在实践应用中也取得了傲人的成绩,为黄沙坪铅锌矿的开采带来了巨大的经济效益。除此之外,还有我国的水口山铅锌矿以及庆元铅锌矿也分别根据该地区的矿藏资源特征对浮选技术进行了优化和更新。水口山的铅锌矿主要采用了高浓度粗粒快速浮选生产工艺,这项新技术的应用,有效地提升了选矿设备对于难浮矿的处理能力,同时还保障了浮选技术和指标的稳定性,在选矿成果以及生产成本的节约等方面都具有显著的优越性。而庆元铅锌矿主要是根据该地区铅锌矿产资源的矿物质特征以及结构分布对选矿的流程进行了升级和改造。该矿场区域对易选易浮的巨鸟洞矿石采用了粗精相互结合且再磨再选的工艺流程,针对巨鸟洞矿石高品位的矿产资源,采用了直接浮选的方式生产出品质相对较高的铅精矿以及锌精矿。而针对难选难浮的老鹰岩矿洞,就采用了先浮与浮选相互结合的工艺流程生产出了混合精矿产品。

### (四) 铅锌氧化矿的浮选新技术以及研究成果

目前,国内针对品质相对较低的铅锌氧化矿资源也开始研究新的浮选技术,研究的着眼点主要放在选矿以及冶炼相互联合的工艺流程。在选矿工作中主要采用了正反浮选的工艺方案,在该流程下能够生产出一批符合冶炼要求的氧化铅锌精矿,但是这批矿石不一定能够满足国际社会高标准较高的高品质氧化铅锌精矿冶炼需求。在冶金工作中,可以采用硫酸浸泡以及氧化回收净化等一系列操作流程,最终得到金属物质。例如,在云南的会泽铅锌矿中,针对埋藏在深部的高品位铅锌混合矿就研究出了先硫后氧、先铅后锌、异步选铅、锌铅黄铁矿相互分离、氧化锌不脱泥浮选技术等一系列较为复杂的多金属选矿浮选新技术,并获得了成功的应用<sup>[1]</sup>。

### 结语

综上所述,目前,在国内的铅锌矿选矿工作中最为关键的就是效率的提升以及环保效应的实现。因此,我国应当大力发展高效率破碎系统逐步取代传统的破碎系统机,这也是实现磨矿过程中节能降耗的关键因素。除此之外,随着现代智能技术以及机械设备的大型化发展,智能化的选矿系统也应该逐渐在铅锌矿的选矿工作中得到应用和普及。最后,采用新型的硫化矿浮选电化学以及电位调控浮选技术对于铅锌矿选矿效率以及经济效益的提升具有重大意义,同时,国内目前也在着手研究更加创新且先进的氧化铅锌矿浮选技术,并获得了一定的成效。希望在未来,我国铅锌矿的选矿技术和选矿工艺设备都能得到不断的优化和更新,推动我国铅锌矿选矿技术水平的有效提升。

### 参考文献:

- [1] 邹光旭,吴雪兰,郭争争,杨文武,王焕龙. 铅锌矿铅锌浮选的研究进展[J]. 安徽化工, 2017, 43 (03): 13-18.
- [2] 李润时,常韶博. 某低品位混合铅锌矿石浮选工艺应用[J]. 世界有色金属, 2020 (17): 41-42.