

# 矿山充填自动化控制技术的研究与应用

陈 斌

中国黄金集团江西金山矿业有限公司 江西德兴 334200

**摘 要:** 在矿山选矿结束后, 如果不能及时处理尾矿, 不仅影响地质的安全性和稳定性, 还会对地貌、地表水造成污染。传统的尾矿处理方式是将尾矿外排, 存放在尾砂库中。近年来, 随着科学技术的飞速发展, 许多先进的自动化技术开始在矿山充填中应用。然而在应用自动化控制技术充填尾矿时, 仍然存在一些问题亟待解决。基于此, 本文讨论了矿山自动化充填控制技术的应用。

**关键词:** 矿山; 尾矿充填; 自动化控制; 应用

## Research and application of automatic control technology of mine filling

Bin Chen

China Gold Group Jiangxi Jinshan Mining Co., LTD., Dexing 334200, China

**Abstract:** After the mine beneficiation, if the tailings can not be treated in time, it will not only affect the safety and stability of geology, but also cause pollution to the landform and surface water. The traditional tailings disposal method is to discharge the tailings and store them in the tailings reservoir. In recent years, with the rapid development of science and technology, many advanced automation technologies begin to be applied in mine filling. However, there are still some problems to be solved when applying automatic control technology to fill tailings. Based on this, this paper discusses the application of mine automatic filling control technology.

**Keywords:** Mine; Tailings filling; Automatic control; Application

矿山开采完成之后, 矿山底部就成为了采空区。现阶段, 生态环境保护问题成为了我国可持续发展战略中的重要问题<sup>[1]</sup>。因此, 传统的尾矿处理方式由于会对环境造成污染必将被淘汰。目前, 随着绿色矿山理念的提出, 矿山充填自动化控制技术成为了处理尾矿时主要应用的技术。采用这项技术对矿山底部进行充填, 可以有效地减少环境污染, 提升矿下作业的安全性和矿体资源的利用率。

### 一、影响矿山充填生产工作的相关因素

在整个选矿过程中, 采用尾砂充填的操作过程非常简便<sup>[2]</sup>。然而, 矿山充填的反应过程比较短, 非常容易受到工艺波动的影响, 比如骨料与胶结材料的配比不稳定, 使得充填材料的质量和稳定性得不到保障, 同时, 在充填过程中, 如果不能保证工作稳定性和连续性, 还会引起管道堵塞。通常情况下, 选矿过程具有明显的连续性和滞后性, 在选矿时可以针对过程中出现的问题进

行有针对性地调整, 使选矿过程恢复正常。然而尾砂充填的反应时间比较短, 一旦工艺条件发生波动, 当充填胶体结构材料被充填到井下采空区后, 强度会发生一定的改变。经过总结, 导致充填工艺波动的因素主要有以下四点:

#### 1. 尾砂分级填充

结合近年来尾砂填充经验, 发现胶结强度与尾砂级配有非常密切的关系。在尾砂填充中, 一般采用分级填充方式, 如果在此过程中, 未能合理地控制尾砂分级, 会导致实际胶结强度与设计强度存在较大差异, 严重影响采空区充填的质量和稳定性。

#### 2. 造浆浓度

根据充填实践经验分析得出, 填充体的成型强度与填充材料的浓度有直接关系, 会对矿山结构的稳定性产生影响。在充填工艺前期的造浆工作中, 控制材料浓度是非常重要的工作。如果造浆浓度过低, 会造成填

充浆料凝结强度降低。一旦充填浆料充填到井下采空区,将直接影响该区域的稳定性和安全性。

### 3. 填充材料配比参数

在矿山充填工作中,凝结材料与尾砂材料在不同配比参数条件下所得到的充填胶体材料强度不同。如果将水泥材料作为凝结材料,那么水泥的质量将会对填充体材料的稳定性产生直接影响。同时,水泥材料的配比也会对充填胶体材料的强度和稳定性产生影响。

### 4. 材料断流

填充料浆井下输送是胶结材料充填矿山过程中非常重要的步骤,在输送过程中必须保证填充材料输送的连续性和稳定性。一旦输送发生中断,很有可能造成管道堵塞。因此,在填充料浆输送中可以采用直流运输方式来保证材料的连续平稳运输,以避免井下管道堵塞。

## 二、矿山充填自动化控制技术应用分析

在矿山充填过程中,必须对填充过程进行严格的质量控制,从而保障胶结填充材料成型后的质量和强度,提升填充过程的安全性<sup>[3]</sup>。同时,由于充填过程反应时间较短,采取人工充填的方式显然无法满足各方面的要求,填充难度非常大。因此,矿山充填自动化控制技术的应用非常必要,能够有效地提升矿山充填的质量和效率。

### 1. 填充生产自动化系统架构

为了保障矿山充填自动化控制系统的顺利运转,必须构建自动化系统架构,并且应当结合矿山采空区的工作条件,合理地选择控制设备和检测设备。同时,相关人员应当根据矿山充填自动化系统建立相应的信息化系统,使信息化系统能够与自动化控制系统高效衔接,从而提升矿山充填自动化控制系统的实效性<sup>[4]</sup>。相关人员可以通过建立大型填充站配置自动化控制系统,在组态界面利用人机交互功能,实时监控和控制矿山充填工作过程。并且,矿山充填自动化控制系统应当利用选矿区网络向选矿厂主控室传输充填工作信息。由矿山信息中心实时监控矿山充填流程,以便于开展安全管理工作。

### 2. 充填过程中的工艺控制

与全尾砂相比,分级尾砂的沉降性、渗透性和脱排水性更好。因此,在矿山充填工程中,通常采用分级尾砂进行充填。充填工艺流程为:尾砂分级后运输至砂仓,在仓底进行气水造浆,之后放入尾砂和配比水泥,充分搅拌后进行井下输送,最终完成充填。

#### ① 分级充填站采砂的控制

通常情况下,选矿厂中的尾砂含有选矿过程中各种粒级的尾矿,由于充填材料选用分级尾砂,需要根据分

级要求将一定粒级以下的尾砂去除,去除后的细粒尾砂可以送到尾矿库,粗粒尾砂作为充填骨料存放至砂仓。这个阶段的质量控制要点在于尽可能多地保留符合分级尾砂粒级要求的尾砂,从而减少尾矿库容负担,增加尾砂骨料。在实际控制时,针对选矿厂送来的尾砂,利用泵对旋流器在给矿时检测与控制给矿浓度和压力,确保分离出去的尾砂是不符合分级尾砂粒级要求的细粒尾砂。

#### ② 尾砂充填对造浆的控制

在立式砂仓中,主要采用风水联合造浆作为主要造浆方式,造浆浓度由水量控制,造浆效果由风量控制,以确保造浆浓度和效果能够满足充填料浆的要求,确保料浆与凝结材料在经过搅拌活化后符合充填料浆浓度要求<sup>[5]</sup>。造浆过程是在砂仓中形成适宜的放砂浓度,造浆浓度直接决定了充填浆体浓度。如果造浆浓度高,可以向搅拌桶中加水进行稀释。如果造浆浓度低,基本没有补救措施。因此,在充填系统控制中,控制造浆浓度这一步骤非常重要。一般来说,只要合理地调节造浆水量就能够获得符合要求的造浆浓度,但是由于砂仓可能出现板结等情况,造成放砂浓度过低,这时即便是将造浆水量调节到最小,也无法获得符合标准的造浆浓度。为此,可以采用自动化控制系统检测放砂浓度、砂仓料位等工况,实时控制与调节风量、水量,从而活化砂仓中的矿砂。

#### ③ 料浆活化配比水泥控制

一般来说,配灰系统包含水泥仓和双管螺旋给料机等设备。水泥仓底部的漏斗放出水泥,经由双管螺旋给料机进行均匀给料,利用冲板流量计进行水泥计量后送入料浆搅拌桶。在检测造浆放砂工艺阶段能够获得到砂量,计算出适宜的水泥及砂比,采用变频器控制双管螺旋给料机来进行给料,从而使水泥配比符合充填工艺中的水泥量要求,保障充填胶体的强度。在实际控制水泥配比量的过程中,需要检测送料时的砂浆浓度、流量,从而获得料浆搅拌桶中的尾砂量。由于充填工艺有所不同,因此对水泥配比的要求也存在一定的差异,可以跟踪配比,控制水泥量和尾砂量,从而获得不同充填工艺所需的充填料浆,以满足不同充填区域的胶结体强度要求。

#### ④ 对充填料浆浓度的控制

在造浆过程中,如果充填料浆浓度比充填工艺所要求的浓度高时,一般有两种情况:一是严重超出充填料浆浓度要求,大多是因为造浆过程中的水量过小,因此可以增加造浆过程中的水量,将浓度调节至工艺要求浓度即可;二是稍微超出充填料浆浓度,这种情况可以调

节搅拌桶的给水电动调节阀, 增加给水量, 将造浆浓度调节至工艺要求浓度。

#### ⑤搅拌桶料位的控制与稳定

为了确保充填料浆能够充分得到活化, 需要严格控制搅拌桶的料位, 使得尾砂与胶结料能够充分搅拌。搅拌桶中的料位具有高度要求, 符合高度要求的料位是料浆活化的必要条件。因此, 应当对搅拌桶中的料位进行实时监测和跟踪, 并且控制调节造浆过程中的放砂量, 使得搅拌桶中的料位一直处于合理高度。

#### ⑥料浆安全输送的识别与处理

充填料浆搅拌完成后, 就可以开始通过管道向井下采空区输送, 在此过程中必须保证输送的连续性、平稳性和安全性。一般来说, 渣浆泵加压、井下管网自流等过程主要受到搅拌桶料位的影响, 料浆密度和重力加速度是影响自流充填系统输送状态的主要因素<sup>[6]</sup>。如果搅拌桶料位异常, 会导致充填料浆输送中断, 使得料浆输送速度不稳定, 最终引起井下管道堵塞。现阶段, 我国矿山充填中时常会发生井下输送管道堵塞的问题, 因此, 搅拌桶的料位控制必须引起重视, 可以采用自动化控制系统实时监测料浆输送浓度、流量、搅拌桶料位和输送管道压力等条件, 针对采集到的监测数据进行分析, 从而判断出输送问题, 预测输送隐患。如果自动化控制系统识别到输送过程异常, 系统能够自动切断供砂, 向输送管道中充水从而避免管道堵塞, 以保障矿山充填工程的顺利进行。

### 三、矿山充填自动化控制技术的开发

在我国, 矿山充填自动化控制技术已经在多年的实践中得到了深入地研究与开发, 该项技术已经通过开发模块实现了造浆分层给水和分层给风的控制, 并且开发出了计算砂量和水泥配比模型、料浆浓度及搅拌桶料位控制模型、输送状态识别与处理模型等。这些模型在自

动化控制系统中的应用使得多座充填站的控制水平得到了明显地提升, 不仅大大提升了填充质量, 还能够在井下输送管道堵塞后及时预警并处理, 有效地降低了矿山充填中井下管道堵塞几率。此外, 随着科研人员不断地对矿山充填自动化控制技术进行研究与开发, 一些矿山已经开始采用膏体充填自动化控制技术, 比如新疆铜辉全尾砂膏体充填。这种技术是采用尾砂和碎石子形成膏体进行充填, 大大降低了充填成本。通过向全尾砂充填料中加入泵送剂和粗骨料, 使其形成膏体料浆, 提升了全尾砂的利用率和充填膏体的强度, 降低了料浆水灰比和凝结沉降率。

### 四、结束语

综上所述, 在矿山充填工程中, 自动化控制技术的应用可以有效地控制交接充填过程, 使尾矿充填更加稳定、安全, 提升了尾砂的利用率。近年来, 矿山充填自动化控制技术在科研人员的研究和实践中取得了一系列进展, 相信未来该项技术的应用效果会更加理想。

#### 参考文献:

- [1]杨庆元, 魏诚.地下金属矿山充填采矿技术分析[J].冶金管理, 2023, (04): 84-88.
- [2]黄明发.大型矿山低成本胶结充填关键技术研究与应用[J].矿业研究与开发, 2023, 43(01): 20-25.
- [3]胡建钊.某矿山充填管路系统设计研究[J].中国铝业, 2022, 46(06): 20-26.
- [4]刘军, 吴海宝, 陈俊德.矿山充填搅拌站的模糊协调控制[J].工业控制计算机, 2022, 35(12): 85-87.
- [5]柴兴伟.某矿山充填系统给料设备改进及应用[J].云南冶金, 2022, 51(04): 28-32.
- [6]孙光华, 王玥, 任伟成.胶结充填技术在金属矿山中的应用现状与发展趋势[J].有色金属(矿山部分), 2022, 74(04): 26-33.