

# Application of Paste Like Filling with Fine Tailings in Metal Mines

Xiangpeng Wang\* Mengkang Lan

Shandong Gold Mining (Linglong) Co., Ltd., Zhaoyuan, Shandong, 265400, China

## Abstract

The conventional filling mode of metal mines is: the concentrator screens the screened tailings, the coarse tailings are filled underground, and the fine tailings are discharged to the tailings pond. With the continuous discharge of tailings, the pressure of tailings pond is getting higher and higher, and the emergency of storage capacity can not be ignored. In view of this, Linglong Gold Mine has put forward the concept of paste like filling of fine tailings in combination with its own situation, so as to comprehensively utilize tailings in all aspects and relieve the pressure of tailings pond.

## Keywords

fine tailings; paste like body; filling

# 细尾砂似膏体充填在金属矿山中的应用

王祥朋\* 兰萌康

山东黄金矿业(玲珑)有限公司, 中国·山东 招远 265400

## 摘要

金属矿山常规的充填模式为: 选矿厂将筛选后的尾矿进行筛分, 粗尾砂进行井下充填, 细尾砂排至尾矿库。随着尾矿的不断排放, 尾矿库压力越来越大, 库容告急现象已不容忽视。鉴于此, 玲珑金矿结合自身情况, 提出了细尾砂似膏体的充填理念, 对尾砂进行全方位的综合利用, 缓解尾矿库压力。

## 关键词

细尾砂; 似膏体; 充填

## 1 引言

一方面, 细尾砂似膏体充填技术的应用实现了对尾矿全方位的利用, 大大地缓解了尾矿库的压力; 另一方面, 似膏体充填料浆可实现结构流输送, 料浆在输送过程中, 离析现象少, 泌水率低, 沉缩率低, 充填接顶效果好。

## 2 细尾砂物理性质的检测

尾砂的物理性质(容重、比重、粒径分布)对充填起决定性因素, 影响着充填浓度, 砂仓的规格, 胶凝材料的选型及充填体强度。

经检测, 玲珑金矿细尾砂比重为 2.68 g/cm<sup>3</sup>, 容重 1.34 g/cm<sup>3</sup>, 粒径分布见表 1。

表 1 细尾砂粒径分布

尾砂	粒径/目	+100	-100~+200	-200~+325	-325~+400	-400
细粒级	水筛筛分	1.8%	3.5%	6.8%	7.7%	80.2%

## 3 尾矿絮凝沉降

细尾砂沉降速率慢, 砂仓顶部溢流浓度高, 溢流水带走大量尾砂, 降低了尾砂利用率, 影响充填体浓度, 增大充填站的排尾压力。添加絮凝剂可以将尾砂中的颗粒絮凝成团状, 从而加快沉降, 达到降低溢流浓度、提高下砂浓度的目的, 减少了跑浑现象的发生。另一方面, 可避免尾砂在沉降过程中发生粒径分级现象, 避免充填质量参差不齐的现象。

### 3.1 絮凝剂添加量检测

为检测适合当前尾砂的絮凝剂最佳添加量, 根据供砂浓度 30% 左右, 配置浓度 30% 的试样, 分别添加 (20g/t、30g/t、40g/t、50g/t、60g/t) 的絮凝剂, 定时观察尾砂的下降高度(见图 1)。

经检测, 在当前的供砂浓度下, 50 g/t 的絮凝剂添加量最优。

### 3.2 增设中心给料桶

笔者所在公司自行设计、安装中心给料桶, 中给料桶桶壁为圆筒形, 进料管水平切向进料, 管口位于液面之下, 实现尾砂浆自动搅拌; 给料桶设稀释口, 实现尾砂浆浓度的

【作者简介】王祥朋(1994-), 男, 中国山东招远人, 本科, 工程师, 从事矿山开采与工程设计研究。

自动稀释；给料桶上端直径大，下端直径小，增加尾砂浆与絮凝剂混合时间；给料桶下端侧面开口，实现尾砂均匀分布在砂仓内<sup>[1]</sup>。

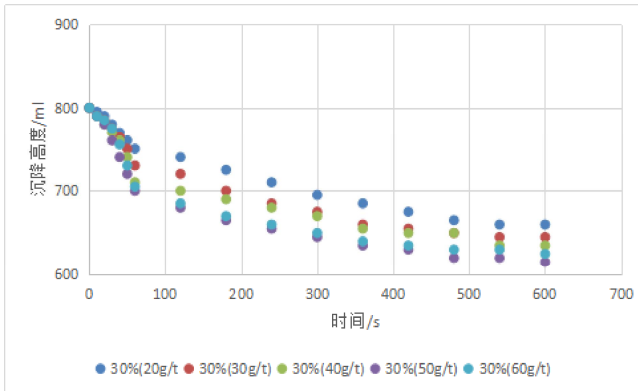


图 1

### 3.2.1 搅拌工艺

采用细粒级尾砂似膏体充填工艺，搅拌效果是决定充填质量和管道输送是否顺畅的关键技术之一，生产经验表明，两级搅拌可明显消除充填料浆内的絮团，提高物料搅拌的均匀性，使充填料浆坍落度提高（与一极搅拌相比）4%~7%，同时改善充填体的固化性能。为此特另增加一台高浓度搅拌槽作为二级搅拌。一级搅拌使尾砂与胶凝材料混合均匀；二级搅拌进一步活化搅拌，二级搅拌采用下端进料、上端出料工艺，实现搅拌槽内料浆液位高度稳定，确保搅拌时间及搅拌效果。改造后充填料浆搅拌时间由不足 2 min 增加到 4 min 以上。

### 3.2.2 料浆流动性检测

充填浓度直接决定着充填体的强度，浓度越高，强度越大，但在实际生产过程中，受管路输送的制约，浓度值有临近的界限，超过界限容易引发管路爆管事故，同时浓度也不宜过低，浓度过低，充填体强度差，胶结效果差，影响正常生产，为此，要充分研究当下细尾砂的流动性，确定其最佳浓度（见图 2、图 3）。

结合充填倍线，管路的输送能力以及生产能力，最终确定 66% 的充填浓度。

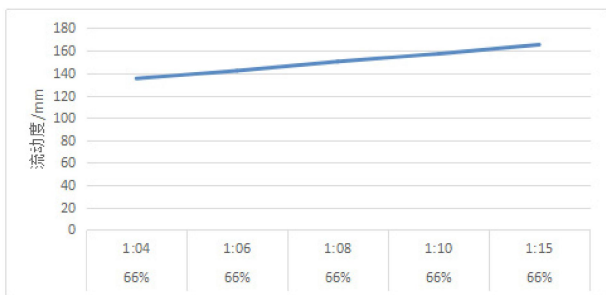


图 2 不同配比相同浓度流动度

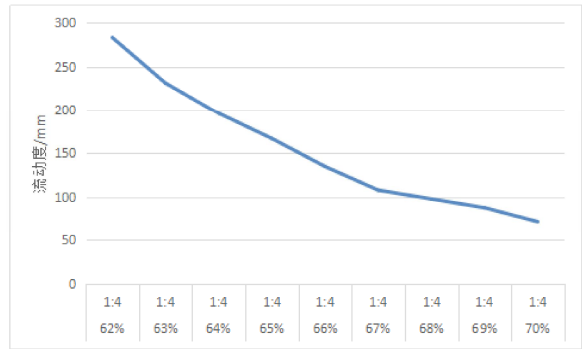


图 3 相同配比不同浓度流动度

### 3.2.3 充填配比的确定

为确保充填体强度，需添加胶凝材料确保充填体质量，不同生产阶段对充填体的要求不同，在满足生产要求的前提下，要控制胶凝材料的成本，控制好不同阶段的生产配比（见图 4）。

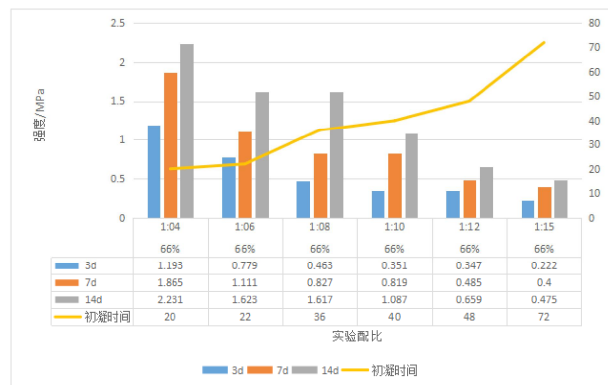


图 4

根据实验结果，各阶段配比如下：

①采场充填（后退式回采）。

假底层：1 : 4，《金属矿山开采》规定，对于起顶柱作用的充填体，最低要满足 2 MPa 的抗压能力。最低配比 1 : 4 可满足抗压能力。

胶结面：1 : 6，玲珑金矿当前最大铲运机及载重为 17 t，其接地面积约为 0.28 m<sup>2</sup>，对地压强为 0.59 MPa，东风分矿这边换层需 3~5 天，按进度最快 3 天换层计算，最低配比 1 : 6 可满足铲运机的抗压要求。

非胶结面：《金属矿山开采》规定，临条施工的养护期要大于 72 h，其强度要大于 0.3 MPa，1 : 10 配比满足其要求。

②采场充填（间隔式回采）。

此种采矿方式会产生两侧都是充填体的进路，此时进路回采对充填体强度要求较高，整体采用 1 : 6 配比充填。

③空区充填。

空区充填养护期时间长，有足够的胶结时间，故采用

1 : 20 充填。

④可回收矿柱空区。

此种空区要充分考虑现场情况,从施工安全以及成本控制两方面考虑,前期采用 1 : 20 充填,根据现场充填高度,距接顶 3 m 左右时更换 1 : 10 充填,距接顶 1 m 左右时更换 1 : 6 充填<sup>[2]</sup>。

## 4 充填自动化控制

### 4.1 匀质造浆工艺

为保证砂仓内细尾砂的充分活化、下砂顺畅,对原有立式砂仓实施匀质造浆工艺改造。其中的匀质造浆系统采用模块化设计,包含导流装置、砂浆排放装置、匀质造浆装置、特型喷嘴等,实现系统的易组装、易更换;对造浆水的分布采取层级均匀布置设计,借助特型喷嘴的独特结构特点,实现造浆水的均匀喷射功能,确保砂仓放砂浓度、流量稳定。

①对造浆压力、各层环管造浆流量进行实时检测。生产过程中出现失压或者造成浆水流量低的情况,系统发出报警并智能判断异常情况出现的原因(水泵故障、造浆阀门异常、造浆喷嘴异常等)。

②恒压造浆。通过对造浆压力的综合控制,灵活调控水泵运行频率,使造浆压力恒定在工作压力。

③灵活自适应造浆。采用神经网络控制算法,结合砂仓砂位,下砂浓度,造浆水量多参数进行综合分析控制,系统自主确定造浆时长及造浆阀的开度情况。

### 4.2 搅拌桶液位前馈分级控制

①系统实时对下砂流量、搅拌桶料位进行平滑处理,减少工艺参数波动对控制效果的干扰。

②系统自动捕捉平稳下砂时的流量,并智能分配调节区域,当下砂流量平稳下降或上升时,下砂胶管阀立即跟随流量的变化方向开启或关闭。

③当搅拌桶液位超过报警上下限值,下砂胶管阀直接动作至安全开度,保障安全稳定生产。

④系统根据搅拌桶结构,将充填过程中搅拌桶料位控制在理想液位,理想液位下搅拌桶主轴螺旋桨可实现最优搅拌效果,保证水泥灰与充填骨料均匀混合,达成最佳制浆效果。

### 4.3 精准配灰控制

通过对给人搅拌桶的砂浆浓度与砂浆流量进行检测,可获得此时进入料浆搅拌桶的尾砂干矿量。根据不同充填工艺对水泥要求的配比关系,控制水泥灰随尾砂量进行跟踪配比。

采用数据加权滤波方法处理尾砂干矿量及配灰量,避免短暂的数据波动使给料机处于频繁调节的状态。当下灰出现不顺畅时,仓壁振打器自动启动,按照预设定的振打次数进行工作,从而实现稳定配灰,保证不同充填区域对不同充填体强度的要求<sup>[3]</sup>。

### 4.4 一键充填功能

原充填系统的造浆、下砂、配灰等流程是分步进行控制的,操作人员根据经验逐步进行操作。本次升级改造,实现系统的一键充填功能,在充填开始前,只需要设定好相关的参数,随后点击一键充填按钮,系统将根据预先设置好的流程进行自动操作,并且确保充填过程中各个工艺参数等均保持在正常状态,极大简化了开车过程中一系列的操作,同时系统将根据工艺参数准确进行控制。使系统控制更加准确。

### 4.5 自适应报表功能

对报表功能进行升级完善,主要包括:造浆水量、搅拌桶补加水量、充填前试管水量、充填结束时冲管水量、充填浓度、下灰量。

根据这些报表参数,可以统计出造浆水的最佳水量、浓度的平均统计,可以统计为班报表、日报表、月报表、年报表,同时对砂仓砂位、灰仓料位、结束采场个数、拉车灰次数等进行数据的累计,便于车间管理人员全面及时准确地了解各班次各环节生产情况。

## 5 结语

采用细粒级尾砂似膏体充填,充填体沉缩率低,接顶率高,能有效减小应力集中,控制顶板围岩沉降和冒落,提效 10%。充填料浆形态稳定,对泵、搅拌机的磨损小;充填料浆实现结构流输送,管道振动小,冲击力小,系统运行稳定;充填料浆泌水率低,充填料浆不离析。充填体 3 天强度可达到 0.3 MPa 以上,满足采矿生产的要求并实现了采场充填一次充填接顶,极大地提高了生产效率。

## 参考文献

- [1] 陈鑫政,杨小聪,郭利杰,等.充填配比方案优化的正交试验研究[J].金属矿山,2016(11):5.
- [2] 杨柳华,王洪江,吴爱祥,等.絮凝沉降对全尾砂料浆流变特性的影响[J].中南大学学报:自然科学版,2016,47(10):7.
- [3] 王新民,胡一波,王石,等.超细全尾砂充填配比优化正交试验研究[J].黄金科学技术,2015,23(3):64-65.