

Research on Modernization and Transformation of Mineral Processing Flotation Process

Mingjia Wang

Northern Heavy Industries Group Co. Ltd., Shenyang Liaoning
Email: aminga1986@163.com

Received: Dec. 18th, 2019; accepted: Jan. 8th, 2020; published: Jan. 15th, 2020

Abstract

The modernization of the flotation circuit of the Gibraltar mine roughing machine is a good example. The transformation project includes replacing three rows of 16 flotation cells with new ones, which have reached the end of their useful life. The design goal of the project is to double the flotation residence time to support higher mill tonnages, improve metal recovery rates, and install modern equipment to ensure 25-year mine life operations.

Keywords

Beneficiation, Practice, Upgrading, Flotation Machine, 3D Design and Layout

选矿浮选流程的现代化升级改造研究

王明嘉

北方重工集团有限公司, 辽宁 沈阳
Email: aminga1986@163.com

收稿日期: 2019年12月18日; 录用日期: 2020年1月8日; 发布日期: 2020年1月15日

摘要

Gibraltar 矿山粗选机浮选回路的现代化是一个很好的例证。该改造项目包括用新的浮选槽取代原有的3排16个浮选槽, 这些浮选槽已达到使用寿命的终点。该项目的设计目标是将浮选停留时间增加一倍, 以支持更高的磨机吨位, 提高金属回收率, 并安装现代设备, 来保证25年矿山寿命的运营。

关键词

选矿, 实践, 升级改造, 浮选机, 3D设计布置

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

当今社会进步发展对矿产需求量日益增长, 同时矿物分选难度日益加大, 这也是选矿行业面临的巨大挑战[1]。浮选作为选矿领域重要的选矿方法, 本文对选矿浮选技术的优化工艺及改造实践进行总结, 适应市场条件和行业发展特点, 促进选矿行业可持续发展。

2. 正文

该选矿升级改造项目选择了 10 个 100 m³ 的室外储罐单元以及完整系统所需的所有辅助设备。该矿先前购买了一个 100 m³ 的 Outotec 浮选池, 该浮选池尚未安装, 将纳入项目计划。改造工程基于高水平执行策略的制定。独立建造粗选机浮选设施的选择很快被放弃, 因为安装成本太高, 而且现场限制会迫使工艺装置操作之间过度分离, 影响可操作性。剩下的唯一选择是利用与现有粗选浮选槽相同的物理空间。旧浮选回路的照片如图 1 所示。



Figure 1. Existing flotation system before renovation

图 1. 改造前现有的浮选系统

2.1. 浮选系统改造方案的确定

确定了三种可能的方案来完成此项升级改造:

方案 1: 关停工厂进行升级改造。

方案 2: 安装一个临时的室外浮选槽组, 以在升级改造期间维持生产。

方案 3: 与新浮选槽的安装同时, 对旧浮选槽进行分期退役。

显然, 方案 1 很快被驳回, 因为项目目标之一是尽量减少生产系统的建设对日常运营的影响, 并考虑到铜和钼的市场价格, 停产会导致很大的收入损失。

方案 2 要求在拆除现有浮选槽并在其位置安装新的永久浮选槽的同时, 在主选厂建筑外安装一排浮选槽, 以供临时使用。虽然这是一个可行的解决方案, 但由于临时安装一个 100 m^3 的浮选槽, 再加上重新安置整个浮选槽或购买额外的矿浆箱(需要重新安置管道连接和机械装置)的费用, 导致这一方案被驳回。

方案 3 需要对现有浮选机进行阶段性的退役, 并对新的浮选机进行分期安装和调试。此外, 由矿山购买的单 100 m^3 浮选机的安装可以按计划完成(作为一个粗选预选设备单元)并集成在分阶段的施工顺序中以形成最终安装的一部分。尽管此项没有呈现最直接的施工顺序, 但它是基于较低的安装成本选择的。该浮选槽的安装提供了足够的浮选保留时间, 以除去粗磨的一个系列, 并继续操作磨机, 对回收的影响最小。留下了 9 个 100 m^3 的浮选机, 安装在现有的浮选槽所占用的空间中。基础工程以初步 2D 布局开始, 以确认两个系列($4 \times 100\text{ m}^3$ 浮选槽和第二系列 $5 \times 100\text{ m}^3$ 浮选槽)位于现有 48 个浮选槽位置内。由于在选矿厂的一个对工厂运营至关重要的区域进行施工, 因此需要进行详细的规划和可施工性审查, 以确保生产中断最小化[2]。

2.2. 过渡期间遵循的施工操作顺序

过渡期间应遵循的施工和操作顺序如下:

- 建造并调试一个泵送系统, 使现有的三条磨矿生产线排放到一个新的普通泵箱中, 该泵箱将依次用于向现有的两个浮选槽供水。
- 退役并拆除现有的三个浮选机组中的一个, 同时通过剩余的两个浮选机组和新的扫选浮选机进行满负荷生产。在现有浮选槽第一排移除后的空间内, 建造一排四个新的浮选槽, 并调整浮选进料泵送系统, 以供给新的浮选槽。
- 调试新的浮选槽组, 并通过新的浮选槽(包括浮选扫选设备)调整设备生产能力。
- 停用并拆除剩余的两组现有浮选槽, 同时通过新的浮选槽组进行全负荷运行。
- 在拆除最后两排现有浮选槽的空间内, 安装第二组五个新浮选槽, 并完成浮选进料泵送系统, 以将两个浮选槽之间的磨矿线上的进料分开。调试第二组新的浮选槽。

这一详细的施工顺序为项目如何在施加的约束条件下进行提供了框架。工程团队、施工管理团队和运营团队为详细的工程进度提供持续的工作输入, 以支持该区域的施工方法[3], 该方法分为三个不同的阶段, 如下所示:

第一阶段, 施工全部混凝土基础工程。两个新浮选槽组的混凝土基础将浇注在现有板上方和操作浮选槽下方, 包括现有浮选槽支撑钢结构, 稍后将拆除。在现有的起重机轨道上安装一台新的重型起重机, 按要求安装新的较大的浮选槽部件。安装新的浮选进料泵箱和相关泵, 以便仅临时给现有浮选槽的两个组进料。浮选进料泵箱安装后将永久性重复使用。在规定的连接点安装临时浮选进料管道、电气设施和仪表, 以支持从新泵送系统进料的两组现有浮选槽的运行。关停选矿厂, 并将泵送系统连接至现有浮选槽。

第二阶段, 停产并拆除一排 16 个现有浮选槽和支撑钢结构。在先前浇筑的空间基础上安装新的钢支撑结构和一组 4 台更换的浮选机, 使其正常运转。安装辅助系统并冷调试新的浮选槽组。关停选矿厂, 连接并调试新的浮选槽组。图 6 提供了第二阶段完工时的工厂图片。

第三阶段, 停用并拆除剩余的两排旧浮选槽和相关钢结构。在先前建造的地基上竖立新的钢支撑结构, 并将五个新的浮选池安装在可用的空间中。安装辅助管道、电气和仪表系统, 并对新浮选槽进行冷调试。执行最后的连接, 并调试两个平行的更换的浮选槽及最终浮选回路, 投入运行。图 7 展示了完成时的系统。

在确定了施工顺序之后, 工程活动和设计优化可以继续, 以支持确定的施工顺序[4]。为证明早期概念而制作的二维布局被发展为每个阶段的三维模型。这些模型包含了现有的结构和初步的设备信息。随着详细工程设计过程中收到经认证的设备信息和最终确定的设计概念, 这些模型不断更新。根据每个阶段的模型, 进一步制定了安装顺序。第三阶段的模型如图 2~5 所示。



Figure 2. The second stage had been completed, the new flotation cells and the old flotation cells were working together
图 2. 第二阶段完成，新浮选槽与旧浮选槽一起工作的模型



Figure 3. After the old flotation cells were shut down and dismantled, the existing steel structure had replaced the layout
图 3. 旧浮选槽停产并拆除后，现有的钢结构已取代布置



Figure 4. Removal of original steel structure and establishment of steel support on new foundation
图 4. 原有钢结构拆除及新地基上钢支撑完成建立



Figure 5. System model running in the final configuration after the third phase

图 5. 第三阶段完成，在最终配置中运行的系统模型



Figure 6. The operation of the first group of new flotation machines had been completed in the second stage, the old flotation machines were still in operation

图 6. 第二阶段完成第一组新浮选机的运转，旧浮选机仍在运转



Figure 7. The third stage completed the new flotation cell system operation

图 7. 第三阶段完成全新的浮选槽系统运转

图 2 表示第二阶段完成, 第一组四个新浮选槽与原厂剩余的旧浮选槽一起工作的模型; 图 3 模型表明, 在剩余的两排旧浮选槽停产并拆除后, 现有的钢结构已取代布置; 图 4 为原有钢结构拆除及新地基上第二排钢支撑完成建立; 图 5 表示第三阶段完成, 在最终配置中运行的 9 个单元模型, 第 10 个在左下角; 图 6 为第二阶段完成第一组新浮选机的运转, 剩下的两个旧浮选机仍在运转; 图 7 为第三阶段完成全新的浮选槽系统运转。

模型清楚地表明了新的设备、服务连接要求、要拆除或修改的项目, 并提供了识别干扰和冲突的基础。模型中的快照每隔一定时间被转发到现场, 在完成具体的可交付成果和大宗材料采购之前, 要与施工管理团队和运营组的代表进行审查[5]。这些审查证明对项目的成功至关重要, 一旦发现了一些干扰, 在发生额外停机之前可以采取纠正措施。

3. 结论

1) 仔细规划和制定详细的施工阶段计划是成功更换浮选槽的关键。两个工厂停产, 一个停产 24 小时, 一个停产 8 小时, 才能完成项目工作, 在剩余的施工期内, 运营部门能够保持工厂的全部生产能力。此外, 工厂停产与维护活动同时进行, 以进一步减少对生产的影响。

2) 在粗磨浮选回路中使用的方法也成功地应用于该项目的其他操作区域, 包括二次磨矿回路升级、精矿浮选回路现代化和尾矿处理升级。

3) 工程团队在项目执行过程中的早期和持续参与有利于对项目的顺利开展。设计工作最好由工程团队在办公室进行, 由现场的施工/操作人员执行。

4) 开发和维护一个创新的、前瞻性的、灵活的项目团队, 涉及多个相关工程学科。在所有功能组之间进行清晰和开放的交流, 且对该过程和项目团队有较强的高层管理支持, 从而获得项目最大的成功。

参考文献

- [1] 李振, 刘炯天, 王永田, 曹亦俊. 浮选技术的发展现状及展望[J]. 选矿技术资讯, 2014(4): 12-13.
- [2] 徐超, 张文平, 高腾跃, 蔡明明, 秦广林, 陈艳波. 新疆某铜锌多金属矿石优先浮铜可行性研究[J]. 现代矿业, 2019(4): 22-23.
- [3] 邓中. 矿业建设工程的环境影响分析[D]: [硕士学位论文]. 陕西: 西北农林科技大学, 2011.
- [4] 钟清, 韦建军, 兰小光, 付济林. 多槽浮选机集中拖动方式的能耗分析与可行性研究[J]. 矿山机械, 2016(6): 55-57.
- [5] 胡强, 彭仕冕. 梭罗沟金矿选矿厂 2000 t/d 改扩建及生产管理实践[J]. 现代矿业, 2019(3): 9-11.