

选煤厂浮选入料泵智能控制升级改造研究

侯瑞华（华晋焦煤有限责任公司沙曲选煤厂，山西 柳林 033300）

摘要：选煤厂洗选过程中确保矿浆液位稳定并合理添加药剂，对提高浮选效率有显著的促进作用。以山西某选煤厂为工程实例，针对选煤厂浮选自动化程度低、药剂消耗量大、矿浆液位不稳定以及作业人员劳动强度高等问题，提出对浮选入料泵以及加药等进行智能化升级改造。并对智能化升级改造方案以及应用效果等进行分析。经过智能化改造后，选煤厂浮选环节效率得以显著提升，现场取得较好应用成果。

关键词：选煤厂；煤炭洗选；浮选控制；智能化；入料泵；药剂

0 前言

选煤厂浮选悬浮液物理特性的稳定控制直接影响到原煤的分选效果和精煤产率，通过进行智能化技术改造可在一定程度上提升生产效率并降低作业人员数量及劳动强度^[1-2]。为此，众多研究学者对选煤厂智能化展开研究，其中王然风等^[3]依据以往研究成果给出智能化选煤厂构建体系，具体可通过构建智能化物联网层、控制层、决策层等方面实现；郝继飞通过对重悬浮液密度控制系统进行建模，提出了变参数调节器的适应型控制算法，改善了控制系统响应时间和振荡现象；赵卫中宽等^[4]指出实现选煤厂智能化关键是实现浮选、跳汰、重介分选等环节设备智能化控制以及智能化监测。浮选是选煤厂主要生产环节之一，用以实现煤泥水中尾矿、精煤分离，浮选是利用煤粒、矸石粒间的亲水差异特征，通过添加捕获剂提高浮选效果^[6]。浮选药剂添加量、矿浆浓度、流量等均会影响浮选效果，现阶段选煤厂药剂添加一般根据经验确定，同时存在自动化程度低、添加量精度控制差以及与矿井性质不匹配等问题^[7-8]；同时浮选过程中矿浆池液位不稳定也会给浮选效果带来显著影响。为此，文中就对选煤厂浮选入料以及加药等环节智能化升级改造等内容展开研究，以期更好促进选煤厂浮选工作开展。

1 浮选厂浮选系统概述

山西某选煤厂浮选系统物料源于煤泥水车间底流，通过煤泥泵将浓缩底流泵送至矿浆准备器，捕获剂、起泡剂等药物也添加至矿井准备器内；矿浆在经过搅拌、分层、刮泡等操作后，采用浮选机浮选。浮选机浮选得到的精矿流至精煤筒内后经过压滤机处理形成精煤，并通过精煤转载皮带外运；浮选机尾矿首先用压滤机处理并流入浓缩池，旋流器处理得到的底流为中煤，溢流先后通过二段浓缩池、压滤机处理后得到煤泥，具体浮选工艺流程见图1。在选煤厂浮选过程中矿浆池存在液位变化明显问题，从而导致矿浆外溢或者入料泵抽空情况，给浮选过程带来较为明显影响；同时浮选期间加药采用手动控制，存在不同程度药剂浪费、精煤回收率低以及尾煤灰分高等情况。文中就依据选煤厂浮选实际情况针

对性提出浮选入料泵以及浮选加药等环节智能化控制系统，以期更好的促进选煤厂浮选工作开展。

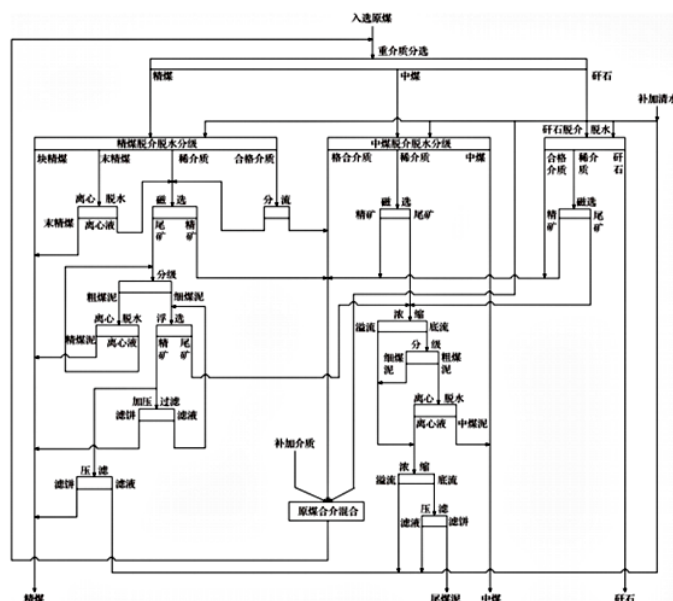


图1 选煤厂原煤洗选工艺流程

2 浮选智能化控制系统

2.1 智能化控制系统结构

设计的浮选智能化控制系统采用电磁流量计、浓度计以及计量泵等对矿浆、干煤泥等参数进行监测，并通过PLC内置的逻辑控制程序对浮选机加药量进行动态调整，从而实现浮选设备智能化运行，具体系统结构见图2所示。

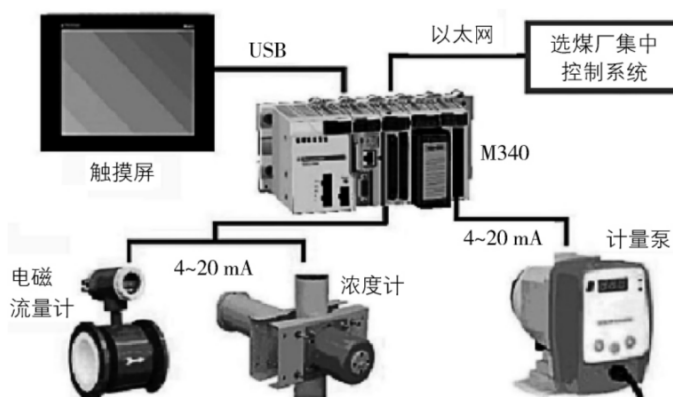


图2 浮选智能化控制系统结构

浮选智能化控制的核心是实现矿浆、煤泥参数监测并动实现加药量智能控制。智能控制系统关键子系统包括有药剂储备、定量添加输送、捕收剂以及起泡剂定点定量添加系统等，具体结构见图 3 所示。

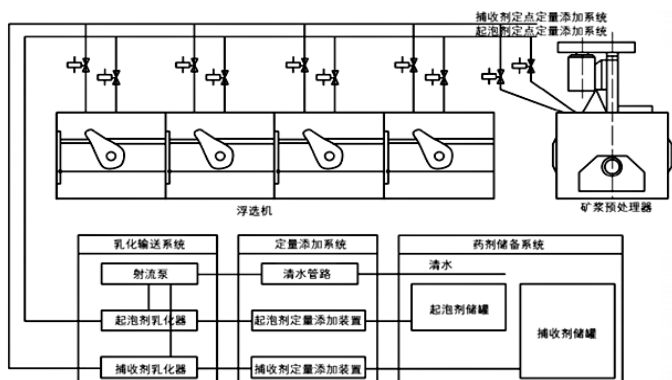


图 3 浮选药剂智能控制系统结构

智能加药系统关键设备为 PLC、控制柜、变频器、触摸屏等，用以实现药剂智能添加。各子系统结构组成：药剂储备系统结构包括有药剂罐、输送管路、液位计以及滤网等，以存储药剂；定量添加系统设备有计量泵、过滤器等，以便实现浮选药剂添加；乳剂输送系统硬件设备包括有射流器、射流泵，通过提高药剂扩散效果提升浮选效率；定点定量添加系统硬件有电磁阀、电控系统，实现定点、定量添加药剂。

2.2 智能化运行分析

药剂添加量直接影响浮选效果，而添加量直接影响因素包括有矿浆浓度、流量等。为此智能化控制系统根据传感器监测结果对智能调整药剂添加量。当监测到矿浆浓度不变时，随流量增加而增大，具体药剂添加量增幅应与流量增加增幅一致；若入料量不变而浆液浓度出现变化时，则由小沉浮试验确定药剂-浓度变化曲线确定药剂添加量；若矿浆浓度、流量等同时变化时，则药剂添加量控制较为困难。具体在控制系统中采用(A-B_q)函数调整药剂添加量，具体(A-B_q)函数为：

$$I_q = (A - B \times q) \times Q \quad (1)$$

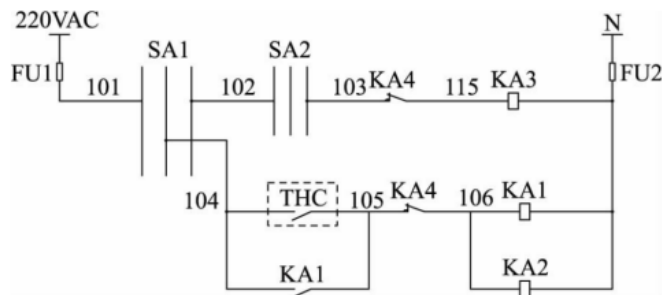
其中： I_q 为计算确定的药剂添加量 (kg/t)； A 、 B 为调整系数，无量纲； q 为浓度 (g/L)， Q 为流量 (m^3/h)。 A 、 B 值原始数据可通过小沉浮试验确定，可依据后续浮选效果对 A 、 B 值进行调整。

传感器检测结果传输给智能控制系统，后通过内置程序实现确定药剂添加量 I_q ，通过 PID 运算对 I (药剂实际添加量) 与 I_q (计算确定药剂量) 进行比对，若 I 处于值 I_q 允许范围内时，则保持药剂添加量不变；若实际值 I 明显高于或者低于计算值 I_q ，则智能加药系统调节添加量，确保实际添加量处于合理范围内。

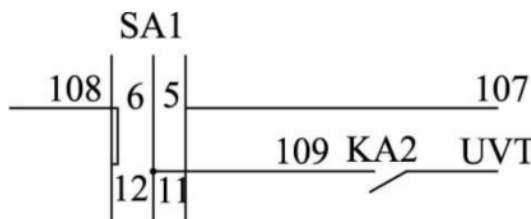
2.3 浮选入料智能控制

为确保浮选入料稳定、将矿浆池内维持在合理水平、

避免矿浆池出现冒料或入料泵抽空等情况发生，浮选入料智能控制通过 THC-801 控制器实现。该控制器具备 PID 控制功能，可根据需要对浮选入料泵进行自动调节。具体浮选入料智能改造升级方案为：在矿浆池内布置液位传感器，传感器将监测结果传输给 THC-801 控制器，控制器将监测得到的液位值与预先设定的液位值进行综合比对，并自动进 PID 调节控制，通过调节入料泵运行使得矿浆池液位始终在稳定范围内，浮选机入料量始终保持稳定，从而利于后续浮选工作开展。



(a) 入料泵启动



(b) 入料泵运行智能调节

图 4 入料泵启动以及运行智能调节原理

入料泵启动以及运行智能调节原理见图 4 所示。其中 SA1、SA2 分别为手自动选择开关、手动开启开关。将 SA2 转换开关调整开启位置时，KA3 中间继电器动作，从而实现变频器运行控制。在自动控制模式下，当矿浆池内液位高于设定值时，THC 会发出报警信号，同时常开点以及中间继电器 KA1 等均闭合，变频器启动、KA2 闭合，通过调整变频器输出频率实现入料泵智能运行。

2.4 浮选监控平台

选煤厂浮选期间通过监控平台可实现浮选关键参数并显示潜在的故障信息，从而提升浮选过程控制能力。浮选关键设备与监控平台间通过 CAN 总线方式进行通信，具体部分通信协议见表 1 所示。

表 1 CAN 部分通信协议

COBID	1	2	3	4	5	6	7	8
TxPD01	急停	控制模式	接收变频器控制	起泡变频器控制	泡沫灰分			

TxPDO2	入料控制	入料灰分	入料浓度	精煤灰分
--------	------	------	------	------

浮选监控平台通信期间CAN总线地址定义为0X99,依据浮选监控平台与浮选设备间信息传递需要,对6个TxPDO进行定义且每个TxPDO承载数据量为8个字节,通信速率设计为250kbit/s。通信过程中浮选设备对应的通信设备按照表1所述格式对通信数据进行打包传输,监控平台接收到数据后进行解析提取相对应的数据。

具体浮选监控平台控制界面见图5所示,通过监控平台可实现浮选系统中入料浓度、流量、灰分以及起泡剂使用情况,并可查看接收变频器、起泡变频器等设备运行状态。当浮选设备出现故障后,监控平台即会发出报警信号并指出故障设备位置,有助于提高故障解决能力并提升浮选效率。

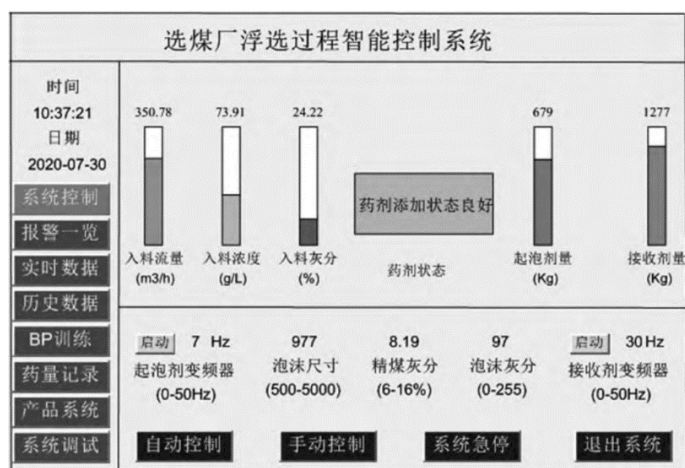


图5 浮选监控平台控制界面示意图

3 现场应用效果分析

表2 智能控制系统应用前后浮选效果

项目	药剂消耗量 / (kg/t)	抽出率 / (%)	灰分 / (%)
智能控制系统应用前	1.2	16.9	9.5
智能控制系统应用后	1.07	22.1	8.6
应用效果	减少约 10%	增幅约 29.5%	降幅约 9.4%

选煤厂浮选机为XJM-S28,处理量约为2.5万t/月,药剂消耗量约为1.2kg/t,采用浮选智能控制系统后药剂

消耗量降低约10%,预计月可少消耗药剂约5.5t。具体应用前后浮选效果对比情况见表2所示。

选煤厂浮选入料智能控制系统应用后,可有效消除矿浆液位波动大问题同时有效杜绝入料泵抽空以及液位可能出现的外溢等问题。将浮选加药智能控制进行工程应用,对应用期间浮选机工作情况进行监测,发现现场应用后浮选产品合格率100%、精煤产率提高约2.1%,预计每月可增加精煤产量约425t、新增产值约41万元。

4 总结

浮选系统是选煤厂生产过程中重要环节,为提高浮选效率并提高智能化控制程度,根据选煤厂浮选系统现场实际情况对浮选系统浮选入料以及加药等环节进行智能化改造。

具体采用传感器对浮选入料性质、流量等进行监测,并依据监测结果确定药剂添加量。对浮选智能化控制系统结构、功能以及药剂智能添加进行分析,并进行工程应用。

浮选入料及加药智能化升级改造完成后,浮选矿浆液位保持相对较为稳定、可实现浮选自动加药。浮选阶段入料泵始终保持平稳运行,精煤产率提高约2.1%、药剂消耗量减少约5.8t/月,可直接创造经济效益约38万元;同时浮选矿液液位控制以及药剂添加环节等基本摆脱人工操作,作业人员仅需要设定参数并巡检即可,明显提升了浮选效率。

参考文献:

- [1] 郭壮壮. 浮选入料自动控制改造探究[J]. 煤炭加工与综合利用, 2021(10):51-54.
- [2] 万刘鹏. 智能加药系统在选煤厂浮选系统中的应用[J]. 机械管理开发, 2021,36(08):191-192+195.
- [3] 乔治忠. 智能选煤厂建设探讨[J]. 工矿自动化, 2021,47(S2):87-91.
- [4] 张治军, 仝战伟. 镇城底矿选煤厂精益化管理探索与实践[J]. 山西焦煤科技, 2021,45(07):50-53.
- [5] 聂擎林. 选煤厂浮选过程智能控制系统设计[J]. 煤矿现代化, 2021,30(02):115-117+121.
- [6] 王喆. 选煤厂煤泥压滤系统智能化改造[J]. 山西焦煤科技, 2019,43(10):18-21.
- [7] 郭崇涛. 临涣选煤厂生产工艺优化的思考与实践[J]. 选煤技术, 2019(01):97-102.
- [8] 张世懂. 选煤厂煤泥压滤自动控制系统[D]. 北京: 中国矿业大学, 2015.

作者简介:

侯瑞华(1988-),女,汉族,山西代县人,2013年1月毕业于太原理工大学,机械工程及自动化,工程师,从事培训及职称评审工作。