

基于浮选产品指标的浮选双向可控智能控制系统技术研究

郝巧霞

(冀中能源峰峰集团有限公司邯郸洗选厂 河北邯郸 056003)

摘要: 浮选效果受入料性质、浮选机工况、充气量、液位高度、药剂制度等变量影响,再加上浮选产品灰分检测难题,实现浮选智能化难度较大。本项目针对邯郸洗选厂浮选实际情况,设计了浮选智能控制的整体框架。

关键词: 浮选产品; 产品指标; 浮选双向; 智能控制系统技术

浮选过程控制检测与执行层主要包括入浮浓度流量检测,浮选机液位检测,尾矿灰分在线检测和智能加药,尾矿闸板控制。同时考虑实现依靠精煤灰分离线检测因素,本项目将研发浮选精煤灰分预测模型,为浮选系统提供支持。

PLC 采用西门子品牌,保证同现场兼容,PLC 层包括模拟量输入、模拟量输出、以太网模块、数字量输出、数字量输入模块。控制器模块化结构设计,具有先进的 I/O 与兼容各类通讯功能,主要实现浮选过程传感器检测和药剂添加、尾矿闸板自动调整的执行。智能控制器选用高性能工控机或边缘计算终端,形成智能处理器环境(控制与分选算法所在位置),实现控制系统所涉及的智能分析与智能控制。

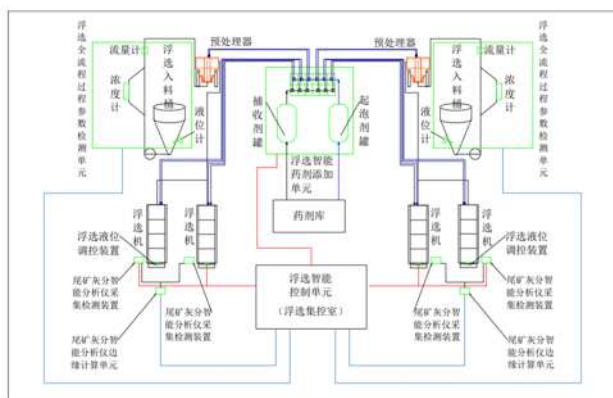


图1 智能浮选总体方案设计示意图

1 浮选全流程过程参数检测

在浮选过程中,浮选入料流量和浓度等对浮选状态及产品质量和产率都有很大的影响。为此系统首先实现浮选全过程参数实时在线检测,为浮选智能控制提供基础条件。

●浓度检测

本项目采用高精度浓度传感器进行检测,以适应浮选浓度检测。选用国外进口 F200S 型浓度计 2 台,分别用于南部与北部浮选

入料浓度检测。该产品通径结构设计保证了最低压损,过程测量点数量少,多变量测量,所需安装空间小,无前、后直管段长度要求。

●流量检测

选用德国科隆 OPTIFLUX 2300W 流量计 2 台,分别用于南部与北部浮选入料流量检测,安装在浮选入料管道上。该流量计性能稳定,测量中不涉及流体的温度、压力、密度和粘度的影响。

●浮选机液位调控

浮选机液位自动监测系统主要用于检测浮选机液位,在浮选机第四室尾矿槽闸板处安装激光位移传感器。根据闸板高度计算浮选机液位高度,四台浮选机均已安装。

●浮选尾矿灰分在线检测

基于机器视觉的浮选尾矿灰分分析系统,采用两套边缘计算单元和四套图像采集单元,通过分析浮选尾矿煤浆表面图像,提取图像特征,构建浮选尾矿灰分预测模型,实现尾矿灰分的实时检测。该仪表灰分检测速度快,尤其适用于浮选尾煤灰分在线检测。

●浮选精矿离线测量

煤质分析仪是一款能够对煤炭的灰分进行快速、准确测量的离线式分析仪器。它具有非放射源、测量时间短、精度高、操作简单方便、体积小等众多优点,非常适合煤炭及加工过程中对灰分进行快速分析的需求。

2 浮选药剂智能添加单元

研发兼顾药剂计量准确性和可靠性的浮选药剂智能添加单元,可适应现场不同的药剂种类、对药剂中含杂质可高效处理,该装置需具备良好的通信接口,可方便和控制系统的整合,药剂测量精度 $\leq \pm 1\%$ 。

本项目药剂添加执行机构选用专用加药泵为主要部件的浮选加药装置,进行了管道接口处理、维护便利等一系列优化、具备良好的通信功能,同时也具备手动/自动切换功能,加药泵共使用 12 台。

浮选药剂智能添加单元主要是通过收集尾矿灰分智能分析仪与浮选精矿煤质分析仪的灰分数据,结合浮选全流程过程参数来自行判断加药量。(也可单独人工设定加药量)

3 基于案例推理技术的浮选药剂添加稳定控制系统

本项目采用案例推理技术实现药剂智能添加,在满足产品指标(精煤灰分、尾矿灰分)条件下,将浮选入料流量、入料浓度、浮选机液位以及对应的浮选药剂添加量组成数据组,即为案例。系统运行后实时采集现场数据,同时结合产品质量指标要求值,依据相似度规则及设定的阈值进行案例匹配,若匹配成功,则将匹配案例进行重用,并输出药剂添加量,若匹配失败,则进行案例修正,直到目标值进入工艺要求目标范围内,则修正完成,输出药剂添加量,同时将修正后的数据组作为案例重新添加进案例库中,如下图所示:

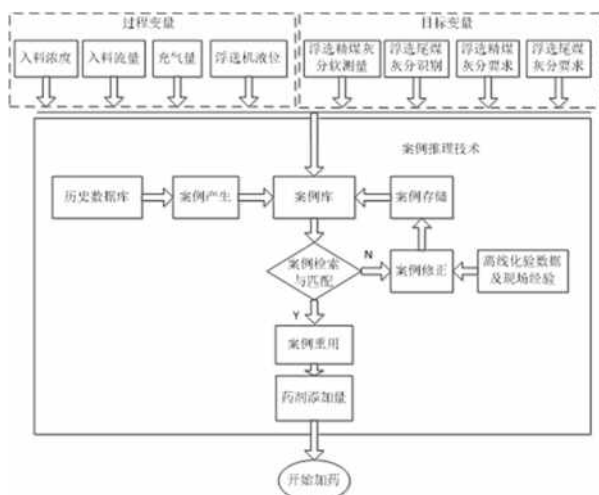


图2 基于案例推理技术的浮选药剂添加原理示意图

基于案例推理技术的浮选药剂智能添加过程描述如下:

I 案例产生:通过前期浮选操作试验和现场观察,总结出大量的案例,主要包括煤泥泵运行信号、浮选机入料浓度、入料量流量、矿浆液位、产品指标要求以及实际的浮精和浮尾灰分组成的案例;

II 案例检索和案例重用,在系统运行过程中对各输入变量进行实时检测,同时结合控制系统目标值及产品指标要求值,然后对当前工况进行案例特征进行描述,然后采用最近邻法(KNN)计算当前案例与案例库中案例的相似度,若在案例库中有n个案例匹配的相似度在设定的阈值范围内,则输出结果取其加权平均值。

III 案例修正,本系统中的案例修正主要是通过浮选机精煤和尾矿灰分化验值(快灰值,1h一次)对案例进行校正,假设浮选机精煤和尾矿灰分目标值范围分别为 $A_{min} \leq A \leq A_{max}$ 、 $B_{min} \leq B \leq B_{max}$,若实时值在目标值范围内则不需要进行案例修正,则此案例可直接转入案例存储,若测得的值偏离了目标值的范围,则此时需要对药剂设定值进行修正,直到目标值进入工艺要求目标范围内。

IV 案例存储,案例存储的过程即是对案例库的补充和优化的过程,当设定的案例满足浮选产品质量要求时,则被添加到案例库,同时,经过修正后的案例则重新被添加至案例库中。

整个系统控制结构包括设备层(传感器、执行机构)控制层(控制器)和管理层(现场触摸屏+调度室上位机)三层硬件平台,系统具备远程、就地控制模式,其中远程又包括远程手动和远程自动控制方式。系统数据库具备历史数据存储和查询功能。

与原有人工手动加药方式相比,浮选智能加药能实现自动加药,并能保证加药的实时性与准确性。降低浮选岗位人员的劳动强度,增强工作效率及健康保障。

药剂自动添加系统具备自动启停功能,当检测到煤泥水泵运行时,系统在预设的时间T1分钟之后开始提前输出药剂添加量并执行添加动作,保证加药的及时性,当系统检测到煤泥水泵停止运行或者空载运行时,经过时间T2分钟后自动停止加药动作,避免药剂损耗。

液位控制根据现场进行灵活调整,液位调整具备手动自动切换功能。

参考文献

- [1]彭培祺.液位智能控制系统在锂云母浮选中的应用[J].设备管理与维修,2023,(15):141-143.
- [2]陈慧杰.选煤厂浮选过程智能控制系统设计研究[J].矿业装备,2023,(03):161-163.
- [3]王占富,程会朝,许慧林,程开,高航,李红旗,卫中宽,史英祥,刘钢枪.煤泥浮选智能化控制系统研制[J].煤炭加工与综合利用,2022,(08):6-11.
- [4]王占富.智能化浮选控制系统在王家岭选煤厂(二期)的应用[J].煤炭加工与综合利用,2022,(07):21-26.
- [5]赵晓红,张明明,温智平.智能控制在煤泥浮选过程控制中的应用[J].选煤技术,2022,50(03):85-91.
- [6]乔需俊.选煤厂浮选智能控制升级改造研究[J].机械管理开发,2022,37(06):261-262.
- [7]李凤英,季现伟,耿帅.铁多金属矿选矿厂智能控制系统设计与应用[J].矿冶,2022,31(03):145-150.
- [8]范富博.浮选加药系统智能控制研究与应用[D].太原理工大学,2022.
- [9]毛箫璐,刘令云.煤泥水处理智能控制研究现状[J].选煤技术,2022,50(02):78-85.