

斗轮机智能控制系统的设计与应用

郭全博¹ 刘志超²

1. 身份号码: 220802198812030015; 2. 身份号码: 15232119861016271X

摘要: 本文介绍了斗轮机系统的组成及各主要设备的功能, 对斗轮机系统的运行现状及存在问题进行了剖析。并对系统改造过程中设计与应用做了重点说明。实现了斗轮机系统的智能控制、提高了上煤效率, 降低了人员的劳动强度, 提高了斗轮机系统的安全性。

关键词: 斗轮机; 燃煤管理; 智能控制

Design and application of intelligent control system of bucket turbine

Quanbo Guo Zhichao Liu

1. Identity No.: 220802198812030015; 2. Identity No.: 15232119861016271X

Abstract: This paper introduces the composition of the bucket turbine system and the functions of the main equipment, and analyzes the operation status and existing problems of the bucket turbine system. The design and application in the process of system transformation are emphasized. The intelligent control of the turbine system is realized, the coal efficiency is improved, the labor intensity of personnel is reduced, and the safety of the turbine system is improved.

Keywords: Bucket turbine; Coal burning management; Intelligent control

引言: 某公司煤场有效长度 230 米, 宽度 150 米, 最高堆煤 15 米, 斗轮机轨道约 108 米, 煤跺单垛宽度为 65 米, 总设计储煤量约 8.3 万吨, 煤场形式为露天煤场。煤场安装一台长春发电设备总厂的悬臂式斗轮斗轮机, 设备为折返式布置, 其主要技术参数: 回转半径 35m, 设计堆料出力 1500t/h, 取料出力 600t/h, 最大取料出力 800t/h。

自投运以来, 由于受设备工作原理及环境因素影响, 在堆取煤过程中, 各类缺陷发生较多。由于斗轮机司机人员更迭较为频繁, 受人员技能水平及操作经验影响, 各种人为操作事故也时有发生, 严重影响了斗轮机的上煤效率, 并且对设备安全和机组的稳定运行埋下了隐患。

一、斗轮机系统主要设备及作业流程

斗轮机系统主要分为四个部分: 斗轮机机构、悬臂机构、行走机构、尾车机构。它们的组成及功能流程如下:

1. 斗轮机机构主要由轮体、斗子、圆弧挡板、溜料导料装置及斗轮驱动装置等组成。其作用是: 斗子把从煤场中挖取上来的煤提升到轮体上部的卸料槽, 经过溜料装置滑到悬臂胶带上, 再经导料装置沿悬臂胶带的取料方向输出。

2. 悬臂机构主要由悬臂胶带机、回转装置、俯仰装置三部分构成。其作用和功能是通过胶带机的正反转, 完成燃煤的堆取工作。回装装置与俯仰装置配合调节悬臂至最佳的堆取料角度。

3. 行走机构主要负责完成斗轮机整体的移动工作, 其主要由主动台车组、从动台车组、夹轨器(液压单弹簧式)、锚定装置、缓冲器等组成。行走装置速度控制采用变频调速, 可实现变速行走, 通常取工作速度 5m/min, 非工作速度 15m/min。

4. 尾车机构主要由单轮从动台车组、尾车变幅液压系统、头部落煤斗、挂钩装置、头部改向滚筒等组成。其功能是适应堆料和折返取料工况, 堆料时尾车处于堆料状态, 系统胶带来料通过头部落煤斗落入中部料斗, 转运至悬臂胶带机, 经悬臂胶带机将物料抛入料场; 取料时尾车处于取料状态, 斗轮机机构从料场取料落入悬臂胶带机, 经中部料斗转运至系统胶带机。

二、斗轮机系统运行现状

1. 斗轮机系统运行方式及特点

某公司斗轮机控制采用纯手动模式, 有如下操作特点:

(1) 手动模式下, 斗轮机的所有运行机构, 包括辅助机构, 均需要手动逐个操作(如: 大车行走、悬臂俯仰、悬臂回转、液压机、大车夹轨器等)。

(2) 在取料或堆料运行模式下, 均需先将所有辅助设备开启后等待集控的作业指令, 才可以开始人工手动作业。

(3) 纯手动作业要求司机注意力高度集中, 一般情况下左手控制大车前进/后退, 右手控制悬臂的俯仰以及左右回转。

(4) 在手动取料时, 要求司机时刻监视斗轮部工作状态, 要防

止煤层坍塌、取料切入过深,同时观测煤量情况,手动调节取料回转速度来控制瞬时取煤量稳定。

(5) 在手动堆料时,要求司机实时监视煤堆高度,防止悬臂皮带碰到煤堆。因为堆煤手动操作少,时间很长,夜间作业时司机容易打瞌睡,所以夜间操作劳动强度非常大。

(6) 手动作业受雨雾风雪天气,以及夜间作业照明不足等影响,司机操作时需要更加谨慎,防止斗轮机过载或者手动回转时碰撞到煤堆。

(7) 手动操作模式下,由堆料转取料或者由取料转堆料的工况需进行如下操作:1、需要司机手动先解除联锁,然后切换操作模式。2、等待煤控的允许信号。3、投入联锁操作。以上操作说明:因为堆料/取料工况对应不同的裙板、挡板等工作位置,所以如果不先把联锁解除,而直接进行切换,就会导致斗轮机跳闸,联锁停止悬臂皮带、输煤皮带,会影响工作效率,增加机械设备的冲击。

2.斗轮机手动操作现存的问题:

(1) 流量不稳。受天气、照明及人为习惯等因素影响,取煤流量不稳,易造成撒煤(夜间)和皮带跑偏、堵煤。流量过大易造成过载保护,皮带重载启动等异常情况,影响设备使用寿命。

(2) 输煤能耗高。取煤流量偏小,输煤系统运行时间长,输煤单耗高,加剧皮带和托辊等转动设备磨损,增加维护和人工成本。

(3) 配煤比例难控制。斗轮机配煤比例难以控制,配煤掺烧优势不能充分发挥。

(4) 库容浪费。堆煤过程仅凭操作人员目测调整煤堆位置和高度,易造成煤堆波峰过大、缺角等。

(5) 安全事故。堆煤过程单一操作,移动间隔时间长,容易产生疲劳,造成超宽、超高问题。

(6) 堆场预测难。来煤数量与堆煤场地预测不准,易造成加堆或少量余煤的场地浪费。

(7) 煤堆辨别难。受场地限制,多煤种接近堆放时,难以区分,不利掺配烧。

三、斗轮机智能系统的设计

1.控制系统综述

在原有斗轮机各相关部位安装检测、扫描、定位、校准、安全保护、高清视频监控等装置,在斗轮机司机室布置一面控制柜。现场各检测、扫描等装置通过 RS485 总线、工业以太网网络及标准 4~20mA 等协议将信号传送至柜内各相应的系统接口,系统完成所有现场信号的处理后,统一发送至输煤电子间的系统服务器中,执行相关控制流程,并最终通过 MODBUS 通讯协议与 DCS 系统通讯,将控制信号发送至 DCS 系统,来完成对斗轮机系统的控制。

2.煤堆检测系统

在斗轮机悬臂前端安装 2 套高精度激光扫描装置,一方面用于整个煤场的整体建模,一方面利用斗轮机工作过程中对煤堆轮廓进

行实时扫描。激光扫描仪选用优质高精度激光扫描设备,扫描工作距离大于等于 250m;扫描范围 360°;测量精度小于 4mm;可实现当前作业煤堆三维轮廓的实时更新,为斗轮机下一次堆料或取料任务提供实时料场三维数据依据。



图 1 煤堆激光扫描装置

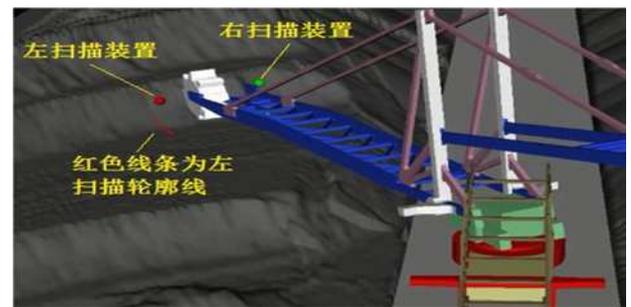


图 2 激光检测安装位置示意图

3.瞬时煤流检测系统

在斗轮机悬臂皮带上增加一套激光扫描装置,实现取料过程中的实时煤流量监测,作为取煤恒流量控制调节参数。瞬时煤流检测系统应选用进口高精度激光扫描设备。测量精度要求绝对误差小于 0.5%,测量最大距离 20m。悬臂皮带煤流扫描装置要求能够实现悬臂皮带堆料、取料过程实时料瞬时流量及总量统计功能,同时能够实现皮带跑偏、皮带过载报警功能。悬臂皮带激光扫描仪要求具有水汽、粉尘过滤装置,满足气膜内煤场水汽及粉尘过大造成的数据不准问题。悬臂皮带煤流扫描数据要求与取煤、堆煤自动控制联动,实现堆料及取料过程中的恒流量控制。激光扫描仪安装在皮带中心上端 1.5~2 米处,采用以太网通信方式将激光扫描仪数据直接通信到现场测量系统主机中。



图 3 煤流检测装置及安装示意图

4.料高检测系统

在斗轮机悬臂头部安装 2 套雷达料位检测装置,用于探测煤堆料高,参与全自动堆料时料高控制。雷达料位装置要求具有自动平衡功能,实时监测落料口下方料堆高度。料高检测装置应参与联动

堆料安全防护功能，在斗轮机就地、远程手动、远程自动过程中均起到保护作用，保证斗轮机运行安全。



雷达料位计安装

图4 料高检测装置安装示意图

5.安全防撞系统

安全防撞系统主要由行人防撞和悬臂防撞两部分构成：

(1) 行人防撞。在斗轮机行走轨道前后两侧分别安装超声波传感器，用于实现斗轮机行走过程中前后距离的测量，防止发生人员或者设备的碰撞，超声波传感器信号接入 DCS 系统，实现斗轮机整体的联锁保护。



摄像头安装位置及作用表

序号	设备名称（类型）	安装位置	作用
1	一体化球机（内置云台）	悬臂头部上方	监视堆料落料点及斗轮上料情况
2	固定式高清摄像机	悬臂头部下方	监视斗轮取料情况
3	固定式高清摄像机	回转固定平台正前	监视斗轮行走前进方向
4	一体化球机（内置云台）	尾车平台	监视尾车取料上料及尾车变换情况
5	固定式高清摄像机	尾车活动绞点处	监视尾车变换及电缆卷筒
6	一体化球机（内置云台）	悬臂尾部落料点	监视堆取料落料点情况
7	一体化球机（内置云台）	司机室顶部	监视料场情况
8	一体化球机（内置云台）	低压电气室顶部	监视尾车系统皮带及行走后退方向

8.网络通信及数据处理

本系统中通信部分采用无线通信方式+光纤通信方式相结合的通信方式。其中光纤通信方式作为主要通信方式实现煤场到控制中心部分的通信，无线方式作为斗轮机到煤场之间的通信方式，将视频、控制、数据信息进行远程传输，要求视频、控制及信息通信分别采用独立的无线通信设备单独传输，同时具有冗余功能，保证单一通道设备故障后，其他通道能满足无人值守功能要求。无线通信设备要求：

图5 防撞检测装置

(2) 悬臂防撞。在斗轮机悬臂两侧各安装 1 台高精度激光扫描装置，扫描装置数据跟据实时建立的煤堆模型和斗轮机悬臂实时空间位置，系统实时计算两者相对位置关系，当位置达到一定设定值时，上位机进行预警，当达到极限值时自动停止旋转并提供报警，人工确认排除后自动恢复旋转，实现悬臂软硬双重防护。

6.斗轮机定位系统

在斗轮机大车行走、回转、俯仰机构上分别安装高精度定位编码器 1 套，用来测量斗轮机实时大车行走、回转、俯仰位置。同时安装格雷母线定位为校准装置，减少定位装置长时间运行产生的累积误差。



图6 斗轮机悬臂回转、俯仰编码器

7.视频监控系统

在斗轮机上安装 8 套视频摄像头，视频信息通过工业电视网络传输到输煤集控室，方便操作员对现场作业场景进行实时的视频监控，另一方面故障时通过历史回查查看记录，相关图像存储不少于 3 个月。视频信号采用数字 IP 网络视频技术，实现远程视频监控功能。

(1) 斗轮机操作室控制柜内设立模块化交换机，配置多个光口。分别将斗轮机工业视频监控信号、DCS 测控数据信号、其他数据信号传输至斗轮机操作室控制柜内

(2) 在斗轮机上增加无线通信设备 2 套，无线通信设备一端安装在斗轮机上，另外一端安装于煤棚网架端，通过光纤与输煤集控智能化控制系统连接，用于进行视频信号及控制信号的远程传输。

(3) 在输煤集控电子间设置斗轮机智能化控制服务器柜 1 面，

内置斗轮机智能化控制服务器 1 台,视频服务器 1 台,交换机 1 台,用于对就地传来的各类型号的处理及控制。

9.全自动控制集成系统

斗轮机智能管理与控制系统以传统斗轮机的电气系统为基础,在不改变传统驱动、传感、控制的前提下,以自动化管理终端服务器为核心建立起可远程控制的自动化作业系统。自动化管理系统核心软件由自动化控制程序、人机交互界面和数据库三部分组成。具体实现方式为:

智能管理系统与主控 DCS 通讯,获得最新的料堆信息和传输数据。同时建立料场基本信息数据库。堆取料作业时自动生成或在人机界面输入堆料、取料作业计划,智能管理系统根据制订好的控制策略,将作业计划转化为 DCS 的控制指令,控制斗轮机自动寻找料堆切入点,进行自动堆料、取料。智能管理系统对斗轮机位置具有记忆功能。并能显示煤堆三维立体图形,提供缩放、旋转的交互浏览功能,运行人员可以从不同角度查看堆场的情况,图 7 为斗轮机智能控制系统的主操作界面主要包含:作业任务数据、大车运行状态、电源状态、大车实时位置数据、任务执行所需设定值显示、报警窗口、故障复位按钮、急停。其主要用途为供运行人员在作业生产过程中进行实时监控。



图 7 斗轮机智能控制系统主操作界面

图 8 为任务设定画面,其主要包含作业执行所需的参数设定界面,以及用来选取执行作业位置的煤场三维模型。

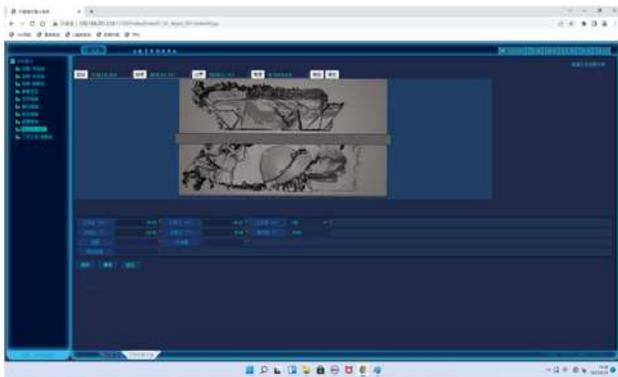


图 8 斗轮机智能控制系统任务设定界面

图 9 为智能控制系统的半自动控制界面,运行人员可通过此界

面对斗轮机各系统的设备进行单体操作,以满足生产现场所遇到的各种情况。



图 9 智能控制系统半自动操作界面

四、应用效果

斗轮机智能控制系统投入使用后,取得了显著的效果,在以下几方面更是尤为突出:1、斗轮机操作由就地司机室控制,转移至输煤控制室集中控制,大大提升了人员的工作效率,系统投入使用后,不在设置专职的斗轮机司机,斗轮机相关的控制操作由输煤运行值班员来统一完成,节省了人员。2、智能控制系统的全自动堆料,取料功能大大降低了运行人员的劳动强度,作业时不在需要运行人员手动持续操作。3、结合料场三维模型以及瞬时煤量检测系统,斗轮机上煤效率得到了提升,由原来的单路 450t/h,提升至 500t/h。且上煤流量均匀,煤量波动情况明显减小。4、智能控制系统规范化的操作流程,完善的保护措施,避免了人员疲劳上岗,误操作等情况的发生,大大提升了斗轮机系统的安全性,

五、结束语:

随着科学技术的不断发展,控制方式也在朝着智能化、无人化的方向迈进。在斗轮机智能控制系统的应用取得成功,仍需要我们不断地去完善与改进,使其更好的满足生产需求。此外我们还要继续拓宽视野,努力将更多的新技术、新成果应用于生产过程中,为企业创造更大的收益。

参考文献:

[1]刘华炜,黄伟,许杰.燃煤电厂燃料系统煤场数字化管理的设计与实现[J].自动化仪表.2020,(9).DOI:10.16086/j.cnki.issn1000-0380.2020030010.
[2]王小春.BP 神经网络在排序算法模拟中的应用研究[J].微型电脑应用.2020,(7).
[3]高庆吉,王瑞雪,谈政.基于高斯变异和自适应参考点的 MOPSO 优化算法[J].计算机应用与软件.2019,(9).DOI:10.3969/j.issn.1000-386x.2019.09.045.

作者简介:郭全博,(1988-),男,吉林省白城市人,大学本科,电力工程师,主要从事火力发电厂热控设备检修管理工作。