

火电发电厂燃料区域智能化研究

文/王会强 任永坡
华能国际电力股份有限公司上安电厂

摘要：在火力发电行业，燃料成本占整个发电成本的70%以上，燃料接卸及掺配是火力发电最重要的生产环节之一。结合某电厂燃料区域的一系列智能化改造，从斗轮机无人值守系统、智能安全管控系统及无人值守汽车采样系统等方面阐述了燃料区域智能化改造的设计思路 and 实施方案。

关键词：智能化；无人值守；斗轮机；安全管控；汽车采样

斗轮机无人值守系统

斗轮机操作人员一般为外包员工。外包员工技能水平、责任心等参差不齐，在24 h不间断倒班运行中安全保障性差，尤其是后半夜的持续堆取作业容易引起人员疲劳，发生不安全事件，造成设备损坏甚至人员伤害；且不能保障煤场堆取作业中垛形美观。加之减员增效需要，斗轮机无人值守改造尤为重要。

1. 激光盘煤仪系统

在封闭煤场中建立盘煤仪系统。在400 m长的条形煤场中布置8个（南、北煤场各4个）激光盘煤仪扫描头。执行盘煤命令时，扫描头对自身有效工作范围进行360°扫描，通过数学算法，结合8个扫描头扫描结果，对整个煤场存煤空间进行三维建模，生成煤场存煤的三维模型图。

2. 数字化定位斗轮机

在煤场存煤三维建模空间基础上，定义斗轮机及轮斗的三维坐标位置。在斗轮机行走轮、悬臂回转机构及悬臂俯仰机构处分别安装绝对值编码器，在斗轮机行进、悬臂回转、悬臂俯仰等过程中，利用绝对值编码器标记行程、角度等信息，通过数学算法确定大车的具体位置及轮斗的具体坐标。

实际使用中，斗轮机编码器通过485转以太网转换器与上位机进行网络连接，采用Modbus RTU通信协议，绝对值编码器设置成主动模式，主动实

时向上位机发送16位十六进制ASCII码，上位机实时获取斗轮机的各种位置信息。

在悬臂头部安装煤堆扫描装置、雷达料位计等设备，实现边缘检测功能，相当于给斗轮机装上“眼睛”，使堆取煤作业全程更加精准，实现智能回转、换层及步进。

3. 附属智能设备

在悬臂皮带上安装煤流监测装置。煤流监测装置使用激光扫描技术实时检测悬臂皮带上煤流形状，计算出悬臂皮带上的实时煤量。上位机与PLC配合，根据实时煤量调节悬臂回转速度，实现取煤过程中恒煤量取煤。两台共轨斗轮机之间采用UWB定位、机械防撞定位及微波对射防撞三种定位方式，实现斗轮机的安全防撞功能。

4. 全自动堆取料操作

斗轮机无人值守上位机采用Java开发，集成了自动堆煤和自动取煤等智能化逻辑，与斗轮机PLC间通过OPC软件实现信息共享交互。实际操作中，集控室人员在上位机中选取堆料或取料操作，在煤场三维图形上选取堆料或取料的具体位置，即可启动全自动堆取料工作。

智能安全管控系统

在燃料运行中，现场安全方面存在的问题有：

一是监控画面多,运行人员在操作上位机上煤的同时需要监视多个监控画面,由于人员和精力有限,无法监控多个画面,致使监控画面形同虚设;二是集控室人员少,很难做到现场不间断全面巡检,当现场存在违章行为或发生异常情况时,集控室人员不能及时发现和处理问题。

将监控图像智能识别技术与当前燃料运行画面相结合,使用智能视频技术对监控画面中的视频数据进行有效分析,建立一套智能安全管控系统。根据现场生产安全管理所需制定相应的规则,进行智能识别和报警,将有助于运行人员高效监测煤场人物安全状况,降低运行人员监控压力,提高安全管理效率。

1. 智能安全功能设置

由于燃料区域储煤场面积大,现场作业人员、车辆多,安全管控难度大,首先在煤场实施智能安全管控项目。通过布置高清摄像头、建立服务器进行智能算法分析,创建人机界面,对不安全事件、行为进行智能化识别和报警。智能化安全管控系统从人员、设备及燃煤三方面进行智能监控。

1) 人员安全管理。①安全帽佩戴识别功能:利用视频监控系统自动识别人员是否正确佩戴安全帽,若不满足正确佩戴安全帽的要求则生成报警;②吸烟识别功能:利用煤场高清监控系统自动识别人员是否有抽烟行为;③人员举手识别功能:利用煤场高清监控系统对人员举手动作进行识别并报警,当现场人员发现问题时,可以通过该功能及时通知集控运行人员,增加与运行人员的沟通渠道,避免通信受限等极端情况引发的后果;④区域入侵识别功能:利用煤场高清监控系统在汽车沟及其他重点区域内划定虚拟界线作为防入侵区域,若有人闯入该识别区域,则快速识别并发出报警;⑤人员倒地识别功能:利用煤场高清监控系统识别人跌倒时的动作,当持续一段时间后自动发出报警,保障人身安全。

2) 煤场设备安全监控。设置了皮带跑偏功能,通过在封闭煤场输煤皮带头部与尾部增加摄像头,实现皮带跑偏报警功能,提高皮带运行安全监控效率。

3) 燃煤安全监控。设置了烟火识别功能。利用煤场高清监控系统,当储煤区域出现烟、雾及火等

情况时,迅速检测火情并准确发出报警信号。

2. 智能安全管控系统结构

智能安全管控系统分为现场层、网络层、数据模型层及应用层四个层次,如图1所示。



图1 智能安全管控结构

1) 现场层。现场层主要任务是采用高清摄像头进行视频信息采集,将现场图像信息传输至高效传输监控网络。采用高清摄像头可提高图像分辨率,收集更多的视频信息,提高视频监控效率。针对不同功能确定各高清摄像头的安装位置:面向人员进行监控的摄像头安装在较低的位置,以清晰地拍摄工作人员状态,重点布置在人员经过较多的步道及煤棚出入口位置;拍摄皮带的摄像头安装位置位于皮带上方较近处,以确定输煤皮带运行是否正常。

2) 网络层。高清摄像头采集的视频信息通过光纤传至交换机,最终将视频信息以码流的状态输入智能分析终端,实现视频信息数据从现场至服务器端的传输。

3) 数据模型层。数据模型层的硬件设备主要由智能分析终端和智能识别服务器组成。由智能分析终端接入和处理网络数据层输出的数据,实现视频数据的实时浏览和存储、录像检索和回放等功能。之后将图像特征相关数据送入智能识别服务器中进行煤场安全管控功能算法识别,并根据现场识别实时输出报警信号。数据模型层架构如图2所示。

4) 应用层。该层为基于B/S结构建立的人机交互界面,应用层分为前台界面与后台界面两部分。在前台界面,运行人员可以在上位机浏览视频监控

画面,根据工作所需对视频信息进行浏览、回放、报警、记录和查询等操作。数据模型层输出的报警信号采用声光报警与画面显示同时输出的形式,第一时间通知运行人员,避免重要信息被忽略。在后台界面,可对各视频画面对应的识别规则及安全管控区域进行修改,以适应生产现场状况变化及硬件维护的需要。应用层架构如图3所示。

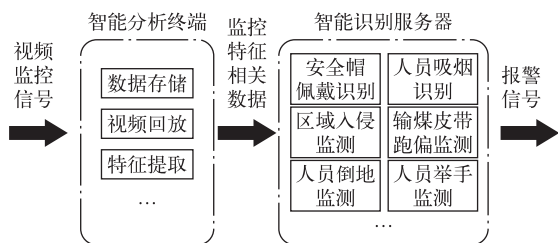


图2 数据模型层架构

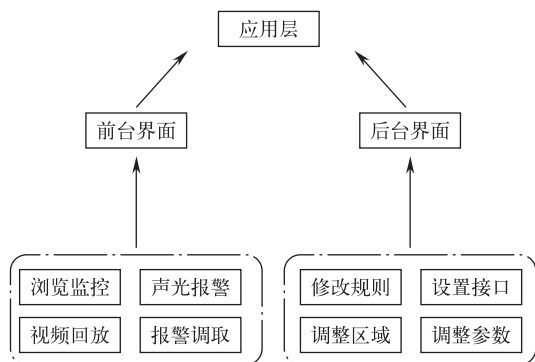


图3 应用层架构

3. 智能安全管控系统实施与应用

煤场智能安全管控系统上线后,针对现场不正确佩戴安全帽、不正确穿着工装、现场吸烟、人员倒地、人员举手、皮带跑偏及区域入侵等违章或异常情况进行准确识别,实现了封闭煤场全天候、全方位智能监控,改变了以往完全由运行人员对监控画面进行监视和分析的模式,依靠计算机强大的算力处理海量视频数据,为用户提供更高效的信息,辅助运行人员决策。

无人值守汽车采样系统

原汽车采样系统为人工操作采样,一方面人力投入过大,另一方面存在人员舞弊风险。进行无人值守汽车采样改造,既有助于提高电厂的燃料管理水平,降低经济舞弊风险,又可以提高设备采样效率,规范采样流程。

1. 全自动采样流程设计

1) 随机个数的随机采样点。汽车采样系统对目标运煤汽车进行自动扫描,通过车号识别获取对应车号的运煤汽车的长和宽、底盘高度、车号及批次号码等采样信息,根据提前约定的车厢测量方法,以及车厢长、宽信息和厂侧燃料管理系统要求,产生1~4个随机采样点。

2) 车厢原点定位。当运煤汽车停到位,采样流程开始后,安装在采样机大车下方的激光测距仪随大车由原位向前行走,测出的距离值实时传入PLC(扫描周期为6.4 ms)。当激光测距仪测量值大于50 cm时,系统认为未检测到运煤车辆。当系统检测到激光测距仪测量值不大于50 cm时,PLC将当前大车、小车位置定义为零点,并指导大车、小车带领采样机螺旋钻行走至预先随机分配好的采样点。

3) 螺旋钻定位。行进长度用与大车、小车减速机同轴的绝对值编码器测量。根据PLC逻辑运算,当大车、小车行进至目标采样点30 cm范围内时,PLC分配变频器命令,使大车、小车行进速度变慢,以慢速行进至目标位置后,大车、小车电动机瞬间抱闸,从而实现螺旋钻的精准定位。

4) 采样高度精准定位。螺旋钻定位完成后,开始下降采煤样。通过车辆信息中的车厢底盘高度确定螺旋钻下降的高度,原则为螺旋钻下降至车厢底盘上方1 cm处,确保全断面采样。螺旋钻下降的高度用与螺旋钻行进减速机同轴的绝对值编码器测量,根据PLC逻辑运算,螺旋钻下降至目标高度10 cm以内时,PLC分配变频器命令,使螺旋钻下降速度变慢,以慢速行进至目标位置后,再以之前的较快速度提升至初始位置,完成第一点采样。

5) 不间断采样。采样点按大车行进方向的坐标大小依次排列,系统在采完第一个采样点后,马上向第二个采样点行进,采样全程无多余的设备行走,最大化实现了高效和精准定位。

6) 采样收集罐自动封装。采样机收集器为每个批次的煤样分配一个特定收集罐,每采集一车煤样,对对应批次的收集罐进行开锁、开盖、接料、合盖及上锁操作。实现了一车一采样一上锁的全自动封装采样。

汽车采样上位机界面如图4所示。

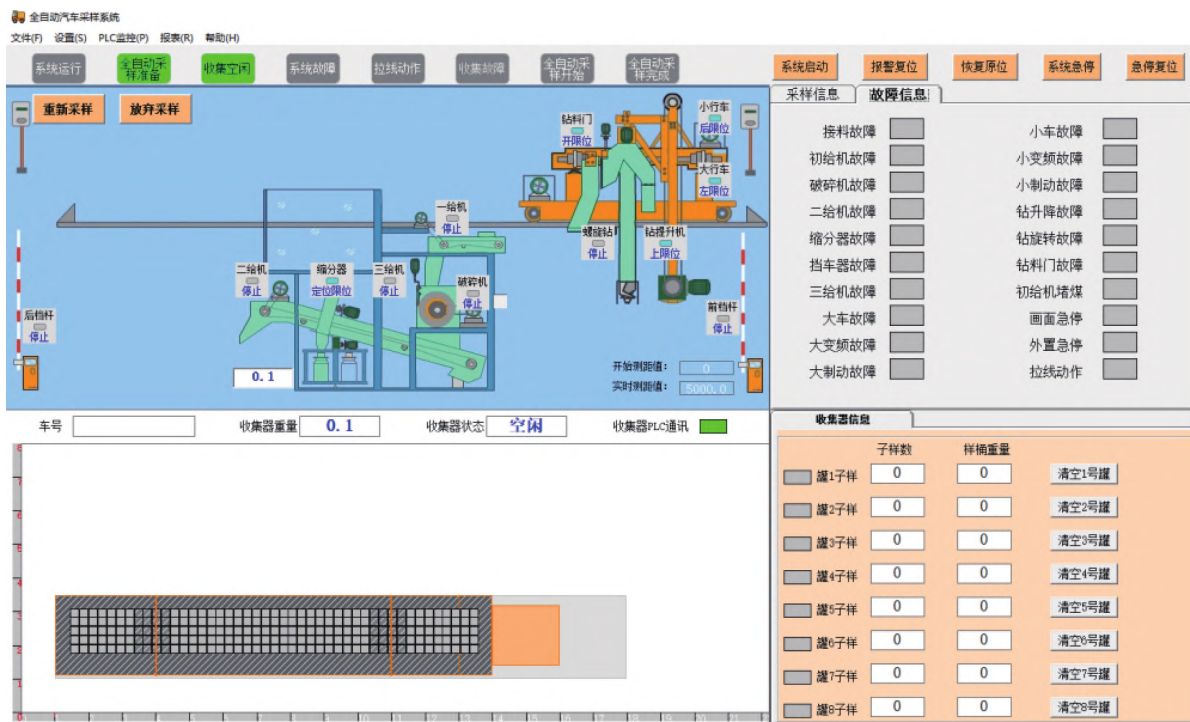


图4 汽车采样上位机界面

结束语

智能化改造的燃料区域自动化系统经过一段时间的使用和验证，的确起到了减员增效的实际作用。斗轮机无人值守系统实现了燃料集控室运行人员远程操控斗轮机自动堆取料作业，大大减少了人力投入。但在一些极端工况下，如整块条形煤垛从中间开口取煤时，仍然需要人工现场作业。智能

安全管控系统投入后可有效监测现场违章和异常工况、事件，但需要很大算力的服务器支持，若在燃料区域全面实施，则需投入较大资金。无人值守汽车采样系统投入后达到了减员增效目的，提高了采样效率，减少了大量人力投入，同时自动封装系统大大增加了汽车煤采样的安全性、准确性。EA