

智慧煤仓无人值守系统

赵艳飞（西山煤电集团有限公司，山西 太原 030200）

摘要：本文介绍智慧煤仓无人值守系统结构组成，和工作原理以及提出了技术路线、工艺路线。推进数字化矿井转型，是山西焦煤打造世界一流企业的迫切需要、是煤炭企业顺应产业发展趋势的必由之路；以“智慧煤仓无人值守系统”为起点，从底层实用技术出发，试点推行，全面带动山西焦煤内部矿井乃至国内煤企数字化煤仓转型。在集团调度信息平台实现所有厂矿当前库存数据上传，根据该数据指导生产和安排车皮运输。

关键词：工作原理；结构性能；技术路线

0 引言

在当今世界新一轮科技革命和产业革命中，数字化、智能化引领科技革命、产业革命的方向，已经从助力经济发展的辅助工具向引领经济发展的核心引擎转变，研发应用大数据技术、人工智能技术推动经济社会发展，成为全球发展的大势所趋。根据国家和我省先后出台《关于工业大数据发展的指导意见》《新一代人工智能发展规划》《山西省促进大数据发展应用行动计划》《山西省煤矿智能化建设实施意见》等多项政策文件，为数字化矿井转型指明了方向。推进数字化矿井转型，是山西焦煤打造世界一流企业的迫切需要、是煤炭企业顺应产业发展趋势的必由之路；以“智慧煤仓无人值守系统”为起点，从底层实用技术出发，试点推行，全面带动山西焦煤内部矿井乃至国内煤企数字化煤仓转型。在集团调度信息平台实现所有厂矿当前库存数据上传，根据该数据指导生产和安排车皮运输。

1 工作原理

实施该项目的必要性：智慧煤仓无人值守系统的核心部件是煤位终端传感器（智能测仓仪）在线测量的精度和可靠性；目前国内外传统煤仓料位计的测仓方式有雷达、激光、超声波 3D 影像、声呐、重锤等等，都属于模糊测仓范畴（精度不高），具体表现为：

①生产期间采集的仓位数据（曲线）跳跃幅度大，与实际仓位不符；②不能根据实际仓位指导生产和安排车皮运输，经常出现等待装车现象，浪费车皮资源；③经常低仓位运行，易发生砸仓底（更换仓底耐磨板不但费时费力、影响生产还增加额外的费用）和溃仓撒煤事故（清理撒煤增加了职工的劳动强度）；④仓下设备因轻载增加磨损缩短设备的使用寿命。出现上述问题是因为现有煤仓料位计抗干扰能力弱，生产期间受煤仓复杂的人料环境干扰是测量精度低的主要原因。

前期已经对自主研发的接触式煤位终端传感器（智能测仓仪）进行了深入的研究和试验应用，取得良好效果，达到设计要求，并具有图像算法研究基础；并搭载了自主研发的“山焦智控云平台”手机 APP，无需专门巡检设备；假如有故障时，维修工在收到手机 APP 推送的设备故障报警信息时第一时间带上工具及所需配件赶往现场处理问题，缩短了维修时间，提高了生产效率，真正实现了自动化减人和无人值守的目的。

2 关键部件结构性能与特点

机械式智能测仓仪由现场传感器、智能控制模块单元及手机 APP 三大部分组成。

2.1 传感器参数

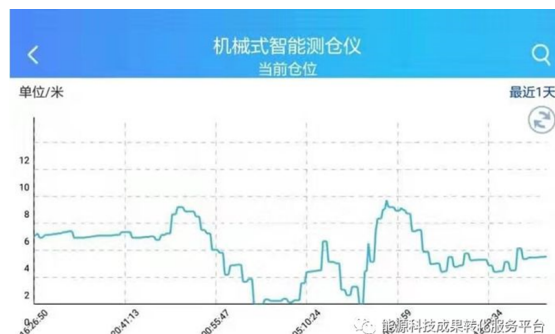
测量范围：0~99.99m；介质温度：-30~150℃；测量精度：±5cm；探测速度：7.5m/min；钢丝绳：直径 1.5mm，结构 7*19，材质 304/316，承重 157kg；法兰尺寸：外径 160mm 孔距 130mm；电气接口：M20X1.5 全金属，适合 6~12mm 电缆；配线距离：1000m；整机重量：25kg；功耗：90W。

2.2 控制仪表参数

电源电压：220VAC ± 10% 50Hz；功耗：5W；报警输出：上限、下限、故障报警，独立继电器常开触点；触点容量：3A/220VAC；输出信号：4~20mA ± 0.2%（可选多路）；通讯功能：Modbus RTU485（可选 2 路独立操作）自带手机 APP 智控云平台；定时时间：0~9999min；外形尺寸：高 80mm，宽 160mm，长 125mm；开口尺寸：高 76mm，宽 152mm。

2.2.1 控制仪表特点

①横式光柱显示物位的测量百分比及测仓仪的运行状态；②上下限报警及故障报警，根据故障名称提示可快速判断故障原因；③手动测量和自动定时测量，有手机 APP 切换和由仓上设备的启停自动切换两种测量模式，即：生产时为自动定时测量（即时测量）、停车检修时为手动测量，达到延长设备使用寿命的目的。定时时间 0~9999min；④远程按钮、远程高电平等远控功能；⑤ 4~20mA 电流环有内部和外部供电两种方式，方便配接调度计算机系统。（可选配多路）；⑥通讯可配 2 路独立操作：一路供测仓仪自带的手机 APP 使用；一路供第三方智慧矿山系统使用，达到数据共享、只监不控的目的；数据安全采用物理隔离、数据加密及阿里云安全服务等技术措施；⑦两种测仓模式：传统测量，适合小量程低筒仓；即时测量，适合大量程高筒仓；⑧参数设置灵活，方便用户用于不同料仓，节省成本。



2.2.2 传感器特点

①结构紧凑、不锈钢部件、机构动作流畅；②霍尔元

件传感器,寿命长久;③大功率减速电机,耐用,扭矩大;④带有埋锤保护系统,防止断绳和机构损伤;⑤带有钢丝绳断股检测机构,提前换绳防止断绳和丢失传感器;⑥带有现场调试开关,方便换绳和检修;⑦带有手机APP,可随时登陆系统查看当前仓位及上下游设备的运行状态,根据历史数据分析可得出近一个月的生产状况和查看上下游设备的运行状态。

3 主要研究、试验内容、目标、技术关键及主要技术经济指标

智慧煤仓无人值守系统由煤位终端传感器(智能测仓仪)、水煤图像识别防爆摄像头、激光煤流(速)检测仪和巡检机器人等主要部件组成;解决了多点阵均衡入仓、定量配煤、防溃仓和筒仓煤位精确监测等难题,根据使用方的需求进行工艺设计、平台软件设计、算法开发、多点阵接触式煤位计传感器自组网技术、控制软件开发、产品测试、联调联试等几个步骤来实现上下游设备的智能控制。



图1 在线精确测量



图2 接触式煤位计



图3 多点阵自组网

①依据自主研发的接触式煤位计(智能测仓仪)实时在线采集精确的仓位数据,生产期间煤位误差 $\pm 5\text{mm}$;②依据多点阵测量原理,研究多点阵接触式煤位计(智能测仓仪)自组网技术;③针对6-8个点阵传感器数据进行融合分析,构建煤位点阵数据库;④基于精确的煤位测量,智能控制煤仓多点位皮带小车入料时根据各个测量点位的高低自动灌仓,即:低点位入料,高点位停止;⑤控制多台给煤机出料时依据高点位启动液压闸板和给煤机出料,低点位停止并自动切换到其他同煤种高点位的给煤机继续出料,保证了皮带正常的带煤量;⑥水煤图像识别及边缘计算,正常煤流呈松散状,异常为泥石流状或者泥乎乎状;⑦激光煤流(速)检测仪,水煤(溃仓的前兆) $>$ 正常煤流速为 0.2m/s $<$ 下料溜槽卡异物或蓬仓,杜绝溃仓和智能排除蓬仓现象;⑧巡检机器人,监测现场设备运行状态,达到无人值守的目的。

达到的主要技术经济指标:

①精确测量,生产期间煤位误差 $\pm 5\text{mm}$;②实现数据

的精确采集与4G+5G无线透传技术的应用;③基于煤位图形分析技术,实现煤位图像表达;④实现块煤、沫煤和仓位值均衡的效果,确保后续设备(筛子和破碎机)正常的人料需求;⑤实现定量配煤,确保下游皮带的正常带煤量;⑥杜绝低仓位入料时砸仓底和拉空仓后发生溃仓撒煤事故;⑦实现了调度根据当前库存指导生产和装车计划。

4 采用的研究、试验方法和技术路线(包括工艺流程)

4.1 研究、试验方法

①依据自主研发的接触式煤位计实时在线采集精确的仓位数据;②依据多点阵测量原理,研究多点阵接触式煤位计传感器自组网技术;③针对点阵传感器数据进行融合分析,构建煤位点阵数据库;④基于精确的煤位测量,智能控制煤仓多点位皮带小车入料时根据各个测量点位的高低自动灌仓,即:低点位入料,高点位停止;⑤控制多台给煤机出料时依据高点位启动液压闸板和给煤机出料,低点位停止并自动切换到其他同煤种高点位的给煤机继续出料。

4.2 技术路线

4.2.1 均衡入仓

基本的工作原理:依据测仓仪多点测量(一般筒仓3-6个点位)组网技术的实时数据,一是多点位皮带小车入料时根据各个测量点位的高低自动灌仓,达到块煤、沫煤、仓位值均衡的效果,即:低点位入料,高点位停止,各点位循环往复;二是多台给煤机出料时依据高点位启动液压闸板和给煤机出料,低仓位停止并自动切换到其他高点位的给煤机继续出料;防止砸仓底和因拉空仓导致溃仓事故的发生。

现场状况:一是单点落料多点卸料:单组给煤机长时间运行,在煤企属常态,导致的后果是长时间空仓运行(砸仓底)、下游皮带经常出现大马拉小车现象(降低产量、浪费能耗、增加设备磨损);二是皮带小车多点入料,由于种种原因经常是单点入料,导致的结果是,沫煤堆积,块煤滑向低点位,假如此时出料时刚好开启的是低点位给煤机,出料全是块煤,下游破碎机吃不过来,易发生破碎机压死现象,影响生产时间。

4.2.2 定量配煤

一是根据调度配洗比例,运用激光检测仪+皮带秤对单台给煤机的出料粗调和发生堵溜槽现象提供技术参数;二是根据配洗比例,用转载皮带的皮带秤+煤量检测仪数据自动调整闸板开启度或给煤机频率进行微调,来控制各煤种的单一煤种带煤量,误差 $\pm 100\text{t/h}$ 。

4.2.3 堵仓与断煤流的识别

利用激光检测仪+防爆摄像头对煤流的流速进行监控:一是发现异常(流速过快)及时的关闭相应的闸板,抑制溃仓事故的发生,同时打开相同煤种高点位的给煤机保证生产;二是发现煤流稀少,智能控制闸板开关三次(扰乱溜槽卡堵现象)如还排除不了故障,将报警提示该给煤机溜槽发生卡堵现象(可通过无线透传技术上传至平台APP报警),提醒人工处理,同时打开相同煤种高点位的给煤机(通过测仓仪)保证生产。

(下转第183页)

用安全防爆方式,维护现场防爆安全性。

3.2 控制爆炸范围

采用人为方式,将爆炸范围控制在标准范围内,防止产生大规模爆炸问题。现阶段,Exd 为隔爆型防爆阀,工作原理如下:化工厂内部运行设备仪器较多,可以为设备提供坚硬外壳。因此,化工厂内部仪表设计、制作、安装等,都必须遵循标准化流程实施,维护设备外壳爆炸影响,以免引发壳体危险气体爆炸。相比于其他防爆法,该类防爆管理方式,对设备仪表设计、制造、接线、维修要求非常高。因此,遵循此种方式,设置仪表设备体型大,必须在断电状态下操作。

3.3 控制易爆气体

为了对化工厂爆炸问题发生率、影响范围予以控制,针对高危险生产场所,必须通过人力营造生产空间,之后将仪表设备安装在空间内,高效控制易爆气体。现阶段,最常用的防爆方法为 Exp,此种方法为正压型防爆法。工作原理如下:采用惰性气体、或者不包含易爆洁净气体,将其注到密封箱体内部,确保箱体外气压可以小于箱体内气压,之后将仪表设备安装到箱内。

3.4 注重防爆形式与仪表类别匹配

基于现状发展可知,防爆形式涉及到通风充气型、防爆安全型、增安性、组合形式等集中,然而需要注意的是,防爆形式必须和仪表设备类别匹配。联合化工厂仪表设备结构、长期运行经验。在化工厂仪表设备选型时,必须遵

守相关规范。

4 结语

综上所述,化工厂仪表设备防腐、防爆质量,不仅会影响设备运行工况,还会对化工厂生产效率造成影响。所以,化工厂管理人员按照法律规定,联合仪器设备运行状态,建立可靠性、安全性防腐防爆管理体系,确保仪器设备运行安全性。本文围绕仪表设备防腐防爆展开讨论,掌握设备腐蚀类型,提出仪表设备防腐管理措施、防爆管理措施,全面维护化工厂仪表设备运行效益,增加化工厂经济效益。

参考文献:

- [1] 魏德龙,王学东.线型低密度聚乙烯(LLDPE)在流量仪表上的应用[J].仪表技术,2020,20(07):32-35.
- [2] 林晓隽,秦朝葵,吴意彬.轨交杂散电流干扰区燃气管道内套管防腐系统优化[J].上海煤气,2020,19(01):6-12.
- [3] 周正权.海洋油田仪器仪表的防腐蚀措施和选型原则[J].石化技术,2017,24(06):227.
- [4] 郑凯.化工厂仪表设备的防腐防爆管理[J].化工设计通讯,2016,42(12):80+83.
- [5] 蒋彬,文科,徐森.化工厂仪表设备的防腐防爆管理探讨[J].石油和化工设备,2017,18(05):88-89+84.

作者简介:

周志博(1984-),男,籍贯:辽宁大连,毕业院校:沈阳大学,本科,目前从事的工作:化工仪表维护管理。

(上接第 181 页)

4.2.4 智能控制

根据缓冲冲煤位的高低自动打开或关闭相应的闸板,煤仓仓位与给煤机闭锁关系、煤仓仓位平衡的控制(预留点位),达到停煤杜绝顶筛板、防溃仓的目的,使用物联网透传技术,免布线,降低工程造价,减少施工劳动量,缩短施工改造周期。

4.2.5 巡检机器人监测

通过在配电室、皮带沿线布置巡检机器人,实现对现场情况的监测,巡检机器人主实现视频监控功能、环境监测功能、故障识别功能(烟雾、皮带跑偏、现场异响声音监测等功能)、防撞功能(巡检机器人可在探测到行走方向指定距离范围内的障碍物时,主动刹车避障),也可与现场设备进行联锁(喷雾联锁、控制联锁等),达到远程监测的目的。

5 结语

前期已经对自主研发的接触式煤位终端传感器进行了深入的研究和试验应用,取得良好效果,达到设计要求,并具有图像算法研究基础。

搭载了自主研发的“山焦智控云平台”手机 APP,维修工在收到手机 APP 推送的设备故障报警信息时第一时间带上工具及所需配件赶往现场处理问题,缩短了维修时间,提高了生产效率。我技术创新团队有电气工程师、软件工程师、文秘、机械绘图工程师、机械加工技师。

参考文献:

- [1] 何敏.智慧矿山定义探讨[J].工矿自动化,2017(9).
- [2] 贺耀宜.智慧矿山评价指标体系及架构探讨[J].工矿自动化,2017(9).
- [3] 车仁浦.神华新街矿区三维数字化管理平台的建设研究[J].中国煤炭,2012(7).
- [4] 吴晓春.数字化矿山建设研究[J].科技创新与应用,2012(26).
- [5] 张旭平,赵甫胤,孙彦景.基于物联网的智慧矿山安全生产模型研究[J].煤炭工程,2012(10).
- [6] 张建平,柴洪静.数字化矿山综合调度指挥平台研究[J].中国煤炭,2011(10).
- [7] 缪建华,李俊斌.大数据和云计算在煤矿安全高效开采运用前景展望[J].煤炭与化工,2017(8).
- [8] 李梅,杨帅伟,孙振明,等.智慧矿山框架与发展前景研究[J].煤炭科学技术,2017(1).
- [9] 谭章禄,陈晓.煤炭企业信息化建设现状及发展对策探讨[J].工矿自动化,2016(7).
- [10] 孙继平.煤矿监控新技术与新装备[J].工矿自动化,2015(1).

作者简介:

赵艳飞(1988-),男,汉族,河北衡水,本科,从事技术员工作,助理工程师。