

井下水泵房自动控制系统的设计与有效运用

侯建民 (汾西矿业集团瑞泰公司正中煤业, 山西 灵石 031302)

摘要: 从装置、功能两个方面, 分析井下水泵房自动控制系统的科学设计与合理应用, 为切实提升井下水泵房智能化、自动化水平提供参考建议。

关键词: 井下水泵房; 自动控制系统; 装置; 功能

煤矿施工会产生大量废水污水, 为了确保废水不污染井下环境, 同时保证正常作业生产, 利用井下水泵房可将废水排除到指定区域, 由此可见, 如何有效提升泵房的作业效率是当务之急。根据自动化系统的配置要求, 井下水泵房在装置方面由动力装置、控制装置、注水装置、网络装置、监控装置、报警装置等部分组成, 各装置具备与排水相关的功能措施。

1 井下水泵房自动控制系统中的装置分析

1.1 动力系统

井下水泵房中涉及到的动力装置主要包括各种阀装置、水泵装置、通信装置、监控装置以及传感装置等, 为泵房内部提供重要的电力支持。水泵房中的阀系统由电磁阀、电动球阀和电闸阀组成, 电动球阀与电磁阀主要用于真空管线抽水或是内部照明, 设定规格是 126V 交流电单相控制进行送电; 而电闸阀是为泵房内部主管线服务的, 标准电压规格分别为 1150V、650V 或是 380V, 靠馈电开关进行送电^[1]。水泵房中的水泵装置系统是由真空机组、潜水机组和多级离心机组构成, 其中真空与潜水两种机组电压规格均采用 1150V 或 650V, 多级离心机组电压规格为 6kV 或 10kV。多级离心机组是泵房主要泵机的核心, 通常用于需水量多的高压作业区, 送电形式主要是依靠高压电磁驱动设备与高压配电设备实现, 要注意选用防爆性能良好的设备。井下水泵房的监控装置与通信装置电压规格标准是 24V 直流电压或 126V 交流电压, 传感装置电压规格选用 12V 或 24V 直流电压, 主控系统负责 12V 或 24V 直流电压的电源供应, 照明系统负责 126V 直流电压的电源供应。

1.2 控制系统

井下水泵房的控制系统由主要控制系统和闸阀系统组成。主要控制系统就是智能控制柜, 水泵房中所有的装置有效开展作业, 就因为智能控制独有的维护与控制性能起到决定性作用, 也奠定了在泵房工作体系中核心地位。智能控制柜中包含各类功能性设备, 如变压设备、交换设备、智能继电器、PLC、断路器^[2]。目前多采用树状系统布控结构进行泵房自动化设计, 尤其在智能控制柜与水泵机组间距远情况下, 于中央水泵房设置一个智能控制柜负责数据信息的分析、决策、下发、执行, 其他地段根据实际需求设置一个或多个操作柜获取各类信息, 中央控制柜与其他地段操作柜只需埋设一根线缆即可, 解决了过去因线缆数量众多导致作业现场

复杂问题, 为后期设备与装置维护提供便捷条件。水泵房供电流程如下: 智能控制柜—进线电源—断路器—变压器—电压输出^[3]。同时, 为避免停电时带来的各种不利情况, 选用不间断电源设备进行临时供电, 可有效保证一部分装置正常停机。智能控制柜上的智能继电器用于控制其他设备。当井下网络转换器与主要控制设备间距过长时, 容易影响信号的稳定性, 使用交换设备负责更新光纤端口与网络端口。此外, 显示屏用于控制系统修改相关参数信息和数据展示。闸阀系统也是一个由各类设备组成的智能控制柜, 它负责闸阀的开关合与控制维护, 当闸阀出现故障或其他问题时, 控制柜将故障区域及故障类型显示出来, 便于后期维修。

1.3 注水系统

比较常用的注水方式有三种: 流射法、真空法与潜水法, 注水后水泵机组方可正常作业。流射法主要依靠管线、电磁阀和流射水泵来实现的。其作业方式是利用高压抽出水泵内部气体降低泵内压力进行注水, 控制电磁阀开启流射作业, 当水泵内部压力值降低到预期标准后, 将电磁阀闭合, 启动注水泵机, 此时流射作业完成, 流射水泵是不需要专人控制的。真空法与流射法作业流程几乎相同, 由管线、电磁阀和真空水泵组成, 打开阀门后将水泵内部抽至真空状态进行注水。潜水法依靠管线、电磁阀和潜水泵进行, 与上述情况类似。

1.4 网络系统

以太网交换设备是井下水泵房网络系统的核心装置: ①用于实现井下网、主机网和分机网三大网络对接, 形成良好的信息互通效应; ②用于水泵房自动化远程控制, 连接监控系统, 检测各类设备运行情况。

1.5 监控系统

采用防爆监控器控制各类设备工况, 在比较重要的位置安装设备, 如主机位、各机组位以及水位等。防爆监控器搭配信号成像仪, 将录像中记载的情况转化为以太讯息, 再经过地上移动信号转换为可视资料, 方便主机控制人员及时查看。地上主机室安装信息收集监控系统, 由视窗控制软件、施工监控软件、智能化组态软件组成, 用于设计井下水泵房自动操作界面, 具有良好的信息收集、储存、控制、分析以及自成报表等性能。

1.6 报警系统

智能控制柜中安装自动报警系统, 当泵房内部各类装置设备出现故障, 或是水泵作业启动时自动播放语音

提示,有效加强对水泵房的自动化控制。

1.7 传感系统

智能传感装置负责对水泵房内的各类设备或工况进行状态感应,将相关数据传递到控制柜,再由控制柜执行对应操作。泵压传感装置分为负压器和压力器两种:负压器就是检验泵里的真空情况,当真空符合标准时,泵机可开展注水作业;压力器是用于检验注水一段时间后泵里的压力情况,当压力符合标准后操作柜开闸。根据施工要求配置相应台数。水位传感装置一般要搭配水位标尺或成像仪,可提升地面主机房对水况的监控能力。当水位超标时,水位传感装置接收感应自动提示或是开启排水功能,反之则关闭排水功能。通常是配备两台水位传感装置,各水仓配一台。管线水量传感装置顾名思义,根据管线存水量科学分析排水的合理性。水泵出口管线通常要配一台装置,主管线根据线数需要配备相应台数。电流送变装置:负责水泵出口的闸阀控制与电流分析;泵温传感装置:若水泵整体或局部温度超标,该装置可立即自动保护水泵;机温传感装置:感应水泵发电机零部件的温度,超标后可立即保护发电机;振动传感装置:感应泵与发电机的振动情况,超标后可立即保护二者。

2 井下水泵房自动控制系统中的功能构成

2.1 作业形式

人工作业工作人员需要自己判断水泵的开停时机,开水泵时还要分析开多少台泵合适,这些都要依据水位变化综合考量;决定后,按下智能操作柜启动按钮,由于系统中自带可编程控制功能(PLC),可智能控制水泵的开与停,一旦各设备或装置出现任何故障问题,立即启动报警机制,故障设备自动停工待修。

自动作业是自动控制系统依照分时电价、水位等要素自行决断泵机的开启或叫停,当各设备或装置出现故障问题,立即启动报警机制,故障设备自动停工待修;远程作业是主机房远程监控井下泵房工况,监控系统将相关信息数据一一收集,方便主机决策并下达执行命令;维护作业是为避免系统发生故障导致设备无法检修,提前组建临时维护小组,负责各地段智能操作柜或主控智能操作柜的专业维护。

2.2 注水功能

判断水泵能否正常排水,一是要看叶轮是否没入水下,确保泵体真空情况符合标准;二是要保证叶轮完好无损。当发生上述问题时,都会导致不吸水或零部件无气空烧。智能操作柜自动控制注水作业,及时检测真空情况,符合预设后开启泵机。

2.3 电机和闸阀的连锁功能

开机时要避免起动功率过高,要求闸阀闭合后方可启动多级离心机;停机时要保证泵内压强适中,防止出现水锤现象,逐渐降低水流速度后再停机。

2.4 控制水位功能

两个水仓分别利用两个传感装置感应水位。当水位

处于低状态时,全部水泵按要求停工;当水位处于较高状态时,系统将自动控制水泵参与轮换作业,且不受分时电价影响。

2.5 错峰控制功能

井下控制系统的自动化设计,要考虑经济性与原则性,一是降低成本,按错峰原则明确水泵的开启、停止时间;二是依照当地电力政策与配网荷载能力科学设计。

2.6 泵机轮换功能

井下水泵房控制系统的自动化设计还要考虑泵机的性能,出于客观原因,有些泵机可能经常不用,而井下环境潮湿阴暗,导致泵机性能受损;如果有些泵机利用率过高也会造成部件磨损,因此在不影响施工的前提下,确保泵机的有效利用率是一个问题。系统设计要求智能操作柜具备支配泵机轮换的功能,根据系统自行记载的泵机运行时长合理分布。

2.7 信息传递功能

利用网络技术,可第一时间发布井下水泵房内工况。智能操作柜借助以太网和相关装置,对泵房内部各泵机、电机、设备的状态、故障等重要信息,以数据或视频的方式传达到地面主机室,由信息收集监控系统对该类资料进行整理,统一上传给管理者或是局域网,再经分析、研究、决策,对问题进行处理。

2.8 即时监测功能

自动控制系统对泵房设备运行情况进行即时监测,主要包括各水仓中水位、水量的详细记录;各泵机组的状态、压强、负压、气温、电流、真空情况以及闸阀的开闭;各电机是否运行超标或存在漏空现象,将所有参数统一收录至系统信息库,自动生成相关报表及各类示意图,方便管理者清晰查看。

2.9 报警指示功能

自动控制系统可根据设备发生故障及损毁的严重程度划分等级,当设备运行异常或参数超标时,采用播报语音和报警灯两种手段,第一时间通知附近人员。智能操作柜能够对以往的故障检修进行记录与储存,此类信息均可通过以太网交换机传至地上主机室,方便管理者随时查看。此外,应注意定期释放智能操作柜的容量,提升储存空间,避免重大事件或故障发生无后续记录。

综上所述,自动化控制系统的设计与安排,还要根据环境的差异情况制定合理的设计方案,了解每种泵房的环境、工艺及各类设备,综合考虑相关因素开展具体工作,这一点还需业内人士给予足够重视。

参考文献:

- [1] 常琳. 井下自动巡检装置设计研究[J]. 低碳世界, 2021, 11(05): 207-208.
- [2] 黄跃来. 煤矿井下旧水泵房的注浆拦水施工简述[J]. 福建建材, 2020(10): 90-91.
- [3] 宋冲. 煤矿井下泵房排水集控系统的设计[J]. 中国新技术新产品, 2020(15): 10-12.