

关于井下排水系统特殊情况的水泵配置

芦天罡

榆林市神木市红柳林矿业有限公司 陕西榆林 719300

摘要:近年来,为遏制矿井灾害,国内很多矿井都在积极地提升安全生产水平,以满足煤炭行业发展的需要。而矿井排水系统是矿井四大系统中的一部分,其主要功能是排除矿井生产中产生的各类积水,并在保证矿井的正常生产中发挥着重要作用。因此,开展矿井排水系统的可靠性研究,对矿井的安全生产具有十分重要的现实意义。

关键词:井下排水系统;特殊情况;水泵配置

Pump configuration for special case of underground drainage system

Tiangang Lu

Yulin Shenmu Hongliulin Mining Co., Ltd., Shaanxi, Yulin 719300

Abstract: In recent years, in order to curb mine disasters, many domestic mines are actively improving the level of safety production to meet the needs of the development of the coal industry. The mine drainage system is a part of the four major systems in the mine. Its main function is to remove all kinds of accumulated water generated in the mine production and play an important role in ensuring the normal production of the mine. Therefore, it is of great practical significance to carry out the research on the reliability of the mine drainage system for the safe production of the mine.

Keywords: Underground drainage system; Special situation; Water pump configuration

引言

在矿井开采中,由于地下含水层的水涌出、地表水的渗漏,利用水砂充填、水力掘进、采矿的消耗,会不断地向井底水仓汇集,再经排水系统进行集中排放。所以,排水系统在矿井生产中是十分重要的。

矿山排水系统是将矿山井水及时排入地表,确保矿山的安全。矿井的排水系统由矿井的深度、开拓系统和矿井的水平涌水量决定;排水设备主要由离心泵、电动机、电控设备、排水管及附属设备、监控设备等组成。在平面上,可分为集中式和分段式两种。如果矿区面积不大,一般采取集中排水的方式;如果矿区面积大,井眼数量多,则应按区域划分,形成独立的排水体系。从平面来看,有一段式排水和一段式的排水系统,当矿井的开采水平不高,当地下水位不超过上一层时,一般会采取一段式的排水方式,将水泵房设在最下面的一层,一次把水排到地面。如果矿山深度大,开采水平多,就会出现较为复杂的状况,因此,排水系统的选择必须采用经济的方法进行。在技术上和经济上都要尽可能地简化排水系统。

一、离心式水泵排水系统

离心泵是由泵壳,叶轮,轴承,支架等组成,结构简单。离心泵是利用水的离心力进行排水的,其工作原

理是:在启动之前,将泵内的液体灌满,然后在启动后,叶轮带动泵内的水以较快的速度转动,水在离心作用下,被抛到叶轮的边缘,再进入泵体。由于泵壳流道的增大,使水流速度降低,并将其一部分转化为静压力,再通过高压排出管道,最终排放到地表。水是通过离心运动产生的,在一定程度上产生了一个真空,通过气压的作用,才能将水源源不断的流入到泵的空腔中。叶轮在电机的带动下,以极快的速度转动着,将地面上的积水全部排出。

在实际矿井中,通常有许多泵房,而不同的泵站会根据具体情况和水量而设置几个(通常3-5个)水泵,它们分散在矿井的各个工作面,通过多级排水,将水逐渐排到地面,从而达到排水的效果。

1. 排水系统组成

排水系统按排水方法分为离心泵排水和潜水泵排水。在矿井中,离心泵排水是目前煤矿普遍采用的一种方法,而在矿井中,如果矿井规模小,煤层浅,则可以采用潜水泵进行排水。

离心泵的排水系统根据泵体内液体的方式,可以划分为射流泵、射流泵、真空泵、注水法等。这些技术在大型矿井中都有应用,根据不同的条件和控制条件而定。离心水泵排水系统包括:离心水泵,驱动马达,阀门(出水闸阀,逆止阀,电磁阀等),检测装置,启动装置,

管路和管路配件等。

2. 离心式水泵的控制原理

第一, 监控水位。通过实时监控水槽的水位, 可以根据水位来决定启动和停止水泵指令, 并通过水位传感器对水槽水位进行监控。排水系统的终极目标是把地下的剩余水量排出地面, 因此, 水槽高度是排水系统中最主要的参数之一。为了确保检测的精度, 系统中使用了两个水位传感器。

第二, 射流抽真空过程。抽真空是保证系统排水是否顺畅的一个关键环节, 必须保证泵室中的水充分充满, 从而保证泵室的正常排出。如果抽气量不足, 抽气室中有气体, 就会产生浑浊、排水困难等问题。因此, 在使用泵时, 必须确保抽真空快速、安全。

第三, 阀门和水泵电机的运行。为了减少起动电流和起动功率, 按照《水泵操作规程》的要求, 离心式泵在开泵时, 应将出水闸阀关闭, 以防止出现水锤事故。

当接到开泵指令后, 应对水槽的水位进行观测, 以确定此时开泵的条件是否符合; 在达到开启状态后, 应先开启真空阀门, 开启阀门, 然后开启射流阀门, 进行射流排出。当泵体内的真空值下降时, 水槽中的水会从进水口流入泵中, 当泵体内的水越来越多, 泵的真空度也会越来越低, 当泵的真空值达到一定程度后, 就会启动电机, 此时, 水口的压力会被检测出来, 当水口的压力达到一定程度后, 就会打开泄放阀门, 关掉真空和射流阀, 此时水泵的起动就完成了。

停泵流程是逆向运转的, 在接到停泵指令或运行期间发生故障时, 首先将排出闸阀关闭, 然后在排水阀完全关闭后停止泵电动机。如果出现紧急停机, 马达和出水阀都要同时关闭。

二、规程要求内容

按照《金属非金属矿山安全规程》的规定, 矿井排水设施的选用一般原则是: 矿井内的主要排水设施, 应当至少有三个相同型号的水泵。工作泵必须能够在 20 小时之内, 将正常涌水量排出一天; 除了维修泵, 其它泵必须在 20 小时之内, 将一天中最大涌水量全部排出。在井下安装两根相同的排水管道, 一根用于工作, 另一根用于备用^[1]。

在设计规范中规定, 若井下有两台以上的相同型号水泵, 则其额定容量不得低于正常运行时的 50%, 并视具体情况配置 1-2 台。在井底最大涌水量大于正常涌水量的一倍时, 抽水机必须在 20 小时之内排出最大涌水量, 但抽水机必须至少有一台备用。

也就是说, 在正常情况下, 水泵的配置都是一样的, 三个相同型号的水泵, 一是为了保证在正常的喷水和最大的流量下, 二是为了在生产中互相保留, 可以节省大量的费用, 而且不会影响到水泵的正常排水。

三、实际设计事例

在某些矿井设计中, 当水文数据所给出的最大涌水量与常规涌水量相差很大时, 需要对抽水设备进行合理的配置。针对地质条件复杂、涌水量较大的矿井, 存在突发涌水的情况, 水泵配置应优先考虑最大排水量。但这也带来了一个问题, 那就是如果在正常的情况下, 喷水的量比较小, 而且持续的时间比较长, 就会产生一个问题, 那就是水泵的容量太大了, 水泵的启动次数太少, 所以不需要太多的排水量, 导致电力的浪费。同时, 水泵工作点也不在最佳位置, 给水泵的工作带来很多安全隐患。针对这一情况, 在设计水泵时应充分考虑这一因素, 分两种工况设置水泵, 即正常涌水量时一种考虑, 最大涌水量时考虑另一种情况, 这样既能保证正常情况下的排水效率, 又能在突然涌水量增加时采取相应的措施。

比如一座矿井, 已经有二十多年的历史了, 按照当时的地质条件, 矿井下的涌水量很大, 正常和最高水位的差距很大, 所以在抽水机房中, 安装了十二台相同型号的水泵, 但是这些年来, 抽水机的数量从来没有超过两台, 这也就意味着, 在以前, 矿井的日常排水量要比设计的要少得多, 即使是在雨季, 也只有两台以上的抽水机, 这就导致了矿井的生产成本下降, 首先, 要为生产准备大量的易损件, 同时, 每年的维护保养方案中, 还需要安装几台水泵, 并没有使用到必要的地方, 这也给以后的矿井设置了一个警钟, 因为要以矿井的实际情况为依托, 而真正从边采边探的角度出发, 真正意义上为排水而服务, 对于与生产同时进行的探水的工作就有了进一步的要求, 也要随着开采的延伸, 加强这方面的投入, 就成了一个必不可少的工作。

四、井下排水系统水泵自动化控制系统硬件设计

1. 硬件构成

整个系统的组成部件由 PLC CPU、开关量处理、模拟量处理、通信四大模块组成。该系统采用 PLC 与各种扩展模块相结合的 PLC CPU 控制模块。在运行过程中, PLC 根据设定好的启动和停止程序, 对水泵进行逻辑控制, 并将系统参数信息和参数信息通过以太网传输到接口或井下环网。开关量处理模块主要用于采集开关控制、电机闸阀控制、电磁阀控制等操作参数。模拟量处理模块主要用于检测泵出口压力、水仓水位、电机电流电压、电机温度等有关的仿真数据。在启动水泵马达之前, 要对出水口(入口)的压力进行检测; 在泵运行过程中, 根据水槽的实时水位, 对泵的运行状况及运行方式进行调整。通信模块主要负责向外部发送水泵运行状态参数和故障预警信息, 并将相关信息传送到煤矿的工业环网, 为煤矿的综合调度提供数据支持^[2]。

2. 系统保护设计

为了进一步加强对排污机的安全稳定运行, 在其操作电路中增加了各种隔离保护电路, 即开关量隔离保护

电路、模拟量隔离电路、以太网隔离电路、抗干扰电路。开关电源与本质安全电源、输入信号、输出信号之间的有效隔离,保证了信号的稳定与安全。模拟量隔离保护电路是以隔离安全栅格理论为基础,将光-电隔离技术有机地结合在一起,使本质安全电路与非本质安全电路之间的电源和信号进行有效的隔离。在工作过程中,当有危险的电流或电压输入时,可以迅速地进行相应的开关,使信号达到完全悬浮状态,极大地提高了信号的抗干扰能力。以太网绝缘和保护电路的主要功能是将变压器与电网绝缘,利用耦合滤波器的原理实现数据的可靠传输。另外,为了提高防干扰能力,整个排水管的通信线都采用了双层胶粘线。该方法可以减少系统中的寄生电容,提高对共模干扰的抗干扰能力。

五、系统特点分析

第一,基于 PLC 技术,实现了对排水管道的智能控制,其操作模式可以分为遥控和现场操作两种,手动、半自动和全自动三种,以满足不同的矿井需要。

第二,利用无线通信技术,将系统运行状态和参数信息传输到煤矿的工业环网中,为矿井的智能化运行提供了可靠的保证。

第三,对排水系统的硬件结构进行适当的防护,可以极大地减少在运行中出现电气故障的可能性,从而极大地提高了排水系统的工作效率。

六、改进设计方案

1. 常规设计方案

本次设计采用了 20785 m/d、最大涌水量 41577 m/d 的标准,泵站设置在 -120 m 的水平上,在已有的矿井中,已建的 +40 m 泵房、+120 m 泵房(地面标高 +290 m)。

第一,根据矿山未来对现有的排水系统进行改造而设计的,这样既可以方便矿山的污水处理设备进行统一管理,又可以减少污水处理费用,提高设备利用率;第二,与现有的排水系统彻底分离,不再使用原来的排水系统,这会对矿内中区的排水产生一定的影响,中区的水必须排到 +40 米才能继续往上,所以中区的排水系统也要重新设计,这就很困难了。建议采用 1 号方案,首先采用已有的设备,也就是将 -120 米的水泵送到 +40 米的泵站,

在 +40 米的泵站改造后,可以从 +40 米的泵站直接排放到地面^[1]。

根据上述对比,选择 KQSN350-M4 单级双吸泵三个, $Q=1222 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=185 \text{ m}$, $P=1000 \text{ kW}$, $n=78\%$, 在正常涌水量的情况下,一次在最大涌水量的情况下工作,两个在最大的时候工作,一次是备用的。

2. 特别考虑部分

由于水文地质数据尚不明确,根据矿井现有条件,未来的涌水量可能会小于设计时的涌水量。鉴于此,将一台同类型的大型泵改造成两台小型泵,也就是说,当涌水量与设计差异不大时,两台泵同时启动,可以达到同样的效果:当涌水量不大时,可以仅用一台小型泵,其他泵都可以作为后备,在水泵运转过程中,可以合理地调节启动台数和顺序,从而达到提高排水效果,减少运营费用。

七、结语

矿井排水系统是保证矿井生产和可持续发展的重要保证,是保证矿井安全、稳定的关键。本课题针对排水管道的自动控制系统进行了全面的分析,该系统不仅可以有效地提高水泵的工作效率,而且还可以减少工人的工作量,从而使煤矿的综合效益得到了明显的改善。在排水管网布局时,应采用大容量、少台数的方式,以确保系统运行可靠。煤矿井下排水是关系到煤矿安全的重要设备,必须根据实际情况,从经济成本、运行状况、维修管理等方面,合理地确定各因素的权重,并采用多目标函数方法进行综合决策,确定排水设施的选型。

参考文献:

- [1] 闫海燕,孙学军.关于井下排水系统特殊情况的水泵配置[C].//2012年鲁冀晋琼粤川辽七省金属(冶金)学会第十九届矿山学术交流会议论文集.2012:779-782.
- [2] 姚贵英,薛伟宏.井下排水系统配置方案可靠度分析[J].河北建筑科技学院学报(自然科学版),2003,20(3):58-59.
- [3] 徐珂珂.井下排水智能控制系统研究与设计[D].江苏:中国矿业大学,2016.