

二次供水系统自动化技术的研究与应用

于 飞 秦 雷 范晓明

日照港股份有限公司动力分公司 山东 日照 276800

摘 要: 实施供水自动化控制系统改造, 实现供水系统全自动运行和远程监控。港区供水主要包括生活供水和低压消防系统自动保压、提压, 通过自动化技术实现生活供水及消防供水自动化运行, 保证港区生活供水压力和消防管道保压的稳定, 对管网压力控制有效且准确。

关键词: 二次供水; 自动化; 恒压供水

1 引言

港口港区内的供水站主要承担着港区生活供水及低压消防管网保压工作。生活供水运行过程中分为直供和二次泵供两种方式, 即在市政进水压力满足要求的时候采用直供的方式, 在市政进水压力不满足要求的时候启动供水泵采用泵供的方式, 目的是保证港区供水压力满足0.35MPa的要求; 港区低压消防系统的安全运行对岚中港区安全生产有着重要意义, 消防系统的安全运行包括管道压力保压和消防系统启动供水(也称消防大泵供水)两大部分。

在现生活供水运行过程中, 直供和泵供两种方式只能进行人工切换, 运行时需手动调节供水泵运行频率以满足供水压力。该过程需要人工调节的地方很多, 对供水稳定性造成了一定的影响, 港区供水压力因此存在着不稳定性因素, 即该过程, 需要通过自动化控制实现直供和泵供的自动切换, 切换后并可以根据满足供水压力进行自动调节。同时生活蓄水池为保证一定液位, 需不断调节进水阀门; 原有的消防系统组态软件数据观察不准确, 画面失真凌乱, 导致值班人员数据观察错误; 控制系统不能自如开启消防泵和电动阀, 存在安全隐患; 控制系统整体可靠性差, 消防泵和电动阀启动困难。启动过程大多部分都需要人工手动操作, 消防泵启动缓慢, 存在着消防隐患。

2 港区二次供水自动化技术的现状

2.1 港区生产生活供水自动化技术的现状

港区供水系统包含供水和蓄水两个过程, 供水分为市政直供和港区二次泵供两种, 目的是保证港区供水压力满足要求, 即在市政进水压力满足要求的时候采用直供的方式, 在市政进水压力不满足要求的时候采用泵供的方式。直供和泵供两种方式, 之前只能根据市政压力进行人工切换, 切换过程复杂。切换后, 供水压力还需

手动调节供水泵运行频率, 以满足供水压力。由于以上原因, 需通过升级改造实现直供和泵供的自动切换, 并在切换为泵供后能根据供水压力进行自动调节。蓄水过程主要控制市政进水量与港区蓄水池液位高度之间的关系, 即无论以上哪种供水方式, 都要保障蓄水池水位在要求范围内。改造之前蓄水池补水需人工开关阀门, 浪费人力且频繁进行井下作业存在安全隐患。因此, 需实现蓄水池供水阀门根据水位自动调节, 并可直观监控阀门开度。

2.2 港区消防供水自动化技术的现状

港区消防系统的安全运行对岚中港区安全生产有着重要意义, 消防系统的安全运行包括管道压力保压和消防系统启动供水(也称消防大泵供水)两大部分。管道压力保压主要任务就是保障在平时运行时, 管道的供水压力满足消防压力的要求; 消防系统启动供水作用就是在消防系统启动时能顾满足消防供水压力, 提供足够的供水压力。以前的管道压力保压不能维持在一定的压力值上, 只能跟随市政压力的大小进行变化, 存在着安全隐患。并且消防系统启动供水只能手动启动, 不能随用水量的增加自动的改变供水压力, 在手动操作的过程中存在着人为的不确定因素, 用水过程中存在着压力不足或压力过大的不确定因素。因此, 我们需要解决以下问题, 其一, 解决管道压力保压能够稳定在一个稳定的范围; 其二, 解决消防系统启动供水的手动开启的问题, 实现消防系统启动供水的自动化开启, 并且实现消防系统启动供水过程中供水压力的问题, 大泵的运行能过根据供水压力的变化, 实现压力稳定; 其三就是解决, 消防水池进水开阀和关阀的远程操作问题, 并且实现消防水池液位的随时观察; 最后, 以上所有设备的状态和潮流值通过组态实现在值班室随时观察, 提高消防供水运行的可靠性。

3 港区供水自动化运行实施路径

实施供水自动化控制系统改造,实现供水系统全自动运行和远程监控。生活供水和低压消防系统自动保压、提压,代替人工劳动,节约能耗。为利于改造后的远程操作和监控,保证系统稳定,将原供水控制系统分为生活供水系统和消防供水系统两个部分重新设计。

生活供水方面,在市政供水压力不足的情况下,供水泵能够自动启动,保持岚中港区供水压力0.35MPa。当一台泵达不到要求时,依次自动启动2#泵、3#泵。泵房现场安装控制与动力一体柜,供水侧(市政给水管道)加装截止阀及无负压水罐;自动控制由恒压供水专用模块及变频器实现。根据供水侧(市政供水压力)与出水侧的压力传感器实时数据,当市政供水压力不足时自动依次投入一台、两台、三台水泵,取生活水池存水压。当市政供水压力满足时自动退出运行。其次,远程控制与监控由配套专门软件在上位机上实现。可监控水泵运行状态、变频频率、压力数据、故障报警等。可于PC机操作界面实现自动控制操作或远程手动操作。配电柜有手动操作功能,在远程操作失灵时可于现场就地控制。

消防供水系统方面,分为动力柜、稳压柜、控制柜及组态软件系统。控制柜主要器件包括PLC及其模拟量模块、通信模块、模拟量变送器。程序的功能其一,能实现正常状态下消防水压的稳定即保压功能,且能实现两台消防稳压泵转换;其二,能够在消防水压降至设定值时根据压力传感器的实时数据自动投入消防泵,并选择投入一台或多台;其三,能实现消防泵自动周检;其四,能实现与上位机的实时通讯。稳压柜包含变频器及接触器等,自动运行状态下,受控于控制柜,用于运行两台消防稳压泵,并有就地变频控制和工频控制两种选择。组态软件选用“组态王”,通过PC机与控制柜PLC的实时通讯,监控消防系统的设备运行状态、压力、变频频率、阀门开合状态、消防水池水位,并可在系统故障,压力或液位超过设定值时实时报警并记录。

3.1 生活供水自动化控制实施路径

3.1.1 供水过程自动化控制的实现

(1) 直供与泵供之间的自动化切换

要实现直供与泵供之间的自动切换,就需要根据市政供水压力来实现,故而需将市政供水压力与目标供水压力进行比较。通过前后两块压力变送器采集压力信号,将采集到的供水压力信号转化为4到20毫安电流信号,将该信号传送给恒压供水控制器(KP553A),利用控制器来判断是否需要启动泵工,还是直接市政供水。

(2) 泵供水压力自动调节

当输出压力偏小达不到目标压力时,先用变频器启动水泵,若变频器频率达到50赫兹时,经3分钟延时还不能满足设定压力(供水压力),则本泵转为工频,然后变频器再启动下一台,依次循环,当输出压力达到设定压力,变频器将降速运行,频率降到启停频率后还是超过设定值,则第一台运行的工频泵停止运行,其余的工频泵也依次方式停止^[1],从而实现供水压力的PID自动调节控制。

3.1.2 蓄水过程自动化控制的实现

(1) 进水阀门的自动控制

通过供水智能模块实现对蓄水池液位的PID控制,将蓄水池液位通过液位计转化为4到20毫安模拟量,通过模拟量的大小,来实现对调节阀执行器的控制,通过执行器来实现阀门开度的控制。

(2) 显示进水阀门开度

控制变频器频率的电流信号用于控制调节阀开度是可行的,同时,反馈频率的电流信号在控制器上表达阀门开度也是可行的,即频率反映开度。

通过供水智能模块实现对阀门的PID控制,将蓄水池液位通过液位计转化为4到20毫安模拟量信号传送给智能模块,通过模块来实现对执行器的控制,通过执行器来实现的阀门开度的控制。

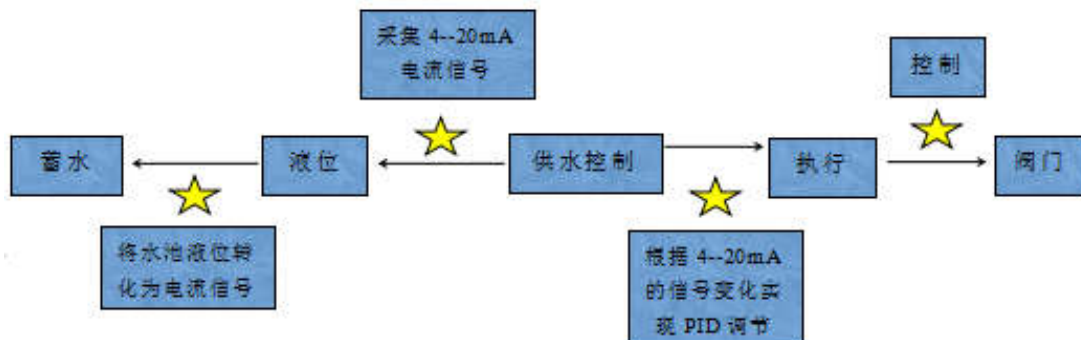


图 自动控制逻辑

3.2 消防供水自动化控制实施路径

3.2.1 实现自动化的管道压力保压

管道压力保压通过PLC与变频器实现自动化运行。首先通过压力变送器将管道压力转化为电模拟信号，并与频率给定值进行比较，然后通过一系列的串联条件，实现管道保压，压力的自动化PID调节；其次通过变频器调节水泵的运行频率，实现管道压力的自动调节；还有当压力不足时，可以将第二台泵变频投入，第一台泵转为工频运行；并且还设置了主副泵的功能，每月进行切换一次，最后还将稳压泵运行的一系列指示，像运行泵指示、运行频率、超压和低压报警等动态情况，通过组态实现在值班室随时观察。

3.2.2 消防系统启动供水的自动化开启

消防系统启动供水的自动开启，主要思想就是在消

防系统启动用水时，相关设备按照流程依次启动，将人为操作的不确定因素排除，此流程也是通过PLC控制实现，主要有开阀、开泵、关阀、关泵四个流程。首先此流程设定了远方/就地的转换，使电磁阀和水泵能够实现远程和手动开启和停止，其次根据远程控制条件，电动阀一、电动阀二、电动阀三依次进行开启，电动阀开启后第一台大泵通过软起启动至工频运行，第二台大泵及第三台泵的启动是根据压力变送器反馈的管道压力，自行判断是否启动，并可以根据管道压力自行调节运行频率，实现管道压力的稳定，为消防用水提供足够的水压，从而保障安全生产，该流程停止顺序与启动顺序相反，并且还实现了水泵定期自动巡检的功能，最后该流程还将控制、消防启动报警、管道压力值、泵的运行情况以及过载保护，通过组态画面实现随时控制和观察。



图 PLC控制梯形图 (部分)

3.2.3 消防水池进水开阀和关阀的远程操作

更换现有的手动操作阀门，改为可以远程控制的电动阀，在消防水池加装液位计，并通过组态软件实现电动阀的远程操作及消防水池液位的显示。

4 二次供水自动化技术的创新

首次在港区引进智能供水模块，通过该控制系统的研究与实施，根据市政供水管网压力与泵供水输出压力的比较实现了直供与泵供的自动切换。该系统可以实现1到4台电机的自动控制，灵活配置，系统集成有人机界面触摸屏PLC、模拟量模块、控制程序为一体，节省了触摸屏组态与PLC编程，节约成本，提高性能，减少了安装调试时间。

首次利用控制电机频率的模拟量信号调节阀门开度，利用反映电机频率的信号直观显示阀门开度。在电气控制中是具有创造性的，电机频率的0到50赫兹对应了阀门开度0到100%，并能够对应相应的线性关系，有效解决了阀门开度无法通过数字显示的问题，为电气自动化控制开阔了新的思路。

首次自主设计生产实现了低压消防供水系统的自动运行，通过完全自主设计的plc控制程序，结合现有的消防安全要求，实现了消防系统的情况正常时的管道自动保压，周期性巡检及提示。消防启动情况下主阀和主泵的远程开启，自动选择开泵台数保障消防压力。在情况紧急需人员撤离时将运行状态转为压力自动控制，系统

将根据管道压力自动提供消防供水而不需人为干预。同时用组态画面将以上操作远程化可视化,为港区安全生产,提供了可靠保障。

5 技术的推广

该项目运用于港区的生活供水及消防供水,实现了港区供水运行的自动化再升级,有效解决了阀门的远程控制问题,供水系统自动调节的问题、潮流值远程观察的问题,并提供了良好的人机界面。并且还可以根据频率的反馈信号,实现远程观察,有效缩减人员,减少工作量。该改造具备良好的社会推广价值,自主设计供水系统,从进水到保压实现自动控制。在运行的这段时间内并无出现故障,减少了供水过程中的安全隐患,还可以运用于环境复杂和恶劣的地区,为保障安全生产提供新思路。项目实现了港区供水运行的自动化再升级,又向港区供水站无人化值守迈进一步。

该生活供水自动化技术适用于居民生活用水,公共场所用水,商用大厦灌溉工商等供水系统锅炉,中央空调补水等;消防供水系统为以后的消防系统建设提供了新的思路和成熟的技术支持。

6 结语

依靠现代化技术手段对生产过程进行控制和管理,提高设备运行效率和可靠性,节省宝贵的水、电资源,是技术发展的必然趋势^[2]。本项目将PLC、变频器、相应

传感器和执行机构有机地结合起来,发挥各自优势,软件设计合理,系统调试较方便。本项目大大提高了二次供水泵站的自动化程度和管理水平,实现了二次供水设备运行管理的科学性,对于预防和发现设备隐患、减少和杜绝设备故障、提高运行管理工作效率、降低运行管理成本等方面具有积极作用^[3],因而具有显著的社会效益和经济效益。

随着科技的进步和人类生活品质的提升,能够实现低能耗、连续、高稳定性的生产也是水行业不断追寻的目标^[4]。供水的自动化控制能够减少成本和维护费用,同时能够节省人力资源以及人为因素导致的隐患和事故,供水的自动化控制、科学供水是社会发展的必然趋势。泵站自动化技术的提升有利于提升精细化管理水平,未来泵站自动化技术将持续向前发展。

参考文献:

- [1]陈美林.基于西门子S7-1500 PLC的自来水厂电气自控系统设计[J].机电信息,2021(11):8-10.
- [2]王岚.中小型水厂自动化改造中存在的问题探讨[J].价值工程,2011,30(12):270.
- [3]尉建松.二次供水泵房运维管理探索与实践[J].城镇供水,2019(03):67-71.
- [4]孙燮.电气自动化在水厂中的应用[J].科技与企业,2014(11):151.