

中国济宁市引黄西线工程一级泵站电气及自动化设计及体会

Electric and Automation Design and Experience of Primary Pump Station of Yellow River Diversion West Line Project of Jining City, China

何飞

Fei He

山东省水利勘测设计院有限公司 中国·山东 济南 250013

Shandong Water Conservancy Survey and Design Institute Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250013, China

摘要: 济宁市引黄西线工程对缓解济宁市水资源供需矛盾, 实现水资源优化配置起到重要作用。论文对引黄西线工程一级泵站的电气设计、自动化监控监视系统设计方案展开分析和探讨, 可为类似的泵站电气及自动化建设提供借鉴思路。

Abstract: Jining City's Yellow River Diversion West Line Project plays an important role in alleviating the contradiction between supply and demand of water resources in Jining City and realizing the optimal allocation of water resources. This paper analyzes and discusses the electrical design and the design scheme of the automatic monitoring and monitoring system of the first-level pumping station of the Yellow River west line project, which can provide reference ideas for the electrical and automation construction of similar pump stations.

关键词: 引黄西线工程; 泵站; 电气设计; 自动化监控监视系统; 计算机监控系统

Keywords: Yellow River diversion west line project; pump station; electrical design; automatic monitoring system; computer monitoring system

DOI: 10.12346/etr.v4i4.5566

1 引言

随着济宁市经济社会的快速发展, 水资源供需矛盾日益突出, 为改善城乡生活用水水质, 缓解水资源供需矛盾, 建设济宁市引黄西线工程是十分必要的。

引黄西线工程利用梁山县陈垓引黄闸从黄河引水, 在充分利用现有工程的基础上, 采用明渠、管道输水相结合的方式, 将黄河水输送到济宁市任城区运河水厂(在建)、嘉祥县梁宝寺水库(在建)和金乡县羊山水库(规划), 与长江水和当地地下水联合调度, 向居民生活和工业供水。

本工程规模为大(2)型, 工程等别为Ⅱ等, 一级泵站工程级别为2级。

论文对引黄西线工程一级泵站的电气及自动化监控监视系统设计进行了介绍, 具体包括用电负荷等级确定、接入电力系统方案、电气主接线及站用电接线、电机启动方式确定、电气设备布置及电缆敷设、计算机监控系统等^[1]。

2 一级泵站主要技术指标

一级泵站设计流量为 $8.5\text{m}^3/\text{s}$, 泵站全年运行天数为262天, 其功能为将泥沙池的水经由输水干管线提至二级泵站。一级泵站主要由进水口、进水闸、前池及进水池、主副厂房及出水管组成。

根据泵站运行时扬程及流量要求、输水泥沙影响, 一级泵站采用单级双吸离心泵6台, 其中备用2台, 单泵流量 $2.13\text{m}^3/\text{s}$, 单机功率2000kW, 转速740r/min, 效率89%, 总装机12000kW。

3 电气设计

3.1 用电负荷等级

一级泵站年运行天数达232天, 若突然中断供电, 会造成较大经济损失, 对城镇人民生活带来较大影响。根据GB50052—2009《供配电系统设计规范》等规范相关规定及

【作者简介】何飞(1988-), 女, 中国山东济宁人, 硕士, 工程师, 从事大中型水利工程的电气、自动化及信息化专业设计研究。

本工程对供电可靠性的要求,用电负荷等级确定为二级。

3.2 泵站接入电力系统方案

一级泵站设有6台水泵,最大运行方式为4台同时运行,2台备用,站用变压器一台工作、一台备用。

按照输电工程设计单位的设计,10kV架空线路截面为240mm²,为满足电机正常运行和启动时线路压降的要求,需建设四回10kV供电线路,两回运行两回备用,方能满足二级负荷供电要求。工程运行初期,只有少数水泵运行,暂建设两回供电线路,后期根据泵站机组设置情况,相继建设两回供电线路,本站10kV配电室留有后期建设的供电线路开关柜位置。

3.3 电气主接线及站用电接线

3.3.1 电气主接线

泵站设10kV专用变电站,采用“站、变合一”的建设方式。10kV系统采用单母线分段的接线方式,10kV I段母线与10kV II段母线各带3台主水泵电机和1台站用变压器运行。工程运行初期,仅有少量水泵运行,1#10kV主供电电源进线断路器合上,2#10kV备供电电源进线断路器断开,10kV分段断路器合上,由1#10kV主供电电源分别向10kV两段母线供电;当1#10kV主供电电源失电时,由2#10kV备供电电源供电,合上2#10kV备供电电源进线断路器;当10kV系统其中一段母线失电时,10kV分段断路器断开,由另外一段母线给该母线上的负荷供电^[2]。

工程运行后期,4台水泵可能同时运行,需新建两回10kV供电线路。工程运行中,需断开母联分段断路器,两段母线分列运行。每段母线中两电源一用一备,两电源进线断路器相互连锁,以防并联运行。

3.3.2 站用电系统接线

变电所设2台站变,分别接于2段10kV母线上。0.4kV侧采用单母线分段接线方式,I段母线设1台低压进线柜、1台电容补偿柜和2台低压配电柜,II段母线设1台低压进线柜、1台低压分段提升柜、1台电容补偿柜和2台低压配电柜。

3.4 电机启动方式

本泵站设6台水泵,最大运行方式为4用2备。考虑泵站调节水泵流量及扬程的要求,确定泵站内2台机组采用变频调速,4台采用软启动的方式。

泵站设2台变频器,2台变频为1拖1式,变频器均设有自动投切的旁路柜。变频器将电动机带到工频频率,通过对工频电网频率、相位和幅值检测,调整变频器输出电压,调整完毕后,将电动机脱离变频器并连接到电网上。

3.5 电气设备布置及电缆敷设

3.5.1 主厂房

主厂房6台水泵电机依次排列于主厂房中间。在电机的下游侧布置机旁LCU屏(每台1套)及机旁动力箱(每台1套),主厂房两端分别设有安装间动力箱、吊车动力箱、

排水泵动力箱等。

3.5.2 副厂房

副厂房与主厂房相邻,副厂房地面以上共两层,副厂房一层设有10kV配电室、0.4kV配电室、变频器室、10kV SVG室,副厂房二层设有保护室、中控室。

0.4kV配电室布置2台10/0.4kV站用变压器及0.4kV配电柜,10kV配电室布置10kV配电柜,在10kV配电室预留后期建设的两回10kV供电线路开关柜位置,变频器室布置10kV变频器,10kV SVG室布置10kV SVG装置。保护室布置公共LCU屏、直流屏、监控监视设备屏、UPS屏等。中控室布置操作台、165寸LED一体机显示器、火灾自动报警控制屏等。

4 计算机监控系统设计

计算机监控系统采用开放式分层分布式结构,泵站内部设主控级和现地单元控制级,既可实现泵站内部计算机系统独立运行工作,又可与上级监控系统连接通信,发送本地监控数据,接收上级调度指令。计算机监控系统由计算机监控子系统、微机保护子系统、微机五防子系统、通信网络子系统等组成^[3]。

4.1 计算机监控子系统

4.1.1 现地控制级

现地控制级由6块机组LCU控制屏、1块公共LCU控制屏等构成。

机组LCU控制屏分别与水泵电机10kV开关柜、微机保护单元、电机定子及轴承测温、轴流风机动力箱、机组振动检测装置等连接。

机组LCU控制屏内设有PLC可编程控制器和通信管理机,对机组及辅机进行自动控制。可编程控制器模拟量采集主要包括交流电压、交流电流、有功功率、无功功率、电网频率、功率因数、电机温度等;开关量主要包括断路器跳合闸等。机组LCU控制屏显示所有测量数据,并具有遥信、遥测、遥控功能。PLC与上位机相连,通过上位机可实现控制、测量及信号显示。

在机组LCU控制屏上可以实现监控工作站对机组监控的所有功能。若监控工作站瘫痪,机组LCU控制屏可独立完成机组的开停控制、信号及测量。机组LCU控制屏设有紧急停机按钮,在紧急情况下,可在现地紧急停机。

公用LCU控制屏分别与微机保护单元、10kV开关设备、直流屏、GPS同步时钟等连接。公用LCU控制屏内设有PLC可编程控制器和通信管理机,对微机保护单元、10kV开关设备、直流屏、GPS同步时钟、10kV开关柜操作显示单元等进行监控。每个保护单元采用以太网与公用LCU控制屏连接,模拟量采集主要包括交流电压、交流电流、有功功率、无功功率等;开关量主要包括断路器跳合闸等。公用LCU控制屏显示所有测量数据,并具有遥信、遥测、遥控

功能，与上位机相连，通过上位机可实现控制、测量及信号显示。

4.1.2 主控级

主控级设备包括 2 台监控工作站、1 块监控监视设备屏、165 寸 LED 一体机显示器组成。

监控工作站是机组 LCU、公共 LCU 的上位机，可实现微机保护测控单元、各 LCU 及 PLC 的所有功能。

监控监视设备屏内装设网络交换机、时钟同步服务器等设备。

4.2 微机保护子系统

10kV 断路器均设有微机保护测控单元，微机保护测控单元均安装在开关柜上。测控单元具有断路器的控制及信号显示功能，可显示断路器开关位置、事故及故障信号；具有测量、计量功能，可显示电流、电压、有功功率、无功功率、有功电度、无功电度、频率、功率因数；并有高速故障记录和故障动态过程记录功能。保护单元具有继电保护功能，可完成本设计所要求装设的全部保护。微机保护测控单元与上位机相连，通过上位机可实现控制、测量及信号显示。

4.3 通信网络子系统

站内通信网络传输介质采用光缆。各机组 LCU 控制屏、

公共 LCU 控制屏、进水闸 LCU 控制屏、沉砂池出水渠节制闸及监控监视设备屏通过 12 芯单模光缆、以太网交换机组成冗余以太环网，为泵站各种信息传输、数据库应用、运行监控管理提供实时、可靠服务平台。

5 结语

论文对济宁市引黄西线工程一级泵站的电气设计及自动化监控监视系统设计方案展开分析和探讨，从用电负荷等级确定、接入电力系统方案、电气主接线及站用电接线、电机起动方式确定、电气设备布置及电缆敷设、计算机监控系统、安全和技术防范系统等多个方面进行了详细的阐述，可对类似泵站电气及自动化建设提供借鉴方案。

参考文献

- [1] 奚智清,杜晓康,陈瑁炜.泵站电气自动化设计分析与思考[J].科技与创新,2018(5):2.
- [2] 马勇.引子渡提水工程两级泵站电气主接线的比选分析与探讨[J].陕西水利,2020(9):3.
- [3] 佟梦娜.锦西灌区工程泵站电气设计中关键技术研究[J].黑龙江水利科技,2020(8):3.