

# 水闸工程项目的电气设备及电气自动化应用

刘萍

新疆塔里木河流域巴音郭楞管理局

DOI:10.12238/hwr.v7i7.4890

**[摘要]** 随着社会发展水平的提高,水利工程的作用不断凸显,不仅与社会建设发展息息相关,也决定着人民的生活质量和安全。电气设备及电气自动化的应用在水利工程中发挥着至关重要的作用,利用电气自动化技术操控电气设备,能更好地保证设备安全可靠运行,确保工程发挥作用。水闸工程项目是水利工程的重要组成部分,现结合某水闸工程,深入探讨电气设备及电气自动化在水闸工程项目的应用。

**[关键词]** 水闸工程; 电气设备; 电气自动化

**中图分类号:** TV66 **文献标识码:** A

## Application of Electrical Equipment and Automation in Sluice Engineering Projects

Ping Liu

Bayingolin Administration Bureau of Tarim River Basin

**[Abstract]** With the improvement of social development, the role of water conservancy projects has become increasingly prominent, which is not only closely related to social construction and development, but also determines the quality of life and safety of the people. The application of electrical equipment and electrical automation plays a crucial role in water conservancy projects. Using electrical automation technology to manipulate electrical equipment can better ensure the safe and reliable operation of equipment and ensure the effectiveness of the project. Sluice engineering project is an important component of water conservancy engineering. This article discusses the application of electrical equipment and automation in a sluice engineering project.

**[Key words]** sluice engineering; electrical equipment; electrical automation

### 1 工程概况

某水闸是集防洪、排涝于一体的重要水闸,水闸原为单孔闸,孔口尺寸为6.0m×9.3m,设计排水流量64m<sup>3</sup>/s,始建于1966年,建成于1969年,1970年投入使用,运行已经超过40a,接近建筑物设计年限,机电及金属结构超期服役,再加上防洪标准的提高,水闸存在重大安全隐患。为确保工程安全,于2012年4月组织专家对某水闸安全鉴定进行评审,经鉴定某水闸为“四类闸”,建议报废并重建水闸。重建后某水闸为中型水闸,水闸为单孔闸,孔口尺寸为10m×8m,采用垂直卷扬式提升钢闸门,设计排水量241.4m<sup>3</sup>/s。为提高工程现代化管理水平,实现统一运行调度,重建后某水闸采用自动化控制方式,既可实现中控室集中控制,也可现地手动控制。

### 2 某水闸的电气设备及电气自动化应用

#### 2.1 电气一次

##### 2.1.1 供电对象及供电负荷等级

在某水闸工程项目中,供电对象以水闸启闭机、现地控制设备及水闸室内外照明设备为主,结合水闸工程实际情况和规模,

确定水闸启闭机供电负荷等级为二级,其余设备等级为三级。结合供电负荷等级要求,提供的是二回交流电源供电。

##### 2.1.2 负荷容量统计

某水闸供电对象负荷容量为:工作闸门卷扬式启闭机,选择了一台启闭机,其配套电动机功率为18.5kW。检修闸门卷扬式启闭机,选择了一台启闭机,配套电动机功率为11kW。水闸控制设备功率约为3kW。水闸室内、外照明设备的功率约为1kW。

上述负荷总功率合计为33.5kW,负荷需要系数取0.8,负荷同时系数考虑到工作闸门与检修闸门启闭机不同时工作,故同时系数取较低值0.6,功率因数取0.85,设备效率取0.9,则计算负荷总设备容量为21kVA。

##### 2.1.3 供电电源

某水闸是一个重建工程,重建站址位于原水闸位置,紧靠某泵站。由于某泵站采用双电源,一主一备,主电源接110kV潼湖站10kV备用出线柜F21,备用电源接110kV桥头站10kV桥永线F24。主电源为专线电源,满足本工程二级负荷要求。某泵站用变压器容量为400kVA,备用容量>某水闸设备总容量。某水闸电气设备

电压为220V/380V,因此,某水闸供电电源从某泵站用变压器0.4kV低压侧配电柜供电,采用一回型号为VV22-3×35+1×16低压电缆,供电距离约200m。

#### 2.1.4 电气主接线

根据供电回路的数量和用电负荷的特点,电气主接线形式为:380V侧采用单母线连接,进线设置空气断路器,每个供电对象设置单独的回路,采用放射状供电;每个启闭机、自控设备和照明设一个回路。

#### 2.1.5 电动机启动方式

因为启闭机最大功率是18.5kW,在启动时冲击电流不会给电网带来较大影响,所以采取直接启动方式。

#### 2.1.6 防雷接地

配电箱进线设置电力避雷器,防止雷电波侵入,危及人员和设备安全。防雷接地、工作接地、保护接地采用同一接地网系统。接地保护采用TN-C-S。某水闸工程防雷接地包括低压电力设备及现地控制设备,根据规程要求,接地装置的接地电阻不得超过1欧姆。具体做法如下:接地干线采用50×5mm镀锌扁铁作为接地干线,焊接成5×5m接地网,同时充分利用自然接地体(钢筋、钢管、闸门槽等),焊接形成一个整体接地网。所有电气设备外壳应可靠接地,金属外露部分均应作等电位联结,在接地线上方便之处设置测量端子。实测电阻不满足接地电阻要求时,加埋人工接地体及外引接地体,直到满足工程要求为止。

### 2.2 闸门及启闭机

#### 2.2.1 工作闸门

某水闸工作闸门主要用于防洪,兼作挡内河水。工作闸门共设1孔,孔口净宽10m,孔口高度8m,内河设计水位8.29m,外江设计水位6.57,校核水位12.20m,闸底板高程1.40m。工作闸门为平板钢闸门结构,行走支承采用滚轮,单扇闸门重28.2t,单孔门槽重10.0t。

#### 2.2.2 检修闸门

工作闸门下游设置检修闸门,用于工作闸门检修期间挡内河水。检修闸门孔口共1孔,尺寸为净宽10m,挡水水位取内河设计水位5.0m,加0.5m超高确定,底槛高程1.4m,则门叶高4.1m。检修闸门为平板钢闸门,行走支承采用滚轮,单扇闸门重13.6t。

#### 2.2.3 启闭机

根据《水利水电工程钢闸门设计规范》对水闸启闭力进行计算,工作闸门闭门力为-106.28kN,启门力为445.63kN,闸门可依靠自重闭门,不需另外增加闭门力;检修闸门闭门力为-78.50kN,启门力为129.53kN,闸门可依靠自重闭门,不需另外增加闭门力。工作闸门和检修闸门可供选用的启闭机型式有螺杆启闭机、液压启闭机、卷扬启闭机,以下对三种启闭机的优缺点作简要分析。

(1)螺杆启闭机:优点:构造简单,体积小,造价低廉,维修方便。多用于中小型平面闸门,在螺杆长细比许可的范围内能够对闸门施加闭门力作用,多用于闸门不能靠自重闭门的场合。

缺点:因螺杆式启闭机体未设减速装置,所以启闭能力受到

限制,常用的吨位较小。螺杆式启闭机宜因设计不周、安装不准确或操作不当而将螺杆压弯,影响闸门的启闭。另外,因机座及启闭台大梁锚固不牢,在闭门力过大时,容易将机体本身甚至将启闭台大梁整个抬起。

(2)液压启闭机:优点:结构紧凑,重量轻,体积小;承载能力大,能够远距离传递动力;缓冲性能好,传动平稳;液压传动与电气控制相结合,便于实现自动化。

缺点:对工作环境要求较高,启闭机室必须保持清洁干燥,防止油液污染。加工成本高,造价高;密封质量较差时,液压油容易渗漏,双吊点启闭机吊点同步性相对较差,某些液压启闭机在失去电力的情况下无法启闭。

(3)卷扬启闭机:优点:由于卷扬启闭机通过减速装置减速,速比大,且通过滑轮组倍率放大作用,可以获得较大的启门力,适用于较大孔口尺寸和水头的闸门。钢丝绳缠绕在绳鼓上,因此,卷扬启闭机的行程不受限制,便于开启具有较大行程的闸门或深孔闸门。钢丝绳的受力方向可以适当摆动,也可以通过附加埋置的转向滑轮,改变其受力方向。因此闸门与启闭机的配合,具有较大的灵活性。在采用电动时,启闭的速度较快,适用于经常启闭和事故闸门的闸门。另外,卷扬启闭机造价比螺杆启闭机高,但比液压启闭机低。

缺点:由于钢丝绳只能承受拉力,故只能用于开启闸门,闸门必须靠自重关闭。卷扬启闭机没有自锁作用,不论采用手摇或电动,必须附有可靠的制动装置。若闸门在启闭过程中停留,必须依靠制动或锁锭,否则会因自重而坠落,不够安全。另外,钢丝绳及滑轮组如长期在水中工作,钢丝绳易生锈蚀,维护困难。

通过以上比较可知,工作闸门和检修闸门不需闭门力,三种启闭机均满足使用要求,螺杆启闭机造价虽低,但结构过于简陋,可靠性差;液压启闭机技术性能好,传动平稳,但造价高,运行管理麻烦;卷扬启闭机技术性能较好,造价适中,运行管理相对简单。因此,某水闸选用卷扬启闭机,工作闸门采用QPQ-2×25t型双吊点卷扬启闭机,额定起重量2×25t,额定起升高度13.0m。检修闸门采用QPQ-2×12.5t型双吊点卷扬启闭机,额定起重量2×12.5t,额定起升高度13.0m。

### 2.3 电气自动化控制

某水闸坐落于某泵站左侧,由惠州潼湖水利工程管理中心管理。某泵站采用自动控制方式,为提高工程现代化管理水平,实现统一运行调度,某水闸采用自动控制方式,既可在中控室集中控制,也可现地手动控制。水闸的1孔工作闸门设1套现地控制单元,布置于水闸启闭机室内。现地控制单元主要由PLC数据采集控制单元组成,通过PLC控制单元采集闸门开度、配电回路开/关状况及有关电量等信息。现地控制单元通过RS485通信接口与某泵站中控室传输信号,并接受中控室远程控制。

## 3 电气设计方案

### 3.1 供电电源设计

(1)负荷等级。某水闸具有“阻咸蓄淡”、灌溉、防洪抗洪的功能,是保障农田正常灌溉、农村居民生产用水、改善水生态

环境的重点,而水闸用电安全关系到水闸能否正常发挥其作用。基于此,电气设计人员在设计时应选择可靠性强、安全性高的供电电源设备,唯有这样,才能保障水闸用电的安全可靠。本水闸工程0.4kV配电系统侧主要用电负荷为水闸启闭机及管理用电,属非工业用电,负荷等级为三级;用电设备总安装容量约191kW。其中:水闸启闭机11台,单台机组功率均为11kW;水闸管理用电负荷约为20kW;管理房用电负荷约为50kW。设备平均功率因数为0.8,需要系数为0.5,计算容量为96kW,计算电流为182A。

(2)供电电源。由于水闸内启闭机设备与管理用电总容量达到191kW,为此,本次水闸选用AC380/220V单电源供电,频率50Hz,主电源接自本水闸专用户外变电所,变电所安装一台S11-M-125型变压器及其配套配电装置,变电所10kV电源接自附近10kV电源点,接入点距本水闸约1000m;备用电源接自柴油发电机房,距本水闸约100m。各种电压等级供电线路如表1所示。

表1 供电线路规格

负荷名称	供电线路规格	长度/m
10 kV 线路	FY-YJV22-8.7/15KV-3*95	1000

### 3.2 电气主接线

电气主接线需要考虑能够满足安全可靠、经济、操作灵活、检查维护方便的要求,且需要结合某水闸的规模、装机容量、电压等级、运行方式及负荷性质等特点,以及当地供电电网实际情况综合考虑来设计。由于水闸主变压器负荷、损耗比较大,使用率低,所以还需要在水闸附近新建1座户外台架式变压器,主变容量为125kVA;由于高压系统是由10kV电缆线路引来,因此,可在高压系统侧设置户外跌落式熔断器保护,作为短路保护和过负荷保护;变压器低压侧配置一台户外杆上一体化配电箱,用于计量各个启闭机的负荷量,计量方式高供低计。站用日常用管理等低压电气设备采用放射式、树干式及混合式供电,以便日常检修或突发故障时,能保障水闸正常运行。

### 3.3 主要电气设备的选择与布置

#### 3.3.1 变压器

某水闸主变容量的选择与计算一般需要根据水闸的机电设备和用电负荷来选择,主变压器容量应按式(1)计算:

$$S = \sum_{k=1}^n \left( \frac{P_k}{\cos \phi} \right) K_1 + P_2 K_2 \quad (1)$$

式中: S为主变压器容量(kV·A); P1为启闭机额定功率(kW),取11kW,共11台; P2为照明负荷(kW),取70kW; cosφ为启闭机功率因数,取0.8; K2为照明同时系数,取0.9; K1为启闭机需要系数,取0.3。经计算S=108kVa。

根据计算结果可以得知,某水闸重建工程选用1台容量为125kVA变压器即可满足要求。

#### 3.3.2 导线及电缆

某水闸重建工程的电缆主要有高压电缆和低压电缆两种,为此,在设计时,高压电力电缆可选用FY-YJV22-8.7/15kV型,低压电力电缆选用YJV-0.6/1kV型,或ZR-VV-0.6/1kV型,控制电缆选择KVV型。

#### 3.3.3 电气设备布置

(1)户外台架式变压器。本工程需在水闸附近新建一座户外台架式变压器,主变、跌落式熔断器、隔离开关、户外电表箱等电气设备均装设于杆上。

(2)水闸闸室。本水闸配电箱、11台启闭机控制箱等设备均布置于闸室内。

## 4 结语

总而言之,文章结合惠州市潼湖围某水闸工程案例,对水闸工程项目的电气设备及其自动化应用进行分析,电气设备及及其自动化应用是当前水利工程建设发展的重要因素,通过结合案例实际,选取适宜的电气设备及自动化控制系统,有效提升其电气化水平及自动化控制系统,确保了水闸工程安全正常高效的运行,促进现代水利工程项目的科学化、现代化,为水利行业发展提供有力的技术支持。

### [参考文献]

- [1]胡曦,印丽娟.大中型水闸电气控制方法及设备[J].珠江水运,2018(06):40-41.
- [2]耿续,夏狄,李志宸.独流减河进洪闸管理处电气设施安全管理与运行分析[J].海河水利,2021(S1):21-24.
- [3]林丽华.江新联围除险加固工程大洞口水闸电气施工探讨[J].陕西水利,2019(05):183-184,186.
- [4]张胜.基于大中型水闸电气设备的控制方法探析[J].科技与创新,2016(02):156.
- [5]刘灿.水闸自动化监控系统设计与应用探讨[J].江淮水利科技,2021(06):47-48.