

大中型水闸电气控制新技术

王高鹏¹, 王高林²

(1. 河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 启东市水利市政建筑工程公司, 江苏 启东 226200)

摘要:在总结大中型水闸电气控制的内容及要求的基础上,介绍大中型水闸电气控制中用以取代老式纯机械主令控制器的二合一精密电子机械行程开关;介绍用以取代模拟输出开度传感器和计数式开度传感器的光电式直接编码开度传感器及对应的开度显示控制仪、上下游水位仪和过闸流量仪等,并对这些技术进行比较。

关键词:水闸;电气控制;行程开关;传感器;水位仪

中图分类号:TV663+.8

文献标识码: B

文章编号:1006-7647(2001)01-0040-03

1 大中型水闸电气控制的内容及要求

大中型水闸是水利枢纽工程的重要建筑物。由于其地位重要、投资巨大,大中型水闸电气控制应以充分保证水闸运行安全,及时准确测量运行数据,便于操作控制为原则、大中型水闸电气控制内容包括以下几个方面:①启闭机电机的正转、停止、反转控制,启闭机电机的过载、断相及短路保护,启闭机电机的工作参数监视和监测;②水闸上下游水位的测量、显示、比较及数据传送;③闸门开启高度的测量、显示、控制及数据传送;④闸门启闭过程中最下安全位和最上安全位的限位控制;⑤通过水闸的即时流量和累计水量的计算、显示及数据传送;⑥闸上照明及其它动力用电的供给。

上述六个方面的控制内容应有机的结合在一起,且组成的控制系统应具有开放性和兼容性,即对水闸电气控制需要增加的内容留有必要的接口,以满足技术进步的要求。

2 大中型水闸电气控制的一、二次回路

现有大中型水闸的启闭形式大多为卷扬式。启闭机中使用的三相交流异步电机的功率为 3 ~ 15 kW。电气控制的一、二次回路首先要实现电源控制,使电机能正向旋转或反向旋转;其次要能对电机本身的过载、短路、断相等非正常工况进行保护,还要为闸门启闭的上、下限位控制,闸门启闭高度的自动控制,闸门启闭过程的集中控制、远程控制或遥控提供相应的接口等。

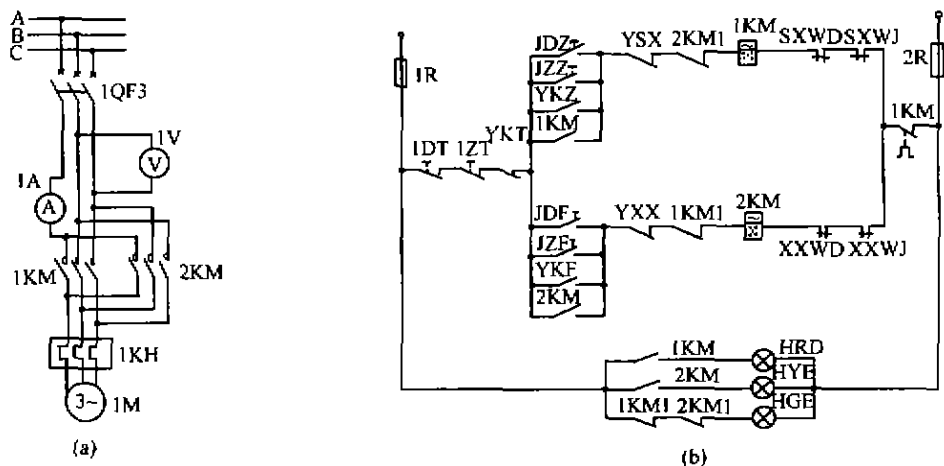


图 1 启闭机电机电气控制回路

(a) 电气控制一次回路; (b) 电气控制二次回路

作者简介:王高鹏(1965—),男,江苏兴化人,讲师,主要从事水闸测控技术研究。

控制卷扬式启闭机电机的电气控制一、二次回路通常如图 1 所示^[1]。

图 1 中 JZJ, JZT, JZF 分别是启闭机电机集中控制台上的正转按钮、停止按钮和反转按钮; YKZ, TKT, YKF 分别是启闭机电机遥控系统中的遥控正转触点、遥控停止触点和遥控反转触点; YSX, YXX 分别是闸门开度数字显示控制仪中的“越上限”继电器常闭触点和“越下限”继电器常闭触点, 它们的作用是将闸门自动控制到预先设定的高度; SXW, XXW 分别是主令控制器中的最上位和最下位行程开关的常闭触点, 用来保证当闸门启闭至最高的安全高度和最低的安全高度时启闭机电机能可靠停止。

3 二合一精密行程开关

目前所使用的主令控制器, 绝大部分是纯机械结构, 其传动结构为蜗轮蜗杆, 它的缺点是调节困难, 调节时上、下限互相影响, 费工费时, 控制精度差, 控制点会偏移, 复位行程大(25 cm 以上)等。

最新的技术是采用长丝杆传动机构, 将电子接近开关和机械行程开关合二为一构成二合一精密行程开关。这种精密行程开关具有重复定位精度高(0.10 mm), 调节方便, 复位行程短(不超过 10 cm), 容易构成两级保护, 可靠性高, 寿命长, 安装简易等一系列突出优点, 是应用于水利工程中取代老式主令控制器的更新换代产品。

二合一行程开关结构原理图如图 2 所示。长丝杆通过齿轮付与闸门启闭机减速器输出轴相连接, 在闸门上升或下降的过程中, 长丝杆也跟着一起正转或反转, 从而带动长丝杆的圆螺母沿丝杆轴线左右移动。圆螺母上有电子接近开关的触发器件, 当圆螺母右移至上限电子接近开关附近时, 上限电子接近开关动作, 与其对应的常闭触点打开; 如圆螺母继续右移, 则上限机械行程开关动作, 其常闭触点打开。对于圆螺母左移的情况, 与上述类似。在圆螺母左移过程中将分别使下限电子接近开关和下限机械行程开关动作。

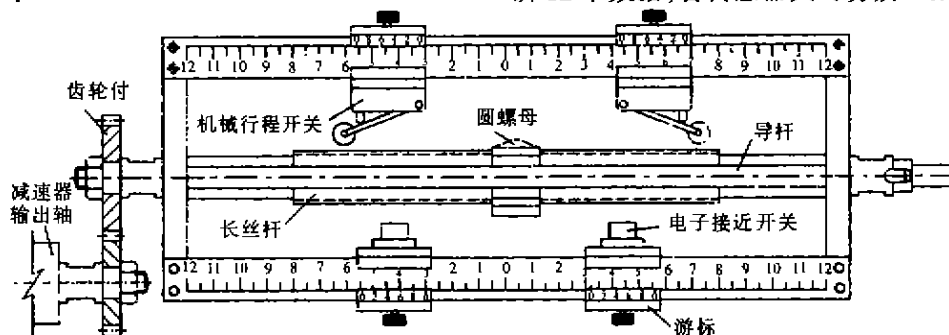


图 2 二合一精密行程开关原理图

4 闸门开度传感器

根据输出信号的类型, 闸门开度传感器可分为模拟式和数字式。

早期的模拟式闸门开度传感器一般以精密线绕多圈电位器作为传感器件。这种传感器的优点是结构简单、成本低廉, 且信号传输只需要三芯电缆, 传输费用低, 系统停电不会丢失闸门开度信号。其不足是电信号有一定的温漂, 但基本满足水利工程中测量闸门开度的要求。

数字式闸门开度传感器又分为计数式和直接编码式两种。计数式传感器的工作原理是对闸门启闭机某一转动轴的角位移通过计数脉冲进行计数, 以某一方向的角位移为正进行加计数, 以相反方向的角位移为负进行减计数。记录脉冲可由光电器件、干簧管或霍尔器件产生。数据的记录过程和保存都需要有电源支持, 传感器中一般备有可以浮充电的电池。其输出的数据格式可以是二进制、BCD 码或格雷码。这种传感器的使用可靠性主要取决于充电电池, 一旦电池失效则该传感器中的数据将全部丢失。因这种传感器存在影响可靠性的隐患, 故这种计数式闸门开度传感器一般不宜推广使用。

直接编码式闸门开度传感器是将启闭机某一转动轴的角位移通过码盘、微动开关、光电器件或黑白条码直接按某一码制进行编码输出, 它的数据不需要借助于电源来记录和保存, 它的可靠性取决于码盘及其触针的可靠接触寿命、微动开关的机械和电气寿命、阅读黑白条码的光电器件的寿命。事实上, 半导体光电器件的寿命最长, 应是直接编码式闸门开度传感器的首选。另外, 在具体的编码结构上, 如果将传感器的整个量程范围, 通过传动付最终在 360°范围内实现全部编码, 则这种传感器将不可避免地出现较大的回差, 即从码盘的一个转动方向改变为相反转动方向时, 在开度的一个变化范围内传感器的输出数据无变化。最新的设计是使一周只分辨 32 个数据, 若传感器共可分辨 4096 个点, 则传感

器的转动轴在全量程范围内可转 128 周. 这样一来不仅消除了回差, 而且提高了传感器的测量精度.

5 闸门开度数显控制仪

大中型水闸启闭过程中需要掌握的基本数据之一就是闸门启闭开度, 闸门开度数显控制仪(简称闸高仪)一般不仅可以测量、显示闸门的开度, 而且可以通过预先设定, 将闸门自动控制到欲启闭到的开度, 从而方便了闸门启闭的控制. 根据是否使用计算机芯片, 可将闸高仪分为智能型和非智能型; 根据输入信号的类型, 闸高仪分为模拟式和数字式两种. 模拟式非智能型的闸高仪, 由于其功能少, 对传感信号的处理结果受温度影响, 闸门开度数据不易远距离传输等, 将逐步被淘汰. 相反, 数字式智能型闸高仪, 由于其中使用了计算机芯片(一般为单片机), 其许多功能可以通过软件来实现, 并且它的输入信号一般是由对闸门位移直接进行数字编码的传感器提供, 因此, 这种闸高仪测量精度高, 没有温度漂移和时间漂移问题, 功能多, 且可直接将有关数据进行双向传输, 是今后的发展趋势. 这种闸高仪的具体功能如下: ①可适应三种闸门型式: 单扇平板闸门, 上下扉双扇平板闸门, 弧形闸门; ②可对与之相连的传感器进行率定, 从而可确保闸高仪测量闸门开度的精确度; ③在闸门的安全启闭高度范围内可任意设定上下限值, 并当闸门开度等于上下限值时能给出对应的上下限继电器触点, 利用这些触点可以自动控制闸门到任意设定的某一开度; ④能任意设定上下限动作的提前量, 以消除启闭系统的机械和电气惯性, 达到精确控制的目的; ⑤可以专门设定闸门启闭的最高限和最低限, 用以对闸门启闭的安全范围做进一步限定; ⑥提供闸高信号的 RS-485 接口和并行接口, 方便其它系统的数据采集.

6 水位传感器和水位仪

最原始的测量水位的方法是使用水尺. 虽然这种测量方法比较准确, 但使用起来不太方便, 容易产生读数误差, 最主要的是不能实现数据的远传, 故这种方法今后只应作为一种水位基准来使用.

使用电气方法测量水位的水位仪, 由水位传感器和水位显示仪组成, 两者之间由信号传输线相联系. 目前常用的水位传感器有压力式传感器和码盘式传感器. 压力式传感器是利用半导体单晶硅在外力的作用下其阻值发生变化的原理制成的, 利用这种传感器可加工成“投入式液位变送器”, 使用时将它直接投入被测液体中, 十分方便. 这种变送器的输出电流一般为 4~20mA, 信号线仅需 2 芯电缆, 故信

号传输费用少; 由于其体积小, 直径一般在 30mm 左右, 故在现场安装时无需建造专用的测井, 因而节省费用. 压力式传感器的缺点是存在时漂和温漂, 且密封工艺还不太成熟, 使用寿命比较短.

码盘式水位传感器实质上就是直接编码式闸门开度传感器. 在实际工作时, 需要将一端系有浮筒, 另一端系有重锤的柔性绳绕在传感器的轮盘上. 当水位上升或下降时, 浮筒也跟着上升或下降, 通过重锤的平衡作用带动轮盘转动, 从而测出水位的高低. 这种水位传感器的优点是无时漂、温漂, 且测量精度高, 配合水位仪, 完全可满足绝对误差不超过 2cm 的精度要求. 其缺点是信号传输需用多芯电缆, 传输费用稍高, 且现场安装时需有专用测井, 设置测井需一定费用. 但此种传感器在现阶段应为水位测量的首选.

水位测量显示仪根据所用传感器种类的不同其工作原理亦不同, 与闸门开度显示控制仪基本类似. 用于水闸的水位测量显示仪, 通常将上下游水位的测量集成在一起, 除具有通常的水位显示功能外, 还能对上下游水位进行比较, 当两者之差小于某一可设定的数值时能发出报警的声光及继电器触点信号, 这种功能主要用于沿海、沿江挡潮水闸的守潮, 非常实用. 除此而外, 水位测量显示仪也具有可进行数据通信的串行口.

参考文献:

- [1] 中国航空工业规划设计研究院. 工业与民用配电设计手册[Z]. 北京: 水利电力出版社, 1994.

(收稿日期: 1999-12-16 编辑: 张志琴)

封面说明

武汉市龙王庙险段综合整治工程

长江重要堤防——武汉市龙王庙段汉江口门汉口岸, 自汉口集家嘴码头至鄂四码头, 长约 1080m, 堤内是全国著名的汉正街商品批发市场, 属武汉市闹市区, 也是长江防洪的重点防守部位, 此段堤防后退无路, 只能固守.

武汉市龙王庙险段综合整治工程采取“扩展口门, 改善河势, 除险加固, 综合整治”的方案, 整体工程由导渗沟、防渗系统、L 型混凝土挡土墙、混凝土灌注桩、护坡、系排梁、预制混凝土块链沉排、水下抛石、水上挖削、水下挖削、浆砌及干砌石护脚等部分组成.

工程于 1998 年 11 月开工, 1999 年 6 月主体工程完工, 总投资 2.27 亿元, 经过扩挖汉阳南岸嘴已由 200m 扩宽到 280m, 扩挖后岸线全长 1224.9m, 大大改善了河势, 提高了武汉御洪能力. 2000 年 11 月 24 日, 武汉这一历史上最大的防洪整治工程通过国家验收, 并被评定为质量优良.

(黄爱民供稿)