

卧虎山水库溢洪道弧形闸门固定卷扬启闭机设计

祝凤山,杜培文,高峰,刘天政

(山东省水利勘测设计院,山东 济南 250013)

摘要:综合比较现有表孔弧形闸门启闭机的布置形式,依据卧虎山水库溢洪道工程实际,为有效降低前拉式固定卷扬启闭钢丝绳和卷筒直径,在滑轮组倍率为1的情况下,采用双双联卷筒和多根钢丝绳,每根钢丝绳的一端固定在每个双联卷筒的一端,绕过吊具的滑轮后,固定在另一端。该措施在满足规范要求的前提下,有效减小了钢丝绳和卷筒直径,相应可降低设备造价。应用结果表明效果良好。

关键词:弧形闸门;启闭机;双双联卷筒;固定卷扬;卧虎山水库

中图分类号:TV663;TV664

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2013)S1-0090-02

卧虎山水库坐落于济南市历城区南部,位于锦绣川、锦阳川和锦云川三川汇合处,玉符山与卧虎山之间,总库容约1.1亿 m^3 。由于存在安全隐患,2007年3月,水库管理处委托山东省水利勘测设计院对卧虎山水库进行大坝安全鉴定,经山东省水利厅审查并水利部大坝安全中心核准,大坝鉴定为三类坝,需进行除险加固。除险加固主要包括大坝、溢洪道、放水洞加固等,其中,溢洪道设有5孔14m \times 11m(宽 \times 高)表孔弧形闸门。

由于弧形闸门具有过流流态好、启闭力小、局部开启时的抗振动效果好等特点,使其成为水利水电工程中溢洪道及泄洪洞中常用的工作闸门门型。对于表孔弧形闸门而言,其启闭方式直接关系到水工建筑物的结构形式,较佳的启闭机布置方式不仅可以降低工程量,节约投资,还能提高整个工程的运行质量和性能。因此,合理地选择启闭方式是水利水电工程设计过程中的一个重要环节^[1]。

目前,表孔弧形闸门大多采用固定卷扬式启闭机或液压式启闭机启闭。采用固定卷扬启闭机多采用前拉式布置或后拉式布置。

固定卷扬式启闭机启闭表孔弧形闸门采用前拉式或后拉式的主要优点为:启闭力臂较长,启闭机容量相对较小^[2];瞬间启闭机传递给弧形闸门框架的附加荷载较小,框架断面相对较小。传统的单绳前拉式布置中,启闭机钢丝绳倍率通常为1,其绕绳方式增加了钢丝绳和卷筒的直径;同时由于有启闭机机房的存在,相应增加了土建投资。后拉式布置中,

可利用启闭机桥替代启闭机房,省去了部分土建投资;启闭机多采用多组滑轮组导向,布置要考虑滑轮组的出绳偏角、运行过程中与闸门构件避免干涉等多种因素,形式相对繁琐,虽设置调绳装置调整两个吊点同步^[1],但冗长的钢丝绳在运行过程中会使两吊点启闭不同步,卡阻现象时有发生,影响工程运行安全。

液压启闭机的液压传动较固定卷扬启闭机的机械传动而言,效率较高,运行平稳,自重轻,噪音小,其布置方式省去了高排架和启闭机房,土建投资较小^[3],景观效果好,已应用于沙溪口水电站、三峡工程、二滩水电站等水利工程中。液压启闭机启闭表孔弧形闸门一般采用后拉式布置。与固定卷扬启闭机相比,液压启闭机启闭力臂较短,启闭机容量相对较小;瞬间启闭时,给闸门下框架施加的附加力大^[4],吊点处框架断面相对较大。

1 启闭机布置及关键零部件设计

结合卧虎山水库除险加固工程的实际情况,对比各方案运行可靠性、经济合理、维修方便等技术特点,卧虎山水库溢洪道弧形工作闸门采用固定卷扬启闭机前拉式布置方式。通过计算,卧虎山水库溢洪道弧形闸门启门容量为2 \times 630 kN,按照传统的单绳前拉式布置,卷筒为单联卷筒,钢丝绳一端固定在卷筒上,另一端与闸门吊耳相连。存在以下问题:滑轮组倍率为1,随着启门容量的增加,启闭机钢丝绳与卷筒直径相应增加,整机高度、设备投资相应增加。因此,降低钢丝绳和卷筒直径,进而降低设备投资是亟需解决的问题。

为降低钢丝绳和卷筒直径,在河南南湾水库设计过程中,采用1×400 kN斜拉式平门启闭机启闭弧形闸门^[5]。设计者采用了动滑轮组增加了滑轮组倍率,相应降低了钢丝绳和卷筒直径。其缺点为:①斜拉时,力臂较短,启门容量较大;②动滑轮组的钢丝绳不能紧贴面板,钢丝绳易被水流冲击引起抖动^[6],会发生钢丝绳碰擦绳槽,甚至发生跳槽、乱槽现象。

1.1 启闭机布置设计

为解决上述问题,笔者提出了一种能有效降低钢丝绳和卷筒直径的前拉式布置的固定卷扬启闭机。在滑轮组倍率为1的前提下,卷筒设计为双双联卷筒,吊具设有滑轮组,对应每个双联组一根钢丝绳,钢丝绳固定在双联组的一端,绕过吊具的滑轮后,固定在该双联组的另一端,其余双联组照此布置。由于采用多根钢丝绳负荷启门容量,相应降低了启闭机钢丝绳和卷筒直径。吊具的滑轮仅为钢丝绳的平衡支承,无相对位移,钢丝绳垂直于水流方向同平面布置,钢丝绳能紧贴弧形闸门面板,避免了被水流冲击引起抖动对其的影响。启闭机布置如图1所示,主要包括机架、动力及减速装置、同步连接装置、双双联卷筒、4根钢丝绳和2套带有2个滑轮的吊具^[7]。

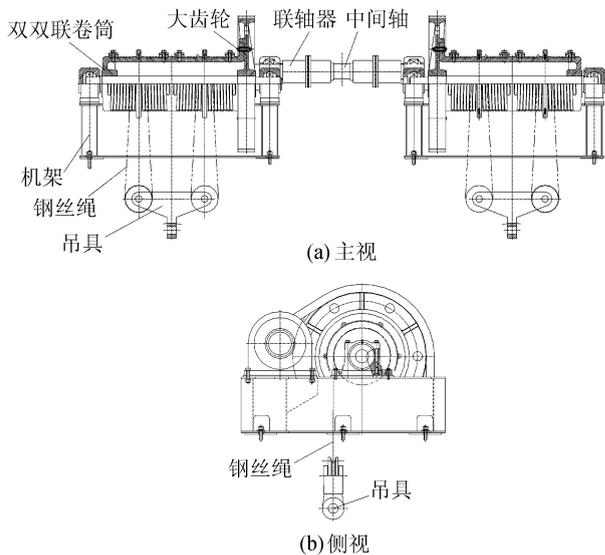


图1 卧虎山水库溢洪道启闭机布置

1.2 动力及减速装置

为使结构紧凑,电动机选用锥形电动机。锥形电动机具有停电自制动能力,已广泛应用于电动葫芦、卷扬式起重设备上。电动机型号根据机构各工作状态下的最大静功率确定。考虑本设计的钢丝绳倍率为1,在启门速度确定的前提下,应满足规范要求的“当减速装置由减速器和开式齿轮组成时,开式齿轮的单级传动比不宜大于6.3”^[6],相应有两种解决措施:选用大速比减速器或增加一级开式齿轮传动。增加一级开式齿轮提高了机架的加工精度,且增加了机架体积。经比较,选用速比大、承载能力

强、结构紧凑、效率高的星轮减速器。卧虎山水库溢洪道启闭机动力及减速装置的布置如图2所示。

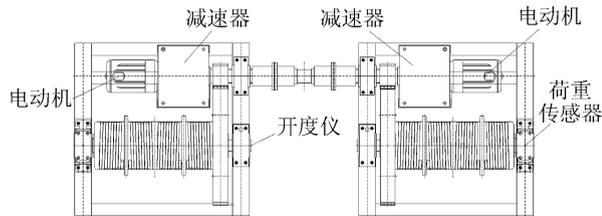


图2 卧虎山水库溢洪道启闭机动力及减速装置的布置

1.3 启闭机主要技术特性

卧虎山水库溢洪道启闭机主要技术指标如下:启门容量2×630 kN,启门速度1.0 m/min,滑轮组倍率1,电动机型号ZD51-6($P=13\text{ kW}$, $n=945$),减速器型号SY45B-400-13,开式齿轮传动比17/87,卷筒直径684 mm,钢丝绳型号36 ZAA6×25Fi+IWR1770 ZS816 542。

2 应用效益分析

卧虎山水库溢洪道弧形闸门前拉式布置方式满足规范要求,与传统的单绳布置方式相比,有效减少了钢丝绳和卷筒直径,相应降低了整机尺寸和设备造价,同时节省了机房空间和土建投资。该启闭机的设计获国家实用新型专利(201220119624.1)。

启闭机安装、调试完毕后,完成了各类荷载试验,2011年12月,通过了相关部门的验收。自验收投入运行以来,启闭机运行平稳、情况良好。

3 结语

卧虎山水库溢洪道固定卷扬启闭机有两个左右对称的机架,用于双吊点启闭,可去掉中间轴,用于单吊点启闭。同时,可以根据容量和扬程选择卷筒的双联数和缠绕层数,为中大型表孔弧形闸门固定卷扬启闭机的设计提供了参考实例。

参考文献:

- [1] 杜培文,贾伟政.表孔弧形闸门的后拉式启闭[J].山东水利科技,1996(3):1-5.
- [2] 安永林.九道拐水电站溢洪道弧形闸门启闭机设计[J].贵州水利发电,2005,19(5):62-65.
- [3] 贾永明.弧形闸门油压启闭机在水利工程中的应用[J].山东水利,2001(8):34.
- [4] 李自冲.对小湾电站表孔弧门设计中几个问题的探讨[J].云南水力发电,2005,21(3):70-73.
- [5] 马洪静,陈秋红,蒋志刚.河南南湾水库斜拉式启闭机的设计[J].山东水利,2010(3):43.
- [6] SL41-2011 水利水电工程启闭机设计规范[S].
- [7] 祝凤山,刘长余.中大型表孔弧门固定卷扬启闭机:中国,201220119624.1[P].2012-10-03.

(收稿日期:2012-12-03 编辑:熊水斌)