

液控同步双驱动水力自动翻板闸设计

侯士德¹, 刘登广¹, 魏学农¹, 王发田¹, 张文家¹, 王东锋²

(1. 山东省费县水利局, 山东 费县 273400; 2. 山东省临沂市水利局, 山东 临沂 276004)

摘要:针对水力自动翻板闸在工程实际运行中普遍存在着启闭不灵、振动、拍打、撞击等问题, 设计出液控同步双驱动水力自动翻板闸。该翻板闸是在传统自动翻板闸的基础上, 增设液压控制同步启动装置, 使两者有机结合, 在闸门运行时既能在水力及自重作用下平稳开关, 也可借助液控同步启动系统随意开启或关闭闸门, 由于液压缸起到了减震器的作用, 可以有效地消除翻板闸存在的振动、拍打、撞击现象。

关键词:水力自动翻板闸; 同步启动装置; 液压控制

中图分类号:TV663+.8

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2002)04-0041-02

水力自动翻板闸的基本工作原理是利用水力及闸板自重完成闸门的自动开关运行, 其发展历程经过单铰、双铰、多铰、曲线铰、渐开式等门型。上述各类翻板闸普遍存在振动、拍打、撞击、启闭不灵等现象, 而且大都不能人为控制, 有的虽然加设了辅助动力, 但其同步问题没有解决。笔者设计的液控同步双驱动水力自动翻板闸, 有效地解决了上述存在的一系列问题, 使闸门在运行中, 既能在水力作用下平稳地自行开关, 也可借助同步控制系统, 随意开启闸门。

液控同步双驱动水力自动翻板闸主要技术特点是采用液压同步双驱动控制系统与双铰水力自动翻板闸的有机结合, 具有运行同步、油路管道布置简单、控制设备精巧、水力组合优良等特性。

1 双铰水力自动翻板闸设计

翻板闸主要由闸门板、转动铰、支墩及底板组成, 利用水力和重力的作用自动启闭, 其所需要解决的主要技术问题是闸门的自动开启与关闭。根据文献[1]及闸门与启闭机相关理论, 闸门的开启与关闭计算按力矩平衡方程式计算(图1)。计算公式如下:

开门计算:

$$K_k = \frac{P_1 y_1 + P_2 y_2}{(W_1 + W_3)x_1 + W_2 x_2 + M_{fk}} \geq 1.05 \quad (1)$$

闭门计算:

$$K_b = \frac{W_2 x_2 + P_3 x_3}{W_1 x_1 + W_3 x_3 + M_{fb}} \geq 1.05 \quad (2)$$

半开(倾角 α 时)计算:

$$K_k = \frac{W_1 x_1}{W_2 x_2 + P_1 z_1 + P_2 z_2 + M_{fk}} \geq 1.05 (\text{开门}) \quad (3)$$

$$K_b = \frac{W_2 x_2 + P_1 z_1}{W_1 x_1 + P_2 z_2 + M_{fb}} \geq 1.05 (\text{闭门}) \quad (4)$$

式中: K_k, K_b 分别为闸门的自开和自闭系数; W_1, W_2 为闸门自重和配重重量; W_3 为门顶水重; P_1, P_2 分别为闸门上、下游水压力; P_3 为闸门底浮托力; P_t, P_s 分别为闭门时的上托力和启门时的下吸力; M_{fk}, M_{fb} 分别为开门时和闭门时转动铰及封水的摩阻力矩; $x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, z_1, z_2$ 分别为各荷载对转动铰中心的力臂。

设计过程中, 为了使计算更接近实际, 笔者在考虑了上述因素之外, 还考虑了底止水上的水重以及

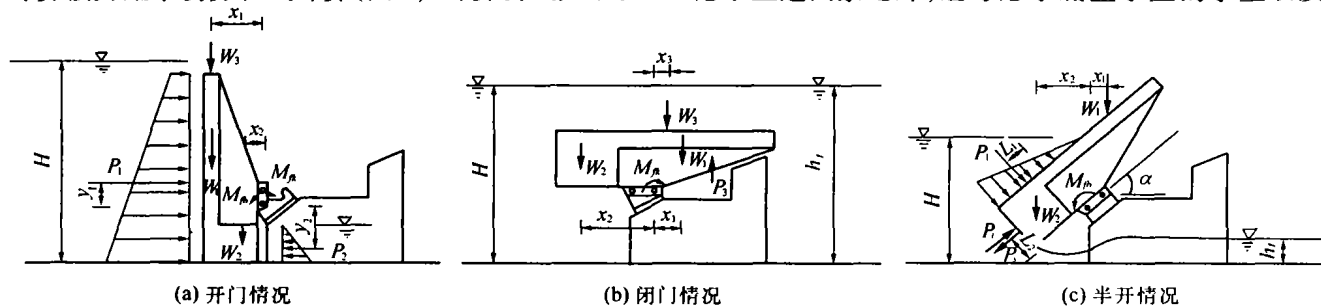


图1 双铰水力自动翻板闸设计原理

油缸的阻尼力。

闸门的开关门计算是一个比较复杂的过程,要通过反复的试算,不断改变闸板的结构型式及铰的尺寸,直到最后确定出最合理的闸板结构、铰的大小和符合要求的开、闭门系数。这几项要求是有机地联系在一起的,任何一项的改变,都会影响其他几项。翻板闸的开关门计算是一个繁琐而细致的工作,计算正确与否,对闸门在实际应用中的安全起着至关重要的作用。

根据上述理论,笔者研究设计出4种规格的双铰翻板闸(均为等跨双悬臂结构,所用材料均为钢筋混凝土),见表1。

表1 4种规格的双铰翻板闸

规格类型	开门水头 /m	开门系数 K_k	关门系数 K_g	应用地点
4m×4.5m	0.5	1.06	1.23	姜庄湖拦河闸
2.6m×4.5m	0.5	1.07	1.06	姜庄湖拦河闸
2.5m×5m	0.4	1.06	1.06	三盆河拦河闸
2m×5m	0.3	1.06	1.06	薛庄拦河闸

在上述4种规格的翻板闸中,4m×4.5m和2.6m×4.5m翻板闸已通过山东省水利科学研究所水工模型试验,其余2种经过实际运行,表明各项性能均符合设计要求。

2 减震问题及液压缸设计

各类翻板闸如没有减震装置,都不同程度地存在震动、拍打、撞击现象,要解决这些问题就需增设减震装置。对于减震装置,笔者起初考虑使用的是液压减震器,闸板在翻转过程中,由于减震器的阻尼作用,能有效地降低或消除震动、拍打及撞击现象,这一作用在山东省水利科学研究所所做的水工模型试验中得到验证。笔者在设计开发了液控同步双驱动水力自动翻板闸后,液压减震器被液压缸所代替,在正常运行时,液压缸就起减震器的作用,而且由于控制系统中液压阀的作用,油的流动更均匀,液压缸运动更平稳,从而使闸板的翻转也更平稳。

液压缸设计时,主要确定以下因素:①闸门静止挡水时,油缸初始长度(安装距) L_1 ;②闸门全部翻倒时,油缸终止长度 L_2 ; L_1, L_2 可由翻板闸原理图,按几何关系计算求得;③最大行程 $\Delta L = L_2 - L_1$;④推力、拉力计算:根据闸门运行时可能出现的最不利情况,确定推力、拉力的大小;⑤油缸推力、拉力确定后,可由式(5)和式(6)确定油缸内径 D 及活塞直径 d 。

$$d = 0.63D \quad (5)$$

$$D = \sqrt{4F/(\pi P) + d^2} \quad (6)$$

式中: F 为活塞上的有效压力,N; P 为液压缸的工作压力,Pa。

上述计算完成后,结合油缸外形安装及连接尺

寸即可选出合适的油缸。

3 控制台——油泵站的设计

油泵站设计的关键是液压阀的选择。根据翻板闸的工作特点,在液压回路设计中设置了两台“Y”形和“O”形电磁换向阀,在电磁换向阀均失电情况下,翻板闸处于自由翻动状态,当两位阀通电时,又可通过三位阀两个电磁铁的通断电,实现翻板闸的开启、关闭或锁定。电磁换向阀型号的选择,由回油路最大流量和系统工作压力确定。而回油路最大流量取决于闸门的设计开、闭门速度。因此,当开、关门速度设计确定后,根据油缸的行程以及内径 D 即可计算出最大流量,结合系统工作压力即可确定电磁阀的型号。

为使闸门运行同步,确保运行安全,在系统回路中,必须加设同步装置。同步阀的选择方法与电磁阀的选择相似。

上述液压阀是油泵站中的关键部件,闸的运行方式取决于阀的功能。因此,当液压阀确定后,油泵站设计的主要任务也就完成了。

4 液压系统设计应注意的问题

翻板闸液压系统的工作环境在野外,其工作环境的相对湿度、风沙、粉尘污染较大,且夏季环境温度较高,因此在系统设计时应采取以下措施。

a. 液压系统的主油泵应选用齿轮泵,该种泵成本低,抗污染力强,对液压系统的清洁度要求低,所以该泵最适合于翻板闸液压系统。

b. 电磁阀应选择电磁线圈全塑封式结构的电磁阀,以便适宜在各种潮湿的工作环境下工作,从而延长其使用寿命。

5 结 语

液控同步双驱动水力自动翻板闸在山东省费县已投入应用,并在其他县、市也得到广泛的推广,使用效果良好,运行中无振动、拍打、撞击现象,开门时间为3min,关门时间为1.5min,自动启闭,控制启闭灵活,实际运行效果与设计结果相符,达到设计要求。该种翻板闸的应用,极大地提高了工程的自身安全性,便于管理,使用寿命长,投资省,较同等规模的提升闸节约投资30%,较橡胶坝节约投资20%。因此,该产品的应用具有较高的经济效益和社会效益,推广应用前景广阔。

参考文献:

[1] 左东启. 水工设计手册·6[M]. 北京: 水利电力出版社, 1987. 87~90.

(收稿日期: 2001-03-26 编辑: 张志琴)