

班多泄洪闸闸室胸墙底板承重模板设计及施工

丰章清, 钟 越

(中国人民武装警察部队水电第五支队, 江苏 常州 213135)

摘要:班多泄洪闸闸室段胸墙底板承重模板工程通过模板及支撑结构的详细设计计算, 确定了模板及支撑结构形式, 承重排架为扣件式钢管承重排架, 排架竖向支撑构件间距为 50 cm×50 cm, 采用对接扣件连接, 水平向支撑构件与竖向支撑构件采用十字扣件连接, 承重排架与模板之间采用丝杠连接。混凝土施工中对模板及支撑监测检查结果表明, 该设计满足要求, 很好地完成了模板混凝土浇筑。
关键词: 闸室胸墙; 承重模板; 结构计算; 混凝土施工; 班多泄洪闸
中图分类号: TV662 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-7647(2014)S1-0017-03

班多泄洪闸闸室段胸墙底板承重模板为坝下 0+000.00~0+015.00、2 732.5~2 737.5 m 高程之间部分。胸墙底板进水口段坝下 0+000.00~0+005.50 体型为椭圆, 坝下 0+005.50~0+008.10 为事故门门槽, 坝下 0+008.10~0+015.00 为 1:4.45 的斜坡。胸墙浇筑方量为 2 244.6 m³。

1 模板及支撑结构计算

1.1 竖向支撑抗压稳定性计算

根据压杆稳定理论, 使杆弯曲而保持平衡的临界力为

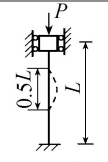
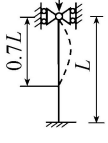
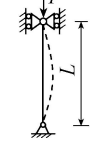
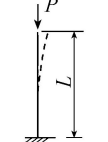
$$P_{ij} = \frac{\pi^2 EI}{l_0^2} \tag{1}$$

式中: E 为钢材的弹性模量, 取 203 GPa; I 为钢管的弯曲截面的惯性矩。式(1)即为两端铰支压杆的欧拉公式, 对于两端支撑为其他形式的压杆, 杆长需乘以一个长度系数 μ , 即 $l_0 = \mu l$, μ 的取值如表 1 所示。

但是, 公式(1)需在杆件为细长杆的情况下才能使用, 当杆件长细比小于特定值的时候, 杆件为中长杆, 其计算公式为

$$P_{ij} = A(a - b\lambda) \tag{2}$$

式中: A 为杆件截面积; a 、 b 为当压杆为中长杆时钢材临界力计算系数, 取 $a = 310$ MPa, $b = 1.14$ MPa; λ 为长细比。其中长细比 λ 满足杆件为中长杆的要求, 当 λ 小于最小值的时候, 杆件为短杆, 不会发生失稳破坏, 而发生屈服破坏, 其 $\sigma_{ij} = P_{ij}/A$ 与长细比的关系如图 1 所示, 其中 λ_1 、 λ_2 取值如表 2 所示。

表 1 长度系数取值		
杆端的约束情况	压杆的挠曲线形状	长度系数
两端固定		0.5
一端固定 另一端铰支		0.7
两端铰支		1.0
一端固定 另一端自由		2.0

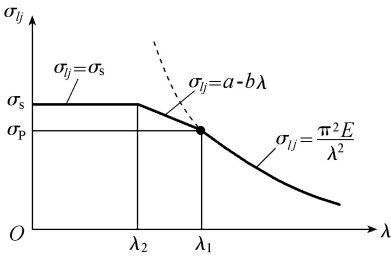


图 1 临界应力 σ 与长细比 λ 的关系

表2 几种材料的a、b、λ₁、λ₂的取值

材 料	a/MPa	b/MPa	λ ₁	λ ₂
普通钢	310.0	1.14	100	
优质钢	589.0	3.82	100	61
铸 铁	338.7	1.48	100	61
松 木	29.3	0.19	110	

承重排架施工中,两端采用扣件连接的杆,其支撑方式可视为铰支,长度系数取1。长细比为

$$\lambda = l_0 \sqrt{\frac{A}{I}} \tag{3}$$

其中
$$I = \pi \frac{D^4 - d^4}{64}$$

$$A = 3.14 \times (D^2 - d^2) / 4$$

式中:D为钢管外径,D=48 mm;d为钢管直径,d=44.5 mm。可计算得I=6.8085×10⁻⁸ m⁴,A=0.00025 m²。

安全系数β根据临时工程规定取2.5,单根钢管的竖向荷载P_e为

$$P_e = \frac{P_{ij}}{\beta} \tag{4}$$

对于胸墙承重排架,根据混凝土模板及支撑系统的设计标准 DL T5110—2000《水电水利工程模板施工规范》,每根竖杆所承受的竖向压力为:模板自重、新浇混凝土自重、结构钢筋重量、施工人员与设备重量和混凝土振捣时产生的荷载。

模板为钢模板,自重产生的压力为480.2 Pa;混凝土及钢筋自重产生的压力为24.5 kPa,最厚部分混凝土高度为2.5 m,则混凝土及钢筋自重产生的压力为61.25 kPa;施工人员及设备产生的压力按照规范取1960 Pa;振捣产生的荷载按照规范取1960 Pa。

根据规范要求,混凝土自重、钢筋自重及模板重量在计算时考虑1.2的分项系数,人员及设备荷载、振捣产生的荷载取1.4的分项系数,因此钢管所承受的竖向荷载为:(61250 Pa+480.2 Pa)×1.2+(1960 Pa+1960 Pa)×1.4=79564.24 Pa,钢管的间距为a×a,则单根钢管的竖向荷载P_e=a²×79564.24 N,于是有P_{ij}=P_eβ=a²×79564.24N×2.5=198910.6a²N。由式(1)有

$$l_0 = \sqrt{\frac{\pi^2 EI}{P_{ij}}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 2.03 \times 10^{11} \times 6.8085 \times 10^{-8}}{198910.6 \times a^2}} \tag{4}$$

满足长杆要求的杆长l₀为

$$\lambda = l_0 \sqrt{\frac{A}{I}} = l_0 \sqrt{\frac{0.00025427}{6.8085 \times 10^{-8}}} = 100 \Rightarrow l_0 = 1.64 \text{ m} \tag{5}$$

联合式(4)、(5)得

$$\sqrt{\frac{\pi^2 \times 2.03 \times 10^{11} \times 6.8085 \times 10^{-8}}{198910.6 \times a^2}} = 1.64 \text{ m} \Rightarrow a = 0.5049 \text{ m}$$

取a=0.5 m,即钢管间距为50 cm×50 cm,水平方向需设置支撑,支撑间距取1.5 m,满足计算要求(此时竖杆为中长杆,临界应力满足计算要求)。

1.1.1 扣件强度计算

根据规范要求,扣件由摩擦力承受上部传递下来的荷载,规范规定扣件最大承受的竖向荷载为10 kN,并且考虑2的安全系数,所以扣件计算中承载力取值为5 kN,施工中扣件为连接横向联系杆与竖杆所用,不承受主要荷载,不需要进行计算。

1.1.2 横杆验算

横杆以连续梁方式计算,根据前面的计算,横杆竖向支撑间距为竖杆垂直水流方向的间距,所以支撑间距为0.5 m,总跨度为7 m,以14跨连续梁计算,计算宽度为竖杆顺水流方向间距,取0.5 m,荷载为0.5 m宽度的混凝土最大荷载,79564.24 N×0.5 m=39782.12 N·m,计算简图如图2所示。

连续梁的抗弯刚度为钢模板与钢管的抗弯刚度之和:IE=111949.09 N·m²。

连续梁的抗拉刚度为钢模板与钢管的抗拉刚度之和:AE=467 MN。

计算内力图见图3和图4。

从图3、4取最大弯矩、最大剪应力,最大弯矩为1243.19 N·m/W_y=1243.19÷(I/y_{max})=123.99 MPa<[σ]=240 MPa,最大剪力为10996.4 N<[σ]×0.7×A=240 MPa×0.7×2.3×10⁻⁴ m²=3.87 MN,最大弯矩、最大剪应力满足要求。

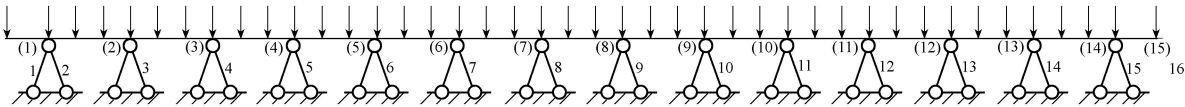


图2 横杆验算计算简图

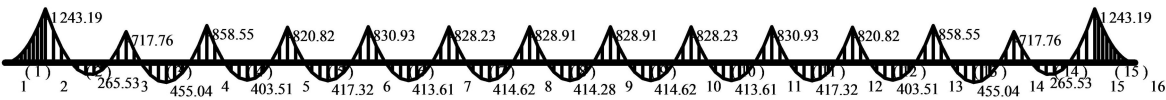


图3 弯矩计算简图(单位:N·m)

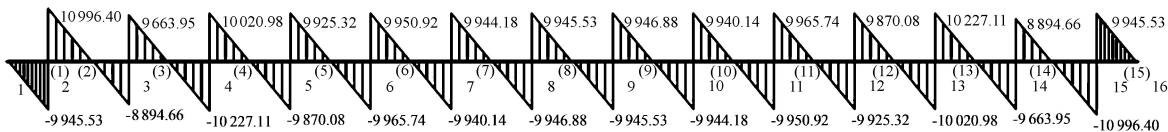


图4 剪力计算简图(单位:N)

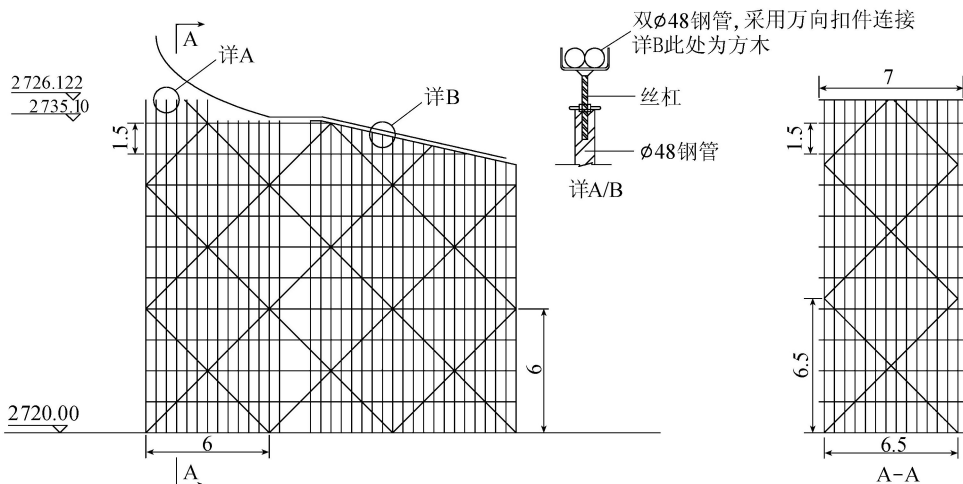


图5 承重排架结构形式

1.2 计算结果

根据上面的计算,承重排架为扣件式钢管承重排架,排架竖向支撑构件间距为 50 cm×50 cm,采用对接扣件连接,顺水流方向即垂直水流方向设置水平向支撑杆,支撑杆沿竖向间距为 1.5 m。水平向支撑构件与竖向支撑构件采用十字扣件连接。承重排架与模板之间采用丝杠连接。

承重排架采用 $\varnothing 48 \times 3.5$ mm 钢管搭设,钢管间排距为 50 cm×50 cm,垂直水流方向设置横向支撑,竖直方向间距 1.5 m,两头抵在闸墩上;顺水流方向设置联系杆,竖直方向间距也为 1.5 m,并设置剪刀撑。分别在坝下 0+002.50 ~ 0+005.50 段 2735.1 m 高程及坝下 0+000.00 ~ 0+002.50 段 2736.122 m 高程设置两个施工平台,多余的钢管采用氧焊切割平整,检验合格后(高程检验)安装垂直水流方向的联系杆。结构形式如 5 图所示。

2 实际施工

按照设计要求,施工时尤其应注意承重排架的搭设,如:钢管及扣件的质量,连接杆、扫地杆、扣件的连接,钢管的连接等。在施工过程中,混凝土浇筑应注意均匀,采用精密仪器检测排架的沉降及横向位移。浇筑过程中排架出现异常声音,经检查为个别扣件未拧紧。

3 结 语

混凝土浇筑完成后检查结果表明,班多泄洪闸闸室段胸墙底板承重模板及胸墙承重排架设计是可

靠可行的。承重排架设计要保证可靠可行,同时排架的材料质量必须可靠,各个扣件及钢管脚部、连接部位必须牢固。另外在施工中要及时检测排架的沉降及位移,同时也要注意监听是否有异常声音,及时检查位移情况。该工程设计可行,施工过程严谨,检查、检测仔细,很好地完成了混凝土的浇筑任务。

参考文献:

- [1] 杨顺舟. 浅谈孟洲坝水电站胸墙承重排架施工方案[J/OL]. 城市建设理论研究:电子版,2012(17):6(2012-08-02). <http://www.qikan.com.cn/Article/csjl/csjl201217/csjl2012172006.html>.
- [2] 赵瑞. 浅析现浇梁板设计与施工中存在的问题与应对措施[J]. 新建设:现代物业上旬刊,2011(10):68-69.
- [3] 朱国生,李建中. 高悬空大跨度连廊结构承重架体设计与施工[J]. 建筑技术,2012(5):412-414.
- [4] 龚斌. 高支撑模板排架系统的安全技术管理[J]. 建筑施工,2007(8):614-615.
- [5] 王秀锋. 对现浇梁板共同作用的一点认识[J]. 黑龙江科技信息,2011(18):300-300.

(收稿日期:2014-07-04 编辑:熊水斌)

