

西华大学

课程设计说明书



课程名称：水利水电工程钢结构课程
计

课程代码：8203281

题目：潜孔式平面钢闸门设计

学生姓名：刘攀

学号：312011080801120

年级/专业/班：2011 级水利水电 1 班

学院(直属系) : 能源与环境学院

指导教师: 徐良芳

目 录

1 设计资料

2 闸门结构的形式及布置

3 面板设计

4 水平次梁、顶梁和底梁的设计

5 主梁设计

6 横隔板设计

- 1 纵向连接系
- 2 边梁设计
- 3 行走支撑设计
- 10 滚轮滑道设计
- 11 闸门启闭力和吊耳计算

一、设计资料及有关规定 1

， 闸门形式：潜孔式焊接平面刚闸门。

2， 孔的性质：深孔形式。孔口尺寸（宽×高） $0\text{m}\times 8\text{m}$ 。上游水位：38m；下游水位：
0.1m；

闸底高程：0m。

3， 材料：钢材 Q235-A. F

焊条 E43;手工电弧焊; 满足 III 级焊缝质量检验标准。

止水: 侧止水和顶止水用 P 型橡皮, 底止水用条形橡皮。

行走支承: 滚轮支承。

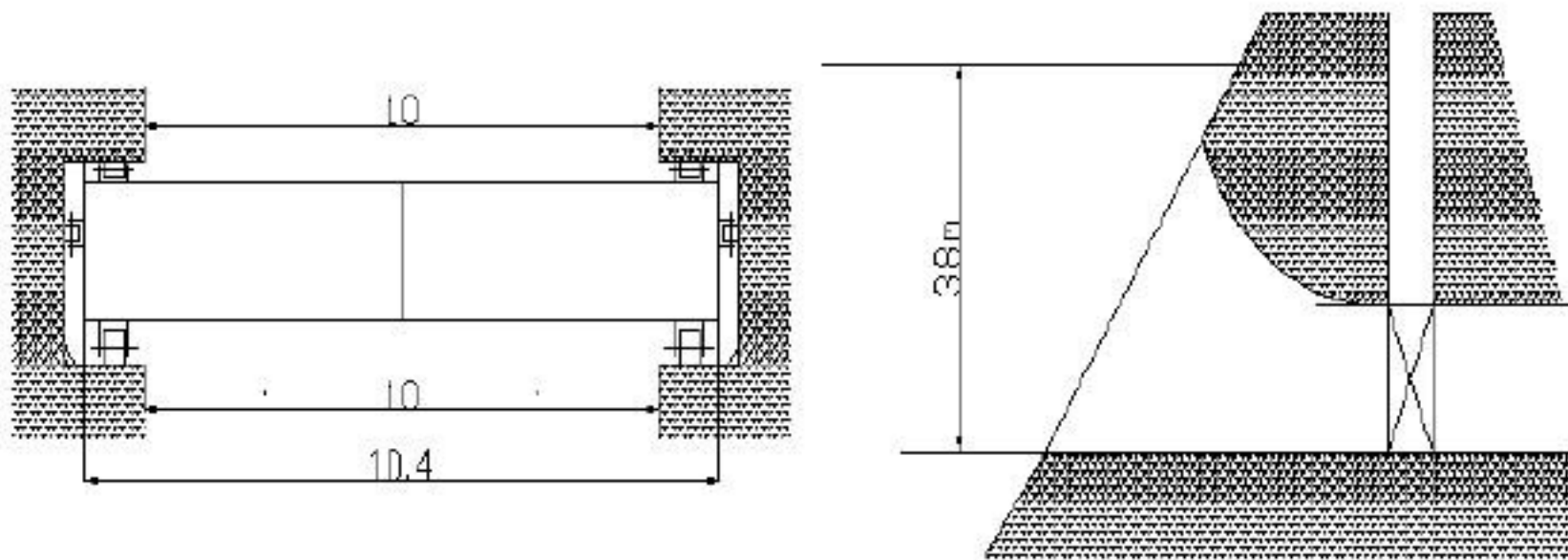
砼的强度等级: C20。

启闭机械: 卷扬式启闭机。

4, 规范: 《水利水电工程钢闸门设计规范 SL1974-2005》。

二, 闸门结构的形式及布局。

(一) 闸门尺寸的确定 (图一示)



图一, 闸门的主要尺寸图 单位 (m)

1, 闸门的孔口尺寸:

孔口净跨: 10m。

孔口净高: 8m。

闸门高度: 8.4m。

闸门宽度: 10.4m。

计算跨度: 10.4m。

荷载跨度: 10m

(二) 主梁的布置

1, 主梁的数目及形式

主梁是闸门的主要受力构件，其数目主要取决于闸门的尺寸。因为闸门跨度为 10.4 m，高度为 8.4 m。所以采用 3 根主梁，决定采用实腹式组合梁。

2， 主梁的布局本闸门为高水头的深水闸门，孔口尺寸较大，所以主梁的位置上疏下密布置。设计时按最下面的那根受力最大的主梁来设计，个主梁采用相同尺寸。

3， 梁格的布置及形式

梁格采用复式布置与打等高连接，水平次梁穿过横隔板所支承。水平梁为连续梁，间距应上疏下密，使整个区格需要的厚度大致相等，布置如图 2 示。

4， 连接系的布置和形式

1、 横向连接系：

根据主梁的跨度，决定布置 6 道横隔板，其间距为 1.486m，横隔板兼作竖直次梁。

2、 纵向连接系：

设在四个主梁下翼缘的竖平面内，采用斜杆式桁架。

5 边梁与行走支承

边梁采用双腹式，行走支承采用滚轮支承。

梁格布局尺寸图

三、面板设计

根据《钢闸门设计规范 SDJ—78 (试行)》关于面板的设计,先估算面板厚度,在主梁截面选择以后再验算面板的局部弯曲与主梁整体弯曲的折算应力。

1. 估算面板厚度

假定梁格布置尺寸如图 2 所示。面板厚度按下式计算

$$t=a\sqrt{\frac{kp}{0.9a[\sigma]}}$$

$$\text{当 } b/a \leq 3 \text{ 时, } a=1.65, \text{ 则 } t=a\sqrt{\frac{kp}{0.9 \times 1.65 \times 160}}=0.065 a\sqrt{kp}$$

$$\text{当 } b/a > 3 \text{ 时, } a=1.55, \text{ 则 } t=a\sqrt{\frac{kp}{0.9 \times 1.55 \times 160}}=0.067 a\sqrt{kp}$$

k—四边固定矩形弹性薄板在支承长边中点的弯应力系数,第 1 和 10 区格按附录九表 3 查得,其余区格按附录九表 2 查得。

p—面板计算区格中心的水压强度 ($p=\gamma hg=0.0098h \text{ N/mm}^2$)

γ —水的密度,一般淡水取 10KN/

h—区格中心的水头,单位 m

a、b—面板的短边和长边的长度

区格	a (mm)	b (mm)	b/a	k	p (N/mm ²)	\sqrt{kp}	t (mm)
1	460	1300	2.83	0.75	0.294	0.465	14.57
2	496	1300	2.62	0.5	0.298	0.386	13.02
3	490	1300	2.65	0.5	0.303	0.389	12.96
4	485	1300	2.68	0.5	0.308	0.393	12.95
5	485	1300	2.68	0.5	0.313	0.396	13.05
6	485	1300	2.68	0.5	0.318	0.398	13.14
7	485	1300	2.68	0.5	0.322	0.401	13.24
8	485	1300	2.68	0.5	0.327	0.404	13.33
9	480	1300	2.71	0.5	0.332	0.407	13.29
10	450	1300	2.89	0.5	0.336	0.409	12.55
11	445	1300	2.92	0.5	0.341	0.413	12.48
12	445	1300	2.92	0.5	0.345	0.415	12.57
13	445	1300	2.92	0.5	0.349	0.418	12.65
14	445	1300	2.92	0.5	0.354	0.421	12.72
15	445	1300	2.92	0.5	0.358	0.423	12.8
16	400	1300	3.25	0.5	0.362	0.426	11.57
17	400	1300	3.25	0.5	0.366	0.428	11.64
18	374	1300	3.48	0.75	0.369	0.527	13.79

根据上表计算，选用面板厚度 $t=15\text{mm}$ 。

- 2, 面板与梁格的连接计算已知面板厚度 $t=15\text{mm}$ ，并且近似得取板中最大弯应力 $\sigma_{\max}=[\sigma]=160\text{N/mm}^2$ ，则

$$P=0.07t\sigma_{\max}=0.07\times 15\times 160=168\text{ (N/mm)}$$

面板与主梁连接焊缝方向单位长度内的剪力 2550KN ， $I_0=27059202\text{cm}^4$ ； $S=266\times 3.6\times 64.1=61382\text{ cm}$

$$T=VS/2I_0=5395.5\times 61382\times 100/(27059202\times 2)=611\text{N/mm}$$

面板与主梁连接的焊缝厚度：

$$hf = 334.3 / 0.7 \times 113 = 4.2 \text{ mm}$$

面板与梁格连接焊缝厚度取起最小厚度 $hf=5\text{mm}$

四、水平次梁，顶梁和底梁地设计

1. 荷载与内力地验算

水平次梁和顶，底梁都时支承在横隔板上地连续梁，作用在它们上面的水压力可

按下式计算，即

$$q = p \frac{a_{\text{上}} + a_{\text{下}}}{2}$$

。

$$\Sigma q = 2639.2 \text{ kN/m}$$

根据上表计算，水平次梁计算荷载取 157.94 kN/m，水平次梁为 8 跨连续梁，跨度为 1.3m（如图 3）。水平次梁弯曲时的边跨中弯矩为：

$$M_{\text{次中}} = 0.078ql_2 = 0.078 \times 157.94 \times 1.3^2 = 20.8 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{次支}} = 0.105ql_2 = 0.105 \times 157.94 \times 1.3^2 = 28.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2. 截面选择

$$W = 28.0 \times 1000000 / 160 = 175000 \text{ mm}^3$$

考虑利用面板作为次梁截面的一部分，初选 [18a, 由附录三表四查得：

$$A=2659\text{mm}^2 ; \quad W_x=141400\text{mm}^3 ; \quad I_x=12727000\text{mm}^4 ; \quad b_1=68 \text{ mm} ; \quad d=tw=7\text{mm} 。$$

面板参加次梁工作的有效宽度分别按式 7—11 及式 7—12 计算, 然后取其中较小值。

$$\text{式: 7—11} \quad B \leq b_1 + 60t = 68 + 60 \times 15 = 968\text{mm} ;$$

$$\text{式: 7—12} \quad B = \zeta_1 b \quad (\text{对跨间正弯距段})$$

$$B = \zeta_2 b \quad (\text{对支座负弯距段}) 。$$

$$\text{梁间距 } b = (400 + 445) / 2 = 422.5 \text{ mm}。$$

于第一跨中正弯距段 $l_0 = 0.8l = 0.8 \times 1300 = 1040\text{mm}$; 对于支座负弯距段 $l_0 = 0.4l = 0.4 \times 1300 = 520\text{mm}$ 。

根据 l_0/b 查表 7—1:

对于 $l_0/b = 1040/422.5 = 2.462$ 得 $\zeta_1 = 0.77$, 得 $B = \zeta_1 b = 0.77 \times 422.5 = 325$ mm

对于 $l_0/b = 520/422.5 = 1.231$ 得 $\zeta_2 = 0.40$, 得 $B = \zeta_2 b = 0.40 \times 422.5 = 169$ mm

对第一跨中选用 $B = 325\text{mm}$, 水平次梁组合截面面积 (图 4—1) :

$$A = 2569 + 325 \times 16 = 7769 \text{ mm}^2$$

400 mm

槽钢的高为

组合截面形心到槽钢中心线得距离:

$$e = 325 \times 16 \times 94 / 7769 = 63\text{mm}$$

支座处组合截面的惯性距及截面模量为:

$$I_{\text{次B}} = 12727000 + 2569 \times 63^2 + 325 \times 16 \times 35^2 = 2920336 \text{ mm}^4$$

$$W_{\text{min}} = 2920336 / 149 = 196600 \text{ mm}^3$$

对支座段选用 $B = 169\text{mm}$, 则组合截面面积 (图 4—2): $A = 2569 +$

$$169 \times 16 = 5273 \text{ mm}^2$$

组合截面形心到槽钢中心线得距离:

$$e=169 \times 16 \times 94 / 5273=48\text{mm}$$

支座处组合截面的惯性距及截面模量为:

$$I_{\text{次B}} = 12727000 + 2569 \times 48^2 + 169 \times 16 \times 49^2 = 25138280 \text{ mm}^4$$

$$W_{\text{min}} = 186209 \text{ mm}^3$$

3. 水平次梁的强度验算

由于支座 B 处 (图 3) 处弯距最大, 而截面模量较小, 故只需验算支座 B 处截面的抗弯强度, 即

$$\sigma_{\text{次}} = 28.0 \times 1000000 / 135 = 141.9 \text{ N/mm} \leq 160 \text{ N/mm}$$

说明水平次梁选用 [18a 满足要求。

轧成梁的剪应力一般很小, 可不必验算。

4. 水平次梁的挠度验算

受均布荷载的等跨连续梁, 最大挠度发生在便跨, 由于水平次梁在 B 支座处截面的弯距已经求得 $M_{\text{次B}}=125.17\text{kN}\cdot\text{m}$, 则边跨挠度可近似地按下式计算:

$$\frac{w}{l} = \frac{5}{384} \times \frac{ql^3}{EI_{\text{次}}} - \frac{M_{\text{次B}}}{16EI_{\text{次}}} =$$

$$\frac{5 \times 529.74 \times [1486]^3}{384 \times 2.06 \times 10^5 \times 423177593} - \frac{125.17 \times 10^6 \times 1486}{16 \times 2.06 \times 10^5 \times 423177593}$$

$$= 0.000393 \leq \left[\frac{w}{l} \right] = \frac{1}{250} = 0.004$$

故水平次梁选用 [18a 满足强度和刚度要求。

5、顶梁和底梁

顶梁和底梁也采用[18a.

五、主梁设计

(一) 设计资料

1) 主梁跨度 (图 5): 净跨 (孔口净宽) $l_0 = 10.0\text{m}$; 计算跨度 $l = 10.4\text{m}$; 荷载跨度 $l = 10.0\text{m}$ 。

2) 主梁荷载: $q = P_{\text{总}}/3 = (9.81 \times 38 \times 38 \times 0.5 - 9.81 \times 28 \times 28 \times 0.5) / 3 = 1079.1\text{KN}$

3) 横向隔板间距: 1.300m 。

4) 主梁容许挠度: $[W] = L/750$ 。

(二) 主梁设计内容包括: ①截面选择; ②梁高改变; ③翼缘焊缝; ④腹板加劲肋; ⑤面板局部弯曲与主梁整体弯曲的折算应力的验算。

1. 截面选择

(1) 弯距和剪力 弯距与剪力计算如下：

$$\text{弯距: } M=1079.1 \times 10 \times 0.5 (10.4 \times 0.5 - 10 \times 0.25) = 15647 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{剪力: } V=0.5 \times 1079.1 \times 10 = 5395.5 \text{ kN}$$

2) 需要的截面抵抗距 已知 Q235 钢的容许应力 $[\sigma]=160\text{N/mm}^2$ ，考虑钢闸门自重引起附加应力的影响取容许应力 $[\sigma]=0.9 \times 160 = 144\text{N/mm}^2$ ，则需要的截面抵抗矩为；

$$[W] = M/[\sigma] = 15647 \times 1000 / 144 = 108660 \text{ (cm}^3\text{)}$$

(3) 腹板高度选择 按刚度要求的最小梁高（变截面梁）为：

$$\text{经济梁高: } h = 3.1 \sqrt{W} = 3.1 \times \sqrt{108660} = 320.47 \text{ cm}。$$

$$h_{\min} = 0.22 \frac{[\sigma] l}{E[w/l]} = \frac{0.22 \times 144 \times 10.4 \times 10^4}{2.06 \times 10^7 \times (1/750)} = 119.95 \text{ cm},$$

由于钢闸门中的横向隔板重量将随主梁增高而增加，故主梁高度宜选得比 h 为小，但不小于 h_{\min} ，一般选择梁高比经济梁小 $10\% \sim 20\%$ 。根据以上选择腹板高度 $h_0 = 260 \text{ cm}$ 。