

# 应力配筋法在水工建筑物的结构计算中的应用

彭维东

固原市水利勘测设计院有限公司 宁夏 银川 750000

**摘要：**通过对泵站封闭圈进行二维有限元分析，模拟了泵站封闭圈运行工况下侧墙和底板的受力情况，根据有限元计算结果，采用应力配筋法对泵站封闭圈侧墙和底板进行配筋计算，并且与常规计算方法进行对比分析。

**关键词：**应力配筋法；泵站封闭圈；有限元

## 1 前言

有限单元法的出现与发展为工程建设及科研分析提供很大的便利，但是在水工建筑物的结构计算中，常规的结构力学方法对于基层的工程人员来说仍然是最主要的计算方法，有限单元法较为艰深的理论及有限元软件操作的复杂性影响了有限单元法在基层工程中的广泛应用。本文采用大型通用有限元软件ADINA对工程实例进行计算分析，验证有限元分析方法应用于水工建筑物结构计算的合理性。

## 2 应力配筋法

常规计算方法采用结构力学方法计算出内力，即弯矩、剪力和轴力，然后根据内力进行配筋计算，但是只有杆系结构或者可以简化为杆系结构的才可以采用结构力学计算内力，不能简化为杆系结构的是不适合采用结构力学方法进行计算的，而且有些结构即使可以简化成杆系结构，这些结构也因为过于复杂，超静定次数太多，必须借助程序才可以计算，这就限制了结构力学的使用，有限单元法的出现扩展了结构力学的使用范围，不仅对杆系结构包括板壳结构和实体结构都可以进行很好的模拟计算，但是有限单元法计算出的多为结构的应力，如果采用应力进行配筋是一个值得讨论的问题，根据力学原理及《水工混凝土结构设计规范》可以采用下列方法进行计算。

当由计算得出结构在弹性阶段的截面应力图形并按弹性主拉应力图形配置钢筋时可按下述原则处理：

(1) 当应力图形接近线性分布时可换算为内力进行配筋计算。

$$T = \frac{A|\sigma_1 - \sigma_2|}{2}$$

$$M = \frac{I(\sigma_1 + \sigma_2)}{h}$$

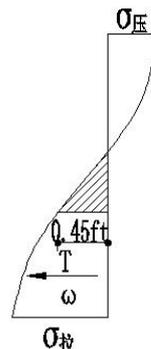
(2) 当应力图形偏离线性较大时可按主拉应力在配筋方向投影图形的总面积计算钢筋截面积 $A_s$ ，并应符合

下列要求

$$A_s \geq \frac{KT}{f_y}$$

式中： $K$ —承载力安全系数； $f_y$ —钢筋抗拉强度设计值； $T$ —由钢筋承担的拉力设计值；

$\omega$ —截面主拉应力在配筋方向投影图形的总面积扣除其中拉应力值小于 $0.45f_t$ 后的图形面积，但扣除部分的面积（如图中的阴影部分所示）不宜超过总面积的30%，此处 $f_t$ 为混凝土轴心抗拉强度设计值； $b$ —结构截面宽度。



(3) 当弹性应力图形的受拉区高度大于结构截面高度的2/3时应按弹性主拉应力在配筋方向投影图形的全面积计算受拉钢筋截面积；当弹性应力图形的受拉区高度小于结构截面高度的2/3且截面边缘最大拉应力不大于 $f_t$ 时可仅配置构造钢筋。

## 3 工程案例及模型计算

某泵站采用钢筋混凝土封闭圈结构，侧墙厚0.5m，高4.65m，两侧墙内跨度9.86m，底板宽12.66m，厚0.8m，混凝土标号为C30、W6、F150，泵站的计算模型取单宽进行计算。泵站剖面图见图1。

泵站侧墙传统计算方法采用结构力学算法：根据泵站侧墙所受土压力、水压力以及墙顶土建荷载，侧墙按照悬臂梁采用结构力学方法计算内力，底板所受土压力按照基底反力直线分布确定，然后采用截面法按照结构力学方法确定关键截面内力，侧墙和底部根据计算的

内力按照受弯构件正截面承载力计算确定配筋面积。

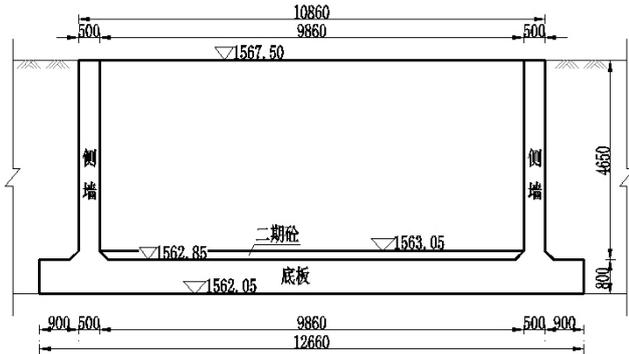


图1 泵站剖面图

结构力学计算法应用已久，因其方法简单实用，应用极为普遍，该计算方法也可满足工程设计计算的精度要求，本文采用有限单元法对侧墙和底板进行二维有限元数值模拟，通过计算的最直观的应力进行配筋验证结构力学方法的正确性，数值计算方法计算的泵站侧墙的应力分布图见图2，泵站底板的应力分布图见图3。

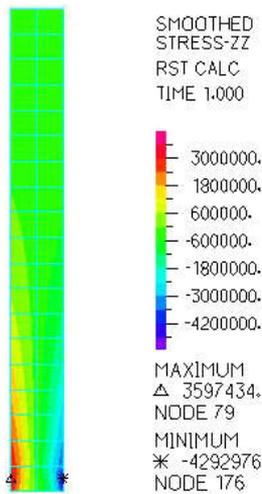


图2 泵站侧墙应力分布图

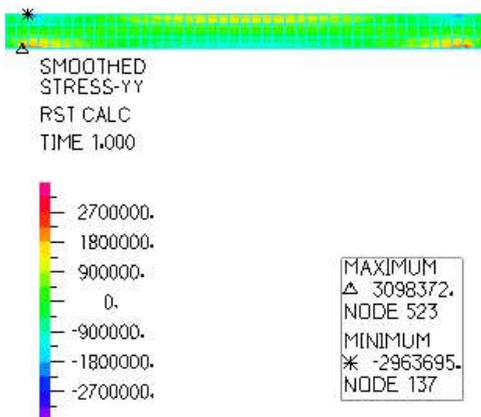


图3 泵站底板应力分布图

将上述泵站侧墙应力分布图中不利截面的节点和应力提取出来列于表1中，底板的应力分布图中不利截面的节点和应力提取出来列于表2和表3中。

表1 侧墙最不利截面各节点最大拉应力应力值

节点	应力 (Pa)	坐标 (m)
79	3597434	0
117	1301540	0.125
98	-234239	0.25
195	-1845570	0.375
176	-4292976	0.5

表2 底板端部最不利截面各节点应力值

节点	应力 (Pa)	坐标 (m)
157	-1289550	0.000
530	-607552	0.133
521	-133029	0.267
531	190667	0.400
522	560244	0.533
532	1111410	0.667
523	3098370	0.800

表3 底板跨中截面各节点应力值

节点	应力 (Pa)	坐标 (m)
722	1803810	0.000
992	1249000	0.133
761	701192	0.267
1031	157735	0.400
800	-385721	0.533
1070	-933526	0.667
839	-1488340	0.800

根据泵站侧墙和底板的不利截面的应力值，采用本文第二节计算公式计算处对应截面的计算的钢筋面积，并和结构力学方法计算的钢筋面积列于表4中，进行对比分析。

表4 不同计算方法计算的受力钢筋面积

计算方法	位置		
	侧墙底部受力钢筋计算面积 As (mm <sup>2</sup> )	底板端部受力钢筋计算面积 As (mm <sup>2</sup> )	底板跨中受力钢筋计算面积 As (mm <sup>2</sup> )
结构力学法	1500	880	1380
有限单元法	1433	1520	1372
差别	4.46%	90%	0.58%

由表中计算结果可知：结构力学方法和有限单元法计算的侧墙底部的钢筋计算面积基本一致，有限单元法计算的钢筋面积略小，约小4.46%；结构力学方法计算的底板端部也即底板下部的钢筋面积比有限单元法计算的底板端部也即底板下部的钢筋偏小较多，结构力学计算

的端部钢筋偏危险；结构力学方法和有限单元法计算的底板跨中钢筋基本一样。

#### 4 结论

通过结构力学方法和有限单元法对泵站侧墙和底板的配筋计算结果分析，可得出以下结论：

(1) 结构力学方法和有限单元法计算的侧墙底部的钢筋以及底板上层钢筋截面面积基本一样，说明侧墙按悬臂梁进行结构计算是符合结构受力特点的，是合理的。底板顶部的钢筋按照截面法计算内力

(2) 结构力学计算的端部钢筋偏小，按此配筋偏危

险，主要是因为底板基底反力按直线分布导致端部反力偏小，进行底板下层钢筋的配置时，按结构力学方法计算的配筋应适当加大，可以将侧墙底部弯矩作为底板端部弯矩进行配筋计算确定底板下层的配筋。

#### 参考文献

- [1]SL 191-2008, 水工混凝土结构设计规范[S]
- [2]黄海兵.分析应力配筋法在水利工程中的应用[J].技术应用
- [3]尹岩.应力配筋法在水利工程中应用的研究.山西建筑2012(11):245-247.