

潮汐电站厂房浮运结构的优化设计

范波芹¹, 索丽生²

(1. 浙江省水利厅, 浙江 杭州 310009; 2. 河海大学水利水电学院, 江苏 南京 210098)

摘要 建立了潮汐电站厂房浮运结构的优化模型, 在浮运结构稳性知识库的基础上, 采用混合惩罚函数法对其进行优化设计. 利用分部优化与整体优化相结合的原则, 无约束极小化采用 DFP 变尺度法, 编制了厂房浮运结构优化设计程序. 实例计算结果表明, 程序是稳定、收敛的, 优化结果是可行的.

关键词 潮汐电站 浮运式厂房结构 结构优化设计 混合惩罚函数法 稳性知识库

中图分类号 :TU271.1 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2002)01-0104-02

潮汐电站的厂房浮运结构是一种典型的空壳板壳结构, 其受力与常规电站有明显的不同. 作用在潮汐电站厂房浮运结构上的外荷载具有明显的概率特征^[1], 且只有通过三维形式的有限元分析, 才能进行结构响应和结构能力的精确预报.

1 结构数学模型化和设计变量的确定

对某一确定的浮运结构来讲, 考虑到初设阶段可以确定的参数以及影响结构重量和结构受力的因素, 取设计变量为 3 种类型的参数, 如图 1 中所示. 一是板厚, 包括轮廓板壳厚度 x_1 和内部压载舱格板厚度 x_2 ; 二是机组安装高程至底板的距离 x_3 ; 三是浮运结构各部位舱格长度 x_4, x_5, x_6, x_7 和 x_8 , 其中 x_4 为库侧进水口至事故检修门之间的压载舱长度方向尺寸, x_5 为检修门至管型座之间的压载舱长度方向尺寸, x_6 为管型座至廊道之间的压载舱长度方向尺寸, x_7 为流道扩散段的压载舱长度方向尺寸, x_8 为流道扩散段末至海侧出口之间的压载舱长度方向尺寸. 所以设计变量 $X = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8)$.

2 约束条件^[2]

以各种板厚的构造要求、结构布置要求、施工要求和小倾角要求、浮运稳定性要求、平衡吃水的要求、总纵弯曲应力要求、强度要求、抗滑要求以及抗浮要求作为约束条件. 在对浮运结构浮运稳性分析的基础上建立的浮运结构稳性知识库^[3]可以预报结构的浮运稳定性.

3 目标函数

以浮运结构空载重量最小为目标函数, 取

$$V = f(X) \tag{1}$$

因此, 模型可写成:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_8)$$

使目标函数 $f(X)$ 最小

$$x_{i\min} \leq x_i \leq x_{i\max} \quad i = 1, 2, \dots, 8 \tag{2}$$

满足

$$G_u(X) \geq 0$$

4 结构优化

采用分布优化与整体优化相结合的方法. 整体优化采用混合惩罚函数法(SUMT 法)将优化约束转化为

无约束优化,无约束优化采用 DFP 变尺度法,对于一维搜索则采用二次插值法.将仅与某局部有关的约束条件,在分布优化中考虑^[2].

5 算例与分析

某拟建潮汐电站采用浮运法施工,厂房浮运结构内布设有灯泡机组转轮,转轮直径 6.5 m,横剖面见图 1.进行优化设计的.初始结构参数和优化后的结构参数见表 1.计算结果表明满足全部的约束条件,在可行域内是可行的、有效的,计算程序稳定、收敛.优化后的重量为 14 929.643 t,比优化前重量 178 19.083 t 减轻了 16.2%.浮运结构尺寸的选择不单是以强度要求为控制因素,而是以较均匀的受力,易于控制的浮运稳定性为前提.本文的优化模型可以为其它港口建筑物、海上采油平台和沉管等结构的设计提供参考.

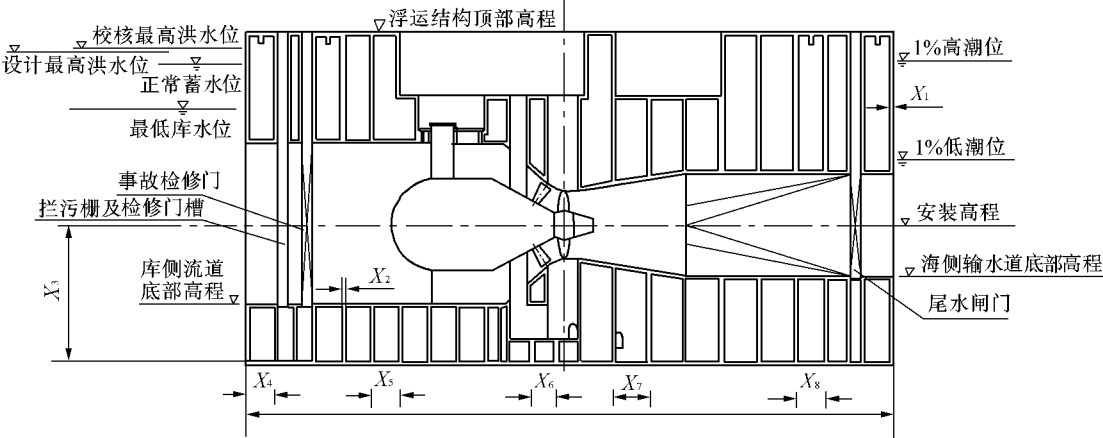


图 1 厂房浮运结构典型断面示意图

Fig.1 Sketch of a typical section of floating-cassion

表 1 设计变量优化结果

Table 1 optimal design variables								m
方案	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
初 始	1.0	0.28	12.2	4.0	3.18	3.93	3.63	3.54
优 化	0.79	0.22	12.09	2.0	5.3	3.93	5.44	4.43

参考文献：

[1] 陈铁云.海洋工程结构力学[M].大连:大连理工大学,1991.36~46.
[2] 范波芹.潮汐电站厂房浮运结构的浮稳定和结构优化分析[D].河海大学,2000.
[3] 范波芹,索丽生.潮汐电站厂房浮运结构的浮运稳定计算[J].水利水运科学研究,2000(3):49~52.

Optimal Structural Design for Floating-Plants of Tidal Power Stations

FAN Bo-qin¹, SUO Li-sheng²

(1. Water Conservancy Department of Zhejiang Province, Hangzhou 310009, China;
2. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract : An optimal structural model for floating-plants of tidal power stations is developed. Based on the knowledge base of floating structure stability, the optimal design is performed by use of the mixing penalty function method, in which step optimization is combined with integral optimization, and the variable scale method is adopted for unconstrained minimization. Then a program of optimal structural design for tidal power stations is worked out. The stability and convergence of the computation results show that the optimal design is feasible.

Key words : tidal power station; floating-plant structure; optimal structural design; mixing penalty function method; knowledge base of stability