

基于 VB 的平面钢闸门设计平台开发

徐国宾, 周富满, 高仕赵

(天津大学 水利工程仿真与安全国家重点实验室, 天津 300072)

摘要: 为了解决传统设计平面钢闸门的计算繁琐和工作量大的问题, 选择典型的闸门基本设计原理和平面结构体系的设计方法, 采用现代化的数据库技术、图形处理技术、文档生成技术及计算仿真工具, 以 VB6.0 为开发工具, 研发了一套集设计、计算、绘图及设计说明书于一体的闸门设计平台。最后, 选取了某工程实例, 分别采用本文开发的设计平台和传统设计方法进行了设计计算和比较。结果表明, 前者能够满足设计需要。

关键词: 平面钢闸门; 设计平台; VB; 数值模拟; 启闭力

中图分类号: TV34

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2013)03-0007-03

Development of design platform for plain steel gate based on VB

XU Guobin, ZHOU Fuman, GAO Shizhao

(State Key Laboratory of Hydraulic Engineering Simulation and Safety, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: In order to solve the problems such as traditional tedious calculation work and heavy workload in the design of plain steel gate, the basic gate design theory and method of plane structure system were chosen in the paper. Based on VB6.0, a simple and practical design platform was developed, in which modern compute technology such as database, graphics processing, document generation and computing simulation tool were applied. This design platform included design, calculation, drawings and design manual. Finally, the paper respectively used the gate design platform and the traditional design methods to calculate the design parameters of an engineering example, then compared the former design parameters and the later ones. The results show that the gate design platform meets the requirement of project.

Key words: plain steel gate; design platform; VB; numerical simulation; force of opening and closing

0 前言

由于平面钢闸门具有制造加工较容易、运行安全可靠、维修方便等优点, 因此在水利水电工程中得到广泛的应用。闸门设计是平面钢闸门一个非常重要环节, 它直接关系到闸门运行和安全。然而, 传统的闸门设计不但计算繁琐、工作量大, 而且含有大量简单的重复性工作, 极大地降低了设计人员的设计水平和效率。鉴此, 本文以 VB 为开发平台, 依据现行设计规范, 采用结构力学平面体系的设计方法^[1-2], 研发了集设计计算、平面图绘制及计算说明书于一体的闸门设计平台。

1 闸门平台的原理

1.1 结构设计的基本理论

由于平面体系计算方法相对简单, 并且对于中小型闸门来说, 平面体系计算与按空间体系设计效

果相差不大, 所以被国内水利设计者广泛采用。所谓平面体系计算方法是把一个空间承重结构划分为几个相对独立的平面结构体系。也就是将平面闸门划分为面板、主梁、水平次梁、纵横连接系、边梁及行走支承等构件, 对其各个构件分别按平面体系的方法进行计算^[2]。

1.2 平台的技术支持

水工平面钢闸门设计平台采用了比较常用的参数化和模块化设计思想^[3-4], 将 VB 语言与 AutoCAD、Word 及 ACCESS 有机结合, 既能保持功能的相对独立, 又能维持数据的共享, 这样容易形成一个高效的整体设计过程, 轻松地实现设计工作中的“自动化”^[5-6]。

1.3 平台的设计模块

根据软件平台开发的目标, 主要将整个平台分成三部分: ①参数模块; ②结构布置和设计模块; ③绘图模块。这三大模块构成了有机统一的整体, 便于进行

收稿日期: 2013-03-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(50979067)

作者简介: 徐国宾(1956-), 男, 河北石家庄人, 教授, 博士生导师, 研究方向为工程泥沙与工程水力学。

简单和快捷的操作。平台的设计模块见图 1。

1.3.1 参数模块 依据平面钢闸门设计的主要内容,确定了闸门的整体基本参数(闸门类型、上下游水头、底槛高程、孔口宽度、孔口高度、风浪爬高及钢材型号等)。按照系统提示,准确输入各参数的值,点击“计算”按钮,便可以轻松地输出设计水头、总静水压力、门叶高度和宽度及闸门计算跨度等计算值,这些数值被保存到数据库中,可以方便闸门主要部件设计之间数据的传输。

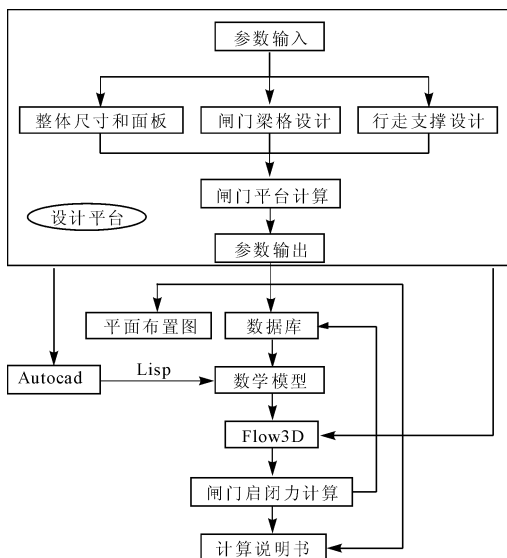


图1 平台设计思路

1.3.2 结构布置和设计模块 根据闸门各主要结构布置情况,对结构进行力学计算,以满足闸门刚度、强度及稳定性要求。其计算主要由以下几方面内容构成:面板设计、梁格设计、边梁设计、行走支承设计、轨道设计、启闭力和吊耳设计及其他零部件模块。下面以启门力计算为例,其计算思路见图 2。

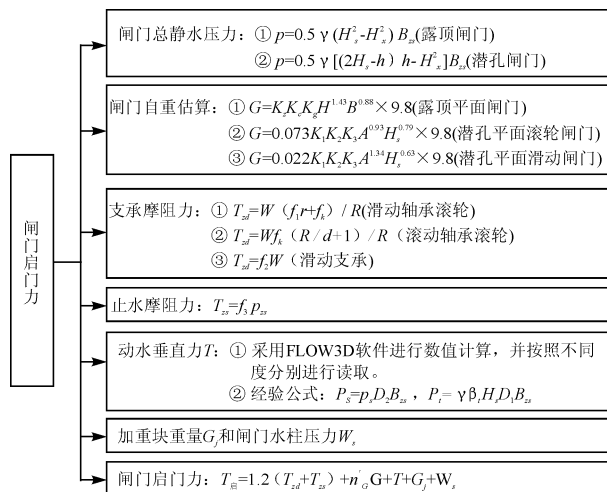


图2 启门力计算思路

数值模拟平面钢闸门启闭过程中动水垂直力^[7-8]的变化主要分为两个阶段:建立模型阶段和模拟阶段。①根据影响闸门启闭力的主要因素^[9]:底缘倾角类型、底缘倾角大小及闸门开启速度,建立水工平面钢闸门设计数学模型。因此,通过对三部分几何形状的分析分别得出一组参数化的约束条件,利用VB编写了相应的参数化程序。程序通过可视化界面交互设计,用户只需输入相应的参数数据,便可轻松实现三维建模的功能^[10]。②数值模拟采用FLOW-3D软件中的GMO模型和RNG^[11-12]紊流模型,将模拟分为三个步骤:前处理、数值求解及后处理。

1.4 绘图模块

在闸门设计计算结束后,点击“绘图”按钮,计算平台便会调用AutoCAD相关的绘图命令绘制闸门主要部件图形^[13]。具体思路如下:首先,设计平台接收初始参数值,进行结构的刚度和强度验算,确定各个构件的设计尺寸;其次,通过调用数据库软件,实现数据的传输和共享;最后,调用AutoCAD相关的绘图命令(点、直线、曲线及实心面等)绘制闸门主要部件图形,同时实现闸门主要结构的尺寸标注。

2 工程设计实例

某供水工程,工程等级为I等1级,其某段渠道上设有节制闸。节制闸的工作闸门操作要求为动水启闭,采用平面定轮钢闸门。闸门布置在上游侧,顶、侧止水布置在下游侧,利用水柱关闭闸门。设计基本参数:孔口尺寸6.0 m×6.0 m(宽×高);底槛高程23.0 m;上游正常水位35.0 m;设计水头12.0 m;下游高程23.0 m;门叶结构材料Q235A;许用正应力144 MPa;许用剪应力85.5 MPa;焊条E43;侧止水为P60-A型橡皮;底止水为条形橡皮;行走支承为滚轮支承;混凝土强度等级C25。

案例底缘型式采用综合型式,闸门前倾角为45°,后倾角为30°,闸门止水到面板的距离为0.4 m,闸门启闭速度为3 m/min,将整个计算区域分了三个网格块,第一个在闸门前,x:0~8 m,y:-6~6 m,z:0~12 m,每个单元尺寸为0.2 m×0.2 m×0.2 m;第二个网格块包围着闸门,范围0~8 m,y:6~7 m,z:0~12 m,每个单元尺寸为0.2 m×0.2 m×0.2 m;第三个网格块包围过水廊道且紧连着第二个网格块,范围为x:0~8 m,y:7~17 m,z:0~12 m,每个单元尺寸为0.2 m×0.2 m×0.2 m。压力入口设置为设计水头,出流设置为自由出流。网格划分及边界条件见图3。

通过平台计算,主要得到以下结果:闸门启闭过程中动水垂直力变化曲线、闸门启闭力计算及闸门设计的主要参数。由图 4 可知:①动水垂直力的变化随着闸门开度的增加而急剧减小,在 0.2 开度时逐步趋于稳定。②由于采用综合底缘型式,水流条件好,不易形成负压,因此动水垂直力主要呈现上托力特性。由图 5 可知,启闭力的最大值也未必会出现在闸门刚刚开启或关闭的时刻。

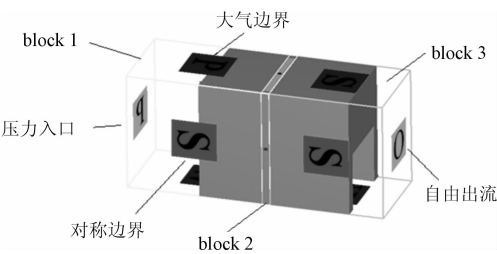


图 3 网格划分及边界条件

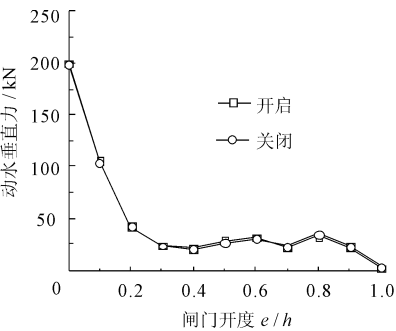


图 4 闸门启闭过程中动水垂直力变化曲线



图 5 闸门启闭力计算界面

由表 1 可看出,工程分别使用传统设计方法与设计平台计算两种方法,两者计算闸门参数比较吻合,说明了该闸门设计平台计算结果的可行性及可靠性。但在启门力计算时,由于考虑了闸门在开启时也受到上托力作用,所以设计平台计算值比传统计算值偏小。

表 1 工程实例的闸门设计参数 mm, kN, m, MPa

项目	传统计算	平台计算
总静水压力	3246	3175.2
面板厚度	12	13
启门力	454	369
闭门力	-68	-71
主梁布置位置	7.09,8.79,10.24,11.49	6.60,8.63,10.26,11.65
主梁高度	700	690
主梁腹板厚度	12	13
主梁最大弯曲应力	96.5	89.5
主梁最大剪应力	53.5	47.3
次梁最大应力	127.0	142.1
边梁高度	700	690
边梁腹板厚度	12	12
隔板间距	1.535	1.60
滑轮位置	1.5,5.3	1.4,5.2
简支轮接触应力/ 弯曲应力	822/212	783/203
启闭机型号	QPQ-2×250 kN	QPQ-2×250 kN

3 结 语

从方法上,采用数据库、图形处理、文档生成及计算仿真等计算机技术,使平台轻松完成闸门整体设计过程。求解闸门启闭力时,采用数值模拟方法求解动水垂直力,取代了传统的经验公式的方法,使闸门启闭力计算值更加接近于真实值,为合理选择启闭机的类型提供了依据;从功能上,设计平台涵盖了闸门主要构件设计和平面图形绘制工作;从界面上,设计平台只提供参数输入,减少无效操作。从而减少了设计人员的工作量,提高了闸门设计的效率。但需要说明本设计平台目前只能设计平面钢闸门,对于弧形闸门以及闸前有淤泥的闸门启门力^[14-15]计算都没有涉及,这将在以后的设计平台改进中加进这些内容,使设计平台更加完善。

参考文献:

[1] 中华人民共和国水利部. SL74-95 水利水电工程钢闸门设计规范[S]. 北京:中国水利水电出版社,1995.

[2] 范崇仁. 水工钢结构[M]. 北京:中国水利水电出版社,2008.

[3] 李扬红,卢礼标. 水闸设计计算软件系统[J]. 水利水电技术,2003,34(7):30-32.

[4] 林仁荣,范永法,吴玉光,等. 平面闸门 CAD 系统的模块化设计[J]. 河海大学常州分校学报,1999,13(04):15-18.

[5] Vahid Salehi, Chris McMahon. Development and application of an integrated approach for parametric associative CAD design in an industrial context [J]. Computer Aided Design and Applications, 2011,8(2):225-236.

耦合模型多参数反演的新方法,将海域水质模型嵌入遗传算法模型中,以海域内部验证点位实测值与模拟值的误差函数为适应度,进行模型多参数的优化反演。

(2)本文以渤海湾海域水质模型多参数反演的“孪生”试验验证方法的有效性,结果表明:该反演方法具有全局寻优方法高精度的优点,但反演效率仍有待于进一步的提高。

(3)相对于伴随法,该反演方法不需要伴随方程的推导,建模过程相对简洁,具有较高的灵活性和可移植性。

参考文献:

- [1] Gerritsen H, DE Vries H, Philippart M. The dutch continental shelf model: quantitative skill assessment for coastal ocean models[J]. Coastal and Estuarine Studies, 1995, 47, 425 – 468.
- [2] Lawson L M, Spitz Y H, Hofmann E E, et al. A data assimilation technique applied to a predator – prey model[J]. Bulletin of Mathematical Biology, 1995, 57 (4): 593 – 617.
- [3] Lawson L M, Hofmann E E, Spitz Y H. Time series sampling and data assimilation in a simple marine ecosystem model[J]. Deep Sea Research II, 1996, 43 (2/3): 625 – 651.
- [4] 徐青,刘玉光,程永存,等. 海洋生态模型中的伴随同化方法[J]. 海洋通报,2005,24(6):58 – 64.
- [5] 徐青,刘玉光,程永存,等. 伴随同化技术在渤、黄海生态模型中的应用:控制变量的选取与孪生实验[J]. 高技术通报,2006,16(1):78 – 83.
- [6] Tang H W, Xin X K, Dai W H, et al. Parameter identification for modeling river network using a genetic algorithm[J]. Journal of Hydrodynamics, 2010, 22 (2): 246 – 253.
- [7] 王小平,曹立明. 遗传算法——理论、应用与软件实现[M]. 西安:西安交通大学出版社,2002,18 – 50.
- [8] LIU S M, David B, Richard B, et al. Using genetic algorithms to calibrate a water quality model[J]. Science of the Total Environment, 2007, 374(2/3): 260 – 272.
- [9] LI M C, Zhang G Y, Zhou B, et al. Optimistic design of jetty road height based on genetic algorithms[C]//. International Conference on Transportation Engineering, Proceedings of the Second International Conference, Southwest Jiaotong University, Chengdu, China, 2009.
- [10] 秦延龙,李明昌,孙昭晨,等. 基于遗传算法的滩海路面结构优化设计研究[J]. 水运工程,2007(11):45 – 48.
- [11] Nakastuji K J, Yamanaka R, Nishida S. Numerical simulation of seasonal baroclinic circulation and dispersion process of COD in the Bohai Sea[C]//. The First Asian and Pacific Coastal Engineering Conference, Dalian: Dalian University of Technology Press, 2001.
- [12] Friedrichs M A M. A data assimilation marine ecosystem model for the central equatorial pacific: numerical twin experiments[J]. Journal of Marine Research, 2001, 59 (6): 859 – 894.
- [13] 李明昌,梁书秀,孙昭晨. 海域潮汐模型开边界反演优化方法研究[J]. 水动力学研究与进展,2008,23(6):646 – 654.
- [14] 朱江,曾庆存,郭冬建,等. 利用伴随算法从岸边潮位站资料估计近岸模式的开边界条件[J]. 中国科学(D辑),1997,27(5):462 – 468.
- [15] Hakanson L. The role of characteristic coefficients of variation in uncertainty and sensitivity analyses, with examples related to the structuring of lake eutrophication models[J]. Ecological Modelling, 2000, 131 (1): 1 – 20.

(上接第9页)

- [6] Li Yaoxiang, Wang Zhiping. A VB – based forest field data collection system[C]//. Proceedings of the 2009 Second International Workshop on Computer Science and Engineering, Qingdao, China, 2009.10.
- [7] 徐国宾,訾娟,高仕赵. 平面闸门启闭过程中的动水垂直力数值模拟研究[J]. 水电能源科学,2012,30(10):132 – 135.
- [8] LIU Xiaoqing, ZHAO Lanhao, CAO Huiying. Lifting force acting on a gate with high head[J]. Journal of Hydrodynamics,2011,23(3):379 – 383.
- [9] 黄金林. 平面闸门底缘型式及选择[J]. 长春工程学院学报,2004,5(2):9 – 12.
- [10] 撒文奇. 基于三维设计方法的重力坝 CAD_CAE 集成设计平台研究与开发[D]. 天津:天津大学,2010.
- [11] Speziale C G, Gatski T B, Fitzmaurice N. An analysis of RNG based turbulence models for homogeneous shear flow[J]. Physics of Fluids A,1991,3(9):2278 – 2281.
- [12] Victor Yakhot, Steven A. Renormalization group analysis of turbulence[J]. Journal of Scientific Computing,1986,1(1),3 – 7.
- [13] 张晋西. Visual Basic 与 AutoCAD 二次开发[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [14] 徐国宾,高仕赵,訾娟. 淤泥对平面钢闸门启门力影响的计算方法[J]. 水利学报,2012,43(9):1092 – 1096.
- [15] 徐国宾,高仕赵. 淤泥对弧形钢闸门启门力影响的计算方法[J]. 排灌机械工程学报,2012,30(3):304 – 308.