

VB 与 TrueGRID 软件在 船闸闸首三维有限元网格自动剖分中的应用

聂耳清,苏超

(河海大学 水利水电工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要:利用 VB 语言设计的友好的人机交互界面,获取船闸闸首模型的参数化数据并对数据进行分析处理,生成 TrueGRID 软件能识别的命令流;编制 VB 与 TrueGRID 的接口程序,导入命令流至 TrueGRID 软件,生成可视化的船闸闸首 三维有限元网格。提高了有限元计算前处理的工作效率。

关键词:船闸闸首;VB;TrueGRID;网格自动剖分 中图分类号:U641.6 _______文献标志码:A

文章编号:1002-4972(2009)10-0138-05

Application of VB and TrueGRID to 3D finite grid automatic mesh generation for lock head

NIE Er-qing, SU Chao

(Institute of Water Resources and Hydroelectric Project, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: In order to get the parameters of lock head model, we design a friendly interactive interface by VB language. By analyzing the parameters, a series of order flow can be generated, which can be identified by the software TrueGRID. The order flow can be imported into the TrueGRID to generate Visualized 3D finite Grid of lock head automatically through the interface procedures between VB and TrueGRID. It can improve the efficiency of Pre–Post in finite element calculation.

Key words: lock head; VB; TrueGRID; automatic mesh generation

TrueGrid 是一套优秀的、功能强大的通用网 格生成前处理软件。它可以方便快速地生成优化 的、高质量的、多块结构的六面体网格模型。作 为一套简单易用、交互式、批处理前处理器, TrueGrid 命令流简洁、容易保存,便于我们操纵 在交互式对话过程中自动生成的对话文件。一个 命令输入文件通常建立于这样的对话文件。 TrueGrid 是理想的参数化研究工具,哪里需要数 字,哪里就可使用参数,并支持 30 多款当今主流 的分析软件。它广泛应用于材料科学、航空航天、 生物医学、汽车工业、流体/结构等各个领域^[1-2]。 VB 是 Windos 平台下的强有力的面向对象的 编程语言,程序人员只需要利用开发环境提供的 工具,根据设计的要求,就可以开发出一套界面 友好、执行速度快、易于维护升级的软件系统^[3]。

船闸闸首是船闸工程的关键部位,一般设有 输水廊道、闸门、阀门、闸阀门启闭机械及其相 应的设备等,设备较多,受力状态又十分复杂⁽⁴⁾。 国内对闸首的有限元计算大都依赖手工建模划分 网格,导至计算人员重复性、机械性劳动过多, 工作效率低⁽⁵⁾。本文结合现有的船闸工程实例,对 闸首结构的基本形式进行分析总结,把其分解成

作者简介:聂耳清(1985—),男,硕士研究生,从事水闸,船闸及水工建筑物的研究。

收稿日期:2009-03-19

若干个实体对象,以达到能够用若干个独立参数 表示每个实体对象⁽⁶⁾。通过 VB 与 TrueGRID 软件对 这些数据进行分析处理,实现对闸首模型三维有 限元网格的自动剖分。对类似闸首结构,只需改 变相应的参数,就可以得到类似结构的三维有限 元网格,减少了设计人员的重复性劳动,提高了 工作效率。

- 1 模型参数化数据写读
- 1.1 VB 界面设计

通过 VB 强大的界面设计功能,把闸首看成 一个大的六面体,里面有输水廊道、闸门、门库、 阀门、闸阀门启闭室和空箱等结构,在 VB 界面 中设置各个参数来表示闸首中各个实体对象,以 达到参数化表示闸首结构的目的。通过图 1 所示 界面选择闸首形式,点击下一步将出现所选择的 闸首形式的数据输入界面,如图 2 和图 3。

•	•	•	'n	1	清	ñ	先	抖	¥1	Ħ	J	首	T	Į	1	开	1	đ					1	•	•
•	*	٠																					н	*	*
•		1																					Ŀ	•	5
ţ,		č.																					н	-	ŝ
1		1						1	21		1	5	-	11	٦								г		
1	0	1						12	7	2	e	5	1	1	J								R	1	1
	6	1																					T	5	
																							г		
	+	÷									_				-								ь		+
•	*							C	-		-	- 1	Ŧ		1								Ŀ		
÷												1		۳.	۰.								н		
*	-																						г	-	-
ŧ.;																								+	*
•	٠	•																					н	٠	*
•	*	•																						*	*
1	1	1	1	1		1		۰.	۰.	1	6	1		5	-	1	1	1	1	1	7	1			1
		0		1	1	6										-1	1		1			1		2	6
	1			1						1	k	_	_	井	Ē.		1		1		-	1			
										1				2											
		-							_	_	_	_	_	_	_	_				4	+				
								4		÷			14		-		à			÷.					
÷	*						8	×		÷		•			20	• •	÷	*	*		*	+	٠		

进口的集成	and the second s	
HO-12.	州關心保護: 王:	
	T:	-
71 71	2:	-
mail.	*****	-
PPTE:	内期6-位置: I:	
ATE: 1	Tr	-
10H	2:	-
修理的进口额和内外除来用用 心概率。出口额和是考虑就不能可能	N81+Q:	-
尚十基点.	陈潇洒品程 :	
Ar 4 10 3		
大小田 八	82.00-10-	91.02
· 建水和用于带在1		
从左向右依次建立。	于一路	F-B

图 2 人字门闸首数据输入界面

在图 2 和图 3 中选择不同的实体对象就可以 进行参数输入。在输入完成后单击下一步将进入 网格密度设置界面进行网格剖分。

8.596	
	SOTTINE R T
	x方间·
Ti	-
2.	1/2104
TRRT	24
	▽装着化为人面换结构。 爰
Rotte	用一千寨市,三十万向主仗。
100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	

图 3 三角门闸首数据输入界面

1.2 数据储存

本文数据储存于 EXCEL 表格中。通过编制 VB 与 EXCEL 的接口程序,使界面中输入的数据 可以在 EXCEL 表格中实时更新。VB 与 EXCEL 的 接口程序编制方法如下:

1) 在工程中引用 Microsoft Excel 类型库。

从"工程"菜单中选择"引用"栏;选择 Microsoft Excel 9.0 Object Library,然后选择"确 定"。表示在工程中要引用 EXCEL 类型库。

2) 在通用对象的声明过程中定义 EXCEL 对象。

Dim xlApp As Excel.Application

Dim xlBook As Excel.WorkBook

Dim xlSheet As Excel.Worksheet

3) 在程序中操作 EXCEL 表常用命令。

创建 EXCEL 对象: Set xlApp = CreateObject ("Excel.Application")

打开已经存在的 EXCEL 工件簿文件: Set xlBook = xlApp.Workbooks.Open ("文件名")

给单元格 (row,col) 赋值: xlSheet.Cells (row, col) =值

关闭工作簿:xlBook.Close (True)

结束 EXCEL 对象: xlApp.Quit

释放 xlApp 对象: Set xlApp = Nothing

在 EXCEL 数据文件中,每1行存储1个闸首 实体对象。储存空箱数据时,增加空箱时将在 EXCEL 表格中相应位置插1行储存该空箱数据, 删除空箱时则删除存储该空箱数据行即可。1个 EXCEL 数据文件只能存储1个闸首的数据,当新 建1个新的闸首时,程序将自动新建1个不同名 的 EXCEL 数据文件存储该闸首的数据。 2 三维闸首有限元网格生成

2.1 TrueGRID 网格生成特点

TrueGrid 软件建模的基本步骤是^[1-2]:

 启动 TrueGrid,输入文件名,选择材料类型 与参数。在这里可以设置网格输出格式,例如可 以设置输出的文件,可以导入 ANSYS 中形成三维 有限元网格,以便于在 ANSYS 中进行有限元计 算。设置命令流如下:

ansys

ansyopts kan 0

ansymats 1 stif65

2) 生成初始块体网格。

block 命令用于初始化方形网格。它的完整形 式为:

block *i*-list; *j*-list; *k*-list;

x-list; *y*-list; *z*-list;

其中: *i* , *j* , *k* 为网格索引; *x* , *y* , *z* 是索引对 应的物理坐标。

这一步是整个网格生成的关健,生成的块体 网格是后续步中投影,删除相应网格以形成空箱、 廊道、闸阀门等闸首内部结构的基础。

3) 生成辅助几何体。

sd 用来生成辅助的平面、圆、圆柱或其他曲面。

sd 命令的完整形式为:

sd surface_name type parameter

其中:平面命令为:plane x₀ y₀ z₀ x_n y_n z_n (x₀, y₀, z₀), (x_n, y_n, z_n) 为平面上任意两点;

圆柱命令为:cy x₀ y₀ z₀ x_n y_n z_n radius 意指过点 (x₀, y₀, z₀) 方向为笛卡儿坐标 (0, 0, 0) 指向 (x_n, y_n, z_n) 的方向,半径为 radius 的圆柱。

4) 投影。

TrueGRID 通过把相应的面投影到上一步形成 的辅助面上以形成结构的外形轮廓。命令的完整 形式为:

Sfi *i*-list ; *j*-list ; *k*-list ; sd surface_number

5) 调整网格。

TrueGRID 提供了很多调整网格的命令,本文 主要用到了 pb,bb,trbb 等命令。应用这些命令可以 使投影后重叠在一起的网格分离;使各个独立的 网格块组装成一个所需的成品网格。

6) 合并及检查网格的质量。

如果模型是由多个部件构成的,并分别利用 上述步骤建模后,用 merge 进行合并,使部件接 触处节点、单元等合并,形成一个完整的几何体。

用单元的最小尺寸、单元纵横比、扭曲度、 正交性、单元体积等进行网格的质量检查。

2.2 网格自动生成思路

本文利用 VB 与 EXCEL 的程序接口,对闸首 模型的参数化数据进行存取,并进行分析处理, 生成 TrueGRID 可以识别的命令流,再利用 VB 与 TrueGRID 的接口程序将合令流自动导入 TrueGRID 软件中生成模型网格。

VB 与 TrueGRID 的接口程序:

1) 首先生成一个后缀名为 *.tg 的文本文件储存 TrueGRID 命令流。

2) 利用 Shell 函数打开上一步生成的 *.tg 文件即可,格式如下:

TgPath = "C:\Truegrid\tg.exe" & Path

Shell TgPath, 1

"C:\Truegrid\tg.exe"是 TrueGRID 软件的安装 路径; Path 是命令流 (*.tg) 文件的路径。

VB 生成命令流的程序中主要包括下面几个模块:

 BLOCKXYZ 模块:该模块主要功能是对 参数化数据进行处理,得到整个模型3个坐标轴 向的控制点坐标,并储存至相应的数组中。这些 控制点是后续模块生成闸首中输水廊道、闸门、 门库、阀门、闸阀门启闭室和空箱等各结构的基 础。

SD 模块:该模块功能是经过对参数化数据的分析,生成 TrueGRID 网格投影时所需要的辅助面。

3) ZMMODEL, DELLD, DELLKX, DELGAR, DELFM 等模块:删除网格块中相应位置的部分网格,以形成人字闸门前后空腔、廓道、空箱、门 库、阀门和闸阀门启闭室的初始轮廓。

4) PROJ 模块:该模块是把第3步中生成的 初始轮廓投影至第2步中生成的辅助面中,生成 闸首内各结构的真实形状。到这一步,闸首三维 有限元网格已初见雏形,只需做些微小调整就能 形成成品网格。

5) MovePts 模块:该模块的主要功能是调整 网格,把投影后可能重叠在一起的网格分离开。 例如,当投影形成廊道的一个弧段时会出现如图4 的情况,这时就必需调整与弧线相交那个直角的 位置,调整后网格如图5。



图 4 调整前网格



图 5 调整后网格

命令流如下:

block 1 3 6 16; 1 3 6 16; 1 6 11; 0 5 15 15; 0 5 15 15; 0 5 10 dei 3 4;3 4;; sd 1 cyli 0 0 0 0 0 1 5 sfi 1 -3; 1 -3;;sd 1 dei 1 3;1 3;1 2; c 网格调整命令 pb 2 1 1 2 2 3 x 2 pb 1 2 1 2 2 3 y 2 2.3 船闸闸首三维网格生成实例 利用编制的网格自动剖分程序,本文对刘老 涧三线人字门船闸闸首和盐河入海沟通工程——盐 灌三角门船闸首进行了网格剖分(由于结构的对称性,只剖分一半)。再利用一个接口程序将 TrueGRID中的网格导入ANSYS中。

首先在图 1 中选中三角门,点击下一步,将 进入图 3 中界面,在输入好完整的数据后点击下 一步进入网格划分界面如图 6,设置好网格密度点 击"生成模型网格",当提示"命令流生成完毕", 点击"查看网格模型"即可在 TrueGRID 中生成如 图 7 中的网格。

设置网格密度 设置所	TAX STORY THE
	NE 2.12.74
▶工期税型約格 ※ 全部低級工備组 ※ 195元現法工程法 施工務務編入	生成概整同稿 直看概型回稿 写入模型问稿
	▲工物模型网络 ※ 主动初編工作用 「同志完成版工作用 施工的指输入

图 6 网格划分界面

盐河入海沟通工程——盐灌三角门船闸首分 成整体外形、门库、廊道、闸阀门启闭室、阀门 和空箱 6 块对闸首进行参数化分解。在 TrueGRID 中生成的网格如图 7。



图 7 TrueGRID 中三角门闸首网格模型

刘老涧三线人字门船闸闸首分成整体外形、 闸门前后空腔、廊道、闸阀门启闭室、阀门和空 箱 6 块对闸首进行参数化分解。程序操作同三角 门闸首模型生成,不同的是在图1中选择人字门。 在 TrueGRID 中生成的网格如图8。



图 8 TrueGRID 中人字门闸首网格模型

3 结语

VB 与 TrueGRID 的结合,在三维网格自动化 剖分中是可行的。TrueGRID 中的网格可以很方便 地导入到有限元计算元软件 ANSYS 中,对后续的 有限元计算是有效的。本文对两种船闸闸首网格 的剖分的尝试,且剖分程序对相似结构的可处理 性,大大提高了有限元计算人员在前处理工作中 的工作效率。

注:本文中所用的 TtueGRID 软件为中仿科技 提供的试用版。

[1] XYZ Scientific Applications Inc. TrueGrid Manual. Version

2.1.0 [M/OL]. (2001-09-01) [2006-10-31]http://forum. simwe, com/forum-90-1. html.

- [2] XYZ Scientific Applications Inc. TrueGrid Output Manual. Version2.1.0 [M/OL].(2001-09-01)[2006-10-31]http:// forum.Simew.com/forum-90-1.html.
- [3] 朱从旭. Visual Basic 程序设计综合教程[M]. 北京:清华 大学出版社[M]. 2005.
- [4] 华东水利学院, 重庆交通大学. 渠化工程学[M]. 北京: 人 民交通出版社, 1981.
- [5] 唐小骏, 苏超. 船闸计算机辅助设计软件的开发构想[J]. 水运工程, 2006 (4): 73-76.
- [6] 唐瑜. 坞式闸室结构可视化设计系统的开发与应用[D].南京: 河海大学, 2005.

(本文编辑 武亚庆)

(上接第 134 页)

参考文献:

层上南北两侧各布置1口井。闸室布置14口井, 间距26.5 m。X₃裂隙发育带和F₃断层上4口井按 入基岩面5m考虑,其余井按入基岩面2.5m考 虑。在船闸轴线位置设4口观测井。

4 承压水治理效果分析

通过对场区进行基岩裂隙注浆后,基坑开挖土 方渗水较少,主要为第四系潜水。基坑全部开挖至 建基面高程,未出现基底突涌现象。基坑明沟排水 水量 100 m³/h,两台水泵即可控制基坑水位在基底 高程 0.5 m 以下。基坑四周深井水位在 20.0 m (场 区正常潜水水位 24.0 m),单井抽水 3~5 min 即可 见井底,间隔 1~2 h 水位恢复 20.0 m,说明基坑承 压水已被完全封堵,深井内渗水为第 4 系潜水。

5 结语

 1) 台儿庄某复线船闸工程深基坑采用基岩注 浆与深井降水相结合方法成功封堵了承压水,为 后续工程项目顺利施工提供了保障。

 2)本工程基岩注浆封堵承压水注浆深度、孔 距、注浆范围、注浆材料等设计参数合理可行, 能够起到借鉴作用。

3)目前,国内外基岩注浆封堵承压水质量检验还未有统一标准,本工程中主要参照SL-94《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》²¹要求的方法计算压力并进行压水试验作为检查手段。另外,通过加密检查孔对场区进行补充灌浆,确保封堵各个方向承压水。但是鉴于两者注浆目的不一样,其质量标准应该有所不同,这需要我们在今后施工中进一步研究,取得符合工程实际效果的质量检验标准。

参考文献:

- [1] GB 50021-2001 岩石工程勘察规范[S].
- [2] SL—1994 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S].

(本文编辑 武亚庆)