

AutoCAD 中 VBA 语言在渗流有限元前处理中的应用

严 飞,詹美礼,速宝玉

(河海大学水利水电工程学院,江苏 南京 210098)

摘要:利用 VBA 平台在 AutoCAD 中实现二次开发,使得仅需在超单元结点处点击鼠标,就可将结点坐标及单元信息写入文件,自动在图上标出相应的结点号;通过单元信息和结点信息绘制平面有限元网格图形,并复核其正确性,形成空间单元信息后,可高效绘制三维空间有限元网格。

关键词:渗流;VBA;超单元信息;有限元网格

中图分类号:TV139.14

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2003)01-0028-02

1 AutoCAD 中 VBA 语言简况

VBA 最早是建立在 Office97 中的标准宏语言,其全称是 Visual Basic for Application,它的魅力来自两个方面:一是与 Visual Basic 有着几乎相同的开发环境和语法,功能强大且易于掌握;二是它的 for application 功能,即它的针对性非常强.它驻留在主程序的内部,使其结构精简,且代码运行效率非常高. AutoCAD 自 R14.01 版开始,内置了 VBA 开发工具,使得广大用户用 VB 的编程者不用学习 AutoLISP 语言,也能够很轻松地实现“二次开发”^[1].

VBA 平台在 AutoCAD 的“主菜单→工具→宏→VBA 编辑器”下,绝大多数语句和 Visual Basic 差不多.当编好程序后,点“运行”程序图标(或 F5 键)运行程序.若想保存文件,点“保存”图标,输入文件名,则文件以后缀名为 .dvb 的格式保存在自己指定的路径下.当下次需要运行时,打开“菜单栏→工具→宏→加载工程”,给出上次保存的路径,就可以将其加载在 VBA 编辑器环境下以供使用^[1].

2 利用 VBA 进行三维有限元计算前处理的步骤

在渗流计算中,由于绝大多数图形资料是以 AutoCAD 形式给出,这就使得渗流三维有限元计算中的前处理以 AutoCAD 为平台进行开发成为可能.下面就介绍用 VBA 来进行三维有限元计算的前处理工作的步骤.

2.1 剖分网格,形成超单元

这一步需要根据原始资料中的地形等相关资料,确定渗流有限元的计算区域,根据有限元网格剖

分的有关原则^[2],确定超单元.

2.2 利用 VBA 中的 Getpoint 函数获取超单元的结点坐标信息(程序 1)

形成了超单元后,需要对超单元、结点进行编号,并取得超单元信息、结点坐标信息.通常这一步是整个有限元前处理中最为烦琐的环节.如今一般的有限元程序都能够剖分超单元并生成结点信息和单元信息,但这是建立在已经知道了超单元信息的基础上的.而获取超单元的有关信息一般仍需由手工完成.对于计算区域较大,超单元数量较多的渗流有限元分析,这样获取超单元信息也是一项艰巨的工作,费时费力且容易出错.巧妙地利用 AutoCAD 下 VBA 中的 Getpoint 函数,可以大大简化工作,并且得到任意精度的点坐标.

Getpoint 函数获取结点坐标信息的原理如下:将 CAD 设置为自动捕捉模式,当鼠标捕捉到有限元超单元结点时,点击该结点,该点的坐标值就可以通过 VBA 中的 Getpoint 函数得到:

```
point1 = ThisDrawing.Utility.GetPoint(, vbCrLf & "这是第"&CStr(i)&"点")
```

CAD 系统将刚才捕捉到的结点坐标存放在变量 point1 中,如果在 VBA 程序中先引用 Getpoint,再将这一变量写入一个文件,这样就可以将该点的坐标属性存入文件中了.通过循环,同时将打开文件的模式设定为 append(添加),就可以实现将所有点击过的结点的坐标保存在同一个数据文件中.为了使程序更加完善,可以在程序中设置一些控制变量,如指定每点击多少个结点后,以消息框的形式来反馈结点坐标信息,并询问是否将其保存到文件;为了允

许从中间任一点开始捕捉,可以设置起始结点编号.这些功能利用对话框函数 inputbox 实现.

要将结点编号在鼠标点击结点的同时也绘在图上,可利用 Addtext 函数. Addtext 函数的功能是利用程序在图上生成文字. Addtext 函数中共有三个参数:文字的坐标、文字内容和文字大小.这三个参数都可以以变量的形式给定.文字的坐标已经利用 Getpoint 函数获取,文字内容等于循环变量的值,文字大小根据图纸的大小适当调整.这样就可以实现将编号自动写在图上,通过修改文字内容变量的起始值,还可以从任意数字开始给结点编号.利用该方法还可以给单元进行编号,通常单元编号都需要在 AutoCAD 下用“绘图→文字”命令手工写入文字,单元号较多时比较费时间.而利用该方法用鼠标在单元内部任意点击,单元编号就标在该单元内部,无需键盘输入.该点的坐标其实也已经被获取,由于该点不是结点,所以在给单元编号的时候可以先注释掉写入文件的语句,使单元的坐标不写入文件.

为了方便管理,可以将结点编号和单元编号分别标在不同的层里,通过 layer 对象的 add 函数可以在程序运行时自动在 CAD 下建立新层:

```
Set newlayer = ThisDrawing.Layers.Add("femlayer")
```

```
ThisDrawing.ActiveLayer = newlayer
```

即可建立名为“femlayer”层.

2.3 形成单元信息(程序 2)

为了避免通过键盘输入这种较易出错的方式来获得有限元信息,则考虑在形成单元信息的时候,用鼠标在任一单元的结点上点击,就可以找到该结点的编号,同时将其写入单元信息文件中.由于在程序 1 中结点坐标信息都已经写入结点坐标文件中,故程序 2 的思路是:先打开结点坐标文件,将文件中的值赋给数组变量,这样当再次点击任一结点时,利用 Getpoint 函数得到的该点坐标,与数组变量进行比较,找到和该点坐标一致的结点,这样就得到了该结点的编号.再将该编号写入另一文件中,每点击完一个单元,就可以产生一条单元信息,当全部的单元结点都点击完后,单元信息也就形成了.

2.4 生成平面有限元网格,检验单元信息、结点信息(程序 3)

根据形成的单元信息,结合坐标信息,利用 Addline 函数可以画出平面有限元网格. Addline 函数的功能是根据两个点的坐标画直线.首先打开单元信息和坐标信息文件,分别赋给两个数组变量.根据单元信息,先找到单元的结点,再找到该结点的坐标,和单元的下一个结点相连,生成一条直线,再循环画出全部单元.利用 addtext 函数同时在结点旁边

标出结点编号,在单元的形心位置标出单元编号.

按照这种方法对平面有限元网格进行图形输出时,对于网格中的公共线段的公共结点,会出现重复输出.如果相邻单元的相邻线段和结点完全重合,则无论图形输出几次,从图形上看仍然是一条线段或一个点.如果绘出来的图形中相邻单元的线段或点不重合,则说明单元信息或结点坐标有错,利用这个特性,可以很方便地检查网格信息是否有错.这样就保证了获取的单元信息及坐标信息是正确的,可以作为以后的计算数据^[3].

2.5 生成空间有限元网格

在取得了平面网格结点坐标信息和超单元信息后,通过单元自动剖分的程序,结合地形,生成空间的坐标信息和单元信息,利用 VBA 中的 AddPolyfaceMesh 函数就可以绘出空间有限元网格. AddPolyfaceMesh 函数可以根据空间多面体的顶点坐标值绘出任意形状的多面体,通过循环可以画出全部单元.同时利用 Addtext 函数将结点编号也标在结点旁边.在 VBA 平台上绘制三维有限元网格的速度比在 CAD 中运行脚本程序的方法要快 10 倍以上,使得非常耗机时的三维空间网格的绘制效率大为提高,这是因为:①运行脚本程序(.scr 文件)是相当于自动运行一系列外部命令,而利用 VBA 程序是直接利用内存中数组的数据生成图形;②VBA 平台驻留在主程序的内部,结构精简,代码运行效率非常高.

3 算 例

图 1 为江苏宜兴抽水蓄能电站三维渗流分析的平面网格布置,计算区域为 $1.9\text{ km} \times 1.2\text{ km}$,共 170 个超单元,183 个结点,由于结点数量较多,如果手工完成至少需要 3~4 h,而且中间很容易出错,而通过本方法只要 0.5 h 即可准确地完成.其步骤如下:

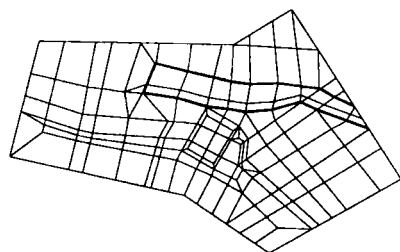


图 1 江苏宜兴抽水蓄能电站平面网格布置

a. 先将单元编号标出,可以利用程序 1 用鼠标在单元内部点击即可标上单元编号,注意获取的坐标值是单元内部任一点的值,当然不需要保存这些坐标值.

b. 继续利用程序 1,用鼠标点击每一个结点,则可将结点的坐标写入结点坐标文件中.(下转第 60 页)

参数.

a. 异形截面灌注桩比一般的圆形截面灌注桩具有大得多的桩侧摩阻力,在较厚的软基中可以不需较硬的持力层.而桩底置于较硬的岩石中时,桩基的容许荷载将受混凝土的强度限制.

b. 异形截面桩作为摩擦桩不仅是借助较大的周长增加了桩的摩阻力,而且由于软土的侧压力使桩处于三向应力状态,使桩的承载力增大,此时,我们建议应用公式(2)对单桩承载力进行校核.

$$P_K = F\sigma_1 = F(R + f\sigma_3) \times 1000 \quad (2)$$

式中: P_K 为单桩极限承载力, kN; F 为桩身面积, m^2 ; σ_1, σ_3 为桩的轴向应力及侧压力, MPa; R 为桩身混凝土单轴抗压强度, MPa; f 为系数, 对于混凝土 $f = 5 \sim 6$.

c. 经现场实验发现异形截面桩的桩壁对土体的剪力在桩周范围内有部分叠加,因此降低了桩周的有效面积,计算桩的侧摩阻力时应乘以 $0.85 \sim 0.98$ 的安全系数.

d. 由于异形截面桩的侧表面积比圆形截面桩大,另外,桩周土的应力分布较复杂,因此,此类桩的负摩阻力比圆形截面桩大,计算单桩承载力时应一并考虑.

4 异形截面桩的施工及 DGZ 多功能钻机

要施工上述几种异形截面桩,采用一般的桩基机械是难以完成的,而 DGZ 系列多功能钻机则以水平轴切削刀具的组合,成功地解决了各种异形截面桩的施工问题. DGZ 多功能钻机以普通回旋钻机为主体,其主机可沿立柱上下滑动或固定于底座上,当主机固定于底座上时,可随着附件的不同而变成不

同类型的钻机使用.例如,不加附件时可以进行正循环或反循环钻进操作,装上冲击器,可实现边冲击边回旋钻进,从而对坚硬岩石层可大大提高钻进速度,降低钻具消耗;装上高压旋喷喷头、钻杆、水龙头,可进行高压旋喷钻进;装上相关附件及钻头,可作连续墙开槽使用,钻出“一”字形、“十”字形、“Π”形等异形截面桩.

当主机沿主柱上下滑动使用时,不加附件可进行正循环或反循环钻进操作,装上相关附件及钻头,可作为螺旋叶片钻机、大锅锥钻机、搅拌粉喷桩桩机、多头钻机、“一”字形连续墙开槽机、“口”字形箱式钻机使用.

DGZ 型多功能钻机在许多方面,技术上有突破性进展,应用潜力很大.其特点是可以钻出多种异形截面桩形,从而节约工程造价,且钻进速度较普通型多功能钻机高,并可适用于不同的地质条件,包括软土、岩石、卵石、砂砾石等各种地质条件.

5 结 语

异形截面桩虽然在理论上分析是可行的,并且在实际工程中得到验证,但由于目前的桩基规范中对该类桩的设计及检测没有具体说明,因此大面积推广仍需做大量的理论研究和现场试验.

参考文献:

[1] 林天健. 桩基础设计指南[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
[2] 钱家欢. 土工原理与计算[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1980.

(收稿日期: 2002-07-16 编辑: 熊水斌)

(上接第 29 页)

同时结点编号也标在了结点旁边.

c. 形成结点坐标信息后,再运行程序 2.

d. 逐个点击单元的结点,写入单元信息文件,形成单元信息.

e. 运行程序 3,生成平面网格程序并复核坐标信息单元信息的正确性.

f. 在对超单元自动剖分后,利用生成的信息绘制空间有限元网格.

4 结 语

在 AutoCAD 中利用 VBA 平台进行二次开发,可

方便地获取结点坐标信息和单元信息,使得渗流有限元前处理工作彻底地摆脱了“尺子加键盘”的方式,大大提高了工作效率,并且保证了准确性,具有一定的实用价值.

参考文献:

[1] 齐舒创造室. AutoCAD 2000 中文版高级教程[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2000. 10 ~ 11.
[2] 毛昶熙, 段祥宝, 李祖貽, 等. 渗流数值计算与程序应用[M]. 南京: 河海大学出版社, 1999. 112 ~ 113.
[3] 陈和群, 彭茂宣. 有限元法微机程序与图形处理[M]. 南京: 河海大学出版社, 1992. 165 ~ 166.

(收稿日期: 2002-03-15 编辑: 熊水斌)