

# Fortran 和 VB 混合编程 在场地剪切波速测试中的实现

安辉<sup>1</sup>, 赵昌朋<sup>2</sup>, 杨明爽<sup>1</sup>, 李丽<sup>3</sup>

(1. 山东省地质工程勘察院, 山东烟台 264000; 2. 烟台大学土木工程学院, 山东烟台 264005; 3. 易特斯(烟台)精密纺织器械有限公司, 山东烟台 264006)

**摘要:**基于互相关函数和 VB, Fortran 混合编程技术开发的单孔法剪切波速测试分析软件, 具有自动计算剪切波速和自动生成剪切波速报告的功能, 因而提高了剪切波速测试工作的效率。在列举以场地剪切波速测试数据处理实例的基础上, 介绍软件开发中采用的 VB 直接调用 Fortran 编译的可执行文件、通过 DAT 文件保存数据实现、二者的数据交换及自动生成 Word 报告的方法。

**关键词:**混合语言编程, 数据交换, 动态链接, 单孔法, 剪切波速

**中图分类号:** P204

**文献标识码:** A

Fortran 语言适合科学计算, 然而, Fortran 语言可视化编程难度较大。VB 是一种可视化的编程工具, 其界面的设计、数据库管理等功能强大, 简便快捷, 但是对于数值计算方面能力欠佳。用 VB 和 Fortran 混合编程技术开发的科学计算软件, 既能解决复杂的大型计算问题, 又具有良好的人机交互界面, 结合了二者的优点。文中以场地剪切波速测试的数据处理为例, 介绍 Fortran 语言和 VB 语言混合编程的实现。具体采用 VB 来设计界面, 并将主程序放在 VB 中; 将 Fortran 语言编制的程序编译成可执行文件, 然后在 VB 中用改进后的 shell 函数同步调用可执行文件。

## 1 土层剪切波速

土层剪切波速是土工抗震中的一个重要物理量。当今在土工抗震工程中, 对剪切波速的应用和研究有: 作为划分建筑物场地土类别的定量界限; 作为评价地基饱和土液化可能性的依据之一; 作为土工地震反应计算中不可缺少的参数; 作为实验室内用扰动砂重塑原状饱和砂组构特性的可能控制参数等。由于其重要性, 对它的测定技术和精确程度是

应该着重研究和进一步提高的<sup>[1]</sup>。

《建筑抗震设计规范》(GB50011—2001)<sup>[2]</sup>规定了建筑场地类别划分方法。建筑场地类别, 根据土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度分为 4 类, 对场地覆盖层厚度、等效剪切波速和场地类别的判断都直接依赖于剪切波速。

波速测试方法主要有单孔法、跨孔法和面波法, 其中面波法是目前波速测试方法研究中的热点, 单孔法则是工程中应用比较广泛的方法。在《地基动力特性测试规范》(GB/T50269—1997)<sup>[3]</sup>中都有提及。单孔法波速测试的要求, 该方法利用水平锤击、上压汽车前轮(或其他重物)的木板激发剪切波, 木板下部铺砂土垫平以保证与地面紧密接触, 再埋设触发传感器。根据工程情况及地质分层, 每隔 1~3 m 布置一个测点, 自下而上按预定测点深度进行测试。由井下探头记录的波形剪切波的初至时刻和激振点触发传感器的剪切波初至时刻, 确定剪切波从触发到井下探头位置的时间, 再由测量绳的读数和激振源到孔口的距离确定波的行程, 最后按照规范采用的斜距校正公式计算测试点所在的土层剪切波

\* 收稿日期: 2008-04-23; 修订日期: 2008-05-06; 编辑: 曹丽丽

基金项目: 教育部科学技术研究重点项目, 山东省教育厅科技计划项目(207062); 山东省优秀中青年科学家科研奖励基金(bs08003)。

作者简介: 安辉(1976-), 男, 山东泰安人, 工程师, 主要从事岩土工程工作。

速。测得的剪切波速是钻孔内相邻2个测点中间土层的平均波速。

按照该方法测定的剪切波速可以用于(1)计算地基的动弹性模量、动剪变模量和动泊松比;(2)场地土的类型划分和场地土层的地震反应分析;(3)在地基勘察中,配合其他测试方法综合评价场地土的工程力学性质。

目前,单孔法测试设备主要分为井上激发、井内接收和井内激发、井内接收2种类型。前者如中国地震局工程力学研究所生产的JBT-1,JBT-2型波速测试仪,后者如日本OYO公司生产的悬挂式波速测井仪<sup>[4]</sup>。在文献[4]中,笔者通过采用JBT-1型波速测试仪对哈尔滨地区近30个孔的单孔法实际测量,提出此类单孔法测试中数据处理中存在的问题,并提出了基于互相关函数的数据分析处理方法。以期克服以下不合理因素:方法分析效率低、精度差(对于深层测点,由于波在传播过程中不断地遇上散射源,以及环境振动干扰,交流电干扰等原因,使得井下探头剪切波记录的初至时刻难以识别,不得不借助信号的波峰来识别到时差,从而使剪切波速的测量结果偏小,影响精度)、数据不合理(由于前面测点的数据会对以后测点的数据有影响,往往出现做到下面测点为负波速或数值不合理)等缺陷。

混合编程中使用的代码:

```
Private Sub Command3_Click()  
    Command3.Enabled = False 防止重复运行 SHAP.exe  
    Call apiShell(App.Path & "\SHAP.exe", apiv3)  
    调用"Fortran 编译的可执行文件",程序启动时最大化显示窗口并具焦点  
    .....  
    Command3.Enabled = True 等待 SHAP.exe 运行结束后按钮再次可用  
    .....  
End Sub
```

用上述方法启动 Fortran 编译的可执行文件后,则要等此文件执行完毕后才执行后面的其他语句。

## 2.2 VB 与 Fortran 的接口

Fortran 和 VB 混合编程是通过 DAT 文件保存数据实现二者的数据交换。Fortran 编译的可执行文件需要(在它运行前)VB 准备一个路径文件和一个计算文件,前者提供给执行文件计算时需要的数据文件的路径;后者提供给执行文件计算需要的数据。

在文献[5]的基础上,进一步完成井上激发、井内接收单孔法剪切波速测设的数据分析处理,基于 VB 和 Fortran 混合编程技术<sup>[6]</sup>,开发了单孔法剪切波速测试可视软件的开发工作。该软件具有自动处理数据、自动完成波速测试报告的撰写等功能,进一步提高了数据分析的效率。

## 2 Fortran 和 VB 混合编程

### 2.1 VB 调用 Fortran 编译的可执行文件

VB6.0 提供了创建 ActiveX DLL 即自定义动态连接库的功能,库函数调用 API 函数来监视 Shell 函数启动的外部程序的执行情况,将库函数封装在一个类中,在这个服务器类中重写这些 API 函数接口,根据需要设置缺省参数。将这个类设为全局对象,那么这些 API 函数就成为 VB 中的“内置”函数了<sup>[6]</sup>。其中建立了一个自定义库函数 apiShell,运用这个自定义库函数实现同步调用外部程序,只要在调用工程中添加对自定义动态连接库的引用(即执行“工程”菜单“引用”命令,然后选中所定义的工程描 APIShell 简化函数库,点击“确定”完成函数库的引用。

通过 Fortran 编译的可执行文件计算得到下面几个结果文件:图象结果文件、波速结果文件、判断结果文件和判断结果文件的路径文件。第一个文件保存每个测点的剪切波速结果,VB 程序利用它制作 Word 文档中的剪切波速分布图;第二个文件保存了每个测点的斜距校正系数、时差、测点间距和测点剪切波速,VB 程序利用它制作 Word 文档中的剪切波速测试记录表和结果表;第三个文件保存场地土的分类判断结果,VB 程序利用它向用户展示 Fortran 编译可执行文件最终的计算结论,并且生成到 Word

文档中;第四个文件保存判断结果文件路径,辅助 VB 循环读取每一个判断结果并全部显示到窗口上,向用户展示 Fortran 编译可执行文件最终的计算结论。

### 3 自动生成 Word 文档

```
Private Sub metable(FilePath1 As String)
```

```
    Dim FileNum As Integer, CellDate(10000) As String '定义变量
```

```
    Dim CD(10000) As String
```

```
    Dim i As Integer, j As Integer, MidDate As String
```

```
    Dim Lengh As Integer, c As String, m As String, Lj As Integer
```

```
    Dim mLable(20) As Integer, n As Integer, NR As Integer
```

```
    n = 1;NR = 0
```

```
    FileNum = Free File
```

```
    Open FilePath1 For Input As #FileNum '打开数据文件
```

```
    Do While Not EOF(FileNum) '利用 EOF() 函数读取所数据
```

```
        NR = NR + 1 'Lj 记录文件的行数
```

```
        Line Input #FileNum, MidDate
```

```
        Lengh = Len(LTrim(MidDate))
```

```
        j = 1
```

```
        For i = 1 To Lengh
```

```
            c = Mid$(MidDate, i, 1)
```

```
            If c = "," Then
```

```
                mLable(j) = i
```

```
                j = j + 1
```

```
                Lj = j 'NR 记录文件的列数
```

```
            End If
```

```
        Next i
```

```
        mLable(0) = 1
```

```
        For i = 1 To Lj '将一行文件数据分离到 mLable 数列中
```

```
            For j = mLable(i - 1) To mLable(i)
```

```
                c = Mid$(MidDate, j, 1)
```

```
                If c <> "," Then
```

```
                    m = m + c
```

```
                End If
```

```
                CellDate(i) = m
```

```
            Next j
```

```
            m = ""
```

```
        Next i
```

```
        For i = 1 To Lj - 1 '将所用的文件数据暂存到 CD 数列中
```

```
            CD(n) = CellDate(i)
```

```
            n = n + 1
```

```
        Next i
```

```
    Loop
```

```
    Close #FileNum
```

#### 3.1 生成表格

在一个 Word 实例中,可以利用下面的方法制作表格 metable (FilePath1 As String) 的子过程添加表格,并将 FilePath1 路径下的文件内容添加到表格中,这个文件的格式形似矩阵,每一行的数据用“,”隔开。

```

n = 1
Set myRange = MyWord.Selection.Range '此时程序在一个 My Word 的 Word 的实例中
Set oTable = NewDoc.Tables.Add(Range:=myRange, NumRows:=NR, _
NumColumns:=Lj-1, DefaultTableBehavior:=wdWord9TableBehavior, _
AutoFitBehavior:=wdAutoFitFixed) '在 NewDoc 文档中生成 NR 行、(Lj-1)列表格
For Each oCell In oTable.Range.Cells
    If CD(n) = "" Then
        n = n + 1
    Else
        oCell.Range.InsertAfter CD(n) '将 CD 数列中的数据填写到表格中
        n = n + 1
    End If
    If n \ (Lj - 1) = 0 Then
        MyWord.Selection.MoveDown Unit:=wdLine, Count:=2
    End If
Next oCell
End Sub

```

### 3.2 生成图片

径参数提供的三个文件,读取这三个文件,将有关数据赋值给变量,生成剪切波速分布图。

在 VB 程序中调用下面的子过程,利用三个路

```

Private Sub FormPic(FilePath As String, FilePath1 As String, FilePath2 As String)
    Dim NM As String, FileNum As Integer, i As Integer
    Dim Msg As String, Lengh As Integer, c As String, c1 As String
    Dim V() As Double, H() As Double, n As Double
    FileNum = FreeFile
    i = 1
    Open FilePath1 For Random As FileNum Len = 20
    Get FileNum, 2, NM '读取 FilePath1 中存储的测点数目
    Close FileNum
    Lengh = Len(LTrim(NM))
    For i = 1 To Lengh '数据处理
        c = Mid$(NM, i, 1)
        If c = "0" Or c = "1" Or c = "2" Or c = "3" Or c = "4" Or c = "5" Or c = "6" _
            Or c = "7" Or c = "8" Or c = "9" Then
            c1 = c1 + c
        End If
    Next i
    n = Val(c1)
    ReDim V(1 To n * 2) As Double, H(1 To n * 2) As Double
    Open FilePath For Input As FileNum
    For i = 1 To n * 2
        将 FilePath (Fortran 的执行文件计算得到的第一个文件)存储的数据赋值给 V(), H() 两个数组
        Input #FileNum, V(i), H(i)
    Next i
    Close FileNum
    Picture1.Cls '将 Picture1 的内容清空
    Picture1.Scale (-600, -900)-(2400, 5200) '定义坐标系

```

```

Picture1. Line (0, 0)-(1800, 0); Picture1. Line (0, 0)-(0, 5000) '画 X 轴与 Y 轴
Picture1. CurrentX = 500; Picture1. CurrentY = -650; Picture1. Print "波速 m/s"
Picture1. CurrentX = -500; Picture1. CurrentY = 1300; Picture1. Print "测"
Picture1. CurrentX = -500; Picture1. CurrentY = 1550; Picture1. Print "深"
Picture1. CurrentX = -460; Picture1. CurrentY = 1800; Picture1. Print "m"
For i = 0 To 1800 Step 300 '在 X 轴上标记坐标刻度
  If i < > 0 Then
    Picture1. CurrentX = i - 200; Picture1. CurrentY = -300; Picture1. Print i / 3
    Picture1. CurrentX = i; Picture1. CurrentY = 100; Picture1. Line -(i, 0)
  Else
    Picture1. CurrentX = -300; Picture1. CurrentY = -200; Picture1. Print 0
  End If
Next i
For i = 0 To 5000 Step 500 '在 Y 轴上标记坐标刻度
  If i < > 0 Then
    Picture1. CurrentX = -350; Picture1. CurrentY = i - 150; Picture1. Print i / 50
    Picture1. CurrentX = 60; Picture1. CurrentY = i; Picture1. Line -(0, i)
  End If
Next i
For i = 1 To 2 * n
  If i + 1 < = 2 * n Then
    Picture1. PSet (V(i) * 3, H(i) * 50)
    Picture1. Line (V(i) * 3, H(i) * 50)-(V(i + 1) * 3, H(i + 1) * 50)
  End If
Next i
SavePicture Picture1. Image, FilePath2 '将图片保存到文件
Msg = FilePath2 & "剪切波速分布图已经保存"
Msg Box Msg
End Sub

```

当在编辑 Word 实例文档时,可以通过类似下列语句将剪切波速分布图写到 Word 文档中。

```
MyWord. Selection. InlineShapes. AddPicture FileName: = FilePath1, _
```

```
  LinkToFile: = False, SaveWithDocument: = True
```

FilePath1 为剪切波速分布图的存储路径。

以上程序均在 Word2000, Visual Basic 6.0 及 Compaq Visual Fortran 6 环境下运行通过。

## 4 结论

通过 VB 与 Fortran 可执行文件的结合,一方面充分利用了 Fortran 的代码资源,避免了重复编程和资源浪费,节约编程时间,另一方面保留 Fortran 的数值计算优势,并使程序具有友好的图形界面,克服了 2 种语言各自的局限,实现了数值计算的可视化。该文以场地剪切波速测试软件为例,介绍了 Fortran 和 VB 混合编程方法中 VB 与 Fortran 的接口,VB 调用 Fortran 编译的可执行文件,以及图片和表格的生成方法。完成的软件具有使用简捷方便、

自动处理测试数据、自动生成检测报告的功能,提高了波速测试工作数据处理效率和精度。

## 参考文献:

- [1] 汪闻韶. 土工地震减灾工程中的一个重要参量——剪切波速[J]. 水利学报, 1994, 15(3): 80-83.
- [2] GB 50011—2001. 建筑抗震设计规范[S].
- [3] GB/T 50269—1997. 地基动力特性测试规范[S].
- [4] Suspension P-S velocity logging method, www.geovision.com/PDF/M\_PS\_Logging.PDF.
- [5] 侯兴民, 杨学山, 廖振鹏, 薄景山. 基于互相关函数的单孔法波速测试优化算法[J]. 岩土力学, 2006, 27(7): 1161-1165.
- [6] 朱从旭. 在 VB 中创建简化调用外部程序的动态连接库[J].

计算机时代,1999,8:16-17.

## Application of Fortran and VB Mixed Programming in Realizing Shear Wave Velocity Test

AN Hui<sup>1</sup>, ZHAO Chang-peng<sup>2</sup>, YANG Ming-shuang<sup>1</sup>, LI Li<sup>3</sup>

(1. Shandong Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Yantai 264000, China; 2. Yantai Civil Engineering Institute, Shandong Yantai 264005; 3. Yisite Precision Textile Instrument Limited Corporation, Shandong Yantai 264006, China)

**Abstract:** Based on the inter-related functions and VB, Fortran programming hybrid technology, the single-hole shear wave velocity test analysis software is developed. The software has the function of calculating shear wave velocity automatically and generating shear wave velocity automatically, which will promote the testing efficiency of shear wave velocity. The development of software used in VB directly call the Fortran compiler executable file, save the file data through the realization of DAT, data exchange between the Word and automatically generate the report means are introduced in this paper.

**Key words:** Language programming; data exchange; dynamic link; single hole method; ductile wave speed