

文章编号: 1005-8451 (2013) 10-0027-05

# Visual Basic 在地基系数数据处理软件中的应用

孙嘉良

(中铁第五勘察设计院集团有限公司, 北京 102600)

**摘要:** 介绍地基系数数据处理软件的设计思路及各部分功能的实现方法。该软件实现了试验数据的传输、试验数据和试验信息的保存与打开、试验结果的计算、曲线的绘制、文档输出等功能。该软件已取得计算机软件著作权并在路基现场检测中应用。

**关键词:** 地基系数; 数据处理; 数据传输; 曲线绘制; 文档输出

**中图分类号:** U213.1 : TP39 **文献标识码:** A

## Application of Visual Basic in sub-grade coefficient of data processing software

SUN Jialiang

(China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd, Beijing 102600, China)

**Abstract:** This paper introduced the way of design in ground coefficient of sub-grade data processing software, and the implementing method on each part of functional design. The software implemented some functions, including data transmission, saving or opening experimental data and information, computation of testing result, the planning of curve, and the output of documents, etc. The software was gained computer software copyright, and used in sub-grade inspection.

**Key words:** sub-grade coefficient; data processing; data transmission; planning of curve; output of documents

地基系数试验是测定土体在荷载作用下, 下沉量基准值所对应的荷载强度与下沉量基准值比值的一种试验方法。《铁路工程土工试验规程》(TB10102-2010)<sup>[1]</sup>规定, 下沉量基准值为 1.25 mm, 且根据填料最大粒径采用直径 300 mm、400 mm 及 600 mm 的承载板试验时, 地基系数分别以 K30、K40 及 K60 表示, 并按下式换算  $K30=1.3K40$ ,  $K30=1.8 K60$ 。

地基系数 K30 指标作为铁路路基施工质量检测的主控指标之一, 在我国已应用多年, 其试验方法及评价标准已比较成熟, 但从施工现场情况看, 对于试验结果的处理方法尚有不足。目前多数试验人员对于地基系数的计算, 采用手工绘制曲线的方法。《铁路工程土工试验规程》(TB10102-2010)<sup>[1]</sup>对地基系数试验的荷载强度与下沉量关系曲线及曲线的修正有具体要求, 手

工绘制曲线的方法存在较大的人为因素影响, 导致了地基系数的试验结果误差较大, 难以准确、客观评价铁路路基压实质量。因此, 为了解决地基系数试验数据的处理问题, 编写了“地基系数数据处理软件”。

### 1 软件总体设计思路

地基系数数据处理软件采用 Microsoft Visual Basic 6.0 设计, 软件界面的设计遵循一致性准则, 无论是控件的使用, 提示信息的措辞还是颜色、窗口布局风格遵守统一标准<sup>[2]</sup>。充分考虑用户的使用感受, 为用户提供了熟悉、可预知的操作环境, 软件主要框架采用 Sstab 控件结合菜单项、快捷键栏组成。Sstab 控件分 3 个选项卡界面, 主界面、数据传输界面及试验信息界面。在主界面中利用 Frame 控件对各项输入数据、计算结果、图形信息均单独划分区域, 力求内容表达清晰完整。

收稿日期: 2013-04-10

基金项目: 铁道部科技研究开发计划 (2011SR077447)。

作者简介: 孙嘉良, 工程师。

该软件的程序编制采用模块化设计,降低程序复杂度,使程序设计、调试和维护等操作简单化。通过分析地基系数试验原理、试验方法、计算方法、曲线的绘制及修正方法,实现了试验数据的传输、试验数据和试验信息的保存与打开、试验结果的计算、关系曲线的绘制、文档输出等功能。

2 软件各部分功能的实现

2.1 串口数据传输

本软件可与DK60型地基系数测试仪进行数据传输,试验人员可将现场试验数据通过串口传输的方式直接保存在电脑中,减少试验人员的记录时间,有效地避免记录数据过程中可能产生的错误。

串口传输的关键是保证软件与地基系数测试仪之间有相同的通信协议,即:串口设置相同,串口数据组成相同。因此首先将串口的接收端与发送端均设置同样的参数,使用的串口设置为(9600, N, 8, 1),如表1。

表1 串口数据组成

起始位(\$)	数据含义(DATA)	数据长度	试验数据	异或校验位
---------	------------	------	------	-------

软件中数据传输采用Mscomm控件实现,该控件可建立与串行端口的连接,通过串行端口连接到测试仪,发出命令,交换数据以及响应连续发生的事件。

Mscomm控件处理通信的方式经常用到的有两种,事件驱动方式和查询方式。本软件采用事件驱动方式:由Mscomm控件的OnComm事件捕获并处理通信错误及事件。控件主要使用到的属性和方法如下:(1)CommPort:设置或返回串行端口号。(2)Setting:设置或返回串行端口的波特率、奇偶校验位、数据位数、停止位。(3)PortOpen:打开或关闭串行端口。(4)Input:从接收缓冲区移走一串字符。(5)Output:向发送缓冲区传送一串字符。

2.2 保存与打开模块

软件的保存与打开分两部分,试验数据和试验信息的保存与打开。用户可使用菜单项或快捷按钮完成此功能。

此模块主要采用Common Dialog Tool标准对

话框控件实现,它提供了用户熟悉的Windows标准保存与打开对话框,在设计过程中窗体中此控件的出现不受约束,而且在运行期间是不可见的。为了实现软件所需的各项功能对该控件的一些属性进行设置。(1)ShowOpen属性显示打开对话框。(2)Showsave属性显示保存对话框。(3)DialogTitle属性显示对话框名称。(4)CancelError属性设置为True,当用户单击对话框的Cancel按钮时,就会导致一个特殊的、无害的、错误代码32755的可捕获错误,利用on Error GoTo捕获此错误代码,并跳转至末尾。(5)Filter属性设置打开或保存对话框中显示的文件类型,本软件的保存类型为.ksj与.ksx,利用“DAT File|\*”语句实现。(6)在软件的打开模块中将InitDir属性设置为App.Path + “\data\”使默认打开路径为安装路径下的data文件夹下。

2.3 试验结果的计算

根据《铁路工程土工试验规程》要求,试验数据曲线按二次方程拟合,绘制荷载强度与下沉量关系曲线,可用下式表达<sup>[3]</sup>:

$$s=a_0+a_1 \cdot \sigma +a_2 \cdot \sigma ^2$$
 (1)

式中:

- $\sigma$ —承载板下应力(MPa);
- $s$ —承载板中心沉降量(mm);
- $a_0$ —常数项(mm);
- $a_1$ —一次项系数(mm/MPa);
- $a_2$ —二次项系数(mm/MPa<sup>2</sup>)。

按最小二乘法原则得到以下方程:

$$a_0n+a_1\sum_{i=1}^n\sigma_i+a_2\sum_{i=1}^n\sigma_i^2=\sum_{i=1}^nS_i$$
 (2)

$$a_0\sum_{i=1}^n\sigma_i+a_1\sum_{i=1}^n\sigma_i^2+a_2\sum_{i=1}^n\sigma_i^3=\sum_{i=1}^nS_i\cdot\sigma$$
 (3)

$$a_0\sum_{i=1}^n\sigma_i^2+a_1\sum_{i=1}^n\sigma_i^3+a_2\sum_{i=1}^n\sigma_i^4=\sum_{i=1}^nS_i\cdot\sigma_i^2$$
 (4)

按克莱姆(cramer)法则求解上述 $a_0, a_1, a_2$ 的三元一次方程,即可得到系数 $a_0, a_1, a_2$ 。

求出关系曲线后需对曲线进行数据修正,即:曲线的开始段不经过原点时,曲线与纵坐标的交点作为修正后的坐标原点。将 $a_0, a_1, a_2$ 带入表达式(1),求得荷载强度一下沉量曲线与纵轴交

点  $S_0$ ，则修正后的坐标原点为  $(0, S_0)$ 。此时，沉陷值 1.25 mm 处所对应的坐标为  $(\sigma_s, 1.25 + S_0)$ 。带入曲线方程 (1) 得到  $1.25 + S_0 = a_0 + a_1 \cdot \sigma_s + a_2 \cdot \sigma_s^2$ ，求解得到曲线上 1.25 +  $S_0$  所对应的荷载强度为  $\sigma_s$ 。

当路基土质不均匀且测试点土质较硬或检测数据级数不够多时可能会出现，所求得的二次曲线与 1.25 +  $S_0$  无交点的情况。则此时改用直线拟合的方式，重新求出荷载强度一下沉量曲线。

此时试验中得到的荷载强度一下沉量曲线，可用下式表达：

$$S_0 = a_0 + a_1 \cdot \sigma \quad (5)$$

式中：

$\sigma$ —承载板下应力 (MPa)；

$s$ —承载板中心沉降量 (mm)；

$a_0$ —常数项 (mm)；

$a_1$ —一次项系数 (mm/MPa)；

按最小二乘法原则得到以下方程：

$$a_0 n + a_1 \sum_{i=1}^n \sigma_i = \sum_{i=1}^n S_i \quad (6)$$

$$a_0 \sum_{i=1}^n \sigma_i + a_1 \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_i S_i \quad (7)$$

按克莱姆 (cramer) 法则求解上述  $a_0$ ,  $a_1$  的二元一次方程，即可得到系数  $a_0$ ,  $a_1$ 。

求出关系曲线后需对曲线进行数据修正，将  $a_0$ ,  $a_1$  带入表达式，求得荷载强度一下沉量曲线与纵轴交点  $S_0$ ，即：将  $(0, S_0)$  作为修正后的坐标原点， $(\sigma_s, 1.25 + S_0)$  作为沉陷值 1.25 mm 处所对应的坐标。得出关系式  $1.25 + S_0 = a_0 + a_1 \cdot \sigma_s$ ，求解得到曲线上 1.25 +  $S_0$  所对应的荷载强度为  $\sigma_s$ 。

求出修正后的  $\sigma_s$  后，地基系数可按下式计算：

$$K_s = \sigma_s / S_s \quad (8)$$

式中：

$K_s$ —由圆形承载板测得的地基系数 (MPa/m)，计算至 1 MPa；直径分别是：300 mm，400 mm，600 mm 承载板测得的地基系数分别用  $K_{30}$ ,  $K_{40}$ ,  $K_{60}$  表示。

$\sigma_s$ —荷载强度  $\sigma$  与下沉量  $S$  关系曲线中下沉量基准值对应的荷载强度 (MPa)；

$S_s$ —下沉量基准值， $S_s = 1.25 + S_0$ ；

再利用换算关系式  $K_{30} = 1.3K_{40}$ ,  $K_{30} = 1.8K_{60}$ ，即可求得  $K_{40}$ 、 $K_{60}$  对应的  $K_{30}$  值。

## 2.4 关系曲线的绘制

### 2.4.1 坐标系的处理

软件中地基系数关系曲线采用动态坐标系处理，使用这种方法可在有限的区域内把所需图形尽量大的显示给用户，方便用户对图形进行分析。曲线的坐标系以  $\sigma$  为横坐标， $s$  为纵坐标（坐标轴向下）。

横坐标  $\sigma$  的设计，试验要求规定每次试验至少应加载 5 级，即最少加载至 0.2 MPa，根据现场经验加载的最大级数不会超过 10 级，即 0.4 MPa。因此，将横坐标  $\sigma$  的单位长度分为 3 类。若试验中最大荷载值小于等于 0.28 MPa，则横坐标按单位长度 0.04 MPa 进行 7 等分，若试验中最大荷载值小于等于 0.35 MPa，则横坐标按单位长度 0.05 MPa 进行 7 等分，试验中最大荷载值小于等于 0.42 MPa，则横坐标按单位长度 0.06 MPa 进行 7 等分。

纵坐标  $s$  的设计，曲线与纵轴的交点为正时，若沉陷值  $s$  小于 1.4 mm，则按单位长度 0.2 mm 进行 7 等分。若沉陷值  $s$  小于 1.75 mm，则按单位长度 0.25 mm 进行 7 等分。若沉陷值  $s$  小于 2.1 mm，则按单位长度 0.3 mm 进行 7 等分。曲线与纵轴交点为负时，则按单位长度 0.25 mm 进行 7 等分，负向最大值 0.25 mm，正向最大值 1.25 mm。

### 2.4.2 图形的显示

将计算出的  $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$  或  $a_0$ 、 $a_1$  带入到  $s = a_0 + a_1 \cdot \sigma + a_2 \cdot \sigma^2$  或  $s = a_0 + a_1 \cdot \sigma$  方程式中，在 0 至试验最大荷载之间按最大荷载的 1/20 依次给出  $\sigma$  值，得到相应的一组  $s$  值，即得到曲线上的的一组点  $(\sigma, s)$ 。使用 Line 函数在 Picture 控件中画出各点的连线，即得到相应的加载曲线。同时设置 Picture.DrawWidth = 4，使用 Picture 控件的 PSet 属性将试验数据点  $(\sigma_1, s_1)$ , ...,  $(\sigma_n, s_n)$  用红色表示。

设置 Picture.DrawStyle=2, RGB(0,255,0) 用绿色的虚线连接  $(\sigma_s, 0)$  及  $(\sigma_s, 1.25 + S_s)$ ，在图形中指出修正后的基准沉陷值在曲线上的位置及其对应的横坐标。

## 2.5 生成试验记录

试验记录采用 Word 格式输出, 将用户已输入的试验信息、试验数据、计算结果以及输出图形均显示在模版中, 默认输出文件名为: KS+ 当前日期 + 序号。

此功能通过引用 Microsoft Word 11.0 Object Library, 在已设计好的模版中做书签, 并将试验信息、试验数据、计算结果以及输出图形插入到相应书签的方式完成。主要用到的方法有 CreatObject 函数将一个 Automation 对象加载到已定义对象变量之中, 用于引用 Word 模版。Selection.GoTo wdGoToBookmark 方法用于将文本输入点移至指定书签位置。Selection.InsertAfter 方法插入相关数据。

2.6 软件的出错处理

程序运行时可能会出现计算机的一些逻辑错误, 软件通过 Visual Basic 提供的方法来捕获运行中出现的 bug, 可以在发生错误时及时给出信息提示或在不影响程序运行的前提下从错误中恢复正常工作。

地基系数数据处理软件中主要用到的错误捕获方式有:

- (1) On Error GoTo File 捕获打开或保存文件处理过程中的错误。
- (2) On Error Resume Next 在捕获到某错误后, 程序将继续执行代码的下一行。
- (3) Resume Label 在发生错误时, 程序将返回到特定行上重新执行。

使用 Visual Basic 提供的 Err 对象的 Number 属性作为 Select Case 语句的选择参数, 从而可以使用不同的方法处理捕获到的错误, 主要用于捕获串口传输过程中可能出现的串口未连接错误、串口号选择错误及串口传输错误。

3 软件的应用

本软件已经在京沪高速铁路路基现场检测中得到应用。其数据传输速度快、曲线清晰、数据准确、可操作性强, 并可生成符合规范要求的试验报告。图 1、图 2 为软件数据传输及数据处理样例。

表 2 为“地基系数数据处理软件”处理的一些现场试验数据。

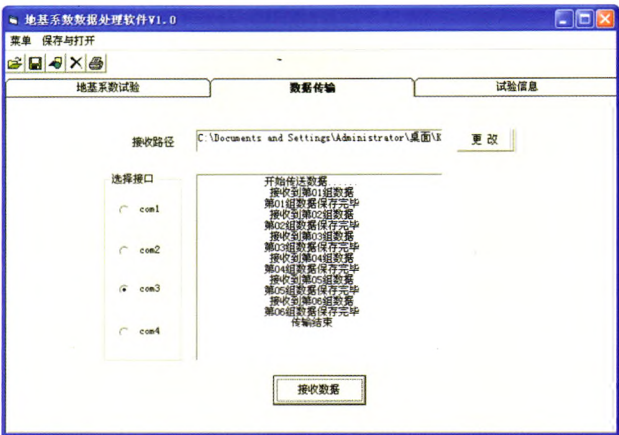


图1 软件数据传输图

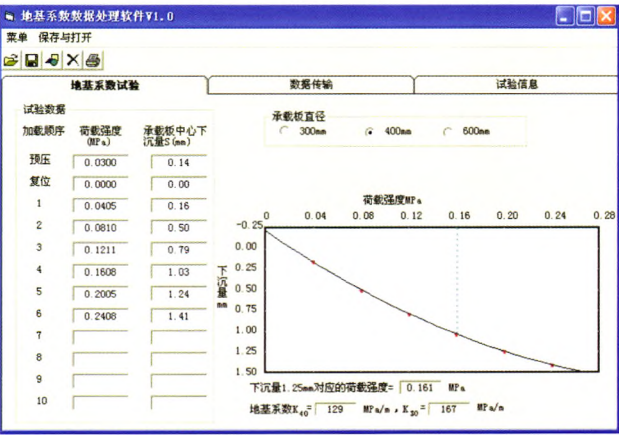


图2 地基系数数据处理软件主界面

表2 地基系数试验数据处理结果

编号	承载板直径	修正后 1.25 mm 对应的荷载强度	地基系数 Ks
1	300 mm	0.206 MPa	K30=165 MPa/m
2	300 mm	0.153 MPa	K30=122 MPa/m
3	300 mm	0.142 MPa	K30=155 MPa/m
4	400 mm	0.129 MPa	K40=129 MPa/m K30=168 MPa/m
5	400 mm	0.138 MPa	K40=110 MPa/m K30=143 MPa/m
6	400 mm	0.155 MPa	K40=124 MPa/m K30=162 MPa/m
7	600 mm	0.148 MPa	K60=118 MPa/m K30=213 MPa/m
8	600 mm	0.168 MPa	K60=134 MPa/m K30=241 MPa/m
9	600 mm	0.146 MPa	K60=117 MPa/m K30=210 MPa/m

4 结束语

- (1) 地基系数数据处理软件的设计解决了地



基系数 K30、K40、K60 试验数据的结果计算、曲线绘制、曲线修正问题。避免了传统手工制图的繁琐与误差，提高了试验数据处理的准确性和可靠性。

(2) 软件的数据传输功能可快速的将试验数据传送至电脑，有效降低了试验人员的工作量，提高了工作效率。同时软件可将计算的结果、绘制的曲线、调入的试验信息及试验数据自动生成符合规范要求的试验记录，且试验记录可根据用户需要对文档模版进行修改。这些功能大大提高了软件在工程中的实用性。

(3) Visual Basic 是微软提供的一种简单易用的开发软件，其高效性、快速性的特点决定了

是作为工程软件开发的首选。本文所介绍的软件各功能的设计思路、编程方法、控件的使用方法，对今后铁路工程软件开发具有一定的参考价值。

参考文献：

[1] 中华人民共和国铁道部 .TB10102-2010 铁路工程土工试验规程 [S]. 北京：中国铁道出版社，2010.

[2] 熊倚勤 . 变形模量 Ev2 数据处理软件中的程序处理技术 [M]. 北京：铁道建筑技术出版社，2011：90-93.

[3] 龙 卫，肖金凤 . 变形模量 Ev2 与 K30 平板载荷试验的对比分析 [M]. 北京：铁道建筑技术出版社，2006：36-39.

责任编辑 徐侃春

(上接 P26)

表5 软件产品测评数据统计表2

序号		得分百分制	加权得分
1	产品质量	78	39
2	产品交付	79	8
3	服务质量	82	25
4	产品价格	72	7
总得分		79	

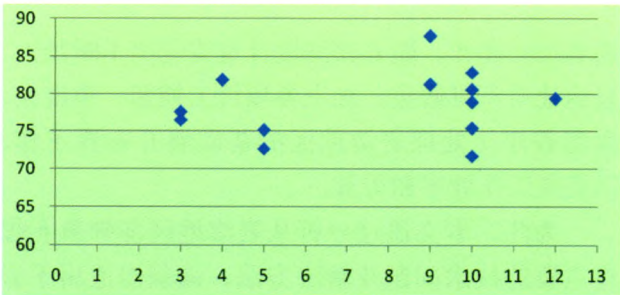


图4 指标满意度散点图

3 结束语

通过上述实例我们可以清楚地看到，使用层次分析法和专家打分法相结合可以构建出科学的、系统的、合理的客户满意度评价体系，不但可以测量客户满意度，为评价企业服务或产品的质量提供依据，还有助于发掘客户潜在需求，实时追踪顾客的需求变化，为制定新的发展战略与质量改进方案提供方向，不断增强企业市场竞争能力。

使用层次分析法构建评价体系时，也要注意层次分析法的局限性，主要表现在：评价指标的设置方面主要依赖于人们的经验，主观因素影

响较大，而评价指标设置不合理将导致评测结果不准确。对于影响客户满意度因素较多、较复杂，评价指标不明确的产品和服务应选择其他适当的方法建立客户满意度指标评价体系。因此，如何针对不同行业，不同类型的客户，选择适当的方法建立客户满意度指标评价体系，为企业产品或服务的发展提供可靠依据，还需要更深入地探讨和研究。

参考文献：

[1] 王会强,赵 亮 . 层次分析法中判断矩阵的改进 [J]. 统计教育, 2004 (5).

[2] 王会强,赵 亮 . 层次分析法中判断矩阵的改进 [J]. 统计研究, 2004, 21 (9).

[3] 孙宏才 . 网络层次分析法与决策科学 [M]. 北京：国防工业出版社，2011.

[4] 刘金兰 . 顾客满意度与 ACSI[M]. 天津：天津大学出版社，2006，57-65.

[5] 陈志良, 陈传宣 . 顾客满意度指数测评研究进展 [J]. 商场现代化, 2009 (1).

[6] 霍映宝 . 顾客满意度测评理论与应用研究 [M]. 南京：东南大学出版社，2010.

责任编辑 徐侃春