

文章编号: 1005-8451 (2010) 09-0028-04

## 非线性方程的 Excel 拟合及在沉降评估中的应用

张志新

(长安大学 公路学院, 西安 710064)

**摘要:** 曲线拟合是沉降评估的重要步骤, 处理方法和过程比较复杂, 需要编制专门程序进行数据处理与计算。作者利用 Excel 中的规划求解功能, 分步实现沉降观测中的曲线方程拟合; 利用 Excel 的表格功能, 可实现沉降预估指标的计算。本文叙述的方法直接利用 Excel 的数据格式和功能, 方便快捷, 能满足铁路沉降观测计算的需要, 方便工程技术人员掌握和应用。

**关键词:** 铁路工程; 沉降评估; 曲线拟合; 应用

中图分类号: U213.244 文献标识码: A

### Non-linear equation's fitting by using Excel and its application in sedimentation

evaluation

ZHANG Zhi-xin

(School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** The curve fitting was an important step in sedimentation evaluation. Processing method and procedure were so complex that need compile special program to process or calculate data. In this paper, the curve fitting for evaluating the sedimentation was achieved by using the Planning Solution of Excel. The calculation for estimating index of sedimentation was also approached by using the table function of Excel. Thus, the method which utilized the special functions of Excel adequately could apply for the calculating the sedimentation amount in railway. Engineers could hold the method easily.

**Key words:** railway engineering; sedimentation evaluation; curve fitting; application

在铁路施工中, 为了控制工后沉降, 需要进行沉降观测, 并将沉降观测的数据, 拟合成沉降曲线, 用于沉降量的预测和评估。控制工后沉降的技术路线为: 沉降观测—曲线拟合一预测—继续观测—曲线拟合一预测—预评估—评估。工后预估条件: (1) 沉降时间满足  $S(t)/S(t=\infty) \geq 75\%$ , 式中:  $S(t)$  为预测时的沉降观测值;  $S(t=\infty)$  为预测时的最终沉降值; (2) 利用两次回归结果预测的最终沉降差值不应大于 8 mm; (3) 曲线回归相关系数不应低于 0.92。可见, 曲线拟合与指标计算是沉降观测的重要环节<sup>[1~2, 5]</sup>。

沉降曲线一般采用两种非线性方程: 双曲函数方程和指数函数方程<sup>[3~4]</sup>。

对于非线性方程的拟合, 处理过程比较复杂, 一般的工程技术人员难于掌握。目前也有大型的程序可以完成曲线拟合, 但费用昂贵, 使用也比较复杂, 工程应用比较少。

在常用的办公软件 Excel 中, 提供了假设分析

命令, 该过程通过更改单元格中的值来查看这些更改对工作表中公式结果的影响。规划求解是假设分析的组成部分, 通过自动调整所指定的可更改的单元格(可变单元格)中的值, 从目标单元格公式中求得结果。利用假设分析命令中的规划求解功能, 方便地处理各种复杂非线性方程的拟合<sup>[6]</sup>。

本文介绍利用 Excel 进行曲线拟合和预评估指标的计算方法。

### 1 采用 Excel 拟合曲线的方法

#### 1.1 基本原理

对于给定拟合曲线方程:  $S(t)/S_\infty(1 - e^{-at})$ , 式中:  $S_\infty$ —最终沉降量, 以开始检测为时间零点;  $a$ —沉降拟合曲线的参数。初步设定参数  $S_\infty$  和  $a$ , 将  $t$  代入方程, 计算  $S(t)$ , 计算  $S(t)$  与观测数据的差值, 累计差值的平方, 反复迭代计算, 得出累计平方值最小时的  $S_\infty$  和  $a$ , 即曲线方程的参数。

#### 1.2 采用 Excel 拟合曲线的计算步骤

##### 1.2.1 安装规划求解加载宏

收稿日期: 2010-02-02

作者简介: 张志新, 在读博士研究生。

用鼠标单击Excel2007左上角office按钮，在弹出的下拉菜单中依次单击“Excel选项”、“加载项”命令，在“管理”栏中选“Excel加载项”，单击“转到”按钮，在“加载宏”对话框中选择“规划求解”，单击“确定”。再次用鼠标单击Excel2007左上角office按钮，在弹出的下拉菜单中依次单击“Excel选项”、“加载项”命令，在“加载项”栏中选定“规划求解加载项”，单击“确定”。点击“数据”菜单后，会出现“规划求解”按钮，如图1。

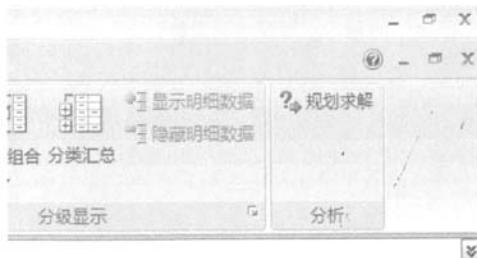


图1 规划求解加载宏图例

### 1.2.2 准备数据表

在Excel中建立工作表，设有45组观测数据，时间范围0~336天，见图2。

	O	P	Q	F
1	368			
2	0			
3	7	-0.5		
4	14	-0.6		
5	21	-0.7		
6	31	-0.9		
7	38	-0.5		
8	45	-0.7		
9	52	-0.9		
10	61	-0.8		
11	68	-1.1		
12	75	-1.2		
13	82	-1.3		
14	89	-0.9		
15	99	-1.1		
16	108	-1.3		
17	116	-1.2		
18	124	-1.3		
19	134	-1.2		

图2 数据表图例

### 1.2.3 建立计算模型

在C1栏中增加“沉降值”，在D1栏中增加“离差平方值”，在E1栏中增加“参数”。在C2栏中

输入曲线公式“=E\$2\*(1-e^(-E\$3\*A2))”（以指数函数为例），在D2栏中输入公式“=(C1-B1)^2”，使用自动填充功能填充到最末行；在E4格中输入公式“=SUM(D2:D46)”，在E2、E3中输入参数的初设值，例如10、0.1，如图3。



图3 计算模型图例

### 1.2.4 参数计算

选取“数据”中的“规划求解”出现对话窗，在“设置目标单元格”窗口，输入“\$E\$4”，选定“最小值”选项，在“可变单元格”窗口中输入“\$E\$2:\$E\$3”，如图4。



图4 参数计算图例

在“规划求解参数”和“规划求解选项”对话框中有多个选项，根据“帮助”或专业知识做选择。

单击“求解”，出现“规划求解结果”对话框，如图5。按“确定”，即得出结果， $S$ 和 $a$ 分别为E2和E3中的值(2.502 02和0.007 06)。

### 1.2.5 形成曲线图

框选“时间”、“实测曲线”和“沉降值”3列数据，然后点击“插入”中的“散点图”，选“带直线和数据标记的散点图”，便可形成曲线图。

取3个月(0~243天)前的实测数据，共33

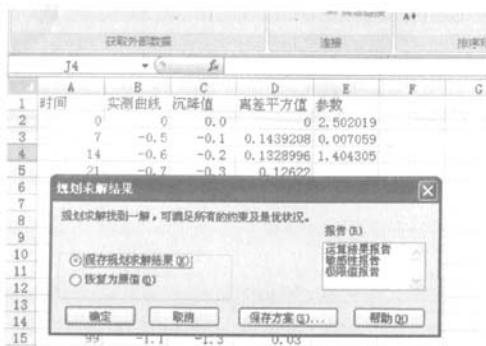


图5 计算结果图例

组, 按照上述方法拟合, 得出另一曲线参数  $S_{\infty}$  和  $a$ , 分别为 2.245 42 和 0.008 52。将两次拟合的图形显示在同一图上, 如图 6。

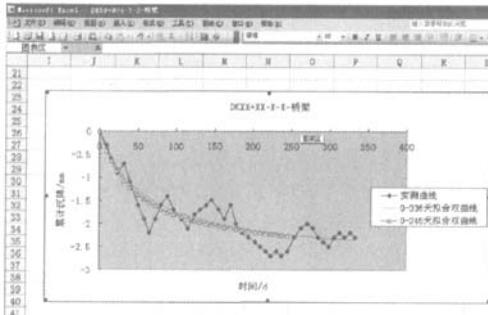


图6 曲线图

## 2 用Excel进行预估指标的计算

工后预估指标有: (1)  $S(t)/S(t=\infty)$ , 式中:  $S(t)$  为预测时的沉降观测值,  $S(t=\infty)$  为预测时的最终沉降值; (2) 利用两次回归结果预测的最终沉降差值; (3) 曲线回归相关系数。

在 Excel 中列表计算, 很方便得出上述指标。相关系数的计算

公式为  $p_{x,y} = \frac{COV(X,Y)}{\delta_x \cdot \delta_y}$ , 其中  $x$

和  $y$  是样本平均值  $\text{AVERAGE}(\text{array1})$  和  $\text{AVERAGE}(\text{array2})$ 。利用 Excel 中的相关系数计算公式计算, 语法:  $\text{CORREL}(\text{array1}, \text{array2})$ , 其中  $\text{Array1}$  为第 1 组数

值单元格区域,  $\text{Array2}$  为第 2 组数值单元格区域。

计算步骤如下:

(1) 在数据栏下方输入表格, 如图 7。

预测数据表					
J4	A	B	C	D	E
时间	实测曲线	沉降值	离差平方值	参数	
0	0	0.0	0	2.502019	
7	-0.5	-0.1	0.1439208	0.007059	
14	-0.6	-0.2	0.1328996	1.404305	
21	-0.7	-0.3	0.12622		
拟合求解结果					
或双击求解按钮即可满足所有的约束及设置状况。					
<input checked="" type="radio"/> 保存拟合求解结果 (Q)					
<input type="radio"/> 恢复为原值 (R)					
报告 (R)					
确定 取消 保存方案 (S)... 帮助 (H)					
59	-1.1	-1.3	0.03		
60	-1.1	-1.3	0.03		

图7 预测指标的计算图例

(2) 在 B51 中输入 “=E3”, 在 C51 中输入 “=E2”, 在 D51 中输入 “=CORREL(B2:B46,C2:C46)”, 在 F51 中输入 “=-C46/C51\*100”。

(3) 同样, 可求得 0~243 天的实测数据和拟合曲线数值的相关系数以及沉降完成比例值。

(4) 利用两次的  $S(t=\infty)$  值相减得出两次预测最终沉降差。

## 3 数据对比检验

为了检验这个方法的正确性和准确性, 进行试算。检验数据采用某铁路已经完成沉降评估的数据, 采用与检验数据相同的拟合曲线方程和预评估指标。共试算 20 组数据, 试算结果和检验数据中的结果对照如表 1。

表 1 中,  $S_{\infty}$  即为  $S(t=\infty)$ 。从表 1 中看出,  $S_{\infty}$  最大差值为 0.43 mm, 主要原因是与检验数据所用双曲线模型稍有不同, 另外算法上可能稍有不同, 因无法分析检验数据所用的程序, 故不能做出明确判断。相关系数 R 差别不大, 说明此方法与检验数据所用方法差别不大, 最大沉降量差别可以接受。

表1 试算结果与检验数据对照表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R 试算值	0.899 2	0.946 7	0.924 0	0.931 3	0.929 9	0.914 0	0.949 3	0.936 8	0.906 8	0.891 1
R 检验值	0.898 0	0.947 4	0.923 9	0.934 8	0.930 5	0.910 6	0.949 2	0.936 6	0.916 7	0.892 0
S 试算值	2.72	2.31	2.61	2.29	2.67	2.59	1.58	2.66	2.17	1.65
S 检验值	2.77	2.38	2.54	2.60	2.68	2.26	1.55	2.56	2.60	1.75
序号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R 试算值	0.921 2	0.946 7	0.931 4	0.959 6	0.949 3	0.954 0	0.937 0	0.937 8	0.957 7	0.941 3
R 检验值	0.9233	0.947 4	0.930 6	0.959 9	0.949 2	0.952 7	0.937 0	0.937 1	0.948 4	0.940 8
S 试算值	2.64	2.31	2.08	2.87	1.58	2.10	1.41	1.62	1.95	1.83
S 检验值	2.32	2.38	2.00	2.93	1.55	2.25	1.36	1.61	2.15	1.80

文章编号: 1005-8451 (2010) 09-0031-03

## ebXML 在第三方物流企业信息交换中的应用研究

王婷

(兰州交通大学 机电技术研究所, 兰州 730070)

**摘要:** 从第三方物流企业信息交换的特点出发, 提出有必要构建高效的内部和外部信息交换系统。详细分析 EDI、XML 和 ebXML 3 种数据交换技术, 结合第三方物流企业信息交换系统的特点, 得出采用 ebXML 建设外部信息交换系统是一个理想的选择的结论。最后给出物流企业应用 ebXML 的实施方案。

**关键词:** ebXML; 第三方物流; 数据交换

**中图分类号:** TP39      **文献标识码:** A

### Application research on ebXML in third party logistics information interchange

WANG Ting

(Mechanical and Electronic Technology Institute, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** From the view of characteristics of the information exchange in third party logistics enterprises, this paper raised the need to build effective internal and external Information Exchange System. EDI, XML, ebXML three kinds of data exchange technology were analyzed in detail. Combined with Third-party Logistics Enterprise Information Exchange System features, obtain the conclusion that using ebXML construction of the External Information Exchange System was an ideal choice. An implementation plan of using ebXML in the logistics enterprise was finally designed.

**Key words:** ebXML; third-party logistics; data interchange

### 第三方物流 (Third-Party Logistics, 简称

收稿日期: 2010-01-17

作者简介: 王婷, 在读硕士研究生。

3PL, 也简称 TPL) 是指由供方与需方以外的物流企业提供的物流服务的业务模式<sup>[1]</sup>。第三方物流企业各管理层次上存在着与政府机构、物流大客

## 4 工程应用效果

某段铁路大桥利用 Excel 处理沉降观测数据, 与专用程序结果对比显示, 拟合的曲线要素稍有差别, 但是预测沉降量差别不大, 基本都在 2 mm 之内。分析原因, 是由于拟合算法以及计算精度不同所致。此项差别基本不影响沉降评估结果。

## 5 结束语

利用 Excel 中的规划求解功能, 分步实现沉降观测中的曲线方程拟合; 利用 Excel 的表格功能, 实现沉降预估指标的计算。经过数据检验与实际应用, Excel 拟合曲线的方法可以用于沉降评估与预测。用 Excel 拟合曲线的方法简便易行, 但在前后处理方面较差。对于计算偏差和精度, 需作进一步研究。

数据检验和实际应用结果证明, 本方法和专

用程序相比, 计算结果有差别, 但差别不大。用 Excel 拟合曲线的方法在前后处理方面仍需要进一步完善。在目前专用程序尚未商业化应用的情况下, 本方法可作为沉降观测初步检验分析的手段。

### 参考文献:

- [1] 吴明友. 客运专线无缝轨道铁路工程测量和铺设条件评估关键技术[J]. 中国铁路, 2006 (10): 28-31.
- [2] 铁道科学研究院. 客运专线铁路无缝轨道铺设条件评估技术指南[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2006.
- [3] 丁惠文. 京津城际铁路桥梁沉降观测与评估技术[J]. 中国工程科学, 2009, 11 (1): 43-47.
- [4] 薛保国, 武广客运专线桥梁工程沉降观测及数据分析[J]. 铁道建筑技术, 2009 (z1): 9-11.
- [5] 客运专线无缝轨道铁路工程测量暂行规定[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2006.
- [6] 胡亮, 罗康碧, 李沪萍. Excel 的方程求解功能及其化学应用[J]. 昆明理工大学学报(理工版), 2002 (2).