

输水管道建设费用公式的 MATLAB 求解法

夏婷婷, 俞国平

(同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092)

摘要: 利用 MATLAB 软件, 采用最小二乘法拟合原有数据, 求解水管的建设费用公式 $C = a + bd$ 中常数 a 、 b , 该方法迅速、准确, 且随意性和误差小, 基本可以消除传统求解方法由于手工作图存在的随意性和误差较大的问题, 同时可以利用图像直观检验和比较拟合公式和原始数据的吻合性。

关键词: 输水管道; MATLAB 软件; 建设费用公式

中图分类号: TU991.36 文献标识码: B 文章编号: 1009-2455(2008)01-0098-02

1 水管建设费用公式的常规解法和 MATLAB 解法的比较

在求输水管道的经济管径时, 通常需要先求出水管的建设费用公式, 水管建设费用 C (包括水管材料和埋管施工等费用) 和水管直径的关系常用公式(1)表示^[1]:

$$C = a + bd \quad (1)$$

求解常数 a 、 b 的值, 常规解法采用:

将管径和相应费用的坐标点用光滑曲线连接, 并延伸与纵轴相交得到 a 点;

按式(1)的等价式(2):

$$\lg(C - a) = \lg b + \lg d \quad (2)$$

的关系绘图, 求 a 和 b 值。

传统的求解方法不仅手工绘图麻烦, 误差较大; 且第 步中手绘的延伸曲线具有很大随意性, 与纵轴交点的数值—— a 值, 不同的人得出的结果相差很大。

使用 MATLAB 软件求解中:

采用机器绘图, 精确度有效提高;

在求解中, 采用最小二乘法来拟合已知的数据, 使求得的曲线和已知的数据能更好的拟合。

2 MATLAB 求解法的原理

由于无法直接用所希望得到的式(1)的形式来拟合已知的管径-水管建设费用数据, 先采用如下的步骤先求出 a 值:

根据点的分布情况先采用式(3)的形式^[2], 运用最小二乘法拟合已知的数据, 从而求得式中的

常数项;

$$C = a_1 \ln(d + 1) + a_2 \cos d + a_3 e^d \quad (3)$$

根据点的分布情况也可选用形如式(4)的拟合函数。

$$C = a_1 + a_2 d + a_3 d^2 \quad (4)$$

对求得的式(3)形式的拟合函数取 $d = 0$, 此时得到的 C 值即为所求的 a 值; 将值代入式(2), 用式(2)的形式, 采用最小二乘法来拟合管径-水管建设费用数据。

3 使用 MATLAB 软件求解计算实例

水管建造费用见表 1(数据来源于文献[3])。

表 1 水管建造费用

管径 d / m	费用 C / (元·m ³)	管径 d / m	费用 C / (元·m ³)	管径 d / m	费用 C / (元·m ³)
0.3	600.05	0.6	1503.08	0.9	2722.14
0.4	881.95	0.7	1818.15	1.0	3108.74
0.5	1267.45	0.8	2382.06	1.2	4134.39

采用式(3)的形式, 用最小二乘法来拟合表 1 中数据;

打开 MATLAB 软件, 在“command window”中(命令窗口)键入下列程序:

```
d=[0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.2];
C=[600.05 881.95 1267.45 1503.08 1818.15
2382.06 2722.14 3108.74 4134.39];
P=[log(d+1) cos(d) exp(d)];
a=P\C
```

收稿日期: 2007-04-09; 修回日期: 2007-09-22

程序运行结果:

```
a=
 1.0e+003 *
 1.3687
 -1.2363
 1.0541
```

即 $a_1 = 1\ 368.7$, $a_2 = -1\ 236.3$, $a_3 = 1\ 054.1$ 。

即用式(3)拟合的结果为:

$$C = 1\ 368.7 \ln(d + 1) - 1\ 236.3 \cos d + 1\ 054.1 e^d \quad (5)$$

求 值($d=0$ 时的 C 值即为 值);

在 “command window” 中继续键入下列程序:

```
d = 0;
C = [ 1368.7 * log(d+1) - 1236.3 * cos(d) +
      1054.1 * exp(d) ]
```

得到: $C = -182.200\ 0$

即 $= -182.2$

将 $= -182.2$ 代入式(2), 按 $\lg(C + 182.2)$

$= \lg b + \lg d$ 拟合上述输水管道建造费用数据; 程序如下:

```
d = [ 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.2 ];
C = [ 600.05 881.95 1267.45 1503.08 1818.15
      2382.06 2722.14 3108.74 4134.39 ];
Y = [ log10(C + 182.2) ];
x1 = [ ones(9, 1) ];
x2 = [ log10(d) ];
A = [ x1, x2 ];
Z = A \ Y
```

程序运行结果:

```
Z =
 3.5189
 1.2253
```

即 $\lg b = 3.518\ 9$ $= 1.225\ 3$

$\lg b = 3.518\ 9$ $b = 3\ 301.414$

得到水管建设费用和水管直径 的关系式即为:

$$C = -182.2 + 3\ 301.414 d^{1.2253} \quad (6)$$

检验求得的公式与原有数据的吻合性。

在同一个窗口中绘出管径-水管建设费用曲线和式(6) ($d \in [0, 1.8]$) 所代表曲线图形:

在 “command window” 中继续键入下列程序:

```
d = [ 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.2 ];
C = [ 600.05 881.95 1267.45 1503.08 1818.15
      2382.06 2722.14 3108.74 4134.39 ];
plot(d, C, 'y* - ')
hold on
d = [ 0.0 0.1 1.8 ];
C = [ -182.2 + 3301.414 * (d).^1.2253 ];
plot(d, C, 'go - -')
```

软件自动跳出生成的图形如图 1 所示。

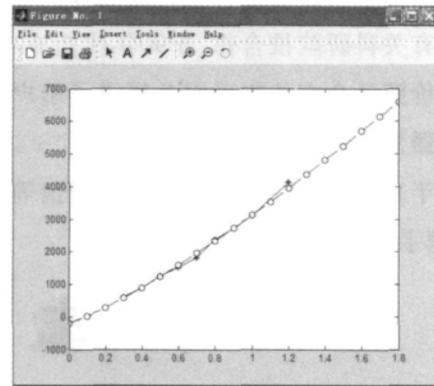


图 1 拟合曲线和原始数据曲线的吻合性比较

图 1 中 “b” 点连接成的线即为拟合后的曲线, 可以看出, 它与原有数据 (“*” 点) 拟合得很好。

4 结语

本方法迅速、准确(据测算, 本法得出计算结果需时约 10 min, 比普通作图方法可节约一半以上时间), 且随意性小, 基本可以消除传统求解方法由于手工作图存在的随意性和误差较大的问题。同时可以通过 3 节中的步骤 直观检验和比较拟合的公式与原始数据的吻合性。

参考文献:

- [1] 赵洪宾. 给水管网系统理论与分析[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [2] 同济大学计算数学教研室. 现代数值数学和计算[M]. 上海: 同济大学出版社, 2004.
- [3] 林选才, 刘慈慰. 给水排水设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.

作者简介: 夏婷婷(1980-), 女, 上海人, 助理工程师, 硕士生, (电话)021-66357374 (电子邮箱)tina.tittle@163.com; 俞国平(1945-), 男, 上海人, 教授, 博导, (电话)021-65984672.