

# Matlab 在流量资料整编中的应用

潘道宏

(江苏省水文水资源勘测局 盐城分局, 江苏 东台 224200)

**摘要:**对于流量资料整编中多变量、非线性水位流量关系曲线拟合, Matlab 软件给出了优越的函数, 可以方便调用。通过求解低扬程抽水站、落差指数法和一潮推流法等多变量、非线性流量公式, 说明了 Matlab 软件 lsqcurvefit、nlinfit 函数在流量资料整编中的应用, 指出参数初始值设置不同, 会得到不同的优化结果, 效果也会略有不同。对于单变量函数公式拟合, 可使用 Matlab 提供的 cftool 函数解决。深入研究并灵活运用这些函数, 充分发挥 Matlab 优势, 可以大大提高流量资料整编工作水平。

**关键词:** Matlab; 资料整编; 流量公式; 流量资料  
**中图分类号:** P337      **文献标识码:** A

## 1 概述

流量资料整编首先要进行水位流量关系定线, 即根据实测流量资料率定出流量与关系密切的水文要素之间的关系。实际工作中普遍运用 Excel 中的回归分析功能进行曲线拟合。但对于比较复杂的多变量、非线性水位流量关系曲线的拟合, Excel 使用起来不是很方便。

Matlab 工程软件具有强大的数值计算能力、数据可视化功能, 对各领域均有相应领域专家编写的工具箱, 可以高效、可靠地解决各种各样的问题, Matlab 统计工具箱 (Statistics Toolbox) 对于多元回归问题给出了相应的函数, 可以方便调用。本文以低扬程抽水站、落差指数法流量站及感潮闸坝站流量定线为例, 说明 Matlab 提供的 lsqcurvefit、nlinfit 函数的使用方法。

## 2 求解低扬程抽水站流量公式

Matlab 函数 lsqcurvefit、nlinfit 基于最小二乘回归算法, 其优化准则如式(1)所示:

$$\min_x \frac{1}{2} \| F(x, xdata) - ydata \|^2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m [F(x, xdata_i) - ydata_i]^2 \quad (1)$$

式中  $xdata$  为自变量;  $ydata$  为因变量;  $m$  为样本长度;  $x$  为参数。

低扬程抽水站流量公式为:

$$Q = \eta_k N e^{-\varepsilon h} \quad (2)$$

式中  $Q$  为流量;  $N$  为开机功率;  $h$  为站上、下游水位差;  $\eta_k$  为抽水效能系数;  $\varepsilon$  为抽水效能随扬程增加而递减的系数。  $\eta_k$ 、 $\varepsilon$  为待率定参数。为求解该问题, 编写 Matlab 程序如下:

```
function F = myfun(a, data);
```

```
F = a(1) * data(:,1) * exp(-a(2) * data(:,2));  
将 myfun 保存到 Matlab 当前工作目录下, 在 Matlab 工作窗口中输入以下源程序, 调用 lsqcurvefit 进行参数优化:
```

```
a = xlsread('G: p2009 \ 论文 \ 安丰站流量 (lsqcurvefit).xls'); % 读原始数据
```

```
xdata = a(:,1) % 第 1 列为水位差
```

```
ydata = a(:,2) % 第 2 列为电功率
```

```
zdata = a(:,3) % 第 3 列为流量
```

```
data = [xdata ydata]
```

```
option = optimset('MaxFunEvals', 10000); % 设置运行参量
```

```
a0 = [.001, -2] % 参数初始值
```

上述程序运行后得到如下输入:

```
xdata =    ydata =    zdata =    data =    1.0e + 003 *  
1.5200    1140    30.1000    0.0015    1.1400  
1.5200    1140    30.7000    0.0015    1.1400  
1.4500    1090    31.1000    0.0014    1.0900  
          :           :           :           :           :  
1.1900    1000    32.4000    0.0012    1.0000  
a0 = 0.0010 - 2.0000
```

在 Matlab 工作窗口中输入

```
[a, resnorm] = lsqcurvefit(@anfengfun, a0, data, zdata)
```

得到:

```
a = 0.093 9 0.850 6
```

即

$$Q = 0.093 9 N e^{-0.8506h} \quad (3)$$

拟合效果见表 1 和图 1。

## 3 求解落差指数法流量公式

落差指数法流量公式形式为:

$$Q = \alpha(Z - \gamma)^\beta \Delta Z^\lambda \quad (4)$$

式中  $Q$  为流量;  $Z$  为水位;  $\Delta Z$  为上、下游水位差;  $\alpha, \gamma, \beta, \lambda$  为待定参数。本文采用文献[1]数据输入, 编写 Matlab 程序如下:

```
function y = hanshu(b, A);
a0 = b(1);
a1 = b(2);
a2 = b(3);
a3 = b(4);
k1 = A(:,1) - a1;
k2 = A(:,2);
k1 = k1.^a2;
k2 = k2.^a3;
y = k1.*k2;
y = a0.*y;
```

将 hanshu.m 保存到 Matlab 当前工作目录下, 在 Matlab 工作窗口中输入以下源程序, 调用 nlinfit 进行参数优化:

```
a = xlsread('G:p2009\论文\沭阳站流量.xls');
A = a(:, [2 3]);
z = a(:, 1); b0 = [1 -5 1 .1]; % 参数初始值
option = statset('MaxFunEvals', 100);
[b, r, j] = nlinfit(A, z, hanshu, b0)
y = hanshu(b, A)
得到
```

$$Q = 5\ 213.193\ 7(Z - 8.307\ 8)^{0.766\ 2} \Delta Z^{0.625\ 9} \quad (5)$$

拟合效果见图 2。

从平均误差和标准差比较, 拟合结果优于文献[1]的结果。

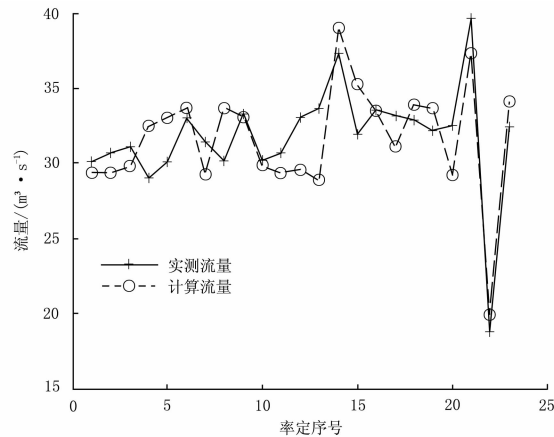


图 1 抽水站流量公式拟合结果

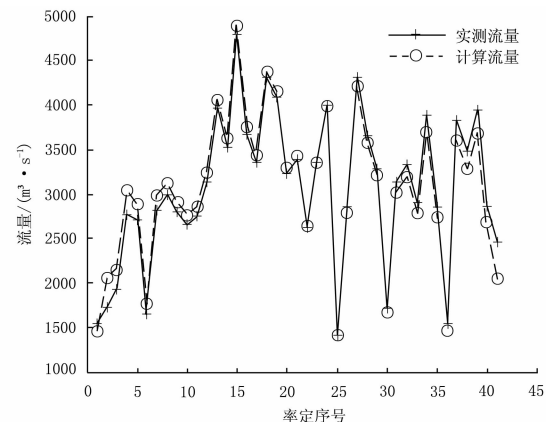


图 2 落差指数法流量公式拟合结果

表 1 抽水站流量公式拟合误差计算

水位差/ cm	电功率/ kW	流量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	推算流量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	相对误差/ %
1.52	1140	30.1	29.4	2.4
1.52	1140	30.7	29.4	4.4
1.45	1090	31.1	29.8	4.4
1.52	1260	29.1	32.5	-10.5
1.59	1360	30.1	33.0	-8.8
1.41	1190	33.0	33.7	-2.1
1.32	958	31.4	29.3	7.2
1.36	1140	30.2	33.7	-10.4
1.18	963	33.4	33.1	0.9
1.21	892	30.2	29.9	1.0
1.33	972	30.7	29.4	4.4
1.24	905	33.0	29.6	11.5
1.31	939	33.7	28.9	16.6
1.10	1060	37.3	39.0	-4.4
1.07	935	31.9	35.3	-9.6
0.96	807	33.5	33.5	0.0
0.99	768	33.2	31.1	6.8
1.10	920	32.9	33.9	-2.9
1.10	914	32.2	33.7	-4.5
1.25	900	32.5	29.2	11.3
1.29	1190	39.7	37.3	6.4
0.92	463	18.8	19.9	-5.5
1.19	1000	32.4	34.1	-5.0

#### 4 求解一潮推流公式

感潮堰闸一潮推流公式为:

$$W = KT^\alpha H^\beta \Delta Z^\gamma \quad (6)$$

式中  $W$  为一潮水量;  $T$  为开闸历时;  $H$  为闸上游平均水头;  $\Delta Z$  为开闸前稳定水位与关闸前稳低水位之差。为求解此问题, 编写 Matlab 程序如下:

```
function F = myfun(a, data);
F = data(:,1).^a(2);
F1 = data(:,2).^a(3);
F2 = data(:,3).^a(4);
F = a(1) * F.*F1.*F2
```

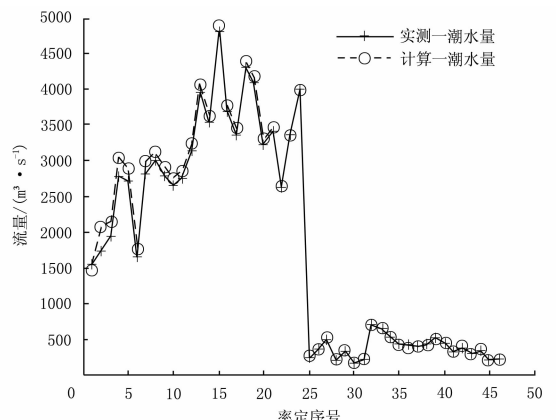


图 3 一潮推流公式拟合结果

将 myfun.m 保存到 Matlab 当前工作目录下, 在 Matlab 工作