

基于 VBA 的水库调洪演算程序编制

张国辉, 郭晓丽, 贾鹏生

(南阳市水利建筑勘测设计院, 河南 南阳 473003)

摘要: 调洪演算在水库的规划设计以及运行管理中都是十分重要的, 试算法是其中一种常用方法。结合工程实际需要, 充分利用 excel 自身的强大功能, 采用 VBA 编程解决了调洪演算的程序化问题, 从而提高了计算的速度和精度。

关键词: 调洪演算; 试算法; VBA; 程序

中图分类号: TV697.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2012)04-0190-03

Program compilation of reservoir flood routing based on VBA

ZHANG Guohui, GUO Xiaoli, JIA Pengsheng

(Nanyang Prospecting and Design Institute of Water Conservancy, Nanyang 473003, China)

Abstract: The flood routing is very important in design and management of reservoir, one of the common method is trial in table. Combined with the actual needs in projects, the paper invented a program by fully using the powerful function of excel, which solved the problem that how to route flood by program and improve the accuracy and speed of calculation.

Key words: flood routing; trial method; VBA; program

调洪演算在水库的规划设计以及运行管理中都是十分重要的。近年来国家进行了大规模的病险水库除险加固, 水文计算任务十分繁重, 而水库的调洪计算为合理确定工程规模和设计方案提供了直接依据, 如何快速准确地进行调洪演算成了设计人员要面对的一个问题。在设计实践中, 在常用的办公软件 excel 中应用 VBA 实现了调洪演算的程序化, 从而大幅提高了工作效率。

1 水库调洪演算概述

水库调洪演算的任务是在已知水库入库洪水过程、水位-库容关系、水位-泄量关系的基础上, 根据防洪调度原则, 求出水库水位和下泄流量的变化过程^[1]。调洪演算的基本原理如下:

$$\begin{cases} \frac{Q_1 + Q_2}{2} \Delta t - \frac{q_1 + q_2}{2} \Delta t = V_2 - V_1 & (1) \\ q = f(V) & (2) \end{cases}$$

式中: Q_1 、 Q_2 为时段初、末入库流量, m^3/s ; q_1 、 q_2 为时段初、末出库流量, m^3/s ; V_1 、 V_2 为时段初、末水库蓄水量, m^3 ; Δt 为计算时段, s 。

(1) 式即水量平衡方程, (2) 式是水库下泄能力曲线^[2]。调洪演算的常用方法有试算法、半图解

法、简化三角形法等。简化三角形法即高切林法一般适用于小型工程或对精度要求较低的情况^[3]; 半图解法通过查调洪演算工作曲线代替试算, 是手算的一种有效方法, 但不便于程序化; 试算法手工计算工作量较大, 但便于编程实现。

调洪演算中使用的洪水过程线、库容曲线和下泄关系曲线不能用显性函数表达式表示, 但可以表格形式表示。因此可以将入库洪水过程、水位-库容曲线、水位-泄量曲线作为基本数据, 输入到 Excel 表格的固定位置, 在编制程序时, 固定读取这些数据即可^[4]。Excel 对单元格的引用方式, 选取单个单元格, 例如选取 A1 单元格可用: Range("A1").Select 或 Cells(1,1).Select 表示; 选取连续单元格区域, 如选取 A1:G10 可用: Range("A1:G10").Select 或者 Range(Cells(1,1), Cells(10,4)).Select。

2 VBA 的特点

VBA (Visual Basic For Applications) 是微软开发出来在其桌面应用程序中执行通用的自动化任务的编程语言。不同于 VB, VBA 要求有一个宿主应用程序才能运行 (需要在 Excel 等软件的运行下才能运行), 而且不能用于创建独立应用程序。VBA 可

收稿日期: 2012-04-28; 修回日期: 2012-05-30

作者简介: 张国辉 (1985-), 男, 河南南阳人, 助理工程师, 研究方向: 工程水文及水资源规划。

使常用的过程或者进程自动化,可以创建自定义的解决方案。由于 Excel 本身功能强大、内置大量函数,界面熟悉,因此常用 Excel 作为 VBA 的开发平台。本次以 Excel2003 为例进行程序编制。

3 调洪演算程序的编制

由于试算中需要反复查算某一水位对应库容和下泄量,手工查算费时费力,且精度难以控制,这里采用在 Excel 中内置插值函数来解决这一问题。插值的方法,本次采用线性插值^[5],经实践验证精度可以满足实用要求,如需更高精度也可采用其他插值方法,在此不再探讨。首先新建一个空表格,按 alt + F11 组合键打开 VBA,在菜单栏中点“插入”选择“模块”,在打开的代码栏中输入如下代码:

```
Public Function chazhi(ary, x0 As Range)
    n = ary.Rows.Count
    i = 1
    Do While x0 > ary.Cells(i, 1). Value And i
    < n
        i = i + 1
    Loop
    If i = 1 Then
        i = 2
    End If
    k = (x0 - ary.Cells(i - 1, 1). Value) /
    (ary.Cells(i, 1). Value - ary.Cells(i - 1, 1).
    Value)
    chazhi = ary.Cells(i - 1, 2). Value + k *
    (ary.Cells(i, 2). Value - ary.Cells(i - 1, 2).
    Value)
End Function
```

关闭 vba 编辑窗口,保存表格,即完成内置插值函数,在此 excel 表格中可使用该函数完成插值计算。使用方法如下:例如 chazhi (A1: B5,C1)表示在 A1 至 B5 的区域对 C1 单元格进行插值。通过该函数可以实现试算过程中自动插值计算某一水位对应的库容、下泄流量等内容。

打开前述已添加带有插值函数的工作表,根据调洪演算的基本原理,可将调洪演算所需参数列于工作表的固定位置,并建立相应函数关系,通过使用插值函数解决水位、泄量等内容的自动查算,这样表中就只有一个变量,即需试算的库容值 V (也可以试算水位或泄量,效果一样)。通过假定不同库容,则可插值得出对应下泄量,按水量平衡方程计算出

相应库容 V ,当假定库容值与计算库容值误差为 0 时,即认为假定库容值正确,并进行下一个时段的试算,依次类推,进行至最后一个时段即完成计算。

试算表格可按表 1 形式制作^[3]。可以看出,手工试算的工作量是很大的,需通过程序化解决反复试算的问题。Excel 自带有“单变量求解”功能,指定目标单元格,给定目标值,指定可变单元格,通过单变量求解自动试算可变单元格,使目标单元格达到目标值,这样就完成了对一个时段的试算。因此在 excel 表格中列好试算法的表格后,只需通过编程对固定位置进行单变量求解即可(在本例中是对 K4 ~ K27 单元格进行单变量求解,可根据需要调整)。打开工作表,在开发工具菜单中,插入按钮符号,双击该按钮,添加如下代码:

```
Sub 按钮 1_Click()
    Dim t As Single
    t = Cells(3, 9)
    Dim i As Integer
    For i = 4 To 27
        Cells(i, 9) = t
    Next i
    Dim k As Integer
    For k = 4 To 27
        Cells(k, 11). GoalSeek Goal:=0, Chang-
        ingCell:=Cells(k, 9)
    Next k
End Sub
```

这样,就完成了调洪演算程序的编制,在应用中只需输入设计洪水过程、水位 - 库容关系、水位 - 泄量关系、调洪计算时段等参数到表格的固定位置,点击“开始调洪”按钮即可进行调洪演算,原来费时费力的试算,在瞬间即可完成。

另外,本程序可根据需要调整调洪时段,对于精度要求较高的情况,可以在工作表中整体或局部调整洪水时段和相应入库流量,还可以适当加密库容曲线;对于有闸门控制、限制下泄的情况,可以通过在出库流量计算中加入条件判断的方法解决;同时,还可利用 Excel 本身的功能生成调洪计算曲线等内容,使计算过程更加直观。

该程序充分利用了 Excel 自带的函数及求解功能,编程较简单,程序具有可视化程度高的特点,水库下泄过程库水位变化过程一目了然,运行稳定。经过验证,计算结果可靠,精度能够满足实用要求。

表 1 调洪计算表

h, m³/s, 万 m³, m

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	①时段 t	②入 库流 量 Q	③ Δt	④时段 平均入 库流量	⑤下泄 流量 q	⑥时段 平均下 泄流量	⑦水库 蓄水变 量 ΔV	⑧水位 Z	⑨试验 库容 V'	⑩计算 库容 V	⑪误差 (目标 值)	开始调洪 (按钮 1)							
2	输入 项	输入 项	$t_2 -$ t_1	$(Q_1 +$ $Q_2)$ $/2$	根据 试算 库容 插值	$(q_1 +$ $q_2)$ $/2$	$(Q_1 + Q_2)$ $/2\Delta t -$ $(q_1 - q_2)/$ $2\Delta t$	根据 试算 库容 插值	首项为起 调库容, 其余为 试算值	$V_1 +$ ΔV	$V' -$ V	库容	水位	库容	水位	库容	下泄 流量		
3	0	0			0			33.65	1015			1015	33.65	1015	33.65	1015	0		
4	1.5	9.2	1.5	4.6	1.1	0.5	2.2	33.67	1017.2	10172.2	0	1060	34.15	1060	34.15	1060	21.9		
5	3.0	11.1	1.5	10.2	3.2	2.1	4.3	33.72	1021.5	1021.5	0	1115	34.65	1115	34.65	1115	62.0		
6	4.5	11.1	1.5	11.1	5.0	4.1	3.8	33.76	1025.3	1025.3	0	1160	35.15	1160	35.15	1160	113.9		
7	6.0	13.0	1.5	12.1	6.7	5.8	3.4	33.80	1028.7	1028.7	0	1215	35.65	1215	35.65	1215	175.4		
8	7.5	14.8	1.5	13.9	8.3	7.5	3.5	33.84	1032.1	1032.1	0								
9	9.0	16.7	1.5	15.8	10.1	9.2	3.5	33.88	1035.7	1035.7	0								
10	10.5	18.5	1.5	17.6	11.8	10.9	3.6	33.92	1039.3	1039.3	0								
11	12.0	20.4	1.5	19.5	13.6	12.7	3.6	33.96	1042.9	1042.9	0								
12	13.5	27.8	1.5	24.1	16.0	14.8	5.0	34.02	1047.9	1047.9	0								
13	15.0	37.0	1.5	32.4	19.8	17.9	7.8	34.10	1055.7	1055.7	0								
14	16.5	42.6	1.5	39.8	25.5	22.7	9.2	34.20	1065.0	1065.0	0								
15	18.0	23.2	1.5	32.9	28.0	26.7	3.3	34.23	1068.3	1068.3	0								
16	19.5	33.4	1.5	28.3	28.1	28.0	0.2	24.23	1068.5	1068.5	0								
17	21.0	22.2	1.5	27.8	28.0	28.0	-0.1	34.23	1068.3	1068.3	0								
18	22.5	20.4	1.5	21.3	25.8	26.9	-3.0	34.20	1065.3	1065.3	0								
19	24.0	16.7	1.5	18.6	23.4	24.6	-3.3	34.17	1062.1	1062.1	0								
20	25.5	0	1.5	8.4	19.5	21.4	-7.1	34.09	1055.0	1055.0	0								
21	27.0	0	1.5	0	14.9	17.2	-9.3	33.99	1045.7	1045.7	0								
22	28.5	0	1.5	0	11.5	13.2	-7.1	33.91	1038.6	1038.6	0								
23	30.0	0	1.5	0	8.8	10.1	-5.5	33.85	1033.1	1033.1	0								
24	31.5	0	1.5	0	6.8	7.8	-4.2	33.80	1028.9	1028.9	0								
25	33.0	0	1.5	0	5.2	6.0	-3.2	33.77	1025.7	1025.7	0								
26	34.5	0	1.5	0	4.0	4.6	-2.5	33.74	1023.2	1023.2	0								
27	36.0	0	1.5	0	3.1	3.5	-1.9	33.72	1021.3	1021.3	0								

4 结 语

笔者在大量的设计实践中,通过不断总结和改进,在常用的办公软件平台上,通过相对简单的编程实现了水库调洪演算的程序化。程序设计充分利用了 Excel 自身的强大功能,首先通过在 Excel 中内置插值函数以实现水位 - 库容曲线、水位 - 泄量曲线的查算问题,然后根据调洪演算基本原理在 Excel 中编制好试算表格,最后利用 VBA 编程对表格中的固定区域进行试算即可。由于程序是在办公软件中直接编制,因此更加贴近设计工作实际,方便设计人员使用,通过工程实际验证,应用效果较好。

参考文献:

[1] 姜树海. 水库调洪演算的随机数学模型[J]. 水科学进展,1993,4(4):294-300.

[2] 颜婷莉,钟平安,刘伟莉. 水库调洪演算方法比较与改进[J]. 水力发电,2007,33(3):26-28.

[3] 季山,周 倜. 水利计算及水利规划[M]. 北京:中国水利水电出版社,1998.

[4] 姚世宏. 迭代法调洪演算分析及电算程序[J]. 四川水利,2007(2):43-45.

[5] 李庆扬,王能超,易大义. 数值分析[M]. 北京:清华大学出版社,2008.