

用 Excel 软件进行雨水计算的新方法

李立秋¹ 李天龙² 李圭白¹

(1 哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150090; 2 中国市政工程东北设计研究院设计二所, 长春 130021)

摘要 介绍雨水计算的两种不同的设计方案, 利用 Excel 软件本身的函数功能并结合 VBA 编程完成两种方案的计算。使用此表格时, 只需对管径一项进行调试便可完成整个雨水计算过程。通过对两方案的计算结果比较分析, 指出各种方案的优缺点和在实际中的应用范围。

关键词 Excel 软件 雨水管道 VBA 迭代

Hydraulic calculation of rain water sewer line by Excel software

Li Liqui¹, Li Tianlong², Li Guibai¹

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. The No. 2 Design Department, North East China Municipal Engineering Design & Research Institute, Changchun 130021, China)

Abstract: This work deals with two kinds of design project of storm water drainage system. Hydraulic calculation is done by using the integrated software Excel and VBA programs. In calculating by this way, the sole necessary action is to shift the diameter of pipeline, while the whole hydraulic calculation shall be completed automatically. By contrasting and analyzing the results of two design projects, this paper points out the advantages and the disadvantages of each project and the application scope in practice.

Key words: Excel software; Rainwater pipe; VBA; Iteration

目前雨水计算软件很多,但由于设计习惯和软件设计界面等原因,其在设计人员中应用并不是很广泛。笔者在雨水管道设计中一直使用计算软件进行计算,虽然与查表相比效率提高很多,但发现仍然存在很多问题,例如表格不能完成对转输面积及对多管段衔接时管底标高的判断,不能完成对是否跌水问题的处理等,对于以上问题若由人为判断无疑增加了设计人员的负担,而且由于表格数据很多,容易出错。笔者在设计中经过多次修改,利用 Excel 数组和条件求和、条件极值等一些复杂函数的组合公式完成计算中大量的逻辑判断过程,使计算效率和准确率提高,并结合 VBA 语句完成迭代运算,实现对其计算结果的管段工程量进行自动统计,其整体计算效果不亚于一些商用雨水计算软件。

且由于 Excel 与 SAS 或 MATLAB 等许多数据统计分析软件都有很强的兼容性,可通过以上软件对计算结果进行分析、评测及统计工作,完成对结算的反馈,使结果更加合理可靠。

1 雨水计算两种方案简介

(1) 方案一,假定管段的设计流量均从管段的终点进入,即将管段的终点断面作为整个管段的设计断面。

(2) 方案二,假定管段的设计流量均从设计管段的起点进入,也就是说把各管段的起点断面作为整个管段的设计断面。

两种设计方案不同之处: 管段雨水流行时间设计不同,前者流行时间是在上游各管段流行时间之和基础上再加上本管段的流行时间。后者管内流

行时间仅仅指上游各管段流行时间之和,所以对第一根管段来说上游管段流行时间为零。折减系数 m 不同:前者取 1,后者取 2^[1]。

2 方案一

2.1 计算原理

对于方案一,传统计算方法如下:首先假设本管段的设计流速,求得本管段的管内流行时间,然后求得设计雨水量,进一步求得管径,再进行水力计算,直到假定的设计流速与通过水力计算的流速相吻合为止。在以流速为假设变量时,由于流速变化的范围很大,且管径不可随意取值,不如用管径作为变量更容易试出结果,但若不知道管内流行时间就无法知道设计雨水量,也就无法建立管径和流速的关系。为了解决这一问题,将管内流行时间 T 这一个变量分解成一个任意常量 T_0 和一个变量 T_1 ,再在 Excel 中调用一个 VBA 编写的小程序完成迭代功能,使得几个公式反复迭代直到满足常量 T_0 和变量 T_1 在指定的精度条件下近似相等为止,计算原理见图 1。

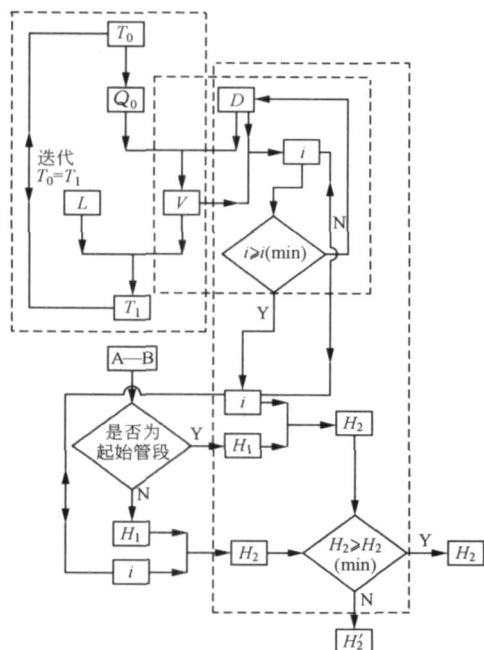


图 1 方案一计算原理

对于图 1 中的量,说明如下:

- T_0 ——任设管内流行时间, min;
- Q_0 ——设计雨水流量, $L/(s \cdot m^2)$;

- L ——雨水管管长, m;
- D ——雨水管直径, mm;
- V ——管内雨水流速, m/s;
- T_1 ——管内流行时间, min;
- i ——雨水管坡度;
- A—B ——管段编号;
- H_1, H_2 ——管段起点、终点埋深, m;
- H_2 ——跌水后管段终点埋深, m;
- $i(\min)$ ——管径对应的最小坡度;
- $H_2(\min)$ ——管段要求的最小埋深, m。

2.2 应用实例的管网布置

下面以佳木斯市某区排水管网计算为例说明利用 Excel 计算的过程,小区排水管网平面布置见图 2。

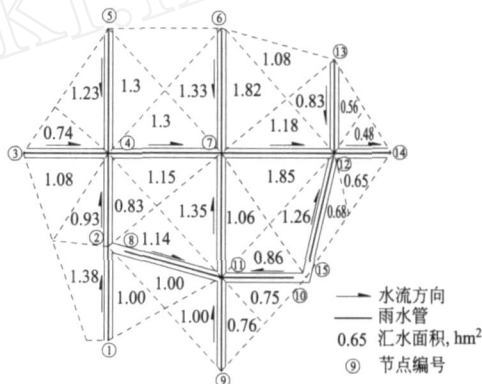


图 2 某小区排水管网平面布置

2.3 计算表中的“宏”链接说明

(1) “开始迭代”链接宏的 VBA 编程如下:

```
Sub diedai()
    With Application
        .Iteration = True
        .MaxChange = 0.001
    End With
    ActiveWorkbook.PrecisionAsDisplayed = False
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[1]"
    Range("H5").Select
    Selection.AutoFill Destination:=Range("H5:H18"), Type:=xlFillDefault
    Range("H5:H18").Select
End Sub [4]
```

其作用是通过迭代使汇流时间和任意设定的时间相等。

(2) “工程量统计”链接的宏 VBA 编程如下:

```
Sub gongchengliang()  
Sheets("Sheet2").Select  
End Sub
```

上述语句是将 sheet1 链接到 sheet2,在 sheet2 中将此工程的所有管段按管径分类,分别统计出各个管径对应的管线长度。

(3) “隐藏部分表格”宏链接的作用在于隐藏表格中的中间计算和一些判断过程,只留下需要输入的原始数据和计算后的结果,这样使计算表格变得简洁清晰,更利于观察结果。在实际的计算中都是在隐藏表格后的界面下进行的,隐藏后的计算界面见图 3。

E5															F5=SUMIF(BB\$3:BB\$98,A5,\$F\$3:\$F\$98)																										
A		B		C		D		E		H		K		M		N		O		R		S		Y		AA		AC		AE		AF									
汇流 时间 (min)		径流 系数		暴雨 强度		粗糙 系数		最小 覆土 (min)		工程量										雨水计算表方案一																					
1																																									
2		12		0.5		KS		0.013		1		开始迭代										展开										隐藏部分表格									
起点 编号		终点 编号		管段 长度 (m)		本段 面积 (公顷)		转弯 面积 (公顷)		参考 时间 (s)		暴雨 强度 (0.0 001X 3.2)		初选 管径 (mm)		流速 (m/s)		判断是 否满足 最小坡 度		起点 地面 标高 (m)		终点 地面 标高 (m)		修正起 点管底 标高 (m)		跌水 高度 (m)		修正终 点管底 标高 (m)		修正 起点 管底 埋深 (m)		修正 终点 管底 埋深 (m)									
3																																									
4		1		2		100		2.38		0.131		134.2		400		1.27		满足		20		19.5		18.60		0.00		18.01		1.40		1.49									
5		2		4		100		3		2.38		128.3		600		1.22		满足		19.5		19.5		17.81		0.00		17.49		1.69		2.01									

图 3 隐藏后的计算界面

3 方案二计算原理

方案二与方案一相比更好理解,计算也更简单,由于本管段的设计雨水量与本管段流速无关,故可直接以管径为自变量通过管径的改变来完成雨水计算,其计算过程和方案一基本相同,不同之处在于管内流行时间的确定不同,计算界面见图 4。

G6					F6=MAX(IF(A\$3:\$B5=A6,\$J\$3:\$J5,0))						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	汇流 时间 (min)	径流 系数	暴雨强度	粗糙系数	最小覆土 (m)	雨水计算表方案二					
1											
2	12	0.5	K5	0.013	1						
3	起点 编号	终点 编号	长度 (m)	本段面积 (公顷)	转弯半径 (公顷)	累计算 面积 (公顷)	最大上 游管段 内时间 (min)	管内 时间 (min)	总时间 (min)	管内 总时间 (min)	暴雨强度 (0.0001 ×L/s×a2)
4	1	2	100	2.38	0	2.38	0	1.254	12	1.254	140.35088
5	2	4	100	3	2.38	5.36	1.254	1.357	14.508	2.611	129.00
6	3	4	100	1.82	0	1.82	0	1.639	12	1.639	140.35

图 4 方案二计算界面

简单说明如下,图 4 Excel 表格中 $G4 = [MAX(IF(A\$3:\$B5=A4,\$J\$3:\$J5,0))]$ 用于确定与本管段连接的上游管段中管内流行时间的最大值, $H4 = C4/N4/60$ 用于确定本管段管内流行时间, $I4 =$

$2 * (G4) + \$A\2 为管内雨水流行时间,其中 2 为折减系数。 $J4 = G4 + H4$ 为从管段起点流入到本管段终点断面的雨水流行时间^[3],它的作用是为下游管段的管内雨水流行时间的判断作准备。

与方案一相同,当我们点击 Q2 位置处的“工程量”按钮便可得到工程量。

4 两个方案比较

从以上两个方案比较看出:两个方案最大的不同是管内流行时间的确定方法不同,导致了在同一地段设计流量、管径的不同。在埋深基本相同的情况下第二种方法要比第一种计算方法所求得管径要大些。所以在设计要求高的地区我们可以采用第二种方法。但第二种方法设计出的管径与实际相比偏大,造价偏高,有点浪费,所以在国外一些国家不采用。

5 结语

以上都是通过枚举管径的方法以求得合适结果,主要是由于雨水管径的不连续性以及管径规格的规定性所致。而流速只是一个控制条件,而且是连续参数,只要保证在一定的范围内即可。当然,在进行雨水计算整个过程中,并不是一个简单的数学问题,许多判断需要丰富的设计经验来完成。

Excel 的计算过程简单直观,易于掌握,对方案的修改变动有很强的适应性,对于设计人员很实用。笔者曾在设计中使用此表多次用于实际雨水管道的计算,在提高了效率的同时避免了由于人为判断的错误。目前此计算表格在中国市政工程东北设计研究院正推广试用,效果很好。

参考文献

- 彭永臻,崔福义. 给水排水工程计算机应用. 第 2 版. 北京:中国建筑工业出版社,2005
- 王宏儒. Excel VBA (2002 - 2003) 程序设计. 北京:中国铁道出版社,2002
- 孙慧修,郝以琼,龙腾锐. 排水工程(上册). 北京:中国建筑工业出版社,1999. 78

通讯处:150090 哈尔滨工业大学二学区六公寓 519

电话:(0451)86284772

E-mail:liliqihit@126.com

收稿日期:2007-08-13

修回日期:2008-01-15