

应用微型计算机整编杏子河流域Q~F 及W~F曲线的方法

帅启富 刘梅梅

(中国科学院西北水土保持研究所)

一、引言

目前为止的研究表明,小流域洪峰流量(Q)和洪水总量(W),与其相应的汇水面积(F)密切相关。许多需要经常使用Q、W资料的有关部门,都要求有一个准确的Q~F和W~F关系图可供随时查用。因为直接计算Q、W的工作量较大,而且人工计算很不方便。然而,目前许多地区还不能满足这个要求,即使过去已经有了Q~F及W~F资料的地区,随着科学技术水平的提高和资料的积累,现在仍需要加以修正。因此,进一步探讨Q~F及W~F的整编方法,就是非常必要的了。

我们在配合进行杏子河流域综合考察的内业工作时,应用TRS—80微型计算机整编了杏子河流域的Q~F及W~F关系曲线。现将整编的程序方法作一初步总结,并简述其应用过程和成果,供有关部门参考。

二、基本方法

计算小流域暴雨洪峰流量和洪水总量的公式很多,经过计算比较,我们选用“一院两所”法(即铁道部第一设计院、中国科学院地理研究所和铁道部科学研究院西南研究所三单位研究的方法)作为整编的基本依据。因为这个方法是根据暴雨洪峰流量形成的物理模型,而推导出相应的计算公式,它考虑了较多的自然地理因素,比较符合实际。

小流域洪峰流量比较突出地或灵敏地反映出各单项因素的影响,例如流域的植被与土壤或其他自然条件可能在相隔很近的两个流域上截然不同,从而造成它们流量的明显差别。由于“一院两所”法对洪峰流量的求解比较复杂,往往采用图解和简化方法来解决,但这样的计算误差均较大。现在借助于电子计算机,就可以用数解法准确地求解了。

在计算之前,首先通过调查分析本流域自然地理条件,确定该地区的小流域特征值。例如山坡流速系数 A_2 ,河槽流速系数 A_1 (反映糙率 n 和扩散系数 α),地形参数 I_1 、 I_2 、 L_1 、 L_2 等。由于在小面积范围内,许多地理条件相似,故参数 I_1 、 L_1 、 I_2 、 L_2 、 A_1 等可近似认为仅随F变化,因而采用 $C = XF^\gamma$ 的形式进行概化处理。其次是按流域内土质特性、地表侵蚀与切割程度,划分出暴雨损失等级或损失参数。然后将这些概化值编入程序。

为便于程序的编制或计算,现将“一院两所”法基本方程式中的有关符号进行简化,即令

$$X_2 = R_2 S_d^{r_1 - 1} (t_q + d)^{d(1-r_1)} \quad (1)$$

式中: R_2 ——流域内暴雨损失参数;
 S_d ——设计频率下暴雨雨力(毫米/小时);
 r_1 ——暴雨损失指数,采用概化值;
 t_q ——造峰历时(小时);
 d, n_d ——暴雨时间参数和衰减指数。

同样地,
$$K_1 = \frac{0.278L_1}{A_1 I_1^{0.35}} \quad K_2 = \frac{0.278L_2^{0.55} F^{0.5}}{A_2 I_2^{1/3}}$$

其中: I_1, I_2 分别为河槽坡降和山坡坡降(米/公里);
 L_1, L_2 分别为主河槽长度(公里)和山坡平均坡长(公里);
 A_1, A_2 分别为河槽与山坡的流速系数。

再进一步简化,可令

$$K_3 = 0.278 S_d F \quad X_1 = n_d / (1 + d n_d^{-1})$$

$$X_4 = (1 - P_1) r$$

于是,我们便得到简化符号后的公式形式:

$$\left. \begin{aligned} (a) \quad Q_m &= K_3 P (1 - X_2) (t_q + d)^{-n_d} \\ (b) \quad t_q &= P_1 [K_1 Q_m^{-0.35} + K_2 Q_m^{-0.55}] \\ (c) \quad n_d^* &= X_1 (1 - X_2 r) / (1 - X_2) = \frac{r P_1 X_4}{1 - X_4} \end{aligned} \right\} (2)$$

为减小篇幅,对计算中有关水文上常用的符号,本文不再赘述。请参看小流域暴雨径流研究组著《小流域暴雨洪峰流量的计算》即可。求出洪峰流量后,便可用下式计算洪水总量 W 以及洪水过程线参数 m :

$$W = 1000 a_{t, t_c} F \quad (3) \quad m = 5.8 W_0^{-1.81} \quad (4)$$

三、程序的步骤与编制

流域特征值的概化工作完成后,便可按上述方法或式(2)、式(3)、式(4)编制程序,用电子计算机进行计算。程序的主要步骤如下:

1、输入基本资料:

- (1) 不同设计标准下的暴雨参数 S_d 值;
- (2) 有关参数概化值 A_1, I_2, R_1, R_2 和 d, n_d 。

2、按不同的 F 计算小流域特征值 $A_1, I_1, L_1, L_2, K_1, K_2, R$ 等。

3、取一个 F ,计算不同重现期的洪峰流量 Q :

- (1) 假设 T_{Q1} ,得出相应的 P_1 ;
- (2) 计算 P, Q_m, T_{Q2} 值;
- (3) 判断结果,若 $|T_{Q1} - T_{Q2}| \leq 0.01$,可进行步骤4,否则重新设 T_{Q1} ,再计算一次。

4、计算不同面积不同重现期的洪水总量 W :

- (1) 计算 $t_{上}, t_4$;
- (2) 用试算法确定 t_c ;

(3) 计算相应的 A_1 、 W 值。

5、计算洪水过程线参数 W_0 、 m 值。

6、打印(输出)结果, 结束。

根据上述主要步骤和基本方法, 可作出如下程序框图(见图1)。有了这个程序框图, 就很容易编制程序了。为便于程序方法的推广应用, 现给出我们编制的程序清单:

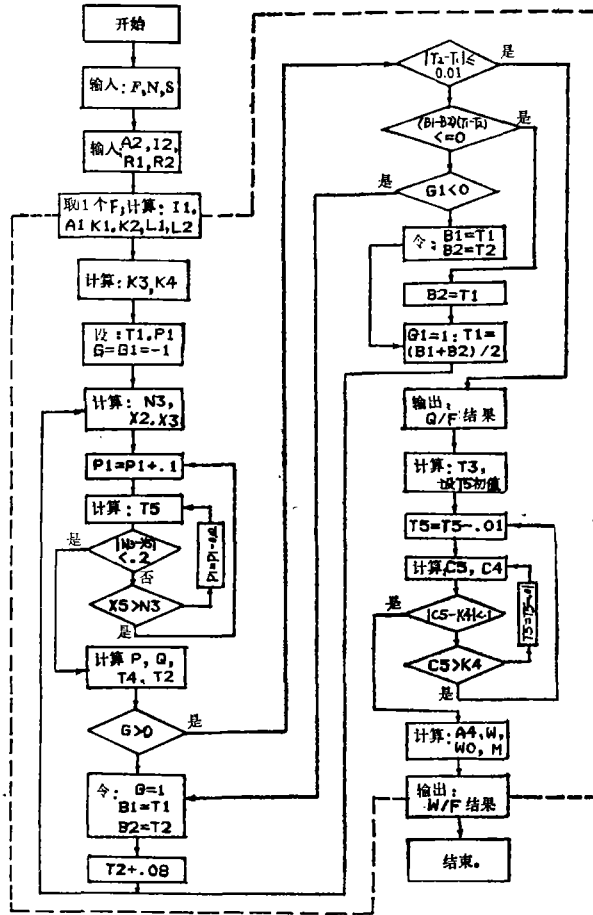


图 1

```

80 K1=0.278*L1/(A1*I1^0.35):K2=
0.278*L2^0.5*F^0.5/(A2*I2^(1/3))
90 R=2.1*(K1+K2)^(-0.06)
100 LPRINT"FOR F=";F,"A1=";A1,
"I1=";I1,"L1=";L1,"L2=";L2
110 LPRINT"K1=";K1,"K2=";K2,"R
=";R,"B=";K1/K2,"BB=";L1/F
120 FOR H=1 TO 5
130 S=Y(H)/(1+0.016*F^0.6)
140 K3=0.278*S*F:K4=R2*S^(R1-1)
150 T1=0.05:P1=0.58
160 G=-1:G1=-1
170 X2=(T1+D)^0.217*K4
180 X3=(1-R1*X2)/(1-X2)
190 N3=N1*X3/(1+D/T1)
200 P1=P1+0.1:PRINT"P1=";P1,"R
=";R
210 X5=R*P1*(1-P1)^(R-1)/(1-(1-
P1)^R)
220 PRINT"N3=";N3,"X5=";X5,"P1
=";P1;
230 IF ABS(X5-N3)<0.25 THEN 270
240 PRINT"N3=";N3,"X5=";X5,"P1=
";P1
250 IF X5>N3 THEN 200
260 P1=P1-0.02:GO TO 210
270 P=1-(1-P1)^R

```

```

10 DIM G(13),X(5),Y(5)
20 FOR I=1 TO 13:READ G(I):
NEXT I
30 FOR H=1 TO 5:READ X(H),
Y(H):NEXT H
40 FOR I=1 TO 13:F=G(I)
50 A2=0.045:I2=350:R1=0.69:D=
0.03:R2=1.02:N1=0.7
60 I1=52*F^(-0.31):A1=0.2*F^
(-0.04)
70 L1=1.6*F^0.6:L2=0.2*F^0.35

```

```

280 Q=K3*P*(1-X2)*(T1+D)^(-N1)
290 PRINT"P=";P,"Q=";Q
300 T4=K1*Q^(-0.3)+K2*Q^
(-0.5):T2=P1*T4
310 PRINT"T4=";T4,"T2=";T2
320 IF G>0 THEN 350
330 B1-T1:B2=T2:G-1:T1=T2+0.08
340 GO TO 170
350 IF ABS(T1-T2)<0.1 THEN 430
360 IF (B1-B2)*(T1-T2)<=0
THEN 400

```

```

370 IF G1<0 THEN 330
380 B1=T1:B2=T2
390 GO TO 410
400 G1=1:B2=T1
410 T1=(B1+B2)/2
420 GO TO 170
430 LPRINT"WHEN N=";X(H),
    "S=";S,"N3=";N3,"T1=";T1,
    "T4=";T4
440 LPRINT"D1=";(T1-T2)/T1*100,
    "P=";P,"P1=";P1,"Q=";Q,
    "M1=";Q/F
450 T3=(0.1+0.9*P1)*T4:T5=0.1
460 T5=T5+0.05
470 C4=1+N1*(1-R1):C5
    =(T5+D-N1*T5)/(T5+D)↑C4
480 PRINT"C5=";C5,"K4=";K4,
    "T5=";T5
490 IF ABS(C5-K4)<0.1 THEN 520
500 IF C5>K4 THEN 460
510 T5=T5-0.01:GO TO 470
520 A4=S*N1*T5/(T5+D)↑1.7:W2=
    A4*T5*F:W=1000*W2
530 W0=0.278*W2/(Q*T3):M
    =5.8*W0↑(-1.81)
540 LPRINT"A4=";A4,"W=";W,"W
    0=";W0,"M=";M,"M2=";W/F
550 LPRINT"T3=";T3,"T5=";T5,
    "C5=";C5,"D2=";(K4-C5)/K4*100
    "T6=";W/Q
560 NEXT H:LPRINT" "
570 NEXT I:END
580 DATA 1, 2, 5, 10,20,50,100,150,
    200,250,300,400,500
590 DATA 10, 38, 20, 44.3, 50, 52.7,
    100, 59, 200, 65.3

```

四、应用过程及整编成果

将上述方法应用于陕北杏子河流域的实际计算，是配合该流域综合考察内业工作进行的。现将其应用过程和整编成果简述如下，以供参考。

根据我们对杏子河流域的调查情况分析，选用损失参数 $R_2 = 1.02$ ， $r_1 = 0.69$ ，流域特征值的概化成果见表1。然后将这些概化值编入程序，在TRS—80微型机上进行计算，其结果十分满意。

表1 小流域特征值概化成果

编号	名称	概化式	编号	名称	概化值
1	河槽比降	$I_1 = 52F^{-0.31}$	5	山坡流速系数	$A_2 = 0.045$
2	河槽流速系数	$A_1 = 0.2F^{-0.04}$	6	山坡坡度(%)	$I_2 = 350$
8	河槽长度(公里)	$L_1 = 1.6F^{0.8}$	7	暴雨衰减指数	$n_d = 0.70$
4	山坡长度(公里)	$L_2 = 0.2F^{0.35}$	8	时间参数	$d = 0.03$

计算机输出的总成果如表2所示。若将这些数据点绘在对数坐标纸上，就是我们所需要的 $Q \sim F$ 及 $W \sim F$ 关系曲线(见图2和图3)。最后再将这些结果进行回归分析计算，便可得到洪峰流量 Q 和洪水总量的经验计算公式(见表3)。

有了这些图表和经验公式，实际工作中使用起来就非常方便。

表2 小流域Q~F及W~F计算成果

集水面积 (KM ²)	不同重现期洪峰流量 (m ³ /S)					不同重现期洪水总量 (万立方米)					流域形 状综合 系数 (R)
	10	20	50	100	200	10	20	50	100	200	
1	17.8	21.5	27.0	31.1	35.3	1.76	2.16	2.67	3.10	2.44	2.11
2	30.5	37.2	47.0	54.2	61.5	3.49	4.27	5.30	5.93	6.82	2.05
5	60.4	75.0	94.1	109.0	126.0	8.57	10.0	13.0	14.6	16.8	1.97
10	69.5	88.2	113.0	132.0	152.0	16.8	19.6	24.5	28.6	32.8	1.91
20	105.0	132.0	170.0	200.0	231.0	30.8	38.0	47.5	55.4	63.7	1.85
50	146.0	206.0	244.0	323.0	369.0	72.3	89.2	111.0	130.0	144.0	1.78
100	192.0	247.0	321.0	389.0	448.0	135.0	166.0	198.0	232.0	268.0	1.72
200	224.0	298.0	399.0	472.0	568.0	228.0	284.0	358.0	421.0	466.0	1.67
300	235.0	305.0	424.0	513.0	598.0	217.0	342.0	499.0	558.0	649.0	1.65

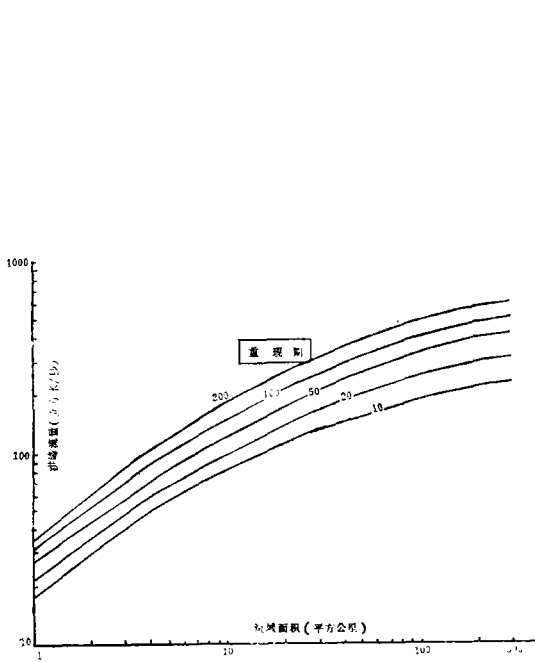


图2 小流域Q~F关系曲线

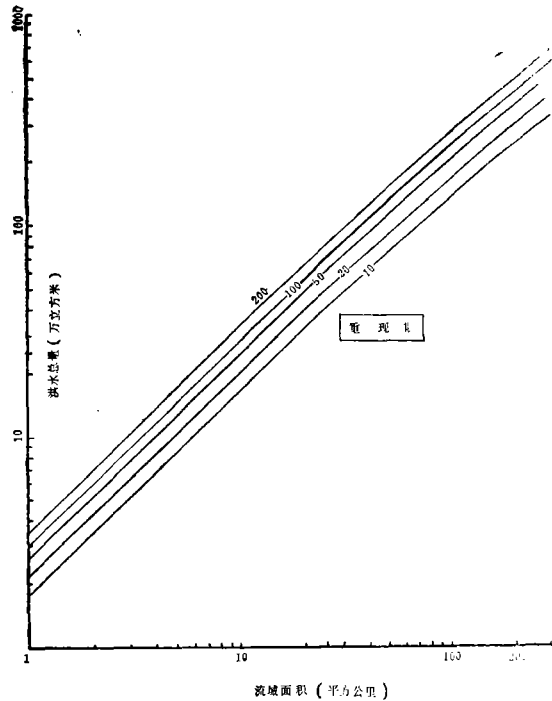


图3 小流域W~F关系曲线

黄土区土壤春墒与近地层气象因子的关系

黄国俊 蒋定生 帅启富

(中国科学院西北水土保持研究所)

土壤水分是农作物生长发育的重要因素之一，它对农田各项活动的顺利进行和能否有良好的耕作质量，农作物的收成好坏都有密切的关系。一个地区的土壤水分状况和当地的气候、地形、土质、植被和农业生产活动因子有关，大气降水是土壤水分的最基本来源，空气、温度、相对湿度和风直接影响土壤的水分消耗，使土壤含水量呈明显的季节性变化。陕西黄土区春季干旱少雨，旱情较为严重。据绥德县29年的资料统计分析，春旱类（包括冬春旱、春旱、秋冬春旱、冬春夏旱和春夏旱）共30次，占各类干旱总数的41%。而春季正是春播作物播种出苗和夏熟作物大量需水阶段，也是水土保持造林种草的时节，倘若能预报这个时期的土壤墒情，及时采取对策，趋利避害，为农业生产获得好的收成有一定的实际意义。但是必须注意到，由于土壤水分状况直接观测资料的局限性，人们很希望寻找一个方法以便进行预测。美国土壤分类学家曾根据气象站有关降水量、温度和蒸发势方面的资料来判断土壤的水分状况。近年，苏联B.P.波洛布耶夫和H.H.伊万洛夫等人建立了空气相对湿度以及湿润系数（ $K = \text{降水量} / \text{蒸发量}$ ）与土壤含水量之间的相

表3 小流域Q~F及W~F经验计算公式

重现期	洪峰流量Q (立方米/秒)	洪水总量(万立方米)
10	$Q_p = -94.2 + 112F^{0.19}$	$W_p = -0.9 + 2.66F^{0.84}$
20	$Q_p = -94.5 + 116.5F^{0.22}$	$W_p = -1.05 + 3.21F^{0.84}$
50	$Q_p = -95.7 + 122.7F^{0.25}$	$W_p = -1.34 + 4.01F^{0.84}$
100	$Q_p = -114.2 + 145.3F^{0.266}$	$W_p = -1.81 + 4.91F^{0.84}$
200	$Q_p = -151.6 + 186F^{0.244}$	$W_p = -2.55 + 5.0F^{0.84}$

五、结 语

通过杏子河流域的实际计算或应用，我们感到，应用电子计算机来整编小流域Q~F及W~F关系曲线，不仅能避免人工计算造成误差，而且能节省大量的人力和时间，具有速度快、精度高的效果。然而，流域特征值的概化处理 and 暴雨参数的确定，对计算结果的影响是相当明显的。

本文所总结的程序方法，应用起来比较方便。它只需要在实际整编时，将该地区的流域特征值和暴雨参数编入程序，便可输入计算机计算，得出满意的成果。这个程序方法的另一个特点是，它同样适用于单个流域的Q、W计算。应当指出，程序方法的技巧性很强，需要加以不断地改进，才能进一步完善。