

羣众性水利工程 对徑流影响的分析

水利电力部水文局著
河北省水利厅

水利电力出版社

PDG

前 言

去冬今春在全国范围内掀起了群众性的水利建设高潮，无论在山区、丘陵区和平原区都修建了难以数计的各式各样的水利工程。以北易水流域而言，在324平方公里的面积内就修建了中型水库4座(蓄水量共730万公方)、小型水库85座、鱼鳞坑6万亩、涝池1,830个、水平沟235,000公尺……。这些工程兴建后，流域的水文情势必然要发生变化，对暴雨径流的形成条件也势必产生相当显著的影响。影响到什么程度，也就是这些工程的效益如何？是当前水利规划中急待揭开的谜底。在水文预报和水文计算中，如何考虑今后继续不断兴建的群众性水利工程对径流的影响，则是当前水利化高潮新形势下给水文工作者提出的一个新的研究课题。

为了研究这一问题，今年5月水利电力部和河北省水利厅所属单位组织了查勘工作组，选定大清河流域北易水作为径流试验研究的重点区之一；并在保定专区党政领导的支持和协助下，首先建立了崇陵实验站；随后又在流域内各中型水库及各县普遍开展了群众性的水文观测工作。通过今年汛期的观测，已经收集到了一部分雨量及水位资料，对全部资料的分析研究工作由水利电力部水文局和河北省水利厅组成的工作组合作进行。

分析按以下几个步骤进行：

1. 首先研究了本流域自然地理特征对径流形成条件的影响，从而获得了比较明确的概念，即在本流域的自然地理情况下应用初渗及入渗曲线来计算净雨，为什么可以获得颇高的精度的原因，以及为什么可以应用单位线来计算径流过程。

上述论断的依据将在流域自然地理特征分析一节中详细阐述。

2. 应用已经确定的方法对历史资料严格地进行分析，制定出

在羣众性水利工程前的暴雨徑流規律。

关于流域初滲值及入滲曲綫的分析，是以徑流試驗站的分析成果与大区进行比较。

3. 用今年各次暴雨推算出兴建羣众性水利工程以前和只考虑修建中型水庫情况下的洪水过程綫；其与今年实测洪水过程之差，即为全部水利工程和小水庫、魚鱗坑等各种羣众性小型水利工程的效益；这两种工程效益的差值，就是中型水庫的效益。

4. 从今年为数不多的可供分析的資料，重新推求新的暴雨徑流規律使与开展羣众性水利工程以前的規律进行比较，并就其变化程度与現有工程的关系作初步的探討。

以上几个步驟的分析方法將在以下各节中順序地加以闡明以獲得其他單位的徑流研究工作同志更多的帮助和指正。

目 录

一、流域自然地理特征分析	4
1.流域的地形和地勢	4
2.流域內暴雨特征及产流区面积分析	5
3.流域內降雨与地形的关系	6
4.流域內植物被复	7
5.河网密度及弯曲度	7
6.兩点結論	7
二、流域內水文測站沿革及作为分析依据的資料的精度驗證	8
1.流域內水文測站沿革	8
2.作为分析依据的資料的精度驗證	8
三、羣众性水利工程兴建以前大面积暴雨徑流关系分析	11
1.方法的理論基础	11
2.易县以上流域暴雨徑流規律計算成果	16
四、徑流站資料分析	22
1.徑流試驗区的基本情况	23
2.測驗方法和流量資料的計算与整理	24
3.雨量資料狀況	25
4.分析成果	26
5.小区分析成果与大区的对比	38
五、工程效益計算	40
六、羣众性水利工程兴建前后暴雨徑流关系的变化及其与工程数量之間的关系分析	56
1.初滲值的对比分析	56
2.河網單位綫的对比分析	57
3.在规划設計中考虑羣众性水利工程对徑流影响的計算方法的初步建議	59

一、流域自然地理特征分析

北易水为大清河北支的一条支流（见图1），发源于易县境内太行山脉云蒙山南麓，西北部隔云蒙山与拒馬河为界，南鄰中易水，河流自西向东，流經涞水、定县，在东引村与中易水相会，在汇合口以下一公里京广铁路大木桥处注入南拒馬河。

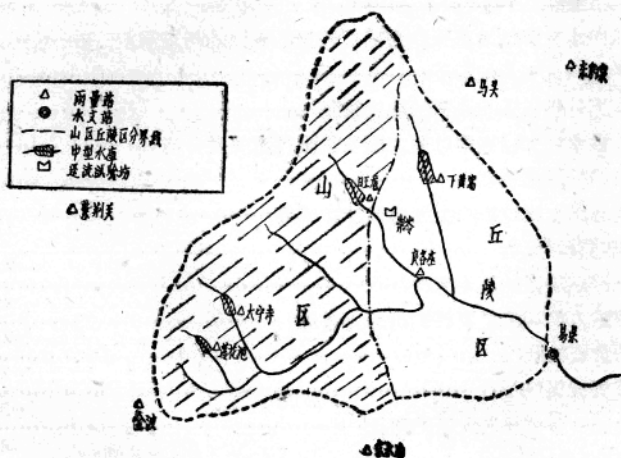


图1 北易水流域略图

1. 流域的地形和地势

北易水易县以上流域面积共324平方公里，干河长度24公里，支流多集中北岸，南岸较大支流仅有一条，流域形状呈向北岸鼓起的半圆形。流域内地势西部、北部、南部均为深山区，东部地势较低为浅山丘陵区。流域内地面高程在50至600公尺之间变化，个别山头高度在海拔1,000公尺以上。以地势划分，大致从金波、太宁寺、旺龙、奇峯庄、真武庙一线以北为深山区，以南为浅山丘陵区，深山区面积共220平方公里，占易县以上流域面

积的68%，浅山丘陵区面积104平方公里，占32%。干河河谷間距約2~3公里，河槽寬度在梁各庄以上为100~200公尺，以下为400~1,000公尺。干河河底坡度在小龙华以上为1/100，小龙华与五道河之間为1/100~1/300，五道河与易县之間在1/1,000左右。

2. 流域內暴雨特征及产流区面积分析

流域內气候属于温帶大陆性季风区特征，由于流域內地面高度相差悬殊，所以冷暖空气交綫，鋒面輻合及地形对气流的抬升作用，是形成本地区暴雨的主要原因。暴雨的特点是历时短、次数多、强度大、雨面广。从暴雨期內产生徑流的面积来看，用1955~1958年9次中型暴雨进行分析如表1，可見9次暴雨的平均雨量仅33.0公厘；土壤前期含水状况中等；而平均产流面积已达56.4%；在前期雨量 $[\Sigma K^t(P_t - R_t)]$ 极大的情况下，30公厘的雨量已能在全流域产生徑流；在前期雨量甚小的情况下，估計60公厘以上的降雨全流域可产生徑流。

表1 产流面积占总面积百分数統計表

年 月 日	产 流 区 (平方 公里)	总面积 (平方 公里)	占总面积 的百分比 (%)	一次暴 雨的平均 雨量 (公厘)	最 大 雨 量 (公厘)	最 大 雨量站 站 名	流域平均 前期影响 雨 量 (公厘)
1955.8.19	139	324	42.9	10.9	39.9	金 波	100.0
8.9	185	324	57.1	61.0	75.0	东豹泉	12.0
8.13	324	324	100.0	54.3	60.9	易 县	15.0
8.15	100	324	30.8	31.1	97.0	紫荆关	50.2
1956.7.17~18	233	324	71.9	55.0	67.8	紫荆关	5.7
7.24~25	48	324	14.8	19.4	50.6	紫荆关	17.0
7.29	100	324	30.8	17.3	50.0	金 波	19.0
8.9	286	324	88.2	(23.5)	34.6	金 波	69.7
8.14	233	324	71.9	(26.5)	36.6	金 波	29.3
平 均			56.4	33.0			27.6

附注：1.有()者8日9日一次平均雨量未包括东水冶在內，8月14日一次平均雨量未包括东豹泉在內。

2.产流面积是根据泰森多边形求得。

3. 流域内降雨与地形的关系

由分析可知，凡較大的暴雨，淺山、丘陵區雨量較小，其變化隨着地面高程的增加而有比較顯著的增加；深山區內的強度變

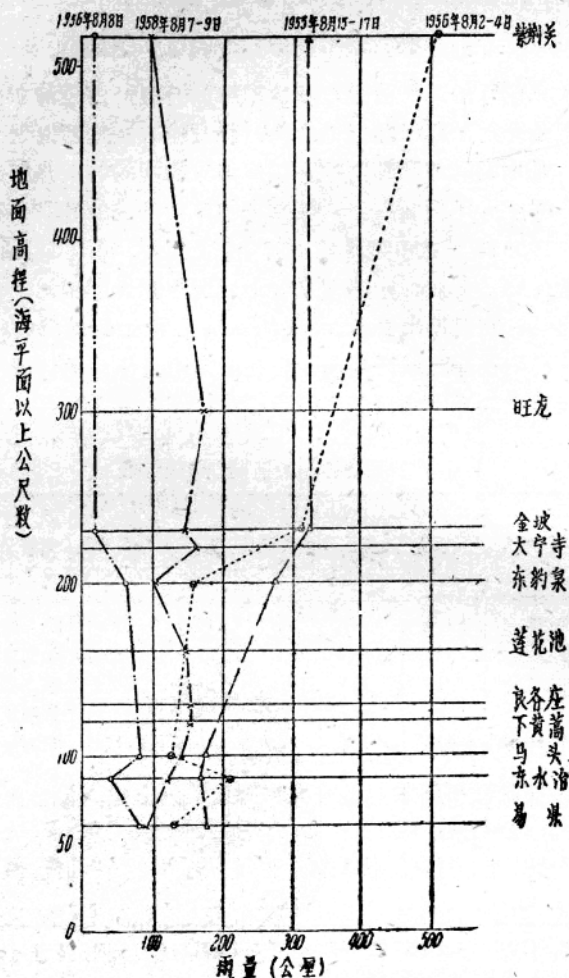


图2 北易水一次暴雨量与地形的关系

化則反而是比較均勻的(如图 2 所示)。1958年 8 月 2 ~ 4 日暴雨由台风形成, 气团自沿海向內陆伸展, 受地形抬升作用的影响特別明显, 因而雨量的差异亦特大, 自西北下来的冷鋒面和西南向东北移来的低渦所形成的降雨, 一般說来地形的影响是并不显著的。

4. 流域內植物被复

流域內植物被复极为良好。由于解放后大力开展了水土保持工作, 水土流失現象已基本上制止。現在深山区植被面积在 60% 以上, 淺山区在 30 ~ 60% 之間, 丘陵平原区在 30% 以下, 在人烟稀少的云梦山上仍有小片的森林, 林木以榆、槐、柳及各种果树为多。

5. 河网密度及弯曲度

流域內河网密度 $\rho = 0.61$ 公里/平方公里(包括一級支流及有名小沟)。因为河网密度較大, 排水迅速, 暴雨以后, 洪水进入干河的时间很短。干河河道較為平直, 弯曲度为 1.28, 亦縮短了汇流时间。

6. 兩点結論

从以上流域自然地理特征的概略分析中, 可以归納出以下兩点結論:

1) 由于流域內暴雨的雨面广, 雨量集中, 产生徑流的面积占总流域面积的百分数大, 因而采用初滲及入滲曲綫来扣除下滲的方法是可以应用的。这种方法只是在产流区面积較小的情况下給出較大的誤差。

2) 流域內大部为深山区, 丘陵区所占面积极小, 流域內河网的坡度极陡(由水文調查的資料表明, 中小沟壑的坡度自 200% 到 10%, 干河大部河段的河底坡降在 1/100 上下), 因而河网汇流的速度是大的; 流域內河网密度較大, 因而可以認為暴雨后洪水

的宣泄是通暢的，河网蓄水量相对而言是不大的，这样，暴雨强度大小不同、以及累計降雨量大小不同对河网汇流曲綫的变化影响程度，相对而言也不会很大。这就給应用河网單位綫計算徑流过程創造了条件。为了考虑流域內产流区徑流深度的不均匀分布对汇流曲綫的影响，計算工程效益时采用了暴雨中心位置不同的河网單位綫，即是經驗性地处理了这个問題，从而使計算成果获得較高的精度。

二、流域內水文測站沿革及作为分析 依据的資料的精度驗証

1. 流域內水文測站沿革

解放前流域內仅易县設有雨量站一处，記錄断續不全。1950年起恢复雨量觀測，1955年起开始觀測水位，1958年汛前改为水文站开始流量測驗。1955年起在流域外圍增設金波及东豹泉兩雨量站；中易水东水冶站于1951年建立，其雨量資料可以利用。北拒馬河紫荆关站1949年即恢复觀測，其雨量資料亦可利用。这样，在1955~1957年間，有五个雨量站資料可以应用，其中除易县站为流域出口外，其余四站均在流域外不远处，圍繞流域周界，分布尚較均匀。易县站水位应用1958年的水位~流量关系曲綫可以推出其流量过程，因而这三年資料是本文中分析过去的暴雨徑流規律的主要依据。

1958年流域內除了在崇陵建立了徑流試驗站外，并开展了羣众性水文觀測工作，設計立雨量站10处及水庫水位站4处。在8月上旬开始陸續建立，故今年7月份的兩次洪水沒有記錄；8月兩次暴雨由于乡社觀測人員业务不够熟悉，記錄不完整，能供分析应用的只是四个中型水庫水位站的雨量資料。

2. 作为分析依据的資料的精度驗証

1) 徑流資料的精度驗証：

这里包括两个問題：(1)应用1958年易县站的水位~流量关系用1955~1957年水位推求流量过程，应该了解易县站各年水位~流量关系是否发生变化。(2)1958年易县站漏测了洪峯，水位~流量关系曲线有相当一段是延長的，延長部分能否代表真实的关系。

关于第一个問題，曾將历年易县站大断面图进行了比較，发现断面逐年均有冲刷；但是以1958年汛期各次洪水实测資料进行分析，发现断面面积和流速曲线的变化具有互相抵偿的特征，即断面逐渐冲刷，同一水位的相应流速逐渐减少，因而使1958年汛期实测点子成为单一的水位~流量关系曲线。低水部分点子較乱，这一方面和低速测流的精度有关，另外对洪水分析影响亦不大。如果我们認為这种补偿作用是存在的，但不等于完全相消，則可以把今年的流速曲线乘各年的断面的面积曲线推得的流量过程，与应用1958年水位流量关系曲线推出的流量过程进行比較，誤差在10~20%之間，即是不考虑互相抵偿时可能达到的最大誤差。实际誤差必然小于此值，因此，可以認為用1958年的水位~流量关系曲线用1955~1957年水位資料去推求流量过程的誤差一般在10%以內。关于第二个問題，曾經作了如下的分析：易县站在中、低水时用流速仪測量，高水时則用浮标施测。今年最高水位为51.00公尺，而实测最大流量223秒公方时的相应水位为50.67公尺。要推算750秒公方的流量，相应水位約为51.40公尺。需要延長0.70公尺左右，占全部水深变化的30%左右，因而已是有根据加以延長的极限情况，延長时必須具有足够的論据。

延長用以下两种方法：(1)主槽部分按曲线趋势延長水位~流速曲线，与相应水位的面积相乘得主槽部分流量；漫滩部分用曼宁公式采用河床糙率 $n=0.04$ 、比降 $S=\frac{1}{500}$ (实测)求得，將兩部分流量相加求得水位流量关系曲线的延長部分。(2)漫滩部分因流量很小仍用上法計算，主槽部分应用 K 曲线， $K=\frac{1}{n}S^{\frac{1}{2}}$ ，

因为中高水有实测资料部分的 K 值已接近常数,说明 n 值与 S 值的变化具有相互抵偿的作用,故将 K 曲线在高水部分用常数延长,乘以各水位时相应的 $R^{\frac{2}{3}}$ 值(R ——水力半径),得高水部分的水位流速曲线,乘以相应的断面面积,得高水部分的水位~流量关系曲线。以上两种方法延长的结果是一致的;虽无法估计其误差,但是可以认为是在测验可能达到的精度范围以内。

2) 降雨资料的精度验证:

这方面也包括两个问题:一是1955~1957年仅有流域周围雨量站,由此求得的流域内平均雨量的精度如何?另一是由于流域内地面高程的差异,各站雨量应如何计算才能代表真正的流域平均雨量值。

关于第一个问题,作了如下的验证:

应用1958年8月7~9日的降雨,都采用算术平均法,第一种情况用流域周围的紫荆关、东水冶、金波、东豹泉及易县五站求得平均雨量为113.0公厘;第二种情况只用流域内易县、莲花池、梁各庄、太宁寺、旺龙、下黄蒿六站求得平均雨量为147.0公厘;第三种情况应用上述流域内外十一站求得平均雨深为135.0公厘。如果我们认为第三种情况最符合实际情况,则光用流域周围五站的雨量资料求得的平均雨量偏小16%。当然,这说明深山区的雨量要比东水冶、东豹泉、金波等深山、浅山区界线附近雨量一般要大些,比流域出口处易县就更大些,所以用历史资料中外围站雨量计算的流域平均雨量可能略为偏小,因而分析的初渗值及入渗率亦可能偏小,这就使我们计算的工程效益可能略为偏大。

关于用什么方法计算流域平均雨量较好?曾经进行了比较。

用1955年和1956年四次洪水及1958年8月一次洪水所作的比较如表2。

从表2可知,单用流域外五站资料时,算术平均法求得的一般是平均情况,在大暴雨时,因山区雨量较大,分别山区、丘陵区求得的平均雨量较大;反之,在小雨时,分别山区、丘陵区考虑,

表 2 各种方法计算流域平均雨量成果比较表

方 法 年 月 日 雨 量	用流域周围五站资料计算			用流域内外十一个站资料计算		
	全流域用 泰森氏 加 权	分别山区 及丘陵区 用泰森氏 加 权	算术平均	全流域用 泰森氏 加 权	分别山区 及丘陵区 用泰森氏 加 权	算术平均
1955.8.9	42.8 ^①	31.4 ^③	35.5 ^②			
1955.8.15~17	253.7 ^③	280.7 ^①	258.7 ^②			
1956.8.2~4	236.1 ^③	312.0 ^①	267.2 ^②			
1956.8.8	53.6 ^①	39.2 ^③	46.1 ^②			
1958.8.7~9	108.4 ^③	115.3 ^①	113.0 ^②	145.4 ^①	136.1 ^②	135.0 ^③

注：①、②、③，为各种方法求得的平均雨量由大到小的排列序次。

其值反小。这种结果说明，如果我们应用全流域泰森多边形法求的全流域平均雨深可以偏小5~24%，平均偏小15%左右。这样，如果用流域外五站又用全流域泰森氏加权法其雨量偏小的误差在20%左右，以1958年8月7~9日洪水证之($135 - 108 / 135 = 20\%$)，大致符合。为了消除上述影响，在用历史资料推求入渗曲线时，山区、丘陵区分别用泰森氏加权法计算平均雨量，在做初渗值分析时，应用产生径流很小的暴雨资料，且对产流区域进行了分析，从而确定流域初渗值，并使雨量计算的误差缩到最小。

三、群众性水利工程兴建以前大面積

暴雨径流关系分析

1. 方法的理论基础

1) 入渗理论及计算方法：

在大流域，由于径流形成过程非常复杂，至今应用的扣除流域各种损失的方法还不是十分完善的。兹将本文中计算入渗的方法的理论依据及计算步骤概述如次：

根据水量平衡原理，一次暴雨的水量平衡方程式为：

$$P - R = \Phi_0 + \bar{f}t + V_d + D_a + T \quad (1)$$

式中 P ——累积降雨量(公厘)；

R ——累积径流深(公厘)；

Φ_0 ——地面积水前表土吸收量(公厘)；

$\bar{f}$ ——平均入渗率(公厘/小时)；

t ——径流历时(小时)；

V_d ——地面凹凸不平截留的水量，亦称填洼量(公厘)；

D_a ——坡地漫流水深(公厘)；

T ——植物截留量(公厘)。

$$\bar{f}t = \sum_{i=1}^n f_i t_i$$

式中 f_i ——径流开始后(即表土湿润后)入渗曲线上的时段平均入渗率(公厘/小时)；

t_i ——入渗曲线采用的时段长(小时)。

Φ_0 在径流开始时即已达到最大值，假设 V_d 及 T 在径流开始时亦已达到最大值，因为这些数值都很小，这一假设引入的误差殊微。 V_d 最终消耗于雨止后的下渗及蒸发， T 一般考虑其消耗于蒸发， Φ_0 、 V_d 及 T 三项都不再参加地面径流，并在径流开始以前即已全部满足。令 $I_0 = \Phi_0 + V_d + T$

式中 I_0 ——产生径流以前的雨量损失，亦称初渗值。

D_a 假设在径流开始时开始，随着径流量的增大而增大；在降雨終了以后，漫流水深在坡面漫流的过程中一部分渗入土壤，一部分进入河网成为径流。

这样水量平衡方程式可转化为：

$$P - R = I_0 + \sum_{i=1}^n f_i t_i + D_a \quad (2)$$

根据上述假设，产生径流时， V_d 及 T 已达到最大值。而流域地貌及植被情况又不改变，则 V_d 及 T 均为常数。

即 $V_d + T = C$ ，(C 为常数)

$$\text{故} \quad I_0 = \Phi_0 + C \quad (3)$$

显然, Φ_0 与土壤的含水率有关。因此,

$$\Phi_0 = f \sum (P_t - R_t) K^t \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{則} \quad I_0 &= f \sum (P_t - R_t) K^t + C \\ &= \varphi \left(\sum_{t=-1}^{-n} K^t (P_t - R_t) \right) \end{aligned} \quad (5)$$

式中 K ——土壤含水率折减系数;

$-n$ ——本次降雨前推的日数, 如 P_{-1} , 即为前五天的降雨量。

令 $\sum_{t=-1}^{-n} K^t (P_t - R_t) B_0$, 則 $I_0 = \varphi(B_0)$, B_0 为前期影响雨量。在实际计算中以降雨强度较大、历时短促、产生径流极微的洪水分析出产流区面积, 將径流量以产流区面积除之, 化为径流深 R ; 考虑径流量很小, 故 D_0 值亦微, 略而不計; 入渗历时极短, 根据相似流域的平均入渗率(或用本流域前期降雨特大初渗为零的洪水分析出平均入渗率)估出 $\bar{f}t$ 值。

$$\text{則} \quad I_0 = P - R - \bar{f}t.$$

$$\text{用} \quad I_0 = \varphi(B_0) = \varphi \left(\sum_{t=-1}^{-n} (P_t - R_t) K^t \right)$$

点繪相关图, 即可用以計算在不同土壤含水情况下径流开始前的水量損失。

漫流水深 D_a 的变化过程, 假設是与通过坡面漫流以后进入河网的总入流成正比。

我們知道总入流过程沒有受到河网調蓄作用的影响, 因而它是研究和揭露坡地上径流形成过程和水向土壤入渗过程的重要工具。

假設降雨終了以后的总入流的退水段水量 Σq_0 完全依靠雨止时坡面漫流水深供給, 而在漫流过程中消耗的水量为 F_0 , 則:

$$D_a = \Sigma q_0 + F_0.$$

今假設在总入流到达最大值的一段短时期內, D_a 值为常数, 該时雨率与总入流之差为入渗率, 即 $p_n - q_n = f_n$; 又假設該时入渗率与总入流之比值在降雨停止后一直保持不变, 則:

$$D_a = \Sigma q_d \left(1 + \frac{F_d}{\Sigma q_d} \right) = \Sigma q_d \left(1 + \frac{f_n}{q_n} \right) \quad (6)$$

因为 f_n 及 q_n 为已知, 故 $K = \frac{f_n}{q_n}$ 为已知, 则:

$$D_a = \Sigma q_d (1 + K) \quad (7)$$

Σq_d 自 徑流終了向前反推至雨止时刻, 則雨止到总入流終了時間內的 D_a 值均可算出。

用各个时段累积的 D_a 值与相应的 q 点繪关系如图 4 所示。由之即可求得降雨过程中的 D_a 全部变化过程。

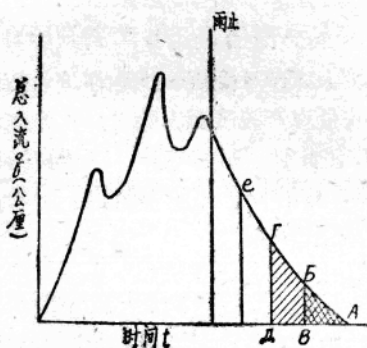


图 3

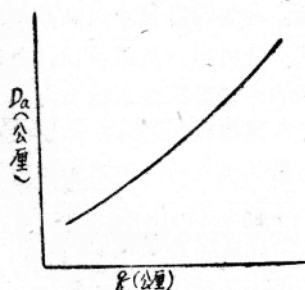


图 4

(縱橫坐标均用对数格)

在求得了 D_a 的过程后, 由 $F = P - \Sigma q - I_0 - D_a$ 即可求得累积入渗量曲线, 此曲线微分线即 徑流开始后的土壤入渗率曲线。

在这里, 入渗曲线分析的理论前提是建筑在全流域产生 徑流的基础之上的(初渗值并无此项条件限制)。根据第一节中流域自然地理特征分析所得出的结论, 本流域基本上符合上述条件。

在实际计算中, 应用上述方法分析多次洪水的入渗曲线加以平均, 并在洪水过程的验证中试错校正之。

在应用降雨历时甚短的资料进行分析时, 可能分析不出稳定入渗率。例如降雨仅三个小时, 而土壤到达稳渗的时间在本流域要在入渗六小时以后, 则该次降雨资料只能分析出入渗曲线的前面三个小时的入渗率。因此, 在本流域可以用作入渗曲线分析的

暴雨資料包括今年的在內也不過四次，僅兩次洪水分析出來的入滲曲綫達到穩定入滲率。其次是用本法求得的入滲曲綫是代表流域內各處的土壤種類、結構及地表狀況的平均情況，如果真實情況確是如此，則降雨在流域內的不均勻的影響是很小的；反之，當流域內土壤的種類、結構、地表狀況的差異很大，因而其下滲的特徵有相當的差異時，除了全流域比較均勻降雨的情況以外，用這種方法對不同暴雨分析的入滲曲綫亦將有較大的差異。本流域的土壤及植被差異都很小，因而用不同暴雨分析出來的入滲曲綫是十分接近的。最後，降雨強度大小對分析入滲曲綫亦有影響，降雨強度大的暴雨，開始時段入滲率較大，但入滲率的減小則非常迅速，強度小的降雨，分析出來的入滲曲綫在開始時段的入滲率較小，但入滲率的減小則相當緩慢。

2) 推求徑流過程的方法及其理論依據：

一般地說單位綫是流域匯流曲綫；亦是單位時段的淨雨量的地面徑流分配過程綫。就物理概念來說。其匯流曲綫的性質尚與應用的淨雨的特徵有關。如果我們以總入流累積綫與降雨量累積綫相減，再減去 D_0 後求得的入滲曲綫來推求時段淨雨量的話，實質上推求出來的就是各時段進入河網的總入流，如果用總入流和地面徑流過程去分析單位綫，這種單位綫實質上就是河網匯流曲綫了，它的名稱應該叫做河網匯流單位綫，這比用徑流系數求的淨雨過程和流量過程分析出來的單位綫在概念上要明確得多。

河網匯流曲綫是隨著河槽水力條件變化（流域內產流區不同，因而各部分河網所起的調洪作用不同；降雨強度不同，因而形成河流的洪水波的形狀亦不同）而變化的。在本流域，由於一般的降雨較大，河道坡降很陡，匯流速度很大，高水與中水時的匯流速度仍有相當的變化；暴雨中心靠近下游的強度很大的高峯洪水與全流域均勻降雨強度不大的低峯洪水分析出來的單位綫，其變化範圍還是不小。因而如將各次洪水分析出來的單位綫加以分析，僅是考慮了各種強度和暴雨分布的不同對匯流曲綫的影響的平均條件，對於徑流過程的計算精度有一定影響。強度大暴雨中

心在下游的單位綫，一般是起漲早，洪峯高，历时短；全流域均匀降雨的單位綫洪峯低，历时長，这时应考虑在計算工程效益时，根据暴雨的特征分別选用不同的單位綫来計算徑流过程，以使計算的誤差縮到最小。

2. 易县以上流域暴雨徑流規律計算成果

1) 初滲值分析:

应用1955到1957年共11次降雨資料进行分析，分析时大部选用产生徑流很小的洪水；在不是全流域同时产流的情况下，分析出最早产生徑流的区域，由之确定初滲值。計算成果如表3及图5所示。

表3 前期影响雨量~初滲值相关图計算表

年 月 日	平均雨量 (公厘)	徑流量 (公厘)	入滲量 (公厘)	初滲量 (公厘)	前期影响 雨量 (公厘)
1955.8.13	54.3	3.8	7.8	42.7	15.0
15	54.5	15.5	21.2	17.8	50.0
19	10.9	6.0	3.5	1.4	100.0
1956.7.17	55.0	12.5	3.3	39.2	6.0
25	49.0	3.7	6.6	38.7	17.0
29	50.0	9.2	3.8	37.0	14.8
8.8	49.0	19.0	22.2	7.8	68.0
9	23.5	2.1	6.0	15.4	69.7
14	26.5	2.5	3.8	20.2	29.1
1957.6.9	36.3	1.0	3.0	32.3	8.0
13	50.6	1.0	8.0	41.6	18.0

从图5上可見初滲值的变化和前期影响雨量值的大小的关系是相当密切的，平均誤差5公厘左右，可謂相当滿意。

2) 入滲曲綫分析:

应用上节所述原理，为了推求总入流，必須推得本站以上河网的槽蓄曲綫（ $\frac{W}{\Delta t} \sim Q$ 曲綫），此曲綫由1955年8月15日陡峻的退水曲綫求得，如表4及图6所示。