

7
6
5
4
3
2
1

水文測站叢書

簡易洪水預報方法

山西省農業建設廳水利局編著



水利電力出版社

水文測站叢書
簡易洪水預報方法
山西省农业建設厅水利局編著

*

1635S462

水利电力出版社出版 (北京西郊科學館二層樓)

北京市書刊出版業營業許可證出字第102号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 开本 * $\frac{1}{32}$ 印張 * 24千字

1958年12月北京第1版

1958年12月北京第1次印刷(0001—2,100册)

統一書号: 15143·1277 定价(第9类)0.16元

前 言

山西地勢較高，絕大多數地區都是山嶺溝壑，一遇暴雨就易造成山洪危害。從歷年情況看，全省洪水危害特別是山洪危害相當嚴重，如1956年部分地區發生嚴重洪害，山洪危害面積達200萬畝。幾年來，在黨的領導下，各地人民興修了許多防洪工程以及許多水保、水利措施，對減免洪害起了重大的作用。但是由於反動政府多少年統治踐踏的結果，在廣大面積上，童山禿嶺，河溝坍塌，長期積留的病患難以短期根除。

從去年以來，全省人民在黨的鼓足干劲、力爭上游、多快好省的建設社會主義方針的鼓舞下，掀起了農業大躍進的高潮，無論在大河小溝，山上山下，各種水土改良措施，各項大小水利工程都蓬蓬勃勃的發展起來，這是人民征服自然的開端。然而這許許多多的經濟措施，目前還不能完全根除山洪危害，對於局部的暴雨山洪還不能全面的控制起來；加之許多新修的工程沒有經過洪水考驗；有的還正在施工，因而防洪還是應當重視進行的一件工作，不可麻痺。

防洪鬥爭中，必須掌握水情，提高預見，才能百戰百勝。為此，介紹一些洪水預報的知識和簡單方法，做為各地開展這項工作的參考。由於時間倉促資料短缺和對這一項新工作沒有經驗，錯誤和缺陷之處，希各地同志多批評指正。

1958年9月

目 录

第一章 什么是预报？预报有什么作用？	2
第二章 谈谈洪水预报	3
第三章 洪水预报方法	4
1. 据上游阴雨情势预估来水	4
2. 上游设立山洪警报站，发布山洪警报	4
3. 上下游相关法	4
4. 单站补充预报	7
5. 由降雨预报洪水	9
(1) 径流的形成过程	9
(2) 影响暴雨径流关系的因素分析	9
(3) 流域平均降雨量与径流深（净雨深）的推求	12
() 预报方法	16
第四章 关于人类经济活动对预报的影响问题	26
第五章 如何做好预报工作	29

第一章 什麼是預報？預報有什麼作用？

預報的意思就是預先測知未來，使人早知道將來可能發生的事情。水文預報就是利用各種水文、氣象要素間相互演變、制約的趨勢和過程的規律，來預知未來可能發生的水文現象。河川水文預報按預報的水情來說可分洪水預報、枯水預報、冰情預報。按時間長短來說可分短期預報（預見期在10日以內）長期預報（預見期由10日至1年）超長期預報（預見期在1年以上）。按預報內容的性質上可分頻率預報（預報某一種現象，其數值大於或小於某一標準值，多用在設計工作中的水文計算方面）水文情報（汛情的傳遞，如報汛）、水文預報。

水文預報對防止水患災害，加強水利計劃管理具有十分重要的意義。特別是在社會主義制度下，計劃經濟的基礎就是科學的預知，在水利方面，就是有計劃的利用資源和充分的調節河川徑流。因而水文預報的預見期愈長，其價值就愈大。

對於水文科學來說正如蘇聯專家所說：“預報是水文為國民經濟服務的最高形式。水文預報的情況就象一面鏡子，反映出水文科學的發展水平。”

幾年來，在黨的正確領導下，全國水文工作獲得了飛躍的發展，水文預報工作也從無到有，從小到大相應的發展起來。在洪水預報方面，對減免洪水災害，保衛城鄉人民生命財產的安全起到顯著的作用。隨著社會主義建設事業發展的需要，水文預報今後不僅要為防洪服務，而且要為農田灌溉、水庫運用、工程管理以及其他國民經濟部門服務，也就是要為充分的利用水利資源服務。

總的來說，今後水文預報工作要貫徹中央的方針：

“加強研究，全面服務，洪枯水並重，大中小河結合，質量數量兼顧。”

把羣众性的水文預报工作开展起来，使水文預报工作也来个
大跃进！

第二章 談談洪水預報

洪水預报就是預測未来洪水的大小和出現時間。

我省洪水大都是由降雨形成，即所謂雨洪。由于暴雨形成洪水的过程很复杂，特别是在山区，暴雨之后，徑流集中迅速，往往山洪暴发，在这样的情况下，进行洪水預报虽屬困难，但是頗有意义。山西80%是山地，暴雨山洪危害严重的地区，局部的暴雨山洪危害年年都有，且大面积的干旱和小面积的洪灾往往相随而来。如1956年以前每年山洪危害的面积要占成灾面积的一半以上。如1955年太原市河西某厂，厂后面有条不大的小溝，一次山洪就淹死职工数十人停工数日。1957年全省无雨，但灵霍山峽地区，却驟降暴雨，4小时降122公厘，当白灵石、霍县閘山洪暴发、冲毀铁路桥，淹浸职工宿舍和厂房，造成一定損失。

几年来，人民政府与地方人民羣众已在各地修建了不少防洪工程，对防治山洪、减少灾患起到重大作用，但是目前从根本治理以及大修防洪工程还要有一段时间，因而，加强洪水的情报和預报工作，就有十分必要。

由于开展洪水的情报和預报工作，几年来在全省防汛斗争中起了很大作用。如1957年汛期御河上游山洪暴发，孤山水文站將汛情及时报告大同市防汛指揮部，使在下游御河大桥施工的工人、器材、馬車等等得免于难。又如汾河灌区由于掌握了上游水情，加强了灌区工程的安全与計劃管理等事例甚多。

洪水預报的办法要視流域大小、河段長短而定。流域越小、預見期短、預报滿足实用的要求就更感困难。但是只要多想办法，困难总能克服。

第三章 洪水預報方法

上面已經介紹過洪水預報的目的、作用和意義。現在把可用的一些辦法介紹如下：

1. 據上游陰雨情勢預估來水

在流域較小的河道上，如上游陰雨情況可一望而知，根據上游陰雨方向、程度、近遠，向當地老鄉調查歷年山洪與暴雨情況，總結老鄉們的經驗即可以求得一定的規律，利用這樣的經驗規律，即可估報山洪。

2. 上游設立山洪警報站，發布山洪警報

在水庫、工程、工地的上游能控制山洪的地点，設立山洪警報站，遇有山洪暴發可利用警報器、電話等簡易方法傳報沿河及下游。下游亦可根据上游來報，推估傳播時間，以做準備。據實驗研究資料，蘇聯索科洛夫斯基教授規定在小流域上丘陵區集流流速 $=0.8\sim1.0$ 秒公尺，山區流速 $=1.0\sim1.5$ 秒公尺，林區流速 $=0.4\sim0.7$ 秒公尺（集流流速包括坡地漫流流速和溝道流速）。在咱省許多溝道中的流速一般為 $3\sim5$ 秒公尺，在特大暴雨山洪的情況下有達6秒公尺以上的。断面平均流速與洪水傳播流速有一定的關係，一般在山區溝道中洪水傳速等於断面平均流速的 $1.3\sim1.5$ 倍。

如果下游需要了解上游來洪具體數量，則可在上游適當地点設立測報站，利用簡便方法測報洪水。

3. 上下游相關法

如果工程上游有較長的河段，且有上下游的洪水資料時，則可利用上下游的洪水過程對應關係據上游洪水，預報下游。

①在上游及下游工程地点或附近有水文站者，可應用水文資

料分析洪水关系。

②如上下游只有一处水文站，则可在上游或下游設立临时性的测报站，通过几次洪水的对照即可求得相应的洪水流量或水位的关系。

今以汾河下靜游站与寨上站流量关系为例說明具体作法如下：

1. 搜集該河段兩站历年洪水資料，选择数次洪水繪制流量过程线，資料不多时可將峯頂流量与起漲流量之差等分求相应点（如图1）。

2. 据图示方法选定对应点流量或水位（如洪水次数多可只选择峯

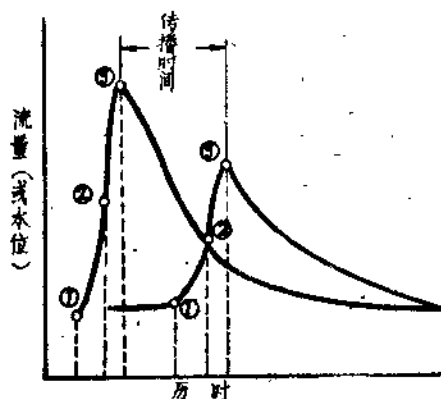


图1

表1 汾河下靜游站~寨上站流量相关統計表

时 間			下 靜 游 站			寨上 同时 流量	寨 上 站					傳播時間
年	月	日	时	分	流 量 (秒公方)	流量	月	日	时	分	流 量 (秒公方)	(小时)
1957	6	5	0	10	90	15.0	6	5	1	37	66.7	1.8(?)
	6	5	18	10	35.3	17.0	6	6	2	0	38.6	7.8
	6	9	14	0	69.2	14.3	6	9	19	35	67.2	5.6
	7	11	1	15	126	73.0	7	11	7	35	112	6.3
	7	16	21	05	373	35.0	7	17	3	0	303	5.9
	8	29	15	45	271	37.0	8	29	20	0	249	4.2
1956	6	2	14	15	156	220	6	2	18	0	225	3.8
	6	28	0	9	159	96	6	28	6	5	137	6.0
	7	4	0	30	217	200	7	4	6	0	241	5.5
	8	5	20	0	124	130	8	6	2	0	174	6.0

下 略

頂及轉折比較明显的点，不必对应等分）。填算如表 1。

3. 据表 1 已經統計好的若干次洪水資料可繪制上下游站流量相关曲綫（如图 2）。

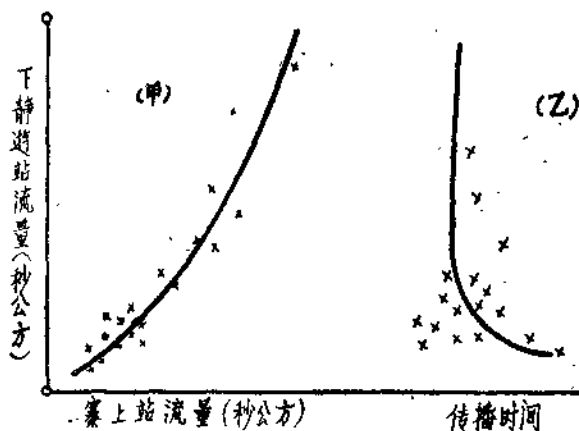


图 2

如下游站附近有支流加入，区間入流变动較大，或基流变化較大时，可將图 2 (甲) 上下游站关系点旁注下游站同时流量（或水位）繪同时流量或水位等值綫，即如图 3 (甲) 所示。

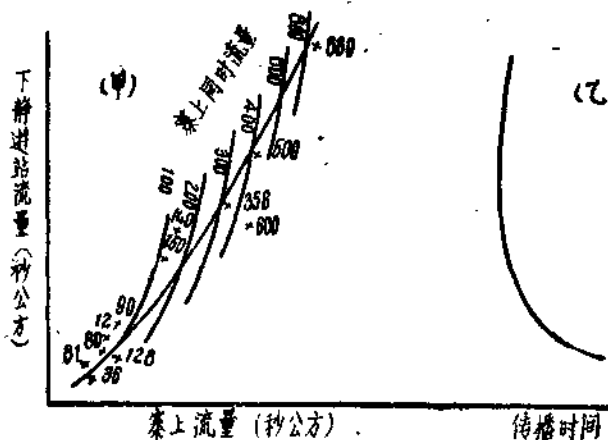


图 3

預報時，下靜游來電該站流量 8 月 3 日 20 時 30 分已達 300 秒公方，立即應用上列相關圖查得下游寨上站流量（如利用以同時流量為參數的流量相關圖時應測得寨上站與上游站同時的流量）為 286 秒公方，查得傳播時間為 4 小時則預報寨上站為 8 月 4 日 0 點 30 分寨上將出現流量 286 秒公方。

如果應用水位繪制相關圖，其法亦同。

4. 單站補充預報

凡在洪水期進行洪水水文（水位或流量）測量的測站都可利用本站的水文變化的慣性來作預報。這種方法是依據水情變化的連續性和漸變性趨勢預報的所以叫做趨勢法。利用這種方法只應用本站的資料，進行起來比較簡便。但是要發揮這種預報的最大效用還必須與河段預報密切結合起來，所以也可叫做單站補充預報。

對於中小河流，漲水歷時較短用趨勢法進行漲水流量的預報作用不大，而且往往形成較大誤差（如果與河段預報配合起來漲差的預報還是可行的）。

退水流量的預報在每一河段的斷面上都可進行。一站出流斷而處退水曲綫的型式決定於集水區的自然地理特徵和退水期河川補給的情況。在同一地點各個季節中的退水型式各有不同，但大都是退水開始時的流量與退水階段某時刻的流量有一定的函數關係。因此就可利用這樣的關係在有了峯頂流量之後預報退水時期的流量。

退水流量預報方法有退水公式法、經驗圖解法兩種，其中以經驗圖解法較簡便，茲舉例介紹如下：

①摘錄歷年實測洪水資料，分出不同峯型的洪水退水綫，統計退水綫上某一時間的流量(Q_t)對峯頂流量(Q_0)的比值($\frac{Q_t}{Q_0}$)如表 2。

表 2

时 段 (三小时)	流 量 (秒公方)	$\frac{Q_t}{Q_0}$	备 注
0	513		① 峯型: 單式峯
1	303	0.59	② 0 时段即为峯頂流量 (Q_0)
2	135	0.26	
3	90	0.18	
4	76	0.15	
5	51	0.10	
6	50	0.10	
7	29	0.06	
下 略			

②以 $\frac{Q_t}{Q_0}$ 为縱坐标, 时段为横坐标, 并以峯頂流量为参数分别
不同峯型 (如單峯、复峯等) 繪制相关曲线 (如图 4)。

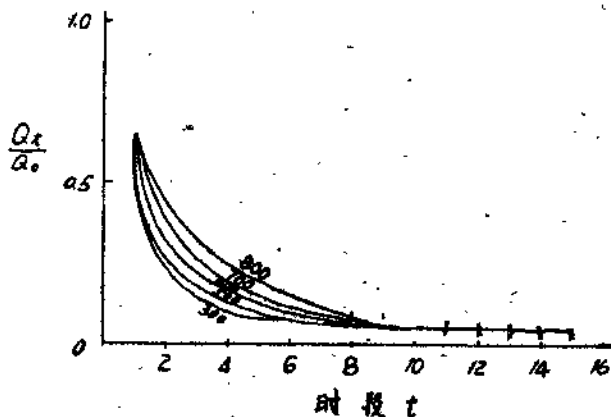


图 4

注: 1. 曲线所注数字为 Q_0 ; 2. 适用于單峯;
3. 时段为 3 小时 (据汾河冀村站資料)。

其他峯型的繪图方法和綫型与图 4 一样。

③预报时, 如果没有河段预报的配合, 可按本站已出現的峯
型和峯頂流量选择 $\frac{Q_t}{Q_0}$ 值。在与河段预报配合时, 可利用上下游流

量相关法预报出洪峯流量和上游的峯型，选定 $\frac{Q_t}{Q_0}$ 值。有了 $\frac{Q_t}{Q_0}$ 值，乘以峯頂流量 (Q_0) 即得該时段的流量。

5. 由降雨预报洪水

由降雨预报洪水是增長預見期，解决山区洪水预报的有效方法。

预报项目一般可分为洪峯流量、洪峯出現時間及洪水过程。

(1) 徑流的形成过程

降雨至地面后，变成徑流要經過一段复杂过程。首先在降雨开始后，一部分雨被植物枝叶截留，一部分蒸发，大部分滲入土壤，只有少量的直接落在河里的雨变成了徑流。如雨繼續下，枝叶截留量已达最大限度，土壤中的含水也逐渐达到饱和，但此时下滲并未停止，即滲入土壤的水由表层到深层，当降雨强度大于下滲的强度时，地面便开始积水并形成細溝漫流。漫流过程中还要繼續下滲，这时候的下滲量逐渐趋于稳定，漫流的水首先汇入窪地（即所謂填窪），待窪地都已填滿，坡地漫流的水便开始汇集流入河網。最后在流域控制断面反映出来由此次降雨形成徑流的过程。只要掌握流域控制断面的流量过程，結合流域內的降雨分析即可进行预报分析了。

(2) 影响暴雨徑流关系的因素分析

影响暴雨徑流关系的因素非常复杂，分析时不能全部包罗，只能就几个主要因素加以綜合研究，在較小流域上影响的因素可以簡化。

現將主要影响因素簡述于下：

① 土壤前期含水量。

土壤前期含水量的大小反映了本次降雨以前降雨的多少和在本次降雨中土壤吸收雨水能力的大小。前期土壤含水量大时，入

滲量就小；反之就大。由于土壤的种类、降雨强度、蒸发、植被、耕作习惯等情况的不同，土壤的含水情况变化亦很大。在一个流域上各个地点的土壤含水情况亦各有不同。在进行预报或水文计算时，不可能求得流域每一点的绝对含水情况，因而就必须找些直接或间接的指标来表示。表示前期土壤含水量的方法很多，常用的有前期径流量法，前期降雨影响法，前期连续无雨日法等。

現在只介绍前期影响雨量法：

前期雨量的大小，降雨间隔时间的长短，对于土壤含水量关系很大，前期雨量越大，土壤含水越多，反之越小，因此可以前期影响数值来作为土壤含水量的相对指标。介绍两个常用的方法：

第一个方法：级数法。应用公式是：

$$P_a = b_1 P_1 + b_2 P_2 + b_3 P_3 + \dots + b_t P_t$$

b_i 值通常假定随间隔时间而变，并假定与间隔时间成倒数关系

即

$$b_i = \frac{1}{t}$$

并定间隔期单位为一日，则：

$$P_a = \frac{P_1}{1} + \frac{P_2}{2} + \frac{P_3}{3} + \dots + \frac{P_t}{t}$$

式中 P_a ——前期影响雨量；

1, 2, 3, …… t ——间隔日数；

P ——日降雨量，可计算至十项。

第二个方法：系数法。

利用公式：

$$P_a = K P_1 + K^2 P_2 + K^3 P_3 + \dots + K^t P_t$$

式中 P_a ——前期影响雨量；

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_t$ ——倒数各日的降雨量可算至10天。

K ——前期影响雨量递减系数，暂定应用0.80。

$K^t P_t$ 值可应用图算以节约时间。

应用 P_a 时，应注意它是一个前期土壤含水量的相对指标不

能与降雨量相加，同时还应注意它的影响有一定的极限，在土壤已达饱和时，前期影响雨量即渐渐失去了意义。

計算举例：

設計算 6 月 20 日第二次降雨的前期影响雨量方法如下：

6 月 20 日降雨兩次：第一次 6.8 公厘未产生徑流；

第二次 38.5 公厘造成洪水。

6 月 20 日第二次雨以前的降雨如表 3：

表 3 6 月 20 日第二次降雨前期影响(系数法)計算表

時間	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	合計
雨量	6.8	0	0	30.0	5.0	0	0	0	48.1	0	0.3	
K^t		0.20	0.64	0.51	0.41	0.36	0.29	0.23	0.18	0.15	0.12	
$P_t K^t$	6.8			15.4	2.1				9.0			33.3

20 日前 10 天的 $P_t K^t$ 相加再加上 20 日第一次降雨 6.8 公厘，即 33.3 公厘。如用第一个方法（級数法），則 $P_a = 6.8 + \frac{30}{3} + \frac{5}{4} + \frac{48.1}{8} + \frac{0.3}{10} = 24.0$ 公厘。

②降雨量 只有降雨量满足了土壤的吸水量，并且降雨强度大于入渗强度的时候，才能产生地面徑流。在其他条件大致相同的情况下，降雨量越大，洪水量越大。

③暴雨中心位置 即本次暴雨中雨量最大的地区。暴雨中心位置在山区的，由于地形較陡，入渗量較小，徑流量較大，在平原則相反。

④降雨分布 天然的降雨分布极不均匀，山上山下、山前山后、高山和平原皆不一致。同时一次降雨的分布也很不均匀。俗語說：“夏雨分牛脊”。这就很难得一个流域上降雨均匀。因此一次洪水不一定是整个流域产生的逕流。同样的降水量，降雨分布較均匀的入渗量就大，产生的逕流就小。如果集中在局部地区

則產生的逕流就大。

⑤降雨历时、雨下的急緩，對產生逕流的多寡很有關係。同樣大小的降雨，降雨历时愈短，則強度愈大，產生逕流愈多；反之愈少。

⑥季節 一年四季中的氣候、地面植被等因時而異，這對降雨之後形成逕流的多寡影響很大。如在夏秋之際，地面植被茂盛，土壤吸水能力大於其他季節。

此外，影響暴雨逕流關係的因素還有一些，由於對某一流域來講都是次要的，便不再一一解說了。

(3) 流域平均降雨量與徑流深（淨雨深）的推求

分析流域上一次暴雨逕流關係，必須首先求出流域平均降雨量和流域上的淨雨深，這是暴雨逕流關係中最基本的兩個因素。

①流域平均降雨量

推求流域平均降雨量的方法常用的有：

一、算術平均法：如果流域內測站分布比較均勻或較小流域雨量站較少都可利用算術平均法推求流域平均雨量。即將流域內各站的降雨量加起來，除以站數而得。

二、方格平均法：流域上雨量站較多且較勻時，也可將面積分成若干方格，使每方格的平均雨深能有一站或兩站雨量代表（兩站的應求其平均值），然後相加求其算術平均即得流域平均雨量。

三、加權平均法（泰森法）：

在流域內雨量站較少，地形較平坦時，可將各站用虛綫相連，然後繪各虛綫的垂直平分綫，各平分綫組成一個多邊形網，每一個雨量站都控制一個多邊形面積（如圖5），

$$\text{則每站权重(百分数)} = \frac{\text{每站控制面积}}{\text{流域总面积}}$$

每站权雨量(公厘) = 每站降雨量 × 权重。

將流域上各站权雨量相加即得流域平均雨量（見表4）。

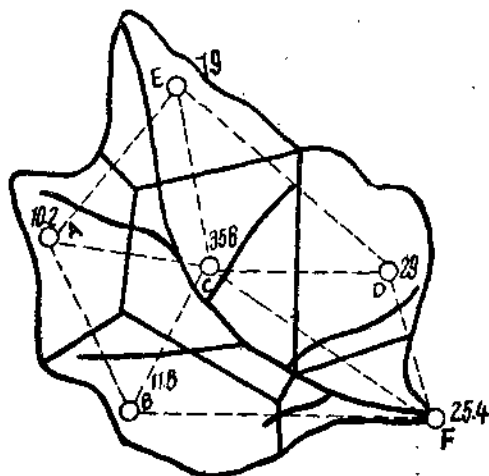


图5 泰森面积法示意图

表 4

流域平均雨量計算表

测 站	权 重(%)	降雨量(公厘)	权雨量(公厘)	流域平均雨量(公厘)
A	14.0	10.2	1.4	21.8
B	17.5	11.8	2.1	
C	28.1	35.6	10.0	
D	18.6	29.0	5.4	
E	14.5	19.0	2.8	
F	7.3	25.4	1.8	

三、等雨深綫法:

等雨深綫法是將流域上雨量相等的点联繪成一綫，标明流域上降雨的分布变化。方法是首先將各站的降雨量注在流域图上，然后用繪等高綫的方法，繪成等雨深綫。再以求积仪量取兩等雨深綫間的面积，乘以兩等雨深綫的雨量平均值，即得該面积上的降雨总量，將各个面积上的降雨总量相加，除以总面积即得流域平均雨量。

$$\text{即: } \bar{P} = \frac{\sum aP}{\sum a}$$

式中 $\bar{P}$ ——流域平均雨量;
 a ——相邻两等雨深綫間的面积;
 P ——每 a 面积上的平均雨量。

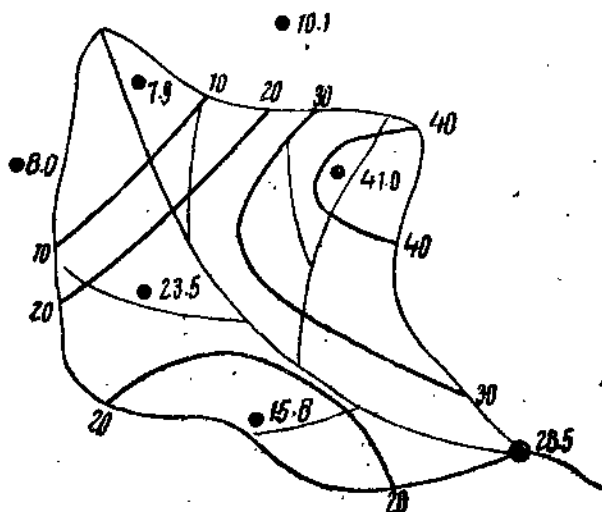


图6 等雨深綫示意图

②淨雨深(徑流深)

淨雨深即一次降雨所产生的徑流总量(洪水总量)平鋪在整个集水面积上的深度,以公厘計。

淨雨深的求法如下:

一、繪制流量过程綫。

二、割去基流 基流又叫底水,就是本次降雨形成地面逕流以前河槽中原有的水量,这一部分水量包括地下水补给的基本流量和由前次洪水的退水流量两部分。割基流的方法一般采用徒手目估,由起漲点順起漲前退水趋势,与退水綫上的落率將趋于平缓时的一点相連,如果此峯系孤峯,后一点应稍高于前一点或相