

水文计算经验汇编

第二集

水利水电科学研究院水文研究所 編

中国工业出版社

水文計算經驗匯編

第二集

根据流量資料計算設計洪水的方法

水利水电科学研究院水文研究所 編

中国工业出版社

本书是1958年出版的《水文計算經驗汇编》的續編，总结了1958～1963年間国内在根据流量資料計算水庫設計洪水方面的比較成熟的經驗和研究成果。

本书主要内容为：洪水資料的审核及插补延長；頻率計算問題；設計洪水过程綫的繪制；水利及水土保持措施对洪水影响的計算。

本书可供水文計算和水利规划人員作为参考。

水文計算經驗汇编

第二集

根据流量資料計算設計洪水的方法

水利水电科学研究院水文研究所 編

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ ·印张 $11\frac{3}{4}$ ·字数247,000

1964年12月北京第一版·1964年12月北京第一次印刷

印数0001—3,950·定价（科六）1.50元

*

統一书号：15165·3497（水电-455）

前 言

1957年，我所曾就那时以前的水文計算經驗，在1956年召开的全国水文計算学术討論会的論文基础上进行了收集整理，汇编成《水文計算經驗汇编》一书（水利出版社，1958年）。自那时以来，全国各水文計算和研究部門，对水庫的设计洪水計算方法又积累了一定的經驗；特别是自1961年以来，为编写水庫设计洪水計算规范，我所曾与水利水电建設总局及水利电力部直屬各勘测设计院共同召开了几次根据流量資料計算设计洪水的学术討論会，在会上各单位提供了一些經驗总结和研究報告；以后又经过征稿和組稿，使內容更趋丰富。这些就是这次汇编的基础。在編輯的过程中，若干稿件曾經編者作了文字上的删节和修改，修改后一般都征得原作者的同意。在技术上也经过編者的研究，认为各篇中介绍的方法和所提的建議，都具有一定的价值，可以作为工作中的参考。本书可以和1958年出版的第一集《水文計算經驗汇编》联系起来应用，是后者的补充。有关本书各文的討論意見，可以寄交我所。本书由我所叶永毅同志主編，陈清濂、韓曼华二同志参加編輯。

水利水电科学研究院水文研究所

1963年9月

目 录

前 言

提高水庫設計洪水計算精度的途径	叶永毅 (1)
洪水流量資料的复核	水利电力部长沙勘测設計院 (7)
用过程綫平衡法复核洪水流量資料	水利电力部东北勘测設計院水文組 (14)
淮河干流洪水資料的还原計算	程炳元整理 (19)
水庫兴建前后洪水流量資料的換算	水利电力部东北勘测設計院水文組 (24)
用水量平衡校驗水庫庫容曲綫的方法	陈清濂整理 (30)
洪水流量資料的插补延长	水利电力部长沙勘测設計院 (41)
从历史文献資料考証历史洪水的等級和重现期	
.....	水利电力部北京勘测設計院水文組 (48)
洪水頻率分析問題	叶永毅 (56)
論皮尔逊Ⅲ型及克里茨基-明克里曲綫对設計洪水的适用性	陈志愷等 (69)
頻率計算中的求矩差	陈志愷 金光炎 (89)
洪水頻率統計参数及計算成果的合理性检查	韓曼华整理 (96)
根据流量資料繪制設計洪水过程綫的方法問題	叶永毅 (102)
設計洪水过程綫典型的选择及放大方法	陈清濂 (121)
浙閩地区洪水的季节性和分期設計洪水的計算問題	
.....	水利电力部上海勘测設計院 (127)
关于实施水利及水土保持措施地区設計洪水計算方法的意見	
.....	水利水电科学研究院水文研究所整理 (134)
黃土地区水利和水土保持措施对洪水影响計算方法的探討	叶永毅 (141)
黃河流域水利水土保持措施对洪水影响的估算方法	
.....	黄河水利委员会水文处研究室 (152)
附录一、經驗頻率值表	(162)
附录二、皮尔逊Ⅲ型曲綫离均系数 Φ 值表	(164)
附录三、皮尔逊Ⅲ型曲綫模比系数 K_p 值表	(166)

提高水庫設計洪水計算精度的途徑

叶永毅

在中华人民共和国建立以来的十几年中，对大中小型水庫設計洪水的計算已做了不少工作：制定了符合我国情况的計算方法，整理分析了大量观测資料，編制了各种暴雨洪水等值綫图和水文計算手册，并为很多水庫的設計洪水提供了数据，从而保证了工程的进行。与此时同时也培养了一支水文計算队伍，为今后水庫的建設和管理創造了有利条件。但是仍有一些水庫的設計洪水有偏高、偏低及多变的現象。分析其技术方面的原因是：（1）水文情况复杂，观测資料不长；（2）設計思想不够全面；（3）調查研究不足，基本数据不准；（4）計算方法不够合理、統一；（5）計算成果的检查不够严格。

针对以上的原因，根据作者近年从事水庫設計洪水审查、研究的經驗，认为应遵循下列途径以提高設計洪水計算的精度。

一、提高对設計洪水的認識， 以正确地指导計算工作

对設計洪水計算的認識对計算本身影响很大，应当在計算之前明确如下問題。

1. 经过认真的努力可以提高設計洪水計算的精度

对設計洪水計算可能达到的精度，我們要有辯証的認識。一方面既要承认由于水庫的防洪标准很高，常达百年、千年、万年一遇，而实测資料年份很短，偶然性很大，以短暫的紀錄推求稀遇的洪水，难免发生較大的誤差。例如以具有60年資料的松花江哈尔滨站而論，前后30年水量的丰枯情况就不相同，以30年資料推求30年一遇的設計洪水，前后相差竟达百分之二、三十，更不用說要推算千年、万年一遇的洪水了。此外还由于这些稀遇情况不象水力学或水工結構上的問題，可以事先通过模型进行試驗；并且各河条件又不相同，需要逐个解決問題。这些都增加了設計洪水計算工作的困难。这种困难是客观存在的。但在另一方面，我們也要看到在自然界中某一地点某一标准的洪水，应当有一个客观的数值。这个数值是我們可以逐渐認識的，而不是不可知的。我們不能屈服于上述的困难，认为設計洪水反正算不准，而就草率从事了。事实証明只要我們在战略上藐視困难，而在战术上又重視困难，经过认真的努力，深入地进行調查研究和多方面比

較分析，是可以提高設計洪水計算的精度的。近几年来不少設計和研究单位，对暴雨和洪水数据进行了大量調查研究工作，对計算方法及成果的檢驗也进行了多方面的探討，使設計洪水計算成果比过去合理得多。根据目前的技术条件看来，有二、三十年的观测資料加上精确調查到的近一、二百年来的若干次历史洪水，再通过各方面的分析比較，可以做到百年一遇的設計洪水較為合理；而对于千年、万年一遇的設計洪水，可以力爭做到相对稳定，避免因一、两次大洪水而成果大变。当然在多年中的小变仍是难免的，但在某一定許可范围内的变动，也可不必修改原来的計算成果。

2. 全面地考虑水庫的安全和經濟

由于設計洪水对水庫的安全和經濟影响很大，而洪水的自然規律又不易被人們所全部認識，因此在計算設計洪水时，往往容易受到人的主观因素的影响。在某一时期，由于比較偏重了水庫的經濟，在計算設計洪水时，为了节省工程投資，曾經发生对历史洪水的处理、洪水或暴雨統計参数的选定、流域自然地理条件或人为措施的影响等方面，过多地看到有利条件的現象。例如把調查到的历史洪水不經過細致的考証就认为是几百年一遇的，对水土保持措施的作用估計得偏高，等等，因而使計算成果人为地偏低。而在另一个时期，由于強調了水庫的安全，又曾发生对上述因素，以及洪水或暴雨的时程分配、地区組成、暴雨径流关系等方面，处处考虑不利或最不利情况的現象。由于这种层层加碼的結果，又常使成果人为地偏高。現在看来应当全面地考虑安全和經濟，实事求是地既看到有利的又看到不利的方面。作者认为設計洪水的安全性，应当一次地表現在暴雨量或洪水量的标准方面，而其他各个环节应当采用設計条件下的最可能数值。例如对于百年一遇的設計洪水而言，应当采用百年一遇的某一时段的設計暴雨量，而其径流系数則采用在这种暴雨量下的最可能的数值而不是最不利的数值；其雨型、地区分布等等也应如此。但当資料短缺，規律不明，而工程又十分重要时，如有規定也可在設計頻率的暴雨或洪水数值中，另留一定的余地，就象在一、二級建筑物的校核洪水上，再加一定的保証修正值一样。但不必在各个环节，都附加一些安全保証。

3. 掌握洪水的客观規律，抓住計算的主要环节

洪水的各年数值一般可认为是服从某一統計規律的随机变量，可以通过頻率分析求得設計数值。洪水的数值及其在時間和空間上的分配与暴雨的数值及其时空分配、流域面积、地形、植被等等自然地理因素之間又存在着某种物理成因規律。洪水参数在地区之間还存在一定的地理分布規律。应当通过資料分析，去認識这些規律，并从不同方面綜合地探求設計洪水的真值，减少单从一方面計算所可能带来的較大誤差。簡單的否定頻率分析方法或机械地应用这个方法，都是不恰当的。

过去在計算設計洪水时，往往对計算方法注意得多一些，而对資料和成果注意不够。作者认为在計算时应当同时抓住以下三个重要环节，即：（1）审查观测資料并調查历史洪水，以求得較长的可靠系列，这是一切計算的基础；（2）采用合理严密的方法，以减少人为的偏高偏低；（3）对成果进行多方面的严格审查比較，这是减少計算誤差的最后一关。

二、深入調查研究，掌握充分可靠的資料

不正確的資料，只能算出不正確的設計洪水；要想提高設計洪水的精度，首先必須掌握充分可靠的資料。

1. 實測洪水資料的審核

應當對洪水觀測資料整編成果進行復核。復核的重點是：（1）根據實地調查及歷史洪水水位，檢查頭幾項實測大洪水的最高洪水水位是否正確；檢查水位流量關係曲線的高水延長是否合理，從而檢查洪水流量數值。例如黃河三門峽水庫規劃時，曾從上下游調查發現1942年原測定的29000秒立米洪水偏大很多，其水位不是高於1933年的洪水，而應低於該年的洪水，因此流量也應低得多。（2）檢查歷年中小洪水的水准基面的變動情況、流量測驗的精度，以及歷年水位流量關係曲線的變化是否合理，以發現中小洪水有無系統的誤差。例如有的站由於浮標系數的修改而使若干年的洪水加大10%左右。（3）測驗精度較差的各年洪水，應多從歷年及上下游等各方面進行比較。（4）注意修建水庫、分洪、筑堤、漫灘等情況的影響。應當使洪水資料具有相同的基礎，必要時應進行還原計算。例如哈爾濱1932年的實測最大洪水為11,500秒立方米，經考慮決口加以還原後成為16,200秒立方米。

2. 必須特別強調歷史洪水的調查、考證和它的作用

因為我國的水文觀測資料短，而我們又不能坐等幾十年以後才修建工程，唯一的也是比較經濟有效的辦法是調查歷史洪水。我國人煙稠密，歷史記載悠久，為調查歷史洪水提供了極為有利的條件。近年來對歷史洪水的調查、測算和分析比較也積累了豐富的經驗，使調查成果較為可靠。詳細可靠的歷史洪水資料可以起到延長系列的作用，顯著減少計算成果的誤差。從理論上說，設計洪水計算的可能誤差與觀測年數的平方根成反比。例如調查到百年內幾個歷史洪水後，所計算的設計洪水的均方誤要比只有25年資料計算所得的均方誤少一半。許多實例也極其生動地說明了歷史洪水的作用。例如在黃河三門峽水庫的規劃時，曾通過文獻考證及實地調查，對1843年的歷史洪水在數值上及重現期上進行了反復研究，從而使推算的設計洪水相對穩定。但另一個水庫，在設計時根據短期資料算得的百年一遇洪峯流量僅三、四千秒立米。後來發生了七千秒立米洪水時，就使水庫相當緊張。事後調查1850年洪水達一萬秒立米。考慮這些洪水後改算所得的百年一遇洪水為11,300秒立米，為原設計值的二、三倍。其他不少水庫也有類似的現象。

我國有極其豐富的史籍文獻，從其中往往能了解到近幾百年歷史上大洪水的情況，對提供野外調查對象以及確定調查和實測特大洪水的重現期，都有很大的價值。

歷史洪水的作用很大，但發生的年代已很久遠，調查考證工作必須認真細緻地進行，否則也會帶來很大誤差。

3. 調查近代大雨、大水情况

建国以来不少地区已发生一些大雨、大水。这些大雨、大水資料不是基本站网所能全部观测到的，需要靠实地調查加以了解。例如，1959年河北省張北县附近曾发生4小时内降雨600毫米的纪录，江苏南通地区1960年曾发生35小时降雨930毫米的纪录，这些都是經派人进行实地詳細調查而得的。即使是基本站网测得的特大暴雨，也应及时进行现场核对。在发生特大洪水过后也应进行及时的調查，以检查基本站的纪录并补充未設站支流上的調查洪水数字。这些資料对計算設計洪水都是十分寶貴的。例如广东梅县地区过去計算百年一遇日雨量275毫米尚嫌太大，1961年8月底曾发生24小时降雨300多毫米，說明原来設計数值是偏小了。又如山西在修改暴雨等值綫时，对晉北地区曾怀疑偏小，但没有把握。1962年7月朔县局部地区2小时降雨250毫米，調查到这项資料后，对修正暴雨等值綫图提供了重要依据。因此这些大雨、大水資料应当尽量調查收集。

4. 系統地整理分析暴雨及暴雨径流关系資料

中小河流的設計洪水常需由設計暴雨通过暴雨径流关系进行間接計算。如果这些数值采用不当就会給設計洪水带来很大誤差。例如，广东某一水庫原設計百年一遇一日暴雨353毫米，而实测达489毫米，偏小30%；径流系数采用0.43，而实测达0.89，偏小50%。1960年浙江省有的水庫于台风袭击时，防汛較为緊張，也是由于設計暴雨的历时只采用3天，未計及連續暴雨的发生，并且数值亦偏低20~30%。各省在1958~1959年間編制的水文图集和水文手册，所根据的資料較短，編制時間也很匆促，不免有粗糙之处。吸取以上經驗教訓，近年来不少省份，均在根据新增資料，进行修訂工作，使成果精度显著提高。

三、采用統一、合理的計算方法

在同样資料的基础上，由于方法不合理、不統一，也会使設計洪水計算成果出入很大。通过实践，近年来对若干計算方法問題已获得較为合理的解决和比較一致的意見，現分別介紹如下。

1. 根据流量資料計算設計洪水的方法問題

(1) 对各年洪水峯量的取样，現在已趋向于統一采用年最大、独立、定时段的方法，即可在各年不同次的洪水中选取該年最大的一个洪峯流量及各种定时段（如3天、5天）的最大流量。

(2) 对經驗頻率的确定，現已統一采用 $P = \frac{m}{n+1}$ 公式計算，并趋向于认为实测系列的头几項洪水的經驗頻率应綜合地根据历史洪水的序位、中小洪水經驗頻率点据的趋势及相邻河流同年洪水的經驗頻率地区分布情况进行訂正。

(3) 对頻率綫型的选用，已趋向于統一采用皮尔逊Ⅲ型頻率曲綫作为标准。

(4)洪水頻率統計参数的采用亦統一以適合經驗頻率點据為原則。不連續洪水頻率統計参数的計算，趨向於繪綫讀點補矩法計算，但也可以采用其他方法計算，而参数的采用則仍以適合經驗頻率點群為原則。

(5)設計洪水過程綫的繪制，趨向於統一采用同頻率分段控制按典型放大的方法。

(6)設計洪水的地區組成則趨向於以下游断面為控制，采取兩種同頻率組合作為应当考慮的上限。

(7)分期設計洪水的計算則趨向於采取固定時期選樣(不跨期)，根據分期的統計參數及頻率數值繪制平順的分期洪水季節變化曲綫，而在應用時為了考慮分期洪水的較大誤差，可另加保證修正值。

2. 根據暴雨計算設計洪水的方法問題

在這方面的計算環節和方法比較多，目前研究得還不夠。根據近年實踐已逐漸明確如下幾個主要問題：

(1)選定暴雨的最長歷時，不能硬性的規定一天或三天，而應根據暴雨連續發生的特性、流域大小、水庫泄流能力等加以確定，以保證水庫最高水位不會由於所采取的歷時以外的暴雨而超過原計算的數值。

(2)暴雨的頻率計算中的關鍵是特大及首幾項暴雨的重現期問題，應當根據歷史洪水調查結果，由相應洪水的重現期估定暴雨的重現期。

(3)對暴雨的點面關係及高程變化問題，目前趨向於采用指定流域內或附近固定點雨量與流域平均雨量的同頻率關係確定。即在測站較多的各年，每年統計幾次固定點最大暴雨量與流域平均最大暴雨量，各依大小次序排列，然後按同順位的數值進行相關。

(4)對暴雨雨型問題，趨向於采用按歷年統計的最常遇情況排列大小時段的相互位置，而以長短時段同頻率暴雨量進行分配作為控制。

(5)對暴雨徑流關係問題，趨向於采用多參數相關圖，即除暴雨量以外，一般再考慮前期暴雨和暴雨歷時，進行相關。但在十分濕潤地區也有直接采用徑流系數的。應用徑流系數時，應注意其數值隨設計暴雨數值的增大而增大的情況，所以不能以一般暴雨的徑流系數用於稀遇暴雨。

(6)在應用公式計算設計洪水流量時，各項假定應大体上符合實際情況，各項參數應根據實際資料求得並進行地區間綜合，此外還應注意應用於設計情況時的外延。

(7)過去不少單位常用的以24小時設計暴雨求得的洪量與洪峯流量一起繪制一個等腰三角形過程綫的方法，對於小流域來說往往使洪水過於集中，而不符合實際情況。目前趨向於將設計暴雨按流域集流時間分成若干段，每段以複式三角形繪制設計洪水過程綫。

(8)由單位過程綫推求設計洪水過程綫時，趨向於按照時段徑流深的大小而改變單位綫的洪峯流量數值，同時考慮暴雨中心的位置。

四、對計算成果進行多方面的嚴密審查

即使有充分可靠的資料和統一、合理的計算方法，但由於我們觀測和調查到的資料

比之設計洪水的重現期來說，畢竟還是不長的，計算成果中仍然可能存在較大的偶然誤差。更由于計算的環節多，計算人員的經驗和水平也不相同，也還會存在人為的誤差。經驗證明，從多方面對計算成果進行嚴密的審查，是保證成果質量的最後一關。

可從以下幾個方面對計算成果進行審查：

(1) 繪制洪峯流量、各定時段最大洪水總量的各項統計參數及設計數值與時段長度的變化圖，從而可以看出其變化是否合理。一般河流隨着時段的加長，洪量的均值將要逐漸加大，而 C_0 及 C_0/C_0 值則將逐漸減小。在某些調節性能很好的河流，也有 C_0 在中間某一時段發生最高值的情況。

(2) 將各時段最大洪量的頻率曲線繪在一起，檢查其相互關係。各頻率線在設計頻率範圍內應不發生交叉現象，並保持比較合理的差距。

(3) 在地图上點繪各斷面的洪水均值模數(Q_0/F^{n_1} 或 W_0/F^{n_2})、 C_0 值等，進而檢查其變化情況是否與其流域的暴雨、流域面積、地形、植被等自然因素相符合。繪制均值或設計數值與流域面積的關係圖，然後從點子相互位置檢查其與流域面積以外各因素的關係。

(4) 設計洪水與本斷面已發生的歷史洪水進行比較。歷史洪水的重現期應進行考證，一般調查到的最大歷史洪水可作為幾十年至一、二百年一遇。由設計暴雨間接計算的設計洪水，也應與歷史洪水進行比較。

(5) 將設計暴雨與鄰近已發生的特大暴雨進行比較，並考慮其氣象特性及地形的影響，在同一暴雨區的暴雨較便于進行比較。

洪水流量資料的复核

水利电力部长沙勘测设计院

观测所得的洪水資料，由于天然的和人为的原因，往往存在各种差錯。整編时又常因受当时主观和客观条件的限制，有时沒有把所有的差錯都发现出来，从而作了錯誤的判断。因此在进行水文計算时，随着資料的进一步积累，应对原有整編成果进行复核。

一、洪水水位資料的复核

对洪水水位資料进行复核，应先了解水尺設置及水位观测的基本情况，然后通过水位資料的合理性检查，以发现有无大的問題存在，并进一步加以研究解决。

1. 水尺設置及水位观测情况的了解

(1) 测站水准系統。应了解测站历年所用水准基面的变动情况；水准基点及其引据点的位置、高度的变动情况。

(2) 基本水尺設置情况。应了解历年基本水尺断面的位置及水尺布設情况（水尺型式、位置、零点高度及其变动情况）。

例如，江西修水艾城水文站1950~1951年测水位、流量，以后停测，1959年又恢复观测一年，但該年未刊印测站說明表。历年整編时发现两个时期的低水水位流量关系曲线有分歧，曾认为是基面問題，乃将1950~1951年水位普遍减0.4米。后經实地訪問，查明这两个时期所用水准基点虽同名 BM_2 ，但却非同一位置。又經在有关单位找到該站1959年水位整編原始底稿，得知其 BM_2 的原高，与1950~1951年的 BM_2 的高程不同，并求得其高差。此高差与由水文站附近已設流域精密水准点引测两 BM_2 所求得之高差完全一致。这就完全查明基面是一致的，水位流量关系曲线分歧的原因应当从河床冲淤和测站控制特性的变化等方面去寻找。

又如审查湖南耒水永兴1943年逐日平均水位过程线，发现3月6日洪峯前后水位有不連續現象。繪制該年該站与上游东江水文站相应峯、谷水位相关图（见图1），发现自3月6日洪峯后，相关点有系統偏离，水位降低了0.85米。經考証，东江站的水位資料正常，因此肯定是永兴站的基面或水尺零点存在問題。

(3) 水位观测情况。应了解汛期每天观测次数、時間等，并应結合本河洪水特点，估計水位观测成果的精度。例如对于水位涨落迅猛的山溪性河流，如果每天观测次数太少，就不能掌握水位变化过程的完整性，峯頂水位可能漏测；但对于涨落平緩的平原性河流，用同样的观测次数所得到的水位資料的精度就較高。

还要注意在汛期是否有因水尺被洪水冲失等原因导致的水位观测的中断，以及在这种情况下，继续观测的方法是否准确可靠。此外，也应注意是否存在影响水位观测的其他特殊因素。

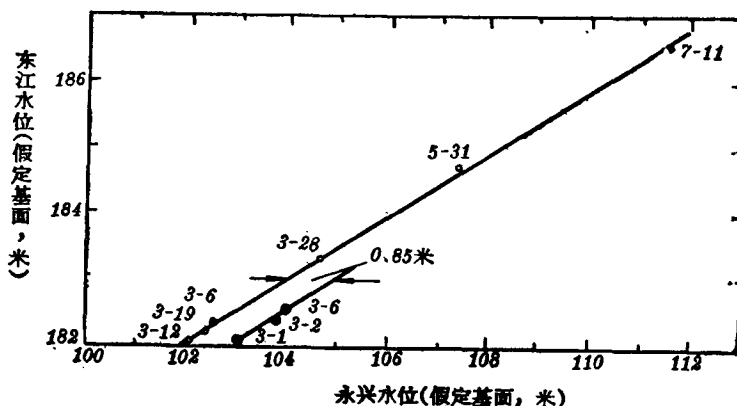


图 1 1943年东江永兴实测水位相关图

(4) 水位资料整编情况。注意整编时曾发现哪些问题，当时对这些问题的判断及处理方法如何，是否正确，以及还存在哪些问题。

2. 从水位过程线进行检查

对水位过程线进行检查，必须先了解本河流水位变化的一般规律，如汛期范围、洪水水位过程线的形状等。也应注意影响水位变化的特殊情况，如支流汇入、上下游分洪或决堤漫溢、人工建筑物和河道整治等。

除水位变化平缓的河流可以用日平均水位过程线外，均应以瞬时水位过程线作为依据。

先检查本站的水位过程线的连续性与完整性，并查看其形状是否符合本河特性。在出现特殊情况时，必须查明其原因，然后从上下游站水位过程线进行对照检查。这一方法能够迅速发现各站水位资料中存在的较大问题，但要注意区间径流的影响。当上、下游对照不相应时，应查明其原因。

如上、下游无测站可资对照时，也可用相邻流域测站的水位过程线进行对照检查，作为参考。

3. 从上下游站水位相关关系进行检查

水位过程线的对照检查，是一般的“定性检查”，而从各次洪峰水位的相关关系进行检查，能够揭示水位变化在“量”上的合理性。

在无大支流汇入及受变动因素(如变动回水、断面冲淤等)影响较小的河段上，上下

游站的水位关系比較密切，应用这种方法最为有效。

当区間面积較大时，从水位关系检查合理性需要考虑到区間径流的影响。

例如，湖南資水筱溪和柘溪两站，在每年6月以前由于暴雨中心位于流域上游，区間径流不大，因此其水位关系較為稳定；而在6月以后，由于暴雨中心下移，区間径流增大，两站的水位关系也发生变化，柘溪站的相应水位比前期显著增高。

4. 根据洪水調查印証实测水位

大洪水时，經常发生水尺被冲走事故，导致水位观测的中断，或临时用其他方法仅测得最高水位。遇有这种情况应该进行本河段及上下游洪水調查，以印証实测水位。

对过去观测到的異常洪水位，若資料可疑，旁証不足，亦应进行实地調查。

二、汛期水位流量关系曲綫的复核

洪水水位資料經過复核以后，汛期水位流量关系曲綫的复核，便成为决定洪峯、洪水資料精度的重要一关。应先对测站控制特性及流量测算情况进行了解，然后进行各年和历年水位流量关系曲綫的检查。检查中如发现问题，再从测站控制特性及测流情况中找原因，并进行必要的处理。

1. 对测站控制特性及流量测算情况的了解

在测站控制特性方面，应了解测站在不同水位时的控制条件及其变动情况，测流河段的断面冲淤、回水和洪水涨落以及上下游分洪、决堤、堵塞等的影响。

在流量测算情况方面，应了解流速及断面的施测设备、方法及精度，以及浮标系数的采用及流量計算方法是否正确。浮标系数如采用不对，常会产生系統的誤差。一般水深很大的大河，其浮标系数較大，常在0.85~0.90之間，受回水頂托时还会高至0.95左右；小河或山区河流則多在0.85以下至0.75的范围内。

浮标流量計算方法对成果精度亦有关系。1955年以前，用双断面法多不考虑断面形状和中泓摆动規律，而用折綫連繪浮标流速分布图。在投放有效浮标数較少的情况下，其流量計算成果常較单断面法为小。

2. 各年水位流量关系曲綫的复核

检查各年水位流量测点的分布情况和水位流量关系曲綫的一般情况。对中高水部分特別偏离的测点，应从水位面积及水位流速关系曲綫进行检查，并深入从测站控制特性及测流情况等各可能方面找出原因，然后进行必要的处理。

例如，江西上犹江田头站断面冲淤非常严重，中低水测点散乱需繪制分期的水位流量关系曲綫，但高水时逐渐合而为一。經調查了解，系由于該站下游1公里处有特別明显的卡口，在高水时形成控制所致。又如，湖南資水敷溪站各年水位流量关系曲綫均是单一的曲綫，而1955年汛期有少数测点偏离。經調查得知，测站下游約1公里处有小溪汇入，該年山洪暴发頂托干流，因而使测点偏离。

3. 历年水位流量关系曲线的综合比较

将同一断面、同一水准系统的各年水位流量关系曲线，连同高中水测点绘在一張图纸上，进行综合比较，以检查各年水位流量关系曲线的相互位置是否合理、测点的分布有无特殊偏离现象。同时绘制历年水位面积及水位流速关系曲线亦有助于发现问题。对特殊偏离年份及系统误差，应深入从各年断面变化、测站控制特性的变动、测算精度等方面进行分析，找出原因，进行处理。

例如，湖南澧水澧浦站历年水位流量关系曲线，1951~1955年合并定出单一曲线。1956年水位变幅大，测流精度高，测点集中，亦可定出单一曲线，但比1951~1955年的曲线偏大15%。对高水部分的17个测点进行了检查。1952、1953两年有4个测点，它们都偏小。深入了解测算记录，知道当时河宽200米，只放4~5个浮标，根据流速分布图所算得的断面平均流速显著偏小。1954年6月以前的两个测点由于用双断面法计算，断面平均流速也是偏小的。其余1954、1955两年用单断面计算的6个测点，比较密集，趋势亦较正常合理。1956年的5个高水测点中，3个为无风正常情况，与1954、1955两年的6个正常测点接近，其余2个均为三级顺风，但浮标系数仍用0.85，因而偏大。经考虑这些问题后，可以重新绘制1951~1956年的单一水位流量关系曲线，消除原整编中的分歧。湖南资水柘溪站也有这种现象。1951~1954年用浮标双断面法计算流量，其水位流量关系曲线较1955~1956年用浮标单断面法计算的偏小5~10%。经过分析比较后，两期曲线也可以合并。

又如，湖南耒水东江站1953年以来基本水尺未动，1953~1961年水位流量关系可以绘成单一的曲线。1952年的基本水尺在现水尺断面上游100余米，其水位流量关系曲线在低水时与历年曲线重合，而随着水位升高，水位流量关系曲线即在历年曲线之上，至高水时竟相差0.5米之多。经检查，知该站低水位时比降为1/10,000左右，两水尺相距100余米，水位相差仅0.01米，因此两个时期的水位流量关系重合是合理的。但在高水时，水面比降亦仅6/10,000，水位相差不过0.1米，较0.5米小得多。原整编时认为该年测验精度不高，就将1952年测点全部不用，一律用1953~1961年的水位流量关系曲线推算流量。经过实地查勘发现1952年基本水尺处于一个凹岸中，并且中泓随水位升高向凹岸移动，水流受地形影响产生回流。另外1952年水尺下游数十米曾有一中比降水尺，经绘制上中比降水位相关图，发现在中高水位时有倒流现象。而准确地测量河段两岸洪痕，发现靠近1952年基本水尺处的洪痕亦显著偏高0.5米左右。这就完全查明，1952年水位流量关系曲线与历年曲线在中高水位时的显著分歧并非由于精度不高，而是水尺位置安设不当，凹岸回流水位高于主流，其落差不能代表河流正常落差的缘故。如果以1952年基本水尺水位用1953~1961年的单一曲线推流，则1952年洪水期流量将偏大30%以上。

三、水位流量关系曲线高水延长部分的复核

水位流量关系曲线的高水延长对确定各年的最大洪峰、洪量数值关系很大，故应进行慎重的复核，以检查原来整编中的延长方法是否正确。

由于高水时的测流断面面积 A ，可以由大断面测量成果求得，所以问题在于如何延长水位流速曲线。在单一断面上，如果实测的水位流速关系曲线在高水部分的弯曲率很小而接近于直线，并且其斜度又很大，则可以直接延长水位流速关系曲线，然后延长水位流量关系曲线。当直接延长水位流速关系曲线无把握时，一般均借助水力学公式进行延长。一般的流速公式，可以写成水力半径的函数如下：

$$v = KR^x$$

在不同的方法中，对 K 及 x 有不同的假定：

(1) 史梯文斯公式，假定在高水时 K 为常数， $x=0.50$ 。

(2) 曼宁公式，假定在高水时 K 接近于常数， $x=\frac{2}{3}$ 。

(3) 福赫海默公式，假定 K 在高水时为常数， $x=0.70$ 。

(4) 萨沙洛夫公式，假定 K 在高水时为常数， $x=1.0$ 。

按上述各个公式延长的适用条件，是将实测的 v 及 R^x （其中 x 为所指定的数值）相对点绘在普通方格纸上，在中高水的相当长的一段上两者的关系为一直线（ K 为常数）或接近于一直线（ K 趋近于常数）。如果所绘的关系线在中高水部分是一曲线，则由之向上延长的任意性较大。在这种情况下，可以尝试在对数纸上点绘实测 v 和 R 值的关系点据。如果在中高水部分成为一直线或趋近于直线，则其斜率即为 x 值。但这一 x 值不一定等于上述各项公式中所指定的数值。此时在对数纸上将 $v \sim R$ 直线进行延长，亦可求得各个高水位时的 v 值，与面积相乘即得流量数值。

对于具有较宽河滩的断面，水位流量关系曲线的高水延长，应当将主槽及河滩的流速和面积曲线分别进行外延（在各次实测成果中要分别计算河滩和主槽的平均流速）。根据模型试验结果，在漫滩以后，主槽的断面平均流速有时会呈现随水位升高而减小至一定水位高度后又加大的现象（见图 2①）。

水位流量关系曲线高水延长的结果应当进行比较。比较时可利用下述方法：(1) 把由历史洪水水面曲线法所推算得的流量数值与由水位流量曲线延长求得的数值进行比较；(2) 将距离相近的两站的水位流量关系曲线的高水延长部分进行比较；(3) 利用上下游站同次洪水峰及量之间的关系进行检查（详见下节）；等等。

四、洪峰、洪量资料的综合复核

各年洪水流量资料，除应进行上列各节所介绍的从本站水位、流量测算情况的复核外，还应将各年的最大及次大的一两次洪峰、洪量统计成果，与上下游及相邻河流测站相应数据和暴雨径流关系进行综合的比较。

1. 上下游及相邻流域测站相应洪峰、洪量资料的比较

绘制上下游各站相应的洪峰、洪量的相关图，检查：(1) 点据的分布是否正常，有

无特殊偏离现象，其原因何在；（2）相关线的位置是否合理，与各站集水面积、暴雨大小及径流系数等方面的特性是否符合。

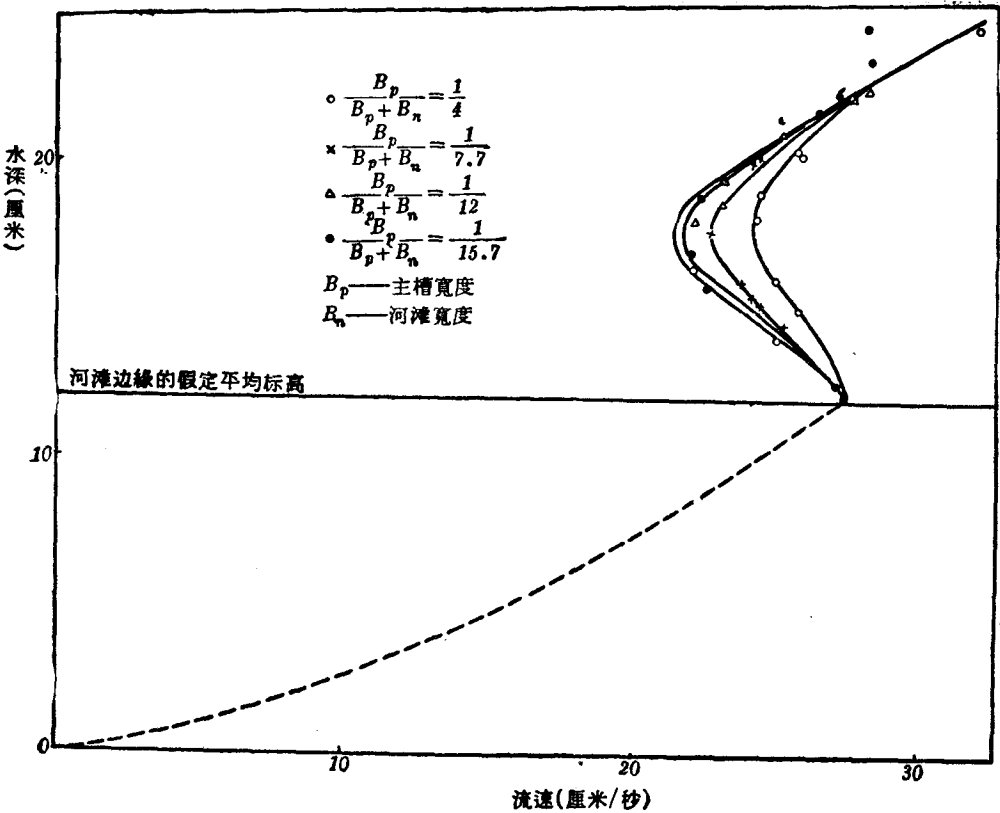


图2 主槽断面平均流速与水位的关系
(1959年模型试验)

例如，湖南沅水下游沅陵、桃源一段，流经峡谷丘陵地带，中间无大支流加入，河段上各站历年各次洪水总量间的关系如表1所列。

表 1

站 名	集 水 面 积 (平方公里)	间 距 (公里)	面 积 增 长 (%)	洪水总量历年 平 均 增 长 (%)
沅 陵	80000	87	4.8	13
魏子湾	83800			
桃 源	86700			

由表1可见，沅陵至魏子湾区间面积增长4.8%，而洪水总量却增长13%。虽然这一地区暴雨比较集中，但洪量的增长不应超过集水面积的增长过多。经检查发现，根据近年流速仪与浮标的比测结果，沅陵站高水时浮标流速系数约为0.90左右，而历年流量整