

概 论

一、资料整编的目的意义

水文资料整编就是将测站搜集的原始资料，按照统一的方法和格式进行整理、统计和分析，提炼成为系统的整编成果，以供防汛、抗旱、水利建设、国防、科研及其它国民经济建设应用。

我们知道；各项原始资料，由于天然和人为的影响，可能存在差错或中断、缺测等现象。同时，多数原始资料，其数值只能代表观测时的瞬时情况，不能直接提交生产部门使用。因此，每年年终，各水文测站都需要在“四随”（随观测，随计算，随整理，随发报）分析、分阶段整理的基础上，进行资料整编。整编的初步成果，还要经过审查、复审，并进行全流域或全水系、上下游、干支流、各测站同项资料的综合合理性检查，以求达到各方面平衡或协调，最后才以年鉴的形式刊印成册。

应当指出，测验是整编的基础，只有测验质量符合要求，才能整编出精度可靠的成果。测验质量不高，不仅会造成整编上的困难，而且也很难得出理想的成果。比如：降水量的观测段制不合要求，其整编成果就不可能满足水文计算和水文预报上的要求；流量、输沙率测次过少，则定线或插补时，就会增加不少困难。所以，资料整编可以说是测验工作的总结和继续。通过资料整编，可以反映测验的成果，发现测验中的问题，提出改进测验的建议。反过来，通过测验又可以检验整编方法是否合理，二者有机联系、相互促进。所以资料整编是水文工作的一个重要组成部分，也是水文测站的日常工作之一，必须予以足够的重视。

二、资料整编的内容和一般步骤

资料整编要经过在站整编、审查、复审、汇编等四个阶段，其主要工作内容和一般步骤如下：

（一）准备工作

1. 收集有关资料

1) 考证资料，包括：测站说明表和位置图，测站附近河流形势图，大断面资料等；还要特别注意搜集历年沿用的基面、水准点、水尺零点高程接测等有关资料。

2) 经过校核的原始资料。

3) 测验工作中的有关分析图表和文字说明。

4) 水文调查资料和整理成果。

5) 历年整编有关情况和成果。

2. 了解有关情况

了解测验、计算方法和仪器使用情况，断面基本设施有无变迁，以及测验河段上下游附近河流形势等。

（二）测站考证

1. 测站附近河流情况的考证

包括：河床坡度情况；有无支流汇入；上下游有无固定或临时的水工建筑物；有无引

水灌溉或工业用水；测验河段顺直长度及距弯道的距离；高水有无分流、漫滩和枯水期有无浅滩、沙洲出现；有含沙量资料的站，还要了解上游支流来沙的一般特性；河岸有无崩塌及河床组成情况；北方河流还应了解结冰、封冻、解冻等现象；在滨海河口段的测站，还要了解潮汐影响程度。其它如有无工矿废水排入，对河流水质污染影响程度等。

2. 测站断面的考证

(1) 断面位置：基本水尺及流速仪、浮标、比降水尺断面布设情况和相互的距离；固定测流设备和测流建筑物的种类、型式、位置等。如断面曾有迁移，还应了解其迁移时间、原因及距离。

(2) 断面的变化：了解断面的形状和冲淤变化程度。

(3) 断面测次：主要了解全年断面实测次数、以及洪水期借用断面是否恰当。

(三) 审核原始资料

审核原始资料的目的在于全面消除错误，统一规格。审核时，着重检查资料的插补、日平均值的计算及各项特征值的统计有无错误，必要时，对计算数字可部分抽算或全部复算一次。

(四) 编制图表

整编图表随着整编项目的不同而有不同的内容，它包括各种过程线图、相关图，各种实测成果表、逐日值表、月年统计值表以及水文要素摘录表等。各种表中的实测成果均从经过审核的原始记载簿中抄录。如测站曾有迁移时，可按下述原则处理：

1) 基本水尺断面曾经迁移时，应作两站处理。如新旧断面水位关系良好，则当年水位资料应换算为同一断面整编，一般是将当年资料较短的换算成资料较长的断面的水位。如新旧断面水位关系不好，则分别按新旧断面整编。

2) 如基本水尺断面迁移不远，区间径流或引水量为数很小，则流量、输沙率等资料可作为用一断面整编；如迁移较远，区间径流或引水量较大，则应按新旧断面分别整编。

3) 降水量、蒸发量观测地点曾经迁移时，如迁移不远，迁移前后的地形、气候条件等基本一致，则可合并作同一测站整编；否则应分作两站整编。

4) 无论是合并或分开整编，均应在有关整编成果表的附注栏注明基本水尺断面或降水量、蒸发量观测地点迁移的原因、距离和整编时处理的情况。

(五) 进行合理性检查

合理性检查有单站合理性检查和综合合理性检查两项内容，前者于在站整编时进行，后者在审查、复审阶段进行。

(六) 编写资料整编说明书

在每个项目的资料整编工作结束后，应对整编工作进行总结，编写资料整编说明书。说明书有以下几点作用：

- 1) 便于资料审查和复审时对资料情况、整编情况能有概括的了解。
- 2) 为汇编时编制综合说明资料提供依据。
- 3) 供以后查考整编成果及有关问题时参阅。
- 4) 供改进水文测验工作参考。

说明书的内容，视测验项目、资料情况而有不同。编写时要抓住重点，将主要问题说

清楚。有些内容可以列表填写。说明书的一般内容如下：

- 1) 水文测验情况，如测验断面或观测场位置、环境有无变动；测验设施、测验仪器、方法、精度、测次布置情况等。
- 2) 当年水情说明：扼要说明该水文因素的变化特点，水利工程等设施对资料的影响等。
- 3) 资料整编情况，说明对测站特性的认识、采用的整编方法、关系曲线的情况等。还应说明整编中发现的主要问题及处理情况，如突出点的分析、曲线延长、资料插补、改正等情况。水位资料要着重说明基面、水准点、水尺零点高程考证的情况。
- 4) 资料中未能解决的遗留问题。
- 5) 对资料质量的评价。
- 6) 改进水文测验工作的意见。

三、整编工作的注意事项

(一) 作好平时工作

原始资料的校核，各种过程线、关系图的点绘，实测成果表的编制，以及对资料的初步分析等工作，均宜在测站随时进行或分阶段完成，给年终整编创造条件。

(二) 认真执行规范

水文测验规范是统一全国水文测验技术标准、保证资料质量所必须遵循的规定。我国于一九七四年新颁布了《水文测验试行规范》，随后又出版了《水文测验手册》。在整编过程中，应严格按照规范办事，各项表格亦应按照手册中的填表说明填制，不能任意更改。

(三) 加强资料分析

在整编过程中，要多作调查研究，从实际情况出发，深入进行分析，力求探明各水文因素的变化规律，使方法合理，成果正确。

(四) 安排好工作程序

以一站各项资料来说，可从降水量、水位等基本资料开始，再依次整编流量和泥沙资料；以某项资料来说，首先要考证清楚，确定合理的整编方法，再作推算制表工作。避免由于前一工序产生错误、而引起下步工序的大量返工。

四、资料整编的发展方向

近年来，由于电子计算机技术的迅速发展，用电子计算机整编水文资料已逐渐开展。有些国家从资料的现场记录、传送到输入计算机进行加工，已经实现自动化；资料保存则采用穿孔卡、纸带、磁带或微缩胶卷；目前正在建立自动化的水文资料系统。

资料系统由以下三个环节组成：

- (1) 现场记录：包括站网布设、观测方法、观测制度、观测仪器和记录方式等。
- (2) 资料传送：包括观测资料由现场传送到资料收集中心的手段和方式。
- (3) 数据处理：包括在资料中心使用计算机对传送来的数据进行信号处理（放大、改正、转换、编码等）、译电、分析核对、存贮、显示和检索应用。

我国的水文工作者，也正在大力引用电子计算技术。长江流域规划办公室和黄河水利委员会等有关部门，研究应用电子计算机整编水文资料已获成功。长江流域规划办公室并于一九七六年应用电子计算机整编刊印了水位、流量、含沙量资料，目前各省正在大力普及推广。随着电算整编的发展，我国的水文测验和资料整编工作，必将出现一个崭新的面貌。

第一篇 资料整编的原理和方法

第一章 水 位

水位资料是基本水文资料之一。它能反映各种自然水体的水情变化。在推算流量、含沙量时，都要以水位作为基本依据。如果水位资料整编错误，则将引起流量、含沙量资料整编的大量返工。所以，水位整编方法虽然比较简单，我们仍须慎重从事。

第一节 资 料 考 证

一、基面和水准点的考证

基面是水位高程的起算面；水准点是固定基面的标志，是已知高程的固定点。测定水尺零点高程是以水准点作为依据的。如果基面、水准点发生错误，就会导致水位的系统错误，因此必须认真考证。

1) 基面考证主要是查清有无基面变换和水准网复测、平差，引据水准点高程数字有无变动等；对水准点考证，就是要查清有无因自然或人为因素影响而引起水准点高程发生变动。考证时，应对测站所有水准点（包括基本和校核水准点）和水尺零点的接测、复测的水准测量记录进行分析研究，判定水准点高程有无变化。如有变化，应分析判明其变化原因与日期，确定各个时期的正确高程数值，并查明其对引测水尺零点高程有无影响。

2) 当本站基本水准点没有上升、下降等变动时，它的“用冻结基面（或测站基面）

表示的高程”应固定不变。如因水准网复测、平差或变换绝对基面，使引据水准点高程数值变动时，本站基本水准点“用冻结基面（或测站基面）表示的高程”仍保持不变；“用绝对基面表示的高程”则要根据引据水准点高程作相应的改变。若绝对基面由吴淞基面变换为黄海基面时，则基本水准点“用绝对基面表示的高程”应由“ $h + h_1$ （吴淞基面）”变换为“ $h + h_1 - h_2$ （黄海基面）”。其换算关系，如图 1-1 左所示。

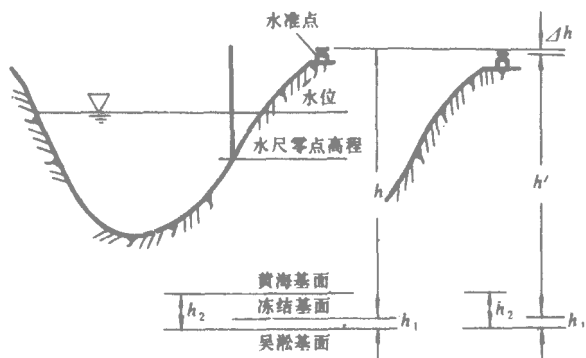


图 1-1 水准点高程与基面关系示意图

3) 如果只是基本水准点本身发生上升或下沉等变动时，它的“用冻结基面（或测站基面）表示的高程”和“用绝对基面表示的高程”均需作相应的改变，冻结基面（或测站基面）与绝对基面之间的换算关系仍旧不变。例如基本水准点下沉了 Δh ，则“用冻结基

面表示的高程”改变为“ $h - \Delta h = h'$ ”，“用绝对基面表示的高程”改变为“ $h + h_1 - \Delta h = h' + h_1$ （吴淞基面）”或“ $h + h_1 - h_2 - \Delta h = h' + h_1 - h_2$ （黄海基面）”冻结基面与绝对基面的换算关系仍为：冻结基面上米数 + h_1 = 吴淞基面上米数或冻结基面上米数 + $h_1 - h_2$ = 黄海基面上米数。其换算关系如图 1-1 右所示。

4) 如果既有水准点本身的变动，又有基面变换或水准网的复测、平差等问题，则应分别按上述 2)、3) 项的方法，详细考证清楚。

水准点高程考证表的填制方法如表 1-1 所示。

表 1-1 × × 站 水 准 点 高 程 考 证 表

点号	设立机关或 测量机关	测量或变动日期			用冻结基面 表示的高程 (米)	用绝对或假定基面表示		位置	引据水准点	变动原因
		年	月	日		高 程 (米)	基 面			
BM85		1952	8	26		25.241	吴淞			
BM85		1959	11			23.415	黄海			改基面
基 ₁		1957	5	3	23.786	23.786	吴淞	BM85		
基 ₁		1959	11		23.786	22.010	黄海	"		改基面
校 ₁		1957	5	3	22.167	22.167	吴淞	"		
校 ₁		1959	11		22.167	20.391	黄海	"		改基面
校 ₂		1957	5	4	22.805	22.805	吴淞	"		
校 ₂₋₁		1959	11		22.805	21.049	黄海	"		改基面并上升

注 1. 基₁, 校₁ 高程因基面改变而相应改变;
2. 校₂ 除基面改正外, 经复测上升 0.020 米。

二、水尺零点高程考证

引起水尺零点高程变动的因素很多，如水准点高程发生变动，水准测量错误，水尺被碰撞或被冰层上拔等。考证时，应按下述步骤从各方面进行分析。

1) 将本年各次校测的记录加以整理，列表记出各次校测日期、零点高程、引据的水准点及其它有关情况。并了解校测时水准测量的精度等情况。

2) 结合水准点考证的结果，分析水尺零点高程校测的成果和误差情况，确定本年各次校测时每支水尺的“取用水尺零点高程”。

3) 如两次校测的“取用水尺零点高程”有了变化，则应分析水尺变动的因素及日期。一般可绘制逐时水位过程线或本站与邻站的水位相关曲线来分析水尺零点高程的变化情况和时间，以确定两次校测间各时段应采用的水尺零点高程。水尺零点高程考证表示例如表 1-2。

表 1-2 × × 站 水 尺 零 点 高 程 考 证 表

水尺编号	零 点 高 程 测 量							使用起止 时 间	水尺改正 时 间	说 明
	高 程 (米)	年 月 日	方 法	闭塞差 (米)	允许误差 (米)	采用高程 (米)	引据点			
P ₁	37.240	70.5.11.	水准仪	0.002	0.003	37.240	校 ₁			
P ₂	36.314	70.4.3.	"	0.001	0.003	36.314	"			
P ₂₋₁	36.301	70.5.11.	"	0.001	0.003	36.301	"	70.4.25. 起用	70.4.25.	4.25.10:00 船撞动
P ₃	34.406	70.5.11.	"	0.002	0.003	34.406	"			
P ₄	33.564	70.4.3.	"	0.001	0.003	33.564	"			
P ₄₋₁	33.552	70.5.11.	"	0.001	0.003	33.552	"	70.5.3. 起用	70.5.3.	5.3.9:00 船撞动

第二节 水 位 插 补

一、一般站水位的插补

当遇特殊情况水位缺测时，如条件许可，即应设法予以插补；对观测错误的资料，也可用插补值代替错误的资料予以改正。插补的方法如下：

(一) 直线插补法

当缺测期间水位变化平缓，或虽有变化，但有一致的上涨或下落趋势时，可用下式计算插补：

$$\Delta G = \frac{G_2 - G_1}{n + 1} \quad (1-1)$$

式中 ΔG ——每日插补的差值（米）；

G_1 ——缺测前一日的水位（米）；

G_2 ——缺测后一日的水位（米）；

n ——缺测天数。

(二) 水位关系曲线法

如缺测时间甚长，可用本站水位与相邻的上（或下）游站的同時水位（或相应水位）点绘关系曲线来插补，如图（1-2）所示。绘制曲线最好用当年的实测资料，如果当年资料不够或相关关系并非简单的直线，而是在涨水和落水过程各有不同的趋势时，可以利用往年的水位过程相似时期的资料。

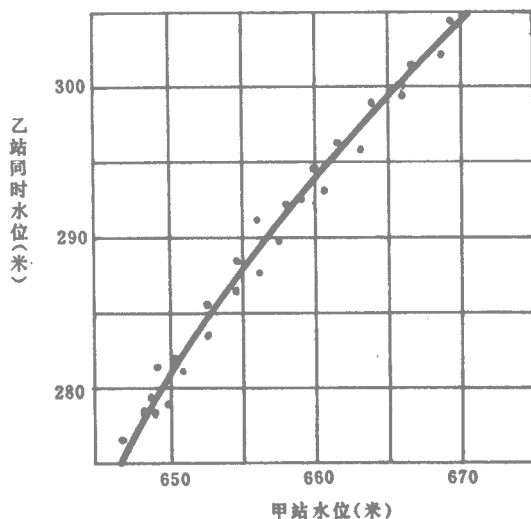


图 1-2 甲站乙站水位相关图

应用本法插补时，本站与邻站的水位必须存在密切的关系，冲淤剧烈的河道，此法很

难得到满意的结果。

无论采用哪种方法插补，均须在逐日平均水位表的附注栏注明。

二、潮水河站水位的插补

(一) 高低潮潮位之间水位的插补

潮水位在规定不观测部分，或因特殊事故在高低潮之间缺测部分，可根据白天潮水位变化趋势或参照相隔半月、半年、一年的月龄相同的那天的相应潮汐予以插补。方法如下：

1. 直线插补法

潮水位在缺测部分接近直线变化时，可采用此法。

2. 比例插补法

此法系根据相似潮汐的水位涨落比例进行插补。先将相似潮的水位变化过程根据转折点分为数段，然后将需要插补的潮的水位变化过程相应部分亦分为同等数段，则相应段的历时和水位涨落差有下列关系：

$$\frac{T_i}{T} = \frac{T'_i}{T'} \quad (1-2)$$

$$\frac{H_i}{H} = \frac{H'_i}{H'} \quad (1-3)$$

式中 T ——相似潮的涨（落）潮历时；
 T' ——需要插补的涨（落）潮历时；
 T_i ——相似潮的第 i 段历时；
 T'_i ——需要插补的潮的第 i 段历时；
 H ——相似潮的涨（落）潮潮差；
 H' ——需要插补的潮的涨（落）潮潮差；
 H_i ——相似潮的第 i 段水位涨落差；
 H'_i ——需要插补的潮的第 i 段水位涨落差。

(二) 高（低）潮潮位的插补

1) 如果因自记水位计记录故障等原因缺测高潮或低潮潮位及其出现时分，而本站与邻（或上下游）站的相应高（低）潮潮位及其出现时分存在密切的相关关系时，可根据两站同时期（包括缺测前、后一段时期以及与缺测的潮期相隔半月或一月的时期内）的实测资料，分别点绘相应高潮潮位、低潮潮位及其出现时分的相关曲线，据以插补缺测的数值。

2) 如果只有个别的高潮或低潮潮位及其出现时分因故缺测，也可直接根据缺测前后的本站各个潮期高、低潮位及其出现时分的变化规律，并参照与缺测的高潮（或低潮）相隔半月的时期内各次高、低潮位及其出现时分的变化趋势，插补缺测的个别高潮（或低潮）潮位及其出现时分。

3) 所有插补的高潮和低潮潮位及其出现时分，均应在逐日潮水位表的附注栏注明。

第三节制 表

整编水位资料时，需编制逐日平均水位表、洪水水位摘录表、逐日平均地下水位表、

逐日潮水位表（填每日最高、低潮位数值）等。

一、河道保证率水位的挑选

有航运或浮运的河道，由领导机关指定部分测站挑选各种指定保证率的日平均水位，列入逐日平均水位表中刊布。一年内资料不全的、或受人工调节影响严重而又没有特殊需要的，不进行挑选。

各种保证率水位一般是指最高日平均水位，从高向低数第 15 天、30 天、90 天、180 天、270 天的日平均水位及最低日平均水位七个数值。其挑选方法如下：

(一)列表挑选

列表的方法有两种，在水位变幅较大的测站，可先按不同水位分成若干级，分别统计本年各月各级水位的发生次数，从高到低累积之（最后一个累积数应是本年的总天数），就可求得各水位级分界处水位的保证率。然后判明指定保证率的水位是在哪一个水位级里，再把这一个水位级里的水位从高到低排列起来，找到所需要的水位。

另一种列表的方法是：划分水位级以后，再逐月将日平均水位的尾数列入表中，这样就可以一次找出各种保证率的水位。在水位变幅较小的测站，用这种方法比较省事。举例如下表：

表 1-3

× × 站 水 位 频 率 表

最高日 平均 23.89 第 15 天 (22.81) 第 30 天 (22.71) 第 90 天 (22.56) 第 180 天 (22.46) 第 270 天 (22.38) 最低日平均 22.32

水位级	发 生 次 数												合 计	累 计																							
	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十一 月	十二 月																									
23.89																1	1																				
42																	1	2																			
22.90																	1	3																			
89~80					9.7	2	6.5	3	4.3	4	3.6	4					13	16																			
79~70	0	1	5	1	4	1	0.9	2	4.2	3	6	1	9.4	2	7.7	2	4	1	3	1	4	1	16	32													
69~60	1.4	2	6.2	2	7.9	3	3.7	4	3.7	6.9	4	5.3	3	7.3	4	3	8.8	3	3	9.6	0	3	7.7	2	3	2.1	4	9.2	4	3	6.9	7	3	36	68		
59~55	9	1	8.6	2	5	1	7.7	2	9.6	2	5.5	2	6.8	2	7.9	3	7	9.6	7.7	4	8.8	5	3	6.6	9	3	5.5	6	3	28	96						
54~50	4	1	4.0	2	4	1	3.2	2	4.1	2	3.1	2	2.2	2	2.3	2	1.0	2	0.2	1	3	3.0	2	1.2	2	2	23	119									
49~48	8	1	8.9	2	9.8	2	9.9	8	3	8.8	8	3	9.9	2	8.9	8.9	1	8.8	2	9.9	2	8.9	2	9.8	2	9	1	26	145								
47~46	7.6	7.7	4	7.6	7	3	7.6	2	6.7	7	3	7.7	6	3	6.6	7	3	7.7	7	3	6.6	6	3	6.7	6.7	4	6.6	7	3	6.6	7	3	7.7	7	3	37	182

例如：要找 30 天的保证率水位，可从累计次数 32 中减去两次即得，在表中找得一月，四月各有一次尾数为 0，所以第 30 天的水位为 22.71 余类推。

为了节省频率表的篇幅，对于出现次数不多的最高及第二天、第三天等的保证率水位

可直接抄入表中，然后向下划分水位级。

（二）在日平均水位过程线上量读

需要绘制日平均水位过程线的测站，可以直接从过程线上量读各种保证率水位。如图 1-3 挑选第 15 天水位时，就是从高向低找一个水位，使它与过程线相交部分的水位的水平线长度恰恰等于 15 天（15 格），余类推。此法在水位变化平缓时，较为适用。

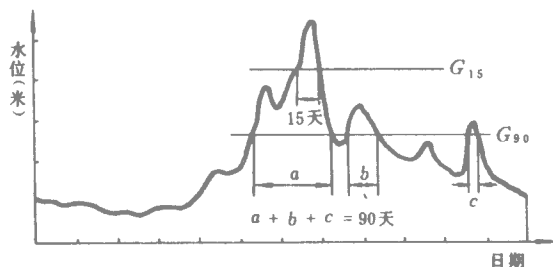


图 1-3 在水位过程线上量读各保证率的水位

二、潮水河保证率水位的挑选

常年通航及作为主要农田灌溉水源和排水出路的潮水河，在指定的测站制作“高潮潮水位频率表”和“低潮潮水位频率表”。无此需要时，可不编制。频率表的编制方法如下：

- 1) 按各站高潮（或低潮）的最高、最低潮水位变幅确定频率表中的潮水位级。
- 2) 根据“逐日潮水位表”上的最高高潮和最低高潮（或最高低潮和最低低潮）确定频率表的范围（即分为多少个潮水位级），表中自高（低）潮最高潮水位起，依潮水位顺序排至高（低）潮最低潮水位止。
- 3) 将各潮水位级内的发生次数进行小计，并自最高潮水位级起，依次累积发生次数，各月累积次数应为全月高（低）潮的总次数，一年中最后的一个累积数字应为全年高（低）潮的总次数。
- 4) 统计由高（低）潮的最高值起，包括最高、第 30 次、第 60 次、第 180 次、第 360 次、第 540 次和最低等潮水位数值。

第四节 合理性检查

一、水位的单站合理性检查

- 1) 根据本年逐日或逐时水位过程线检查水位变化的连续性，有无突涨突落现象，峰形变化是否正常，年头年尾是否与前后年衔接；其次检查一年中洪水期、平水期、枯水期（或冰期）的变化趋势是否符合测站特性。没有条件作上下游对照的测站，主要靠这种方法来检查。
- 2) 必要时，还可与历年水位过程线比较，或与雨量、冰凌资料对照检查。
- 3) 对水位过程线上不合理或反常的现象，应分析其原因，如：水位不连续。可能由于

水准点或水尺零点的变动；观测、记载或计算的错误；水尺断面迁移或换尺时横比降的影响；突然决堤；整编时抄表、绘图错误等原因。洪峰前后水位相差较大，可能由于断面的冲淤；测站控制的变化；下游拦河坝倒坍等原因。

二、水位的综合合理性检查

（一）用上下游水位过程线对照

检查时，将上下游测站的过程线纵排在一起，比较同时段各站水位的变化趋势。在无支流的河段上，相邻测站水位变化应该是相应的，若发现水位变化过程不相应，则应检查原因。

在有支流汇入的河段，下游站要与上游干支流站同时对照比较，必要时，还可以参照区间降水量资料进行。

在有闸坝的河段上，作闸上、闸下水位对照时，要点绘平均闸门开启高度过程线加入比较。当闸门全部提出水面时，上下游站水位变化与无闸河段相同。关闸时，下游水位猛落，上游水位猛涨，开闸时情况相反。

（二）用上下游水位相关图检查

在上下游对照时，如发现问题、需要作进一步分析，或有其它必要时，可以进行此项检查。此法适用的条件是：上下游水流条件相似 河床无严重冲淤、无闸坝影响、水位关系密切。

在枯水期水位平稳时，可用月平均水位作相关图。洪水时期可用相应的峰谷水位与枯水月平均水位结合起来作水位相关图。如果关系较为混乱，则可以用影响较显著的其它因素（如和上游峰顶水位同时的下游水位、支流水位等）作参数来绘制。

相关图能显示测站间水位关系的规律，在测站较密河段更为显著。可以根据以往资料归纳出来的规律，检查本年资料是否合理。

三、潮水位的单站合理性检查

1)用潮水位过程线检查潮水位变化的连续性，过程线不应有突涨突落现象。

2)检查一日、一月、一年中潮汐涨落的周期性，一般半日周期潮汐的平均周期约为12时25分。河口以内诸站，涨潮历时较短而落潮历时较长。日潮不等现象呈有规律性的变化。通常在春分秋分附近的朔望，日潮不等现象最不显著，而在夏至冬至附近的朔望，日潮不等现象最为显著。其间日潮不等由不显著到显著，再由显著到不显著，大致每十四天半为一个周期，相差约半月的高低潮位和出现时间是差不多相同的，每隔半年的月龄相同时期的潮汐也差不多相同，只是出现时间上下午相反。各年同月而且月龄相同的那天的潮汐，也是大约相同的。此外，高、低潮间隙，涨、落潮潮差和历时等在一月和一年中都有其变化规律，亦可分别据以检查。

四、潮水位的综合合理性检查

（一）用上下游潮水位过程线对照

检查时，可将各站过程线直接对比。潮差的大小往往与测站距河口的距离成反比，即愈近河口，潮差愈大。高低潮水位的出现时分则自下游循序向上游推迟。涨潮历时一般是愈向上游愈短，落潮历时与之相反。上下游相邻两站的高、低潮间隙则总是上游站比下游站大。根据这些基本变化规律，检查资料是否合理。

检查时，要注意强风的影响。在河口三角洲地区，河汉交错，进潮口门很多，要了解

潮波传播的方向，作为分析各站高低潮位出现时间顺序的依据。

受洪水影响以致一个长时期潮区界下移、潮汐现象消失时，要按清水河的方法进行合理性检查。

（二）各站潮汐特征值的检查

一般可将各站的潮水位月年统计表折叠并排，使各站同月份的潮汐特征值排在一起、进行比较。必要时，可以编制各站潮汐特征值对照表，表内以一个月或一年为单位，将各站潮水位月年统计表里的主要特征值列入，检查其是否合理。

五、地下水位的单站合理性检查

1)根据本站地下水位过程线检查水位有无突变，与前后年是否衔接。地下水的上涨主要由于降水、引水灌溉。无降水、灌溉期间，如不受河道涨水影响，则逐渐下降。地下水上涨较快，下降缓慢，有明显的规律性。必要时，可将本站或附近的逐日降水量用柱状形式绘在地下水位过程线图上对照。有灌溉时，可将灌水时间标出，作为参考。

2)附近有河道站时，还可与河道水位对照。

六、地下水位的综合合理性检查

一般可用相邻水井地下水位、河道水位的过程线互相对照。必要时，还可以用月平均地下水位或某一特定时期的地下水位、绘制等高线图，作为检查工具。

邻井地下水位的变化过程是相似的。各种地下水位受河流水位涨落影响时，近河的影响幅度大，反映快；离河愈远，影响愈弱、愈慢。

第二章 河道站流量

流量资料的整编任务，就是通过水位流量关系来推求瞬时流量，再用以算出日、月、年平均流量及各种流量特征值。其整编步骤和其它项目大致相同，只是在制表之前，需经过点图、制定关系曲线（定线）和推算流量（推流）等工序。另外，在点图、定线、推流时，需随着各站特性的不同而采用不同的方法。

第一节 水位流量关系分析

一、基本概念

一个测站的水位流量关系（ $G \sim Q$ 关系），是指测站基本水尺断面的水位与通过该断面的流量之间的关系。有些站流量测验不在基本水尺断面进行，只要测流断面与基本水尺断面相距不远，其间无支流汇入或分出，则两处的流量基本上相等，仍可直接建立水位流量关系。

水位流量关系可分为稳定的和不稳定的两类。稳定的 $G \sim Q$ 关系一般为一条单一曲线，曲线形状近似抛物线。不稳定的 $G \sim Q$ 关系则可能形成一条以上甚至多条曲线，且曲线形状不一，变化复杂。

水位流量关系是否稳定，主要取决于影响流量的水力因素，可用曼宁公式加以说明。

$$\bar{V} = \frac{1}{n} R^{2/3} I_e^{1/2} \quad (2-1)$$

式中 \bar{V} ——断面平均流速(米/秒);

——河床糙率;

R ——水力半径(米);

I_e ——能线比降， $I_e \approx$ 水面比降 I ，故一般用 I 代替 I_e 。

则

$$Q = F\bar{V} = \frac{1}{n} FR^{2/3} I^{1/2} \quad (2-2)$$

式中 Q ——流量(米³/秒);

F ——断面面积(米²)。

由式(2-2)可知，要使水位流量关系保持稳定，必须在同一水位下， F 、 R 、 n 、 I 等因素均保持不变，或者各因素虽有变化，但对 $G \sim Q$ 关系的影响能互相补偿。这样，同一个水位 G ，就只有一个相应的流量 Q 。 $G \sim Q$ 关系就成为一条单一曲线。天然河道里，严格的讲，在较长时段内，几乎是不存在这种简单关系的，只是影响程度的大小不同而已。

因为各个河流、各个断面的水力因素是各不相同的，因此，每一测站都有它自己的 $G \sim Q$ 关系。同时，这些水力因素、也可能随时间的转移而发生变化，所以同一测站的 $G \sim Q$ 关系也会因时而异。

二、测站控制

当测站下游有一个断面或一段河槽，其水力特性能够使得测站的 $G \sim Q$ 关系保持一定的稳定状况，这个断面或河段、便称为测站控制。换句话说，测站控制就是使 $G \sim Q$ 关系保持稳定的各个主要水力因素的组合。这些因素若集中在一个断面上或一个极短的河段上，便形成断面控制；假如 $G \sim Q$ 关系是靠相当长的一段河槽的底坡、断面形状、糙率等因素来控制的，便称为河槽控制。

只要测站控制的各个水力因素维持不变，就能保持 $G \sim Q$ 关系稳定；相反， $G \sim Q$ 关系的改变，一定是由于测站控制的变动，这是重要的概念之一。

低水时期的控制，常是在下游附近比降突然转折的地方，在该处形成临界水深，如天然石梁、急滩等都是。只要石梁、急滩的形状不变，一定的流量就有一个固定的水头。如水尺设在其上游不远处，石梁水尺间的落差很小，且变动不大，则水尺处的 $G \sim Q$ 关系是稳定的。即使水尺处有冲淤变化，只要控制断面不变，则 $G \sim Q$ 关系基本上不变，面积的变化将恰为流速的变化所补偿。

在高水时期，卡口、峡口可以发生控制作用，使水流形成跌落，产生临界流速，同一流量只有一个水头。如水尺设在卡口上游不远，则该处 $G \sim Q$ 关系是稳定的。另外，若测站下游不远处有束狭河段、弯曲河段，在高水时造成水面纵坡之转折，皆可以消除下游水位对上游的影响，并维持上游比降的稳定。因而对测站 $G \sim Q$ 关系具有一定的控制作用。

如上所述，只要控制断面或控制河段诸水力因素能长期维持不变，则测站的 $G \sim Q$ 关系就能长期维持稳定，这种情况称为控制良好或控制稳定。反之，若控制断面或控制河段诸水力因素不能维持长期稳定，甚至经常变动，则 $G \sim Q$ 关系就不稳定了，这种情况称为

控制不良或控制不稳定。比如：低水急滩控制，当急滩处河底发生冲刷后， $G \sim Q$ 关系曲线就要右移。而在河槽控制情况下，如控制河段发生冲淤，或比降因回水或洪水涨落等发生变化，或糙率因生长水草等发生变化，都足以破坏 $G \sim Q$ 关系的稳定。

正确的理解测站控制的基本概念，并深入的了解测站的控制情况，会帮助我们理解测站 $G \sim Q$ 关系的特点。例如某站低水为急滩控制，高水为峡口控制，虽然测流断面有冲淤变化， $G \sim Q$ 关系仍应是稳定的。但由于计算流量时都采用同一个借用断面，以致 $G \sim Q$ 关系点子分布散乱，后改用每次测流时的实测水深计算断面和流量，结果 $G \sim Q$ 关系成为单一线，又例如某站下游筑有临时坝，中低水的 $G \sim Q$ 关系为单一线，当临时坝冲毁以后， $G \sim Q$ 关系就改变了。

三、水位流量、水位面积、水位流速关系曲线的一般性质

在一定的渠道中，由于 n 和 I 都是常数，而 F 和 R 都是水深的函数，所以流量也是水深的函数。现将渠道断面的 $G \sim F$ ， $G \sim V$ ， $G \sim Q$ 关系方程式列于表 2-1。

表 2-1 渠道的水位面积、水位流速、水位流量关系方程式

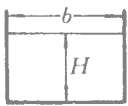
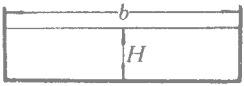
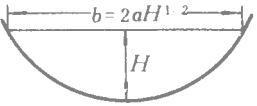
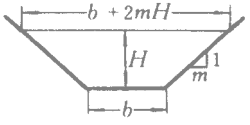
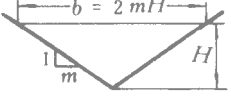
断面形状	$F = f_1(H)$	$V = f_2(H)$	$Q = f_3(H)$
矩形 	$F = BH$	$V = \frac{I^{1/2}}{n} \left(\frac{b}{b+2H} \right)^{2/3} H^{2/3}$	$Q = KH^{1.00-1.67}$
宽浅矩形 	$F = BH$	b/H 甚大时 $V = \frac{1}{n} I^{1/2} H^{2/3}$	$Q = KH^{1.67}$
抛物线形 	$F = \frac{4}{3} a H^{3/2}$	b/H 甚大时 $V = 0.76 \frac{1}{n} I^{1/2} H^{2/3}$	$Q = KH^{2.17}$
梯形 	$F = (b + mH)H$	$V = \frac{I^{1/2}}{n} \left(\frac{b + mH}{b + 2\sqrt{1+m^2}H} \right)^{2/3} H^{2/3}$	$Q = KH^{1.67-2.67}$
三角形 	$F = mH^2$	$V = \frac{I^{1/2}}{n} \left(\frac{m}{2\sqrt{1+m^2}} \right)^{2/3} H^{2/3}$	$Q = KH^{2.67}$

表 2-1 中诸式可归纳为： $F = K_1 H^\alpha \quad (\alpha \geq 1)$ (2-3)

$V = K_2 H^\beta \quad (\beta < 1)$ (2-4)

$Q = K_3 H^\gamma \quad (\gamma = \alpha + \beta > 1)$ (2-5)

下面分析天然河道关系曲线的性质时，需借用这几个式子。

(一) 水位面积 ($G \sim F$) 关系曲线的性质

水位面积关系曲线的纵轴是基本水尺断面 (P 断面) 的水位，横轴是测流断面 (C 断

面)的面积。 P 与 C 断面可能是同一个,也可能分开,这两种情况,应该加以区别。

P 与 C 断面在一起时, $G \sim F$ 关系曲线是一条凹向横轴的曲线。这是由于天然河道的横断面一般接近抛物线形,上部和下部增加同样水深时,其下部增加的面积相应的比上部小,因此,曲线的斜率是上小下大如图 2-1所示。

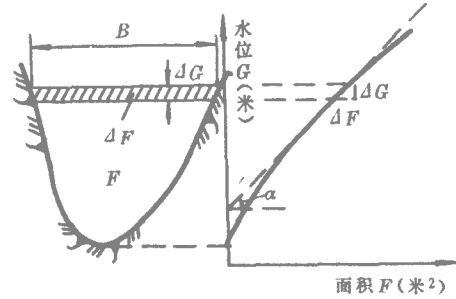


图 2-1 面积曲线的斜率

$$\text{因 } \Delta F = \Delta G \cdot B; \text{ 故 } \frac{\Delta G}{\Delta F} = \frac{1}{B}, \text{ 即 } \text{tg } \alpha = \frac{\Delta G}{\Delta F} = \frac{1}{B}.$$

说明面积曲线的斜率为河宽的倒数,水位愈高,河宽 B 愈大, $\text{tg } \alpha$ 就小,下部的 B 小, $\text{tg } \alpha$ 就大。但河道横断面形状改变时, $G \sim F$ 关系曲线就会出现以下情况:

- 1) 当河槽呈矩形或U形时,面积曲线变为直线,如图 2-2所示。
- 2) 当河槽呈瓶形时,面积曲线出现反曲,如图 2-3所示。

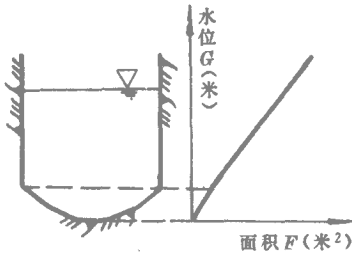


图 2-2 U形河槽的面积曲线

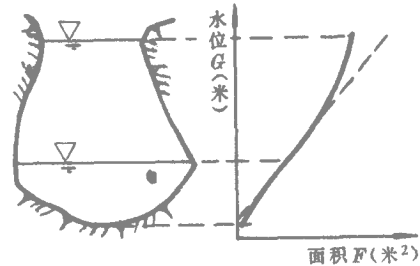


图 2-3 悬崖突出的面积曲线

3) 当河槽为复式时,面积曲线发生变形,但应与水尺不衔接而引起的曲线变形相区别,如图 2-4所示。

当 P 断面与 C 断面不在一起时, $G \sim F$ 关系曲线远较上述情况复杂。这种曲线可以看作是先将测流断面水位与面积绘成关系曲线后,再加以 P 、 C 两断面间的落差(基本水尺在上游为正,在下游为负)而成。如果两断面间的落差是常数,则两个断面的 $G \sim F$ 关系曲线具有完全相同的形状与性质。但实际上落差不可能是常数,所以 P 断面与 C 断面的 $G \sim F$ 关系曲线也就不可能完全一致。当断面发生冲淤,或两断面间落差随时间而变动时,这种关系更加复杂。为了便于分析,有时需绘制测流断面的 $G \sim F$ 关系曲线。

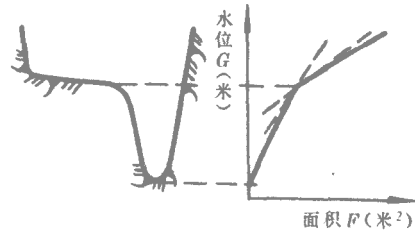


图 2-4 复式河槽的面积曲线

(二) 水位流速 $G \sim V$ 关系曲线的性质

$G \sim V$ 关系曲线所受的影响因素较多。但如 P 与 C 断面在一起,且断面整齐,比降变化不大,则它应是凹向纵轴的曲线,且在高水时趋向垂直。对于这个问题,仍可用曼宁公

式简单的加以说明：

在低水时， V 受 n 、 R 、 I 的影响较大，特别是 n 与 R 两项尤为显著。而在高水时， n 相对变化较小， R 、 I 虽有变化，但影响却不很大。关于这一点，可借前述明渠的流速公式验证之：

$$V = K_2 H^\beta \quad (\beta < 1)$$

$$\frac{dV}{dH} = K_2 \beta H^{\beta-1}$$

$$\frac{d^2V}{dH^2} = K_2 \beta (\beta - 1) H^{\beta-2} \quad (2-6)$$

因 $\beta - 1 < 0$ ，故各级 H 值的 $\frac{d^2V}{dH^2}$ 都是负的，说明曲线是凹向纵轴。 H 愈大 $\frac{dV}{dH}$ 愈小； $\frac{dH}{dV}$ 愈大，则曲线趋向垂直。

$$\lim_{H \rightarrow \infty} \frac{dV}{dH} = \lim_{H \rightarrow \infty} K_2 \beta H^{\beta-1} = K_2 \beta \lim_{H \rightarrow \infty} \frac{1}{H^{1-\beta}} = 0 \quad (2-7)$$

式 (2-7) 说明高水部分曲线的坡度以垂直线为其极限，如图 2-5。但天然河道并不完全和渠道一样，在某些情况下， $G \sim V$ 曲线还会出现转折或反曲现象。

1) 在漫滩时，流速曲线出现转折，如图 2-6。出现转折的主要原因是面积突然增加，而滩地上的流速却因糙率大而相对减小。因此，河床流速与河滩流速的差别是：随流量的增大而减小，随河滩宽度的增加而增加。

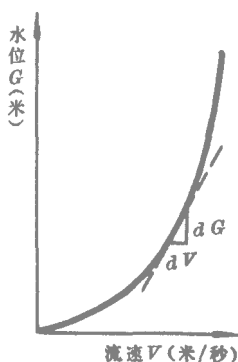


图 2-5 $G \sim V$ 关系曲线

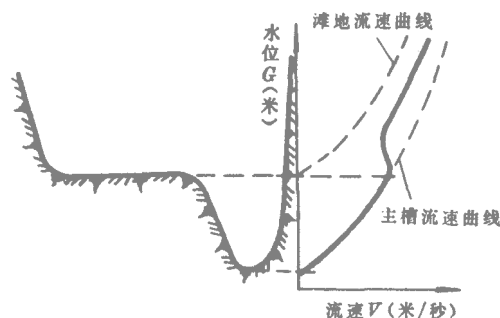


图 2-6 漫滩的流速曲线

2) 断流水位以下有深潭时，曲线成反曲。如图 2-7，设深潭面积为 F_0 ，深潭以上面积为 F_1 ，则

$$V = \frac{Q}{F_0 + F_1} \quad (2-8)$$

式 (2-8) 中 F_0 为定值，当 F_1 很小时，平均流速可较无深潭时小数倍，而当 F_1 很大时，有

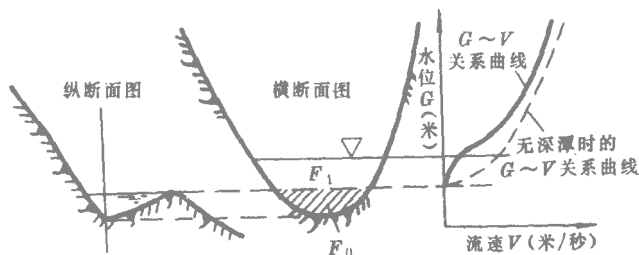


图 2-7 断面有深潭时的 $G \sim V$ 关系曲线

无深潭，其影响就不显著了。

此外，当高低水位间的比降、糙率有较大变化时，也会形成流速曲线的反曲现象。

当 P 、 C 断面不在一起时，情况更加复杂。如有冲淤变化或比降、糙率等因素变动时， $G \sim V$ 关系点也就比较散乱。这些问题，将在下面几节中详述。

(三) $G \sim Q$ 关系曲线的性质

天然河道的 $G \sim Q$ 关系虽各不相同，但一般情况下是一根凹向横轴的曲线，这是因为随着断面的增加而流量相对增加较快的缘故。现仍借用前述公式予以说明：

$$Q = K_3 H^\gamma \quad (\gamma > 1)$$

$$\frac{dQ}{dH} = K_3 \gamma H^{\gamma-1}$$

$$\frac{d^2Q}{dH^2} = K_3 \gamma (\gamma - 1) H^{\gamma-2} \quad (2-9)$$

因 $\gamma - 1 > 0$ ，故 $\frac{d^2Q}{dH^2}$ 是正的。随着 H 的增大， $\frac{dH}{dQ}$ 渐小；曲线的斜率亦渐小，所以曲线凹向横轴。

由于 $G \sim V$ 与 $G \sim Q$ 关系曲线是相应的，故在遇到漫滩、死水等情况下，也会出现反曲现象，如图 2-8 和图 2-9 所示。

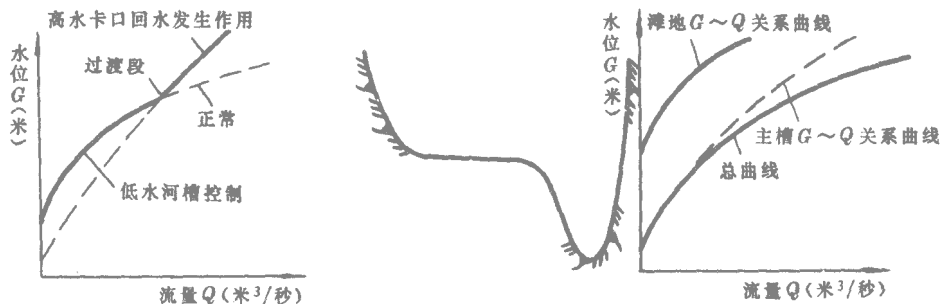


图 2-8 流量曲线的反曲 图 2-9 复式河槽的流量曲线

当基本断面与测流断面相距不远时，两断面间的流量可以认为是相等的，对水位流量

关系无甚影响。

第二节 稳定的水位流量关系

一、实测流量成果表的编制

本表编列一年内各次实测流量的主要指标，它是一项刊印成果，编制本表的目的是：

(1) 用以审查和分析实测流量资料：由表中编列的全年各项实测流量的测法、应用系数以及水面宽、比降、糙率等情况，可以系统地了解测验中存在的问题。如全年流量测次共多少，流速仪、浮标或其它方法的测次各多少，全年用过几架流速仪，中间在什么时候变换的，浮标系数多少等。这些情况都有助于检查和分析突出的 $G \sim Q$ 关系点子。

(2) 作为点绘 $G \sim Q$ 、 $G \sim F$ 、 $G \sim V$ 关系点子时用：从记录中将水位、流量、面积、流速编制成表以后，可以使点绘工作方便许多，并可减少点绘的错误。

(3) 刊布后作为了解测站特性及实测资料情况之用：表中所列实测项目，为规划设计时的常用参考数字，故需刊布。有时为深入了解测站的水文特性，也要应用这些资料来分析。

实测流量成果表的格式及填制方法示例如表 2-2。

表 2-2 $\times \times$ 站 19 $\times \times$ 年流量实测成果表

施测 号数	施测时间				断面 位置	测验方法	水位(米)		流量 (米 ³ /秒)	断面 面积 (米 ²)	流速(米·秒)		水面 宽 (米)	水深(米)		水面 比降 万分率	糙 率	附注	
	月	日	起 时 分	迄 时 分			基本 水尺	测流 断面 水尺			平 均	最 大		平 均	最 大				
48	6	15	10	20	13	10	基	流(251)10'30	17.03	468	663	0.71	1.02	305	2.17	4.35	0.39	0.015	
49		21	12	17	14	40	基	流(251)13'45	18.26	996	1060	0.94	1.57	325	3.26	5.70	0.38	0.014	
50		24	10	30	13	55	基	流(251)16'60	94	1430	1280	1.12	1.77	330	3.88	6.40	0.29	0.012	
51	7	2	10	40	12	40	基下200米	浮(0.86)20	19.56	1820	1470	1.24	1.98	341	4.31	6.80	0.27	0.011	

二、水位流量关系点子的点绘

在点绘 $G \sim Q$ 关系点时，一般需同时点绘 $G \sim F$ 、 $G \sim V$ 关系点子。点图时应注意以下几点：

1) 以同一水位为纵座标，自左至右依次以流量、面积、流速为横座标。根据水位、流量、面积、流速的变幅选定适当的比例尺，比例尺最好取 1、2、5 的倍数，并使 $G \sim Q$ 、 $G \sim F$ 、 $G \sim V$ 关系曲线分别与横座标大致成 45° 、 60° 、 60° 的交角，要求关系点子互不相混，曲线不交叉。测流次数多， $G \sim Q$ 关系点子分布散乱的测站，可分期点绘几张图，各图中要绘出前后相邻时期的点子，最后再综合绘制一张总图。

2) 点绘关系点子时，不同的测流方法，用不同的符号表示，并在每个点子的右上角或同一水平线上注明施测号数或时间。为了保证前后年资料衔接，在本年的图中，应绘出上年末和下年初的点子，用不同的符号或颜色表明。图例如下：

- 流速仪测的点子；
- ▽——深水浮标或浮标测的点子；