

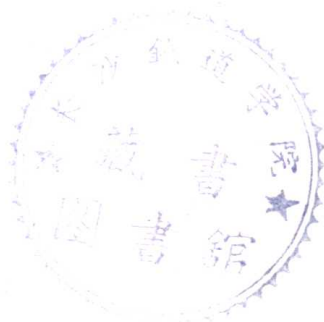
114305

5634
C111

航务工程基本知識小丛書
勘查部分
(5)

水文与水文測驗

曹洪明 編



人民交通出版社

航务工程基本知識小丛书

勘查部分

(5)

水文与水文測驗

曹洪明 編

人民交通出版社

4

本書为航务工程基本知識小丛书勘査部分之五。內容主要敘述了水位、流速、流量、泥沙的观测和計算方法，以及河流形态、河川徑流的形成和影响因素等。同时还简单地介紹了徑流計算的最基本的概念。

航务工程基本知識小丛书

勘査部分

(5)

水文与水文測驗

曹洪明 編

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业營業許可証出字第〇〇六号

新华书店北京发行所发行 全国新华书店經售
人民交通出版社印刷厂印刷

*

1964年6月北京第一版 1964年6月北京第一次印刷

开本: 787×1092 1/32 印張: 1 1/2張

全書: 39,000字 印数: 1—2,500册

統一書号: 15044·3119

定价(科四): 0.22元

編輯的話

航务工程基本知識小丛书共分为勘查、航道二部分。每一部分包括十种左右（分册出版），其中第一种为各該部分中的綜合概括性知識，其余均为各該部分中某項专题的单独叙述，因而它可以作为系統的学习資料；而每一分册又可作为独立的学习資料，讀者可根据需要选取。

本丛书的内容，力求通俗，并附有一定数量的插图，以便于理解。具有初中或高小毕业文化水平的同志們均可閱讀。对于从事这一专业工作而缺乏系統理論学习的同志們，因具有一定的感性知識及工作經驗，可能更容易理解。本书主要是为廣大水运职工及有关人員在紅专学习中提供比較系統的資料；同时，也可以作为有关专业学校及訓練班學員的參考讀物。

在編排結構及內容取舍等方面可能尚有不当之处，恳祈广大讀者提供意見，以便今后改进。

本小丛书的編写組織工作承蒙南京航务工程学校及湖南交通学校大力支持。特此表示謝意。

目 录

前 言	4
緒 論	5
一 水文学的内容和任务	5
二 自然界中水的循环和水量平衡	6

第一篇 水文測驗

第一章 水文測站和水位觀測	9
一 測站和它的任务	9
二 水位的定义	10
三 水尺的种类	11
四 水位觀測	5
五 水位資料整編	17
六 水位累积頻率曲綫	18
七 特征水位	22
第二章 流速和流量	23
一 流速的定义和河中流速分布	23
二 用浮标測量流速	24
三 用流速仪測量流速	28
四 測綫測点的布置和垂綫平均流速	30
五 流量和流量計算	32
六 水位流量关系曲綫	34
第三章 泥沙	35
一 概述	35
二 悬移質泥沙測驗	36

三 推移質泥沙測驗	39
-----------------	----

第二篇 河川水文

第四章 河流	41
一 河流与流域	41
二 河流縱橫断面	43
三 河流的弯曲	45
四 浅灘	46
五 河口三角洲	48
第五章 河川径流	49
一 径流的形成和影响径流的因素	49
二 径流計算的目的和内容	53

前 言

本书共分水文測驗和河川水文两大部分。在水文測驗中主要介紹水文測站的設置，水位、流速、流量、泥沙的觀測和計算方法。河川水文部分着重介紹了河流的平面和断面形态，河流的弯曲、浅滩、河口、河川径流的形成和影响因素等，同时还简单地介紹了径流計算的最基本的概念。

为了使这本书能够对初学航务工程同志們的业余学习有所帮助，本书着重对河流、水位等与航务工程密切相关的部分作了比較多的討論，希望能够把水文学的理論切实地应用到航务工程的实际中去，当然这只是一个初步的尝试。同时，因为水文学的内容很多，要想在这本小册子里概括所有的問題是十分困难的，加上編者水平的限制，难免有取材不当，或者甚至錯誤的地方，还望大家給予批評和指正。

緒 論

一、水文学的内容和任务

水文学是研究水在地球自然界中各种現象和运动規律的科学。

水是人类生活和經濟活动中不可缺少的要素，因此水是最早成为人类对自然斗争的最主要的对象之一。近代以来，由于科学之日益发展，海洋、湖泊、河流及地下水等水利資源，被人们用来灌溉、发电、給水、航运和发展漁业；特别是由于水利資源是无穷无尽地，取之不尽，用之不竭，因此，更具有它的特殊价值。

可是，水利資源的利用，常苦于供求不相适应。河水常有涨落，枯水时，許多河流几乎断流；洪水时，大量洪水宣洩无用，甚至氾濫成灾。因此对于天然的水利資源，必需加以控制，变水患为水利。水利工程就是为达到这一目的的技术措施。但是，水利工程的规划、設計，施工和管理都必需依賴水文学提供必要的水文資料；如果我们忽视水文学的重要性，缺乏充分可靠的水文資料就盲目地設計、施工，必然将要遭到重大的損失。例如：在設計建筑物时，將設計洪水估計过低，可能来临的实际洪水超过設計洪水，水工建筑物将被洪水冲毀，引起重大灾害；相反地，如果將設計洪水估計过高，实际的洪水大大低于設計洪水，于是水工建筑物不能得到充分的利用，浪費了国家資金。在工程施工过程中，由于对水情估計的錯誤，可能发生意外的損失，延緩了竣工的日期；对于

已經竣工的水利工程如果沒有正确掌握水的变化規律，也很难發揮工程的最大效益，甚至会发生事故。

当然，水文学不仅仅只限于为水利工程服务，对于工业与民用建筑，公路铁路事业，城市給水、排水、以及国防軍事工程等方面都和水文学有着密切的关系。因此，有关的工程技术人員都必需具有一定的水文学的知識，而对于从事航务工程的技术人員來說，具备这些知識，更是非常重要的。

二、自然界中水的循环和水量平衡

河流、湖泊和海洋的水并不是靜止不动，相互孤立地存在着的；恰恰相反，它是在太阳热能和地心吸力的作用下，不断地变化和运动，其运动方式，可以归納为以下四类。

(一) 降水 空中水汽遇冷凝結，合併成为大水点或雪片等状态，从空中降落到地面上，叫做降水。降水的形式有雨、雪、雾、雹等。

(二) 蒸发 蒸发是水从液体状态（水）或固体状态（冰、雪）变为汽体的过程，蒸发作用的进行是极端緩慢的，然而却是长期不断地进行着。

(三) 径流 降落到地面上的降水，由地面和地下汇至河川后排出的全部水量，叫做径流。雨水降落以后，除去一部分蒸发以外，一部分在地面上流动的雨水叫地面径流；另一部分雨水透过土壤孔隙向地下渗漏的現象，叫做“下渗”，这些渗漏到地下的水，就形成了所謂“地下水”，地下水受到重力作用沿地层表面流动的叫地下径流（又称潜流）。径流就是地面径流和地下径流的总和。

自然界中的水，由于以上三种运动方式，不断反复地运动着，就形成了“水的循环”。按照循环的方式不同，水的循环

又分为大循环和小循环两种。

海洋中的水蒸发成水汽之后，部分水汽随着空气的流动吹入大陆，遇冷凝结降水。降水到达地面以后，一部分沿着江河流回海洋；一部分渗入地下，成为地下水，从地下流回海洋。这个作用循环不已，称为大循环（图1）。

海洋中的水蒸发成水汽，在空中凝结后，直接就降落在海面上；或者，降落在地面的水，在未流入海洋之前，由于蒸发作用返回大气。这种局部的循环作用，称为小循环（图2）。

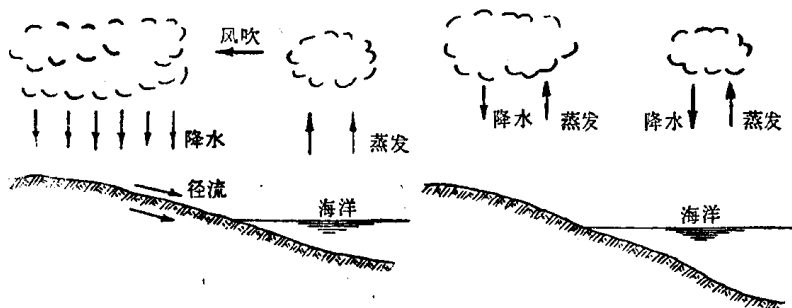


图1 大循环

图2 小循环

如果把地球上水的循环作为统一的整体来看，那末，地球表面上的水一方面消耗于蒸发，另一方面又从降水中得到补给，两者在个别年份中往往是不等的，但从悠久年代里，大气中水汽密度平均值和海洋水面平均高度不变这个事实来看，不难断定：全球多年平均的年降水量（ X_0 ），应该等于全球多年平均的年蒸发量 Z_0 。即

$$X_0 = Z_0$$

这就是全球水量平衡方程式，是自然界物质不灭定律在水文变动过程中的具体表现。

对于地球上的局部地区，例如海洋或陆地，它们的水量平衡方程式，仿照上面同样的道理，可以写成如下的形式：

海洋方面 $Z_s = X_s + y$

陆地方面 $Z_c = X_c - y$

式中: Z_s ——海洋的多年平均蒸发量;

Z_c ——陆地的多年平均蒸发量;

X_s ——海洋的多年平均降水量;

X_c ——陆地的多年平均降水量;

y ——从河流及地下流入海洋的多年平均逦流量。

第一篇 水文測驗

第一章 水文測站和水位觀測

一、測站和它的任務

水文測驗學是水文學的一個重要組成部分，是研究水的各種特性的測量方法和成果整編的科學。水文學必需依靠水文測驗取得資料經過計算整理之後，進行理論上的分析和推斷，才能進一步為水利工程建築物提供設計的依據。

為了取得精確可靠的水文資料，必需設置水文測站。水文測站又稱水文站，設置在河道上某一地點，配備必要的儀器設備，對水位、流速、流量、泥沙、降水和蒸發等水文要素進行長期的有系統的觀測。

水文測站按其施測對象不同，可分為水文站、水位站、雨量站和為實驗研究目的而設立的各种實驗站等。下面分別談談它們的任務。

水文站 主要觀測項目是流量、水位、降水量等，附帶觀測蒸發、泥沙、地下水位等。

水位站 主要觀測水位及降水量，附帶觀測蒸發、地下水位。

雨量站 主要觀測項目是降水量，附帶觀測項目是蒸發量。

因為各個地區的自然條件不同，水文現象也有差別，為了

全面研究在各种不同自然条件下的水文现象，所以在每个地区应该布置若干个测站，形成了测站网。在布置测站时，应该遵照下列原则：

(一)符合生产发展的需要，应该用最少数最经济的测站数目来取得满足各工程部门所需要的资料。

(二)测站要设在有控制性的地方（如水文站要设在流量最大处），使所取得的资料具有代表性。

(三)测站要设在河段顺直、河床稳定、水流方向大致平行河岸等河道特性良好的地方。

(四)为了观测方便，测站最好选择靠近居民点和交通方便的地方。

二、水位的定义

河流某一断面某一时刻的水面高程（对于某一水准零点来说），称为水位。水位和水深不同，后者是指从水面到河底的深度。

水位通常随着时间不断变化着。影响水位变化的因素很多，主要决定于流量的变化，随着流量的增大或减小，水位就相应地升高或降低。此外，河床冲刷会使水位降低，反之河床淤积会使水位升高。顺风或涨潮时，会使水位升高；顺风或落潮时则会使水位降低。

因为水位是经常不断地变化着，所以必需对水位进行长期地连续地观测。为了了解该地水位变化的规律，还必需在观测水位的同时，对影响水位变化的其他因素，如河床变化、风、浪等进行观测。

水位观测的目的主要有以下三项。

(一)水位是一项直接用于水利工程建设的资料，在防洪、

航运、給水、排水、灌溉等工程的設計，以及进行水文預报时，都必需要用到水位資料。例如：航道深度必需根据最低通航水位确定；而碼頭和閘坝等建筑物則必需根据設計高水位来确定它們的頂标高。

(二) 流量的測定是比較困难的,但是因为水位的高低和流量的大小常有一定的关系, 因此可以通过水位的长期观测, 从水位和流量的关系曲线上, 推算流量的大小 (见图22)。

(三) 在进行其他水文測驗項目——如流量、泥沙、冰情等的測驗时, 也常常需要同时观测水位, 才能进一步地进行資料的整理和分析。

三、水尺的种类

測量水位的主要工具是水尺, 常用的水尺有以下几种型式。

(一) 按用途分类

1. 基本水尺 就是測站的基本水尺。由此水尺得到逐日(每天的)水位記錄。

2. 流量段水尺 如用流速仪或浮标測定流量的橫断面(如图17的中断面)离基本水尺很远时, 必需在測量流量的断面处另設水尺。在測流量时观测水位。

3. 参証水尺 在自記水位計旁設立参証水尺, 以校核水位記錄。

4. 比降水尺 測定水面比降。

5. 专用水尺 如船閘、航道、港口等处設立的水尺。

6. 临时水尺 在紧急情况下(如特大洪水时)設立的水尺。

(二) 按水尺构造分类

1. 观讀式水尺

(1) 直接观讀式水尺 又可分为直立式水尺和傾斜式水尺

两种。

(2) 間接觀讀式水尺 又分为矮桩式水尺和悬錘式水尺两种。

2. 自記水位計。

下面分別介紹这些水尺的型式。

直立式水尺是各种水尺中造价最低、构造最簡單和觀讀最方便的一种。直立式水尺是用坚硬平直的木板条(有时在木条表面鑲以搪瓷鉄片)制成,釘在直立的木桩上或釘在桥墩、閘牆等建筑物上,尺上刻有明显的刻度,并标出米与厘米的数字(图3)。

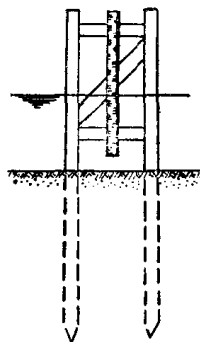


图3 直立式水尺

有时,当河的两岸比較平坦,用一根直立式水尺并不能够觀測到水位的全部变化时,这时就要分級設立水尺。分級設立的水尺刻度需要相互联接,而用同一个水准零点做根据;水尺零点应在最低水位以下,頂端則应超出最高水位以上,相隣水尺应有20厘米重叠,如图4所示。

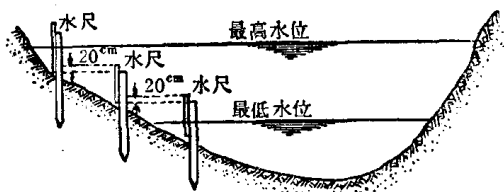


图4 直立式水尺分級設立

傾斜水尺适用于流速大的河流上,它可以避免流冰和其他漂浮物的撞击。而且直立式水尺在流速大的时候,会受到迴水的影响,

傾斜水尺却不会,因此傾斜式水尺可以得到更加精确的讀数。但是这种水尺的构造复杂,費用較大,所以很少采用。主要采用在有一些現成的可以利用的水工建筑物上(如傾

斜的鋪石护岸等)。傾斜水尺上的刻度必需根据水准测量的結果来刻划，并和垂直水尺的刻度相对应(图5)。

矮桩式水尺比觀讀式水尺有很多优点，其中主要是十分耐用，一年四季都可以进行觀讀，适用在有严重流冰、漂浮物和航运頻繁的河段上。

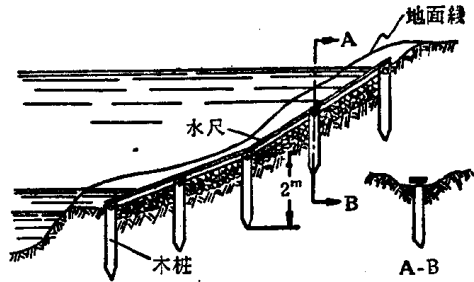


图5 傾斜水尺

矮桩式水尺(图6)

是由許多在与水流方向垂直的断面上打入河岸的矮桩組成，矮桩用坚固的、直径为15~25厘米的圓木做成。矮桩的位置和数量，可以根据水位变化幅度和河岸的地形确定，但必需保証在任何水位时都可以觀讀。

矮桩設立之后，应測量它們之間的距离，然后对所有的桩

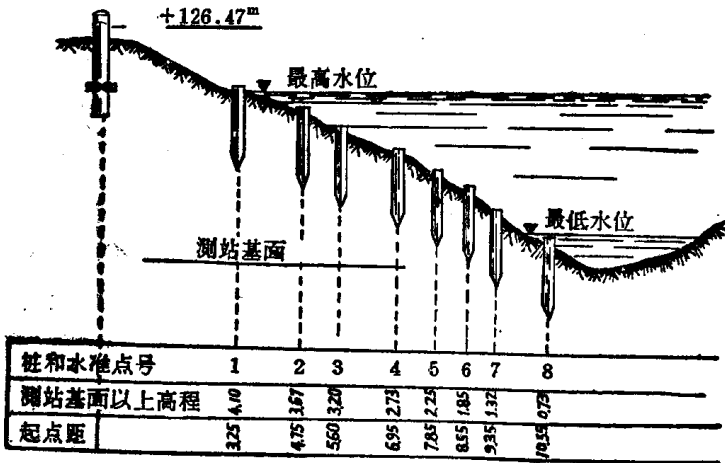


图6 矮桩式水尺

进行水准测量，定出它们的高程。观测时，另用一根较轻便水尺垂直地放在最靠岸的一个被淹没的桩的铁钉上，水尺读数加桩顶高程就等于水位。

在河岸陡峭，直接观测式水尺与矮桩水尺设置困难或观测不便时，可设置悬锤式水尺（图7）。观测水位时将悬索上的锤下放，使它与水面接触，这时可以根据悬索上标志2在分度尺1上的位置得出水面的高程。

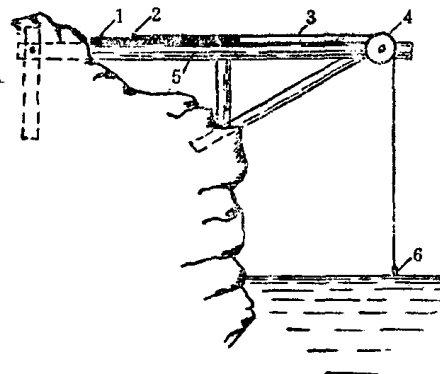


图7 悬锤式水尺

- 1-分度尺； 2-悬索标志； 3-悬索； 4-滑轮；
5-支架； 6-悬锤

自记水位计设在水位变化频繁、急剧、不

便于人员观测的测站上。自记水位计不仅能自动地记录水位，同时能够把水位与时间的关系反映出来。

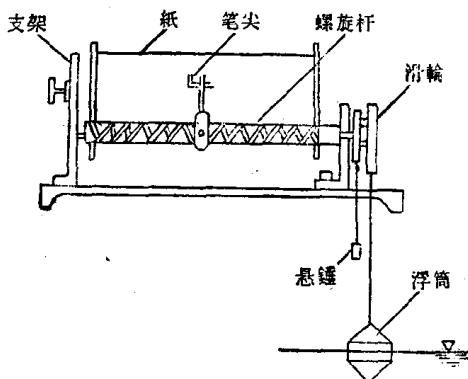


图8 自记水位计

在圆筒外面的记录纸上画线。很明显，笔尖在纸上画出的左右