

中等专业学校教学用书

水 文 学

北京建筑工程学校 編

只限学校内部使用



中国工业出版社

中等专业学校教学用书



水 文 学

北京建筑工程学校 編

中国工业出版社

本书是根据1959年教学大纲編的，供中等专业学校給水排水专业之用。内容包括：水文測驗、河川逕流計算、暴雨逕流計算、河川逕流的調节等。

本书还可供給水排水工程技术人员参考。

水 文 学

北京建筑工程学校 編

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市書刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

开本787×1092¹/₃₂·印張4¹/₂·字数 97,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数001—837·定价(9-4)0.43元

統一书号：15165·658(建工-52)

前 言

本书是根据1959年教学计划与教学大纲编写的中等技术学校给水排水专业教材。

全书内容可在28学时内讲完（2小时实习不计在内）。在学时较少时可以将水文测验、洪水过程线、洪水总量等部分内容精简。第五章河川径流的调节，不是必需讲授的部分，只作为参考，它的内容全部摘自韩志刚同志编的“水文学”。

本书编写时间短促，又限于编者水平，缺点错误在所难免，敬希读者指正，尤其希望各兄弟学校教师，提出宝贵意见，以便再版时修正。

目 录

第一章 緒 論	6
§ 1-1 工程水文学的任务及其发展簡史	6
§ 1-2 自然界中水的循环	8
§ 1-3 自然界的水量平衡	10
第二章 水文測驗	13
§ 2-1 水文測驗的目的与水文測站的布置	13
§ 2-2 水位觀測	14
§ 2-3 断面測量	16
§ 2-4 流速仪測流速及流量計算	19
§ 2-5 浮标測流速及流量計算	24
§ 2-6 比降法測流量	26
§ 2-7 水位与流量关系曲綫	27
§ 2-8 河流泥沙的測驗	30
§ 2-9 流速仪測量实习指示书	35
第三章 河川逕流計算	37
§ 3-1 逕流的形成及影响逕流的因素	37
§ 3-2 降水	38
§ 3-3 蒸发	41
§ 3-4 入滲	43
§ 3-5 影响逕流的其他因素	44
§ 3-6 河川逕流的計量单位	45
§ 3-7 多年平均逕流量的推求	46
§ 3-8 年逕流量的变化	53
§ 3-9 逕流在年內的变化	64
§ 3-10 河川最小流量	69
§ 3-11 洪水估算	70

§ 3-12 河床的变化及冰冻情况	84
第四章 暴雨逕流計算	88
§ 4-1 暴雨逕流的一般概念	88
§ 4-2 暴雨公式	89
§ 4-3 設計暴雨量的計算	91
§ 4-4 設計暴雨雨型	95
§ 4-5 由設計暴雨量計算逕流深	95
§ 4-6 用合理公式計算暴雨洪水	96
§ 4-7 单位过程綫基本原理	98
§ 4-8 等流时綫基本概念	106
第五章 河川逕流的調节	109
§ 5-1 河川逕流的調节及水庫設計問題	109
§ 5-2 逕流的季調节——列表計算法	119
§ 5-3 季調节的图解計算	129
§ 5-4 水庫的調洪演算	136

第一章 緒 論

§ 1-1 工程水文学的任务及其发展簡史

一、工程水文学的任务

在国民經济建設中有很多工程是專門利用水来为人們服务的。例如，大家所熟知的給水排水、水力发电、灌溉、航运等工程。在这些工程中，为了达到利用水的目的，常常要修建一些結構物和采取其他一些措施。这些結構物修建得是否安全可靠，是否經濟适用，在很大程度上取决于对水流变化情况的了解。譬如說，我們修建一道堤坝，如果対上游可能发生的来水量估計不足，就有被洪水冲毀的危險，这就会給下游人民带来災害；相反地，如果把上游的水量估計太高，从而将堤坝筑得过分高大，这又会造成浪費。再如，要利用某一条天然河流作为城市或工业給水的水源，那么必須知道該河的流量大小及其变化規律，判断它能否滿足城市及工业的实际需要，是否需要采取适当的調节方式，或是否要另找水源。此外，該河流的水位变化、流速、泥沙含量及冰冻情况，对給水工程的水质处理設備和取水結構物的修建都有重大影响。

在修建排水道时同样需要知道洩水流量以决定渠道（或管道）的最合适尺寸，而洩水量又与降雨量、降雨汇流面积及流域內地面性质等有关，因此又需要了解气象及自然地理因素与逕流形成之間的关系。如果把污水排入河道，也必須知道河流中流量变化規律，作为确定污水处理标准和排出口設計的参考。

由此可見，为了正确地設計与使用水工結構物，为了寻找可靠的水源，为了合理修建排洩雨水、污水的工程，必須要掌握河流（湖泊）及与其有关的水情变化規律。工程水文学是由于工程实践的需要，对河川湖泊的水文現象，水文要素（流量、水位、流速、含砂量、降雨量……）的变化規律进行研究的一門科学。所以說，工程水文学是人类为了經济建設的需要对河湖天然状况加以积极干預而进行的水文研究的結果，它的任务在于給出以任何方式利用河流的必要依据。这些依据是指：（1）对河流水文要素測量与整編的結果；（2）把这些結果运用到工程上去的水文計算方法；（3）分析过去和現在水情变化規律，并通过水文預报，指出将来可能发生的变化情况。

工程水文学所担負的任务，要求水文工作必須走在工程建設的最前面。因此說“水文工作者是社会主义建設的尖兵”，这句话如实地反映了工程水文学在社会主义建設中的地位。

二、水文工作的发展簡史

水文工作是为經济建設服务的，因此它是随着經济建設的发展而发展的。

早在四千年前，埃及人为了了解尼罗河泛滥情况而对其水位进行观测。我国早在2270年前就对水位进行了观测（如李冰在四川内江建立了三个石人，上有刻度以测水位漲落）。以后随着生产力的发展，人类为了更好地利用河流，开始調查研究河流与湖泊，在近代由于生产力大大发展，和其他各門科学知識的大大发展，使水文学也逐渐完整，成为一个專門的学科。

我国正規的水文工作，开始于1865年汉口水位站对长江

水位的測量，此后相繼建立的有徐家匯氣象台（1873年）、黃浦江水位觀測站（1905年）、珠江流域的梧州測站（1900年）等。但是由於長期封建王朝及國民黨的反動統治，社會生產力極低，談不到什麼工程建設，水文學與其他科學一樣得不到應有的發展。

解放後，特別是開始了大規模的經濟建設以後，就向水文工作提出了許多複雜的急需解決的問題。水文工作在黨的領導下，在蘇聯專家幫助下，通過為生產服務，解決水利工程設計的实际問題而取得了很大的成績。

首先，在1956年超額完成了水文工作的第一個五年計劃，到1957年全國已有水文測站8,000個，為剛解放時的22倍，這是一項很重要的基礎工作，若沒有完整的測站網，一切水文工作均將落空。

第二，完成歷史水文資料的整編工作，編寫了一套技術參考文件，統一了標準。

第三，開展了水文預報工作，尤其是洪水預報，對攔蓄洪水、防汛、搶險起了積極作用。

第四，開展了羣眾性的實驗研究工作，創造了新的測驗方法和測驗儀器；如電磁式流向儀，航空同步感應式流向儀，並已能用流速儀測出8米/秒的高流速等等。

自1958年大躍進以來，各項工程建設加速向前發展，這就促進了工程建設的尖兵——工程水文學的發展，並為這門年輕的科學开辟了廣闊的發展前途。

§ 1-2 自然界中水的循環

在天然河流、湖泊和海洋中的水並不是靜止不動，相互孤立地存在着的，恰恰相反，它在太陽熱能與地心吸力的作

用下，不断的运动着，变化着，湖、海、河之間是紧密联系相互影响的。这种水的物理性运动现象，是通过不同的方式循环进行的。这一节的内容就来阐明自然界中这种水的循环运动。

水的循环途径是多种多样的，但其运动方式（即前节所提到的水文现象）可归纳为四类：

一、降水 降水的形式有雨、雪、雾、雹等，不论其形式如何，皆为水自空中降落到地面的现象。

二、蒸发 水由液态化为汽态的变化过程叫蒸发。按其蒸发方式的不同，又可分为四种，即：

（1）地面蒸发：降水至地层表面或由毛细作用将水吸至地面而化成汽体的过程。

（2）水面蒸发：降水至河、湖、海面后直接由河、湖、海表面蒸发掉。

（3）截留蒸发：是指降水未到达地面而被植物等截留后重新汽化的现象。

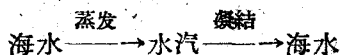
（4）叶面蒸发：降水渗入地下，被植物根部吸收再从植物叶孔汽化蒸发。

三、渗流 渗流是降水渗入地面以下及其在地下潜没流动的现象。它可以分为渗漏和潜流两步骤，所谓渗漏是指水在重力作用下向地下运动的过程，潜流是指水在地下达到饱和后在重力作用下的流动。

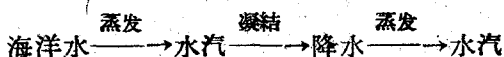
四、逕流 是降水在地面上的运动现象，包括降水后在大片地表上的流动及在河槽中的流动。也有人把潜流称为地下的逕流。

自然界中的水，依上述四种方式顺序反复运动的过程就是水的循环。

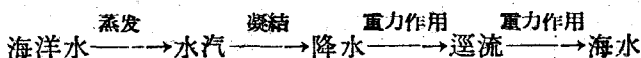
我們把海洋选作水循环的起点，海洋面上的水在太阳热力作用下化为蒸汽升入天空，海洋上空的水汽或直接在当地凝結降水，重新降回海洋，从而构成水的局部循环。即：



或为大气气流所携带，到大陆上空凝結，形成大陆降水，降至陆地的水，有三种可能的出路：（一）蒸发为蒸汽，形成一个局部循环，即：



（二）形成逕流，流入海洋成为完整的循环，即：



（三）渗入地下形成潛流入海，即：



不过在蒸发或形成逕流潛流的过程中又有許多不同途徑。正象前面所提到的蒸发可有地面、水面、叶面、截留等四种不同蒸发方式。形成逕流可以是自地面流入河湖再入海，也有直接降入河湖成逕流入海。形成潛流后可能直接入海洋，也可能以泉的形式流出地面或消耗于蒸发或汇入河川。上述自然界中水的循环过程可用图1-1表示。

§ 1-3 自然界的水量平衡

如果将地球上水的循环作为統一整体来看，則地球表面上的水，一方面消耗于各种类型的蒸发，另一方面又从降水

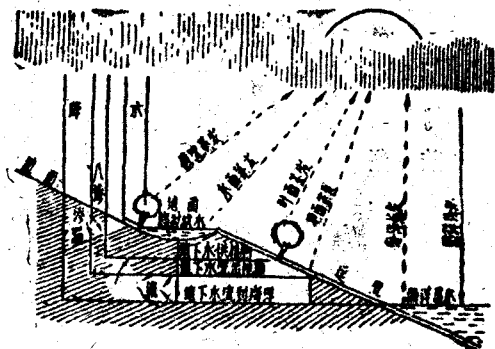


图 1-1 自然界中水文多余循环的各种途径

中获得补给量。两者在个别年份中可能是不等的，但从悠久年代里大气中水汽密度平均值不变与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，应等于全球多年平均的年蒸发量。以 X_0 代表上述多年平均降水量， Z_0 代表上述多年平均蒸发量。则如上所说

$$X_0 = Z_0 \quad (1-1)$$

式 (1-1) 即为全球水量平衡方程式。

对于地球上局部地区，例如海洋，它的水量平衡方程式与式 (1-1) 不同，海洋水消耗于蒸发，但却可以从海洋降水与大陆逕流（以后除声明外逕流一词包括地下潜流在内）两方面补给，因此根据海洋水面平均高度不变这个事实，可知其多年平均蒸发量应为多年平均降水量与大陆多年平均逕流量之和。设以 X'_0 、 Z'_0 及 Y_0 分别代表海洋多年平均的蒸发量、降水量及大陆逕流量，则

$$Z'_0 = X'_0 + Y_0 \quad (1-2)$$

式 (1-2) 为海洋水量平衡方程。

对于大陆，我们可以确定类似的方程式而无需多加解

釋。設以 X_0' 、 Z_0' ，分別代表大陸多年平均降水量及蒸發量，仍以 Y_0 代表多年平均逕流量則

$$X_0' = Z_0' + Y_0 \quad (1-3)$$

式(1-3)為大陸水量平衡方程式。

根據維里康諾夫資料：

$$X_0' = 411600 \text{ 立方公里}$$

$$X_0 = 99300 \text{ 立方公里}$$

$$X_0 = 510900 \text{ 立方公里}$$

$$Z_0' = 447900 \text{ 立方公里}$$

$$Z_0' = 63000 \text{ 立方公里}$$

$$Z_0 = 510900 \text{ 立方公里}$$

根據這些數字得出大陸多年平均入海逕流量

$$Y_0 = 36300 \text{ 立方公里。}$$

第二章 水文測驗

§ 2-1 水文測驗的目的与水文測站的布置

毛主席教导我們，做任何事情都必須要进行調查研究。为了对水情变化規律有全面正确的了解，就必須对水文現象、水文要素进行調查研究，进行测量和实验。为掌握水情变化規律和收集大量可靠的水文資料，就需要进行水文測驗。

为通过水文測驗取得水文資料。首先要設立觀測站以觀測各类水文現象和各水文要素的变化情况。

測站按其施測对象不同可区分为水文站、水位站、雨量站及各种实验站。它們的任务分述于后：

水文站：主要觀測項目是流量、水位、降雨量，附帶觀測蒸发量、水面比降、含沙量、輸沙率、地下水位等。

水位站：主要觀測水位及降雨量。附帶觀測蒸发量、水面比降、地下水位、含沙量等。

雨量站：主要觀測項目是降水量，附帶觀測項目是蒸发量。

由于各地区自然条件不同，水文現象也有差異，为了全面研究在不同自然条件下水文要素的变化，故在各地区都布置了測站形成了測站网。在布設測站时应遵循下列原則：

一、符合生产发展需要，以最少最經濟的測站数目取得足以滿足各工程部門需要的資料。

二、測站要設在有控制性的地方，譬如水文站設在流量最大处，設在支流汇入口下游，設在有堤防的河段。

三、測站宜設在河道特性良好地区，譬如河段順直、勻

整，有大体一致的河寬，有稳定的河床，有均一的流向，应力求避免在弯曲零乱、水草丛生、乱石冰凌堆积、沙丘堵塞、河水斜流、橫流等不規則的河段設置測站。

四、考虑到觀測方便，測站应靠近居民点，以免工作人員生活困难。

这些只是一般原則，不宜机械搬用，要看具体情况，灵活掌握。

§ 2-2 水位觀測

水位高低影响船舶通航，影响給水取水口与排水排出口的高程，影响泵站吸入口的高程，其觀測的必要性无容贅言。我們此处所指河流某一断面上某一时刻的水位，是指該时刻該断面上的水面相对于某一水准零点而言的高程（見水位示意图2-1）。

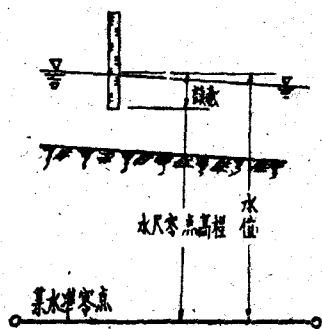


图 2-1 水位示意图

为計算水位而采用的水准零点是某一海平面。我国常用的有吴淞口零点(长江流域)，大沽零点(黄河流域)等。

水位通常随時間不断地变化着，影响其变化的因素很多，其变化特性主要取决于河水供給条件，也即是依变于流量。随流量的扩大或减小，水位相应

地升高或降低。此外，河床的冲刷或淤积、风向与风力以及潮汐的漲落等都影响水位的升高或降低。

測量水位的主要工具是水尺、水准仪和自記水位計。水尺的讀数直接反应了水位的漲落，水准仪用以校核水尺零点

之绝对高程，自記水位計則能把水位与時間的关系連續地反映出来。

直立式水尺的設立：水尺种类繁多，茲將最常用的直立式水尺的設置介紹如下。直立式水尺是用坚硬平直的木板条或搪瓷鉄片制成釘在直立的木桩上。尺上最小刻度为2厘米（或1厘米），并标出米与厘米的数字如图2-2所示。

普通木制水尺长度不超过四米，如长度不能适应水位变化幅度，就須分級設立水尺。分級設立的水尺高度需相互联接而以相同零点为依据。水尺零点应在最低水位以下，頂端則应超出最高水位以上。相邻水尺应有20厘米重叠，如图2-3所示。



图 2-2 水尺的刻度

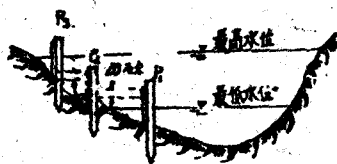


图 2-3 直立水尺的分級設立

水尺零点高程：在設立了水尺后就需用水准仪測量出水尺零点高程，在知道水尺起始点的高程后，水面与水尺交界处的讀数（水尺讀数）与起点高程之和应为水位。即

$$\text{水位} = \text{水尺讀数} + \text{水尺零点高程}$$

不仅在水尺設立时需測出零点高程，在設立后也要經常校核，因其可能为洪水冲击，或为船只碰撞所动摇，使零点高程发生变化。零点測量誤差不得超过 $\pm 3\sqrt{n}$ 毫米到 $\pm 4\sqrt{n}$ 毫米。式中 n 为水准路綫上单程的仪器站数。

水位觀讀：水位觀讀時間每日兩次，即早上8点和晚上8点。在洪水期間为了掌握最高洪峯水位的某一瞬時值，應該增加觀讀次數。水尺讀數一般精確到厘米。觀讀時應蹲下，視線與水面相平截取與水面最接近讀數。有波浪時，將波峯讀數與波谷讀數都記下取其平均值。

水位過程綫：表示水位隨時間變化的關係曲綫叫水位過程綫，如其過程取年為單位的叫年水位過程綫。其橫座標為日期（如月、旬、日等），縱座標為日平均水位，見圖2-4。

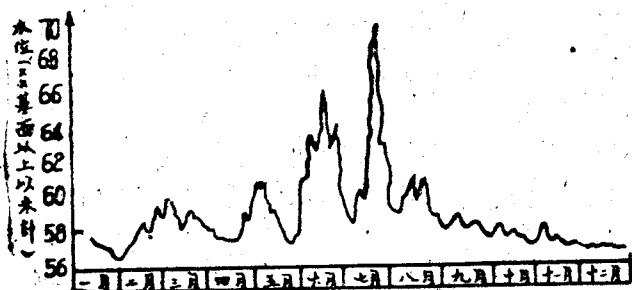


圖 2-4 年水位過程綫

§ 2-3 断面測量

为了測量流量，为了研究河床被冲刷淤积而变形的情况，需要进行断面測量。断面測量分为水道断面及大断面測量两种。前者为測量時的过水部分断面，而后者还需加測水边綫以上直至超过最高洪水位0.5—1米处的断面。

水道断面測量工作內容有：（1）水深測量；（2）起点距測量；（3）水位觀讀。現分述于后：

一、水位觀讀

觀讀水位的意义在于使水深与已知的某基准面絕對高程連系起来。在施測断面开始时与終了時各觀讀水位一次，