

基层水利技术人员培训教材

农田水利

要 容 內
基层水利技术人员培训教材

农 田 水 利

江苏省水利厅

一九八二年十月

内 容 提 要

全书共十章：第一章农田水利基础知识，扼要地介绍有关水文、土壤、地下水等方面的基本知识；第二章至第八章，系统地叙述灌溉、排涝、防渍、治碱、防洪、田间工程等方面的基本理论与规划计算方法；第九章水土保持，着重说明水土保持的方针与各种治理措施；第十章农田水利规划概要，概括地提示进行农田水利规划的原则、标准、内容、要求、方法、步骤，所需资料以及最后的规划成果。

本书为基层水利技术人员培训教材的一个分册，采用时应结合所在地区特点，有所增删。此外也可供其他具有初中以上文化程度从事水利工作的同志自学参考。

前 言

为了提高我省基层水利技术人员业务水平，以适应农田水利事业发展的需要，更好地为农业生产服务，我们组织扬州水利学校、江苏农学院机电排灌系、镇江、扬州地区水利局等单位，编写了基层水利技术人员培训教材。

这套培训教材包括《水利工程测量》、《水利工程制图》、《力学与结构计算》、《农田水利》、《小型水工建筑物》、《小型抽水站》、《水利工程施工》、《水利工程管理》共八册。

这套培训教材编写之初，我厅召开了各地区、南京市水利局和有关单位代表参加的教材编写会议，共同研究，制订了编写大纲。教材的编写，贯彻理论与实际相结合的原则，内容力求简明扼要，通俗易懂。教材的主要服务对象是基层（公社或乡）水利技术人员，也可供其他具有初中以上文化程度从事水利工作的同志自学使用。

《农田水利》一书，由扬州水利学校陈珍平同志主编，邱克让、许闻广同志参加编写，我厅农水处吴存礼、蔡传燕同志审稿。

教材编写过程中，有关地区水利局提供了许多宝贵的技术资料，在此，我们谨向参加编写、审稿的同志和提供资料的部门致谢。

由于我们经验不足，时间仓促，缺点和错误在所难免，热忱希望读者提出意见，以便改正。

江苏省水利厅

一九八二年十月

目 录

前言	(1)
第一章 农田水利的基础知识	(1)
第一节 水文知识	(1)
第二节 土壤知识	(19)
第三节 地下水知识	(30)
第二章 灌溉用水和灌水方法	(36)
第一节 灌溉用水	(36)
第二节 灌水方法	(51)
第三章 灌溉规划	(73)
第一节 灌溉水源和取水方式	(74)
第二节 灌溉渠系布置	(81)
第三节 渠系配套建筑物	(93)
第四节 渠道流量计算	(101)
第五节 灌溉渠道设计	(110)
第六节 渠道防渗	(133)
第四章 排涝规划	(135)
第一节 除涝标准	(136)
第二节 除涝措施	(140)
第三节 排水系统的规划布局	(142)
第四节 排涝流量计算	(153)
第五节 排水沟的设计水位	(166)
第六节 排水沟断面设计	(170)
第五章 防渍规划	(177)
第一节 防治渍害的意义	(177)

第二节	渍害的成因	(120)
第三节	防渍措施	(186)
第六章	治理盐碱土规划	(201)
第一节	盐碱土的类型和特征	(201)
(1) 第二节	盐碱土的成因	(204)
(1) 第三节	盐碱土治理措施	(209)
第七章	防洪规划	(218)
(0) 第一节	防洪标准和防洪措施	(218)
(0) 第二节	堤防	(220)
(0) 第三节	联圩分圩	(222)
(1) 第四节	撇洪沟	(224)
第八章	田间工程规划	(227)
(4) 第一节	田间排灌沟渠布置	(227)
(1) 第二节	农村道路规划	(236)
(0) 第三节	农田防护林网规划	(240)
(10) 第四节	社员新村规划	(246)
第九章	水土保持	(247)
(0) 第一节	水土保持的意义和工作方针	(247)
(28) 第二节	水土保持措施	(248)
第十章	农田水利规划概要	(259)
(0) 第一节	规划纲要	(259)
(54) 第二节	规划资料	(264)
(2) 第三节	规划成果的编制	(268)
(00) 附表 I	降水强度分级表	(273)
(07) 附表 II	皮尔逊 III 型曲线离均系数 ϕ 值表	(274)
(7) 附表 III	皮尔逊 III 型曲线模比系数 K_p 值表	(276)
(7) 参考书		(288)

第一章 农田水利的基础知识

第一节 水文知识

驯服江河，治山治水，除害兴利，保证“遇旱有水，遇涝排水”，需要采取适当的措施，把水害转化为水利。了解河流水情及其变化规律，是拟订工程措施，进行水利建设的重要依据。为此，下面介绍一些有关水文知识。

一、河川径流的特征及其影响因素

地球的总面积约 510×10^6 平方公里，其中70.8%为海洋面积，其余29.2%为陆地面积。自然界中的水，通过蒸发和降水（包括雨、雪、冰雹等）这两种形式，在地球表面和天空之间永不间断地循环。陆地上和海洋中的水分在太阳辐射作用下不断地蒸发，而水蒸汽遇冷凝结，形成雨雪冰雹又重新回到陆地和海洋上，其中降落在陆地上那一部分的水，主要汇集到江河（还有地下渗流）注入到海洋中去，如图1-1所示。

降水在其未落到地面之前，首先遇到树木、房屋等物体截留一部分水量，降到地面之后，又有一部分水渗透到土壤里去，多余的水在洼地蓄起来。如果再继续降水，洼地已经蓄满，则雨水沿地面斜坡流动，从而形成地面径流，经小溪汇入江河。渗透到土壤中的水分，在重力作用下，沿着地下不透水层流入河道，形成地下径流。地面径流和地下径流总称为径流。

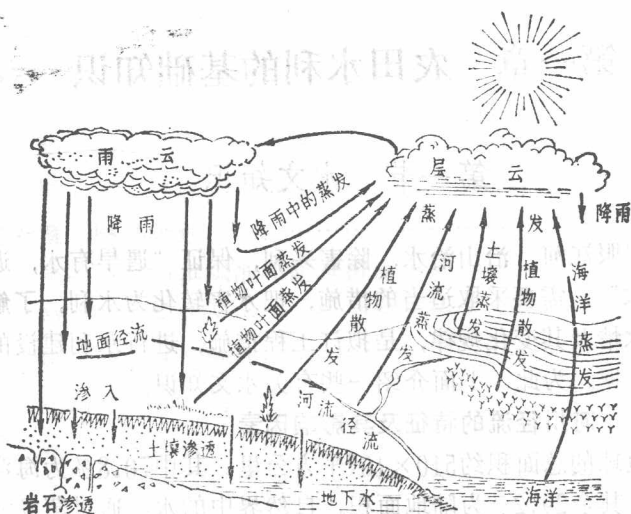


图 1—1 图 水体循环示意图

通常说的河川径流，就是指河流中的来水量（即径流量）以及来水过程。影响河川径流的因素，有气候因素（降水、蒸发）和流域的地理因素（地理位置、地形、土壤、地质、植被、湖泊及水利化措施等）。一般说来，降水是最根本和直接的因素，例如水库蓄不满水，或者河流泛滥，大多是由于径流所造成；前者是由于径流不足，后者径流过多。因此，在治水工作中，必须善于掌握径流形成规律，而且善于加以利用，做到无雨保灌溉，暴雨不成灾。

（一）影响径流的主要因素

1. 降水

在一定时段内，降雨、降雪的多少，叫做降水量。降水

量的单位用水层深度（毫米）来表示。降水对径流的影响主要表现为以下三个方面：

（1）降水强度：单位时间内降水量的大小，以毫米/分钟表示或毫米/小时表示。

（2）降水历时：从降水开始至一次降水终止经历的时间，即降水时间的长短，以小时或分钟表示。

（3）降水范围：降水区域的大小，以平方公里表示。

一般说来，强度大，历时长，范围广的降水所产生的径流大。

观测降雨的仪器主要有雨量器和自记雨量计两种。雨量器如图 1—2 所示。根据降落在雨量器内的水量，用量雨杯（杯上刻有尺度），量出其大小，即得降水量。如果是降雪，则按融化后的深度来计算。我国雨量记载一律以每日早上 8 时为日界，即本日 8 时以前的雨量作前一日雨量计算（时间均为北京时间为准）。

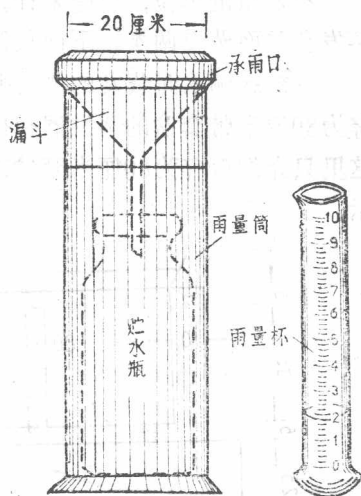


图 1—2 雨量器示意图

有了降水量和降水历时，可用下式计算降水强度：

$$\text{降水强度} = \frac{\text{降水量（毫米）}}{\text{降水历时（分）}} \quad (1-1)$$

降水是河川径流的来源，因此，降水资料是进行水利规

划，计算水账时必不可少的重要资料。降水强度分级见附表 I。

2. 蒸发

蒸发是水量损失的重要原因。如果蒸发量大，则地面蒸发损失水量就多，径流量就会减少。蒸发不但影响地面径流的形成，而且影响到灌溉用水量的大小。因此，必须做好蒸发量的观测工作。

蒸发量的单位，以毫米计。按蒸发方式的不同，有水面蒸发和陆面蒸发两类。下面仅简介水面蒸发的观测。

目前观测水面蒸发的仪器主要有E—601型蒸发器、口径为80厘米带套盆的蒸发器和口径为20厘米的蒸发皿三种。这里只介绍口径为80厘米套盆式水面蒸发器，如图1—3所示。

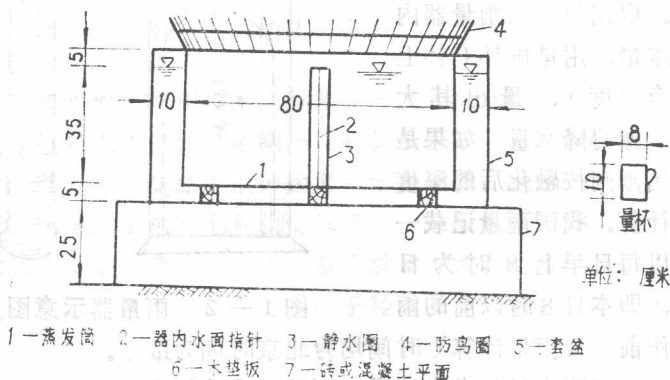


图 1—3 套盆式水面蒸发器

水面蒸发每日上午 8 时定时观测。观测时用特制量杯（量杯上刻有 10 小格，每格为 0.1 毫米水量），量水注入器

内，使水面恰与针尖齐平，所注入的水量即为前一日的水面蒸发量。如遇降雨，器内水面高出针尖，观测时应记录取出的水量，以便根据日降水量，计算日蒸发量。

用蒸发器所测得的蒸发量一般比大水体的蒸发量大，因此必须采用折算系数，将观测得的蒸发量折换成实际的水面蒸发量，折算系数一般在0.75~0.85之间。

3. 渗漏

雨水或灌溉水自地表渗入地下的过程，叫做渗漏过程。单位时间内渗入地下的水量，叫做入渗率，以每秒厘米或每昼夜米计。在降水过程中，入渗率随时间而不断的变化，刚开始降水时，土粒干燥，土壤孔隙较大，水力坡降大，因此初期入渗较大，称为初渗率，以 f_0 表示。随后土壤含水量增大，孔隙率减少，水力坡降减少，入渗率也随之减少，最后入渗趋于一个稳定值 f_c ，叫做稳定入渗率，如图1—4所

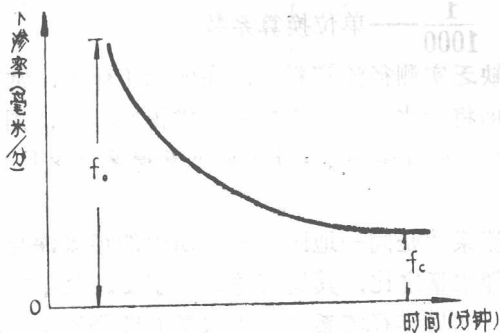


图1—4 入渗曲线示意图

示。由此可知，如果土壤干燥，孔隙比较大，地下水位较低，则入渗水量大，径流也会减少，反之径流就会增大。地

面径流的大小与降水强度也有关，当降水强度大于入渗率时，就能产生地面径流。

此外，流域的几何特征和自然地理特征，以及人类经济活动等等因素也对径流的变化有直接影响。

(二) 径流深和来水量的估算

径流深是在某一时段内通过河流上某一断面的径流总量（立方米计）除以该断面以上的流域面积（平方公里计）所得数值。有降水量、蒸发量、渗漏量等资料后，便可计算径流深（单位：毫米），关系式如下：

$$R = \frac{W}{A} \times \frac{1}{1000} \quad (1-2)$$

式中 R ——径流深（毫米）；

W ——径流量（立方米）；

A ——集水面积（平方公里）；

$\frac{1}{1000}$ ——单位换算系数。

当缺乏实测径流资料时，在实际工作中，常采用径流系数法，即将降水量打一个折扣，求得径流深，用下式表示：

$$R (\text{径流深毫米}) = P (\text{降水量毫米}) \times K (\text{径流系数}) \quad (1-3)$$

式中径流系数是同一地区同一时期内的径流深与形成该时期径流的降水量之比，其比值总是小于1。全年径流深与降水量之比，叫做年径流系数。来水量（即径流量），可用下式计算：

来水量（立方米）= 1000 × 径流深（毫米）× 集雨面积（平方公里）
或来水量（立方米）= 1000 × 降水量（毫米）× 径流系数 × 集雨面积（平方公里）。

(三) 水位和流量

我们已经知道，径流沿坡地向低处流动，要先流入小沟、小溪，再汇入支流，最后注入江河、湖泊（图1—5）。这个集水区域范围叫做流域；分隔相邻流域的界线，叫做分水线，图1—5上虚线就表示分水线。分水线两侧的径流分别向相反方向流动。

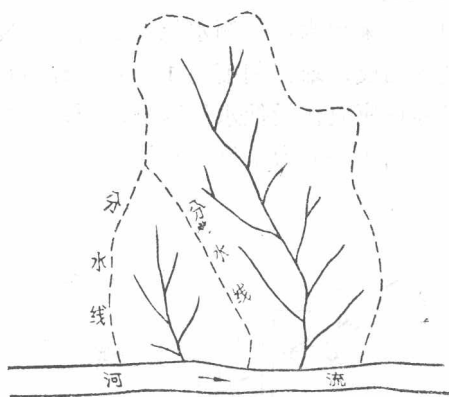


图1—5 河流流域示意图

径流流入各级河道，引起河水上涨，流量加大；但时涨时落，时大时小，在不断变化着，这是河川径流的第一个基本特征。为了研究河流，常用一些数量指标以及它们之间的关系，例如水位、流量，水位和流量关系曲线、水位过程线、流量过程线等，来反映一条河流的水文情况。

下面就河流水位、流量的概念作一介绍：

1. 水位

江、海、河、湖、水库等水体的自由水面高出某一基面的高程叫做水位，单位以米表示。表达水位所用的基面，一般以某一河口的平均海平面为零点来计算全流域水位高程，过去各地采用的有大沽、黄海、废黄河口、吴淞、青岛等基面，现在全国要求统一采用黄海基面。目前我省苏北采用废黄河口零点，苏南采用吴淞零点为基面。

(1) 水位观测：

在实践中，多采用水尺观测水位。水尺用坚硬平直木板条或用搪瓷铁片制成，划分刻度至1厘米，标写出米或分米的数字，水尺零点应放在最低水位以下，而顶点又应超过最高洪水位以上，图1—6为水尺及水尺分级设置示意图。

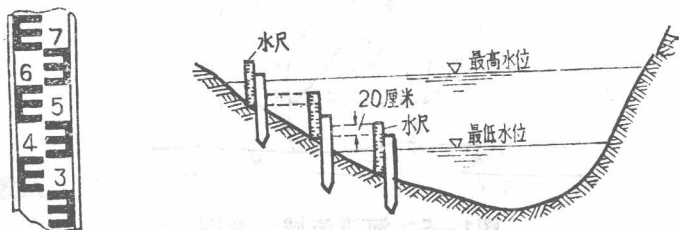


图1—6 水尺分级设置示意图

水尺设置后，必须求出水尺零点与某一基面的关系，即用水准仪测量出水尺零点的高程。确定水尺零点高程后，水尺读数（水面与水尺交界处的读数）和水尺零点高程之和就等于水位，如下式：

$$\text{水位} = \text{水尺读数} + \text{水尺零点高程} \quad (1-6)$$

水位要每日定时观测，一般每日8时、20时观测两次。洪水时每1~6小时观测一次，甚至更多。

下列几种水位特征值是常用的：

历年最高水位：在历年的水位观测资料中选取的最高水位，在修建堤防、水库，桥涵闸站时需要此特征值。

历年最低水位：在历年的水位观测资料中选取的最低水位，在规划水力发电、灌溉、航运时需要此特征值。

历年平均水位，将各年的平均水位相加，以年数相除而得。

我省有关基面高程换算如下：

$$\text{吴淞零点高程} = \text{青岛零点高程} + 1.899$$

$$\text{废黄河零点高程} = \text{吴淞零点高程} - 1.763$$

(2) 落差

上下游水位之差，叫做落差。它等于上游水位减去下游水位，其单位用米表示。在计算河道和渠道跌水的水力发电能力时，水位落差（也叫水头），是一个重要数值。

(3) 水面比降：

水面比降（坡度）为河段上、下游水位差除以上、下游两水尺断面间的距离的数值，可用下式计算：

$$\text{水面比降} = \frac{\text{上游水尺水位} - \text{下游水尺水位}}{\text{上、下游水尺断面间的距离}}$$

(1-6)

例如1000米长的河段，上下游水位差1米，则水面比降为 $\frac{1}{1000}$ 。

2. 流量

河流水量的大小，常用流量来表示，即单位时间内流过河道过水断面的水量，叫做流量，以立方米/秒或升/秒表示。

如果河道某横断面上过水断面面积为 ω 平方米，水流通过这一断面的平均流速为 V 米/秒，那么，通过河道的流量 Q 可采用下式计算：

$$Q(\text{流量}) = \omega(\text{过水断面面积}) \times V(\text{平均流速}) \quad (\text{立方米/秒}) \quad (1-7)$$

流量的大小直接标志河流通过水量的多少，它同水位一样，历年最大流量、历年最小流量、历年平均流量等特征值也是水利工程规划设计中不可缺少的基本资料。

3. 水位流量的关系曲线

从河流的涨水和落水中看出：水位高则流量大，水位低则流量小，不同水位则有不同流量。在河道某些有代表性的断面上，测出各种水位与同时相应的流量，并且以水位为纵坐标，以流量为横坐标，将相应的水位、流量点绘在方格纸上，把各点用曲线联接起来，即得水位流量关系曲线，如图1—7所示。

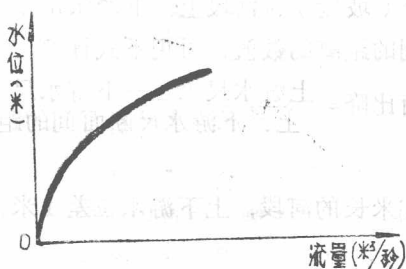


图1—7 水位流量关系曲线

河道中的流量是不断变化的，按时段把河道中某一断面上的水位记录下来，并实测出或者从水位流量关系曲线上查

出当时相应的流量，把河道某一断面的水位和相应这一断面的流量依时间的变化，以水位和流量为纵坐标，时间为横坐标，绘成曲线，就得河道的水位过程线和流量过程线，图 1—8 为河流流量过程线示意图。

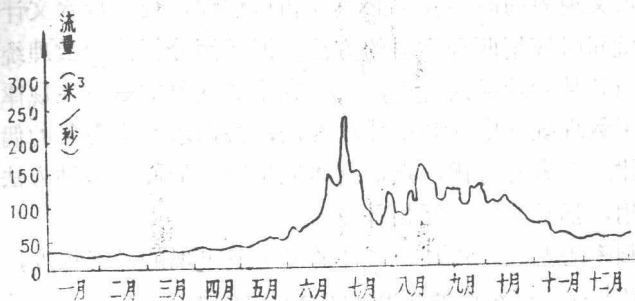


图 1—8 流量过程线示意图

不管是那一条天然河流，观察它的水位过程线和流量过程线，都可以看出河流水文情况的多变性和不重复性，而且还可以看出，河流每年总有一个时期水位高、流量大，这就叫做洪水期；另一个时期水位低，流量小，则叫做枯水期。每年总是洪水期和枯水期交替地作周期性变化，这便是河川径流的第二个基本特征。

此外，河川径流的第三个基本特征，就是所谓区域性。正是利用它可从某条水文资料比较多，了解得比较深入的河流的水文情况，估算出气候和地理条件同它比较相似而缺乏资料的河流的水文规律。前面介绍过利用径流系数来估算年径流量的方法，便是一个例子。

二、频率计算概念

自然现象的变化大体上可分为必然性变化和偶然性变化