



农村水利技术人员培训教材

李永善 陈珍平 编

农田水利

水利电力出版社



农 田 水 利

李永善 陈珍平 编

内 容 提 要

本书为基层水利技术人员培训教材的一个分册，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。

全书共六章，第一章叙述水与农作物的密切关系，后五章包括灌溉用水量、灌水方法、灌溉工程规划、排水工程规划、田间工程等，系统地介绍灌溉、排水工程规划设计的基本知识。

农村水利技术人员培训教材 农田水利

李永善 陈珍平 编

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 6.25印张 138千字

1985年11月第一版 1987年7月北京第三次印刷

印数47651—82700册

ISBN 7-120-00139-6/TV·28

15143·5764 定价 1.18 元

序 言

党的十一届三中全会以来，中央多次提出要加强职工队伍的培训，以提高整个职工队伍的政治素质和业务、技术、文化水平，以适应四个现代化建设的需要。为了具体落实中央的指示精神，推动基层水利干部培训工作的开展，农田水利司会同水利电力出版社，在各个方面的大力支持下，组织了一些既有专业知识，又有实践经验的同志编写了这套《农村水利技术人员培训教材》，全套教材包括《水利工程测量》、《水利工程制图》、《小型工程水力计算》、《工程力学与结构计算》、《地基与基础》、《小型水工建筑物》、《农田水利》、《地下水开发利用》、《小型抽水站》、《小型水利工程施工》、《小型水利工程管理》十一个分册，内容较为丰富，看来一定会受到水利基层单位同志们的热烈欢迎。在这里，我们也向赞助这项工作的单位和从事编写、审订的同志表示衷心的感谢。

三十多年来，我国水利建设，无论是江河治理，还是农田水利，都取得了巨大成就，这与广大水利基层职工的辛勤劳动、艰苦奋斗是分不开的。党的十二大确定本世纪末的战略目标是工农业年总产值翻两番，各行各业要为实现总目标服务，水利工作也必须为实现总目标，提供防洪安全和水资源的保证。这就要求首先要管好用好现有水利设施，充分发挥效益，并在此基础上，进一步提高江河防洪能力；在水利基础差的地方进一步改善水利条件；努力提高水资源的综合

利用水平；大力开展水土保持和水源保护，改善生态环境。总的说来，今后水利工作任务仍然“任重而道远”。

一九八三年全国水利会议确定，今后水利建设方针是“加强经营管理，讲究经济效益”。从全国来说，水利工作重点要转到管理上来，水利发展要走以内涵为主的路子。无论管理还是建设，都要讲究经济效益，讲究科学，力求以社会最小的投入获得最大的产出，形成良性循环。这给我们水利工作者提出了很高的要求，也是我们水利工作者的努力方向。

水利基层单位，是水利工作的基础。他们工作如何，业务、技术水平状况怎样，对整个水利工作，尤其对农田水利工作，关系极大。近几年来，各地水利部门在实际工作中，特别是山区、牧区和边远地区，普遍反映技术力量不足，人才缺乏，现有职工队伍的业务技术水平不能适应当前工作需要。随着水利事业的发展，四化建设的推进，这个矛盾将越来越突出。当然，随着智力投资的增加，教育事业的加强，水利基层队伍将会得到不断的补充。但更重要的是，如何通过各种形式，提高现有几十万水利基层职工队伍的知识水平，这是当前一项迫切的工作，也是水利工作中的一项最基本的建设。

据了解，近几年来，各省、专、县水利水电部门，都在积极落实中央的指示，加强职工培训工作。但许多基层单位，苦于缺乏系统培训教材，以致费力不小，收效不大，这也是组织编写这套教材的重要原因。

我们相信，通过这套教材的编辑、出版，可以进一步推动水利基层职工队伍的培训工作，使我们水利基层队伍的业务、技术水平大大提高一步，水利管理和建设的水平大大提

高一步。

我们国家很大，各地自然条件、经济条件不同，水利基础也不相同，水利基层职工队伍的水平也不一样，这套教材仅供各地基层职工培训班和学员们参考。我们期待各地在实际工作中，对这套教材能够提出补充、修改意见，使这套教材不断完善，真正成为水利基层干部的教科书。

水利电力部农田水利司司长

丁泽民

1985年3月

前 言

我国幅员辽阔，各地区自然条件不同，农田水利建设的要求、内容、技术措施、规格标准等也不相同。本教材面向全国，受篇幅所限，只能着重介绍有关灌溉工程和排水工程规划设计的基本知识。因此，各地区在使用本教材时，应结合所在地区的实际情况，有所增删，也可编写一些补充资料，向学员们介绍一些地区性的问题。

本教材由北京市水利局李永善（第一、二、五章）和江苏水利工程专科学校陈珍平（第三、四、六章）二同志编写，全书由安徽省宣城行署水利局王耀宗同志主审。

由于编者水平有限，时间仓促，恳请读者对本教材存在的缺点和错误，提出批评指正，以便再版时改进。

编者

一九八五年三月

课 时 安 排

章节	课时	章节	课时
第一章	6	第二节	4
第一节	1.5	第三节	1
第二节	1	第四节	1
第三节	2	第五节	3
第四节	1.5	第五章	8
第二章	5	第一节	2
第一节	0.5	第二节	1
第二节	2.5	第三节	2.5
第三节	2	第四节	1
第三章	5	第五节	1.5
第一节	1	第六章	5
第二节	3	第一节	4
第三节	1	第二节	0.5
第四章	11	第三节	0.5
第一节	2	合 计	40

目 录

序言

前言

第一章 水和农作物	1
第一节 水的循环与水资源	1
第二节 水和农作物的关系	8
第三节 农田水分状况及其调节	12
第四节 农作物田间需水量	21
第二章 灌溉用水量	28
第一节 灌溉设计标准	28
第二节 农作物的灌溉制度	30
第三节 灌溉用水量与灌溉流量计算	41
第三章 灌水方法	47
第一节 地面灌溉	47
第二节 喷灌	53
第三节 滴灌和渗灌	67
第四章 灌溉工程规划	71
第一节 引水灌溉工程	72
第二节 蓄水灌溉工程	82
第三节 渠系建筑物的配套选型	101
第四节 灌溉渠道流量计算	107
第五节 灌溉渠道设计	112
第五章 排水工程规划	128
第一节 排水系统的规划布局	128

第二节	排水标准	136
第三节	排水流量计算	140
第四节	排水沟的设计水位	149
第五节	排水沟断面设计	153
第六章	田间工程	160
第一节	田间灌排渠系布置	160
第二节	农村道路规划	183
第三节	农田防护林网规划	186

第一章 水和农作物

第一节 水的循环与水资源

水是人类生存的必要条件，又是进行生产的重要资源，对于农业生产尤为重要。“水利是农业的命脉”、“有收无收在于水”，正是这一道理。水资源与其他资源（如土地资源、矿产资源、森林资源等）相比，有一个显著的特点，就是可移动性，它的数量和状态都在不断地变化着。认识我国的水资源状况及其循环特点，对于进行农田水利工作十分重要。

一、水的循环

地球的总面积约为 $510 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，其中海洋面积约为 $361 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，占全球面积的70.8%，加上河流、湖泊所占面积，地球表面约有四分之三被水体所覆盖。

地球表面上的广大水体，在太阳光的照射下，大量水分被蒸发变成水蒸汽，上升到空中聚集成云，随着气流被带到各地。在水汽上升和输送的过程中，遇冷凝结而以降水的方式降落到地面上，再以河流或地下水渗流的形式汇入海洋，这种水的迁移和交换现象，叫做水的循环或水分循环。

水分循环一般包括降水、径流、蒸发三个阶段。降水包括雨、雪、雾、雹等型式；蒸发包括水面蒸发、植物蒸腾、土壤蒸发等；径流是指沿地面和地下运动着的水流，因而包括地表径流和地下径流。

水的循环按其循环过程的不同，可分为大循环与小循环两种。从海洋蒸发上升的水汽，被气流带到陆地，遇冷凝结而以降水的方式落到地面。降落的水量一部分蒸发，重新回到空中，一部分形成地表径流汇入江河，流归海洋。这种海洋与陆地之间水的迁移与交换现象，称为大循环。如图1-1所示。

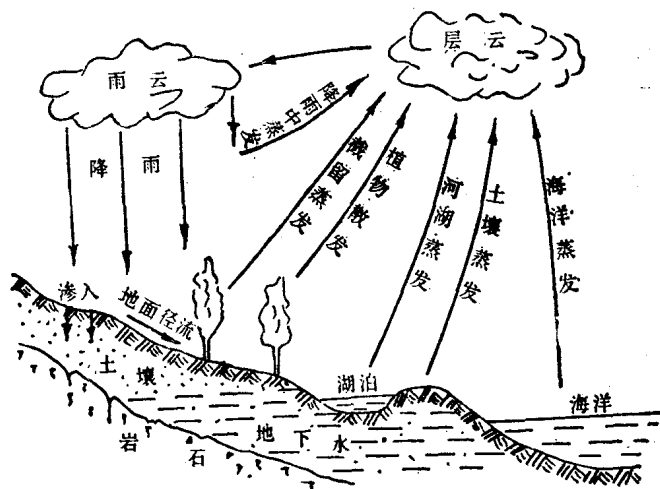


图 1-1 水分循环示意图

从海洋表面蒸发变成的水汽，上升到空中，遇冷凝结后又降落到海洋上，或者从陆地上蒸发变成的水汽，上升到空中，遇冷凝结后又降落到陆地上，这种在海洋内部或陆地内部的水的迁移与交换现象，称为小循环。

水的大循环与小循环实际上是不能截然分开的，是互相紧密联系的，小循环往往是大循环的组成部分。水的循环的总

趋势是海洋向陆地大量输送水汽，而陆地又将一部分径流回归至大海。在水的循环过程中，地球上的大气圈、水圈和岩石圈之间，通过蒸发、降水、下渗也进行着水的交换。

为什么会形成水的循环呢？从内因讲是水的物理性质。因为在不同的温度下，水会以固体、液体、气体三种形态出现，这就决定了水在循环过程中能够迁移和交换。从外因讲主要是太阳辐射和地心引力造成的。太阳的辐射使冰雪消融、水分蒸发和水汽流动，而地心引力使水由高处向低处流动，由陆地流向大海。此外，人类的活动对水的循环也有着重要影响，而且随着人类的进步，这种影响越来越大。例如，修建水库拦蓄洪水，使河流径流入海量大为减少；从河流引水灌溉，使这部分水通过地面蒸发和植物蒸腾转化为大气中的水蒸汽；大量提取地下水，降低地下水位，既减少了地下渗流入海量，又为降雨入渗创造了条件。不合理的土地利用，如陡坡开荒、滥伐森林、滥垦草原以及不适当的围湖造田等，都会加重水土流失、洪水泛滥，破坏正常的水分循环，恶化生态环境，这是应当引起注意的。

二、我国的水资源状况

水资源通常是指逐年可以得到恢复和更新的淡水量，而大气降水是它的补给来源。由于降水到达地面后，形成地表水、土壤水和地下水，它们处于同一循环之中，密切联系而又相互转化，构成了水资源的完整体系。

目前我国在进行水资源总量计算时，只考虑地表水与地下水，即某一流域的水资源总量等于地表水与地下水的总补给量。由于河川径流量与地下水补给量之间存在着相互转化的关系，故应扣除两者之间的重复量，即：

$$W_{\text{总}} = W_{\text{河}} + W_{\text{地}} - W_{\text{重}} \quad (1-1)$$

式中 $W_{河}$ ——河川径流量 (亿 m^3) ;
 $W_{地}$ ——地下水补给量 (亿 m^3) ;
 $W_{重}$ ——重复水量亿 m^3 。

按多年平均值计算,我国年降水深度628mm,年降水总量60076亿 m^3 ,河川径流量26380亿 m^3 ,地下水补给量7718亿 m^3 ,扣除重复水量6888亿 m^3 ,则得全国多年平均水资源总量为27210亿 m^3 。

从水资源总量来看,我国仅次于巴西、苏联、加拿大、美国和印尼,居世界第六位。但是按人均占有径流量比较,世界人均占有量为10930 m^3 ,我国只有2670 m^3 ,只相当于世界人均占有量的五分之一,居世界的第84位。我国人均占有年径流量与美国1975年实际用水量(2528 m^3)相近。因此可以说,我国的水资源是不丰富的,是世界上人均占有径流量较少的国家。不仅如此,我国还由于地域辽阔,自然条件复杂,水资源具有地区上分布不均与时程变化大的特点,这给水资源的开发利用带来许多特殊的问题。

1. 水土资源的组合极不平衡

我国位于欧亚大陆的东侧,东部和南部滨临海洋,大部分地区受到东南和西南季风的影响,因而形成东南多雨而西北干旱的特点。冬季我国大陆受西伯利亚干冷气团控制,气候寒冷,雨雪较少;春暖以后,南方开始多雨,然后雨带逐渐北移,大部分地区降雨集中在夏秋两季。西北内陆受山脉和高原阻挡,季风难以深入,降雨较少,气候干燥。由于受这些自然因素的影响,我国降水具有在地区上分布极不平衡、季节分配很不均匀和年际变化大的特点。从降水在地区分布上看,年降雨量400mm等值线,从东北到西南成对角线斜贯我国大陆,将全国分为东西两部,按此标准划分,我国有45%的国

土处在干旱和半干旱、缺水少水地带，没有灌溉条件，农业生产难以正常进行。而东南沿海地区湿润多雨，正常年份降水量大于1600mm。从水资源的地区分布来看，从沿海到内陆，从南方到北方，差异很大。在湿润多雨的南方，长江、珠江、东南沿海和西南诸河，年径流量占全国的82%，但耕地面积只占38%，人口占全国的54%，因此水多而有余。在干旱少雨的北方，淮河、黄河、海、滦河、东北和西北内陆诸河，年径流量只占全国的18%，而耕地却占62%，人口占46%。其中尤以海、滦河和淮河突出，这两个地区水量只占全国的4%，而人口和耕地都占全国的27%。可见我国水土资源的组合极不均衡。

2. 水资源在时间分布上极不均衡

我国降水量和径流量在年内分配不均，在年际间变化很大，而且有连续枯水年与连续丰水年的现象。在一年内，一般降水量多集于汛期，南方河流汛期3~6月（或4~7）降水量可占全年的50~60%。北方河流汛期为6~9月，降水量可占全年降水总量的70~80%，而且常以暴雨形式出现。例如海河流域1963年8月上旬大面积特大暴雨，中心在河北内丘獐犸，七天降雨量2050mm，其中最大日降雨量952mm。1975年8月5日至7日，淮河上游洪汝河一带出现暴雨，中心在板桥水库附近，三天降雨量1605mm，其中最大日降雨量1060mm，其中最大六小时降雨量830mm，致使板桥等水库垮坝失事。这种历时短、强度大的集中暴雨，不仅会造成严重的洪涝灾害，而且水量难以调节利用，大量弃水，造成水资源的浪费。

在年际间降水量和径流量的变化也是很大的。例如北京多年平均年降水量630mm，而最大年降水量为1406mm（1959

年)，最小年降水量只有168.5mm（1891年），相差8.34倍。从河流多年来水量的变化情况看，南方河流水量比较均匀稳定，北方河流变化极大。以最大年水量与最小年水量的比值为例：长江为2.1倍，淮河支流为11~23倍，海河南系各支流为13~76倍，越往北悬殊越大。海河1963年为丰水年，来水量504亿 m^3 ，而1972年是干旱年，来水只有98亿 m^3 ，相差5.4倍。

三、合理开发利用水资源

解放以来，我国修建了大量的水利工程设施，不仅在防洪、除涝、航运、发电等方面发挥了巨大作用，而且也为民经济各部门提供了大量可利用的淡水资源，有力地促进了工农业生产的发展和人民生活水平的提高。据初步估算，1978年全国农业、城市工业及其它用水的总量为4767亿 m^3 ，约占全国正常年水资源总量的17.6%，其中农业用水4195亿 m^3 ，占总用水量的88%；工业和城市生活用水量572亿 m^3 ，占总用水量的12%。当前水资源开发利用中存在的主要问题：农业用水的发展很不平衡，不少农田还经常受旱；城市工业用水增长很快，不少城市供水紧张，供需矛盾日益尖锐；用水缺乏制度，定额偏高，存在着严重浪费现象；水源污染日趋严重，全国主要江、河、湖、库已受到不同程度的污染。

水资源是国民经济的基本资源之一，与国民经济各部门及城乡人民的生活有着密切的关系，必须切实加以保护和合理开发利用。根据国内外的经验，主要应当做好以下工作：

- 1) 加强对水资源的调查研究工作，查清水资源量，掌握循环补给规律，进行综合评价，提出供需平衡措施。
- 2) 要重视水法和用水政策，通过立法和制定政策，达到

保护水资源和合理开发利用水资源的目的。应当明确水属社会所有，由政府统一管理，制定统一的开发利用规划和严格的管理制度。用水要收水费，水费价格应能体现鼓励节约用水，防止浪费。水资源开发利用，必须防止水质污染和维护生态平衡，造成污染必须赔偿。

3) 对地表水和地下水，要统一管理和联合使用。在丰水年将多余的地表水回灌到地下，在干旱年抽取地下水，弥补地表水之不足。北方一些灌区实行井渠结合，是一个好办法。回灌地下水，可利用天然河道、洼地和坑塘蓄水，使之下渗，也可以通过井孔向地下灌注。

4) 大力开展节约用水，提高水的利用率。农业用水方面，要实行计划用水和按方收费的办法；改进地面灌水技术和推广节水的喷灌、滴灌技术；采用合理的灌溉制度；进行渠道衬砌，修建地下管道，减少渠道渗漏损失；采用薄膜复盖和其他保墒措施，减少土壤蒸发等。工业用水方面，要建立健全用水单耗考核制度，制定用水标准，按计划用水；建立循环回收系统，提高水的重复利用率。在生活用水方面，要取消“包费制”，实行装表计量收费的办法。

5) 要重视工业废水和城市污水的净化和再利用。根据各部门对水质的不同要求，采用不同级别的处理方法。城市污水经过二级处理(曝气塘法、活性污泥法等)，一般即可用于农田灌溉。

6) 外流域调水，解决北方地区的缺水问题。北方水资源贫乏的黄、淮、海等地区，目前水资源开发利用程度比较高，当地水资源可以挖掘的潜力不大。除了节约用水外，从长远看须从外流域调水，以满足工农业发展的要求。