

高等学校交流讲义

# 农田水利

武汉水利电力学院水利化教研组编

只限学校内部使用



中国工业出版社

高等学校交流讲



# 农田水利

武汉水利电力学院水利化教研组编

中国工业出版社

全书分为五章。第一章为緒論；第二章敘述了农作物灌溉排水制度与灌溉排水流量的确定；第三、四、五各章則是按照因地制宜、分区治理的原則，分別敘述了干旱及半干旱平原地区的灌溉排水系統，平原及低洼易涝地区的河网化，山区丘陵地区的水利措施的规划、布置、設計和水利計算等問題。

今年三月全国高等学校水利电力类教材工作会议选定本书作为河川枢纽及水电站建筑专业和治河工程专业的教学用书；也可供水利类其他专业和水利工程技术人員作为参考书。

## 农田水利

武汉水利电力学院水利化教研組編

\*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本787×1092 $\frac{1}{2}$ ·印張57/16·插頁1·字数115,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—2,437·定价(10-6)0.69元

統一书号：15165·577（水电—90）

# 目 录

第一章 緒論.....	2
第二章 农作物的灌溉排水制度与灌溉排水流量 .....	8
第一节 农田水分及其调节措施 .....	8
第二节 农作物的灌溉排水制度 .....	12
第三节 灌溉排水流量的确定 .....	27
第三章 干旱及半干旱平原地区的灌溉排水系統.....	36
第一节 干旱及半干旱平原地区灌溉排水系統的规划布置 .....	39
第二节 灌溉和排水渠道設計流量的計算 .....	55
第三节 灌溉和排水渠系的結構設計 .....	66
第四节 灌溉排水系統上的建筑物 .....	86
第四章 平原及低洼易涝地区的河网化 .....	95
第一节 河网化地区水利系統的組成部分及其作用 .....	97
第二节 河网的布置 .....	102
第三节 河网化地区水利系統的水利計算 .....	117
第五章 山区丘陵地区的水利措施 .....	132
第一节 水土保持措施 .....	133
第二节 山区丘陵地区的水利系統 .....	141

## 第一章 緒 論

农业是国民經济的重要組成部門之一。中国共产党和毛主席在各个革命时期都把农业放在重要的地位。解放后十一年来，特别是最近三年来社会主义建設的經驗証明，发展国民經济必須以农业为基础。

解放后，在中国共产党的领导下，我国农业生产得到了很快的恢复并进而有了迅速的发展。1958年毛主席根据我国农民的增产經驗和解放以来农业技术改革的經驗，总結出“土、肥、水、种、密、保、管、工”的农业“八字宪法”，为农业生产奠定了科学基础，有力地推动了农业生产。

农业生产的重要特点是受着各种自然条件的强烈影响。其中水旱灾害最为严重，因此“水”在农业“八字宪法”中占居重要地位。正如毛主席对水利事业和农业生产之間关系所作的科学論断：“水利是农业的命脉”。

农田水利是水利工程門类之一，其目的正是在于通过工程設施的作用，改变水的天然状况，为农业生产創造良好条件。农田水利措施可以归納为調节农田水分状况的措施和改变地区水利条件的措施两大类。

### 一、調节农田水分状况的措施

农田水分状况一般系指农田地面水、土壤水和地下水的状况。农田水分不足，常形成干旱；农田水分过多，又常形成淹澇。因此，农田水分过少或过多都会影响作物的正常生长和产量。調节农田水分状况，就是要为作物的正常生长創

造良好条件，这是农田水利工程的任务之一。调节农田水分状况的措施一般有下列两种：

1) 补充农田水分不足的措施：按照作物的需要有计划地将水量输送和分配到田间，以补充农田水分的不足，改变土壤中的养分、通气和温热状况，达到不断提高土壤肥力和改良土壤的目的。

2) 防止农田水分过多的措施：按照作物生长的要求，将农田内多余的水分引至指定处所，使农田保持适宜的水分、养分、通气和温热的条件，以适应作物的正常生长。

为了有效地调节农田水分状况及与之相关的养分、通气和温热状况，必须将灌溉或排水措施，同农、林等措施密切结合起来。

## 二、改变地区水利条件的措施

地区水利条件系指地区的水利资源的分布状况及其动态。它主要取决于该地区的自然条件，如：气候、河流水文状况、水文地质条件等。不利的地区水利条件，往往在某一时期水量过多，而在另一时期则水量不足，从而影响农业生产。改变地区水利条件的目的即在于有效地利用水利资源，为农业生产创造良好环境。它是调节农田水分状况措施的前提。改变地区水利条件的措施一般可分为以下几种：

1) 灌溉和供水措施：为了满足灌溉用水和农牧业供水的需要，往往采用各种蓄水设施对天然径流加以调蓄，改变天然水量在时间上分布不均的状况；或是通过输水渠道，将某地区充裕的水量调引至水量不足的地区，借以改变水量在地区上分布不均的问题。

2) 除涝措施：用河网、平原水库、洼地等在平原地区蓄

4

积由降雨过多而产生的渍涝水量，或借排水沟道将地区多余的渍涝水排至其他地区，从而解决渍涝灾害的不利水利条件。

3) 防洪措施：借水庫、塘堰、堤防、河网、引河、减河等拦蓄防御、或分疏山洪或河流中的洪水，达到防治洪灾的目的。

4) 水土保持措施：借农林水利相結合的綜合措施，防止水土流失，改变上游地区的水土流失灾害，并同时減輕下游洪灾和泥沙淤积的不利条件。

应该指出，改变地区水利条件的措施，必須同其他水利部門的要求密切結合起来，諸如水力发电、航运、工业供水、漁业等，从而使水利资源得到最大限度的綜合利用。

我国农田水利事业历史悠久，相傳在夏商时期就已出現灌溉排水工程設施。几千年来，劳动人民同水旱灾害进行了不断的斗争，积累了极其丰富的經驗。二千二百多年以前兴建的都江堰灌溉工程，迄今仍为农业生产服务，这是我国劳动人民在农田水利事业方面光輝成就的范例。然而在漫长的封建社会，特别是在帝国主义的压迫和国民党的反动統治下，水利事业长期停滯不前，处于十分落后的状况。全国解放以前全部耕地面积上仅 2.4 亿亩有灌溉設施；水土流失面积竟达 150 万平方公里；洪涝灾害更是頻繁出現。

中华人民共和国成立以后，在党和毛主席的领导下，我国农田水利事业得到了史无前例的发展。至 1959 年的十年期間，我国水利建設总计完成土石方量 800 多亿立方米，大型水庫 60 余座，中小型水庫、渠道 400 多万处，塘坝工程 1500 多万处，水井 1000 多万眼。1958 至 1960 三年中排灌設備增加了八倍左右，有效的灌溉面积增加了三亿多亩。到目前低洼易

涝面积已有 2.1 亿亩得到初步治理，占全部易涝耕地面积的 55%；初步控制水土流失面积达 60 万平方公里，占水土流失总面积的 40%。这样迅速的发展和光輝的成就，是古今中外历史上所未曾有过的。

与此同时，我国劳动人民无论在山区、丘陵区、低洼易涝地区，水旱灾害的治理方面都出现了众多的发明与創造，水利科学事业也有了巨大的发展。山区和丘陵地区的治水、治山、治土的经验，长藤结瓜式的水利系统，平原易涝地区的河网化是其中的杰出代表。

以上成績的取得，是党的正确领导的胜利，是总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的胜利，是党的以蓄水为主，以小型为主，以羣众自办为主的正确治水方針的胜利。

但是到目前为止，全国耕地尚有很多沒有灌溉設施，在已有工程中，部分抗旱防涝能力較低，还有一部分还没有及时发挥效益，大部分农业地区还不能在特大水旱灾害的侵襲下保证高产稳收，还有大面积的盐碱渍地和水土流失地区需要繼續改造。这些情况表明，我們仍然面临着艰巨的任务。

我国地域广大，各地自然条件千差万别，因而农田水利措施也有很大差别。进行农田水利工作时，必須从全面规划、综合利用、綜合治理的原则出发，根据不同的地区的具体条件，因地制宜地进行分区治理。

基于全面规划、分区治理的原则，根据我国不同地区的自然条件、农业生产的特点，农田水利工程可以有以下几种类型：



## 一、干旱半干旱平原地区的灌溉排水系统

我国干旱半干旱地区是指西北、华北、东北地区的大部分，以及西南地区的一部分。这一地区降雨较少，年降雨量最多者可达500~700毫米，最少者仅在100毫米以下，个别地区甚至终年无雨，因此采取灌溉措施对农业生产有着极为重要的意义。这类地区耕地大部分分布在冲积平原上，地下水位一般较高，含盐量也较大，受土壤盐渍化的威胁比较严重；有些地区降雨比较集中，暴雨期间地面水宣泄不畅，因此与发展灌溉的同时，常须采取排水措施，修建排水系统，降低地下水位，排除土壤过多的盐分，以及排除暴雨径流。对于这类地区水旱灾害的治理，一般是兴修既可引水灌溉、又可排水抗碱的灌溉排水系统。

## 二、平原及低洼易涝地区的河网化

平原低洼易涝地区是指淮北平原、长江中下游沿岸、珠江流域下游三角洲以及华北平原部分地区。这类地区一般由于雨量集中，地势低下，汛期河湖水位高于农田，暴雨径流难于宣泄，内涝灾害十分严重，必须根治涝灾。与此同时，由于降雨量不足或降雨量分布不均，又有灌溉需要。治理这类地区水旱灾害的措施，一般采用河网化的形式。但是，由于各地区自然条件的特点和河网化具体形式的差异，其类型可以区分为三种：

1) 淮北平原易涝易旱地区的河网化：淮北地区的自然特点一般是易涝易旱，涝灾多于旱灾，其水利化的途径是兴修以蓄为主，蓄而为用的河网化工程。淮北是我国开始大规模修筑河网化工程的地区，已积累了相当丰富的经验。

2)沿江滨湖低洼易涝地区的河网化:这一地区是指太湖、洞庭湖、鄱阳湖沿岸的老河网区和长江两岸的滨湖地区,以及珠江下游三角洲等地区。这些地区的圩垸工程已经有相当悠久的历史,主要问题是结合圩垸的整理,改善老河网,使之进一步发挥防洪、除涝、灌溉、航运和水产等作用。

3)华北平原易旱易涝易碱地区的河网化:这一地区的特点一般是春旱秋涝,涝中有旱,旱后又涝。此外,还存在着比较严重的盐渍化威胁。因此,河网化的形式与前述两种都不同,河网不仅负担灌溉、除涝任务,还应起防盐抗碱的作用。

### 三、山区丘陵地区的水利措施

我国山区、丘陵地区面积很大,遍及全国各省区,尤以江南为最多。山区丘陵区耕地面积也较大,农业生产占居重要地位。但是这类地区存在着比较严重的水土流失、山洪、干旱等灾害,是农业生产的严重障碍。我国各地劳动人民在长期生产实践中,对治理山区丘陵地区的水旱灾害积累了极其丰富的经验,其中以治水为中心的治水、治山、治土的“三治”经验,长藤结瓜式水利系统和其他一系列水土保持的经验,都是解决这类地区水利问题的有效措施。

本书将就调节农田水分状况及改变地区水利条件的措施分别论述,对于后者将根据上述三种类型地区的特点分别论述其水利系统的形式和有关的规划设计方法。

## 第二章 农作物的灌溉排水制度与 灌溉排水流量

### 第一节 农田水分及其调节措施

水是作物生长发育所必需的基本要素之一，只有适时适量地供给水分，作物才能正常生长；水分过少或过多，都将造成作物的减产或失收；因此对农田水分进行必要的调节，是农业增产的重要措施之一。为了妥善的进行农田水分状况的调节，必须首先了解农田水分存在的形式及其与作物生长的关系。

#### 一、农田水分存在的形式及其与作物生长的关系

农田水分有三种存在形式，即地面水、土壤水和地下水。

地面水是暂时或长期存积在地表的水层。土壤水是存在于土壤空隙中的水分，按其形态不同，又可分为吸着水、毛管水和重力水。吸着水吸附在土壤颗粒周围，形成一层薄膜而不能自由移动；毛管水存在于土壤空隙内，能借毛细管作用力向各方移动；重力水受重力作用而移动。土壤含水量达到毛细管水的最大含量时，称为土壤最大保水量；土壤空隙全部充满水分时，称为土壤饱和含水量。地下水是在某一土层空隙已达饱和(或接近饱和)时的水分。

农田水的存在形式并不是固定不变的，三者之间可以相互转化：地面水渗入土壤可变成土壤水；重力水下渗至地下水可变成地下水；地下水受毛细管作用上升而成为毛管

水；地下水不断得到补给，可以上升，甚至到达地面以上而成为地面水。

不同作物，对农田水分存在形式有不同要求。旱田作物所吸收的水分，主要是根系吸水层（可供根系吸水的土层，略大于根系集中层、各种旱田作物在不同生育阶段的根系吸水层深度，多变化在0.3~1.0米之间）内的毛管水。水稻能吸收多种形式的水分：水稻田经常要求田面有一定水量或土壤内保持较高的含水量（接近饱和程度），但在个别时期（如落干时期）也可以允许土壤含水量降低到饱和含水量以下。

不同作物对土壤含水量有不同要求，同一种作物在不同生育阶段，对土壤含水量也有不同要求。

为了保证旱作物的丰收，土壤含水量只允许在一定的范围以内变化。种植旱作物的农田，允许的最大含水量应小于土壤的最大保水量，否则将不利于作物生长，又会出现无益的深层渗漏损失。旱作物的允许土壤含水量的变化范围一般为最大保水量的50~80%。

水稻田内对水层深度同样也有一定的要求，允许最大水层深度一般为100~250毫米，在个别情况下也可超过此数值；允许最小水层深度多为20~30毫米或更小一些，在落干时期允许土壤含水量多为饱和含水量的80~90%。

综上所述，可见调节农田水分状况是保证作物正常生长极为重要的环节。而调节农田水分状况的主要内容是改变农田水分存在形式与土壤含水量的大小。

## 二、调节农田水分状况的措施

农田水分不足，通常称为“干旱”；农田水分过多，常形成“淹涝”。由于干旱或淹涝而引起的作物减产或失收现象，

称为“旱灾”或“水灾”。

调节农田水分状况的目的，在于消灭“旱灾”和“水灾”，使农田水分随时能满足作物生长的要求，并与农业措施等相互结合，共同保证作物产量和土壤肥力的不断提高。当农田水分不能满足作物需水的要求时，应采取增加来水或减少去水的措施；当水分过多时，则应采取减少来水或加速去水的措施。增加农田水分的主要措施是灌溉；加速去水的主要措施是排水。

根据任务的不同，灌溉措施可分为下列几类：

1) 补充农田水分不足的灌溉：这种灌溉主要在作物生育期内或播种前进行，前者称为生育期灌溉；后者称为播前灌溉，由于这种灌溉可以利用非生育期的水源，增加农田内的储水量，故又称储水灌溉。

2) 施肥灌溉：利用含有肥分的水进行灌溉。引用含有淤泥的河水而进行的“淤灌”，引用都市污水而进行的“污水灌溉”，将肥料加入水中而进行的“水肥混合灌溉”，均属此类。

3) 调温灌溉：通过灌水提高或降低土壤温度。北方旱田的冬灌，南方水稻田夏季的换水，均属此类。

4) 冲洗灌溉：在土壤含盐量过高的盐碱化土地上，作物产量很低，农业生产条件极为不利。排除土壤中多余的盐分常采用冲洗的方式。冲洗是将水放入田间，使盐分溶解于水，形成容易移动的自由溶液，然后再自土壤中排出。为了冲洗盐碱土中的盐分而进行的灌水，叫做冲洗灌溉。

排水按其目的不同，也可以分为下列几类：

1) 普通耕地排水：排除普通耕地内的地下水或由于降雨过多而形成的地面涝水，以保证作物的正常生长和农业措施

的正常进行。

2) 盐碱土和盐碱化土地的排水：将含盐量大的地下水排出以降低地下水位，或是将含有盐分的冲洗水自农田排出。

3) 沼泽化土地和沼泽地的排水：土地内水分过多但尚未出现有机质的积累者，称为沼泽化土地，已有有机质的积累者，称为沼泽地。两者由于水分过多或有机质含量过高，均不利于农业生产。为了改良沼泽化土地或沼泽地使之投入农业生产，或为了采集泥炭而进行的排水，均属此类。

灌溉和排水可采用不同的方法进行：

灌溉方法有地面灌溉、喷洒水灌溉、地下灌溉三种：地面灌溉是水由地面引入农田的灌水方法，我国目前采用最为广泛；喷洒水灌溉是借机械(抽水机)或天然水头，在管路中形成压力水流，然后通过喷洒水器喷出，形成均匀的雨滴洒布于农田之上，又称为人工降雨灌溉；地下灌溉是利用修筑在地表以下的专门设备(地下管道或沟道)，将灌溉水引入田间耕作层，借毛细管作用自下而上地湿润土壤，我国的部分地区已采用了这种方法。

排水方法分为平式排水和立式排水两大类：平式排水是由大致与地面平行的沟道网所组成的。沿地面开沟，沟上无遮盖者称为明沟排水；过多的地面水或地下水可沿地面灌水沟，畦或自土壤内直接汇流至沟中然后排走，是我国目前采用最广泛的一种方法。先沿地面开沟，然后将透水性很强的材料(碎石、扫捆、砖瓦等)或将带有许多小孔隙的管子(竹管、陶管等)埋入土中，形成有遮盖的沟道，此种排水方法称为暗沟排水；过多的水分通过土壤渗入暗沟中然后排走。暗沟排水有时与地下灌溉结合，使地下管(沟)道起双重作用。立式排水是在田间垂直于地面挖井，将地下水自井内抽出然后

排走。

## 第二节 农作物的灌溉排水制度

为了达到农作物的丰收，必需进行适时和适量的灌溉和排水。不同地区，不同作物和在不同的年份内，要求有不同的灌溉制度和排水制度。灌溉制度的具体内容包括灌水次数、灌水时期、灌水定额和灌溉定额。灌水定额是每次灌入农田的水量，灌溉定额是某一种作物全生育期内各次灌水定额的总和。排水制度的具体内容包括排水次数、排水时间、排水定额、排水量和排水总量。排水定额是指排除地下水时要求地下水位距地面的深度，排水量是每次排出农田的水量，排水总量是某一种作物全生育内排出的总水量。灌溉排水量多以水层深度或农田单位面积上的水量体积作为计算单位。

灌溉排水制度是农田水利工程规划设计的基本资料，只有在灌水时间和灌水量，排水时间和排水量确定以后，才能根据它定出工程规模。确定灌溉排水制度时，常采用下列三种方法：

(1) 总结群众经验。群众积累有多年的生产实践经验，熟悉作物的需水特性和当地自然条件，经过实践而获得丰产的灌溉排水制度往往是设计的重要依据。群众经验是在一定的具体条件下获得的，因此在应用群众经验时必须结合具体情况进行分析研究。

(2) 根据试验资料来确定。根据灌溉试验站的试验资料，通过分析研究，确定各种条件下的合理的灌溉排水制度。

(3) 根据水量平衡分析的成果，并参照群众经验和试验

資料來制定。在具有一定試驗資料的條件下，這種方法是比較完善的，因此在各地採用的很多。

為了正確地確定灌溉排水制度，必須掌握農作物田間需水規律，故本節內首先敘述農作物的田間需水量。

### 一、農作物田間需水量

作物田間需水量系指作物生長期中所消耗在蒸發上的水量，即葉面蒸發量與棵間蒸發量的總和。葉面蒸發是作物通過葉面所消耗的水量，棵間蒸發是從作物棵間的地面或水面所消耗的水量。

表2-1 我國幾種主要作物全生育期內田間需水量的變化範圍

(單位：米<sup>3</sup>/畝)

作物	地 區	年 份		
		干旱年	中等年	濕潤年
一季稻	東 北	250~550	220~500	200~450
	黃河流域及華北沿海	400~600	350~550	250~500
中 稻	長江流域	400~550	300~500	250~450
	一季晚稻	500~700	450~650	400~600
雙季早稻或	長江流域	300~450	250~400	200~300
雙季晚稻	華 南	300~400	250~350	200~300
冬小麥	華 北	300~500	250~400	200~350
	黃河流域	250~450	200~400	160~300
春小麥	長江流域	250~450	200~350	150~280
	東 北	200~300	180~280	150~250
棉 花	西 北	250~350	200~300	
	西 北	350~500	300~450	
	華北及黃河流域	400~600	350~500	300~450
玉 米	長江流域	400~650	300~500	250~400
	西 北	250~300	200~250	
	華北及黃河流域	200~250	150~200	130~180



解放后，我国各地的灌溉試驗站进行了作物需水量的观测，累积了许多試驗資料。从分析历年各地大量試驗成果可以看出，各种作物全生育期的田間需水总量，大致有一定的范围，见表2-1。

各种作物田間需水量在全生育期内的分布过程，大体上也有一定的規律。图2-1所示为河南省新乡小冀人民公社棉花生长期各阶段的需水变化情况。

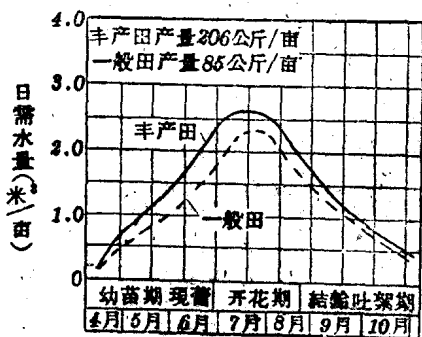


图2-1 河南省新乡小冀人民公社1958年棉花田間需水量变化过程綫

在相同地区，同一种作物在干旱程度不同的年份，需水量不同；在不同生育阶段，需要的水量也不同。因此，种植同种作物的农田在农业措施和农作条件大致相同的情况下，气象条件和生育阶段是影响田間需水量的主要因素。

从气象条件是影响作物田間需水量的主要因素之一出发，可以通过作物田間需水量与气象条件之间的关系，来推估需水量。在一定外界条件下，作物田間需水量与水面蒸发量的比值大致有一定范围。即

$$E = aE_0 \quad (2-1)$$

式中  $E$ ——全生育期內作物田間需水量；