

中等专业学校教材

# 农田水利学

陕西省水利学校主编

水利电力出版社



中等专业学校教材

---

# 农 田 水 利 学

陕西省水利学校主编

水利电力出版社

## 内 容 提 要

本书为水利类中等专业学校农田水利专业教材，也可供县社水利技术人员从事规划和管理工作的参考。

全书共十二章，主要包括：灌溉规划、排涝规划、防渍治碱规划、防洪规划、田间工程规划、喷滴灌规划、井灌规划、计划用水、渠系测水及灌排试验等。

中等专业学校教材  
**农 田 水 利 学**  
陕西省水利学校主编

\*

水利电力出版社出版  
(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售  
水利电力印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 16开本 20 $\frac{1}{2}$ 印张 466千字

1979年11月第一版

1983年5月新二版 1983年5月北京第一次印刷

印数 0001—9550册 定价1.85元

书号 15143·5099

# 前 言

随着我国农田水利建设事业的发展，为了提高教学质量，适应四个现代化的要求，在编写本书时，力求理论联系实际在讲清概念和基本原理的同时，将各地农田水利建设中的先进经验和科学知识，反映出来。由于我国幅员辽阔，各地自然情况复杂，加之农田水利建设地区性强、涉及内容多，本书以面向全国、照顾地区的精神，按旱、涝、洪、渍、碱等规划治理，组织材料编写的。为突出灌溉新技术，以适应农田水利发展的需要，将喷灌、滴灌专列一章，并加强用水管理的内容。全书除绪论外，共分十二章。

本书是由吉林省水利电力学校、辽宁省水利学校、山东省水利学校、安徽水利电力学校、湖南省水利学校、江苏省扬州水利学校和陕西省水利学校等七校采取分工执笔、集体讨论的方式进行编写。参加编写工作的有：赵明华、秦玉彬（绪论、第一、三章）、许逢辰、卢心球（第二章）、陈珍平（第四、五章）、王永盛（第六章）、宓和群、徐克勤、褐品芳（第七、八章）、於益民（第九章）、曲达良（第十、十一、十二章）等同志。由陕西省水利学校曲达良同志主编。江苏省扬州水利学校陈珍平同志主审。

冯耀祖、王守成同志参加了部分章节的修改和全书核对工作。参加本书绘图工作的有：张宏飞、土养民、程养正同志。

本书在编写、审稿的过程中，曾得到山西、内蒙水利学校，西北农学院水利系，郑州工学院水利系，陕西省水利科学研究所，陕西省宝鸡峡、人民引泾、人民引洛管理局，江苏省水利局农水处、勘测设计院，扬州、苏州地区水利局和陕西省水电局水管处等单位的大力支持和热情帮助。为本书提供了很多资料，提出了宝贵意见。

我们诚恳地希望广大师生及读者对本书缺点，提出批评指正，以便今后改进。

编 者

1979年6月

# 目 录

前 言	
绪 论 .....	1
第一章 中小型农田水利工程的规划原则与方法 .....	4
第一节 规划原则和标准 .....	4
第二节 规划方法 .....	6
第二章 灌溉用水量 .....	9
第一节 作物田间耗水量 .....	9
第二节 农作物的灌溉制度 .....	15
第三节 灌水模数与灌水模数图 .....	29
第四节 灌溉用水量 .....	33
第三章 灌溉规划 .....	36
第一节 灌溉水源与取水枢纽 .....	36
第二节 灌区水量平衡计算 .....	45
第三节 灌排渠系布置 .....	53
第四节 渠系配套建筑物 .....	59
第五节 渠道流量计算 .....	65
第六节 渠道断面结构设计 .....	75
第七节 地下渠道的规划设计 .....	91
第四章 排涝规划 .....	98
第一节 除涝标准 .....	98
第二节 除涝措施 .....	99
第三节 排水系统规划 .....	103
第四节 排涝流量计算 .....	107
第五节 排水沟道的设计水位 .....	120
第六节 排水沟道的断面设计 .....	122
第七节 排水沟道的防冲防淤 .....	130
第八节 排水闸(站)规划数据的确定 .....	132
第五章 防渍治碱规划 .....	139
第一节 防渍治碱的意义 .....	139
第二节 渍、碱的成因 .....	141
第三节 控制地下水位适宜深度 .....	143
第四节 防渍措施 .....	148
第五节 治碱措施 .....	149
第六节 农田地下排水设施 .....	155

第六章 防洪规划 .....	162
第一节 防洪措施和防洪标准 .....	162
第二节 蓄水防洪 .....	164
第三节 排水防洪 .....	169
第四节 堤防工程 .....	174
第五节 防汛抢险 .....	179
第七章 田间工程规划 .....	181
第一节 田间灌(排)渠系的规划 .....	181
第二节 道路、林带、居民点的规划 .....	188
第三节 平整土地 .....	192
第四节 田间配套建筑物 .....	195
第八章 喷灌、滴灌规划 .....	197
第一节 喷灌系统的组成与分类 .....	197
第二节 喷灌的技术要素 .....	199
第三节 喷头及其选择 .....	202
第四节 喷灌系统的规划设计 .....	204
第五节 滴灌 .....	213
第九章 井灌规划 .....	221
第一节 地下水的基本知识 .....	221
第二节 地下水储量及平衡计算 .....	225
第三节 井型选择与单井设计 .....	231
第四节 井区规划 .....	242
第十章 计划用水 .....	248
第一节 渠系引水计划的编制 .....	248
第二节 用水单位(斗渠、大队)用水计划的编制 .....	253
第三节 渠系配水计划的编制 .....	258
第四节 水量调配工作 .....	262
第五节 计划用水总结工作 .....	270
第十一章 渠系测水 .....	274
第一节 渠系测水站网 .....	274
第二节 利用水工建筑物测水 .....	275
第三节 利用特设量水设备量水 .....	287
第四节 观测资料的整理与分析 .....	300
第五节 闸门自动控制和测水自动化 .....	302
第十二章 灌排试验 .....	306
第一节 灌排试验的内容和分类 .....	306
第二节 田间小区试验 .....	307
第三节 观测记载工作 .....	316
第四节 资料的整理、分析和总结 .....	321

# 绪 论

## 一、我国农田水利事业的发展

毛主席指出“水利是农业的命脉”，这个科学论断，深刻地揭示了水利建设和农业生产的密切关系。农田水利是人类与水旱灾害作斗争，发展农业生产，变水害为水利，使水为人民生活、生产服务的重要手段。因此，农田水利事业的发展，不仅是农业和社会文化进步的主要标志，也是社会生产力发展的一个重要方面。我国农田水利事业，早在夏商时期，黄河流域就已出现了拦截暴雨用于灌溉的“沟洫”。春秋时期南方的楚国兴建了芍坡，这是我国历史上有文字记载最早的蓄水灌溉工程；公元前四世纪魏国的西门豹和人民一起在邺（今河北临漳）修建了十二条渠道，引漳水灌溉，这是早期引水灌溉的典型。以后，秦朝（公元前三世纪）李冰父子领导人民，兴建了我国古代最成功的，第一个大型水利工程都江堰。二千多年来，这项工程一直为农业生产服务，至今灌溉着成都平原八百多万亩农田。这个引水枢纽的规划、设计、施工都具有较好的科学性和创造性，充分显示了我国劳动人民的智慧和英雄气概。此外，我国古代较大的灌溉工程还有陕西引泾水的郑国渠、广西的灵渠以及宁夏的秦渠、汉渠、唐徕渠等，都是历史上很早的渠道。其他如遍布南方水稻地区的塘坝工程、华北各省的水井、新疆的坎儿井，也是我国人民自古以来与干旱作斗争的重要手段。这些都是历代广大劳动人民所创造的伟大功绩，它在我国水利史上将永远放射灿烂的光辉。

我国在农田水利事业上虽然有过不少的创造和成就，但是，旧中国在三座大山压迫之下，却是山河破碎，水利失修，灾害频繁，给劳动人民带来了无穷的灾难。据记载：黄河流域在解放前的两千多年间，发生了水灾一千五百多次，旱灾一千零七十多次；海河流域在解放前的五百八十多年间，发生水灾三百八十七次，旱灾四百零七次；长江流域的汉江平原和淮河流域在一九三一年发生的一场大水灾，就淹没了湘、鄂、豫、皖、苏五省的一亿二千万亩耕地。一九二八年的大旱，遍及华北、西北、西南十三个省份，灾民达一亿二千万人。在旧中国，每一次水旱灾害，总要造成几十万、甚至千百万人流离失所，到一九四九年全国解放前，我国十六亿余亩的耕地中，灌溉面积仅有二亿四千万亩，而洪涝面积达数亿亩，水土流失面积则达一百五十余万平方公里。

解放后，我国的农田水利事业呈现了崭新的局面。社会主义制度的优越性，不仅使农田水利事业的发展具有空前宏伟的规模，而且基本上控制了水旱灾害，水利资源也得以综合利用。在党的领导下，经过亿万人民的艰苦努力，主要江河都得到了不同程度的治理。黄河扭转了过去“三年两决口”的险恶局面；淮河流域改变了“大雨大灾、小雨小灾、无雨旱灾”的多灾景象；海河流域摆脱了洪、涝、旱、碱四大灾害的严重威胁，水利资源也得到初步开发。到一九七七年，全国已修建大、中、小型水库七万多座，万亩以上的灌区六千五百一十五处，排灌机械五千四百万马力，其排灌动力为解放初期的四百倍。目前全国有

三分之二的易涝面积得到了改造，五分之一的坡耕地变成了梯田，将近一半的耕地得到了灌溉，比解放初期翻了两番。这些农田水利工程，为我国农业的发展创造了条件，旧中国那种“洪水横流，赤地千里，饿殍载道”的时代，已经一去不复返了。

但是，我们决不能满足现有的成就，在农田水利事业的发展中，由于林彪、“四人帮”的破坏，造成了一些地方工程失修、管理混乱、科技工作停滞不前的落后状况。就已成灌区来看，实际灌溉面积还达不到设计灌溉面积；不少地方重建设，轻管理，渠道不配套，标准也低，影响效益的充分发挥；现有的水利工程，大部分还只能抗御一般的旱涝灾害。当前在农田水利建设过程中，要求对水土资源实行综合利用，实现山区自流化、工程系统化、灌溉园田化、提水机械化、农村电气化，这些都还有待逐步实现；盐碱、沼泽和干旱荒漠土地还有待改良；合理用水、科学用水，推广喷灌、滴灌等新灌溉技术也要求迅速实现。而一些农田水利科学技术发展较快的国家，已把治水扩大到大气圈中，实行人工催雨以增加降雨量；人工化云以减轻暴雨威胁；原子能、电子计算技术、宇宙航测技术已开始灌排中得以应用；灌排管理也多实现了管理自动化；用现代工业装备排灌工程已被广泛采用。因此，我们要在新时期总任务的指引下，总结和推广我们自己的先进经验，学习和采用现代科学技术，积极开展农田水利的科学研究工作，实现华主席在五届人大政府工作报告中提出的：充分发动群众，大搞以改土治水为中心的农田基本建设。国家要抓好大型水利工程的建设，继续治理黄河、长江、淮河、海河、辽河、珠江等大江大河，搞好解决西北、华北、西南地区干旱问题的骨干工程，兴建把长江水引到黄河以北的南水北调工程。各地要因地制宜的搞好中、小水利工程，认真抓好坡地盐碱地、红壤土等低产田的治理。

伟大领袖毛主席和敬爱的周总理，生前为农田水利事业的建设制定了具体的方针和政策，领导全国人民进行了根治淮河、黄河、海河的斗争，并对万里长江的开发做了精心的安排，为我们描绘了一幅改天换地、根除水旱灾害的壮丽宏图。华国锋同志在湖南工作期间，经过周密的调查研究，精心指挥，建设了韶山灌区工程。灌区主体工程当年施工，当年受益，当年增产。当时，毛主席指出：要高产才算。遵照毛主席的指示精神，灌区人民不断加强管理，完善配套，扩大效益，做到了水随人意流，旱涝保丰收，粮食总产量比灌区建设前增长了一倍半，其它各种经济作物、水产等，都大幅度地增长。灌区建设全面考虑了航运、水产、发电和人民生活的各种要求，为多快好省地进行水利建设树立了好榜样。

现在，我国人民正在进行新的长征，农田水利建设将以更新的内容，更大的规模，更快的速度迅猛发展，我们面临的任务是光荣而艰巨的。我们要破除迷信，解放思想，发扬“愚公移山，改造中国”的大无畏革命精神，迅速提高和掌握农田水利科学技术，为在本世纪内实现农业现代化做出新的贡献。

## 二、农田水利学研究的对象和内容

农田水利学是研究农田水分状况，地区水情变化规律，以及进行调节、改变农田水分状况和地区水情措施的科学。

水旱灾害是威胁我国农业生产的最大灾害。学习农田水利学，就是要运用它并通过工



程措施来调节、改变农田水分状况和地区水情，以消除水旱灾害，更好的利用水利资源，以促进农业生产的发展。

劳动人民与水旱灾害斗争的实践经验，是农田水利学的丰富源泉。几千年来，劳动人民在生产实践中，不断与水旱灾害作顽强的斗争，积累了极其丰富的经验，这些经验丰富了农田水利学的内容。譬如从农作物的田间需水、田间工程、灌排系统的建立、灌水技术的不断更新，到合理的科学用水；从以灌溉为中心的流域开发，到包括灌溉为主，兼顾发电、航运、防洪，采用综合利用的流域开发；从单一河流的流域开发推向跨流域调水；从解决冲积平原灌区次生盐碱化的明沟排水，发展到暗沟以及井排等等，都是由于生产发展使农田水利学增添了新的内容。为了适应农业现代化对农田水利事业的要求，我们必须不断总结广大群众在生产斗争、科学实验中的创造，采用一切先进技术和手段，完善农田水利学的内容，使其不断获得新的发展。

我国地域辽阔，自然条件十分复杂，各地区农田水利措施有很大差别，因此要因地制宜，实行分区治理。综合我国气候和水文状况等方面的特点，可以将我国大体上划分为干旱地区、半干旱半湿润地区和湿润地区三种类型。从我国的大兴安岭起，经张家口、榆林、兰州、玉树至拉萨附近的400毫米等雨量线把我国划分为两大部分，东南为湿润和半湿润区，西北为干旱和半干旱区。东南以秦岭、淮河的1000毫米等雨量线为界，分成湿润区和半湿润区；西北则以200毫米等雨量线作为干旱和半干旱的分界线。

对于干旱地区，无灌溉便没有农业。在半干旱半湿润地区，降雨量在时间上分布不均，造成旱涝灾害经常发生，盐碱、沼泽地大面积出现，水土流失严重。在湿润地区，要注意洪、涝、渍害，也要防止旱象的发生。

针对旱、涝、洪、渍、碱等各种灾害，各地在农田水利建设中，首先要做好防治各种灾害的规划，并且要搞好田间工程配套，实行计划用水和开展科学实验。为改变当地农业生产条件，提高抗御灾害的能力，科学调配水利资源，建设旱涝保收，高产稳产农田，提供最优的土壤水分条件，“保证遇早有水，遇涝排水”。

# 第一章 中小型农田水利工程的 规划原则与方法

修建农田水利工程必须遵循“全面规划，加强领导”的原则，并且要正确处理好水利规划中的下述关系，即“正确处理远景与近景，干流与支流，上、中、下游，大、中、小型，防洪、发电、灌溉与航运，水电与火电，发电与用电等七种关系”。一个好的农田水利工程规划，应该是讲求实效，高速度，高标准，高质量，做到当年受益，当年增产。事实证明，没有一个全面的农田水利规划，就不可能搞好水利建设。

## 第一节 规划原则和标准

农田水利工程规划是农田基本建设规划中十分重要的内容。为了充分利用水利资源，消灭各种程度不同的水旱灾害，必须在农田基本建设规划这个大前提下，全面地、系统地、有计划地进行农田水利工程的规划。农田水利工程规划要从整体出发，不限于对局部地区的治理，而要从山上到山下，从丘陵到平原，从平原到洼地，从上游到下游，进行整个地区或整个流域的全面开发和利用。在进行规划时，应注意以下几个原则：

1. 农田水利工程规划一定要同农田基本建设规划密切结合 农田基本建设，要以改土、治水为中心，实行山、水、田、林、路综合治理，建立旱涝保收、高产稳产的农业基础。旱涝保收、高产稳产田的主要标准是：

- (1) 地面平整，保土、保水、保肥；
- (2) 深耕深翻，改良土壤；
- (3) 遇旱有水，遇涝排水；
- (4) 保证防洪安全；
- (5) 沟、渠、路、林配套；
- (6) 粮棉超《纲要》。

因此，要做好农田基本建设，没有一个好的农田水利工程规划，就不可能防止水旱灾害，实现高产稳产。所以，农田水利工程规划必须同农田基本建设规划密切结合，为彻底改变山河面貌和实现农业的现代化服务。

2. 因地制宜，全面规划 山区、丘陵区，平原区和低洼易涝区，由于气候、地形、土壤等自然条件的不同，农田水利规划的作法和内容上也不能千篇一律，要从实际出发，明确主攻方向，山、水、田、林、路全面规划，洪、涝、旱、风、沙、碱综合治理。这就要求对现有农田水利工程充分利用，配套挖潜，大搞一些投工少，当年见效的小型工程，并兴建必要的大型工程，做到大、中、小型工程结合，并做到大、中、小型工程系统化，使其既能抗旱，又能防洪。对一个地区来说，一是要坚持综合治理，解决主要矛盾，二是在抓住

主要矛盾的时候，绝不能忽视其它矛盾，同时还要看到矛盾也在转化，比如易涝的地方，就不能单纯只顾除涝，也要在治涝的同时考虑到防旱。

3.综合利用，一水多用 农田水利工程建设不单为了实现某一国民经济部门的需要，因为这不能最经济的利用水源，达不到综合利用的目的。对水利资源以及工程措施的综合利用在实际工程中，是完全可以做到的。如韶山灌区的建设，除了灌溉百万亩以上的农田外，排洪渠道的开挖使沿河两岸十五万亩农田免除了洪渍威胁；为发电和农副业加工，灌区两个枢纽装机三万一千五百千瓦；在引水枢纽修建了升船机，总干和北干渠可通航十至二十吨木船；干渠除提供工业用水外，还补充了城镇的工业生活用水。

4.远近结合，合理安排 农田水利规划中既要考虑当前利益和局部利益，又要考虑长远利益和整体利益，把当前的、长远的、局部的和整体的利益很好地结合起来，统一起来。例如防洪措施，如只是修建水库拦蓄洪水，或筑堤约束洪水，还不是最有效的防治方法，必须从根本上建设上游大面积的水土保持，植树绿化，兴建蓄水工程。只有这样在大面积上的水土保持和蓄水措施，才能改变径流情况，更有利于其它事业的发展。因此，规划中应着眼长远，立足当前，既要有改造山河的雄心壮志，宏伟目标，又要有实事求是的科学态度，防止修修补补。当年工程是实现长远规划的一个步骤，当年工程搞好了，效益发挥的好，为实现长远工程奠定了物质基础。韶山灌区就是坚持当年施工，当年配套，当年平整，当年种植，当年受益，成为长远与近期工程相结合的典范。

不管当前或长远工程，在规划时一定要坚持高标准。对原有水利设施，要认真做好调查研究，挖潜配套，充分发挥现有工程效益，工程设施要本着费省效宏，就地取材的原则。

农田水利工程规划的标准应保证“除了遇到不可抵抗的特大的水旱灾害以外，保证遇旱有水，遇涝排水”，即保证本地区历史上已经发生的最大涝年不涝，最大旱年不早。

规划标准由于各地自然条件、经济条件的不同而不一样。农田水利工程的分等可按工程规模，效益及在国民经济中的重要性按表1-1划分。

表 1-1 水利水电枢纽工程分等指标（山区、丘陵区部分）

工程等级	工程规模	分 等 指 标					水电站装机容量 (万千瓦)
		水库总库容 (亿立方米)	防 洪		灌 溉		
			防 护 对 象	保护农田面积 (万亩)	水 田 (万亩)	旱 田 (万亩)	
一	大(一)型	>10	特别重要城市、工矿区	>500	>100	>150	>75
二	大(二)型	10~1	重要城市、工矿区	500~100	100~20	150~50	75~25
三	中 型	1~0.1	中等城市、工矿区	100~30	20~2	50~5	25~2.5
四	小(一)型	0.1~0.01	一般城镇、工矿区	<30	2~0.3	5~0.5	2.5~0.05
五	小(二)型	0.01~0.001	一般居民点	<2	<0.3	<0.5	<0.05

灌溉、防洪、除涝的规划标准可参照表1-2。

表 1-2

灌溉、防洪、除涝规划标准

类别	情 况	设计保证率	备 注
灌 溉	I. 水源缺乏地区 以旱作物为主	50~75%	
	以水稻为主	70~80%	
	II. 水源丰富地区 以旱作为主	70~80%	
	以水稻为主	75~90%	
防 洪	I. 特别重要城市和特别重要工矿区 (或者保护农田大于500万亩)	确 保	①对于特殊地区, 可根据表适当提高 ②工程规模为: I级: 设计0.1%, 校核0.01% II级: 设计1%, 校核0.1% III级: 设计2%, 校核0.2% IV级: 设计5%, 校核0.5% V级: 设计10%, 校核1%
	II. 重要城市、重要工矿区和保护农 田100~500万亩	大于100%	
	III. 中等城市, 中等工矿区和保护农 田30~100万亩	20~100%	
	IV. 一般城镇, 一般工矿区保护农 田小于30万亩	10~20%	
除 涝	一般要求	5~10年一遇	各省区标准详见表4-2

## 第二节 规 划 方 法

### 一、规划的方法步骤

#### (一) 加强领导, 依靠群众

建立农田水利规划的统一领导机构和精干的规划班子, 发挥技术人员的作用, 加强党对规划的领导, 宣传、发动群众, 使他们充分认识搞好农田水利工程规划的意义, 了解大干需要规划, 规划可以促进大干。只有使广大群众成为规划工作的主力军, 才能真正发挥群众的智慧和才干, 焕发群众改天换地、重新安排河山的积极性。在充分发动群众的基础上, 作出规划, 并逐步实施规划。

#### (二) 实地查勘, 调查研究

搜集各项资料, 摸清基本情况, 掌握第一手资料是做好规划的依据。有的资料是已有的, 只需汇总便可; 有的资料要到实地查勘, 访问贫下中农和召开有关座谈会获得; 还有的资料可向上级水利机关和水文气象部门了解。

在搜集现有社会经济、自然资源、水文地质、气象、地形、土壤、自然灾害、主要作物及产量的基础上, 充分发动群众, 大搞调查研究, 进行“十二查”, 即:

(1) 查地形: 分出岗、平、洼的耕地和荒地; 坡耕地分出3~5度, 5~10度, 10~15度, 15度以上的分布和面积。

(2) 查土壤: 重点查清不良土壤的分布及面积。

(3) 查产量: 主要查清历年单产, 总产和上交粮, 发动群众回忆产量低或高的原因。

(4) 查灾情: 主要查清洪、涝、旱、低温、早霜、风沙、病虫害等自然灾害。



(5) 查资源：主要查清耕地、荒地、林地、苇塘、养鱼水面等的分布及面积。

(6) 查水源：主要查清地面水和地下水以选定灌区，地面水灌区确定水库、塘坝、泵站和拦河坝的位置；井灌区对现有井要查清井深、出水量、灌溉面积。

(7) 查沟渠走向：主要查清灌溉排水渠系的走向。

(8) 查建材：主要查清砂、石料等建筑材料的分布、面积和数量。

(9) 查河沟：主要查清为解决排水出路的河沟。

(10) 查田块：主要选择典型田块估算平整土地工程量。

(11) 查道路：主要查清改建如裁弯取直，新建和要废弃的道路。

(12) 查村庄：主要查清村庄的合并，扩建和新建。

应将上述调查成果如面积、分布和工程位置都标在地形图上（可用 1/5000~1/50000 比例尺），面积和数量都要填在表中，并注以文字说明。

### (三) 资料分析

在搜集资料的基础上，需要认真地分析该地区水利建设的主要矛盾，明确治理的主攻方向，以确定治理原则和治理措施。

为了提出治理意见，首先要分析原有水利设施的蓄水能力、灌溉能力、保持水土能力等，从历年所受自然灾害中找出经验教训，进行水量平衡计算，把来水量和用水量进行对比，使地区存在的旱涝情况具体化，以决定工程项目，调节地区水量。

### (四) 工程规划

依据农田水利工程性质的不同，规划内容可分以下几方面：

(1) 灌溉规划

(2) 除涝防渍规划

(3) 防洪规划

(4) 田间工程及喷灌滴灌规划

(5) 井灌规划

(6) 综合利用规划

各地可根据当地的地区特点，确定规划内容，进行统一规划，尽可能地多选定若干不同方案，进行比较研究，选定费省效宏的最优方案，决定工程形式和规模，并计算工程量，需用劳力，主要材料数量及所需经费。对不同方案，应论证工程效益。在灌溉方面指扩大灌溉面积，提高抗旱能力；在除涝方面指提高除涝能力；在防洪方面指增加保护面积，提高防洪能力；在发电方面指扩大控制面积，增加收入等等。

在认真完成上述工作后，即可编写规划报告，绘制农田水利工程规划布置图。

### (五) 拟定分期实施计划

目前，设计阶段在我国水利工程建设中，对较大、较重要的工程，一般均按初步设计、技术设计及施工详图三个阶段进行：

1. 初步设计 初步设计的内容主要包括拟建工程的总体布置；各建筑物的型式及主要尺寸；施工计划（施工方法及期限、工程效益、造价及概算），以及需要进行的科学试验、专题研究等工作。

2. 技术设计 这一阶段的内容大体与初步设计相同, 但应就已批准的设计方案, 作更详细的分析研究工作, 更全面、准确、可靠地提出设计成果。

3. 施工详图 在技术设计的基础上, 进行建筑物的细部设计, 并绘制反映细部构造和尺寸的详图, 进行施工总体布置, 确定具体施工方法, 安排施工程序等。

目前, 中小型农田水利工程常将上述三个阶段合并为扩大初步设计和施工详图两个阶段进行。对于小型建筑物, 一般只进行施工设计, 不再划分设计阶段。

在具体拟定分期施工计划时, 应充分考虑以上阶段, 狠抓规划落实, 按工程的轻重缓急, 在保证重点工程的前提下, 将本地区农田水利工程排队, 分期实施, 做到当年施工, 当年收益。

规划的初步意见制定以后, 要经干部群众反复讨论, 提出补充和修改意见, 然后报请党委和上级水利主管部门审批。

规划中涉及各地区间水系, 要在上一级领导机关支持下, 共同协商, 相互配合, 防止各自为政。规划方案一经批准, 不得轻易变动。

## 二、规划成果

规划成果及其搜集资料要绘制规划图, 编写规划报告和列出必要的附表。

### (一) 规划图

按照一定比例尺, 将规划的农田水利工程, 道路、主要建筑物、村庄、县、社、队界线等项内容都反映在图上, 并附有图例, 图面要求色彩鲜明, 一目了然。

为了便于互相了解对照, 可使用同一比例尺, 绘制原状图、现状图及规划图。

现状图要求反映水土资源利用现状(包括耕地、荒地、林地、草原、水面等分布范围), 水利工程、主要道路、村镇现状等。规划图要求内容有农田水利的治理分区、土地利用、水利工程(渠首, 抽水站、小型水库、干支渠、干支沟及出口位置、主要江河堤防和主要建筑物)、骨干道路、林带等。有条件的要绘出土壤图和成井水文地质图, 重点标出不良土壤或低产田的分布、范围、面积、地下水埋藏深度和范围。

规划图比例尺一般采用一万至五万分之一地形图。

### (二) 规划报告

规划报告内容包括基本情况、资料分析、规划的指导思想及奋斗目标, 治理分区及主攻方向, 治理原则、措施, 规划内容, 工程数量, 工程效益和分期实施计划, 并附有关成果表。文字力求简明通俗, 有的内容可用图表反映。

## 第二章 灌溉用水量

在进行灌区工程设计和已建农田水利工程的运行管理中，必须进行大量的水文水利计算工作，包括：分析研究水源来水情况，了解水源的数量多少及其分配过程；研究灌溉用水量的大小及其在多年和年内的变化过程，用以作为确定工程数量和规模的依据。

本章主要介绍为确定灌溉用水量所必须的作物田间需水量的估算方法，作物灌溉制度的制定，灌水模数的确定及灌溉用水过程线的绘制。

### 第一节 作物田间耗水量

作物田间耗水量是指作物生长期内农田中所消耗的总水量。对于旱作物，主要是作物的叶面蒸发和植株之间的土壤蒸发（亦称棵间蒸发）；对于水稻田，除叶面和植株间的水面蒸发外，还有水田的渗漏水量。一般地将作物叶面蒸发和棵间蒸发之和称为作物田间需水量，简称田间需水量，故旱作物的田间耗水量即为田间需水量。水稻田的田间耗水量为田间需水量与渗漏量二者之和。

#### 一、作物田间耗水规律

农作物在全生育期（旱作物由播种到收割；水稻由插秧到收割）内，田间耗水量是经常在进行的，为了维持作物的正常发育生长对水分的需要，除降水和地下水的供给外，还需采取人为的供水。

作物通过根系从土壤中吸收的水分，除少部分（不到0.2%）使作物获得养分被作物吸收外，绝大部分（99.8%）则通过作物叶面的气孔源源不断地蒸发入大气。这部分水分的消耗，称为叶面蒸发。作物种类不同，叶面蒸发量不同，就是同一作物在不同的生长发育期内，其蒸发量也不一样。如水稻自移栽之后，叶面蒸发就随着生长发育逐渐增加，抽穗开花期最大，乳熟期以后则逐渐减小，至黄熟期就更小。作物叶面蒸发所消耗的水量，是和作物生长的果实重量成正比；叶面蒸发愈多，作物生长愈好，则作物产量亦高。

作物田间耗水的另一途径是棵间蒸发，棵间蒸发就是植株之间的蒸发，分旱田和水田两种。旱田的棵间蒸发，就是小麦、棉花等植株间的地面蒸发。一般当作物荫蔽密，土壤表面疏松干燥、土色浅淡时，则蒸发就小；反之，水分蒸发量就大。水田的棵间蒸发，即是水稻植株之间稻田水面所消耗的水量，又称水面蒸发。蒸发量的大小与气候条件和作物的荫蔽有关，气温高，空气干燥，风速大，水面蒸发量就大；作物密植，茎叶茂盛，蒸发量就小。水田的水面蒸发量，在水稻移植和返青期为最大，随着稻叶的长大，水面蒸发也逐渐减小，到孕穗期为最小，但进入黄熟期后，因稻叶和茎叶转枯，荫蔽较小，水面蒸发就又加大。

棵间蒸发对于作物生长没有关系，应该使它减少，以免水分损失太多。如旱田进行中

耕松土，用以割断土壤毛细管，水稻田采取合理密植等办法，均可减少蒸发量。

作物全生育期田间需水量的大小及其在全生育期的变化情况，取决于气象条件（温度、湿度、日照、风速等）、土壤含水量、农业技术水平、土壤肥力及作物种类等，这些因素对需水量的影响是相互联系、错综复杂的，要比较精确地确定作物田间需水量，必须进行大量的试验和调查工作。

作物在生长发育期间，各生育阶段田间需水量都是不同的，一般是生育初期耗水较少，随着作物的生长发育，消耗的水量也逐渐增加，开花结实时最大，到作物快要成熟时，耗水量又逐渐减少。由于夏季温度高，日照长，空气干燥，日需水强度大；生育前后期，作物生理活动较弱，需水强度小；中期生理活动旺盛，需水强度大。气象因素和作物各生育阶段对需水强度影响极大，图 2-1 是我国南方水稻生长期内早、中、晚稻的需水规律，从图中很清楚地说明了上述问题。

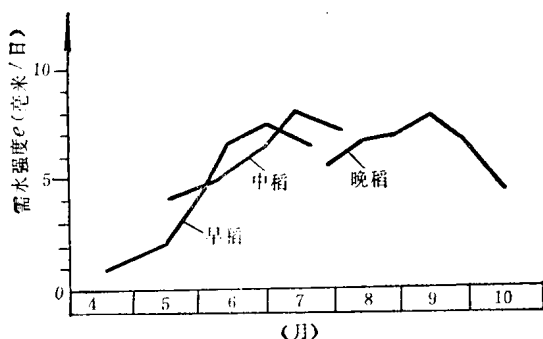


图 2-1 早、中、晚稻需水规律图

在不同条件下，同一作物在不同地区、不同年份、不同灌溉条件下，需水量是不相同的。对于同一类作物在中等年或湿润年，北方比南方需水量大；但是在干旱年份，南北方需水量相近，甚至南方比北方大。一般是湿润年份需水量小，干旱年份需水量大，根据试验资料的统计分析，各种作物的全生育期田间需水量变化范围虽较大，但大体有一定范围，例如我国南方水稻地区，双季早稻、双季晚

稻每一季的需水量为 $200\sim 400\text{米}^3/\text{亩}$ ；中稻为 $250\sim 550\text{米}^3/\text{亩}$ ；单季晚稻为 $400\sim 700\text{米}^3/\text{亩}$ 。

目前在生产实践中对田间需水量的确定，在当地有灌溉试验站时，多采用实测试验资料，并结合调查当地老农的丰产用水经验来决定。当缺乏这方面的实际资料时，就需要根据影响需水量的主要因素，引用其它地区资料，用一定的估算方法计算出需水量资料。

## 二、田间需水量的确定

由于影响作物田间需水量的因素较多，所以确定田间需水量是一项较为复杂的工作。在生产上则应抓住主要的影响因素，将农作物全生育期田间需水量估算出来，同时根据试验和调查资料确定作物各生育阶段的田间需水量，以此作为设计灌溉制度的重要资料。

### (一) 全生育期田间需水量的确定

目前各地采用的估算方法有下述几种：

#### 1. 以产量为指标的需水系数法（K值法）

国内外科技人员将作物田间需水量与产量之间的关系进行了大量的试验研究工作，发现作物需水量和产量之间存在着如下关系，即在一定的气候条件下，作物总需水量是随着产量的提高而增加，而单位产量的需水量则随着产量的增加而降低。但它们的变率关系却



不是直线形式的，而是比较缓慢的（见图2-2）。这说明当作物产量达到一定的水平后，欲进一步提高作物产量，不能仅靠增加水量，而应同时改善作物生长所必需的其它条件，采用先进的农业技术和提高土壤肥力等措施。这种产量与总需水量之间的变化规律，可用如下公式表示：

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

式中  $E$ ——作物总需水量（米<sup>3</sup>/亩）；

$Y$ ——作物产量（公斤/亩）；

$K$ ——需水系数（米<sup>3</sup>/公斤），即单位产量所消耗的水量。

$K$ 值的合理选用是这一计算方法的关键，它较全面地反映了提高作物产量与各种增产措施的综合关系，一般都是根据地区实际情况进行试验和分析来确定。对于旱作物这一方法采用较多，我国北方一些较大灌区与科研单位，通过大量试验资料，提出了如下经验公式：

$$\text{即} \quad K\sqrt{Y} = C \quad (2-2)$$

$$K_1\sqrt{Y_1} = C \quad (2-3)$$

$$K_2\sqrt{Y_2} = C$$

式中  $Y_1$ 、 $Y_2$ ——作物产量（公斤/亩）；

$K_1$ 、 $K_2$ ——相应于作物产量 $Y_1$ 、 $Y_2$ 的需水系数（米<sup>3</sup>/公斤）；

$C$ ——在同一地区、同一气候条件下为一常数。

例如我国冬小麦田间需水量试验资料的 $C$ 值：河南省人民胜利渠试验场为10.5；山东打渔张广饶六户试验站为10.75；北京西郊原华北农业科学研究所的试验资料为15.06。

## 2. 以水面蒸发量资料为指标的需水系数法（ $\alpha$ 比值法）

由于气象因素是影响田间需水量变化的主要因素，利用它们之间的关系来推估作物田间需水量是较为合理的途径。我国和国外的一些科学工作者通过长期的试验资料探索到如下规律：在一定的外界条件下，作物田间需水量与同期的水面蒸发量呈如下关系：

$$E = \alpha E_0 \quad (2-4)$$

式中  $E$ ——全生育期内作物田间需水量（毫米）；

$E_0$ ——同时期内水面蒸发量（毫米）；

$\alpha$ ——需水系数，即田间需水量与同时期内水面蒸发量之比值。

该方法以水面蒸发为综合指标，将影响 $\alpha$ 值的因素归纳为气候条件（包括气温、日照、湿度和风速等）和非气候条件（包括土壤条件、植物覆盖条件、水文地质条件、农业技术措施以及水利条件等）两大类，并认为气候条件大体相同，则比值 $\alpha$ 比较稳定；非气候条件变化时， $\alpha$ 值则随着变化。利用五项非气候条件大致相同的 $\alpha$ 值，可以推求不同地区不

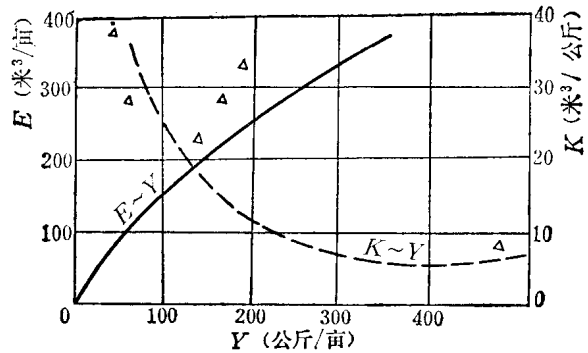


图 2-2 ××灌区小麦耗水量与产量关系图