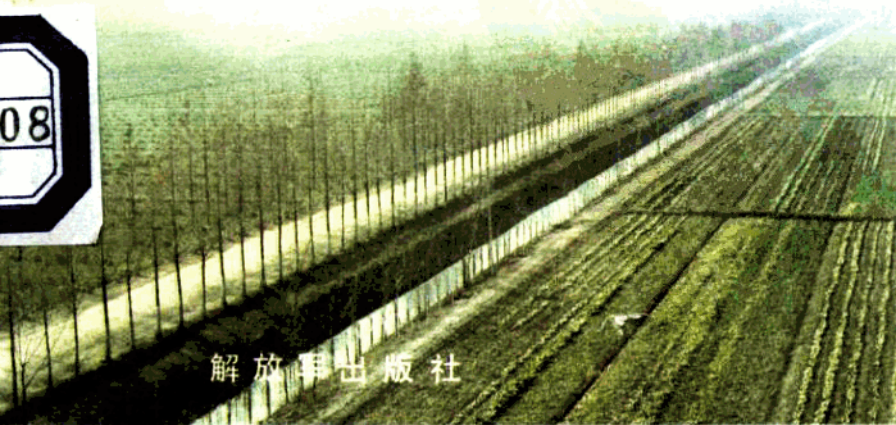


· 培养军地两用人才技术丛书 ·

农田水利

李永善 窦以松 刘凤桐 彭志豪



解放军出版社

《培养军地两用人才技术丛书》编委会

主 编：黄 涛

副主编：林仁华

编 委：(按姓氏笔划为序)

王明慧 王维勇 刘学恩

应日珪 杨永生 罗命钧

程力群

编 辑：彭道安 张照华 谢 钢

王守琰 彭雪丽 吕一兵

＊ ＊ ＊

本书责任编辑：郑哲仁 薛 勤

本书封面设计：尤 伟

本 书 描 图：蔡雅玲

内 容 简 介

本书主要介绍了农田灌溉的基本原理，地面灌溉方法，喷灌设备及喷灌系统设计，灌溉渠系的规划与施工，机电排灌站的运行管理及机泵选型，地下水的开发利用，灌区的计划用水和量水技术，农田除涝防渍及排水沟的规格和标准设计，盐碱土、咸酸田、冷浸田的改良等。该书适于部队基层干部战士和农村农田水利有关人员阅读。

出版说明

培养军队地方两用人才，是新时期我军建设的一项重要改革。它符合历史的潮流，符合建军的方向，符合广大干部战士和人民群众的愿望，是一件利国、利军、利民、利兵的大好事。

为了配合部队开展培养两用人才的工作，我们在编辑出版《军事科普丛书》的基础上，编辑出版一套《培养军地两用人才技术丛书》，主要是帮助干部战士在学好军事技术的前提下，学习工农业生产知识，掌握一两种专业技术，以便加强军队建设，同时在复员转业后能更好地参加社会主义建设。

这套《丛书》共四十余种，主要包括农业机械的使用和维修，农作物、果树、蔬菜、花卉的栽培和增产技术，植树造林的方法，家禽家畜的饲养和常见病的防治，农、林、牧、渔产品的加工，家用电器、钟表、自行车、缝纫机的修理，电工、木工、泥瓦工、油漆工、钳工、锻工、钣金工、电焊工等专业技术，家具制作，服装剪裁，草编、竹编、藤编，橡胶和塑料制品的修理，工艺品的加工，医疗技术，以及摄影、雕刻、书法、绘画等方面的知识和技

术。

《丛书》以介绍基本知识和基本技能为重点，突出应用技术，并附有练习题，适合于初中毕业以上文化程度的干部战士阅读。这套《丛书》内容丰富、通俗易懂，既可作为部队开办专业技术班的讲课教材，也可作为干部战士学习专业技术的自学读物，还可作为举办科普讲座的材料。

《丛书》的编辑工作，得到了农业出版社、机械工业出版社、中国林业出版社、水利电力出版社、轻工业出版社、中国建筑工程出版社、化学工业出版社和中国科普作协、北京科普作协等单位的热情帮助和大力支持，在此我们表示衷心的感谢。

本书承蒙华北水电学院田园副教授审阅，特此一并致谢。

目 录

绪论	(1)
第一章 农田灌溉	(5)
第一节 水与作物的关系	(5)
第二节 土壤水分	(10)
第三节 作物田间需水量	(17)
第四节 作物的灌溉制度	(23)
第五节 灌溉用水量与灌溉流量计算 ..	(28)
第六节 地面灌水方法	(30)
第二章 喷灌	(39)
第一节 喷灌概述	(39)
第二节 喷灌设备	(44)
第三节 喷灌系统的规划设计	(70)
第四节 喷灌系统的运行管理	(84)
第三章 灌溉渠系	(88)
第一节 灌溉渠系的规划布置	(88)
第二节 灌溉渠道的设计	(92)
第三节 渠道及其建筑物的施工	(104)
第四节 渠道的防渗衬砌	(114)
第四章 机电排灌站	(121)
第一节 机电排灌站的规划	(121)

第二节	水泵的构造、性能及选型	(132)
第三节	动力机的选型和管路配套	(159)
第四节	机电排灌站的进出水 建筑物	(164)
第五节	机电排灌站的运行管理	(171)
第五章	地下水的开发利用	(185)
第一节	地下水的基本知识	(185)
第二节	怎样寻找地下水	(188)
第三节	农用井的规划与布局	(195)
第四节	管井	(204)
第六章	灌区管理	(213)
第一节	灌区计划用水	(213)
第二节	灌区量水	(224)
第三节	渠道及其建筑物的管理运用和 维修养护	(245)
第七章	农田除涝防渍	(249)
第一节	概述	(249)
第二节	作物的除涝防渍要求	(251)
第三节	田间排水沟	(255)
第四节	骨干排水沟设计	(265)
第八章	低产田改良	(279)
第一节	盐碱土改良	(279)
第二节	咸酸田改良	(299)
第三节	冷浸田改良	(306)

绪 论

我国地域辽阔，水利资源丰富，适于农业的发展。在南方，年降雨量为800~1200毫米，以稻麦为主，一年二熟或三熟。在北方，年降雨量为100~800毫米，主要作物有棉花、小麦、玉米、豆类等，一年一熟或二年三熟。但是，无论是南方，还是北方，自然灾害都比较频繁严重。在南方各地，经常出现不同程度的春旱或秋旱，其中地势低洼的平原区，由于排水不畅，洪、涝、渍等灾害威胁较大；在一些地区还存在着冷浸田、咸酸田等低产田。在北方，干旱地区面积更大，在这些地方，几乎是沒有灌溉就沒有农业；在半干旱地区，由于降水量时空分配不均，经常出现旱涝灾害，还有些地方，地下水位较高，土壤盐碱化比较严重。因此，为了发展农业生产，必须大力兴修水利，开展防洪、灌溉、除涝、防渍和改良低产田等工作。

几千年来，我国劳动人民一直重视治水改土，并且取得了伟大的成就和丰富的经验。但是，由于历史条件的限制，劳动人民的积极性和创造性未能得到发挥。新中国成立以来，在党和政府的领导下，我国农田水利建设得到了巨大的发展。据不完全统计，已建成大中小型水库86000余座，水闸26000余座，建成万亩以上灌区5200余处，打机井220多万眼，机电排灌动力从解放初期的9万马力增长到7400万马力，灌溉面积由解放初期的2.4亿亩发展到7.3

亿亩，治理低洼易涝地面积2.7亿亩，约占总易涝地面积的三分之二，近60%的盐碱地得到不同程度的治理，所有这些水利设施为我国农业的发展奠定了良好的基础。

广大农民和科技工作者，通过长期的水利建设实践和科学实验，对水利建设的规律性有了较深刻的认识，总结出一系列十分宝贵的经验。例如：江苏省针对圩垸地区洪、涝、渍、旱共存的特点，采取了“四分开，两控制”的方法，即内水与外水分开，高地与低地分开，灌溉系统与排水系统分开，水旱作物分开，以及控制内河水位与地下水位，从而不断改善了自然条件，农业产量逐步提高。河北省黑龙港地区，找到了综合治理的道路：在治理对象上，对“旱、涝、碱、咸、瘦”综合治理；在治理措施上，将工程措施与生物措施相结合；在治理效果上，促进农林牧渔全面发展；在工程设施方面，建立灌排分开的两套系统，搞好沟、渠、井结合的工程配套，以开发浅层地下水为中心，统一调节天上水、地面水、土壤水和地下水，达到旱、涝、碱、咸综合治理的目的。湖南省桃源县针对当地冷浸田的特点，在山坡地上围山开渠和挖截水沟，撇开山洪水，在平地上挖排水沟，降低地下水位，建设田块的进出水口，消灭串灌串排，实行科学用水，改造冷浸田。

七十年代以来，我国在灌排技术方面有了许多新的进步。在改进地面灌水技术的同时，喷灌、滴灌有了较大的发展，渠道防渗措施被普遍推广，地下暗管输水也得到较多的采用，地下暗管排水已在十九个省市进行试验或推广，已建成地下排水工程的耕地面积约500万亩。井灌井排相结合的措施得到广泛运用。在灌区管理方面，经过不断的研究改进，工程管理、用水管理和田间灌水技术水平

已有了很大提高，积累了丰富经验。

农田水利是一门应用科学，它的任务是研究农田水分状况和地区的水情变化规律，寻求建立良好的农田水分状况的正确措施，以便为发展农业生产服务。农田水利学是介于水利工程学与农学之间的边缘科学。掌握这门科学技术，不仅需要水利工程专业知识，而且还应掌握农业、土壤、水文地质、机电及经济管理等方面的知识。农田水利就某一项工程而言，往往规模较小，技术较简单，因而往往不被人们重视。但是，就其整体来讲又是十分复杂的，因为它往往规模巨大，涉及方面很多，会引起环境的深刻变化，因此，必须慎重从事。根据以往的经验教训，在农田水利建设中，应当遵循以下基本原则：

（1）要为社会主义现代化的大农业服务。就是说，既要为粮食增产服务，又要为经济作物增产服务，为农、林、牧、副、渔各业的全面发展服务，还要为改善人民生活的环境条件服务。

（2）要非常重视规划。对治山、治水、改土、造林、修路等，必须全面考虑，综合治理，统一规划，处理好上游与下游，山区与平原，灌与排，蓄水与泄水之间的关系，处理好长远与当前的关系。既要看到各项措施可能带来的效益方面，更要顾及到可能带来的副作用，避害趋利，促进生态系统向着良性方向发展。

（3）要根据当地的自然条件和社会经济条件，抓住主要矛盾，明确主攻方向，因地制宜地采取各种有效措施。绝不能盲目照搬外地的或书本上的经验，反对一个模式一刀切的做法。在治理目标、措施和效果等方面，都应当体现综合治理的思想。

(4) 农田水利建设要十分注意经济效益。对每项工程和技术措施,都应当进行可行性研究和多方案比较,把经济效益的大小做为取舍的主要依据,力求用最少的资金、劳力和物料消耗,获得最大的实际效果。

(5) 要加强对农田水利工程的管理,克服只建不管或重建轻管的错误作法。在当前,随着农村生产责任制的建立,要把农田水利工程管理责任制建立起来,不断完善,使之逐步向管理专业化、经营企业化、供水商品化的方向发展。

我国农田水利建设取得了很大成绩,农业生产条件有了很大改善。但是,还不能适应农业生产的需要,与到本世纪末全国粮食总产达到9600亿斤的战略目标对水利的要求相比,还有很大差距。在灌溉排水技术方面,在农田水利基础理论的研究和新技术、新材料的应用方面,与一些发达国家相比,我们也处于落后地位。这就要求我们现在的和未来的农田水利工作者,肩负起自己的重任,奋发努力,掌握现代的科学技术,为我们社会主义祖国的四化建设做出更大的贡献。

第一章 农田灌溉

第一节 水与作物的关系

俗话说，“有收无收在于水”，水与作物的生长发育和产量高低有着密切的关系，弄清水与作物的关系，对于做到合理灌溉排水十分重要。水对作物生长的重要性可以概括为以下两个方面。

一、水与作物生理活动的关系

(一) 水是作物体最重要的组成部分 作物体内含有大量的水，通常为其鲜体重的60~80%。作物的细胞中含水充足时，才能保持其固有的形态，使植株挺立，叶片舒展，有利于接受阳光的照射和实现气体交换，进行旺盛的生理代谢活动。

(二) 水是制造有机质的重要原料 植物的生长过程就是植物体内有机质不断积累的过程。这些有机质主要包括碳水化合物(糖、淀粉等)、脂肪和蛋白质，它们都是绿色植物利用光能直接或间接合成的。在光合作用的过程中水是重要的原料之一。

(三) 水是作物体内输送养料的溶剂 施入土壤中的肥料，只有首先被水溶解变成土壤溶液，才能被作物根部吸收并输送到植物体的各部分去，作为光合作用的重要原

料二氧化碳，只有首先溶解于水形成碳酸，才能渗入叶肉细胞内；同时，作物叶子通过光合作用制造的有机质，也要以水溶液状态被输送到消化和贮藏器官里去；种子发芽，贮藏在种子内的营养物质水解后，才能输送到幼芽中去，供幼苗生长需要。总之，作物缺水，就会阻碍体内物质的传输，影响正常生长。

（四）水是维持植物蒸腾的必备条件 作物的一生中需要消耗大量水分。据研究，一株向日葵在生长期内要消耗 500 多斤水，这些水分只有 0.1~0.2% 用于作物体的形成，其余从叶面气孔以水汽的形态扩散到空气中去，这就是蒸腾作用。蒸腾是作物正常生长所必需的，因为蒸腾是作物对水分吸收和运输的一个原动力，能保证作物连续不断的吸取水分，并运送到较高部位，同时也将根部吸收的矿物质元素，输送分配到作物体的各部分；而且，蒸腾还可以降低作物体温，使作物在强烈的阳光下进行光合作用时不致被灼伤；再者，水分供应充足，蒸腾旺盛，叶片气孔的张开度就大，作物可以吸收更多的二氧化碳，促进光合作用，制造出更多的干物质。

总之，假如水分不足，不仅种子不能萌发，就连正在生长的植株也会因缺水而凋萎。群众用“一滴水一粒粮，水里就把粮食藏”来说明水在农业生产中的作用是很有道理的。

二、水与作物生活环境的关系

作物的生活环境主要包括土壤肥力状况和近地面的气候状况。所谓土壤肥力，就是指土壤能够供给作物生长发育所需要的水分、养分、空气和适宜温度的能力。土壤水

分是土壤肥力四要素（水、肥、气、热）中极为活跃的因素，它不仅是作物进行正常生理活动的必要条件，同时还深刻地影响到土壤温度和空气与养分状况。在土壤中水、肥、气、热之间的矛盾中，水常常是矛盾的主要方面，所以在生产实践中，常常通过水利措施，以水调肥，以水调气，以水调温，为作物正常生长发育创造一个良好的土壤环境条件。另外，水与农田小气候条件也有着密切的关系。

（一）土壤水分与土壤空气的关系 为了保证作物根系能够正常地吸水吸肥和好气性细菌的旺盛活动（好气性细菌是指在沒有氧气的情况下无法生活的细菌），土壤必须具有良好的空气状况。所谓良好的空气状况，一是要有一定的空气容量，一般认为，对于大田作物生长适宜的空气容量为15~30%（占土壤体积的百分数），低至5~6%时，就要显著减产；二是要有充足的氧气，而二氧化碳和还原性气体（硫化氢、甲烷等）不能过量，否则，会使根系受到毒害，降低根系吸水吸肥的能力。

水和空气都存在于土壤孔隙中，二者此消彼长。水多时，空气减少，造成土壤闭气；水少时，空气增加，土壤通气良好。在生产实践中，当土壤水分过多时，开沟排水，降低地下水位，促进气体交换；对于水稻田要适时“烤田”，断水增气并改善土壤空气成分；水稻田保持一定的渗透性，有利于稻根吸收溶解于灌溉水中的氧气。但是应当注意，土壤过度通气也是不利的，漏风土就是典型的例子。

（二）土壤水分与土壤养分的关系 土壤中的养分必须溶解于水，才能被作物吸收，而且溶解于水的养分浓度不能过高，否则作物不但不能吸收，反而会因水分外渗而

造成植株枯萎，甚至死亡，“烧苗”现象就是这样引起的。在水分适宜、通气良好的土壤中，以好气性细菌活动为主，复杂的有机质能够被分解为简单的、能溶于水的无机盐类，供作物吸收利用。而在通气不良的土壤中，有机质分解缓慢，还会形成有毒物质。而且在水分过多的条件下，由于反硝化细菌的作用，还会使速效性的硝态氮变为氨气跑掉。土壤水分过多，一部分矿质肥料还会随土壤中重力水流失。当然，土壤水分过少，土壤通气过畅，对土壤养分状况也是不利的。因为那样会使有机质肥料太快地转化为矿质养分，随水流失，不利于在土壤中长期保存使用。因此，在生产中，要合理地调节土壤水分状况，以达到调节和控制土壤的养分状况的目的，满足作物生长的需要。

(三) 土壤水分与土壤温度的关系 土壤温度的高低对于作物根系生长和吸水有着显著的影响，适宜于各种作物根系生长的土壤温度有一定范围（表1-1）。

表1-1 适宜作物根系生长的土壤温度

作物类	小 麦	玉 米	棉 花	甘 薯	豆 类	水 稻
土 温 (℃)	12~16	24~28	25~35	18~19	22~26	30~32

土壤有一定的昼夜温差变化，对于促进作物体内有机质的转化和积累是有利的。但是土壤温度的骤升骤降，会破坏土壤水、肥、气、热的平衡关系，影响作物的正常生长。

因为水的热容量比空气的热容量约高3300倍，比土粒

的热容量高5倍左右，水的导热率比空气的导热率约高25~30倍，所以，湿润的土壤白天大量吸收太阳的辐射热，并将热量向土壤深层传导，表土的温度就不会急剧升高；而在夜间气温下降时，土壤释放热量较慢，下层的热量又较快地向上传导，表土温度就不会急剧下降，避免了骤冷骤热的现象发生。

在生产实践中，人们正是运用这一原理，适当地掌握灌溉和排水，以达到增温、降温和保温的目的。例如对我国南方早春秋田，在高温晴天采取日灌夜排措施，使土壤温度趋于稳定；在寒冷晴天，采取日排夜灌，促使土壤温度升高。对我国北方地势低洼、含水量较高的麦田，适当推迟春灌时间，有利于土壤温度的升高和小麦的返青。土温很低的下湿田，采取深沟排水，降低土壤含水量，对于提高土壤温度有很好的效果。

（四）水与农田小气候的关系 农田小气候是指接近地面2米内的空气温度、湿度、光照和风等气候状况，它是作物生长发育的重要环境条件。通过灌排措施，调节农田水分状况，可对农田小气候产生显著影响。湿润的土壤，水分蒸发强，空气中的水分含量增加，从而提高了空气的热容量，缩小温度变幅。利用这一性质，通过灌溉，在盛夏使作物免受高温或干热风的危害；在晚秋通过灌水防止霜冻危害。在水稻生长期采用浅灌勤灌，适时烤田，改善稻田的通风透光条件，降低空气湿度，防止稻瘟病、纹枯病、白叶枯病等病害的发生；在多雨潮湿的地区，加强麦田和棉田排水，降低土壤湿度和空气湿度，也能抑制小麦的锈病、赤霉病和棉花的炭疽病、立枯病等病害的发生与发展。

第二节 土壤水分

一、土壤水分的形态及其有效性

土壤水有固体、液体和气体三种形态。固态水只有在土壤冻结时才存在；气态水是存在于土壤孔隙中的水汽，含量很少；液态水是土壤水分的主要形态，与作物生长发育最为密切。液态水按其运动特性又可分为吸着水、毛细水和重力水等三类。

(一) 吸着水 吸着水包括吸湿水和膜状水两种形式。吸湿水是土粒分子借其“表面能”吸收空气中的水分子而形成的，它被紧紧地吸附在土粒表面上，吸力约为10000~31个大气压，远远超过了作物根系的吸水能力(一般认为，大部分作物根系的吸水能力为15个大气压左右)，作物不能利用。当空气湿度很大时，吸湿水达到最大值，此时的土壤含水率称为吸湿系数。土壤质地越细，土粒的表面能越大，吸湿系数也越大。不同质地土壤的吸湿系数如表1-2所示。

表 1—2 土壤质地和吸湿系数的关系

土 壤 质 地	吸湿系数(%)	土 壤 质 地	吸湿系数(%)
细砂土	0.034	重壤土	4.00
砂壤土	1.40	粘 土	5.45
二合土	8.00	胶 泥	6.50

当土壤含水率超过吸湿系数时，就会在吸湿水外面形成一层水膜，叫作膜状水。膜状水只能沿土粒表面缓慢移