



农田灌溉

谭将来 编



河南人民出版社

农 田 灌 溉

谭 将 来 编

河 南 人 民 出 版 社

农田灌溉

谭将来编

河南人民出版社出版

郑州二七印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米32开本 9印张 175千字

1979年10月第1版 1979年10月第1次印刷

印数1—1,100册

统一书号16105·51 定价0.62元

内 容 提 要

本书共分七章，第一、二、三章介绍了灌溉与农业的关系、农作物的灌溉制度、灌水方法与灌水技术；第四、五章介绍了灌排渠系的规划、设计、施工及渠道防渗措施；第六章简要地介绍了利用地下水灌溉的一些基本知识；第七章介绍了简易用水计划的编制方法和渠道及主要建筑物的管理养护知识。

书中各主要章节均附有例题，通俗易懂，可供基层从事农田水利工作的同志参考；也可供农业学校教学参考；或作为基层培训水利技术人员的教材。

前 言

农业是国民经济的基础，水利是农业的命脉。农业的发展速度，在很大程度上取决于灌溉事业的发展。

灌溉是农业现代化的重要内容，是农田基本建设的重要组成部分。为了适应农田基本建设的迅速发展，为农业大干快上贡献自己的力量，在领导和同志们的鼓励下，我编写了《农田灌溉》这本书，为广大从事农田水利工作的基层干部和专业技术人员提供农田灌溉方面的一些基本知识和技术材料。

在编写过程中，得到了河南省水利局和一些地、县水利局有关领导与同志们的大力支持和热情帮助，书中引用了有关单位的资料，谨此一并致谢。

由于水平所限，书中缺点、错误在所难免，恳切希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

一九七八年十月

目 录

第一章 灌溉与农业	(1)
第一节 农作物的生活条件	(1)
第二节 农作物与水	(5)
第三节 灌溉对作物外界环境条件的影响	(18)
第四节 农田水分状况及其调节	(24)
第二章 农作物的灌溉制度	(34)
第一节 确定灌溉制度的方法	(34)
第二节 确定灌溉制度的几项主要资料	(36)
第三节 作物田间需水量	(41)
第四节 灌溉制度的确定	(47)
第五节 河南省几种主要作物的灌水经验	(59)
第三章 灌水方法与灌水技术	(68)
第一节 地面灌溉	(69)
第二节 盐碱地的灌水技术	(83)
第三节 喷洒灌溉	(86)
第四节 地下灌溉	(98)
第五节 滴灌介绍	(103)
第四章 灌溉排水系统的规划布置	(110)
第一节 渠首引水方式	(110)
第二节 灌溉排水渠系的规划原则与方法 步骤	(115)

第三节	灌溉渠道规划	(118)
第四节	排水沟的规划	(126)
第五节	田间工程规划	(130)
第六节	渠系建筑物的布置	(134)
第五章	灌溉渠道设计	(143)
第一节	灌溉渠道设计流量的计算	(143)
第二节	渠道纵横断面设计	(154)
第三节	小型渠道施工	(178)
第四节	渠道防渗	(189)
第六章	利用地下水灌溉	(194)
第一节	地下水概论	(194)
第二节	井灌规划	(204)
第三节	井灌配套	(211)
第四节	地下渠道	(217)
第七章	计划用水	(230)
第一节	概述	(230)
第二节	编制渠系用水计划	(233)
第三节	人民公社用水计划的编制	(241)
第四节	用水计划的执行	(246)
第五节	灌区的量水工作	(249)
第六节	渠道及建筑物的管理养护	(266)

第一章 灌溉与农业

毛主席曾经精辟的指出：“水利是农业的命脉”，这就深刻地阐明了水利在农业生产中的重要地位。农谚：“有收无收在于水”，也充分说明作物对于水分的依赖关系。因此，在久旱不雨或降雨较少的情况下，合理灌溉乃是作物获得高产稳产的重要手段。灌溉不仅可以满足作物对水分的需要，而且与农业技术措施密切配合，无疑将使土壤通气、营养、日照、温度等状况得到相应地改善，为作物的整个生育过程创造良好的外界环境条件，从而使土壤肥力不断得到提高，为农业获得高产稳产打下可靠的基础。

第一节 农作物的生活条件

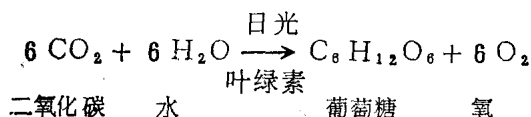
作物在其生长发育的全部生命过程中，需要有与之相适应的外界环境条件。只有当这些生活条件按照作物的生理要求得到全面满足时，作物才能生长旺盛；反之，则生长不良，甚至死亡。

作物需要的生活条件可以归纳为光、热、水、养料和空气五项基本因素，这些因素对作物的生命活动都有极为重要的作用。只有在了解作物生育所必需的外界环境条件以后，才有可能人为地控制作物的生长和发育，从而不断提高作物的产量。下面简要介绍一下光、热、水、养料和空气

与作物生长的关系。

光 作物只有在光照下才能正常生长和发育。太阳光是植物进行光合作用制造有机物质的能量源泉，光照长短是植物完成光照阶段发育的必要条件。光照不足会引起植物生长发育的不正常，如根系不发达、茎秆软弱、叶片发黄或脱落、产量降低、品质变坏等等。过度缺光，往往因有机养料的缺乏而招致作物死亡。

作物通过叶组织中的叶绿体，利用吸收光的能量，把二氧化碳和水通过光合作用制成有机物质，以供给生命活动的需要。光合作用过程的反应式为：



这一过程需要674大卡的热量。

从光合作用的反应可以看出，在缺光的情况下，叶绿素便不能形成，光合作用也无法进行，从而有机质的制造就停止，作物的生活就会受到抑制，以至由于缺乏组成有机体的原料而趋于死亡。

热 作物为了制造有机物质，需要热量。作物对热的要求表现在生长过程中需要一定的温度，如种子的发芽、幼苗的生长、水和养料的吸收等，都是在一定的温度条件下进行的。作物的生长在一定范围内随着温度的变化而变化，不同作物对温度的要求不同，就是同一种作物在不同的生育阶段对温度的要求也是不一致的。例如，掌握各种作物在不同温度条件下发芽的这一特性，我们就可以正确的决定这些作物的

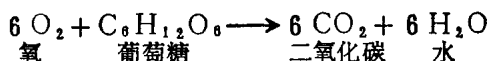
播种期，不误农时，适时播种。

水 水在作物生活中具有极为重要的意义。它不仅是作物体的重要组成部分，同时也是作物生长必需的外界条件。作物体内一切正常生命活动离不开水，都必需在水的参与下才能协调进行。不论在作物生活环境中或作物体内，水分如果缺乏时，正常的生命活动就会受到破坏，作物生长发育就会受到影响。缺水严重时，即造成作物死亡。关于作物与水的问题将在本章第二节中叙述。

养料 养料好比作物的“粮食”，是土壤肥力的主要因素之一。作物在生活过程中，必须从外界环境中源源不断地吸收养料物质，才能构成有机体的各种组织器官和供给生命活动的需要。养料供应不足，往往引起作物生育不良，甚至死亡。作物需要的养料元素很多，如碳、氢、氧、磷、钾、钙、镁、铁、硫以及铜、锌、硼、锰等。当任何一种元素缺少或供应不足时，都会影响作物的正常生长发育。但作物在新陈代谢过程中需要供应的养料元素，主要为氮、磷、钾三元素，这些养料元素对作物的影响甚大。

空气 作物从播种到收割的全部生命活动中都需要空气。空气包括地上部分的空气状况和土壤空气状况两个方面。大气中的成分比较稳定，难以控制，但土壤空气可以人为地进行调节。

作物通过呼吸作用，吸收空气中的氧气，放出二氧化碳。作物进行呼吸时，在氧气的参与下，作物体内即产生氧化作用，氧化的结果就放出热能并将分解时的产物二氧化碳放出。呼吸的一般过程可用下式表示：



在这一过程中放出674大卡的热量。

因此，作物在进行呼吸时必然损失碳、氢、氧。空气中的二氧化碳是作物进行光合作用时碳素的主要来源，缺乏碳就不能形成有机物质。所以，只有当光合作用制造的糖类超过呼吸所消耗的数量时，作物体内的干物质才会积累增加。光合作用强度超过呼吸作用强度，是作物正常生长特有的现象。此外，如土壤中缺乏空气会限制微生物的活动并使根系吸收性能遭到破坏，以致生长受到抑制。所以空气也是作物不可缺少的生活条件。

应当指出：作物的生命活动是在其所有的生活条件（光、热、空气、水分和养料）的共同作用下进行的，它们之间存在着互相联系和互相制约的关系。只有当了解各种生活条件的作用、作物对生活条件的要求和反应，以及各种条件之间的规律性之后，才能很好地控制和调节这些生活条件。

生产实践证明：植物的全部生活条件在本质上都是同等重要的。缺少任何一个生活条件或营养元素都会影响作物的正常生长发育，甚至死亡。同时在作物的各个生活条件中没有一个是可用另一个条件来代替的。正如光不能代替温度，水分不能代替养料一样。各个生活条件在作物生长过程中都有其独特的作用，不能互相代替。

生活条件的同等重要与不可代替现象，是作物与其环境条件关系之间存在的客观规律，也是农业生产的客观规律之一。因此，在生产实践中，必须对各种生活条件给予同样的

重视，在数量上和时间上综合地满足作物所需要的一切生活条件，才能确保获得高产稳产。

第二节 农作物与水

一、水对作物生长的重要性

作物体的一切正常生命活动，都必需在水分相当充足的状态下才能进行，否则，作物的正常生命活动就会受到严重影响，甚至造成死亡。所以说，没有水便没有生命。水分对作物生长的重要性主要表现在以下几方面：

1. 水分是作物的重要组成部分 一般作物体含水60~80%，蔬菜、块根、块茎作物含水达90~95%。当严重缺乏水分时，作物体内胶体发生凝固，生命活动随之停止。

2. 保证输送养料元素 作物生长发育所需要的养料元素（如氮、磷、钾等）必须溶于水后才能被吸收，并以溶液状态输送到作物各个部分去。

3. 作物生命活动的新陈代谢作用必须有水参与 水分是光合作用的原料之一，光合作用合成的有机质，在转移与分解时也必需在水的参与下才能进行。

4. 水分能保持作物的固有姿态 由于水分在作物细胞内大量存在，使细胞处于紧张状态，利于作物生长，这对于柔软的组织，如叶、花等尤为重要。缺水时作物发生萎蔫更难以生长。

5. 降低温度、防止灼伤 作物从土壤中吸收的水分，

大部分都用于蒸发。随着水分在叶面蒸发而散失热量，从而降低并稳定作物体温，这样作物在强烈的日光下进行光合作用才不致被灼伤。

由上述可知，水分在作物生育过程中有着极为重要的作用，所以满足作物对水分的需要，以及发挥水对作物生活环境的有利影响，是灌溉工作的基本要求。

二、作物对水分的吸收和消耗

作物在其整个生命过程中不但需要水分，同时还要消耗大量的水分，这样，作物就需要从外界取得大量的水分，以维持作物体内的水分平衡。

1. 作物对水分的吸收 作物的根茎叶都具有大小不同的吸水性能。但由于茎叶吸水只有在较潮湿的环境条件下才能进行，且吸收水量甚微，故在水分供应上没有什么实际意义。作物吸收水分的主要部分是根系。根系吸水最多和最活跃的是根的幼嫩部分，特别是根尖的根毛区。据统计：若把一棵作物的根系和根毛一根根连起来，其长度可达数十公里甚至上万公里。作物根系的表面积可超过其它地上器官表面积一百多倍。作物就是靠这样繁多的根毛，源源不断地从土壤中吸收水分，以保证作物生长发育的需要。

作物根系的整个吸水过程包括主动的吸水过程（生理过程）和被动的吸水过程（机械过程）。主动吸水过程主要靠根压的作用来完成。根系从土壤里吸收水分，并把水分向上压送到地上部分各个器官，这种推动力量称为根压。根压是根系吸水的主动力量。土壤水被根系吸收，首先是因为根系

表皮细胞具有一定的吸水力，能借渗透作用，从浓度较低的土壤溶液中吸水。其次根毛到根的中柱皮层细胞，越是内层细胞，水分越不饱和，其吸水力也越大，使水分进入根系后，就由外向内移动，再由根压的力量把水压入导管，使水分上升。根系的被动吸水过程，是靠作物叶子的蒸腾作用所引起的蒸腾拉力来完成的。在蒸腾作用下，叶内细胞不断失水，使其吸水力增大，于是就不断地从导管里吸水。由于导管里的水分是个连续的水柱，因此水柱不断被拖曳上升，引起根部细胞水分不足，吸水力又增加，从而促使根毛不断从土壤中吸收水分。

根系这两种吸水过程，对不同作物，不同外界环境条件，所起的作用是不一样的。一般说植株高大的作物、蒸腾作用进行得快的作物、以及干热季节，被动吸水是作物体内取得水分补偿的主要方式。幼小作物或蒸腾作用微弱的季节与夜间，根部的主动吸水过程则是主要的。

根系的吸水受外界环境条件的影响很大，因为根系直接与土壤接触，所以土壤就成为影响根系吸水的主要因素：

(1) 土壤水分：一般说来，土壤中可给态水含量愈多，则根系吸水愈容易；反之，可给态水含量少，根系吸水困难。水分在土壤中存在的形式，决定了它们所能为作物利用的程度（详见本章第四节）。

(2) 土壤温度：土壤温度的高低对根系吸水有显著影响。在低温下，根部细胞原生质的粘滞性增加，有时甚至完全变成凝胶状态，使水分不易透过生活组织，从而使呼吸作用减弱，降低了根系吸水的速度。例如，当温度从25℃降到

10℃时，棉花的吸水力就从100%降到20%。同时，在低温下，水分的粘度增大，也降低了水分的移动速度。所以，夏季利用井水灌溉时，常常需要通过修建蓄水池或增加流程的办法来提高水温。

(3) 土壤空气：根系的生命活动都需要氧气的供应，当土壤通气不良时，土壤空气中的二氧化碳含量增多，而氧气减少，根系呼吸作用受到抑制，因而影响根部吸水。但土壤中水分和空气的存在是矛盾的，不是水多空气少，就是水少空气多。而克服这一矛盾的办法就是通过耕作、灌溉、排水及施肥等措施增加土壤团粒结构，促使土壤气体的交换，保证根系顺利吸收水分。

(4) 土壤溶液浓度：土壤溶液浓度增高时，也会影响根系的吸水过程，因为只有当根部的细胞吸水力大于土壤溶液的渗透压时，水分才能进入根部。大多数作物之所以不能在高盐分的土壤内生长，主要是由于土壤溶液浓度大，而吸水困难。同时，如一次施用过多的肥料，土壤溶液浓度骤然也会影响根系吸水。

2. 作物对水分的消耗 水分由根系进入作物体之后有三个去向：①用于构成有机体本身；消耗于光合作用的过程中；通过叶面的气孔向大气蒸发掉。根据试验结果，植物吸收1000克水，只能形成3~4克干物质。假如这些干物质由碳水化合物组成，那么其中只有1.5~2.0克的水被同化了，其余的998~998.5克的水用于补偿蒸发。可见供给作物的绝大部分水是通过作物体散失掉的。所以蒸腾是作物水分消耗的主要途径。

作物水分蒸发的过程，称作蒸腾作用。蒸腾作用在作物生活中的重要作用主要表现在：首先它是作物对水分吸收和运转的一个主要原动力，没有蒸腾作用，作物的被动吸水过程便不能产生，作物较高部分也无法获得水分；其次它可以加速使土壤溶液质进入作物根部，再由根部通过水流而分布到作物体的各部分去；再者蒸腾作用过程中，水变为蒸汽时吸收热能，因此能够降低作物体温，使作物在强烈的日光照射下进行光合作用时，不致被灼伤。

作物消耗水量的表示方法有以下几种：

蒸腾系数：是作物每形成一克干物质所消耗水分的克数，亦即作物产量与耗水量的一个比值。在农田水利工作中又称需水系数。各种作物的蒸腾系数不一样，通常在125~1000之间。

蒸腾效率：即作物每消耗一公斤水所形成的干物质克数。一般作物的蒸腾效率为1~8克。它是蒸腾系数的倒数。是作物形成干物质的量与其消耗水量关系的一种表示方法。蒸腾系数愈大，消耗水量愈多，水的利用效率就愈低，蒸腾效率也就低；反之则高。所以它能反应出作物对水分利用的效率。

蒸腾强度：即单位时间内单位叶面积上散失的水量。一般常以克/小时/米²表示。

相对蒸腾量：在相同的条件下，即作物需水量（叶面蒸腾量与棵间蒸发量之和）与自由水面蒸发强度之比值，一般为0.1~0.5，特殊情况下也会达到1。相对蒸发量可以反映出植物对水分消耗的调节能力。

三、作物的需水特性

作物的需水包括生理需水和生态需水两个方面。生理需水是作物生命过程中，所进行的各项生理活动（如细胞的分裂、伸长；光合作用；养料的吸收和运转；蒸腾作用等）所需要的水分。这部分水分直接影响着作物的生长和发育，所以在供水方面应首先满足它。生态需水是作物在生育过程中，借水的作用给作物生长发育创造最适宜的生活环境所需要的水分。例如，在农业生产中利用生态需水来改善田间小气候（如温度、湿度等），促进和抑制作物某些生殖器官的生长发育，增强抗逆能力（如水稻的落干晒田），提高土壤肥力及消灭作物病虫害和田间杂草等作用。作物需水情况，具有下列一些特点：

1. 作物种类不同对水分的要求不同 不同种类的作物，其本身形态构造和生长季节均不相同。凡生长期长，叶面积大，生长速度快，根系发达的作物，需水量较大；反之，需水量则较小。体内含蛋白质或油脂多的作物（如油料作物），比体内含淀粉多的作物（如甘薯等）需水要多。当然，同一种作物不同品种之间，需水量也有差异，耐旱和早熟品种需水量就较少。

按需水量大小，可将作物分成三大类：水稻、麻类、豆类需水量较大；麦类、玉米、棉花等需水量中等；高粱、谷子、甘薯等需水量较小。

2. 同一作物不同生育阶段对水分的要求不同 同一作物，各生育阶段需水特性也各不相同。一般是生育前期、后