

灌溉管理丛书

灌溉用水

陕西省水电局编

水利出版社

灌 溉 管 理 丛 书

灌 溉 用 水

陕西省水电局编

水 利 出 版 社

内 容 提 要

本书主要是总结了陕西省各灌区在灌溉用水管理工作中的经验，书中论述了灌溉对农业增产的作用，介绍了几种主要农作物的灌溉制度、用水计划的编制与执行、各种灌水技术、测水量水方法以及灌溉试验等。

本书可供各地灌溉管理人员阅读，亦可作为水利院校农田水利专业教学参考材料。

灌 溉 管 理 丛 书

灌 溉 用 水

陕西省水电局编

(根据原水利电力出版社纸型重印)

*

水利出版社出版

(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

*

1977年10月北京第一版

1982年7月新一版

1982年7月北京第一次印刷

印数00001—10550册 定价0.47元

书号15047·4190

前 言

建国以来，我国各地兴修了很多水利灌溉工程，为抗御自然灾害，夺取农业丰收创造了有利条件。为了管好用好现有工程，充分发挥工程设施的效益，提高灌溉管理的科学技术水平，我们编写了这套“灌溉管理丛书”，供基层灌溉管理干部和社、队管水人员阅读。

本丛书是由陕西省水电局组织编写的，内容包括《灌区农田基本建设》、《灌溉用水》、《灌溉工程管理》和《抽水站机电设备管理》四本书。参加编写工作的有陕西省宝鸡峡引渭灌溉管理局、陕西省人民引泾渠管理局、渭南地区人民引洛渠管理局、渭南地区东方红电灌局、汉中地区和南郑县水电局、陕西省水利科学研究所、陕西省水利学校、陕西省农林科学院以及中国科学院西北水土保持生物土壤研究所等单位的同志。初稿写成后，召开了陕西省一些灌区的领导干部、技术人员和工农代表参加的审稿会议，与会同志提出了很多宝贵意见，对提高书稿质量帮助很大。

本书自1977年10月出版以后，受到全国各地一些灌溉管理部门的热情支持和鼓励，并建议予以修订再版。但由于时间紧迫，来不及补充新的资料和成果，只能暂时对原书中的个别提法和名称作些修改后，交付重印，以满足广大读者的需要。我们的经验和水平有限，书中缺点和错误一定很多，诚恳地希望读者批评指正。

编 者

1981年10月

目 录

前 言

第一章 灌溉对农业增产的作用	1
第一节 水对农作物的作用	1
第二节 合理灌溉	3
第二章 灌溉制度	7
第一节 灌溉制度的拟定	7
第二节 几种主要农作物的灌溉制度	9
一、冬小麦	9
二、棉花	13
三、水稻	16
四、玉米	21
五、其他农作物	28
第三节 执行灌溉制度应注意的问题	32
一、结合降水和土壤墒情, 及时调整灌溉制度	32
二、结合水源, 调整灌溉制度	33
三、结合作物需水缓急, 调整灌溉制度	33
第三章 用水计划的编制	35
第一节 概述	35
一、实行计划用水的意义	35
二、作好计划用水工作的标准和原则	37
三、编制用水计划的一般方法	38
第二节 渠系轮廓用水计划的编制	40
一、资料分析	41
二、编制计划	45

第三节	用水单位(斗渠、大队)用水计划的编制	54
一、	旱作物灌区斗渠用水计划的编制	54
二、	水稻灌区斗渠、大队用水计划的编制	68
第四节	渠系用水计划的编制	70
一、	渠段配水计划的编制	71
二、	渠系用水计划的编制	74
第五节	用水计划的应变措施	80
一、	渠系轮灌配水措施	80
二、	清、洪结合的渠系用水措施	81
三、	其他应变措施	84
第四章	用水计划的执行	86
第一节	准备工作	86
一、	开展宣传教育工作	86
二、	建立健全灌区各级管理组织	87
三、	建立健全各项用水制度	89
四、	做好技术培训工作	91
五、	检查灌溉和量水设施	91
六、	修好田间工程,准备好灌水工具	91
第二节	水量调配工作	92
一、	水量调配工作的要求	92
二、	渠系水量调配方法	93
三、	斗内水量调配方法	104
第三节	计划用水总结工作	105
一、	斗渠计划用水工作总结	105
二、	渠系计划用水工作总结	111
三、	总结的方法步骤	112
第五章	灌水技术	116
第一节	灌水方法的分类与灌水技术的基本要求	116
一、	灌水方法的分类	116
二、	对灌水技术的要求	117
第二节	畦灌法	118

一、畦子的规格	118
二、畦子布置	119
三、畦灌技术	120
第三节 沟灌法	122
一、沟灌的好处	122
二、灌水沟的田间布置、规格和灌水技术	123
三、沟灌中应注意的问题	126
第四节 水稻的灌排技术	127
一、秧田灌排技术	128
二、本田灌排技术	123
第五节 喷灌	131
一、喷灌的好处	132
二、喷头	137
三、喷灌系统	141
四、喷灌系统的选择与布设	146
第六节 滴灌	150
一、滴灌的好处	150
二、滴灌系统的结构和布设	151
三、滴灌技术	153
第六章 测水量水	154
第一节 概述	154
一、灌区测水站网的设置	154
二、测水量水方法的分类	156
第二节 测水量水的方法	157
一、浮标测流	157
二、流速仪测流	159
三、利用渠道水位流量关系测流	162
四、利用水工建筑物量水	164
五、利用特设量水设备量水	168
六、测流程时间	187
第三节 含沙率的测定	192

一、制作检算图表	192
二、取水样	193
三、称重 查含沙率	193
第四节 结算水量、计算灌溉效率	193
一、计算引水量	193
二、计算灌溉效率	195
第五节 水的利用系数及灌水定额的测定	195
一、渠道水利用系数	195
二、渠系水利用系数	196
三、田间水利用系数	197
四、灌溉水利用系数	198
五、灌水定额	199
第七章 灌溉试验	200
第一节 目的、意义和要求	200
第二节 田间试验	201
一、试验的分类	201
二、灌溉试验的基本要求	202
三、小区试验方法	202
四、观测记载工作	206
五、资料的整理、分析和总结	211
第三节 积极开展群众性灌溉科学实验	214

第一章 灌溉对农业增产的作用

毛主席教导我们：“兴修水利是保证农业增产的大事”。在干旱和半干旱地区，降水量较少，且年内分配很不均匀，常常不能适时满足农作物对水分的要求。因此，进行人工灌溉，调节土壤水分，就成为保证农业增产的关键措施之一。实践证明，适时适量的灌溉，并与其他农业措施密切结合起来，就能够不断的提高土壤肥力，使农作物获得高额而稳定的产量；但是不合理的灌溉，不仅浪费水量，还会造成土壤理化性质的恶化、地下水上升，致使农作物减产，严重的甚至弃耕。因此灌溉工作必须坚持为农业增产服务的方向，不断提高灌溉质量，提高土壤肥力，促进农业的高产稳产。

第一节 水对农作物的作用

水分在作物生长发育过程中占重要地位，它不仅是作物本身的主要组成部分，也是作物进行一切生命活动所必须的物质，是联系作物有机体与外界环境的重要环节。水分过多或不足都会导致农作物生育不良，产量降低。水分对农作物的生命活动和外界环境有以下的重要作用：

一、水是作物体的重要组成部分

一般作物体都含有60~80%的水。瓜果、蔬菜的含水量可达90%以上。处于休眠状态、生命活动非常微弱的种子，

其含水量也达3~15%。可见，作物的生命活动是以水为基础的。只有当作物细胞在充满水的时候，才能维持其固有的状态，保证各种生命活动正常进行。如果缺水，枝叶发黄，枯萎下垂，生命活动便会受到抑制；持续缺水过久，即使再供给充足的水分，但因为农作物的生命活动机能已遭到破坏，也不能恢复正常生长，甚至死亡。

二、水是光合作用的原料

作物需要依靠叶子把吸收来的水分、养分和空气中的二氧化碳，在阳光的照射下，进行光合作用，制造出它需要的碳水化合物，并通过水分的运转，输送到作物周身，从而形成有机物质。水分不足，就会影响光合作用的进行，使有机物的制造受到限制，作物就生育不良。水肥充足，作物枝叶茂盛葱绿，光合作用就强，产量就高。

三、水有调节作物体温的作用

作物进行各种生命活动，需要太阳供给必要的热量，但作物体温过高也是有害的。茂密的枝叶，在阳光的照射下，从叶面的气孔蒸发掉大量的水分；所蒸发的水分，作物根系又从土壤中源源不断的吸取，加以补充。在这一过程中，不但将溶解在水中的养料，输送给作物周身应用，而且又带走了部分热量，从而调节了作物体温，使叶面不致因太阳强烈的照射而“烫伤”。

四、水是调节作物生育环境的重要因素

土壤中的水分、养分、空气和热状况等环境条件对农作物的生长发育有着决定性的影响。这些因素又是互相影响，互相制约的。通过调节土壤水分，可使土壤中的养分、空气和热状况向有利于农作物生长发育的方向发展，保证农作物的高产稳产。土壤中的有机物养料，必须经过土壤微生物的

作用，转化为能被作物吸收利用的养料，溶解于水中，才能和水一起，被作物吸入体内。土壤微生物的活动，又受着水分、空气和热状况的制约。土壤中水分过少，不仅作物受旱，而且养分得不到溶解，不能为作物吸收利用。水分过多，又会使分解有机物养料的微生物的活动受到抑制，有机物养料得不到释放，还是不能被农作物吸收利用，而且土壤结构变坏，通气不良，温度降低，因而农作物的生长发育，受到影响，甚至死亡。所以说，土壤水分是土壤实效肥沃性的主要因素之一。因此，必须通过合理灌、排，正确调节土壤水分状况，充分发挥水对农作物生育环境条件的有利影响，防止其不利影响，才能达到改良土壤，不断提高土壤实效肥沃性、增加作物产量的目的。

第二节 合 理 灌 溉

所谓合理的灌溉，就是灌水既要适时又要适量，还要和农业措施紧密结合。合理灌溉的主要作用是：

一、调节土壤水分

作物生长在土中，要有好的土壤水分条件，才能长出好庄稼。合理用水的首要问题就是：天旱时，能使土壤中有充分供给农作物需要的水分；雨涝时，土壤中水分也不过多。真正把“遇旱有水，遇涝排水”的要求落在实处。

干旱和半干旱地区的主要问题是降水量少，致使土壤水分不足，造成农作物减产或死亡。陕西省年平均降水量在400~1000毫米之间，由南向北逐渐减少，这些雨量又多集中在7、8、9三个月，约占全年雨量的60%左右。以关中小麦为例，全生长期耗水量每亩280~320立米，而同期降水

量每亩仅140~200立米，相差80~180立米，特别在3月下旬至4月中旬小麦拔节抽穗耗水量最大的时期，降水量更不能满足作物需要。棉花、水稻、玉米生长期降水量同样不能满足要求，特别在作物关键用水时期，更为严重。例如，伏天玉米出天花时，往往出现“卡脖子”旱，若不及时灌水，轻则减产，重则无收。因此，灌溉就成为保证农作物对土壤水分要求的必需措施。

二、调节土壤温度与小气候

土壤温度的变化主要受季节和昼夜气温的影响，而土壤中水分的多少，也会影响土壤温度的变化。这是因为组成土壤的土粒、水分、空气具有不同的热容量和导热性。而其中以水的热容量最大，因此增加土壤水分，可以使土壤热容量加大，减小土壤温度变化的幅度。据陕西省武功县冬季大冻情况下对地表5厘米深土壤温度的观测资料：冬灌的土壤，上午7时温度为 -7°C ，下午3时为 -4°C ；而未冬灌的上午7时为 -9.7°C ，下午3时为 -0.1°C 。冬灌较未冬灌地温变幅小 6.6°C 。这说明，冬季土壤含水量充足，具有平抑地温的作用，有利于冬禾作物的根系发育和促进分蘖。春季晚霜前灌水，可以防止小麦冻害，也是这个道理。例如：1958年春季陕西省人民引泾渠灌区出现霜冻后，经观测，未冬灌麦田土壤含水率为12%，小麦受害严重，分蘖死亡率达30%；冬灌过的麦田含水率为23%，小麦受害较轻，没有脱水死亡现象。此外，由于水的导热性比空气大，一般湿土比干土易于导热。白天表土吸收的热量，夜间由下层向上传送，因而在气温变化剧烈时，可以缓和田间小气候的变幅。如在水稻生育期不断调节水层厚度，夏季棉田用较凉的井水浇灌，都是为农作物创造较好的生活环境，有利于增产。

三、调节土壤的肥效

土壤肥力主要由团粒结构、适宜的水分、空气和增施有机肥料等方面形成。合理灌溉，适当地调节土壤水分和通气状况，才能进一步发挥土壤团粒结构的作用，为微生物的繁殖活动创造良好的条件，从而不断提高土壤的肥效。

四、改良盐碱土壤

陕北、关中碱性土壤多，灌溉能溶解土壤中可溶性盐类。有害的盐类如苛性苏打、食盐、芒硝等，通过灌溉水的溶解，被冲洗到土壤深层，使作物根系活动层的土壤含盐量降低到农作物能适应的范围。如人民引泾渠灌区过去对一些盐分较大的麦田，采取了冬灌二水和春灌二水的措施，使土壤含盐量由播前的0.3005%降低到收获时的0.2044%，脱盐率达32%，免除了盐害，获得了高产。应当注意必须有完善的排水设施，灌排结合，才能使盐碱土逐步得到改良。

综上所述，合理灌溉的中心是密切结合各项农业技术措施，合理调节土壤水分，改良土壤，促进农业增产。另外，灌溉也不能过量，因为灌水过多，土壤胶体膨胀，破坏了团粒结构，在表层形成了板结，影响作物特别是幼苗的生长；同时土壤中的空隙减少，通气性不良，而由于微生物的呼吸及有机质的分解，所产生的二氧化碳不能经常与大气互相交换，不利于种子发芽和根系呼吸，致使作物生长衰弱或叶片黄萎；同时有机质在嫌气性条件下分解缓慢，影响了对作物养料的供给。灌水过多，超过了土壤最大持水量，还会造成深层渗漏，使土壤养分流失，使地下水位升高，形成土壤的沼泽化；在土壤盐分较多地区，随着地下水位的升高和土壤水分的蒸发，将盐分带到地表，就会逐渐形成土壤次生盐碱化，严重的会使肥沃的土壤变为不毛之地。

还必须指出，实行合理灌溉，就不能把灌溉仅仅看作抗旱措施。如果在土壤水分开始不足，作物需要灌溉时，不注意用水，甚至旱象已经露头时还靠天等雨，直至作物生长受到抑制，旱象严重时才灌水，必然会造成减产。

为了实现合理灌溉，必须按照各种作物的需水特性，制定合理的灌溉制度；采用先进的灌水方法和灌水技术；广泛深入的开展灌溉科学实验活动；及时总结推广群众的先进经验，使灌溉管理工作不断提高，不断前进。

在一个灌区内要实现合理灌溉，就必须认真搞好计划用水工作。因为灌区面大，水源供水条件往往难于完全满足农田需水要求，不可能所有作物都在最适宜的时间内用水，应该根据水源情况合理计划，统筹安排，使大部分作物用水适时，少部稍前或稍后用水，才能保证灌区全面增产。

第二章 灌 溉 制 度

灌溉制度是指在一定的自然气候和农业栽培技术条件下，使农作物获得高额而稳定的产量所需要的灌水时间、次数和水量。具体内容包括：

1. 灌水定额 农作物某一次需要灌溉的水量，以立米/亩表示；

2. 灌水时间 农作物各次灌水比较适宜的时间，以生育期或日/月表示；

3. 灌水次数 农作物整个生长过程中需要灌水的次数；

4. 灌溉定额 农作物整个生长过程中需要灌溉的水量，即各次灌水定额的总和，也叫总灌水量，以立米/亩表示。

灌溉制度是编制和执行用水计划的重要依据。灌区农业生产实践证明，合理的灌溉制度，既可以使农作物得到适时适量的水分供应，提高单位面积产量，又可以节约用水，扩大灌溉效益，提高全灌区总产量。灌溉制度的合理制定与正确执行，对充分发挥灌溉工程的效益和改良土壤，也都有着十分重要的意义。

第一节 灌溉制度的拟定

在半干旱地区，影响灌溉制度的因素是错综复杂的，在目前人们尚未完全掌握自然气候变化规律的情况下，采用理论计算方法来确定合理的灌溉制度是比较困难的。目前，许多

灌区采用以总结群众省水丰产的用水经验为主，结合灌溉试验，综合分析制定本灌区的灌溉制度，是比较切实可行的。

老灌区广大群众在长期的生产实践中积累了丰富的灌溉经验，特别是在全面贯彻农业“八字宪法”、科学种田的群众运动中，丰富多采的新经验、新创造正在不断涌现，我们应当通过开调查会、参加集体生产劳动、和群众一起种试验田、蹲点调查研究的方式，“用心寻找当地群众中的先进经验，加以总结，使之推广。”在新灌区可参考采用邻近情况相似的老灌区的灌溉制度，并不断总结本灌区的经验逐步加以充实提高。

随着农业现代化的逐步实现和科学种田水平的不断提高，农业生产方面的新经验、新问题不断出现。因此在灌区中开展灌溉制度试验研究工作是十分必要的。有条件的大灌区可建立专门的灌溉试验研究机构，实行群众试验与专业试验相结合、总结群众经验与试验研究相结合，就更能提高试验水平，使灌溉制度的确定更能结合实际，更好地促进农业增产。

在制定灌溉制度时要因地制宜，必须考虑到各地区的具体条件，如气候、水源、土壤、水文地质、工程设施和农业技术水平等。应使所制定的灌溉制度，在这些自然条件下，充分发挥水源和工程设施效益，达到全面增产。

在一个较大的灌区，不同地区的自然条件和农业技术可能有差异，灌溉制度也就不一样。应根据不同条件分别制定，但也不要分得过细，以免使用水管理工作过于复杂化。

合理的灌溉制度，应符合下列基本要求：

1. 尽可能适时适量地进行灌溉，以合理调节土壤中的水分、养分和热状况，不断提高土壤肥力；
2. 在已经或有可能出现沼泽化或盐碱化的灌区，灌溉制

度必须有利于防治土壤沼泽化和盐碱化；

3. 充分发挥灌溉水和工程设施的有效利用率，扩大经济效益；

4. 提高灌水劳动效率，降低灌溉成本。

第二节 几种主要农作物的灌溉制度

不同的灌水方法有着不同的灌溉制度。喷灌、滴灌等先进的灌水方法，目前正在试验推广中，资料和经验不多。现就地面灌溉在总结群众丰产经验的基础上，结合试验成果，将陕西省小麦、棉花、水稻、玉米、糜谷、油菜等几种主要农作物的灌溉制度分述如下：

一、冬小麦

（一）冬小麦田间耗水量及耗水规律

冬小麦全生育期约 220~240 天，总耗水量每亩约 260~400 立米。由于受气候、土壤、栽培条件的影响，各地冬小麦耗水量有显著差别。据各地试验研究结果，冬小麦每亩耗水量：关中一般为 280~320 立米；陕南为 270~290 立米；陕北一般为 320~380 立米，榆林风沙区多达 400 立米左右。小麦生长期田间耗水规律，是一个由小到大再由大到小的过程，冬季气温低，植株幼小，耗水量较小；春季随着气温升高，植株生长发育，因而耗水量大增；拔节至抽穗期达到最高峰，是小麦需水的关键时期；从乳熟到收获，植株逐渐衰老，耗水量亦随之减少。表 2-1 为小麦各生育阶段的耗水情况。

（二）冬小麦各生育期灌水效果

1. 播前灌溉 播种前灌水又称灌底墒水。其主要作用