

作物的合理用水

武汉水利电力学院农田水利教研室编



农业出版社



作物的合理用水

武汉水利电力学院农田水利教研室编

农业出版社

内 容 提 要

本书对农作物的合理用水的基本知识、作物生育的一般需水特性、规律和灌水指标作了介绍，针对不同作物的特点，具体地叙述了水稻、小麦、玉米和棉花四种作物合理用水的灌溉、排水技术。为保证合理用水的实现，还概述了常用的灌、排水田间工程的实施以及灌、排水试验的方法。本书可供农村基层水利、农业技术人员阅读，也可给农田基本建设人员进行培训时参考。

作物的合理用水

武汉水利电力学院农田水利教研室编

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行
农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 6 印张 119 千字
1978 年 10 月第 1 版 1978 年 10 月北京第 1 次印刷
印数 1—42,000 册

统一书号 16144·1823 定价 0.45 元

前 言

伟大领袖和导师毛主席对韶山灌区所作“要高产才算”的重要指示，体现了对广大灌区人民的深切关怀，对水利工作必须为农业增产服务提出了严格的要求，为我国农业生产和农田水利事业的进一步发展指出了明确的方向。

农业“八字宪法”中的“水”，我们认为它包括了发展水利和合理用水两个含意。就是说，不仅要开发水利资源，兴修水利工程，搞好农田基本建设，为防旱除涝创造必要条件，做到“遇早有水，遇涝排水”；而且还必须在具有一定水利条件后，合理地管好和用好水，特别是要根据作物生长发育和高产的需要，适时适量地进行灌溉和排水，以保证作物的高产稳产。

建国以来，我国的农田基本建设取得巨大的成绩，对促进农业生产的发展起了积极的作用。随着农业生产和农田基本建设事业的不断发展，科学种田水平的不断提高，全国很多先进单位和地区，对合理用水的重要性认识越来越深刻，在如何合理用水促高产方面积累了很多宝贵的经验，灌水新技术也在积极采用和迅速推广。

为了进一步提高农田灌溉技术水平，推广合理用水、节约用水的群众经验，以适应农业学大寨，普及大寨县运动深

入发展和农业生产大干快上的需要，我们编写了《作物的合理用水》，供农村基层农业、水利技术人员、农村四级科技网人员和知识青年参考。本书由我院农田水利教研室黎庆淮、石秀兰两同志执笔。在编审过程中，得到中国农业科学院农田灌溉研究所、中国农业科学院棉花研究所和华中农学院农学系等单位大力支持，谨此致谢。

编 者

一九七八年一月

目 录

一、合理用水在农业生产上的重要意义·····	1
(一) 合理用水才能全面满足作物生长的需要·····	1
(二) 合理用水是培肥改土的重要途径·····	3
(三) 合理用水可以省水和扩大灌溉效益·····	4
二、作物高产与水分·····	7
(一) 水与作物生活·····	7
(二) 水与土壤肥力·····	12
(三) 水与农田小气候·····	19
(四) 水与农业技术措施·····	22
三、作物需水规律和灌水指标·····	28
(一) 作物需水规律·····	28
(二) 灌溉制度和灌水指标·····	35
四、水稻的合理用水·····	43
(一) 水稻的生育和环境条件·····	43
(二) 水稻的需水特性·····	49
(三) 水稻秧田的灌溉、排水·····	51
(四) 水稻本田的灌溉、排水·····	56
五、小麦的合理用水·····	63

(一) 小麦的生育和环境条件·····	63
(二) 小麦的需水特性·····	66
(三) 麦田的灌溉·····	69
(四) 麦田的排水·····	75
六、玉米的合理用水·····	78
(一) 玉米的生育和环境条件·····	78
(二) 玉米的需水特性·····	84
(三) 玉米地的灌溉、排水·····	85
七、棉花的合理用水·····	91
(一) 棉花的生育和环境条件·····	91
(二) 棉花的需水特性·····	96
(三) 棉田的灌溉·····	98
(四) 棉田的排水·····	104
八、采用正确的灌水方法·····	106
(一) 格田灌·····	107
(二) 畦灌·····	108
(三) 沟灌·····	110
(四) 喷灌和滴灌·····	114
(五) 地下灌溉·····	117
九、搞好田间工程·····	118
(一) 田间灌、排渠系的布置·····	118
(二) 田间排水设施·····	125
(三) 平整土地·····	130
十、开展灌、排试验·····	138
(一) 灌、排试验的内容和基本要求·····	138

(二) 灌水方法和灌溉制度试验.....	141
(三) 田间耗水量试验.....	149
(四) 田间排渍试验.....	156

附录

一、土壤含水量的测定.....	160
二、土壤容重的测定和孔隙度的计算.....	164
三、田间持水量的测定.....	166
四、量水的方法.....	168
五、小液流法测定作物吸水力.....	172
六、作物生育性状的调查和观测.....	174

一、合理用水在农业生产上的重要意义

为什么要合理用水？合理用水在农业生产上的意义，主要是促进作物高产。这个问题可以从三个方面来谈谈。

（一）合理用水才能全面满足作物生长的需要

“水利是农业的命脉”，没有水，植物就不能生活，农业生产就不能进行，这是众所周知的。但是，在作物生长发育的过程中，是否供水越多越好呢？有人说：“粪大水勤，不用问人。”有的还说：“水稻水稻，以水淹稻，不怕水多，只怕水少。”这些说法对不对呢？不对。因为作物的生长发育，不仅需要水，而且还需要一定的光、热、肥、气等生活条件。这些生活条件之间有着互相影响、互相制约的关系，特别是水和气的关系最密切，他们互为消长。土壤水分状况对其他生活条件也有着深刻的影响。如果土壤或田间水分不足或过多，不仅直接妨碍作物的生长发育，而且将通过土壤空气、温度、肥料和农田小气候等因素的影响而间接妨碍作物的生长发育。所以要使作物生长发育良好，必须适时适量地进行灌溉和排水，既满足作物对水分的直接需要，又能使

水、肥、气、热协调，为作物生长发育创造各方面都比较良好的环境条件，才能促进作物高产。

大量的科学实验和生产实践证明，不论南方或北方，不论水稻或旱作物，合理用水都能有增产百分之几到百分之几十的效果。例如：湖南省韶山灌区湘乡县长丰公社定托大队和新研公社西北七队，在土质、品种、肥料、插秧季节和田间管理等措施基本相同的条件下，根据水稻各生育期对水分和其他生活条件的要求，进行浅水、湿润和晒田三结合灌溉的试验，比当地长期保持水层的稻田每亩多收稻谷 100 多斤，增产 10% 以上。北京市水利科学研究所与有关单位一起，进行了北京地区小麦经济、合理灌溉试验。他们体会到构成小麦产量的穗数、穗粒数和千粒重三要素相互协调，是获得高产的必要条件，在影响这种协调关系的作物生活环境中，水是最活跃的因子。它不仅直接供给作物的生理和生态需要，而且通过对热量、空气和养料等因子的影响，间接作用于作物。通过试验研究，他们提出了“苗期吃饱不喝足促壮苗，中期下足上不足促群体合理，后期稳而不缺促粒重”的高产灌溉“三步法”。广大贫下中农在近年来的高产栽培实践中，越来越深刻地认识到水的两重性，他们深有体会地说：“水是作物的‘命’，又是作物的‘病’。”“水稻既爱水，又怕水。”“需水多时不能少灌，需水少时不能多灌”。“有灌必须有排”。这些道理充分说明了合理用水的重要性和必要性。从而在合理用水的技术上，也就能不断地革新和改进，对全面满足作物生活需要和保证作物的高产稳产起了重要的作用。

(二) 合理用水是培肥改土的重要途径

土壤是农业生产的基础，是农作物生长发育的基地。要使作物高产稳产，并不断高产更高产，要求土壤具有一定的肥力，而且使之不断提高。培肥改土是指采用各种措施，提高土壤肥力，改良其性状，使瘦土变肥土，低产田变高产田。

培肥改土的途径，有深耕熟化土壤，合理轮种作物，增施有机肥料和合理用水等。由于水和土的关系很密切，“水靠土保，土靠水养”，二者互相依存，互相影响，改土必须与治水结合。“治水不改土，有水无用处，改土不治水，旱涝要吃亏”。所以，合理用水是培肥改土的重要途径。

要使作物获得好收成，就必须使土壤具有良好的物理、化学和生物学性状。例如：活土层深厚，有较多的团粒结构和良好的耕层构造，有较多的有机质和腐殖质等。而这些条件的形成，都与水分有着十分密切的关系。只有保持土壤有适宜的水分状况，才会有良好的空气状况和热状况，才有利于微生物活动，既分解有机质释放出一些养分供作物吸收，又能累积较多的腐殖质，并促进土壤团粒结构的形成，提高土壤保水保肥和供水供肥以及调节水、肥、气、热的能力。

南方平原低洼地区的土壤，常因积水难排，造成“三水”（地面水、土壤潜层水和地下水）为害，使土壤空气缺乏，土壤温度低，微生物活动困难，养料不易分解，水、肥、气、热失调，严重妨碍作物生长发育和产量的提高，必须治

好“三水”，合理灌排，结合运用其他措施，不断提高土壤肥力。

盐碱土地区，由于地下水位较高，地下水里和下层土壤中含有较多的可溶性盐分，在气候干燥，土壤水分强烈蒸发的条件下，随土壤水分的损失，盐分慢慢在土壤表层聚积而形成盐碱土，对作物的生长十分不利。改良盐碱土和预防土壤次生盐碱化，都需要采取综合措施，其中如降低地下水位，用水冲洗土壤，放淤和作物生育期内的合理灌溉等，都能较快地促使土壤脱盐，从而改善土壤的物理、化学和生物学性状。

山丘区的土壤，常因水土流失严重而致土层瘠薄，肥力很低，必须搞好水土保持。要象大寨那样，平地改土，改土蓄水，把“三跑田”变成“三保田”，再把“三保田”变成海绵园田，使整个土体成为一个“大水库”和“大肥料库”，水、肥、气、热互相协调保证作物在整个生育期内对水分和肥力的需要，从而达到高产稳产。

（三）合理用水可以省水和 扩大灌溉效益

合理用水不仅可以提高土壤肥力，促进作物高产，而且可以节省用水，降低成本，增加收入。例如：河南省偃师县岳滩大队，通过选用良种，合理密植，合理施肥，合理用水，看苗管理等措施，使生产成本不断下降。1975年全大队1068亩小麦，亩产969斤，与文化大革命前的1965年比，单产和总产都翻了一番。每斤小麦生产成本由1965年的0.044

元，降到 0.0144 元，减少了三分之二。在用水方面，亩产千斤左右的耗水量，与过去亩产 500—600 斤的耗水量相近，都在 300—400 立方米（以下立方米都简称方）的范围内，而每斤小麦的耗水量，则由过去的千斤以上降低到 640 斤左右，这就大大提高了水的利用率。同时，由于改进水利设施和灌水技术，灌水时间缩短三分之二，浇地费用由过去的每亩 0.25 元降低到 0.16 元，因而大大降低了生产成本，增加了集体收入，为革命种田的贡献也更大了。

只从改进灌水方法来说，省水增收的潜力也是很大的。根据许多实验，旱作物改大水漫灌为合理的沟、畦灌，一般可以省水 50% 以上，增产 10—50%，而成本不增加。如果采用先进的喷灌或滴灌，又可较沟、畦灌省水 50% 左右，增产一般也可达 10—30%，投资虽然相对增加，但总收入还是增加了。节省下来的水量可以扩大灌溉面积，充分发挥水的增产作用。这对北方干旱、半干旱地区来说，意义是特别重大的。

此外，从搞好灌区的用水管理来说，更可以节约大量用水，扩大灌溉面积。例如：湖北省的枝川、湖南省的千金、广西壮族自治区的清平等先进灌区，由于抓好了计划用水，放水有制度，园田化工程搞得较好，灌溉排水较能适时适量，因而节约了大量用水，扩大了水地面积。他们在充分发挥灌区内部塘堰和小型水库等水利设施的作用下，平均每 1000 万方灌溉库容能负担 3—5 万亩灌溉面积，比一般情况高出 3—4 倍。我国许多灌区在用水管理方面都有很大潜力。据湖北省估计，全省在不增加水库工程的前提下，仅通过加

强用水管理措施，利用现有水库蓄水量，就可以扩大1000多万亩的灌溉面积，这对加速我国社会主义农业的发展也具有很重大的作用。

二、作物高产与水分

水是作物生活的基本条件之一，又是土壤肥力的一个重要因素。农田水分状况如何，不仅直接影响作物的生长发育，还和土壤肥力、农田小气候状况以及各项农业技术措施都有密切的关系。要使作物高产，必须根据它们之间的关系，采用合理的措施，充分发挥水的有利作用，避免水的不良影响。

（一）水与作物生活

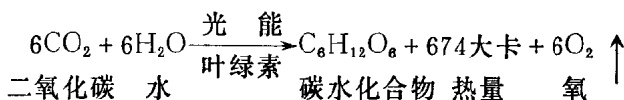
1. 水对作物的生理作用

水是作物有机体的重要组成部分。一般农作物植株的含水率为60—80%，蔬菜和块茎作物达90—95%以上。干燥种子的含水率为3—15%，处于休眠状态，生命活动微弱，一旦给予适量的水分，并在一定的空气和温度条件下，就会发芽生长，开始进行强烈的生命活动。

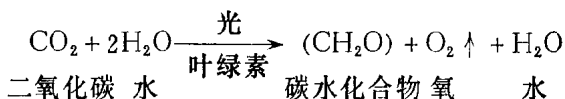
作物主要利用其根系的根毛不断从土壤中吸收水分，通过根、茎里的导管不断输送至茎、叶，供光合作用和叶面蒸腾的需要，并使各部位细胞充满着水，维持作物固有的形态，以保证各种生理活动的进行。水不但能使作物各部分的生理活动连成一个整体，而且是作物有机体利用其他生活条

件（光、热、养分、空气等）的主要条件和介质。

作物光合作用是利用叶绿素吸收太阳光的能量，同化二氧化碳和水，制造有机物质并释放氧气的过程。光合作用所产生的有机物质，主要是碳水化合物，通常用下列方程式表示：

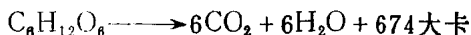


或写成：



光合作用制造有机物质的过程，与作物产量的形成关系极大。作物所形成的全部干物质中，有机物占90—95%，矿物质仅占5—10%，所以有机物质的积累，是形成产量的主要基础。而在这一过程中，水是光合作用的原料。如果水分不足，作物茎叶发生不同程度的萎蔫，光合作用受抑制，甚至停止，就会直接影响碳水化合物的合成。

作物呼吸作用是与光合作用相反而又有密切关系的过程。它是分解作物体内的有机物质，放出能量供作物生命活动的需要，可用下式表示：



作物在生长发育过程中，由光合作用形成的有机物质，减去呼吸作用所消耗的有机物质，即为实际积累的有机物质。这种物质积累愈多，就可能形成愈高的产量。因此，在

