

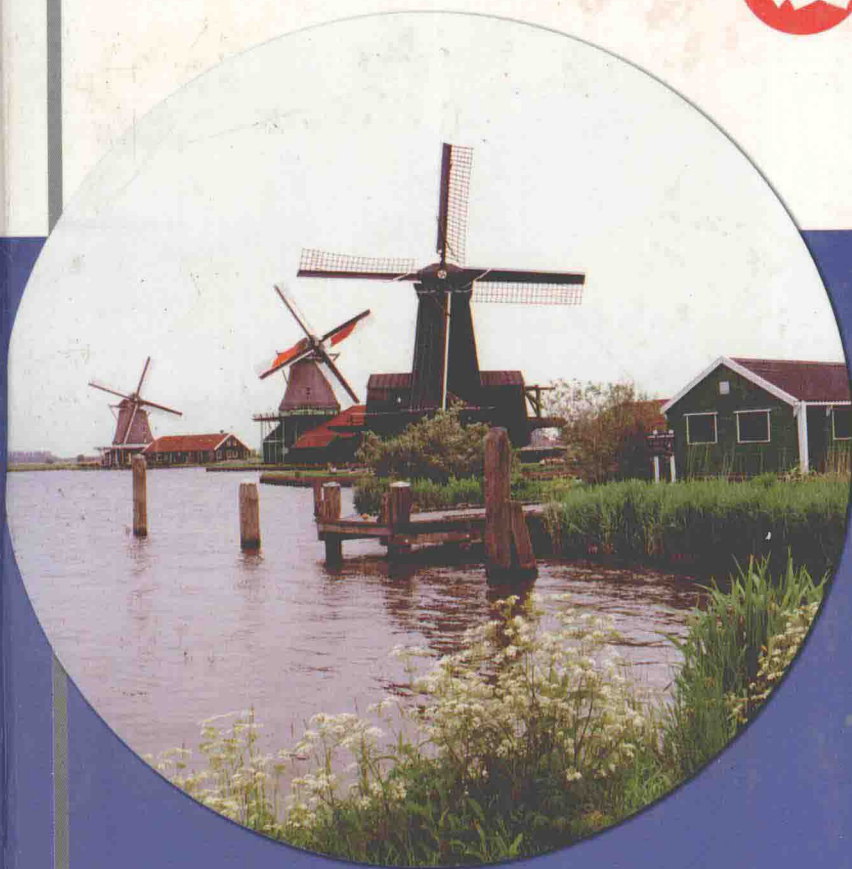
ZUIXINNONGTIANSHUILIGONGCHENGGUIHUASHEJISHOUCE

最新农田水利工程规划

设计手册

主编 李代鑫

第一卷



最新农田水利工程规划 设计手册

主编 李代鑫

第一卷

中国水利水电出版社

最新农田水利工程规划设计手册

主 编：李代鑫
出版发行：中国水利水电出版社
出版时间：2006 年 3 月

开 本：1/16
印 张：106
字 数：2390 千字
版 次：2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

版 号：ISBN 7 - 5084 - 3458 - 9
定 价：1083.00 元（全四卷 + 1CD）

前 言

我国是一个农业大国，灌溉农业对农业生产具有十分重要的作用，然而我国水资源严重不足，农业灌溉中普遍存在着水资源的浪费现象，同时引起了农田生态环境问题。目前我国农业用水约占全国总用水量的 70%，其中 90% 以上用于农田灌溉。由于农田水利工程规划设计的不合理，农田灌溉中输配水系统效率低下，田间灌溉应用技术落后，灌溉工程设施不配套，灌区用水管理粗放等原因，全国平均灌溉水利用率只有 43%，而发达国家的灌溉水利用率达到 80% 以上。因此，加强农田水利工程的规划设计，大力发展节水灌溉工程是我国解决水资源危机，抗御自然灾害，优化水资源配置，改善生态和生活环境，保证农业稳产高产和国民经济持续发展的主要水利措施之一。

为适应当前农业发展和水利工程的需要，我们组织全国各水利学院的专家教授编撰了《最新农田水利工程规划设计手册》一书。

本手册共分四卷十篇，分别就取水枢纽工程规划设计，灌溉系统工程规划设计，雨水集蓄工程规划设计，井灌井排规划设计，田间排水工程规划，排水沟道系统规划设计，节水灌溉工程规划设计，不同类型地区的治理整顿等内容进行了系统详细的阐述。本书在编写过程中，力求反映农田水利工程规划设计方面的最新动态及其发展方向，同时本着少而精的原则，着重阐述了农田灌溉节水的基本理论，规划和设计的基本方法。理论阐述与实例紧密结合，使读者能够结合当地情况选择适宜本地区水利工程设计的路线，掌握规划设计的实施步骤，设备选择等技术方法，实用性和可操作性极强。

由于农田水利工程规划设计内容丰富，发展迅速，有待进一步研究的内容很多，加之编写时间仓促，本书的不足和错误之处，诚恳希望读者提出补充、修改意见。

编者
2006 年 3 月

目 录

第一篇 农田水利工程概论

第一章 农作物生长的环境条件	(3)
第一节 作物与水分的关系	(3)
第二节 作物生长的土壤环境	(9)
第三节 土壤—作物—大气连续体水分运动概念	(28)
第四节 作物水分生产函数	(32)
第二章 农田水分状况和土壤水分运动	(36)
第一节 农田水分状况	(36)
第二节 土壤水分运动	(42)
第三章 作物需水量与灌溉用水	(49)
第一节 作物需水量	(49)
第二节 农作物灌溉制度	(55)
第三节 灌溉用水量	(70)
第四章 灌水新技术	(77)
第一节 地面灌溉	(77)
第二节 地下灌溉	(82)
第五章 灌溉水源与取水枢纽	(84)
第一节 灌溉水源	(84)
第二节 增加灌溉水源的办法	(91)
第三节 取水枢纽	(98)

第二篇 取水枢纽工程规划设计

第一章 水库工程规划	(115)
第一节 坝址选择	(115)
第二节 水库兴利计算	(116)
第二章 水库工程设计	(128)
第一节 坝型选择	(128)
第二节 土坝设计	(132)
第三节 浆砌石坝设计	(148)

第四节 放水设备设计	(179)
第五节 溢洪道设计	(221)
第三章 水陂工程规划	(236)
第一节 水文水利计算	(236)
第二节 无陂引水	(239)
第三节 筑陂引水	(242)
第四节 陂顶高程的确定	(243)
第五节 溢流水深和回水计算	(245)
第六节 水陂的平面布置和分类	(254)
第七节 水陂的结构型式	(254)
第八节 木石陂	(256)
第九节 干砌石陂	(258)
第十节 浆砌石陂	(261)
第十一节 硬壳陂	(262)
第十二节 活动闸陂	(263)
第四章 浆砌石陂的设计	(264)
第一节 陂面溢流曲线的选定	(264)
第二节 渗透计算	(265)
第三节 下游的消能措施	(267)
第四节 陂身各部尺寸的拟定	(274)
第五节 作用在陂上的力	(276)
第六节 陂体稳定分析	(278)
第五章 圬工硬壳陂的设计	(298)
第一节 陂身结构型式	(298)
第二节 硬壳厚度的拟定	(298)
第三节 硬壳隔墙设计	(300)
第四节 陂身填充料选择	(300)
第五节 硬壳计算	(301)
第六节 陂身稳定问题	(301)
第七节 防渗和防冲齿墙的设计与施工	(302)
第六章 活动闸陂的设计	(305)
第一节 结构型式的选择	(305)
第二节 闸门	(306)
第三节 启闭设备	(317)
第七章 进水闸设计	(321)
第一节 平面位置的拟定	(321)
第二节 闸孔尺寸的选定	(321)

第八章 冲砂闸	(324)
第一节 平面位置的布置	(324)
第二节 结构型式的选择	(324)
第三节 闸底高程和闸孔尺寸的拟定	(324)
第四节 水力计算	(325)
第九章 筏道、鱼道和船闸的设计	(328)
第一节 筏道的设计	(328)
第二节 鱼道设计	(331)
第三节 船闸设计	(336)

第三篇 灌溉系统工程规划设计

第一章 渠道灌溉系统工程规划	(347)
第一节 灌溉水源和灌溉水质	(347)
第二节 以河流为水源的灌溉取水方式	(350)
第三节 引水灌溉工程的水利计算	(354)
第四节 灌溉渠系及渠系建筑物规划布置	(362)
第五节 田间工程规划	(366)
第二章 灌溉渠道设计	(372)
第一节 灌溉渠道水量损失	(372)
第二节 渠道设计流量的推算	(375)
第三节 渠道纵横断面设计	(380)
第四节 渠道防渗	(396)
第三章 泵站工程规划设计	(404)
第一节 泵站工程规划	(404)
第二节 泵机组选型配套	(441)
第三节 泵站进水设计	(480)
第四节 出水管道及出水建筑物	(527)
第五节 站房	(618)
第四章 微灌工程规划设计	(694)
第一节 概述	(694)
第二节 微灌设备及性能参数	(697)
第三节 微灌工程规划与设计参数的确定	(701)
第四节 微灌系统设计	(708)
第五章 喷灌工程规划设计	(722)
第一节 喷灌工程概述	(722)
第二节 喷洒原理及基本参数	(729)

第三节 规划设计基本资料	(740)
第四节 设备及选型	(765)
第五节 水力计算	(799)
第六节 喷灌工程规划	(814)
第七节 管道式喷灌系统设计	(848)
第八节 机组式喷灌系统设计	(888)
第六章 滴灌工程规划设计	(911)
第一节 滴灌工程概述	(911)
第二节 滴灌系统的组成及规划设计	(921)

第四篇 雨水集蓄工程规划设计

第一章 雨水集蓄工程规则	(989)
第一节 雨水集蓄工程概述	(989)
第二节 雨水集蓄工程规划	(993)
第二章 雨水集流场设计	(1002)
第一节 影响集流效率的主要因素	(1002)
第二节 集流场位置与集流面材料的选择	(1003)
第三节 截流输水工程的设计	(1003)
第四节 集流面的设计	(1004)
第三章 雨水集蓄水源工程的结构设计	(1007)
第一节 水源工程位置的选择	(1007)
第二节 容积设计	(1008)
第三节 结构设计	(1012)
第四章 雨水集蓄工程的配套设施设计	(1031)
第一节 水源的净化设施	(1031)
第二节 水源的输水与排水系统	(1034)
第三节 水源机泵及配套设备	(1038)

第五篇 井灌井排规划设计

第一章 地下水资源评价	(1047)
第一节 地下水资源的特点	(1047)
第二节 地下水资源的分类	(1048)
第三节 地下水资源评价的主要任务	(1049)
第四节 区域均衡法	(1049)
第二章 单井设计	(1054)

第一节 井型选择	(1054)
第二节 机井设计	(1057)
第三节 成井工艺	(1064)
第三章 水井出水量计算	(1069)
第一节 管井单井出水量计算	(1069)
第二节 井群出水量计算	(1072)
第四章 井灌区规划	(1075)
第一节 井灌区规划原则	(1075)
第二节 井灌区规划	(1075)
第五章 竖井排水	(1080)
第一节 竖井排水的作用	(1080)
第二节 竖井排水的分类及其适用条件	(1081)
第三节 抽水井的规划	(1082)

第六篇 田间排水工程规划

第一章 农田渍涝原因和排水标准	(1089)
第一节 农田受涝及除涝标准	(1089)
第二节 渍害及排渍标准	(1092)
第二章 田间排水工程的类型和作用	(1096)
第一节 田间排水工程的类型	(1096)
第二节 田间排水工程的作用	(1097)
第三章 田间排水工程规划	(1101)
第一节 明沟排水网布置	(1101)
第二节 暗管排水网布置	(1101)
第四章 田间排水沟的沟深和间距计算	(1108)
第一节 除涝田间排水沟	(1108)
第二节 控制地下水位的田间排水沟	(1112)

第七篇 排水沟道系统规划设计

第一章 排水沟道系统布置	(1127)
第一节 排水沟道系统的组成和作用	(1127)
第二节 规划布置原则	(1128)
第三节 排水沟道系统布置	(1128)
第二章 排水承泄区	(1130)
第一节 承泄区应满足的要求和处理措施	(1130)

第二节 承泄区设计水位	(1130)
第三节 承泄区的整治	(1131)
第三章 排水沟道的设计流量	(1133)
第一节 设计排涝流量(又称最大设计流量)	(1133)
第二节 排渍流量(又称日常流量)	(1141)
第四章 排水沟道的设计水位	(1142)
第一节 排渍水位(又称日常水位)	(1142)
第二节 排涝水位(又称最高水位)	(1143)
第五章 排水沟道纵横断面设计	(1145)
第一节 横断面设计	(1145)
第二节 纵断面设计	(1153)

第八篇 节水灌溉工程规划设计

第一章 规划设计的基本资料	(1159)
第一节 资料的分类	(1159)
第二节 地形与地貌资料	(1163)
第三节 气象资料	(1165)
第四节 地质及水文地质资料	(1172)
第五节 水源及水文资料	(1175)
第六节 土壤与植被资料	(1182)
第七节 作物与灌溉制度资料	(1190)
第二章 区域水土资源平衡及评价	(1192)
第一节 概述	(1192)
第二节 区域水资源状况和可供水量分析	(1194)
第三节 用水定额及需水量分析	(1208)
第四节 水土资源平衡及评价	(1214)
第三章 节水灌溉工程规划	(1223)
第一节 规划的原则、内容和成果要求	(1223)
第二节 节水灌溉工程类型的选择和布局	(1227)
第三节 节水灌溉工程设计标准	(1236)
第四节 灌溉用水量和灌溉制度	(1238)
第五节 水源分析与水利计算	(1256)
第六节 工程总体布局	(1278)
第七节 节水灌溉工程规划实例	(1287)
第四章 节水灌溉工程设计	(1310)
第一节 节水灌溉工程设计的原则和主要内容	(1310)

第二节	管道和渠道的水力计算	(1317)
第三节	泵站工程设计	(1334)
第四节	渠道防渗工程设计	(1349)
第五节	低压管道输水灌溉工程设计	(1379)
第五章	灌区节水改造规划的编写	(1425)
第一节	灌区改造规划编写的一般性要求	(1425)
第二节	灌区现状调查与节水改造的必要性	(1428)
第三节	灌溉制度的确定	(1432)
第四节	水土资源平衡分析	(1445)
第五节	骨干工程	(1451)
第六节	田间工程	(1475)
第七节	水土保持与环境影响分析	(1479)
第八节	灌区管理	(1484)
第九节	投资估算及分期实施方案	(1488)
第十节	效益分析	(1490)

第九篇 不同类型地区的治理规划

第一章	山区丘陵地区的治理规划	(1497)
第一节	山丘区灌溉系统规划	(1497)
第二节	山丘区灌溉系统水文及水量调配计算	(1499)
第三节	山丘区水土保持	(1505)
第二章	南方平原圩区的治理规划	(1512)
第一节	圩区防洪规划	(1513)
第二节	圩区内部灌排系统规划	(1517)
第三节	圩区河道(网)水利计算	(1520)
第四节	排水闸的规划计算	(1522)
第五节	抽排站的规划计算	(1525)
第三章	北方平原地区的治理规划	(1529)
第一节	概述	(1529)
第二节	灌区土壤次生盐碱化的预防	(1531)
第三节	盐碱地的灌溉	(1534)
第四节	盐碱土的冲洗排水改良	(1536)
第五节	盐碱地的种稻改良	(1545)
第六节	放淤改良盐碱地	(1547)

第十篇 相关标准规范

渠道防渗工程技术规范	(1553)
灌溉试验规范	(1634)

第一篇

农田水利工程概论

第一章 农作物生长的环境条件

作物生长所需的基本条件有日光（光能）、热量（热能）、空气（主要为氧及二氧化碳）、水分和养分，称为作物生长的五大因素。其中除日光以外，其他因素全部或部分由土壤提供。农作物需要的水分和养分，主要通过其根系从土壤中获得，空气和热量主要来自大气和太阳的光能，而土壤空气和土壤温度的变化，也直接或间接地影响作物的生长发育。

第一节 作物与水分的关系

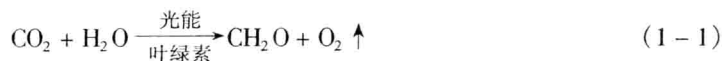
作物与水分有极密切的关系。水既是植株体的主要构成成分，又是作物生长发育的主要生态与环境因素。水分的多少与作物生长发育的整个过程有着密切的联系，并最终影响作物的产量。作物水分主要通过根系来源于土壤。因此，农田水分状况不仅直接影响作物的生理活动，而且会通过对土壤肥力的其他因素及农田小气候和农业技术措施等影响而影响作物。那么，必须了解作物与水分的关系及在不同生育过程中的作用，针对不同作物的需水规律和有关因素，采用合理的措施，为作物创造良好的环境条件，充分发挥水对作物的有利作用，避免水分不足和过多的不良影响。

一、水在作物生命活动中的作用

1. 水对作物的生理作用

水是原生质的主要组分。细胞作为植物的结构单位及功能单位，是由细胞壁和原生质体组成的。原生质体外面是质膜，里面是无数颗粒状和膜状的内容物浸埋在衬质中。原生质含水量一般在 80% 以上才可以保持溶胶状态，以保证各种生理生化过程的进行。如果含水量减少，原生质由溶胶状态变成凝胶状态，细胞生命活动将大大减缓（例如休眠种子）。如果原生质失水过多，就会引起生物胶体的破坏，导致细胞的死亡。另外，细胞膜和蛋白质等生物大分子表面存在大量的亲水基团，吸引着大量的水分子形成一种水膜，正是由于这些水分子层的存在，维系着膜分子以及其他生物大分子的正常结构。

水直接参与植物体内重要的代谢过程。绿色植物叶子里的叶绿体利用光能把从外界吸收进来的二氧化碳和水制造成具有化学能的有机物，并释放氧气，该过程叫做“光合作用”。光合作用所合成的有机物质主要是碳水化合物，其过程可用下式表示



水分子是光合作用的反应底物之一，没有水便没有绿色植物的光合作用。绿色植物是地球上分布最广的自养植物，其自养的生理活动是一切有机物质合成的根本来源，并为自然界补充氧气，也是太阳能生物利用的重要途径，成为人类和其他生物生存的基础。另外，还有许多生化过程如水解反应等均有水参与。

水是许多生化反应的良好介质。植物体内绝大多数生理生化过程都是在水介质中进行的。如光合作用中的碳代谢、呼吸作用的底物分解代谢都发生在水相中。另外，同化物如光合作用的产物和无机离子的运转亦是在水介质中完成的。植物体内的水分流动，把整个植物体联系在一起，成为一个有机整体，在这个体系内有机物和无机离子以水溶状态到达需要的任何部位。

水能使植物保持固有的姿态。足够的水分可使细胞保持一定的紧张度，因而使植物枝叶挺立，便于充分吸收阳光和气体交换，同时也可使花朵开放，利于传粉。

细胞的分裂和延伸生长都需要足够的水分。植物细胞的分裂和延伸生长对水分很敏感，生长需要一定的膨压，缺水可使膨压降低甚至消失，影响细胞分裂和延伸生长而使植物生长受到抑制，植株矮小。

2. 水的生态作用

所谓生态作用就是通过水分子的特殊理化性质，给植物生命带来有益的作用。

水是植物体温度调节器。水分子具有很高的汽化热和比热，因此在环境温度波动的情况下，植物体内大量的水分可维持体温相对稳定。在烈日暴晒下，通过蒸腾散失水分以降低体温，植物不易受高温伤害。

水对植物生存环境的调节。水分可以增加大气湿度，改善土壤及土壤表面大气的温度等。在作物栽培中，利用水来调节作物周围小气候是农业生产中行之有效的措施。例如，越冬作物灌水可保温抗寒。盛夏给大田喷雾（水）可以改变作物周围的湿度，增大气孔开度，减少或消除午休现象。

总之，植物对水分的需要包括生理需水和生态需水。农业生产中一定要注意调节植物的水分平衡，同时改善植物生存的环境条件，这是夺取农业丰产稳产的重要保证。

二、水分亏缺条件下作物—水分关系

在影响作物生长的诸因素中，水分亏缺的影响最为广泛。植物的根系从土壤中吸取水分，通过茎转运至叶子及其他器官。少部分参与代谢和构建植物体，绝大部分通过叶面气孔的蒸腾作用，以水汽状态散失到大气中。植物体内的水分保持动态平衡是其正常生长发育的基础。当根系吸水不能满足蒸腾失水时，植物体内储水量（或含水量）减少，引起植物体内水分亏缺，叶水势降低，对植物产生不利的影响。作物水分亏缺（Crop Water Deficit，简为 CWD）常表示为

$$\text{CWD} = T - S_r \quad (1-2)$$

式中 T ——保证作物正常生长发育条件下的蒸腾量, mm;

S_r ——根系实际吸水量, mm。

只有当植物水的吸收、运输和散失三者调节适当时才能维持良好的水分平衡。

1. 植物生长对土壤水分亏缺的三种效应

(1) 缺水效应。在漫长的进化过程中, 为适应恶劣的水环境, 同时求得生存和发展, 经过自然的选择, 植物形成了一系列行之有效的适应调节机制, 使植物能对付不同程度的水分胁迫。作物在适度水分亏缺的逆境下, 对于有限缺水具有一定的适应性和抵抗效应。适度水分亏缺不一定使产量显著降低, 反而使作物水分利用率显著提高。禾谷类作物早期适度缺水有利于增产, 其主要模式是引起作物体内营养物质分配模式的改变, 同化物从营养器官向生殖器官分配增加。生长后期适度缺水, 促进灌浆进程, 灌浆速率加大, 作物体内物质运输不降低, 经济产量增加。严重水分亏缺使作物减产, 其主要原因是叶片生长减慢甚至停止, 叶片衰老加快, 叶面积减小和光合速率降低, 光合“源”严重受损, 同化产物的缺乏导致籽粒的早期败育。

(2) 补偿效应。植物在复水解除水分胁迫后是否存在补偿、超补偿效应, 目前国际生物学界尚未达成共识。但一般都认为植物在胁迫后存在快速生长, 具备形态可塑性。Wenkert 等把水分胁迫后复水引起的反应称为补偿生长或“贮积”生长, 并指出这种生长可能是膨压的恢复引起的。水分胁迫解除后, 植物体内会发生一系列的变化和反应, 植物是否表现为补偿生长, 取决于这些变化、反应的程度和持续的时间, 具体表现在代谢物质水平、植物水分关系和宏观生长量(干物重、株高和叶面积等)。不管是代谢物质水平, 还是植物水分生理指标, 都不能直接反应生长恢复状况, 因此必须从生物量积累、叶面积扩展等方面研究植物对水分胁迫解除的整体效应, 以便有效地服务于生产。Takami 等以向日葵为试材, Hoogenboom 等以大豆为试材, Subramian 等以豇豆为试材的研究表明, 水分胁迫能显著降低叶片的扩展速率, 且在一定的土壤水分下限时叶片停止扩展, 而复水可以解除这种影响, 甚至在一些情况下叶片伸展速率超过了湿润处理, 同时叶片功能期可能适当延长以弥补叶面积的减小。

(3) 滞后效应。植物的滞后效应与补偿效应不是截然分开的, 有人认为复水后植株体所表现的生长反应只是推迟生长的重新恢复。植物在适应外界环境变化时所呈现的滞后一定伴有某种程度的补偿。滞后时间因指标的选择不同而变化, 在同种指标和相同的环境变化条件下, 滞后时间也会因物种不同而不一致。Sanchez 等研究了玉米和高粱在水分胁迫期间及复水后的气孔行为, 指出水分胁迫造成的气孔关闭因胁迫的解除而得到缓解和恢复, 复水 2d 后达到对照水平。Subramian 等研究了豇豆对水分胁迫及复水的生理反应, 发现水分胁迫导致叶水势和气孔导度下降, 光合及蒸腾速率降低。叶水势对复水的反应最快, 在重新供水 3h 后即恢复到对照水平, 蒸腾速率在复水 6h 后基本接近对照水平, 而气孔导度和光合速率在 24h 后才恢复正常。无论叶水势、气孔导度、蒸腾速率、光合速率和叶片延伸速率, 还是叶面积、株高、干物重, 对水分胁迫和复水都不是即刻作出响应, 而存在不同尺度的滞后时间。滞后时间与胁迫程度、持续时间以及响应变量的选择都有关系。该滞后时间的存在在应用中, 使得作物水分亏缺临界期与最佳供