



灌溉计划用水

许志方主编

中国工业出版社

灌溉工程规划用水

許志方主編

中国工业出版社

本书初步总结了解放后我国实行灌溉计划用水以来的经验，同时亦阐述了与灌溉计划用水有关的一些基本知识。

全书共分八章。首先介绍了灌溉计划用水的内容、灌溉与农业增产的关系、根据灌区管理工作的要求制定灌溉制度的方法。接着介绍了计划用水的编制与执行，既有实例，亦有基本公式的推导。书中还介绍了不同地区的灌溉方法与灌水技术。对渠系上的测水方法，列有专门的表格可供查用。最后介绍了灌溉水量损失的测定和计算方法，及提高有效利用系数的各种措施。

本书主要供灌区管理工作人员参考阅读，亦可供农田水利专业高等学校的师生及中等技术学校的教师在教学中参考。

灌 溉 计 划 用 水

許 志 方 主 編

*

水利电力部办公厅图书编辑部編輯（北京阜外月坛南街房）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本850×1168 $\frac{1}{8}$ ·印张10 $\frac{1}{8}$ ·插页1·字数267,000

1963年6月北京第一版·1963年6月北京第一次印刷

印数0001—1,960·定价(10-6)1.60元

*

統一书号：15165·2408(水电-319)

主編人：許志方

本书各章編写人如下：

- | | | |
|-----|-----|-----|
| 第一章 | 陈炯新 | 于志敏 |
| 第二章 | 李茂坤 | |
| 第三章 | 田 园 | 郭元裕 |
| 第四章 | 許志方 | |
| 第五章 | 賈本瑩 | |
| 第六章 | 朱声金 | 傅作鈞 |
| 第七章 | 朱声金 | |
| 第八章 | 許志方 | 陈学敏 |

本书审閱人如下：

(以姓名笔画为序)

李平延 李正风 陈炯新 竺士林 邹广荣

目 录

第一章 概 論	1
第一节 我国灌溉事业簡况	1
第二节 灌溉管理工作的任务	2
第三节 计划用水	4
第二章 灌溉与农业	6
第一节 农作物的生育及其生活条件	6
一、植物的个体发育	6
二、农作物的生育	9
三、农作物的生活条件	13
第二节 灌溉对作物生活条件的影响	18
一、灌溉对水分状况的影响	18
二、灌溉对土壤通气状况的影响	20
三、灌溉对热状况的影响	21
四、灌溉对养分的影响	22
五、灌溉对作物羣体结构及个体发育的影响	27
第三节 作物与水	28
一、作物对水分的吸收、运转和消耗	30
二、作物的需水特性	36
三、作物的耐盐性能	39
四、作物的灌溉和排水	41
第四节 灌溉与农业技术措施的結合	43
一、土壤耕作	44
二、合理施肥	46
三、合理密植	50
四、田间管理	50
五、輪作	52
第三章 灌溉制度	53
第一节 利用水量平衡分析法設計灌溉制度	54
一、資料的整理和分析	54
二、旱作物灌溉制度設計	72
三、水稻灌溉制度設計特点	75

第二节 不同地区的灌溉經驗	79
一、我国几种主要作物的灌溉制度經驗	79
二、儲水灌溉	88
三、盐碱地作物的灌溉	94
第三节 因时、因地制宜制定和执行灌溉制度	98
第四章 用水計劃的編制	103
第一节 概 述	103
一、編制用水計劃的意义	103
二、用水計劃的种类及編制程序	105
第二节 用水申請书、用水計劃	106
一、生产单位用水申請书	106
二、用水单位用水計劃	106
第三节 渠系用水計劃	109
一、渠系用水計劃的編制方法与步驟	110
二、不同地区用水計劃的編制特点	139
第四节 渠系用水計劃的修正	145
一、当实际灌溉面积、作物組成或灌水定額有較大变动时的 修正方法	145
二、当渠首可能引入的流量与原計劃不符时的修正方法	148
三、由于当地气象或水文地质情况的改变而須修正原用水 計劃的方法	153
第五节 用水計劃的审批	154
一、审批程序	154
二、审批时应注意事項	155
第五章 用水計劃的执行	158
第一节 准备工作	158
一、建立和健全各級用水組織	158
二、建立和健全各項用水制度	160
三、渠道及建筑物的檢查与整修	161
四、修好田間工程	161
第二节 水量調配工作	162
一、工作制度	162
二、水量調配原則	164
第三节 观测工作	166

一、渠系测水工作	166
二、墒情观测工作	167
三、地下水观测工作	170
四、土壤盐分观测工作	170
五、田间灌水观测工作	171
六、气象等其他观测与旱情预报工作	171
第四节 用水计划执行结果的检查与总结	172
第六章 灌水方法与灌水技术	176
第一节 概 述	176
一、对各种灌水方法与灌水技术的要求	176
二、灌水方法的类别	177
三、决定地面灌水技术的主要因素	178
第二节 畦灌法	181
第三节 沟灌法	189
第四节 淹灌法	195
第五节 提高灌水质量和生产率的措施	199
一、平整土地	200
二、推广简易灌水工具与设备	202
三、使用优良的工具做好田间工程	204
四、做好灌水组织工作	207
第六节 盐碱地上的灌水技术	207
一、盐碱地上旱作物的灌水技术	208
二、盐碱地上水稻田的灌排技术	210
第七章 灌溉渠系上的测水工作	212
第一节 概 述	212
一、渠系测水的意义和目的	212
二、我国渠系测水工作的现状	213
第二节 渠系测水站网的布置	214
一、各种测站的作用与布设位置	214
二、布置测水站网的要求	215
第三节 测水的工具与方法	216
第四节 利用水工建筑物测水	217
一、用作计算水量的水工建筑物应具备的条件	217
二、测量和计算水量的方法与步骤	217

第五节 利用提水机械测水	230
一、角尺量水法	231
二、弯头测水法	233
三、公式计算法	236
第六节 利用特设量水设备量水	237
一、选择与安装特设量水设备时应遵守的原则	237
二、量水堰	238
三、量水喷嘴	251
四、量水槽	258
五、利用放水管量水	267
第七节 利用流速仪及浮标测流	270
一、流速仪测流法	270
二、浮标测流法	274
第八节 利用水尺量水	277
第九节 塘坝及小型水库流出水量测定	277
一、利用水位库容曲线测定流出水量	278
二、利用现有放水设备测定出水流量	278
第十节 流量观测记载及资料分析	279
一、量水人员的职责	279
二、观测资料的整理分析	281
第八章 灌溉水量损失及提高有效利用系数的措施	289
第一节 概 述	289
第二节 有效利用系数	290
一、渠道有效利用系数	290
二、渠系有效利用系数	291
三、田间水的有效利用系数	293
四、灌溉水的有效利用系数	293
第三节 各种损失水量的测定和计算	293
一、渠道渗漏损失的测定和计算	293
二、田间水量损失的测定和计算	301
第四节 防止水量损失, 提高有效利用系数的措施	302
一、管理措施	303
二、工程技术措施	310
三、各种防渗措施的经济效益比较	314
主要参考文献	317

第一章 概 论

第一节 我国灌溉事业简况

我国是世界上灌溉事业历史最悠久、最发达的国家之一。相傳远在四千多年以前，大禹就曾“尽力乎沟洫”。在周礼上曾有这样的記載：“遂人匠之治，夫間有遂，十夫有沟，百夫有澮。澮注入川，沟洫脉絡，布于田野。旱則灌溉，潦則洫去”。这說明在周朝已經有了比較完整的田間防旱除澇的水利系統了。几千年来我国劳动人民在与水旱灾害作斗争中，积累了丰富的經驗，所以有些一、两千年前修建的灌溉工程，由于布局設計、修建管理得科学合理，直到現在还繼續使用。象現在安徽省寿县的安丰塘灌区，就是公元前六世紀楚国宰相孙叔敖修的芍陂，它是利用原有的湖泊形成周圍約 100 里的水庫，引蓄淝河的水来进行灌溉。这是我国有历史記載的最早的蓄水工程。解放后經過整修、扩建，現在可灌田五十万亩；公元前三世紀秦朝李冰父子領導四川人民修建了著名的都江堰大型灌溉工程，这个工程不但設計科学，而且建筑上就地取材，費省效宏。此外还有引涇水灌溉的郑国渠（公元前246年），宁夏的秦渠、汉渠、唐徕渠等。其他如遍布南方水稻地区的塘坝，华北各省的水井，西北地区的坎儿井、天車等，都是我国自古以来与干旱作斗争灌溉农田的重要工具。

如上所說，可以看出我国的灌溉事业有着悠久的历史 and 极大的成就，但是由于社会制度的限制，发展是十分緩慢的，特别是在国民党反动統治时期发展更为迟緩，虽然随着近代水利科学技术的傳入，在我国也出現了新式的灌溉工程，如陝西省惠惠渠、渭惠渠灌区等，但总的情况却是破坏多于建設，甚至原有工程也日趋廢弃。象前面談到的安丰塘(芍陂)灌区，到解放时灌溉面积不足八万亩，都江堰效益也下降到一百万亩左右。

早在土地革命时期，毛泽东同志曾經指出：“水利是农业的命脉”，科学地揭示了发展水利和发展农业生产之間的密切关系。我国人民革命事业的胜利和社会主义革命、社会主义建設的胜利前进，灌溉事业也进入了一个大規模发展的新阶段。

在1950年到1952年国民經济恢复时期，一方面迅速地恢复了战争时期破坏和失修的灌溉工程，摧毁了地主阶级对水利的封建垄断特权，廢除了封建的管理水規，另一方面还开始兴建了一批新工程。特别是1952年，随着土地改革运动的胜利完成，亿万农民从几千年封建压迫下获得了解放，生产积极性空前高漲，因之1952年春在全国范围内出现了第一次羣众性的兴修水利高潮。

农业和工业的恢复发展，特别是农业的发展，使水利事业进展更快。发展国民經济第一个五年計划期間(1953~1957年)在治理大江大河的同时，开始兴建了許多大型的現代的灌溉工程和数以万計的小型渠道、塘坝、水井，新增了大量的各种提水工具，排灌机械也有很大的增加，对許多旧的古老灌区进行了改善和扩建。从1955年冬季开始，随着农业合作化运动的蓬勃发展，又出現了一个比1952年更大的水利建設高潮。

从1958年起，我国进入了第二个五年計划建設时期，在总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗指引下，1958年、1959年繼續进行了大規模的水利建設，灌溉面积有了显著的增长。自1959年起連續三年发生了严重的水旱自然灾害，这些水利灌溉工程，在防旱抗灾斗争中发挥了巨大的作用，从而縮小了成灾面积，減輕了灾害程度，有力地支援了农业生产。

第二节 灌溉管理工作的任务

灌溉工程的兴修与管理是紧密联系的。假如說灌溉工程的建成为抗御水旱灾害保卫农业生产提供了物质条件；那末只有做好灌溉管理工作，才能充分利用水利资源，达到农业增产的目的。因此，解放以来，在我国水利事业的发展中，一向是把“兴修与管理并重”作为重要原則，強調修好一处，管好一处，用好一处，

不断巩固发展成果，發揮灌溉实效。

灌溉管理是联系水利与农业生产的紐帶，是水利为农业服务的具体体现，灌溉管理工作的任务，概括的說是：

1. 發揮工程效益，实施計劃用水；
2. 提高灌溉水及渠系有效利用系数；
3. 經常保持渠道及建筑物的完整状态；
4. 降低灌溉成本；
5. 不断改良土壤状况，使灌区农业稳定增产。

組織管理、工程管理、用水管理是灌溉管理的三个重要內容，它們彼此联系，相互促进。

水利資源是全民性財產，灌溉工程归灌区内受益单位使用，为了正确处理用水单位之間在灌溉用水利益上的关系，合理使用水利設施，我国对灌溉工程是采取专业管理机构与羣众性民主組織相結合的形式进行管理。一个灌区特别是大型灌区在交付生产之前，就要建立健全专业管理机构，配备专业人員，負責执行国家的有关方針政策和业务技术措施，集中統一进行灌区的配水、排水及工程的維修养护和一些科学試驗研究工作。与此同时，还从上到下建立一套羣众性的民主管理組織，通常为灌区代表会或灌区管理委员会，代表灌区用水单位研究討論灌区工作中的重大問題，监督管理人員履行职責。对于羣众自办的小型工程，則是按照誰修、誰管、誰用的原則，由公社或生产大队、生产队自己配备人員，組織管理。

工程管理工作的指导原則“防(护)重于搶(險)”，其任务是保証工程的經常完整，延长工程使用年限，發揮工程效益。因此，在工程管理中把檢查、养护和定期整修視為一項根本制度。工程檢查的目的在于了解工程的运用和損坏情况，檢查工作有临时的(如放水前后、风雨前后)和定期的檢查(如按旬、按月、按季)。通过檢查为工程的維修提供依据。工程养护是經常性的工作，对工程上发现的局部損坏，采取随修随整措施，弥补工程缺陷，防止事故发生，至于定期的整修、清淤則多是利用用水間隙和农业

間隙全面进行。

用水管理是灌溉管理的中心，它的任务是合理調配水量，及时組織田間灌溉或排水工作，为作物生长和土壤改良提供良好的土壤水分条件，促进作物产量的稳定增长和水的利用率的提高。这些任务是集中通过“计划用水”来实现的。

第三节 计划用水

计划用水是灌溉管理工作的中心内容，也是提高灌溉管理科学水平充分发挥水利效益的重要措施。所謂“计划用水”，就是按照作物的需水要求与水源供水情况，結合农业生产条件，有计划地引水、蓄水、配水、灌水，合理組織用水，适时适量地調节土壤水分，以滿足作物需水要求。计划用水工作，是社会主义农业有计划发展的組成部分，也是适应农业集体化生产条件下用水管理的科学发展。解放初期适应农业生产互助合作的要求，在羣众中曾創造了“合作用水”及“计划配水”等方式，1954年我們进一步吸取了苏联灌溉科学的成就，总結了我国人民的用水經驗，开始在河南省人民胜利渠試行比較完善的计划用水方法。几年来無論从数量和质量上都有了很大的发展与提高，生产实践中也証明了这是一項省水增产的好办法。陝西省許多灌区，几年来坚持实行计划用水，取得了很好的成績，如洛惠渠灌溉水的利用率由1954年的40%、提高到50%以上，灌溉面积由1957年42万亩扩大到55万多亩。各地根据具体条件，創造与总結了許多简单易行、效果良好的计划用水方法。象广东省有些水庫灌区实行了“水量下放、包干用水”，做法是按照作物生长期，根据灌溉面积将水庫可用水量預分至各用水单位，并發給水量“存折”，包干使用；湖南省实行了“三定、三包和算三笔帳”的办法，三定是定人、定田、定水，三包是包抗旱能力、包灌水质量、包工程养护，三笔帳是算需水量、算供水量、算配水。这些办法，大大地丰富了计划用水的内容。

实施计划用水工作，必須重視羣众的生产实践和适应工程的条件，因地制宜，簡便易行，讲求实效。计划用水工作，可以概

括为以下六个基本环节：

第一是“統”。就是全面考虑、統一安排。灌区各种工程統一管理，各种水源統一使用，各方用水統一安排。

第二是“算”。根据用水季节和种植作物，算好供需水量、灌溉田亩、用水時間、澆地劳力几笔帳。

第三是“配”。根据上述各种資料、各生产大队的用水申請和工程情况分配水量，如确定輪灌組、配水次序、配水時間和配水量。

第四是“灌”。因地制宜采用合理的灌溉制度和灌水技术。

第五是“定”。实行和健全各种責任制度，定水定田、定人定責。

第六是“量”。在渠道上必要的分水、配水地点进行量水。

我們在計劃用水工作的實踐中，無論在編制計劃方法，或者執行計劃的措施、制度等方面都积累了不少經驗。但由于我国灌溉工程的种类繁多，各地的农业气象、水文地质以及耕作习惯、耕作技术都有很大差异，即使在一个灌区之内，特别是大型灌区、多种水源的灌区和綜合利用任务多的灌区，例如，灌区内部水利土壤改良区域的划分，大、中、小和引、蓄、提多种工程的水源如何綜合分析、合理調配，在保証灌溉用水和土壤改良的前提下，如何統筹兼顧达到一水多用，在一些旱、澇、碱問題同时存在的地区，如何进行合理灌溉，尤其是如何适应我国人民公社集体經济的发展等方面，都需要計劃用水工作进一步从科学技术上、实际运用上加以丰富、提高和創造发展。

国家要求“所有灌区，都应积极推行計劃用水，以節約用水，扩大灌区面积”。根据这个要求，在灌溉管理中應該而且必須把計劃用水工作当作一項中心的长期任务。深信在党的领导下，依靠广大羣众，貫徹多种多样因地制宜的原則。我国的計劃用水工作，会更有效地进一步得到发展，灌区管理技术水平将由此而大大提高，灌溉用水也必然在发展农业生产上起到更大的作用。

第二章 灌溉与农业

灌溉农业是研究在灌溉条件下的土壤水分状况，土壤耕作制度，施肥制度及作物轮作制度等问题。它的任务就是要求在水利土壤改良和农业技术措施的密切结合下，为农作物的整个生育过程创造良好的外界环境条件，以满足作物生育所需的土壤、水分、通气、营养、光、热等状况，从而不断提高土壤肥力，以获得高额而稳定的产量。

第一节 农作物的生育及其生活条件

一、植物的个体发育

农作物都有它的个体发育的规律。个体发育是指植物有机体正常生活史的全部过程，种子植物由播种的种子萌动后到结成果实形成新的种子的过程，包括着植物有机体全部生活和所有特性。植物在通过正常发育史的同时，一般也在生长，但生长和发育是生活过程中两种不同的现象，植物的生长是指其体积和重量的增加，也就是植物根、茎、叶及其他器官的体积大小的增加。而植物的发育是细胞内部质的变化和器官形成过程的质变。作物没有生长，就不可能有发育，没有发育，也就不能正常生长，生长是发育的一部分。一般说在正常的条件下，植物发育了，它也生长了，所以生长可以看做是发育的一个特性。

生长和发育所要求的外界环境条件，可以一致也可以不一致，所以生长和发育速度之间就没有一定的比例关系，这样在农业实践中可以观察到四种生长和发育之间的不同现象：

1) 生长快，发育也快：如冬小麦到春天，温度和光照条件都符合它生长的要求，所以生长发育都快。

2)生长快,发育慢:如广东的晚稻在南京栽种,有一定温度、水分等条件,生长很快,但缺少发育所需要的短日照条件,所以发育很慢,10月里还不抽穗结实。

3)生长慢,发育快:小麦种子萌动后,放在 $0\sim 3^{\circ}\text{C}$ 低温下生长很慢,但因符合春化阶段所要求的条件,所以发育很快。

4)生长慢,发育也慢:如夏季作物在低温下播种,生长和发育都很慢。

种子植物发育有其阶段性,到现在为止,在一、二年生植物中,苏联特·德·李森科认为全部的发育阶段约为 $4\sim 5$ 个,已经研究比较充分的有两个发育阶段。第一个是春化阶段,第二个是光照阶段。

春化阶段:这是作物个体发育的第一个阶段。春化阶段不仅能在正生长着的绿色植物中通过,甚至也能在刚萌动的种子内通过。作物在通过此阶段时需要水分、空气、养分等综合条件,其中以温度为主导因素。各种作物通过春化阶段要求一定的温度,不然就渡过得很慢或者不能通过。例如春季播种未春化的冬小麦种子,则冬小麦虽迅速生长和分蘖,但不能抽穗和结实。这是因为冬小麦通过春化阶段需要低温,而在春播后遇到高温,未能通过春化阶段所致。因此人们欲使植物的发育有利于人类,可以在植物的春化后期适当地改变温度条件使植物在生理上引起变化,逐渐改变植物的本性。如冬小麦在春化后期给以春麦的高温处理,经过二、三年就可变成春麦。同类植物因品种不同,其通过春化阶段与时间也不相同。一般说来,春化阶段要求的温度越低,所需时间越长。水稻通过春化阶段要求的温度是 $15\sim 30^{\circ}\text{C}$,时间约12天,冬小麦是 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$,时间约 $30\sim 70$ 天,春小麦是 $5\sim 20^{\circ}\text{C}$,时间约 $3\sim 15$ 天。棉花是 $15\sim 28^{\circ}\text{C}$,时间约 $5\sim 8$ 天。

光照阶段:这是植物发育的第二阶段,通过光照阶段一定要具有光、水分、空气和营养物质等综合条件,而光照是此阶段的主要因素。植物在此发育阶段需要一定的光照才能通过,也就是才能开花。日照时数对作物完成光照阶段的速度和影响生育期的

长短，都有很大的关系。光照阶段分长日照与短日照两种，长日照作物如小麦，元麦，豌豆等作物，在长日照条件下能提早成熟，通过此阶段每日大约需要不少于10小时的继续光照，并且日照越长，通过光照阶段越快，在短光照条件下便会延迟或不能开花结实。短日照作物如中熟、晚熟的水稻、棉花、玉米、高粱、大豆、甘薯、粟、甘蔗、大麻、黄瓜等，它们只有在一定的黑暗条件下，才能进行光照阶段的质变，黑暗时间愈长，有发育愈快的趋势，它们在长日照下就延迟甚至不能开花结实；但是在完全黑暗的情形下，由于不能进行光合作用，植物不能正常的生长，也就不能正常的发育，因而这类作物也需要一定时间的日照。根据中国科学院植物生理研究所与华东农业科学研究所1953~1954年进行一些水稻品种的光照阶段分析结果：早稻品种通过光照阶段较适宜的日照长度是相当广泛的，一般在8~24小时日照长度下均能顺利抽穗，仅部分品种在长日照下抽穗稍迟；中稻一般在8~24小时日照长度下都能抽穗，但在14小时以上的长日照下抽穗延迟；晚稻一般在较短日照（8~12小时）下，方可顺利抽穗，在长日照下显著延迟（14小时）或不抽穗（16~24小时）。又据华北农业科学研究所曾在北京用粟的品种“燕京811”试验结果：在每天6小时的光照下抽穗要比自然光照提早33天左右，在每天14小时的光照下抽穗要比自然光照延迟34天左右，每天24小时光照下则不能抽穗。

为什么植物在光照阶段上对光照的要求会有长短不同呢？这是因为它们的祖先在许多世代以来都是在长日照或短日照条件下生长发育的缘故，因此，它们就形成了对长日照或短日照要求的特性。

植物完成春化阶段和光照阶段以后，就开花结实完成发育。如果植物没有完成春化阶段或者仅仅完成了春化阶段而没有完成光照阶段，那么植物就不可能开花结实完成发育。

植物阶段发育有三个基本规律，就是阶段发育的顺序性、不可逆性和局限性。阶段发育的顺序性，就是植物个体发育是按照

一定順序进行的，前面一个发育阶段若沒有通过，下面一个发育阶段就不可能开始，所以种子植物自播种至开花結实，必須先通过春化阶段，在完成春化阶段后，才能进入光照阶段。同时植物阶段发育是不可逆的，植物的阶段发育是按次序往前进行的，永远具有前进的性质，而沒有回溯的过程，細胞中已經获得了的阶段性质变是不会消失的。阶段发育的局限性就是阶段性变异不是在植物的所有細胞，而是发生在莖生长点的細胞。

我們了解植物发育阶段所要求的外界綜合条件，掌握了植物阶段发育的特性，就可以使阶段发育理論在生产实践中發揮它的指导作用。

二、农作物的生育

1. 农作物生育时期的意义 农作物的生育时期是指作物生活过程中某些一定的外部性状或器官出現的时期，例如出苗、分蘖、抽穗、开花、成熟等。它与种子植物的各个发育阶段，在含义上有着基本上的差别。所謂发育阶段是指植物一生的发育过程，不但有量的变化而且有质的飞跃，是由几个不同性质生育时期組成的。所以生育时期是指形态上的变化，而发育阶段是指內部质的变化，但前者的发生是必須要以后者植物細胞中阶段性的质变为基础的。同时，形态变异的发生除要有一定质变的基础外，也要求自己的发育条件，所以往往落后于质的改变。因此，生育时期和发育阶段之間并沒有一定不变的关系。

2. 几种主要作物的生育期及各生育期的特征

(1) 水稻

a. 浸种期：分別記載浸种催芽的日期(日/月)与時間(天，小时)。

b. 播种期：实际播种日期，記为日/月。

c. 出苗期：播种后有50%幼芽露青的日期为出苗期，全区有10%出苗为出苗始期，有80%出苗为出苗盛期。一般以出苗盛期代表出苗期。秧田和直播田同法記載，但分別記載幼苗期。移植