



北京市高等教育精品教材立项项目

P 喷灌工程学

ENGUAN
GONGCHENGXUE

主编 周世峰



北京工业大学出版社

北京市高等教育精品教材立项项目

喷 灌 工 程 学

主编 周世峰

副主编 邓 丽 王立宏 吴涤非

北京工业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

喷灌工程学/周世峰主编. —北京: 北京工业大学出版社, 2004.8

ISBN 7-5639-1298-3

I. 喷... II. 周... III. 喷灌-高等学校-教材
IV. S275.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 031031 号

喷 灌 工 程 学

主编 周世峰

*

北京工业大学出版社出版发行
邮编: 100022 电话: (010) 67392308

各地新华书店经销
徐水宏远印刷厂印刷

*

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷
787mm×1092mm 16 开 20 印张 405 千字
印数: 0001~2000 册

ISBN 7-5639-1298-3/T·213

定价: 26.00 元

编 者 的 话

节水灌溉技术在我国已经有几十年的发展历史,随着水资源的日益紧缺,人们的节水意识不断提高,节水灌溉技术得到越来越广泛的关注。虽然该项技术的发展和运用,使传统的灌溉发生了根本性的改变,农田水利的内容也更加充实和丰富,但至今还没有节水灌溉技术方面的专业教科书,多年来许多本科生、研究生都是使用有关的设计手册,或是培训教材。为了适应专业技术人才培养的需要,迫切需要编写一套正规的节水灌溉的专业教材。

《喷灌工程学》就是在这种形势下编写的。本书和今后陆续编写的《微灌工程学》、《节水灌溉》等教材,将为农田水利专业的本科生提供一套完整的节水灌溉的教材。

喷灌技术自20世纪70年代引入中国后,得到迅速发展。我国已积累了大量工程实践经验,取得了丰富的科研成果,从而推进了该项技术的进步。具有中国特色的喷灌技术和产品体系逐步形成,在推动我国农业现代化进程中,发挥了巨大的作用。

本书的目的是使农田水利专业的本科生通过本门课程的学习,掌握喷灌的基本理论和原理,并能够从事喷灌工程的规划、设计。作为一本实用技术的专业教材,我们在编写中特别强调其实用性。为了拓宽本书的适用范围,增加了当前较为深入的研究内容,使本书同时也可以作为研究生的教材。为了提高学习效果,书中每章后面均附有习题。本书可作为教材,也可供从事农田水利的技术人员参考。

本书的主编为周世峰,副主编为邓丽、王立宏、吴涤非。参加编写的有:吴涤非(第一章、第二章、第七章)、周世峰(第五章、第六章、附录)、邓丽(第三章)、王立宏(第四章)。全书由周世峰统稿,吴涤非主审,王韶华对本书提出了宝贵的意见,杜晓旭、刘伟江、张芳、韩栋、郑捷、宋芮等同志在计算机录入和图表绘制等方面做了大量工作,在此表示感谢。因水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请广大读者不吝指正。

编 者
2004年4月

目 录

编者的话

第一章 灌溉和节水灌溉	(1)
第一节 灌溉的作用和分类	(1)
一、灌溉的历史和作用	(1)
二、灌溉的分类	(3)
三、我国的三个灌溉地带	(5)
第二节 我国的水资源现状和节水灌溉	(6)
一、水资源的概念	(6)
二、我国的水资源现状和解决水资源紧缺的主要途径	(8)
三、节水型农业和节水灌溉工程	(10)
四、我国灌溉面临的问题	(18)
习题一	(20)
第二章 喷灌和喷灌系统	(21)
第一节 国内外喷灌发展概况与趋势	(21)
一、国外喷灌发展的概况和趋势	(21)
二、我国喷灌发展的概况和前景	(24)
第二节 喷灌的优缺点	(28)
一、喷灌的优点	(28)
二、喷灌的缺点和局限性	(31)
三、适宜发展喷灌的条件	(33)
习题二	(33)
第三章 喷灌工程规划设计	(34)
第一节 规划设计基本资料	(34)
一、自然条件资料	(34)
二、生产条件资料	(45)
三、社会经济资料	(45)
第二节 规划设计原则、内容及成果要求	(46)
一、喷灌工程规划设计的原则	(46)
二、喷灌工程规划设计的内容	(46)

三、规划设计成果要求	(50)
第三节 喷灌设备与喷灌系统类型的选择	(50)
一、喷灌设备	(50)
二、喷灌系统分类	(52)
三、各类喷灌系统的特点及适用条件	(54)
第四节 喷灌设计标准和设计参数	(56)
一、喷灌设计标准	(56)
二、喷灌设计参数	(57)
第五节 设计灌溉制度和喷灌用水量计算	(63)
一、设计灌溉制度的拟定	(63)
二、设计灌水定额和灌水周期的确定	(65)
三、喷灌用水量及用水流量的计算	(66)
第六节 水源分析与水利计算	(70)
一、水源水量分析计算	(70)
二、蓄水工程容积计算	(73)
三、蓄水工程地址选择	(77)
第七节 多种作物、多种灌溉方式的综合性规划和布局	(78)
第八节 作物需水量及计算方法	(80)
一、作物需水量	(80)
二、作物需水量的计算方法	(81)
习题三	(83)
第四章 喷灌系统技术设计	(84)
第一节 技术设计的步骤和内容	(84)
一、设计步骤	(84)
二、设计内容	(84)
第二节 喷灌系统管道布置	(87)
一、田间管道系统布置的原则	(87)
二、影响田间管道系统布置的主要因素	(88)
三、田间管道系统的布置形式	(89)
第三节 喷头选型和组合间距	(90)
一、喷头的喷洒方式和组合形状	(90)
二、设计喷灌强度	(92)
三、喷灌均匀度	(93)
四、组合间距的确定	(99)
第四节 管道系统设计和管道水力计算	(106)

一、管道系统设计	(106)
二、喷灌管道水力计算	(114)
第五节 喷灌工作制度	(124)
一、喷头在工作点上喷洒的时间	(124)
二、每日可喷洒的工作位置数	(125)
三、同时喷洒的喷头数	(125)
四、轮灌方案	(125)
第六节 自压喷灌系统设计	(126)
一、自压喷灌的类型	(127)
二、自压喷灌系统的设计	(127)
第七节 机组式喷灌系统设计	(136)
一、轻、小型喷灌机组系统设计	(136)
二、绞盘式喷灌机系统设计	(141)
三、中心支轴式喷灌机	(146)
四、平移式喷灌机系统设计	(149)
第八节 其他类型喷灌系统的设计	(150)
一、园林喷灌	(151)
二、体育场喷灌	(153)
三、我国体育场喷灌的发展和喷灌型式	(155)
四、一种新型的体育场喷灌系统	(156)
第九节 喷灌工程施工和试运行	(159)
一、施工的组织 and 准备	(159)
二、工程施工	(159)
三、设备安装	(161)
四、管道水压试验	(163)
五、试运行	(164)
六、工程验收	(165)
第十节 工程设计实例 (突泉县东杜尔基镇喷灌工程设计)	(165)
一、基本资料	(165)
二、可行性分析 (略)	(166)
三、系统选型	(166)
四、作物蓄水量计算和水源水量分析	(166)
五、喷头选型和布置间距	(166)
六、系统布置与管道选型	(167)
七、轮灌编组和工作制度	(169)
八、水力计算和水泵选型	(171)

九、材料设备用量和工程预算(略)	(172)
习题四	(172)
第五章 喷灌设备和材料	(173)
第一节 喷头	(173)
一、喷头的分类	(173)
二、喷头的基本参数	(174)
三、固定式喷头	(178)
四、旋转式喷头	(181)
五、喷头的工作原理	(186)
六、喷头参数、性能的测试与计算	(192)
第二节 管道及附件	(193)
一、常用的管道	(193)
二、常用管道的分类和一般要求	(194)
三、固定管道	(195)
四、移动管道	(198)
五、快速接头	(201)
六、管道附件	(204)
第三节 喷灌用泵性能和选型	(212)
一、喷灌用泵的作用和种类	(212)
二、喷灌用泵的特点和基本参数	(213)
三、水泵的运行特性	(214)
四、配套动力机选型	(216)
五、水泵机组的选型和配套	(216)
第四节 喷灌机	(216)
一、定喷式喷灌机	(217)
二、行喷式喷灌机	(220)
习题五	(228)
第六章 喷灌工程概预算及技术经济分析	(229)
第一节 喷灌工程概预算	(229)
一、工程量计算	(229)
二、投资编制	(229)
三、投资编制的方法	(231)
第二节 喷灌工程效益计算	(235)
一、喷灌工程效益构成	(235)
二、喷灌工程投资	(236)

三、年费用	(237)
四、工程经济效益计算	(239)
第三节 喷灌工程技术经济分析	(241)
一、经济分析的原则与方法	(241)
二、经济分析评价指标	(242)
三、技术经济指标	(243)
第四节 环境评价	(245)
一、环境的基本概念	(245)
二、环境要素质量参数	(247)
三、节水灌溉工程环境影响评价的基本方法	(248)
四、节水灌溉工程环境评价	(248)
习题六	(251)
第七章 项目管理	(252)
第一节 节水灌溉工程及其技术标准	(252)
一、节水灌溉工程	(252)
二、节水灌溉的技术标准	(254)
第二节 项目建设的基本程序	(257)
一、项目建议书	(257)
二、可行性研究报告	(258)
三、初步设计	(259)
四、施工准备	(260)
五、建设实施	(260)
六、生产准备	(260)
七、竣工验收	(261)
八、后评价	(261)
第三节 建设项目的改革制度	(262)
一、项目法人责任制	(262)
二、招标投标制	(263)
三、建设监理制	(263)
四、工程建设合同制	(264)
五、其它管理制度	(266)
第四节 喷灌工程项目的管理体制和运行机制	(266)
一、节水灌溉工程的管理体制	(266)
二、节水灌溉工程的运行机制	(268)
三、节水灌溉工程的申报及审批程序	(269)

习题七	(271)
附录一 喷灌工程术语	(272)
附录二 常用单位换算	(277)
附录三 主要作物需水量	(279)
附录四 喷头性能参数	(280)
附录五 管道管材	(288)
附录六 喷灌常用水泵技术参数	(291)
附录七 附件规格及性能参数	(297)
附录八 轻小型喷灌机组	(298)
附录九 中国主要大型灌区概况	(299)
主要参考文献	(301)

第一章 灌溉和节水灌溉

第一节 灌溉的作用和分类

一、灌溉的历史和作用

“灌溉”一词最早见于《后汉书》，西晋后渐见通用。最早有“灌浸”、“溉灌”、“浸润”等说法，后统一为“灌溉”。“灌”意为人工注水，“溉”意为水由点到面扩散。在我国，“灌溉”有时是农田水利的简称，广义上具有农田水利的含义。灌溉和排水又是紧密结合的，所以人们又常把灌溉和排水合称为“灌排”。

灌溉，就是按农作物的需水要求，有计划地将水输送和分配到田间，补充农田水分，改变土壤中养料、通气和热状况等环境，使农作物正常生长的一种生产措施。它的目的是获得最高产量，或者说获得最大的经济效益。

最初的人类文明都与河流（自然包括灌溉）有着紧密的联系，如中国与黄河、埃及与尼罗河、印度与印度河、巴比伦与底格里斯河和幼发拉底河。人类文明古国中有着辉煌的灌溉历史，在中国、印度、埃及、伊朗、伊拉克、土耳其等国家都能找到古老的灌溉工程，最早的水田耕作并不是在大河下游的冲积平原，而是在上游多坡地的地方。各地的灌溉多是在上游坡地应用输导水流的方法实现的，在那些水灾最少的地方首先开始了灌溉。

中国的灌溉有两千多年的历史。早在公元前 613 年 ~ 591 年，楚国就修建了芍陂蓄灌工程，该工程利用至今，并成为淠河灌溉工程的组成部分。在公元前四世纪中叶修建了坝上引水的智伯渠，公元前 422 年魏国的西门豹主持修建了引漳十二渠，公元前 256 年和公元前 246 年秦国修建了都江堰和郑国渠，其中以都江堰最为举世闻名，其原理科学、设计巧妙、规模巨大、布局合理为世所罕见。

世界上近代灌溉的发展有赖于大型水利工程的建设。19 世纪 20 年代开始建造有坝引水和大型水库蓄引结合的大型灌区，20 世纪 30 年代美国建成了当时世界最大的胡佛大坝，其后，世界各地纷纷建起高坝大库，灌溉技术不断提高，灌溉面积迅猛扩大，出现了一些流域梯级开发灌溉系统。

在大型灌溉工程发展的同时，小型灌溉工程和井灌也得到发展。田间灌溉由传统的地面灌溉发展为多样化的灌水形式，灌溉的工程措施与农艺措施、管理措施结合日益紧密，

灌溉向机械化、自动化、精细化方向发展,并且随着对灌溉原理研究的深入,人们把土壤—农作物—大气看作一个系统,合理调节土壤水分,提高作物对光热的有效利用,促进能量转化和物质循环,使现代灌溉朝着更加科学的方向迈进。

随着全球化水资源紧缺日益严重,在开发新水资源的同时,节水灌溉和缺水条件下的灌溉方法日益受到重视,喷灌、滴灌等节水灌溉技术不断发展并得到广泛应用。同时,灌溉对生态环境的负面影响也越来越引起人们的关注,例如灌溉造成的土壤次生盐碱化问题,过度开采地下水造成的地下水资源失衡和地面下沉问题,排水造成水源污染的问题,都成为当今灌溉急需解决的课题。灌溉的目的也从传统的增加粮食产量而逐步朝改善生活、保护自然、改善生态环境的方向转变。

中国在1949年时的灌溉面积为0.16亿 hm^2 (2.4亿亩),机电排灌总装机6万kW,1949年~1957年,全国恢复和扩建了原有灌区,灌溉面积增加到0.25亿 hm^2 (3.75亿亩)。1958年~1970年,由于大量兴建大中型水库蓄水工程,建设新的大型灌区,农业供水量由1958年的1900亿 m^3 到1970年增加到3000亿 m^3 ,灌溉面积达到0.36亿 hm^2 (5.4亿亩)。1970年~1980年,由于我国机电工业的发展,为大规模开发地下水创造了必要条件,北方大力发展井灌,农业供水量增加到3900亿 m^3 ,灌溉面积增加到0.48亿 hm^2 (7.2亿亩),粮食产量由2600亿kg增加到3200亿kg,扭转了南粮北调的局面。1980年以后农田水利基本建设减少,大量农业用水转向城市、工业及乡镇企业,农业供水量反而下降到3800亿 m^3 ,灌溉面积增加的速度变缓,但由于推广节水灌溉新技术,改革灌溉管理体制,加强管理,特别是渠道防渗、低压管道输水、喷灌、滴灌等节水灌溉技术得到大规模发展,加上田间节水技术措施和各种节水农艺措施同时实施,因而取得了显著的节水增产效益,粮食产量在1996年增加到4900亿kg。全国灌溉面积与粮食产量见表1-1。

表 1-1 全国灌溉面积与粮食产量

年份	耕地面积		有效灌溉面积		有效灌溉面积 占耕地面积	粮食产量	农业供水量
	万 hm^2	亿亩	万 hm^2	亿亩	%	亿kg	亿 m^3
1949	9786	15.0	1593	2.4	16.3	1132	1000
1957	11800	17.7	2500	3.75	22.4	1950	1900
1965	10360	15.5	3200	4.8	30.9	1945	
1978	9940	14.9	4807	7.2	48.3	3048	
1988	9573	14.4	4783	7.3	50.0	3947	
1992	9540	14.3	4947	7.4	51.8	4472	
1996	9497	14.2	5116	7.7	53.9	4900	3800

(表内统计数字仅供参考。)

1990年,全国万亩以上灌区 5342 个,灌溉面积达 3.19 亿亩,占全国灌溉面积的 44%,其中 30 万亩以上大型灌区 144 个,灌溉面积 1.19 亿亩。1992 年万亩以上灌区发展为 5531 个,灌溉面积 3.54 亿亩,其中 30 万亩以上灌区 166 个,灌溉面积 1.26 亿亩。1996 年后,国家加大了灌区建设和大型灌区节水改造的投入。如 1999 年,中央财政债券资金安排大型灌区节水改造资金 12.5 亿元,首先在 2 万亩以上的大型灌区进行以渠道防渗、渠系配套为主的节水改造,在 156 个大型灌区开始实施,现已完成了 100 余个灌区的节水更新改造和连续配套。截至 1999 年,我国 30 万亩以上的大型灌区 400 多个,全国总灌溉面积达 8.2 亿亩。中国主要大型灌区概况见附表 21。

随着世界人口急剧增长和对农产品尤其是粮食的需求迅速增加,灌溉逐渐成为解决粮食问题的一个重要方法。全世界总耕地面积 223 亿亩,灌溉面积 35 亿亩,占总耕地面积 16% 的灌溉面积提供了总产量 50% 以上的农产品。

建国 50 多年来,中国的人口增长了 2 倍,占世界总人口的 22%;人均耕地减少了 50%,总面积占世界可耕地面积的 7%;人均灌溉面积增加了 50%,全国粮食总产量净增 2.6 倍,其中占耕地总面积一半的灌溉土地生产出了占全国总产量 80% 以上的粮食。尽管粮食增产是各种农业技术措施综合作用的结果,但灌溉的发展无疑为我国粮食增产发挥了巨大的作用。

二、灌溉的分类

灌溉可以按照灌溉功能、灌水方式和灌溉工程等进行分类。

(一) 按照灌溉的功能分类

1. 补充灌溉

以作物的需水规律为依据,以充分利用降水为基础,以灌溉补充降水不足而满足作物需水要求,又称为补墒灌溉或常规灌溉。我国大部分地区属于这种灌溉。

2. 完全灌溉

在降雨量小于 200 mm 的干旱地区,基本上不考虑降雨,完全靠灌溉满足作物生长期的需水要求。这种地区的农业又称为灌溉农业。如我国西北的一些省区,无灌溉几乎没有收成。

3. 辅助灌溉

灌溉的目的不完全是或主要不是满足作物需水的要求,而是为了改善土壤的理化性质或改变田间小气候,如压盐(洗盐)灌溉、放淤灌溉、防霜冻和防干热风喷灌、施肥(施药)喷灌、储水灌溉(冬灌白地及回注地下水)等。

(二) 按照满足作物需水程度分类

1. 充分灌溉

充分满足作物需水要求，以期达到最高产量的灌溉。

2. 非充分灌溉

由于灌溉水源水量、流量以及灌溉系统能力的限制，不能充分满足作物需水要求而进行的灌溉。我国北方春季很多地方的抗旱性灌溉即属于这种类型。非充分灌溉可保住部分收成而不能保丰收。

3. 缺额灌溉

不追求作物最高产量，而是以综合最佳经济效益为目标，在满足作物较高产量的前提下，人为地将达到最高产量的灌溉定额（或灌水定额）减少一定的额度的灌溉。从严格意义上讲，缺额灌溉属于非充分灌溉中最优的一种，有时也将它归为非充分灌溉。

(三) 按照向土壤或作物灌水的方式分类

(1) 水自空中喷洒至作物的喷灌、微喷灌和水自管道上的滴头等灌水器滴落至地面的滴灌。采用这种方式灌溉水在地面无流动，直接到达作物，但需由土壤表面向下入渗后为作物吸收。

(2) 水通过地面输送至作物，即传统的地面灌，包括漫灌、沟灌、畦灌。水通过渠道或管道送至地头的放水口，依靠由放水口流出时具有一定的流速和田间的坡度，经过田面流至畦或沟的各处。采用这种方式灌溉水在地面有流动，而其流动的状况决定了灌溉的效果。

(3) 水通过埋设于田间的地下管道（渗水管、地埋管道上的开孔或地埋滴灌的滴头）向土壤中渗水的地下灌。正常灌溉时地面无水，水由地下渗点通过横向运动直接为作物的根系吸收。

(四) 按照灌溉工程分类

1. 蓄水灌溉

以水库、陂塘、窑窖等蓄水建筑调蓄地表水、地下水进行灌溉。当地表水、地下水来水量较多时，可以直接引入灌溉系统中进行灌溉，但从总体看，是以调蓄水的水量为主进行灌溉的。

2. 引水灌溉

从河流引水自流灌溉，又分为有坝引水和无坝引水。通过拦河枢纽调控水位以满足引水高程，保证自流的为有坝引水；无拦河设施直接引水的为无坝引水。在引水灌溉系统中

有些有蓄水工程，但其调蓄的水量只是作为缺水时的一种补充而非以其为主进行灌溉。

3. 提水灌溉

利用水泵等提水工具，将河流、水库、陂塘的水扬至高处进行灌溉，又称“扬水灌溉”或“抽水灌溉”。和引水灌溉不同的是提水灌溉需要耗费动力。我国南方沿江河湖塘的提水灌溉一般扬程较低，很多是灌排两用，而西北黄土高原的提水灌溉扬程较高，有的采用多级扬水，总扬程最高达到或超过 600m。

4. 井灌

利用人工开采地下水作为灌溉水源的灌溉方式。除少数开采深层承压水的井为自流井可以实现自流灌溉外，大部分井灌是需要动力提水的。井灌一般讲实质上也是提水灌溉，但由于其水源是地下水这一特点，工程设计和采用的设备与地面水的提水灌溉不同，故单列为一类。井灌的提水设备根据地下水埋藏深度和抽水降深的不同采用离心泵、长轴泵和潜水泵。随着地下水开采量增加，地下水位下降，目前采用较多的是潜水泵。

5. 混合型灌溉

这是将上述几种灌溉方式相互结合的灌溉系统，如我国许多地区采用的“群库汇流”、“长藤结瓜”、“井渠互补”、“蓄引结合”等灌溉方式，这样可以发挥不同灌溉方式的特点，实现优势互补，如河套灌区在引水灌溉的基础上大力发展井灌，不但可以减少引黄流量，而且由于降低了地下水位，对于引水过量造成的次生盐碱化也能有效地改善。混合型灌溉的缺点是有时在一个系统中要建两套设施，相对投资要加大，而且要求相互协调配合。

（五）按水质分类

按水质分类可以分为清水灌溉、矿化水微咸水灌溉、污水灌溉、混合水灌溉四类，除了清水灌溉外，其他几种通常又叫做劣质水灌溉。劣质水是指矿化度较高（中度以上）或含有有害物质的各类水源，包括城市生活污水、工业废水和微咸水。由于灌溉用水相对生活和工业用水标准较低，所以在某些条件下可以利用这些劣质水来进行灌溉，这样既可以在不增加处理费用的情况下减少对环境的污水排放，同时也可以解决一些地区灌溉水源不足的问题。劣质水灌溉的原则是不破坏土壤，对周围环境不污染，不影响作物的正常发育，其产品对人畜无害。劣质水用于灌溉应加强对水质的监测，有些劣质水在用于灌溉前应做适当的处理。

三、我国的三个灌溉地带

根据多年生产实践和科研资料，按照降雨量的大小和农作物对灌溉的要求，可以把我国分成三个不同的灌溉地带，即长年灌溉地带、不稳定灌溉地带和补充灌溉地带。

1. 长年灌溉地带

年降水量小于 400 mm, 主要包括西北内陆和黄河中上游。这些地区的土地面积达 410 万 km^2 , 占国土面积的 42.6%。在这一地带, 由于年降水总量和各季节的降水分配都难以满足作物正常生长发育的需要, 灌溉需要系数 (即灌溉水量占农作物总需水量的比值) 一般大于 0.5~0.6, 基本属于常年灌溉。常年灌溉是农业发展的必要条件, 即前述的灌溉农业。

2. 不稳定灌溉地带

年降水量大于 400 mm 小于 1000 mm, 主要包括黄淮海地区、东北地区和部分西南地区。这些地区的土地面积达 196 万 km^2 , 占全国国土面积的 20.5%。由于受季风的强烈影响, 降水变化极不均匀, 因而农作物对灌溉的要求很不稳定, 特别是秋熟作物, 在干旱年份, 黄淮海地区秋熟作物的灌溉需要系数高达 0.7~0.8, 而湿润年份只有 0.3 左右。生长期在冬春的小麦对灌溉的要求比较稳定, 灌溉需要系数一般为 0.5 左右。在东北, 水稻灌溉需要系数较高, 达到 0.5 左右, 而旱作物的灌溉要求较低。这个地带对排水也有一定要求, 一般排水模数 (24h 内要求排出的水层厚度) 在 10 mm~40 mm 之间。

3. 补充灌溉地带

年降水量大于 1000 mm, 包括长江中下游地区、珠江江地区及西南部分地区。这些地区的土地面积达 344 万 km^2 , 占国土面积的 35.9%。年降水总量虽然充沛, 但降雨量年际及季节分配不均, 加上大面积种植水稻及作物复种指数高, 故仍需补充水量进行灌溉, 水稻的灌溉需要系数在 0.3~0.6 之间, 旱作物在湿润年份一般不需要灌溉, 但在干旱年份仍需要进行补充灌溉, 需要系数在 0.1~0.3 之间。这一地带对排涝有较高要求, 排水模数在 20 mm~50 mm 之间。

第二节 我国的水资源现状和节水灌溉

水是人类生活和生产中不可缺少的一项自然资源。随着世界人口的增长和经济文化的发展, 人类对水的需要量也大幅度增长, 水资源日益紧缺成为全球性的问题。农业历来是用水大户, 故水资源问题成为影响农业发展的首要因素。农业灌溉的发展自然应根据水资源的现状来制订其总体规划。

一、水资源的概念

地球上的资源是人类赖以生存和发展的基础和源泉, 如矿产资源、土地资源、水资源、森林资源、人才资源、旅游资源等等。

目前对于水资源的概念有不同的说法。按照 1977 年联合国教科文组织 (UNESCO) 定

义：“水资源应该指可以利用或有可能被利用的水源。这个水源应具有足够的数量和质量，并能够在某一地点为满足某种用途而被利用。”地球上水的总储量有 13.86 亿 km^3 ，但目前能够作为资源为人类所利用的主要是淡水资源，包括河流、湖泊、冰川、地下水等总共有 0.35 亿 km^3 ，占全球水储量的 2.5% ，淡水资源的绝大部分又是冰川，占淡水资源的 70% 。真正能够为人类所利用的主要是江河水、湖泊水和地下水，总量约为 0.11 亿 km^3 。地下水又占了可利用淡水资源的 95% 以上。全球地下淡水总量约为 1053 万 km^3 ，埋藏深度在 200m 以内的地下淡水约为 400 万 km^3 (4000 万亿 m^3)，相对人类的需求是很丰富的，但是地下水的开采一是难度较大，二是只能开采很小的比例，故人类至今主要利用的淡水资源还是江河湖泊等地面水资源。地面水资源本身是可恢复的，但人类不可能把降雨产生的径流全部利用，全球年径流总量为 47.6 万亿 m^3 ，全球总用水量为 6.2 万亿 m^3 ，约占年径流的 13% 。欧洲和亚洲的利用水平较高，占径流量的比例分别为 23% 和 22.7% 。

水资源和其它物质资源不同，它的价值是通过大小不同的循环过程来体现的，衡量水资源量，既要考虑参与循环的水的总量，又要考虑循环过程前后水的可利用程度的变化。在大多数水资源的利用中，利用前后的水量并没有发生变化，只是可利用程度发生了变化。在很多情况下，水资源是可重复利用的，因此像矿产资源那样简单地用储量表达，并不能真正反映其资源量。目前在大多数地区的水资源总量计算中，将各种不同类型的水量相加作为水资源量，实际上没有考虑它们的可利用程度的差别。

水资源可利用程度包括水质、时间、地点等因素。如果把可利用程度按难易划分为不同层次，则根据取水距离可分为直接利用当地地面水、近距离工程引水、远距离工程引水、跨流域调水；按取水垂直高度可分为地面水、浅层地下水、深层地下水；根据水质处理难易可划分为不需处理、简单处理、复杂处理等等。海水一般不作为水资源量考虑，主要原因在于其处理费用太高。从严格意义上讲，水资源量可用下式表述：

$$A = \sum_M m \cdot k \quad (1-1)$$

式中 A ——水资源总量；

M ——在计算水资源总量时不同条件下可利用水的总量；

m ——不同条件下的水量；

k ——上述条件下的水可利用程度。

由于水的可利用程度在很多情况下是很难具体确定的，故上式只是概念公式。

水资源的合理利用是在满足人类生存需求和可持续发展的前提下，合理的分配和利用有限的水资源，同时使水资源在利用过程中充分发挥效用。水资源的可利用程度是可以发生转化的，通常的利用过程总是从高层次向低层次转化，而由较低层次向较高层次转化则需要付出代价，需要消耗人力、物力、财力、能源、时间，如将地下水提升至地面需要动