

中等专业学校教材

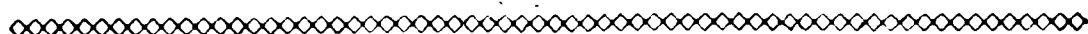


农田水利规划设计示例与习题

扬州大学水利学院 陈珍平 主编



中等专业学校教材



农田水利规划设计示例与习题

扬州大学水利学院 陈珍平 主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书是水利类中等专业学校农田水利工程专业和水利工程专业的教材。它是与《农田水利学》教材相配套的。该书也可供大专水利院校同专业师生及县、乡水利技术人员参阅。

全书共分四章 第一章灌溉排水参考资料；第二章农田水利规划设计示例；第三章农田水利规划及其他教学参考资料；第四章教学例题与习题。

中等专业学校教材

农田水利规划设计示例与习题

扬州大学水利学院 陈珍平 主编

中国水利水电出版社 出版
(原水利电力出版社)

(北京市三里河路6号 100044)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京密云红光印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 9.25印张 208千字

1994年6月第一版 2001年5月北京第三次印刷

印数 8191 11190册

ISBN 7-80124-371-4/TV·202

(原 ISBN 7-120-01949-X/TV·696)

定价 11.70元

前 言

我国幅员辽阔,东西南北地区差异显著,自然条件有很大不同,灌溉排水工程的要求、内容、技术措施也不尽相同。近几年来随着新技术革命和农田水利建设的蓬勃发展,新技术、新经验不断涌现,而《农田水利学》教科书受到篇幅限制,不少内容不能编入。学生学习农田水利学课程经常感到有关参考资料缺乏,在做习题作业、课程设计与毕业设计时无从下手,查阅资料困难较大。多年从事农田水利教学的老师们深感有必要编写出版一本农田水利学的补充教材,以利于教学,提高教学质量。

按照水利部1990~1995年中等专业学校水利水电类专业教材选题和编审出版规划的要求,1990年10月,全国水利技术教育学会中专教研会《农田水利学》课程组的老师们聚会于杭州市浙江水利水电专科学校,经过讨论研究,决定推荐我们编写本书,作为与中专《农田水利学》教科书相配套的教材。本书综合介绍了古今中外灌溉排水工程的成就、历史、现状、发展趋势,重点讲述了规划设计示例及农田水利规划有关的参考资料。书中还配有教学例题及习题。其宗旨在于为农田水利工程专业师生进行农田水利学课程理论教学、习题作业、课程设计与毕业设计创造有利条件。此外,本书也可供大专水利院校同专业师生和县、乡水利技术人员参阅。

本书原名为《农田水利工程教学参考资料汇编》,根据水利中专教研会主任扩大会议意见,经水利部科教司研究决定,1992年5月改名为《农田水利规划设计示例与习题》。因此,增补的农田水利学习题,于1992年10月在曲阜市山东省水利学校召开农田水利学课程组会议上,经过充分讨论,一致同意列入作为第四部分。

参加本书编写的有安徽水利电力学校李宗尧(第四章第一节的一~六和第二章第二节);陕西省水利学校崔智武(第四章第一节的七~九和第二章第一节);江苏水利工程专科学校陈珍平(第一章、第三章和第四章第二节)。全书由陈珍平主编,辽宁省水利学校杨耀寰主审。

在本书编写过程中,曾得到课程组曲达良、李桂贞、李兴旺、王永盛、王锡赞、王怀章等老师的大力支持。他们提出了宝贵意见,在此表示衷心感谢。

本书系首次编写出版,缺乏经验,资料不足,时间短促,水平有限,未免有挂一漏万,大谬小错和不妥之处,恳请读者批评指正,以便再版时修正、补充、改进。

编 者

1993年1月

目 录

前 言

第一章 灌溉排水参考资料	1
第一节 世界灌溉排水历史发展简介	1
第二节 当前国内外灌溉排水的现状与发展趋势	2
第三节 我国土地利用的基本情况	8
第四节 我国水资源分布、开发利用概况	8
第五节 我国三个灌溉带划分概况	10
第六节 发展节水型灌溉的途径和内容	12
第七节 中低产田改造的排涝防渍技术	17
第八节 灌溉、排水新技术、新材料简介	23
第二章 农田水利规划设计示例	28
第一节 多种水源灌区的规划设计	28
第二节 以排涝为主的农田水利工程规划设计	61
第三章 农田水利规划及其他教学参考资料	85
第一节 农田水利规划资料	85
第二节 其他教学参考资料	93
第四章 教学例题与习题	100
第一节 教学例题	100
第二节 习题	128
主要参考文献	143

第一章 灌溉排水参考资料

第一节 世界灌溉排水历史发展简介

自有史记载以来,人类便以农耕为主,与农田产生了密切的关系。人们从播种到收获,不是暂时地居住在农田附近,就是在收获期间回到那里去。这也许是当时人们随着季节迁居,每年要更换土地;但人们已经初步地认识到生产植物性食物比漫无目标地觅食于山间野地要好些。从而在人类的生活中增添了定居因素,从个体之间的聚集走向部落,逐步地形成了集团社会。

从考古学资料了解到,那时候是属于旧石器时代,即公元前10万年以前,接着进入公元前1万年左右的中石器时代,公元前5000年左右的新石器时代,定居农耕的人口密度日益增加。根据研究,农耕生活得到巩固的时期大约在公元前8000~公元前6000年。

当时这种农耕生活,由于人口增加的压力,继续发展就受到了限制,加上降雨量及其在时间上、空间上的分布,未必经常适合作物的需求和人们的愿望。人类为了自身生存,只好想方设法积极地引取小河水,从水源到田间,进行水流调节,抗旱灌溉,为农作物的生长发育提供必要的土壤水分。在广义上说,灌溉是人类对环境施加的作用,这种作用随着人们的技术水平的提高而呈现出不同的内容。

一、农业灌溉的历史

灌溉是一门古老的技术。从历史上看,灌溉事业是从世界的干旱地区向湿润地区发展的。灌溉起源于人类文明四大发祥地:埃及的尼罗河三角洲、美索不达米亚平原的两河流域、南亚的印度河流域和中国的黄河流域的干旱半干旱地区。早期的文明是随着人工引灌的控制而形成的。

尼罗河畔固定农耕是在公元前6000年以前,尼罗河每年的河水流量变化比较有规律。沿河畔的人们开始引用尼罗河水进行灌溉,人们把这叫做洪水漫灌,这成为培育尼罗河流域文明的基础。从技术上讲,就是兼顾湿润和培肥的灌溉方法。这种洪水漫灌可追溯到公元前4000年以前。以后随着人口的增长、粮食需求量的扩大,这种灌水方法的范围也增大了,一个区划面积可达6000~240000亩,引洪渠道流量也从 $30\text{m}^3/\text{s}$,扩大到近 $300\text{m}^3/\text{s}$ 。

美索不达米亚平原与尼罗河相同,是古代兴起灌溉的地方。在那里,灌溉和文明同步发展,为人类的社会发展做出了贡献。现在的土耳其东部库尔德斯坦(Kurdistan)高地及伊拉克西南山地的降雨、降雪径流进入底格里斯河和幼发拉底河,流向伊拉克的东南。因而干旱炎热的幼发拉底河下游,也在公元前4000年开始引河水灌溉,开放了文明之花,渠道纵横成网,干渠用砖衬砌,接缝间填以沥青。当时的灌溉面积达3900万亩以上,养育人口1500~2000万人。

印度河流域自古采用了灌水渠道、浅井及洪水河堤溢流的方法进行灌溉。据历史记载公元300年时,在印度灌溉就相当发达。

中国的农业灌溉也是在古代发展起来的。公元前3000年,黄河流域已进入新石器时代,已有进行农业灌溉的记载;公元前2800年左右神农氏实行稻作。尧帝时因黄河洪水泛滥,决定治理黄河。据说先负责治水的是共工和崇伯鲧,他们只知道用堤防拦挡洪水,结果失败了。虞舜登基后,命鲧的儿子禹继续治水。禹采用疏导的办法将洪水输送入海获得成功。禹继位后,命在平原地区低湿地种植水稻。最初就是在洪水泛滥的低湿地,用洪水淤灌的形式培肥土壤。

到了商代(约公元前16世纪~公元前11世纪)农田水利工程见于文字记载。当时的土地制度称为井田制,上面的农田渠道叫做井田沟洫。到了西周时代,沟洫工程进一步发展。根据区划的大小,把田块用沟洫和道路分成畹形,叫做井田。一井共有九块,是一个劳力(一夫)可耕的面积,据说周代是一百亩。当时的沟洫,按照其作用划分:一般引水的叫沟;配水到田间的叫遂;田间的垄沟叫列;而排水沟则叫作洫,逐级排列构成系统的排灌沟渠。

我国古代著名水利工程确有不少,至今还留有遗迹,详见表3-17。

二、农田排水的起源

如上所述,公元前16世纪以后,我国农田就有了沟洫工程,相当今日的排灌沟渠。发展至今,逐步形成一系列的明沟排水系统,成为排涝防渍的有效工程措施。

暗管排水起源于公元前2000年左右,开始仅用于墓地干燥。公元前369年罗马人用圆锥形管排水垦地。公元1808年英国人里德(Reade)采用粘土烧制土管,首先应用于排除土壤中的多余水。1843年帕克斯(Parkes)首先发明用土管制作机大量生产优质土管;1948年被美国引进,随后暗管排水技术先后在西欧一些国家推广应用,大多采用烧制的粘土陶管、瓦管和混凝土管等。1955年,美国人施瓦勃(Schwabe)研制应用聚乙烯平滑塑料管获得成功,从而逐步取代瓦管、陶管。

第二节 当前国内外灌溉排水的现状与发展趋势

一、国外方面

1. 世界灌溉排水面积分布状况

世界陆地面积14950万 km^2 ,干旱、半干旱地区约占55%。根据联合国粮农组织统计,1983年全世界实有灌溉面积32.93亿亩,占耕地面积206亿亩的16%,至1985年,已发展到37.5亿亩,目前已达40多亿亩。

从灌溉与世界气候的关系看,现有灌溉土地主要分布在南、北纬 $10^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 的季风范围内的干旱、半干旱地区,直到南、北纬 40° 的季节干旱地区。这是由于各国气候和水资源条件存在很大差异,世界各国对灌溉排水的要求也不尽相同。例如西欧某些国家气候温和,雨量充足,降雨年内分配较均匀,大部分地区不进行灌溉也能取得较好产量;而北非、中东一些国家气候干燥,雨量稀少,不灌溉就不能进行农业生产。亚洲以季风大陆性气候为主,雨量分布不均,年内、年际变化较大,这对农业生产很不利。因此,十分需要采取人工灌溉和排水的工程措施,调节农田水分状况。

就国家而言，中国的灌溉面积7.2亿亩，位居世界第一位；其次是印度（全国的耕地面积24.8亿亩，其中，灌溉面积6.7亿亩）；第三位是美国（3.41亿亩）；以下是前苏联（2.87亿亩）；巴基斯坦（2.21亿亩）；灌溉面积超过1500万亩的国家有33个。就地区分布来看，亚洲的灌溉面积最大，占世界总灌溉面积的2/3；其次是北美。

虽然世界的灌溉面积仅占耕地面积的19%，但它提供的产量以产值计，却占了世界全部农产品值的40%~50%以上，说明灌溉对农业增产的作用。

世界现有排水土地面积24亿亩（不包括林地、草地和牧场排水），占耕地面积的11.7%。美国的排水面积最大，8.97亿亩。排水面积超过1亿亩以上的国家，还有中国、前苏联、巴西等国。北美、南美和欧洲排水面积都超过了灌溉面积。欧洲排水面积已为灌溉面积的2.5倍。排水事业较为发达的国家有匈牙利、英国、意大利、芬兰、法国、南斯拉夫、前苏联等国。

2. 世界灌溉排水的现状

随着社会的发展和进步，以及人口增长对粮棉需求量的增加，灌溉事业在世界各国得到了迅速发展。19世纪许多地区由于实现了大型灌溉计划，灌溉面积由1.2亿亩增加到7.2亿亩，增长6倍。至1985年灌溉面积增至37.5亿亩。过去30年，是世界灌溉面积大发展的时期，也是发展中国家灌溉面积急剧增加的时期，其速度基本上与发达国家是同步的。

近30年来，农田灌溉排水科学技术有了较大的进展，例如节水、节能灌溉新技术，环境和生态保护，多目标开发的流域规划及跨流域调水工程，地面水和地下水的联合运用，回灌技术，废水利用和再循环技术，盐碱土改良和灌溉自动化，以及考虑技术、经济、社会诸方面的系统分析等。

（1）灌溉方面

国外常以地球陆地的年平均降雨量进行气候分区，见表1-1。

干旱地区由于降雨量稀少，不灌溉就没有农业，干旱地区的耕地面积为10.28亿亩，约占世界耕地面积206亿亩的5%。

半干旱地区降雨量不充分，时空分布也不

均匀，必须灌溉，该区的耕地面积为30.84亿亩，约占世界耕地面积的15%。半湿润地区和部分湿润地区为了满足作物增产以及防霜、治虫、施肥等要求，也需要灌溉，这两种类型地区的耕地面积均为82.24亿亩，各占世界耕地面积40%。

按照上述分区，是否需要灌溉的大体界限是年平均降雨量低于500mm。实际上年平均降雨量超过500mm的地区也需要灌溉。虽然耕作地区年降雨量在500mm以下的干旱半干旱地区仅占20%，实际上，全世界约有60%以上的耕地面积受气候条件的限制仍需要灌溉。但往往由于水资源条件的限制，加上社会经济条件等各种因素的制约，不可能全部满足需要灌溉的耕地得到灌溉。据前苏联专家估计，世界总灌溉面积可达到73亿亩左右。

按照上述划分标准，处于干旱、半干旱地区的主要国家是：巴基斯坦、伊朗、埃及、阿富汗、伊拉克、意大利、墨西哥、澳大利亚、以色列等。这些国家降雨量少，气候干燥，

表 1-1 气候分区与年平均降雨量表

气候分区	年平均降雨量 (mm)	占地球陆地百分比 (%)
干 旱	<250	25
半 干 旱	250~500	30
半 湿 润	500~1000	20
湿 润	>1000	25

对灌溉的依赖性较大,灌溉面积占耕地面积的比例均较大。

此外,美国中部大平原的密西西比河的广大地区,前苏联的中亚、哈萨克斯坦、乌克兰南部、北高加索等地区,以及其他国家的少雨地区,也均属于干旱、半干旱地区。

同样按照上述标准,我国约有50%的国土也处于干旱、半干旱地区,主要分布在我国西北部,包括东北的西部、内蒙、宁夏、甘肃、青海、新疆等省区以及西藏北部。

(2) 排水方面

灌溉是干旱、半干旱地区不可缺少的农业工程措施。但只灌不排,重灌轻排,会引起地下水位升高。灌溉水中所溶解的土壤盐分随着地下水位升高而上升,而且往往由于土壤毛细管作用使含盐分移至表层土壤。因空气干燥,蒸发量大,水分迅速蒸发,使盐分残留在作物根部表土,这就是所谓的“盐随水来,气散盐存”,从而产生土壤次生盐碱化,危害作物生长。世界上几个灌溉历史悠久、灌溉面积较大国家的灌区土壤次生盐碱化问题都比较严重,例如埃及盐碱地面积占灌溉面积的30%,巴基斯坦占63%。这是由于长期超量灌水而缺乏排水设施或排水不良所造成的。为了防止灌区土壤次生盐碱化,各国均已开始重视灌溉土地的排水,使灌区有灌有排,灌排分开,建立良好的灌溉排水两套系统。

3. 灌溉排水发展趋势

目前世界各国灌溉排水的发展趋势,概而言之分两种情况。一种是象美国、日本、加拿大等工业发达国家,预计到2000年灌溉面积基本上不增加,主要通过先进的灌水技术和科学管理,节约用水,提高灌水质量,以达到提高现有灌区的单产和总产量的目的。另一种是发展中国家,如印度、墨西哥等国,主要依靠扩大灌溉面积和改善现有灌区的管理、提高抗灾能力来增加粮食产量。

我国是发展中国家,目前国家财力不足,应当走二者相结合的道路,既要适当发展新的灌溉面积,又要加强现有灌区的改造,改善现有灌区的管理,积极推广先进的灌溉排水技术,提高灌区管理水平。还要运用经济杠杆,节约灌溉用水,提高灌溉水的利用系数,讲求经济效益,更有效地提高农业产量,走上新台阶。

今后世界各国灌溉排水发展的趋势,简述于下。

(1) 地面灌溉

目前国外明显的趋势,是向管道化发展。国内北方地区也在大力推广低压管道输水灌溉。美国地面灌溉占灌溉面积的60%,10多年来已逐步地采用激光测量进行大面积的土地平整,用水平地块灌水法取代传统的沟畦灌。每个地块30~240亩,任何方向高差小于2.5cm,田间水利用系数高达90%,并研究采用了波涌式灌水法。

(2) 喷灌和滴灌

一些工业发达国家已推广发展喷灌、滴灌,特别是在干旱和半干旱地区发展较快。据不完全统计,全世界喷灌面积已近4亿亩。美国发展了很多近代灌溉技术,用设备投资代替人工投资,喷灌总面积居世界首位,1984年已达13484万亩,占世界喷灌面积的1/3以上,占美国灌溉面积的40%。罗马尼亚喷灌面积占灌溉面积的80%,法、英、德等欧洲国家均在90%以上。欧洲一些国家以采用平移式喷灌机为最普遍,并采用绞盘牵引自走式喷灌机,

发展方向是中心支轴（圆形喷灌机）时针式和移动式。美国中心支轴系统应用广泛，其喷灌面积达3000多万亩。

滴灌目前主要应用于干旱缺水地区，用于灌溉产值高的蔬菜和宽行作物。1974年世界滴灌面积为87万亩，1983年发展到640万亩，1986年增加到1500万亩。目前国外以美国、以色列、澳大利亚、南非、意大利等国家较多。为了解决滴头堵塞问题，意大利研制了脉冲滴灌系统，并已在生产中应用，它工作可靠，不需精细的灌溉水净化设施，而且价格比一般的滴灌系统低约20%~25%。

（3）灌溉系统管理自动化控制

目前国外已从试验研究开始进入推广应用。60年代，随着电子技术的发展，美国开始对一些灌溉工程进行管理自动化控制，例如对150万亩的盐河灌区实行集中监控，可在中心控制站对174座闸门、54台深井泵进行遥控，全部投资275万美元。

（4）节能技术

在发展灌溉技术时，为了节约能源，国外已注意开始采用低压喷、滴灌系统，研制各种低压节能喷头，研究太阳能和风力在灌排方面的应用。例如美国利用风能作动力进行灌溉的面积估计可达1.2亿亩。从美国10个州的研究结果看，利用风能扬水可降低费用约60%~70%，利用风能灌溉可节省费用约35%~40%。

（5）渠系建筑物机械化施工技术

在美国、埃及、伊拉克、伊朗等国，大型渠道施工已实现全面机械化，在通过300m³/s的渠道上，开挖断面及衬砌一次成型。渠系建筑物尽量采用预制装配式。在防渗方面，研究使用塑料及聚合物薄膜材料。它具有质轻、运输方便、施工简易、造价低、使用时间久以及抗冻性能好等优点，是一种大有发展的防渗措施。

（6）农田排水

70年代以来，国外农田排水逐步地由明沟排水向暗管排水方向发展。管材有陶瓷瓦管、混凝土管、塑料管等。随着暗管排水技术的发展，荷兰于50年代生产了第一台链斗式（轮式）挖沟机，以拖拉机为牵引动力，只能开沟用，人工铺设瓦管。60年代末、70年代初又研制了链刀式开沟铺管机，淘汰了链斗式挖沟机，并由牵引过渡到整机（专机），即行走与工作部件同用一台发动机，并以液压代替了机械传动。至70年代开始生产无沟埋管机，比链刀式又前进了一步。它不是靠链刀开沟，而是用一个宽型犁刀式工作部件深入地下，靠挤压土壤开出一条缝隙，将塑料管埋入地下，以后这个缝自行弥合。近年来开始生产“V”型铲，又是无沟埋管机的新发展。它是将土切成“V”型，切土过程中将土略加抬高，即直接铺设带有包裹料的塑料管于底部，施工过程中对土壤移动和挤压都较小，基本上不影响田面农作物的正常生长，适用于粘土地区。它工作部件短，运转灵活，最大埋深可达2m，所需动力较大（220kW左右）。

二、国内方面

我国水利事业的发展，大体上可划分为三个阶段：①从人类开始治水到19世纪初，称为古代水利阶段；②从19世纪到20世纪初，称为近代水利阶段；③20世纪以来称为现代水利阶段。

1. 中国现代水利的使命

在水利发展的各个阶段，共同目标就是处理好水与人的关系。古代水利，人们只能举办单一目标的简易工程设施，一般做到避害趋利；近代与现代水利，人们能够举办多目标复杂的工程系统，真正达到除害兴利。到了本世纪的70~80年代，现代的水利工程 and 现代化生产，不但能使一个区域的水发生量与质的重大变化，而且还能影响到水的存在区域（河湖甚至地层等）。因此，现代水利要处理的水与人的关系，不但是要消除洪涝灾害（水为害于人方面）和发展灌溉、发电、航运事业（水有利于人方面），而且还要防治水质污染，防止水土流失，制止超量引水、灌水（人为水害）和进行水处理、环境生态保护（人改造水）等，最终目标就是除害兴利，造福人类。

概而言之，现代水利就是要正确处理水与人的关系，实现多目标工程综合利用与综合治理措施（包括技术、农林、社会等方面）的密切结合，以求获得经济、社会、生态等各方面的综合效益，为加速经济繁荣、促进社会发展、改善生态环境服务，就是我国现代水利的使命。

水利是社会的基础设施，属于基础产业。水利不仅是农业的命脉，是农业生产稳定增长必需的条件，而且也是工业发展和城市生存的前提和保证；是能源、交通事业的重要组成部分，也是人民生活和改善生态环境的重要组成部分。水利也就是国民经济的基础产业。所以，水利必须为国民经济和社会发展全方位、多层次服务，以适应国民经济持续稳定协调发展的需要，既为实现国民生产总值到本世纪末翻两番和人民生活达到小康水平的战略目标创造条件，也为下一个世纪国民经济和农业的发展增添后劲。

2. 我国水利建设成就

新中国成立后，党和人民政府把兴办水利事业作为加速恢复和发展农业生产的一项重要措施，投入了大量的人力、物力和财力，兴建了数以万计的水利工程。据统计，建国40多年来，国家用于水利建设的投资约1200多亿元（其中国家基本建设投资630多亿元，水利事业费约240亿元，农田水利经费约390亿元），相应的农村群众劳动积累折合资金约1200多亿元，建成了大量的防洪、灌溉、排涝、水力发电等工程设施，建立了新中国的水利事业，并为今后的继续发展打下了坚实基础。

全国水利建设成就，详见表1-2和表1-3。

3. 水利建设的10年规划设想和“八五”计划

按照国民经济和社会发展10年规划和“八五”计划《纲要》对今后10年农业提出的主要任务和主要指标是：农业发展要综合安排粮、棉、油、菜、糖、果、肉、禽、蛋、奶、鱼，但重点是粮食和棉花。到2000年，全国粮食产量要达到5亿t，棉花产量要达到525万t，这是根据我国人口增长的需求提出的必不可少的发展目标。为了实现这个目标，《纲要》对水利建设提出的今后10年水利建设的主要发展计划指标如下。

1) 10年改善灌溉面积3亿亩，净增灌溉面积7995万亩，灌溉面积减少控制在3990万亩以下，到本世纪末灌溉面积达到8亿亩。其中“八五”期间改善灌溉面积1.5亿亩，灌溉面积减少控制在2595万亩以下，净增灌溉面积3000万亩，到1995年灌溉面积达到7.5亿亩。

表 1-2 1990年全国水利

主要指标到达情况

指 标 名 称	1990年
一、灌溉面积	
1.有效灌溉面积	72584 万亩
占耕地面积	51 %
当年实灌面积	62156 万亩
占有效灌溉面积	86 %
2.林地灌溉面积	2678 万亩
3.牧草灌溉面积	1148 万亩
二、旱涝保收面积	51548 万亩
三、机电井灌溉面积	17609 万亩
四、机电排灌面积	46838 万亩
其中：机电灌溉面积	40853 万亩
五、易涝面积	36700 万亩
除涝面积	29005 万亩
占易涝面积	79 %
六、盐碱耕地面积	11309 万亩
盐碱耕地改良面积	7493 万亩
占盐碱耕地面积	66 %
七、水土流失面积	20.5 亿亩
水土流失治理面积	7.9 亿亩
占水土流失面积	39 %
八、万亩以上灌区	5363 处
其中：30万亩以上灌区	148 处
九、水库	83387 座
总库容	4660 亿m ³
大型：座数	366 座
总库容	3397 亿m ³
中型：座数	2499 座
总库容	690 亿m ³
小型：座数	80522 座
总库容	573 亿m ³
十、堤防：长度	22.6 万km
保护耕地面积	47423 万亩
十一、水闸：座数	27649 座
大型：座数	316 座
中型：座数	2126 座
小型：座数	25207 座
十二、已配套机井	273 万眼
十三、排灌机械保有量	6805 万kW
十四、固定排灌站	47.4 万处
十五、水轮泵站	20309 处
十六、已解决人畜饮水：人口	13277 万人
牲畜	7906 万头

表 1-3

1990年灌溉面积到达情况

单位：万亩

省、市、区	有效灌溉 (农田灌溉)		林地及 果园 灌溉	牧 草 灌 溉	旱 涝 保 收 面 积	机 电 排 灌 面 积	其中： 机电灌 溉面积
	小 计	其中： 当年实灌					
总 计	72584	62156	2678	1148	51548	46838	40853
北 京	493	463	65	0	363	442	436
天 津	519	450	23	0	319	627	519
河 北	5659	5261	284	2	3846	5760	5156
山 西	1707	1483	25	0	926	1257	1255
内 蒙	2310	1976	209	255	1430	1613	1254
辽 宁	1589	1269	104	1	1360	2271	1307
吉 林	1333	1051	7	7	871	1107	876
黑 龙 江	1618	1189	18	0	761	1552	976
上 海	480	426	0	0	460	480	472
江 苏	5956	4806	19	0	4355	5833	5277
浙 江	2216	2157	79	0	1525	1664	1603
安 徽	3950	3118	5	0	2779	3146	2546
福 建	1400	1295	12	1	942	245	221
江 西	2755	2655	11	0	2049	835	603
山 东	6695	5791	384	4	4832	5979	5879
河 南	5325	3789	25	0	4007	4045	4045
湖 北	3550	3070	25	1	2942	2517	1838
湖 南	4014	3710	33	0	3212	1795	1618
广 东	3242	2930	345	0	2403	1113	574
广 西	2263	1879	10	0	1813	389	387
海 南	358	273	1	0	260	17	16
四 川	4209	3625	17	22	2801	992	992
贵 州	825	621	0	0	708	95	95
云 南	1581	1432	21	6	998	250	233
西 藏	195	0	0	0	0	0	0
陕 西	1894	1594	19	1	1207	1315	1315
甘 肃	1365	1185	108	25	1119	636	636
青 海	326	246	13	129	202	43	43
宁 夏	470	438	67	6	403	238	131
新 疆	4287	3974	749	688	2655	582	550

2) 以现有灌区的技术改造为中心, 搞好全国农业综合开发区的水利建设, 10年改造中低产田4.05亿亩。其中新增排水面积1.95亿亩, 治理渍害田5400万亩, 改良盐碱地3000万亩, 节水灌溉面积6000万亩。

3) 10年治理水土流失面积20万 km^2 , 平均每年2万 km^2 , 到2000年初步治理面积达到75万 km^2 。

4) 10年内基本解决农村人畜的饮水困难, “八五”受益人口达到85%, 到2000年受益人口达到95%。

第三节 我国土地利用的基本情况

我国国土面积为960万 km^2 , 约合144亿亩, 位居世界第三位。

- 1) 耕地面积。约15亿多亩, 约占国土的10%。
- 2) 园地(含果、桑、菜园和橡胶, 热带作物园)。计7000多万亩, 占国土的0.5%。
- 3) 森林和林地。20亿亩, 占国土的14%。
- 4) 草地。约40多亿亩, 占国土的28%。
- 5) 城镇、村庄、工矿用地。约3亿亩, 占国土的2%。
- 6) 交通用地。约5亿亩, 占国土的3%。
- 7) 水域。5亿亩, 占国土的3%。
- 8) 未利用的土地(含沼泽地、沙地、裸地、盐碱地等)。约55亿亩, 占国土的38%。
- 9) 我国人均占有耕地1.3亩, 仅为世界人均4.4亩的30%。
- 10) 我国耕地面积只占世界耕地面积的7%, 却超负荷地养活着世界22%的人口。

第四节 我国水资源分布、开发利用概况

一、降水量及其分布

我国陆地多年平均降水总量为61889亿 m^3 , 折合降水深648mm。从区域分布上看, 大于400mm的面积为569万 km^2 , 约占全国陆地面积的59.9%; 小于400mm的干旱、半干旱地区的面积为383万 km^2 , 约占全国陆地面积的40.1%, 降水分布及其农业的适宜性, 详见表1-4。

表 1-4 我国降水分布及农业的适宜性

降水量(mm)	面积(万 km^2)	占全国陆地面积(%)	农 业 适 宜 性
<250	298	31.2	旱生牧草及灌木, 不灌溉, 即无农业
250~400	85	8.9	牧草灌木, 旱作农业很不稳定
400~600	165	17.3	乔木(森林), 旱作农业不稳定
600~800	84	8.8	林草, 作物需补充灌溉
800~1500	234	24.8	林草, 水稻初步满足灌溉区
1500~2000	79	8.3	林草, 水稻满足灌溉区
>2000	7	0.7	作物需水均满足区

二、河川径流

我国流域面积 100km^2 以上的河流有50000多条,多年平均河川径流总量为 27115亿m^3 ;地下水补给量为 8288亿m^3 ;重复水量为 7279亿m^3 。水资源总量为 28124.4亿m^3 。

我国河川径流总量,仅次于巴西、前苏联、加拿大、美国和印尼,位居世界第六位。但按人口平均占有水量仅2630多 m^3 ,只有世界人均(10800m^3)的 $1/4$,位居世界第86位。详见表1-5。

表 1-5 我国人均、亩均水量、水资源总量与有关国家比较表

国家名称	年河川径流总量 (亿 m^3)	人均水量 (m^3 /人)	亩均水量 (m^3 /亩)
巴 西	51912	42200	10701
前苏联	47140	14860	1385
加拿大	31220	130080	4771
美 国	29702	13500	1076
印 尼	28113	19000	13200
中 国	27115	2630	1800
印 度	17800	2625	721
日 本	5470	4716	8462
全世界	468000	10800	2353

三、地下水

地下水作为水资源,一般系指在能获得相应补给量的条件下可能取得的水量。据估算,我国浅层地下水资源约 8000亿m^3 。我国山区面积广大,山区地下水多于平原;南方降水较多,补给条件好,地下水又多于北方地区。表1-6列举了我国主要平原区的地下水可开发资源。

表 1-6 我国主要平原地下水资源

地 区	地下水资源量 (亿 m^3)	地 区	地下水资源量 (亿 m^3)
松嫩—三江平原	206	柴达木诸盆地	35
辽河平原	102	准噶尔盆地	69
华北平原	476	塔里木盆地	220
山西各盆地	27	伊犁、塔城盆地	61
河套平原	56	成都平原	42
银川平原	22	江汉平原	110
关中平原	30	鄱阳湖平原	32
河西走廊	42	杭嘉湖平原	8

总之,我国水资源在地域上分布不均,南方的长江、珠江、浙闽台诸河及西南地区诸河等南方四片,水资源较丰富;而北方的辽河、海滦河、黄河、淮河四个流域片的水资源相当紧缺。详见表1-7。

四、水资源开发利用现状

据有关部门估计,截至70年代末,全国已开发利用的水量约4400多亿 m^3 ,其中农业用水占用水总量的80%以上。从用水总量来看,位居世界前列,但按人口平均,每人利用量

表 1-7

我国各流域片水资源分布

流域片		内 陆	黑 龙 江	辽、海、滦、 黄、淮流域片	长江、珠江 等南方四片	全 国	附 注
项 目		河 片	流域片				
水资源 总 量	(亿m ³) 占全国总量 (%)	1303.9 4.6	1351.8 4.8	2702.4 9.6	22766.3 81.0	28124.4 100	包括地面水和 地下水资源
占全国人口 (%)		2.1	5.1	38.4	54.4	100	
占全国耕地 (%)		5.8	13.0	45.2	36.0	100	
人均水量 (m ³ /人)		6290	2630	710	4180	2630	
亩均水量 (m ³ /亩)		1470	679	389	4130	1870	

仅约400多m³，不及美国人均用水量的1/4。就目前全国已开发利用的水资源总量来看，仅占全国河川径流总量的14%，利用率不高。

由于我国水资源分布很不平衡，加上各地在供需关系上的差异，各地区水资源利用率也不同。在北方地区黄河、淮河、海河诸流域，水资源利用率已达40%~60%，地下水利用率高达80%以上，仍然缺水严重；而在水资源较丰富的南方及西南地区，如长江、珠江流域仅为14%，西南地区利用率很低，不及1%，详见表1-8。

表 1-8

我国水资源开发利用现状 (1980年)

流域或地区	河川年径流总量 (亿m ³)	开发利用量 (亿m ³)	利 用 率 (%)	地下水利用量 (亿m ³)	用水总量 (亿m ³)
黑龙江地区	1166	151	13	34	185
辽河地区	487	119	24	51	170
海滦河地区	288	181	63	202	383
黄河流域	661	274	41	84	358
淮河流域	741	402	54	129	531
长江流域	9513	1286	14	67	1353
珠江流域	4685	655	14	6	661
东南沿海地区	2557	188	7	5	193
西南地区	5853	43	<1	1	44
西北地区	1164	519	45	40	559
全国合计	27115	3818	14	619	4437

第五节 我国三个灌溉带划分概况

根据多年生产与科学实践的资料，按照农业发展对灌溉排水的不同要求，我国地域可划分为常年灌溉带、不稳定灌溉带和补充灌溉带，见表1-9、表1-10。概述如下。

一、常年灌溉带

常年灌溉带是年降水量小于400mm的地带，主要范围在西北内陆和黄河中游部分地区。这一地带，由于年降水总量和各季节的降水分配都不能满足作物正常生长的需要，灌

表 1-9

我国三个灌溉带的降水特征

灌溉带	地 区	雨量站地点	年降水量 (mm)	各时期降水量 (mm)		
				6~9月	10~2月	3~5月
常年灌溉带	西北内陆地区 黄河中游地区	酒泉	84	56	10	18
		银川	202	146	20	36
不稳定灌溉带	黄淮海地区	德州	573	446	54	73
		淮阴	879	514	162	203
	东北地区	哈尔滨	559	431	53	75
		沈阳	702	509	83	110
补充灌溉带	长江中下游地区	宜昌	1145	673	186	286
	珠江江地区	广州	1648	902	238	508
	西南部分地区	宜宾	1169	777	186	206

表 1-10

各灌溉带不同雨型年的灌溉要求

单位: mm

灌溉带类别	地 区	作 物	干 旱 年			湿 润 年		
			总需水量	要求灌溉量	灌溉需要指数	总需水量	要求灌溉量	灌溉需要指数
常年灌溉带	西北地区	春小麦	450~525	300~450	0.7~0.9	300~450	200~350	0.7~0.8
		玉米	375~450	250~350	0.7~0.8	375~450	250~300	0.7~0.8
		棉花	600~750	450~500	0.6~0.7	600~750	300~450	0.5~0.6
不稳定灌溉带	黄淮海地区	水稻	1000~1200	600~800	0.6~0.7	850~1000	400~600	0.5~0.6
		冬小麦	600~750	300~450	0.5~0.6	500~600	200~300	0.4~0.5
		玉米	450~600	300~450	0.7~0.8	300~500	100~200	0.3~0.4
		棉花	750~900	300~450	0.4~0.5	550~675	100~200	0.2~0.3
	东北地区	水稻	900~1100	500~700	0.5~0.6	800~1000	300~500	0.4~0.5
		春小麦	300~450	80~150	0.2~0.3	225~375	0	0
		玉米	400~500	100~150	0.2~0.3	300~400	0	0
补充灌溉带	长江中下游地区	早稻	675~825	300~450	0.4~0.5	450~600	100~150	0.3~0.4
		晚稻	825~1000	450~600	0.5~0.6	750~900	150~300	0.2~0.3
		冬小麦	400~600	50~100	0.1~0.2	225~375	0	0
		棉花	750~975	150~300	0.2~0.3	575~700	0~100	0~0.1
	珠江江地区 及西南部分 地 区	早稻	600~750	300~400	0.5~0.6	450~600	100~150	0.2~0.3
		晚稻	750~825	300~450	0.4~0.5	600~750	150~300	0.3~0.4
		冬小麦	400~600	0~50	0~0.1	250~350	0	0

溉需要指数（灌溉水量占作物总需水量的比值）一般均大于50%~60%。常年灌溉是农业发展的必要条件。排水主要是由于灌溉引起的，要求降低灌区农田地下水位和排除渠道余水。

二、不稳定灌溉带

不稳定灌溉带是年降水量400~1000mm的地带，主要范围是在黄淮海地区和东北地区。该地带由于受季风的强烈影响，降水变化很不均匀，所以作物对灌溉的要求很不稳定，特别是秋熟作物。干旱年黄淮海地区秋熟作物的灌溉需要指数高达70%~80%，湿润年则只有30%左右。但冬春的小麦对灌溉的要求较高，也较稳定，灌溉需要指数在50%左右。东北地区水稻灌溉需要指数较高，达到50%左右；旱作物要求较低，干旱年为20%~30%，湿润年可不灌溉。这个地带对排涝的要求较高，随着降雨频率的不同，排水模数（24h内要求排出的水层深度）变化在10~40mm之间。因此，灌溉排水是该地带作物稳产高产的重要措施。

三、补充灌溉带

补充灌溉带是年降水量大于1000mm的地带，包括长江中下游地区、珠江江地区及部分西南地区。年降水总量虽然丰沛，但由于年际之间和季节分配不均，加上大面积种植水稻，而且作物复种指数较高，各季水稻仍需灌溉，灌溉需要指数在10%~30%之间。排涝要求一般高于前两个地带，排水模数为20~50mm。这个地带灌溉的作用主要体现在确保水稻种植面积的扩大和复种指数的提高。排水也是作物稳产的基本措施。

我国的农业与世界许多国家相比，一个重要的特征是普遍地对灌溉、排水有紧迫的要求，尽管各个地带需要的程度及性质不尽相同。

第六节 发展节水型灌溉的途径和内容

一、发展节水型灌溉的意义

我国水资源并不丰富，而且降水的时空分布很不均匀，以致旱涝灾害频繁或交替发生。由于缺水，不但严重影响了农业生产，而且也严重影响了工矿企业用水和城乡人民生活用水，缺水已成为国民经济发展的制约因素之一。近年我国人口不断增加，水资源遭受污染日趋严重，多数地区农业灌溉用水利用率很低，一般地面灌溉为0.3~0.5，地下水灌溉为0.7左右，加上乡镇工业的迅速发展，用水量猛增，工农业争水矛盾更加突出，以致缺水问题已成为我国当前亟待解决的问题。

当前农业灌溉用水占总用水量的80%以上，浪费相当惊人，节水潜力很大。如果把全国的灌溉水利用系数提高0.1，全国每年即可节约400亿 m^3 左右的水量。因此，在解决全国性水资源不足的问题上，农业节水占有重要的地位。发展节水型灌溉，建立节水型农业，是根据我国实际情况做出的战略决策，是我国发展灌溉农业的必由之路。

二、农业灌溉节水的途径

1. 提高渠系水利用系数

一般说，渠道衬砌防渗或管道输水灌溉，是提高渠系水利用系数的有效途径之一。和