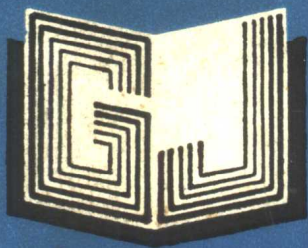


972118

S27
0047



高等学校教材



农田水利学

(中国北方地区适用)

华北水利水电学院 康权 主编



20-1
高等 学 校 教 材

农 田 水 利 学

(中国北方地区适用)

华北水利水电学院 康权 主编

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本书系统介绍了农田水利工程专业基本理论与基本技能,并着重介绍了适用于我国北方地区的各种节水灌溉技术以及农田水利建设经验。全书共十章,包括绪论、田间土壤水分运动、灌溉系统规划设计、排水系统规划设计、田间工程规划设计、灌水方法与灌水技术、灌排工程管理、北方节水、盐碱土壤和水土流失治理、灌排系统水体污染与治理以及灌溉排水试验等。

本书除供农田水利工程专业使用外,也可供相邻专业和从事节水型农业的工程技术人员、干部参考。

高等学校教材

农田水利学

(中国北方地区适用)

华北水利水电学院 康权 主编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
北京市地质矿产局印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 21印张 477千字
1993年10月第1版 1993年10月北京第一次印刷

印数 0001—1500册

ISBN 7-120-01836-1/TV·664

定价9.65元

序

我国位于欧亚大陆的东南部，东南濒临太平洋，北部、西北部和西南部深入亚洲大陆腹地与邻国相接壤。海陆地理位置对我国气候产生了强烈的影响。东部和华南地区受季风气候控制，西北内陆地区受山脉高原阻挡，季风难以侵入。因此，降水量的地区分布差异很大，形成东南多雨、西北干旱少雨的特点。东南沿海及西南部分地区的多年平均降水量可达2000mm以上，而东北西部和内蒙古、甘肃以西广大地区的年降水量仅200~400mm。降水量的年际变化很大，经常出现连续多水年份或少水年份。在年内的降水量分布也不均匀，时或发生雨量集中或过少现象，出现季节性的干旱或洪涝灾害。因此，干旱与洪涝已成为影响我国农业生产的主要自然灾害。严重的旱涝灾害还影响工业生产、城乡供水、交通运输、人民生活和生态环境，给国民经济造成重大损失。

中华人民共和国成立以来，农田水利事业得到了迅速发展。遍布全国的各类水利工程已使全国的灌溉面积由1949年的1600万公顷增加到1991年的4800万公顷。渍涝、盐碱地 and 水土流失的治理也取得了很大成绩。40多年来，农田水利事业的发展对减轻和防治旱涝等灾害，促进农业的稳产高产，起到了重大作用。

随着农田水利事业的发展，我国的灌溉排水理论和实践也得到更进一步的充实与提高。特别是，由于我国的地域辽阔，各地的气候、地形、土壤和农业生产等条件有很大差异，因此，因地制宜地发展农田水利在各地已累积了丰富经验。

康权等同志编写的《农田水利学》是供北方地区高等院校使用的教材。书中除了详细地阐述了农田水利学的基本原理和实践以外，突出了我国北方地区的特点，总结了北方地区的灌溉排水经验，强调了节水灌溉技术、灌区盐碱土改良和水土流失的防治，并增加了灌排系统水体污染及其治理等新内容，这对北方地区高等院校的农田水利教学更具有其针对性。可以期望，本书的出版将引起从事农田水利教学工作者的注意，愿百花齐放，推陈出新，编写出更多更好具有特色的农田水利学教材。

武汉水利电力学院 许志方

1992.10.于武汉

24026/9

前 言

本书是根据水利部科技教育司于1988年5月制定的计划并列入《1990—1995年高等学校水利水电类专科本科、研究生教材选题和编审出版规划》(第一部份)而编写的。

本书供农田水利工程专业使用。全书共十章。前五章除绪论外主要介绍了农田水利学的基本理论和灌溉排水工程规划设计的基本技术,从第六章起分别介绍了灌水方法与灌水技术、灌排工程管理、北方地区特殊灾害和治理措施、灌排系统水体污染与防治以及灌排工程试验等内容。按照本教材要充分注意到北方地区的特点和满足北方地区水利建设的要求,在编写中对以下几个方面进行了适当调整:第一,加强了田间土壤水分调节部分,增加了土壤水分运动内容;第二,充实了节水灌溉技术以适应北方地区水资源短缺的要求;第三,增加了田间工程规划设计内容,以体现进一步贯彻山、水、田、林、路综合治理和为农、林、牧、副、渔各业服务的方针,并充分体现治水的综合效益;第四,增加了灌排管理内容,这既是当前实际工作的需要,也是过去教材中较薄弱的环节;第五,增加了灌排水体污染与防治内容,为改善灌区、充分利用水资源和实现最佳农业生态环境创造条件。本书在编写过程中考虑到教材本身的特点,首先讲清基本概念和基本理论,然后再结合实际技术,由浅入深,循序渐进,做到理论与实践相结合。为使学生掌握基本技能,书中各章节均增加了复习题、例题和习题,以便于加深理解。

参加本书编写的有:东北农学院唐德富(第一、第八章),新疆八一农学院胡泽源(第三章),合肥工业大学张祥正(第四、第七章),北京农业工程大学郑耀泉(第六、第十章),华北水利水电学院康权(第二、第五、第九章)。全书由康权主编。武汉水利电力学院许志方教授主审。许教授在审阅中提出了许多宝贵意见,对本书质量的提高帮助很大。另外,本书在编写过程中曾参考了与本专业有关的许多书籍,还引用了有关院校和生产单位的数据与资料,在此对有关书籍的作者和单位一并表示感谢。

最后,我们诚恳地希望广大读者对本书存在的缺点和错误提出批评指正。

编者

1992.8

目 录

序

前 言

第一章 绪论	1
第一节 农田水利在国民经济建设中的地位	1
第二节 国内外农田水利发展概况	2
第三节 北方地区农田水利的特点和问题	5
第四节 农田水利学的主要内容	10
第二章 田间土壤水分运动	12
第一节 作物需水原理	12
第二节 田间土壤水分运动原理	15
第三节 田间土壤水分循环与平衡	23
第三章 灌溉系统规划设计	39
第一节 灌溉系统的水源和取水方式	39
第二节 灌溉渠系规划	44
第三节 灌区设计标准与作物需水量分析	51
第四节 灌溉制度设计	55
第五节 灌溉渠道设计	69
第四章 排水系统规划设计	88
第一节 概述	88
第二节 排水设计标准	89
第三节 排水系统规划	92
第四节 排水沟道设计	97
第五章 田间工程规划设计	117
第一节 田间工程概述	117
第二节 田间工程规划	119
第三节 田间排水工程计算与设计	139
第四节 田间井灌井排工程	158
第六章 灌水方法与灌水技术	173
第一节 地面灌溉	173
第二节 喷灌	178
第三节 微灌	199
第四节 地下灌溉	215
第七章 灌溉排水工程管理	219
第一节 概述	219
第二节 灌排工程经营管理的特点与内容	221
第三节 用水计划的编制与执行	224
第四节 供水成本与水价	230

第五节 灌排工程经营管理经济效益分析	233
第八章 北方地区节水灌溉、盐碱地与水土流失治理	246
第一节 北方地区节水灌溉	246
第二节 盐碱地改良	263
第三节 水土流失治理	273
第九章 灌排系统水体污染与治理	284
第一节 水体污染概念与污染物质分类	284
第二节 污染物质主要危害	286
第三节 灌排水质标准和评价	291
第四节 废、污水治理	299
第十章 灌溉排水试验	314
第一节 灌排试验的内容和方法	314
第二节 灌溉田间试验设计	316
第三节 试验结果的统计分析	320
主要参考文献	327

第一章 绪 论

第一节 农田水利在国民经济建设中的地位

农田水利的基本任务是通过兴修各种水利工程并和其它措施相结合,改良农田水分状况和调节地区水情,以便为农业高产稳产创造条件,为国民经济全面发展奠定基础。因此,农田水利在农业现代化和国民经济建设中具有十分重要的地位和作用。

一、农田水利建设与农业发展的关系

植物生长的要素是水、肥、气、热、光,其中水是最活跃的因素。俗语说:“有收无收在于水,多收少收在于肥”;我国史书中指出:“有水无肥一半谷,有肥无水望天哭”。均说明在其它条件相同的情况下,水是决定农业丰欠的关键因素,对农业生产起着决定性的作用。所以历史上农业的发展和水利的建设关系非常密切。据我国史载,从公元前206年到1949年的2155年间,我国曾发生过较大的水灾1092次,较大的旱灾1056次,平均每年发生一次较大的水灾或旱灾,而每次大灾后的后果是农业大量欠收,饥殍遍野,经济萧条。相反农业丰收年都是风调雨顺、无灾少害的年份,凡是这样的年份五谷丰登,粮食满仓,丰衣足食,市场繁荣,经济上都有一个很大的发展。历史上这些生动的事例说明,国家的建设和社会的发展都离不开农业的发展,离不开农田水利建设的发展。

我国建国后的经验也说明,农业是国民经济的基础,水利是农业的命脉。凡是水利基础较好的地区,农业稳定,生产发展较快,相反发展则慢。生产实践还说明,水利建设的发展不仅保证了农业的发展,也促进了商业、工业、财贸、交通、物资、能源以及文化教育等部门的发展,因此说农田水利建设是关系到农业发展的大计,关系到国民经济发展的

二、农田水利建设与改善环境的关系

广义的环境是指自然环境,即人类生存的自然空间和领域。由于任何一个地域都具有一定的由各种生态系统所组成的环境,而人类及各种生物正是依赖这些生态系统存在与生活,所以又把自然环境称为生态环境。水是自然环境中重要的元素,它直接影响环境的生态变化和质量指标,同时也在生态系统营养物质的生物小循环和生物地球化学大循环中起着极其重要的作用,可以说生命系统离开水就无法生存和发展,所以适宜的水域自然环境,可以给人类带来适宜的生育繁衍、物质文明和精神文明的条件,这可从古代几大文明发源地加以证明,印度的恒河流域、埃及的尼罗河流域、我国的黄河流域,这些适宜人类生存和发展的地区,都成了历史文明发达的古国。

生态环境还是农业发展的基本条件。良好的生态环境可以使生态系统保持长久的动态平衡和良性循环。而生态环境的恶化,会出现生态失调和恶性循环。水是生态环境中的基本要素。水的丰、平、枯对生态环境的好坏具有决定性的影响和作用,环境中有了水,沙

漠可以变成绿洲；缺水了，绿洲也可能变成沙漠。这便是水与环境相互之间的关系。兴修水利，科学地、合理地改变自然界水的时、空分布，不仅可为农业发展创造条件，而且也是为人类生存创造适宜生态环境的措施。因此，进行大规模的、长期的农田水利基本建设具有极其深远的意义。

第二节 国内外农田水利发展概况

一、国外农田水利发展概况

国外一些古老的国家，农田水利都有悠久的历史。埃及尼罗河的洪水淤灌可以追溯到公元前4000年以前，它孕育了古埃及人民的文明和昌盛。公元前2000年左右巴比伦时代灌溉面积已达到260万公顷以上。约在公元前600~560年，新巴比伦王朝修建空中花园，喷洒浇灌，为近代喷灌的先驱。美洲的灌溉历史也可以追溯到公元前1000年。至于亚洲的印度恒河流域远在公元前2500年就已发展了引河淤灌。在防洪除涝方面，亦有悠久历史，如荷兰的排水，不但历史悠久而且成效显著。又如公元前2世纪，古罗马人就用石头和树枝填在开挖好的地槽中，形成暗沟，用以改良低洼土地。近代的暗管排水则由英国人于1810年首先采用，其后在法国、德国、荷兰、美国等国家普遍推广。

19世纪以来，随着经济和技术的发展，世界上许多国家开始兴建大型的灌排工程，因而农田水利有了较大的发展。如1950年由印度发起成立了一个非政府性的国际组织——国际灌溉排水委员会（International Commission On Irrigation and Drainage，简称ICID）。它的宗旨是鼓励和促进在灌溉、排水、防洪及江河治理方面科学技术的发展和应用，到1984年，ICID已从创建时的11个国家增加到80多个国家。它在推动世界各地农田水利发展方面起了重要作用。又如到19世纪末已经出现了喷灌，20世纪60年代发展了滴灌，直到现在农田水利方面的新理论仍在不断发展，与此同时出现了许多新技术与新方法，尤其是电子计算机技术的发展，更加加速了农田水利学科的发展。

据联合国粮农组织（FAO）的资料，近半个世纪以来世界各国的灌溉面积发展很快，亚洲国家的灌溉面积较多，发展中国家灌溉面积之和约占全世界总灌溉面积2/3左右。世界各地的灌溉面积详见表1-1。

表 1-1 世界各地灌溉面积表

地 区	灌溉面积 (百万公顷)	占世界灌溉面积 的百分比 (%)	地 区	灌溉面积 (百万公顷)	占世界灌溉面积 的百分比 (%)
亚 洲	136.865	62.30	中 美 洲	6.914	3.15
北 美 洲	20.460	9.31	大 洋 洲	1.869	0.85
苏 联	19.485	8.87	发展中国家	157.198	71.56
欧 洲	15.710	7.15	工业化国家	62.475	28.44
非 洲	10.390	4.73	全 世 界	219.673	100.00
南 美 洲	7.979	3.63			

注 资料引自《世界农业统计资料》，联合国粮农组织，1986年。

二、我国农田水利发展简况

我国是世界上从事农业、兴修水利最早的国家，早在禹时代就有“尽力乎沟洫”、“陂障九泽，丰殖九藪”等传说，到夏商时期已经在黄河流域出现了沟洫，到西周沟洫工程得到了发展。《诗经》记载：“滌池北流，浸彼稻田”即引滌水（今陕西渭水支流）灌溉稻田。对沟洫的布置在《周礼·稻人·遂人》中曾有详细记载：“稻人，掌稼下地，以濬蓄水，以防止水，以沟荡水，以遂均水，以列舍水，以浍泻水”。这里提到的沟、遂、列、浍是指不同级别的渠（沟）系统，而濬指陂塘，防指堤坝，可见西周时代已经有了较为完整的灌排工程配套体系。

我国最早的灌区工程是淮河流域的期思雩娄灌区，是楚国孙叔敖于公元前605年建成的。《淮南子·人间训》曾有记载：“孙叔敖决期思之水，而灌雩娄之野”。期思之水指现在的史河和灌河，在今河南固始一带。其后公元422年《史记》载有：魏国西门豹在邺（今河北磁县和临漳一带）“凿十二渠引河水灌民田”这就是著名的漳水十二渠。漳水十二渠是多渠口有坝引水，是我国最早的多首制灌区的典范。到了秦朝昭襄王五十一年（公元前256年）蜀郡守李冰父子在四川成都平原建成了有名的都江堰工程，《华阳国志·蜀志》载有：成都平原“沃野千里，号为陆海，旱则引水浸润，雨则杜塞水门”，“水旱从人，不知饥馑，时无荒年，天下谓之天府也”。可见都江堰工程对农业生产、经济建设和社会发展起了巨大的作用。除此以外，我国较早的灌区工程还有陕西的郑国渠、广西的灵渠、宁夏的秦渠、汉渠、唐徕渠以及湖北的长渠等。

在防洪除涝方面，唐代已有大规模的排水工程，如河北沧州无棣县的无棣沟、郑州任丘县的通利沟等。到五代时期江苏太湖流域已形成纵横交错的江河水网，不仅用于防洪除涝，而且用于灌溉，形成发达的江南水乡。宋代以后在江淮滨湖地带发展了大面积圩田，在苏北地区还建成了防潮、防涝、通航、灌溉的综合体系，江浙沿海则出现了巨大的防潮侵袭的海塘工程。只是到了近代，由于大量的水利工程年久失修，灌溉面积才不断减少，洪涝面积则不断增加，到建国前，全国灌溉面积已减少到2.4亿亩。

建国后，农田水利建设进入了一个蓬勃发展的新时期，自50年代开始首先进行了淮河治理，随后又进行了海河治理，与此同时还进行了长江流域和黄河流域规划。通过治黄，发展了沿黄灌区4000余万亩。据统计到1987年底全国已建成大、中、小型水库8.6万座；塘坝619万座；总蓄水量4208亿 m^3 ；北方机井发展到241万眼；建成万亩以上大、中型灌区5000多处；其中30万亩以上的大型灌区148处，1~30万亩的中型灌区5215处（见表1-2），小型灌区更是星罗棋布，遍布全国。灌溉面积也由2.4亿亩增加到7.2亿亩，占全国耕地面积的一半左右。全国各地的灌溉面积见表1-3。我国大型灌区分布见图1-1。除发展灌溉面积外，全国还治理了易涝地面积2.84亿亩，改良盐碱地面积0.71亿亩，改造渍害低产田面积0.52亿亩，治理水土流失面

表 1-2 全国已建成灌区表

灌区分类	处 数	有效灌溉面积 (万亩)	占 (%)
500万亩以上灌区	3	2215	6.9
100~500万亩灌区	26	4224	13.8
30~100万亩灌区	119	5476	17.2
10~30万亩灌区	477	7429	23.3
1~10万亩灌区	4738	12501	39.3
合 计	5363	31845	100

表 1-3

各省、自治区、直辖市的灌溉面积及大、中型灌区情况 *

(单位: 万亩)

地 区	按设计灌溉面积划分			按 有 效 灌 溉 面 积 划 分									
	处	设 计 灌 溉 面积	有 效 灌 溉 面积	合 计		50万亩以上灌区		30~50万亩灌区		10~30万亩灌区		1~10万亩灌区	
				处	有效灌溉面积	处	有效灌溉面积	处	有效灌溉面积	处	有效灌溉面积	处	有效灌溉面积
全国总计	6837	48538.56	33562.29	5363	31845.95	72	9071.37	76	2843.69	477	7429.61	4738	12501.28
北 京	10	331.00	312.00	33	307.00	0	0.00	4	157.00	2	54.00	27	96.00
天 津	48	133.93	101.15	46	99.63	0	0.00	0	0.00	0	0.00	46	99.63
河 北	176	2174.88	1567.15	158	1556.63	4	568.89	2	87.50	25	453.61	127	446.63
山 西	173	1209.88	984.58	154	971.80	2	201.30	4	156.39	16	239.18	132	374.93
内 蒙 古	252	2576.30	1534.25	189	1487.82	2	719.79	3	123.13	12	201.52	172	443.38
辽 宁	151	956.16	729.85	109	705.18	1	81.49	1	46.67	21	317.45	86	259.57
吉 林	159	725.00	428.00	116	400.00	0	0.00	1	30.00	6	98.00	109	272.00
黑 龙 江	335	1219.01	701.77	215	641.44	0	0.00	1	35.00	5	63.56	209	542.88
江 苏	185	2038.27	1541.14	185	1541.14	2	104.55	11	373.95	41	660.79	131	401.85
浙 江	193	992.94	927.87	190	927.87	2	166.48	1	35.29	17	299.98	170	426.12
安 徽	510	2829.91	1873.91	350	1804.58	5	868.51	1	36.00	14	185.22	330	714.85
福 建	135	448.91	367.84	126	358.08	0	0.00	1	44.60	5	92.78	120	220.70
江 西	330	1110.69	791.94	210	714.61	1	82.33	0	0.00	13	202.37	196	429.91
山 东	762	4901.09	2861.56	468	2716.34	7	850.04	4	134.72	44	749.67	413	981.91
河 南	239	2784.30	1435.21	146	1384.65	6	459.60	4	161.73	27	449.00	109	314.32
湖 北	399	3771.00	2881.58	291	2683.81	10	961.55	8	263.56	57	792.42	216	666.28
湖 南	387	1977.10	1555.71	357	1544.21	2	162.25	8	322.10	13	194.67	334	865.19
广 东	382	1582.97	1254.49	320	1213.42	2	208.34	1	31.53	17	209.22	300	764.33
广 西	356	1398.17	1091.88	288	1025.20	1	53.73	3	103.67	10	154.43	274	713.37
海 南	60	411.43	232.61	39	218.63	1	103.34	0	0.00	1	14.00	37	101.29
四 川	364	2522.38	1829.54	295	1779.77	3	975.06	0	0.00	9	153.61	283	651.10
贵 州	93	160.76	118.97	52	94.50	0	0.00	0	0.00	0	0.00	52	94.50
云 南	209	590.74	436.80	167	411.49	0	0.00	0	0.00	2	21.86	165	389.63
陕 西	157	1527.33	1321.03	135	1283.24	6	797.66	1	44.90	9	156.72	119	283.96
甘 肃	171	1251.77	1022.42	165	1018.31	0	0.00	4	157.46	27	478.18	134	382.67
青 海	73	198.62	170.66	64	166.58	0	0.00	0	0.00	0	0.00	64	166.58
宁 夏	22	782.55	435.65	22	435.65	2	339.00	1	41.66	1	13.93	18	41.06
新 疆	476	7931.67	5052.73	473	4354.37	13	1367.46	12	456.83	83	1173.44	365	1356.64

* 摘自《中国水利年鉴·1991》，水利电力出版社，1992。

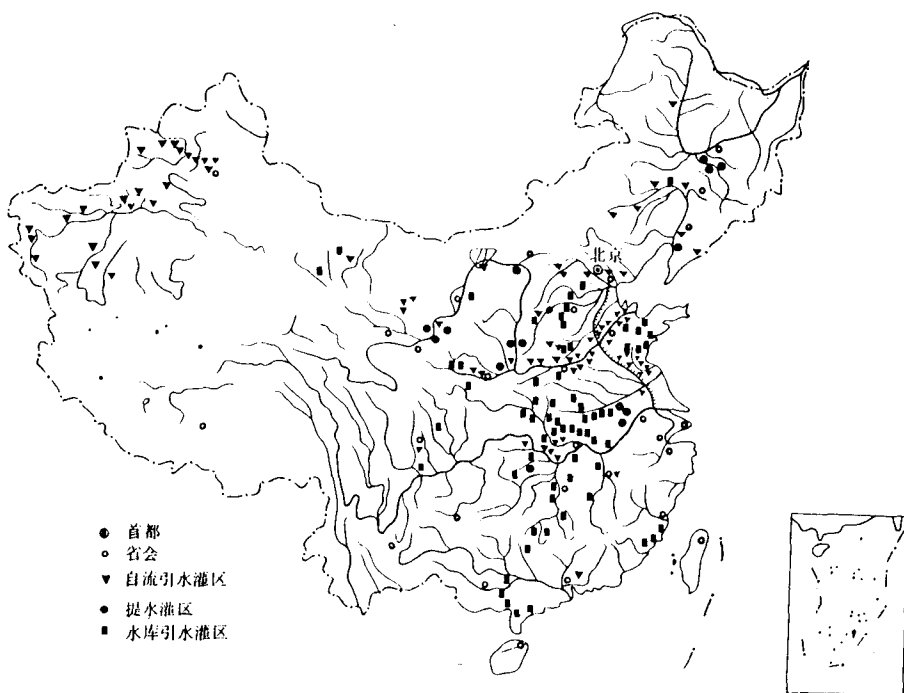


图 1-1 我国大型灌区分布示意图

积 12 万 km^2 , 约占全国水土流失面积的 1/4。由以上可见, 建国后, 我国农田水利建设取得了很大发展, 它对我国农业和国民经济持续发展和社会稳定起到了十分重要的作用。

近年来随着我国农业持续发展, 农田水利建设已由重点建设转到配套挖潜、开源节流方面。着重提高经济效益。与此同时, 加快了农田水利新技术的发展, 尤其是在灌溉节水技术, 井渠结合, 地表水和地下水联合运用, 咸淡水混浇合理灌溉, 旱、涝、碱综合治理, 小流域综合开发, 以及水资源联合调度等方面都有了很大的进展。但同时也要看到, 我国耕地少、人口多, 加上降雨分配不均, 全国还有一半以上耕地面积没有灌溉设施, 每年都有一些地区遭受程度不同的水、旱灾害, 农业生产仍不够稳定, 这就要求我国农田基本建设必须要有一个较大的发展, 以适应人民对农产品不断增长的要求和保证国民经济建设持续稳定的发展。

第三节 北方地区农田水利的特点和问题

我国北方一般是指昆仑山—秦岭—淮河一线以北的干旱、半干旱、半湿润广大地区。这一地区幅员辽阔, 地跨暖温带、温带和寒温带; 地形复杂, 丘陵山区水土流失比较严重; 降水少, 变率大, 旱涝频繁; 土壤类型多样, 土地盐碱化比较普遍; 平原多, 农业用水量大, 水资源供需矛盾突出, 缺水问题日趋严重等, 这些不利的自然条件影响和制约着北方地区农业生产和国民经济发展。针对北方地区这些自然条件, 农田水利建设也有其

特点,并存在一些问题。了解这些特点和问题,对学习、掌握北方农田水利十分重要。

一、北方地区水资源特征和农田水利的特点

(一) 北方地区水资源特征

我国水资源与世界各国比较,次于巴西、苏联、加拿大、美国和印尼,居世界第六位。但按人均、亩均占有水量而论却很少。主要是由于大陆性季风气候影响,水资源在时、空分布上明显有以下几个特征:

1. 水土资源在空间分布不均衡

我国北方,在以林地为主的高山区,如东北的大、小兴安岭和长白山,西北的祁连山、天山和阿尔泰山等地,耕地少,水资源较丰富。而东北平原、黄淮海平原等地人口、耕地集中,水资源却十分短缺。内陆盆地虽人口少,但降水量也少,水资源也十分紧缺。另外水资源与工业布局也不协调,如京、津、唐经济区,山西能源重工业基地,沈大经济开发区等地,水资源均严重不足,供需矛盾十分突出。

2. 水资源供需在时间上不相适应

北方地区受季风气候影响大,降水、径流年际和年内变化十分明显,一些河流常常出现连枯、连丰现象。据统计,黄河、海河年径流量的最大最小值之比高达14~16倍。一年内由于降水分布不均,夏秋多雨,通常其降水量占全年降雨量的70%~80%。因此,地面径流量季节变化也特别大。如北方小麦需水期的3~5月径流量只占全年的10%~15%,其中最枯的5月份只有3%左右。所以春旱秋涝现象已成规律,既频繁又严重。

3. 水资源利用受泥沙和生态环境的制约很大

北方河流含沙量多。如黄河含沙量极高,达1300~1400kg/m³,致使河道、水库淤积严重,影响河道行洪,降低水库工程寿命,如永定河官厅水库,目前已淤积了总库容的37%,使水库防洪能力从千年一遇标准减少到300年一遇,水库的供水能力也大大减低。由于河道淤积,生态环境恶化,制约了水资源的开发与利用,如黄河为了维持下游河道冲淤,入海水量至少要求保持在200亿m³左右,这就限制了上、中游和中、下游的用水。

4. 地下水资源有限,不能无限制的开发

北方地区除地表径流不足外,地下水资源也很少。浅层水的储量受每年降水的影响很大,深层水比较稳定,但补源困难。实践证明,地下水的开采量不能超过每年的降水补给量,否则地下水位将会连续下降并带来严重后果。因此,北方地区地下水不能无限制的开采。

(二) 北方地区农田水利的特点

1. 旱涝碱综合治理

北方平原地区,尤其是黄淮海平原是洪、涝、渍、旱、碱多种灾害并存的地区,各种灾害交替发生,相互影响,互为因果。因此在治理中决不能针对某一种灾害,必须采取蓄泄并重、灌排兼顾、抗旱、除涝、治沙、治碱相结合的综合治理措施,才能取得较好的收效,这是几十年实践中总结出的一条基本经验,也是这一地区农田水利建设的方针。

2. 地表水、地下水联合运用

北方地区地表水严重不足,应建成蓄、引、提相结合的灌排系统。北方地区地下水也

很缺少,开采后应重视补源与回灌。并在运行时使两种水源密切结合起来,才能缓解用水的紧张局面。如河北省平原地区地表水只能解决远景灌溉所需水源的20%左右;山东省也仅能解决半数。因此,必须大力开发利用地下水,发展井灌。在低洼易涝区和汛期采取井灌井排,并有计划的控制地下水,防止土壤次生盐碱化。

3. 节流与开源并重

北方缺水,已成定局,因此必须进行大力节流,这是北方地区水利建设的一项长远方针。因此应将渠道防渗、低压输水管道灌溉、喷灌、微喷灌等各种节水技术纳入推广的重点,同时应进一步深入研究雾灌、土壤水开发利用以及土壤—植物—大气连续体(SPAC)的水分传输理论。与此同时还应重视新的水源开发包括南水北调,只有这样,才能彻底解决北方地区水源不足的问题。

4. 注重防治风沙

北方地区受风沙危害的面积很大,风沙危害不仅使农业导致减产而且使环境遭到破坏。据有关资料,我国沙漠化的面积每年都在扩大,风沙危害和沙化已经成为内陆广大地区主要灾害。风沙灾害直接与农田水利建设密切相关,减少风沙可以减轻蒸发,增加空气相对湿度,进而减少土壤蒸发量,从而导致减少灌水量与灌水次数。另外在水土流失地区更需要重视风沙的治理。对风沙的治理除运用水利措施外,还需要密切结合林业措施,广泛造林。林带可以防沙育土,调节气候,缓解干旱,在洪涝地区还可起到排水的作用。我国三北林带的实施使风沙危害得到了初步控制,保护了1300万公顷农田。这充分说明造林对防治风沙的重要性。

5. 大力推广节水农业与旱作农业

北方水资源短缺,大力推广节水农业势在必行。北方旱作农业比重很大,约占全国总耕地面积的38%,(5.7亿亩)。这种农业没有任何灌溉设施,只靠降雨供给作物水量,因此,多雨年农业可以获得较好的收成,否则收成很差。这种农业,需要采用大量的技术措施,包括工程措施、生物措施、耕作措施以及管理措施等,如修筑梯田,改良土壤,植树造林,深耕蓄水以及蓄肥保土等,从而改善生产基本条件,夺取农业丰收。

二、北方地区水利区划与灌区建设

(一) 北方地区的水利区划

全国性水利区划是在80年代初开始的,根据水资源的开发利用条件和水利建设特点,在全国范围内进行了水利建设分区。北方地区水利区划大体可归纳为以下几个主要类型区:

(1) 耕地稀少,以林地为主的高山区 该区主要包括东北林区,西北高原和新疆边境山区。这些地区人口稀少,交通不便,主要以林业为主,耕地率一般在10%以下,水资源开发利用程度很低,这类地区水利发展方向是兴建蓄、引工程,开发水能,解决生活和生产用水。

(2) 山地丘陵农林牧过渡带 该区主要包括燕山、太行山、秦岭等山地丘陵。这类地区水能资源丰富,是今后发展的方向。

(3) 土地资源丰富,开发利用程度较低的农牧高原 该区主要包括内蒙古东三盟草

原和黄土高原。内蒙古草原从东北向西南水土条件逐渐恶化，当前以发展人工草场灌溉为主。黄土高原植被破坏，水土流失严重，今后主攻方向是加强水土保持，调整农、林、牧结构，改善生态环境。

(4) 水土资源开发程度较高的山地丘陵农业区 该区主要包括长白山边缘的低山丘陵，辽西、辽南和嫩江右岸丘陵区，胶东沂蒙和豫西伏牛山区。这些地区人口稠密，耕地率高，大部分干旱缺水，水土流失严重。今后除加强水土保持工程外，应重点发展节水农业和旱地农业。

(5) 地下水丰富，水资源开发条件较好的山前地带 华北太行山、燕山山前平原，河西走廊，天山南北麓由山区向平原的过渡带均属此类。这些地区工农业生产发展迅速但水资源不足，供水紧张。今后主要在水资源利用方面进一步挖潜，开发地表水和地下水，并合理调配利用。

(6) 水资源开发利用程度较高，社会经济条件优越的平原地带 这主要是东北平原和黄淮海平原。东北平原要洪、旱、涝兼治，大力改善水利条件，解决工农业供水的矛盾。黄淮海平原在搞好防洪除涝的同时，要大力解决农业灌溉问题，要搞好地表水和地下水联合调控，实现旱、涝、碱、咸综合治理。

(7) 贸、工、农较发达的滨海平原和河口三角洲 该区主要包括冀、鲁滨海区和淮河下游平原水网区。这类地区人口稠密，经济发达，但排水不畅，洪涝、潮袭威胁较重，同时用水量不足。今后主要任务是提高防洪除涝标准，兴建排水系统，整顿水网，发展水运与水产，有条件的地方可围垦造田，扩大耕地面积。

(8) 荒漠，沙漠和戈壁地带 该区主要包括鄂尔多斯风沙区，内蒙西部阿拉善盟，新疆古尔班通古特和塔克拉玛干等地。这些地区气候干燥，人口稀少，大部分地区难以开发利用，今后应以造林为主，防沙固土，保护草原。

(二) 北方地区的灌区建设

全国有效灌溉面积在万亩以上的大中型灌区有5000余处，其中大部分都是国家商品粮基地，也是保证我国粮食供应和发展农业生产的重点区。搞好这些大中型灌区建设与配套十分重要。现将北方地区主要灌区简介如下：

1. 黄淮海平原区

这一地区的灌区主要集中在以下四个地带。

(1) 燕山、太行山山前地带 此地带分布有石家庄地区的石津灌区（设计灌溉面积250万亩），邯郸地区的民有灌区（设计面积240万亩），河南省安阳地区的漳南灌区（120万亩）以及北京郊区的京密引水灌区等。

(2) 伏牛山、大别山山前地带 安徽省的淠史杭灌区（该灌区为我国三大灌区之一，灌溉面积1025万亩）和河南省的鲇鱼山、薄山、南湾、白龟山、昭平台等大型灌区均位于此地带。

(3) 黄河下游引黄灌区 该区有50年代最先修建的河南人民胜利渠和山东打渔张灌区，设计灌溉面积百万亩以上的还有山东聊城地区的位山灌区，德州地区的潘庄灌区和惠民地区的簸箕李灌区等。

(4) 沂蒙山周边地区 该地区较大的灌区有山东昌潍地区的峡山灌区(153万亩)、牟山灌区、墙夼灌区、太河灌区;临沂地区的岸堤灌区、枣庄市的枣南灌区;江苏省徐州地区的塔山灌区、沭新灌区、沭南灌区等。

2. 黄河中上游地区

黄河中上游地区是我国古老灌区的集中地区,建国后经过大规模的改建或扩建,面貌全新。著名的灌区有宁夏的银川灌区;内蒙古河套灌区;陕西的渭惠渠、泾惠渠、洛惠渠、宝鸡峡引渭工程(296万亩)、交口抽渭电灌工程(120万亩)、东雷抽黄电灌工程(97万亩)以及冯家山、羊毛湾等大型水库灌区;山西的汾河灌区、汾西灌区、潇河灌区、文峪河灌区等。

黄河中游为解决两岸一些高台地的灌溉补水问题,修建了一批大功率高扬程的电力提水灌区,如甘肃的景泰川灌区总扬程444m,功率64200kW,灌溉面积30万亩;和靖会灌区(总扬程533m、装机49840kW、灌溉面积30万亩)以及宁夏的固海(总扬程342m、装机78405kW、灌溉面积50万亩)、内蒙古的麻地壕(总扬程34m、装机10050kW、灌溉面积54万亩)、山西的大禹渡(总扬程355m、装机22275kW、灌溉面积28万亩)、夹马口(总扬程110m、装机8130kW、灌溉面积40万亩)和陕西东雷电灌站等。

3. 西北干旱荒漠区

这一地区是无灌溉即无农业的地区。主要灌区分布在新疆和甘肃。在其中灌溉面积百万亩以上灌区的有玛纳斯河、渭干河、奎屯河、塔里木、喀什河、老大河、叶尔羌河等7处。甘肃河西地区主要引祁连山雪水灌溉,较大灌区有疏勒河、西营河、党河、双塔堡等。

4. 东北地区

东北地区较大灌区有辽宁营口地区的大洼灌区,辽沈地区的浑浦、浑沙、塔河灌区;吉林省的梨树、松沐、前郭灌区;黑龙江省的查哈阳灌区;内蒙古的莫力庙、西辽河灌区等。目前东北地区共有万亩以上大中型灌区1000多处,有效灌溉面积约4000万亩,占耕地面积15%,为全国灌溉面积占耕地面积比重最小的地区。

三、北方地区农田水利建设存在的主要问题

建国以来,我国北方地区大力发展农田水利建设,取得了很大成绩。但也存在着一些急待解决的问题,主要有:

(1) 水资源短缺,工农业用水矛盾日趋尖锐 黄淮海平原地区人口、耕地约占全国的33.3%左右,但水资源只相当于全国的5%;东北松辽流域,人口占全国的7.6%,耕地占全国的16.6%,但水资源只相当于全国的3.3%。目前北方地区已经出现了“水的危机”。由于缺水已经制约了国民经济的发展。另外,随着工农业用水量的增加,一些综合利用的水库,如北京的官厅、密云、河北的潘家口,辽宁的大伙房、清河等水库相继转为向城市和工业供水,更加重了农业用水的危机。

(2) 地下水超采带来的环境问题 由于地下水大量超采引起的环境问题越来越重。首先是地面沉降,其次是水质污染越来越引起人们的关注。据调查河北省1979年在沧州、衡水一带发生漏斗30余处,漏斗区面积13000km²。沧州1971年中心地下水埋深23m,到1980年下降到66m,平均每年下降5.5m,最大的一年下降10m多。北京市区和郊区地下水下降

漏斗范围达 1000 km^2 ,地下水位以每年 $1\sim 1.5\text{ m}$ 的速度下降,最大下降深度累计已达 40 m ,单井出水量锐减,同时引起地面下沉。北京朝阳门外至大王庄,1963年沉降 2.2 mm ,到1975年沉降达 181 mm ;东直门到中阿公社,1975年沉降 63 mm ,复兴门外至沙河也有沉降。对地面建筑物安全已构成威胁。天津因地下水漏斗引起地面下沉的范围为 2300 km^2 ,累计最大下沉 1.5 m 。上海从1922年就发现地面下沉,到1965年下沉区地面已下沉 1.5 m ,严重地区达 2.37 m 。在水质方面由于地下水超采,在滨海地区已经引起海水向陆地淡水层挤压,使淡水水质恶化,甚至不能使用。

(3) 节水技术发展缓慢,水资源浪费严重 北方地区的水资源,一方面严重短缺,另一方面浪费严重,水的利用率很低。自流灌区渠系有效利用系数仅 0.35 左右,每亩灌溉引水量高达 1000 m^3 ,生产 1 kg 粮食需引水 $2000\sim 3000\text{ kg}$;井灌区亩次灌水量也达 $70\sim 80\text{ m}^3$ 。大水漫灌、大畦长垅的灌水方法还普遍存在,用水管理很差。因此,大力推广灌溉节水技术是当务之急,同时也是北方水利建设的一项长远方针。

(4) 农田水利工程老化、配套、挖潜任务大 北方地区一大批 $50\sim 60$ 年代修建的灌区,经 30 余年的运行,工程已趋老化,效益下降,急需大修或更新。

(5) 跨流域调水问题尚未解决 我国南方水多,北方水少,从长远看,南水北调,以缓解北方尖锐的用水矛盾,势在必行。东线调水虽已开始,但进度缓慢。中线调水尚未解决。西线调水更是遥远。因此,在加快调水工作的同时,还应大力执行开源节流措施,以彻底解决北方地区的水资源短缺问题。

第四节 农田水利学的主要内容

农田水利学是研究农田水分状况,消除旱、涝灾害,为农业生产服务的一门科学。国际上通称这门学科为灌溉排水学。农田水利学与水文、气象、土壤、农学、环境和生态等学科密切相关,是一门综合性、理论性和实践性很强的应用技术学科。农田水利学的主要内容有以下几个方面。

一、研究土壤改良基本原理

农田水利以研究和调节农田水分状况为基本对象。农田水分状况系指田间地表水、土壤水和地下水的多少及其在时空间的变化。而土壤水是与作物生长关系最密切的水分存在形式。土壤水是土壤肥力诸因素中最活跃的因素,它不仅是作物生长所必不可少的水分主要来源,而且深刻的影响到土壤温度、空气和养分状况。采取各种农田水利措施的目的就是为了调节和改善土壤水分状况,以改善土壤的气、热和养分状况,并给农田小气候以有利的影响,促进农业增产。因此,研究农田水分的循环运动,以及水在土壤—植物—大气系统中的运移规律;研究土壤水的存储动态变化,建设一个高效土壤水库,做到蓄水于土,取水于土,减少水分的无效消耗,提高水分的利用效率,是通过水利措施改良土壤,提高土壤肥力,促进农业高产稳产的理论基础。

二、研究各种灌溉排水技术

在农田水利中,把渠道(管道)中的水分配到田间并供给作物需要的措施称为灌水技