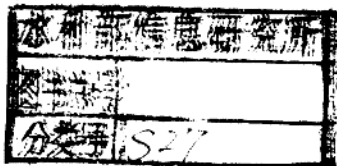


四维治水

——黄淮海平原农业水资源
综合治理配套技术

朱福星 王金珍 主编 科学出版社





006263 水利部信息所

四 维 治 水—— 黄淮海平原农业水资源综合治理配套技术

朱福星 王金珍 主编

科 学 出 版 社

1993

(京)新登字 092 号

31135/03

内 容 简 介

千百年来,旱、涝灾害威胁着人类的生存与发展,人类在与旱、涝灾害斗争中积累了丰富的经验。本书在全面分析黄淮海平原主要气候条件、水土特点和长期以来治水经验的基础上,提出建立农田生态水利工程体系对四水(大气降水、地表水、地下水和土壤水)进行跨时空调节的技术理论,即四维治水技术理论。书中系统地研究了“四水”的转化关系及主要作物,如小麦、玉米、棉花以及果树等的耗水规律。在合理开发利用当地水资源的条件下,通过建立生态水利工程体系的六大调控系统,使农田形成集抗灾、防灾(旱、涝)于一体的综合防治工程体系,从而缓解水资源供求的矛盾,平缓旱涝灾害,确保农田持续稳产、高产。

本书可供广大水利科技人员、基层水利部门管理人员及农业、水利院校师生阅读参考。

四 维 治 水——

黄淮海平原农业水资源综合治理配套技术

朱福星 王金珍 主编

责任编辑 潘秀敏 陈培林

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北京朝阳大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1993年11月第 一 版 开本:850×1168 1/32

1993年11月第一次印刷 印张:7 3/4

印数:1-760 字数:200 000

ISBN 7-03-003699-9/S·110

定价:12.80元

主 编 朱福星 王金珍

编著人员 朱福星 王金珍 王永昌
张 利 洪万才 高艳萍
龚志斌 何文题 王春则
李瑞森

审 稿 祖康祺

前 言

水为生命之源,人类在生产生活中每时每刻都离不开水。因水的时空分布不均,所造成的水旱灾害,是对人类威胁最大的自然灾害。我国每年因旱涝灾害造成的农田受灾面积有4亿亩左右,仅粮食产量损失即达150—200亿公斤。我国又是一个人均水资源缺乏的国家,随着工农业生产的发展,水资源越来越紧张,特别是华北地区水资源危机已严重威胁着国民经济的发展和人民生活水平的提高。因此,多年来,研究水资源开发利用和节水,提高水的利用效率,已成为工农业生产中的重要课题。

在水资源开发利用和农田灌排技术的研究中,国内外已经取得了丰富的经验。但这些研究多数只注意了单项工程和单项技术,在实践中往往顾此失彼,虽然对旱、涝、碱综合治理已普遍重视,但对水的时空物质性、转化机制和配套措施的研究则缺乏系统性。

我们选择的“四维治水”这一课题,自1983年以来列入国家黄淮海平原中低产田科技攻关研究项目。着重研究水的时间和空间四维特性,研究大气降水、地表水、地下水、土壤水和生物需水规律等各个系统在时空上的镶嵌模式。以系统工程的理论和方法、把“四水”和农田生态耗水,作为一个有机整体,以生态水利工程体系对“四水”进行多目标、动态的时空调节,建立一套从水资源转化、调节、利用、节水、保护、提高水效率和经济效益的系列化配套技术

① 1亩=666.6米²,下同。

体系,它在工农业生产中取得了良好的生态环境和社会经济效益。

在本书编写过程中,承水利电力部水利科学研究院钱蕴璧、蔡林根、李维质、邢东志及周福国等五位高级工程师和河北省水文总站王焕榜高级工程师详细审阅并提出了宝贵的修改意见。在研究过程中曾受到河北水利专科学校周志远教授、陆铮副教授的指导。在此一并表示感谢。

限于作者水平,本书难免有不妥之处,敬请批评指正。

目 录

前言

第一章 绪论..... 朱福星(1)

第一节 治理区域特点..... (1)

一、气象..... (1)

二、水文地质..... (3)

三、农业生产条件..... (3)

第二节 水的四维特征..... (6)

一、水文循环是水运动的基本规律..... (6)

二、水资源空间分布特征..... (8)

三、水资源随时间的变化特点..... (8)

第三节 四维治水的提出..... (9)

一、国内外四维治水的研究..... (9)

二、我区治水的演变过程..... (10)

第二章 四水转化关系..... 洪万才 王永昌(12)

第一节 降水量分析..... 何文题(12)

一、资料选用..... (13)

二、年降水量频率计算..... (14)

三、年降水量的变化规律及其特点..... (16)

四、降水量的年内分配..... (16)

五、降雨与旱涝的关系..... (20)

第二节 蒸发..... 王春则(21)

一、水面蒸发..... (21)

二、陆面蒸发..... (25)

三、潜水蒸发..... (27)

四、农田灌溉对区域陆面蒸发量的影响..... (32)

第三节 地表径流	洪万才 龚志斌(33)
一、地表径流的计算	(33)
二、客水量分析计算	(38)
第四节 地下水	田文祥 王永昌 李瑞森(39)
一、地下水动态	(40)
二、给水度的确定	(41)
三、地下水总补给量的计算	(41)
第五节 土壤水	张 利(54)
一、土壤水资源的计算	(54)
二、土壤水的补给	(57)
三、土壤水的消耗	(62)
四、土壤水的调蓄能力	(63)
五、土壤水的消长规律	(64)
第三章 农田耗水规律	张 利(69)
第一节 农村用水概况分析	(69)
第二节 农田耗水规律	(70)
一、自然降水规律与作物需水规律的矛盾	(71)
二、休闲旱地土壤水分变化情况	(71)
三、冬小麦的耗水情况	(76)
四、夏播作物的耗水情况	(81)
五、棉花耗水情况	(84)
六、林果耗水情况	(87)
七、高产田耗水情况	(88)
第三节 土壤水在农业水资源中的作用	(89)
第四章 水资源评价及优化分配	朱福星 张继群(91)
第一节 水资源评价	(91)
一、水资源概述	(91)
二、水资源计算	(92)
第二节 水资源优化分配	(98)
一、变量的设置	(99)

二、约束条件及约束方程的建立	(99)
三、目标函数的建立	(102)
第三节 水资源供需平衡分析及多年调节计算	(106)
一、水资源供需平衡分析	(106)
二、多年调节计算	(107)
第五章 水资源的四维调控技术	
..... 王金珍 朱福星 张 利	(115)
第一节 调控的根据和原理	(115)
一、调控的根据	(115)
二、调控原理	(115)
第二节 调控措施	(120)
一、周年调控	(120)
二、多年调控	(121)
三、跨流域调控	(123)
第三节 调控工程——生态水利工程体系	(125)
一、生态调节系统	(125)
二、地表水调节系统	(127)
三、地下水调节系统	(129)
四、节水调节系统	(137)
五、土壤水的调节与利用	(143)
六、水资源的监测预测系统	(152)
第四节 水资源的管理运用及周年调控标准	(153)
一、农作物对水资源的时空要求	(153)
二、地下水位周年调控临界动态管理标准	(155)
第六章 四维治水效果及经济效益分析	
..... 王金珍 高艳萍	(156)
第一节 治理工程及投资	(156)
第二节 治理效果	(157)
一、生态效益和工程技术效益	(157)
二、社会、经济效益	(161)

第三节	经济效益分析及评价	(165)
一、	静态分析	(166)
二、	动态分析	(168)
三、	工程投资效益综合评价	(170)
第七章	辐射井成井工艺	朱福星 王金珍 郝恩祥(172)
一、	概述	(172)
二、	辐射井结构	(173)
三、	竖井成井工艺	(175)
四、	辐射管施工工艺	(184)
五、	辐射井抽水时地下水水文力学特征	(191)
六、	辐射井投资及经济效益分析	(198)
七、	结论	(201)
第八章	软管输水灌溉技术	李崇民 王国庆 刘德平 王金珍 朱福星(205)
一、	实验设施及试验方法	(206)
二、	软管及土垅沟灌溉结果分析	(207)
三、	管道灌溉节水、节能分析	(219)
四、	经济效益分析	(227)
五、	软管选配法	(230)
六、	结束语	(238)
参考文献		(238)

第一章 绪 论

“四维治水”，是以系统工程的理论和方法，把大气降水、地表水、地下水、土壤水和农田生态耗水作为一个有机整体，以生态水利工程体系，对“四水”进行多目标的、动态的跨时空调节。“四维”是指三维立体空间与一维时间合称四维。“四维治水”是为了强调水利生态的时空物质性和四维连续区域的有机变化性。它是水资源的转化、利用、调节、节约、保护和提高效率及经济效益的系列化配套技术体系。

第一节 治理区域特点

四维治水，是针对黄淮海平原半湿润易旱地区，提出的一套综合治理配套技术。该区位于黄淮海平原北部，属黑龙港地区。长期以来这里是黄淮海平原旱涝盐碱最严重，水资源最缺，生产水平最低，农民人均收入最少的中低产类型区。但由于该区北靠京津，南靠鲁豫，依山傍海，地形平坦，交通发达，光、热、土地资源丰富，具有巨大的发展潜力，因此研究该类型区的治理途径有着深远的战略意义。

一、气 象

该区年降水量 500—600 毫米，多年平均降水量 537.8 毫米，为黄淮海平原区降水量的低谷区如图 1-1。

由于降水量时空变化大，年相对变率 25—30%，丰、枯年降水相差 4—6 倍，年内分配不均，60—70% 的降水集中在 7、8 月份。且又往往集中于一二次大的降水过程。由于降水量少，分配不均，地

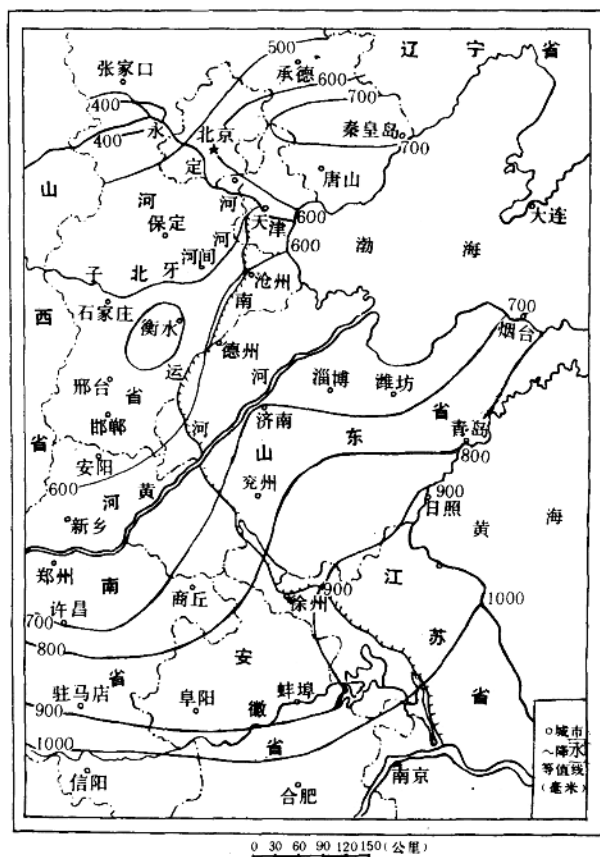


图 1-1 黄淮海平原降水量分布图

上水少,地下水不足。黑龙港地区,人均水量仅有 189 米^3 ,只相当全国人均水量 1700 米^3 的九分之一,全省人均水量 333 米^3 的近二分之一。因此在农业生产诸灾害中,因水资源短缺而造成的旱灾威胁时间最长,范围最广,干旱缺水是本区的主要矛盾。

二、水文地质

黑龙港地区,在地质年代为古渤海的一部分,由于黄河,海河水系多次泛滥,泥沙沉积,形成平原,古河道河间洼地多次交叉,沙粘土交互成层,含水层多而不厚,富水性不强;古河道带有条状分布的淡水透镜体,富水条件较好,而河间洼地透水性差,地下径流不畅。

地下水呈咸淡水交错分布,在垂直方向上呈淡—咸—淡交错,有的咸水直至地表,咸水体由西向东逐步加厚,而淡水逐渐变薄减少。如图 1-2。

在水平分布上,由于古河道的条带分割,形成浅层咸淡水交错分布如图 1-3。由西向东咸水面积逐渐地大。

三、农业生产条件

该区土地资源丰富,黑龙港地区共有可耕地 3 600 万亩,人口 1 600 万,人均耕地 2.32 亩,较全国人均耕地 1.3 亩多 78%。且光热资源丰富,年太阳辐射量:120—130 千卡^①/厘米²,大于 10℃ 的积温 4 300—4 500℃,粮食生产潜力为 885—1 255 公斤/亩。可满足一年两熟或二年三熟,早中熟作物对热量的需要。由于雨热同期,适于玉米、棉花、果树的生长。而目前全区粮食亩产仅 167.5 公斤(1983 年前)倘若水土资源调节得当,合理解决农业缺水矛盾,则有 500—750 公斤的增产潜力。

^① 1 卡=4.1868 焦耳,下同。

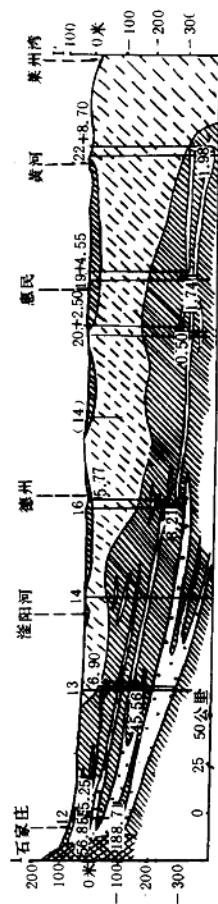


图 1-2 石家庄-衡水-德州-沧州湾剖面图

- 砂砾石、砂
- 粘土 (砂质粘土)
- 咸水层 (矿化度大于 2 克/升)
- 非碳酸盐类

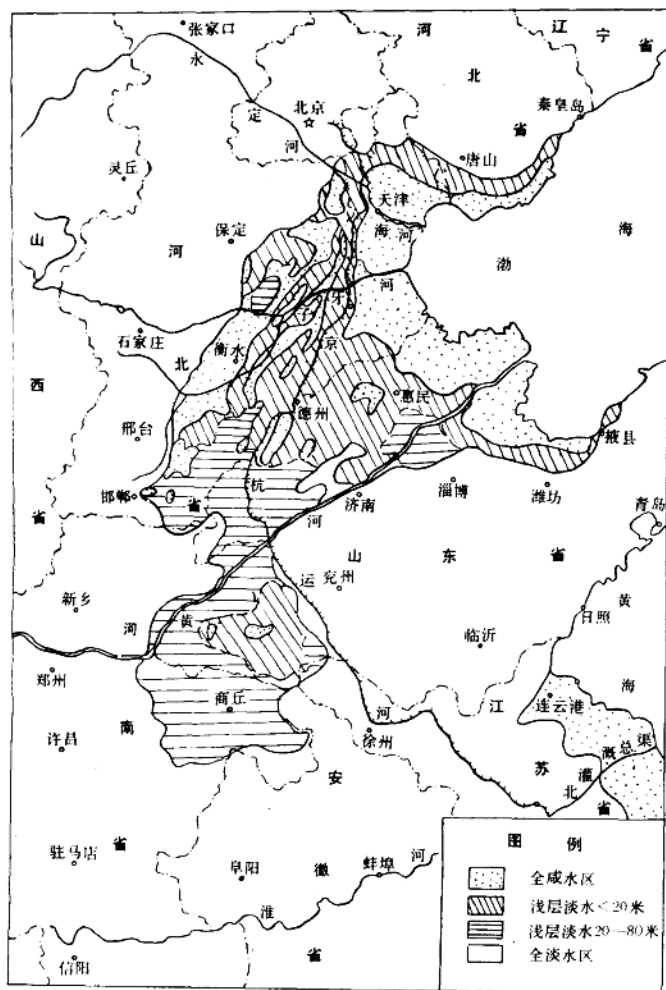


图 1-3 黄淮海平原浅层咸淡水分布图

由此可见,水是这一地区障碍农业生产的最大因素,研究解决这一地区的治水问题,对于黄淮海平原中低产田改造,具有重要的战略和现实意义。几年来,我们以龙王河流域的杨家寺、樊屯、曲庄为重点,结合沧县齐家务等地,对这一地区综合治理配套技术进行了深入的研究和探索,提出了四维治水的理论方法和措施,取得了显著的效果。

曲庄试区(以下称试区),位于龙王河下游,面积 2.71 公里²,耕地面积 3 193 亩。西北部为古河道河滩高地,海拔 12—13.4 米,主要为轻壤质潮土,地下有一条西南-东北走向的古河道,长 1 100 米,宽 400—500 米,淡水底板埋深 26 米左右,中心部位沙层厚达 13 米,以粉细砂为主,面积 659.6 亩,占试区面积的 16.4%。中东部为咸水区,矿化度 3—6 克/升,面积 959.5 亩,占 23.9%。中南部为浅层薄淡水区,埋深 12—16 米,矿化度 1—2 克/升,面积 1673.9 亩,占 59.7%。东部和南部为壤土。原有盐碱地 1 720 亩,占耕地面积的 53.8%。龙王河试区,在黄淮海平原浅层咸淡水交错类型区,具有典型的代表性。

第二节 水的四维特征

世界万物发展变化,都是在三维空间一维时间、即四维连续区域进行的。水是一种流体,在空间和时间里的变化更迅速,所表现出的各种形态和特征,更积极、更活跃。无论是它们的相反、相成、对立、排斥,还是相互依赖、结合,都依一定的时间和空间为条件。因此,要治水,首先要研究水的四维特征,掌握水的时空变化规律和在不同时空所表现出的物质特征,通过时空调节达到治水的目的。

一、水文循环是水运动的基本规律

自然界各种形态的水,处在不断运动互相转化之中,形成水文

循环。黄淮海平原主要处在太平洋暖湿气团和西伯利亚干冷气团进退交锋地带,年内水汽输送量与降水量的大小,主要取决于太平洋暖湿气团进退的迟早,西伯利亚干冷气团的强弱及七八月份太平洋西部台风情况。

海陆大循环,是海洋的水,经太阳辐射蒸发,变成水蒸气,随空气流动吹向陆地上空,遇冷变成雨雪下降到陆地。降到陆地的一部分水形成地面径流。它顺河川流回大海,一部分渗入地下,变成地下径流回到海洋,完成一次海陆大循环,也称向海性大循环,如图 1-4。

在大循环过程中,又交织着无数当地小循环。在自然状态下小循环是:渗入地下的一部分水和滞留在坑洼的水,除少量以地下径流的方式回到海洋完成大循环外,绝大部分又受热就地蒸散到空气中,遇冷再以降水形式回到陆地,形成当地小循环,如图 1-4。

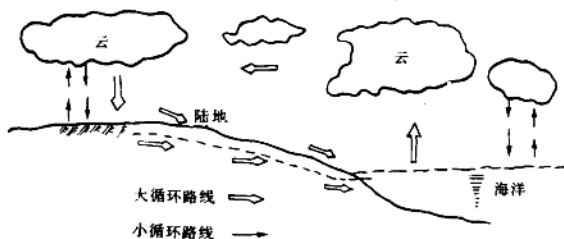


图 1-4 水文循环图

这种向海型的大循环和自然状态下(即降雨-入渗-蒸散型)的就地小循环结合起来,常常表现为旱涝碱灾。雨季大量降雨往往形成涝灾,夏涝提高地下水位,加剧毛管蒸发又造成碱害;径流很快流回海洋,陆地水资源减少又会缺水干旱。但是大规模的人类活动,对水循环起着重要的影响。特别是治水活动,可以促使各种形态的水互相转化,加速水循环;也可能抑制各种形态的水之间的互