

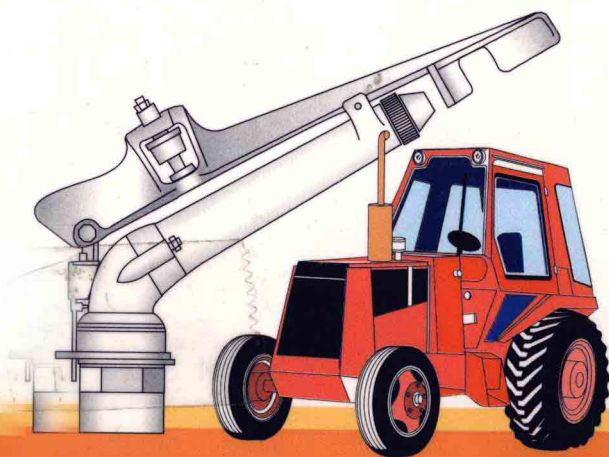
全国星火计划丛书



中国农业技术新热点丛书

抗旱耕作及 节水灌溉技术

冯广龙 李发东 张秋英 编著



中国标准出版社

全国“星火计划”丛书

中国农业技术新热点丛书

抗旱耕作及节水灌溉技术

冯广龙 李发东 张秋英 编著

中国标准出版社

图书在版编目(CIP)数据

抗旱耕作及节水灌溉技术/冯广龙等编著.-北京:
中国标准出版社,1999
(中国农业技术新热点丛书/司洪文主编)
ISBN 7-5066-1979-2

I. 抗… II. 冯… III. ①抗旱-土壤耕作②抗旱-
节约用水-灌溉-技术 IV. S341

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 47818 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 787×1092 1/32 印张 5 $\frac{3}{4}$ 字数 131 千字

2000 年 4 月第一版 2000 年 4 月第一次印刷

*

印数 1—1 500 定价 10.00 元

《全国“星火计划”丛书》

编委会

顾问 杨 浚
主任 韩德乾
第一副主任 谢绍明
副主任 王恒璧 周 谊
常务副主任 罗见龙
委员 (以姓氏笔画为序)

向华明 米景九 达 杰(执行)
刘新明 应曰珪(执行) 陈春福
张志强(执行) 张崇高 金 涛
金耀明(执行) 赵汝霖 俞福良
柴淑敏 徐 骏 高承增 蔡盛林

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1998年8月

中国农业技术新热点丛书

编委会成员

主 编	司 洪 文				
副 主 编	王 寿 魁	杨 宁	张 尊 生		
	冯 艳 秋	冯 兰 香	刘 玉 梅		
常 务 编 委	杨 宁				
编 委	戴 善 书	张 金 霞	夏 军	王 立	
	陈 莹	续 玉 红	冯 广 龙	连 勇	
	安 军	王 艳 琴	罗 莉	龚 一 凡	
	王 羽 杉	韩 凤 鸣	郑 金 华	孟 晨	
责任校对	满 伟	于 秀 峰			

序 言

目前我国农业已经进入了由自给农业向商品农业,传统农业向现代农业转变的新阶段,农业作为国民经济的基础,必须走依靠科技进步来实现向现代化农业转变的道路,农业科普工作更要摆到突出的位置。

“九五”期间,为大力推进科教兴农,发展高产、优质、高效农业和节水农业,促进农业向商品化、专业化、现代化转变,农业部和国家质量技术监督局将进一步开展农业标准化示范区工作,加强对良种、水稻旱育种植及播种、平衡施肥、重大病虫害综合防治、节水灌溉和旱地农作物、稻田养鱼、畜禽快速高效饲养、水产优质高效养殖、防护林营建、水土保持等 17 个重大增产增效技术的农业标准化推广,农业科普图书就是推广农业新技术最直接的手段。

为配合国家重点推广的新技术成果,将最好、最新的农业科学技术推荐给农民朋友,中国标准出版社组织了农业院校、科研单位部分有

经验的科技人员和专家编写了这套《中国农业技术新热点丛书》。这是一套系列的农业生产技术实用图书,收入的都是“八五”攻关期间的新技术、新品种,并且要在今后几年中大力推广。内容涉及农作物种植、果树栽培、蔬菜栽培、食用菌栽培、家禽养殖和常见病防治、农作物施肥技术、蔬菜病虫害防治、节水灌溉技术等多方面,具有系统、求新、实用和可操作的特点,文字简明通俗,深入浅出,一看就懂,懂了能做,可帮助农民朋友解决生产中的实际问题,增加劳动收入。

希望在虎年出版的这套系列丛书,能使农民朋友们在科技致富的道路上如虎添翼。

司洪文

1998年6月

前 言

水是生命之源,是社会与经济发展、人类生存必不可少的珍贵资源。虽然地球上水资源总量达 14×10^9 亿米³,但海洋咸水占 97.5%,淡水储藏量仅 3.5 亿米³,其中绝大部分蕴藏于南极冰原和北极冰山,人类生产和生活能利用的地表淡水仅 1.05×10^6 亿米³。联合国最近的一项调查表明,目前世界上大约有 90 个国家、40% 的人口面临缺水威胁,干旱已成为一个世界性问题。

我国水资源严重缺乏,人均水资源占有量仅 2353 米³,相当于世界人均的 21.8%。我国是人口众多的农业大国,农业用水量占总用水量的 80%,且浪费严重,水资源有效利用效率仅为 30%~40%,而发达国家达 80%~90%,节水潜力巨大。目前,我国农业低产区主要集中于干旱半干旱地区,由于水资源缺乏及水资源管理不善,严重制约了粮食增产。为达到国民经济对农业的发展要求(即 2000 年粮食产量达 5000 亿公斤)和《中国 21 世纪议程》提出的农业可持续发展要求,实施农业的节水灌溉、抗旱耕作、合理管理与利用水资源及水资源调度与节水灌溉智能化势在必行。

本书通过分析我国干旱半干旱地区农业分布、

特点、存在问题、制约因素及生产潜力,总结了国内外大量干旱半干旱地区农业节水灌溉、抗旱耕作以及化学控制等方面最新实用技术,并结合作者多年基层实践经验,提炼、汇集了许多目前效果最好、最适于我国干旱半干旱地区农业生产的最新技术,为增产潜力较大、目前生产水平低下的大面积干旱半干旱地区农业节水增产服务。

由于水平有限,撰写时间仓促,且抗旱节水内涵广阔,书中不妥或疏漏之处难免,敬请专家、读者赐教斧正。

编著者

1998年6月

目 录

第一章 我国干旱区农业概况及水资源利用	1
第一节 我国干旱区农业分布及特点	1
第二节 我国干旱区农业生产存在的问题	5
第三节 我国水资源概况与农业节水潜力分析	8
第四节 干旱区农业节水对策	10
第二章 农田土壤水分平衡与作物耗水规律	12
第一节 农田土壤水分平衡	12
第二节 作物耗水规律	17
第三章 农田蓄水保墒机制与抗旱耕作技术体系	27
第一节 农田蓄水保墒机制	27
第二节 抗旱耕作技术体系	29
第四章 节水灌溉工程原理与技术体系	54
第一节 节水灌溉工程原理	54
第二节 节水灌溉工程技术体系	55
第三节 雨水集流技术	92
第五章 主要农作物的节水灌溉制度	98
第一节 冬小麦和春小麦节水灌溉制度	99
第二节 夏玉米和春玉米节水灌溉制度	108
第三节 棉花节水灌溉制度	114

第六章 节水灌溉技术智能化系统及应用	124
第一节 节水农业系统的计算机仿真	124
第二节 节水灌溉的微机自动控制系统	136
第三节 节水灌溉技术体系专家系统的组成及应用	147

我国干旱区农业概况及水资源利用

第一节 我国干旱区农业分布及特点

一、干旱区农业

干旱是一个世界性问题。长期以来,人们对如何克服干旱,如何在干旱条件下进行农业生产,充分挖掘干旱地区生产潜力,如何在干旱条件下充分利用水资源作了大量研究。

旱地农业又称旱作农业和雨养农业,简称旱农。一般是指在半干旱半湿润易旱地区及其边缘,在不具备灌溉条件下,主要依靠天然降水,采用旱作农业技术措施,从事农作物种植的作物生产。

二、我国干旱区区划指标

我国旱地面积大,约占国土总面积的 52.5%。主要分布于西北、华北和东北降水量为 250~650 毫米的广大地区,涉及 16 个省、自治区和直辖市的 741 个县,其中耕地面积 3 800 万公顷,占全国总耕地面积的 38%。

我国地域辽阔,地形地貌极为复杂,受季风影响显著。因此,我国干湿地区区划指标也不易确定,主要有降水量指标和干燥度指标。降水量是决定气候干湿的主要因素,降水量的多少直接反映了气候干湿状况。干燥度是指土壤经常保持或接

近湿润状态条件下土壤和植物(以绿色矮草地为标准)最大可能蒸散量与同期平均降水量之比。即

$$K = \frac{E_m}{P} \dots\dots\dots (1-1)$$

式中: K ——干燥度;

E_m ——最大可能蒸散量;

P ——年(季或月)平均降水量。

干燥度引入了水分平衡概念,充分考虑水分的盈亏,避免了降水量指标只考虑水分收入而未计支出,能较好地反应一个地区的干湿状况,见表1-1。

表 1-1 干湿气候区划指标

气候区划	降水量,毫米	干燥度	湿润指数	
			联合国 环境规划署	联合国 教科文组织
干旱	200~250	>4.00	0.05~0.20	0.03~0.2
半干旱	250~450	1.50~4.00	0.21~0.50	0.2~0.5
半湿润易旱	450~650	1.00~1.50	0.51~0.65	0.5~0.75
湿润	>650	<1.00	>0.65	>0.75

注:湿润指数指标是联合国教科文组织和联合国环境规划署分别于1977年和1991年提出的。湿润指数是干燥度的倒数,即年平均降水量与最大可能年蒸散量之比。其中,蒸散量由彭曼(Penman)公式计算。1991年联合国环境规划署在彭曼公式基础上修订后的托什·威特(Thornton·Waite)公式求算蒸散量。

三、我国干旱区分区特点

根据干燥度、年降水量、积温和最热月平均温度,辅之以地貌,作物等指标可将我国干旱半干旱农区划分为4个区,见表1-2,其基本特点如下:

表 1-2 我国干旱半干旱农区分区指标

区 名	干燥度	年降水量 毫米	大于等于 0℃ 年积温,℃	大于等于 10℃ 年积温,℃	最热 月平均 温度,℃
东北、西北低高原亚 半干旱温和农区	1.5~2.5	400~500	3000~4200	2500~3600	22~25
北部中高原半干旱 凉温农区	2.5~4.0	350~450	2500~3000	1800~2500	18~22
西北干旱温和灌溉 绿洲农区	>4.0	<300	3200~4300	2600~3600	20~25
青藏高原草原早凉 农区	—	<300~500	1300~3000	500~2300	10~16

(一) 东北、西北低高原亚半干旱温和农区

包括吉林省白城子地区、辽宁省朝阳地区、内蒙古自治区东部哲里木盟和昭和乌达盟、冀北长城沿线、承德和张家口坝下地区以及黄土高原东部(晋西、陕北和陇东)。该农区自然条件复杂,为低山丘陵盆地与黄土高原的丘陵沟壑,海拔 200~1 000 米,大于等于 0℃ 的年积温 3 000~4 200℃,大于等于 10℃ 的年积温 2 500~3 600℃,最热月平均气温 22~25℃,最冷月极端最低平均温度小于-20℃,无霜期 120~150 天,年降水量 400~500 毫米,干燥度 1.5~2.5,属温带亚半干旱地区。

作物以春小麦、冬小麦、玉米、谷子、高粱和豆类为主,但产量低,灌溉面积小,土壤肥力低。该区应大力发展节水灌溉蓄墒抗旱,以肥调水,提高水分利用效率,农业生产潜力很大。

(二) 北部中高原半干旱凉温农区

包括蒙、晋、冀交界的蒙古高原东南部(阴山后、坝上、晋西北)和黄土高原西部(宁中南、陇中、青东)。该农区为山丘起伏不大的蒙古高原和丘陵沟壑纵横的黄土高原,海拔 1 000~

2 000 米,大于等于 0°C 的年积温 $2\,500\sim3\,000^{\circ}\text{C}$,大于等于 10°C 的年积温 $1\,800\sim2\,500^{\circ}\text{C}$,最热月平均气温 $18\sim22^{\circ}\text{C}$,无霜期 $100\sim130$ 天,年降水量 $350\sim450$ 毫米,以 400 毫米左右居多,干燥度 $2.5\sim4.0$,多大风,属半干旱凉温农区。

主要作物为春小麦、马铃薯、莜麦、胡麻,还有向日葵、油菜、小扁豆、小豌豆等。不能种冬小麦,喜温的玉米、高粱极少,谷子只能种早熟品种。精耕细作,增加施肥量,有望改变现状。

(三) 西北干旱温和灌溉绿洲农区

包括内蒙古自治区的河套、宁夏自治区的银川、甘肃省河西走廊与兰州市附近灌区以及新疆自治区的各绿洲。该农区地势平坦,大于等于 10°C 的年积温 $2\,600\sim3\,600^{\circ}\text{C}$ (南疆达 $4\,100^{\circ}\text{C}$)。无霜期 $140\sim160$ 天,年降水量小于 300 毫米,干燥度除少数地区为 $2.0\sim4.0$ 外,大部分地区大于 4.0,属于旱温和农区。

该农区属典型灌溉农业,日照充足,温度日差较大,很适宜农作物生长。作物以春小麦、冬小麦和玉米、棉花、甜菜为主,是我国西部重要的粮食基地和长绒棉基地。

(四) 青藏高原草原旱凉农区

包括西藏自治区,青海省大部(除青东外)、甘肃省甘南自治州、甘南天祝、川西、滇东北等 147 个县(市),占全国土地总面积的 23%,草场的 30%。该农区范围广,地形复杂。农区甚小,一般分布于海拔 $2\,000\sim4\,500$ 米,大于等于 0°C 的年积温 $1\,300\sim3\,000^{\circ}\text{C}$,大于等于 10°C 的年积温 $500\sim2\,300^{\circ}\text{C}$,年平均温度 $0\sim7^{\circ}\text{C}$,降水量 $300\sim500$ 毫米。该农区气温偏低。作物生长期短,以耐寒喜凉的青稞、小麦、豌豆、马铃薯、油菜为主。

第二节 我国干旱区农业生产存在的问题

中国科学院国情分析研究小组提出,2030 年我国人口将达 15.2 亿,预计届时我国粮食需求量将接近 7 亿吨。目前,我国最突出的基本国情是用占世界 7% 的耕地养活占世界 22% 的人口,中国的人均农业资源仅为世界平均水平的 1/3。以每公顷耕地生产 4 吨粮食,每吨粮食直接和间接耗水 1 000 米³ 计算,进口 4 000 万吨粮食就相当于进口 1 000 万公顷耕地(相当于四川、湖南两省耕地面积之和)和 400 亿米³ 水资源(相当于南水北调工程所规划的全年引水量)。况且,目前世界市场粮食出口资源总量仅为 2.1 亿~2.3 亿吨。因此,为满足人们对粮食日益增长的需求,必须立足于国内,找出目前农业生产存在的问题,充分挖掘土地,特别是占我国耕地总面积绝大部分的干旱区农业生产潜力。

目前,我国干旱区农业生产存在的问题主要有以下几个方面:

一、降水量少,年际变化大,季节、地域分配不均

据统计,我国多年平均降水总量为 61 889 亿米³,降水量的 45% 转化为地表和地下水资源,55% 消耗于蒸散;由于季风影响,全年降水量的 80% 集中在下半年;我国降水量地域分布不均匀,总体是南多北少,东多西少。

二、灌溉技术落后,水分利用效率低,水资源浪费严重

据统计,1990 年我国农业滴、喷灌面积仅 66.67 万公顷,占总灌溉面积的 1.4% 左右,而全世界平均水平已达 10%。目前,我国干旱区作物水分利用效率仅 20%~40%,农田灌溉水量超过作物需水量 1/3 甚至 1 倍以上,而发达国家高达