

当代科技重要著作·农业领域

旱地农业工程的 理论与实践

农业部农业机械化管理司 编著
北京农业大学

北京农业大学出版社

旱地农业工程的理论与实践

农业部农业机械化管理司 编著
北京农业工程大学

AD30/29

北京农业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

旱地农业工程的理论与实践/宋树友等主编. -北京:
北京农业大学出版社, 1995. 11
ISBN 7-81002-712-3

I. 旱… II. 宋… III. 旱地-农业工程-概论 IV. S282

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 16498 号

北京农业大学出版社出版发行

(北京市海淀区圆明园西路 2 号)

北京邮电大学印刷厂印刷 新华书店经销

1995 年 10 月第 1 版 1995 年 10 月第 1 次印刷

787×1 092mm 16 开本 404 千字

印张: 18.5 印数: 2 500

定价: 25 元 (平) 40 元 (精)

顾问：刘成果

主编：宋树友 包玉英 孙学权

副主编：贾永莹 董涵英 周志红

编委：（以姓氏笔画为序）

于素甫·阿米提 马广富 马怀玺

王旭 闫纯和 刘亚清 刘清水

宋宝宇 李仁安 陈春风 林丹

杨宝荃 赵耀 姜国华 秦金安

翁之馨 游锡川

主审人：徐文兰 山仑 高焕文

审稿人：郭建辉 梅成建

撰稿人：（以姓氏笔画为序）

左淑珍 包玉英 孙万有 迟仁立

张永彤 张景华 姜正庆 修志超

贾永莹 奚杰 蔺海明

英文目录译校：游承俐 张伟

责任编辑：一丁 杨敏丽

内 容 提 要

《旱地农业工程的理论与实践》针对中国旱农地区发展农业生产的需要,以提高天然降水和其他水资源在农业生产上的利用效益为主要内容,比较系统地、全面地介绍了国内外关于旱地农业工程技术的研究成果和实践经验,具有一定的学术价值和较强的实用价值。主要包括干旱地区和旱农地区的发展现状,在旱农地区发展农业生产可采取的各种工程措施,如集水保水、蓄水保墒、节水灌溉、小流域综合治理、水土保持等。

本书可供各级农业部门的领导者和工作人员、科研人员、教学人员及农业生产者阅读研究,也可作为高等农业院校有关专业的参考教材。

序

姜春雲

水利是农业的命脉，没有水，就没有农业，这是毋庸置疑的真理。然而世界上很多地方缺水。天然降水不足，地下水资源匮乏，又没有江河湖泊可资利用，无法进行水利灌溉，这也是严酷的现实。在这些地方，农业基本上是靠天吃饭。据统计，世界上干旱和半干旱地区的耕地占耕地总面积的一半左右。就我国来说，干旱地区农耕地总量为8亿多亩，约占全国耕地面积的60%。这些耕地绝大多数是中低产田，粮食产量低而不稳。这说明，干旱地区农作物产量对于解决中国的农业问题，尤其是粮食问题，是至关重要的；而农业增产的潜力也集中在干旱地区农耕地上，这个潜力是巨大的。

在旱地上能否创造粮食作物高产？实践作出了肯定的回答。长期以来，劳动人民在同干旱作斗争的过程中积累了不少旱地农业耕作的经验。这些经验归结到一点，就是采用多种手段，把有限的天然降水储存在土壤中，重视保护和利用珍贵的水资源，最大限度地提高水资源的利用率。近年来，一些地方采取工程技术与传统旱地耕作技术相结合的方法，有效地解决了干旱缺水困难，改变了粮食产量低而不稳的局面。同时，也使旱地农业耕作技术体系得到补充、完善和发展。从世界范围考察，旱地农业的研究受到了许多国家政府和科研机构的重视，取得了越来越多的有价值的科研成果。总结旱地农业的实践经验，荟萃旱地农业的理论研究成果，对于推动旱地农业的发展，无

疑是一件有重大意义的好事。

到目前为止，国内外有关旱地农业的著述比较多。但是，这些著述大多集中在或者说局限在旱地农业生物技术亦或是旱地农业耕作技术方面，而对于包括集水保水技术措施、蓄水保墒措施、节水灌溉技术措施、水土保持和小流域综合治理措施在内的旱地农业工程技术理论和实践的著述并不多见。这是一个缺憾。随着科学技术的发展，旱地农业对现代工程手段的依赖性越来越强了。实践证明，旱地农业技术与旱地农业工程技术相辅相成，是密不可分的。从旱地农业发展的前景看，采用工程技术手段进行大规模的农业开发，是必然的趋势。无论从总结前人经验的角度，还是从进行开创性的理论研究的角度，都有必要把旱地农业的工程技术进行一番系统的研究，以丰富旱地农业技术和经验的宝库。这有利于推动旱地农业，进而推动整个农业的发展。

出于这种考虑，农业部主办，与有关部门通力合作编著了《旱地农业工程的理论与实践》一书。这本书坚持理论与实践相结合，旱地农业工程技术与旱地农艺技术相结合，比较系统地介绍了国际和国内旱地农业技术的经验和研究成果。它的出版，充实、丰富了旱地农业技术的实践与理论，是一项具有开创意义的工作。

发展干旱地区的农业是个世纪性的课题。中国干旱地区的农业问题在我国国民经济发展中占有非常重要的位置。我们应当以极大的决心和气魄推广和普及旱地农业工程技术，并且更加深入地研究旱地农业问题。《旱地农业工程的理论与实践》一书的问世，对推广和普及旱地农业技术，将起到积极的促进作用，从而对中国农业的发展做出贡献。

1995.10.12

ABSTRACT

“Theory and Practice in Dryland Farming Engineering” is the application of engineering principles to the solution of the soil and water management problems. The water resources in dryland farming areas are scarce, the conservation of these vital resources implies utilization without waste so as to make possible a certain level of agricultural production. This book gives a comprehensive account of dryland farming engineering with the emphasis on field application. The main subjects include the situation of dryland farming, dryland agroecosystem conditioning, water catchment and conservation engineering in dryland farming, water storage and retention, soil and water conservation engineering in dryland farming, water saving irrigation engineering in dryland farming, mechanized dryland farming engineering, typical experiences in dryland farming engineering.

This book is written for all those concerned with dryland farming, leading members in agricultural departments, scientists, teachers and college students.

目 录

第一章 绪论	1
一、农业工程概述.....	1
二、农业工程在旱地农业中的地位和作用.....	5
第二章 干旱地区和旱地农业的概况	9
第一节 干旱、干旱地区和旱地农业的基本概念.....	9
一、干旱的概念与分类.....	9
二、干旱地区的概念及其划分指标	12
三、旱地农业的基本概念	13
第二节 世界干旱地区的类型划分和地理分布	14
一、世界干旱地区的类型划分	14
二、世界干旱地区的地理分布	15
三、世界各大洲干旱地区的主要特点	18
第三节 中国干旱地区的类型划分和地理分布	22
一、中国干旱地区的类型划分	22
二、中国干旱地区的地理分布	23
三、中国干旱地区农业概貌	24
第四节 世界干旱地区农用土地和旱地农业的基本状况	27
一、世界干旱地区农用土地的利用情况	27
二、世界旱地农业的基本状况	28
第五节 中国干旱地区农用土地和旱地农业的基本状况	32
一、中国干旱地区农用土地的基本状况	32
二、中国旱地农业的类型划分和分布情况	33
三、中国旱地农业的发展状况	37
第三章 旱地农业生态系统的调控与综合治理	40
第一节 我国旱农地区农业生态环境现状	40
一、半干旱偏旱区农业生态环境现状	40
二、半干旱区农业生态环境现状	43
三、半湿润偏旱区农业生态环境现状	47
第二节 旱地农业生态系统的调控	49
一、现代系统生态学和系统工程学与旱地 农业生态系统工程概述	49
二、现代系统生态学和系统工程学在旱地农业中的应用	50

第三节 旱地农业生态区的综合治理	60
一、水土流失的综合治理措施	60
二、土壤风蚀和沙化的综合治理措施	65
三、土壤盐渍化的综合治理措施	68
四、小流域综合治理的生态工程措施	72
第四章 旱地农业集水保水工程技术	76
第一节 水资源与集水保水	76
一、水资源的状况	76
二、集水保水工程技术在旱区农业中的地位	78
第二节 集水工程技术	78
一、集水技术与径流农业及其发展状况	78
二、传统的旱地农业集水工程技术	80
三、现代旱地农业集水工程技术	88
四、集水蓄水结构（集水贮存结构）的建设	98
五、人工增雨工程技术	99
六、人工积雪、截雾集水工程技术	101
第三节 保水工程技术	102
一、保水技术概述	102
二、抑制水面蒸发的工程技术	103
三、抑制农用水池和渠道渗漏的工程技术	104
四、抑制农田水分渗漏的工程技术	105
五、用环境控制手段抑制农田水分的蒸腾和蒸发	107
第五章 旱地农业蓄水保墒工程技术	109
第一节 旱农地区水资源特点和土壤蓄水保墒机制	109
一、旱农地区水资源特点	109
二、旱农地区全年土壤墒情季节性变化概况	110
三、土壤蓄水保墒机制	114
第二节 旱地蓄水保墒土壤耕作的理论基础	121
一、土壤耕性	121
二、耕层构造理论	126
第三节 旱地农业蓄水工程技术措施	127
一、深耕翻	128
二、深松耕	129
三、垄沟种植法	132
四、水平等高耕作（横坡耕作）	132

五、等高沟垄耕作·····	133
六、区田·····	135
七、蓄水聚肥改土耕作法（丰产沟）·····	136
第四节 旱地农业保墒工程技术措施·····	139
一、传统的耕作保墒技术·····	141
（一）耙耱保墒技术·····	141
（二）镇压保墒、提墒技术·····	141
（三）中耕保墒技术·····	142
二、覆盖保墒技术·····	142
（一）秸秆覆盖保墒技术·····	142
（二）砂石覆盖保墒技术·····	144
（三）塑料薄膜覆盖保墒技术·····	146
（四）化学覆盖保墒技术及保水剂应用·····	148
三、少耕免耕法·····	151
第六章 旱地农业水土保持工程技术·····	157
第一节 治坡工程·····	157
一、梯田工程·····	157
（一）梯田的作用·····	157
（二）梯田的类型及选择原则·····	157
（三）梯田规划及设计·····	158
（四）梯田的修筑方法·····	165
（五）梯田修筑机具·····	173
二、鱼鳞坑、水平沟、水平阶·····	173
第二节 沟道治理工程·····	178
一、沟头防护工程·····	178
二、谷坊工程·····	178
三、治沟骨干工程·····	179
第七章 旱地农业节水灌溉工程技术·····	181
第一节 旱地农业节水灌溉技术的主要特点和增产机制·····	181
一、节水农业和节水灌溉技术与旱地农业节水灌溉技术的区别和联系·····	181
二、旱地农业节水灌溉技术的主要特点·····	182
三、旱地农业节水灌溉的增产机制·····	183
第二节 旱地农业节水灌溉工程技术措施·····	184
一、地面节水灌溉技术·····	185
二、低压管道灌溉技术·····	190

三、喷灌技术·····	197
四、微灌技术·····	203
五、地下灌溉技术·····	208
第三节 渠道防渗技术·····	209
一、渠道防渗的作用·····	210
二、渠道防渗措施·····	210
三、渠道防渗的工程材料·····	211
四、防渗渠道的断面形式·····	213
五、U形渠道 ·····	214
第四节 节水灌溉机械·····	216
一、灌溉机械的组成·····	216
二、喷灌机械·····	219
三、微灌机械设备·····	222
第八章 机械化旱作农业工程技术·····	227
第一节 农业机械化在旱地农业工程中的地位和作用·····	227
第二节 机械化旱地耕作技术的现状及其农艺标准·····	229
一、机械化耕作技术的基本原理·····	229
二、机械化旱地耕作技术现状·····	230
三、机械化旱地耕作技术的农艺标准·····	232
第三节 各种机械化旱地耕作机具·····	239
一、耕整地机械·····	239
二、施肥播种机具·····	240
三、秸秆还田机具·····	249
四、地膜覆盖机具·····	250
五、地膜回收机具·····	253
第四节 旱地农业机械化作业经营体制·····	254
一、农机经营形式·····	254
二、农机具体服务形式——“统分结合” ·····	255
三、今后我国农机经营形式的发展趋势·····	256
第九章 旱地农业工程的典型经验·····	258
第一节 国内旱地农业工程的典型经验·····	258
一、旱地农业生态系统的调控·····	258
二、旱地农业生产机械化·····	259
三、水土保持与农田基本建设工程·····	263
四、铺压砂田与旱地沟垄地膜气候工程·····	264

五、虚实并存耕作技术及其实践效应·····	265
六、人工增雨工程作业·····	266
七、有限补充灌溉与集水高效利用工程技术·····	267
第二节 国外旱地农业工程的典型经验·····	269
一、印度的集水保水和水土保持工程措施·····	269
二、美国和加拿大的夏季休闲和保持耕作·····	270
三、前苏联的蓄水保墒保土机械耕作经验·····	272
四、澳大利亚防止水蚀、风蚀、治理农耕地和牧地的几项工程措施·····	273
五、以色列的水资源开发利用和节水灌溉农业工程措施·····	274

Contents

Chapter 1 Introduction	(1)
1.1 General statement of agricultural engineering	(1)
1.2 The role and position of agricultural engineering in dryland farming.	(5)
Chapter 2 General situation of arid areas and dryland farming	(9)
2.1 Basic concepts of droughts, arid areas and dryland farming	(9)
2.1.1 Concept and classification of droughts	(9)
2.1.2 Concept and classifying indexes of arid areas	(12)
2.1.3 Basic concept of dryland farming	(13)
2.2 Categories and geographic distribution of the world arid areas	(14)
2.2.1 Categories of the world arid areas	(14)
2.2.2 Geographic distribution of the world arid areas	(15)
2.2.3 Main characteristics of the arid areas in the world continents	(18)
2.3 Categories and geographic distribution of arid areas in China	(22)
2.3.1 Categories of the arid areas in China	(22)
2.3.2 Geographic distribution of the arid areas in China	(23)
2.3.3 General outline of agriculture in the arid areas of China	(24)
2.4 General situation of the farmland and dryland farming in arid areas of the world	(27)
2.4.1 The state of farmland utilization in arid areas of the world	(27)
2.4.2 General situation of dryland farming in the world	(28)
2.5 General situation of farmland and dryland farming in arid areas of China	(32)
2.5.1 General situation of farmland in arid areas of China	(32)
2.5.2 Categories and geographic distribution of dryland farming in China ...	(33)
2.5.3 The development of dryland farming in China	(37)
Chapter 3 Dryland agroecosystem conditioning and its integrated management ...	(40)
3.1 Current situation of the agroecological environments in dryland farming areas of China	(40)

3.1.1	Current situation of agroecological environments in semiarid and nearly arid areas	(40)
3.1.2	Current situation of the agroecological environments in semiarid areas	(43)
3.1.3	Current situation of the agroecological environments of the semihumid and nearly arid areas	(47)
3.2	Dryland agroecosystem conditioning	(49)
3.2.1	General statement of modern systematic ecology and system engineering, and dryland agroecosystem engineering	(49)
3.2.2	Application of modern systematic ecology and system engineering in dryland farming	(50)
3.3	Intergated management of dryland agroecological areas	(60)
3.3.1	Integrated measures of water conservation and soil erosion control	(60)
3.3.2	Integrated measures of soil wind erosion and desertification control ...	(65)
3.3.3	Integrated measures of soil salinization control	(68)
3.3.4	Ecological engineering measures of integrated management of small watersheds	(72)
Chapter 4	Water catchment and conservation engineering in dryland farming	(76)
4.1	Water resources and catchment and water conservation	(76)
4.1.1	Water resources state	(76)
4.1.2	Role of water catchment and conservation engineering in arid-area farming	(78)
4.2	Water catchment engineering	(78)
4.2.1	Water catchment engineering and runoff-farming and their development ...	(78)
4.2.2	Traditional catchment engineering in dryland farming	(80)
4.2.3	Modern catchment engineering in dryland farming	(88)
4.2.4	Catchment-storage construction	(98)
4.2.5	Artificial rain-increasing engineering	(99)
4.2.6	Artificial snow-collecting and fog-severing catchment engineering ...	(101)

4.3	Water conservation engineering	(102)
4.3.1	General statement of water conservation engineering	(102)
4.3.2	Engineering for reducing water surface evaporation	(103)
4.3.3	Engineering for reducing pond and canal seepage	(104)
4.3.4	Engineering for reducing farmland water seepage	(105)
4.3.5	Reducing farmland water transpiration and evaporation by environment controlling	(107)
Chapter 5	Water storage and retention engineering in dryland farming	(109)
5.1	Characteristics of water resources and mechanism of soil water impoundment and retention in dryland farming areas	(109)
5.1.1	Characteristics of water resources in dryland farming	(109)
5.1.2	General situation of year-round soil water seasonal variation in dryland farming areas	(110)
5.1.3	Mechanism of soil water impoundment and retention	(114)
5.2	Basic theory of soil tillage with soil water impoundment and retention in dryland	(121)
5.2.1	Soil tilth	(121)
5.2.2	Theory of tilth structure	(126)
5.3	Impoundment engineering measures in dryland farming	(127)
5.3.1	Deep plowing	(128)
5.3.2	Deep chiseling	(129)
5.3.3	Furrow planting method	(132)
5.3.4	Contour farming across slope	(132)
5.3.5	Contour furrow tillage	(133)
5.3.6	Pit tillage	(135)
5.3.7	Impoundment fertilizer collection and soil improvement farming (bumper harvest furrows)	(136)
5.4	Water retention engineering measures in dryland farming	(139)
5.4.1	Traditional water retention techniques in tillage	(141)
5.4.1.1	Clod breaking water retention	(141)

5.4.1.2	Soil compacting water retention	(141)
5.4.1.3	Inter-cultivation water retention	(142)
5.4.2	Mulching water retention techniques	(142)
5.4.2.1	Straw mulching water retention	(142)
5.4.2.2	Gravel mulching water retention	(144)
5.4.2.3	Plastic film mulching water retention	(146)
5.4.2.4	Chemical mulching water conservation techniques and soil moisture main- tainer application	(148)
5.4.3	Low-tillage and no-tillage	(151)
Chapter 6	Water and soil conservation engineering in dryland farming	(157)
6.1	Slope-transforming engineering	(157)
6.1.1	Terrace engineering	(157)
6.1.1.1	The role of terrace	(157)
6.1.1.2	Terrace types and its selection principles	(157)
6.1.1.3	Terrace plan and design	(158)
6.1.1.4	Terrace building methods	(165)
6.1.1.5	Terrace building machines and tools	(173)
6.1.2	Fish-scale pits, level ditch and level terrace	(173)
6.2	Canal-controlling engineering	(178)
6.2.1	Head-canal protection engineering	(178)
6.2.2	Gully control	(178)
6.2.3	Key engineerings for controlling canals	(179)
Chapter 7	Water-saving irrigation engineering in dryland farming	(181)
7.1	Main characteristics and yield-increasing mechanism of water-saving irrigation engineering in dryland farming	(181)
7.1.1	Difference and relationship between the water-saving farming, water-saving irrigation techniques and the dryland farming water-saving irrigation engi- neering	(181)
7.1.2	Main characteristics of water-saving irrigation engineering in dryland farming	(182)