

CROP WATER STRESS AND DROUGHT

作物水分胁迫与干旱研究

“华北平原作物水分胁迫与干旱研究”课题组 编著

4

本书的主要内容取自中美大气科技合作课题——“中国华北平原与北美大平原气候和农业比较”的一个分课题——“华北平原作物水分胁迫和干旱研究”的研究成果。
North China Plain crop water stress and drought is a research project of the Sino-United States of America atmospheric science cooperation research programme. This book comprises main results of the research.

河南科学技术出版社

CROP WATER STRESS AND DROUGHT

作物水分胁迫与干旱研究

“华北平原作物水分胁迫与干旱研究”课题组 编 著

河南科学技术出版社

作物水分胁迫与干旱研究

“华北平原作物水分胁迫与干旱研究”课题组编著

责任编辑 周本庆

河南科学技术出版社出版

河南省新郑县印刷厂印刷

河南省新华书店发行

850×1168毫米 大32开本 9.5印张 225千字

1991年9月第1版 1991年9月第1次印刷

印数1—2000册

ISBN 7-5349-0845-0/S·215

定价：8.50元

内 容 提 要

“华北平原作物水分胁迫和干旱研究”是中美大气科技合作课题——“中国华北平原与北美大平原气候和农业比较”的一个分课题,本书的主要内容是取自这个课题的研究成果。

本书主要介绍了作物水分和干旱的研究方法、土壤水分对作物生长发育的影响、作物耗水规律、作物干旱指标、农田土壤水分变化规律、气象旱度模式和干旱特征分析、小麦优化灌溉以及干旱化、旱涝灾害和对策。可供农业、气象、水利、生物、生态等有关部门科技工作者和大专院校师生参考。

SYNOPSIS

North China Plain crop water stress and drought is a research project of the Sino-United States of America atmospheric science cooperation research programme (1983 ~ 1985). This book comprises main results of the research. The content consist of research methods, the effects of soil moisture on crop growth and development, regularity of crop water consumption, crop water stress index, soil moisture variation, model of meteorological drought and drought characteristics, optimal irrigation schedule for winter wheat, desertification, drought-flood disasters and strategies. This monograph is intended for workers in the agricultural, meteorological, hydraulic engineering, biological and ecological departments and universities.



1. 正面



2. 侧面

彩图 1 活动式防雨棚



彩图 2 试验小区的排列



彩图 3 中子仪

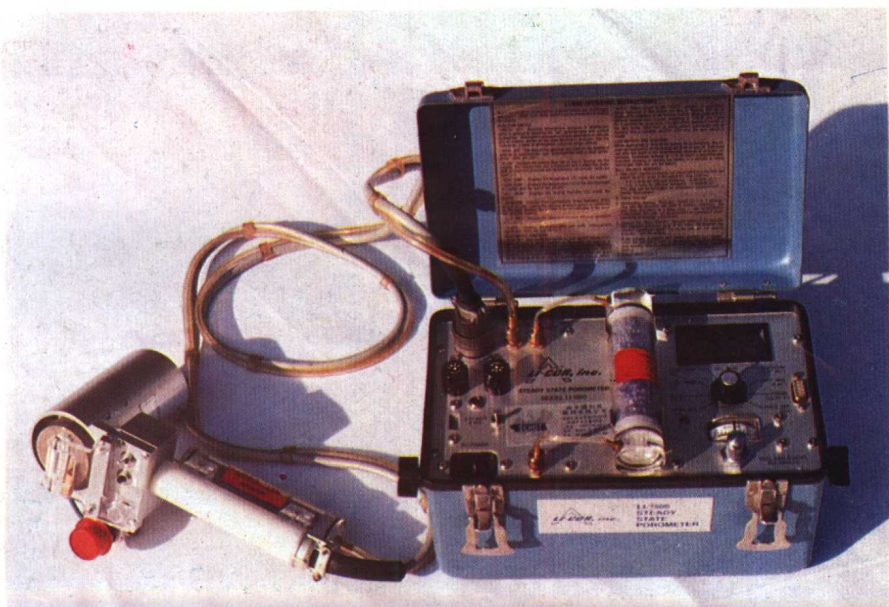


1. 记录部分

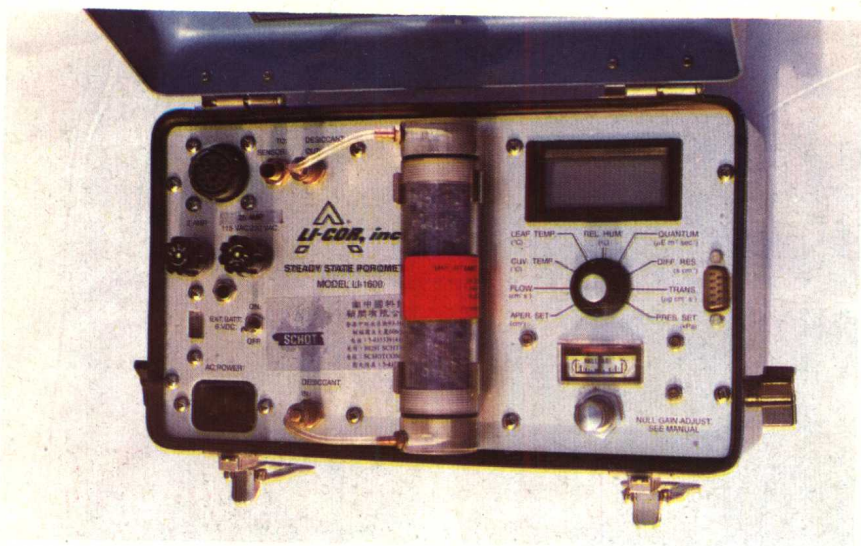


2. 感应部分

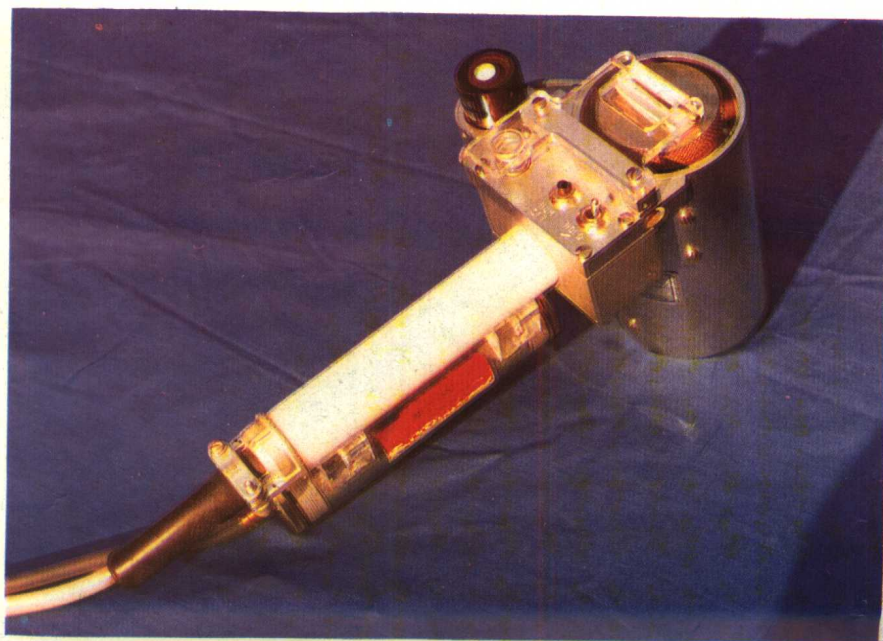
彩图 4 蒸发测定装置



彩图 5 LI—1600稳态气孔计



彩图 6 LI—1600稳态气孔计控制盘



彩图 7 LI—1600稳态气孔计感应头



彩图 8 LI—3100面积仪

前 言

1983~1988年我们承担了国家气象局重点科研项目——“华北平原作物水分胁迫与干旱研究”。该项目是中美大气科技合作课题“中国华北平原与北美大平原气候和农业比较”的一个分课题。由国家气象局气象科学研究所主持，协作单位有河南省气象局农业气象试验站、山东省气象局泰安农业气象试验站、内蒙古巴盟农业气象试验站、山东文登市气象局、莱州市气象局、河南洛阳市气象局、河北正定县气象站等。本书的主要内容是取自这个课题的研究成果。

水资源不足是我国的基本国情之一。特别是华北地区，冬春少雨，夏季降水变率大，不同时间尺度的干旱频繁发生，再加上工农业耗水和城乡生活用水的急剧增加，水资源日趋紧张，供求矛盾十分尖锐。然而占总耗水量80%以上的农业耗水中却存在着严重浪费现象，水分利用效率很低。因此，在农业中如何科学用水，提高水分利用效率，使有限的水资源发挥最大经济效益，是当前迫切需要解决的一个重大问题。为了较好地解决这一问题，满足农业生产实际需要，在各级领导的大力支持下，我们课题组建立了较现代化的农田水分试验场，应用国内外的先进设备和技术，进行了四年多的试验研究，并且边试验研究，边推广应用，在许多问题上取得了明显的进展。1988年11月19日国家气象局科教司对该课题组组织鉴定。来自气象部门、国家计委、水利部门和农业部门的专家的鉴定意见是：“该课题针对华北地区农业的干

旱缺水重大问题和发 展气象对农业服务的需要，对华北地区主要粮食作物小麦和夏玉米连续进行了四年较严格的不同土壤水分处理的农田试验，试验设计合理，仪器装备先进，方法正确。在获得大量土壤水分、作物生理生态特征和气象资料的基础上，进行了深入系统的具有开拓性的分析研究，取得了一系列有价值的成果。在作物耗水量与产量关系、最佳耗水量的确定、作物干旱指标和适宜水分指标的确定、麦田土壤水分动态模拟和小麦干旱预报、小麦优化灌溉方案的制定及气象旱度模式的建立等方面理论依据比较充分，有不少创新，实用价值大。在国内居领先地位，在某些方面达到国际先进水平，在国内外有一定的影响。该课题通过边试验、边验证、边推广，证实了这些成果的科学性和实用性。特别是小麦优化灌溉成果在河南、山东、河北、内蒙古一些地区三年推广试验 400 多万亩，取得了重大经济效益和社会效益，受到当地政府、生产部门和农民群众的欢迎。这些成果在指导农业合理灌溉、节约水资源和制订干旱对策，以及在农业气象情报、预报、气候评价等业务化建设和干旱研究方面都有重要的应用价值和参考价值。推广这些成果对缓和华北水资源的紧张，降低农业生产成本，提高水分利用效率和争取高产稳产将起到重要作用。建议华北地区进行推广试验，气象部门要为应用这些成果开展服务。”国家科学技术委员会考虑到我国水资源紧张这一实际情况以及该成果的科学性和重大的经济效益，已将“华北地区小麦优化灌溉”成果列入 1989~1991 年国家重点科技成果推广计划中，该课题获 1990 年国家科技进步二等奖。

本书共分十部分，第一部分简要阐述了研究旱涝的重大意义，水分在土壤—作物—大气系统中输送的理论基础，土壤水分运动和农田蒸散量计算方法等。第二至第九部分分别对试验设计

和研究方法、土壤水分对作物生长发育的影响、作物耗水规律、作物干旱指标、适宜水分指标、农田水分变化规律、麦田水分动态分析及干旱预报、气象旱度模式的建立及华北干旱特征分析、小麦优化灌溉等问题进行了较为深入详细的论述。第十部分系统地阐述了有关国内外的旱、涝灾害和沙漠化问题以及对策。为了有利于国际间的交流，在有关部门建议下，每一部分都分别有英文内容摘要。本书可供农业、水利、气象、生物等有关部门科技工作者和大专院校师生参考。

参加本书撰写的有张家诚、安顺清、朱自玺、吴乃元和焦仪珍，安顺清、朱自玺对本书进行了统稿和审定。此外，对本课题作出重要贡献的还有韩方池、牛现增、张廷珠、付祥军、李象山、侯建新、裴步祥、邹耀芳、郭雨佳、李陆津、邢久星、王美英、于福堂、吴志英、张殿英等。在课题进行和本书的撰写过程中，自始至终得到国家气象局程纯枢教授，王远忠、沈国权等同志的大力支持和具体指导，在此特表示衷心的感谢！

由于我们水平有限，书中误漏之处，敬请读者指教。

编著者

1990年8月

目 录

一、总论	张家诚 安顺清 (1)
摘要	(1)
(一) 旱涝问题是一个重要问题	(4)
(二) 土壤—作物—大气连续体	(5)
(三) 土壤水分运动和农田水分平衡	(9)
(四) 农田蒸散量的计算	(16)
参考文献	(31)
二、作物—水分关系的研究方法	朱自玺 (33)
摘要	(33)
(一) 试验设计	(37)
(二) 测定项目	(39)
(三) 测试手段和方法	(41)
(四) 试验研究与推广应用相结合	(49)
参考文献	(50)
三、土壤水分对作物生长发育的影响	朱自玺 (52)
摘要	(52)
(一) 土壤水分对作物生长状况的影响	(56)
(二) 土壤水分对作物生理生态特征的影响	(63)
(三) 土壤水分对产量因素的影响	(72)
(四) 土壤水分对产量的影响	(76)
(五) 作物水分利用效率与土壤水分的关系	(78)

参考文献	(79)
四、作物耗水规律	吴乃元 (80)
摘要	(80)
(一) 作物耗水量的确定	(85)
(二) 作物耗水量随时间的变化	(86)
(三) 不同土壤水分条件下作物耗水规律	(91)
(四) 作物产量与耗水量的关系	(96)
(五) 作物需水关键期的耗水量与产量的关系	(103)
(六) 作物耗水量的气候学计算方法	(106)
五、作物干旱指标	吴乃元 (111)
摘要	(111)
(一) 冬小麦主要生育阶段的水分指标	(115)
(二) 夏玉米的干旱指标	(126)
(三) 作物干旱指数	(129)
六、农田土壤水分变化规律	朱自奎 (135)
摘要	(135)
(一) 试验条件及方法	(139)
(二) 农田土壤水分变化规律	(140)
(三) 作物生长状况对农田土壤水分的影响	(147)
(四) 土壤湿度与气象因子之间的关系	(149)
参考文献	(153)
七、麦田土壤水分动态分析及干旱预报	朱自奎 (155)
摘要	(155)
(一) 思路和方法	(160)
(二) 麦田土壤水分动态分析	(161)
(三) 冬小麦干旱预报	(166)

参考文献	(172)
八、气象旱度模式和干旱特征分析	安顺清 焦仪珍 (173)
摘要	(173)
(一) 气象旱度模式	(178)
(二) 华北地区干旱特征分析	(204)
参考文献	(213)
九、小麦优化灌溉	安顺清 焦仪珍 (215)
摘要	(215)
(一) 农业节水措施述评	(218)
(二) 小麦优化灌溉的理论依据	(220)
(三) 小麦优化灌溉方案的确定和实施	(232)
(四) 推广应用情况	(233)
参考文献	(235)
十、干旱化、旱涝灾害与对策	张家诚 (236)
摘要	(236)
(一) 旱涝和干湿的定义与地理分布	(239)
(二) 干旱气候与70年代的旱灾	(245)
(三) 干旱化趋势探讨	(249)
(四) 干旱化与温暖化关系的探讨	(254)
(五) 从社会发展看干旱化问题	(260)
(六) 干旱化与沙漠化的关系	(264)
(七) 干旱和半干旱地区的地表地下水再 分配系统	(269)
(八) 人类需水排水系统的分析	(277)
(九) 人类将征服干旱	(285)
参考文献	(288)

CONTENTS

I . Introduction.....Zhang Jiacheng and An Shunqing (2)	
Abstract	(2)
1. Drought and flood an important scientific problem.....	(4)
2. Soil-crop-atmosphere system	(5)
3. Soil water movement and field water balance.....	(9)
4. Calculation of field evapotranspiration	(16)
References	(31)
I . Research methods of crop-water relations	Zhu Zixi (35)
Abstract	(35)
1. Design of the experiments	(37)
2. Measurement items.....	(39)
3. Instruments and procedures	(41)
4. Combining experiment with use	(49)
References	(50)
II . Effects of soil moisture on growth and development of crops	Zhu Zixi (54)
Abstract	(54)
1. Effects of soil moisture on crop growth.....	(56)

2. Effects of soil moisture on physiological and ecological features	(63)
3. Effects of soil moisture on the yield factors	(72)
4. Effects of soil moisture on yield	(76)
5. Relationship between Water Use Efficiency and soil moisture	(78)
References	(79)
IV. The regularity of crop water consumptionWu Naiyuan	(82)
Abstract	(82)
1. Determination of crop water consumption.....	(85)
2. Crop water consumption variation with time	(86)
3. Regularity of crop water consumption under different soilwater conditions.....	(91)
4. Relationship between water consumption and crop yield.....	(96)
5. Water consumption and crop yield in key water need phase.....	(103)
6. Climatic method of crop water consumption evaluation	(106)
V. Crop water stress indicesWu Nai yuan	(112)
Abstract	(112)
1. Index for principal growth stages of winter wheat	(115)