

◎总顾问：阮金泉

◎顾 问：吴社法

粮食生产 与 气象保障

LIANGSHI

王运行 贾金明 王树文 吴建河 ◎编 著

粮食生产与气象保障

编 著 王运行 贾金明
王树文 吴建河
总顾问 阮金泉
顾 问 吴社法

内 容 提 要

书中介绍了气象灾害对濮阳地区粮食生产的影响、气象要素的变化特征和成因,农业优化灌溉技术、干旱综合防御技术、卫星遥感技术在中小区域农作物长势动态监测中的应用、主要农作物病虫害气象预报方法、主要粮食作物气象指标等。本书具有较强的实用性和指导性,可供气象台站、农业部门的科技人员和相关院校学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

粮食生产与气象保障/王运行等编著.

—北京:气象出版社,2009.2

ISBN 978-7-5029-4697-5

I. 粮… II. 王… III. 农业气象—影响—粮食作物
IV. S162.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 022438 号

Liangshi Shengchan yu Qixiang Baozhang

粮食生产与气象保障

王运行 贾金明 王树文 吴建河 编著

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081

总 编 室:010-68407112

发 行 部:010-68409198

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑:李太宇

终 审:纪乃晋

封面设计:博雅思企划

责任技编:吴庭芳

印 刷:北京京科印刷有限公司

开 本:880 mm×1230 mm 1/32

印 张:5.25

字 数:160 千字

版 次:2009 年 2 月第 1 版

印 次:2009 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:13.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

前 言

粮食生产过程与气象条件密切相关,为粮食生产提供可靠的气象保障,是气象科技工作者在气象服务农业的实践中努力实现的目标和追求。

多年来,濮阳市的气象科技工作者在日常的农业气象服务实践中,作了大量的研究工作,完成了一些农业气象科学研究课题出版和发表了一些科研成果的专著和研究论文本书正是其中的一部分。

本书共分6章,19节。其中第一章是编者在“小麦优化灌溉技术研究与应用”及“干旱监测预警与综合防御技术推广应用”两项课题中的研究内容(两课题均获河南省科技进步二等奖)。第二章和第三章,收录了编者编著的《濮阳气候志》中的部分内容。第四章、第五章和第六章收录了编者发表在气象核心期刊上多篇论文的主要内容,还编录了“濮阳农业气象周年气象服务大纲”中的部分内容。书中涵盖了气象灾害对粮食生产的影响,农业干旱综合防御技术和小麦优化灌溉技术的应用,气候、物候的统计特征,主要气候要素的变化特征及成因分析、影响分析,农作物病虫害气象预报及农业气象服务概要与方法、指标等。本书可供基层气象台站、农业、科技部门工作人员和有关院校师生阅读,也可供政府有关人员参阅。

本书编写过程中得到了本书编著顾问、濮阳市政府阮金泉副市长及科技局吴社局长的大力支持和指导,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免有不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者
2008年12月

目 录

前 言	(1)
第一章 气象灾害对濮阳粮食生产的影响	(1)
1.1 濮阳主要气象灾害及其对粮食生产的影响	(2)
1.2 冬小麦优化灌溉技术的推广应用	(11)
1.3 农业干旱综合防御技术的应用	(23)
参考文献	(31)
第二章 濮阳气候	(32)
2.1 主要气象要素	(32)
2.2 气象灾害	(45)
2.3 历年重要气象事件	(57)
第三章 物候与气象谚语	(61)
3.1 主要天气现象	(61)
3.2 物候	(65)
3.3 物候气象谚语	(68)
第四章 濮阳气候变化	(75)
4.1 濮阳市多时间尺度气温变化特征及其对 粮食生产的影响	(75)
4.2 日照变化特征及成因分析	(83)
4.3 风速变化特征	(90)



4.4	0 cm 地温变化特征	(96)
	参考文献	(108)
第五章	农作物病虫害气象预报	(109)
5.1	棉铃虫气象预报模式的建立与应用	(109)
5.2	黄河中下游小麦赤霉病气象指数的建立与应用	(118)
5.3	黄河中下游小麦条锈病气象预报模式	(124)
	参考文献	(135)
第六章	农业气象服务	(137)
6.1	濮阳市农业气象周年气象服务大纲	(137)
6.2	濮阳主要农作物气象指标	(150)
6.3	卫星遥感冬小麦长势动态监测	(156)
	参考文献	(161)

第一章 气象灾害对濮阳粮食生产的影响

农业是国民经济的基础,粮食是农业基础之重,“民以食为天”,确保国家粮食安全,是关系到国计民生的大事,是国家发展和社会稳定的保障。党和国家领导人多次强调:“粮食安全的警钟要始终长鸣”。

当今粮食生产过程中的防灾、抗灾能力还比较薄弱,还不能根本改变“靠天吃饭”的局面。时有发生干旱、洪涝、冻害、冰雹、大风等农业气象灾害,常会造成粮食减产,威胁粮食安全。研究气象灾害的发生规律,提出应对措施,加强气象灾害的监测、预警与综合防御设施建设,是防灾减灾的基础环节。

为保障国家粮食安全,充分发挥河南作为全国重要粮食主产区的优势,河南省编制了《国家粮食战略工程河南核心区建设规划纲要》。按此规划,河南将通过建设科技创新体系等有效措施,力争到2020年确保粮食产量净增300亿斤^{*}、总产达到1300亿斤,成为全国重要的粮食生产核心地区。

为确保《国家粮食战略工程河南核心区建设规划纲要》的顺利实施,河南省气象局制定了《河南粮食生产核心区建设农业气象防灾减灾与保障工程》方案,提出将重点建设“三大工程”,满足河南粮食生产核心区建设对农业气象防灾减灾与保障的服务需求。一是建设农业气象灾害监测预测预警系统,对农业干旱、洪涝、冻害和病虫害等气象灾害进行监测预测和预警。二是建设农业气象保障服务系统,做好农作物发育期、产量、农用天气、病虫害等动态预测,搞好精细化农业气候区划,为种植结构调整和作物品种布局提供科学建议。三是建设人工增雨消雹减灾系统,提高人工增雨作业指挥能力,增强粮食生产抗御自然

^{*} 1斤=0.5 kg。



灾害的能力。

濮阳市是个农业市,是国家商品粮产区,近年全市每年粮食作物播种面积已超过 550 万亩*,全年粮食总产已超过 250 万 t。在河南粮食生产核心区建设背景下,搞好我市粮食生产,显得意义尤为重大。为配合河南粮食核心区建设,为粮食生产提供气象保障,本章重点分析了濮阳市主要气象灾害发生规律,研究了气象灾害及气候变化对粮食生产的影响,提出了气象灾害的应对措施。

1.1 濮阳主要气象灾害及其对粮食生产的影响

1.1.1 濮阳近 58 a 粮食产量回顾

从濮阳 1949—2007 年粮食平均单产变化趋势看(图 1.1),1972 年以前,一直在 100 kg 以下徘徊,1973 年突破 100 kg/亩,1983 年年突破 200 kg/亩,1994 年突破 300 kg/亩,2006 年突破 400 kg/亩,目前正向 500 kg/亩跨越,粮食平均单产已进入超高产阶段。粮食产量由低产到高产,再到超高产,经历了几十年的历程,其中,有丰年,也有欠年,但粮食产量随着生产力的发展,呈逐年增加趋势。从粮食平均单产变化趋势曲线(图 1.1,图 1.2)上可以看出,濮阳的粮食平均单产可分为两个明显时段,1949—1980 年为缓慢增长期,平均每年增产 2.7 kg,1981 年至 2007 年为快速增长期,平均每年增产 10.2 kg。

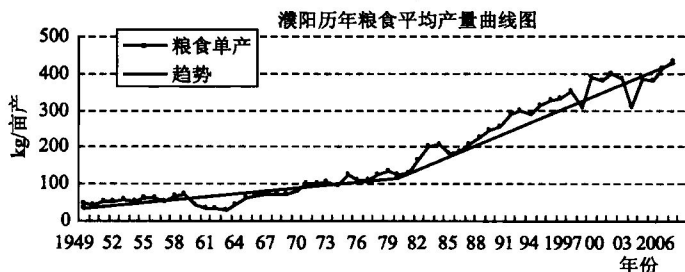


图 1.1 濮阳历年粮食平均产量曲线图

* 1 亩=1/15 hm²

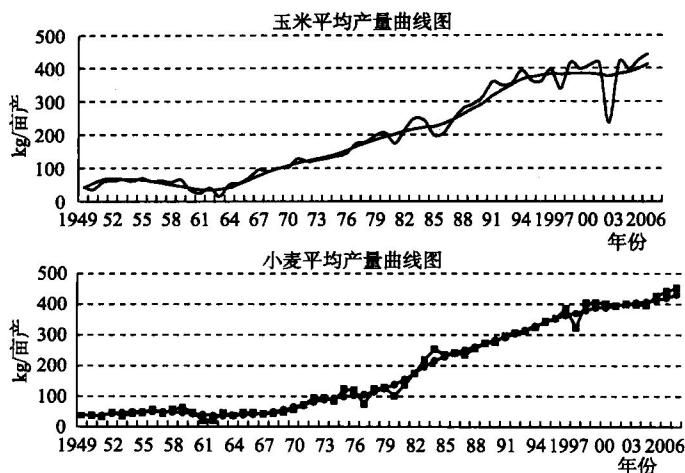


图 1.2 濮阳市历年玉米、小麦平均产量曲线图

1.1.2 粮食产量资料的处理

分析粮食产量主要影响要素可知,粮食产量的高低,主要取决于当地的生产力水平和气象条件。生产力水平随科技进步和生产条件的改善呈逐年上升趋势,是一个渐变因子,年际间的生产力水平一般不会有大的变化,粮食产量随生产力的发展逐年上升,一般不会造成粮食产量大的波动。而每年的气象条件几乎都不相同,气象条件是一个变化较大的因子,对粮食产量影响较大,往往会影响到粮食产量的丰、欠。采用文献[1]中线性模拟方法对粮食产量序列进行模拟处理(方法略),从历年的粮食产量中,分离出趋势产量(可看作是由社会生产力形成的产量部分)和气象产量(气象条件变化对产量的影响部分),并以此分析、评价气象条件对粮食生产的影响。

从图 1.3 小麦、玉米气象产量曲线图上可以看出,气象产量变化具有明显的阶段性特征,上世纪 80 年代以前粮食产量较低,气象产量绝对量值较小,近 20 多年来粮食产量明显提高,气象产量也呈明显增大趋势,这说明粮食产量受气象因素的影响加大,气象灾害造成的损失上升。

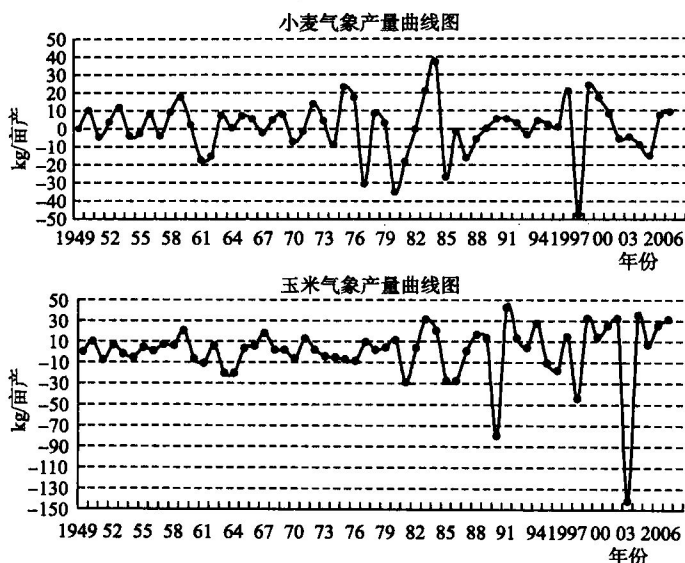


图 1.3 濮阳市历年小麦、玉米气象产量曲线图

1.1.3 粮食产量气候欠年的确定

当地主要粮食作物为小麦和玉米,两种作物生育期间的气候背景不同,受到气候条件的影响也有很大区别,因此分析气候对粮食产量影响时,对两种主要作物的产量分别进行处理、分析。

经数理统计方法处理得到的气象产量有正有负,气象产量为负,表示粮食产量低于当年的生产力水平所能达到的产量,说明当年气象条件欠佳,粮食减产;气象产量为正,表示粮食产量高于当年生产力水平所能达到的产量,说明当年气象条件适宜,粮食增产。近 58 a 中,小麦气象产量为负值的年份有 28 a,为正值年份有 30 a,玉米气象产量为负值年份有 23 a,正值年份有 35 a,气象产量正值年份较多,说明当地多数年份气候条件适宜小麦和玉米的增产。但气象产量为负值的年份也不少,说明粮食生产过程中,不利气象条件或气象灾害时有发生,常给粮食生产带来减产。



图 1.4 为濮阳历年主要粮食作物相对气象产量曲线图,图中相对气象产量用气象产量与粮食产量的百分比表示。从图中可以看出,粮食产量的丰、欠,具有相对性,与当年粮食产量水平有关,常用气象产量与实际产量的比值表示相对气象产量,若将相对气象产量 $\leq -5\%$,定为典型气候欠产年。以此标准划分,濮阳近 53 a 来,小麦典型气候欠年有 15 a,占 28.3%。玉米典型气候欠年有 11 a,占 20.8%,见表 1.1。

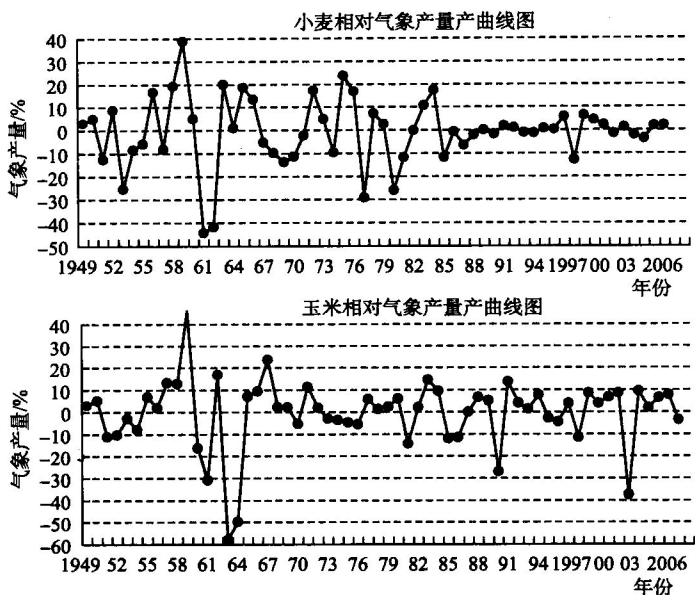


图 1.4 濮阳历年小麦、玉米相对气象产量曲线图

表 1.1 濮阳小麦、玉米典型气候欠年表

作物	典型气候欠产年份
小麦	1955, 1957, 1961, 1962, 1967, 1968, 1969, 1970, 1974, 1977, 1980, 1981, 1987, 1998, 2005
玉米	1960, 1961, 1963, 1964, 1970, 1976, 1981, 1985, 1986, 1998, 2003



1.1.4 典型气候欠年分析

分析与粮食产量序列中每一个欠产年份相对应的气象条件可知,粮食产量序列中的每一个减产年份,都有与其对应的气象灾害发生。影响粮食产量丰、欠的主要气象灾害是干旱和雨涝(含连阴雨),冻害、大风及与气象条件密切相关的病虫害等,冰雹、干热风等也会对粮食产量带来一定影响,但从典型欠产年份气候条件分析情况看,还没有因这些气象灾害造成全市粮食减产的个例。因此,在对典型气候欠年分析时,重点分析干旱、雨涝对粮食生产的影响。

(1) 小麦典型气候欠年分析

当地自 1954 年有气象记录以来,小麦典型气候欠年有 14 a,其中小麦生育期内受干旱影响而减产的年份有 13 a,占小麦典型减产年份的 92.9%,其中受干旱和冻害共同影响的有 2 年,占小麦典型减产年份的 14.3%,因持续阴雨天气影响引发小麦病虫害大发生的年份有 1 年,占小麦典型减产年份的 7.1%,由此可见,造成小麦减产的主要气象灾害是干旱。

当地小麦于 10 月初播种,翌年 6 月初收获,其生育期处在降水较少季节内,干旱时有发生,对小麦产量影响较大的是秋旱和春旱。

秋旱是指发生在 9~11 月份的干旱,按秋旱指标(连续 40 d 以上的总雨量 ≤ 30 mm)划分,近 54 a 中秋旱年份有 24 a,即 44%的年份有秋旱发生。秋旱主要影响小麦播种、出苗及麦苗分蘖和根系发育,秋旱常造成麦苗群体小,个体弱,使小麦产量下降。

春旱是指发生在 3~5 月份的干旱,按春旱的气象指标(3~5 月份连续 50 d 以上,总降雨量 ≤ 30 mm)统计,60%的年份有春旱发生。春旱主要影响小麦的茎叶生长、幼穗发育和产量形成,春旱常造成小麦植株瘦弱、穗小、粒少,产量低下。1961 年和 1962 年的春旱,曾造成小麦大面积绝收,当年小麦减产 40%以上。



表 1.2 濮阳市小麦典型气象欠产年份受灾减产情况

年份	灾害名称	起止时间	减产幅度 (%)	减产总量 (万斤)
1955	干旱	12月1日到5月31日	-5.9	935.2
1957	干旱	10月1日到5月31日	-8.3	1238.2
1961	干旱	12月1日到5月31日	-44.3	3598.8
1962	干旱	2月11日到5月31日	-41.8	3010.8
1967	干旱	9月1日到2月6日	-5.3	500.3
	大风	5月23日,31日		
1968	干旱	12月1日到5月31日	-9.9	1058.0
1969	干旱	12月1日到4月22日	-13.8	1657.3
	冻害	1968年11月8—11日		
1970	干旱	11月1日到4月22日	-11.4	1520.2
1974	干旱	11月1日到5月16日	-9.7	2047.3
1977	干旱	11月9日到4月22日	-29.2	7103.9
	冻害	1976年11月中旬		
1980	干旱	10月1日到11月3日	-25.9	8276.7
	大风	5月14日,25日		
1981	干旱	11月1日到5月31日	-11.8	4195.9
1987	干旱	11月1日到5月30日	-6.5	4425.0
1998	病害	5月上、中旬	-12.9	13761.4

分析表 1.2 可知,因干旱造成全市小麦减产幅度大于 5% 的年份有 13 a,全发生在上世纪 80 年代及其以前,那时生产力低下,灌溉条件差,农业生产基本是“靠天吃饭”,往往是小旱小减产,大旱大减产。近 30 a 来,社会生产力有了较大发展,农业灌溉条件明显改善,人们对干旱的防御能力增强。近些年,当地发生干旱的气候概率并无明显变化,



但气象干旱对小麦产量的负面影响明显减弱。有了灌溉条件以后,往往是“天旱地不旱”,使气象干旱背景下充足的光、温条件得到较好利用,粮食产量不但不减产,反而增产,当地不乏这样的年份,如1999年、2000年和2006年,小麦生育期间都有严重气象干旱发生,但当年小麦都获得了丰收。

(2) 玉米典型气候欠年分析

当地自1954年有气象记录以来,玉米典型气候欠年有12 a,其中受干旱影响而减产的年份有9 a,占玉米典型减产年份的75%,受雨涝灾害影响的年份有3 a,占玉米典型减产年份的25%,由此可见,造成玉米减产的主要气象灾害是干旱。

按照干旱发生时间划分,对玉米产量影响最大的是夏旱,夏旱包括初夏旱和伏旱。按夏旱指标(6—8月份,连续20 d的总降雨量 ≤ 30 mm)统计,近54 a间初夏旱有23 a,42.6%的年份有初夏旱,伏旱年份有19 a占35.2%。

初夏旱是发生在6月份的干旱,它主要影响玉米的播种和幼苗生长发育。伏旱是发生在7、8月份的干旱,它主要影响玉米植株生长和产量形成,干旱一旦发生,往往会造成玉米严重减产,如1964年发生的初夏旱,玉米难以播种、出苗,曾造成当年玉米减产49.7%。

玉米生育期处在当地多雨季节,雨涝灾害时有发生,对玉米产量影响较大的是初夏涝、夏涝和连阴雨,初夏涝是指发生在6月份的雨涝,指标为月雨量 ≥ 200 mm,雨日 ≥ 10 d;夏涝是指发生在7~8月份的雨涝,指标为旬雨量 ≥ 150 mm,或两旬雨量 ≥ 250 mm;连阴雨是指连续降雨日数 ≥ 5 d(允许其中一天阴天无雨),且过程雨量 ≥ 30 mm的降水过程。

据统计,近54 a间发生初夏涝和夏涝的年份有26 a(多为局地涝灾),即48.1%的年份有涝灾发生,其中造成全市玉米严重减产的区域性涝灾年份有3年,分别是1960年、1963年和2003年,当年玉米分别减产16.3%、57.8%和37.6%(表1.3)。



表 1.3 濮阳市玉米典型气象欠产年份受灾减产情况

年份	灾害名称	起止时间	减产幅度 (%)	减产总量 (万斤)
1960	涝	7月28日特大暴雨 276.9 mm	-16.3	438.2
1961	干旱	5月23日到6月27日	-30.8	674.8
1963	涝	8月467.0 mm	-57.8	1777.2
1964	干旱	6月17.7 mm	-49.7	1732.3
1970	干旱	5月10日到6月16日	-5.2	570.4
1976	干旱	5月1日到6月30日	-5.7	1100.9
1981	干旱	5月1日到6月20日	-14.3	3749.6
1985	干旱	5月14日到6月29日	-12.1	2591.7
1986	干旱	5月20日到7月28日	-11.7	2732.2
1996	干旱	5月28日到6月30日	-4.5	2046.8
1998	干旱	6月13日到7月12日	-11.6	6049.7
2003	连阴雨	8月2日到9月8日	-37.6	18056.8

1.1.5 应对措施

(1) 积极应对气候变暖的不利影响

在全球气候变暖背景下,我市的年平均气温升高,年降水量减少,暖干化趋势明显,地下水位严重下降,水资源供需矛盾加剧,农业气象灾害频繁发生、影响加大,农业病虫害呈上升趋势,影响粮食生产的不利因素增加。为最大限度地减轻气候变化和气象灾害对粮食生产带来的不利影响,应加强应对气候变化综合服务体系建设和濮阳市气象局加强气候变化以及农业气象灾害预测预警研究,并将研究成果在决策服务中广泛应用。

(2) 加强抗旱排涝工程建设

经过多年建设,境内的抗旱排涝工程逐步得到完善,有引黄灌渠,还有星罗棋布的机井,已具有一定的抗旱灌溉能力,但这些灌溉渠



和机井的配套设施还有待进一步完善,尤其排涝工程建设还有待加强。

(3) 推广节水灌溉技术

多年来,境内农业灌溉用水、工业用水和居民生活用水量不断增加,地下水连年超采,地下水位严重下降,地下水位埋深,已由 30 a 前的 2 m 左右,下降到目前的 30 米以下,水资源日趋紧张。为保农业可持续发展,应大力推广应用节水灌溉技术。农业上采用的节水灌溉技术已有不少,如防渗渠道灌溉,低压管道灌溉,还有喷灌、滴灌等,这些是工程性防旱技术,都有明显的节水效果。近些年气象部门还研究出了非工程性防旱节水技术,如国家气象局和河南省气象局研究出的“优化灌溉技术”,河南省气象局研究的“干旱监测预警与综合防御技术”等则是非工程性节水技术。这些节水技术都有节水、增产的特征应大力推广应用。

(4) 开发空中水资源

人工增雨是抗旱减灾的主动性措施。其方法是在有形成降雨条件的云层中播撒催化剂,促使云层早下雨、下大雨。我国早在 1958 年就开展了人工影响天气的研究试验。目前,我市成立了人工增雨办公室,建立了人工增雨作业系统,实施了多次人工增雨作业,获得了许多宝贵的经验,并取得了显著效果。实践证明,人工增雨是一项投资少,效果明显的抗旱减灾技术,应进一步搞好人工增雨工作,开发空中水资源,为粮食安全保驾护航。

1.1.6 结论

(1) 当地粮食产量随生产力的发展呈逐年上升趋势,目前已攀升到超高产阶段,这一过程是一个波动上升过程。

(2) 粮食产量年际间的波动,主要是受气象灾害的影响所致,对粮食产量影响最大的气象灾害是干旱和雨涝。

(3) 在加强抗旱、防涝工程建设的同时,应加强对空中水资源的开发利用,积极实施人工增雨作业,同时还要加强对气象灾害的监测、预警与防御,确保粮食生产安全。



(4)大力推广节水灌溉技术,充分发挥有限水资源的最大经济效益,是农业可持续发展的保障。

1.2 冬小麦优化灌溉技术的推广应用

1.2.1 概述

濮阳市受大陆性季风气候的影响,雨量主要集中在7、8、9月份。本地的冬小麦一般年份在10月上旬播种,翌年6月初收获,生长期约为8个月的时间。小麦生长期降水较少,平均降水量只有170多毫米,降水与潜在蒸散量的比值为0.26,自然降水不能满足小麦正常生长发育约需要,干旱问题突出。要使小麦获得高产,实施农业灌溉是必要条件。

表 1.4 濮阳市常年各月降雨量(R ,单位:mm)与潜在蒸散量(ETO ,单位:mm)

月份	1	2	3	4	5	6
R	5.2	7.9	17.7	32.8	43.2	53.2
ETO	47.3	56.4	104.1	164.0	196.4	171.6
R/ETO	0.11	0.14	0.17	0.20	0.22	0.31
月份	7	8	9	10	11	12
R	152.9	139.2	71.8	40.4	21.0	7.9
ETO	198.0	148.1	123.8	96.2	60.0	41.6
R/ETO	0.91	0.94	0.58	0.42	0.35	0.19

冬小麦是濮阳市的主要粮食作物,常年种植面300万亩左右。为了提高粮食产量,当地非常重视发展灌溉事业,随着灌溉面积的扩大,小麦产量水平有了明显提高,平均单产由原来的100多公斤,提高到了400多公斤,部分乡镇的平均单产已超过500公斤。但是,在小麦生产中也存在着一些潜在问题,其中水资源日趋紧张就是突出问题之一。由于地下水连年超采,井灌区地下水位下降较快,原来的水井,有不少