

小麦生产风险智能分析与 预警关键技术

Xiaomai Shengchan Fengxian Zhineng Fenxi yu
Yujing Guanjian Jishu

张晓艳 刘淑云 ◎ 主编



非
外
借

 中国农业出版社



小麦生产风险智能分析与 预警关键技术

张晓艳 刘淑云 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

小麦生产风险智能分析与预警关键技术 / 张晓艳,
刘淑云主编. —北京: 中国农业出版社, 2017. 9

ISBN 978-7-109-23752-0

I. ①小… II. ①张… ②刘… III. ①小麦-生产-
风险分析-研究-中国 IV. ①F326.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 329281 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 廖 宁

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 700mm×1000mm 1/16 印张: 14.75

字数: 320 千字

定价: 58.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是作者在多年从事农业信息研究工作的基础上,参阅了国内外大量相关论著、专业刊物的优秀论文完成的。全书系统、全面地阐述了小麦生产风险智能分析与预警关键技术内容。主要包括农业生产风险的定义、农业风险预警分析概述、农业风险预警机制建设、山东农业生产风险因素分析、小麦主要风险类型、小麦生产风险信息采集与气象灾害预警指标规范、小麦生产风险因子识别与评估技术、小麦生产风险预警分析关键技术、基于对地观测技术的小麦作物生产数据获取与监测、小麦生产风险预警平台等。

本书理论和实证研究相结合,可供从事农业信息技术、3S技术应用、信息资源管理,特别是从事农业监测预警分析的科研人员参考。

主 编 张晓艳 刘淑云

副 主 编 牛鲁燕 孙家波 刘 锋

参编人员 (按姓氏笔画排序)

王 磊	王风云	王丽丽	王利民	王剑非
王艳红	王富军	尹兴德	孔庆富	刘延忠
刘炳福	米晓铭	孙传仁	李乔宇	张丽荣
张俊丽	张维战	陈庆禹	尚明华	郑纪业
房 毅	封文杰	赵 佳	赵 泉	赵文祥
秦磊磊	徐淑良	唐 研	黄 洁	梅 林
崔太昌	董 曄	焦喜东	黎香兰	

前言

当前，全球经济和社会正在发生深刻变革，世界农业的发展也面临着严峻挑战。人口不断增长，人均耕地面积逐渐减少，水资源日趋短缺；同时，全球气候变化导致的气温升高与极端自然灾害频发，正在进一步加剧人类生存发展与资源环境的矛盾。保障粮食安全、减少饥饿与贫困的任务繁重。粮食安全始终是关系我国国民经济发展、社会稳定和国家安全的全局性重大战略问题。近年来，由于经济高速发展、城市化进程加快，农业发展面临的风险和不确定性明显上升，我国的粮食安全问题日益突出，保障国家粮食安全的任务越加繁重。面对新挑战，迫切需要应用信息化手段研究建立粮食生产的预测预警系统，提高粮食主管部门面临突发事件的应对能力和国家粮食安全的保障能力。

本书以小麦为研究对象，集成应用生产风险智能分析、预测预警、现代 IT 等关键技术，建立小麦生产监测网点，制定小麦生产风险数据采集标准，开展小麦生产信息数据采集，研制小麦生产风险预警模型，研发小麦生产风险预警系统，实现小麦生产苗头性风险的早期发现、早期预警、早期干预，为国家和粮食主管部门提供决策咨询服务。书中介绍了黄淮海小麦生产风险数据采集规范和山东小麦气象灾害预警指标规范，为小麦生产风险征兆分析、生产态势预报及安全预警模型的构建等提供数据采集范围及气象灾害预警评估方法，保障生产风险数据采集和灾害预警的科学性。针对小麦生育期内的灾害特征，探明了小麦的生产风险水平和分布规律，构建了以小麦生育时段为步长的不同灾害预警模型群，实现了小麦不同灾害类型的定性评价和定量预测。模型具有较强的通用性、灵活性、动态预测性，还具备实时预报等功能，为小麦生产风险智能分析和预警奠定了基础，为政府职能部门的防灾、减灾决策提供了有力的技术支持。将小麦生产风险数据库与模型库进行有机集成，基于地理信息系统（GIS）组件技术开发了小麦产量预测与气象灾害预警

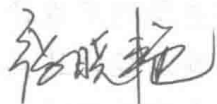
系统,实现了小麦生产智能化数据处理、产量预测和生产预警等功能,为小麦生产管理的定量化、信息化提供了技术支撑。

本书共分六章。第一章为绪论,介绍保障粮食安全的重要意义,我国农业自然灾害现状、成因以及应对机制;第二章为农业生产风险,介绍我国农业生产风险概况、山东省农业生产风险情况、农业生产风险预警关键技术,小麦生产风险识别与评估技术,包括风险因子危害性识别、风险评估指标构建、风险区划、农业极端灾害风险评估、小麦生产气象风险综合度量与产量预报;第三章为小麦生产风险数据采集及灾害预警指标规范,介绍小麦生产风险数据采集标准的制定,包括制定原则、程序及标准具体内容;第四章为山东小麦主要灾害类型,介绍山东小麦的干旱、冷冻害和干热风危害;第五章为基于对地观测的小麦遥感监测;第六章为山东小麦生产风险预警平台,介绍小麦产量预测与气象灾害预警系统研发,包括系统设计与开发、系统运行环境与平台、系统功能等方面。

本书的出版得到了国家科技支撑计划课题“粮食生产风险智能分析与预警关键技术集成研究与示范”、山东省农业重大应用技术创新课题“小麦生产风险智能分析与预警关键技术研究”和“小麦病害信息早期快速识别关键技术研究与应用”等的资助,在这里表示感谢。

本书凝聚了山东省农业科学院科技信息研究所阮怀军所长、崔太昌书记、王磊副所长的智慧和见解,感谢他们的支持!同时也要感谢相关课题的研究人员,在工作过程中付出了大量心血。感谢所有参编人员,同时特别感谢山东省农业可持续发展研究所隋学艳团队。

信息技术日新月异,科学研究与探索永无止境。由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正!



2017年5月

前言

第一章 绪论	1
第一节 保障粮食安全的重大意义	1
一、粮食安全是国家安全的战略基础	1
二、粮食安全是政治安全的命脉	2
三、粮食安全是构建和谐社会的前提条件	2
四、确保粮食安全是各级政府的一项重要职责	3
五、小麦生产风险分析的意义	4
第二节 我国农业自然灾害的现状	5
一、我国农业自然灾害风险现状	5
二、山东省农业自然灾害	6
三、农业自然灾害风险成因	7
四、农业自然灾害风险应对机制	9
第二章 农业生产风险	12
第一节 农业生产风险概况	12
一、农业生产风险定义	12
二、农业风险预警机制建设	12
三、作物生产自然灾害风险评价指标体系构建	13
四、我国农业风险预警机制及应急处理的实施与立法现状	15
第二节 山东省农业生产风险	16
一、山东省气象条件	17
二、山东省耕地状况	18
三、山东省自然灾害年内季节分布规律	19
四、山东省自然灾害的空间分布规律	20
五、自然灾害对山东农业的影响	23
六、山东省自然灾害防灾减灾策略	28
第三节 农业生产风险预警分析关键技术	29
一、农业生产风险因子早期识别技术	29
二、农业生产风险评估技术	30

三、农业生产风险模型	35
第三章 小麦生产风险数据采集及灾害预警指标规范	57
一、制定标准的重要意义	57
二、标准制定的基本原则	58
三、选择和构建的指标体系的特点	58
四、标准适用范围	59
五、小麦生产风险数据采集规范	59
六、山东省小麦气象灾害预警指标	77
第四章 山东小麦主要灾害类型	86
第一节 干旱	86
一、山东地区区域特征	87
二、干旱的定义	87
三、山东地区小麦干旱	88
四、降水因子及与小麦产量的相关性	89
五、气候干旱指标	93
六、小结	99
第二节 冷冻害	100
一、冷冻害风险因子	101
二、因子与相对气象产量的相关分析	101
三、因子与相对气象产量的线性回归分析	102
四、模拟模型	102
五、小结	104
第三节 干热风	105
一、干热风的概念	105
二、干热风的类型及气象指标	105
三、小麦干热风危害	106
四、山东省小麦干热风灾害	107
第五章 基于对地观测的小麦遥感监测	113
第一节 小麦生产风险数据获取	114
一、研究思路	114
二、基础数据收集	116
第二节 山东省小麦耕地信息提取	118
一、研究区概况	118
二、山东省耕地信息提取	118

三、数据的准备	119
四、结论与讨论	124
第三节 小麦种植面积空间抽样与提取	124
一、小麦种植面积空间抽样	125
二、小麦种植面积提取技术	133
第四节 小麦长势监测	150
一、小麦长势监测遥感信息源	150
二、农作物长势监测指标	152
三、农作物遥感监测方法	154
四、作物长势遥感监测模型	155
五、作物长势遥感监测存在的问题	158
六、小麦长势监测实证研究——以山东省为例	159
第五节 小麦遥感估产	172
一、农作物遥感估产概况	172
二、农作物遥感估产理论基础	176
三、农作物估产模型	178
四、农作物遥感估产步骤	180
五、大面积农作物遥感估产	182
六、山东小麦估产	183
第六节 基于成像高光谱的小麦叶片叶绿素含量估测模型	187
一、材料和方法	187
二、不同生育期小麦叶片的高光谱特征	188
三、不同施氮水平下小麦各生育时期叶片叶绿素含量变化	190
四、结论与讨论	195
第六章 山东小麦生产风险预警平台	196
第一节 研制背景	196
第二节 系统总体设计	197
一、系统目标	197
二、系统设计原则	197
第三节 系统开发的关键技术	198
一、JSP 技术	198
二、JDBC 技术	201
三、面向对象技术	202
四、地理信息系统技术	203
第四节 数据库建设	204
一、数据库设计	204

二、数据库设计原则	204
三、数据来源及类型	205
四、数据处理	205
五、数据库表的建立	207
六、数据库的实现	214
第五节 系统功能	215
一、系统管理模块	216
二、数据查询与管理模块	216
三、基础地理信息管理模块	216
四、冬小麦长势监测与产量估算模块	217
五、冬小麦灾害预警模块	217
六、信息统计与分析模块	220
七、专题图制作模块	220
八、帮助模块	220
主要参考文献	222

第一章 绪 论

第一节 保障粮食安全的重大意义

粮食安全始终是关系我国国民经济发展、社会稳定和国家安全的全局性重大战略问题。近年来,由于经济高速发展、城市化进程加快,耕地减少、水资源匮乏,加之我国自然灾害频繁发生以及近年国际粮食市场价格大幅波动等因素的影响,我国的粮食安全问题日益突出,保障国家粮食安全的任务愈加繁重,迫切需要应用信息化手段研究建立粮食生产的预测预警系统,提高粮食主管部门面临突发事件的应对能力和国家粮食安全的保障能力。

从当前和今后一个时期我国粮食宏观调控工作的实际需要出发,按照《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》及《国家粮食安全中长期规划纲要(2008—2020年)》的相关要求,在粮食主产区选择山东省进行布局设计。以小麦作物为重点,集成应用生产风险智能分析、预测预警、现代IT等关键技术,建立粮食生产监测网点,开展粮食生产信息数据采集,研制粮食生产预警模型,开发建立粮食生产分析和安全预警系统。实现对粮食生产苗头性风险的早期发现、早期预警、早期干预,为国家和粮食主管部门提供决策咨询服务。

党和政府历来非常重视粮食安全,国际经济形势复杂严峻,全球气候变化影响加深,我国耕地和淡水资源短缺压力加大,农业发展面临的风险和不确定性明显上升,巩固和发展农业农村好形势的任务更加艰巨。大力支持在关键农时、重点区域开展防灾减灾技术指导和生产服务,加快推进农作物病虫害专业化统防统治,完善重大病虫害疫情防控支持政策正当其时。

一、粮食安全是国家安全的战略基础

粮食安全与能源安全、金融安全并称为当今世界三大经济安全。对于我国这样一个拥有13亿人口,正处于工业化、城镇化加速推进的国家而言,确保粮食安全不仅是实现国民经济又好又快发展的基本条件,而且是促进社会和谐的重要保障,也是确保国家安全的战略基础。

粮食问题是安全问题,而非经济问题。粮食不像其他商品,少一点会涨价,粮食少一点可能会引起社会恐慌,是一个硬需求。中国是一个粮食生产大

国，也是一个粮食消费大国，中国的粮食生产和供求情况不仅关系到中国 13 亿人口的吃饭问题，而且会影响国际粮食的供求和价格状况。如果我国大量从国际上进口粮食，就会造成国际粮源的紧张，拉动粮食价格的上涨。从国家安全战略角度看，我国人口众多、农业受自然风险和市场风险影响较大，在国民经济发展全局中，粮食始终被视为特殊商品和战略物资，如果放松国内粮食生产，过度依赖国际市场，无异于将自己的饭碗放在他人手上。在战略上极易受制于人，在关系国家生存发展的国际竞争中处于被动。

二、粮食安全是政治安全的命脉

粮食作为生活必需品很早就渗入了政治因素。中国历史上，就有“兵马未动，粮草先行”的说法。明成祖朱元璋的“深挖洞、广积粮、缓称王”的帝王之道，以及毛泽东“深挖洞、广积粮、不称霸”的政治哲学都表明粮食问题始终是一个十分重要的政治问题。粮食也始终以一种潜移默化、化大象为无形的方式左右着古代中国政治；粮食以一种独有的隐喻讲述着真实的历史，任何政治家都难以逃脱粮食的政治。实际上，粮食危机已在一些国家引发了政治和社会问题，如果不及时解决，有可能进一步危及世界和平与安全。

中华人民共和国成立以来，中国政府高度重视农业和粮食生产问题，始终把农业放在国民经济的基础地位，把粮食作为国民经济的基础。改革开放前就提出了“以粮为纲”的指导思想；改革开放后，改革首先从农业、农村、农民中取得突破，并获得成功，不但推动了其他方面的改革，而且使我国粮食生产迈上了新台阶。特别是 2002 年以来，中央政府把农业放在突出的位置来抓，连续发出 5 个 1 号文件。2004—2011 年，我国粮食连年丰收，2011 年粮食总产达到 5 712 亿千克，比上年增加 247.5 亿千克，首次迈上 5 500 亿千克的新台阶，实现半个世纪以来首次八年连增，人均粮食占有量达到创纪录的 426 千克。在国际粮食安全频频告危的情况下，中国才能感到“手中有粮，心里不慌”，在世界和我国重大政治问题上自信和从容应对。

三、粮食安全是构建和谐社会的前提条件

中共十七大提出，社会和谐是发展中国特色社会主义的基本要求，是中国特色社会主义的本质属性；全面建设小康社会是党和国家 2020 年的奋斗目标，是全国各族人民的根本利益所在。粮食作为经济发展、社会稳定和国家自立的基础，是社会和谐的重要物质基础；确保国家粮食安全，是构建社会主义和谐社会的前提条件。在构建社会主义和谐社会的新形势下，切实做好粮食工作，保持粮食问题长期稳定，不仅对保障人民群众吃粮安全，增加种粮农民收入，

发挥种粮农民积极性有积极作用,而且对促进和谐社会建设具有重要意义。

我国一直是农业大国,13亿总人口中有7.4亿是农民,只有农民增收,才谈得上全面实现小康社会;只有农业增效,才谈得上全面协调可持续发展;只有农村发展,才谈得上建设社会主义新农村。中央多次强调,要把解决“三农”问题作为全党工作的重中之重。从2004年至今,中央连续出台了9个1号文件,对“三农”工作做出重要部署。2012年中央1号文件《关于加快推进农业科技创新持续增强农产品供给保障能力的若干意见》,更是对农产品保障做出重要部署。十六届五中全会提出了建设社会主义新农村的任务;六中全会继续把新农村建设作为构建和谐社会的重要组成部分;中共十七大报告中谈到建设社会主义新农村的问题时再次强调,推进社会主义新农村建设,解决好农业、农村、农民问题,事关全面建设小康社会大局,必须始终作为全党工作的重中之重。坚持把发展现代农业、繁荣农村经济作为首要任务,加强农村基础设施建设,健全农村市场和农业服务体系;加大支农惠农政策力度,严格保护耕地,增加农业投入;促进农业科技进步,增强农业综合生产能力,确保国家粮食安全。而粮食安全的基础恰恰在于粮食综合生产能力能否保持,落脚在粮食生产的可持续发展上。可见,提高粮食综合生产能力的关键是保护农民种粮的积极性,维护种粮农民的利益,越是粮食增产,越要让农民增收。因此,粮食安全也是中央“三农”工作的重要组成部分,只有坚定不移地落实中央关于“三农”问题的一系列大政方针,坚持不懈地推进社会主义新农村建设,我国的粮食安全才能从根本上得到保障。

四、确保粮食安全是各级政府的一项重要职责

粮食安全关系国家、关系民族、关系民生,党中央反复强调粮食安全的重要性。中共十七大报告指出:增强农业综合生产能力,确保国家粮食安全。中共中央政治局于2007年召开研究和部署推进农业和农村发展工作会议上提出:“粮食安全的警钟要始终长鸣。”确保粮食安全是各级政府和粮食行政管理部门贯彻落实中共十七大精神一项十分重要的任务,也是各级政府和粮食行政管理部门一项十分重要的职责。

粮食是关系国计民生和国家经济安全的重要战略物资,是人民群众最基本的生活资料,粮食安全始终是关系我国国民经济发展、社会稳定和国家自立的全局性重大战略问题。保障我国粮食安全,对实现全面建设小康社会的目标、构建社会主义和谐社会和推进社会主义新农村建设具有十分重要的意义。必须强化各地区保障国家粮食安全的责任,国家粮食安全具有全局性和普遍性。粮食主产区和主销区的生产、加工、流通、储备等粮食产业发展状况构成了国家粮食安全的重要基础,各地粮食生产能力建设和粮食流通、粮食储备体系建设

将直接影响国家粮食安全状况。因此,各地区都要明确和落实粮食发展目标,稳定发展粮食生产,切实落实地方粮食储备任务;强化扶持政策,分担国家粮食安全责任;要坚持和完善“米袋子”省长负责制,从严保护耕地和基本粮田。

粮食安全保障体系是一个复杂的系统工程,生产、储备和流通三个环节中的任何一个环节都不能出问题。2004年以来,我国把粮食工作的重点放到了生产环节,实现了“十二连增”。在粮食丰收的时候,应当加大对储备和流通的关注力度,加强储备保障能力和流通保障能力的建设,这是构建完整的粮食安全保障体系的客观要求,也是各级政府的一项基本职责。

五、小麦生产风险分析的意义

作物收获之前进行及时、准确、大范围的作物生长状况评价,为田间管理提供实时的信息,同时也为早期估计产量和灾害预警提供依据。作为农业大国,农作物长势监测,对于农业生产管理和政府粮食政策制定意义极其重大。通过作物长势遥感监测,可以及时掌握病虫害、气象灾害等对作物生长、产量的影响及灾害后采取各项生产管理措施的效果。卫星遥感技术以其快速、准确、信息量大以及省工省时等优势,为解决上述问题提供了十分有效的手段,也逐渐得到了各级政府部门认可和重视。由于农作物的涝渍、干旱、病虫害、热冷冻害等是影响农作物产量丰歉的主要原因,并具有连续性、突发性以及扩展性强等特点,给实时、大面积的农作物监测增加了难度,遥感监测技术自然也就成为了客观获取这类农情信息的必然选择。为了向政府部门和生产者提供及时的农作物长势信息,从农作物减产的范围、精度、预报时效性、模型机理性和实用化角度综合研究,建设了基于GIS的冬小麦遥感估产与气象灾害预警系统。系统对山东省范围的冬小麦进行长势监测与灾害预警,在县(市)、生态区、省3个尺度上进行耕地面积和小麦种植面积的提取,进而对小麦各关键生育时期的长势进行监测,可最大限度为农业管理和防灾减灾提供技术支持。提前分析预测粮食产量波动,为适时农业政策的制订、农村经济的发展提供有力决策依据。进而为政府相关部门制订粮食储备、运输及贸易提供更加准确的信息,降低国际粮食贸易的风险,保证国家粮食安全。在作物收割前获取世界其他主要粮食生产国和贸易国的作物长势信息,就有可能在粮食价格、流通、存储等诸多方面取得主动并占据先机,在世界粮食贸易中掌握主动权。

综上所述,实现农业持续稳定发展、长期确保农产品有效供给,根本出路在科技。以小麦为研究对象,利用遥感和地理信息系统及计算机等技术,监测小麦的长势,提取小麦长势各指标参数,并进行早期估产。对多年的灾害统计

数据进行整理,分析其发生规律,并构建产量、气象因子、土壤条件、灾害等数据库。研制小麦干旱、冷冻害及干热风模型,开发基于GIS的小麦产量及气象灾害预警系统,实现对小麦生产苗头性风险的早期发现、早期预警、早期干预。研究成果推广应用到其他粮食作物后,对有效规避影响粮食产量的风险因素,保证国家粮食安全具有十分重要的现实意义。

第二节 我国农业自然灾害的现状

我国是一个农业大国,同时又是世界上农业自然灾害最严重的国家之一,农业自然灾害的发生对我国农业正常生产构成了极大威胁。与世界平均水平相比,我国自然灾害发生频率高出了18个百分点。我国几乎每次发生自然灾害,都会使农作物生产受到不同程度的影响,造成农作物的经常性减产。自然灾害对我国粮食综合生产能力的稳定性具有显著影响,对于经济社会的发展也具有很强的相关性,甚至直接影响着经济发展和社会稳定。农业是国民经济的基础,一旦农业遭受重大自然灾害,不仅农业生产的利益相关方会面临巨大损失的风险,而且会牵连到整个国民经济的运行。农业自然灾害还引发部分农民因灾致贫、返贫,造成社会贫富差距扩大,形成社会不稳定因素。因此,进行农业监测预警分析及建立高效的农业自然灾害管理体制,使农业自然灾害造成的损失最小化,对于推动我国现代农业建设、经济持续发展、社会和谐稳定有着重要的意义。

一、我国农业自然灾害风险现状

(一) 灾害种类多,灾害类型复杂多样

我国幅员辽阔,南北跨越50个纬度,又处于大陆性气候与海洋性气候的交互地带,各大天气系统对我国都有影响。天气多变,地理生态环境多变,地形起伏大,地貌单元多,有着各种灾害发生的生态条件。与世界其他国家相比,我国的灾害种类几乎包括了世界所有灾害类型。我国位于亚洲的东部,东临太平洋,大陆海岸线1.8万千米,是个海陆兼备的国家,海相灾害与陆相灾害均有发生。我国大部分地区处于地质构造活跃带上,地质结构复杂,地震活动随处可见。我国又是一个受季风影响十分强烈的国家,受夏季风影响,导致寒暖、干湿度变幅很大;年内降水分配不均,年际变幅亦大,干旱发生的频率高、范围广、强度大,暴雨、涝灾等重大灾害常常发生;冬季的寒潮大风天气常常导致低温冷害、冰雪灾害等。我国乡镇企业蓬勃发展,在为经济发展注入了活力的同时,由于技术、工艺落后,又产生了严重的环境污染,带来了包括酸雨、赤潮、水污染等在内的各种环境灾害。

（二）自然灾害发生频率不断提高，重大自然灾害发生趋于频繁

20 世纪 50 年代以来，我国出现灾害的频率不断提高；到 80 年代，灾害发生频率已达到 70%；90 年代灾害发生频率达到了最高点 90%。重大自然灾害的发生频率也在不断提高。20 世纪 50 年代出现大灾 1 次；60 年代上半期出现中灾 1 次，特大灾 2 次；70 年代出现中灾 4 次，大灾 2 次；80 年代出现中灾 3 次，大灾 4 次；90 年代出现中灾 1 次，大灾 5 次，更大灾 2 次，特大灾 1 次。进入 21 世纪，我国重大灾害仍然频繁出现，灾害发生频率仍然很高，频率仍达 77.8%。2000—2007 年，出现中灾 2 次，大灾 3 次，更大灾 1 次。这表明，中华人民共和国成立以来，出现自然灾害的频率不仅在加快，而且出现大灾害以上的频率也在提高。

（三）灾害影响范围越来越广，损失程度趋于严重

据统计，2001—2010 年，我国农业平均每年受灾面积达 4 422.8 万公顷、成灾面积达 2 396.4 万公顷、绝收面积达 569.7 万公顷，分别占农作物面积的 1.9%、1.03% 和 0.24%。自然灾害的存在不仅给农业生产收益带来极大的影响，还给依靠农业生产为生的农民、农业部门甚至国民经济的发展造成了明显的消极影响。因此，有效防范和抵御自然灾害对农作物生产的影响显得十分重要和必要。

尽管人们抗拒自然灾害的技术和物质手段不断增多，能力不断增加，但由于灾害事故发生的频率和强度有加剧的趋势，同时，随着农村改革的深入，农业生产的发展，农业专业化、区域化进程的加快，农业生产规模扩大，生产要素投入增加，集约化水平提高，农业生产的风险不仅较以前增大了，而且更加集中，从而导致灾害事故的破坏力和造成的经济损失愈来愈大。

二、山东省农业自然灾害

山东省位于中国东部沿海，地处黄河下游，气候温和，光照充足，适宜多种农作物生长发育，是我国主要的粮食产区之一。位于北纬 $34^{\circ}25'$ ~ $38^{\circ}23'$ 、东经 $114^{\circ}36'$ ~ $122^{\circ}43'$ ，夏季盛行偏南风，炎热多雨；冬季刮偏北风，寒冷干燥；春季天气多变，干旱少雨多风沙；秋季天气晴爽，冷暖适中。全省年平均气温 $11\sim 14^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的年平均积温 $4\,137\sim 5\,283^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年平均积温 $3\,592\sim 4\,760^{\circ}\text{C}$ ；日照率 52%~65%，太阳年总辐射量 481~540 千焦/平方厘米；年平均降水量 550~950 毫米，自东南向西北递减。山东省是我国主要的粮食产区之一，夏粮主要是冬小麦，秋粮主要是玉米、地瓜、大豆、水稻等，其中小麦、玉米是山东省的两大主要粮食作物。

自然灾害是主要的农业生产风险因素，按其成因可划分为地质灾害、气象灾害、环境污染灾害、火灾、海洋灾害、生物灾害六大类。粮食生产的外部冲