



粮食与食物安全 早期预警系统研究

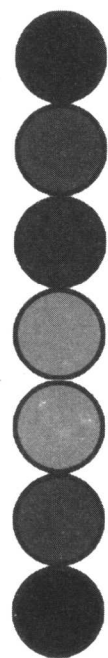
A STUDY ON CHINA'S GRAIN AND FOOD SECURITY
AND THE EARLY WARNING SYSTEM

梅方权 张象枢 黄季焜 方瑜 等著



中国农业科学技术出版社

国家自然科学基金「九五」重点资助项目



粮食与食物安全 早期预警系统研究

ASTUDY ON CHINA'S GRAIN AND FOOD SECURITY
AND THE EARLY WARNING SYSTEM

江苏工业学院图书馆
藏书章

国家自然科学基金「九五」重点资助项目

梅方权 张象枢 黄季焜 方瑜 等著

中国农业科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

粮食与食物安全早期预警系统研究 / 梅方权, 张象枢, 黄季焜, 方瑜等著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2006. 11
ISBN 7-80167-939-3

I. 粮… II. ①梅…②张…③黄…④方… III. ①粮食—预警系统—研究—中国
②食品卫生—预警系统—研究—中国 IV. ①F326.11 ②TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 024455 号

责任编辑 冯凌云 徐平丽
责任校对 贾晓红
出版发行 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010) 68919704 (发行部) (010) 68919709 (编辑室)
(010) 68919703 (读者服务部)
传 真 (010) 68975144
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 北京科信印刷厂
开 本 850mm × 1168mm 1/16
印 张 21.75
字 数 500 千字
版 次 2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷
定 价 60.00 元

❖ 版权所有 · 翻印必究 ❖

《粮食与食物安全早期预警系统研究》

项 目 组

顾 问：	卢良恕	中国工程院	院士	原副院长
	刘志澄	中国农业科学院	研究员	原副院长
	张玉香	农业部市场信息司	研究员	司长
	张新民	国家统计局农调总队	高级经济师	总队长
主持人：	梅方权	中国农业科学院农业信息研究所	教授	原所长
	张象枢	中国人民大学经济贸易学院	教授	原院长
	黄季焜	中国科学院农业政策研究中心	研究员	主任
	方 瑜	农业部信息中心	高级工程师	主任
参加人：	李志强	中国农业科学院农业信息研究所食物信息研究室		主任
	聂凤英	中国农业科学院农业信息研究所情报研究室		主任
	张 峭	中国农业科学院农业信息研究所信息评估室		主任
	周国民	中国农业科学院农业信息研究所多媒体技术研究室		主任
	李伟克	农业部信息中心		副主任
	曹庆波	农业部信息中心统计分析处		处长
	刘桂才	农业部信息中心信息分析处		处长
	秦 富	中国农业大学经济贸易学院		院长
	马九杰	中国人民大学经济贸易学院		教授
	顾海兵	中国人民大学经济贸易学院		教授
	李宁辉	中国农业科学院农业经济研究所综合研究室		主任
	鲜祖德	国家统计局农调总队		副队长
	黄秉信	国家统计局农调总队农业处		处长
	沙奕卓	国家气象局农业气象分析室		副主任

序 言

粮食与食物安全保障问题始终是我国政府的工作重点,也是国际社会关注的一个焦点。特别是随着国家经济管理职能的转变以及我国农业面临的新形势,建立粮食与食物安全保障预警系统,对于宏观经济决策具有十分重要的意义。近十年来我国粮食与食物的价格波动大,主要食物经常面临买难与卖难的局面,这与生产者、经营者和管理者对粮食与食物市场走势判断缺乏有效的信息支持密切相关。因此,加强粮食与食物的供求形势分析及预测,提供系统的有效的分析工具,利用现代网络化、数字化技术和现代管理科学知识,建设一个粮食与食物安全保障预警系统,将会产生巨大的社会效益。

国家自然科学基金委员会管理科学部于1997年至2000年委托中国农业科学院农业信息研究所(原中国农业科学院科技文献信息中心)主持的“九五”重点项目《粮食与食物安全早期预警系统研究》,提出了我国第一个粮食与食物安全预警原型系统。这个项目得到了验收和鉴定专家组的好评。管理科学部的两位主任指出,这是管理科学部近几年不多见的好评价。课题取得了如下预期成果:

一是系统地研究了粮食与食物安全预警系统的理论基础,特别是研究了保证粮食安全4种可供选择的模式,即自给模式、贸易模式、自给为主模式和贸易为主模式,提出了中国的粮食安全应是自给为主模式。

二是研究提出了符合中国国情的粮食安全预警指标体系和警情指标敏感区间,并利用多目标规划等多种方法进行了粮食安全储备策略与储备警情指标分析。

三是研制开发了5个各具特色的预警分析模型:食物供需预测与政策分析模型、食物供需平衡分析短期预测模型、作物产量气象预测模型、粮食生产波动与短期预测模型和系统动力学模型。从资源环境与宏观经济政策变动角度,分析了其对粮食与食物供需平衡的影响。

四是开发了相应的数据库与网络支持系统,建立了8类数据库。在原中国农业信息网的基础上,增加了网络查询功能,实现了30个省、市农业数据的网络传输,可使预警系统在省际间分布协同运行。

五是研制了我国第一个粮食与食物安全预警原型系统,实现了指标预警、模型预警、专家预警三结合,可以有效地对我国粮食与食物安全状况进行预警分析与判断。

课题组始终关注国外的发展动态,分析比较国内外粮食与食物安全变动规律与发展模式及其预警工作的发展动态,进行了广泛的国际交流。

课题组研究成员有一个合理的学科结构,由农业宏观管理、农业经济学、农业信息科学等多学科的力量组成,研究人员主要是一批中青年科技工作者,实行老中青三结合,充分发挥学科互补的综合优势,有效地支撑了系统的研究和开发。

该项研究结果已经在农业部的市场与经济信息司、国际合作司、农业部信息中心、农业贸易促进中心、国家发改委农村经济司、国家气象局等部门应用。并多次对粮食和食物安全进行预测,结果与实际情况吻合,预警指标和模拟模型得到多方应用,社会效益明显。

中国工程院原副院长
国家食物与营养咨询委员会 主任 卢良恕院士

中国农业经济学会名誉会长
国家食物与营养咨询委员会 顾问 刘志澄研究员

2006年3月6日

目 录

第一部分 粮食与食物安全早期预警系统研究总论	(1)
一、粮食安全预警系统的技术路线和研究方法	(3)
二、粮食与食物(安全)保障及预警系统的理论研究	(4)
三、预警指标体系研究	(6)
四、预警模拟分析模型	(6)
五、数据库与网络建设	(8)
六、中国粮食安全与食物保障预警系统软件	(9)
七、创新点	(9)
八、研究成果的科学意义和实际应用	(10)
第二部分 粮食安全与预警理论	(13)
第一章 粮食安全理论	(15)
一、粮食安全引论	(15)
二、粮食产量波动分析方法与应用	(25)
三、中国粮食价格波动分析	(41)
四、粮食安全模式与中国粮食安全模式的选择	(51)
五、几点建议	(57)
第二章 粮食安全预警理论	(60)
一、粮食安全预警引论	(60)
二、粮食安全预警的方法	(67)
三、粮食安全警限与警度的确立	(79)
四、粮食安全警情分析	(88)
第三部分 粮食与食物安全预警指标体系	(97)
第一章 预警指标体系与警情指标的警限分析	(99)
一、粮食安全预警系统与预警指标体系总体构架	(99)
二、警情指标选择及相应警限确定	(103)
三、警兆指标选择与警兆指标体系构成	(107)
四、非粮食食物安全预警指标体系	(110)
第二章 储备警情指标——储备适度规模的确定	(114)
一、相关研究简要回顾	(114)

二、粮食安全储备及我国粮食储备体系沿革	(115)
三、粮食供求波动、粮食储备与粮食安全	(120)
四、粮食安全储备规模优化分析模型	(123)
五、政策模拟与结果分析	(128)
六、小结与讨论	(139)
第三章 专家预警——问卷设计与结果分析	(144)
一、粮食景气分析专家问卷设计的基本思路和框架	(144)
二、试调查及结果分析	(145)
第四部分 粮食安全与食物保障及预警系统模型构建	(169)
第一章 粮食与食物供需预测与政策分析模型	(171)
一、农业政策研究中心子模型理论框架	(171)
二、农业政策子模型计算机实现	(178)
第二章 中国粮食气象产量预测模型	(187)
一、中国粮食与食物安全是世界粮食安全的重要基础	(187)
二、粮食供需受诸多因素影响, 粮食安全状况仍不稳定	(189)
三、气象灾害是影响中国粮食生产波动的主要因素	(190)
四、气象灾害对中国粮食安全的影响	(192)
五、气象产量模型总体思路设计与理论模型	(193)
六、不同粮食品种的区域划分	(195)
七、气象产量模型组成	(196)
八、气象产量模型模拟结果分析	(204)
第三章 中国粮食生产波动模型	(207)
一、粮食生产波动的形成机制	(207)
二、中国粮食生产波动模型	(212)
三、中国粮食产量短期(波动)预测	(228)
第四章 中国粮食安全预警的系统动力学模型	(238)
一、导言	(238)
二、粮食安全预警的一些基本概念及理论	(242)
三、粮食安全预警警兆指标的定量分析	(248)
四、粮食安全预警系统动力学模型设计	(259)
五、研究结论与对策建议	(282)
附录 A 系统动力学模型变量说明	(285)
附录 B 粮食安全预警系统动力学模型	(288)
第五章 中国粮食与食物短期预测模型开发	(298)
一、研究背景和意义	(298)
二、国内外研究概况	(298)

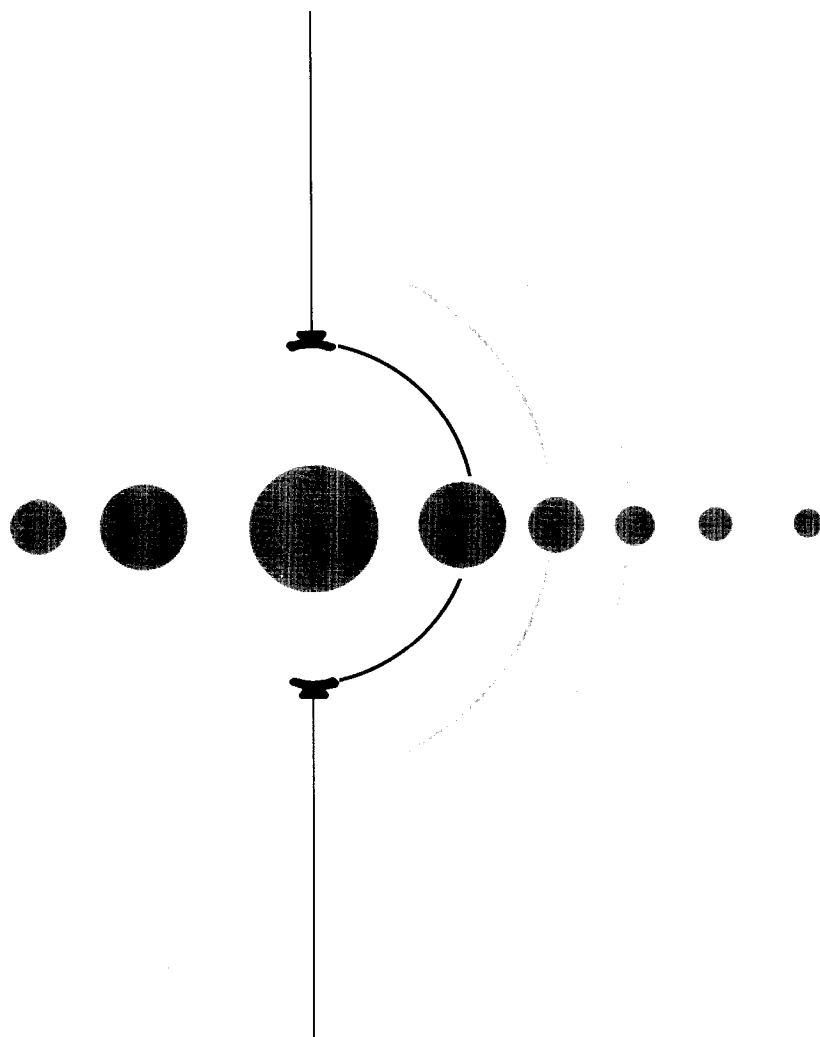


三、粮食及食物短期预测系统的特点	(299)
四、粮食及食物短期预测系统功能	(300)
五、粮食及食物短期预测系统基本原理	(301)
六、粮食及食物短期预测系统使用推广情况	(309)
第五部分 数据库和网络系统建设	(311)
第一章 主要研究内容和方法	(313)
一、主要内容	(313)
二、主要研究方法	(314)
第二章 预警系统网络研究及建设	(315)
一、网络系统整体建设情况	(315)
二、网络系统服务平台建设	(315)
第三章 数据库系统研究和建设	(317)
一、数据库资源建设	(317)
二、数据仓库技术研究	(317)
三、联机分析处理 (OLAP) 技术研究	(318)
四、粮食与食物保障及预警系统的数据库建设	(320)
第四章 农产品分析预测网	(322)
一、建设背景	(322)
二、目标和任务	(322)
三、主要内容	(323)
四、分析预测网的特点及功能	(324)
第五章 存在问题及今后展望	(325)
第六部分 中国粮食与食物安全预警软件系统的设计	(327)
一、主要设计思想	(329)
二、中国粮食与食物安全预警软件系统	(331)
参考文献	(335)

第一部分

粮食与食物安全

早期预警系统研究总论





粮食与食物安全保障问题始终是中国政府的工作重点,也是国际社会关注的焦点,特别是随着国家经济管理职能的改变以及我国农业面临的新形势,建立粮食与食物安全保障预警系统,对于宏观经济决策和指导实践具有十分重要的意义。

这项研究是在 1993~1996 年中国和全球广泛关注和讨论中国粮食安全问题的背景下,由国家自然科学基金委员会作为“九五”期间管理科学部重点项目立项,1997~2000 年进行了为期 4 年的系统研究,提出了粮食与食物安全早期预警原型系统和 30 万字的研究报告,本文仅提出一个简要分析报告。

在本项研究中,粮食安全预警系统主要包括理论基础分析、预测模型子系统、警示信号预报子系统、数据库子系统以及系统运行的网络环境,其基本功能是对粮食安全状况进行警情分析辨识和提前发出警示预报。

一、粮食安全预警系统的技术路线和研究方法

在立题和启动中国粮食安全预警系统的研究过程中,首先需要选择相应的研究方法,明确研究的基本框架和切实可行的先进技术路线,这是完成这个研究项目任务的关键。

(一) 粮食安全预警系统研究的技术路线

- (1) 进行粮食安全预警系统的理论分析和需求分析。
- (2) 进行粮食安全(风险)警情指标筛选和指标体系构建。
- (3) 确定反映粮食不安全(风险)程度的警限(每警度级别相应上下限)。
- (4) 筛选和确定粮食安全或不安全警兆指标,即警情指标的先导或同步指标。
- (5) 构建预测预警模型群,可以进行中长期和短期预测预警模拟分析。
- (6) 对粮食安全状况和发展趋势进行预测或模拟分析。

(7) 对预测的警情指标及其综合指标(指数)进行预警分析,对未来粮食安全与否以及不安全程度做出判断,根据不同警度发出信号警示预报(红、黄、绿、白、蓝灯等)。

(8) 在出现或存有潜在粮食风险特别是严重粮食风险时,追溯警兆指标及相关变量发展态势,寻求导致粮食不安全(或供求平衡缺口风险)的主要原因(警源),并给出若干消警对策或政策调整方案,再对政策效果进行模拟和预测,从而防止严重影响粮食安全的局面出现,如图 1-1。

(二) 主要研究方法

(1) 在预警指标研究方面,对粮食与食物安全保障概念、衡量指标、预警指标研究主要采用定性分析方法;对警限的确定,采用描述统计方法。

(2) 在预警分析模型中,选建了 5 个各具特色的模型,分别应用了矩阵分析方法、聚类分析方法、时间趋势分析方法、移动平均(ARMA)波动分析方法、经济学部门均衡理论构造模型及食物平衡表分析方法等,并用 C++ 语言编写软件,实现模型,对不同的变量进行分析、归类、政策模拟和预测、预警等多项功能。还应用专家问卷调查方法,对粮食生产形势与景气状况进行了问卷调查分析。

(3) 在数据库与网络方面,应用全面网络管理技术(TNG)、防火墙技术、安全监控技术等;对数据进行了比较规范的清理转换和整合,按照数据仓库的规范对原中国农业信息网的一些数据库进行了重新规划,将以前的一些关系型数据库改造为星型结构方式的数

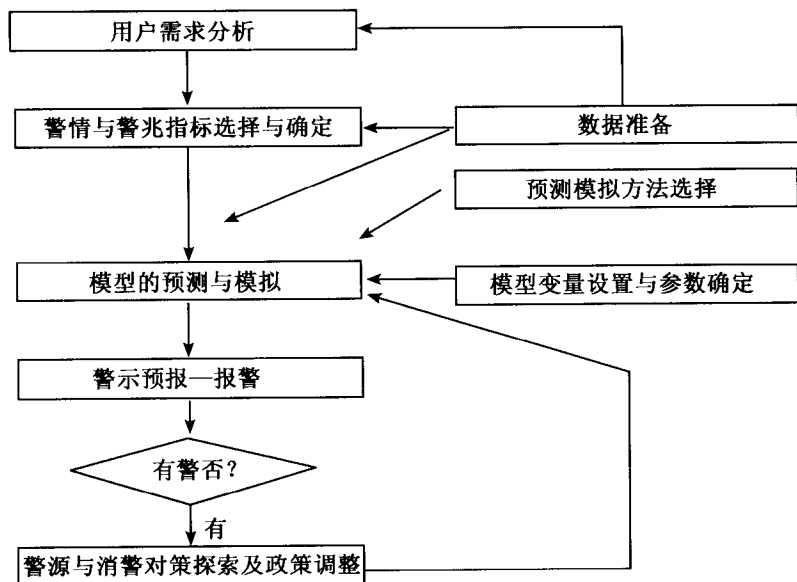


图 1-1 粮食安全预警系统工作流程与技术路线图

据结构，使得数据管理更加有效和规范。

(4) 运用多媒体技术建立了粮食与食物安全保障早期预警的原型系统，提供了一个界面友好的多媒体软件平台。

粮食与食物（安全）保障及早期预警系统研究主要内容有 4 个方面：粮食安全与食物保障预警系统的理论分析、预警指标体系研究、预警分析模型研制、预警数据库与网络系统建设，实现了指标预警、模型预警和专家预警三结合，以获得更加全面的预警分析和正确的判断。

(三) 粮食与食物安全早期预警原型系统的系统分析

粮食与食物安全早期预警原型系统的系统分析框架结构如图 1-2 所示。

二、粮食与食物（安全）保障及预警系统的理论研究

(1) 全面系统提出了粮食安全的概念，把粮食安全分为 4 个类型

①长期与短期粮食安全：长期粮食安全是从长期看，能基本保障或实现粮食的供给与需求的基本平衡。暂时的粮食不安全指短期内不能获得足够的粮食。长期安全是粮食安全的基本目标，是降低偶然的粮食不安全性的保证。

②宏观与微观粮食安全：宏观层次粮食安全可通过全球或整个国家的食物获取能力来反映。一个国家在特定年份的粮食获取能力主要取决于该国的粮食生产量、粮食储备量、食物净进口量（包括国际粮食援助）。微观层次粮食安全反映了家庭和个人的粮食获取能力。

③粮食生产与流通安全：粮食生产安全是指一个国家或地区，在充分利用国内自然资源的基础上，能持续、稳定地提高粮食的生产量，基本稳定地满足国内需求的主要部分。粮食的流通安全是指通过流通环节，能保证粮食的稳定供应，使需要粮食的人们在任何时

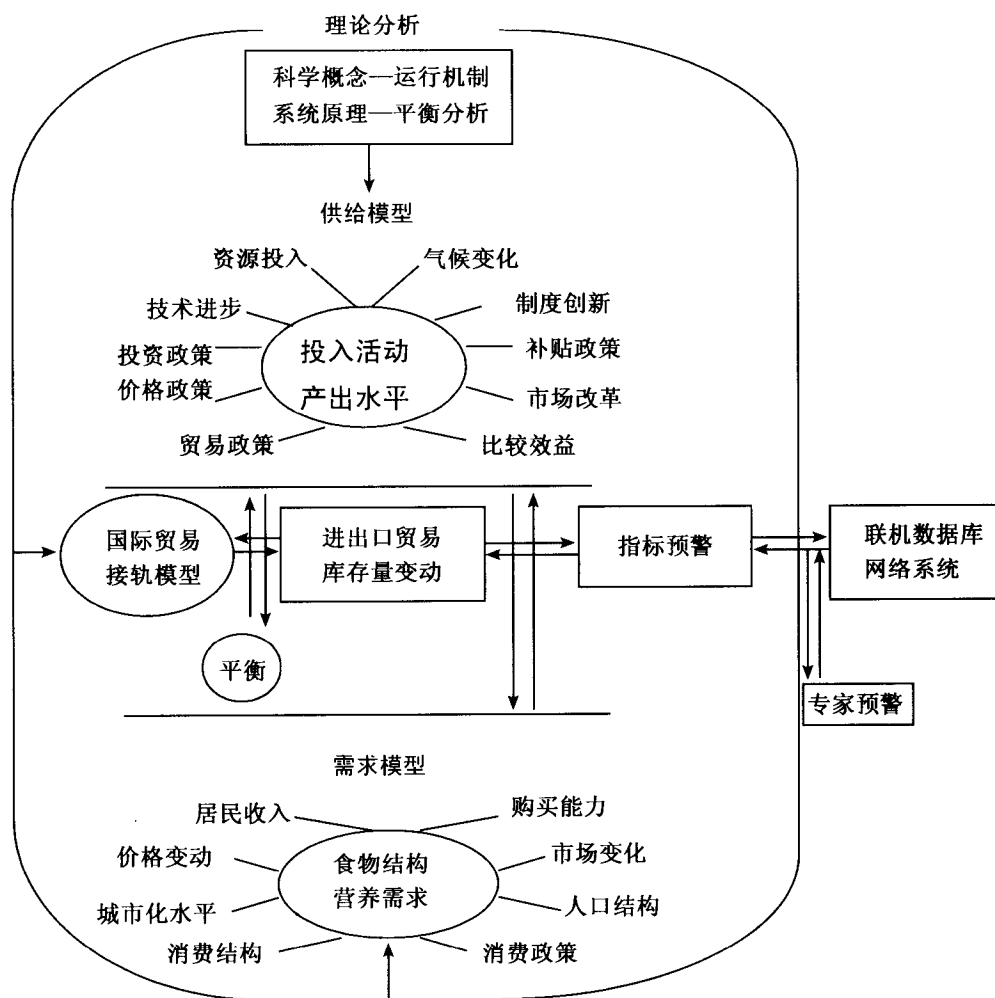


图 1-2 粮食与食物安全早期预警原型系统的系统分析框架结构示意图

候、用较短的时间能买得到并且能买得起所需要的粮食。

④粮食数量与质量安全：粮食的数量安全是指粮食的总供给与总需求的数量平衡状态。粮食的质量安全是指粮食的营养标准状况与质量标准及其受环境影响的状况。

(2) 提出了粮食安全具有历史性、地域性、波动性和系统性的特征，指出反映粮食安全状况的指标可以区分为基础数量指标和水平质量指标、价格波动和供求平衡等指标体系。

(3) 全面分析了世界各国保证粮食安全的不同方式，提出了保证粮食安全 4 种可供选择的模式，即自给模式、贸易模式、自给为主模式和贸易为主模式，指出中国的粮食安全应是自给为主模式，这是基于中国的基本国情和世界不同类型国家的基本国情以及国际市场粮食资源和粮食贸易的基本情况作出的选择。

(4) 全面分析比较了研究粮食安全预警的不同方法，提出鉴于中国粮食的供需的特

殊性,应采取多种方法进行研究对比,尽快建立起完善的中国粮食安全预警系统。

三、预警指标体系研究

建立了评价粮食与食物安全保障的预警指标体系,确定了不同波动与供需平衡水平下的粮食安全状况。

(1) 粮食安全预警衡量指标。它包括宏观层次(即国家层面)到微观层次(家庭及个人层面),而粮食不安全既包括长久性的粮食不安全,也包括暂时性的粮食不安全。相应地,粮食安全预警衡量指标应该从宏观到微观的不同角度设立。

(2) 粮食安全预警指标的结构与功能。警示信号预报子系统的基本功能就是对粮食安全状况进行警情分析和提前发出警示预报,以便采取相应的长期与短期对策,防范和化解粮食风险。

(3) 粮食安全预警的指标体系包括警情指标与警兆指标。警情指标反映粮食安全与否,由粮食及膳食能量供求平衡状况与相关系列指标构成。警兆指标是与粮食安全相关的先兆性指标。

(4) 警限确定。将警情指标分成7个区段,并通过不同的警示信号表示,分别反映粮食安全的不同状态。

预警指标体系框架

根据图1-2描述的复杂粮食供求关系,我们设置了包括警情指标和警兆指标两个大类别在内的粮食安全预警指标体系,如图1-3。

警情指标即是反映粮食安全与否的指标,警情指标体系是由粮食及膳食能量供求平衡状况以及与粮食供求平衡状况紧密相关的系列指标构成,如粮食生产、需求、进出口、储备、粮食价格等方面的指标。

四、预警模拟分析模型

分别建立了短期与中长期粮食与食物总量安全预警分析模型与分品种、分地区粮食安全预警分析模型,重点突破短期预测模型的研制与开发,特别注重了气象因素对粮食波动的影响。

(一) 食物供需预测与政策分析模型及软件

模型的核心是通过粮食生产子模型、畜产品生产子模型、非肉食品需求子模型、肉食品需求子模型、饲料粮需求子模型、其他粮食需求子模型、粮食总需求子模型、粮食库存子模型、粮食贸易子模型及市场平衡等,模拟和预测各种宏观政策、环境政策、气象变化等因素对粮食与食物生产的影响,以及生产与消费模式变动对食物生产的影响。基础数据库始于1980年,涉及农业生产和农村经济的各个方面,以求从数据基础上保证模型的可信性、连贯性和对未来预测值的精度,该模型系统已经圆满地实现了其所赋予的功能要求,实际应用效果良好。

(二) 粮食生产波动与短期预测模型

分析了粮食生产波动特征与形成机制,从政策、价格、气象条件3个方面分析了对粮食产量的影响程度,根据这个思路,建立了中国粮食产量短期预测的两类模型:计量经济预测模型和现代时间序列预测模型。计量经济模型预测因果关系明确,但需对模型各外生

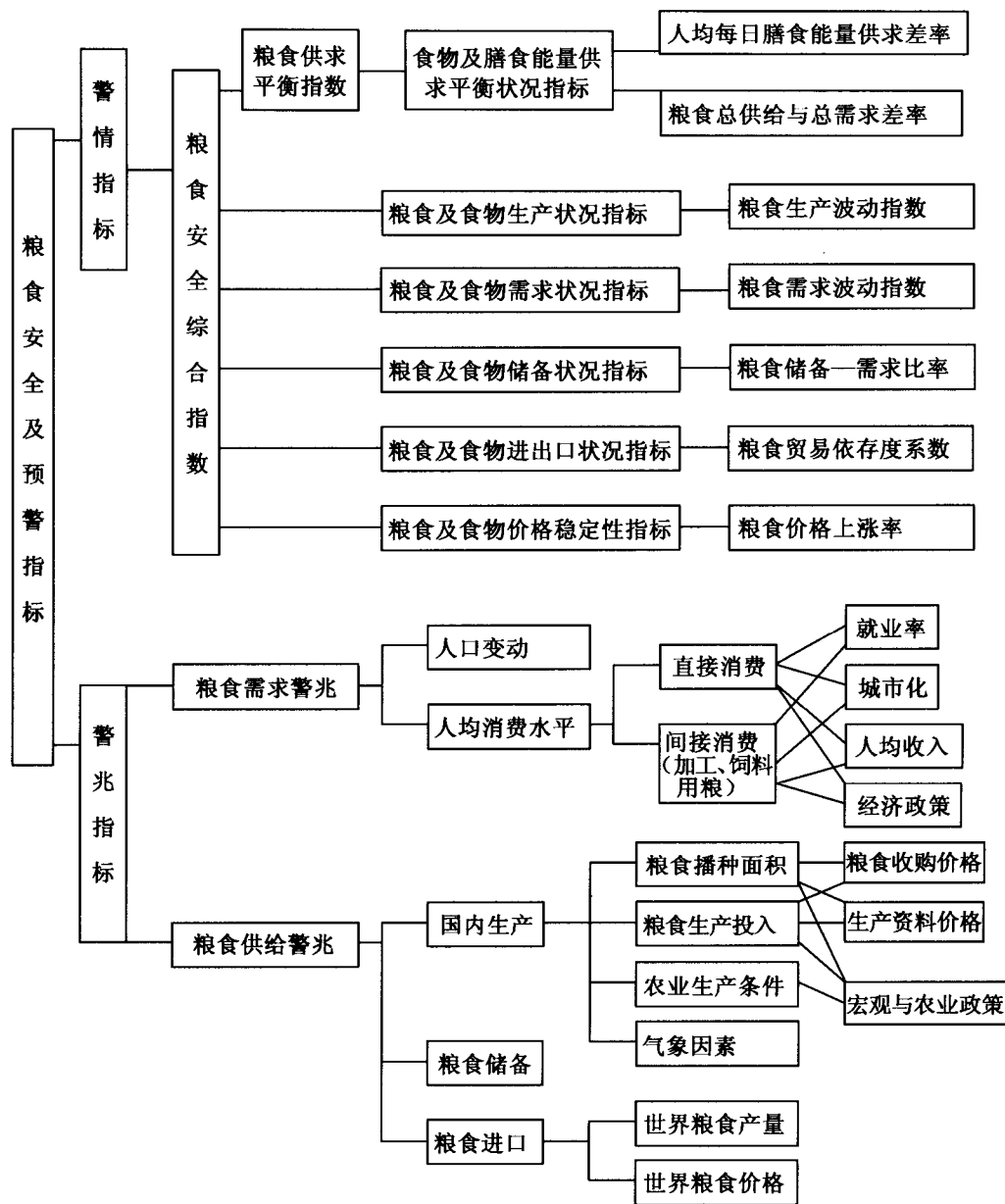


图 1-3 粮食安全预警指标体系结构

变量的未来值作出合理假设。时间系列模型对粮食产量历史变动规律模拟基础上进行的外推预测结果精确，但对粮食产量未来变化的原因无法作出解释。

结合两个模型的特点，可以相互取长补短。在趋势产量和波动产量分别进行预测的基础上，综合得出粮食总产的预测结果，这样使得对总产的预测可靠性和准确性更高。

(三) 食物供需平衡预测模型

本模型侧重于农产品短期预测，将全国划分成东北、华北、西北、中部、东部、南部



六大地区,分别考虑农业技术进步、生产投入、产品价格、气象条件等各种因素变化对粮食面积和单产的影响,并对粮食及食物供给形势进行预测。它可以通过预测全国市场的失衡(过剩、不足)、进口与出口的时机以及未来价格变动的警兆指标变化(如期末库存与总消费比),定期对粮食及食物供给形势进行分析和早期预警。

模型中较大的突破点是:驱动变量主要为经济变量;构造了比较完整的作物面积分配矩阵和食品需求矩阵;关于气象因子对生产的影响,模型采用了全新的聚类方法来进行处理,方法比较简单实用。

(四) 主要粮食分品种短期产量气象预测模型

研究主要集中在占我国各种自然灾害 80% 以上的水旱灾害对中国粮食生产的影响方面。总体上根据主要大宗粮食品种,分为水稻、玉米、小麦 3 个大模块,每个品种大模块又根据地域相对集中与气候相似性原则,分为若干子模块,以构成中国粮食生产气象产量预警模型,并可根据新到的数据资料随时进行短期预测。模型中把粮食单产分为两部分:趋势单产主要受物质投入、科技进步等因素影响,气象单产则主要受降雨、温度、光照等因子影响。

模型运行可以独立考查温度与降雨对不同地区、不同品种产量的影响,可为政府与管理部门及时掌握气象变化对粮食生产的影响程度,为当前农业部门开展粮食分品种预警分析提供重要的分析方法。

(五) 粮食安全预警的系统动力学模型

利用系统动力学原理,结合大量的统计数据,采用多元统计分析方法和系统动力学的计算机动态模拟仿真,从资源环境与宏观经济政策变动角度,构建预警模型,并预测粮食供需变化趋势,分析其对粮食与食物供需平衡的影响。

根据预测结果,进行粮食供给与需求的警兆指标分析,提出保障粮食安全的有效对策。预测表明 1999 ~ 2010 年期间,即使粮食播种面积有所减少,如果保证农业各项投入,发展生态农业,加强环境治理,粮食产量将以年均 0.91% 的速度增长,到 2010 年可达到 5.87 亿吨。

五、数据库与网络建设

根据数据的实用性、准确性、及时性及维护方便性原则来组织数据库的开发研究工作,建立了 8 类数据库,并对 FAO 农产品生产与贸易数据库进行了汉化处理。

初步搭建了预警系统数据中心。通过应用全面网络管理技术(TNG)、防火墙技术、安全监控技术、网络防病毒、网络备份技术,提供主机托管、虚拟主机等服务,形成了统一高效安全的信息通道和数据中心。目前已经初步具备了网上协作工作环境。

数据资源及数据仓库建设。在基础数据库建设方面,已建立中国宏观经济、农村经济、农产品贸易、农产品价格、农业气象等数据库。对数据仓库技术、联机分析处理技术、元数据管理技术等进行了研究,并将其运用于预警系统的数据仓库建设之中,为粮食和食物短期及中长期预测模型的运行提供了良好的数据支持和数据分析手段支持。

设计了数据仓库与预警模型接口。目前我们已对本项研究中的粮食及食物短期预测模型进行了专用数据转换工具开发,实现了数据自动清洗提取,保证数据的同步更新。

网络系统建设,在原《中国农业信息网》的基础上,增加了网络查询功能,实现了