

农业信息分析学

Agricultural Information Analytics

许世卫 著

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

F302.4
20141

农业信息分析学

Agricultural Information Analytics



许世卫 著

内容简介

“农业信息分析学”是以研究农业信息流动及其应用技术方法为主的一门新兴学科,是高等农业院校和综合性大学农业经济管理、农业信息管理和作物信息科学等专业的一门重要的专业课。本书是国内第一本《农业信息分析学》教材,作者为该学科的主要创立人之一。本书按照农业信息分析理论、方法和应用分为三篇,共设九章叙述了农业信息分析的理论基础,介绍了农业信息采集、处理和推送方法,并针对农情、食物安全、农业风险和农产品市场等信息分别进行了专业分析。

本书适合农业信息分析专业、农业经济管理类专业、农业信息管理类专业、农业信息技术类的本科生和研究生使用,同时还可以作为专门从事农业信息分析工作的有关人员的学习资料。

图书在版编目(CIP)数据

农业信息分析学 / 许世卫著. — 北京: 高等教育出版社, 2013. 11

ISBN 978-7-04-037718-7

I. ①农… II. ①许… III. ①农业经济-经济信息-分析-研究生-教材 IV. ①F302.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第190968号

策划编辑 孟丽 责任编辑 孟丽 书籍设计 张楠 责任印制 韩刚

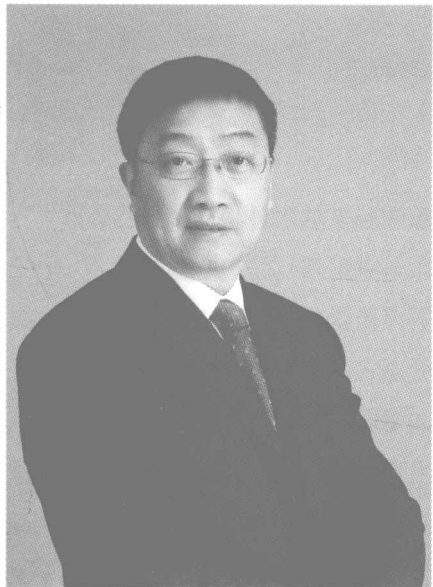
出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街4号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	涿州市星河印刷有限公司	网上订购	http://www.landrac.com
开 本	880mm×1230mm 1/16		http://www.landrac.com.cn
印 张	26.5		
字 数	630千字	版 次	2013年11月第1版
插 页	1	印 次	2013年11月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	66.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 37718-00

作者简介



许世卫，1962年5月生，管理学博士，研究员，博士生导师。现为中国农业科学院农业信息研究所所长、农业部农业信息服务技术重点实验室主任、中国农业科学院智能化农业预警技术与系统重点开放实验室主任，是国家863计划现代农业技术领域主题专家组专家、享受国务院特殊津贴专家。长期从事食品安全、农业信息分析与预警、农业信息智能服务技术等研究工作。主持“十一五”、“十二五”国家科技支撑项目“农产品数量安全智能分析与预警关键技术支撑系统及示范”、“基于物联网技术的农业智能信息系统与服务平台”等多项国家课题。在相关研究领域出版专著多部，在农业信息监测预警、农业信息智能服务技术等相关领域发表论文多篇。

序

当今社会，科学技术越来越渗透于人类的生产实践活动之中，影响着人们工作、生活的各个方面。以生物技术、信息技术为代表的现代前沿技术飞速发展，一日千里。在回首科技发展历程、规划未来科技创新的时候，我一直为当今人们认知世界、揭示未知的方法变迁、手段优化和效率提升所感慨：人们对生命基因数据的获取每年都以翻番的速度增长，日常可得到的各类服务信息量每年也以翻番的速度增加，这种变化，就是科学技术带给我们的力量。

在生物技术领域，功能基因组学和蛋白质组学为人类揭示生命遗传奥秘打开了希望之门，生物信息学的诞生又为遗传研究取得成果铺设了宽广道路。在信息科学领域，计算机科学实现了用机器代替脑力劳动去记忆与推理的功能，使人类进入到一个崭新的时代，而网络技术、传感技术的出现与发展又为人类这一崭新的时代带来了无穷魅力。新的科学方法的产生，是科学技术革命性变化的巨大力量。

很多人都已经认识到，在经济转轨、社会转型时期，信息化给社会进步、生活文明所带来的显著作用。同样，信息化对农业的影响也是前所未有的。发展现代农业，就是要完成农产品有效供给、粮食安全、农民增收等多重任务，就是要实现农业高产、优质、高效、生态、安全等多重目标。但是，我们今天正在加快建设的现代农业，却面临着多重严峻考验：气候变化对农业生产的影响日益加大，市场风险对农业效益的抑制不断显现，各种传统和非传统的挑战叠加凸显，常规的农业生产组织、农产品市场管理方式常常难以化解矛盾、规避风险。因而，依靠科技创新驱动支撑现代农业发展，加快信息技术在农业生产实践中的应用，比以往任何一个时期都显得更加重要、更加紧迫。

信息技术正在融入农业生产、市场流通与农产品消费的各个环节，成为农业发展新的增长点和催化剂。加快农业信息科技发展、推进农业信息学科体系建设，是我国农业科技发展的重要方向和重大任务。我们应当面向世界农业科技前沿，以现代农业发展为导向，加强农业信息科技的前沿性问题研究，抓好农业信息高新技术研究，在农业信息科学关键技术研发上占领高地，取得新突

破。我们应该围绕国家农业农村发展大目标，大力推进农业信息技术在农业生产、经营管理、市场流通中的应用研究和试验示范工作，努力在理论、方法、技术系统方面取得一批重大突破，在关键技术和共性技术方面取得一批重大自主创新与重大实用技术成果。

我国农业科学体系建设正在不断深化。在实施农业科技创新工程中，农业科技的任务将更为艰巨，农业科学体系的拓展、丰富和发展也显得更为重要。围绕保障主要农产品有效供给、促进农民持续增收和实现农业可持续发展的国家重大战略任务，我们应该充分认识科技进步在农业发展中的重要地位，充分认识农业科技与农业经济紧密结合的重要意义，充分认识农业科技的公共性、基础性、社会性的重要内涵。我们也正在全力加强和推进科技创新能力建设，深化农业学科体系建设。

在这个过程中，我非常高兴地看到，我国农业信息科学领域的一支生力军——中国农业科学院农业信息研究所农业监测预警研究团队，近几年来在农业信息科学领域进行了不断探索。作为与计算机科学、管理学、农学等学科与知识领域密切关联的农业信息分析工作，已经在当今农业生产、经营、管理决策中发挥了重要作用。这个团队的学术带头人许世卫告诉我，多年前，他们就从学科建设出发，在科学研究与生产应用过程中，不断揭示农业信息分析规律，总结农业信息分析方法，探索农业信息分析技术系统，并形成了农业信息分析学基本构思。近年来，他们又针对农业信息分析学科建设，从农产品监测预警的国家需要出发，结合承担的多项国家科研计划项目的研究工作，围绕农业信息的采集、处理、推送这一系统与主线，广泛开展国内外学术交流与合作。他们还系统地开展了农情、食物安全、农业生产风险、农产品市场等方面的农业信息分析实践，在理论研究、关键技术、设备研发等方面实现了突破，为农业信息分析学学科的形成、发展与完善奠定了基础。

本书作者在此基础上花费一年多的时间撰写书稿，完成了农业信息分析学的开山之作，付出了辛勤的劳动。读罢书稿，十分欣慰。我愿农业信息分析学学科发展更加美好，也愿农业信息分析学在“四化同步”征程中发挥更大的作用。



农业部副部长、中国农业科学院院长 李家洋院士

前 言

农业是国民经济和社会发展的基础。这一论断，在我国多个发展时期的实践过程中一再被许多经验教训所佐证。也以此为依据，我国农业管理得到强化，农业问题备受关注。但是，这些年来，农业发展过程中所遇到的各类问题及其解决难度，依然没有让人感到轻松。农业生产持续发展问题、农产品放心消费问题、农业生产成本加大问题、农业对环境的影响问题等，仍然年复一年地存在着。也许，人们最初对农业问题根本解决的美好愿望，或者对三农硬仗一蹴而就将其攻坚下来的目标就是一种奢望，因为，农业是自然再生产与经济再生产相结合的产业，这一特点所蕴涵的农业生产与管理相关因素的复杂性与动态性，决定了农业永远也无法置于一个理想境界的终极目标上。今天，农业不仅要面临生产过程中的自然灾害、气候变化等诸多传统自然因素的挑战，同时也面临着社会转型、国际环境等新的不确定因素的影响。

人们一直在探索有效的农业分析与管理方法。对于农业这样一个与人类存亡休戚与共的产业、与国家盛衰唇齿相依的领域、与民族健康息息相关的工作，大家当然不会懈怠，但究竟该怎样去认知农业，怎样去分析农业，怎样去管理农业，人们从不同的专业、不同的路径上进行过长期而不懈的探索。研究近代农业，发现农业的生产与管理是一个极为复杂的过程，它涉及资源禀赋、劳动力投入、科技进步等诸多方面，可以看出，科技始终与农业发展相伴。分析一下最近半个世纪以来的农业发展轨迹可以看到，我们把30年前的农业归为产量目标的农业，提高产量的科研方向大多集中在农学、土壤学、灌溉技术等自然科学方面。我们把20年前农业归为商品目标农业，提升农产品商品率的科研工作，已经在以上科研方向工作的基础上增加了经济学、管理学内容。如果把今天的农业归为建设现代农业目标的话，则还要在原有科研内容中融入物联网、大数据、农业监测预警等现代信息技术的研究工作，有了这样的现代科学技术的应用与支撑，真正意义的现代农业才能实现。

农业管理中发现问题是分析问题的前提。这些年来，在我国农业取得巨大成绩的同时，农产品价格波动激烈，农业市场的稳定性减弱，农民从业人员老

龄化态势加重，农业成本上升，农业风险进一步加大。对于这些现象的成因，亟待用新的方法、新的理论去认识，并发现其规律，预知其后果，做到趋利避害。解决好农业问题真是一件不容易的事。这种不容易不只是表现在问题的解决阶段，而是往往表现在问题的发现阶段。许多情况下，你用静态的方法、经验主义的方法、借助解决工业问题的方法，有可能连摸清真实情况基本要求都做不到，更不用谈去解决这些问题了。比如说，某年风调雨顺，用农学理论看，农产品就丰收在望了，但减产常常有之。某种农产品减产了，按照经济学理论，价格就应该高上去，但它的价格却会降下来。这种表面上没有按照常规原理去变化的现象，在农业现实中比比皆是。问题出在哪里呢？显而易见，出现问题的环节可能很多，针对前文现象，你可以去考察一下，真的是“风调雨顺”吗？真的是“丰收在望”了吗？真的是“减产了”吗？农业上的这些环节的真实性怎样才能把握好，则是我们科技领域面临的一个科学命题。

建立一门农业信息分析学科是我们多年来的愿望。对于农业海量信息的处理，在有每秒千万亿次计算机处理速度的今天，超级计算工具是相对容易的事情。问题是怎样构建需要计算的关系，构建怎样的模型。在有成百上千种品种、无数影响因素的农业大系统中，我们怎样把握农业生产、流通、消费分析过程中的核心问题，将农产品生产、流通、消费过程衔接性地开展分析，这是现实生产实际工作中的重大需求，更是学科建设与创新的动力。20多年前开始，我有幸系统性地参加了由卢良恕院士等老一辈科学专家们主持的诸如食物生产、粮食安全内容的国家主体科研项目，深感分析方法、分析工具的极端重要性。伴随着农业信息化、市场化、国际化进程的不断加快，未来农业稳定发展的环境更为复杂、风险日益突出、安全极具挑战，迫切需要通过农业信息分析来及时掌控态势、有效控制风险和提高管理效率。10年前，我到美国农业部考察时看到他们所建立的多国商品连接模型（BASELINE）并建有专门的中国模型时，也为他们的工作所感叹。特别是随着计算机技术、通信技术、传感器技术、信息采集设备的发展，人们获取农业数据的能力已经大大增强，大数据处理的能力也有很大提升。但是，欲将现代信息技术所提供的超级数据获取能力、处理能力、传播能力应用于农业生产和农产品市场的监测、展望、预警之中，却是传统学科所难以包含的内容，需要建立新的技术方法体系。在美国农业部考察时，我就曾蒙生愿望，我们应该建立农业信息分析学。之后，我又组织我们研究团队开展了粮食、畜产品、蔬菜等12个品种的分品种分析工作。2008年年初我国冰雪重灾之际，我与科研团队人员从蔬菜产地山东寿光农户家中，一路深夜跟踪西红柿流向与价格传导，跟车到北京新发地批发市场，一定程度上搞清了当时蔬菜价格猛涨的程度与原因，那次跟踪调查进一步驱使我

们加强应用新的技术方法获取信息的构想。逐渐地，形成了从“信息流”这一反映农业变化本质特征值来分析问题的农业信息分析学思路。

农业信息分析学具有其明确的研究对象与方法。农业信息分析的实践工作由来已久，但农业信息分析学学科的形成和发展却是一个相对较短的时间。伴随着的现代科学技术的日新月异，特别是得益于近年来现代信息技术的发展和支撑，农业信息分析工作慢慢渗透到农业生产经营管理活动的各个领域和不同层次，并在数据获取、分析对象、应用系统、实施效果等方面取得了重要研究进展，从而有力地加快了农业信息分析学学科形成的步伐。就数据获取而言，农业信息数据获取已经实现了由“报送”到“感知”的转变；就分析方法而言，已由定性分析向智能分析转变。正是在农业信息分析工作实践的大力推动下，农业信息分析学的理论体系不断完善、研究对象不断细分、分析方法不断丰富、模型技术不断集成，从而实现了学科自身的发展和完善，最终形成了这门从农业信息流分析入手，通过分析农产品生产、流通和消费各环节信息流，揭示农业产业链中各类信息变化规律的新兴交叉学科——农业信息分析学（agricultural information analytics）。

农业信息分析包括三个主要步骤。农业信息分析的基本流程主要包括农业信息采集、农业信息处理和农业信息推送三个步骤。农业信息采集是围绕自然类、生产类和社会经济类农业信息获取数据，要明确采集对象，制定信息采集规范，配置信息采集装备手段（如传感器、射频识别、信息采集器等各类信息感知与采集设备及技术），确定信息传输路径。农业信息处理是采用常规或智能化技术方法，如数值型、图像型、文本型数据处理方法，对初始数据进行归类、加工。信息推送是开展信息推送服务，研究信息推送技术，研发专业化信息推送系统，探索大众型信息推送模式。农业信息采集、信息处理和信息推送，三者相辅相成。信息采集是农业信息分析的基础，信息处理是农业信息分析的关键，信息推送则是农业信息分析的目标。

本书的出版是多方支持与帮助的结果。本书内容的系统形成，得益于我的研究团队与全国多个科研单位的合作。“十一五”期间，我有幸主持了国家科技支撑项目“农产品数量安全智能分析与预警关键技术支撑系统及示范”的科研工作，这是农业信息分析领域第一个国家级主体科研项目，也正是这个项目的实施，在我们形成了农业信息分析关键技术体系的同时，进一步丰富了农业信息分析学的相关理论与方法。实际上，这本书也是近二三十年来农业信息分析实践与理论创新成果的体现，是近年来这一领域最新科研成果的结晶。本书的出版，凝聚了我们农业监测预警、农业信息服务技术创新团队众多成员的心血。于海鹏、王川、王盛威、孔繁涛、李干琼、李志强、李哲敏、吴建寨、张

玉梅、张永恩、张峭、郑火国、徐磊、海占广、董晓霞（按姓氏笔画排序）等为本书的资料收集、篇章形成做了大量的工作，在此表示衷心感谢！本书的出版得到了高等教育出版社的大力支持，衷心感谢高等教育出版社孟丽老师，她为本书的文稿编辑、结构设计等付出了很大的精力。在本书出版之时，还要感谢农业部、中国农业科学院、联合国粮食及农业组织（FAO）、经济合作与发展组织（OECD）等机构的领导及众多专家们的大力支持和鼎力帮助。在写作过程中还参阅了许多国内外专家的文献，这些文献已在有关章节列出，在此也一并表示衷心的感谢！本书在成文过程中力求学术性、新颖性、实用性和可读性相结合，既融入自己的研究成果，又努力构成一个统一体系，来反映农业信息分析学学科的基本理论和方法。限于本人的知识水平，加之农业信息分析学的理论与方法还在不断的发展之中，对它的认识和研究都还在继续之中，因此在本书的叙述中肯定还有不足和偏颇之处，诚望同行专家及读者们批评指正，以便在今后的修订中予以完善。

许世卫

2012年9月25日

目 录

第一篇 农业信息分析学理论

第一章

绪 论

第一节 农业信息科学与农业信息分析 /4

一、信息与信息科学 /4

二、农业信息学的基本内涵 /5

三、农业信息学的发展历程 /7

四、农业信息学的分支学科 /9

五、农业信息分析学的概念 /11

第二节 农业信息分析学的形成与发展 /13

一、农业信息分析学的产生背景 /13

二、农业信息分析学的发展概况 /20

三、农业信息智能分析 /26

第三节 农业信息分析学的研究内容与方法 /29

一、农业信息分析学的研究对象 /29

二、农业信息分析学的研究内容 /32

三、农业信息分析学的研究方法 /36

本章小结 /40

思考与探索 /41

参考文献 /41

第二章

农业信息分析学理论基础

第一节 农业信息流理论 /44

一、农业信息流的概念 /44

二、农业信息流的要素构成 /45

三、农业信息流动过程 /51

第二节 农业全息信息理论 /52

一、农业全息信息的概念 /53

二、农产品全息信息的表达 153

三、隐性信息与显性信息 155

四、不完全信息理论 157

五、信息不对称理论 159

第三节 农业信息定量理论 160

一、信息熵 161

二、信息价值理论 162

三、不确定性理论 164

第四节 农业预警理论 165

一、农业预警的概念 165

二、农业预警的过程与方法 166

本章小结 168

思考与探索 169

参考文献 169

第二篇 农业信息分析学方法

第三章

农业信息采集

第一节 自然类农业信息的采集 174

一、自然类农业信息概述 174

二、自然类农业信息采集方法和技术 175

三、典型自然类农业信息采集案例介绍 181

第二节 生产类农业信息的采集 186

一、生产类农业信息概述 186

二、生产类农业信息采集方法与技术 187

三、典型生产类农业信息采集 190

第三节 社会经济类农业信息的采集 198

一、社会经济类农业信息概述 198

二、社会经济类农业信息采集方法 198

三、典型社会经济类农业信息采集 101

本章小结 109

思考与探索 109

参考文献 109

第四章	
农业信息处理	第一节 农业信息处理概述 /112
	一、农业信息处理的概念 /112
	二、农业信息处理的对象及内容 /113
	三、农业信息处理的流程 /115
	四、农业信息处理的发展趋势 /116
	第二节 数值型农业信息处理 /117
	一、常见的数值型农业信息 /117
	二、数值型农业信息处理的方法 /117
	三、典型数值型农业信息处理 /129
	第三节 图像型农业信息处理 /131
	一、图像型农业信息处理概述 /131
	二、农业图像处理的方法及技术 /135
	三、典型的农业图形图像信息处理及应用 /141
	第四节 文本型农业信息处理 /146
	一、文本型农业信息的特点 /146
	二、文本型农业信息处理的方法 /147
	三、文本型农业信息处理的未来应用 /153
	本章小结 /154
	思考与探索 /155
	参考文献 /155
第五章	
农业信息推送	第一节 农业信息推送概述 /158
	一、信息推送产生的背景 /158
	二、信息推送的特点 /160
	三、农业信息推送的作用 /162
	第二节 农业信息推送技术 /163
	一、基于内容的信息推荐技术 /164
	二、基于协同过滤的信息推荐技术 /165
	三、基于关联规则的信息推荐技术 /169
	四、其他信息推荐技术 /172
	第三节 农业信息推送模式 /172
	一、面向大众型信息需求的农业信息推送模式 /173
	二、面向专业化信息需求的农业信息推送模式 /181

本章小结 /188

思考与探索 /188

参考文献 /189

第三篇 农业信息分析学应用

第六章

农情信息分析

第一节 农情信息分析概述 /194

一、农情信息的概念和意义 /194

二、农情信息分类 /195

三、农情信息分析流程 /196

四、农情信息采集与分析方式 /197

第二节 种植业农情信息分析 /203

一、农作物生产信息分析 /203

二、农作物灾害信息监测分析 /209

三、农作物产量信息监测分析 /215

第三节 养殖业农情信息分析 /219

一、养殖生产信息分析 /219

二、畜禽疫病信息监测分析 /222

三、养殖产量信息分析 /226

本章小结 /229

思考与探索 /230

参考文献 /230

第七章

食品安全信息分析

第一节 食品安全信息分析概述 /234

一、食品安全的内涵和意义 /234

二、食品安全信息分析的对象和内容 /235

三、食品安全信息分析流程 /236

第二节 食物生产信息分析 /237

一、食物生产稳定性信息分析 /237

二、食物产量预测 /240

三、食物生产资源安全临界线分析 /243

四、典型的食物生产信息分析案例	1246
第三节 食物消费信息分析	1247
一、食物消费结构信息分析	1247
二、偶发事件对食物消费的影响	1251
三、食物消费信息分析案例	1254
第四节 食物供需匹配信息分析	1255
一、食物的供给和需求	1255
二、食物供需匹配评价分析	1256
三、食物平衡表	1258
第五节 食物安全预警系统	1263
一、食物安全预警系统应具备的功能	1264
二、食物安全预警系统模块	1265
三、食物安全预警系统实例	1266
本章小结	1269
思考与探索	1269
参考文献	1269

第八章

农业生产风险信息分析

第一节 农业生产风险信息分析概述	1274
一、农业生产风险信息的基本内涵	1274
二、农业生产风险信息分析的流程	1277
三、农业生产风险信息分析的功能	1278
第二节 农业生产风险信息分析设备	1279
一、农田气候风险因子采集设备	1279
二、农业遥感风险因子采集设备	1282
三、农业生产风险因子采集设备的实例	1284
第三节 农业生产风险信息分析方法	1286
一、农业生产风险信息分析方法论	1286
二、农业生产风险信息识别方法	1289
三、农业生产风险信息评估方法	1291
第四节 农业生产风险信息分析系统	1300
一、总体构架设计	1300
二、功能模块设计	1303
三、运行环境和安全性设计	1318

本章小结 /319
思考与探索 /319
参考文献 /320

第九章

农产品市场信息分析

第一节 农产品市场信息分析概述 /322
一、农产品市场信息分析的基本内涵 /322
二、农产品市场信息分析的作用与意义 /323
三、农产品市场信息分析的对象和内容 /324
四、农产品市场信息分析的基本流程 /326
第二节 农产品市场信息分类与采集标准 /326
一、农产品市场信息标准化意义 /326
二、农产品全息市场信息的概念 /327
三、农产品全息市场信息的表达 /327
四、农产品全息市场信息的编码 /331
第三节 农产品市场信息采集方式与设备 /337
一、农产品市场信息的采集方式 /337
二、农产品市场信息采集设备的研制 /337
三、农产品市场信息采集设备的应用 /348
第四节 农产品市场信息分析方法 /348
一、农产品市场波动与风险分析法 /349
二、农产品市场价格预测方法 /359
三、农产品市场价格传导模拟方法 /370
第五节 中国农产品市场监测与预警系统 /385
一、系统的整体结构 /385
二、系统设计与实现 /386
三、系统的实际应用 /397
本章小结 /398
思考与探索 /398
参考文献 /399

索引 /401

第一篇

农业信息分析学理论