

广州市科学技术协会
广州市南山自然科学学术交流基金会
广州市合力科普基金会

资助出版

物联网时代农产品 供应链协调优化与 风险控制



颜波 石平◎著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

广州市科学技术协会

广州市南山自然科学学术交流基金会

广州市合力科普基金会

资助出版

物联网时代农产品供应链 协调优化与风险控制

颜波 石平 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书结合国内外物联网技术应用、农产品流通与供应链理论研究的最新进展和成果,采取渠道调研、数学建模、系统仿真和数据分析等研究方法,以生鲜农产品供应链这类时效要求、管理难度和附加价值均高的农产品供应链为研究对象,系统研究了物联网时代农产品供应链的优化、协调与风险控制等问题。本书具体内容包括:农产品供应链中物联网技术应用采纳影响因素分析、物联网技术应用对水产品供应链竞争力提升的研究、物联网环境下农产品供应链决策与协调、基于 CVaR 的水产品供应链风险组合优化控制、农超对接模式下水产品供应链质量风险管理研究、物联网环境下农产品供应链风险评估与控制、基于 SCOR 模型的农产品服务供应链风险研究、基于物联网严格覆盖全过程的农产品安全监管制度研究,建立了一套较为系统的物联网时代农产品供应链协调、优化与风险控制的策略与方法。

本书对从事物联网技术应用、农产品供应链研究和实践的企业领导、管理人员、技术人员、科研机构的研究人员、高等院校师生都有重要的参考价值。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

物联网时代农产品供应链协调优化与风险控制 / 颜波, 石平著. —北京: 电子工业出版社, 2015.5

ISBN 978-7-121-25980-7

I. ①物… II. ①颜… ②石… III. ①农产品—供应链管理—研究—中国 IV. ①F724.72

中国版本图书馆 CIP 数据核* 2015 第 092333 号



策划编辑: 赵 娜

责任编辑: 苏颖杰

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 430 千字

版 次: 2015 年 5 月第 1 版

印 次: 2015 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

在全球竞争的激烈冲击之下,我国农业显现出产业化程度低、管理水平弱、价值链级别低、信息化程度低、组织分散等特点,而且近年来连续不断地出现食品质量问题,这些为我国农业发展敲响了警钟。如何提高农产品供应链的运作效率和竞争力成为解决问题的关键。农产品供应链竞争力的提升离不开信息技术的支持,物联网技术的引入能提高企业的信息化水平,对农产品质量、产量、加工效率、流通效率以及客户满意度都有显著提高,是提高农产品供应链竞争力的有力措施。

同时,由于农产品市场在持续不断地变化着,以及农产品自身的特性,如生鲜农产品的易腐性和时鲜性等特点,使得农产品供应链的风险持续增高,需要通过先进的现代物流与供应链的管理手段,更好地推动农产品优质高效生产与流通。

本书涉及运作管理、消费者行为、市场营销、运筹和决策理论等多学科的交叉研究。在这样的背景之下,本书结合国内外物联网技术应用、农产品流通与供应链理论研究的最新进展和成果,采取渠道调研、数学建模、系统仿真和数据分析等研究方法,利用 Matlab/Mathematica 等数学工具进行模型推导、数值模拟与分析,并结合企业的运作实践,对物联网环境下农产品供应链的优化、协调与风险控制问题展开深入的研究。全书以生鲜农产品供应链这类时效要求、管理难度和附加价值均高的农产品供应链为研究对象,系统研究了物联网时代农产品供应链的优化、协调与风险控制等问题,具体内容包括:农产品供应链中物联网技术应用及采纳影响因素分析、物联网技术应用对水产品供应链竞争力提升的研究、物联网环境下农产品供应链决策与协调、基于 CVaR 的水产品供应链风险组合优化控制、农超对接模式下水产品供应链质量风险管理研究、物联网环境下农产品供应链风险评估与控制、基于 SCOR 模型的农产品服务供应链风险研究、基于物联网严格覆盖全过程的农产品安全监管制度研究,建立了一套较为系统的物联网时代农产品供应链协调、优化与风险控制的策略。全书分为 9 章,各章主要内容如下。

第 1 章:物联网时代的农产品供应链。首先,指出了生鲜农产品易腐性和时鲜性的特点,分析了传统生鲜农产品供应链模式存在的问题和不足,在此基础上根据物联网知识及应用现状,结合企业调研,分析将物联网应用到农产品供应链管理中的业务流程,提出了物联网环境下生鲜农产品供应链的运作模式,构建了基于物联网的农产品供应链管理的系统架构,阐述了将物联网引入生鲜农产品供应链的意义,并进一步从生鲜农产品的智能化生产培育、冷链物流在途运输控制和质量安全管理三个方面制定了物联网在生鲜农产品供应链中的具体应用实施方案。

第 2 章:农产品供应链中物联网技术采纳影响因素分析。首先,对影响农产品供应链中物联网技术采纳的驱动因素进行了分析,为农产品供应链中的节点企业实施物联网提供了借鉴。总结国内外物联网技术采纳研究文献中的影响因素,通过实地调研,结合企业实际,初步构建了农产品供应链中物联网技术的采纳影响因素“技术-组织-环境”(TOE)

框架。接着，对各因素变量进行定义，设计了定义量表，为后续的数据分析和模型检验奠定基础。然后，通过企业调研获得实际数据，并运用结构方程模型（SEM）对提出的影响物联网技术采纳影响因素的 TOE 模型进行数据分析。在数据分析时，采用 Amos17.0 软件对样本数据进行了可信度分析、模型评估等一系列分析研究，根据分析结果得出了最终的影响因素 TOE 模型。

第 3 章：物联网应用对水产品供应链竞争力提升的研究。通过借鉴国内外供应链竞争力评价指标的研究，结合水产品供应链的业务流程，根据全面简明、客观可比、可操作性、可扩展性等设计原则，提出了适用于水产品行业的供应链竞争力评价指标体系；运用混合粒子群算法和层次分析法的改进算法计算权重，确保判断具有更好的一致性；根据人们最关注的利润指标，建立基于利润的农产品供应链竞争力评价模型，并引入了新式全局优化算法——帝国竞争算法（ICA）对模型求解。最后，通过实际案例对比分析了农产品供应链引入物联网技术前后的利润变化，验证了物联网的应用对农产品供应链竞争力的提升作用，并给出了我国水产品供应链合理引用物联网技术的建议。

第 4 章：物联网环境下农产品供应链决策与协调。首先，从供应链协调的角度研究了由一个生产商和一个零售商构成的生鲜农产品供应链的物联网技术应用投资决策问题。在集中型生鲜农产品供应链、分散型生鲜农产品供应链以及收益共享契约下的分散型生鲜农产品供应链这三种生鲜农产品供应链中分别构建并对比投资 RFID 技术前后的供应链利润模型，求出投资 RFID 技术的标签成本临界值，从而得到使生鲜农产品供应链可持续发展的条件。结果表明，收益共享契约可以实现生鲜农产品供应链的协调。此外，应用 RFID 技术使生鲜农产品在运输途中的损耗率降低得越多，生鲜农产品的生产成本和 RFID 标签回收利用率越高；RFID 技术应用复杂度越小，则生鲜农产品供应链上的企业投资 RFID 技术的意愿会越强。其次，针对一个由单一生产商、分销商和零售商组成的生鲜农产品三级供应链，考虑新鲜度对需求的影响，引入新鲜度控制成本，改进传统的收益共享契约，规定供应链成员在分享收益的同时共同承担新鲜度控制成本，在一定的假设条件下进一步分析了集中决策下、分散决策下非契约约束和分散决策下契约约束供应链的最优期望利润的解以及基于改进的收益共享契约下供应链利润的分配，得出改进的收益共享契约能够协调供应链的结论，并求出生鲜农产品供应链达到共赢时的契约参数范围。然后，通过实证分析，用数值运算验证了模型的正确性，证明了：改进的收益共享契约能够实现供应链协调，收益分享系数在一定的范围内供应链可实现三方共赢；最优期望利润和需求价格弹性呈现负相关关系；一定范围内，最优期望利润和新鲜度呈现正相关关系，协调生鲜农产品在途运输时间可以改变供应链利润。最后，研究了由一个生产商和一个零售商构成的采用 RFID 技术的二级生鲜农产品供应链应对突发事件问题，收益共享契约能够使得该供应链达到协调。突发事件发生后，市场的需求会发生大的波动，原有的供应链协调会被打破。针对这种情况，原有的收益共享契约被改进。改进后的收益共享契约可以根据市场需求的波动做出相应的调整，使该供应链即使在遇到突发事件的情况下仍能达到协调，即该供应链具有抗突发事件性。此外，研究结果还表明，应用 RFID 技术使生鲜农产品在运输途中的损耗率降低得越多，RFID 标签回收利用率越高；RFID 标签成本和 RFID 技术应用复杂度越小，则供应链上的企业投资 RFID 技术的意愿会越强。

第 5 章：基于 CVaR 的水产品供应链风险组合优化控制。首先，以农产品供应链中的

水产品供应链为例,对水产品供应链的养殖、生产加工、运输以及仓储环节进行分析,找出水产品供应链每个环节所面临的风险因素。接着,对比常用的供应链风险评价方法,并且选择 AHP-OWA 算子作为该章具体使用的风险评价方法,并对 AHP-OWA 算子的风险评估模型做了定量计算,筛选出企业所面临的主要的风险指标;选取目前广泛应用于经济投资的 CVaR 构建风险组合优化控制模型;采用改进的遗传算法作为模型求解算法。在企业 A 的实例基础上,应用 Matlab 软件对 CVaR 模型进行求解,得出企业 A 进行风险控制的最优组合,达到了最小风险损失的目的。最后,得到在三种置信水平下的最优解,在三种置信水平下投入风险资金控制最大的都是养殖环节的温度控制风险,说明风险控制需要从源头做起,对于保证冷链温度的控制非常重要。有效地将目前广泛应用于经济行业的风险测量工具 CVaR 应用于物流行业的风险组合优化,拓展了 CVaR 的应用范围,同时为物流风险优化提出了一种新的方法,从投入产出角度,为企业在降低风险的同时尽可能地节约风险控制成本。

第 6 章:农超对接模式下水产品供应链质量风险管理研究。以佛山市高明区某水产品养殖企业与其下游客户(超市)组成的“农超对接”水产品供应链为案例,从水产品供应链质量风险管理的角度出发,探讨了水产品供应链质量风险的识别、评估以及控制三个方面的解决途径,为水产品企业加强企业质量管理提供一定的借鉴。(1)水产品供应链质量风险综合评估指标体系的构建。首先分析了农超对接模式下水产品供应链的运作流程,然后运用基于价值决策的流程分析方法(Value-Focused Process Engineering, VFPE)对以罗非鱼为例的水产品供应链质量风险因素进行识别,最后根据质量风险识别结果构建养殖基地和超市的质量风险综合评估指标体系。(2)水产品供应链质量风险综合评估模型的构建及应用。首先概述了基于三角模糊数和熵函数的模糊层次分析法。然后详细阐述了该方法中两大难点问题的处理过程:一是采用重心法实现风险值的去模糊化;二是通过熵函数和改进的粒子群算法求解群决策环境下专家的权重系数;最后结合风险识别的结果,将该模型用于实际案例分析,得出参与调研的企业均需对自身质量风险管理状况做进一步的改善。

(3)水产品供应链质量风险控制协调模型的构建、分析及应用。鉴于企业需进一步改善质量风险管理状况,结合农超对接水产品供应链的特点,利用委托—代理理论,构建水产品供应链质量风险控制协调模型,采用库恩塔克(KKT)条件分析供应链上、下游企业资金充足与否四种情况时最佳协作状态下的收益、质量保障水平及投资规模情况。通过实证分析得出:无论是养殖基地还是超市,投资资金充足时的质量保障水平和收益均大于不足时的收益。通过仿真得出:企业的质量保障水平与自身销售价格、销售地质量检测水平、协同企业质量保障水平及产品新鲜度敏感系数呈正相关,与价格敏感系数呈负相关。最后根据这一结论提出相应的质量控制策略。

第 7 章:物联网环境下的农产品供应链风险评估与控制。首先,根据物联网环境下的农产品供应链运作模式,按照物联网的三个层次对整个农产品供应链上的风险加以识别,总结出物联网环境下的农产品供应链风险因素包括感知层风险、网络层风险、应用层风险以及其他风险。然后,使用 OWA 算子对风险因素进行定量评估与排序。接着,依据风险评估的结果使用供应链风险扩散收敛模型找出衡量供应链风险波动的定量指标。最后,根据前面模型的计算结果,提出物联网环境下的农产品供应链风险管理与控制的措施和建议。在供应链风险评估阶段,得出物联网环境下对农产品供应链风险影响最大的几种风险因素

为信息安全风险、信誉风险以及配送风险。其中，信息安全风险还包含信息不对称风险、虚假信息风险、信息泄露风险，几种风险的相互作用使信息安全风险占了较大比重。信息安全风险的存在，导致市场参与者不能有效地识别虚假信息，这样，在外部合作的过程中就可能会因为信息不准确等原因造成合作者信誉降低的风险。配送风险来自于两个方面，一是国内现有的物流基础设施不完备，从而导致物流行业自身的风险性较高；二是各个节点企业相应的物流服务提供商，不具备相应的资格或者物流设施设备不能满足现代农产品物流的要求。农产品物联网在我国才刚刚起步，还不是很成熟，加强信息共享、保证信息安全、加快基础设施建设、提高政府的参与度、加大监管力度等各项措施都能在很大程度上规避物联网环境下的农产品供应链风险。作为供应链管理者，要定期对农产品供应链上各风险因素进行定量评估，准确判断农产品供应链的运行状况，及时调整供应链管理策略，加强对物联网设备的监控力度，逐步提高供应链风险管控能力。管理者根据评定结果为供应链的参与者提出改善建议，使整条供应链处于低风险值的运行状态。当监控指标明显出现较大波动或者高于以往同期水平时，管理者应及时跟踪波动数据，根据当前环境给出较合理的解释，降低风险发生的可能性，提高风险发生后的紧急处理能力。要使整个农产品供应链处于稳定运行状态，需要供应链管理部门的正确引导以及各个参与者的共同配合。随着物联网技术的不断成熟，相关标准、行业规范的不断完善，未来我国农产品物联网将会快速发展，从而逐步实现我国农产品供应链现代化的目标。

第8章：基于 SCOR 模型的农产品服务供应链风险研究。首先介绍了相关理论模型，然后建立了农产品服务供应链模型，基于 SCOR 模型从计划、采购、服务、配送、退货五个流程进行了风险识别，并构建了一个农产品服务供应链风险评价指标体系，为对风险评估进行定量分析，采用基于 AHP 的模糊综合分析及专家法和访谈法，从节点间风险、节点内风险和客户角度三个维度进行分析，并将其应用在实例上。最后，根据分析结果给出风险处理的相关建议和策略。本章定性结合定量的风险研究，对农产品服务供应链的风险识别、评估和处理具有重要指导意义，也具有良好的理论指导和实践参考作用。

第9章：基于物联网严格覆盖全过程的农产品安全监管制度研究。对国外比较成熟的农产品安全监管制度进行借鉴，再结合我国国情进行研究，尝试建立把物联网技术严格覆盖全过程的农产品安全监管制度。基于物联网技术的农产品供应链安全框架理论认为监管制度存在三个层次：农产品供应链、信息储存与处理平台、多方力量结合的监管。将物联网技术严格覆盖到农产品的生产、加工、仓储、运输、批发、零售整个供应链所有环节，设计农产品供应链各个环节相互交流信息的渠道，设计农产品行业的信息储存与处理中心应该具有的功能。运用物联网技术为我国农产品监管制度设计农产品安全预警制度和相关风险评估、农产品安全信息溯源制度，并与国外相关制度相比较，发现实现该制度前还需解决的问题。指出影响我国农产品安全监管的相关因素和监管体系中尚存问题，解释为何运用物联网技术可以加强农产品安全监管以及完善农产品监管体系——物联网技术完善农产品安全标准、物联网技术加强农产品安全监管体系、物联网技术健全农产品安全信息披露机制、物联网技术加强农产品责任机制、物联网技术帮助消费者和媒体行使监督权力并加强行业自律；研究如何利用物联网技术解决农产品信息预警、溯源以及召回困难的问题，并与国外相关制度相比较；为新的《食品安全法》的修改提供建议。最后对物联网技术严格覆盖全过程的农产品安全监管制度的研究进行了总结，并对此制度在我国的实施进行了

展望。

本书可以说是国内专门论述物联网时代这一全新环境下农产品供应链协调、优化与风险控制等相关问题比较系统全面的第一部专著。本书是作者团队多项课题研究成果的集成，主要展现了课题组从2010年至今，在农产品物联网、农产品流通、供应链优化与协调理论方面的研究成果。本书为物联网时代我国农产品供应链协调、优化与风险控制等相关问题研究提供了重要的理论参考和借鉴，为我国农业产业竞争力提升、食品质量安全等有关问题研究积累了重要的文献资料。

在本书的写作过程中，部分章节参考了科研项目组向伟、王丽川、张永旺、叶兵、王凤玲、张华英、张韬和冯子祺等同学的学位论文，在此对他们的辛勤劳动表示感谢。

本书的研究内容得到农业科技成果转化资金重点项目（2013GB2E000353）、广东省软科学研究计划项目（2013B070206013）、粤港关键领域重点突破项目（佛山专项）（2011BZ100174）、广东省星火计划项目（2012A020603003）、国家社会科学基金项目（13BJL072）、国家自然科学基金面上项目（71172075）的资助，特此致谢。

物联网技术应用、农产品供应链理论与方法日新月异，有待不断充实与发展。由于作者的知识和能力有限，书中难免有疏漏和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

作者

2014年6月于广州

目 录

第 1 章 物联网时代的农产品供应链	1
1.1 物联网	1
1.1.1 物联网概念	1
1.1.2 物联网技术体系	1
1.1.3 物联网应用前景	5
1.2 生鲜农产品供应链	5
1.2.1 生鲜农产品特点及分类	5
1.2.2 生鲜农产品供应链模式	6
1.3 物联网在农产品供应链中的应用	11
1.3.1 传统农产品供应链模式存在的问题	11
1.3.2 物联网环境下的农产品供应链	12
1.3.3 物联网在生鲜农产品供应链的应用实施	14
1.4 本章小结	21
参考文献	21
第 2 章 农产品供应链中物联网技术采纳影响因素分析	22
2.1 农产品供应链中物联网技术采纳分析模型确定	22
2.1.1 信息技术采纳理论对本节的启示	23
2.1.2 物联网技术的采纳分析模型	25
2.1.3 研究变量的定义及量表设计	28
2.2 数据分析与结果讨论	29
2.2.1 研究方法	30
2.2.2 问卷调查实施	32
2.2.3 信度分析	33
2.2.4 测量模型评价	33
2.2.5 研究结论	34
2.3 本章小结	37
参考文献	38
第 3 章 物联网应用对水产品供应链竞争力提升的研究	41
3.1 水产品供应链竞争力评价指标体系	41
3.1.1 评价指标体系设计原则	41
3.1.2 基于 BSC 的评价指标体系	42
3.1.3 PSO-AHP 混合评价方法计算指标权重	45
3.2 基于利润的竞争力评价模型	50

3.2.1	模型假设条件	51
3.2.2	利润模型建立	51
3.2.3	帝国竞争算法求解	52
3.3	实证分析	56
3.3.1	案例背景	56
3.3.2	参数介绍	57
3.3.3	仿真结果	57
3.3.4	结论与建议	58
3.4	本章小结	59
	参考文献	60
第 4 章	物联网环境下农产品供应链决策与协调	61
4.1	基于 RFID 技术应用的生鲜农产品供应链决策研究	61
4.1.1	引言	61
4.1.2	模型符号与假设	62
4.1.3	集中型生鲜农产品供应链模型的建立	63
4.1.4	分散型生鲜农产品供应链模型的建立	65
4.1.5	收益共享契约下的分散型生鲜农产品供应链模型的建立	67
4.1.6	算例分析	69
4.1.7	结论与展望	70
4.2	物联网环境下生鲜农产品三级供应链协调	72
4.2.1	引言	72
4.2.2	模型符号与假设	72
4.2.3	模型建立	73
4.2.4	实证分析	78
4.2.5	结束语	81
4.3	基于 RFID 技术的生鲜农产品供应链应对突发事件	81
4.3.1	引言	82
4.3.2	模型符号与假设	82
4.3.3	收益共享契约基础模型	83
4.3.4	突发事件下的二级农产品供应链协调	84
4.3.5	算例分析	87
4.3.6	结论与展望	88
4.4	本章小结	89
	参考文献	90
第 5 章	基于 CVaR 的水产品供应链风险组合优化控制	94
5.1	水产品供应链风险因素识别	94
5.1.1	供应链风险识别方法	95

5.1.2	风险指标选取原则	95
5.1.3	以罗非鱼为例的水产品供应链风险指标识别	96
5.2	常用供应链风险评价方法	100
5.2.1	层次分析法	101
5.2.2	模糊综合评价法	102
5.2.3	风险评价方法评述	103
5.3	基于 AHP-OWA 算子的水产品供应链风险评价	103
5.3.1	OWA 算子的计算步骤	104
5.3.2	AHP-OWA 算子风险评估模型定量计算	104
5.4	问卷调查	107
5.5	水产品供应链多损失 CVaR 模型	107
5.5.1	CVaR 在金融投资组合中的应用	107
5.5.2	CVaR 在供应链中的应用探讨	108
5.5.3	多损失 CVaR 模型构建	109
5.6	遗传算法求解多损失 CVaR 模型	110
5.7	实证分析	112
5.7.1	企业介绍	112
5.7.2	数据采集	113
5.7.3	模型求解与结果分析	113
5.8	水产品供应链风险控制措施建议	116
5.8.1	构建水产品供应链保鲜链	116
5.8.2	加强水产品源头风险控制	117
5.8.3	实现水产品运输监控信息化	117
5.8.4	实现水产品风险控制资金分配合理化	117
5.8.5	加强水产品供应链信息化管理	117
5.9	本章小结	118
	参考文献	118
第 6 章	农超对接模式下水产品供应链质量风险管理研究	121
6.1	研究思路与研究意义	121
6.1.1	研究思路	121
6.1.2	研究意义	121
6.2	相关理论与方法介绍	123
6.2.1	风险识别方法	123
6.2.2	风险评估方法	125
6.2.3	供应链质量风险控制方法	126
6.2.4	小结	127
6.3	农超对接模式下水产品供应链质量风险识别	128
6.3.1	基于水产品供应链流程的功能风险目标定义	128

6.3.2	基于产品质量的价值风险目标定义	130
6.3.3	水产品供应链质量风险目标整合	130
6.3.4	水产品供应链质量风险因素识别	132
6.3.5	水产品供应链质量风险综合评估指标体系构建	134
6.4	农超对接模式下水产品供应链质量风险评估	135
6.4.1	基于三角模糊数和熵函数的模糊层次分析法	135
6.4.2	实证分析	142
6.5	农超对接模式下水产品供应链质量风险控制	147
6.5.1	水产品供应链质量风险控制协调模型构建	147
6.5.2	水产品供应链质量风险控制协调模型分析	149
6.5.3	实证分析	155
6.5.4	水产品供应链质量风险管理策略	158
6.6	本章小结	160
	参考文献	161

第 7 章 物联网环境下的农产品供应链风险评估与控制 164

7.1	引言	164
7.2	物联网环境下的农产品供应链模式及其风险识别	165
7.2.1	物联网环境下的农产品供应链分析	165
7.2.2	物联网环境下的农产品供应链风险识别	166
7.3	物联网环境下的农产品供应链风险评估	168
7.3.1	农产品供应链风险评估方法	168
7.3.2	基于 OWA 算子的农产品供应链风险评估模型	170
7.4	物联网环境下的农产品供应链风险控制	173
7.4.1	供应链风险扩散收敛模型	173
7.4.2	供应链风险扩散收敛模型权重值 K 的确定	174
7.4.3	供应链风险控制措施建议	175
7.5	本章小结	176
	参考文献	176

第 8 章 基于 SCOR 模型的农产品服务供应链风险研究 178

8.1	研究背景与国内外研究现状	178
8.1.1	研究背景	178
8.1.2	国内外研究现状评述	179
8.2	相关模型与理论	180
8.2.1	SCOR 模型	181
8.2.2	服务供应链模型	182
8.2.3	农产品供应链	184
8.2.4	农产品服务供应链模型概述	184

8.2.5	基于 SCOR 模型的农产品服务供应链风险管理框架	185
8.3	基于 SCOR 模型的农产品服务供应链风险识别	186
8.3.1	计划流程风险因素分析	186
8.3.2	采购流程风险因素分析	186
8.3.3	服务流程风险因素分析	187
8.3.4	配送流程风险因素分析	187
8.3.5	退回流程风险因素分析	188
8.4	基于 SCOR 模型的农产品服务供应链风险评价	189
8.4.1	基于 AHP 的模糊综合评价模型	190
8.4.2	基于 AHP 模糊综合评价法的农产品服务供应链的风险评估	191
8.5	农产品服务供应链的风险处理	196
8.5.1	农产品服务供应链各流程风险处理	196
8.5.2	农产品服务供应链整体风险应对措施	199
8.6	本章小结	199
	参考文献	200
第 9 章	基于物联网严格覆盖全过程的农产品安全监管制度研究	202
9.1	研究背景、研究现状以及研究思路与创新点	202
9.1.1	研究背景与意义	202
9.1.2	国内外研究现状评述	203
9.1.3	研究思路与创新点	204
9.2	相关理论及我国相关法律法规	205
9.2.1	农产品供应链安全管理理念	205
9.2.2	我国相关法律法规	206
9.2.3	国外较成熟的农产品安全监管制度	207
9.3	物联网为农产品安全监管制度的完善提供技术保证	208
9.3.1	物联网覆盖农产品供应链生产环节	208
9.3.2	物联网覆盖农产品供应链加工环节	209
9.3.3	物联网覆盖农产品供应链流通环节	209
9.3.4	物联网覆盖农产品批发与零售环节	210
9.3.5	物联网为农产品安全监管提供信息流通渠道	212
9.3.6	农产品监管信息处理中心的建立	213
9.4	基于物联网的农产品质量安全监管制度的建立	214
9.4.1	基于物联网技术的农产品供应链预警制度	214
9.4.2	基于物联网技术的农产品质量信息溯源制度	220
9.4.3	物联网技术对农产品质量监管制度的进一步改良	226
9.5	案例分析和建议	229
9.5.1	案例分析	229
9.5.2	建议	230

9.6 本章小结 231

参考文献 232

附录 233

附录 A 水产品供应链中物联网技术采纳驱动因素调查表 233

附录 B 水产品供应链竞争力评价指标及重要性调查表 236

附录 C 水产品供应链风险综合评价调查问卷 238

附录 D 水产品 150 天的损失率核算表 240

附录 E 重心法去模糊化程序 244

附录 F 改进的粒子群算法 246

附录 G 水产品供应链质量风险综合评估调查问卷（养殖基地） 249

附录 H 水产品供应链质量风险综合评估调查问卷（超市） 251

附录 I 近 5 年超市的销售量、销售价格及销售周期情况统计表 253

附录 J 历年风险控制投入资金及质量保障水平统计表 254

附录 K 基于 AHP 模糊综合评价法的农产品服务供应链的风险评估 255

第 1 章 物联网时代的农产品供应链

1.1 物联网

1.1.1 物联网概念

当前国际上通用的物联网定义为：运用射频识别(RFID)、红外感应器(Infrared Sensor)、全球定位系统(GPS)、激光扫描器(Laser Scanner)等信息传感设备，根据约定的协议，通过物品与互联网的连接进行交换信息和通信，从而实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络概念。

物联网是“实现物物相连的互联网络”，其含义是：物联网的核心和基础仍是互联网，是在互联网的基础上延伸和扩展的一种网络；其用户端在任何物品与物品之间进行信息交换和通信。

物联网把 IT 技术充分运用在各行业之间，就是把感应器嵌入各种物体中，并进一步将物联网与互联网整合起来，实现人类社会与物理系统的整合，在这个整合的网络当中，存在能力超级强大的中心计算机群，能够对其其中的人员、机器、设备以及基础设施实现实时的管理和控制，以更加精细和动态的方式管理生产和生活，从而达到“智慧”状态，提高资源利用率和生产能力水平，改善人与自然的关系。

1.1.2 物联网技术体系

1. 物联网关键技术

1) RFID 技术

RFID (Radio Frequency Identification) 即射频识别，是一种利用射频信号自动识别目标对象并获取相关信息的技术，识别工作不需要人工干预。与目前广泛使用的识别技术，如条形码、IC 卡、磁卡、视频识别相比，RFID 技术具有突出的优点，包括非接触操作，远距离识别；机械磨损小，使用寿命长，并可工作于各种油渍、高温、水体、灰尘污染等恶劣的环境；对高速运动物体的快速识别，以及多个标签同时识别的特点；RFID 读写器的部分物理接口并不对终端用户开放，这样能够保证读写器本身的安全性；RFID 标签具有密码保护，数据部分可采用算法实现安全管理；RFID 读写器与标签之间存在相互认证的过程，从而实现安全存储和通信。RFID 标签的应用与推广将给零售、物流等产业带来变革性的变化。人们通常将 RFID 作为现在广泛使用的条形码的替代者，表 1-1 对比了条形码与 RFID



标签的优缺点。

表 1-1 条形码与 RFID 标签的优缺点比较

对象	耐用性及环境适应性	安全性	存储容量	读取距离/m	是否可修改	使用寿命	成本
条形码	易损，对环境要求高	低	小	0~0.2	否	短	低
RFID 标签	耐用，防水、防磁、耐高温	高（可加密）	大	无源：0~2； 有源：>10	是	长	高

RFID 系统的基本模型如图 1-1 所示，主要包括电子标签、读写器和计算机应用系统三部分。其工作原理为：当射频标签进入感应磁场后，将接收到发自读写器的射频信号，从而产生感应电流，电子标签通过获得的能量将储存在其芯片中的信息发送出；读写器接收、读取信息并进行解码，进而传送至计算机应用系统进行处理。

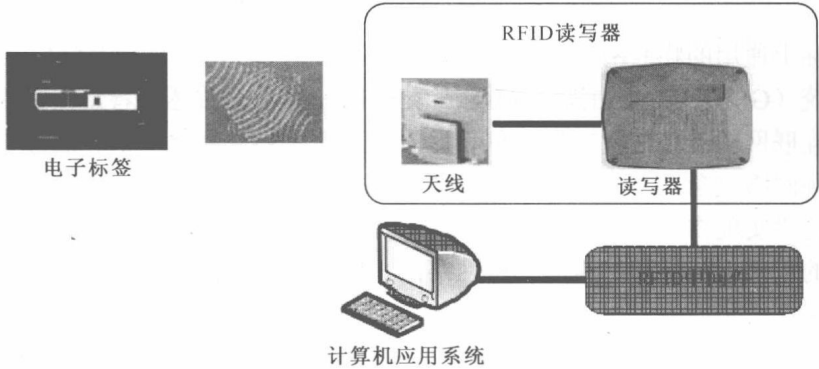


图1-1 RFID系统的基本模型

2) WSN 技术

WSN（Wireless Sensor Network）即无线传感器网络作为一种新兴的传感器网络技术，具有极其丰富的研究和应用前景，因此世界范围内各大公司以及科研机构争相研究。针对 WSN 技术的研究与应用已在全球范围内形成趋势，并将引领未来人类社会的信息化建设。

ZigBee 是一种采用无线通信技术的开放式无线传感器网络，以 IEEE 802.15.4 协议为基础，其协议结构简单紧凑、网络容量大、数据传输率低、容易实现组网，具有功耗低、成本低的技术优势，而且适用于潮湿、多风的水产养殖水域等场合，同时也满足电源供应等实际限制条件。尽管 ZigBee 的数据传输率较低，但依然能够达到水产养殖场所水质环境数控监测的要求。由表 1-2 可知，ZigBee 无线网络和其他传感网技术相比，具有省电、网络容量大、扩展性强、节点覆盖范围广、成本低和安装简单等显著特点，是水产养殖监测以及物流在途运输监控系统设计的最优选择。

表 1-2 几种无线通信技术的比较

无线通信种类	标准	网络扩展性	电池寿命	传输速率/bps	网络节点数	单点覆盖范围	安装使用难易	使用成本
ZigBee	802.15.4	自动扩展	数年	20k、40k、250k	65000	50~300m	非常简单	最低
蓝牙	802.15.1	无	数天	1~3M	8	10m	一般	低



续表

无线通信 种类	标准	网络 扩展性	电池 寿命	传输速率/bps	网络节 点数	单点覆盖 范围	安装使用 难易	使用 成本
Wi-Fi	802.11b	无	数小时	5.5M、11M	50	50~100m	难	一般
UWB	IEEE802.15.3A	无	数天	40~600M		30m	一般	最高
移动通信	TD-SCDMA	依赖现有 网络	数天	38.4k		可达数千米	一般	高

3) M2M 技术

M2M (Machine-to-Machine) 它代表了一个崭新的概念,就是要对人、移动设备或机器与机器之间的通信提出有效的应用设备及问题解决方案,达到远程监控的目的和作用。例如,机器对机器的数据传输,可通过数据采集终端对分布于各地的数据进行采集,然后将采集到的数据通过无线传输传送,而在数据控制中心一端配置专门的模块统一采集数据,进行处理,再通过无线传输向各个数据终端发送各种控制命令。

M2M 技术无须人工干预,自动上传数据,能够提高信息处理效率;实现数据集中处理、保存和管理;数据保存时间长,存储安全;能够实现实时监控,时效性高;以无线方式传输数据,无须布线;监控终端运行状态稳定,保障业务的稳定运行。

通过相关文献可知,M2M 业务可划分为两大类:“终端”是固定的,即“终端”被固定在某个静态的地理位置上;“终端”是移动的,即“终端”被固定在移动的物体上。其典型应用包括电子交易、交通运输、远程监控等。

2. 物联网体系架构

迄今为止,国际标准组织对物联网的标准化尚未形成统一的认识。目前在商品流通领域使用最为广泛的规范是 EPC 系列规范。该规范由美国麻省理工学院 Auto-ID 实验室提出,是在国际条码组织 (EAN.UCC)、宝洁公司 (P&G)、吉列公司 (Gillette Company)、可口可乐、沃尔玛、联邦快递、雀巢、英国电信、SAP、PHILIPS、IBM 等全球 83 家跨国公司的支持下发展起来的。目前最新的 EPC Global 整体框架结构如图 1-2 所示。

该体系主要由 EPC 编码、RFID Tag (RFID 标签)、RFID Reader (RFID 阅读器)、ALE (Application Level Events, 应用层事件)、EPCIS (EPC Information Services, EPC 信息服务)、ONS (Object Naming Service, 对象名解析服务)、DS (Discovery Services, 挖掘服务) 等部分构成。其中,EPC 编码是 EPC Global 赋予全球物品唯一的电子编码,其编码位长通常为 64 位或 96 位,也可扩展为 256 位;EPC 标签及阅读器负责按照 EPC 相关规范存储及读取 EPC 编码;ALE 负责对读写器读取到的 EPC 编码进行过滤和分组等处理,并将它们提供给相关的 EPCIS;EPCIS 负责按照一种通用规范的标准存储并提供与 EPC 相关的各种信息;ONS 是一个类似 DNS 的网络服务,负责提供从 EPC 编码到与之相关的 EPCIS 地址的寻址定位;DS 目前仅是 EPC Global 的构想,尚未提出完善的方案,负责与 EPC 编码相关 EPCIS 地址的汇聚和查询,从而实现物品跟踪以及历史信息的构建。

在 EPC Global 整体框架结构图中,左下角的点画线框中是单个企业模块,其中实线方框代表由 EPC Global 定义的接口,阴影方框代表由用户实施的角色。需要指出的是,EPC