



基于物联网的 生鲜农产品供应链集成系统研究

Research on Integrated System of
Fresh Agricultural Products Supply Chain Based on Internet of Things

| 王丽娟 / 著



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

基于物联网的 生鲜农产品供应链集成系统研究

Research on Integrated System of
Fresh Agricultural Products Supply Chain Based on Internet of Things

王丽娟 / 著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

基于物联网的生鲜农产品供应链集成系统研究 / 王丽娟著. — 北京: 人民邮电出版社, 2019.4
ISBN 978-7-115-50966-6

I. ①基… II. ①王… III. ①农产品—供应链管理—计算机管理系统—研究 IV. ①F724.72-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第047754号

内 容 提 要

本书将物联网技术引入农产品供应链系统中,运用系统工程的理论与方法,采用物联网、云计算、大数据理论与技术以及 Web services 和中间件技术,建立生鲜农产品供应链物联网集成应用系统,形成“平台+应用”的整体架构,从而实现生鲜农产品生产过程智能化、物品流通数字化、经营管理网络化。

全书共分为11章,主要内容包括:基于物联网的生鲜农产品辅料采购监控系统、生鲜农产品智能种植监控系统、生鲜农产品批发市场收购监控系统、物流园安全管理系统、基于物联网的物流园水电监控系统、库存监控系统、生鲜农产品供应链冷链运输监控系统、生鲜农产品溯源系统、生鲜农产品决策支持系统以及生鲜农产品供应链集成系统管理平台设计等。

本书适合作为高等院校相关专业的教材,也可供政府部门、科研机构的科技工作者以及从事相关专业的管理人员参考。

-
- ◆ 著 王丽娟
责任编辑 李彩珊
责任印制 彭志环
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市祥达印刷包装有限公司印刷
- ◆ 开本: 720×960 1/16
印张: 19.5 2019年4月第1版
字数: 382千字 2019年4月河北第1次印刷
-

定价: 119.00元

读者服务热线: (010)81055493 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

【前言】

物联网作为继计算机、互联网和移动通信之后的又一次信息革命性发展，是未来社会发展的重要特征之一，随着互联网技术的发展，大数据的分析处理已成为当前信息技术领域的研究热点之一。推进信息化发展，促进信息化和现代化融合，已经成为各国发展农业的重要趋势。

近年来，我国也将物联网技术引入农业领域，国内一些高校、研究机构也把物联网技术应用到涉农系统，农业农村部积极进行国家农业科技服务云平台建设，通过与各个省市建立国家农业科技服务云平台分平台，进一步完善合作共建机制，建立农业大数据。国内一些地市，如鹤壁市、焦作市、安阳市、三门峡市等也进行了农业物联网的应用。以上研究对现代农业的发展起到了积极的推动作用，为加快发展我国现代农业、农业信息技术，提高农业生产经营信息化水平提供了保障。但上述研究主要集中在粮食农产品物联网应用中，在生鲜农产品供应链的研究中，国内一些地市或部门虽然建立了生鲜农产品生产系统、收购视频监控系统、仓储管理系统、物流在途信息跟踪系统、生产决策管理系统等，但各个信息系统独立运作，系统整合度低、信息共享和开发利用不足，造成供应链上各环节的需求预测偏差和决策失误，应用效益难以辐射贯穿整个供应链。目前，对生鲜农产品，例如蔬菜、水果等农产品的物联网的研究还很薄弱，与实际生鲜农产品物联网应用需求存在较大差距。生鲜农产品供应链的发展缺乏一个成熟的机制和模式来配合、协调、促进农业供应链的信息化发展。

作者——华北水利水电大学王丽娟教授将物联网技术引入农业供应链系统平台中，运用系统工程的理论与方法，采用物联网、云计算、Web services 和中间件技术，建立生鲜农产品供应链物联网集成应用系统。对各应用系统数据源中获取到的数据进行转换和加载，利用大数据理论与技术，从异构、异构网络大数据中获取跨域业务关联的服务需求，并在 Web 应用服务器中实现不同数据在集成系统上的有机融合，形成“平台+应用”的整体架构，为生鲜农产品生产、流通等提供快速、准确的数据，

并通过对历史及实时产生的监控数据等进行挖掘、综合分析,结合仿真调控,预测生鲜农产品市场供应发展趋势,从而实现生鲜农产品生产过程智能化、物品流通数字化、经营管理网络化。

全书共分为 11 章,第 1 章绪论,主要介绍国内外相关领域技术发展水平和趋势、本书研究方案和技术路线等;第 2 章基于物联网的生鲜农产品辅料采购监控系统,主要介绍生鲜农产品辅料采购监控系统设计和生鲜农产品辅料采购监控系统实现;第 3 章生鲜农产品智能种植监控系统,主要介绍生鲜农产品大田土壤湿度、水环境 pH 值实时在线监控系统,大棚空气温度湿度监控系统,大棚 CO₂ 浓度、光照强度实时监控监控系统,生鲜农产品水肥监控系统以及大田农作物生长形态监控系统;第 4 章生鲜农产品批发市场收购监控系统,主要介绍收购监控系统总体功能、系统总体设计电路、系统电路连接、系统软件设计、系统程序实现以及上位机运行结果显示等;第 5 章物流园安全管理系统,主要介绍生鲜农产品批发市场车辆管理系统以及安全监控系统的设计与实现;第 6 章基于物联网的物流园水电监控系统,主要介绍相关关键技术、基于物联网的物流园水电监控系统体系结构、系统集中器管理模块的设计、在线监测管理系统的软件设计与开发以及系统的数据库设计等;第 7 章库存监控系统,主要介绍库存智能调度系统、冷库监控系统以及库存监控系统软件测试等;第 8 章生鲜农产品供应链冷链运输监控系统,主要介绍冷链运输监控硬件整体设计以及车载终端软件设计等;第 9 章生鲜农产品溯源系统,主要介绍生鲜农产品溯源系统设计以及生鲜农产品溯源系统实现等;第 10 章生鲜农产品决策支持系统,主要对生鲜农产品需求预测因素进行分析,介绍生鲜农产品需求预测模型的建立等;第 11 章生鲜农产品供应链集成系统管理平台设计,主要介绍生鲜农产品供应链集成系统管理平台总体功能设计、生鲜农产品供应链展示平台功能设计、生鲜农产品供应链管理平台功能实现、生鲜农产品供应链展示平台功能实现以及系统测试等。

本书主要内容是作者近几年科研项目研究成果,建成了全面感知、互联互通、先进实用的生鲜农产品物联网,实现了对供应链的全面贯穿,实现了生鲜农产品供应链各个环节信息的互联互通,高度自动化、信息化和智能化,为最终实现整个生鲜农产品供应链系统“全面感知、全面覆盖、全程控制、全面提升”提供了重要支撑。

书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2018 年 10 月 16 日

目 录

第 1 章 绪论	001
1.1 国内外相关领域技术发展水平和趋势	003
1.1.1 物联网环境下的供应链研究	003
1.1.2 基于物联网技术的水电负荷在线监控系统研究	007
1.2 本书研究方案和技术路线	011
1.2.1 实施方案	011
1.2.2 生鲜农产品供应链集成系统研究技术路线	014
1.2.3 生鲜农产品供应链集成系统研究技术指标	015
参考文献	016
第 2 章 基于物联网的生鲜农产品辅料采购监控系统	021
2.1 生鲜农产品辅料采购监控系统设计	022
2.2 生鲜农产品辅料采购监控系统实现	027
2.2.1 系统架构	027
2.2.2 系统界面	027
2.2.3 数据库管理	028
参考文献	031
第 3 章 生鲜农产品智能种植监控系统	033
3.1 大田土壤湿度、水环境 pH 值实时在线监控系统	034
3.1.1 系统硬件电路设计	034
3.1.2 系统软件设计	037
3.2 大棚空气温/湿度监控系统	039
3.2.1 系统体系设计	040

3.2.2	系统硬件电路整体设计	041
3.2.3	大棚温/湿度监控系统软件设计	043
3.2.4	大棚温/湿度监控系统测试	048
3.3	大棚 CO ₂ 浓度、光照强度实时监控系統	051
3.3.1	系统整体设计	051
3.3.2	系统硬件设计	052
3.3.3	系统软件设计	055
3.4	生鲜农产品水肥监控系统	057
3.4.1	水肥监控系统总体设计	057
3.4.2	水肥监控系统硬件设计	059
3.4.3	水肥监控系统软件设计	061
3.5	大田农作物生长形态监控系统	063
3.5.1	大田农作物生长形态监控系统硬件设计	064
3.5.2	大田农作物生长形态监控系统软件设计	066
	参考文献	066
第 4 章	生鲜农产品批发市场收购监控系统	071
4.1	系统总体功能	072
4.2	系统总体设计电路	073
4.3	系统电路连接图	074
4.4	系统软件设计	077
4.5	系统程序实现	079
4.6	上位机运行结果	081
	参考文献	084
第 5 章	物流园安全管理系统	087
5.1	生鲜农产品批发市场车辆管理系统	088
5.1.1	系统整体方案设计	088
5.1.2	系统硬件电路设计	089
5.1.3	系统软件设计	091
5.2	安全监控系统	092
5.2.1	系统整体方案设计	093
5.2.2	安全监控系统电路设计	094
5.2.3	系统软件设计	097
	参考文献	103

第 6 章 基于物联网的物流园水电监控系统	107
6.1 关键技术	108
6.1.1 物联网技术	109
6.1.2 大数据技术	110
6.1.3 嵌入式技术	111
6.1.4 嵌入式系统的体系结构	112
6.1.5 嵌入式系统的开发	114
6.1.6 ASP 技术	117
6.1.7 Dreamweaver	119
6.1.8 Photoshop	120
6.1.9 IIS	120
6.2 基于物联网的物流园水电监控系统体系结构	121
6.3 集中器管理模块的设计	123
6.3.1 带有 GPRS 模块的数据采集终端设计	123
6.3.2 基于 NetBox2 的软件开发方法	124
6.3.3 集中器与监控主机通信数据格式	126
6.3.4 集中器的基本工作过程	135
6.4 在线监测管理系统的软件设计与开发	135
6.4.1 上位机 (PC) 控制软件	135
6.4.2 软件模块划分	136
6.4.3 系统设置模块	138
6.4.4 用户信息管理模块	141
6.4.5 系统主要界面	143
6.4.6 管理员操作模块设计	145
6.4.7 内部具体文件及代码实现	146
6.5 系统的数据库设计	151
参考文献	156
第 7 章 库存监控系统	159
7.1 库存智能调度系统	160
7.1.1 库存智能调度系统框架	160
7.1.2 库存智能调度系统模块设计	161
7.1.3 库存智能调度系统数据库设计	168
7.1.4 库存智能调度系统数据库表设计	173

7.2 冷库监控系统	177
7.2.1 冷库监控系统总体框架	177
7.2.2 冷库监控系统数据库设计	179
7.2.3 冷库监控系统硬件设计	181
7.2.4 冷库监控系统硬件调试	187
7.2.5 冷库监控系统软件设计	189
7.3 库存监控系统软件测试	193
参考文献	195
第8章 生鲜农产品供应链冷链运输监控系统	199
8.1 系统整体设计	200
8.1.1 车载终端	201
8.1.2 时间标签的获取	202
8.1.3 通信网络的选择	202
8.1.4 数据传输网络	202
8.1.5 监控中心	203
8.2 硬件整体设计	203
8.2.1 硬件选型	204
8.2.2 硬件电路设计	214
8.2.3 硬件测试	219
8.3 车载终端软件设计	220
8.3.1 软件整体设计	220
8.3.2 存储空间分配	222
8.3.3 微控制器启动流程	223
8.3.4 系统初始化	223
8.3.5 独立线程设计	226
8.3.6 外部中断设计	232
8.3.7 成果展示	233
参考文献	237
第9章 生鲜农产品溯源系统	239
9.1 生鲜农产品溯源系统设计	240
9.1.1 系统总体设计	240
9.1.2 系统功能分析与设计	241
9.1.3 数据库设计	247

9.2 生鲜农产品溯源系统实现	252
9.2.1 系统实现环境	252
9.2.2 各模块实现的结果	252
参考文献	258
第 10 章 生鲜农产品决策支持系统	259
10.1 生鲜农产年需求预测因素分析	260
10.1.1 生鲜农产品的需求特点分析	260
10.1.2 影响生鲜农产品需求因素的选择	260
10.2 生鲜农产品需求预测模型的建立	263
10.2.1 影响生鲜农产品需求量因素的数据确定	263
10.2.2 模型中相关参数的确定	263
10.2.3 蔬菜需求预测程序流程	264
10.2.4 蔬菜需求预测模型的 Python 语言实现	267
10.2.5 生鲜农产品需求预测结果	267
10.2.6 预测结果对比和分析以及模型优化	270
参考文献	272
第 11 章 生鲜农产品供应链集成系统管理平台设计	275
11.1 管理平台总体功能设计	276
11.1.1 大田中心功能设计	276
11.1.2 仓储中心功能设计	277
11.1.3 物流中心功能设计	277
11.1.4 客户管理功能设计	277
11.1.5 员工管理功能设计	278
11.1.6 订单管理功能设计	278
11.2 生鲜农产品供应链展示平台功能设计	278
11.3 生鲜农产品供应链管理平台功能实现	279
11.3.1 用户登录	279
11.3.2 基本功能实现	281
11.3.3 大田监控管理	284
11.3.4 产品信息管理	285
11.3.5 库存管理	287
11.3.6 物流管理	290
11.3.7 客户管理	292

11.3.8 员工管理	292
11.4 生鲜农产品供应链展示平台功能实现	293
11.4.1 文件构成	293
11.4.2 网页基础设计	293
11.4.3 单号查询	296
11.4.4 线路规划	297
11.5 系统测试	298
参考文献	300



第1章 绪论

推进信息化发展,促进信息化和现代化融合,已经成为各国农业发展的重要趋势。英国采取大数据整合“精准农业”战略,该战略高度重视利用“大数据”和信息技术提升农业生产效率。英国洛桑研究所、雷丁大学、苏格兰农业学院、英国全国农业植物学会等建立“产学研”相结合的英国农业技术领导委员会,大力发展和研究农业大数据和物联网技术。目前,美国已经成为世界上农业信息化程度最高的国家之一。随着互联网和计算机技术的高速发展,美国利用自动控制技术和网络技术实现了农业数据资源的社会化共享。美国农民可利用全球定位系统、农田遥感监测系统、农田地理信息系统、农业专家系统、智能化农机具系统、环境监测系统、网络化管理系统和培训系统等,对农作物进行精细化的自适应喷水、施肥和撒药。涉农信息化企业利用政府公开发布的农业大数据进行分析、预测并提供给农业生产者,用于农场生产管理及精细化耕作,以帮助农场主提高生产效率。法国是欧盟内部最大的农业生产国,目前法国农业信息数据库已十分完备,法国正利用物联网技术着力打造一个涵盖各个农业领域的“大农业”数据体系。通过大数据和云计算技术的应用,德国正致力于发展更高水平的“数字农业”。日本根据其农业以家庭经营为主、经营分散、抗风险能力差、农民收入不稳定的特点,以及城市居民不仅希望得到自己喜欢品种的稳定货源,更希望吃到放心的有机蔬菜,保障餐桌上的安全的要求,利用大数据和物联网技术建立了生鲜农产品“网络农场”。

近年来,我国也将物联网技术引入农业领域,国内一些高校、研究机构也把物联网技术应用到涉农系统,农业农村部积极进行国家农业科技服务云平台的建设,通过与各个省市建立国家农业科技服务云平台分平台,进一步完善合作共建机制,建立农业大数据。国内一些地市,如鹤壁市、焦作市、安阳市、三门峡市等也进行了农业物联网的应用。同时,国内外学者也进行了相关理论研究。在云计算、大数据以及物联网技术的支持和推动下,新兴的资源交付和使用模式被运用到各个行业,国内外学者将“互联网+”技术与传统的供应链管理相结合,探究在大数据和物联网背景下,创新改善供应链管理模式,借助云计算、大数据技术使供应链中的生产、销售和消费等环节更加高效合理。目前国外学者主要进行了以下研究和探讨。

1.1 国内外相关领域技术发展水平和趋势

1.1.1 物联网环境下的供应链研究

Verdouw 等^[1]对物联网技术在虚拟花卉供应链中的应用进行了回顾。David 等^[2]运用物联网、云计算、GPS/GPRS 以及 RFID 技术,建立了供应链全球合作架构平台,该平台可实现供应链系统的定位、识别、通信、跟踪和数据共享等功能。Verdouw 等^[3]也探讨了物联网环境下虚拟食品供应链问题,建立了基于云计算平台的信息系统框架。Liu 等^[4]以由一个制造商和一个零售商组成的绿色供应链为研究对象,探讨了大数据环境下考虑定向广告投入和产品绿化成本的价格策略问题,建立了大数据环境下的运营模型和需求函数,给出了基于 Stackelberg 博弈和 Nash 均衡博弈理论的 4 种博弈状态,分析了价格随着绿色度和定向广告投入水平的变化趋势。Zhao 等^[5]也运用大数据分析研究了绿色供应链多目标优化管理问题,提出了 3 种供应链改进方法。最近, Liu 等^[6]以二级物流服务供应链为研究对象,研究了考虑能力和时间调度双重约束的物流服务供应链中顾客订单分离点决策问题,建立了插单运作下物流服务供应链顾客订单分离点决策模型,运用遗传算法,在综合考虑了物流集成商平均运作成本最小和提供商平均满意最大两个目标下,探讨了新插入订单的不同参数对顾客订单分离点定位决策的影响。Hazen 等^[7]提出了一种供应链管理中大数据科学预测分析法。Tan 等^[8]提出了供应链中基于演绎图的大数据分析基础结构方法。Wang 等^[9]研究了大数据供应链分析方法。Li 等^[10]运用大数据分析预测供应链在线电子交易市场销售绩效。Zhong 等^[11]分析了大数据在供应链服务和生产部门的应用。Richard 等^[12]对大数据在供应链中的应用研究进行了综述,主要集中在:供应链中大数据采集、供应链中的大数据存储、供应链中的大数据分析、供应链中的大数据增值等几个方面。

Papadopoulos 等^[13]运用大数据分析,用非结构化大数据验证了使供应链网络可持续发展的理论架构。Wu 等^[14]运用大数据分析探讨了供应链风险和不确定性的决定因素。Wolfert 等^[15]分析了大数据和云计算技术在智能农业研究中的问题。Maghsoodi 等^[16]研究了基于大数据结构环境的供应商选择问题。Tiwari 等^[17]对大数

据在供应链管理中的应用进行了综述。自 2003 年 12 月 23 日中国国家标准化管理委员会同科技部联合召开了“物流信息新技术——物联网及产品电子代码研讨会暨第一次物流信息新技术联席会议”，正式确认了“物联网”“产品电子代码 (Electronic Product Code, EPC)”等新概念后，我国的 EPC 标准化工作开始启动，并实现了我国有关 EPC 各方面研究力量与资源的整合^[18]。陈俊^[19]较早地开展了基于物联网的供应链新模型的研究。随后，杨威^[20]也分析了物联网技术对供应链各层次管理策略的影响。甘勇等^[21]探讨了基于 EPC 技术的物联网在供应链的应用问题。潘金生^[22]分析了物联网技术对供应链管理中信息交流过程的影响。其后，薛月菊等^[23]在分析农产品物流供应链的基础上，提出了农产品物流网的设计方案，以农产品供应链中的农产品生产环节和配送环节为例，说明了物联网中各环节的工作原理和信息流。师启娟等^[24]也讨论了物联网技术对供应链中上下游企业生产效率的提高问题。高红梅^[25]研究了物联网在农产品供应链管理中的应用，提出了互联网、物联网及农产品物流信息网“三网合一”的建设与整合思路，提出了农产品供应链的新型管理模式。郭磊等^[26]在分析医疗设备供应链管理中存在问题的基础上，将物联网技术应用于供应链管理中，构建了基于物联网的医疗设备供应链管理系统。王静^[27]分别从结构模式、流程运作方面，分析了农产品物流信息平台的虚拟供应链系统开发问题，提出了农产品物流信息平台的虚拟供应链系统的实现机制。随后，陈秉恒等^[28]构建了基于物联网技术的农产品供应链安全监管体系框架，提出了基于物联网技术的农产品供应链的安全监督机制和监管模式。颜波等^[29]以物联网环境下由生产商—分销商—零售商构成的生鲜农产品三级供应链为研究对象，建立基于改进收益共享契约协调下的利润分配模型，给出了使供应链利润达到最优的契约机制。孙旭等^[30]研究了生鲜农产品供应链各环节数据的自动智能采集问题，开发了生鲜农产品供应链数据智能采集终端系统，实现了生鲜农产品供应链各环节数据的采集与实时监测。杜其光^[31]也探讨了基于物联网的供应链制造资源配置策略以及嵌入云平台的供应链协调机制设计及 Pareto 改进问题。汪旭晖等^[32]从成本收益分析的视角探讨了物联网采纳前后两阶段，生鲜农产品供应链上下游所需承担的各项成本与收益情况，建立了不同情况下的生鲜农产品冷链物流决策模型，着重分析了物联网采纳对上下游批发价格、零售价格与订货量决策的影响，研究结果为生鲜农产品冷链企业投资物联网提供了科学依据。赵道致等^[33]通过对物联网环境下的供应链企业运营行为的分析，提出了嵌入物联网技术的供应链网络结构建模及优化、物联网环境下供应链企业配置资源的机理、物联网环境下企业有限理性决策的供应链协调与 Pareto 改进机制、物联网环境下供应链企业信任与合作

等新的研究方向。潘新宇^[34]分析了物联网环境下消费者、零售商、制造商的经济行为选择变化,探讨了应用云平台、云制造后供应链企业的运营决策及供应链协调机制。在前期研究基础上,肖新清^[35]以植物源性的鲜食葡萄以及动物源性的水产品为研究对象,设计和研发了冷链物流品质感知的物联网软硬件,构建了冷链物流的压缩感知数据采集方法、温度品质耦合建模方法以及可追溯建模方法,构建了一套系统化面向冷链物流品质感知的物联网数据采集与建模方法,进一步实现了冷链物流过程的安全性、透明性及可追溯性。近年来,余玉刚等^[36]也对物联网环境下的供应链紧致化仓储系统问题进行了研究。

张宝明^[37]以上海市生猪产业链数据分析为基础,研究了大数据环境下的农业供应链金融问题。马莉^[38]以秦皇岛为例,分析了互联网大数据时代为农产品流通带来的契机,并提出了互联网大数据时代农产品流通途径的改善对策。刘祥伟等^[39]提出基于大数据、云计算的煤炭产业供应链云服务平台。张天琪^[40]通过分析农产品物流大数据特征及大数据带给农产品物流业的新机遇、新挑战,提出了大数据环境下农产品物流业的应对策略。资武成等^[41]探讨了大数据背景下农产品供应链的组织服务创新问题,提出了应用“大数据”平台和技术,形成以企业为主导的农产品供应链一体化,构建现代农产品流通新模式。林海萍^[42]也研究了大数据环境下的电子行业绿色供应链管理问题。李健^[43]分析了大数据背景下私有信息泄露对供应链成员企业竞合关系的影响,构建了面向大规模定制的原始合作供应链模型以及私有信息泄露后的3种竞争供应链模型,详细探讨了3种竞争模型中竞争方进入供应链的条件、最优价格、最优利润,并对竞争模型中竞争方与被竞争方的利润差进行了横向比较。闫志鑫^[44]探讨了大数据对零售业采购与供应链管理的影响。陈永平^[45]分析了大数据环境下,供应链运营管理中信息聚合的特征与价值,探讨了供应链信息聚合中的价值创造能力形成机理。张瑜^[46]研究了大数据分析在供应链中的应用问题。申风平^[47]探讨了大数据在生鲜电商供应链中的应用问题。朱清清^[48]分析了大数据背景下生鲜农产品供应链物流柔性能力问题,提出了构建三层体系结构的思路。

官志华^[49]进一步详细分析了大数据分析方法在供应链管理市场开发、物流、运营、生产资源等应用中发挥的效用。成栋^[50]详细分析了影响大数据在供应链运用中的因素。吴成霞等^[51]研究了大数据服务商参与的三级供应链动态合作策略问题,在建立零售商支付契约、联合支付契约和合作契约模式下的三级供应链营销合作策略模型的基础上,分析了大数据环境下达到均衡状态的质量努力水平、营销努力水平、消费者转化率和联合支付契约下分摊比例,同时探讨了参数变化对

供应链系统利润的影响。张生福^[52]通过对供应链管理过程的大数据进行分类,提出了线性特征求解二维平面和数据驱动的动态拓扑,构建了供应链中异构数据驱动模型,设计了 UML 融合的供应链智能控制系统。王红春^[53]采用大数据理论方法来削弱供应链上“长鞭效应”,应用大数据的手段在供应链上建模,形成一个大数据体系去处理供应链上所有节点企业的链上决策,从而促进供应链协调和绩效;并进一步运用大数据理论,搭建了供应链大数据平台^[54],探讨了大数据供应链的发展模式^[55],通过对大数据供应链与传统供应链的对比分析^[56],提出了构建大数据供应链的相关建议,并研究了大数据环境下的供应链风险管控问题^[57],提出了大数据供应链运作模式的风险防范策略。在以上问题研究基础上,构建了大数据环境下建筑供应链采购模型^[58],对模型进行仿真分析,提出了最小采购成本和最优采购策略。

王大海^[59]采用“互联网+”思路构建了辽吉黑(辽宁省、吉林省、黑龙江省,以下简称辽吉黑)农产品供应链大数据平台,实现了农产品从田间到餐桌的全链条监管,实现了农产品资源互联互通和农产品信息共享,进一步使农产品供应链健康、安全、可持续发展。张天琪^[60]提出了互联网环境下,以大数据为核心的生鲜农产品电子商务平台构建策略。王燕^[61]等研究了大数据环境下,制造业与零售业融合发展的机理与路径,二者的融合可有效缩短产品创新周期,降低供应链成本,提升市场交易效率和企业生产组织效率。付平德^[62]在阐述大数据时代智慧物流模式系统架构的基础上,提出了基于大数据技术的智慧物流系统构建途径,指出了发展智慧物流模式需要解决的关键技术。张弛^[63]以农业大数据为基础,研究了农产品供应链异构数据存储与共享、面向多业态多用户的农产品供应链管理、主观认知下的产销媒合模型、面向消费者的参与式体验这 4 项关键技术。贺超等^[64]提出了面向“互联网+”的闭环供应链信息共享平台商业模式以及闭环供应链信息共享平台企业成长中必须解决的关键问题。

以上国内外研究对现代农业的发展起到了积极的推动作用,为加快发展我国现代农业、农业信息技术,提高农业生产经营信息化水平提供了保障。但上述研究主要集中在粮食农产品物联网研究中,在生鲜农产品供应链的研究中,国内一些地市或部门虽然建立了生鲜农产品生产系统、收购视频监控系统、仓储管理系统、物流在途信息跟踪系统、生产决策管理系统等,但各个信息系统独立运作,系统整合度低、信息共享和开发利用不足,造成供应链上各环节的需求预测偏差和决策失误,应用效益难以辐射贯穿整个供应链。目前,对生鲜农产品,例如生鲜蔬菜、水果等农产品的物联网的研究还很薄弱,与实际生鲜农产品物联网应用需求存在较大差距。