

陈 军,陈祥云. 生鲜蔬菜产地滞销预测模型与应用[J]. 江苏农业科学,2018,46(2):274-277.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.02.068

# 生鲜蔬菜产地滞销预测模型与应用

陈 军,陈祥云

(重庆交通大学经济与管理学院,重庆 400074)

**摘要:**在生鲜蔬菜滞销事件频发且滞销品类增多的背景下,考虑生鲜蔬菜供需矛盾和批发市场容量限制,基于蔬菜滞销与交通拥堵的相似性,运用马尔科夫随机过程理论构造了蔬菜计划销售量转移比例矩阵,据此建立了生鲜蔬菜产地滞销预测模型。在提出滞销等级分类标准的基础上,分别针对稳定型需求和波动型需求 2 种情况进行了数值仿真试验。研究发现,波动性需求的滞销时间大于稳定性需求的滞销时间,同时滞销时间与种植面积和长势具有正相关性,种植面积对滞销延续时间的影响大于长势。

**关键词:**生鲜蔬菜;滞销品;转移比例矩阵;预测模型

**中图分类号:** F323.7      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2018)02-0274-03

我国农产品滞销事件几乎年年发生。2010 年海南琼海辣椒严重滞销震惊国务院,温家宝批示商务部紧急化解。2012—2014 年间,山东大白菜、内蒙古马铃薯、两湖结球甘蓝、四川萝卜等相继滞销。农产品滞销问题不仅没能得到有效遏制,反而呈现出多发、频发态势,已经从早年的区域性问题的演化为当前全国性问题。如何化解这一难题,学术界和实业界均在积极探索。农产品滞销缘于供需失衡,其中包含 2 层含义:一是产能(产量)的绝对过剩,因种植面积过大造成;二是在某个时间段内的集聚数量绝对过剩,因流通网络堵塞造成。第二层含义类似于交通拥堵,如上班高峰期,同向车辆聚集于某一路段,而农产品集中上市也会造成多产地同质产品在一个时间段内大量涌向批发商或批发市场。因此,交通拥堵疏通的相关理论对于解决农产品滞销问题具有重要的参考价值。

目前,我国以批发市场为核心的农产品流通主渠道分担的流通总量超过 80%,因此,产地过剩存量不可能通过逾越作为分销网络关键节点的中间商进行大规模疏散。解决滞销主要采取 2 种方法:一是依靠行政手段,如通过兴建仓库或者食品银行,缓冲集中上市压力<sup>[1]</sup>;组织主销区与主产区对接及开展国际合作<sup>[2]</sup>;发动机关、学校等企事业单位采购滞销品<sup>[3]</sup>等。二是依靠市场机制,如建立多渠道促销网络,设立城市社区散户直销点<sup>[4]</sup>;完善电子商务平台,加大网络促销力度<sup>[5]</sup>;一些国家,如以色列也通过发展食品加工业来平衡果蔬过剩。这些方法都是解决滞销发生后的疏导问题,属于事后控制方法,而有效的事前控制方法,如通过农产品流通情况的预测与监控来预防滞销,理论研究还不足。目前可查到的文献均重点关注农产品产量或者销量预测,如杜小芳等研

究了农产品销量的支持向量机预测方法<sup>[6]</sup>;亓锴等运用时间序列 ARIMA 模型、指数平滑模型和曲线回归模型的组合模型建立了海南瓜类产量的预测模型<sup>[7]</sup>;张倩倩运用支持向量机建立了蔬菜需求预测模型<sup>[8]</sup>,但是集成考虑供需情况,研究一段时期内农产品滞销预测的理论模型还未见报道。由于造成农产品滞销的原因非常复杂,即使根据大量历史数据来进行预测,其结果也不可靠,因此建立农产品滞销预测模型在理论上仍是一个挑战。

纵观通道阻碍的相关研究,交通拥堵生成及疏散的相关理论值得借鉴。交通拥堵可分为常发性拥堵和偶发性拥堵。常发性拥堵如上下班高峰期,具有周期性;而偶发性拥堵如恶劣的气候条件或者养护施工等造成的交通拥堵,具有突发性。生鲜蔬菜滞销和偶发性拥堵具有极大的相似性,表现为前期农户蔬菜种植面积、后期农户销售蔬菜量以及批发生市场需求量等信息较少,因此难以通过回归模型、时间序列法、经验模型法<sup>[9-13]</sup>等来预测滞销事件,但是仅关注当前状态数据的马尔科夫随机过程具有很好的适用性。如肖海燕运用马尔科夫链在对线路流量进行预测的基础上,通过出行者行为诱导,研究了交通流管制和控制策略<sup>[14]</sup>;谢琛通过车流动态随机转移比例矩阵,建立了拥堵动态传播预测模型<sup>[15]</sup>。基于此,本研究拟将产地批发市场视为产地农产品流入和流出的拥堵点,借鉴交通拥堵生成原理及预测方法,研究物流渠道导致的农产品滞销预测模型。

## 1 模型假设

考虑某种同质蔬菜,由多个产地与产地批发市场形成的多对一流通网络,如图 1 所示。在产品上市季节,各产地蔬菜在一个时间段集中涌入产地批发市场,造成供给量大于中间商的最大购买量,进而演化为产地滞销。在建模之前,作如下假设:(1)考虑到消费者偏好选择时令蔬菜,因此蔬菜需求在一定时期是稳定的。(2)不考虑天气对农产品生长的影响,滞销发生的时间区间是临界成熟(可采收)到完全成熟(必须采收)这个区间段。(3)市场信息不对称。农民出于经济性考虑,根据蔬菜长势,采取分批采收销售模式。(4)批发市场

收稿日期:2016-07-19

基金项目:国家自然科学基金(编号:71301179);教育部人文社科基金(编号:13YJC630009);重庆市基础科学与前沿技术研究(编号:estc2016jcyjA1657);中国博士后基金(编号:2014M562311)。

作者简介:陈 军(1979—),男,四川资阳人,博士,副教授,主要从事物流与供应链管理研究。E-mail:chenjuna12345@126.com。

处理能力有限,且交易量(中间商购买量)小于容量峰值。

(5)当蔬菜完全成熟时,农户全部采收;批发市场没有准入限制。

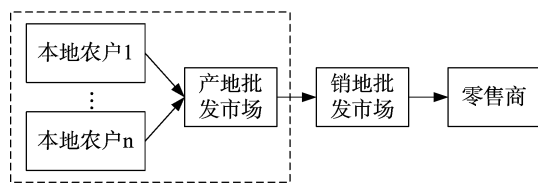


图1 生鲜蔬菜流通网络

## 2 生鲜蔬菜产地滞销预测模型

蔬菜从可以采收到完全成熟需要一个时期。在此期间,蔬菜采收量按照一定比例进入市场可以缓解集中上市带来的压力。类似于交通流量分批进入同一路段或者在交叉路口进入其他可选路段,可以提高车辆通行效率。例如在一条通行能力饱和的干道上,如果在某个交叉口新进入的车辆数多于下道分流的车辆数时,道路将进入拥堵状态,拥堵的程度由净进入车辆数决定。这在理论上可以用马尔科夫随机过程来进行刻画。蔬菜的偶发性滞销取决于在某个时间点进入和流出批发市场的数量是否均衡,这种瞬时状态与交通拥堵非常相似。据此,我们可以根据交通拥堵预测理论来构建蔬菜滞销预测模型,构建思路为:审视蔬菜的实际采收销售现状容易看到,成熟度决定了农户销售的蔬菜量。当蔬菜成熟度较低时,农户不会大量采收,蔬菜销售量往往较小。但是,在临界成熟到完全成熟这个期间,农户的采收数量逐渐加大。据此,构造依赖成熟度的采收(销售)量转移比例矩阵函数,并通过农户的种植面积数得出农户的计划销售量。假设农户的计划销售量全部流入产地批发市场,因受到批发市场的容量限制及流出量约束,可能导致部分蔬菜不能经过批发市场流出而导致滞销。

### 2.1 计划销售量转移比例矩阵构造

通常蔬菜在临界成熟到完全成熟期间平稳生长<sup>[16]</sup>,由于每个农户的种植时间、土地肥沃程度以及田间管理水平等不同,每个农户种植的蔬菜生长速率不同。因此,假设第  $i$  个农户在  $t$  时刻的成熟度  $\lambda_i(t) = r_0 + \chi_i t \in (0, 1)$ , 其中  $r_0$  表示临界成熟度,  $\chi_i$  表示第  $i$  个农户实际的生长速率。据此,构建依赖生长速率的单个农户蔬菜销售量占其总产出量的比例函数为:

$$a_i(t) = \begin{cases} \chi_i e^{t/d} \chi_i e^{t/d} \leq 1 \\ 1, \chi_i e^{t/d} > 1 \end{cases} \quad (1)$$

$d$  表示蔬菜从临界成熟到完全成熟的时间周期。 $a_i(t) \in [0, 1]$  能够刻画农户蔬菜销售量的变化趋势。例如,种植面积  $0.667 \text{ hm}^2$  的农户在蔬菜刚刚成熟时因个头小或质量不足,只采收  $0.067 \text{ hm}^2$  进行销售,随着成熟度增加可能采收  $0.133$ 、 $0.2 \text{ hm}^2$  甚至更多,直至在成熟周期内采收销售完毕,因此有  $\sum_{i=1}^n a_i(t) = 1, 1 \leq t \leq d$ 。继而  $n$  个农户在  $t$  时刻的计划销售量比例矩阵  $\mathbf{A}(t)$  可表示为  $\mathbf{A}(t) = [a_1(t) \cdots a_n(t)]^T$ 。

已知,第  $i$  个农户在  $t$  时刻的总产量为  $s_i(t) = \kappa \lambda_i(t) M_i$ , 其中  $M_i$  表示蔬菜种植面积,  $\kappa$  表示平均单位面积产量。根据转移比例矩阵,第  $i$  个农户在  $t$  时刻的蔬菜计划销售量

$d_i^{\text{in}}(t) = a_i(t) s_i(t)$ , 继而得出  $n$  个农户在  $t$  时刻的计划销售总量为  $D^{\text{in}}(t) = \sum_{i=1}^n d_i^{\text{in}}(t)$ 。

考虑  $n$  个农户的计划销售量在同一时刻进入产地批发市场的情形,按照先进先出的原则,则批发市场的流出量  $D^{\text{out}}(t)$  可表示为:

$$D^{\text{out}}(t) = \begin{cases} C, C \leq A \leq B \text{ 或 } C \leq B \leq A \\ B, B < A < C \\ D^{\text{in}}(t) + B(t-1), A \leq B \leq C \text{ 或 } A \leq C \leq B \end{cases} \quad (2)$$

式中:  $A = D^{\text{in}}(t) + B(t-1)$ , 表示在  $t$  时刻的农户计划销售量与  $t-1$  时刻的存量之和。  $B(t) \in [0, B]$  表示批发市场在  $t$  时刻的存量,  $C$  表示市场需求量,  $B$  表示批发市场的容量。

由式(2)可知,当前时刻的流入量与上一时刻的存量之和大于需求量时,批发市场当前时刻的流出量等于需求量,此时一定会产生滞销,如信息不对称产生的爆仓情况;若当前时刻的流入量与上一时刻的存量之和冲破批发市场的容量极限但小于市场需求量时,蔬菜拥堵于批发市场且不能及时销售出去而产生滞销。

蔬菜滞销是批发市场的流入量大于流出量,引起部分已采收蔬菜在批发市场囤积,使得农户减少计划采收量,进一步演化为产地部分产品还来不及采收就已经腐烂在田间。因此,农户计划销售量是导致滞销的关键要素。类比通行能力与交通流量的比值作为交通拥堵评价指标<sup>[14]</sup>,提出蔬菜滞销量与计划销售量的比值作为滞销程度识别指标  $T(t)$ 。

$$T(t) = \frac{A - D^{\text{out}}(t)}{D^{\text{in}}(t)} \quad (3)$$

式中:  $A - D^{\text{out}}(t)$  表示在  $t$  时刻的蔬菜滞销量。

### 2.2 滞销等级分类

目前我国学术界尚未出台滞销程度等级划分标准。在此,借鉴文献<sup>[15]</sup>通过实际能够流出的车流量与计划流出量的关系得出交通拥堵度的方法,与之对应,根据蔬菜在批发市场的计划销售量与实际流出量的关系划分蔬菜滞销程度等级(表1)。当  $T(t) \leq 0$  时,说明供给小于需求,蔬菜处于畅销状态;当  $0 < T(t) \leq 0.5$  时,说明在  $t$  时刻只有小部分蔬菜没有售出,处于轻微滞销状态;当  $0.5 < T(t) \leq 1$  时,说明在  $t$  时刻大部分蔬菜没有售出,处于中度滞销状态;当  $T(t) > 1$  时,说明在  $t$  时全部蔬菜都不能售出,处于严重滞销状态。

表1 农产品滞销程度等级分类

$T(t)$	滞销程度等级
$(-\infty, 0]$	畅销
$(0, 0.5]$	轻微滞销
$(0.5, 1]$	中度滞销
$(1, +\infty)$	严重滞销

为了便于计算,我们给出参数  $R(t)$ 。

$$R(t) = \begin{cases} 0, T(t) \leq 0 \\ T(t), T(t) > 0 \end{cases} \quad (4)$$

式(4)表示当  $T(t) \leq 0$  时,农户可以按照计划销售蔬菜;当  $T(t) > 0$ ,表明蔬菜处于滞销状态。据此,当预测可能发生滞销时,农户必须提前采取措施来防止滞销事态加重,如通过改变销售渠道或者采收后保鲜存储来减少批发市场的流通压力。

### 3 数值实验

为了验证滞销预测模型的可行性,下面针对稳定型需求和波动型需求 2 种情形,以 30 d 作为预测周期,用 Matlab 进行实例仿真。设 20 个农户共计种植面积  $666.67 \text{ hm}^2$ ,  $r_0 = 0.2$ ,  $k = 45 \text{ t/hm}^2$ ,  $B = 950 \text{ t}$ 。考虑到单个农户获取信息、拥有的土地数以及蔬菜的种植时间不同,生长速率和单户种植面积 2 个参数的赋值随机产生。据此,根据式(1),首先计算出所有农户的计划销售总量  $D_1^{\text{in}}$ 、 $D_2^{\text{in}}$  (生长速率不变,单个农户的种植面积变化)和  $D_3^{\text{in}}$  (单个农户的种植面积不变,生长速率变化),然后根据式(2)和式(3),计算出蔬菜的滞销程度走势。

#### 情形一:稳定型需求

(1) 设  $C = 900 \text{ t}$ , 则需求量小于批发市场容量。根据式(3)和式(4),得出滞销度分别为  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  (图 2)。(2) 设  $C = 1\,000 \text{ t}$ , 则需求量大于批发市场容量,仿真结果显示滞销程度从图 2 可以看出,随着时间变化,农户的计划销售量在蔬菜成熟周期内不断增加,在 9 d 时达到峰值。蔬菜的种植面积和蔬菜的成熟度对滞销程度会产生不同的影响。改变单个农户的种植面积,发生滞销的时间将提前 1 d,整个滞销时间持续 20 d 左右且滞销速率快于生长速率。另外,从轻微

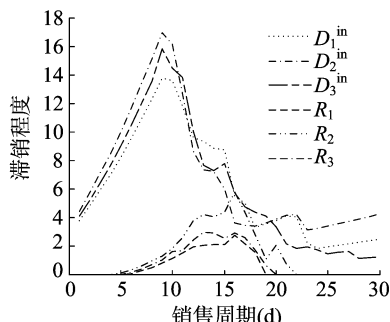


图2 稳定型需求滞销程度走势

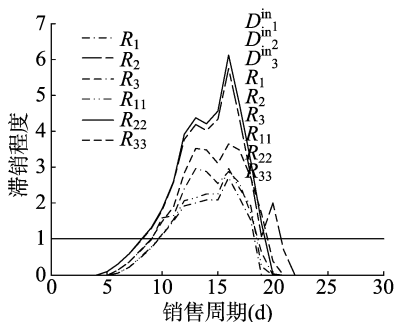


图3 波动型需求与稳定型需求滞销比较

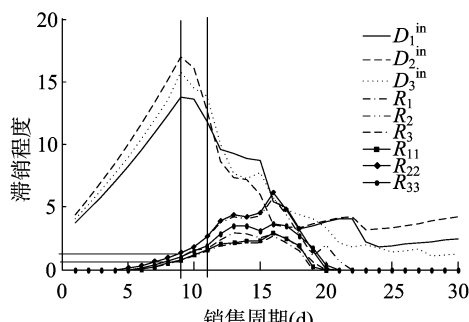


图4 计划销售量与滞销程度的关系

造成这种现象主要有两方面的原因:一是农户之间的计划采收量信息不对称造成上市蔬菜的总供给大于需求量。最初上市数量较少,蔬菜能够及时销售出去,但是当大批量上市时供给量在短期内急剧上涨,造成市场消化不良。二是滞销信息传递不畅。当滞销程度较小时,没有相应的应对措施,如及时发布市场信息,或者实行一定程度的市场进入管制,让农户及时改变采收销售计划或者转换销售渠道来预防滞销程度的进一步演化。据此,为了缓解蔬菜滞销程度,降低蔬菜滞销频次,提出以下两点对策建议:

(1) 宏观层面,优化农产品信息共享平台。例如在每个乡镇建立信息收集站,积极推广应用物联网技术,实时统计家庭农场、专业大户和合作社蔬菜种植面积、种植时间和长势情况。其次,进行推进产地信息平台与批发市场信息平台对接,做到农产品生产信息和流通信息的互联互通。在此基础上,通过网络、微信等途径及时向农户发布信息,引导农户实时作出种植计划变更和销售渠道优选。

(2) 微观层面,重点加快推进农产品批发市场的物流服务能力建设。在推进传统农产品批发市场升级改造过程中,有机整合交易功能、物流功能和电子结算功能,打造现代化的农产

滞销演化为严重滞销只需要 3 d 时间且滞销速率越来越快,严重滞销持续 10 d 左右,约占整个销售周期的三分之一。

#### 情形二:波动型需求

农产品是生活必需品,需求弹性小,在天气和路况良好的情况下,需求是稳定的。但是,一些突发事件发生,如食品安全、舆论炒作,也会使得农产品需求在极短时间内出现剧烈波动。已知,需求向上波动不会导致滞销,在此仅考虑需求向下波动的情形。假设需求是  $(800 \text{ t}, 1\,200 \text{ t})$  区间的随机数,根据模型,预测得出滞销程度  $R_{11}$ 、 $R_{22}$ 、 $R_{33}$  (图 3)。从图 3 可以看出,当滞销程度小于 1 时,稳定型需求和波动型需求的滞销程度相同并且滞销发生的时间点相同。随着时间的推移,波动型需求的滞销程度大于稳定性需求的滞销程度。从整个滞销周期看,波动性需求的滞销时间大于稳定性需求的滞销时间。

从图 4 可以看出,4 d 时开始发生轻微滞销,9 d 时开始发生严重滞销,17 d 时滞销到达峰值,随后滞销程度开始缓解。当滞销程度为 1 时,农户的计划销售量达到峰值。9~12 d 之间的蔬菜销售量逐渐降低,因计划销售量超过需求量,导致滞销程度继续加大。16 d 时滞销程度达到峰值,13~16 d,虽然计划销售量小于需求量,但是前期库存积压也使得滞销程度越来越大。

品批发交易物流中心,借此增大批发市场体量,同时加快农产品经过批发市场的通行能力,继而达到协助缓解滞销的目的。

### 4 结束语

通过转移比例矩阵函数,构建了蔬菜滞销预测模型,得出了以下结论:(1)通过该模型可以预测蔬菜滞销发生的时间;(2)农户种植面积和蔬菜的成熟度与滞销时间具有相关性;(3)农户种植面积对滞销时间以及滞销程度的影响大于蔬菜成熟度对滞销的影响。因此,通过该模型能够对蔬菜上市数量以及可能发生滞销的时间点进行预测,从而引导农户进行种植面积优化和销售渠道选择优化。另外,本研究仅研究了农产品中上游流通渠道网络可能导致滞销的特殊情形,模型未涉及销地批发市场,同时也未考虑外地蔬菜经过本地批发市场进行中转对流入量的影响。这些问题还有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] Tarasuk V, Eakin J M. Food assistance through “surplus” food: Insights from an ethnographic study of food bank work [J]. Agriculture and Human Values, 2005, 22(2): 177–186.

刘畅,冉春红,邓 铭. 黑龙江省农村微型企业创业:创业者社会网络和创业绩效[J]. 江苏农业科学,2018,46(2):277-282.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.02.069

# 黑龙江省农村微型企业创业:创业者 社会网络和创业绩效

刘 畅<sup>1</sup>,冉春红<sup>2</sup>,邓 铭<sup>2</sup>

(1. 东北农业大学文法学院,黑龙江哈尔滨 150030; 2. 东北农业大学经济管理学院,黑龙江哈尔滨 150030)

**摘要:**农村微型企业创业资源相对匮乏,创业者或创业团队须要依托社会网络汲取创业资源,社会网络在创业环节发挥着关键作用。以社会网络理论为研究视角,择取黑龙江省农村微型企业创业者作为研究样本,运用回归分析方法剖析创业者社会网络关系和创业绩效间的影响机理,同时将创业学习作为中介变量,提出社会网络-创业学习-创业绩效的作用路径,理论层面推导出社会网络关系(个人网络关系、商业网络关系、政治网络关系)、创业学习、创业绩效三者的关系。结果表明,创业者社会网络、创业学习正向影响创业绩效,依托社会网络的创业学习对提高农村微型企业创业绩效具有促进作用;创业学习在创业者社会网络对创业绩效的影响过程中起中介作用,进而为提高农村微型企业创业绩效提出对策和建议。

**关键词:**创业者;社会网络;创业学习;创业绩效;回归分析法;影响机理;中介变量;路径;农村微型企业;对策建议  
**中图分类号:** F324      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2018)02-0277-06

创业企业常常居于产品研发向市场推广的转型阶段,具有一定的成长潜力和生存风险,其企业规模和赢利能力有限<sup>[1]</sup>。在我国供给侧结构性改革不断推进的情境下,鼓励创业备受党和国家高度重视。农民创业企业主体是以农民为创业主体进行相关创业活动的组织,提高绩效有利于增加农民收入、推进新型城镇化和农业现代化发展。但农村微型企业

创业主体的特殊性使其社会资本和人力资本相对匮乏,企业存活率不高。因此,有关农民创业绩效提升备受理论界和实践界的广泛关注。关于农村微型企业概念的界定,很多学者都进行了相关探讨,本试验在前人研究成果的基础上,将农村微型企业定义为由农民创办的并以自我雇佣的方式进行经营、雇员通常小于 9 人、企业绩效与家庭福利息息相关的经济组织<sup>[2]</sup>。创业绩效作为企业创业成功的标志,是创业研究学者关注的重点。针对创业绩效学者较多以创业者的特质为研究视角,重点研究与创业活动效率相关的创业行为因素,如创业者的教育背景、创业经验等。而经济行为往往嵌入在社会网络中,社会网络对创业机会识别、获取创业资源发挥关键作用<sup>[3]</sup>。创业活动是复杂、多变的动态过程,创业者须要通过外部网络识别创业机会、汲取创业信息,力求获取关键的创业资源以取得良好的绩效;同时更须要利用自身已有的知识和

收稿日期:2017-04-20

基金项目:黑龙江省哲学社会科学项目(编号:14B080);黑龙江省自然科学基金(编号:LC2013C23)。

作者简介:刘畅(1978—),女,黑龙江佳木斯人,博士,教授,主要从事农业经济管理、人力资源管理研究。E-mail: dhr91225@163.com。

通信作者:冉春红,硕士研究生,主要从事人力资源管理研究。  
E-mail:995881195@qq.com。

[2]张照昆,孙葆春. 山东栖霞苹果产业发展研究——基于对栖霞苹果滞销问题的调查与思考[J]. 安徽农业科学,2014,42(17):5709-5710.

[3]马铁红,焦 青. 央视关注农产品滞销公益广告促成买卖[J]. 广告大观(综合版),2011(7):68.

[4]陈长春. 乌鲁木齐“便民蔬菜直销点”销售模式研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2012.

[5]李进一,刘 焕. 农产品滞销的 4P 对策分析[J]. 安徽农业科学,2012,40(14):8362-8363.

[6]杜小芳,张金隆. 农产品销量预测的支持向量机方法[J]. 中国管理科学,2005,13(4):129-134.

[7]亓 锴,刘殿国. 基于组合模型的海南瓜类产量分析预测[J]. 统计与决策,2011(21):108-109.

[8]张倩倩. 基于 SVM 的蔬菜需求预测系统研究[D]. 北京:北京交通大学,2015.

[9]孙湘梅,刘谭秋. 基于神经网络和 SARIMA 组合模型的短期交通

流预测[J]. 交通运输系统工程与信息,2008,8(5):32-37.

[10]贾 宁,马寿峰,钟石泉. 基于遗传算法优化和 KD 树的交通流非参数回归预测方法[J]. 控制与决策,2012,27(7):991-996.

[11]臧利林,贾 磊,杨立才,等. 交通流实时预测的混沌时间序列模型[J]. 中国公路学报,2007,20(6):95-99.

[12]姚智胜,邵春福,熊志华. 基于小波包和最小二乘支持向量机的短时交通流组合预测方法研究[J]. 中国管理科学,2007,15(1):64-68.

[13]陈岳明,萧德云. 基于跳转模型的路网交通预测[J]. 控制与决策,2009,24(8):1177-1180.

[14]肖海燕. 基于马尔科夫的动态交通流演化模型及应用[J]. 武汉大学学报(工学版),2012,45(2):255-258.

[15]谢 琛. 城市交通网络拥堵产生及传播的动态模型研究[D]. 上海:上海交通大学,2007.

[16]陈 军,赖 信,何 圆. 基于生长价值跟踪的生鲜农产品采收销售模型[J]. 运筹与管理,2013,22(3):242-247.