

# 数量分析在我国农机装备管理中的应用研究进展\*

黄玉祥<sup>1</sup>, 朱瑞祥<sup>1</sup>, 郭康权<sup>1</sup>, 杨晓辉<sup>2</sup>, 刘明光<sup>1</sup>

(1 西北农林科技大学 机械与电子工程学院, 陕西 杨凌 712100;

2 西北农林科技大学 信息工程学院, 陕西 杨凌 712100)

**[摘要]** 从综合评价、技术状态分析、装备更新、发展预测、农机化管理和产品设计6个方面, 论述了数量分析在我国农机装备管理中的应用研究进展, 分析了农机装备管理研究中存在的问题, 最后提出了改进和发展现有方法、加强组合方法研究、采用和探索新的数量分析方法及建立有效的计算机评价支持系统的观点。

**[关键词]** 数量分析; 农机装备; 管理水平

**[中图分类号]** S210.6

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2006)06-0159-06

数量分析方法是综合采用数学、统计学、技术经济学、系统工程、运筹学和人工智能等学科的知识, 对所研究问题进行定量研究的一种方法。数量分析通常是“由定性到定量”、“实证研究与规范研究相结合”; 而这种研究的技术路线完全符合自然与社会科学中对各种问题的研究要求。运用数量分析方法研究问题的几个突出特点是: 以定量分析为主, 兼顾定性分析; 以数学模型为主线, 注重模型的适用性; 以数学方法为工具, 注重各种统计与检验; 以历史数据为基础, 揭示事物发展的内在规律; 由静态分析为主, 向动态分析过渡。数量分析方法所用到的知识比较多, 但从解决问题的效果来看, 其则更加有效、科学和具有可操作性。

农机装备要求生存、求发展, 决策就必须科学化。所谓科学决策, 就是按照科学的方法和程序, 运用可行性研究和数量分析的理论和方法, 对所决策的问题进行以定量研究为主, 兼顾定性分析, 并据此做出最优选择和决定。科学决策需要定量分析, 而以往有关农机装备管理的研究成果主要以定性为主, 缺乏定量分析, 而且研究手段和方法比较单一, 这些研究成果不能科学、全面地反映农机装备的发展状况, 也不能为决策部门提供科学、可靠的决策依据。因此, 从数量分析的角度研究农机装备的发展情况就显得十分重要。近年来, 各种综合评价和预测方法大量涌现<sup>[1,2]</sup>, 有力地推动了数量分析方法在农机装备领域中的应用, 其应用领域已拓展至农机装备评价、设备更新、发展预测、农机化管理水平评价和产

品设计等诸多方面。数量分析可以有效提高我国农机装备的管理水平, 研究数量分析在我国农机装备管理中的应用进展无疑具有重要的意义。为此, 本文介绍了数量分析方法在我国农机装备管理中的应用现状与存在问题, 以为农机装备管理进行科学决策提供依据。

## 1 数量分析在农机装备管理中的应用

### 1.1 在农机装备综合评价中的应用

农机装备的性能评价是指对多属性体系结构描述的对象系统做出全局性、整体性的评价。实际上, 对多个农机产品的评价问题属于顶层决策问题, 评价结果将直接影响用户的投资效益和使用效率。目前, 对农机装备评价问题的研究大致可以分为两类: 一类是对评价指标体系的研究; 另一类是对综合评价方法的研究。后者在农机装备评价领域中具有研究前景, 因为前者解决的是(某类)个性问题, 后者则针对评价中的共性问题。评价方法的科学性是客观评价的基础, 农机装备的性能评价属于多指标的综合评价, 为使评价结果更加准确、客观, 刘大维等<sup>[3]</sup>提出采用层次分析法对拖拉机总体性能进行评价, 从而为拖拉机总体性能评价提供了科学决策的依据。张淑娟等<sup>[4]</sup>和许泽水<sup>[5]</sup>认为, 传统的层次分析法的标度系统存在一定的缺陷。文献[4]在分析传统层次分析法标度不足的基础上, 根据奖罚原则和合理化原则提出了基于1, 1.8, 3, 4, 5, 8和9的新标度层次分析法, 并将其应用到农用运输车综合性能的评

\* [收稿日期] 2005-08-29

[作者简介] 黄玉祥(1980-), 男, 宁夏中宁人, 在读博士, 主要从事系统工程与管理决策研究。

[通讯作者] 朱瑞祥(1956-), 男, 陕西西原人, 教授, 主要从事农业机械化战略研究。

价中。

农机装备设计的评价指标较多,且各指标不同程度地含有模糊信息,存在难于定量的问题<sup>[6]</sup>。而用模糊数学的方法,可将描述性的语言作为变量处理,使模糊信息数值化,并能考虑多种因素的综合影响,最终达到定量研究的目的。因此,利用模糊综合评判对农机装备的性能进行评价已经得到了广泛应用<sup>[6-9]</sup>。虽然著名的德尔菲法、综合评判法和层次分析法,为如何依靠专家的知识 and 经验进行科学评价提供了一定的手段,但是这些方法的应用还很不系统,专家的经验 and 知识还没有很好地在计算机上得到实现。为此,叶继昌等<sup>[10]</sup>将专家系统技术与层次分析法结合,设计了农业机械性能评价与选型的专家系统框架,并以轮式拖拉机为例初步实现了这一系统。

另外,王晓燕等<sup>[11]</sup>以 6 种型号的农业机器作为备选机型,分别利用模糊综合评判法与基于加速遗传算法(RA GA)的投影寻踪(PPC)模型对备选机型进行了选优排序;并对这两种选优模型进行了对比分析,指出了两种方法的利弊所在,同时针对不同归一化数据处理对结果产生的影响进行了分析,这种利用组合方法对机型选型进行研究的思路值得借鉴。

## 1.2 在农机装备技术状态分析中的应用

农机装备的运行情况与材料、结构、使用条件等密切相关,研究农机的运行情况并对其做出客观的评价,是保证农机正常工作 and 改善运行质量的重要手段和方法。

何勇等<sup>[12]</sup>针对传统数学模型不能很好地解决发动机结构参数和运转参数对发动机性能非线性影响的问题,提出应用人工神经网络建立 S195 型柴油机技术状态分析评估与仿真模型,模拟仿真参数变化对发动机技术状况的影响,找出了影响发动机技术状况的主要参数,并进行了优化调整,为分析评估 and 改善 S195 型柴油机使用技术状态、节约能源提供了依据。王金武等<sup>[13]</sup>则利用大量实际运行样本资料,借助数理统计手段 and 可靠性理论,揭示了国产履带拖拉机整车运行故障的发生规律。

故障诊断是识别机器或机组运行状态的科学,主要研究机组运动状态变化在诊断信息中的反映,从而对机组运行状态进行识别、预测 and 监视。现代故障诊断的方法繁多,如故障树分析法、传统专家系统、综合检测仪等。李增芳等<sup>[14]</sup>在运用虚拟仪器技术实时采集发动机运行状况参数的基础上,采用产

生规则 and 框架的知识库表示方法,结合故障树分析法和灰色关联度推理机制,提出了一种基于虚拟技术的发动机故障诊断专家系统。葛晓锋等<sup>[15]</sup>提出了在赋模糊权的二部图中求解故障诊断费用最小的诊断顺序数学模型,并给出了该模型的两个优化算法,根据该算法可方便地得出故障诊断顺序的优化决策方案,使故障诊断更为经济、快捷 and 有效。

## 1.3 在农机装备更新中的应用

1.3.1 农机经济寿命计算方法的研究 农机经济寿命问题一直是农机装备更新的核心问题之一。目前,有关农机经济寿命的计算方法很多<sup>[16-17]</sup>,从财务角度 and 追求的目标来划分,有费用最小法、收益最大法和相对收益率法三大类;根据是否考虑资金的时间价值,可分为静态计算法和动态计算法;根据具体的计算技术,可分为列表法、解析法和网络分析法<sup>[17]</sup>。费用最小法可分为年均费用最小法和平均单位工作量费用最小法。前者包括静态年均费用最小法、劣化值法<sup>[17]</sup>和动态年均费用最小法;后者包括静态 and 动态两种计算方法。文献[17]还给出了 4 种计算方法的通用数学模型,并指出了目前研究中存在的一些问题。郝庆升等<sup>[16]</sup>对农机经济寿命的计算方法进行了比较研究,认为相对收益率法优于收益最大法,收益最大法优于费用最小法,动态方法优于静态方法,解析法优于列表法;并提出从系统全局角度来考虑机器更新换代时,所计算的机器寿命并不是经济寿命,而应称为社会生命的观点。

1.3.2 装备更新时间的选择 长期以来,拖拉机合理更新期的确定主要采用更新平均成本原理。但由于各地区经济 and 技术发展水平以及修理体制的不同,平均作业成本中各项目所占比重及更新期的计算方法均不相同,使得人们对机器更新的认识有所差别。陈开考等<sup>[18]</sup>认为,若要继续使用达到最后修理周期的拖拉机,其单位作业量使用成本不高于相同品牌新拖拉机第一年的单位作业量使用成本,才是经济合理的。吴建民<sup>[19]</sup>研究了以经济寿命为基本依据来确定小拖拉机的更新年限问题,通过回归分析得出了小拖拉机的更新期是围绕该经济寿命波动的结论。郑文钟等<sup>[20]</sup>利用机器更新平均成本原理分别研究了视情维修制拖拉机大修周期作业量、修理周期与更新界限的数学模型。

此外,由于农业机器实际更新环境的复杂性,要全面、精确地考虑 and 计量所有相关因素对经济寿命的影响较为困难。为此,吴建民<sup>[21]</sup>运用技术经济理论,提出了农业机器更新环境的两个假设,在这两个

假设条件下分别建立了计算农业机器经济寿命的数学模型,并给出了应用该模型的几点说明。

1.3.3 农机折旧问题研究 在农机使用过程中,由于磨损而转移到作业成本中去的固定资产损耗称为折旧。合理的折旧,不仅能保证成本的正确计算,而且可促使机器适时更新。现行的每年等额提取折旧费的办法并未反映出机器本身价值的转化过程,使机器的帐面价值与实际使用价值相背离,因而存在着一定的不合理性<sup>[22]</sup>。因此,探讨更为科学合理的折旧方法具有重要的现实意义。王福林等<sup>[23]</sup>采用双倍余额递减法对农机折旧中的若干问题进行了探讨,提出机器折旧费提取应满足一定的条件,即在规定的折旧年限内,所提取的折旧费应保证与机器原值和残值之差相等。然而王福林<sup>[22]</sup>的研究表明,文献<sup>[23]</sup>提出的双倍余额递减法存在不足,并对其进行了改进,运用改进的双倍余额递减法进行了实例计算。韩正晟<sup>[24]</sup>认为,农业机器折旧应遵循等值原则,即所提折旧费总额应与折旧的固定资金在“价值”上相等,依此提出了动态折旧的思想。

1.3.4 农机完好率研究 现代设备管理理论认为,确定设备合理拥有量时,不仅要考虑应由设备完成的任务,而且要考虑设备的完好率。农业机器完好率对农业机器配备的“质”和“量”均产生重大影响<sup>[25]</sup>。吴子岳等<sup>[26]</sup>利用灰色理论揭示出农业机器完好率的年变化规律,并利用价值工程原理求出了6种收费比形式下的经济完好率的佳范围<sup>[27-28]</sup>。此外,吴子岳等<sup>[29]</sup>还应用灰关联分析法和灰色建模理论,建立了若干大中型拖拉机完好率的灰色预测模型,其研究表明,农机新度系数、大中型拖拉机的新旧结构比例是影响大中型拖拉机完好率的两大重要因素。

#### 1.4 在农机装备发展预测中的应用

目前,关于农机装备的预测方法很多,主要有线性回归模型、灰色预测<sup>[30]</sup>、指数平滑法、最小平方方法、龚珀兹曲线<sup>[31]</sup>和人工神经网络预测模型<sup>[32-33]</sup>等。但由于农机装备市场需求往往受社会、经济、技术和自然条件的影响,其时间数据序列既具有随时间推移的增长性趋势,又具有一定的波动性特征,其增长趋势往往不具有简单的线性回归性,而波动性趋势也呈现为一种复杂的非线性函数特性,系统的非线性特性决定了用传统和单一的方法对农机的社会需求进行较为准确的预测是非常困难的。

正是看到农机化装备在增长过程中所呈现出的一些特殊性,以及用传统和单一方法对其发展进行预测存在着预测精度不高的问题,研究农机化装备

预测问题的组合模型正在不断出现<sup>[34-36]</sup>。张淑娟等<sup>[34]</sup>为了解决农机总动力发展中既有趋势性又有较大波动性的问题,采用灰色GM(1,1)模型揭示预测数列的发展变化总趋势,用马尔柯夫概率矩阵预测来确定状态的转移规律,两者结合起来形成组合预测模型,该模型具有计算简便、精度高的特点。鲍一丹等<sup>[35]</sup>为了解决各种单一传统预测方法存在的不足,提出了一种BP神经网络最优组合的预测方法,即将单一预测方法所得到的预测值作为BP神经网络的输入样本,以相应历史数据的实际值作为样本的输出,用其对浙江省农机总动力的需求预测表明,该方法较单一的预测方法具有更高的预测精度。此外,李中才等<sup>[36]</sup>也建立了基于线形回归模型、三次指数平滑模型及指数模型的组合预测模型。

#### 1.5 在农机化管理中的应用

农机化水平的高低,与农业机械拥有量及其经营规模密切相关。对于某个给定的区域,农业机械拥有量越多,经营规模越大,则机械化水平越高<sup>[37]</sup>。可以说,农机化管理水平的高低直接影响着农机装备的发展,对农机化发展水平进行科学正确的评估,有助于提高农机化管理水平,同时也可以带动农机装备的进一步发展。对农机化发展水平的评估,目前常采用有综合指数法、灰色评估理论<sup>[38-39]</sup>、层次分析法<sup>[40]</sup>、模糊评估法和BP神经网络<sup>[41]</sup>等。

李炳军等<sup>[39]</sup>运用概率-灰色评估方法对河南省1994年的农业机械化发展水平进行了评价。但其评价结果受人为确定的隶属函数形式的影响,存在不确定性和人为性<sup>[41]</sup>。为此,楼文高等<sup>[41]</sup>根据农业机械化发展水平的评价标准,提出了生成足够多人工神经网络训练样本、检验样本和测试样本的新方法,给出了区分农业机械化发展水平、程度的分界值,通过上述方法得到的神经网络模型具有更好的泛化能力,且不受网络初始权值的影响。运用训练后的神经网络评价模型对河南省1994年农业机械化发展水平的评价结果表明:与灰色-概率评估模型相比,该文建立的BP评价模型具有更好的客观性、通用性、实用性和容错性。何勇等<sup>[42]</sup>充分考虑了农业机械化发展的不确定性特征,在原有的多层次模糊综合评判的基础上,结合粗糙集理论和人工神经网络在信息处理方面的优势,提出了基于粗糙集理论与神经网络的农机化发展水平评估方法。该方法使用粗糙集理论简化评价指标体系,减少了数据需要量,极大地提高了神经网络的学习速度,提高了评价体系的可操作性和抗干扰能力。

## 1.6 在农机装备产品设计中的应用

由于农机装备产品设计的模糊性、多样性和复杂性,以及在知识获取、组织和表达等方面存在的困难,使得数量分析在农机装备设计中的应用遇到了一些问题。人工神经网络及模糊技术等的发展,为解决这些难题提供了新的途径。犁体曲面装配孔的位置精度要求很高,稍有偏差就会影响耕作效果。王建等<sup>[43]</sup>采用神经网络方法对二维平面节点与三维空间节点之间的关系进行了描述,建立了二者之间的网络映射矩阵,利用自适应学习率的BP网络进行了网络训练和仿真计算,结果表明,这种方法可以获得很高的定位精度,并已应用于ILF435犁体曲面的设计。赵宏伟等<sup>[44]</sup>利用BP网络成功实现了振动钻削知识的学习,较好地完成了振动钻削过程的仿真与参数优化,为农机制造智能化提供了新思路。周庆忠等<sup>[45]</sup>则将模糊综合评判法和灰色综合评估法相结合,提出了油料装备设计方案的灰色模糊综合评价模型。

## 2 存在问题与讨论

### 2.1 多方法研究结论的非一致性

对一个复杂对象的评价能否准确,不但受所遴选的专家群及描述被评价对象特征指标体系的影响,还受所选择评价方法的影响。单一方法是从不同的角度进行的综合评价,如果仅仅用一种方法进行评价,其结果很难令人信服<sup>[46]</sup>。但对同一对象运用多种方法分别进行评价时,其结论又存在差异,这主要是由于不同方法的评价机理和偏好不同。比如,在农机化管理水平评价中经常用到综合指数法、灰色评估理论、层次分析法、模糊评估法和BP神经网络,究竟那种研究的评价结果更合理,这个问题在现实中普遍存在,但至今还没有有效的解决办法。基于初步集成的综合评价方法无疑是很好的探索性研究,但其并未从方法论角度解决评价结论的非一致性问题<sup>[1]</sup>。因此,评价结论的非一致性是一个急需解决的问题。

### 2.2 针对性研究少

目前,在农机装备管理研究中,研究者往往只是将一些数量分析方法应用到该领域内,而很少有研究能够实现理论或方法的创新,其原因在于缺乏针对性研究。这就带来一个问题,即所用的方法能否真实地反映事物的本质。另一方面,由于方法的机理各异,对不同待研究领域有不同的适用度,而在选择评价方法时却没有一个准则可供参考。因而当决策者

忽略这些问题或前提条件而盲目照搬滥用时,它不仅不能为人们的管理活动提供科学而有益的帮助,甚至可能导致错误的分析结论。

### 2.3 定性与定量研究不能有效地结合

农机装备管理研究具有特殊性,如农机总动力的预测具有复杂的非线性关系<sup>[47]</sup>,如果不对农机总动力的影响因素进行定性分析,仅采用传统和单一的方法进行预测,其结果并不理想。文献[48]在充分进行定性分析的基础上,建立了适合农机总动力变化发展规律的组合模型,并取得了很好的效果。定性认识与定量认识在基础、形式、结构和功能方面存在差别,定量研究能够加深对农机装备管理问题的理解,但只有和良好的定性分析相结合,才能够更准确地揭示和描述问题的相互作用和发展趋势。

### 2.4 未及时追踪新的数量分析理论和方法

尽管系统的综合评价和预测等数量分析方法的研究,在农机装备管理中的应用已经初显成效,但仍然存在着研究方法单一、理论研究与实际应用脱节等问题,而且大部分研究还停留在“具体理论方法+实际应用案例”的阶段。对原有数量分析方法的机理研究和简单应用已经不能满足农机装备管理决策实践的需要。

## 3 研究展望

为了解决上述问题,农机装备管理研究应该从以下诸方面得到加强。

### 3.1 对现有方法加以改进和发展

文献[4]和文献[22]的研究特点是通过分析现有方法,找出其中的不足,然后对方法进行有针对性的改进,这种研究思路很值得借鉴。对数量分析理论方法的不断研究,并在此基础上根据其定量关系,探讨数量分析方法在农机装备管理中的有效应用,将极大地提高农机装备管理决策的水平,同时也为数量分析方法提供了更为广阔的应用空间。

### 3.2 加强对组合方法的研究

目前,在农机装备综合评价<sup>[11]</sup>、技术状态分析<sup>[14]</sup>、发展预测<sup>[35,36]</sup>、农机化管理<sup>[42]</sup>及产品设计中<sup>[45]</sup>,利用组合模型研究问题的思想正在逐步得到重视。通过方法的组合寻找更有效的解决途径,以消除单一方法产生的随机误差和系统偏差,进而解决多方法评价结论的非一致性问题。从目前对农机装备管理研究的效果来看,多种方法的结合使用将是农机装备管理研究的重要方向。

### 3.3 采用和探索新的数量分析方法

随着人工智能、遗传算法、基于实例的推理技术、可拓工程等现代数量分析手段和计算机技术的飞速发展,使得数量分析在农机化装备管理中仍然有很大的应用空间。目前,数量分析的研究(尤其在综合评价方面)正朝着方法模糊化、灰色化、智能化、动态化以及评价要素和价值链集成化的方向发展。只有不断追踪并应用这些新方法,接受新思想,同时对研究对象、外部环境、研究要求等综合要素有充分的认识,才能真正有效地提高我国农机装备管理决策的水平。

### 3.4 建立有效的计算机评价支持系统

根据从定性到定量的综合集成方法的基本思想<sup>[49-51]</sup>,可尝试将多方法组合、交互式思想同先进的技术方法综合起来,构建集成式、智能化、交互式决策支持系统,这种评价支持系统应综合评价对象集、评价目标集、评价人集、评价方法集及其他先进技术(如人工智能、知识工程、专家系统等)于一体,形成“人-机-评价对象”一体化模式,使评价工具有通用性、规范性、智能性、交互性等特征<sup>[52]</sup>,这种决策支持系统将是未来农机装备管理决策的前沿课题和发展方向。

### [参考文献]

- [1] 陈衍泰,陈国宏,李美娟.综合评价方法分类及研究进展[J].管理科学学报,2004,7(2):69-75.
- [2] 杨东升.经济分析中的预测方法评述[J].预测,1998(1):45-50.
- [3] 刘大维,杨印生,杨文志,等.层次分析法在拖拉机总体性能评价中的应用[J].农业机械学报,1994,25(1):96-99.
- [4] 张淑娟,何勇,葛晓锋,等.改进层次分析法用于农用运输车综合性能的评价[J].农业工程学报,2002,18(6):91-93.
- [5] 许泽水.关于层次分析法中几种标度的模拟评估[J].系统工程理论与实践,2000,20(7):58-62.
- [6] 敖长林,郑先哲,戴有忠,等.拖拉机使用可靠性模糊综合评价[J].农业机械学报,2004,35(4):84-87.
- [7] 衣淑娟,王金武.联合收获机液压油性能评价方法的研究[J].农业机械学报,2001,32(5):56-58.
- [8] 王志,阎楚良,牟仁生,等.联合收割机可靠性评价方法的探讨[J].农业机械学报,2002,33(5):51-53.
- [9] 易金根,王勇,江向阳.联合收割机的模糊综合评判[J].农业机械学报,2000,31(1):45-47.
- [10] 叶继昌,王登峰,杨印生,等.农业机械性能评价及选型专家系统的设计[J].农业机械学报,1995,26(1):11-14.
- [11] 王晓燕,乔金友,吴志跃.模糊综合评判法与参数投影寻踪评价模型在农机选型中的对比研究[J].农业系统科学与综合研究,2004,20(1):74-76.
- [12] 何勇,裘正军,冯雷.基于神经网络的柴油机技术状况评估仿真方法[J].农业机械学报,2002,33(5):1-3.
- [13] 王金武,衣淑娟,张兆国.履带拖拉机可靠性分析中故障规律的研究[J].农业工程学报,2001,17(2):104-106.
- [14] 李增芳,何勇.基于虚拟技术和灰色理论的发动机故障诊断专家系统[J].科技通报,2003,19(3):222-224.
- [15] 葛晓锋,陈素珊,何勇.基于图论和模糊数学的故障诊断新方法[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2001,27(4):465-468.
- [16] 郝庆升,王桂侠.农机经济寿命计算问题的探讨与商榷[J].农业机械学报,1998,29(3):169-171.
- [17] 王福林.农业机器经济寿命的研究现状及其分析[J].农业机械学报,1995,26(2):111-115.
- [18] 陈开考,郑文钟,曾平欧,等.大修制拖拉机合理更新期计算问题的研究[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2005,31(1):109-112.
- [19] 吴建民.小型拖拉机最佳更新时期的动态研究[J].农业工程学报,1998,14(2):78-81.
- [20] 郑文钟,陈开考,何勇.视情维修制拖拉机合理更新期计算方法的研究[J].农业机械学报,2003,34(4):63-65.
- [21] 吴建民.农业机器经济寿命的动态研究[J].农业工程学报,2000,16(4):28-31.
- [22] 王福林.农业机器折旧中的双倍余额递减法改进研究[J].农业机械学报,2003,34(4):66-67.
- [23] 王福林,董国荣.农业机器折旧中的双倍余额递减法若干问题的探讨[J].农业机械学报,1997,28(3):71-75.
- [24] 韩正晟.农业机器动态折旧的研究[J].农业机械学报,1996,27(3):99-102.
- [25] Kliner W E. Club to Bologna-strategies for the development of agricultural mechanization[J]. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, 1996, 27(1), 87-89.
- [26] 吴子岳,王耀华,朱亚东.农业机器完好率的灰色建模与预测[J].农业工程学报,1998,14(1):99-101.
- [27] 吴子岳,王耀华.农机经济完好率的理论模型及其应用[J].农业工程学报,1999,15(1):113-116.
- [28] 吴子岳.农场农业机器完好经济学的灰色研究与模块分析[D].南京:南京农业大学,1998:66-72.
- [29] 吴子岳,王耀华.大中型拖拉机完好率的灰色预测模型[J].南京农业大学学报,1999,22(3):95-98.
- [30] 晏国生,毕文平,李建玲.GM(1,1)-S灰色预测模型在农机发展预测分析中的应用[J].农业系统科学与综合研究,1991,7(3):171-174.
- [31] 李晓勤,王福林.农机产品市场容量的预测模型及应用[J].农机化研究,2004(1):198-199.
- [32] 关凯书,刘智军,陈锦铭,等.自适应性神经网络预测模型及其在农机动力需求预测中的应用[J].农业工程学报,1998,14(4):86-88.
- [33] 陈丽能,谢永良.基于BP神经网络的农机拥有量预测技术[J].农业机械学报,2001(1):118-121.

- [34] 张淑娟,何勇,荣亭,等. 山西省农机总动力需求的灰色-马尔柯夫预测模型[J]. 山西农业大学学报, 2001, 21(3): 299-302
- [35] 鲍一丹,吴燕萍,何勇. BP神经网络最优组合预测方法及其应用[J]. 农机化研究, 2004(3): 162-164
- [36] 李中才,黄晓东,刘冬梅. 黑龙江省农机总动力的组台预测研究[J]. 农机化研究, 2002(2): 23-24
- [37] 杨敏丽,白人朴. 中国农业机械化财政投入分析[J]. 农业机械学报, 2004, 35(5): 94-97
- [38] 吴子岳,王耀华. 农场农业机械化程度影响因素的多维灰评估[J]. 农业工程学报, 1997, 13(4): 8-12
- [39] 李炳军,朱永达,万鹤群. 农业机械化发展水平的概率-灰色评估方法及应用[J]. 农业工程学报, 1997, 13(3): 21-26
- [40] 葛晓锋,应霞芳,裘正军,等. 一种新的农业机械化评估方法及其应用[J]. 上海交通大学学报: 农业科学版, 2002, 20(2): 161-165
- [41] 楼文高,王延政. 农业机械化发展水平的人工神经网络评价模型[J]. 农业机械学报, 2003, 34(3): 58-61
- [42] 何勇,冯雷,吴春霞. 基于粗糙集与神经网络的农机化发展水平评估方法[J]. 农业机械学报, 2004, 35(2): 100-103
- [43] 王建,王京春,高峰,等. 犁体曲面装配孔精确定位的神经网络方法[J]. 农业机械学报, 2004, 35(4): 44-46
- [44] 赵宏伟,臧雪柏,张旭莉,等. 微小孔振动钻削神经网络仿真[J]. 农业工程学报, 2000, 16(6): 138-140
- [45] 周庆忠,刘朝刚. 油料装备设计方案的灰色模糊综合评价[J]. 农业机械学报, 2003, 34(1): 70-72
- [46] 陈国宏,李美娟,陈衍泰. 单一方法评价结论漂移性的测度研究[J]. 中国工程科学, 2004, 6(3): 58-63
- [47] 陈丽能,谢永良,陈秉钧. 农机产品拥有量的非线性特性研究[J]. 农业工程学报, 1999, 15(2): 98-102
- [48] 朱瑞祥,黄玉祥,杨晓辉. 用灰色神经网络组合模型预测农机总动力发展[J]. 农业工程学报, 2006, 22(2): 107-110
- [49] 钱学森,于景元,戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志, 1990, 13(1): 3-10
- [50] 许国志,顾基发,车宏安. 系统科学[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2000
- [51] Cowan G A, Pines D, Meltzer D, et al. Complexity: nbtaphors, methods and reality[M]. Washington: Addison-Wesley Press, 1994
- [52] Fusun U lengin, Topcu Y, Ilker, Sule Onsel Sahin. An integrated decision aid system for bosphrus water-crossing problem [J]. European Journal of Operational Research, 2001, 134: 179-192

## Development in the application of numerical analysis to agricultural equipment management in China

HUANG Yu-xiang<sup>1</sup>, ZHU Rui-xiang<sup>1</sup>, GUO Kang-guan<sup>1</sup>, YANG Xiao-hui<sup>2</sup>, LIUM ing-guang<sup>1</sup>

(1 College of Mechanical and Electronic, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 College of Information Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** This paper reviewed current application situation of numerical analysis in agricultural equipment management including comprehensive evaluation, condition diagnosis, equipment replacement, forecast, equipment management and product design. After pointing out the existing problems in application, the paper put forward four opinions, i.e., improving and developing method in existence, strengthening the research of combined evaluation, adopting and searching new methods and setting up an effective computer support system of evaluation.

**Key words:** numerical analysis; agricultural equipment; management level