



农业机器系统 状态仿真与更新决策研究

李中才 李莉鸿 张漪◎著

中国农业出版社
中国图书馆分类号
S22-39
ISBN 7-109-05111-1
2006年1月第1版
2006年1月第1次印刷
16开
320页
定价：35.00元

 中国农业出版社

农业机器系统状态仿真 与更新决策研究

李中才 李莉鸿 张 漪 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农业机器系统状态仿真与更新决策研究/李中才,
李莉鸿, 张漪著. —北京: 中国农业出版社, 2011.5
ISBN 978-7-109-15623-4

I. ①农… II. ①李…②李…③张… III. ①农业机
械—系统仿真②农业机械—设备更新 IV. ①S22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 073431 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 刘明昌

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 7.25

字数: 206 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 25.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

农业机器系统是指在农业生产过程中需要的各种动力机器和作业机械的有机组合,是实现特定功能的总体。农业机器系统在农业生产中占有重要地位,它是实现农业生产的重要的物质技术基础之一,也是现代化农业的重要标志之一。

农业机械化发展的不同历史阶段,存在不同的主要矛盾。提高农业机械化的经济效益是当前农机化发展中的一个主要矛盾。这个问题的解决,涉及许多方面,其中农业机械的更新换代是一个核心问题。随着农机工业的发展,我国已经进入农机产品供过于求的新阶段,同时,我国农机化经历 50 多年的发展,有一部分机器面临着更新换代。因此,农业机器更新换代问题有必要进一步深入研究。

本书是作者参与的教育部优秀青年教师资助的项目(项目编号:教人司[2002]40号)研究成果。全书系统研究了农业机器系统状态转移规律以及更新决策方法,具体包括:农业机器更新的重要意义和迫切性;农业机器系统的稳定性、能观性和能控性;无大修农业机器累计油料费、维修费的预测方法;农业机器经济寿命计算时的目标选择;农业机器系统中,某一机型平均经济寿命的计算方法;农业机器更新的技术经济效益评价;农业机器系统更新决策的决策方法;开发农业机器系统更新决策支持系统。

本书的主要创新:

(1) 描述了农业机器系统状态的演化过程,阐述了农业机器系统状态演化的基本规律,建立了农业机器系统演化的连续和离

散的数学模型。

(2) 对农业机器系统的稳定性、能观性和能控性进行了深入研究,并推导出农业机器系统稳定、能观和能控成立的必要条件。

(3) 在农业机器更新相关指标的预测和数值拟合中,应用了改进的实数遗传算法,避免了传统算法的局部收敛的干扰,提高了数值拟合的精度。

(4) 系统地研究了农业机械的技术经济指标的获取和处理方法。应用多维超椭球面方法来剔除异常数据,与单指标异常数据的剔除方法相比,更具有合理性;对现有农机统计报表内容的革新,丰富了农机统计报表的内涵,能够更加真实地反映农业机械的技术经济指标的变化规律。

(5) 系统地提出农业机器系统更新决策的方法和决策流程,以数据库和 VB、Matlab 高级语言为技术手段,实现了计算机自动生成农业机器系统更新决策的计算模型。

(6) 设计了农业机器系统更新决策支持系统,该系统中包含了数据管理模块、参数估计模块、计算经济寿命模块、单台设备更新模块、系统更新模块和系统状态仿真模块等。它的开发加速了农业机器更新向科学化、决策化方向发展进程。

(7) 通过对黑龙江省绥棱农场的农业机器系统更新决策的分析,证明该系统具有人—机对话功能,能够快速、准确地做出决策,是农机管理部门对农机更新决策的有益助手。

本书在注重数学模型与方法研究的同时,又进行了较多的实证研究分析,具有一定的适用性与可操作性。

由于作者水平有限,书中出现的错误与不妥之处,敬请读者批评指正。

摘 要

农业机械化是农业现代化的重要组成部分，其根本任务是用各种动力和配套农具装备农业，从事农业生产，提高农业劳动生产率、土地产出率，提高资源利用率，以减轻农民劳动强度，促进农村经济繁荣。

本书阐述了农业机器更新的重要意义和迫切性。积极推进机器更新换代，可以形成较大的机器作业能力，提高机器作业质量，降低机器的经营费用，提高机器运行的综合效果。通过阅读相关文献，发现关于这方面的研究尚存在一些需要进一步研究的问题。本书对农业机器系统演化规律及仿真问题，农业机器系统的稳定性、能观性和能控性问题，无大修农业机器累计油料费、维修费的预测方法，农业机器经济寿命计算时的目标选择，农业机器系统中某一机型平均经济寿命的计算方法，农业机器更新的技术经济效果评价，农业机器系统更新决策的决策方法，开发农业机器系统更新决策支持系统等问题进行了深入研究。

通过研究和借鉴已有的科研成果，取得了一些较新的成果。这些成果主要有：提出了农业机器系统的状态转移原理；完成了农业机器状态仿真软件的开发；给出了农业机器系统的稳定性、能控性和能观性定义，分别对农业机器系统的稳定、能控和能观成立的条件给予了证明，揭示了农业机器系统的内部规律。本书把改进的实数遗传算法应用到农业机器有关指标预测问题中，并以修正指数模型为例，求得的模型精度较高，证实了改进的实数遗传算法能够较好地解决多个参数估计问题，从而进一步提高了农业机器有关指标预测的精度。把逻辑斯梯模型、线性回归模

型、指数模型构建成组合预测模型，精度优于单个模型。系统地研究了农业机器的技术经济指标的获取和处理方法，应用多维超椭圆方法来剔除异常数据，与单指标异常数据的剔除方法相比，更具有合理性。对现有农机统计报表内容的革新，丰富了农机统计报表的内涵，能够更加真实地反映农业机器的技术经济指标的变化规律。对计算农业机器平均经济寿命的基本方法进行了归纳，在此基础上，对这些方法进行了对比分析。提出了农业机器系统更新决策模型和决策方法，即单台机器更新决策方法和机器系统更新决策方法，对农业机器系统更新决策进行了较深入、系统地研究。应用提出的农业机器系统更新决策理论，结合黑龙江省绥棱农场的农业机器系统的实际，开发了农业机器系统更新决策支持系统，为较系统地解决农业机器更新换代问题提供了一个应用软件。最后以黑龙江省绥棱农场的农业机器系统为实证分析对象，进一步证实了所提出的有关农业机器系统更新换代的理论和方法的正确性，验证了农业机器系统更新决策支持系统的正确性和稳定性。

研究的特点是多学科交叉，各种方法和技术综合应用。以农业机器状态仿真和更新决策为主线，同时开展相关问题的研究，研究成果不仅可发展和完善农业机器系统更新换代理论，填补该问题进行系统研究的空白，而且还可以在各级农机部门和生产单位推广应用，为制定农业机器更新换代规划和政策提供科学依据，使有限的资金发挥最大的效益。

采用理论分析和实际应用相结合，综合应用农机化工程理论、技术经济学、优化理论、决策支持系统等原理，对农业机器系统更新换代策略及仿真问题进行了全面的研究。

目 录

前言

摘要

第 1 章 绪论	1
1.1 选题的意义	1
1.1.1 研究农业机器系统的更新决策理论及方法是农业机械化 管理的重要内容,是农业机械化理论发展的需要	1
1.1.2 研究农业机器系统的更新决策是农机运用的生产实践 提出的迫切任务	2
1.1.3 研究农业机器系统的更新决策有助于促进农机系统的 协调发展	4
1.2 国内外研究现状	5
1.2.1 国内对农业机器系统更新决策的研究现状	5
1.2.2 国外对农业机器系统更新决策的研究现状	7
1.3 主要研究内容	11
第 2 章 农业机器系统状态转移原理及其规律探讨	13
2.1 农业机器系统状态转移原理	13
2.2 连续的农业机器系统状态演化方程	14
2.3 离散的农业机器系统状态演化方程	18
2.4 连续农业机器系统演化方程的解	21
2.5 农业机器系统中的更新函数	22
2.6 农业机器系统报废率函数	23

第 3 章 农业机器系统特性的动态分析	25
3.1 农业机器系统的传递函数	25
3.2 农业机器系统的能观性	27
3.2.1 能观性的定义	27
3.2.2 能观性的判断依据	28
3.2.3 农业机器系统能观性	28
3.3 农业机器系统的能控性	31
3.3.1 能控性的定义	31
3.3.2 能控性的判断依据	31
3.3.3 农业机器系统能控性	32
3.4 农业机器系统稳定性	33
3.4.1 农业机器系统的稳定性概念	33
3.4.2 离散农业机器系统方程的稳定性	34
第 4 章 农业机器更新有关指标的预测方法研究	36
4.1 改进的遗传算法在农业机器有关指标参数估计中的应用	36
4.1.1 遗传算法的基本思想	36
4.1.2 改进的实数遗传算法	37
4.1.3 改进的实数遗传算法用于参数估计实施的步骤	41
4.2 组合预测模型	42
4.2.1 组合预测模型的建立	44
4.2.2 最优加权法的数学模型	44
4.3 回归分析预测方法	47
4.3.1 “回归”的含义	47
4.3.2 回归分析和相关分析	47
4.3.3 回归模型的种类	49
4.3.4 一元线性回归预测法	50
4.3.5 多元线性回归预测法	54

第 5 章 农业机器系统中某一机型平均经济寿命的研究	57
5.1 农业机器的磨损和寿命	57
5.1.1 农业机器的磨损	57
5.1.2 农业机器的寿命	60
5.2 某一机型平均经济寿命计算方法的研究	61
5.2.1 农业机器经济寿命计算时的目标选择问题	61
5.2.2 某一机型平均经济寿命计算方法	62
5.3 农业机器经济寿命计算方法的比较	66
5.3.1 静态方法与动态方法	66
5.3.2 列表法与解析方法	66
5.3.3 劣化值法与静态年均费用最小法	67
5.3.4 费用最小法、收益最大法与相对收益率法	67
第 6 章 农业机器更新经济效果评价	68
6.1 超过经济寿命若干年的农业机器, 如果继续使用, 与用新机器取代相比各年造成损失的计算方法	68
6.1.1 计算经济寿命时, 以单位工作量费用最小为目标, 计算经济损失	68
6.1.2 计算经济寿命时, 以年均单台纯收益最大为目标, 计算经济损失	69
6.1.3 计算经济寿命时, 以年均单位工作量纯收益最大为 目标, 计算经济损失	69
6.2 农业机器更新经济效果评价	70
6.2.1 经济效果的概念和内容	70
6.2.2 农业机器更新经济效果的内容	71
6.2.3 农业机器更新经济效果指标体系	72
第 7 章 农业机器系统更新决策的研究	77
7.1 农业机器更新的含义与存在问题	77

7.1.1 农业机器更新的含义	77
7.1.2 农业机器系统更新中存在的问题	77
7.2 农业机器系统更新决策定性分析	78
7.2.1 更新时机和更新方式	78
7.2.2 农业机器更新需要遵循的原则	78
7.3 农业机器更新决策定量分析	79
7.3.1 以经济寿命决定农业机器更新时机和方式	79
7.3.2 未达到经济寿命的农业机器更新	79
7.3.3 动态规划方法在农业机器更新中的应用	80
7.4 农业机器系统更新决策分析	85
7.4.1 目标函数	85
7.4.2 约束条件	85
7.4.3 农业机器系统更新决策的实现流程	86
第 8 章 农业机器更新决策支持系统	89
8.1 决策支持系统概述	89
8.1.1 决策支持系统的概念与特点	89
8.1.2 决策支持系统的基本模式	91
8.1.3 决策支持系统的结构	92
8.2 系统开发环境	93
8.3 绥棱农场农业机器系统更新决策支持系统的 总体设计	93
8.3.1 系统设计中遵循的原则	93
8.3.2 农业机器系统更新决策支持系统的运行结构	94
8.3.3 绥棱农场农业机器系统更新决策支持系统的设计	96
第 9 章 实证分析	104
9.1 绥棱农场概况	104
9.1.1 地理位置、地形、地貌	104
9.1.2 土壤结构	104
9.1.3 土地资源	105

9.1.4 气候资源	106
9.1.5 自然资源	107
9.1.6 农业发展现状	107
9.2 绥棱农场农业机器系统的现状及存在的问题	109
9.2.1 绥棱农场农业机器系统的现状	109
9.2.2 绥棱农场农业机器系统存在的问题	112
9.3 绥棱农场农业机器系统的状态仿真	113
9.3.1 影响绥棱农场农业机器系统状态演化的因素分析	113
9.3.2 动态仿真模型的建立	115
9.3.3 有关参数的确定	121
9.3.4 绥棱农场农业机器系统状态演化的仿真结果	121
9.4 绥棱农场农业机器系统的更新决策研究	124
9.4.1 农业机器的技术经济指标的获取与处理	124
9.4.2 绥棱农场农业机械的平均经济寿命	130
9.4.3 绥棱农场农业机器系统更新换代决策分析	140
第 10 章 结论	142
附录 决策支持系统的几个模块源代码	144
参考文献	210
后记	217

第1章 绪 论

1.1 选题的意义

农业机器系统是指完成农业生产过程中需要的各种动力机器和作业机械的有机组合,实现特定功能的总体(陈忠慧,1991)。农业机械在农业生产中占有重要地位,它是实现农业生产的重要的物质基础之一,也是现代化农业的重要标志之一。

在生产实际中,人们比较关心在给定资金约束条件下,采取怎样的更新策略才能使机器系统获得最佳的经济效益的问题。但是,目前关于这方面的研究还不深入,没有从整个系统的角度来开展。因此,研究农业机器系统仿真与更新决策具有重要的理论价值和现实意义。

1.1.1 研究农业机器系统的更新决策理论及方法是农业机械化管理的重要内容,是农业机械化理论发展的需要

农业机械化的定义是用机器逐步代替人、畜力进行农业生产的技术改造和经济发展过程(余友泰,1998)。农业机械化是农业现代化的重要组成部分,其根本任务是用各种动力和配套农具装备农业,从事农业生产,提高农业劳动生产率、土地产出率,提高资源利用率,以减轻农民劳动强度,促进农村经济繁荣。农业机械化主要任务可以表述为:在农业生产中提供获得较高经济效益的运用机器的理论和方法,运用现代科学技术和各种经济、行政手段,对农业机械化生产经营活动

进行有效的监督和调节,充分发挥农业机器效能,以最少的消耗取得最大的经济效益。农业机械化管理的目的是探索和揭示在农业生产中科学地运用农业机械的规律和方法。它的研究对象是动力机器和作业机械组成的机群以及机群的作业过程。

农业机器系统更新决策理论及方法的研究,处于农业机械化管理的宏观层面上。研究机器系统的状态演化规律及计算机仿真,有助于揭示机器系统的内部结构特征,有助于监控和预测机器系统的状态和发展趋势。研究农业机器系统的稳定性、能观性和能控性,有助于揭示农业机器系统规律,为农业机器系统的状态控制和优化决策奠定理论基础。该研究揭示了机群的演化规律及机群特征,并且对农业机器更新做出了科学的决策。在此基础上开发了农业机器系统更新决策支持系统软件,可以进一步提高农业机械化管理的科学性。因此对农业机器系统更新理论的深入研究是农机化发展的要求,是农业机械化管理理论发展的要求,需要认真研究(高焕文,1999)。

1.1.2 研究农业机器系统的更新决策是农机运用的生产实践提出的迫切任务

随着我国农机化事业的不断发展,主要的农业机械拥有量在逐年增加。我国农业机械总动力从1978—2001年增加了8.7倍,平均年增长16.03%。拖拉机台数增加6.4倍,平均增加27.94%。其中大中型拖拉机台数增加4倍,年平均增长为7.4%,增长幅度较小,而小型拖拉机增长8.6倍,年平均增长37.53%,增长幅度较大。相应的大中型配套农具年平均增长1.05%,增长幅度缓慢;联合收割机拥有量增长了13.9倍,年平均增长30.59%。农用载重汽车从1978—2000年,增长了11.57倍,年平均增长52.58%。但是,按农业部门统计,

在1972—2000年间大中型拖拉机的更新比例为17.5%、小型拖拉机的更新比例为10.8%，而自然淘汰率分别为3.6%和3.4%。1981—2000年间平均自然淘汰率，大中型拖拉机为0.8%、小型拖拉机为0.3%。从这些数据中可以看出，我国农业机械的更新问题在很长一段时间内，在理论和实践上，没有引起农业机械的管理部门与生产单位的高度重视（戴有忠，1996）。特别是近些年，新增加的拖拉机多数用来扩充保有量而不是用于更新。实践证明，超期服役的机器在农业生产上大量存在，并且给农业生产带来极大隐患。我国农用拖拉机由于服务期过长，技术状态日趋恶化，功率下降，耗油超标，故障率上升。例如全国对47万台小型拖拉机检测，平均功率比标准值低20%，耗油率超标准值28.1%。因此造成生产效率明显下降和年度平均总费用急剧上升，从而使经济效益大幅度下降。大量超期服役或技术落后的农业机器在使用，无论对于农民、农业生产，还是对农机工业部门、国家都是不利的。这种情况的产生，很大程度是由于传统管理忽视价值观念，不讲究技术进步和经济效益，多年来把延长农业机械的使用寿命当成是农机运用追求的主要目标之一，很少去研究农业机器延期使用后的经济效果，长期以来靠维修而不是科学更新所造成的，以及当前农村对农业机器淘汰更新认识不足，加上更新资金短缺，给农业机器更新带来了较大困难。同时我国的农业生产方式的转变，极大地影响了大中型农业机械的发展和更新。

因此，对于超期服役的农业机器如何更新，是一项需要进一步深入研究的课题。我国农机化的现状迫切需要更新理论做指导，即适时监控机群状态演化过程的理论及方法，对机群做出科学的更新决策的理论及方法。针对农机化生产的实际情况，深入研究了机器系统的固有规律，科学制定机器系统的更新决策，其目的是更好地服务于我国的农业机械化事业。

1.1.3 研究农业机器系统的更新决策有助于促进农机系统的协调发展

首先,研究农业机器系统的更新决策有助于促进农业机器系统的协调发展。农业机器系统是一个系统概念,它是由一些相互衔接、密切联系的诸要素集合而成的综合体,目的在于完成农业生产力置换这一基本功能。农业机器系统内部匹配要求协调,才能够发挥最大效能。对于机群状态演化和更新的研究,有助于调控机群内部比例关系,使之达到最优组合。另外,农业机器系统还要与环境条件协调发展。农业机器系统是一个开放的系统,要与环境系统之间发生关系。本书的研究有助于促进农业机器系统和环境系统协调,改善农业机器系统的结构,逐步适应农业种植结构的调整,做到与农业大系统协调发展。

其次,研究农业机器系统的更新决策有助于促进与农机工业系统的协调发展。农机工业为农机化事业提供大量的机具装备,是农机化的技术保证。农机工业规模大小与农机需求有直接关系,二者客观上需要协调发展。农机工业所生产的机器数量和型号,最终要满足农业生产,要符合农机化发展的固有规律性。反之,农机更新违背客观规律,就会阻碍农机工业的发展,造成农机产品销售不畅。本书提出的有关机群的状态演化原理、对机群的未来发展趋势的预测方法,对于农机工业的发展规模和产品结构的调整,具有指导和预测功能。

研究的目的是针对农业机器系统,研究它的状态演化方程及计算机仿真,揭示农业机器系统规律;研究农业机器系统经营维护成本随机龄变化规律,研究农业机器系统更新决策的理论和方法,开发农业机器系统更新决策支持系统,以提高农业机器系统的技术经济性。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国内对农业机器系统更新决策的研究现状

我国对农业机器更新决策的研究最早始于20世纪70年代,当时研究的重点是机器的折旧和使用费用,关于使用费用的研究,主要是针对某一个地区某一机型的研究。20世纪70年代至80年代初,随着农业机械化事业的发展,农业机器更新换代方面的研究重点主要是研究农业机器的经济寿命。

20世纪80年代研究的重点,一是机器更新政策和方法。例如由原农牧渔业部组织的“农用拖拉机、柴油机更新政策和实施方法研究”课题组,对此问题进行了深入研究,并且获得了非常有价值的科研成果,其主要成果有,农垦系统农用拖拉机更新政策和实施方法研究报告,湖北省农用拖拉机、柴油机更新政策和实施方法研究报告,“众抬一”更新资金筹集办法,农用拖拉机、柴油机禁用与报废技术标准分析,关于提高农用拖拉机和柴油机折旧率的若干建议,安徽省手扶拖拉机更新政策和实施方法研究报告,浙江省手扶拖拉机及S195柴油机更新政策和实施方法研究报告。二是研究农业机器的经济寿命。多是针对某一地区某一机型的研究,也有文献提及更新换代的经济效果及其评价问题,例如1990年我国对大中型农用拖拉机更新换代政策实施方案进行了研究,但未作深入探讨。

20世纪90年代,对农机更新问题的研究重点是农业机器的经济寿命和更新换代经济效果问题(Wang Fulin, 1992; 王福林, 1995; 王福林, 2002)。比较有影响的研究部门是北京农业大学、沈阳农业大学、原东北农学院农业工程系等部门。比较有影响的研究学者有农机专家余友泰,北京农业大学工程学院高焕文教授、陈济勤教授,浙江农业大学高增来教授,沈阳农业