

# 数学模型理论在现代农业中的应用

董霞

(滨州职业学院, 山东 滨州 256600)

**摘要:**随着我国现代农业理论的发展,数学模型理论在现代农业理论中的重要性日益凸显。农业数学模型正在成为现代农业的科学运算基础与核心技术。通过分析3种现代农业数学模型在生产中的应用情况,树立现代农业的数学模型观,提高数学模型指导农业生产的认知程度,为形成现代农业的数学模型理论创新构想提供思路。

**关键词:**现代农业;数学模型;理论构想

**中图分类号:**S11 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)12-0109-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.12.0109

相对于传统农业而言,现代农业是广泛应用现代科学技术手段、以及现代工业提供的生产资料,配合科学的管理方法进行的社会化农业。全球化定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、连续数据采集传感器系统(DSS)等现代高新技术广泛应用到现代农业中。同时利用现代科学技术获取作物产量及影响作物生长的环境因素等信息,并分析引起产量差异的原因,从而采取有效的调控措施<sup>[1]</sup>。

现代农业的各个部门都应全面地实现数字化与网格化管理。各种农业过程也都要应用数学模型以数字的形式表达,从而实现农业的高效率、农产品的高质量,更好地满足人们的需要,更有效地保护农业环境,最终实现农业现代化和可持续发展<sup>[2-3]</sup>。

## 1 现代农业中的数学模型及数学模型思想

应用农业数学模型使数字化深入到各个农业过程,将农业科学从经验水平提高到理论水平,从而对农业做出各种优化与决策。主要涉及概率统计、最优化数学、非线性数学和计算数学4个方面。应用运筹学中的数学规划方法对农业问题建立数学模型,第一要应用数学思维方法;第二要使数学模型模块化、标准化,为现代农业模拟优化决

策提供全面的数学模型支持。利用单纯形法可以求出线性规划问题的最优解,但由于影响农业各种条件的复杂性,所涉及到的决策变量和约束条件的增多,使得人工解决问题受到了限制,随着信息化的发展,利用计算机建立数学模型成为了解决此类问题的一个很好的方法。使得线性规划等数学模型在现代农业生产中得到了广泛应用。

## 2 数学模型在现代农业生产中的应用

### 2.1 现代农业的线性规划数学模型

线性规划数学模型是利用线性规划解决现代农业的数字化建设中的首要环节。在模型运用中要明确目的要求和已知与未知条件及其关系,所求解的目标可以理解为最大化和最小化问题。鉴于农业生产问题的复杂性,一些已知数据基本上是通过实际调查、统计资料和试验得到的,同时需要多次验证,获得准确的数据资料。可以通过3个步骤建立线性数学模型,一是根据农业生产问题的需要确定决策变量;二是明确农业生产问题所追求的目标,建立目标函数;三是明确农业生产问题中所有的约束条件,建立约束方程组。

例如,作物水肥供应模型,就是一个农业线性规划数学模型。该模型是以作物需水需肥规律、气候条件、土壤参数为依据,建立的线性规划数学模型。该模型决策变量为供应的水肥量,供应给作物的水肥量做为目标函数,根据约束条件确定该模型作物的需水需肥最大值和最小值。该模型的约束条件为栽培土壤或基质的水肥状况、作物每个生育期的需水需肥状况、天气状况3个约束条件。

收稿日期:2017-10-17

基金项目:山东省高校科技计划资助项目(J17KB114);滨州市软科学研究计划资助项目(2016BRK15)

作者简介:董霞(1980-),女,山东省邹平县人,硕士,统计师,从事数学模型的建立及应用方面的研究。E-mail:1443367029@qq.com。

其数学模型可表示为<sup>[4]</sup>：

$$\max(\min)S = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

目标函数和约束条件为：

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leqslant (\geqslant) b_i, i = 1, 2, \dots, m \\ x_j \geqslant 0, j = 1, 2, 3, \dots, m \end{cases}$$

其中,  $a_{ij}b_ic_j$  均为常数,  $x_j$  为决策变量。  $a_{ij}b_ic_j$  是通过调查、统计资料和试验得到的; 其决策变量  $x_j$  是通过传感系统得到的数据, 经过处理把此模型输入计算机, 通过计算机技术求得每个生育期  $S$  的需水需肥最大值和最小值, 指示设备开启自动化水肥管理, 达到作物肥水的按需供应, 因地制宜的目的。

利用线性规划模型, 在计算机的帮助下, 计算具体作物在各种约束条件下的需水、需肥的临界值  $S$ , 即最大值和最小值, 计算中需要很多数学作为演算的依据, 这些数据目前一般都是通过传感系统(DSS)得到的。但目前各种传感设备的精确度还停留在一定范围, 对数据会产生一定影响, 作物灌溉及施肥的精确度上离模型设计的初衷有一定差距。受以上影响, 目前利用数学模型建成的作物水肥供应设备, 都是数学模型理论指导和作物经验管理办法相结合的装置。因此, 在利用数学模型理论处理该问题时, 还需要一些传感数据更高的精确度、传感技术的进一步完备, 才能够发挥数学模型的真实作用。

## 2.2 现代农业的多目标规划模型

多目标规划模型在现代农业中主要应用于解决具有多个目标函数的复杂问题, 常被应用于循环农业的模型建造及高效农业的模型建造上, 通过模型计算, 寻找最佳农业循环模式及经济效益、社会效益和生态效益最高化的高效农业模式。其模型是由两部分组成, 即目标函数和约束条件。

其数学模型描写为如下形式<sup>[5]</sup>：

$$\text{Max}(\min)Z = AX$$

$$BX \leqslant b$$

式中:  $X$  为  $n$  维决策变量向量;  $A$  为  $k \times n$  矩阵, 即目标函数系数矩阵;  $B$  为  $m \times n$  矩阵, 即约束方程系数矩阵;  $b$  为  $m$  维的向量, 约束向量。

在模型的数据处理中, 利用计算机技术, 导入

数据, 开展大数据处理, 大大提高了计算速度和准确度, 使得多目标规划模型得到了广泛的应用。该模型需要庞大的数据作为基础, 其数据绝大部分来源于试验研究及长期的调查研究, 工作量大, 周期长。

例如, 在研究香菇循环生产模式时, 建立的多目标数学模型<sup>[5]</sup>：

$$\min Z = \sum_{k=1}^K p_k \sum_{l=1}^L (\omega_{kl}^+ d_l^- + \omega_{kl}^- d_l^+) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n c_j^{(l)} x_j + d_l^- - d_l^+ = g_l, (l = 1, 2, \dots, L) \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leqslant (=, \geqslant) b_i, (i = 1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

$$x_j \geqslant 0, (j = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

$$d_l^+, d_l^- \geqslant 0, (l = 1, 2, \dots, L) \quad (5)$$

$\omega_{kl}^+, \omega_{kl}^-$  分别为赋予  $p_l$  优先因子的第  $k$  个目标正、负偏差变量的权系数,  $g_k$  为第  $k$  个目标的预期值;  $x_j$  为决策变量,  $d_k^+, d_k^-$  分别为第  $k$  个目标的正、负偏差量, (1) 式为目标函数, (2) 式为目标约束, (3) 式为绝对约束, (4) 式和 (5) 式为非负约束,  $c_j^{(k)}, a_{ij}, b_i$  分别为目标约束和绝对约束中决策变量的系数以及约束值。其中,  $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; l = 1, 2, \dots, L; k = 1, 2, \dots, K$ 。  $L$  为目标, 分别是资源消耗、资源利用、香菇产量、香菇品质、经济效益;  $K$  为优先级 ( $K \leqslant L$ ), 分别是资源消耗、资源利用;  $n$  为变量, 是培养料配方。

在该数学模型中, 目标  $L$  涉及的目标就有资源消耗、资源利用、香菇产量、香菇品质、经济效益五个目标, 每个目标都是由多个试验得到的数据作为支撑; 优选级  $K$  是在目标  $L$  中作为优先级来处理的; 变量  $n$  是香菇生产培养料的配方, 为提高目标  $L$  和优选级  $K$  结论的实用性, 找到最适的生产配方,  $n$  的设置一般是要大于 5 个以上。

## 2.3 农业的时段模拟数学模型

农业时段数学模型主要应用于研究农业干旱<sup>[6]</sup>、作物能量转化、农业设施阳光接收情况等方面的研究。在研究中分时段对研究对象进行研究, 获得农业生产中最佳的技术措施和参数, 指导农业生产。该模型需要借助传感系统等工具准确

地不断记录时段内的各项数据,通过计算机技术,对数据模型进行处理,得到最佳处理方式。

例如:日光温室阳光接收情况时段模拟数学模型

$$W_{i+1} = W_i - F_i$$

其中,  $W_{i+1}$ 、 $W_i$  为  $i$  时段初、末太阳直射光量,  $F_i$  为塑料薄膜的反射光量。

该模型用来研究日光温室建造结构的合理性,在研究中  $i$  数段一般定为 1~5 min,获得数据的方式是采用连续数据采集传感器系统(DSS)获得阳光直射量和薄膜发射量。然后把数据汇集,利用计算机技术处理数据,获得日光温室的最佳建造构造。但在数据收集过程中采用的是连续数据采集传感器系统(DSS),由于传感器在测试中存在一定误差,数据的准确性存在一定偏差,因此,模型的实用性受到一定限制。

### 3 结语

现代农业是通过数学模型对其全面数字化,借助先进的全球化定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、连续数据采集传感器系统(DSS)等现代高新技术,在计算机大数据处理下,实现的一种先进高效、低碳、环保的和谐农业;现代农业是在数学模型定框,全球化定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、连续数据采集传感器系统(DSS)获得数据,计算机数据处理,获得有效农业生产途径的一项系统体系;逐步形成了集多个学科为一体的新的理论体系。实践证明,对结构复杂,变量多的农

业生产或农业工程问题,采用线性规划模型和投入产出模型相结合的方式建立适用的数学模型;对目标多,复杂程度大,约束条件多,变量数据复杂的农业生产或农业工程,采用多目标规划数学模型,能够找到最适合的农业生产模式与途径,能够实现农业的高效运行。在建立模型中,虽然重视了各项参数的调整,但在飞速发展的信息时代,如何适时反映并调整模型参数,还需要继续加以研究<sup>[7]</sup>。

### 参考文献:

- [1] Akridge J T. Precision Agricultural services and enhanced seed dealership survey results[M]. Purdue:Center for Agricultural Business,2000.
- [2] Houghton A M,Knight B E A. Precision farming: farmers and commercial opportunities across Europe[J]. Proceedings of British Crop Protection Council, 1996 (3): 1121-1126.
- [3] McKinion J M,Jenkins J N,Akins D,etal. Analysis of a precision agriculture approach to cotton production[J]. Computers and Electronics in Agriculture,2001,32:213-228.
- [4] Iver Thysen. Agriculture in the information society[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 2000, 76: 297-303.
- [5] 张耀中. 区域循环经济数学模型与发展规划案例研究[D]. 厦门:厦门大学,2007.
- [6] 顾颖, 咎霞. 农业干旱模型研究[J]. 水科学进展,1993, 4(4):253-259.
- [7] 闫广州, 张丽娜. 数学建模在现代精准农业中的应用[J]. 农机化研究,2009(7):207-209.

## Application of Mathematical Model Theory in Modern Agriculture

DONG Xia

(Binzhou Vocational College,Binzhou,Shandong 256600)

**Abstract:** With the development of modern agricultural theory in our country, the theory of mathematical model is becoming more and more important. Agricultural mathematical model is becoming the scientific basis and core technology of modern agriculture. Therefore, through the analysis of three kinds of modern agricultural model, a mathematical model of modern agriculture had been set up, and the cognitive degree of agriculture was improved by the mathematical model. It provided a way of thinking for the formation of mathematical model theory innovation conception of modern agriculture.

**Keywords:** modern agricultural; mathematical model; theory conception