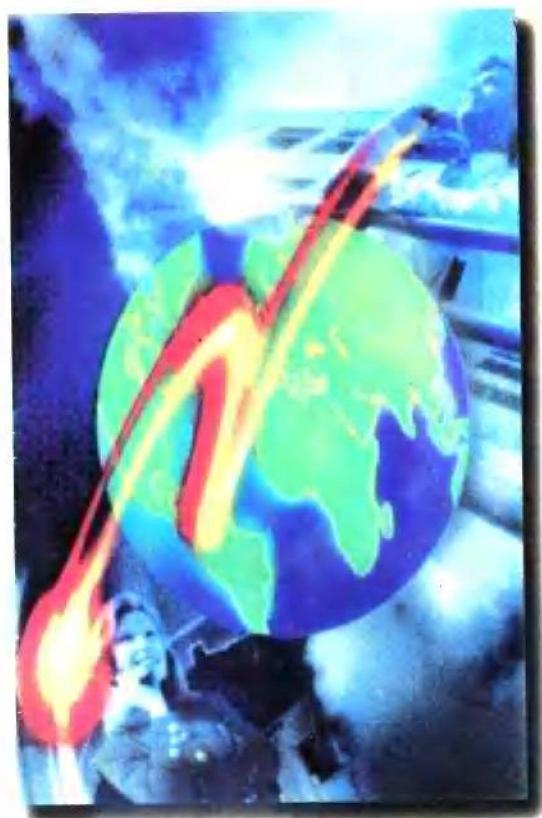


青·年·经·济·学·博·士·研·究·丛·书



生产计划的模糊方法与应用

金 毅 著

SHENG CHAN JI HUA
DE MO HU FANG FA
YU YING YONG

陕西人民出版社

青年经济学博士研究丛书

本书承蒙 国家自然科学基金 资助
中国博士后科学基金

生产计划的模糊 方法与应用

07326/08 金 毅 著

■ 陕西人民出版社

(陕)新登字 001 号

青年经济学博士研究丛书
生产计划的模糊方法与应用

金 毅 著

陕西人民出版社出版发行

(西安北大街 131 号)

新华书店经销 西安昆明印刷厂印刷

850×1168 毫米 32 开本 6.5 印张 2 插页 140 千字

1997 年 5 月第 1 版 1997 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1—1500

ISBN 7-224-04323-0/F · 552

定价: 8.50 元



序



马克思主义认为十分重要的问题不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对客观规律性的认识去能动地改造世界。人类生存和持续发展迫切需要在认识、利用和影响自然环境的同时，对它进行优化控制。

现代生产系统是包含人、材料、设备、信息、资金、能源等集合而成的系统，影响这个系统效能的内外因素又是大量不确定的和模糊的因素，这些影响因素既有来自外部环境的影响和系统本身的复杂性，又主要来自人们的主观因素，如人们的性格、偏好、经验、价值观念、知识水平、技术水平和认知程度等。为了对复杂的生产系统尽量符合实际地描述，并建立相应的模型，必须考虑这些不确定的、模糊的因素。因此，用模糊集合论描述这些因素，建立模糊数学模型及相应的方法论，是一项具有理论意义和实际应用价值的学术成果。

本书作者在国家自然科学基金和中国博士后科学基金的资助下，应用模糊集合理论和方法，研究了战略性生产计划的模糊决策方法、综合生产计划的模糊控制方法、生产过程的模糊规划方法和模糊数学在生产作业计划方面的应用。

由于传统的生产计划的制订和控制方法及其相关的数学模

型不能真实地表达企业生产经营活动的复杂性、模糊性和不确定性。因此，本书作者数年来悉心研究的成果既有学术价值，又有现实意义。该书的出版，有利于促进生产计划的模糊方法的推广与应用。

在这世纪之交的时期，经济、科技和社会的发展日新月异，有关生产计划问题的研究尚有待深化。书中难免有错漏和不足之处，希望读者指正。

汪应洛

1996年12月8日于交大一村



内容提要



考虑到现代生产系统所包含的大量不确定、模糊的因素,本书较系统地讨论了生产计划的模糊方法与应用。全书共分六章:第一章,绪论;第二章,介绍了战略性生产计划的模糊决策方法;第三章,研究了综合生产计划的模糊控制方法;第四章,生产计划的模糊规划方法,讨论了可变规划、系数模糊和变量模糊的规划问题,以及多目标优化问题的交互式模糊方法;第五章,模糊数学在生产作业计划中的应用,其内容包括工艺计划和工件排序的模糊方法以及模糊关键路线法等方面;第六章,案例列举了计划产量决策的模糊多目标规划法和以产定销企业的一种生产计划编制法。书后,还附录了三角范算子。

本书适宜于从事管理工程、工业工程、系统工程等专业的科技人员、管理人员,特别是博士研究生、硕士研究生和有一定模糊数学基础的高年级学生阅读。



前言



现实世界中,几乎所有问题都以某种形式与人保持着联系,而人类对事物的认识都带有一定的模糊性,因此,许多问题的研究就不能不考虑人类观察、认识问题所具有的模糊性。众所周知,现代生产系统是包含人、材料、设备和能源的一个综合系统,是一个包含人的分布式系统,影响这个系统效能的内外因素又是大量的不确定的、模糊的经验和知识(这些影响既来自外界的影响因素和系统本身的复杂性,又更多地来自人们的主观因素以及人们对对象的认识程度,如决策人的性格、偏好、价值观念、经验、知识和技术水平等)。若不考虑这些因素,则建模时常常需作大量的假定。在这样的假定前提下进行分析所得的结果,与实际情形往往有差距,有时甚至相差很远。为了使所研究问题的描述尽量接近实际情况,必须考虑这些不确定的、模糊的因素。因此,用模糊集合论描述这些因素,建立基于模糊数学模型的方法,理应受到普遍关注。

作为国家自然科学基金会和中国博士后科学基金会资助项目(编号:79500015)的子课题成果,本书应用模糊集合理论和方法,围绕企业生产计划的决策过程,描述实际生产过程中存在的多种不确定因素以及决策者模糊的经验和知识,研究了

战略性生产计划的模糊决策方法、综合生产计划的模糊控制方法、生产计划的模糊规划方法和模糊数学在生产作业计划等方面的应用。

本书是在作者博士学位论文的基础上产生的。有关生产计划问题的研究内容相当广泛，而且一般都极为复杂，本书仅对几个方面的问题做了初步探讨和开发，尚有许多问题有待深入分析和研究。但是，考虑到现代生产系统中普遍存在不确定、模糊的因素，而传统的生产计划数学模型方法及其关联的数学模型不能充分地表达企业的真实性，传统的生产计划人工智能方法也由于基于一系列的假定和专家系统自身的缺陷而不能反映企业决策者的真实心态，所以作者还是将所获的结果奉献给读者，其目的是为了抛砖引玉，引导讨论，以促进生产计划的模糊方法的应用。由于作者才疏学浅，孤陋寡闻，书中难免有错误和不足之处，敬请读者批评指正。

本书在研究与写作过程中得到西安交通大学管理学院院长、博士生导师汪应洛教授，东南大学系统工程研究所所长、博士生导师徐南荣教授，副所长、博士生导师达庆利教授，西安交通大学管理学院副院长、博士生导师席西民教授，浙江工业大学校长吴添祖教授，西安理工大学副校长崔杜武教授，南京航空航天大学丁宗红教授，西安理工大学侯志林教授和西北纺织学院伍恩华教授的亲切关怀和指导，在此作者谨致衷心的感谢。

东南大学李奇博士后、王涛博士、郑彦博士、卢子芳博士、胡劲松博士、李春雨博士，空军通信学院倪明放博士，国家统计局吕庆哲博士，西安交通大学张朋柱博士后、王焱浩博士、王刊良博士、冯耕中博士、徐晓霞博士，浙江工业大学陈友良先

生和浙江省经济体制改革委员会马桂霞小姐，为本书的出版做了许多有益的工作，在此一并表示感谢。需特别致谢的是：王刊良博士万难不辞，制作了本书的所有图稿，高卫华小姐校正了全书。

作 者

1996 年 6 月于杭州

目 录

序	汪应洛
内容提要	(1)
前言	(1)
1 绪 论	(1)
1. 1 生产计划的层次、内容和任务	(1)
1. 2 生产计划方法回顾	(5)
1. 3 生产系统的模糊特性及其描述	(8)
1. 4 模糊数学在生产计划中的若干应用	(16)
2 战略性生产计划的模糊决策方法	(23)
2. 1 模糊统计决策方法	(24)
2. 2 多目标模糊决策方法	(32)
2. 3 小 结	(39)
3 综合生产计划的模糊控制方法	(41)
3. 1 引言	(41)
3. 2 综合生产计划模糊控制方法的一般步骤	(44)
3. 3 变成本结构下的灵敏度分析	(52)
3. 4 基于区间值模糊集的综合生产计划模糊 控制方法	(56)

3. 5 小 结	(65)
4 生产计划的模糊规划方法	(68)
4. 1 可变规划和系数模糊的模糊线性规划	(69)
4. 2 变量模糊的多目标模糊线性规划	(75)
4. 3 交互式多目标优化问题的模糊方法	(85)
4. 4 多目标群决策问题的交互式模糊规划方法 ..	(95)
4. 5 小 结	(105)
5 模糊数学在生产作业计划中的应用	(106)
5. 1 工艺计划的模糊多目标网络方法	(107)
5. 2 多工件多目标排序的模糊产生式方法	(115)
5. 3 改善主生产计划的模糊方法	(127)
5. 4 主进度多目标模糊决策方法	(130)
5. 5 模糊关键路线法	(140)
5. 6 小 结	(157)
6 案例分析	(159)
6. 1 计划产量决策的模糊多目标规划方法	(159)
6. 2 以产定销企业的一种生产计划编制方法	(164)
附录 三角范算子	(169)
参考文献	(177)
后 记	(192)

绪 论

本文扼要介绍了生产计划的内容和任务及其方法综述，分析了生产计划中的模糊特性，展示了生产计划模糊方法与应用的研究内容。

1.1 生产计划的层次、内容和任务

生产计划与控制是生产管理的主要职能。生产计划是对市场需求和接受订货的预测和处理，从与之相应的工厂设备计划开始，一直到为了更经济地满足由预测量和接受订货所决定的生产时间和生产数量而进行的生产方式的设计，以及制订的日程计划、库存、采购方法和工序管理等设计，还包括为此而准备的必要的各种标准等有关资料。在现代工业企业中，如果没有一个严密的计划，企业的生产经营活动就会陷入一片混乱之中。计划是执行的依据，又是实行控制的标准，是管理的首要职能。由于企业生产经营活动的复杂性，生产计划工作可以分

成几个层次，如文献 [121]* 将其分成期间生产计划、月度生产计划和日程计划三种，文献 [75] 和文献 [122] 将其粗分为（总体）生产计划和生产作业计划，文献 [123] 则较为详细，先将计划分成战略性计划和战术性计划，后又将战术性计划分为全局性计划（即总体生产计划、综合生产计划或称大日程生产计划）、生产过程计划（工艺设计）和生产作业计划。基于此，本书按计划的性质将计划分为战略计划、战术计划和作业计划三种。

战略计划 (Strategic Production Planning) 由企业高层领导制定，它的内容包括产品的发展方向、生产的发展规模、技术的发展水平、新生产设施的兴建等，其特点是涉及制造资源的获取。战略计划的计划期一般是五年或五年以上，计划内容涉及的不确定因素多，涉及的空间范围大，计划所采用的时间单位粗。这是因为战略计划是生产管理系统中最高层次的课题，用于处理生产系统与包围它的动态环境（社会、市场、竞争企业等）的相关关系的计划问题。其生产目标、产品规划、生产资源的供给与分配等决策结果对运行生产管理（战术计划和作业计划以及生产控制）有重大的影响。

战术计划 建立在现有资源的基础上，它的计划期一般为一年，它的内容涉及企业一年内生产的产品品种、产量、产值和利润。它追求的目标是合理利用现有的资源，其不确定性较小。通常所说的生产计划（称之为狭义生产计划）大多指的是一种战术计划，以产品和工矿配件为计划对象，计划的空间范围涉及整个工厂，计划的时间单位为季（通常细分到月）。综合

* 方括号内数码为本书后《参考文献》所列的顺序号，以下皆同。

生产计划 (Aggregate Production Planning), 又称全局、总体生产计划或大日程计划, 它决定在规定期间 (多为年、季、月) 内应生产的产品品种与数量以及劳动力数量等。根据综合生产计划所制定的内容, 经生产过程计划 (Production Process Planning) 进一步展开, 决定生产转换过程 (由原材料向产品转换的生产过程) 的具体步骤, 一般称为“工艺计划”或“工艺路线计划”。有时也包括车间设计、产品的计划和设计。

作业计划 (Production Scheduling) 一般也称生产日历计划, 为完成“综合生产计划”所规定的期限、对物质形态转换的决定, 必须提出具体的时间 (日程) 进度表, 规定何时、用何设备、由谁进行何种操作 (常称为“(小) 日程计划”)。作业计划属于执行计划, 它是在战术计划的指导下制定的, 是实现战术计划的保证。作业计划是生产计划的执行计划, 它是具体指挥企业日常生产经营活动的计划, 因此与排序的关系最为密切。在大型加工装配式企业, 生产作业计划一般分为厂级生产作业计划和车间级生产作业计划两层。厂级生产作业计划的对象为零件、毛坯和原材料。从产品结构的角度来看, 厂级生产作业计划也可称为零件级生产作业计划, 它一般由工厂生产处 (科) 编制。车间级生产作业计划的计划对象为工序, 故也称为工序级生产作业计划, 它一般由车间计划科 (组) 编制。表 1-1 列出了生产计划的层次及特征。

为了使企业的资源得到充分合理的利用, 人们提出了各种优化生产计划的方法。

表 1-1

生产计划的层次及特征

层 次 项 目	计 划 层	执 行 层	操 作 层
计划的形式 及种类	生产计划大纲 产品产出计划	零部件(毛坯)投入产出计划, 原材料(外购件)需求计划和互转件计划等	双日(或周)生产 作业计划, 关键 机床加工计划等
计划对象	产品(假定产品、 代表产品和具体 产品), 工矿配件	零件(自制件、外 购、外协件), 毛 坯(铸坯、锻坯、 料坯), 原材料	工序
编制计划的 基础数据	产品生产周期, 成品库存	产品结构, 加工 制造提前期, 零 件、原材料、毛坯 库存	加工路线, 加工 时间, 在制品库 存
采用的优化方 法举例	线性规划, 运输 算法, 搜索决策 法则 (SDR), 线 性 决 策 法 则 (LDR)	MRP, 批量算法	各种作业排序方 法
计划编制部门	经营计划处(科)	生产处 (科)	车间计划科(组)
计划期	一年	一月~一季	双日、周、旬
计划的空间范 围	全厂	车间及有关部门	工段、班组、工作 地
计划的时间 单位	季 (细到月)	旬、周、日	工作日、小时

1.2 生产计划方法回顾

1.2.1 方法综述

生产计划，是合理地组织和安排生产过程的重要方式，是一个十分复杂的过程，涉及的约束因素众多，结构性差。为了解决这一复杂的问题，现有的生产计划方法可分为两大类：

一是，基于数学模型的方法。

模型的一般形式为：

$$\begin{aligned} \min J(X, Y) \\ \text{s. t. } F(X, Y) = 0 \end{aligned} \quad (1)^*$$

其中，目标函数 J 可选为利润和能源设备的利用率等，约束条件可为市场需求、原材料限制、生产能力限制等。

1. 数学规划方法^[38]

该方法利用线性规划、目标规划、整数规划、非线性规划和多目标决策等方法来建立生产计划模型。主要讨论的是静态问题。目前，研究方向已由小系统转向大系统、由单层次到多层次。

2. 最优控制方法

该方法利用控制理论来研究生产计划，显然这主要讨论的是动态问题，其模型可描述成：

$$\begin{aligned} \min J(X) \\ \text{s. t. } \dot{X} = f(X, t) \end{aligned} \quad (2)$$

* 本书中表达式后的圆括号内的编号在每节内从头至尾编顺序。在本节内用不加前缀，在它节用时，则加前缀，如(2.1.2)表示2.1节中的(2)式。

其主要求解方法是大系统多目标优化算法，以及文献 [2] 提出的满意折衷分解协调方法。文献 [3] 给出了多目标优化问题的方法综述。

基于数学模型方法的主要困难在于建立适合要求的数学模型。对于难以建模的复杂对象，此类方法则往往无能为力，因为它无法处理其中的不确定知识。

二是，基于人工智能的方法。

1. 专家系统方法

专家系统是一种基于知识的计算机程序系统，它能模拟专门领域的专家求解问题的能力，对该领域的复杂问题作出专家水平的结论。建立专家系统的关键，在于事先将有关专家的知识经验总结出来形成知识库。专家系统由数据库、知识库和推理机制组成。

(1) 数据库：原始数据，如利润、能耗、原材料、生产时间、销售量、产品品种；历史数据，如过去的销售量、生产量；环境数据，如装置台数、容量、单位时间生产能力、最大最小处理量限制等。

(2) 知识库：将来自生产现场的知识 and 生产计划专家积累的排产经验，用规范化语言写成规则。例如：

Rule: IF 某品种上月只销售出 1%，THEN 本月不安排生产。

(3) 推理机制：常用的有正向推理方法和反向推理方法。文献 [4] 采用正向推理方式求解了产品排序方案，有效地解决了生产计划中难以用数学模型描述的问题。文献 [5] 还采用了人工智能的启发式搜索技术，构造了一个启发式估价函数。

专家系统方法的关键问题在于知识的获取、分类、表达和