

# 现代生产与组织管理

—运筹学在生产管理中的应用



邹平 编 著

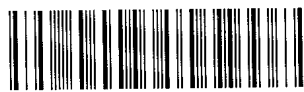
云南大学出版社

97  
F273  
49  
Z

# 现代生产与组织管理

——运筹学在生产管理中的应用

邹 平 编著



3 0085 1875 9

云南大学出版社



C

388919

责任编辑：张世鸾

封面设计：于 学

现代生产与组织管理  
——运筹学在生产管理中的应用

邹 平 编著

\*  
云南大学出版社出版发行  
(云南大学校内)  
云南科技印刷厂印刷

\*  
开本：787×1092 1/16 印张：10 字数：255 千  
1996 年 10 月第 1 版 1996 年 10 月第 1 次印刷  
印数：0001—1000

ISBN 7-81025-592-4/F·97  
定价：12.50 元

---

## 内容提要

本书介绍了运筹学在企业生产计划与控制、厂址选择与厂区布局以及质量可靠性管理方面的理论与方法，具有一定的深度和广度。对所涉及的新方法给出了相应的计算程序框架结构或逻辑流程，并给出若干实例，以便对所述方法、模型的理解和掌握，去解决实际中所面临的问题。

全书分八章。第一章为基本概念。第二章为预测方法。第三章至第六章分别研究了存储管理与批量计划、物料需求计划、时间、能力和机器排序计划、集成生产计划等问题。它们从整体上构成了企业管理信息系统的框架。第七章运用启发式方法、正方形分配法、图论模型等研究了厂址选择和企业厂区布局规划。第八章为质量可靠性管理。

本书可供企业各级管理人员、管理科研工作者以及大专院校管理工程及应用数学专业高年级学生、研究生和教师阅读和参考。

## 序

社会化大生产以及现代科学技术的发展，加深了人们对生产过程及其规律的认识，客观上要求生产管理现代化，使生产过程的管理从传统的经验管理向科学管理方面发展。传统的优化方法很难精确地描述复杂的现代管理的各种要求。所以，近十几年来，在生产管理中出现了不少新的思想、方法和模型，并大量采用运筹学和系统工程的方法，利用电子计算机加以控制和实现。同时，强调系统的观点，以动态的组织结构和生产过程去适应多变的市场需求；由单一的生产管理问题的处理向系统集成化方向发展，形成了不少新的方法和模型，如运用启发式方法对现有的模型提出了许多改进的算法，使之更符合客观实际情况。

该书作者较为全面地、系统地、详细地介绍了运筹学在企业生产计划、控制、存储管理、厂址选择的应用及其最新成果，形成了一个完整的体系。该书的特点在于从生产管理的实践出发，依据生产过程的物流和信息流运动过程，具体地阐述运筹学的应用，从整体上构成了企业管理信息系统的框架。通过阅读此书可以了解国外近年来在这个领域的研究动态，吸收先进的科学管理知识。也就是说，本书具有较强的实用性。

该书还是一本具有较高学术水平的著作。它没有停留在概念和方法上，而在结构和体系上有自己的特色。书中所涉及的运筹学在生产管理中的应用的无论在深度和广度上在国内同类书中是少见的。它注意理论联系实际、逻辑严密、表达清晰，反映了国内外在这方面研究的前沿和趋势，富有启发性，很值得一读。

本书对在管理决策领域中进行科学研究的工作者是有益的；同时，也对实际部门的管理和决策者也有很大的参考价值。

我很高兴地将此书推荐给大家，希望它有助您增加生产管理的才能和提高科学管理的水平。

陈光亚

一九九五年十二月

## 前 言

自七十年代以来,我国结合企业生产经营的实践进行了运筹学的应用研究,获得了一些成果,与此同时,国外在这方面的应用研究发展异常迅速,对生产管理过程中出现的问题进行了深入的研究,更加接近实际的生产过程,并且形成了许多新的理论模型与方法,对我国的应用研究极有参考价值。

本书的编写目的在于从系统的观点出发,根据企业生产过程中的物流,充分地反映国外近年来在这方面的研究成果和动态。在介绍方法时,力求避免深奥的理论推导,并给出各种算法模型的计算程序框架结构和逻辑流程,书中列举一些实例,有助于对这些理论与方法的理解和应用。

全书共分八章。第一章为基本概念,研究了生产过程和生产过程中的各种要素以及生产管理;第二章为预测方法,除研究时间序列预测和线性趋势预测外,还讨论了季节性波动需求情况下的预测。第三章为存储管理和批量计划,研究了确定性批量模型、确定性动态模型、随机模型;第四章为物料需求计划,研究了企业生产计划和物料需求之间的关系,涉及物料清单、总需求计算、MRP 流程以及改进;第五章为时间能力和流程计划,包括能力平衡、流程式车间和任务式车间的特征,组合批量和机器排序计划,大规模生产中的流水线平衡;第六章为集成生产计划,从系统的观点,研究了集成生产计划的制定,具体讨论了以 MRP—II 为中心形成的企业计划与控制系统、准时制生产、柔性制造系统;第七章为企业选址和厂区布局规划,运用启发式方法、正方形分配法、图论模型等方法为企业选择最佳区位,做到企业内部合理布局,所介绍的方法大多是目前国外提出的新方法;第八章为质量可靠性管理,主要介绍了可靠性指标、试验、数据分析、可靠性分析的应用,以及可靠性设计与管理。本书每一章都介绍了国外一些最新研究成果,将各章联结起来,又构成了一个完整的企业信息管理系统的框架。本书所介绍的许多新方法是目前管理信息系统和决策支持系统发展中应用的模型方法。

由于企业生产与组织管理的理论与方法在不断发展之中,国内外文献中采用的专用名词还不一致,在编著过程中,作者遇到了这方面的困难,所以,本书采用的名词不一定恰当,希望读者阅读后提出宝贵意见。

本书如有不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

# 目 录

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| 第一章 生产管理概论.....                       | (1)  |
| 1. 1 生产过程和生产要素.....                   | (1)  |
| 1. 2 生产管理.....                        | (3)  |
| 1. 2. 1 生产管理的任务 .....                 | (3)  |
| 1. 2. 2 生产类型的划分 .....                 | (3)  |
| 1. 2. 3 生产计划类型 .....                  | (5)  |
| 第二章 预测方法.....                         | (6)  |
| 2. 1 概述.....                          | (6)  |
| 2. 2 时间序列预测.....                      | (7)  |
| 2. 2. 1 移动平均法 .....                   | (7)  |
| 2. 2. 2 指数平滑法 .....                   | (7)  |
| 2. 2. 3 移动平均法和指数平滑法的预测偏差 .....        | (8)  |
| 2. 3 线性趋势预测 .....                     | (10) |
| 2. 3. 1 Holt 的复指数平滑方法 .....           | (10) |
| 2. 3. 2 回归直线.....                     | (11) |
| 2. 4 季节性需求波动预测 .....                  | (11) |
| 2. 4. 1 季节性需求的一般描述.....               | (11) |
| 2. 4. 2 季节性问题的 Winter 法 .....         | (12) |
| 第三章 仓储管理与批量计划 .....                   | (14) |
| 3. 1 概述 .....                         | (14) |
| 3. 1. 1 存储的作用.....                    | (14) |
| 3. 1. 2 存储模型概述.....                   | (15) |
| 3. 1. 3 ABC 分析法 .....                 | (16) |
| 3. 2 确定型批量模型 .....                    | (17) |
| 3. 2. 1 一种库存商品的批量模型.....              | (17) |
| 3. 2. 2 多种库存商品的批量模型.....              | (22) |
| 3. 3 确定动态模型 .....                     | (25) |
| 3. 3. 1 一种库存商品的动态存储管理模型.....          | (25) |
| 3. 3. 2 Wagner-Whitin 算法 .....        | (26) |
| 3. 3. 3 Silver-Meal 启发式算法 .....       | (28) |
| 3. 3. 4 一种和多种库商品条件下的能力限制模型.....       | (30) |
| 3. 4 随机模型 .....                       | (34) |
| 3. 4. 1 Arrow-Harris-Maschak 模型 ..... | (34) |
| 3. 4. 2 随机批量模型.....                   | (35) |
| 第四章 物料需求计划 .....                      | (42) |
| 4. 1 产品结构及其描述 .....                   | (42) |

|                                            |             |
|--------------------------------------------|-------------|
| 4. 1. 1 产品树和 Gozinto 图 .....               | (42)        |
| 4. 1. 2 物料清单 (BOM) .....                   | (44)        |
| 4. 1. 3 产品结构的存储 .....                      | (44)        |
| 4. 2 总需求计算 .....                           | (45)        |
| 4. 3 物料需求计划 .....                          | (47)        |
| 4. 3. 1 物料需求计划 (MRP) 的流程 .....             | (47)        |
| 4. 3. 2 实例 .....                           | (50)        |
| 4. 3. 3 MRP 的缺陷及修正 .....                   | (52)        |
| <b>第五章 时间、能力和机器排序计划 .....</b>              | <b>(54)</b> |
| 5. 1 时间和能力计划 .....                         | (54)        |
| 5. 1. 1 能力平衡 .....                         | (54)        |
| 5. 1. 2 时间计划 .....                         | (55)        |
| 5. 1. 3 生产能力计划 .....                       | (61)        |
| 5. 2 机器排序计划 .....                          | (66)        |
| 5. 2. 1 基本概念 .....                         | (66)        |
| 5. 2. 2 单台机器问题 .....                       | (67)        |
| 5. 2. 3 流程式车间和任务式车间问题 .....                | (70)        |
| 5. 2. 4 组合批量和机器排序计划 .....                  | (75)        |
| 5. 3 大规模生产中的流水线平衡 .....                    | (78)        |
| <b>第六章 集成生产计划 .....</b>                    | <b>(81)</b> |
| 6. 1 集成生产计划组成 .....                        | (81)        |
| 6. 2 分层生产计划 .....                          | (82)        |
| 6. 2. 1 分层生产计划的计划平面 .....                  | (82)        |
| 6. 2. 2 聚合生产计划 .....                       | (83)        |
| 6. 2. 3 确定产品类的批量 .....                     | (85)        |
| 6. 2. 4 各个最终产品的批量确定 .....                  | (87)        |
| 6. 3 生产计划与控制系统——PPS 系统 .....               | (88)        |
| 6. 4 计算机集成制造系统——CIMS .....                 | (90)        |
| 6. 4. 1 CIMS 的概念 .....                     | (90)        |
| 6. 4. 2 CIMS 与 PPS .....                   | (92)        |
| 6. 4. 3 CIMS 的发展与研究特点 .....                | (92)        |
| 6. 5 Just-in-Time-Production (准时制生产) ..... | (94)        |
| 6. 5. 1 准时制生产的动机 .....                     | (94)        |
| 6. 5. 2 看板管理 .....                         | (96)        |
| 6. 5. 3 推广看板管理的前提条件 .....                  | (98)        |
| 6. 6 柔性制造系统——FMS .....                     | (99)        |
| 6. 6. 1 FMS 的建立与优越性 .....                  | (99)        |
| 6. 6. 2 FMS 系统的效率分析 .....                  | (100)       |
| 6. 6. 3 FMS 系统的计划与控制 .....                 | (101)       |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 6. 6. 4 FMS 的布局、调度、控制策略 .....   | (101) |
| 6. 7 生产管理技术的新进展 .....           | (105) |
| 6. 7. 1 MRP—II 的技术发展趋势 .....    | (105) |
| 6. 7. 2 90 年代的生产管理技术 .....      | (106) |
| 第七章 厂选择址和厂内布局计划 .....           | (107) |
| 7. 1 概述 .....                   | (107) |
| 7. 2 仓库定位问题 .....               | (108) |
| 7. 2. 1 仓库定位问题的表述 .....         | (108) |
| 7. 2. 2 启发式方法 .....             | (110) |
| 7. 3 平面厂址选择规划 .....             | (116) |
| 7. 3. 1 平面距离测定 .....            | (116) |
| 7. 3. 2 一个厂址选择的问题 .....         | (116) |
| 7. 3. 3 多个厂址选择的问题 .....         | (120) |
| 7. 3. 4 厂址选择——供给区域问题 .....      | (123) |
| 7. 4 正方形分配问题 .....              | (124) |
| 7. 4. 1 正方形分配问题的描述 .....        | (124) |
| 7. 4. 2 企业部门场地需求相同的启发式方法 .....  | (126) |
| 7. 4. 3 企业部门场地需求不一致的启发式方法 ..... | (128) |
| 7. 5 图论模型和厂区布局规划 .....          | (130) |
| 7. 5. 1 图论布局模型 .....            | (131) |
| 7. 5. 2 启发式方法 .....             | (132) |
| 7. 5. 3 厂区布局的估算 .....           | (136) |
| 第八章 质量可靠性管理 .....               | (139) |
| 8. 1 可靠性概述 .....                | (139) |
| 8. 1. 1 可靠性的定义 .....            | (139) |
| 8. 1. 2 可靠度指标 .....             | (140) |
| 8. 1. 3 维修度与有效度 .....           | (144) |
| 8. 1. 4 失效率的基本类型 .....          | (145) |
| 8. 2 可靠性试验与可靠性数据分析 .....        | (146) |
| 8. 2. 1 可靠性试验 .....             | (146) |
| 8. 2. 2 指数分布下的可靠性试验 .....       | (146) |
| 8. 2. 3 威布尔分布及其参数估计 .....       | (149) |
| 8. 3 可靠性技术的应用 .....             | (151) |
| 8. 3. 1 系统可靠性分析 .....           | (151) |
| 8. 4 可靠性设计与管理 .....             | (154) |
| 8. 4. 1 可靠性设计 .....             | (154) |
| 8. 4. 2 可靠性管理 .....             | (156) |
| 参考文献 .....                      | (157) |

# 第一章 生产管理概论

## 1.1 生产过程和生产要素

广义上讲,生产可以理解为有目的地投入各种产品和劳务,在一定的条件下转变为不同的产品和劳务并作为商品提供给市场。在这个过程中创造了产品的效用,增加了产品的附加价值。之所以讲实物和劳务的投入是有目的的,是因为产品的生产具有一定的经济和社会目的。从系统的观点来考察产品(或劳务)的生产,可以把各要素转化为有用产品的生产过程看成一个系统,如图 1.1.1 所示。

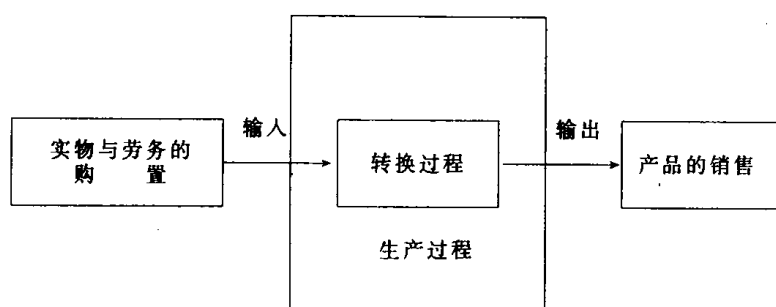


图 1.1.1

由图 1.1.1 可知,生产系统包括三个基本部分:输入、转换过程(即生产过程)和输出。生产过程所投入的实物和劳务就是生产要素或投入要素。投入要素或生产要素,一般分为势能要素和重复出现的要素。势能要素是指其生产能力可以长期使用,一般包括企业的固定资产(地、房产、装备、机器)和无形资产(发明专利权、生产许可证)以及知识产品。重复出现的要素或者说消耗要素是指在生产过程中它的投入将迅速地消耗掉,此后不可能再使用,也称为流动资产,如原材料(原料、初级产品、半成品和外购件等)、动力燃料(发动机燃料、润滑剂等)和能源(电、水、汽、热能等)等。

生产过程的输出表征为产品、生产过程的中间产品、信息等。

不同的生产要素可以用不同的数量单位来测量。同时还有外部要素,它是指从外部环境引入的劳务(如银行和保险机构提供的劳务)、国家间接的投资(形式上表征为基础设施)和环境负担,表 1.1.1 给出了上述生产要素的划分概况。

表 1.1.1

| 生产要素 |                                     |                            |             |                         |
|------|-------------------------------------|----------------------------|-------------|-------------------------|
| 势能要素 |                                     |                            | 重复或消耗要素     |                         |
| 劳动力  | 企业资源<br>地产<br>房产<br>机器<br>专利<br>许可证 | 附加要素<br>外购劳务<br>基础设施<br>环境 | 原材料<br>初级产品 | 能源<br>电<br>水<br>汽<br>燃料 |

企业计划、采购、生产、销售的过程也称为企业经济循环,如图 1.1.2 所示。

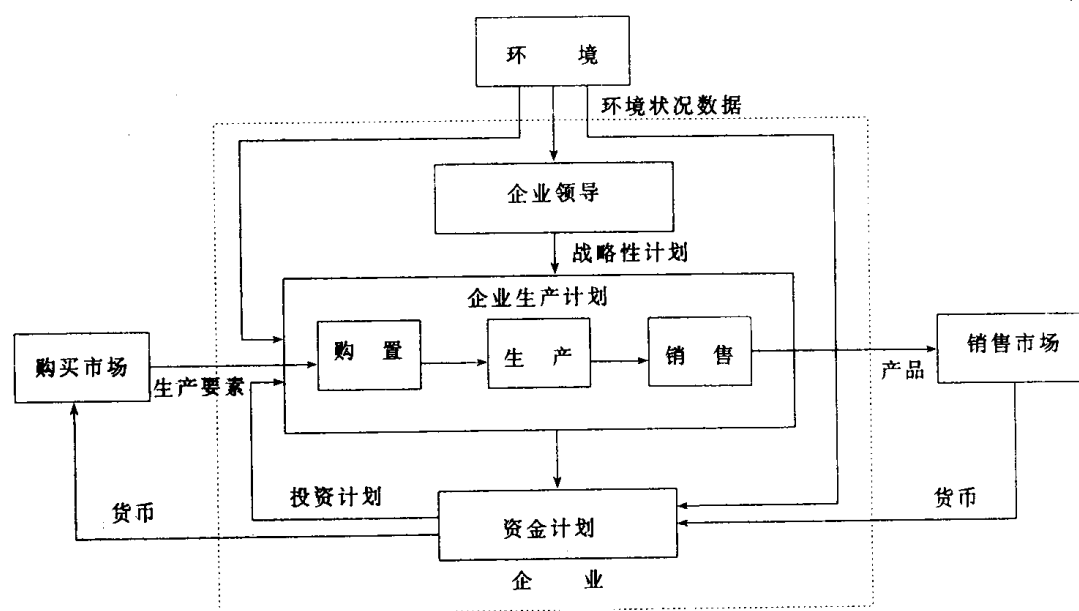


图 1.1.2 企业经济循环

依系统的观点考察生产系统可看出,在输入、转换、输出过程中,存在两种流,一种是信息流,另一种是物质流。企业生产中的企业战略性计划、企业生产计划、投资计划、环境数据、工作标准、技术条件和各种图纸、报表都是信息,这些信息在企业各部门、环节和成员之间流动,影响生产,从而形成信息流。生产过程中的原材料、初级产品、能源以及产成品在企业生产的各个环节和场所之间流动形成物质流。当然,输入经过转换变为输出的过程主要是物质流。信息流反映了物质流的流动状况。两流相辅相成,每一流都是以另一方的存在为前提的。所以说,生产过程既是物质的转换过程,又是信息的处理和变换过程。这两者的同步,显示了生产与组织管理的新态势。

## 1.2 生产管理

### 1.2.1 生产管理的任务

生产管理的任务就是根据社会需求,最经济地按期、按质、按量、按品种生产或提供消费者所需要的产品或劳务。具体地说,生产管理任务包括:生产计划、生产控制、生产监督。

生产计划包括生产经济目标的确定和在生产领域内生产措施计划和生产要素计划以及对目标的分解与实现。在“输出导向”的生产计划中,将计算在给定的计划期限内企业生产最终产品的数量。在“生产能力导向”的生产计划中,将确定怎么样、在什么地点、什么时间生产计划的产品数量。在“输入导向型”的生产要素计划(也称为生产准备计划)中,将考虑的是为保证生产程序的实施,要在正确的地点、适当的时间提供所要求的生产要素,并监控实际生产是否按确定的目标、计划、规范、命令进行生产。

生产管理的控制内容不断增加,方法日臻完善,如存储控制、物料控制、质量控制、产量控制、成本控制、生产进度控制等。生产控制包括生产过程实施的一切必要的措施,它们是相对于生产任务的完成而进行的。通过控制活动,落实生产目标,当实际与计划的偏离程度超过预定范围时,立即反馈,采取措施,并重新研究和调整对策。

生产监督确定生产任务的完成和计算实测数据与所要求的数据或计划的偏差。此外,还包括避免或减少实际与计划偏差的各种措施。上述所提及的生产监督经常会与生产控制交叉。生产监督和生产控制可对计划进行修改,即变更生产计划。

生产管理的任务贯穿于生产过程的始终,螺旋式循环,以逐步接近和符合生产规律,实现物质流的合理、有效、经济的转换。

### 1.2.2 生产类型的划分

生产系统的类型是影响生产过程组织的主要因素。为了更好地研究和组织企业的生产过程,就需要按照一定的标志,将生产系统划分为不同的类型,以便根据不同的生产类型确定相应的生产组织形式和计划管理方法。

#### 1.2.2.1 以生产管理的特征划分

(i)单件生产。是指产品依据所收到的订单来进行的,在每一个生产周期内只生产一个数量单位的产品。从产品方面分析,品种繁多而不固定,有些产品只生产一次或一件。其设备多属通用、万能设备,以适应复杂的工序。单件生产出现在造船和专用机器(如大型水轮机、大型制氧机)的生产中。

(ii)批量生产。是指(在同一计划期间内)一种产品每次在企业的生产设备上不间断地、一个接一个地、数量较多地进行的。批量生产出现在诸如汽车的生产中。根据数量的多少可分别为小批量、中批量和大批量生产。小批量生产与单件生产极其相似,表示为一张订单的生产。简言之,在同样的设备上生产两种以上的产品,并把一定数量的各种产品集中轮番生产。大批量生产有时也称为一种类型产品的生产(特别是在所生产的种类和使用的材料非常相似的情况下,它更接近于大量生产)。

(iii)大量生产。是指一种产品在一个计划周期内在某些生产设备上连续不停地生产。从产品分析上讲,大量生产生产一种或少数几种结构相同的同类产品,工艺结构稳定,销售量稳定;有高效的专用设备和工艺装备;在管理方面以连续生产为特征。大量生产常出现在大

批量的消费品生产中(比如:可口可乐)和化学工业中。

大量生产、批量生产、单件生产的特征表如表 1.2.1 所示。

在实践中经常遇到的是批量生产,所以,在以后章节中将首先讨论批量生产所产生的管理问题。

表 1.2.1 大量生产、批量生产、单件生产特征表

| 项 目        | 单 件 生 产 | 批 量 生 产 | 大 量 生 产 |
|------------|---------|---------|---------|
| 品 种        | 繁多、不稳定  | 较多、较稳定  | 少、稳定    |
| 产 量        | 单件、少量   | 成批、较大   | 大       |
| 空间组织形式     | 工艺专业化   | 混合      | 对象专业化   |
| 工作地专业化程度   | 低       | 中       | 高       |
| 生产设备、工艺装备  | 通用、万能   | 专用、通用   | 专用      |
| 劳动分工       | 粗       | 较细      | 细       |
| 工人技术水平     | 高、多面手   | 适中      | 专业操作技能好 |
| 生产效率       | 较低      | 适中      | 最高      |
| 生产周期       | 长       | 中       | 短       |
| 对品种变换的适应程度 | 高       | 中       | 低       |
| 生产成本       | 高       | 中       | 低       |
| 管理重心       | 交货期     | 期、量     | 存货量     |

#### 1.2.2.2 根据企业生产设备的空间布置形式划分

(i)施工现场的生产:是指所生产的产品与地点相联系的生产。劳动力、企业生产设备和原材料都是流动的,必须将它们运送到生产现场才能生产所需要的产品。施工现场的生产往往是在建筑企业以及造船、造飞机的企业。

(ii)车间生产:是指功能相同或近似的生产设备(例如,同样同种类型的机器,如机床、铣床)在空间上成组地联结在一起的生产。所生产的产品通过一个车间(通常一种产品的生产要经过若干个车间)。车间生产往往出现在机器制造的单件小批量生产中。

(iii)顺序和轮班生产:是指产品依一个顺序、前后相连进行的生产。生产设备的布置、原材料和中间产品的运输取决于其需求。在工作地间允许有中间存贮即仓库。

(iv)流水生产:与顺序生产一样,依工作地的布置形成相应的物流。原材料和中间产品的运动是连续不断地或有节奏地通过工作地(比如电视机、石油化工的生产)。原则上讲,一个工作地前不允许有间隔存贮,流水线生产往往出现在大量生产中。有些时候也将顺序生产或者轮班生产视为流水线生产(有时可以有中间存贮)。一般地讲,流水线生产往往作为流水生产的特例。

#### 1.2.2.3 按生产任务划分

(i)订货生产方式:是指根据用户的订货,通过签订合同,按合同规定的品种、数量、质量、交货期、价格等要求组织的生产。生产任务的来源有些是随机的,不稳定,属“无存货生产”。

(ii)存货生产方式:在预测市场需求的情况下,根据本企业的现有生产能力,有计划地

安排生产,属“有库存待售”的方式。

### 1.2.3 生产计划类型

计划水平或者说计划时间在生产计划中具有非常重要的作用。生产计划依计划水平不同可划分为:

(i)战略型生产计划,它是为决策做准备的,它发挥长期作用,涉及所有的企业,经常与企业的固定资产投资计划有关,有一个计划时间为多年的长期计划。

(ii)策略型生产计划,它是一个计划期间在一年或者一个季节的中期计划。依据预测的需求和已知的客户订单,策略型生产计划确定在什么工作地,生产多少和什么时候生产,并且还要计算出重复要素的需求量,例如,原材料和能源的合理需求量和小时数。

(iii)实际运行生产计划,它将确定在各个生产阶段怎样转换生产程序,特别是各个产品加工批量(以多大的加工批量生产一种产品),以什么样的顺序加工一批产品(机器排序计划和资源分配计划)。实际运行计划是短期计划,原则上所表示的计划期限最高为一个月。

## 第二章 预测方法

### 2.1 概述

预测是指对研究对象的未来状态进行估计和推测。具体地说,它是根据事物过去和现在的资料、运用一定的科学方法和逻辑推理,对事物未来发展趋势进行预计和推测,定性或定量地估计出事物的发展规律。凡涉及到未来需求的预测都可运用预测方法。企业为了拟定生产计划,首先必须预测需求,这是计划的基础和起点。依据预测就可以规划所需原材料、人力、生产率和产品存贮水平。

预测方法有两类,一类是定量分析方法,它是在充分占有大量、准确、系统的数据资料的基础上,根据实际经验和具体情况,选择或建立合适的数学模型,通过分析和计算推断出事物在未来可能发生的结果。采用的方法有投入产出法、移动平均法、指数平滑法、季节预测法,多元回归、马尔柯夫链预测等;另一类是定性分析法,它主要依靠估计和判断,以研究预测对象的发展规律为基本出发点,主要考虑各方面因素的变化,运用逻辑学的方法,来推断对象未来发展趋势。在讲述一些定量分析预测方法之前,先阐述定性分析法中的主观判断方法,最著名的是 Delphi 方法(德尔菲方法),即专家征询方法。当只有少量可利用的数据或者通过对专家的询问只能获得部分的评价信息时,才采用这种方法。

运用德尔菲方法时首先要征询多位专家各自的意见。当然,这些专家是相互不见面地进行预测,也就是说相互间不产生任何影响。把这些预测汇总,然后再把预测值和有较大偏差的预测值在组均值的提示下发给各位专家,进行分析利用,由专家再作出新的预测,这种过程不断地重复,直至专家的意见比较稳定。这个过程一般要进行三轮才能使专家的意见趋于一致。

德尔菲方法的优点在于,避免了组内相互影响的能动作用,即由组内的几个成员操纵组内其它人的意见。缺点在于,不能澄清专家相互之间的冲突问题,同时也不能保证专家最终可以取得一致的意见。

由于预测是运用过去的的数据预测未来的需求,故有其典型特征,即:

(i)预测存在一定的偏差。预测经常被认为是粗略的或者是不带有十分明显错误的信息。基于生产计划系统所做的需求预测往往会面对外部环境等的变化。由于需求在一定条件下会发生变化,所以难以作出准确预测。

(ii)一个正确的预测应当有多个数据结果。预测一般不准确,所以应当通过各种可能偏差的估计来加以弥补。然而实践中人们还没有找到一种非常适宜的误差分析方法。

(iii)综合预测比分散预测更准确,这种显而易见的表述与已知的随机事件是相吻合的。若与总体  $X$  一样具有相同分布的抽样变量  $X_1, \dots, X_n$  相互独立,则有:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + \cdots + X_n}{n}, \quad \text{Var}(\bar{X}) = \frac{1}{n} \text{Var}(X) \quad (2.1.1)$$

由于抽样试验均值  $\bar{X}$  的方差小于总体的方差, 所以, 原则上讲对整个生产线的销售、产出的预测的偏差小于单一产品的预测偏差。

(iv) 预测的时间越长, 其预测越不准确。也就是说, 所预测的时间期限越遥远, 预测的效果越差, 即可能出现较大的误差。这是因为, 短期预测与长期预测相比较, 可以获得相关性更强的预测信息。由于长期预测的期限比较长, 受未来因素变化的影响较大, 因此, 预测结果与实际之间的偏差也较大, 需要在实际工作中不断调整其预测结果。

(v) 预测不应排除已知的信息。在大多数环境条件下, 一种特定的预测方法运用已知的信息可以产生有关一种产品需求的可靠的预测。但也有历史的信息不会对未来需求产生影响的情况, 比如, 一个额外的广告季节的开始或者提供一种特价产品, 都会增加对一种产品的需求, 这些应当考虑在需求预测中, 但很特殊, 难以反映市场供求规律。

## 2.2 时间序列预测

在定量预测方法中, 大多数是考虑关于时间序列的分析, 即依据观察时间的需求去推断未来的需求。也就是说, 根据所观察的当前计划周期  $t$  的需求和过去周期  $t-1, t-2, \dots$  的需求判断下一周期——第  $(t+1)$  个周期的需求 (一个周期可能为一周、一句、一月等)。  $t, t-1, \dots$  个周期的需求用  $D_t, D_{t-1}, \dots$  表示,  $t+1$  周期的预测需求用  $\hat{D}_{t+1}$  表示。一般来说, 可通过  $t, t-1, \dots$  周期的需求推断出  $t+\tau (\tau \geq 1)$  周期的需求。所以, 多步需求预测表征为  $\hat{D}_{t,t+\tau}$ , 若是一步预测则为  $\hat{D}_{t,t+1} = \hat{D}_{t,t+1}$ 。

### 2.2.1 移动平均法

移动平均法是常用的预测方法, 它是依据所观察到的过去  $N$  个周期  $t, t-N+1$  的值给出第  $t+1$  个周期的预测值, 其预测值为:

$$\hat{D}_{t+1} = \frac{1}{N} (D_t + D_{t-1} + \cdots + D_{t-N+1}) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} D_{t-i} \quad (2.2.1)$$

若是多步预测, 则为:

$$\hat{D}_{t,t+\tau} = \hat{D}_{t,t+1} = \hat{D}_{t+1} \quad \text{对于所有的} \quad \tau \geq 1 \quad (2.2.2)$$

由于

$$\sum_{i=0}^{N-1} D_{t-i} = D_t - D_{t-N} + \sum_{i=1}^N D_{t-i} = D_t - D_{t-N} + N \hat{D}_t$$

则可将 (2.2.1) 表述为,

$$\hat{D}_{t+1} = \hat{D}_t + \frac{D_t - D_{t-N}}{N} \quad (2.2.3)$$

这种方法将简单平均法改为分段平均, 并不断引进新的数据修改平均值, 这样既可消除激烈变动的不稳定因素, 又可看出其发展趋势。

### 2.2.2 指数平滑法

指数平滑法是对移动平均法的改进, 它是根据长期的实际需求来推算预测需求, 减少了数据的存储量, 即  $t+1$  周期的预测需求值等于当前周期  $t$  的需求和周期  $t$  的预测的加权均值。

$$\hat{D}_{t+1} = \alpha D_t + (1-\alpha)\hat{D}_t \quad (2.2.4)$$

平滑参数  $\alpha$  满足  $0 < \alpha < 1$ 。(2.2.2 式)仍适用于多步预测。因为

$$\hat{D}_t = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha)\hat{D}_{t-1}$$

由(2.2.4)式得出

$$\hat{D}_{t+1} = \alpha D_t + \alpha(1-\alpha)D_{t-1} + (1-\alpha)^2\hat{D}_{t-1}$$

类推可以得出:

$$\hat{D}_{t+1} = \alpha \sum_{i=0}^{\infty} (1-\alpha)^i D_{t-i} \quad (2.2.5)$$

为方便起见,假定时间序列是一个任意长的周期,初始时间序列所观察到的值为  $D_1$ ,依(2.2.4)的规定设  $\hat{D}_0 = D_0$ 。

指数平滑法就是用平滑系数  $\alpha$  来实现不同时间的数据的非等权处理。当平滑系数  $\alpha$  较小时,即  $\alpha$  接近于 0 时,则当前观测值对倾向性变动的影响相对弱,过去的观测值的影响相对强,其预测很平滑,当平滑参数较大时,即  $\alpha$  接近于 1 时,则当前观测值对倾向性变动影响相对强,过去的观察值的影响相对弱,其预测不太平滑。在生产计划中人们更偏爱稳定预测,因为预测的较大变动会对作业计划、原料需求、订货等产生较大影响。通常选择  $0.1 \leq \alpha \leq 0.2$ 。适宜  $\alpha$  值要根据过去即以前周期的数据经过计算和调整求得。

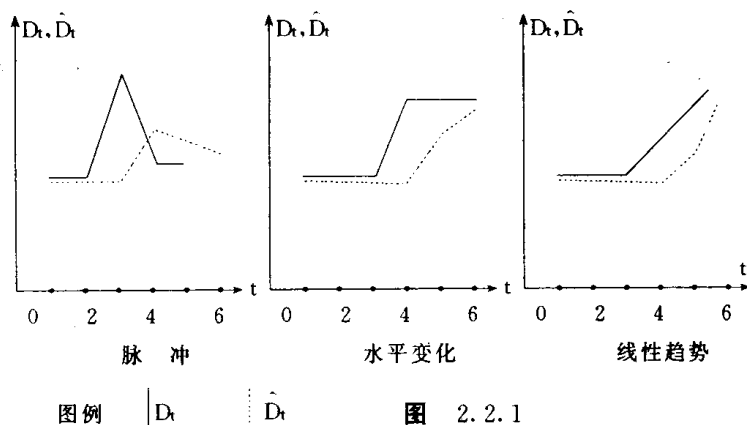


图 2.2.1

指数平滑法的优点在于,对于一步预测,只需要上一周期的需求。而在移动平均法中须存储过去所有  $N$  个周期的需求。当引入趋势以后,不仅指数平滑法而且移动平均法所观察到的预测值都显得不够恰当,如图 2.2.1 所示。趋势和季节性影响的需求预测计算方法将在 2.3 和 2.4 中讨论。

### 2.2.3 移动平均法和指数平滑法的预测偏差

产品的需求,往往是一系列因素相互作用的结果。由于这些因素相互作用极其复杂,要想用一个模型来精确地加以描述,就不可避免地存在某种程度上的偏差。在移动平均法和指数平滑法中,预测偏差的处理可视需求值  $D_t (t \in Z)$  而定,  $D_t$  为随机值。一步预测条件下  $t+1$  周期的预测偏差由

$$\epsilon_{t+1} = \hat{D}_{t+1} - D_{t+1}$$

给出,为简便起见,假定需求值  $D_t (t \in Z)$  是独立的,显然可以用均值  $E(D_t) = \mu$  和方差  $\text{Var}(D_t) = \sigma^2$  来表示随机数  $D_t$  的特征,尤其是当需求在时间上相互独立时。其中需求预测值  $\hat{D}_{t+1}$  是一个确定的值。由移动平均法(2.2.1)式所得的预测偏差  $\epsilon_{t+1}$  的期望值为:

$$E(\epsilon_{t+1}) = E(\hat{D}_{t+1} - D_{t+1}) = E(\hat{D}_{t+1}) - E(D_{t+1})$$