

◎ 企业经营管理研究丛书 ◎

戴道明 / 著

定价与批量问题的 联合决策模型及其方法

Dingjia Yu Piliang Wenti De Lianhe Juece Moxing Jiqi Fangfa

合肥工业大学出版社



| 企业经营管理研究丛书

戴道明 / 著

本书由安徽财经大学著作出版基金资助出版

DINGJIA YU PILIANG WENTIDE

LianHe JueCe MoXing JiQi FangFa

定价与批量问题的 联合决策模型及其方法

合肥工业大学出版社

内 容 简 介

本书主要研究离散时间动态需求情形的定价与批量的联合决策问题。全书共八章,分别介绍生产计划和定价的基本理论,分析了联合决策数学模型的主要影响因素,分别讨论若干类定价与批量问题的联合决策模型及其算法等内容。本书研究的问题有助于企业合理控制生产进程,优化配置各种资源,达到降低生产经营成本、提高效益、增强企业市场竞争力的目的。

图书在版编目(CIP)数据

定价与批量问题的联合决策模型及其方法/戴道明著. —合肥:合肥工业大学出版社,2010.7

ISBN 978-7-5650-0224-3

I. ①定… II. ①戴… III. 企业管理:物价管理—研究 ②企业管理:生产管理—成批生产—生产计划—研究 IV. ①F274②f273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 117044 号

定价与批量问题的联合决策模型及其方法

戴道明 著

责任编辑 吴毅明 汤礼广

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2010 年 9 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2010 年 9 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	889 毫米×1194 毫米 1/32
电 话	总编室:0551-2903038	印 张	7.75
	发行部:0551-2903198	字 数	201 千字
网 址	www.hfutpress.com.cn	印 刷	合肥工业大学印刷厂
E-mail	press@hfutpress.com.cn	发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-0224-3

定价:20.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换。

前 言

面对日趋激烈的竞争和全球化市场需求,制造型企业必须在时间和空间上优化各种资源的分配,对生产进程进行合理的决策,以便降低生产成本,提高企业竞争力。批量问题(Lot Sizing Problem,简称LSP)主要研究在一定计划期内,在一定约束条件下,企业生产制造部门决定何时生产(或订购)、生产何种产品、生产多少,使得总成本最小化。批量问题有助于企业合理控制生产进程,优化配置各种资源,达到降低生产经营成本、提高效益、增强企业市场竞争力的目的。

在经典的批量模型中,定价决策与批量决策是串行的。定价和制定生产计划是由企业完全不同的两个职能部门负责的。一般地,市场营销部门制定价格,市场对此价格作出反应,产生一定水平的需求;然后,生产部门根据市场需求进行批量决策,使得生产总成本最小化。这种串行的分散决策缺乏有效的机制来协调定价决策和批量决策,往往不能使企业利润最大化。

联合决策机制有效克服了定价与批量间的分散决策的缺点,可以有效地协调生产、库存和定价间的决策,提高制造部门、采购部门和营销部门间的信息集成水平。近年来,不少学者研究了连续时间情形的定价与生产/库存的联合决策问题,提出了许多算法。然而,连续时间情形下的联合决策模型存在局限性。例如,基于EOQ(Economic Order Quantity)的研究假设需求是静态的;尽管也有不少文献研究动态需求,但是最终往往因各周期的时间跨度长短不一、甚至差距很大,所以在实际应用中带来诸多不便。离散时间动态需求情形预先把计划期划分成若干个周期(周期为月、

旬或自然周等),各周期时间跨度大致相等,在实际生产管理活动中易于操作。离散时间动态需求下的联合决策模型和方法,可以添加到常用管理软件(如MRP II、ERP等)的模型库和方法库,提供管理软件的决策支持水平。

本书主要研究离散时间动态需求情形的定价与批量的联合决策问题。全书共八章。第一章介绍了生产计划和定价的基本理论,分析了联合决策数学模型的主要影响因素。第二章详细分析了国内外研究现状。第三章至第七章分别讨论若干类定价与批量问题的联合决策模型及其算法。其中第三章介绍允许需求延迟时的定价与批量的联合决策问题,包括动态定价和固定定价两种情形;第四章介绍考虑库存能力约束时的动态定价与批量的联合决策问题,包括问题的数学建模、最优解性质分析、算法设计与分析;第五章讨论考虑生产能力约束时的定价与批量的联合决策问题,包括动态定价和固定定价两种情形;第六章讨论允许需求延迟且生产能力受限时的定价与批量的联合决策问题,包括问题的数学建模和基于拉格朗日松弛的启发式算法设计;第七章讨论市场细分时的动态定价与批量的联合决策问题,包括允许需求延迟和生产能力受限两种情形。第八章总结全书并展望未来研究方向。

本书较为深入地研究了离散时间多周期下,几类经典的批量模型与定价的联合决策问题。采用并行决策机制不仅显著地改进了公司的利润,而且减少了需求量或生产计划的变化带来的影响,提高了公司生产经营的柔性,进而增强了公司生产经营的稳定性。

本书的创新之处主要体现在:

(1)针对允许需求延迟情形,研究了定价与批量的联合决策问题。提出了基于动态规划的精确算法,可以在多项式时间内求出最优定价、最优生产计划。实验结果表明,并行决策机制优于串行决策机制;与不允许需求延迟情形相比较,允许需求延迟可以提高企业生产活动的柔性,使企业获得更多的利润。

(2)针对库存能力受限情形,研究了动态定价与非减库存能力

受限批量的集成问题。建立了非线性混合整数规划模型。详细讨论了四种不同类型子计划的求解方法,通过先求解所有可能的子计划,再基于动态规划搜索子计划的最优组合,得到联合决策问题的最优定价与最优生产计划,算法的时间复杂度为 $O(T^4)$ 。

(3) 针对生产能力受限,且生产能力在各周期间不变情形,研究了动态定价与生产能力受限批量的集成问题,建立了非线性混合整数规划模型,提出了基于动态规划的精确算法,可以在多项式时间内求解出最优定价与最优生产计划。

(4) 针对一般线性时变需求,研究了多产品允许需求延迟且能力受限批量模型与动态定价的联合决策问题,建立了二次规划模型,提出了基于拉格朗日松弛的启发式算法。

(5) 针对市场细分情形,研究了拥有若干个目标市场的制造商如何有效地协调定价决策与批量决策问题。建立了二次规划模型。提出了基于动态规划的精确算法,可以在多项式时间内求解出每周期各子市场的最优定价和最优生产计划。

限于能力,对定价与批量问题的联合决策模型及其方法的研究可能还存在错漏之处,敬请读者批证指正。

作 者

2010 年 7 月

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 研究的目标和意义	(1)
1.2 企业的生产计划体系	(5)
1.3 定价的基本理论	(32)
1.4 影响联合决策问题建模的主要因素	(56)
1.5 联合决策问题的时间复杂度	(60)
1.6 本书的结构安排	(61)
第 2 章 文献综述	(62)
2.1 不考虑定价的批量问题	(62)
2.2 定价与生产/库存的联合决策	(79)
2.3 小结	(85)
第 3 章 定价与允许需求延迟批量问题的联合决策	(87)
3.1 引言	(87)
3.2 动态定价与允许需求延迟批量问题的联合决策	(88)
3.3 固定定价与允许需求延迟批量模型的联合决策	(98)
3.4 小结	(117)
第 4 章 定价和库存能力受限批量问题的联合决策	(118)
4.1 引言	(118)
4.2 数学模型	(119)
4.3 相关的定义和定理	(120)

4.4	算法	(122)
4.5	实验结果	(134)
4.6	小结	(134)
第5章	定价与生产能力受限批量问题的联合决策	(135)
5.1	引言	(135)
5.2	动态定价与生产能力受限批量问题的联合决策 ...	(136)
5.3	固定定价与生产能力受限批量问题的联合决策 ...	(152)
5.4	小结	(169)
第6章	需求延迟且能力受限批量问题与定价的联合决策 ...	(175)
6.1	引言	(175)
6.2	数学模型	(176)
6.3	算法	(177)
6.4	实验结果和分析	(185)
6.5	小结	(187)
第7章	基于市场细分的定价与批量问题的联合决策	(189)
7.1	引言	(189)
7.2	允许需求延迟的基于市场细分定价与批量问题的 联合决策	(189)
7.3	基于市场细分的定价与生产能力受限批量问题的 联合决策	(202)
7.4	小结	(217)
第8章	总结与展望	(218)
8.1	总结	(218)
8.2	未来展望	(220)
参考文献		(222)

第1章 绪论

面对日趋激烈的竞争和全球化市场需求,制造企业必须在时间和空间上优化各种资源的分配,对生产进程进行合理的决策,以便降低生产成本,提高企业竞争力。批量问题主要研究在计划期内,在一定条件限制下,企业生产(或采购)部门决定何时生产(或采购)、生产(或采购)何种产品和生产(或采购)多少,使得生产(或订货)总成本最小化。制造企业在生产经营活动中,经常遇到各种类型的批量问题。例如,企业在制定主生产计划和编制物料需求计划时,可以利用批量模型及其方法,科学地、合理地制定相关计划。

产品在市场上的价格直接影响到产品的需求,而需求是进行产品生产批量决策的一项重要依据。一方面,价格的变化对生产计划产生显著的影响;另一方面,生产计划的变动会产生不同的产量,根据供需关系,势必对价格产生一定的影响。制造企业经常面临价格和产量(或生产计划)之间的协调问题。因此,为了有效协调生产计划决策和价格决策,将批量问题与定价问题结合起来,研究它们间的联合决策问题也就变得非常重要。

1.1 研究的目标和意义

本书主要研究离散时间、动态需求下批量与定价的联合决策问题。离散时间、动态需求下批量问题(Lot Sizing Problem,

简称 LSP)主要研究在一定计划期内(预先把计划期划分成若干时间段,在本书中把这些时间段称之为周期,各周期内的需求是不同的,是动态变化的),在一定约束条件下,企业生产制造部门(或采购部门)决定何时生产(或订购)、生产(或订购)何种产品和生产(或订购)多少,使得总成本最小化(或利润最大化)。批量问题有助于企业合理决策生产进程,优化配置各种资源,达到降低生产经营成本、提高效益和增强企业市场竞争力的目的。

根据需求是否时变,批量问题可以分为两类:静态需求和动态需求。静态需求批量问题模型一般建立在 EOQ(Economic Order Quantity)模型基础上。根据参数的时间特征,动态需求下批量问题模型又可以分为两类:连续时间和离散时间,连续时间的动态需求批量问题模型建立在微积分基础上,离散时间的动态需求批量问题模型建立在混合整数规划基础上。EOQ 情形下的批量问题模型存在局限性,例如,假设需求(率)是静态的。连续时间情形下的批量问题模型也存在局限性,例如,各周期的时间跨度预先未知,在求得最终结果中各周期的时间跨度往往相差很大,在实际运用中可操作性较差。1958 年 Wagner 和 Whitin^[1]首次把动态需求引入到经济批量模型中,自此,离散时间、多周期、动态需求批量问题引起人们广泛关注。

在经典的批量模型中,定价决策与批量决策是串行的。进行价格决策时,主要考虑外部因素(如市场、国家政策等,主要通过需求函数反映这些外部因素),忽略了公司内部因素的影响(如边际生产费用、边际库存费用、需求延迟费用和生产启动费用等)。市场和生产是由企业完全不同的职能部门负责的:营销部门制定价格,市场对此价格作出反应,产生一定水平的需求;生产部门根据市场需求进行批量决策,使生产总成本最小化。这种串行的分散决策缺乏有效的机制来协调定价决策和生产决策(如图 1.1 所示)。往往不能使企业利润最大化。

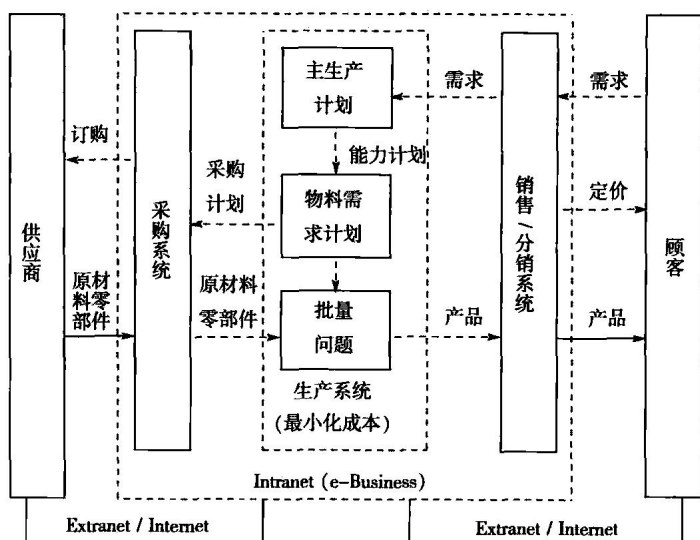


图 1.1 营销和生产计划间的串行决策过程

甚至,尽管最新的制造技术(如柔性制造系统、即时制、快速反应、制造资源计划和企业资源规划等)日益重视客户的需求,增强了制造部门和营销部门的功能交叉,可是它们也都没有考虑到市场的动态变化对生产策略的影响。例如,最近的 ERP 系统虽然可以优化动态需求的生产批量问题,但是在其高度计算机化的制造计划系统中常常忽略了定价和其他的市场因素动态变化的影响。

并行决策机制(如图 1.2 所示)有效地克服了定价与生产计划间的串行决策的缺点,可以有效地协调批量、库存和定价间的决策,提高制造部门、采购部门和营销部门间的信息集成水平。近年来,不少学者研究了许多类型的定价与生产计划间的并行决策模型,提出了许多算法,提升了 MRP II 或 ERP 系统的智能化水平。下面,从两方面阐述并行决策的可行性。

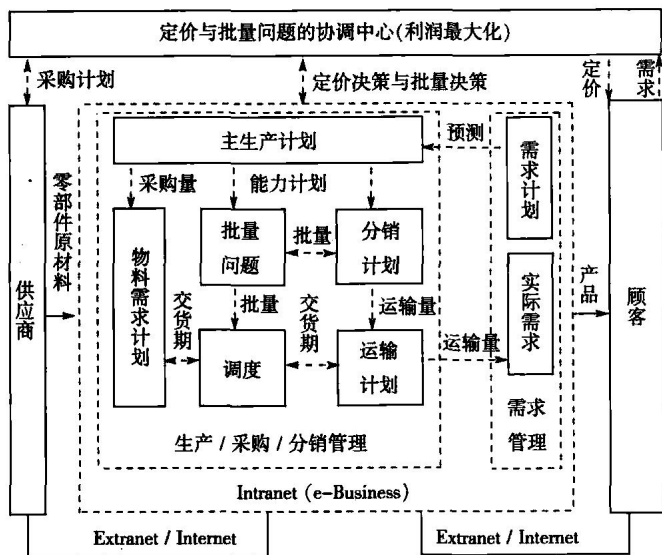


图 1.2 营销和生产计划间的并行决策过程

(1)新管理思想和管理方法的大量涌现。准时制生产模式(Just In Time, JIT)、物料需求计划(Material Requirement Planning, MRP)、计算机集成制造(Computer Integrated Manufacturing, CIM)、制造资源计划(Manufacturing Resource Planning, MRP II)、企业资源(Enterprise Resource Planning, ERP)等。这些管理思想和方法为并行决策模型的研究提供了理论基础和应用平台。

(2)计算机技术和互联网的迅速发展为并行决策的实施提供了技术上的保证。由于互联网的出现,以及面向顾客(Direct-to-Customer,简称DTC)的生产方式的广泛采用,并行决策策略在零售业和制造业上掀起了一场重要的变革。一些工业巨头如戴尔、亚马逊等公司纷纷采用并行决策这种经营模型。这些公司根据需求的变化、库存水平或生产计划快速地制定价格。由于这些公司在互联网上采用DTC经营模型,所以价格变动所产生的费用非常低,并且公司可以从互联网上获得大量的有关顾客偏好和需求方

面的信息。因而可以轻松地贯彻动态定价策略。

定价和生产计划的集成改进了公司的利润,使得公司利润最大化。进一步,不仅增加了公司的利润,而且减少了需求量或生产计划的变化带来的影响,提高了公司生产经营的柔性,从而增强了公司生产经营的稳定性。更进一步,把价格与生产、库存和分销集成起来,优化的不只是公司内部某几个方面,而是整个系统,不仅改进了公司的生产经营效率而且改进了整个供应链的效率。

1.2 企业的生产计划体系

生产计划是制造企业经营计划的重要组成部分,是组织和控制企业生产活动的依据。它根据市场调查和市场预测的结果,充分利用企业现有资源和生产能力,实现均衡生产并合理地控制库存水平,确保按质、按量、按期交货,使得总成本最小化。也就是说,企业的生产计划具体规定着企业在计划期内应生产的品种、产量、质量、交货期限等一系列的指标,以充分满足社会和用户的需求,并实现最佳经济效益。

在制订生产计划时要对各种生产要素反复地进行综合平衡,从时间和空间上对生产任务做出总体安排,并进一步对生产任务进行层层分解,落实到车间、班组,以保证计划任务的实现。

1.2.1 生产计划的层次

制造企业生产计划体系如图 1.3 所示,主要包含四种不同层次的计划:生产计划大纲(Production Planning, PP)、主生产计划(Master Production Schedule, MPS)、物料需求计划(Material Requirements Planning, MRP)和车间作业计划(Production Activity Control, PAC)。

首先,根据企业经营目标、需求预测和企业资源条件,在生产能力(如人力资源、可用原材料、资金、机器设备、外协能力等)综合

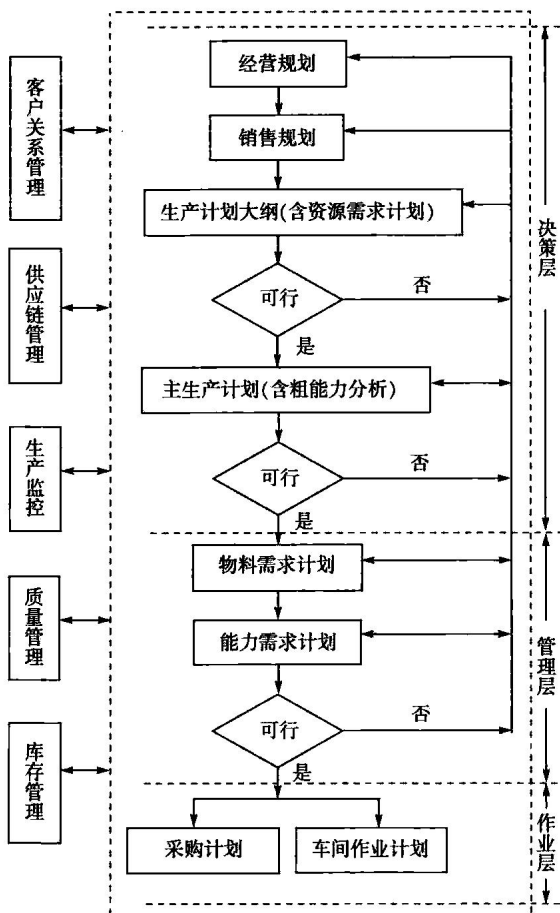


图 1.3 企业的生产计划体系

平衡的基础上,确定生产计划大纲;其次,将生产计划大纲细化到具体产品,在生产能力粗平衡的基础上确定主生产计划,初步保证主生产计划的可行性;然后,根据主生产计划规定的最终产品完成时间与数量、产品的结构及库存水平制定主生产所需的各种原材料、零部件、外购件的数量和时间,即制定相应的物料需求计划;最后,根据物料需求计划,合理安排详细的车间作业计划。

从图 1.3 中可以看出,生产计划体系是一个不断细化的过程:生产计划大纲——主生产计划——物料需求计划——详细的车间作业计划。各种计划之间的关系是非常密切的,每一步细化的结果是否正确、合理都会对整个生产过程产生重要影响。

从图 1.3 中可以看出,生产计划体系可以分为三个层次:决策层、管理层和作业层。表 1.1 对这三个层次的计划进行了比较。由此可以看出,从决策层计划到作业层计划所涉及的计划期越来越短,计划的时间单位越来越细,覆盖的管理范围越来越小,计划内容越来越详细,计划中的不确定性越来越小,管理层次也越来越低。

表 1.1 不同层次计划的特点

属性 特征 层次	决策层计划	管理层计划	作业层计划
计划期	长(≥ 5 年)	中(1 年)	短(月、旬、周)
计划的时间单位	粗(年)	中(月、季)	细(日、班次、小时)
涉及范围	企业、公司	分厂、部门	车间、工段、班组
详细程度	概括	一般	详细
不确定性	高	一般	低
管理层次	高层管理	中层、部门管理	基层、车间管理

就长期计划而言,重点是在预测的基础上制定出科学合理的计划。就短期计划而言,重点是根据中长期计划,运用各种方法手段进行控制,以保证中长期计划的实现。图 1.4 说明了计划与控制的重要性是如何随时间而发生变化的。

在制造企业中,决策层计划主要考虑企业的长远发展规划,关系到企业的兴衰。各种职能计划,如销售计划、生产计划、生产技术准备计划、品种质量计划、新产品开发计划、成本计划、财务计划等,这些职能计划不是孤立的,而是相互联系的。从图 1.4 中可以清楚地看出,随着计划期的缩短,计划的不确定性越来越小,因而计划的成分在减弱,而控制的成分在增强。作业层计划是管理层计划的细化,更强调控制。

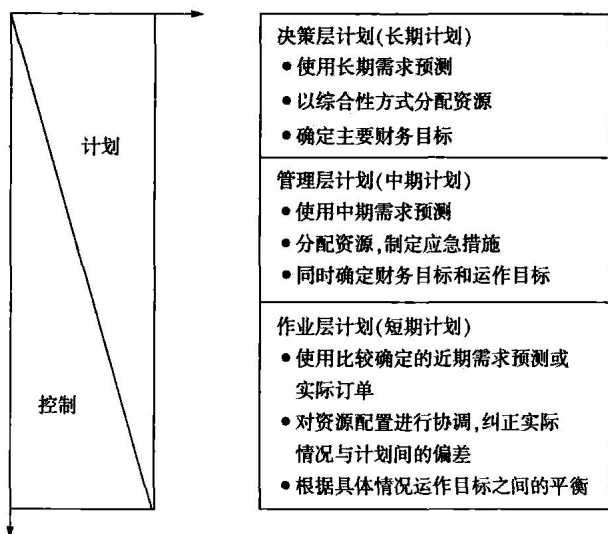


图 1.4 计划与控制平衡关系随时间的变化

1.2.2 生产计划大纲

1.2.2.1 生产计划大纲的概念

生产计划大纲在企业决策层的三个计划中有承上启下的作用,一方面它是企业经营计划或战略规划细化,另一方面它又用于指导企业编制主生产计划,指导企业有计划地进行生产。

生产计划大纲(Production Planning, PP)是根据经营计划的市场目标和企业所拥有的可用资源,在一定时期内(通常为 1~3 年)对企业生产产品种类、生产数量以及为保证产品的生产所需人力、资源、资金、库存等措施所作的决策性描述。

生产计划大纲是企业的整体计划,计划期的时间跨度通常是一年(有些生产周期较长的产品,如大型机床等,可能是两年、三年或五年),因此有些企业也把生产计划大纲称为年度生产计划大纲。在计划期内,使用的计划时间单位是月、双月或季。在采用滚

动计划方式的企业,还有可能未来三个月的计划时间单位是月,其余九个月的计划时间单位是季等。

企业生产计划大纲规定企业在计划期内各项生产指标(品种、质量、数量、产值、进度等)应达到的水平和应增长的幅度,以及为保证达到这些指标的措施。它是编制企业生产经营计划其他各项组成部分的重要依据。正确制定综合生产计划指标,既可以使企业生产的产品在品种、质量、数量和生产进度上满足社会用户的需要,又能充分利用企业的人力、物力和财力,在提高劳动生产率、降低产品成本的基础上增加利润。因此,生产计划大纲是企业各项生产计划的主体,主要有两个作用:一是用于协调满足经营计划所要求的产量与可用资源之间的差距;二是生产计划大纲是下一层次计划,即主生产计划的编制依据。

1.2.2.2 编制生产计划大纲的策略

在选择生产计划大纲策略时,须考虑以下几个问题:

- ① 在计划期内是否动用库存以调节需求的变化?
- ② 是否通过改变劳动力水平来适应需求的变化?
- ③ 是否利用部分开工、加班或休假来适应需求的变化?
- ④ 为保持一个稳定的劳动力水平,是否利用外协?
- ⑤ 是否利用价格或其他因素来调节需求?

对上述问题的回答,其实就是选择编制生产计划大纲的策略,下面介绍三种常用的生产计划大纲策略。

(1) 均衡策略

均衡策略是指不论需求如何变化,各生产周期的生产任务量是均衡的,具有稳定的趋势。均衡生产有利于保证设备和人力资源的均衡负荷,提高设备利用率,有利于节约物料和能源的消耗,减少在制品的占用,加速流动资金的周转。降低产品的生产成本,提高经济效益。

(2) 跟踪策略

跟踪策略是指各生产周期的生产任务量是随需求变化而变化的,