

## 学习单元三 生产综合计划



1. 提升生产计划岗位职业素养。
2. 培养生产管理者的计划能力。
3. 树立全局意识与系统思想。



### 能力目标

1. 了解生产计划系统的组成。
2. 掌握生产能力的确定。
3. 进行生产综合计划和主生产计划的制定。
4. 解决生产中的插单问题。
5. 制定物料需求计划和车间生产计划。

### 学习任务 1 生产计划知识

#### 学习导入

##### 生产计划的编制

进入 21 世纪，家电市场发生了巨大变化，出现以下特征：①市场容量大；②市场变化快；③市场发展不平衡；④市场竞争激烈。北京某家电企业经济效益水平不差，但厂领导总觉得企业生产计划的编制与执行过程一直存在着某些问题难以理顺，直接影响了企业的生产及经济效益水平的进一步提高，为此，决定聘请某咨询公司对其生产计划工作进行一次诊治。咨询机构经过调研发现存在两个方面的问题：

(1) 计划编制时间太长。计划的制定未能立足于外界环境的变化，还按着原来的编制生产计划的模式进行，从生产大纲（主要指标）草案的提出和下发，到综合计划的通过与执行要历时约 8 个月。

(2) 计划工作过分分权，主要表现在计划成为各专业部门从各自角度提出的一笔笔流水账，企业高层领导的作用得不到应有的发挥。

咨询小组提出改进意见如下：

- 1) 简化计划编制的程序和环节，增加灵活性。
- 2) 强调计划编制过程中厂长及决策层的作用，提高效率。
- 3) 发挥计划部门应有的计划准备及编制职能。

4) 适当缩短各环节的时间。

问题:

1. 企业计划的体系组成。
2. 如何编制生产计划?

### 1.1 生产计划

生产计划是指企业为实施生产活动而对市场需求和企业资源所进行的系统性研究、分析和规划。也就是企业在生产之前，需要根据对市场需求的预测，将欲生产产品的品种、规格、数量、价格以及其生产方式、地点、生产周期或交货期，配合企业资源（包括劳动力、原材料、机器设备、厂房设施和资金等要素）做全面筹划，制定出经济合理且有效的预定计划。一个优化的生产计划必须具备以下三个特征：

- 有利于充分利用销售机会，满足市场需求。
- 有利于充分利用盈利机会，实现生产成本最低化。
- 有利于充分利用生产资源，最大限度地减少生产资源的闲置和浪费。

### 1.2 生产计划的内容

一个好的生产计划应是综合考虑各有关因素的结果，必须是有能力基础的生产计划，要能保证交货日期与生产量，使企业维持同其生产能力相称的工作量（负荷）及适当开工率，使企业的生产活动有条不紊地进行。其生产计划的内容包括以下几个方面：

(1) 生产什么东西 (What) ——产品名称、零件名称。

例如生产汽配行业的一种凸轮，名称代号：kj908。

(2) 生产多少 (How many) ——数量或重量。

因客人订单需要 10000 只，那实际生产应考虑到报废的产生，我们需要投产 10500 只，方能保证 10000 只的交货量。

(3) 在哪里生产 (Where) ——部门、单位。

因生产制造行业的特性，显然我们主要是在生产部门完成指标，细化是在生产的各个工序班组间加工，包括：铸造、锻压、车床、铣床、高频淬火、磨床、清洗等。

(4) 要求什么时候完成 (When) ——期间、交货期。

假如客人订单的交期要求在本月的 20 号，那么公司生产到完工应在 20 号之前完成，以确保客人能在时限内收货。

当生产计划制定出来后，其他部门就可以编制物料需求计划、产能计划、工时计划等。

### 1.3 生产计划指标

制定生产计划指标是生产计划的重要内容。为了有效和全面地指导企业生产计划期的生产活动，生产计划应建立包括产品品种、产品质量、产品产量和产品产值四类指标为主要内容的生产指标体系。

#### 1. 产品品种指标

产品品种指标是指企业在报告期内规定生产产品的名称、型号、规格和种类。它不仅反映企业对社会需求的满足能力，还反映了企业的专业化水平和管理水平。

产品品种指标的确定首先要考虑市场需求和企业实力，按产品品种系列平衡法来确定。

### 2. 产品质量指标

产品质量指标是衡量企业经济状况和技术发展水平的重要指标之一。产品质量受若干个质量控制参数控制。对质量参数的统一规定形成了质量技术标准，包括国际标准、国家标准、部颁标准、企业标准、企业内部标准等。

### 3. 产品产量指标

产品产量指标是指企业在一定时期内生产的，并符合产品质量要求的实物数量。以实物量计算的产品产量，反映企业生产的发展水平，是制定和检查产量完成情况、分析各种产品质检比例关系和进行产品平衡分配、计算实物量生产指数的依据。

确定产品产量指标主要采用盈亏平衡法、线性规划法等。

### 4. 产品产值指标

产品产值指标是用货币表示的产量指标，能综合反映企业生产经营活动成果，以便进行不同行业间的比较。根据具体内容和作用不同分为工业总产值、工业商品产值和工业增加值三种形式。

## 1.4 生产计划体系

企业生产计划可划分为长期、中期和短期计划，它们分别产生于不同的管理层次且表示距未来不同时间的生产能力。长期生产计划又称生产能力计划，计划期一般为1~5年，它反映企业的生产战略并构成对中短期生产计划的约束，通常由企业高层主管制定计划。制造型企业计划体系如图3-1所示。

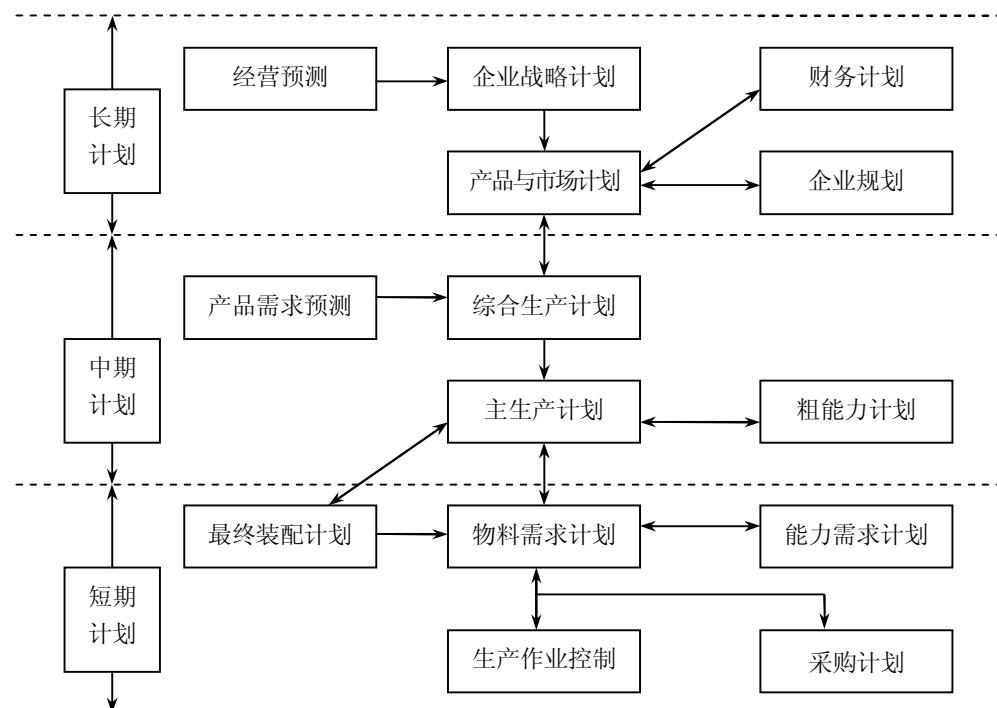


图3-1 制造型企业计划体系

(1) 长期生产计划包括：产品设计、厂址选择、厂内布局、生产能力计划、工作系统设计。

(2) 中期生产计划由企业中层管理部门制定,计划期一般为3~18个月,通常是确定企业产品生产的总量而不是具体品种或规格产品的产量,因此,也称之为综合计划,它构成对短期生产计划的约束。在我国,生产计划通常特指中期生产计划,计划期一般为1年。

综合计划也叫生产大纲,是企业根据其所拥有的生产能力和需求预测之间平衡后所做出的总体性规划。综合计划的目标是拟定一个能够充分利用整个组织资源来满足市场需求的生产计划,它不具体制定每一品种的生产数量和生产时间,也不布置车间、人员的具体工作任务,只是对产品、时间和人员配置进行总体规划。未来的市场需求是不确定的,各个周期的需求量也不是固定不变的。这就促使企业必须制定一套既经济又有效的综合计划,以应付市场需求的变化。就中期计划而言,由于受长期计划的约束,企业的基础设施和机器设备无法变动,生产管理人员只能通过调整工作时间、员工人数增减、存货水平、外包等变动因素,使产品供给与市场需求保持相互匹配。

(3) 短期生产计划,也称生产作业计划,计划期为1周至几个月,由工厂或车间的生产管理人员制定,通常是确定计划期内每周或每天具体品种或规格产品的生产数量及其完成顺序和完成时间,包括生产进度(排程)、机器负荷、工作任务指派、作业排序、进度控制。

## 学习任务2 生产能力

### 学习导入

#### 英航伦敦之眼

英国航空公司的伦敦之眼是世界上最大的观光转轮,同时也是英国最壮观、最具有吸引力的旅游景点之一。它的高度是著名的维也纳普拉特观光转轮的两倍还多。此外,与传统的摆渡型转轮相比,伦敦之眼在设计上还有3个主要的区别:①乘客座舱采取全封闭设计,并安装有空调;②座舱装在轮外缘,而不是吊在转轮下方;③整个转轮都是由一个A字形的支架在一侧支撑的,因此它可以通过悬臂俯瞰泰晤士河。

伦敦之眼转轮直径为135米,其外边共固定有32个乘客座舱,每个座舱一次可以承载25位乘客。转轮不停地旋转,因此乘客迈进舱内时轮子还在转动。只不过转速仅为0.26米/秒,只有人正常步行速度的1/4。完成360度的转动需要30分钟,结束时舱门会自动打开。乘客的上下地点是分开的,公司在泰晤士河上游为此建有专门设计的平台。

英国伦敦之眼每隔半小时安排一批顾客登舱。全年开放(除了圣诞节),夏季(4~9月)开放时间上午10:00到晚上9:30(末班9:30~10:00)进入,其他时间转轮从上午10:00开始,末班时间是下午5:30~6:00。最初价格为:成人7.45英镑、儿童4.95英镑、老年人5.85英镑。

公司预测报告估计,2000年到英国伦敦之眼观光的游客人数将达220万(其中不包括1月份大检修)。在早先的新闻发布会上,公司告诉记者,伦敦之眼每年平均运转6000圈。

(资料来源: [英]奈杰尔·斯莱克等. 运营管理. 熊晓霞, 谢明, 熊晓雯译. 北京: 中国市场出版社, 2007)

问题:

1. 你认为在伦敦之眼的设计过程中有哪些主要的设计问题?

2. 根据预定的操作时间，计算伦敦之眼的小时、天、周、年生产能力，并将这个数值与其最大的理论设计能力（全天 24 小时）进行比较。公司在新闻会上公布的每年转动次数是否准确？

3. 根据资料中的乘客人数计算伦敦之眼的生产能力的利用率和效率。

## 2.1 生产能力的概念

生产能力是指在先进合理的技术组织条件下，一个生产单位系统在一定的时间内能向市场提供产品或服务的最大数量。生产单位可以是一家工厂、一个部门、一台机器、一个商店或是一个工人。一个企业的生产能力一旦确定，其生产经营活动的最大规模也就基本上被限制住了。对制造企业来说，生产能力主要取决于生产设备和设施的投入以及其拥有的技术力量；对服务企业而言，除了设施和设备能力外，还取决于人力资源的多少和质量。

实际运用中的生产能力有多种不同的表达方式，包括设计产能、有效产能、利用产能等。

设计产能又称设计能力，是企业建厂时在基建任务书和技术文件中所规定的生产能力，它是按照工厂设计文件规定的产品方案、技术工艺和设备，通过计算得到的最大年产量。企业投产后往往要经过一段熟悉和掌握生产技术的过程，甚至改进某些设计不合理的地方，才能达到制程设计产能。制程设计产能也不是不可突破的，当操作人员熟悉了生产工艺，掌握了内在规律以后，通过适当的改造是可以使实际生产能力大大超过制程设计产能的。

有效产能是企业在年度计划中规定本年度要达到的实际生产能力，也称之为计划能力。计划能力的大小基本上决定了企业的当期生产规模，生产计划量应该与计划能力相匹配。企业在编制计划时要考虑市场需求量，能力与需求不大可能完全一致，利用生产能力的不确定性，在一定范围内可以对生产能力作短期调整，以满足市场需求。

计划能力包括两大部分：首先是企业已有的生产能力，是近期内的查定能力；其次是企业在本年度内新形成的能力；后者可以是以前的基建或技改项目在本年度形成的能力，也可以是企业通过管理手段而增加的能力。

对于老企业可能由于产品方向有所改变，或者是产品结构重新设计，也可能因为工艺方法有所改进等种种原因，当初的设计能力已完全不能反映实际情况，这时需要对企业的产能作重新核准，称此结果为查定能力。查定能力是企业的实际能力，对于企业各类计划有指导作用，是企业计划工作的基本参数。

利用产能指企业根据市场需求所确定的企业内部生产实际利用的生产能力。

## 2.2 生产能力的计算

生产能力的表示可用产出或投入的单位两种方式。具有高度标准化和重复性程度高的企业的生产能力比较容易确定，例如电视机制造厂的生产能力可用每月生产电视的台数来表示；主题公园的游览车可用每小时运送游客人数表示。一般而言，如果一个组织的产出非常一致时（产出为一种或一类产品），常用产出量表示生产能力，例如汽车制造厂的汽车辆数（不论大小汽车均以辆计数）、煤矿的产煤吨数等。但对于许多企业产出的一致性比较差（多种产品或服务），用产出量表示就比较困难。通常可以采用分别说明每一种产品的生产能力的办法或把其他产品折合成标准产品来确定。服务业如餐馆、医院、学校、商店等，这时使用投入量来表示生产能力则比较方便。

要计算生产能力需要首先确定生产能力的计量单位。不同类型的企业生产能力计算方式不同。相比之下，机械制造企业的生产能力计算稍微复杂一些，主要原因是这类企业产品的加工环节多，参与加工的设备数量大，设备能力又不是连续变动的，而是呈阶梯式发展的，所以各环节的加工能力是不一致的。计算工作通常从底层开始，自下而上进行，先计算单台设备的能力，然后逐步计算班组（生产线）、车间、工厂的生产能力。

**例 1** 某化工厂 2007 年 12 月在制定 2008 年某种化工产品的生产计划时，提供了下列数据：

人事部：2008 年生产该产品的工人数不超过 200 人。每个工人全年工时数约 2100 小时。

销售部：预计 2008 年该产品至少可以销售 80000 袋。

生产部：每生产 1 袋产品需要工时 4 小时。每袋产品需要原料 20 千克。

仓管部：现在库存原料 800 吨，本月还需要用掉 200 吨。2008 年可补充 1200 吨。

试根据上述数据确定 2008 年该产品的生产能力及生产计划。

解：根据资料首先确定各环节的能力：

人事部：2008 年生产该产品的工人数不超过 200 人。每个工人全年工时数约 2100 小时。

总工时  $\leq 200 \times 2100 = 420000$  小时

420000 工时可生产产品  $420000 \div 4 = 105000$  袋

仓管部：现在库存原料 800 吨，本月还需要用掉 200 吨，2008 年可补充 1200 吨，那么总共有原料  $800 - 200 + 1200 = 1800$  吨

可以生产的袋数  $= 1800 \times 1000 / 20 = 90000$  袋

销售部：预计 2008 年该产品至少可以销售 80000 袋。

可以生产 90000 袋  $> 80000$  袋，所以产品会有剩余。

根据上述计算可知：如果生产 90000 袋就会产生剩余，因此可确定 2008 年生产能力确定为 80000 袋。所以，既然只能销售 80000 袋，那么需要的原料为： $80000 \times 20 = 1600000$  千克  $= 1600$  吨

2008 年只需要补充  $1600 - (800 - 200) = 1000$  吨

节约了原料成本。

由于生产 80000 袋产品，需要的时间是  $80000 \times 4 = 320000$  小时

所以，需要的工人数  $= 320000 / 2100 \approx 153$  人

综上所述：2008 年产量为 80000 袋，订购 1000 吨原料，且只招收 153 名工人，就可以保证生产的产品全部售完。

由于企业种类的广泛性，不同企业的产品和生产过程差别很大，在做生产能力计划以前，必须确定本企业的生产能力计量单位。下面介绍常见的生产能力计量单位。

### 1. 以产出量为计量单位

调制型和合成型生产类型的制造企业生产能力以产出量表示十分确切明了。如钢铁厂、水泥厂都以产品吨位作为生产能力，家电生产厂是以产品台数作为生产能力。这类企业它们的产出数量越大，能力也越强。若厂家生产多种产品，则选择代表企业专业方向、产量与工时定额乘积最大的产品作为代表产品，其他的产品可换算到代表产品。换算系数  $k_i$  由下式求得：

$$k_i = \frac{t_i}{t_0}$$

式中,  $k_i$  代表  $i$  产品的换算系数,  $t_i$  代表  $i$  产品的时间定额,  $t_0$  代表产品的时间定额。

### 2. 以原料处理量为计量单位

有的企业使用单一的原料生产多种产品, 这时以工厂年处理原料的数量作为生产能力的计量单位是比较合理的, 如炼油厂以一年加工处理原油的吨位作为它的生产能力。这类企业的生产特征往往是分解型的, 使用一种主要原料, 分解制造出多种产品。

### 3. 以投入量为生产能力计量单位

有些企业如果以产出量计量它的生产能力, 则会使人感到不确切、不易把握, 如发电厂, 年发电量几十亿度, 巨大的天文数字不易比较判断, 还不如用装机容量来计量更方便。这种情况在服务业中更为普遍, 如航空公司以飞机座位数量为计量单位, 而不以运送的客流量为计量单位; 医院以病床数而不是以诊疗的病人数计算; 零售商店以营业面积, 或者标准柜台数来计量, 而不能用接受服务的顾客数; 电话局以交换机容量表示, 而不用接通电话的次数。这类企业的生产能力有一个显著特点, 就是能力不能存储, 服务业往往属于这种类型。

## 2.3 生产能力的衡量

由于各种原因, 企业的实际生产能力不一定达到设计生产能力, 因此, 需要对生产能力的利用情况进行衡量, 以便提高生产能力的利用率。

(1) 最佳运作水平。最佳运作水平是生产系统的设计生产能力, 也就是当产品的单位生产成本最小时的产出量。设计能力是一个生产系统、工序或设施设计的最大产出。技术设计人员在将其交付使用时所设想的生产能力是理想状况下最大的可能产出。当生产系统的产出量低于最佳运行水平时, 由于管理费成本分担使得平均成本上升; 当高于最佳运行水平时, 由于加班费、磨损费而使平均成本上升。

### (2) 生产能力利用率。

$$\text{生产能力利用率} = \text{实际产出} / \text{设计能力}$$

该指标反映出市场需求、技术和管理水平等现实情况约束后的可能生产能力。

### (3) 生产效率。

$$\text{生产效率} = \text{实际产出} / \text{有效能力}$$

该指标是衡量对有效生产能力的利用情况, 反映了企业现场管理水平。

有效能力是指在给定产品组合、排程、机器维修以及质量因素等情况下的最大可能产出。有效生产能力要考虑产品组合改变、设备维修、正常休息时间, 以及综合平衡、市场需求等因素。通常有效能力小于设计能力。

由于受到机器故障、缺工、材料短缺、不合格品等预期之外问题的影响, 实际产出通常小于有效生产能力。有效生产能力决定实际产出的可能性, 因此, 提高生产能力利用率的关键是通过改进产品质量、保持设备良好运行条件、充分培训员工和利用瓶颈设备以提高生产能力水平。

**例 2** 一家纸箱生产厂有一条设计能力为每分钟 200 平方米的镀膜生产线, 而且该生产线以每周 7 天、每天 24 小时的方式运转。

该生产线的设计能力为  $200 \times 60 \times 24 \times 7 = 201.6$  (万平方米/周)。通过查看某一周的生产记录, 发现该生产线有以下损失掉的生产时间:

- 产品更换 20 小时

- 例行的预防维修 16 小时
- 质量抽样检查 8 小时
- 换班时间 7 小时
- 故障维修 18 小时
- 质量事故调查 20 小时
- 原料缺货 8 小时
- 劳动力短缺 6 小时
- 加工等待 6 小时

在这一周，损失时间为 109 小时，该生产线的实际输出仅为 58.2 平方米。

对这些时间损失进行分析，发现前 4 种的 51 小时损失是合理的，是不可避免的，而后 5 种的 58 小时损失是计划外的，同时是可以避免的。

$$\text{设计生产能力} = 24 \times 7 = 168 \text{ 小时/周}$$

$$\text{有效生产能力} = 168 - 51 = 117 \text{ 小时}$$

$$\text{实际输出水平} = 168 - 51 - 58 = 59 \text{ 小时}$$

$$\text{生产能力利用率} = \text{实际产出} / \text{设计能力} = 59 / 168 = 35.12\%$$

$$\text{生产效率} = \text{实际产出} / \text{有效能力} = 59 / 117 = 50.43\%$$

生产能力利用率与生产效率反映了由于各种因素的影响所造成的能力利用情况，影响生产能力利用的各种因素如表 3-1 所示。

表 3-1 影响生产能力利用的因素

工厂设施	设计/选址/布局
产品/服务	设计/产品或服务组合
工艺	产量能力/质量能力
人力因素	工作满足/人员素质/培训与经验 报酬/学习欲望/出勤
运行	生产计划的合理性/材料管理 质量保证/设备维护
外部因素	产品标准/安全条例/劳动力供应状况 污染控制标准/宏观经济影响

在这些影响因素中，比较困难的是不规则需求变动，因为它们实际上是不可预测的。不规则需求变动是因突发事件而产生的，如台风使得正常的工作停顿、因国际政治变动而造成石油短缺、主要的生产设备突然发生故障等。

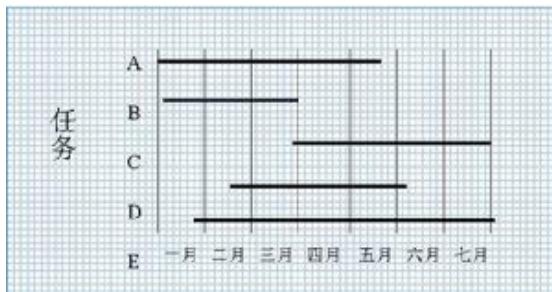
#### 知识链接：甘特图

甘特图 (Gantt Chart)，也称为条状图 (Bar Chart)。是在 1917 年由亨利·甘特开发的，其内在思想简单，基本是一条线条图，横轴表示时间，纵轴表示活动 (项目)，线条表示在整个期间上计划和实际的活动完成情况。它直观地表明任务计划在什么时候进行，及实际进展与计划要求的对比。管理者由此极为便利地弄清一项任务 (项目) 还剩下哪些工作要做，并可以评估工作是提前还是滞后，还是正常进行，是一种理想的控制工具。

甘特图包含以下三个含义：

- 以图形或表格的形式显示活动。
- 现在是一种通用的显示进度的方法。
- 构造时应包括实际日历天和持续时间，并且不要将周末和节假日算在进度之内。

甘特图具有简单、醒目和便于编制等特点，在企业管理工作中被广泛应用。甘特图按反映的内容不同，可分为计划图表、负荷图表、机器闲置图表、人员闲置图表和进度表五种形式。



在甘特图中，横轴方向表示时间，纵轴方向表示机器设备名称、操作人员和编号等。图表内以线条、数字、文字代号等来表示计划（实际）所需时间、计划（实际）产量、计划（实际）开工或完工时间等。

## 2.4 生产能力策略

### 1. 产能收缩

当企业不能适应市场的变化，因经营不佳而陷入困境时，需要进行产能收缩。在收缩中应尽可能减少损失，力争在收缩中求得新的发展。下面介绍产能收缩的几条途径。

(1) 逐步退出无前景行业。经过周密的市场分析，如果确认本企业所从事的行业将衰退，企业就需要考虑如何退出该行业。由于市场衰退是预测分析的结果，还不是现实，企业只不过在近年中感觉到衰退的迹象。所以企业首先停止在此行业的投资，然后分阶段地撤出资金和人员。之所以采取逐步退出的策略，是因为还有市场。另外，企业资金的转移也不是一件很容易的事情，企业不能轻易放弃还有利可图的市场，这样做可以尽可能地减少损失。

(2) 转产。如果本行业已日暮途穷，而企业的设备还是比较先进的，员工的素质也很好，可以考虑转向相关行业。由于是相关行业，加工工艺相似，大部分设备可以继续使用，员工们的经验可以得到充分的发挥。例如，服装厂可以转向床上用品和居室装饰品生产，食品厂可以转向生产动物食品等。

(3) 出售部分亏损部门。对于一些大企业，如果某些子公司或分厂的经营状况很差，消耗企业大量的资源，使公司背上了沉重的负担，扭亏又无望，这时不如抛售亏损部门。这个方法是西方企业处理亏损子公司所通常采用的方法。对待出售资产的决策应有积极的态度，出售是收缩，但收缩是为了卸掉包袱，争取主动，为发展创造条件。

### 2. 产能扩张

在生产过程中，企业有时可能需要扩大产能。企业在扩大其生产能力时，应考虑许多方面的问题，其中最重要的几个方面是维持生产系统的平衡，控制扩大生产能力的频率以及有效利用外部生产能力。

(1) 维持生产系统的平衡。在一家生产完全平衡的工厂里，生产第一阶段的输出恰好完

全满足生产第二阶段输入的要求，生产第二阶段的输出又恰好完全满足生产第三阶段的输入要求，依此类推。然而，实际生产中达到这样一个“完美”的设计几乎是不可能的。

解决生产系统不平衡问题的方法有很多：一是增大瓶颈的生产能力，可采取一些临时措施，如加班工作、租赁设备、通过转包合同购买其他厂家的产成品等；二是在生产瓶颈之前留些缓冲库存，以保证瓶颈环节持续运转，不会停工；三是如果某一部门的生产依赖于前一部门的生产，那么就重复设置前一部门的生产设备，可以充足地生产以便供应下一部门的生产所需。

(2) 扩大生产能力。在扩大生产能力时，应考虑两种类型的成本问题：生产能力升级过于频繁造成的机会成本和生产能力升级过于滞缓造成的机会成本。首先，生产能力升级过于频繁会带来许多直接成本的投入，如旧设备的拆卸与更换、培训工人、使用新设备等。其次，升级时必须购买新设备，新设备的购置费用往往远大于处理旧设备回收的资金量。最后，在设备更换期间，生产场地或服务场所的闲置也会造成机会成本。

反之，生产能力升级过于滞缓也会有很大的成本支出。由于生产能力升级的间隔期较长，每次升级时都需要投入大笔资金，大幅度地扩大生产能力。然而，如果当前尚不需要的那些生产能力被闲置，那么在这些闲置生产能力上的投资就将作为管理费用计入成本，这就造成了资金的占用和投资的浪费。

(3) 利用外部生产能力。有些情况还可以利用一种更为经济有效的办法，那就是不扩大本企业的生产能力，而是利用现有的外部生产能力来增加产量。常用的两种方式分别是：签订转包合同和共享生产能力。共享生产能力的新途径还有利用一种企业联合体间的分时柔性工厂等。

## 2.5 生产能力调节因素

企业对生产能力加以调节控制的因素很多。从计划的观点看，可将这些因素按取得能力的时间长短，分为长期、中期和短期三类。

### 1. 长期因素

取得生产能力的时间在一年以上的都可归入长期因素。它们包括：建设新厂、扩建旧厂、购置安装大型成套设备、进行技术改造等。这些措施都能从根本上改变生产系统的状况，大幅度地提高生产能力，但同时也需要大量的资金投入，应用这些因素属于战略性决策。

### 2. 中期因素

在半年到一年之内对生产能力发生影响的因素为中期因素。如采用新的工艺装备、添置一些可随时买到的通用设备，或对设备进行小规模的改造或革新；增加工人，以及将某些生产任务委托其他工厂生产等，其中也包括利用库存来调节生产的作用。这些因素是在现有生产设施的基础上所作的局部扩充。它们属于中层管理的决策，一般在年度生产计划的制定与实施中加以考虑。

### 3. 短期因素

在半年之内以至当月就能对生产能力产生影响的属于短期因素。这类因素很多。

(1) 改变工作时间。改变企业内的生产性工作时间是见效快也是最方便的一种调整生产能力的方法。当需求高于额定生产能力时，就加班或临时增加工人，增开班次。通过加班增加生产性工作时间，以实现生产能力的提高。当需求低于额定生产能力时，员工用在生产性工作上的时间可能会减少，可安排员工进行一些其他工作，如清扫或维修。

(2) 增加或减少劳动力的数量。如果生产能力很大程度上取决于劳动力规模的大小，那么

调整生产能力的办法之一就是调整劳动力的规模。具体做法就是在需求高峰期雇佣临时员工，等到需求回落时再解雇他们。采用这种方法需要考虑雇佣成本和解雇费用以及道德问题。如果高峰期需求局限在企业内部，可以采取内部员工调剂的办法，让系统中不繁忙的部门帮忙。

- (3) 采取措施降低废品率。
- (4) 改善原材料质量。
- (5) 改善设备维修制度。这能减少设备故障时间，提高设备利用率而提高生产能力。
- (6) 采用适当的工资奖励制度，激发工人的劳动积极性，在短时间内提高生产。
- (7) 利用外部生产能力。利用外部生产能力也叫分包，就是在需求高峰期企业将部分业务包给其他企业。这样既能满足自己的需求，又不用对高峰期过去而不需要的生产能力进行额外投资。

生产能力的短期调节因素是对现有生产设施利用的改善，都属于作业层的决策。

### 学习任务 3 综合计划

#### 学习导入

##### 一天 8 个杯子

EGAD 公司最近将它的瓶装泉水运作扩展了，其中包括了几种口味。市场部预测：以新产品及公众对多喝水对健康有益的意识增强为基础，需求会有上升趋势。根据多方面信息对未来 6 个月做出综合预测，如下所示（单位为箱）。

月份	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合计
预测	50	60	70	90	80	70	420

生产经理提供以下信息（注意：1 个单位等于 100 瓶，每箱 10000 瓶）：

正常生产成本	每单位 10 美元
正常生产能力	60 单位
加班生产成本	每单位 16 美元
转包成本	每单位 18 美元
持有成本	2 美元
延期交货成本	每单位每月 50 美元
期初存货	0 单位

考虑以下战略：

- (1) 平准生产，每月加班生产 10 箱水来补充。
- (2) 综合加班、存货以及转包来补充。
- (3) 一个月加班生产 15 箱，并用存货处理变化。

目标是选择成本最小的战略。你推荐哪个？

（资料来源：[美]威廉 J·史蒂文森. 运营管理. 张群，张杰译. 北京：机械工业出版社，2005）

### 3.1 综合计划

综合计划又称为生产大纲，它是对企业未来较长一段时间内资源和需求之间的平衡所作的概括性设想，是根据企业所拥有的生产能力和需求预测对企业未来较长一段时间内的产出内容、产出量、劳动力水平、库存投资等问题所做的大致性描述。

综合计划并不具体制定每一品种的生产数量、生产时间、每一车间、人员的具体工作任务，而是按照以下的方式对产品、时间和人员作安排：

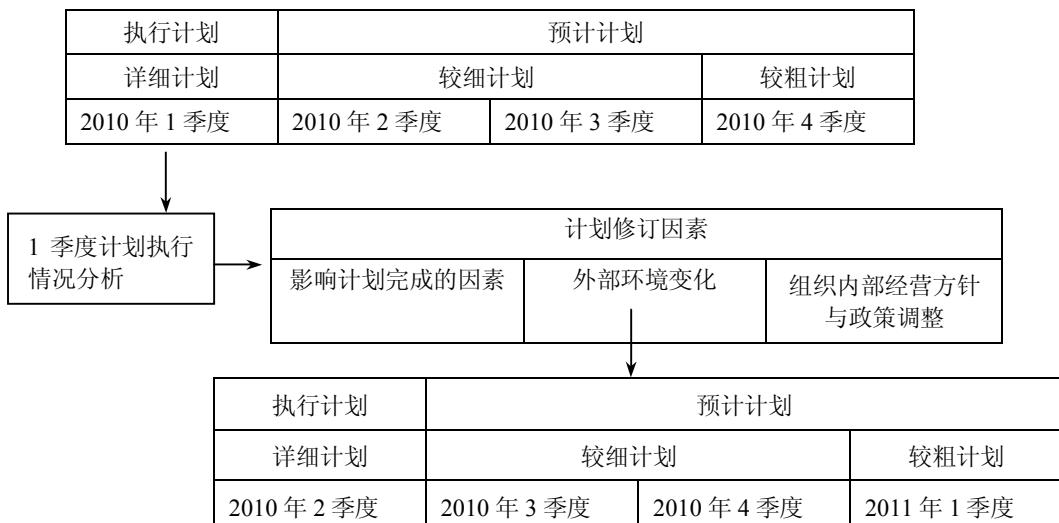
(1) 产品：按照产品的需求特性、加工特性、所需人员和设备上的相似性等，将产品综合为几大系列，以系列为单位来制定综合计划。例如，服装厂根据产品的需求特性分为女装和童装两大系列，自行车厂分为 24 型和 28 型两大系列。

(2) 时间：综合计划的计划期通常是一年（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），因此有些企业也把综合计划称为年度生产计划或年度生产大纲。在该计划期内，使用的计划时间单位是月、双月或季。采用滚动式计划方式的企业，还有可能未来 3 个月的计划时间单位是月，其余 9 个月的计划时间单位是季等。

(3) 人员：综合计划可用几种不同方式来考虑人员安排问题。例如，将人员按照产品系列也分成相应的组，分别考虑所需人员水平；将人员根据产品的工艺特点和人员所需的技能水平分组等。综合计划中对人员的考虑还需要考虑到需求变化引起的对所需人员数量的变动，决定是采取加班，还是扩大聘用等基本方针。

#### 知识链接：滚动式计划

滚动式计划，就是在制定计划时，采取近细远粗的原则，逐年逐月往后滚动，连续编制，包括预定计划和发展计划。将计划期不断向前延伸，连续编制计划的方法。例如，2010 年编制了 1 季度至 4 季度年度计划，2010 年 1 季度结束又根据新情况对原计划加以修订补充，编制出 2010 年 2 季度、3 季度、4 季度至 2011 年 1 季度计划，依此类推，不断向前滚动。优点是计划可以比较切合实际，相互衔接协调，计划的应变性和严肃性均得到保证。



综合计划在制定时，要考虑预测需求的数量，如果计划期的预测需求量和可能利用的生

产能能力不一致，生产部门经理必须要回答以下问题：

- 需求的变化可否通过劳动力数量的变化来平衡？
- 是否通过转包方式来维持需求增长时的劳动力的稳定？
- 需求变动是通过聘用兼职人员还是采取加班或减少工作来平衡？
- 是否改变价格或其他因素来影响需求？
- 库存能否用于平衡计划期内需求的变化？

这些问题有助于管理层制定有效的综合计划。此外还需要了解计划期可利用的资源及劳动法的有关规定。

制定综合计划时还必须考虑成本因素。只有成本在可接受范围内，一个计划最终才是可接受的。制定综合计划时所要考虑的成本主要包括：

(1) 正式人员的人员成本。包括正常工资和正式人员的各种福利待遇，例如医疗保险、劳动保险、退休基金、有偿休假等。

(2) 加班成本。加班工资通常是正常工资的 1.5 倍，但是不必考虑其他福利待遇。也有一些企业，平时加班工资为正常工资的 1.5 倍，周日和法定节假日加班为 2 倍。

(3) 库存成本（持有库存所发生的成本）。是指随库存投资而变化的那些成本，其中包括：资金占用成本、各种仓储成本（仓库费用、仓储管理人员费用等）、库存品的自然和非自然损耗（丢失、失窃、腐烂等）、保险费用等。

(4) 订单积压成本和库存缺货成本。在订单积压的情况下，可能会发生合同延期罚款，还可能发生失去客户的潜在的机会成本。

综合计划的基本策略主要有 3 种，这些策略必须灵活地权衡劳动力水平、工作时间、库存水平和缺货拖欠等内部因素。当企业需要调整劳动力水平时，很多企业通常会保持员工的稳定性，通过人才市场或职业介绍所聘用一些临时工人。

(1) 追逐策略。

当订货发生变化时，通过聘用或解雇工人以适应需求波动。这种策略的优点是投资小，无订单拖欠；缺点是容易造成劳资矛盾，特别当订单数量减少时，员工会放慢生产速度，员工积极性受到影响。

(2) 稳定劳动力水平。

通过柔性的计划或调整工作时间，进而调整产出来适应需求波动。这种策略保持了稳定的劳动力水平，避免了追逐策略中聘用和解聘工人所付出的费用，但这种策略提高了劳动力成本。

(3) 平准策略。

通过调节库存水平，允许订单拖欠和缺货来保持稳定的产出率和稳定的劳动力水平，以适应需求波动。这种策略的优点是人员稳定，产出均衡；但降低了潜在的顾客服务水平，增加了库存投资，而且库存品可能会过时积压。

当企业只采取一种策略来应对需求波动时，称为单一策略。若采取两种或两种以上策略组合时，称为混合策略。实际上，企业多采取混合策略来应对需求变化。

### 3.2 制定综合计划的技术

制定综合计划通常采取如下步骤：

- (1) 确定各期需求。
- (2) 确定各期生产能力(正常时间、加班时间和转包合同)。
- (3) 明确相关政策(如安全库存率、人员政策)。
- (4) 相关成本和费用(如加班费、持有库存费、延迟交货罚金等)。
- (5) 制定可供选择的计划，并计算各自成本。
- (6) 选择满意的计划。

企业在制定综合计划时常采取试算法、仿真法和线性规划。

### 1. 试算法

试算法就是绘制简单的表格或图形，使计划者能够对计划需求和现有能力进行直观对比，并评价各种可选方案的总成本。

**例 1** 某企业根据市场情况对未来 9 个月进行需求预测，如表 3-2 所示，同时结合劳动力成本和相关变化对未来 9 个月的各项费用进行确定，如表 3-3 所示。

表 3-2 需求预测

单位：件

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合计
预测值	40	25	55	30	30	50	30	60	40	360

表 3-3 生产信息和各项费用

生产信息		成本费用	
现有工人数	10 人	雇佣成本	600 元/人
工作时间	160 小时/月	解雇成本	500 元/人
生产单位产品时间	40 小时/件	正常工作成本	30 元/小时
每个工人月产量	4 件/月·人	加班成本	45 元/小时
安全库存	10 件	转包成本	50 元/小时
		库存维持成本	35 元/件·月

试确定最佳生产计划。

解：

方案一：增减人数，如表 3-4 所示。

表 3-4 增减人数

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9
预测产量	40	25	55	30	30	50	30	60	40
职工人数									
需要的工人数	10	7	14	8	8	13	8	15	10
月初雇佣人数	0	0	7			5		7	
月初解雇人数		3		6			5		5
成本									
正常工作成本	48000	33600	67200	38400	38400	62400	38400	72000	48000

续表

雇佣成本	4200				3000		4200	
解雇成本	1500				3600		2500	
库存维持成本	350	350	350	350	350	350	350	350
计划的总成本=正常工作成本+雇佣成本+解雇成本+安全库存成本 =446440+20900+3150 =470490（元）								

注：所需人数为预测量除以每个工人月产量，四舍五入。

方案二：生产恒定（10个工人，每月生产40件）

以恒定速度生产和使用库存有助于满足不均衡的需求，在这种情况下不需要安全库存，相关成本的计算如表3-5所示。

表3-5 相关成本

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9
预测产量	40	25	55	30	30	50	30	60	40
生产数据									
产量	40	40	40	40	40	40	40	40	40
转包	—	—	—	—	—	—	—	10	0
产量—预测	0	15	-15	10	10	-10	10	-20	0
库存									
期初	0	0	15	0	10	20	10	20	0
期末	0	15	0	10	20	10	20	0	0
平均库存	0	7.5	7.5	5	15	15	15	10	0
成本									
正常工作成本	48000	48000	48000	48000	48000	48000	48000	48000	48000
转包成本								20000	
库存维持成本	0	263	263	175	525	525	525	350	

计划的总成本=正常工作成本+转包+库存维持成本

$$=432000+20000+2826$$

$$=454826 \text{ (元)}$$

库存成本的计算是用平均库存，即期初与期末之和除以2。

## 2. 线性规划法

线性规划模型是根据成本最小或利润最大化原则分配有限资源，以获得最优问题解决方案的方法。运输规划模型是线性规划模型的一种特殊形式。运输规划模型可以合理分配各个时期的生产能力来满足预测需求量，并能灵活处理各个时期的正常生产、加班生产、外包和存货，在满足最低生产总成本的目标下实现生产计划的最佳安排。

**例2** 运输规划模型整体计划。设已知某工厂相关资料如表3-6所示，试用运输模型求出最小总成本的生产计划。

表 3-6 某工厂相关资料表

时期	1	2	3
需求	550	700	750
生产能力			
正常时间	500	500	500
加班时间	50	50	50
外包	120	120	100
期初存货	100		
单位成本			
正常时间	60 元		
加班时间	80 元		
外包	90 元		
存货持有	1 元\每时期		
补货	3 元		

解：

(1) 建立运输规划模型并求解，如表 3-7 所示。

表 3-7 运输规划模型

需求期数 生产期数		1	2	3	未用生产能力	总生产能力
期数	期初存货	100	0	1	2	0
1	正常时间	450	60	50	61	62
	加班时间		80	50	81	82
	外包		90	30	91	92
2	正常时间		63	500	60	61
	加班时间		83	50	80	81
	外包		93	20	90	91
3	正常时间		66		63	500
	加班时间		86		83	50
	外包		96		93	100
需求		550	700	750	90	2090

(2) 各时期生产安排, 如表 3-8 所示。

表 3-8 生产安排表

生产时期	期初	1	2	3
需求		550	700	750
正常时间		500	500	500
加班时间		50	50	50
外包		30	120	100
存货	100	130	100	0

说明:

①本题中, 存货持有成本每时期每单位为 1 元。因此, 在一个时期中产生的单位持有成本移至下一期将会增加 1 元。此持有成本是存货所涵盖的时期长度的线性函数(单位存货每移动一个时期, 单位持有成本增加 1 元)。

②运输规划模型的应用条件是供给(生产能力)与需求必须相等,(虚设的)未使用生产能力是为了满足该条件。本题中, 未使用生产能力没有花费任何额外费用, 故表 3-7 中所显示的单位成本为 0。

③本题中使用存货即可满足需求, 因此不需要补货。

④在时期 1, 使用期初存货的 100 单位和正常时间生产的 450 单位即可满足该时期 550 单位的需求。

## 学习任务 4 主生产计划

### 阅读材料

#### 丰田汽车公司生产计划

丰田汽车公司利用平准化综合计划建立年度生产计划, 表明制造和销售的汽车数量。丰田的平准化成功的秘诀是均衡生产。通过生产系统进行排序, 总生产计划被转化为月计划和日计划。这一过程实际上就是: 提前两个月确立需要生产的汽车型号和数量; 提前一个月得到详细计划。然后将这些数量提供给分包商和供应商, 这样他们能够安排生产以满足丰田的需求。例如某月要生产 8000 辆 A 型号汽车、6000 辆 B 型号汽车、4000 辆 C 型号汽车、2000 辆 D 型号汽车, 如果假定生产线每月运作 20 天, 这样它们的日产就分别为 400、300、200、100。进一步分解, 按一天两班制工作制(960 分), 每 9.6 分钟的产量为 4 辆 A 型车、3 辆 B 型车、2 辆 C 型车、1 辆 D 型车。

(资料来源: 季建华. 运营管理. 上海: 上海交通大学出版社, 2004)

主生产计划(Master Production Schedule, MPS)是预先建立的一份计划, 由主生产计划员负责维护, 是确定每一具体的最终产品在每一具体时间段内生产数量的计划。主生产计划是根据客户合同和市场预测, 把经营计划或生产大纲中的产品系列具体化, 使之成为展开物料需求计划的主要依据, 起到了从综合计划向具体计划过渡的承上启下作用。这里的最终产品是指对于企业来说最终完成、要出厂的完成品, 它要具体到产品的品种、型号。这里的具

体时间段，通常是以周为单位，在有些情况下，也可以是日、旬、月。主生产计划详细规定生产什么、什么时段应该产出，它是独立需求计划。主生产计划必须考虑客户订单和预测、未完成订单、可用物料的数量、现有能力、管理方针和目标等。因此，它是生产计划工作的一项重要内容。

#### 4.1 综合计划与主生产计划的衔接

综合计划的实质是将企业多种不同品种和规格的产品或服务整合成一个产品或服务，从而使计划制定者在制定企业的综合计划时不必考虑那些需要在短期生产计划中予以解决的特殊细节。然而，经过整合后的产物或服务，其度量单位是一个综合单位，不便于实际操作。例如生产电脑的企业生产有台式电脑和笔记本电脑，台式的规格也不同，其装配的部件有区别，为了便于生产计划的作业，必须将这些综合单位转换成具体产品或服务的实际单位。因此，需要对综合计划进行分解，分解的结果则形成沟通综合计划与作业计划之间的桥梁——主生产进度（或称主排程、主生产计划），简称 MPS。

综合计划	月份	1	2	3
	电脑	2000	2500	2800
主生产计划	月份	1	2	3
	台式电脑 I	700	500	500
	台式电脑 II	300	1000	500
	笔记本电脑 I	400	300	800
	笔记本电脑 II	600	700	1000
	合计	2000	2500	2800

主生产进度是根据综合计划确定短期生产能力以及分配最终产品订单。主生产进度的目标有两个：为具体产品的生产时间安排进度，保证交货期的实现；避免机器设备的过载或欠载，有效利用生产能力，保持生产的低成本。

在主生产计划的基本模型中，并未考虑利用生产速率的改变、人员水平的变动或调节库存来进行权衡、折衷。但是，综合计划是要考虑生产速率、人员水平等折衷因素的，因此，在实际的主生产计划制定中，是以综合计划所确定的生产量而不是市场需求预测来计算主生产计划量。也就是说，以综合计划中的生产量作为主生产计划模型中的预测需求量。综合计划中的产量是按照产品系列来规定的，为了使之转换成主生产计划中的市场需求量，首先需要对其进行分解，分解成每一计划期内对每一具体型号产品的需求。在作这样的分解时，必须考虑到不同型号、规格的适当组合，每种型号的现有库存量和已有的顾客订单量相等，然后，将这样的分解结果作为主生产计划中的需求预测量。

总而言之，主生产计划应是对综合计划的一种具体化，当主生产计划以上述方式体现了综合计划的意图时，主生产计划就成为企业整个经营计划中的一个重要的、不可或缺的部分。

一个有效的主生产计划是对客户需求的一种承诺，它充分利用企业资源，协调生产与市场，实现生产计划大纲中所表达的企业经营目标。主生产计划在计划管理中起“龙头”模块

作用，它决定了后续的所有计划及制造行为的目标。在短期内作为物料需求计划、零件生产计划、订货优先级和短期能力需求计划的依据。在长期内作为估计本厂生产能力、仓储能力、技术人员、资金等资源需求的依据。

## 4.2 主生产计划的对象

主生产计划的计划对象主要是把生产规划中的产品系列具体化以后的出厂产品，统称最终项目，所谓最终项目通常是独立需求件，对它的需求不依赖于对其他物料的需求而独立存在。但是由于计划范围和销售环境不同，作为计划对象的最终项目其含义也不完全相同。

从满足最少项目数的原则出发，下面对三种制造环境分别考虑 MPS 应选取的计划对象。

### 1. 为库存而生产（Make to Stock, MTS）的企业

用很多种原材料和部件制造出少量品种的标准产品，则产品、备品备件等独立需求项目成为 MPS 计划对象的最终项目。对产品系列下有多种具体产品的情况，有时要根据市场分析估计产品占系列产品总产量的比例。此时，生产规划的计划对象是系列产品，而 MPS 的计划对象是按预测比例计算的。产品系列同具体产品的比例结构形式类似一个产品结构图，通常称为计划物料或计划BOM。

在这类企业中，虽然可能要用到多种原材料和零部件，但最终产品的种类一般较少（如图 3-2 所示），且大都是标准产品，这种产品的市场需求的可靠性也较高。因此，通常是将最终产品预生产出来，放置于仓库，随时准备交货。

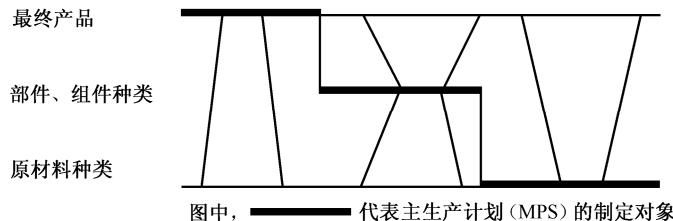


图 3-2 主生产计划 (MPS) 的制定对象

### 2. 为订单而生产（Make to Order, MTO）的企业

最终项目一般就是标准定型产品或按订货要求设计的产品，MPS 的计划对象可以放在相当于 T 形或 V 形产品结构的低层，以减少计划物料的数量。如果产品是标准设计或专项，最终项目一般就是产品结构中 0 层的最终产品。订货生产类型的企业，如特殊医疗器械、模具等生产企业，当最终产品和主要的部件、组件都是顾客订货的特殊产品时，这些最终产品和主要部件、组件的种类比它们所需的主要原材料和基本零件的数量可能要多得多。因此，类似于组装生产，在这种情况下，主生产计划 (MPS) 也可能是以主要原材料和基本零件为对象来制定的。

### 3. 为订单而装配（Assemble to Order, ATO）的企业

产品是一个系列，结构相同，表现为模块化产品结构，都是由若干基本组件和一些通用部件组成的。每项基本组件又有多种可选件，有多种搭配选择（如轿车等），从而可形成一系列规格的变型产品，可将主生产计划设立在基本组件级。在这种情况下，最终项目指的是基本组件和通用部件。这时主生产计划是基本组件（如发动机、车身等）的生产计划。

随着市场需求的日益多样化，企业要生产的最终产品的变型是很多的。所谓变型产品，往往是若干标准模块的不同组合。例如，以汽车生产为例，传统的汽车生产是一种大批量备货生产类型，但在今天，一个汽车装配厂每天所生产的汽车可以说几乎没有两辆是一样的，因为顾客对汽车的车身颜色、驱动系统、方向盘、座椅、音响、空调系统等不同部件可以自由选择，最终产品的装配只能根据顾客的需求来决定，车的基本型号也是由若干不同部件组合而成的。

例如，一个汽车厂生产的汽车，顾客可选择的部件包括：3种发动机（大小）、4种传动系统、2种驱动系统、3种方向盘、3种轮胎尺寸、3种车体、2种平衡方式、4种内装修方式、2种制动系统。基于顾客的这些不同选择，可装配出的汽车种类有  $3*4*2*...=10368$  种，但主要部件和组件只有  $3+4+2+\dots=26$  种，即使再加上对于每辆车来说都是相同的那些部件，部件种类的总数也仍比最终产品种类的总数要少得多。因此，对于这类产品，一方面，对最终产品的需求是非常多样化和不稳定的，很难预测，因此保持最终产品的库存是一种很不经济的做法。而另一方面，由于构成最终产品的组合部件的种类较少，因此预测这些主要部件的需求要容易得多，也精确得多。所以，在这种情况下，通常只是持有主要部件和组件的库存，当最终产品的订货到达以后，才开始按订单生产。这种生产类型被称为“组装生产”（Assemble-to-Order）。这样，在这种生产类型中，若以要出厂的最终产品编制 MPS，由于最终产品的种类很多，该计划将大大复杂化，而且由于难以预测需求，计划的可靠性也难以保证。因此，在这种情况下，主生产计划（MPS）是以主要部件和组件为对象来制定的。例如，在上述汽车厂的例子中，只以 26 种主要部件为对象制定 MPS。当订单来了以后，只需将这些部件作适当组合，就可在很短的时间内提供顾客所需的具体产品。

### 4.3 主生产计划的约束条件与时区

#### 1. 约束条件

编制主生产计划（MPS）时要确定每一具体的最终产品在每一具体时间段内的生产数量。它所需要满足的约束条件是：

(1) 主生产计划所确定的生产总量必须等于综合计划确定的生产总量。该约束条件包括两个方面：

- 每个月某种产品各个型号的产量之和等于综合计划确定的该种产品的月生产总量。
- 总体计划所确定的某种产品在某时间段内的生产总量（也就是需求总量）应该以一种有效的方式分配在该时间段内的不同时间生产。

当然，这种分配应该是基于多方面考虑的，例如需求的历史数据、对未来市场的预测、订单以及企业经营方面的其他考虑。此外，主生产计划既可以周为单位，也可以日、旬或月为单位。当选定以周为单位后，必须根据周来考虑生产批量（断续生产的情况下）的大小，其中重要的考虑因素是作业交换成本和库存成本。

(2) 在决定产品批量和生产时间时必须考虑资源的约束。与生产量有关的资源约束有若干种，例如设备能力、人员能力、库存能力（仓储空间的大小）、流动资金总量等。在制定主生产计划时，必须首先清楚地了解这些约束条件，根据产品的轻重缓急来分配资源，将关键资源用于关键产品。

## 2. 时界和时区

时界表示时间界限，是一个时刻点，是 MPS 中的计划参考点。时界表明了修改计划的难易程度。在 MPS 中，有两个时界点，即需求时界（Demand Time Fence, DTF）和计划时界（Planned Time Fence, PTF）。MPS 时界和时区关系示意表如表 3-9 所示。

表 3-9 MPS 时界和时区关系示意表

时区	时区 1			时区 2			时区 3				
时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AK-1	120	110	130	150	160	180	180	200	210	230	
提前期	总装提前期										
	累计提前期（采购+加工）										
	总提前期（计划展开期）										
时界	当前			DTF			PTF				

主生产计划的变化有破坏性，尤其是早期或近期的变化和计划中一部分的变化。时区 1、时区 2、时区 3 对应生产计划解冻期、相对稳定期和宽松开放期。主生产计划是所有部件、零件等物料需求计划的基础。由于这个原因，主生产计划的改变，尤其是对已开始执行、但尚未完成的主生产计划进行修改时，将会引起一系列计划的改变以及成本的增加。当主生产计划量要增加时，可能会由于物料短缺而引起交货期延迟或作业分配变得复杂；当主生产计划量要减少时，可能会导致多余物料或零部件的产生（直至下一期主生产计划需要），还会导致将宝贵生产能力用于现在并不需要的产品。当需求改变，从而要求主生产量改变时，类似的成本也同样会产生。

为此，许多企业采取的做法是，设定一个时间段，使主生产计划在该期间内不变或轻易不得变动，也就是说，使主生产计划相对稳定，有一个“冻结”期。“冻结”的方法可有多种，代表不同的“冻结”程度，如图 3-3 所示。

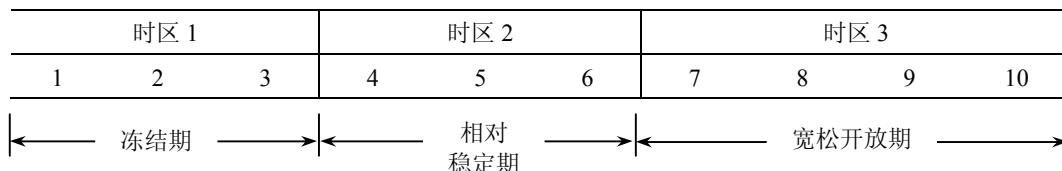


图 3-3 主生产计划冻结期

一种方法是，规定时区 1 为需求冻结期，它可以包括从本周开始的若干个单位计划期，在该期间内，没有管理决策层的特殊授权，不得随意修改主生产计划。例如，将主生产计划设定为 8 周。在该期间内，没有特殊授权，计划人员和计算机（预先装好的程序）均不能随意改变主生产计划。

另一种方法是规定时区 2 为计划冻结期。计划冻结期通常比需求冻结期要长，在该期间内，计算机没有自主改变主生产计划的程序和授权，但计划人员可以在两个冻结期的差额时间段内根据情况对主生产计划作必要的修改。在这两个期间之外，可以进行更自由的修改，

例如，让计算机根据预先制定好的原则自行调整主生产计划。这几种方法实质上只是对主生产计划的修改程度不同。例如，某企业使用 3 个冻结期，8 周、13 周和 26 周。在 8 周以内，是需求冻结期，轻易不得修改主生产计划；从 8 周到 13 周，主生产计划仍呈刚性，但只要零部件不缺，可对最终产品的型号略作变动；从 13 到 26 周，可改变最终产品的生产计划，但前提仍是物料不会发生短缺；26 周以后，市场营销部门可根据需求变化情况随时修改主生产计划。

总而言之，主生产计划冻结期的长度应周期性地审视，不应该总是固定不变的。此外，主生产计划的相对冻结虽然使生产成本得以减少，但也同时减少了响应市场变化的柔性，而这同样是要产生成本的。因此，还需要考虑二者间的平衡。

#### 4.4 主生产计划的确定

在制定主生产计划的过程中涉及到一系列的量，下面分别介绍计算方法。

##### 1. 生产预测

生产预测用于指导主生产计划的编制，使得主生产计划员在编制主生产计划时能遵循生产规划的目标。它是某产品的生产规划总生产量中预期分配到该项产品的部分，其计算通常使用百分比计划清单来分解生产规划。

##### 2. 未兑现的预测

未兑现的预测是在一个时区内尚未由实际客户订单兑现的预测，它指出在不超过预测的前提下，对一个最终项目还可以期望得到多少客户订单。计算方法是用某时区的预测值减去同一时区的客户订单。但是早于需求时界的累计未兑现预测如何处理，典型的 MRP II 软件将提供不同的策略供用户选择，或移到需求时界之后的第一个时区，或忽略不计。

##### 3. 总需求

某个时区的总需求量即为本时区的客户订单、未兑现的预测和非独立需求之和。

##### 4. 可签约量 (Available to Promise, ATP)

签约量等于主生产计划量减去实际需求。此项计算从计划展望期的最远时区由远及近逐个时区计算。如果在一个时区内需求量大于计划量，超出的需求可从早先时区的可签约量中预留出来。可签约量计算表如表 3-10 所示。

表 3-10 可签约量计算表

周	1	2	3	4	5
预测数量	800	600	900	300	400
订单数量	700	700	300	100	0
MPS	800	700	900	300	400
ATP	100	0	600	200	400

##### 5. 累计可签约量

从最早的时区开始，把各个时区的可签约量累加到所考虑的时区即是这个时区的累计可签约量。它指出在不改变主生产计划的前提下，积累到目前所考虑的时区为止，关于此最终项目还可向客户作出多大数量的供货承诺。

**例 1** 某企业现在库存 23 件，经预测前四周的需求为每周 10 件，第五周受季节影响需求增加为 20 件，先接到 4 个订单。

现有量: 23				生产批量: 15	
时段	1	2	3	4	5
预测量	10	10	10	10	20
确定的客户订单	13	5	3	1	0

解:

- (1) 计算现有库存量 POH。在计划前需要向仓储部门了解已有产品库存量。
- (2) 确定 MPS 的生产量和生产时间。

现有量	23				生产批量: 15
时段	1	2	3	4	5
预测量	10	10	10	10	20
确定的客户订单	13	5	3	1	0
计划期末库存量	10	0	5	10	5
MPS	0	0	15	15	15

- (3) 确定可签约量和累计签约量。

现有量	23				生产批量: 15
时段	1	2	3	4	5
预测量	10	10	10	10	20
确定的客户订单	13	5	3	1	0
计划期末库存量	10	0	5	10	5
MPS	0	0	15	15	15
ATP	5	0	12	14	15
累计	5	5	17	31	46

主生产计划制定举例。

- 1) 汇集顾客订单、市场预测、存货状态及生产能力等方面的信息。

需求有许多来源，例如顾客订单、市场需求预测、存货水平、售后服务零件、安全存货以及企业内部其他部门的需求等。除此之外，还要考虑企业的生产形态，例如是存货生产、订单生产还是两者兼备。在存货生产环境中，主生产进度在未接到客户的订单之前是根据市场预测安排的，成品生产出来之后送入仓库，一旦接到客户的订单就可立即从仓库提出货物送交客户。

- 2) 详细计算每周的成品需求量、欲生产成品的数量以及成品存货量。

**例 2** 主生产进度的拟订过程。某公司以存货生产方式生产 A 和 B 两种产品。有多种需求来源。未来 6 周的预计需求量如表 3-11 所示。安全存货量产品 A 为 30 单位，产品 B 为 40

单位。产品 A 每批投产 50 单位，产品 B 每批投产 60 单位。期初存货产品 A 为 70 单位，产品 B 为 50 单位。试拟订 A 和 B 两种产品的主生产进度。

表 3-11 产品需求预测

需求来源	A 产品需求量/周						B 产品需求量/周					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
公司本部订单				20	10	10			10		10	10
市场预测及已有订单	20	20	50	30	20	20	30	30	30	40	30	20
总计	20	20	50	50	30	30	30	30	40	40	40	30

根据每种产品的周需求量总计、期初存货和安全存货计算出存货余额、计划生产量与期末存货，如表 3-12 所示。

表 3-12 产品计划生产量及期末存货量

产品	A						B					
	周	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
期初存货量	70	50	30	30	30	50	50	80	50	70	90	50
需求量总计	20	20	50	50	30	30	30	30	40	40	40	30
存货余额	50	30	-20	-20	0	20	20	50	10	30	50	20
计划生产量	-	-	50	50	50	50	60		60	60		60
期末存货量	50	30	30	30	50	70	80	50	70	90	50	80

其中：

存货余额=期初存货-需求量总计

计划生产量=每批投产量（若存货余额<安全存货量）；计划生产量=0（若存货余额≥安全存货量）

期末存货=期初存货+计划生产量-周需求量总计

根据上述计算结果，拟订出 A 和 B 两种产品的主生产进度，如表 3-13 所示。

表 3-13 主生产计划

产品	计算项目	周					
		1	2	3	4	5	6
A	需求量总计	20	20	50	50	30	30
	期初存货量	70	50	30	30	30	50
	存货余额	50	30	-20	-20	0	20
	计划生产量	-	-	50	50	50	50
	期末存货量	50	30	30	30	30	70
B	需求量总计	30	30	40	40	40	30
	期初存货量	50	80	50	70	90	50
	存货余额	20	50	10	30	50	20
	计划生产量	60	-	60	60	-	60
	期末存货量	80	50	70	90	50	80

注：产品 A 安全库存量=30，每批投产量=50，产品 B 安全库存量=40，每批投产量=60。  
 3) 初步核对每个工作中心的生产设备负荷量。

上例中的公司现在想知道总装配线在装配产品 A 和 B 时是过载还是欠载。该装配线每周可利用工时为 100 小时，产品 A 每单位需要用 0.9 小时，产品 B 每单位需要用 1.6 小时。求：

①总装配线完成主生产进度中两种产品所需要的的实际工时，即总装配线的工作负荷量，并将其与总装配线未来 6 周的每周可利用工时进行比较，比较结果即为粗算生产能力计划。

②总装配线现有生产能力完成主生产进度是否足够？

③如果不够怎样调整？

解：

①产品 A 每批投产 50 单位，每单位装配需要用 0.9 小时，因此，产品 A 的 50 单位实际装配工时= $0.9 \times 50 = 45$  小时；同理，产品 B 的 60 单位实际装配工时= $1.6 \times 60 = 96$  小时。比较结果如表 3-14 所示。

表 3-14 生产能力计算

产品	计算项目	周装配工时（小时）						
		1	2	3	4	5	6	总计
A	生产量	-	-	50	50	50	50	
	装配工时			45	45	45	45	
B	生产量	60	-	60	60	-	60	
	装配工时	96	-	96	96	-	96	
工作负荷量（小时）		96	-	141	141	45	141	564
装配能力（小时）		100	100	100	100	100	100	600

②总装配线 6 周的装配能力为 600 小时，而主生产进度只需要用 564 小时，从总体上看，总装配线的现有生产能力足够。但是，从总装配线的现有周生产能力来看，第 3、4、6 周总装配线过载，而第 1、2、5 周总装配线欠载。因此，总装配线的周工作负荷量需要进行调整。

③若将主生产进度中的周生产量向前移动的话，总装配线会获得较好的平衡。移动方法如下：将产品 A 第 4 周和第 6 周的生产量分别向前移到第 3 周和第 5 周，而将产品 B 第 3 周的生产量向前移到第 2 周进行装配。调整后的总装配线粗算生产能力计划如表 3-15 所示。

表 3-15 调整后的总装配线粗算生产能力计划

产品	计算项目	周装配工时（小时）						
		1	2	3	4	5	6	总计
A	生产量	-	-	100		100		
	装配工时			90		90		
B	生产量	60	60		60	-	60	
	装配工时	96	96		96	-	96	
工作负荷量（小时）		96	96	90	96	90	96	564
装配能力（小时）		100	100	100	100	100	100	600

4) 安排主生产进度。粗算生产能力计划调整之后，最后求得的主生产进度如表 3-16 所示。

表 3-16 主生产进度

产品	计算项目	周					
		1	2	3	4	5	6
产品 A	需求量总计	20	20	50	50	30	30
	期初存货量	70	50	30	80	30	100
	计划生产量	-	-	100	-	100	-
	期末存货量	50	30	80	30	100	70
产品 B	需求量总计	30	30	40	40	40	30
	期初存货量	50	80	110	70	90	50
	计划生产量	60	60	-	60	-	60
	期末存货量	80	110	70	90	50	80

### 阅读材料

#### 如何解决生产中的“插单”问题

在一个生产车间，在原有的生产计划途中，经常会有新的计划插入，令原有的计划出现混乱。而且新的计划比较零乱，还会有试制的产品，员工们都不熟识，如何管理？

现在进入市场经济时代，而且是“小批量、多品种、工期紧、难度大、要求高、订单急”的“后市场经济时代”，月度正常生产计划只是一个骨架，临时追加计划如同家常便饭，怎么办？其中的一种方法是：

- (1) 以月度已有订单为骨架，实行滚动生产计划。即按合同订单随时加入生产计划。
- (2) 每日上班前半小时召开生产协调会，按已制定计划平衡生产进度，组织采购供应与工序调整。注意统筹安排，会议要提高效率，短平快。
- (3) 建立“日调整、周检查、月平衡”生产计划制度，确保客户合同的实现，从而保证公司效益的提高。

### 学习任务 5 物料需求计划

#### 学习导入

#### 上海水仙能率有限公司

上海水仙能率有限公司是由上海水仙电器总厂和日本能率公司合资的热水器生产厂，是一个典型的 JIT 生产方式的装配型企业。注册资金 2000 万美元。该公司拥有员工 300 多人，1995 年实现销售额 2 亿元，占上海热水器市场的 60%。

由于该公司按日本能率公司的订单和技术文件组织生产，所以企业的主要内容为生

产现场管理和财务管理。该公司按照 JIT 方式简化生产管理过程，在生产过程中不设物料仓库，不设半成品。生产管理全部手工实现。财务管理采用了某公司的财务软件。由于 JIT 生产方式采用看板方法，拉动式组织企业生产，即针对最终一级生产发出的指令决定整个加工过程应提供的产量。因此，在成本核算的过程中依据 JIT 生产报表反推该成本周期内的物料、工资和费用，建立适当的会计分录，并过账到总账系统，以反映费用及成本。采用平行结转分步法进行成本核算，物料、工资和费用分别进行结转。

目前依据 JIT 生产报表反推该成本周期内的物料消耗以及工资和费用的核算完全采用手工方式，核算周期长，容易出错。而且由于市场需求的不断变化和生产的发展，产品品种和规格越来越多，手工方式的成本核算越来越无法适应企业管理的需要。迫切需要有一种手段自动实现成本核算。水仙能率有限公司委托咨询公司帮助解决，咨询公司为该公司开发了适合其实际的成本核算模块。

根据 JIT 生产报表，通过对 BOM 表进行一系列的集合运算，实现物料的成本核算层次定位、物料实际耗用推算以及物料、工资和费用的层层结转。系统提供了平行结转分步法、综合结转分步法实现实际成本核算，反映实际成本与标准成本的差异，系统的分析功能提供多种手段进行成本分析。系统同时还提供了成本试算功能为职能部门制定合理的成本策略提供科学依据，成本估算功能为工程技术部门提供新产品的成本信息。

（资料来源：[http://esoftbank.com.cn/wz/10\\_8594.html](http://esoftbank.com.cn/wz/10_8594.html)）

物资需求计划（Material Requirement Planning, MRP）是指根据产品结构各层次物品的从属和数量关系，以每个物品为计划对象，以完工时期为时间基准倒排计划，按提前期长短区别各个物品下达计划时间的先后顺序，是一种工业制造企业内的物资计划管理模式。MRP 是根据市场需求预测和顾客订单制定产品的生产计划，然后基于产品生成进度计划，组成产品的材料结构表和库存状况，通过计算机计算所需物资的需求量和需求时间，从而确定材料的加工进度和订货日程的一种实用技术。

## 5.1 MRP 的原理

### 1. 独立需求与相关需求

独立需求是指一项物料的需求与其他项的需求无关，一个物料的需求（包括数量和交货期）不能直接从另一个物料的需求计划得到时，这种物料的需求称为独立需求。独立需求是主生产计划下达的，通过预测或用户订单得到。独立需求的物料包括成品、半成品、样品、备品和备件等。

相关需求是物料项目的需求取决于对另一些项目的需求，通过物料需求计划运算后得到的，由独立需求派生出来的，并与其他项目或最终产品有直接关系的需求。相关需求物料包括半成品、零部件、原材料等。例如，汽车制造工厂对汽车轮胎的需求量，取决于汽车的产量，属相关需求。

独立需求与相关需求的概念是相对的。例如，若生产圆珠笔，则笔的需求是独立需求，其需求数量是由预测得到的，而对构成笔的笔芯和弹簧之类的物料的需求便是相关需求，其需求数量是通过 MRP 计划得到的。但是，若单独销售笔芯，则笔芯又是独立需求。在编制 ERP 计划时，必须认真地分析和收集独立需求与相关需求。

## 2. MRP 的原理

(1) 从最终产品的主生产计划 (Master Production Schedule, MPS) 导出相关物料 (原材料、零件、组件、部件等) 的需求量和需求时间。

(2) 根据物料的需求时间和生产 (订货) 周期来确定其投产 (订货) 时间。

物料需求计划示意图如图 3-4 所示。

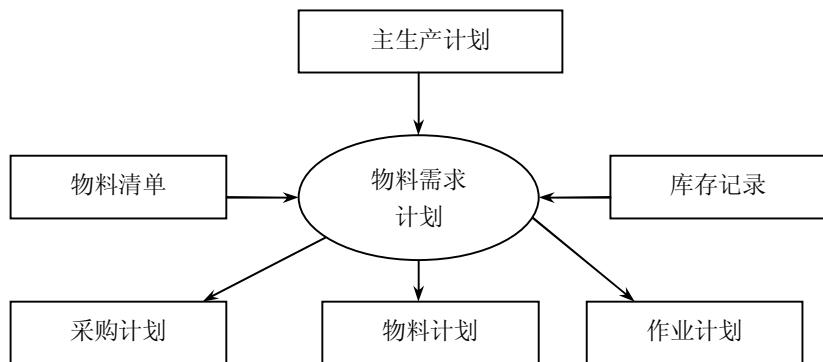


图 3-4 物料需求计划示意图

## 3. MRP 的输入信息

(1) 主生产计划 (MPS)。表示在计划期间，每个时间段计划需求每种成品 (产品) 的数量。

(2) 库存状态信息。库存状态信息应保存所有产品、零部件、在制品、原材料 (统称为项目) 的库存状态信息。

(3) 产品结构信息。产品结构又称为零件 (材料) 需要明细表示，如图 3-5 所示 (以眼镜为例)。图中以字母表示部件、组件，数字表示零件，括号中的数字表示装配数。组件和零件中，有些是工厂自己生产的，有些可能是外购件，如果是外购件，则不必再进一步分解。在物料需求计划系统中完全用产品结构图表示物料信息是不可能的。因为在复杂产品中可能会有 15 个装配层、5000 种不同的零部件，因此，需要用物料清单来表示，物料清单有单层式和缩排式两种表示方式。单层式物料清单是按各个层次单独记录。缩排式物料清单是将各个层次先展开，然后再以缩进格式排在一起。如表 3-17 所示是缩排式物料清单。

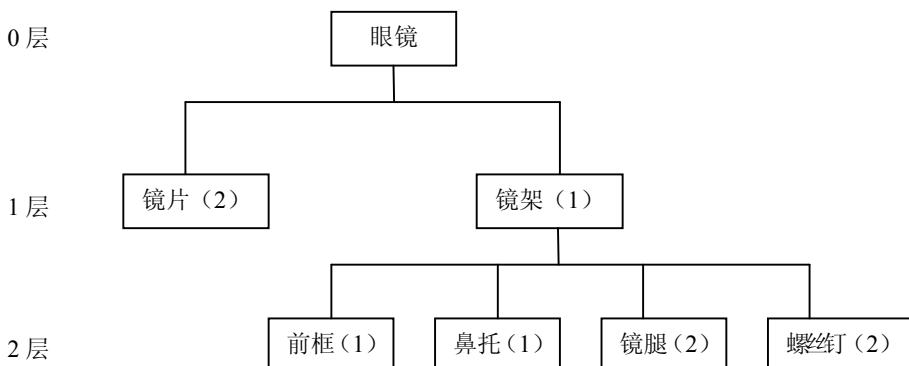


图 3-5 眼镜的结构

表 3-17 眼镜的缩排式物料清单

零件号码 0001		名称: 眼镜	装配层次: 0
装配层次	零件号码	名称	数量
0	0001	眼镜	1
.1	1011	镜片	2
.1	1021	镜架	1
.2	2010	前框	1
.2	2020	鼻托	1
.2	2030	镜腿	2
.2	2040	螺丝钉	2

一个 BOM 文件，至少应包括 3 个数据项：物料代码、需求量（每一个父项所需该子项的数量）、层次码（该物料在结构中相对于最终产品的位置）。如圆珠笔的 3 层 BOM，表示圆珠笔由笔盖、笔套和笔芯组成，笔芯又由笔芯油、笔芯头和笔芯杆组成。如图 3-6 所示。

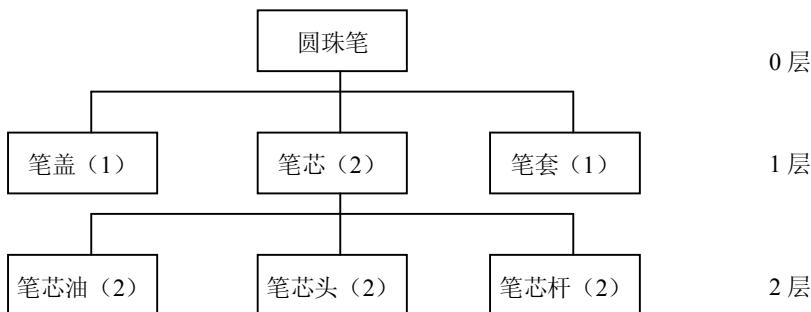


图 3-6 圆珠笔的结构

广义上的 BOM 是产品结构和工艺流程的结合体，二者不可分割。离开工艺流程谈产品结构没有现实意义。要客观科学地通过 BOM 来描述某一制造业产品，必须从制造工艺入手，才能准确描述和体现产品的结构。狭义 BOM 与广义 BOM 结合的方法：首先确定产品的工艺流程，然后描述每个工序（工艺流程的组成部分）上所使用的物料；由于生产组织方式的不同，各子物料有相应的生产子工艺流程，同样每个工序上存在物料的使用，这样就根据生产组织方式决定了 BOM 的层次。

#### 4. MRP 的工作逻辑

MRP 的计算是根据反工艺路线的原理，按照主生产计划规定的产品生产数量和期限要求，利用产品结构、零部件、在制品库存情况、各生产阶段（或订购）的提前期、安全库存等信息，反工艺顺序地推算出各个零部件的出产数量与期限，其计算程序如图 3-7 所示。

确定净需求是 MRP 的核心。净需求等于总需求减去库存持有量和预期收货量，再加上安全库存。净需求有时还要修正，即允许少量的浪费，为简化计算，这里不考虑这种情况。

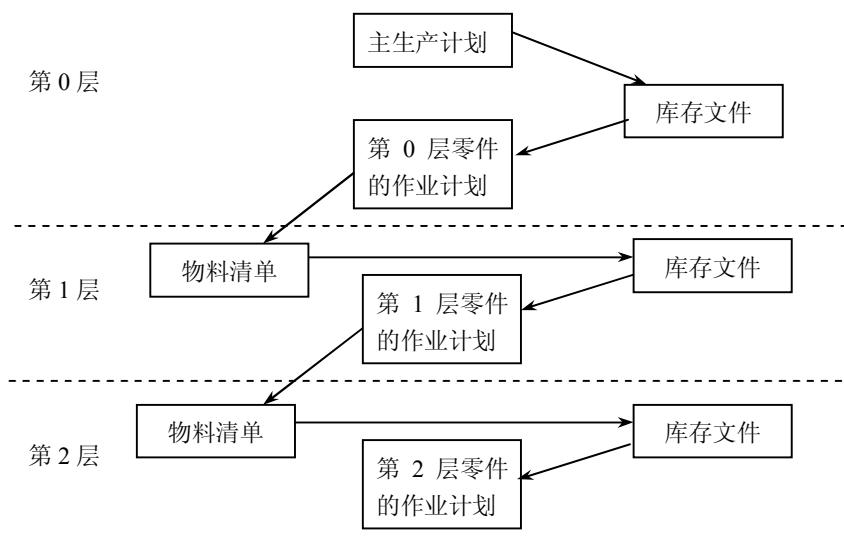


图 3-7 MRP 净额计算程序

## 5.2 MRP 的决策参数

### 1. 时间参数

(1) 计划展望期。系统生成物料需求计划所覆盖的未来时间区间，称为计划展望期。MRP 计划展望期的长度要足以覆盖计划中物的最长累计提前期，最长累计提前期是产品结构各层次上最长提前期之和。通过层层提前期求和找出最长路径，才能决定计划展望期。

(2) 时间段(周期)。计划展望期被分成称为时间段的小时间区间，把各项目的需要量、预计到货量、可利用库存量、生产指令下达等一系列活动的连续时间分割为时间段，按时间段来组织生产作业。

(3) 工作日历。工作日历是用于编制计划的特殊形式的日历，是将普通日历转换成顺序计数的工作日，除去周末、节日、停工和其他不生产的日子。

### 2. 提前期

提前期是执行某项任务由开始到完成所消耗的时间。订单下达之前的一段时间称为管理提前期，用来计划和准备订单。采购件的提前期由管理提前期、供应商提前期与验收时间等组成，制造件的提前期是管理提前期以及制造工艺路线中的每道工序的移动、排队、等待与准备、加工时间之和。

计算 MRP 矩阵所用的提前期是计划提前期，而不是实际提前期。MRP 中所用的提前期，可凭经验公式估算，常用的经验公式是： $LT=2N+6$ ，式中 N 为工序数。

### 3. 批量

在 MRP 计算中，常用的决定批量的方法分为静态方法和动态方法两类。静态方法就是保持订货数量为一常数，常用的静态方法有：固定批量法、经济订货批量。动态方法在不同周期订货数量可能变动，常用的动态方法有：直接批量法、固定周期批量法等。

#### 4. 安全库存

为使生产经营活动正常进行，防止因需求或供应的波动引起缺货或停工待料，经常在仓库中将各项目保持一定数量的计划库存量，称为安全库存，安全库存是消除制造过程中不可预知变化的重要方法，但是，安全库存必然会增加库存费用。因此，需要确定一个适宜的安全库存水平。

#### 5.3 物料需求计划计算步骤

一般来说，物料需求计划的制定是遵照先通过主生产计划导出有关物料的需求量与需求时间，然后再根据物料的提前期确定投产或订货时间的计算的思路。下面通过实例介绍基本计算步骤。

例：某办公家具公司，其两种主要产品（即企业要出厂的最终产品）是办公用椅 A 和 B，其需求大致稳定：产品 A 每周需要 30 个，产品 B 每周需要 20 个。这两种产品都需要用到一种支架部件 C。因此，对 C 的平均需求量是每周 50 个。A 和 B 的装配期是 1 周。

如图 3-8 所示是办公椅 A 和 B 的主生产计划表格以及部件 C 的库存记录表格（尚未完成）。这种表格没有标准格式，该例所用的是一种常见格式。

日期 (周次)	1	2	3	4	5	6	7	8
椅子A		150					150	
椅子B					120			120

日期 (周次)	1	2	3	4	5	6	7	8
椅子A	150					150		
椅子B				120			120	

生产开始时间								
物料项目: C 名称: 支架部分								

日期 (周次)	1	2	3	4	5	6	7	8
粗需求量	150			120		150	120	
预计入库量	230				120			
现有库存量	47	127	127	127	7			

图 3-8 部件 C 的 MRP 库存记录

如图 3-8 所示，在这种格式中，左上方通常要标出产品名称及其性质（如图中，表明 C 是支架部件），右上方表示计划因子，通常包括三项：生产批量、生产周期和安全库存量。在

本例中，C 的批量是 230 个，生产周期为 2 周，安全库存量为 50 个。这些计划因子的量都需要预先选定。当这些值发生变化以后，管理人员必须及时更新库存记录。下面首先来看库存记录的内容和确定方法。

(1) 粗需求量。上例中未来 8 周的粗需求量如图 3-8 所示。其需求量是根据 C 的最终产品 A 和 B 的主生产计划所决定的，但有时候需要加上一些作为配件（更换件）使用的量。

对 C 的需求之所以比 MPS 中 A、B 的时间提前 1 周，是因为 MPS 中所表示的各周的量实际上是指当周应该完成的量。但由于生产或装配是需要一个周期的，因此该生产指令的发出必须给出这部分时间的提前量。在该例中，第 2 周需要 150 个 A，其装配周期为 1 周，所以第 1 周应发出生产订单，开始装配。图 3-8 中的第 2 个表格表示的是考虑了生产周期之后，MPS 生产订单发出的时间和生产量。同样，MRP 库存记录中粗需求的需要量是指当周应准备好的量，例如，为了在第 2 周装完 150 个 A，第 1 周必须准备好 150 个 C。

(2) 预计入库量 (Scheduled Receipts,  $S_{Rt}$ )。它是指订单已发出，但货尚未收到的量。对于外购件，它现在可能处于几种状态之一：买方刚发出订单，供应商正在加工；正在从供应商至卖方的途中；已到买方、买方正在验货等。对于自加工件，它现在可能的状态包括：正在生产现场被加工；等待它的原材料和零件的到达；正在机床前排队等待加工；正从一个工序移至下一个工序等。第 1 周需要 150 个 C，其生产周期为 2 周，所以至少在 2 周之前已发出该生产的订单，但通常不会比提前 2 周更早地发出订单。

(3) 现有库存量 (POH)。其概念与 MPS 中的概念相同，指每周需求被满足之后手头仍有的库存量。该记录随着每周进货或出货的情况而更新，未来各周的 POH 则可计算得出。其计算公式为：

$$I_t = I_{t-1} + S_{Rt} + P_{Rt} - G_{Rt}$$

式中， $I_t$  为  $t$  周末的 POH， $S_{Rt}$  为  $t$  周的预计入库量， $P_{Rt}$  为  $t$  周的计划订货入库量， $G_{Rt}$  为  $t$  周的粗需求量。

可见，上式与 MPS 中的计算方式是一致的，即  $S_{Rt}+P_{Rt}$  相当于 MPS 量， $G_{Rt}$  相当于  $\max(F_t, CO_t)$ ，这里不存在预测值或订单值的选择，因为需求是相关的、确定的。图 3-8 只给出了前 4 周的 POH，在第 4 周，POH 只剩 7 个，少于所要求的 50 个安全库存量，这是一个要求生产的信号，即要求增加 PR 的信号。

(4) 计划订货入库量 (Planned Receipts,  $P_R$ )。其含义是，计划订货或已生产，但订单尚未发出的订货量。这个量的意义是要保持 POH 的量不低于安全库存（在 MPS 中未考虑安全库存，保持 POH 非负即可）。对于某些不需要安全库存的中间物料，则如同 MPS，其意义是要保持 POH 非负。在库存记录中所表示的 PR 量应包括这两种情况。

PR 的确定方法如下：

1) 在 POH 出现短缺（或为负值或小于安全库存量）的当周制订一个 PR 量，其值的大小应是 POH 大于或等于安全库存。

2) 继续计算其后各周的 POH，当又出现短缺时，制订下一个 PR 量。

这两个步骤反复进行，直至整个计划期的 POH 记录和 PR 记录格都填满。

(5) 计划发出订货量 (Planned Order Release, POR)。它实际上是要说明订单的发出时间或开始生产时间。之所以将其称为“××量”，是因为这种对时间的说明在库存记录中是通过将该订单的量记入相应的时间栏内来说明的。该时间的基本计算式是：到货时间减去生产

周期。利用这一项可容易地导出构成某项物料的 BOM 中下一层物料的粗需求量。

当测算完成后，经检查没有问题就可以下发作业计划指令和采购指令。

下面举例说明 MRP 的计算过程。某甲产品主生产计划和结构图如表 3-18 到表 3-20 和图 3-9 所示。

表 3-18 甲产品主生产计划

计划期(周)	1	2	3	4	5	6	7	8
产量	20	25	30	20	25	30	30	40

表 3-19 产品提前期、现有库存、批量规则

物料	提前期	第 0 周库存(个)	批量规格	备注
甲	1	80	直接批量	物料需求等于净需求
A	2	0		
B	1	0		
C	1	25	固定周期 2	每次加工订货间隔期相同； 第 3 周到货 40 个
其他略				

做出甲、A、B、C 的计划。

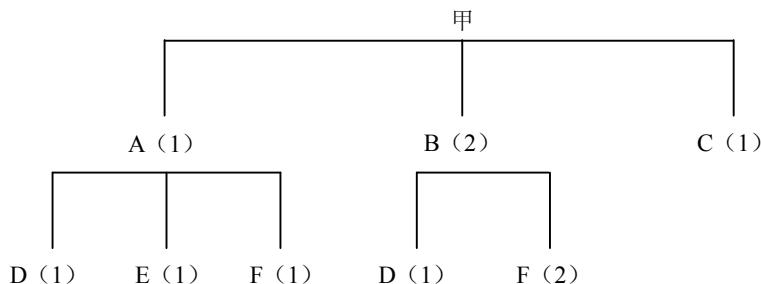


图 3-9 产品结构图

表 3-20 MRP 计划

计划期(周)	1	2	3	4	5	6	7	8
产量	20	25	30	20	25	30	30	40

甲(L=1)	1	2	3	4	5	6	7	8
总需求	20	25	30	20	25	30	30	40
预期到货量								
现有库存量	80	60	35	5				
净需求				15	25	30	30	40

续表

计划入库量				<b>15</b>	25	30	30	40
计划订货量			<b>15</b>	25	30	30	40	
A (L=2)	1	2	3	4		5	6	7
总需求			15	25	30	30	40	
预期到货量								
现有库存量	0							
净需求			15	25	30	30	40	
计划入库量			<b>15</b>	25	30	30	40	
计划订货量	<b>15</b>	25	30	30	40			
B (L=1)	1	2	3	4		5	6	7
总需求			30	50	60	60	80	
预期到货量								
现有库存量	0							
净需求			30	50	60	60	80	
计划入库量			30	50	60	60	80	
计划订货量		30	50	60	60	80		
D (L=1)	1	2	3	4	5	6	7	8
总需求	15	55	80	90	100	80		
预期到货量								
现有库存量	25	10	40					
净需求		45	40	90	100	80		
计划入库量		85		190		80		
计划订货量	85		190		80			

## 【学习自测一】计算题

1. 某厂半年的总产量和每月的需求量如表 3-21 所示，假设一月份起初库存为 0。设每个产品每月的存储费为 10 元。生产能力和成本如表 3-22 所示。

表 3-21 某厂的半年产品预测需求

月份	1	2	3	4	5	6	合计
需求	1000	1800	2600	3000	2500	2200	13100

求该厂的最小成本进度计划。

表 3-22 生产能力和成本表

生产方式	生产能力(件)	单位成本(元)
正班时间生产	2000	100
加班时间生产	300	110
转包	500	120

2. 红光润滑油公司产品的市场需求预测和成本数据如表 3-23 和表 3-24 所示。现有库存量 250 吨，希望期末库存为 300 吨，该公司生产能力和外协能力如表 3-25 所示。试用图表法制定公司的生产计划（不允许任务积压和缺货）。

表 3-23 需求预测

单位：吨

季度	1	2	3	4	合计
需求	300	850	1500	350	3000

表 3-24 成本数据

单位产品的库存成本	0.3 元/季度
单位产品的正常生产成本	1.00 元
单位产品的加班生产成本	1.50 元
单位产品的外协成本	1.90 元

表 3-25 可提供的生产力

单位：吨

季度	1	2	3	4
正常生产	450	450	750	450
加班生产	90	90	150	90
外协	200	200	200	200

3. 产品 Y 由两类零部件（A、B）组成，每个 Y 需要 2 个 A 和 4 个 B，如图 3-10 所示。第六周开始时，Y 必须完成 100 件并发货。目前持有量为 A50 个，B100 个。另外，分别在第 4 周和第 6 周初收到 B 100 个和 60 个的供货。其中，Y、A、B 的生产周期为 2 周、1 周、1 周。用配套订货方法为 Y 产品做 MRP 计划。

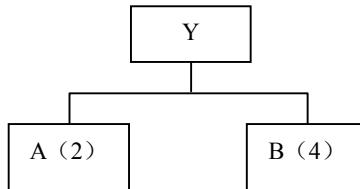


图 3-10 产品 Y 的组成

4. 某产品 X 的产品结构树如图 3-11 所示，求组装 50 件该产品所需构件的数量。

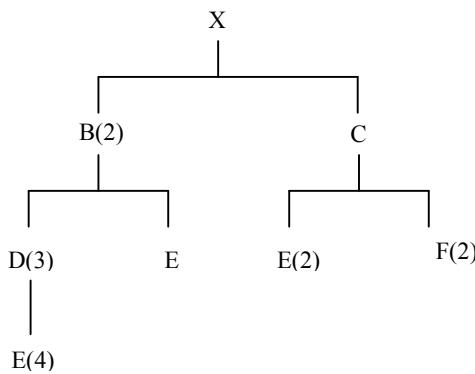


图 3-11 某产品的结构树

5. 如表 3-26 所示列出了组装一个产品 X 所需的零部件、生产周期和库存量。

表 3-26 产品 X 所需的零部件、生产周期和库存量

细项	X	B	C	D	E	F	G	H
生产周期	1	2	3	3	1	2	1	2
持有量	0	10	10	25	12	30	5	0

产品 X 的物料清单 (BOM) 如图 3-12 所示。

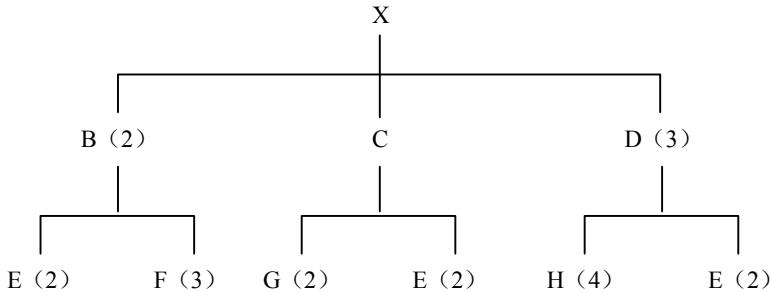


图 3-12 X 产品的物料清单

- (1) 如果组装 20 个 X，则还需要 E 多少个？
- (2) 根据进度安排，第 11 周开始时有一份发送 X 的订单。该订单最迟应该什么时候开始生产才能按时发货？（无须做 MRP 计划）

### 【学习自测二】案例分析

#### 案例 1

#### 桂冠食品公司生产计划

你是一家生产休闲食品的制造工厂生产经理。你的主要职责之一是为工厂制定总生产计划。这个计划是每年预算的重要依据。该计划提供了来年的相关信息，如生产率、生产所需劳动力及计划成品的库存水平等。

你在工厂的包装线上生产小盒的混合布丁。一条包装线有很多机器，它们排成链条一样。在包装线一开始，布丁进行混合；然后装进小包。这些小包被装入小的布丁包装盒，每当这些布丁包装盒达到 48 个就把它们集中一下并堆放。最后 160 堆被放到一个货盘上。这些货盘放置在运输区域，然后被运送到 4 个分销中心。这些年来，包装线的技术日新月异以致于在相同的小炉子里可以生产出不同口味的布丁，而不需要花费不同口味之间的切换时间。工厂有 15 条这样的包装线，但目前只用上了 10 条，每条需要 6 个工人。

该产品的需求按月波动。另外，还有一个季节的成分，每年的春节、圣诞节、五一节之前都是销售淡季。综合下来，每年第一个季度季末公司都搞一个促销活动，给予大订单客户特别优惠。这样生意一般会很好，公司一般也会得到销售上的增长。

工厂把产品送到全国 4 个大的分销仓库。卡车每天运货。运货的数量是根据仓库的目标存货水平而定的。这些目标是根据每个仓库的预期供应周数而定。目前的目标是供应 2 周。

过去，公司的政策是生产量满足预期销售量，因为对成品的储存能力有限。生产能力是完全能支持这个政策的。市场部门已经作出了明年的销售预测。这个预测是按每季销售配额制定的，这是一个激励销售人员的方法。销售主要面向美国的零售店。根据销售人员拿到的订单，布丁从分销仓库运往各零售店。

你的直接任务就是制定来年的总生产计划。所需考虑的技术和经济因素列示如下：

(1) 目前有 10 条包装线非加班工作。每天需要 6 个工人。出于计划目的，每次正常启动包装线运行 7.5 个小时。当然，支付工人 8 小时的工资。可以考虑每天加班两小时，但这必须规划成每次加班至少持续一周，而且所有包装线都得加班。工人的正常工资是 40 元/小时，加班为 60 元/小时。每条包装线的标准生产率为 450 套/小时。

(2) 市场部门对需求的预测如下：

Q1—2000；Q2—2200；Q3—2500；Q4—2650；及 Q1（下一年）—2200。

这些数字都是以 1000 套为单位的。每个数字代表 13 周的预测。

(3) 管理部门已经通知生产部门维持足够仓库 2 周供应的生产量。这 2 周供应量应该建立在对未来销售的预测上。如下是每季期末存货的目标水平：Q1—338；Q2—385；Q3—408；Q4—338。

(4) 根据会计估计，存货存储成本约为每套每年 3 元。这意味着如果一套布丁存放一整年，存货成本就是 3 元。如果存放一星期，成本就是  $3 \text{ 元} / 52 = 0.05769 \text{ 元}$ 。成本是与存放时间成比例的。在 Q1 的时候有 200000 套存货（这是预测宣布的以 1000 套为单位的 200 套）。

(5) 如果发生脱销，那么就要延期交货并推迟运输。延期交货的成本是 2.40 元/每套，因为信誉丧失以及紧急运输。

(6) 人力资源小组估计雇佣并培训一个新的生产工人需要花费 5000 元，解雇一个工人需要花费 3000 元。

（资料来源：宜宾学院《生产运作管理》精品课）

问题：假设销售预测正确，请制定来年的总生产计划。

## 案例 2

### 某光学仪器制造厂的生产会

上海××厂是一家新型的综合性的光学仪器制造企业，属多品种、小批量生产类型。然

而，最近两天杨厂长在确定下年度生产计划方案上却有些举棋不定了。怎样使明年的生产计划更趋于科学、合理，这正是杨厂长所思索的问题。

前天下午，厂部召开了下年生产计划方案讨论会。这次会议和以往不同，除了充分准备外，还扩大了与会人员的范围，因为此次年度计划的制定难度较大、内外条件复杂、不定因素多、平衡难。而计划制定的正确与否直接关系到企业下年的经济效益，关系到企业能否稳定地向前发展，因此必须认真对待并严密论证。

计划科朱科长说：“从外部形势看，目前销售市场变化迅速，出口创汇难度大，行业竞争加剧，企业负担加重；从内部看，生产能力跟不上，新产品开发难，批量试制上场慢。鉴于这些因素，根据市场销售情况和厂里现有的生产能力，同时考虑到各车间的生产周期性、各工种负荷均衡性、原材料供应的保证程度和技术准备等，在进行综合平衡的基础上，我们编了 A、B、C 三个下年生产计划方案供大家讨论。”朱科长说着，向与会人员提供了几则资料。

在展示了这些资料之后，朱科长继续说道：“我们制定出三个计划方案主要是为了便于大家就此广泛展开讨论、集思广益，以便最终确定出适合企业情况的最佳生产方案。三个方案的侧重点各不相同：C 方案侧重于效益、B 方案侧重于销售、A 方案介于二者之间，是个折衷方案。至于我们计划科的观点，下面由本科计划员王明来讲一下。”

计划员小王说道：“我们计划科认为采用 C 方案作为明年的生产计划比较合适。大家从 A、B、C 三个方案项目列表中可以看到，C 方案虽然产量、产值都不是最高，但所耗工时最少、效益最好。企业生产的中心任务是提高经济效益。只有通过不断提高经济效益，才能增加积累，发展生产，才能谈到改善职工的生活条件，才能为社会创造更多的物质财富。所以经济效益是第一位的，我们在安排各种具体产品时，充分考虑了这一点。比如，销售科建议生产计量仪器中的非接触式球径仪（3C）30 台，但我们在 A、C 两方案中均没作安排。其原因主要是考虑到效益问题。这种产品已经几年不生产了，技术资料不全、设备工装也不配套，重新上马，许多技术问题一时难以解决。而且生产这种产品准备工时很长，是生产工时的 2~3 倍。工作量大、工艺复杂，效益相对其他品种而言较低，每台售价 8000 元，利润却只有 25% 左右。如果安排这种产品，势必影响计划完成，耽误交货期。考虑到弊大于利，所以没作安排。

再比如，万能工具显微镜 19JA 的安排也是这样。销售科建议生产 100 台，但在方案中均安排 60 台。而 19JE 产品，销售科建议生产 10 台，但 A、C 方案分别多安排 20、30 台。为什么这样安排？其原因在于 19JE 是在 19JA 的基础上改型换代的，属于新开发产品。多安排 19JE 目的在于向用户推广新产品。让新产品逐渐占领市场，老产品逐渐退出来。不断进行产品的更新换代是企业长期占领市场、获取长期高效益的关键。因此，推广新产品关系到企业的市场竞争能力和企业今后的长期发展。基于这种考虑，我们在安排计划时作了有意识的调整，降低了 19JA 的产量，提高了 19JE 的产量。

总之，对于一些产值高、利润大的产品和一些有利于提高企业长期经济效益的产品，我们尽量多作了安排。其他一些和销售科提出的建议数有出入的品种，我们都是从这一基点出发进行安排的。当然，我们在具体安排时，在考虑利润的同时，也考虑了销售的可能性，并且和企业的生产能力进行了平衡。多安排的品种数量是建立在市场销售还有很大潜力可挖的基础上的。少安排的或不安排的品种是因其生产成本高、消耗工时多、利润少。我们认为，

通过加强销售工作，采取适当的促销手段，配合得力的推销人员，开辟潜在市场，按 C 方案生产，销售不成问题。”

销售科科长老肖紧接着阐述了销售科的意见。他说：“三个方案各有利弊。如单纯从效益和工时着眼，C 方案显然可取。但是我们认为决定企业年度生产计划，不能把着眼点仅仅放在效益上，应该首先考虑销售的可能性。当今市场竞争激烈、变化多端，产品的销售状况很难预测。由于新产品不断涌现，今天畅销的产品，明天也许变成滞销品。用户的需求多样化、复杂化，因此制定生产计划不仅仅要考虑企业能否获利、获利多大，还必须考虑销售是否有保证。如果没有销售作保证，利润就是一句空话！以销定产、满足用户需要、为社会提供适销对路的产品，是我们企业进行生产的主要目的。制定计划不能仅仅局限于一个企业小范围内获利最大，要考虑到全社会的效益。C 方案也缺乏严密性。例如，新产品 19JE，从推广新产品角度看，多安排当然有理，但必须有销售的可能性。目前，用户对 19JE 这种新产品还不够了解，习惯于使用 19JA。据市场调查，明年 19JA 的需求将更大。所以应以 19JA 为主。至于向用户推广新产品以适应将来的发展，这需要一个介绍和引导的过程，不能一下子就增加 30 台 19JE。因为其单价为 3 万元，30 台则为 90 万元。这意味着要冒 90 万元的风险。万一这种新产品推销不出去，必然造成积压，从而浪费大量资金。考虑到企业的经济效益，这笔账不能不算！所以 C 方案不可取，我们认为采取 B 方案作为下年生产计划比较合适。这样可以保证产销平衡，企业不至于冒太大的风险。”

产品开发部张主任接着发言讲道：“我认为 B、C 方案都有其道理，但也都存在着不足。C 方案单纯讲效益，对销售考虑不足，计划自身带有冒险性；B 方案单纯强调销售的保证程度，有些保守，缺乏开拓市场、争取用户的进取精神。所以我认为 A 方案比较合适。A 方案产量低，产值、利润、品种、工时都居中，根据我厂面临的内外部形势，明年将是我厂生产情况最严峻的一年，因此我们制定计划一定要慎重、稳妥。近两年产值增长幅度很小，平均只有 5.9%，利润则呈明显下降趋势，就目前掌握的情况分析，明年如不采取强有力的措施，利润将进一步下降。目前从企业内部看，生产能力同产值的增长越来越不能同步。由于近几年来在设计、工艺、加工手段等方面所采取的技术措施跟不上生产发展的步伐，使生产能力不足的问题日益突出。现在产值一上升，能力缺口就增大，实际生产能力不仅得不到补充，甚至有下降趋势，所以为稳定生产，谋求长期发展，我们必须从明年开始深入挖掘企业内部潜力，在对现有生产能力填平补齐的基础上，力争使生产能力再提高一步。在恢复、发展生产能力的同时，大搞开源节流，推行现代管理方法，降低成本，提高利润，尽量使产值和利润的增长趋于同步。A 方案产值、利润居中，而产量和工时都比较低，便于我们进行生产能力的填平补齐和其他各项工作。因此我认为下年生产计划采用 A 方案比较妥当。”

杨厂长听了三位同志的发言，深深地陷入了沉思。3 个方案各有千秋，到底采取哪个方案，他一时举棋不定，由于难以在会上取得一致的意见，便宣布休会了，因为他需要独自冷静地想一想……

（资料来源：北京印刷学院《现代企业管理》精品课 <http://xdqygl.bjgc.edu.cn/newsview.asp?id=471>）

问题：

1. 结合案例分析，企业在制订生产计划时的主要依据是什么？
2. 制订一个合理的生产计划需要考虑哪些基本原则，涉及哪些部门？

3. 你认为哪个方案更合理？请说明理由。

### 【学习自测三】实训项目

1. 联想集团生产一种可以连接个人电脑并进行视频游戏的光盘游戏机。光盘比磁带读取速度快很多。因为这样一种电脑/视频连接游戏非常实用可行。在一个简单手柄驱动驾驶游戏中，玩家实际上是观看一段真实驾驶的光盘录像。根据玩家的动作（如撞击护栏），光盘根据片断瞬间作出移动，这样玩家就成为了真实车辆事故中的一部分（当然是假的）。

联想集团要为接下来的 12 个月制定生产计划。这个计划要求在计划期内保持固定的雇佣水平。联想集团继续进行研究和开发活动，寻找新的软件，而且不愿意引发当地劳工的任何对立情绪。同理，所有员工必须整周雇佣，即使这不是成本最低的方案。未来 12 个月的需求预测如表 3-27 所示。

表 3-27 未来 12 个月的需求预测

月份	需求预测	月份	需求预测
1月	600	7月	200
2月	800	8月	200
3月	900	9月	300
4月	600	10月	700
5月	400	11月	800
6月	300	12月	900

制造成本为 200 元/台，原材料和劳动力各占一半。库存成本为 5 元/月。缺货导致的损失估计为 20 元/台。

计划期初可用库存为 200 台。每台光盘游戏机需要 10 个人工小时，每天工作 8 小时。

用固定的劳动人数制定总生产计划。为简便起见，假设每月工作 22 天，7 月除外，此时工厂有 3 周假期（剩余 7 个工作日）。假设总生产能力超过总需求或者持平。

2. 中兴企业要扩大生产线生产新型产品：A 型、B 型和 C 型。它们将在同样的生产设备上生产，生产目标是在必要的时候加班以满足需求量。接下来 4 个月的需求量以生产所需的小数表示如表 3-28 所示。

表 3-28 需求量以生产所需的小数表示

产品	4月	5月	6月	7月
A型	800	600	800	1200
B型	600	700	900	1100
C型	700	500	700	850

因为产品变质速度很快，质量损失严重，所以产品保管到下一期的费用很高。每小时的产品保管到未来月份的成本为：A 型—3 元/小时，B 型—4 元/小时，C 型—5 元/小时。

生产可以按正常时间进行，也可以加班进行。正常付薪为：A—4 元，B—5 元，C—6 元。

加班附加 50% 的奖金。正常工作时间和加班时间的可用生产能力如表 3-29 所示。

表 3-29 可用生产能力

	4 月	5 月	6 月	7 月
正常时间	1500	1300	1800	1700
加班时间	700	650	900	850

- (1) 建立模型矩阵并表示恰当的成本。
- (2) 求出可行方案。