
第6章 物料需求计划

6.1 MRP的产生与发展

制造资源计划(Manufacturing Resource Planning, MRP II)是在物料需求计划(Material Requirements Planning, MRP)的基础上发展起来的一种生产计划与控制技术,它代表了一种新的生产管理思想,是一种新的组织生产的方式。

6.1.1 订货点法的局限性

传统的库存计划与控制方法是订货点法。订货点法适合于需求比较稳定的物料。然而,在实际生产中,随着市场环境发生变化,需求常常是不稳定的、不均匀的,在这种情况下,使用订货点法来处理制造过程中的物料便暴露出一些明显的缺陷。

- 1.盲目性。
- 2.高库存与低服务水平。
- 3.形成“块状”需求。

■ 6.1.2 MRP的产生

- 最早提出解决方案的是美国IBM公司的J.Orlicky博士，他在20世纪60年代设计并组织实施了第一个MRP系统。

■ 6.1.3 MRP的基本思想

- 1. 根据产品出产计划倒推出相关物料的需求
- 2. 围绕物料转化组织制造资源，实现按需要准时生产
- 3. MRP处理的是相关需求
- 4. 强调以物料为中心组织生产，体现了为顾客服务的宗旨和按需定产的思想
- 5. 将产品制造过程看作是从成品到原材料的一系列订货过程
- MRP思想的提出解决了物料转化过程中的几个关键问题：何时需要，需要什么，需要多少？它不仅在数量上解决了缺料问题，更关键的是从时间上来解决缺料问题，实现了制造业销售、生产和采购三个核心业务的信息集成与协同运作。因此，MRP一经推出便引起了广泛的关注，并随着计算机技术的发展而不断发展。

6.1.4 MRP的几个发展阶段



6.2 MRP的基本原理

- 6.2.1 MRP的基本逻辑
- **MRP的基本原理**就是由产品的交货期展开成零部件的生产进度日程与原材料、外购件的需求数量和需求日期，即将主生产计划转换成物料需求表，并为编制能力需求计划提供信息。其主要功能及运算依据如下表所示。
- 表6-2 MRP的主要功能及运算依据

处理的问题	所需信息
1) 生产什么？ 生产多少？	1) 切实可行的主生产计划（MPS）
2) 要用到什么？	2) 准确的物料清单（BOM表）
3) 已具备什么？	3) 准确的物料库存数据
4) 还缺什么？ 何时需要？	4) MRP的计算结果（生产计划和采购计划）

MRP的基本逻辑如图6-1所示。

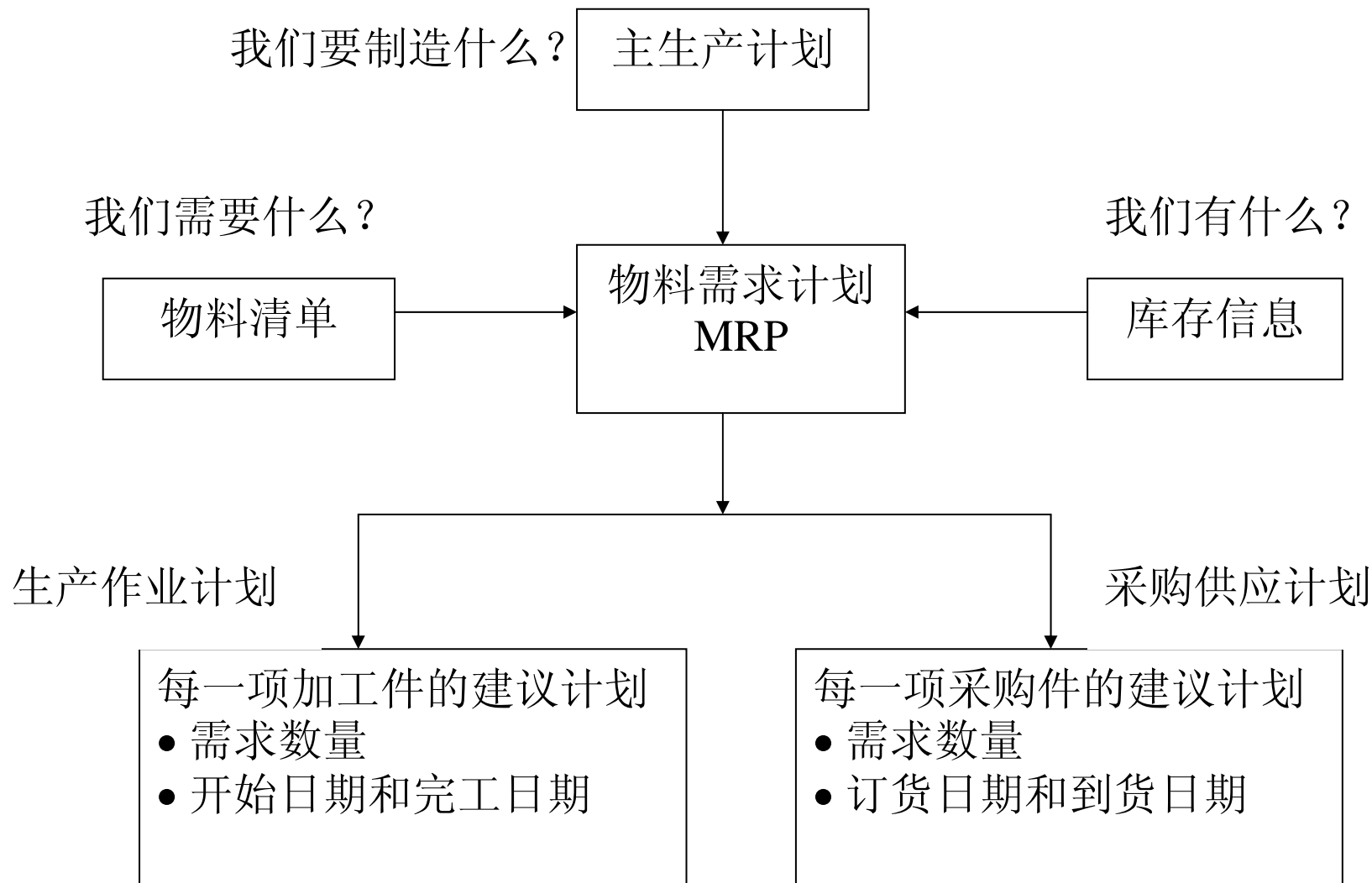


图6-1 MRP的基本逻辑

■ 6.2.2 MRP的主要输入信息

- 从图6-1可以看出，MRP的主要输入有3个部分：主生产计划（产品出产计划，MPS）、物料清单（产品结构文件，BOM）和库存状态文件。
- 1. 主生产计划（MPS）
- 主生产计划（Master Production Schedule, MPS）是MRP的主要输入，它是MRP运行的驱动源。MPS的计划对象是企业向外界提供的东西，它们具有独立需求的特征，包括：①最终产品项，即一台完整的产品；②独立需求的备品、配件，可以是一个完整的部件，也可以是零件；③MPS中规定的出产数量一般为净需要量，即需生产的数量。
- MPS的计划期通常应不短于最长的产品生产周期，计划期取得长一些，可以提高计划的预见性。

■ 2. 产品结构文件

- 产品结构文件又称为物料清单文件（**Bill of Materials, BOM**），它表示了产品的组成及结构信息，不只是所有元件的清单，还反映了产品项目的结构层次以及制成最终产品的各个阶段的先后顺序。在产品结构文件中，各个元件处于不同的层次。每一层次表示制造最终产品的一个阶段。通常，最高层为0层，代表最终产品项；第一层代表组成最终产品项的元件；第二层为组成第一层元件的元件……，依此类推。举例说明。
- 计算时，一般采用低层码原则。所谓低层码（**Low Level Code**）是指：在所有产品结构树的所有层次中，位置最低的层次码称为该零件的低层码。

■ 3. 库存状态文件

- 库存状态文件保存了每一种物料的有关数据，MRP系统关于订什么，订多少，何时发出订货等重要信息，都存储在库存状态文件中。产品结构文件是相对稳定的，而库存状态文件却处于不断变动之中。MRP每运行一次，它就发生一次大的变化。

部件C (LT=2周)	周次										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
总需要量						300			300		300
预计到货量		400									
现有数 (20)	20	420	420	420	420	120	120	120	-180	-180	-480
净需要量									180		300
计划发出订货量							180		300		

- 总需要量：是由上层元件的计划发出的订货量决定的。
- 预计到货量：将来某个时间段某项目的入库量。源于正在执行的采购订单或生产订单。
- 现有数（现有库存）：当前库存量。
- 已分配量：已经分配给某使用者，但还没从仓库中领走的物料数量。
- 净需要量：
- 计划发出订单：

6.2.3 MRP的处理过程

- 1. 基本步骤
- MRP处理的基本步骤包括：准备MRP处理所需的各种输入，将MPS作为确认的生产订单下达传给MRP，然后根据产品的BOM，从第一层项目起，逐层处理各个项目直至最低层处理完毕为止。
- 2. 参数计算
- 一般，MRP采用自顶向下、借助低层码逐层处理的方法。
- (1) 计算总需要量（毛需要量）
- $\text{总需要量} = \text{父项计划发出订货量} \times \text{BOM表中的单位需求量}$

(2) 计算净需要量

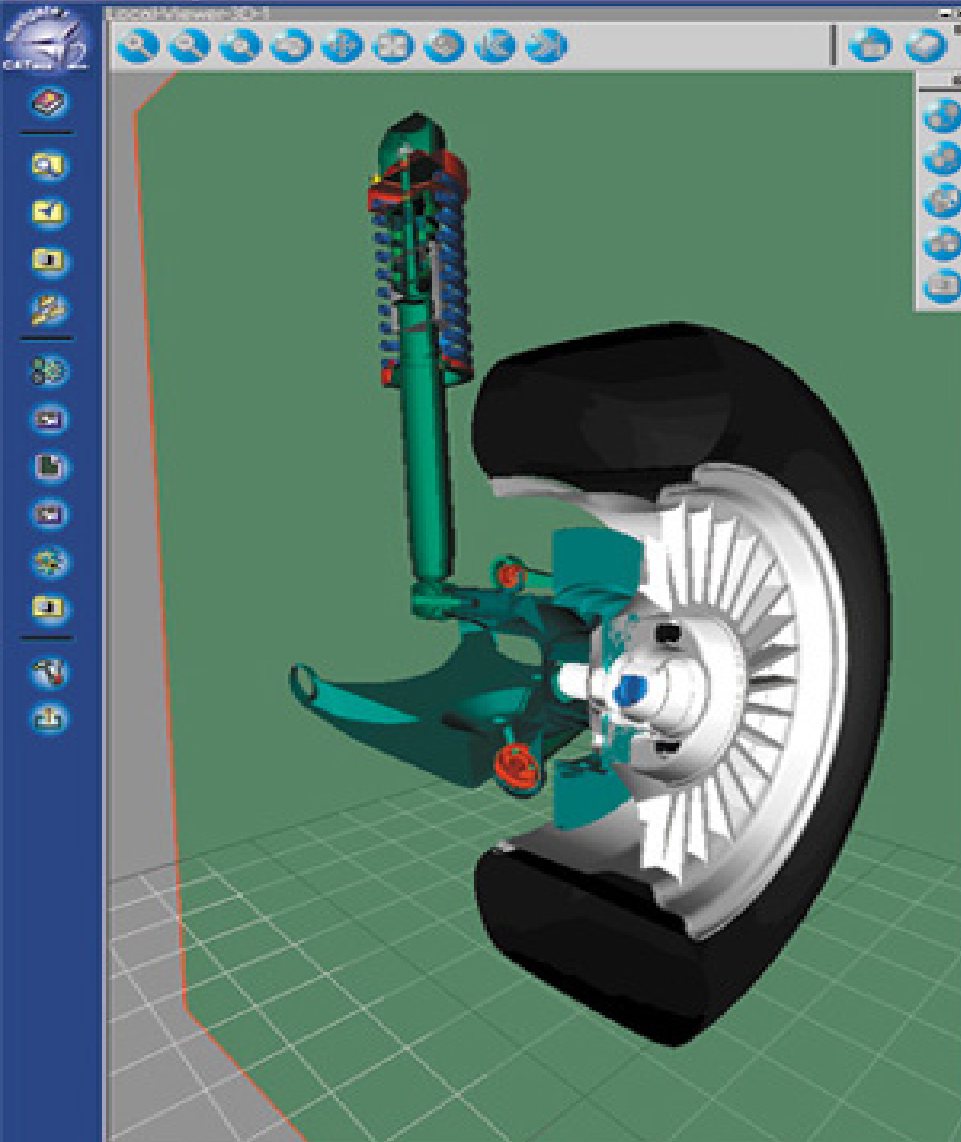
- 现有数 = 前一时间段的现有数 + 预计到货量 - 总需要量 - 已分配量
- 当某个时段上的现有数小于0时，则产生净需要量，它说明当现有库存不能满足总需要量的要求时，就需要重新生产或采购。

(3) 确定计划发出订货量与订货日期

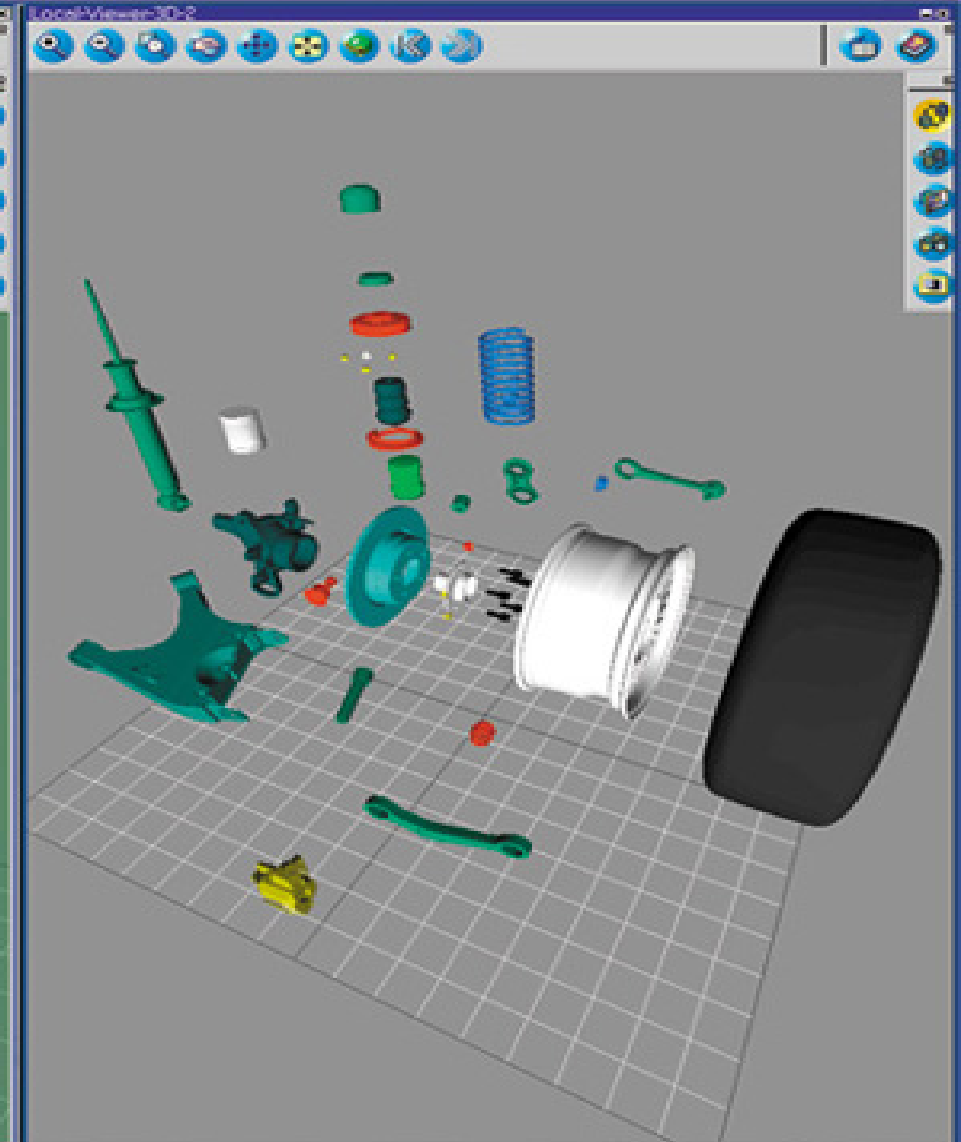
- 利用批量规则确定计划发出订货数量。一般计划发出订货量大于或等于净需要量。如果有耗损，则应先考虑耗损后再按批量规则进行修正。
- 利用提前期确定计划发出订货日期。一般发出订货的时间要提前一段时间。
- 3. 计算举例

物料需求计划 MRP

CATWeb 2 Navigator



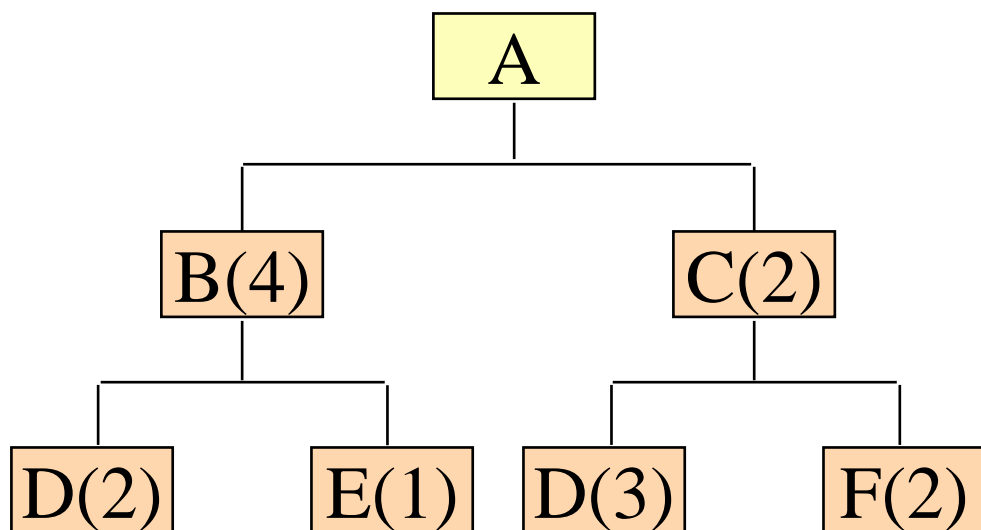
Local-Viewer-3D-2



Use the button-1 of the mouse to explode the elements of the model. (to work with shortcut)

简单的 MRP 举例

已知产品A的产品结构树（product structure tree）、提前期（lead time）、需求信息如下。试制订一个物料需求计划。



提前期LT:

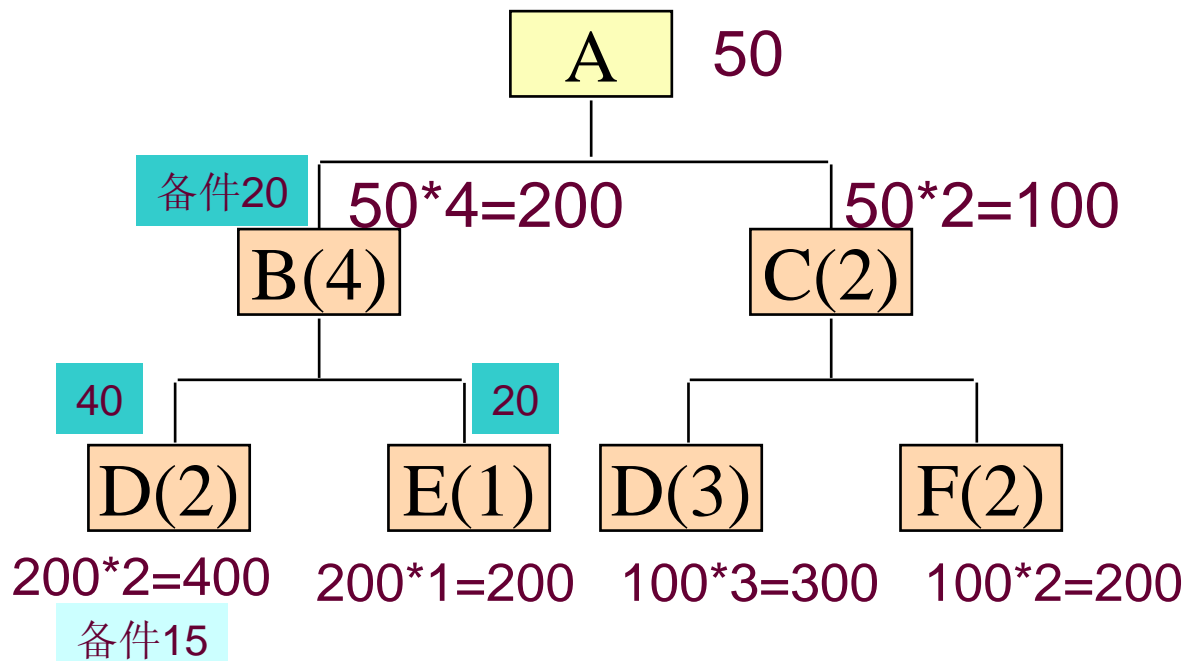
A	1 天
B	2 天
C	1 天
D	3 天
E	4 天
F	1 天

需求量:

第10天	50 A
第 8天	20 B (备件)
第 6天	15 D (备件)

简单的 MRP 举例

求解：1、各组件的依赖需求数量；



需求量:
第10天 50 A
第 8天 20 B (备件)
第 6天 15 D (备件)

简单的 MRP 举例

2、考虑提前期，列出产品A的需求数量与订货数量。

需求量:
第10天 50 A
第 8天 20 B (备件)
第 6天 15 D (备件)

提前期LT:
A 1 天
B 2 天
C 1 天
D 3 天
E 4 天
F 1 天

时间段(天)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	需求量										50
	订购量									50	

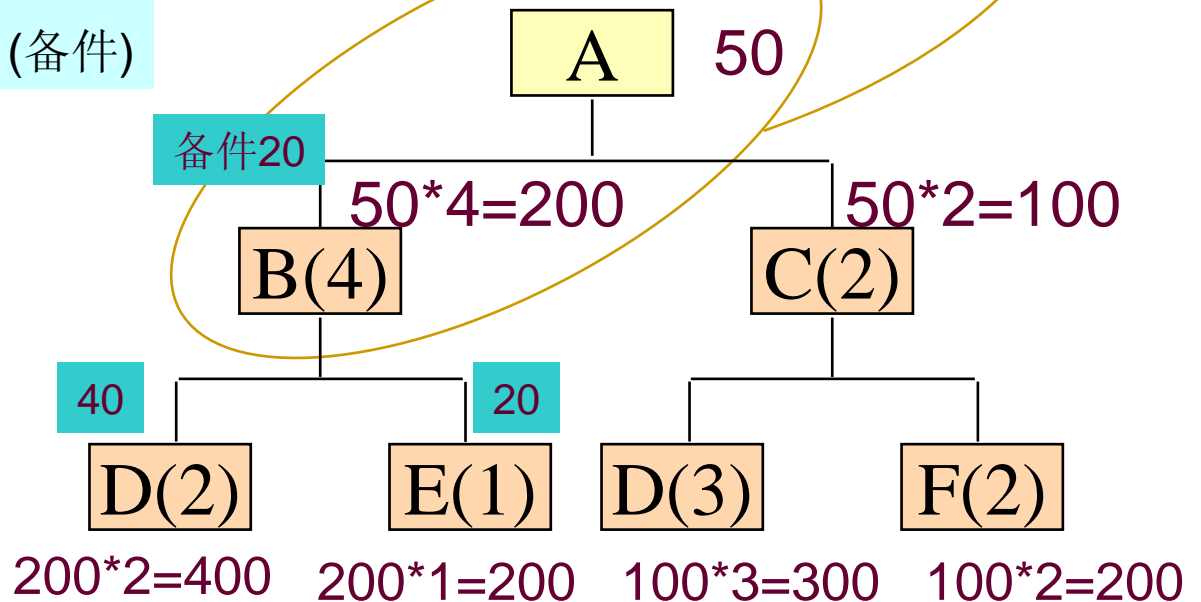
LT = 1 天

3、安排组成A的低一层组件的需求时间（依赖于A的订货时间）与订货时间（考虑提前期）。

时间段 (天)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	需求量										50
	订货量									50	
B	需求量								20	200	
	订货量						20	200			

需求量：
第 8 天 20 B (备件)

提前期LT：
B 2 天



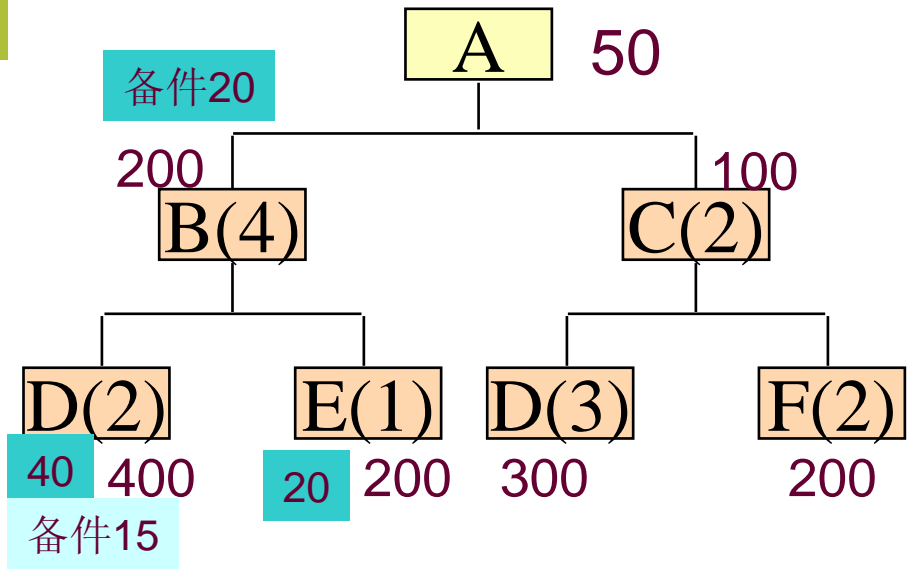
4、依次向下层进行

提前期LT:

A	1 天
B	2 天
C	1 天
D	3 天
E	4 天
F	1 天

需求量:

第10天	50 A
第 8天	20 B (备件)
第 6天	15 D (备件)



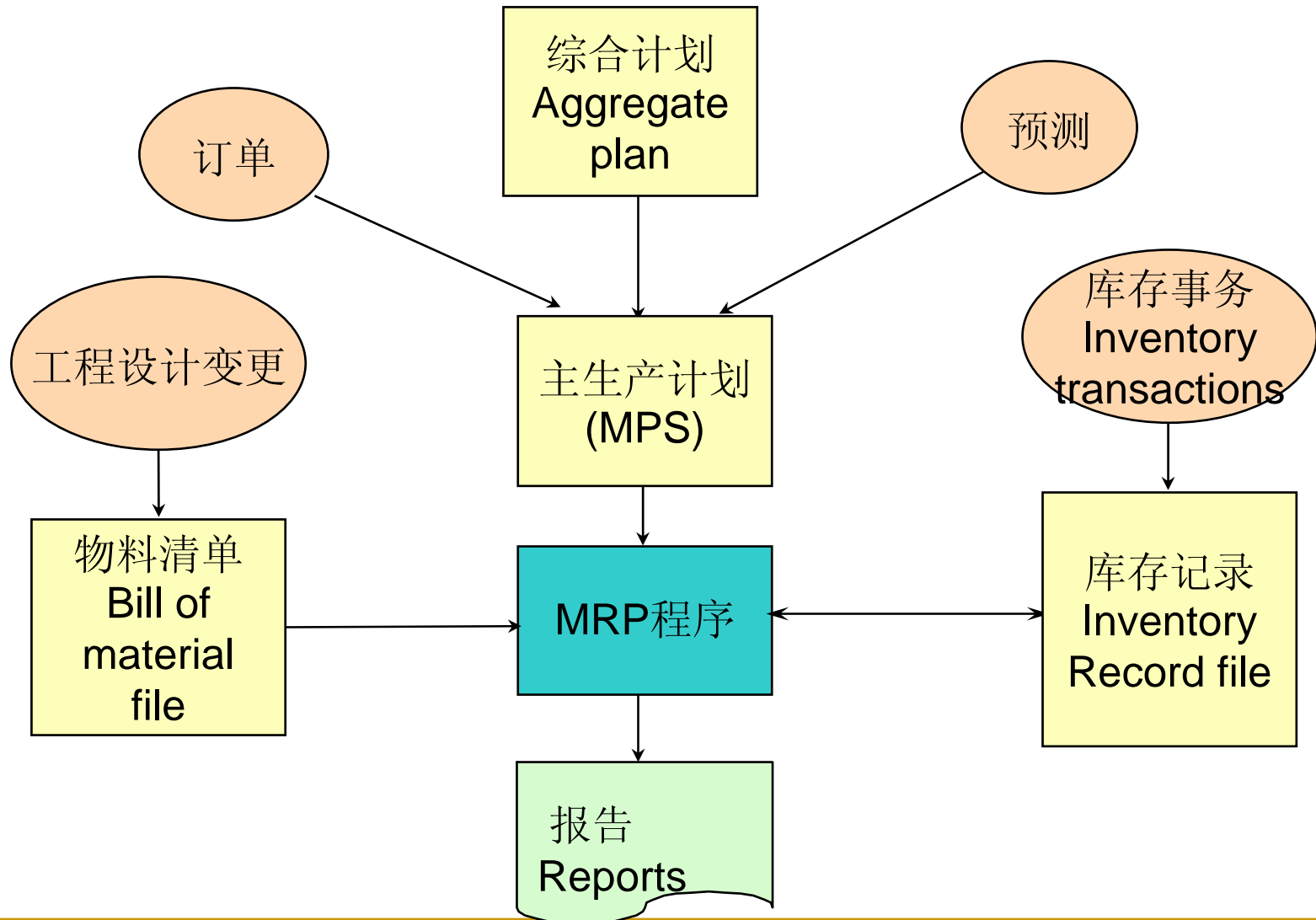
时间段(天)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A LT=1	需求量										50
	订购量									50	
B LT=2	需求量								20	200	
	订购量					20	200				
C LT=1	需求量									100	
	订购量							100			
D LT=3	需求量					55	400	300			
	订购量			55	400	300					
E LT=4	需求量					20	200				
	订购量		20	200							
F LT=1	需求量								200		
	订购量							200			

部件 D: 第6天 **40 + 15 备件**

物料需求计划 MRP系统

- MRP系统从最终项目的计划完成日期开始，在时间轴上向后倒推计算，基于提前期，确定组成最终项目的每一物料项目的订单发布数量与发布日期。
- MRP基于主生产计划MPS。
- MRP确定了来自工厂内部与外部的各项目订单数量及发布日期。
 - 由工厂内部制造的项目：制造订单
 - 向外部供应商采购的项目：采购订单

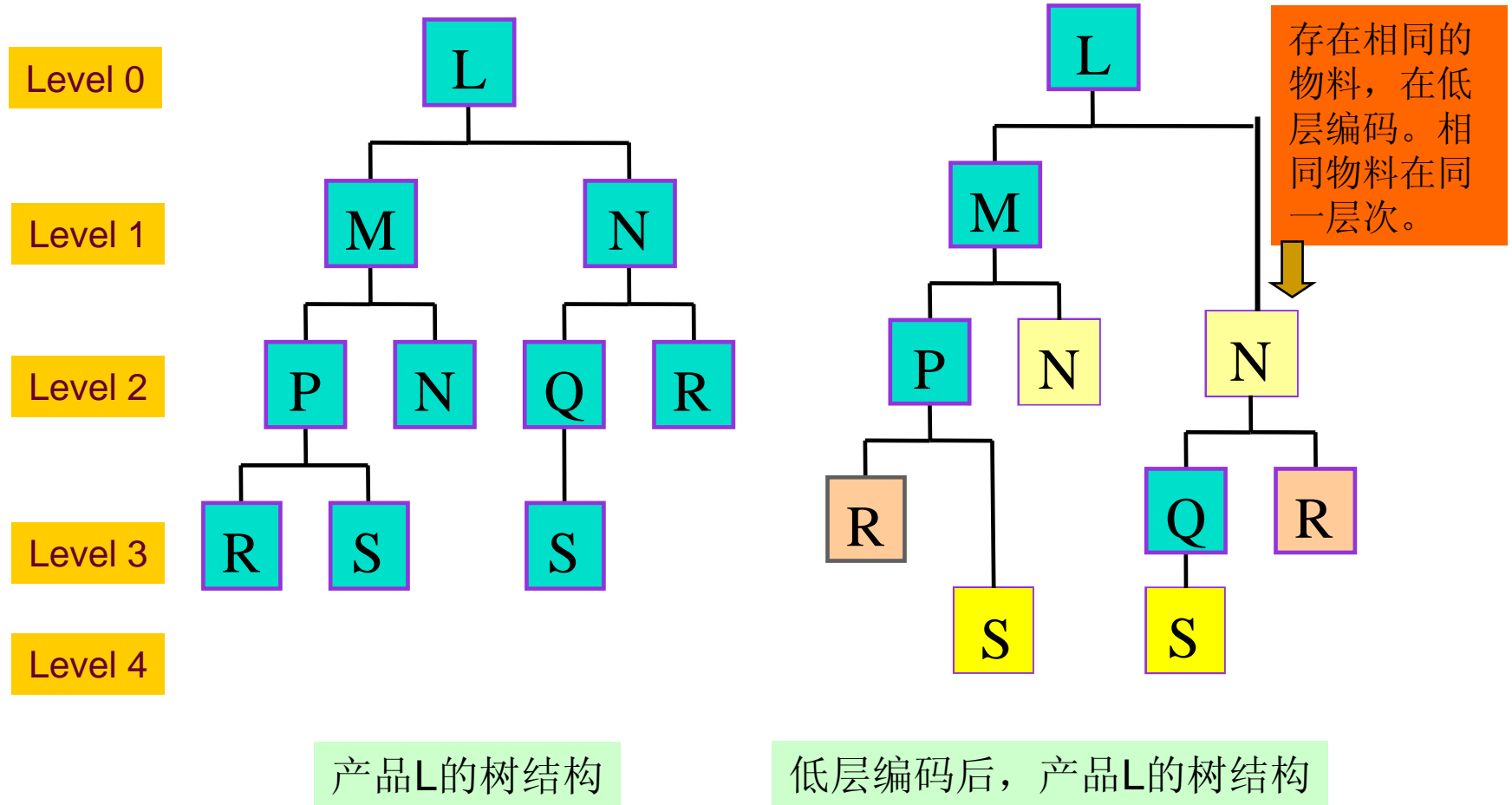
基本 MRP 系统



6.3 物料清单BOM

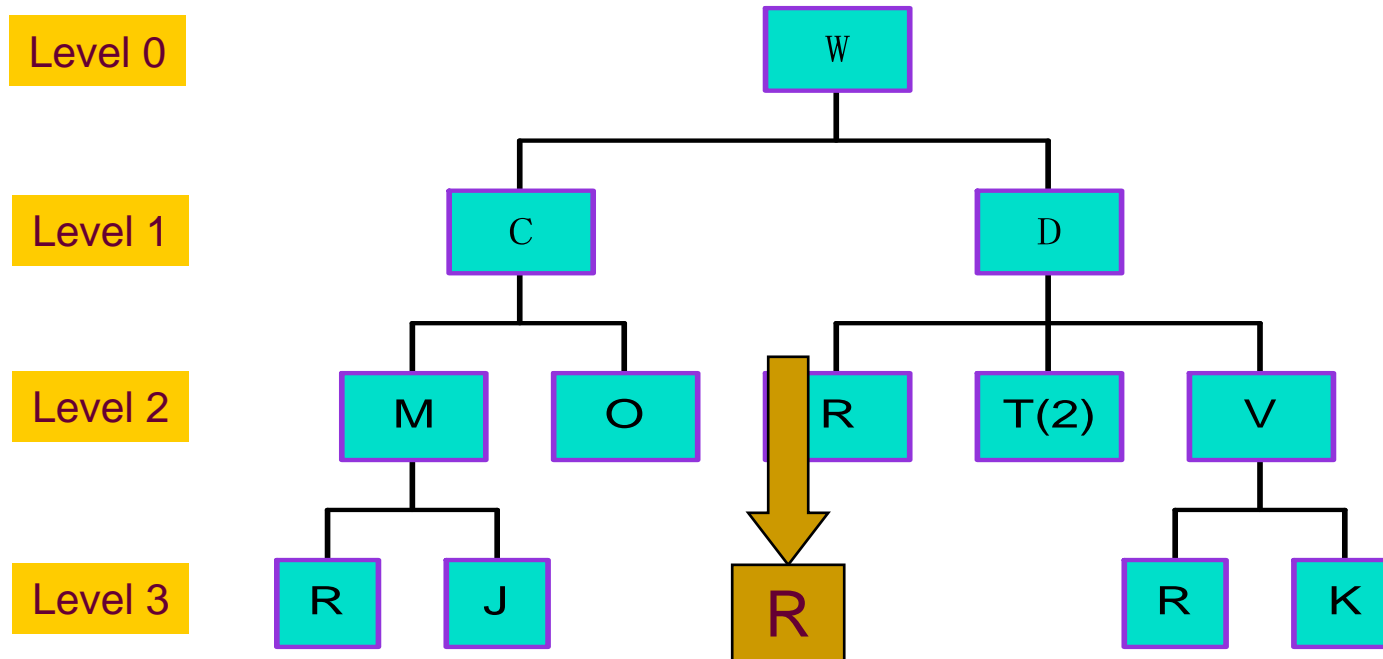
- 产品树结构 **Bill of Materials (BOM)**
- 产品树结构表示了最终项目与其它组成部件的关系。
 - 原材料
 - 零部件
 - 组件
 - 生产顺序

产品树结构 Bill of Materials (BOM)



产品树结构 Bill of Materials (BOM)

例：产品W的树结构是否符合低层编码原则？



Bill of Materials (BOM)

BOM: 定义产品结构的文件，表示最终项目组成的物料项目的清单。

缩行式BOM

物料项				单位 用量	在库量 (OH)	提前期 (LT)
0层	1	2	3			
W					30	1
	C			1	30	1
		O		1	20	1
		M		1	0	2
			R	1	15	1
			J	1	0	1
	D			1	10	1
		R		1	0	1
		T		2	30	2
		V		1	0	1
			R	1	0	1
			K	1	50	2

R的量都分给了M

Bill of Materials (BOM)

BOM: 定义产品结构的文件，表示最终项目组成的物料项目的清单。

缩行式BOM可变为：

层	物料项	单位用量	在库量 (OH)	提前期 (LT)
0	W		30	1
1	C	1	30	1
2	O	1	20	1
2	M	1	0	2
3	R	1	15	1
3	J	1	0	1
1	D	1	10	1
2	R	1	0	1
2	T	2	30	2
2	V	1	0	1
3	R	1	0	1
3	K	1	50	2

R的量都分给了M

Bill of Materials (BOM)

BOM: 定义产品结构的文件，表示最终项目组成的物料项目的清单。

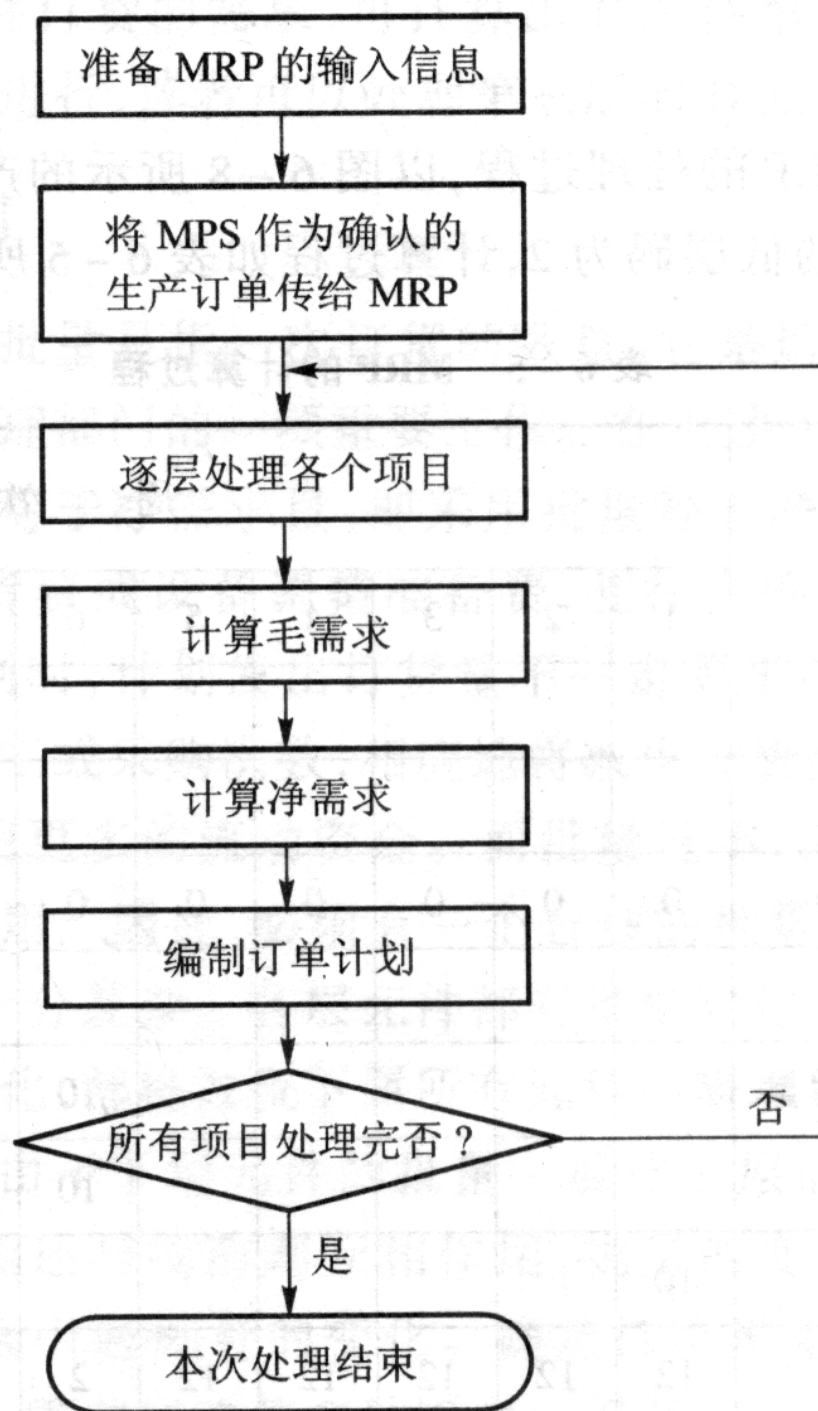
单层式BOM

物料项		单位 用量	在库量 (OH)	提前期 (LT)
父件	子件			
	W		30	1
W	C	1	30	1
W	D	1	10	1
C	O	1	20	1
C	M	1	0	2
D	R	1	0	1
D	T	2	30	2
D	V	1	0	1
M	R	1	15	1
M	J	1	0	1
V	R	1	0	1
V	K	1	50	2

R的量都分给了M

6.2.3 MRP的处理过程

- 1. 基本步骤
- MRP处理的基本步骤包括：准备MRP处理所需的各种输入，将MPS作为确认的生产订单下达传给MRP，然后根据产品的BOM，从第一层项目起，逐层处理各个项目直至最低层处理完毕为止。



MRP的处理过程

2. 参数计算

一般，MRP采用自顶向下、借助低层码逐层处理的方法。

(1) 计算总需要量（毛需要量）

总需要量=父项计划发出订货量 × BOM表中的单位需求量

(2) 计算净需要量

现有数=前一时段的现有数 + 预计到货量 - 总需要量 - 已分配量

当某个时段上的现有数小于0时，则产生净需要量，它说明当现有库存不能满足总需要量的要求时，就需要重新生产或采购。

(3) 确定计划发出订货量与订货日期

利用批量规则确定计划发出订货数量。一般计划发出订货量大于或等于净需要量。如果有耗损，则应先考虑耗损后再按批量规则进行修正。

利用提前期确定计划发出订货日期。一般发出订货的时间要提前一段时间。

6.2.4 批量规则

- **订货（加工或采购）批量**是指一次订货的数量，它是运行MRP的重要参数，确定批量策略是物料管理部门的一项重要工作。在MRP系统中常用的批量策略包括以下几种。
 - **1. 逐批订货批量（Lot-for-Lot）**。这种策略规定净需要量是多少，批量就取多少，完全按照物料的净需求决定订货量。
 - **2. 固定批量**。每次的订货间隔期不同，但订货量固定不变。

3. 固定周期批量。 固定周期批量是指以固定的时间间隔，以物料的净需求量为依据计算出的订货批量。

表 6-6 固定周期批量

周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
净需求量		15	25		35		10	15	15	25
预计入库量		40			45			55		

- 4. 最大零件周期收益(**Maximum Part-Period Gain, MPG**)法。MPG处理离散周期需求下的批量问题，一般假设周期内需求连续均匀，不允许缺货。
- **其基本思想是**：当把某周(t)的需求D(t)合并到相对t的第1周一起订货时(第1周有需求)，可以节省一次订货费(S)，但却增加了维持库存费 $(t-1) \cdot D(t) \cdot H$ ，H为单位维持库存费。因此，只要 $(t-1) \cdot D(t) \cdot H < S$ ，即 $(t-1) \cdot D(t) < S / H$ ，就将D(t)合并到第1周一起订货。第1周是相对 t 周而言的。 $(t-1) \cdot D(t)$ 越小，则合并订货越合算。
- **$(t-1) \cdot D(t)$ 的单位为“零件一周期”**。将一个零件提前1周订货为一个“零件一周期”。

- 步骤:
- 1、从MRP计算出的净需求表中，挑选最小的“零件-周期”对应的净需求；
- 2、将相应的净需求合并到该周前面有净需求的那一周一起订货；
- 3、合并后，若所有的“零件-周期”值均大于 R/H ，则停止；否则，返回步骤1.
- 例：已知， $R=300$ 元， $H=2$ 元/件.周，零件的净需求见下表。用MPG法求订货批量的过程。

表 6-7 零件净需求量

周	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
净需求量	10	10	15	20	70	180	250	270	230	40	0	10

表 6-8 用 MPG 法求订货批量的过程

移动 次数	最小零件 周期	周 次											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	10	10	10	15	20	70	180	250	270	230	40	0	10
1	20	20	0	15	20	70	180	250	270	230	40	0	10
2	20	20	0	35	0	70	180	250	270	240	40	0	10
3	50	20	0	35	0	70	180	250	270	230	50	0	0
4	70	20	0	35	0	70	180	250	270	280	0	0	0
5	180	55	0	0	0	70	180	250	270	280	0	0	0
期初库存 Q_s		55	45	35	20	70	180	250	270	280	50	10	10
期末库存 Q_f		45	35	20	0	0	0	0	0	50	10	10	0

求出订货安排后，总费用计算：

$$C_T = C_R + C_H = kR + 0.5H \sum (Q_s + Q_f)$$

C_R —总订货费； C_H —总维持库存费； k —订货次数

Q_s — i 周期初库存量； Q_f — i 周期末库存量；

- 本例：
- $C_R = 6 \times 300 = 1800$ 元
- $C_H = 0.5 \times 2 \times$
($55+45+35+35+20+20+70+180+250+270+280+50+50$
 $+10+10+10+10$) = 1445元
- $C_T = 1800 + 1445 = 3245$ 元

6.2.5 提前期与安全库存

- 在MRP的运算过程中，除批量外，还涉及到2个重要的参数，即提前期和安全库存，下面就此做进一步讨论。
- **1. 提前期**
- 在MRP中，一个物料项目的提前期是指从投料开始到该项目入库可供使用为止的时间间隔。
- 按照此定义，**采购件的提前期是指：**从发出采购订单开始，经供应商供货、在途运输、到货验收、入库所需的时间。自制件提前期是指：从订单下达开始，经过准备物料，准备工具、工作地和设备，加工制造，直到检验入库所需的时间。

- 一般通过经验方法估算，当排队时间是主要因素时，可采用下面的公式：
- $LT = 2N + 6$ （天）
- 式中：N为工序数。
- 当加工时间是主要的因素时(如大型零件的加工)，可采用下面的公式：
- $L = k \times T$
- 式中： T为工件的总加工时间，
- k为系数，可取1.5 ~4。
- 提前期的单位一般为周，也可以为天。企业应当定期审核、修改提前期参数。

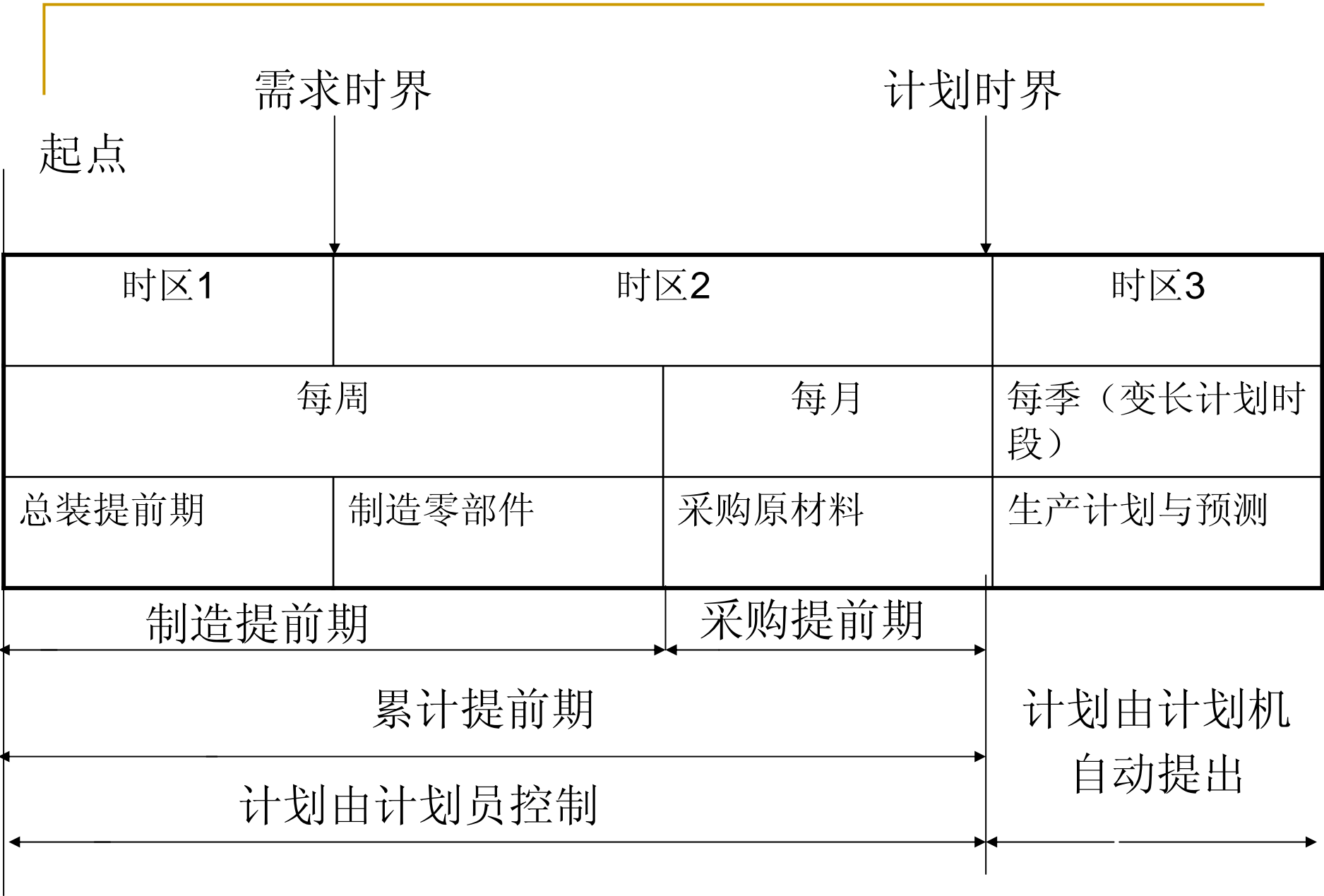
■ 2. 安全库存

- 设置安全库存是为了应付不确定性，防止生产过程产生缺料现象，避免造成生产或供应中断。尽管MRP处理的是相关需求，仍有不确定性。比如，不合格品的出现，外购件交货延误，设备故障，停电，缺勤等。因而，相关需求也有安全库存问题。
- 安全库存的引入将对净需要量的计算产生影响，一般可将安全库存从现有数中减去。

6.2.6 MRP的时间概念

- 除了提前期这一概念外，MRP中还定义了计划期、时段、时区与时界几个时间概念，并利用他们来解决计划的变更问题。
- **1. 计划期 (planning horizon)**
 - 又称为计划展望期、计划水平期，它说明计划能够看得多远。通常，计划期应覆盖产品制造的整个过程（通常称为总提前期）。
- **2. 时段 (time bucket)**
 - 它说明计划期分段能够分多细，可以由用户设定。典型的计划时段是周，也可以为小时、天、月、季。时段越短，计划越详细，执行起来要求也越高。

- **3. 时区 (time zone) 与时界 (time fence)**
- MRP在处理主生产计划时，把计划期划分成3个时区，作为主生产计划人员控制计划变动的手段之一。
- 时区1是计划期内最近的计划时段，其长度等于或不小于最终成品的总装配提前期。时区2是紧随时区1之后的时区，1、2时区长度之和等于或大于最终产品的累计提前期。第2时区之后的计划期是第3时区。
- 1、2时区之间的分界线称为需求时界 (demand time fence)，在需求时界以近的范围內，由于产品装配已经在进行，计划变动会造成严重损失，变动代价大，因此需要公司级领导批准后才能更改计划。第2、3时区之间的分界线称为计划时界 (planning time fence)，在计划时界以近的范围內，计划已经确认，资源已经分配，变动计划代价大，因而不允许计算机系统自动更改计划，必须人工干预。计划时界以远的范围內，由于还没有进入累计提前期的范围，当需求发生变化时，可由计算机系统自动对计划进行调整。



时区与时界关系图

■ 4. 时区与订单状态

- 在不同的时区，订单状态不同，处理方式也不同。订单有三种状态。
- **(1)计划订单：**根据MRP展开时产生的计划发出订货量而自动生成的物料订单，这时的订单状态是系统建议的，可以由计算机系统自动进行修改。第3时区的订单即为计划订单。当MRP重排时，计划订单将视各种情况而自动进行调整。
- **(2) 确认订单：**系统生成的计划订单经过主生产计划员核实或做必要的修订，认为在物料、能力、数量和时间上都没有问题后，对计划订单加以确认，即形成确认订单，可以准备下达，这时的订单状态是确认的。确认订单只能由计划员手工修改和调整，MRP展开和重排时，不会改变确认订单。时区2的订单为确认订单。
- **(3) 下达订单：**经确认并下达执行的订单。时区1的订单为下达订单。对下达订单，计算机系统更是不能自动修改。
- 有了时区和时界的概念，使MRP计划系统既能对市场需求的变化作出快速反映，又有一个相对稳定的计划，保持生产作业的有序进行。

表 6-10 时区、时界与订单状态

	执行计划		预计计划
时区及时界	需求时界		计划时界
	时区 1	时区 2	时区 3
时区长度	产品的总装配提前期	产品的累计提前期减去总装配提前期	累计提前期以外的时期
需求依据	实际合同	合同及预测的取舍	预测为主
订单状态	下达订单	下达及确认订单	计划订单
变动条件	装配已在进行,不允许中途中止;变动必须由企业领导决定,尽量避免变动	已运行 MRP,资源已分配,已开始采购加工,计算机系统不能自动改变确认了的计划订单,只能由人工直接干预。主生产计划员只允许变更完工日期,变更数量要由企业领导决定	可由计算机系统运算变动
变动代价	非常大	根据已投入生产准备费用和材料费用而定	无大影响,允许变更

6.2.7 MRP的运行方式

- MRP的计划更新有两种方式：“重新生成”(Regeneration)方式与“净改变”(Net Change)方式。
- 按照重新生成方式，MRP每隔一个固定的时间（通常是每周）运行一次，每一个产品项目，不论是否发生变化，都必须重新处理一遍。
- 按净改变方式，系统要按发生的变化随时运行，但运行中只处理发生变化的部分，进行局部修改。

6.3 MRPII的基本特征

6.3.1.MRP II 的基本组成与处理逻辑

- 制造资源计划，即MRP II，并不是一种与MRP完全不同的新技术，而是在MRP和闭环MRP的基础上发展起来的一种新的生产方式。它通过物流与资金流的信息集成，将生产系统与财务系统联系在一起，形成一个集成营销、生产、采购和财务等职能的完整的生产经营管理信息系统。图6-2表示了MRP II 的组成结构和处理逻辑。

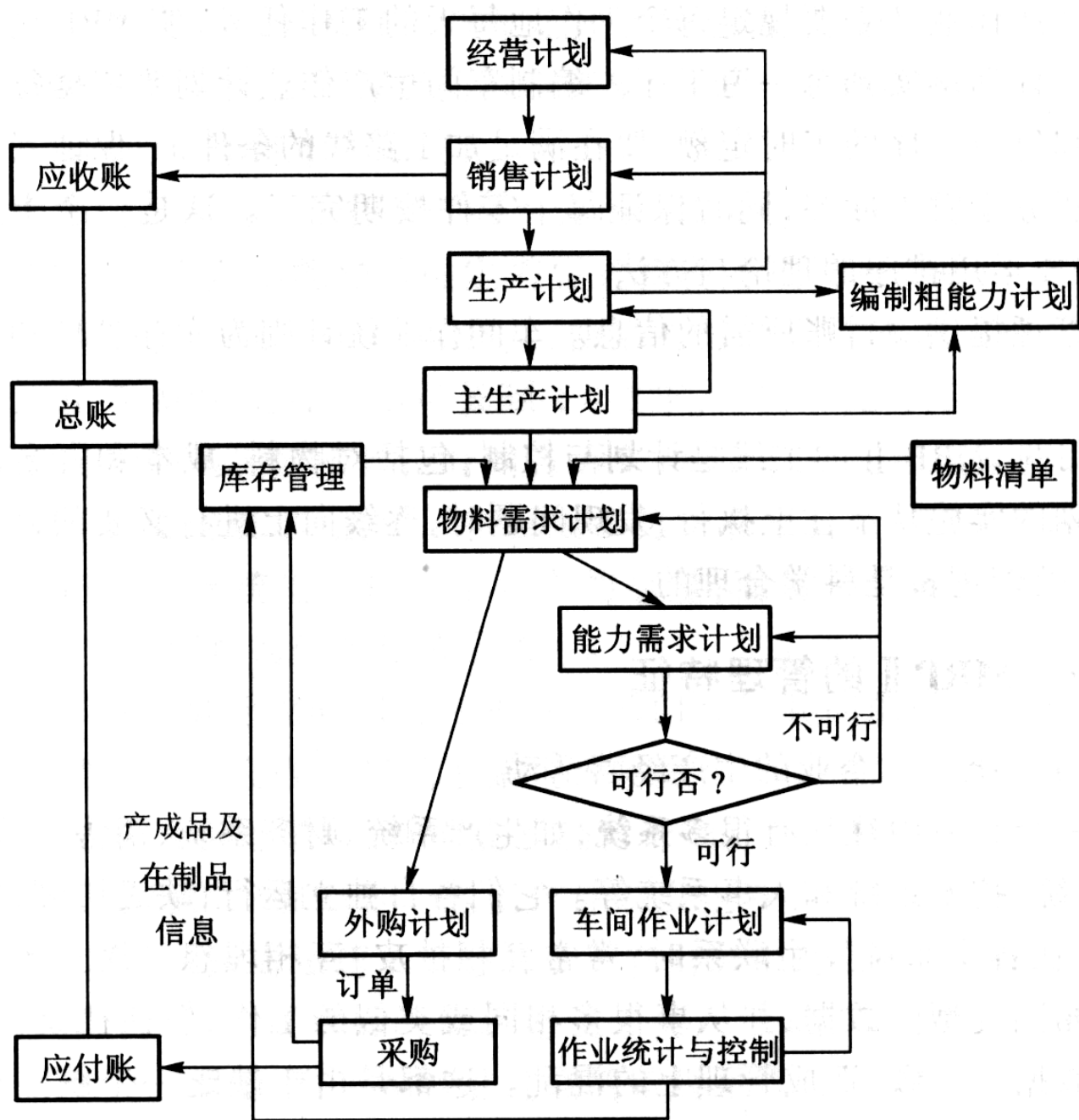


图 6-12 MRP II 的组成结构和处理逻辑

从图6-2可以看出，MRPII编制的计划由上到下，由粗到细。经营计划是MRP II的起始点。按经营计划确定的产值和利润指标，并根据市场预测和客户订单情况确定销售计划，将销售和应收帐信息联系在一起。再结合企业当前的生产条件，确定生产计划（生产计划大纲）。在制定生产计划时要进行粗略能力平衡。接着按生产计划确定主生产计划。主生产计划以具体产品为对象，它规定每种具体产品的出产时间与数量。主生产计划必须切实可行。它是MRP的一项关键输入。若不可行，必然导致MRP运行失败。当生产能力不够，以至通过有限的调整生产能力的方法仍不能消除这种不足时。根据产品的物料清单和物料库存信息，在主生产计划的驱动下，MRP将产品分解，生成自制件的生产计划和外购件的采购计划，作为车间生产和物料采购的依据。MRP输出的零部件投入出产计划实际上可以作为车间的“生产计划”，作为对车间生产实行控制的标准和车间编制生产作业计划的依据。车间生产作业计划要规定每个工作地每天的工作任务，使MRP输出的零部件投入出产计划落实到每一道工序。

- 采购管理提供应付帐所需的信息。车间作业统计则为库存管理和成本控制提供信息。
- 可见，MRPII的主线是计划与控制，包括对物料、成本和资金的计划与控制。计划的实施从下往上执行，发现问题时，逐级向上进行必要的修定。实践表明，上述处理逻辑是科学合理的。

6.3.2 MRP II 的管理特征

- 1. MRP II 统一了企业的生产经营活动
- 2. 计划的一贯性与可行性
- 3. 物流与资金流的统一
- 4. 集成--MRPII的精髓

6.4 编制物料清单

- 物料清单（**BOM**）是定义产品结构的技术文件，它是在产品结构的基础上建立的，不仅描述了产品结构上下级的从属关系，也说明了制造产品的时间关系。

6.4.1 产品结构

- 产品结构反映了产品的组成与结构信息，也就是说明了是由哪些物料构成的，需要多少物料，是如何制造出来的。
- 在MRP/MRP II系统中，对每个单层结构只需建立一次，就可以在所有产品中共享使用。建立物料清单是从建立一个反映“单层结构”的单层物料单开始的，系统会根据单层结构中母件与子件的相互关系，自动逐层地把所有相关的单层结构串起来，形成一个完整的产品结构。

6.4.2 BOM的种类

- 在MRPII系统中，有多种类型的BOM，分别以不同格式表示，以满足不同部门的需要。常用的有以下几种。
- **1. 单级BOM**。单级BOM表达了产品结构的某一层，显示某一装配件所使用的下层零部件的信息。举例。
- 下图为一产品（绞车）的部分产品结构树，母件为产品绞车，子件为滑轮组件等7个零件。

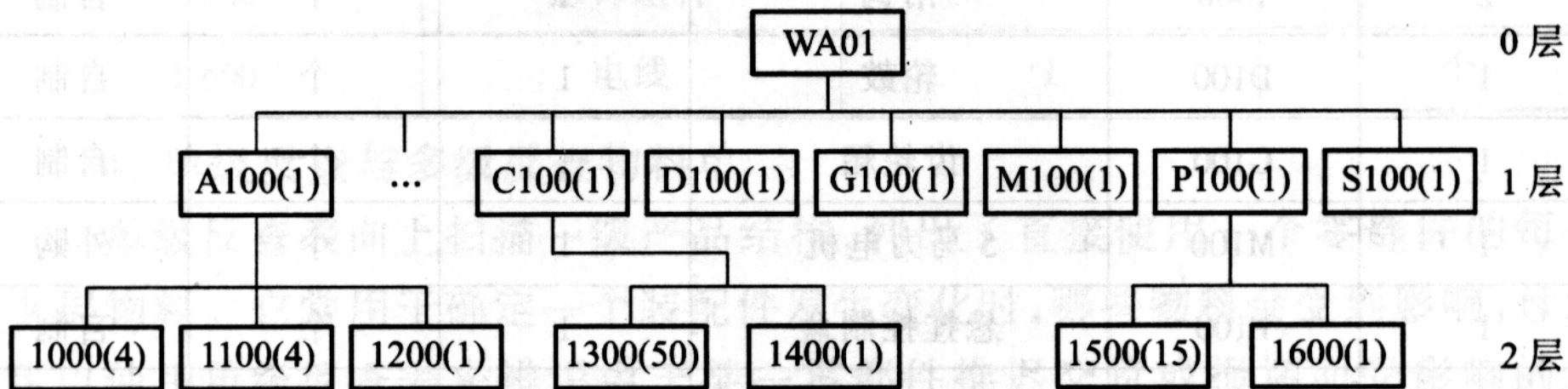


图 6-13 绞车的产品结构树

表 6-11 绞车的单级物料清单

零件号:WA01

零件名称:绞车

零件号	说明	单台数量	计量单位
A100	滑车组件	1	件
C100	钢丝绳吊钩	1	件
D100	轮鼓	1	件
G100	齿轮箱	1	件
M100	5 马力电机	1	件
P100	悬挂控制盒	1	件
S100	传动轴	1	件

- **2. 多级BOM。**多级BOM可以看成是一串单级BOM按照产品装配关系相互连接起来的一种BOM，它可以完整地反映产品结构的层次关系。它反映了层次码、零件编号、零件名、计量单位、数量、来源（自制、外购、外协）等信息，一般按缩排的方式表示。

表 6-12 绞车 WA01 的多级 BOM

零件号: WA01		零件名称: 绞车			层次: 0
层次码	零件号	说明	装配数量	单位	来源
1	A100	滑车组件	1	个	自制
2	1000	轴	4	个	自制
2	1100	轮	4	个	自制
2	1200	滑架车	1	个	外购
1	C100	钢丝绳吊钩	1	个	自制
2	1300	钢丝绳	50	尺	外购
2	1400	吊钩	1	个	自制
1	D100	轮鼓	1	个	自制
1	G100	齿轮箱	1	个	自制
1	M100	5 马力电机	1	个	外购
1	P100	悬挂控制盒	1	个	自制
2	1500	悬饰组件	1	个	自制
2	1600	电线	15	尺	外购
1	S100	传动轴	1	个	自制

- **3. 汇总BOM。** 汇总BOM将产品各个层次上相同的物料汇总，列出产品的全部零件清单，反映的是一个最终产品所需的各种零件总数，而不是每个上层物料所需的零件数。汇总BOM表主要用于采购部门，因为汇总展开的清单有助于确定合适的采购量。

表 6-13 绞车 WA01 的汇总 BOM

零件号:WA01

零件名称:绞车

层次:0

零件号	说明	需求数量	计量单位
A100	滑车组件	1	个
C100	钢丝绳吊钩	1	个
D100	轮鼓	1	个
G100	齿轮箱	1	个
M100	5 马力电机	1	个
P100	悬挂控制盒	1	个
S100	传动轴	1	个
1 000	轴	4	个
1 100	轮	4	个
1 200	滑架车	1	个
1 300	钢丝绳	50	尺
1 400	吊钩	1	个
1 500	悬饰组件	15	尺
1 600	电线	1	个

- **4. 单级反查与多级反差物料单。**单级反查表向上扫描一级产品结构，列出了直接使用一个零部件的每一个上层物料。多级反查表自底向上扫描产品结构的每一层直至顶层的最终产品，它列出了某一零部件在所有高层物料中的使用情况。

表 6-14 零件 1400 的单级反查表

零件号:1400		零件名称:吊钩		计量单位:个		层次:2	
上层零件号	说明	每个装配件需求数量	计量单位	层次			
C100	钢丝绳吊钩	1	个	1			

表 6-15 零件 1100 的多级反查表

零件号:1100		零件名称:轮		计量单位:个		层次:2	
层次	上层零件号	说明	每个装配件需求数量	计量单位			
1	A100	滑车组件	4	个			
0	WA01	绞车	1	台			

- **5. 计划物料清单。**计划物料清单的作用是将对某一产品系列的销售预测按比例分解为具体产品的需求量；另一种情况是当产品存在通用件时，根据产品的销售预测，按一定比例计算出各个通用件（模块）的需求量，从而为编制主生产计划提供依据。

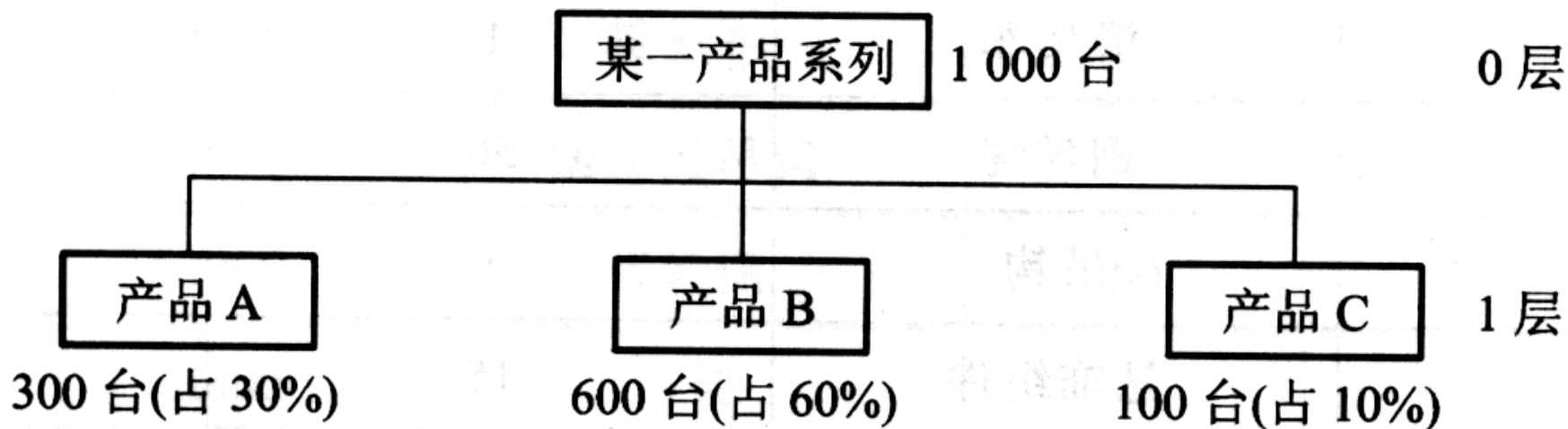


图 6-14 计划物料清单

- **6. 成本物料清单。**成本物料清单是一种用于说明每种物料成本构成的物料清单，包括物料的材料费、人工费和间接费用（制造费用），这些是物料的标准成本。成本物料清单是物料和资金信息集成的桥梁。
- **7. 模块化物料清单。**在实际应用中，由于需求多样化，使变型产品数急剧增加，产品规格多样。

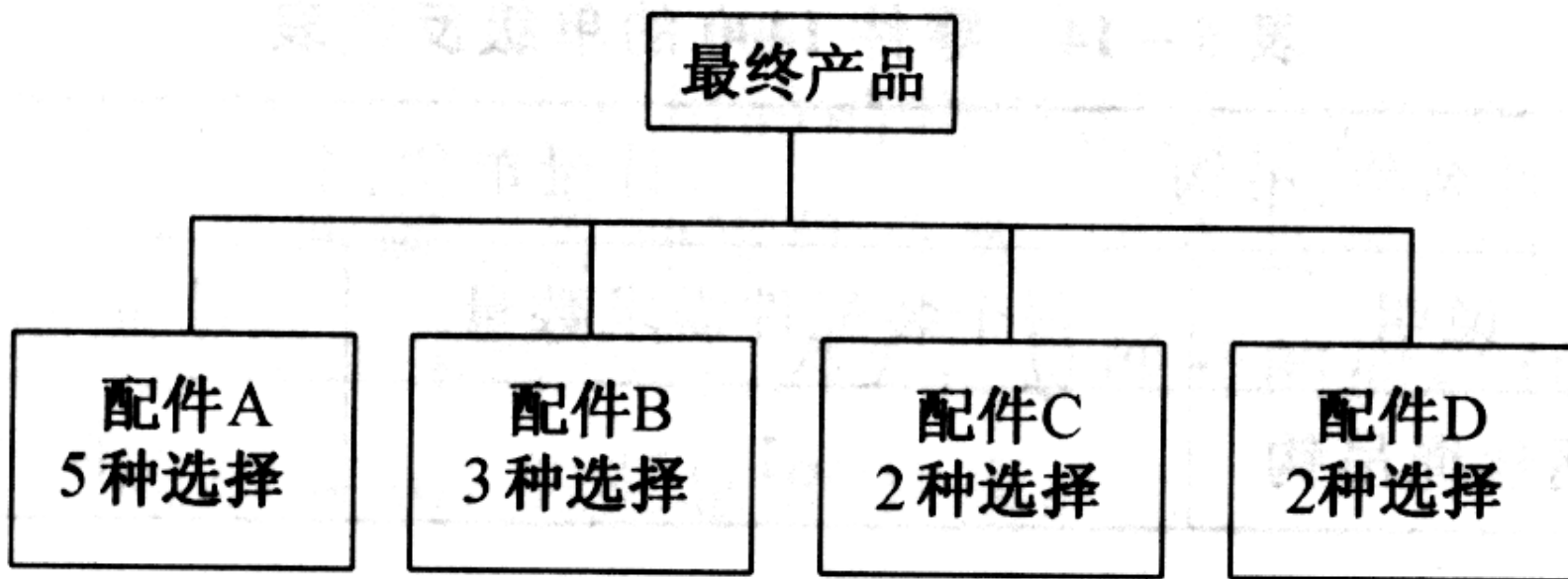


图 6-15 选择装配产品结构图

- **8. 虚拟BOM。**在构造BOM时，为了实际需要，常常要在BOM中设置一些物理上并不存在的项目，通常称之为“虚拟件”，含有虚拟件的BOM表即为虚拟BOM。通常会在下列情况下使用虚拟件：
 - (1) BOM中零件、部件的层次关系一定要反映实际装配过程。

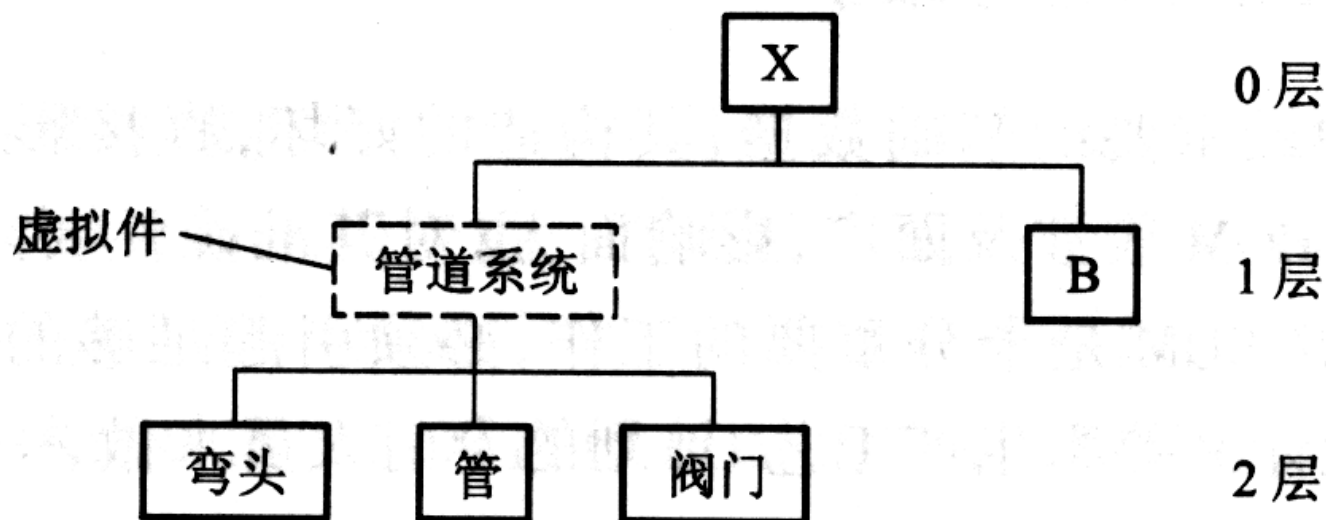


图 6 - 16 产品 X 中的虚拟件

- (2) 在模块化BOM中，把相关的零部件归成一个模块，指定一个人工的零件号作为虚拟件。
- (3) 在制造产品时，要使用一大批松散的小零件，如螺母、螺钉以及紧固件等，对这些零件一般不必逐项定义，而把它们归在一起，用一个人工的零件号来表示。这样的零件号也是虚拟件。
- (4) 将在产品结构中不同地方出现的一组规格和数量完全相同的物料定义为一个虚拟件，以简化产品结构管理。

6.4.3 BOM的用途

- 1.设计部门既是**BOM**的设计者，又是**BOM**的使用者。。
- 2.工艺部门根据**BOM**信息建立各零件的制造工艺和装配件的装配工艺，并确定加工制造过程中应使用的工装、模具等。
- 3.生产部门使用**BOM**来决定零部件或最终产品的制造方法，决定领取的物料清单。
- 4.产品成本核算部门利用**BOM**中每个自制件或外购件的当前成本来确定最终产品的成本。
- 此外，**BOM**还是**MRP**的主要输入信息之一，**MRP**利用**BOM**决定生产主生产计划项目时，需要哪些自制件和外购件，需要多少，何时需要。

6.4.4 BOM的构造与维护

- 要构造**BOM**，首先必须对所有物料进行分类与编码，建立物料主文件。每一个物料必须有一个唯一的编码。然后，要分析哪些物料应包括在物料清单内。一般来说，凡是需要列入计划、控制库存、计算成本的物料都应当包括在物料清单中。在实际应用中，有时为了强化某些工装、模具的准备工作，可以将这些工具构造在**BOM**表中，以便将一些重要的生产准备工作纳入到计划中去。
- 在**MRPII**系统中，一般都提供了方便的**BOM**录入和维护功能，可以增加**BOM**、修改**BOM**；类似的产品结构可以复制**BOM**的部分内容，而不必全部重新生成；可以单独查找某个物料信息；输入产品编号查询**BOM**等。
- 在使用**BOM**的过程中，维护**BOM**的正确性同样十分重要。

6.5 能力需求计划

- **能力需求计划**（Capacity Requirements Planning, CRP）是对物料需求计划所需能力进行核算的一种计划管理方法。
- 在MRPII系统中，能力需求计划系统根据系统提供的基础数据，把所有物料项目的计划订单换算成相应的对各种资源的需求量，产生能力需求数据和比较报表提供给计划人员，让计划人员人工判断MRP计划的可行性，并采取措施人工调整MRP计划订单，使MRP计划符合企业生产能力的实际情况，以保证计划的可行性。

6.5.1 工作中心及其能力

- 1. 工作中心
- (1) 工作中心的含义：是各种生产或加工能力单元和成本单元统称。
- (2) 工作中心与成本中心：由于工件经过每一个工作中心时都要发生费用，产生成本，所以工作中心与成本中心有一定的联系。
- (3) 工作中心的作用：工作中心是平衡负荷和能力的基本单元；工作中心是车间分配作业任务和安排详细进度计划的基本单元；工作中心是车间作业计划完成情况的数据采集点；工作是计算加工成本的基本单元。

2. 工作中心能力的定义

工作中心能力 = 可用机器数或人数 × 每日工作班次 × 每班可用工作小时 × 工作中心平均效率 × 工作中心利用率

其中，可用机器数或人数是指对能力起限制作用的机器数或人数；

工作中心利用率 = 实际投入工时 / 计划工时

工作中心效率 = 完成定额工时 / 实际投入的工时

完成定额工时 = 生产的产品数量 × 按工艺路线计算的定额工时

实际投入的工时是指实际用在该产品上的工时，计划工时则包括预防性维修、机器损坏、材料短缺、工作缺勤及其它工作时间。

按上式计算出来的工作中心能力是**定额能力**。

- 例：某企业某工作中心由**6**名工人操作**6**台机床，每班**8**小时，每天**1**班，每星期**5**天，利用率为**90%**，效率为**95%**，则**1**周的定额能力为：
- 周能力 = $6 \times 1 \times 8 \times 5 \times 0.9 \times 0.95 = 205.2$ 工时

6.5.2 编制能力需求计划所需的数据

■ 1. 已下达车间订单

- 已下达车间订单是指已确认或已下达车间的订单，它占用了一部分能力，其能力平衡在前一阶段已经完成，所以在编制能力需求计划时必须从工作中心的定额能力中扣除。由此可计算出工作中心可用能力：
- $$\text{工作中心可用能力} = \text{工作中心定额能力} - \text{已下达车间或已确认计划订单对现有能力的占用}$$

■ 2. MRP计划订单

- 计划订单是MRP输出的尚未确认或释放的订单，它将占有工作中心的能力。

■ 3. 工艺路线文件

- 工艺路线（routing）也称工艺流程或加工路线，工艺路线文件是描述某一项目加工方法及加工次序的文件。

■ 4. 车间日历

- 车间日历是用于编制计划的特殊形式的日历，它与社会日历具有一一对应关系，它排除了休息日、节假日、设备检修日等非工作日期。

■ 5. 工作中心文件

- 包含有工作中心能力所需的信息

表 6-16 车间日历

一月

			1	2 001	3 002	4
5	6 003	7 004	8 005	9 006	10 007	11
12	13 008	14 009	15 010	16 011	17 012	18
19	20 013	21 014	22 015	23 016	24 017	25
26	27 018	28 019	29 020	30 021	31 022	

6.5.3 能力需求计划的编制

编制能力需求计划过程就是把物料需求计划订单换算成能力需求数量，即根据物料需求计划和工艺路线文件，求出生产这些物料在各个时段要占用某一工作中心的负荷小时数，再与工作中心的能力进行比较，生成能力需求报表。

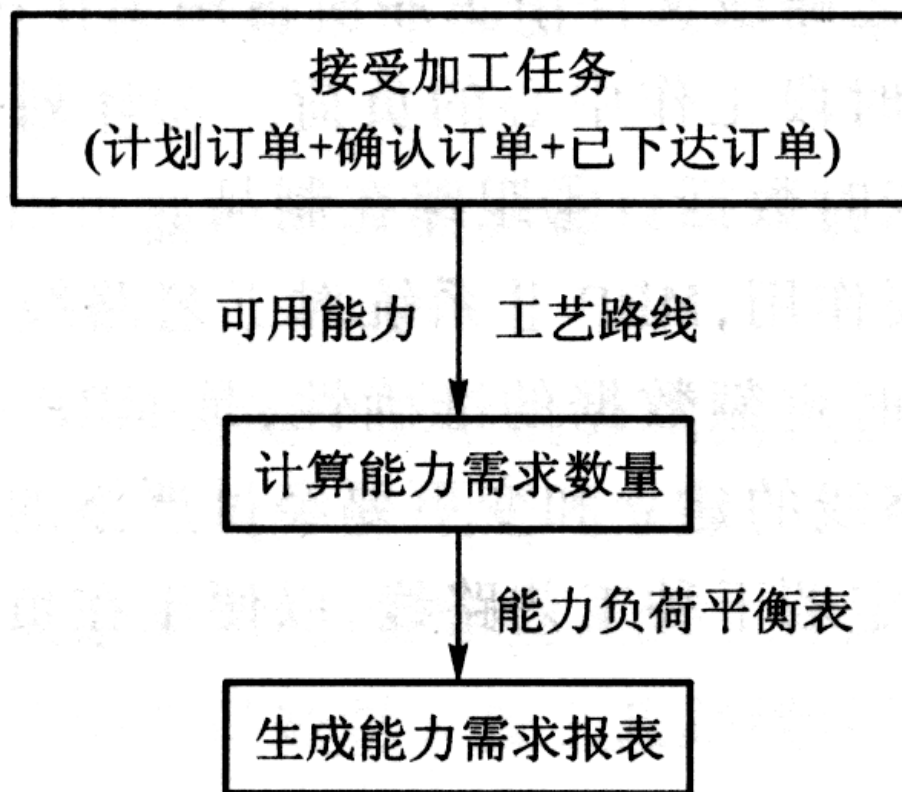


图 6-17 能力需求计划的编制过程

能力需求(小时)

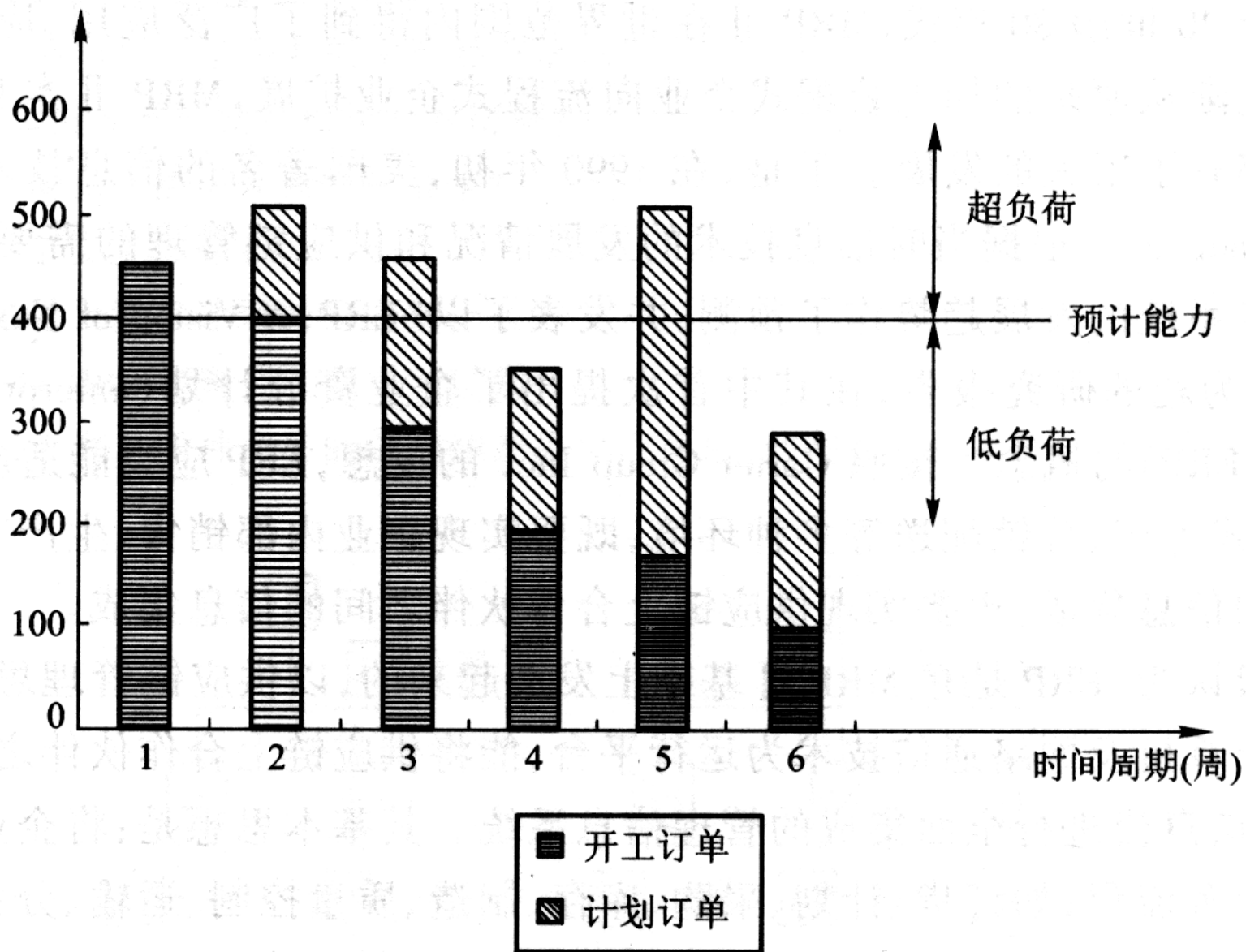


图 6-18 负荷直方图

6.5.4 能力需求计划的分析

- 编制能力需求计划的目的在于比较工作中心的负荷和现有能力，以便发现问题，及早解决，保证生产计划的可行性。
- **MRPII**系统并不能进行能力负荷的自动平衡，这种调整必须由计划人员人工完成。主要的调整方式包括：①安排加班。②调整**MRP**计划。③调整工作中心能力。
- 经过反复运算调整，超负荷问题仍然无法解决时，就要修正主生产计划。只有能力与负荷达到平衡后，**MRP**的计划订单才能确认并下达给计划的执行层。

6.6 从MRPII到ERP

- 整个20世纪80年代，MRPII在世界范围内得到了广泛应用，应用企业逐渐从原来的加工装配式企业向流程式企业扩展，MRPII本身在技术和功能上都有了很大的发展。于是，在1990年初，美国著名的信息技术分析公司Garter Group Inc.根据当时信息技术的发展情况和供应链管理的需要，对制造业管理信息系统的发展趋势作了预测，并发表了以“ERP: A Vision of Next-Generation MRPII”为题的研究报告，在其中首次提出了企业资源计划（Enterprise Resources Planning, ERP）的概念。

- 一般认为，**ERP**是在**MRPII**基础上发展起来的，以供应链管理思想为基础，以先进计算机及网络通信技术为运行平台，能将供应链上合作伙伴之间的物流、资金流、信息流进行全面集成的管理信息系统。其基本思想是：将企业供应链上的各项业务流程，如订货、计划、采购、库存、制造、质量控制、运输、分销、服务、财务、设备维护、人事等，全面优化与集成，使企业与供应商、客户能够真正集成起来，进而通过客户需求信息来拉动企业的决策和管理。可见，**ERP**并不是全新的东西，而是**MRPII**进一步发展的产物，原**MRPII**的内容仍然是**ERP**的核心内容。

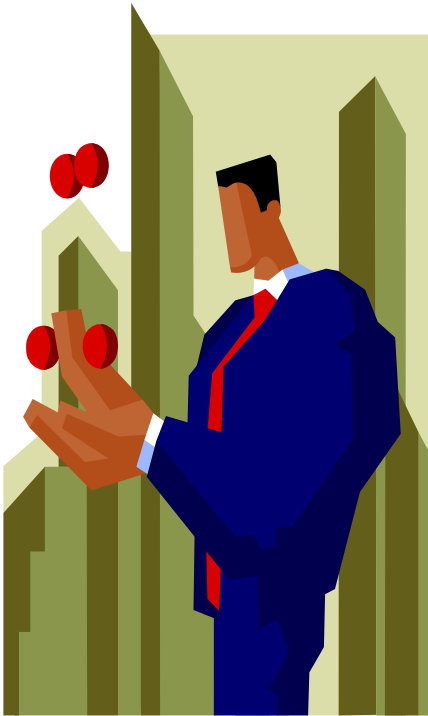
- **ERP**是现代企业大型集成化管理信息系统的典型代表，它除了充分体现先进信息的综合运用、充分实现信息资源的共享和企业资源的集成外，更重要的是能充分体现现代管理思想与方法的综合运用。企业可以通过成功实施成熟的**ERP**软件包来吸取行业的最佳实践和优秀业务流程，以改善企业绩效和增强企业竞争能力。然而，**ERP**的实施是复杂的，涉及公司组织结构、业务流程乃至管理模式的变革，涉及企业的方方面面，将对公司员工的观念产生冲击，这使得实施**ERP**是一项复杂、艰巨、耗资巨大的工程，其成功实施必须树立正确的应用理念，要有良好的方法论作指导。可以肯定的是，**ERP**并没有停止其发展步伐。随着现代信息技术和管理技术的发展，**ERP**也将不断发展。



6.2.3 MRP的运行方式

- MRP的计划更新有两种方式：“重新生成”(Regeneration)方式与“净改变”(Net Change)方式。按照重新生成方式，MRP每隔一个固定的时间（通常是每周）运行一次，每一个产品项目，不论是否发生变化，都必须重新处理一遍。按净改变方式，系统要按发生的变化随时运行，但运行中只处理发生变化的部分，进行局部修改。

产品树结构 Bill of Materials (BOM) 的建立



工作中心定义



包括:

- 设备信息

设备主文件

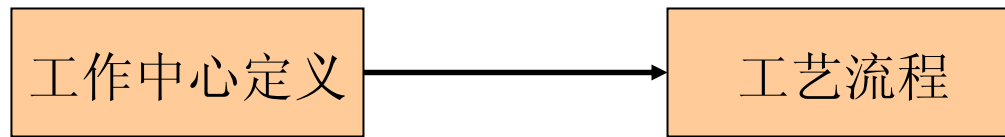
设备数量/编号, 设备能力,
设备工作时间/效率/利
用率, 设备价值/折旧...

- 人员信息

人员主文件

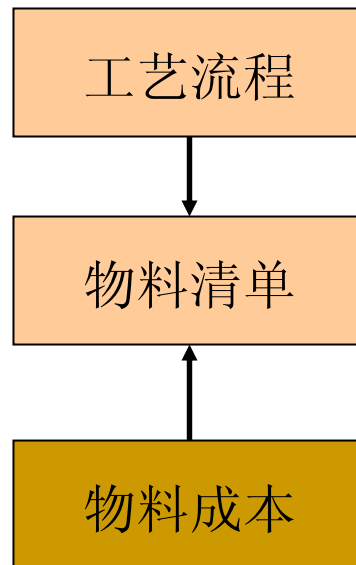
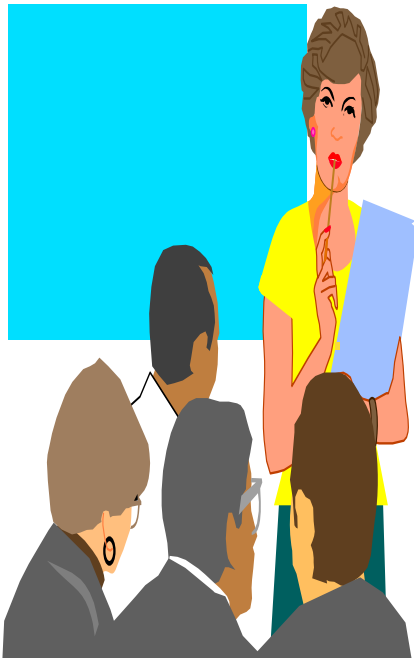
人员数量/编号, 人员能力,
人员工作时间/效率/利
用率, 人员工资...

产品树结构 Bill of Materials (BOM)的建立



工艺流程就是工序的集合，每道工序对应相应的工作中心，工作中心的设备和人工信息会传递到具体工序上面，辅之以带有本道工序特点的特别信息（如加工时间、排队时间等---计算成本之用）。

产品树结构 Bill of Materials (BOM)的建立

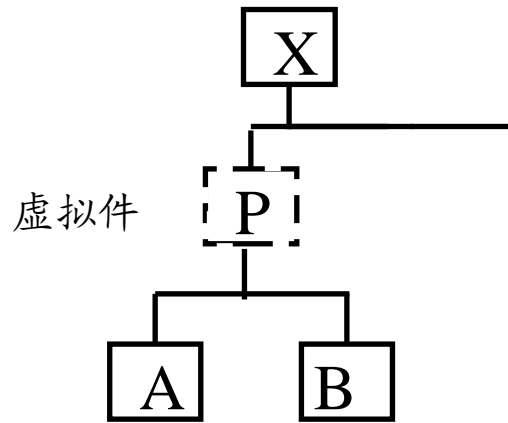


在工艺流程的基础上定义物料清单（狭义的BOM），由于物料成本信息的带入，加上工作中心所附成本费率和工时等信息，组成了 BOM（制造清单）的资金信息...

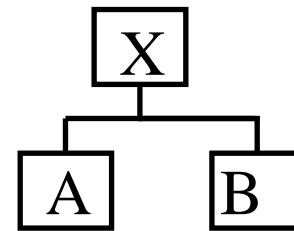
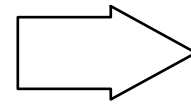
BOM可表示的其它信息

- 来源码：可分为自制、采购、外包、调配，系统依据物料来源做不同处理。
- 虚拟件（幽灵物料Phantom Item）：设计上存在，但在管理上并不直接使用，实际上不存在(通常是非库存物料)。
 - 作为组件采购入厂
 - 线上组件（built-on-the-line-part）：暂时存在，直接进入下一次装配，而非入库（可视作母件固有部分）。一组通用的成套零件
 - BOM中有大量相同子件重复出现时，将组件的共享部分作为虚拟件，以简化产品结构。
- 订货批量规则

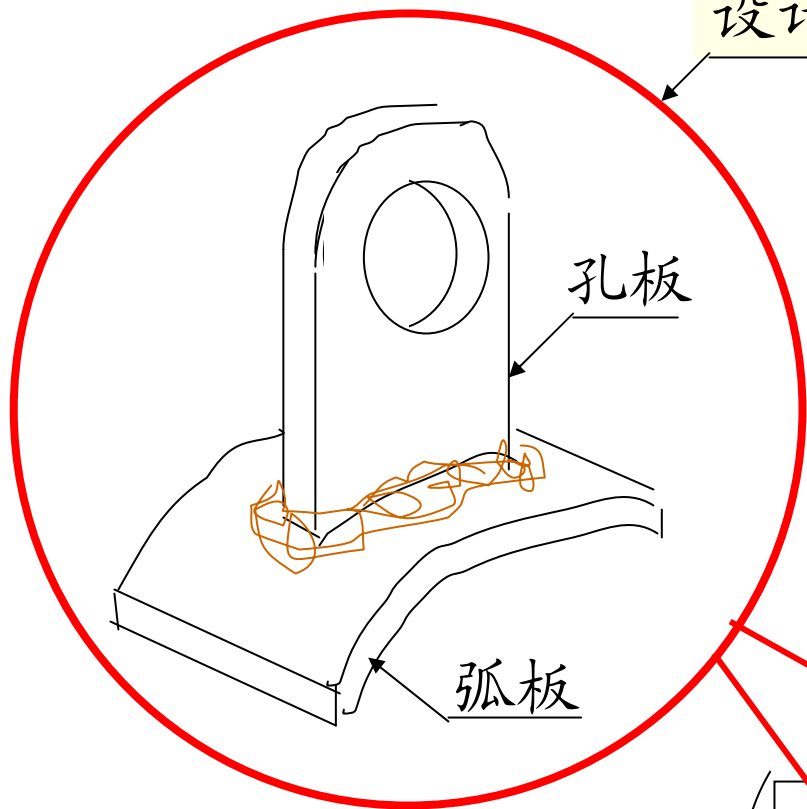
设计图纸



实际制造过程



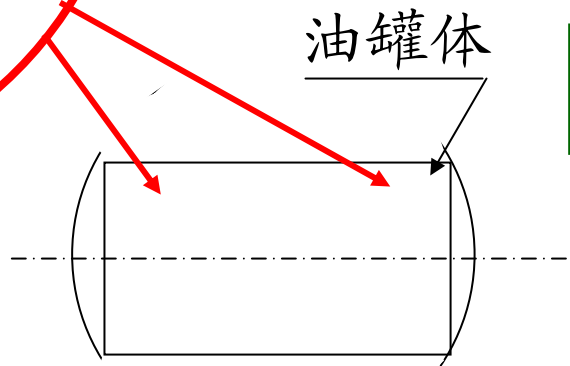
设计：吊耳组件



实际装配：

1. 直接焊“弧板”
2. 再焊“孔板”

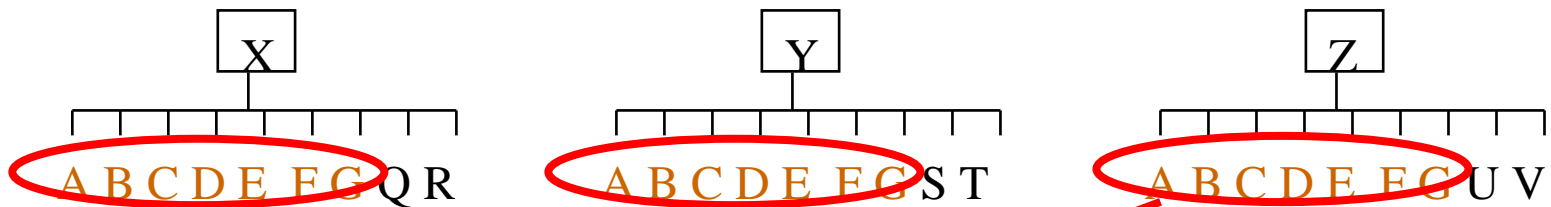
不存在“吊耳组件”



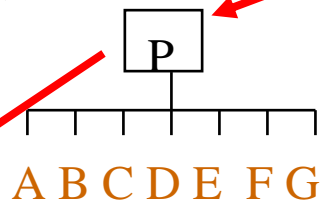
虚拟件

虚拟 BOM 的应用

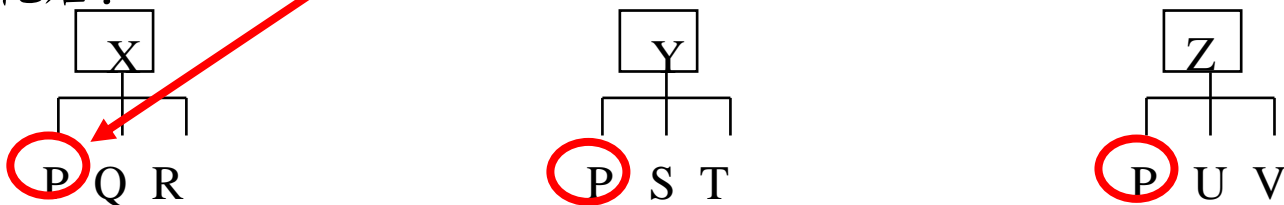
- 有部分相同零件的多种产品 (X、Y、Z):



- 用虚拟件表示相同部分 (简化产品结构和库存事务):



- 简化后:

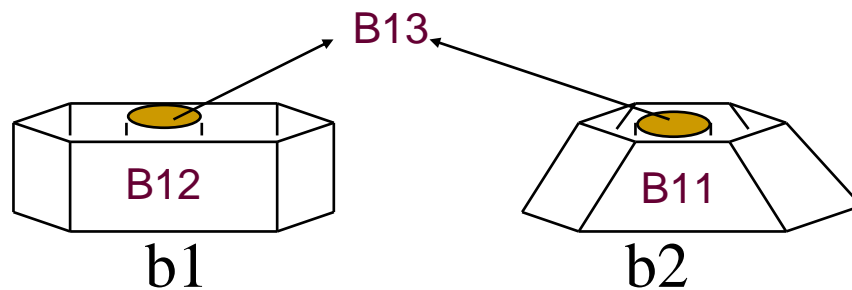


特殊BOM

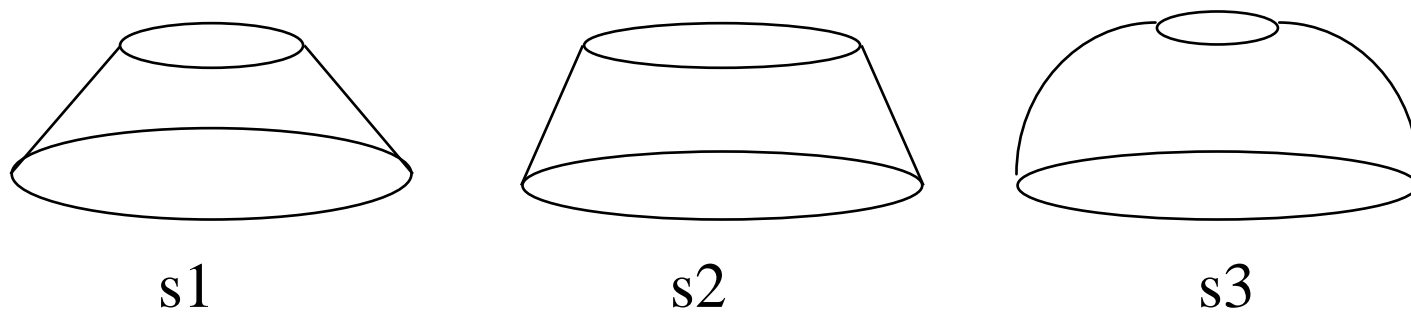
- 计划BOM
- 模块化BOM
- 工程EBOM：设计用BOM，展开所有物料项，包括产品每一工艺过程、半成品状态等。比管理用BOM复杂。
- 制造BOM：用于执行阶段，接收客户订单后，系统产生制造BOM，用于产生制造订单与采购订单。
- 管理BOM：跨过虚拟件（幽灵物料），根据管理需要设置管制点。

台灯系列

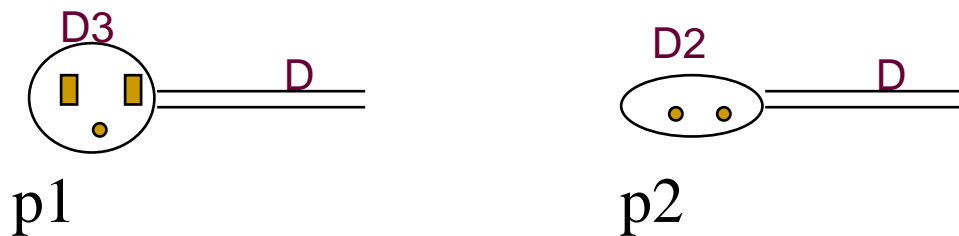
灯座B



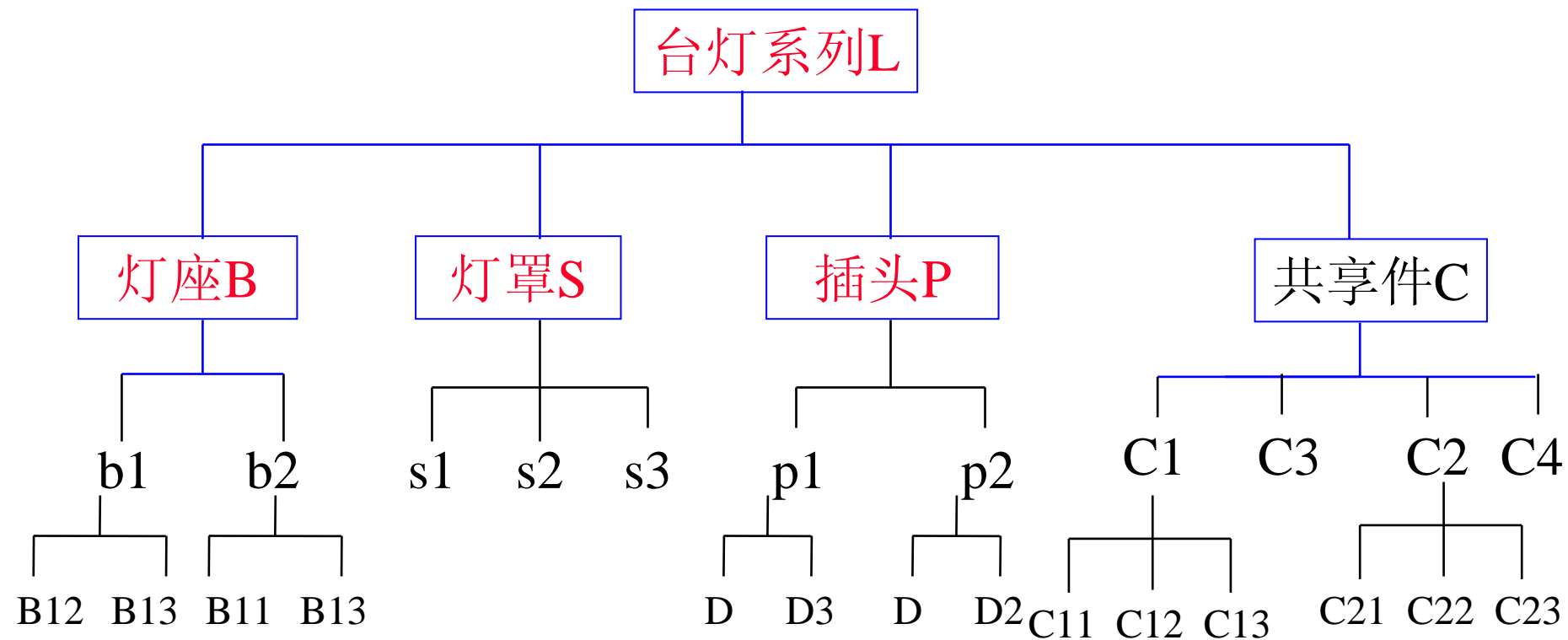
灯罩S



插头P



台灯系列产品结构树



计划BOM

产品族为父件的
BOM，用于计划
与预测。
伪物料表
(Pseudo
BOM)

父件	子件	单位用量
L	B	1
L	S	1
L	P	1
L	C	1
B	B1	0.6
B	B2	0.4
S	S1	0.1
S	S2	0.3
S	S3	0.6
P	P1	0.1
P	P2	0.9

计划BOM

共用件资料

共享件	名称	规格	生产线
C			
C1	五金零件包		台灯
C11	塑料袋	小	
C12	垫圈		
C13	螺丝	T100*33	
C2	塑料零件包		台灯
C21	塑胶低垫	黑圆	
C22	塑胶垫圈		
C3	开关	标准	台灯
C4	包装纸箱	25*30*25mm	台灯

计划BOM

以共用件为子件的BOM，伪物料表（Pseudo BOM）。

父件	子件	单位用量
C	C1	1
C	C2	1
C	C3	1
C	C4	1
C1	C11	1
C1	C12	1
C1	C13	1
C2	C21	1
C2	C22	1
C2	C23	1

模块化BOM

- 围绕产品模块组织物料清单，模块的物料清单称为**模块BOM (Modular BOM)**。
- **模块**：组成产品的配件，可能是成品或产品部件的主要配件。
- 围绕模块组织生产，可有效避免数据重复，便于生产计划制订。
- 进行模块化**管理**后，使用该模块时无需重新输入数据，只需引用该模块。

父件	子件	单位数量
B1	B12	1
B1	B13	1
B2	B11	1
B2	B13	1
P1	D	1
P1	D3	1
P2	D	1
P2	D2	1

多阶BOM

Parent #: L

Level	Component#	Qty-Per	Structure
1	B	1	p
2	B1	0.6	p
3	B12	1	s
3	B13	1	s
2	B2	0.4	p
3	B11	1	s
3	B13	1	s
1	S	1	p
2	S1	0.1	p
2	S2	0.3	p
2	S3	0.6	p
1	P	1	p
2	P1	0.1	p
3	D	1	s
3	D3	1	s
2	P2	0.9	p
3	D	1	s
3	D2	1	s
1	C	1	p
2	C1	1	s
3	C12	1	s
3	C13	1	s
3	C11	1	s
2	C2	1	s
3	C21	1	s
3	C22	1	s
3	C23	1	s
2	C3	1	s
2	C4	1	s

库存记录文件 Inventory Records File

- 每一个库存项目作为一独立文件
 - 库存状态在时段（time buckets）内记录（如下表）。

物料主数据段

Item No.:	提前期 LT:	安全库存 SS:	类别:	其它:					
保留量 Allocated:	0	1	2	3	4	5	6	7	8
毛需求 GR (Gross requirements)									
在途量 SR (Scheduled Receipts)									
在库量 OH (On-Hand)									
净需求量 NR (Net Requirements)									
计划订单收料 PORC(Planned order receipt)									
计划订单发布 POR (Planned order release)									

库存状态段

时段(Time Bucket)

库存记录文件 Inventory Records File

- 保留量（已分配量） **Allocated**
 - 该物料已被指定用于某张已发出的订单，预定从仓库中领出但实际尚未领出的数量。（制造订单/采购订单已发出，尚未领料）
- 毛需求 **GR**: **MRP**的起点，在一特定时间内完成的总数量或项目需要的总数量。
 - 约定：在每期的开始完成。
- 计划收单（在途量） **SR**: 已经发出，且已计划好在一确定日期到达或完成的订单。
- 在库量 **OH**: 在一指定的时间段时，某物料项的在库量。在产品的不同地点使用时，需进行分配决策。

库存记录文件 Inventory Records File

- 净需求量NR：毛需求量中扣除可利用库存量。
$$NR=GR-OH-SR+AL+SS$$
 - GR、OH是代表未来的期望数量。
- 计划订单收料 PORC：考虑计划订单的批量经济性，满足净需求的计划订单计划完成或收到的数量。
- 计划订单发出 POR：考虑订单提前期，发出订单以满足未来的需求。
 - MRP采取分期订货的方式（Time-phased ordering）
 - 提前期LT：某物料项订单发出至接收到该物料项的正常时间。（订单发出到订单完成的时间）

库存记录文件 Inventory Records File

- 逾期量：执行MRP时上一期未被冲销的数量滚入逾期的时间段中。

逾期量	为正时	为负时
GR	客户需求未得到满足，管理者应采取行动，避免延误交货。	客户订单提早出货，不必采取行动。
SR	供货商交货延迟（应催料）或已发出的制造订单生产延迟（应加快生产）。无法按期交货，应修改订单交货期。	供应商超交或早交；生产提前完工。不必采取行动。
POR	管理者必须迅速发单，减少提前期，尽量使交货延误期缩短。	订单发出数量过多，数字不大时管理者可不必采取行动。

库存事务

- 库存状态文件通过及时传递库存事务保持更新，变化是由于入库、出库、残料损失、部件损坏、订单取消等引起。

MRP Reports---主要报告

- 计划订单 **Planned orders**: 未来的计划订单安排，满足所有物料需求。
- 订单发布通知 **Order release notices** : 计划订单的时间期到来时，建立并发出，对于自制部件就发至内部生产工厂/车间，对采购件就发至外部供应商。订单一旦发出，计划订单就变成计划收单（在途量）
- 开放订单的预期变化 **Changes in due dates**
- 开放状态订单的取消/中止 **Cancellations / suspensions**
- 库存状态数据 **Inventory status data.**

MRP Reports---次要报告

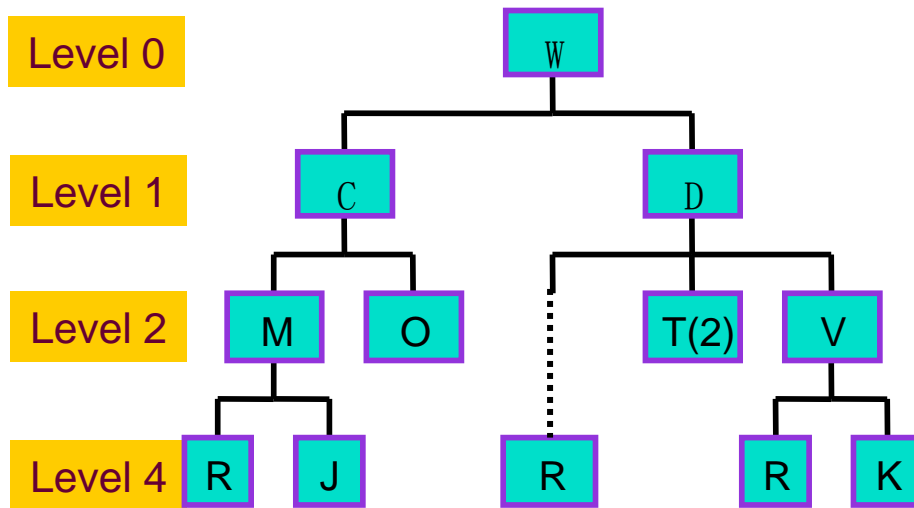
- 计划报告 **Planning reports** 如某段时期内库存需求预测报告
- 绩效报告 **Performance reports**
- 例外报告 **Exception reports**: 指出重要的偏差, 如订单延迟。

MRP程序

- 最终物料项计划确定
 - GR: 独立需求的时间及数量与主生产计划MPS相对应
 - 从GR到POR
- 较低层次物料项计划确定
 - GR: 依赖需求物料项的GR来自其父项的POR
 - 从GR到POR

MRP程序举例

- 产品W的结构树及BOM如下，假定第1周的OH与SR数量、各物料项目提前期已给定。
- 假定W的第6周毛需求为120，试开发其MRP。



物料项		单位 用量	OH	SR	LT
父件	子件				
	W		30	40	1
W	C	1	30	10	1
W	D	1	10	0	1
C	O	1	20	0	1
C	M	1	0	5	2
D	R	1	0	0	1
D	T	2	30	20	2
D	V	1	0	10	1
M	R	1	15	0	1
M	J	1	0	0	1
V	R	1	0	0	1
V	K	1	50	10	2

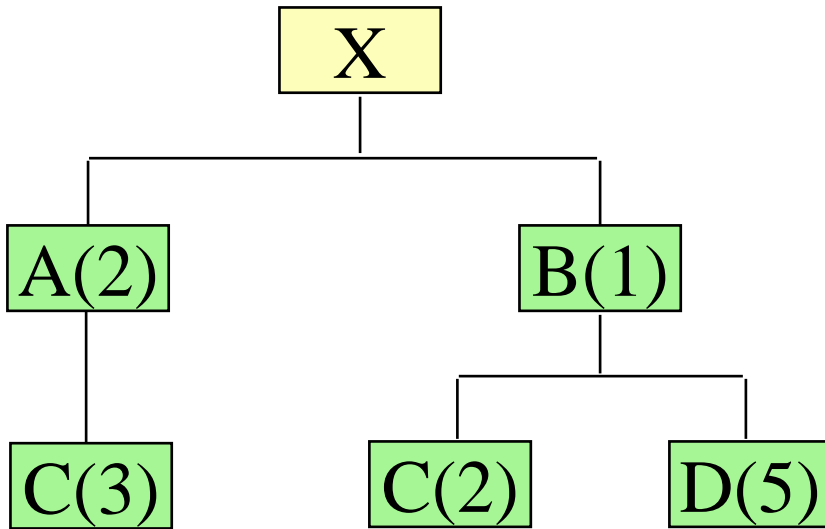
R的量都分给了M

Item W (LT=1)		保留量	0	安全库存	0		批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7
毛需求 GR							120	0
在库量 OH	30	30	70	70	70	70	70	0
在途量 SR		40						
净需求量 NR		0	0	0	0	0	50	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	0	0	50	
计划订单发布 POR		0	0	0	0	50	0	
Item C (LT=1)		保留量	0	安全库存	0		批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7
毛需求 GR		0	0	0	0	50	0	0
在库量 OH	30	30	40	40	40	40	0	0
在途量 SR		10						
净需求量 NR		0	0	0	0	10	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	0	10	0	0
计划订单发布 POR		0	0	0	10	0	0	
Item D (LT=1)		保留量	0	安全库存	0		批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7
毛需求 GR		0	0	0	0	50	0	0
在库量 OH	10	10	10	10	10	10	0	0
在途量 SR		0						
净需求量 NR		0	0	0	0	40	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	0	40	0	0
计划订单发布 POR		0	0	0	40	0	0	

Item O (LT=1)		保留量	0	安全库存	0		批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7
毛需求 GR		0	0	0	10	0	0	0
在库量 OH	20	20	20	20	20	10	10	10
在途量 SR		0						
净需求量 NR		0	0	0	0	0	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	0	0	0	0
计划订单发布 POR		0	0	0	0	0	0	
Item T (LT=2)		保留量	0	安全库存	0		批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7
毛需求 GR		0	0	0	80	0	0	0
在库量 OH	30	30	50	50	50	0	0	0
在途量 SR		20						
净需求量 NR		0	0	0	30	0	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	30	0	0	0
计划订单发布 POR		0	30	0	0	0	0	0
Item M (LT=2)		保留量	0	安全库存	0		批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7
毛需求 GR		0	0	0	10	0	0	0
在库量 OH	0	0	5	5	5	0	0	0
在途量 SR		5						
净需求量 NR		0	0	0	5	0	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	5	0	0	0
计划订单发布 POR		0	5	0	0	0	0	0
Item V (LT=1)		保留量	0	安全库存	0		批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7
毛需求 GR		0	0	0	40	0	0	0
在库量 OH	0	0	10	10	10	0	0	0
在途量 SR		10						
净需求量 NR		0	0	0	30	0	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	30	0	0	0
计划订单发布 POR		0	0	30	0	0	0	

Item J (LT=1)		保留量	0	安全库存	0		批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7
毛需求 GR		0	5	0	0	0	0	0
在库量 OH	0	0	0	0	0	0	0	0
在途量 SR		0						
净需求量 NR		0	5	0	0	0	0	0
计划订单收料 PORC		0	5	0	0	0	0	0
计划订单发布 POR		5	0	0	0	0	0	
Item K (LT=2)		保留量	0	安全库存	0		批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7
毛需求 GR		0	0	30	0	0	0	0
在库量 OH	50	50	60	60	30	30	30	30
在途量 SR		10						
净需求量 NR		0	0	0	0	0	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	0	0	0	0
计划订单发布 POR		0	0	0	0	0	0	
Item R (LT=1)		保留量	0	安全库存	0		批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7
毛需求 GR		0	5	30	40	0	0	0
在库量 OH	15	15	15	10	0	0	0	0
在途量 SR		0						
净需求量 NR		0	0	20	40	0	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	20	40	0	0	0
计划订单发布 POR		0	20	40	0	0	0	

MRP 练习



Item	OH	LT(周)
X	50	2
A	75	3
B	25	1
C	10	2
D	20	2

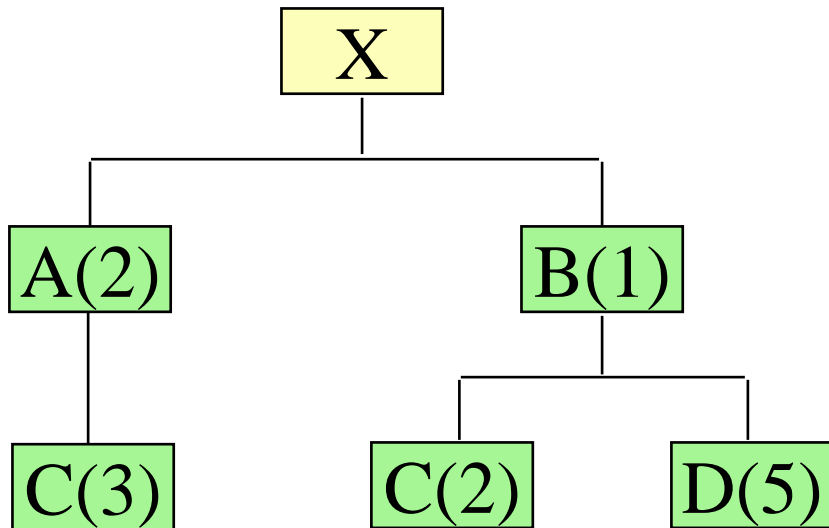
各项的SR都为0。

X在第10周的需求量为 95 件 (其中80件为已确定的订单, 15件为随机需求的预测值), 还有下列备件的需求:

Spares	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A									12	
B							7			
C								10		
D						15				

Item X (LT=2)		保留量	0	安全库存	0						批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
毛需求 GR											95	0
在库量 OH	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0
在途量 SR		0										
净需求量 NR		0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	
计划订单发布 POR		0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0
Item A (LT=3)		保留量	0	安全库存	0						批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
毛需求 GR									90	12	0	0
在库量 OH	75	75	75	75	75	75	75	75	75	0	0	0
在途量 SR		0										
净需求量 NR		0	0	0	0	0	0	0	15	12	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	0	0	0	0	15	12	0	
计划订单发布 POR		0	0	0	0	15	12	0	0	0	0	0
Item B (LT=1)		保留量	0	安全库存	0						批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
毛需求 GR		0	0	0	0	0		7	45		0	0
在库量 OH	25	25	25	25	25	25	25	25	18	0	0	0
在途量 SR		0										
净需求量 NR		0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	
计划订单发布 POR		0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0
Item C (LT=2)		保留量	0	安全库存	0						批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
毛需求 GR		0	0	0	0	45	36	54	10	0	0	0
在库量 OH	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
在途量 SR		0										
净需求量 NR		0	0	0	0	35	36	54	10	0	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	0	35	36	54	10	0	0	
计划订单发布 POR		0	0	35	36	54	10	0	0	0	0	0
Item D (LT=2)		保留量	0	安全库存	0						批量LOT	1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
毛需求 GR		0	0	0	0	0	15	135	0	0	0	0
在库量 OH	20	20	20	20	20	20	20	5	0	0	0	0
在途量 SR		0										
净需求量 NR		0	0	0	0	0	0	130	0	0	0	0
计划订单收料 PORC		0	0	0	0	0	0	130	0	0	0	
计划订单发布 POR		0	0	0	0	130	0	0	0	0	0	0

MRP 练习扩展



第1周的OH与SR如下：

Item	OH	SR	LT(周)
X	50		2
A	75	25	3
B	25		1
C	10	200	2
D	20		2

X的毛需求量改变为：**4-6周各为20，7-10周各为80**。开发**MRP**。
备件需求不变：

Spares	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A									12	
B							7			
C								10		
D					15					

MRP更新文件的方式

■ 重新生成 Regeneration

- 以固定的周期（每周）检查全部文件。即使仅需要很小的改变，所有物料项的记录被重新生成。
- 重新生成法成本大，记录精度差（变化的发生与文件更新时间不同步，有较长的滞后期。
- 很多公司使用该方法，运行频率加快（如每天跑一次）

■ 净改变 Net-change

- 仅改变需更新的记录，只重新评估受事务处理和订单重新发布影响的物料项。
- MRP系统是在线的，任何事务处理可实现输入，订单可实时发布。
- 需要授权某人频繁地输入变化的参数。

MRP更新文件的方式

- 一般而言
 - 最终项目需求稳定，变化较小时用净改变法
 - 最终项目需求不稳定，变化频繁时用重新生成法。
 - 净改变法易导致系统潜在的不安定性。



批量规则 Lot-sizing Rules

- PORC的批量设定可获得潜在的经济性：
 - 减少准备费用
 - 减少订货费用
 - 减少库存持有成本
- 逐批法 L4L (Lot-for-lot)
- 固定批量法FOQ (Fixed Order Quantity)
- 定期订货量POQ (Period Order Quantity)

批量规则 Lot-sizing Rules

- 逐批法 L4L (Lot-for-lot)
 - 前面举例就采用了逐批法。PORC=NR
 - 降低了库存持有成本
 - NR很小时，订货会量小且频繁，增加准备费用

批量规则 Lot-sizing Rules

- 固定批量法FOQ（Fixed Order Quantity）
 - 对每笔订单确定一个固定的数量。
 - 可根据实际考虑或简单的成本分析设定任何数量，如采用EOQ标准。
 - 克服逐批订货的高额准备费用。
 - 需求高度不确定时固定订货量与需求不能匹配

批量规则 Lot-sizing Rules

- 定期订货量POQ（Period Order Quantity）
 - 在订货时间之间确定了一个不变的间隔
 - 每隔 p 期就发出一个订单，每次订单下达的数量为下 p 期净需求量的总和。
 - 当 $P=1$ 时，POQ批量大小与LFL批量相同。
 - 订货频数 P 的确定：
 - 实际中 p 经常随意设定或为方便而定
 - 确定 p 的系统方法是基于历史记录或经济标准的平均订单大小，如

$$\text{年订单数 } N = \frac{\text{年需求量}}{\text{平均订货量}}$$

$$\text{所以： } p = \frac{\text{每年期数}}{\text{年订单数 } N}$$

三种批量方法比较

LFL	LT=1		保留量	0	安全库存	0					
			1	2	3	4	5	6	7	8	
毛需求 GR		10	10	30	50	20	40	20	10		
在库量 OH	20	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0
在途量 SR		0									
净需求量 NR		0	0	30	50	20	40	20	10		
计划订单收料 PORC		0	0	30	50	20	40	20	10		
计划订单发布 POR		0	30	50	20	40	20	10	0		
FOQ	LT=1		保留量	0	安全库存	0					
			1	2	3	4	5	6	7	8	
毛需求 GR		10	10	30	50	20	40	20	10		
在库量 OH	20	20	10	0	25	30	10	25	5	95	
在途量 SR		0									
净需求量 NR		0	0	30	25	0	30	0	5		
计划订单收料 PORC		0	0	55	55	0	55	0	55		
计划订单发布 POR		0	55	55	0	55	0	55	0		
POQ	LT=1		保留量	0	安全库存	0					
			1	2	3	4	5	6	7	8	
毛需求 GR		10	10	30	50	20	40	20	10		
在库量 OH	20	20	10	0	70	20	0	30	10	130	
在途量 SR		0									
净需求量 NR		0	0	30	0	0	40	0	0		
计划订单收料 PORC		0	0	100	0	0	70	0	0		
计划订单发布 POR		0	100	0	0	70	0	0	#REF!		

批量规则 Lot-sizing Rules

讨论1：何时使用L4L、FOQ、POQ？

- 当订货准备费用非常高时，使用FOQ/POQ可产生少量POR，有益。
- 订货准备费用比较小，L4L是最节省的订货批量方法。
- 大多数MRP软件使用L4L批量。

批量规则 Lot-sizing Rules

讨论2：确定最佳批量对产品树结构中低层物料项的需求、成本、批量大小有影响吗？

- 批量大小的决策影响**POR**，进而影响下一层的**GR**
 - 批量大小的分析一次只能关注一项物料。
 - 经济性：在一层上获得经济性，集中**POR**可导致下一层**GR**的集中，而下层集中的**GR**可能是不经济的、不实际的。
 - 下一层**GR**的过于集中，会导致生产批量增加，在制品增加，导致均衡生产努力的失败。
- 评估批量决策对产品树结构中物料的需求、成本、批量大小的影响的方法：
 - 采用计算机仿真执行**What-if** 分析。
 - 少量**MRP**软件系统嵌入这一模型。

MRP计划中的变化与不确定性

像所有计划一样,MRP计划也会因供应需求的波动而变化

- 需求方面: 客户订单的变化引起的GR变化
- 供应方面: 交货期延迟、工作中断、产品缺陷引起的SR的延迟与短缺
- MRP计划的应对措施:
 - 安全库存 Safety Stock
 - 安全边际量 Safety Margin
 - 安全提前期 Safety Leadtime

MRP计划中的变化与不确定性

总结

- SS/SM /SLT是处理不确定性的方法，但是代表了陈旧的观念与思维方式。
- 不确定性是众多因素造成的：预测、生产工艺、设备、工人技能与态度、供应商关系
- 安全度量只能作为问题出现时的一个拐杖
- 较好的方案是与持续改进相结合，发现问题根源，使用这些拐杖搭配加以解决。

系统不稳定性 System Nervousness

- 最终项目的决策向下波及影响产品树中所有较低层的物料项。MPS或上层物料项GR的变化影响较低层物料项的GR和POR的程度，称为系统的不安定性。
- 在不安定系统中，高层物料排程的小变化导致低层物料排程的大变化。
- 系统不安定的原因：
 - MPS变动
 - 供应商交货延迟
 - 物料品质不良
 - 资料错误及意外变动等

系统不稳定性

减少系统不安定的一种方式

- 使用固定计划订单 **Firm Planned Orders**
 - 不管 **GR** 如何变化，固定 **POR**
 - 时界建立了计划订单固定的时间区间
 - 使用需求时界冻结最终项的需求，在 **MRP** 计划最初几周的产品树每一物料项都保持固定，以保持整个生产系统的波动最小。

MRP系统小结

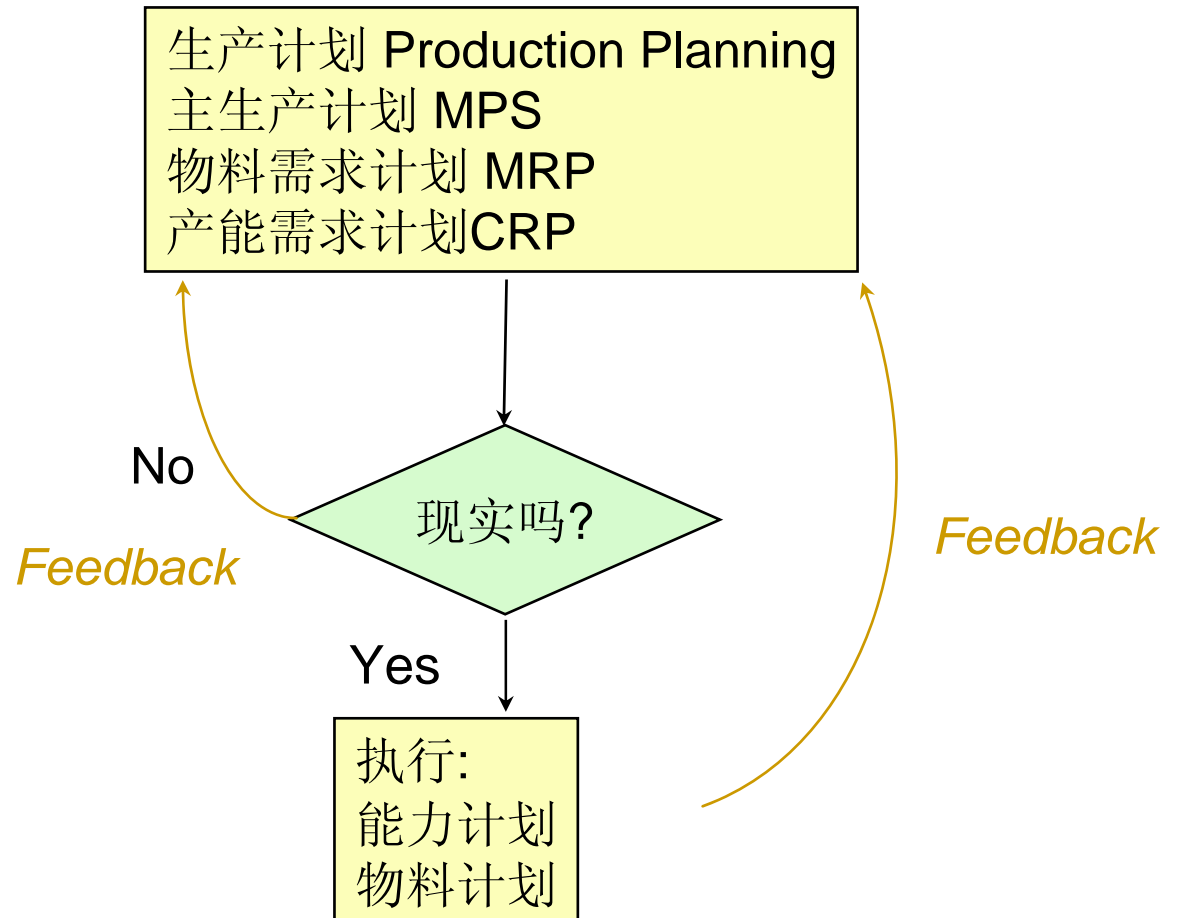
■ 基本MRP系统

- 产品结构树与BOM
- MRP程序的输出
- MRP程序：从GR到POR
- 批量规则 Lot Sizing
- 计划的变化与不确定性

- 有无考虑资源能力的约束，而进行必要的平衡与调整呢？

闭环 MRP (Closed Loop MRP)

- 包含反馈回路的 MRP 系统, 可以根据系统生产能力考察生产计划的可行性。



6.4 资源需求计划 RRP

- 考虑满足综合需求所需的资源数量。
- 检查满足预测需求所需的生产能力与现有资源能力。
 - 资源以能力水平（**Capacity Level**）度量。
 - 能力水平：最大的输出率或可获得的最大时间数。
 - 组织可获得能力依赖于下列因素：
 - 轮班数量、每周工作天数、加时策略、现有劳动力、工人效能、设备水平
 - 公司认为重要的其它因素
 - 可获得能力基于可行的情况，而不是理论情况。

资源计划

- **资源表(BOR:Bill Of Resource)**: 生产单件产品所需资源（工作中心或机器）与标准总时间列表。包括产品生产所有阶段的部件生产及装配时间。
- **人力表(BOL:Bill Of Labor)**: 资源表的一种。资源为
人力资源。

资源计划

以产品X（由部件A与B装配而成）作为产品族K的代表，估计产品族K未来四年资源需求。

表1 产品X的工艺路线与工时

项目	工作中心	标准总工时 (Hrs/Unit)
X	装配	0.6
A	切	0.33
	绞	0.86
	磨	0.31
B	切	0.45
	铣	0.72
	钻	0.56
	磨	0.41

表2 产品族K未来四年年产量预测如下：

年度	1	2	3	4
产量	12000	13000	13500	14000

资源计划

根据典型产品资源表
与产品族产量预测，
可估计产品族未来的资源需求。

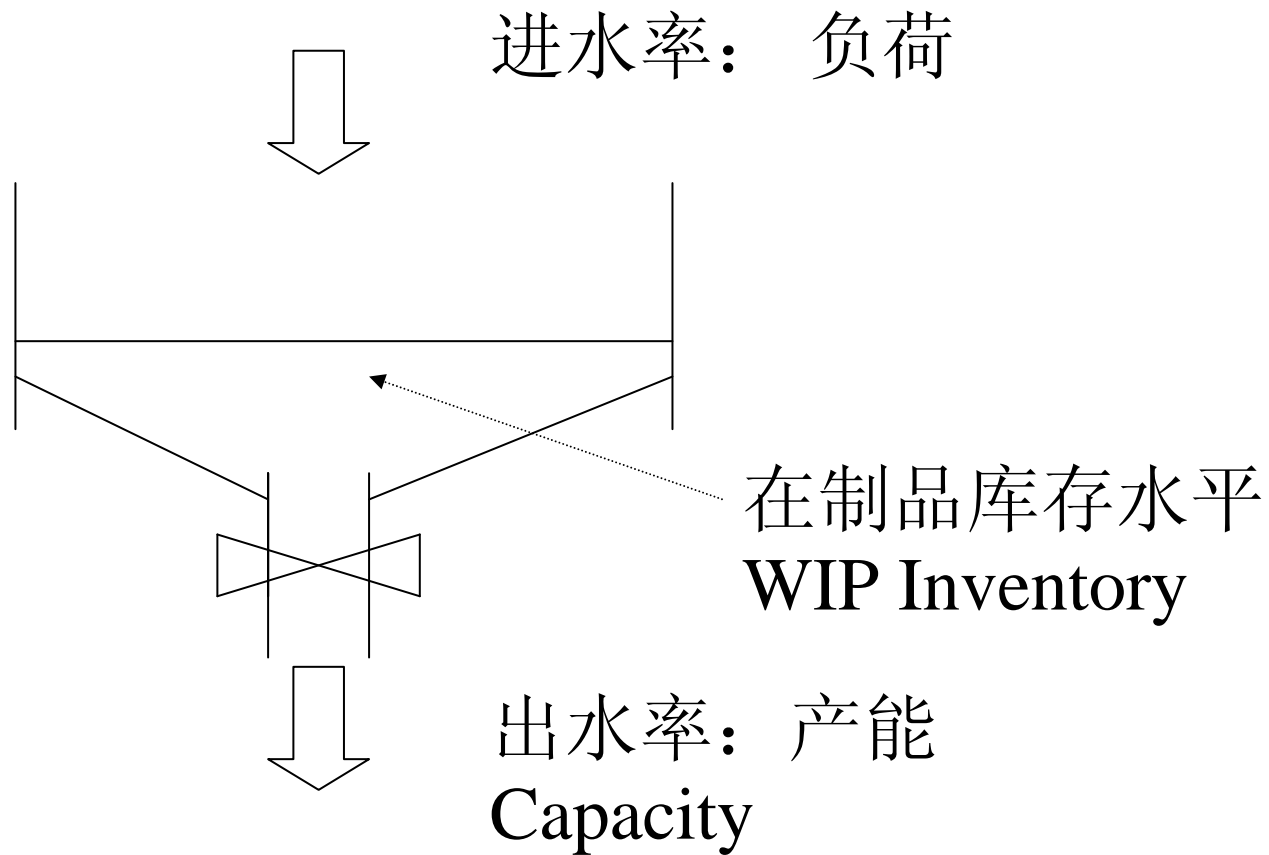
工作中心	标准总工时 (Hrs/Unit)
绞 汇总	0.86
磨 汇总	0.72
切 汇总	0.78
铣 汇总	0.72
装配 汇总	0.6
钻 汇总	0.56
总计	4.24

工作中心	年度	1	2	3	4
	标准小时 产量	12000	13000	13500	14000
绞 汇总	0.86	10320	11180	11610	12040
磨 汇总	0.72	8640	9360	9720	10080
切 汇总	0.78	9360	10140	10530	10920
铣 汇总	0.72	8640	9360	9720	10080
装配 汇总	0.6	7200	7800	8100	8400
钻 汇总	0.56	6720	7280	7560	7840

粗略产能计划 RCCP

- 粗略产能计划 **Rough-Cut Capacity Planning**
 - 检查主生产计划的可行性：在每一个时间段，比较工作负荷(与MPS数量联系)与现有资源能力。
 - 检查目的：保证短缺资源、关键资源不超负荷。
- 负荷表(**Load Profile**)
 - 生产单件最终项目所需的每项资源的标准总工时列表（考虑提前期的资源列表）。
- 资源负荷表(**Resource Profile**)
 - 特定时段内，生产给定数量的最终项目所需某项资源的标准总工时数。

粗略产能计划 RCCP



粗略产能计划 RCCP

例：以产品X（由部件A与B装配而成），假定：
每一批量X组装的提前期为1周，部件A提前期为1周，B为2周。
求该产品的分时段负荷表与各工作中心的资源负荷表。

表1 产品X的工艺路线与工时

项目	工作中心	标准总工时 (Hrs/Unit)
X	装配	0.6
A	切	0.33
A	绞	0.86
A	磨	0.31
B	切	0.45
B	铣	0.72
B	钻	0.56
B	磨	0.41

表6 产品X的MPS如下：

周	4	5	6	7
MPS	300	400	200	500

粗略产能计划 RCCP

产品的分时段负荷表：后向调度（倒退）

产品X的分时段负荷表(Load Profile)					
		标准总工时(Hrs/Unit)			
项目	工作中心	周(n-3)	周(n-2)	周(n-1)	周(n)
X	装配			0.6	
A	绞		0.86		
A	磨		0.31		
B	磨	0.41			
A	切		0.33		
B	切	0.45			
B	铣	0.72			
B	钻	0.56			

粗略产能计划 RCCP

考虑提前期的生产数量:

周	1	2	3	4	5	6	7	
产品X的MPS				300	400	200	500	
装配			300	400	200	500		0.6
绞A		300	400	200	500			0.86
磨A		300	400	200	500			0.31
磨B	300	400	200	500				0.41
切A		300	400	200	500			0.33
切B	300	400	200	500				0.45
铣B	300	400	200	500				0.72
钻B	300	400	200	500				0.56

考虑提前期的负荷工时:

周	1	2	3	4	5	6	7	
产品X的MPS				300	400	200	500	
装配			180	240	120	300		
绞A		258	344	172	430			
磨A		93	124	62	155			
磨B	123	164	82	205				
切A		99	132	66	165			
切B	135	180	90	225				
铣B	216	288	144	360				
钻B	168	224	112	280				

粗略产能计划 RCCP

汇总得到各工作中心的资源负荷表。

工作中心 \ 周	1	2	3	4	5	6	7
装配 汇总			180	240	120	300	
绞 汇总		258	344	172	430		
磨 汇总	123	257	206	267	155		
切 汇总	135	279	222	291	165		
铣 汇总	216	288	144	360			
钻 汇总	168	224	112	280			
总计	642	1306	1208	1610	870	300	

能力需求计划 CRP

- CRP检查MPS的短期能力可行性
- 与RCCP类似（使用BOM、工序工艺路线、作业标准时间计算资源负荷），但更详细、精确：利用MRP程序生成的POR，通过CRP模块完成计划的检查。（考虑了在途量与在库量，因而能力估计精确）

能力需求计划 CRP

■ CRP模块的程序

- 计算每一资源的总负荷：假定无限能力负载，累加每一个时间段的所有订单的标准工时，不考虑能力限制。
- 考虑每一资源的最大可利用能力。
- 标识总负荷超过可利用能力的资源。

能力需求计划 CRP

- 再排程与溯源 Rescheduling and Pegging
 - 多数CRP模块：只标识超负荷资源，不能指出导致超负荷的根源，而等待计划员再排程（如延时排程）
 - 溯源程序：通过产品树向上溯源，寻找部件超负荷的根源物料项。
 - 部件的GR与其父项的POR连接

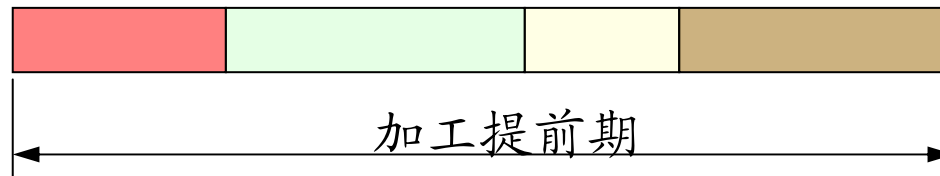
Item W (LT=1)	1	2	3	4	5	6
毛需求 GR						120
计划订单收料 PORC						50
计划订单发布 POR					50	
Item C (LT=1)						
毛需求 GR					50	
计划订单收料 PORC					10	
计划订单发布 POR				10		
Item D (LT=1)						
毛需求 GR					50	
计划订单收料 PORC					40	
计划订单发布 POR				40		
Item O (LT=1)						
毛需求 GR				10		
计划订单收料 PORC						
计划订单发布 POR						
Item T (LT=2)						
毛需求 GR				80		
计划订单收料 PORC				30		
计划订单发布 POR		30				
Item M (LT=2)						
毛需求 GR				10		
计划订单收料 PORC				5		
计划订单发布 POR		5				
Item V (LT=1)		0				
毛需求 GR				40		
计划订单收料 PORC				30		
计划订单发布 POR			30			
Item J (LT=1)						
毛需求 GR		5				
计划订单收料 PORC		5				
计划订单发布 POR	5					
Item K (LT=2)						
毛需求 GR			30			
计划订单收料 PORC						
计划订单发布 POR						
Item R (LT=1)						
毛需求 GR		5	30	40		
计划订单收料 PORC			20	40		
计划订单发布 POR		20	40			

满足能力约束的方法

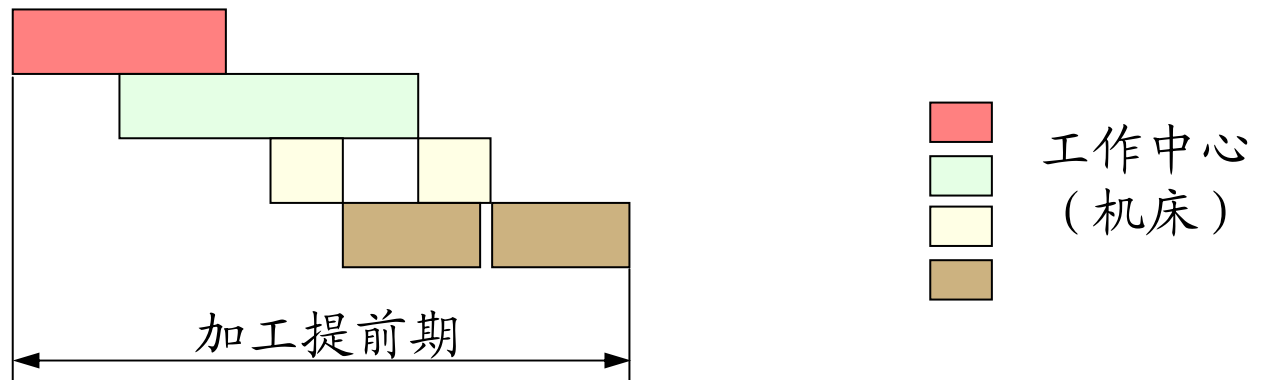
- 增加能力
- 重排程
- 减少生产提前期
 - 交叉工序 **Overlap Operations**
 - 工序全部完成之前就开始向下一工序交运。
 - 分割工序 **Split Operations**
 - 使用多个并行的工作站完成同一工序。
 - 分割批 **Split lots**
 - 分解订单，快速执行一部分订单，然后再执行另一部分

减少提前期

- 依次作业



- 平行顺序作业



6.5 制造资源计划(MRP II)

Manufacturing Resource Planning

- 对MRP的一种扩展，其目标: 计划、控制制造公司中所有资源 (闭环方式)。
 - 制造 manufacturing
 - 市场 marketing
 - 财务 finance
 - 工程 engineering
- 整合的信息系统，公用的集中数据库
- 制造系统仿真

6.6 从MRP II到ERP

■ ERP概念形成背景

- 企业运营全球化，多场所、多工厂要求协同作战，统一部署；
- 信息时代 IT的迅速发展；
- 企业信息管理的范畴要求扩大到对企业的整个资源集成管理，甚至要求扩大到整个供应链的管理；
- 市场竞争要素的变化，顾客需求的个性化，新的管理理念的形成。

ERP的概念

- 20世纪90年代 美国著名的IT咨询公司Gartner Group提出企业资源计划（ERP）
- ERP是建立在信息通讯技术基础上，利用现代企业的先进管理思想，全面集成、有效运用企业所有资源信息，为企业提供决策、计划、控制与经营业绩评估的全方位和系统化的管理平台。

ERP软件包

- ERP在全球范围内，在不同的行业广泛应用，已经演变为巨大产业。
 - SAP
 - ORACLE（含 PeopleSoft）

选择通用**ERP**系统软件的理由

- 借鉴先进管理理念
- 系统功能完备集成
- 缩短项目实施周期
- 便于系统维护升级
- 借鉴实施成功先例

ERP要适应企业扩展战略

企业不断发展，ERP应具有柔性、可重构、规模可变。



制造业ERP系统的信息集成



行业解决方案 Industry-Specific Solutions

- 航空与国防 Aerospace & Defense
- 汽车 Automotive
- 银行 Banking
- 化工 Chemicals
- 消费品 Consumer Products
- 防卫与安全 Defense & Security
- 工程建筑 Engineering, Construction & Operations
- 医疗 Healthcare
- 高科技 High Tech
- 高等教育与研究 Higher Education & Research
- 机械与零部件 Industrial Machinery & Components
- 保险 Insurance
- 生命科学 Life Sciences

行业解决方案

- 物流 Logistics Service Providers
- 媒体 Media
- 钢铁 Mill Products
- 采矿 Mining
- 石油天然气 Oil & Gas
- 医药 Pharmaceuticals
- 邮政服务 Postal Services
- 专业服务 Professional Services
- 公共部门 Public Sector
- 零售 Retail
- 铁路 Railways
- 电信 Telecommunications
- 电力 Utilities