

第5章

企业资源计划及关键应用系统

本章学习目标

- 了解 ERP 系统概念及基本原理。
- 了解 ERP 系统的总体功能架构。
- 了解供应链管理的基本概念及其系统主要功能。
- 了解客户关系管理系统主要功能及给企业带来的价值。
- 理解 ERP 与 SCM、CRM 的关系。

随着信息技术的迅猛发展和现代管理理念的不断推陈出新,企业信息化也在向纵深发展,企业资源计划(ERP)、供应链管理(SCM)、客户关系管理(CRM)等就是现代企业信息系统的典型代表。本章将向读者介绍 ERP、SCM、CRM 的概念及核心管理思想和系统主要功能构成等内容,以使读者对现代企业管理信息系统有一概要了解。

5.1 企业资源计划

5.1.1 ERP 的概念

企业资源计划(enterprise resource planning,ERP)的概念是在 20 世纪 90 年代初由美国的咨询顾问与研究机构 Gartner Group 提出的。Gartner Group 公司给出的 ERP 定义如下:ERP 是用于描述下一代制造业系统和制造资源计划(MRP II)的软件。除了 MRP II 已有的生产资源计划、制造、财务、销售、采购管理等功能外,还包括质量管理、实验室管理、业务流程管理、产品数据管理、存货、分销与运输管理、人力资源管理和定期报告等功能。ERP 系统采用客户-服务器体系架构,使用图形用户接口和开放的系统制作技术等,并给用户软件提供软件和硬件应用两方面的独立性,而且使系统更加容易升级。特别是 ERP 的所有用户都能够减裁其应用,因而它还具有天然的灵活性和易用性。

由此可见,ERP 首先是一种先进的管理思想,其主要内容是打破企业的四壁,把信息集成的范围扩大到企业的上下游,以管理整个供应链,实现供应链制造;其次,ERP 是综合应用了现代信息技术的成果,是以 ERP 的先进管理思想为灵魂开发的一类集成的、灵

活的信息系统软件产品,即 ERP 软件;第三,ERP 系统是整合了先进的企业管理理念、企业业务流程、企业基础数据、企业人力物力等各种资源以及集计算机硬件和软件于一体的现代企业管理系统,如图 5.1 所示。



图 5.1 ERP 层次结构示意图

ERP 的意义在于以企业经营资源配置最佳化为出发点,整合企业所有资源的管理,并最大限度地提高企业经营效率和效益。

ERP 概念的形成也有一个历史发展过程,从最早的库存订货点法发展为物料需求计划(material requirements planning, MRP),延伸到制造资源计划(manufacturing resource planning, MRP II),随着企业内外部信息管理集成与共享的需求变化产生了 ERP 系统。ERP 系统是对旧系统的完善和补充,而非替代或否定。一个完整的制造业 ERP 系统包含了 MRP 和 MRP II 的所有管理功能,同时 MRP 依然是 ERP 的核心思想。并且,随着信息技术的发展,ERP 概念的内涵和外延更加广泛,它几乎成了企业信息化的代名词。

5.1.2 ERP 的基本原理及其历史发展轨迹

作为一种先进的管理思想和方法,ERP 产生的背景及发展历程是伴随西方企业管理理论的发展成长起来的。20 世纪 40 年代,为了解决库存控制问题,人们提出了订货点法,这时计算机系统还没有出现。后来,随着计算机技术的发展,使得短时间内进行大量数据的复杂运算成为可能。于是,20 世纪 60 年代,人们为解决订货点法存在的缺陷,提出了物料需求计划 MRP 的管理思想和方法,并开发出了计算物料需求量和需求时间的 MRP 系统。最初 MRP 只是一种需求计算器,是开环的,没有信息反馈。在 20 世纪 70 年代,随着人们认识的加深和计算机系统的进一步普及,MRP 的理论也得到进一步发展,又形成了闭环的 MRP 系统。它将企业物料需求、生产能力需求计划、采购计划、车间作业计划和人力需求等管理构成一个闭环系统,使之成为一个更加有效的企业生产计划与控制系统。在 20 世纪 80 年代,随着计算机网络技术的发展,企业内部信息得到充分共享,MRP 的各子系统也得到了统一,进而发展形成了一个集采购、库存、生产、销售、财务、工程技术等于一体的企业集成信息系统,即制造资源计划 MRP II。但是 MRP II 仅能管理企业内部的物料和资金、人力等其他资源流。随着全球经济一体化的加速,企业与其外部环境的关系越来越密切,MRP II 已不能满足需要,于是新一代的企业管理理论和信息系统应运而生,这其中影响最广、最具代表性的就是 ERP 系统。下面我们简单介绍一下这个历史发展过程及其所包含的基本管理思想和方法。

1. 库存控制订货点法

20 世纪三四十年代,企业控制物料的方法一般是通过控制库存物品数量的方法来实现的。在计算机尚未出现的情况下,发出采购订单和向供应商进行催货是当时所能做到的一切。库存管理人员的主要工作就是盘点清算物料的库存情况。一旦发现某种物料没有了,就填写缺料表,通知采购部门采购。在仓库管理人员列出的缺料表中,许多物料极有可能是生产中所急需的。库存控制订货点理论就是为了改变这种被动状况,而提出的一种根据过去的经验预测未来的物料需求方法。这种方法的着眼点在于进行合理的库存补充,以保证仓库中的某一种物料始终都有一定的存量,使之在需要时可随时使用。

按照订货点理论,企业通常采用控制库存物料数量的方法来满足物料的需求,即为需求的每一种物料设置一个最大库存量和安全库存量。最大库存量受到库存容量、库存占用资金等因素的限制。为了保证生产的连续性而设置的安全库存量又称为最小库存量,它是物料库存需保持的最基本库存量。由于物料的供应需要一定的时间(即订货提前期),因此不能等到物料的库存量消耗到安全库存量时再进行补充,而必须有一定的时间提前量,即必须在安全库存的基础上增加一定数量的库存。这个库存量是订货期间的物料供应量,当物料的供应到货时,物料的消耗刚好到达安全库存量。这种控制模型必须确定订货点和订货批量这两个参数。

1) 订货点法

订货点(order point, OP)法的示意图如图 5.2 所示。

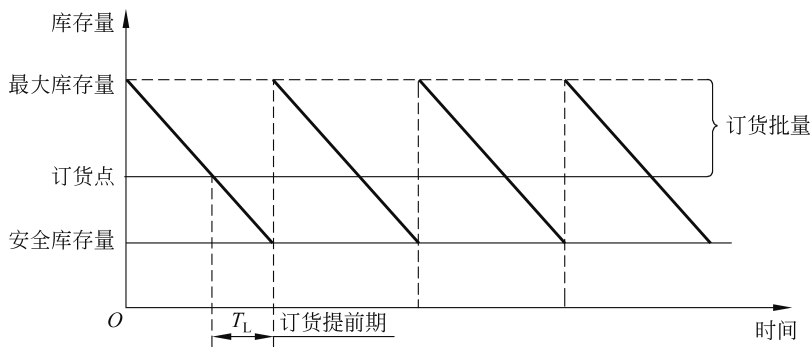


图 5.2 库存控制订货点法的示意图

订货点的计算公式为

$$OP = R \cdot T_L + Q_s \quad (5.1)$$

其中, R 表示单位时间的库存消耗水平; T_L 表示订货提前期; Q_s 表示安全库存量。

例如,某企业生产过程中,物料 A 的消耗为每月 20t,且物料 A 的安全库存量为 25t,物料 A 从下达订单到订单货物入库需要 2 个月,则订货点 $OP = 20 \times 2 = 40$,这表明,物料 A 的现有库存达到或低于 40t 时,就应该发出该物料 A 的采购订单。

2) 订货批量法

确定订货批量的方法有很多,但从企业应用的角度出发,必须简明易懂、方便可行。

在此只列举最常用的 4 种基本方法。

(1) 固定订货量(fixed order quantity, FOQ)法。由于受生产条件(如一炉的装载量等)、运输或包装的限制,不论需求量为多少都必须订货的最小批量或标准批量。采用此方法需要制定合理的固定批量,经常核查改进,防止库存积压。

(2) 经济订货量(economic order quantity, EOQ)法。这是运筹学介绍的传统方法,寻求在总费用(包括订货费与保管费)最少的条件下的经济订货批量。

$$T = \frac{U}{\text{EOQ}}S + \frac{\text{EOQ}}{2}C \quad (5.2)$$

其中, T 表示总费用(元); U 表示年需求量(件); EOQ 表示经济订货批量(件); S 表示每次订货费(元/次); C 表示年平均保管费。为了求得 T 最少时的 EOQ , 对式(5.2)计算极值:

$$\frac{dT}{d\text{EOQ}} = 0 \quad (5.3)$$

即

$$-\frac{U}{(\text{EOQ})^2}S + \frac{C}{2} = 0 \quad (5.4)$$

得

$$\text{EOQ} = \sqrt{2U \cdot S / C} \text{ (件)} \quad (5.5)$$

(3) 逐批(lot-for-lot, LFL)法。完全根据需求量决定订货量,不加任何修饰,也是保持库存量最小的订货方法。一般用于订货生产环境下的产品、易变质的物料或价值较高的物料。准时生产(JIT)必须是按需定量,因为它的特点是订货批量小,但订货次数频繁。

(4) 定期用量(fixed period requirements, FPR)法。人为设定一个时间间隔,每次按间隔期的用量订货。对于没有批量限制的物料,为了减少订货和运输次数,可以采用定期用量法。由于间隔期的时间长短是固定的,各个时间间隔内的需求量不是一个固定值,每次订货的订货量可按式计算:

$$Q = Q_{\text{MAX}} - Q_{\text{N}} - Q_{\text{K}} + Q_{\text{M}} \quad (5.6)$$

其中, Q 表示订货量; Q_{N} 表示在途到货量; Q_{K} 表示实际库存量; Q_{M} 表示待出库货量。 Q_{MAX} 表示最高库存量,计算公式如下:

$$Q_{\text{MAX}} = R(T_{\text{F}} + T_{\text{L}}) + Q_{\text{S}} \quad (5.7)$$

式(5.7)中, R 表示单位时间的库存消耗水平; T_{F} 表示订货周期; T_{L} 表示订货提前期; Q_{S} 表示安全库存量。

例如,某企业生产过程中,物料 B 的订货周期为 14 天,订货提前期为 3 天,平均库存消耗水平为每天 100 箱,安全库存量为 300 箱。一次订货时,在途到货量为 400 箱,实际库存量为 700 箱,待出库货量为 300 箱,则该物料 B 的最高库存量和本次的订货批量分别为

$$Q_{\text{MAX}} = R(T_{\text{F}} + T_{\text{L}}) + Q_{\text{S}} = 100 \times (14 + 3) + 300 = 2000 \text{ (箱)}$$

$$Q = Q_{\text{MAX}} - Q_{\text{N}} - Q_{\text{K}} + Q_{\text{M}} = 2000 - 400 - 700 + 300 = 1200 \text{ (箱)}$$

3) 批量增量法

按照批量方法确定的订货量只是一个基准值,还需要考虑当订货量大于基准值时,超出基准值部分如何增加数量的方法。批量增量的计算一般有 3 种情况,如表 5.1 所示。

表 5.1 批量增量计算方法举例

增量原则	基准值/箱	需求量/箱	订货量/箱
基准值的倍数(多用于固定批量法)	100	125	200
超出部分因需定量(较合理)	100	125	125
按某个数量的倍数增量(本例为 15)	100	125	130

对于需求稳定的物料,若订货点法是一种比较有效的管理方法。但是由于客户需求不断变化、产品结构日益复杂,这种方法也逐渐暴露出了一些问题,例如需求不明确、高库存量和低服务水平并存等。此外,订货点法是建立在一些苛刻的假设基础之上的,例如物料资源是无限的,也就是说,不管在什么时间、什么地点企业都能买到生产需要的原料;物料需求是相对均匀、连续、稳定的;未来时间段内的物料需求可以通过预测得到;物料需求是相互独立的,等等。显然这些假设的前提常常是不切实际的,市场物料的供应经常是不稳定的,企业物料采购的资金安排也是有计划的,企业不可能在任何时间、任何地点都能买到生产所需的物料;实际生产过程中的物料需求也是不稳定、不均匀的,是由生产需求决定的;物料需求常常也不是独立的,而是相互关联的。因此,随着市场的发展变化和产品的日益复杂,订货点法的应用受到了相当大的限制,于是人们进一步提出了 MRP 的管理思想和方法。

2. 物料需求计划

20 世纪 60 年代末,随着计算机的体积越来越小、功能越来越强大,企业已经有能力配置足够多的计算机,为在库存方面采用计算机辅助物料管理奠定了技术基础。

1965 年,美国 IBM 公司的约瑟夫·奥利基(Joseph A.Orilicky)博士提出,通过物料需求计划(material requirements planning,MRP)系统,企业可以真正地实现在正确的时间、正确的地点得到正确数量的正确物料的管理目标,并且提出了产品出产计划(master production schedule,MPS,又称为主生产计划)的概念。约瑟夫·奥利基博士认为,企业内部物料需求可以分为独立需求和相关需求两种类型。独立需求是指需求量和需求时间由企业外部的需求来决定,如客户订购的产品、科研试制需要的样品、售后服务维修需要的备品备件等;相关需求是指根据物料之间的结构组成关系,由独立需求所产生的物料需求,如半成品、零部件、原材料等的需求。独立需求来自企业外部,可以通过预测和顾客订货来确定;相关需求发生在制造过程中,需要通过计算得到。

MRP 是计算机技术对物料计划和生产管理最初的应用形式。基于将要完成的产品、当前的库存状况、已经分配出去的物料和在途物料等信息,MRP 可以快捷、准确地生成物料采购作业计划和生产作业计划。物料的库存和计划的可视性大大提高了,只要访问该系统,就可以随时查看到最新的库存状态。物料管理和计划管理中的错误大大减少,管理

效率大大提高。这个阶段称为开环的 MRP 阶段,其结构原理图如图 5.3 所示。

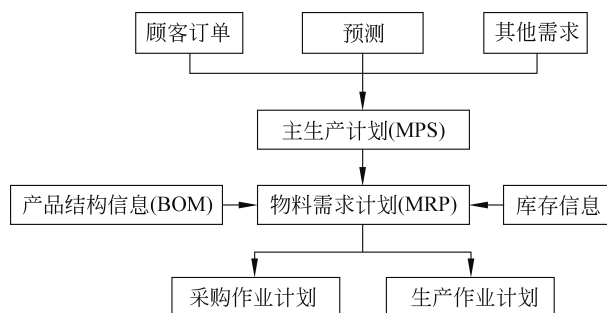


图 5.3 开环 MRP 的结构原理图

从图 5.3 中可见,开环的 MRP 可以基于顾客订单、预测以及其他需求得到 MPS,然后根据产品结构信息和库存信息计算 MRP。产品结构信息也称为物料清单 (bill of material, BOM),是根据独立需求计算相关需求的基础数据,然后根据物料的采购或加工属性,计算得到采购作业计划和生产作业计划。MRP 系统中的产品结构信息 BOM 与销售、生产、采购三大主要业务有着密切联系,是 MRP 的核心信息。

1) 物料和产品结构

(1) 物料。物料是凡要列入生产计划、控制库存、控制成本的物件的统称,包括所有的原材料、配套件、毛坯、半成品、产成品、联产品、副产品、回收品、需要处理的废品、包装材料、标签、说明书、技术文件、合格证、工艺装备,甚至可以是不能存储的某些能源等。换言之,物料是产品生产计划的对象,库存的对象和成本的对象。

(2) 产品结构。产品结构是指构成产品的物料组成结构。由一组唯一性的物料组成的“单层结构”,是产品结构的基本单元。任何一个产品都是由若干个“单层结构”组成的,单层结构中的上层物料称为父项 (parent item, 俗称母件),下层物料称为元件 (component, 俗称子件)。单层结构是由一个父项和从属于父项的一个或多个元件组成的。

例如,方桌的产品结构如图 5.4 所示,图中每个框都代表一种“唯一性”的物料。因此,物料编码具有唯一性。

在图 5.4 中,X(方桌)作为最上层的父项是一个将要销售出厂的产品,它由 A(桌面)、B(桌腿)、E(螺钉)3 个子件组成。件 X 与件 A、B、E 组成一个“单层结构”,可用“单层物料单(single level BOM)”报表格式表示。件 A 对应于件 X 是元件,但它对应于件 C(面板)、D(框棱)又是父项,并一起组成一个第 2 层次的单层结构。同理,件 D(框棱)与件 P(方木 1)一起组成一个第 3 层次的单层结构。任何一个产品都是由众多的单层结构组成。

父项同元件的关系可以是一对一,或一对多,但必须是唯一的。如果众多元件中存在品种或数量的差异,则是另一个不同的单层结构,从属于不同的父项,应有不同的父项编码。

建立物料清单,需要首先建立一个单层结构,然后系统会根据各单层结构父项同元

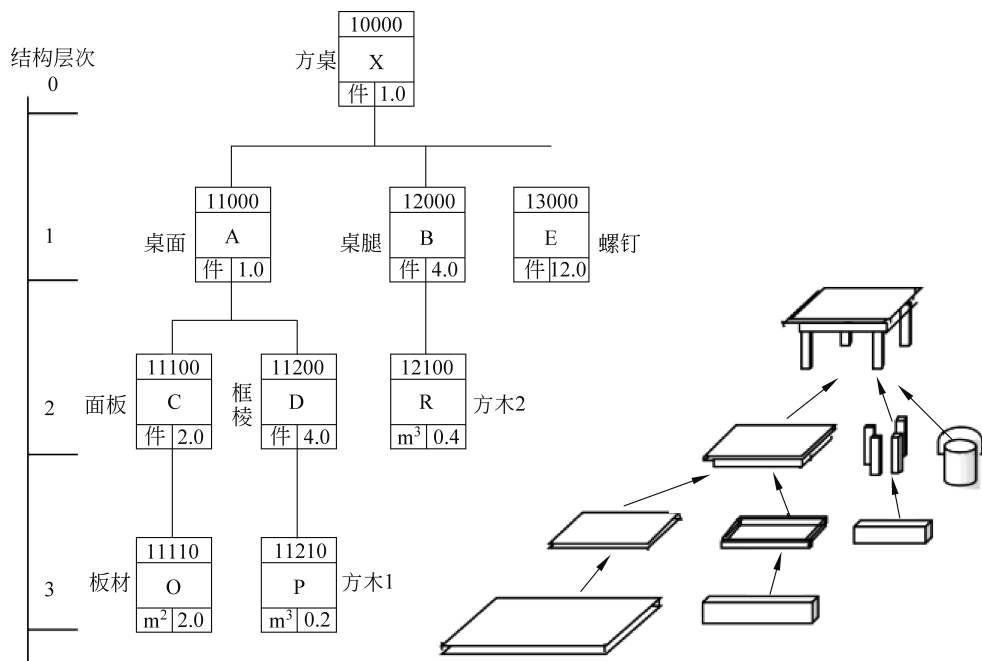


图 5.4 方桌的产品结构图

件的相互关系,自动逐层地把所有相关的单层结构联系起来,最后形成整个产品的产品结构。

以时间为坐标的产品结构,不仅反映了上下层物料的从属关系和数量关系,而且反映了每一件物料的加工周期或采购周期。对于加工件,父项同元件之间的连线是加工流程(又称工艺路线)和加工周期;对于采购件,父项同元件之间的连线是入库前的采购流程和采购周期(供应商的制造周期以及运输、通关、检验等)。

如图 5.5 所示,件 X 是要销售出厂的产品,件 E、R、O、P 是需要采购的物料,件 A、B、C、D 是需要加工生产或装配的物料。所以,以时间为坐标的产品结构集成了销售、生产与采购的需求与供应信息,包括了物料的数量和需要的时间,即提供了动态和集成的“期量标准”。

2) 物料清单

为了使计算机系统能够识别企业制造的产品构成、所涉及的物料以及数量关系,必须将以图形表达的产品结构转换为数据报表格式,即物料清单。

(1) 编制物料清单的操作程序。在编制物料清单之前,需要做好以下前导工作。

首先,定义企业所有物料的分类,建立各种分类码的基本要求是说明物料的来源(自制、外购等)、处理方式(库存、选配等)以及同会计科目的关系,使任何一种物料都必须归属于至少一种分类之下。

其次,确认每一项物料编码(即物料号)都是唯一的,并为每一种物料建立各自的物料文档。只有建立了物料文档的物料才允许进入物料清单。

按照物料分类→物料编码→物料文档→物料清单的顺序依次编制,这是一个非常规

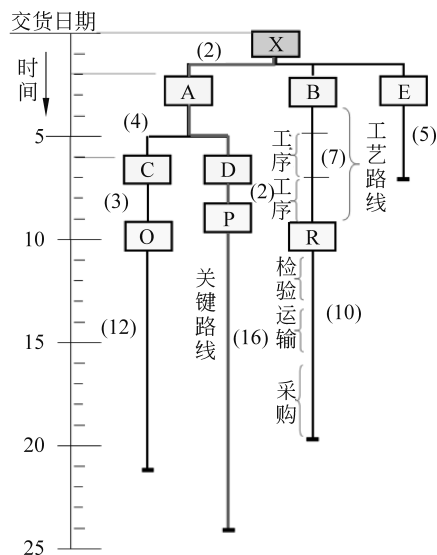


图 5.5 以时间为坐标的产品结构图

范的操作程序。前项程序没有完成,后项程序不能进行。表 5.2 是方桌的物料清单。

表 5.2 方桌物料清单

物料号: 10000

计量单位: 件

批量: 10

现有量: 8

物料名称: 方桌 X

分类码: 08

提前期: 1

累计提前期: 28

层次	物料号	物料名称	计量单位	数量	来源	生效日期	失效日期	成品率	累计提前期
1	11000	桌面 A	件	1.0	M	20150101	99999999	1.00	26.0
2	11100	面板 C	件	2.0	M	20150101	99999999	1.00	15.0
3	11110	板材 O	m ²	2.0	B	20150101	99999999	0.90	12.0
2	11200	框棱 D	件	4.0	M	20150101	99999999	1.00	22.0
3	11210	方木 P	m ³	0.2	B	20150101	99999999	0.90	20.0
1	12000	桌腿 B	件	4.0	M	20150101	99999999	1.00	17.0
2	12100	方木 R	m ³	0.4	B	20150101	99999999	1.00	10.0
1	13000	螺钉 E	件	12.0	B	20150101	99999999	1.00	5.0

注: 表中日期 99999999 表示无限制;“生效日期”也可默认为建立物料清单的日期;系统按照规定的“生效日期”和“失效日期”,到期自动显示需要替换的物料;来源栏中 M 为自制件,B 为外购件。

(2) 物料清单的作用。物料清单是企业所有核心业务都需要使用的“共享”文件,各个业务部门都要依据统一的物料清单进行工作,具体表现在以下方面:

- ① 是新产品报价的参考。
- ② 是编制生产计划、采购计划的依据。
- ③ 是识别物料、追溯物流的依据。
- ④ 是配套、领料的依据。

- ⑤ 是跟踪生产过程的依据。
- ⑥ 是采购和外协的依据。
- ⑦ 是计算成本的依据。
- ⑧ 使产品设计系列化、标准化和通用化。

上述工作涉及企业的销售、计划、物料、生产、供应、成本、设计、工艺等诸多部门。因此,物料清单的准确度必须达到 100%,它不仅是一种技术文件,也是一种管理文件,是联系与沟通各个部门的纽带。

(3) 建立物料清单的顺序。制造的产品是由多个单层结构即单层物料单构成的,只需建立所有单层物料单,完整的产品物料清单就会由系统自动构成。在建立单层物料单时,从低层父项开始,必须按照实际装配顺序依次录入该父项的所有元件及数量;最后建立顶层(0 层)父项的单层物料单。在装配线上,每个工位是按照零部件装配顺序排列的;而且,流水生产线上的工位也要同货位对应,便于发送物料和统计消耗量。

3) MRP 报表的运算

MRP 系统的核心是计算物料需求量,而需求计算回答了 3 个问题:需要什么物料?需要多少数量?什么时间交付?其实,这就是回答了物流需求的“期”与“量”的问题。

MRP 报表的推算过程如下。

(1) 推算物料的毛需求(gross requirements)。当物料同时有独立需求和相关需求时,把独立需求加到相应时段的毛需求。并且,还需考虑层次码不同的同一物料毛需求的汇总,不同产品对同一物料毛需求的汇总。

$$\text{毛需求} = \text{相关需求} + \text{独立需求}$$

(2) 推算当期预计可用库存(projected available balance,PAB)。根据现有库存、已分配量推算初始时段当期预计可用库存。

$$\text{PAB} = \text{现有库存} - \text{已分配}$$

(3) 推算 PAB 初值。根据上期末预计可用库存、计划接收和毛需求推算特定时段的 PAB 初值。

$$\text{PAB 初值} = \text{上期末预计可用库存} + \text{计划接收} - \text{毛需求}$$

其中,计划接收(scheduled receipts)是指在报表的计划日期之前已经下达的订单,而不是在计划日期当日及以后完成的数量。

(4) 推算净需求(net requirements)。根据安全库存推算特定时段的净需求。毛需求是指“需要多少”,而净需求是指“还缺多少”。

当 PAB 初值 $\geq$ 安全库存,则

$$\text{净需求} = 0$$

当 PAB 初值 $<$ 安全库存,则

$$\text{净需求} = \text{安全库存} - \text{PAB 初值}$$

(5) 推算计划产出(planned order requirements)。为了满足净需求,根据批量、批量增量推算特定时段的计划产出。

(6) 推算预计可用库存。根据 PAB 初值、计划产出推算特定时段的预计可用库存。

$$\text{预计可用库存} = \text{PAB 初值} + \text{计划产出}$$

(7) 递增一个时段,分别重复(3)~(6),循环计算至计划期终止。

(8) 推算计划投入(planned order releases)。根据提前期、成品率推算计划期全部的计划投入量。

下面以产品方桌 X、桌面 A、面板 C 为例说明 MRP 是如何根据产品结构逐层展开计算各层物料的需求量。假定方桌 X 已经过 MPS 推算出计划产出和计划投入,方桌 X 与其他物料的提前期、现有库存量、已分配量、安全库存、批量、批量增量等均为已知。主要过程如下。

(1) 推算 X 对 A 形成的毛需求,如表 5.3 所示。

表 5.3 X 对 A 形成的毛需求

层次码	提前期	物料	时 段	当期	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	X	MPS 计划产出量		20	15		15		15			10
			MPS 计划投入量	20	15		15		15			10	
1	1	A	毛需求		15		15		15			10	

某一时段下层物料的毛需求是根据上层物料在该时段的计划投入和上下层数量关系计算得出的。例如,在时段 1,X 的计划投入为 15,引发对 A 的毛需求为 15。

(2) 推算 A 的 PAB 初值、净需求、计划产出、预计可用库存、计划投入,如表 5.4 所示。

表 5.4 A 的需求计算

层次码	提前期	现有量	分配量	安全库存	批量	物料	时 段	当期	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	5			10	A	毛需求		15		15		15			10	
							计划接收量										
							(PAB 初值)		-10		-15		-10			-10	
							预计可用库存量	5	0	0	5	5	0	0	0	0	
							净需求		10		15		10			10	
							计划产出量		10		20		10			10	
							计划投入量	10		20		10			10		

在时段 1,A 的上期末预计可用库存为 5,计划接收为 0,毛需求为 15,PAB 初值 = $5 + 0 - 15 = -10$,说明将出现短缺,则净需求是 10,所以引发 1 个批量的计划产出,即计划产出量 = $1 \times 10 = 10$ 。预计可用库存 = $-10 + 10 = 0$ 。

(3) 推算 A 对 C 形成的毛需求,如表 5.5 所示。

某一时段面板 C 的毛需求是根据上层桌面 A 在该时段的计划投入和 C、A 间数量关