

## 第 2 章

# 管理需求推动ERP的发展

自 18 世纪产业革命以来，手工业作坊向工厂生产的方向迅速发展，出现了制造业。随之而来的是，所有企业几乎无一例外地追求着基本相似的运营目标，即在给定资金、设备、人力的前提下，追求尽可能大的有效产出；或在市场容量的限制下，追求尽可能少的人力、物力投入；或寻求最佳的投入/产出比。就其外延而言，为追求利润；就其内涵而言，为追求企业资源的合理有效的利用。

这一基本目标的追求使企业的管理者面临一系列的挑战：生产计划的合理性、成本的有效控制、设备的充分利用、作业的均衡安排、库存的合理管理、财务状况的及时分析等。日趋激烈的市场竞争环境使上述挑战对企业具有生死存亡的意义。于是，应付上述挑战的各种理论和实践也就应运而生了。在这些理论和实践中，首先提出而且被人们研究最多的是库存管理的方法和理论。人们首先认识到，诸如原材料不能及时供应、零部件不能准确配套、库存积压、资金周转期长等问题产生的原因，在于对物料需求控制得不好。然而，当时提出的一些库存管理方法往往是笼统的、只求“大概差不多”的方法。这些方法往往建立在一些经不起实践考验的前提假设之上，热衷于寻求解决库存优化问题的数学模型，而没有认识到库存管理实质上是一个大量信息的处理问题。事实上，即使在当时认识到这一点，也不具备相应的信息处理手段。

计算机的出现和投入使用，使得在信息处理方面获得了巨大的突破。

在 20 世纪 50 年代中期，计算机的商业化应用开辟了企业管理信息处理的新纪元。这对企业管理所采用的方法产生了深远的影响。而在库存控制和生产计划管理方面，这种影响比其他任何方面都更为明显。

大约在 1960 年，计算机首次在库存管理中得到了应用，这标志着企业的生产管理迈出了与传统方式决裂的第一步。也正是在这个时候，在美国出现了一种新的库存与计划控制方法——计算机辅助编制的物料需求计划(material requirements planning, MRP)。

MRP 的基本原理和方法与传统的库存管理理论、方法有着显著的区别。可以说，它开辟了企业生产管理的新途径。

传统的库存管理理论认为，要想减少库存费用，只有降低服务水平，即降低供货率；或者反过来，要想提高服务水平，就必须增加库存费用。有了 MRP，这种信条就不再成立。

经验表明，运用 MRP 系统可以在降低库存量(即降低库存费用)的同时改善库存服务水平(即提高供货率)。于是在企业管理领域发生了一场革命：新的理论和方法逐步建立，而传统的理论和方法乃至整个传统学派的思想都受到了重新评价。

初期的 MRP，即物料需求计划，是以库存管理为核心的计算机辅助管理工具。而 20 世纪 80 年代发展起来的 MRP II，已延伸为制造资源计划(manufacturing resource planning)。它进一步从市场预测、生产计划、物料需求、库存控制、车间控制延伸到产品销售的整个生产经营过程以及与之有关的所有财务活动中，从而为制造业提供了科学的管理思想和处理逻辑以及有效的信息处理手段。到了 20 世纪 90 年代，又出现了 ERP(enterprise resource planning)的概念，进一步发展了 MRP II 的理论和方法。

MRP II/ERP 的发展经历了 5 个阶段。

- (1) 20 世纪 40 年代的库存控制订货点法。
- (2) 20 世纪 60 年代的时段式 MRP。
- (3) 20 世纪 70 年代的闭环 MRP。
- (4) 20 世纪 80 年代发展起来的 MRP II。
- (5) 20 世纪 90 年代出现的 ERP。

## 2.1 ▶ 早期库存管理引发的订货点法

在计算机出现之前，发出订单和进行催货是一个库存管理系统在当时所能做的一切。库存管理系统发出生产订单和采购订单，但确定对物料真实需求的却是靠缺料表，这种表上所列的是马上要用但却发现没有库存的物料，然后派人根据缺料表进行催货。

订货点法是在当时的条件下，为改变这种被动的状况而提出的一种按过去的经验预测未来的物料需求的方法。这种方法有各种不同的形式，但其实质都是着眼于“库存补充”的原则。“补充”的意思是把库存填满到某个原来的状态。库存补充的原则是保证仓库在任何时候都有一定数量的存货，以便需要时随时取用。当时人们希望用这种做法来弥补由于不能确定近期内准确的必要库存储备数量和需求时间所造成的缺陷。订货点法依据对库存补充周期内的需求量预测，并保留一定的安全库存储备，来确定订货点。安全库存的设置是为了应对需求的波动。一旦库存储备低于预先规定的数量，即订货点，则立即进行订货来补充库存。

订货点的基本公式是：

$$\text{订货点} = \text{单位时区的需求量} \times \text{订货提前期} + \text{安全库存量}$$

如果某项物料的需求量为每周 100 件，提前期为 6 周，并保持 2 周的安全库存量，那么，该项物料的订货点可如下计算：

$$100 \times 6 + 200 = 800$$

当某项物料的现有库存和已发出的订货之和低于订货点时，则必须进行新的订货，以保证足够的库存来支持新的需求。订货点法的处理逻辑如图 2.1 所示。

订货点法曾引起人们广泛的关注，对其进行讨论的文献也很多，按这种方法建立的库存模型曾被称为“科学的库存模型”。然而，在实际应用中却是面目全非。其原因在于订货点法是在某些假设之下进行的。

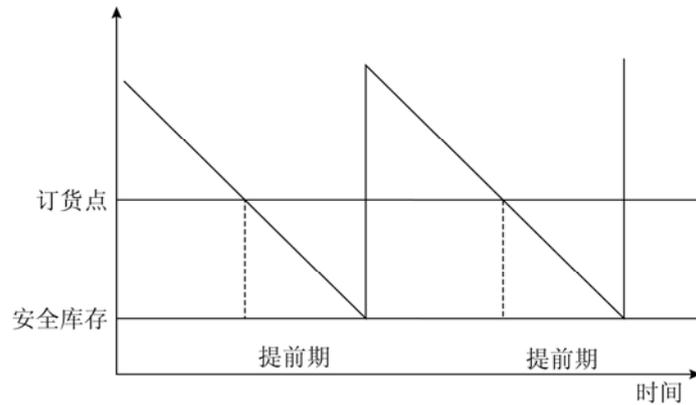


图 2.1 订货点法

下面，我们对这些假设进行讨论。

### 1. 对各种物料的需求是相互独立的

订货点法不考虑物料项目之间的关系，每项物料的订货点均分别独立地加以确定。因此，订货点法是面向零件的，而不是面向产品的。但是，在制造业中有一个很重要的要求，那就是各项物料的数量必须配套，以便能装配成产品。由于对各项物料分别独立地进行预测和订货，就会在装配时发生各项物料数量不匹配的情况。这样，虽然单项物料的供货率提高了，但总的供货率却降低了。因为不可能每项物料的预测都很准确，所以累积起来的误差反映在总供货率上将是非常大的。

例如，用 10 个零件装配成一件产品，每个零件的供货率都是 90%，而联合供货率却降到 34.8%。一件产品由 20 个、30 个甚至更多个零件组成的情况是常有的。如果这些零件的库存量是根据订货点法分别确定的，那么，要想在总装配时不发生零件短缺，则概率极低。

应当注意，上述这种零件短缺并非由于预测精度不高而引起，而是由于这种库存管理模型本身的缺陷造成的。

### 2. 物料需求是连续发生的

按照这种假定，必须认为需求相对均匀，库存消耗率稳定。而在制造业中，对产品零部件的需求恰恰是不均匀、不稳定的，库存消耗是间断的。这往往是由于下道工序的批量要求引起的。

**【例 2.1】** 我们假定最终产品是活动扳手。零件是扳手柄，原材料是扳手毛坯。活动扳手不是单件生产的，当工厂接到一批订货时就在仓库中取出一批相应数量的扳手柄投入批量生产。这样一来，扳手柄的库存量就要突然减少，有时会降到订货点以下。这时就要立即下达扳手柄的生产指令，于是又会引起扳手毛坯的库存大幅度下降。如果因此引起扳手毛坯库存也低于订货点，则对扳手毛坯也要进行采购订货，如图 2.2 所示。

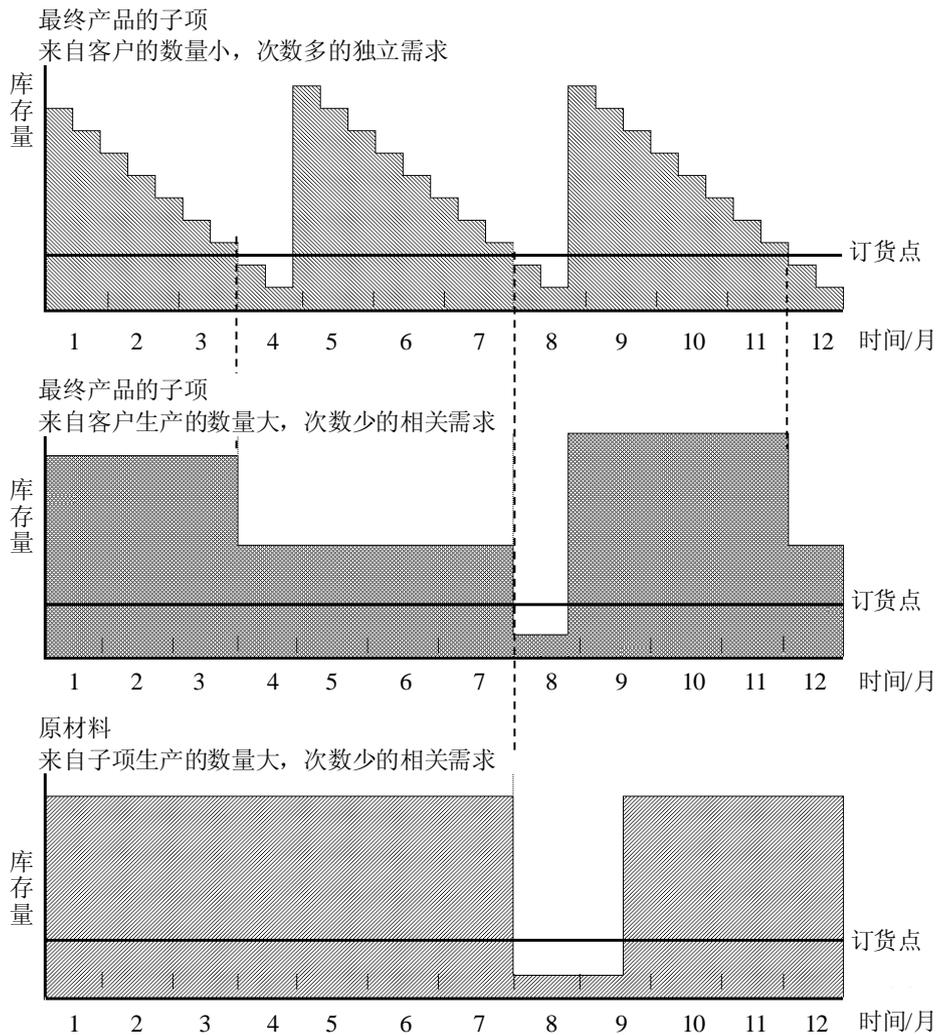


图 2.2 订货点和非独立需求

由此可见, 即使对最终产品的需求是连续的(可以将图 2.2 中对最终产品的需求近似地看作连续的), 由于生产过程中的批量需求, 引起对零部件和原材料的需求也是不连续的。需求不连续的现象提出了一个如何确定需求时间的问题。订货点法是根据以往的平均消耗来间接地指出需要时间, 但是对于不连续的非独立需求来说, 这种平均消耗率的概念是毫无意义的。事实上, 采用订货点法的系统下达订货的时间常常偏早, 在实际需求发生之前就有大批存货放在库里造成积压。而另一方面, 却又会由于需求不均衡和库存管理模型本身的缺陷造成库存短缺。

### 3. 库存消耗之后, 应被重新填满

按照这种假定, 当物料库存量低于订货点时, 则必须发出订货, 以重新填满库存。但如果需求是间断的, 那么这样做不但没有必要, 而且也不合理。因为很可能因此而造成库存积压。例如, 某种产品一年中可以得到客户的两次订货, 那么, 制造此种产品所

需的钢材则不必因库存量低于订货点而立即填满。

#### 4. 认为“何时订货”是一个大问题

“何时订货”被认为是库存管理的一个大问题。这并不奇怪，因为库存管理正是订货并催货这一过程的自然产物。然而真正重要的问题却是“何时需要物料？”当这个问题解决以后，“何时订货”的问题也就迎刃而解了。订货点法通过触发订货点来确定订货时间，再通过提前期来确定需求日期，其实是本末倒置的。

从以上讨论可以看出，订货点库存控制模型是围绕一些不成立的假设建立起来的。今天看来，订货点法作为一个库存控制模型是那个时代的理论错误，因此不再具有重要的实用价值，但它提出了许多在新的条件下应当解决的问题，从而引发了 MRP 的出现。

## 2.2 ▶ 复杂物料需求带来的时段式 MRP

时段式 MRP 是在解决订货点法缺陷的基础上发展起来的，亦称为基本 MRP，或简称 MRP。

MRP 与订货点法的区别有三点：一是通过产品结构将所有物料的需求联系起来；二是将物料需求区分为独立需求和非独立需求并分别加以处理；三是对物料的库存状态数据引入了时间分段的概念。

如前所述，传统的库存管理方法，如订货点法，是彼此孤立地推测每项物料的需求量，而不考虑它们之间的联系，从而造成库存积压和物料短缺同时出现的不良局面。MRP 则通过产品结构把所有物料的需求联系起来，考虑不同物料的需求之间的相互匹配关系，从而使各种物料的库存在数量和时间上均趋于合理。另外，MRP 还把所有物料按需求性质区分为独立需求项和非独立需求项，并分别加以处理。如果某项物料的需求量不依赖于企业内其他物料的需求量而独立存在，则称为独立需求项目；如果某项物料的需求量可由企业内其他物料的需求量来确定，则称为非独立需求项目或相关需求项目。如原材料、零件、组件等都是非独立需求项目，而最终产品则是独立需求项目，独立需求项目有时也包括维修件、可选件和工厂自用件。独立需求项目的需求量和需求时间通常由预测和客户订单、厂际订单等外在因素来决定。而非独立需求项目的需求量和时间则由 MRP 系统来决定。

所谓时间分段，就是给物料的库存状态数据加上时间坐标，即按具体的日期或计划时区记录和存储库存状态数据。

在传统的库存管理中，库存状态的记录是没有时间坐标的。记录的内容通常只包含库存量和已订货量。当这两个量之和由于库存消耗而小于最低库存点的数值时，便是重新组织进货的时间。因此，在这种记录中，时间的概念是以间接的方式表达的。

直到 1950 年前后，这种落后的方法才有了一些改进，在库存状态记录中增加了两个数据项：需求量和可供货量。其中，需求量是指当前已知的需求量，而可供货量是指可满足未来需求的量。这样，物料的库存状态记录由 4 个数据组成，它们之间的关系可用下式表达：

$$\text{库存量} + \text{已订货量} - \text{需求量} = \text{可供货量}$$

【例 2.2】 某项物料的库存状态数据如下。

库存量: 30    已订货量: 25    需求量: 65    可供货量: -10

其中, 需求量可能来自客户订单, 也可能来自市场预测, 还可能是作为非独立需求推算出来的。当可供货量是负数时, 就意味着库存储备不足, 需要再组织订货。这样一个经过改进的库存控制系统可以更好地回答订什么货和订多少货的问题, 但却不能回答何时订货的问题。表面上看, 当可供货量是负值时即是订货时间, 似乎已经回答了这个问题, 其实不然。已发出的订货何时到货? 是一次到达, 还是分批到达? 什么时候才是对这批订货的需求实际发生的时间? 该需求是应一次满足还是分期满足? 什么时候库存会用完? 什么时候应完成库存补充订货? 什么时候应该发出订货? 对于这一系列的问题, 传统的库存控制系统是回答不出来的, 库存计划员只能凭经验来作出决定。

时间分段法使所有的库存状态数据都与具体的时间联系起来, 于是上述关键问题可以迎刃而解。下面我们通过例 2.3 来说明时间分段的概念。

【例 2.3】 如果把前例中的库存状态数据以周为单位给出时间坐标, 则可能如表 2.1 所示。

表 2.1 库存状态数据

单位: 件

周	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
库存量	30	30	10	10	-25	0	0	0	0	0
已订货量	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0
需求量	0	20	0	35	0	0	0	0	0	10
可供货量	30	10	10	-25	0	0	0	0	0	-10

现在, 我们便可以回答前面所提出的各个与时间有关的问题了。从记录中看到, 这里有一批已发出的订货, 总计25件, 将在第5周到货; 在第2周、第4周和第10周分别出现3次需求, 其数量分别为20、35和10, 总数为65。另外可以看出, 库存总储备, 即库存量和已订货量之和, 在前9周是足够用的, 但供应与需求在时间上不合拍, 第4周可供货量出现负值, 而已发出订货在第5周才到达。如已发出的订货能够提前1周到达, 则可避免第4周的库存短缺。关于这一点, 库存计划员可以提前4周从库存状态数据得知并采取相应的措施。第10周的库存短缺应通过新的库存补充订货来解决, 其需求日期为第10周。下达日期即可由此根据提前期推算出来。

维护、更新按时间分段的库存状态记录所要进行的数据处理工作量是相当大的。这一方面是由于这类库存状态记录的数据项多; 另一方面是由于既要处理数量关系, 又要处理时间关系, 从上例可见一斑。在给出时间坐标之前只用了4个数据项, 而在给出时间坐标之后, 则用了40个数据项。此时, 虽然数量关系不变, 时间关系却要重新处理。

在一个典型的企业中,如果对 25 000 项物料按周划分时间段,在计划期为一年的情况下,就要处理多达 500 万个基本数据,这样大量的信息处理只有计算机才能胜任。

目前,人们建立和使用的 MRP 系统已经成了一种标准的形式。这种标准形式包含着系统运行所依据的某些前提条件和基本假设。

MRP 系统的第一个前提是要赋予每项物料一个独立的物料代码,这些物料包括原材料、零部件和最终产品。这些物料代码不能有二义性,即两种不同的物料不得有相同的代码。下面要谈到的主生产计划、物料清单和库存记录都要通过物料代码来描述。

第二个前提就是要有一个主生产计划。也就是说,要有一个关于生产什么产品和什么时候产出的权威性计划。该计划只考虑最终项目,这些项目可能是产品,也可能是处于产品结构中最高层次的装配件,这些装配件可根据总装配计划装配成不同的产品。主生产计划考虑的时间范围,即计划展望期,取决于产品的累计提前期,即产品所有零部件的生产提前期和采购提前累计之和。计划展望期的长度应当等于或超过产品的累计提前期,通常为 3~18 个月。主生产计划的形式通常是一个按时区列出的各最终项目产出数量的矩阵。

主生产计划是 ERP 的一个非常重要的计划层次,以后我们还将详细讨论。

MRP 系统的第三个前提是在计划编制期间必须有一个通过物料代码表示的物料清单(bill of material, BOM)。BOM 是产品结构文件,它不仅罗列出某一产品的所有构成项目,同时也要指出这些项目之间的结构关系,即从原材料到零件、组件,直到最终产品的层次隶属关系。

MRP 系统的第 4 个前提是要有完整的库存记录。也就是说,所有在 MRP 系统控制下的物料都要有相应的库存记录。

除了以上 4 个前提条件外,实施 MRP 系统还要满足以下几种隐含的假设条件。

(1) 要想使系统能够有效地工作,就必须保证 BOM 和库存记录文件的数据完整性。确切地说,这个要求不是针对系统运行而言的。因为即使输入数据不正确,系统也能输出技术上“正确”的报告。然而,正如计算机人员常讲的那样,“进去的是垃圾,出来的也是垃圾”,这样的垃圾数据当然不能实现有效的管理。因此,保证文件的数据完整性是针对管理效果而提出的要求。

(2) MRP 系统还要求所有物料的订货提前期是已知的,至少是可以估算的。一般情况下,在编制计划时,每项物料的提前期都应该是一个固定的值。虽然提前期的值可以更改,但不允许一项物料的提前期同时具有两个或两个以上的数值。MRP 系统无法处理订货提前期未定的物料。

(3) MRP 系统要求所有受其控制的物料都要经过库存登记,从而有一个入库状态(即使是短暂的),然后才可以为满足某项订货而发放出去。这样,生产过程的每个阶段实质上是通过库存信息来监控的。

(4) MRP 系统在计算物料需求时间时,假定用于构成某个父项的所有子项都必须在下达父项的订货时到齐。因此,子项的需求均在父项的订货下达时发生。

(5) MRP 系统还假定每项物料消耗都是间断的。例如,某父项物料由 50 个子项构成,那么,MRP 在进行计算时就恰好分配出 50 个,并假定它们被一次性地消耗掉。

MRP 系统的目标是确定每项物料在每个时区内的需求量，以便能为正确地进行生产和库存管理提供必要的信息。虽然这并非 MRP 的唯一目标(例如，MRP 还为能力需求计划提供输入等)，但这却是最主要的目标。从人们的主观愿望来说，这个目标同其他非 MRP 库存控制系统的目标并没有什么差别。MRP 系统与其他库存控制系统的差别仅仅反映在如何实现这种愿望的能力上。例如，用订货点法很难做到在恰当的时间对一项物料按恰当的数量订货，而要确定正确的到货期则更成问题。对于已发出的订货作业进行修改，用订货点法则基本上办不到。

MRP 系统从主生产计划、独立需求预测以及厂际订单的输入可以确定“我们将要生产什么”，通过 BOM 可以回答“用什么来生产”，把主生产计划等反映的需求按照各产品的 BOM 进行分解，从而得知“为了生产所需的产品，我们需要用些什么”，然后和库存记录进行比较来确定出物料需求，即回答“我们还需要再得到什么”。通过这样的处理过程，使得在 MRP 系统控制下的每项物料的库存记录都能正确地反映真实的物料需求。这一过程如图 2.3 所示。

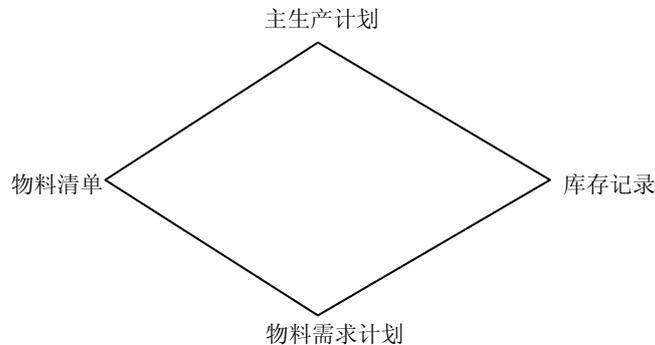


图 2.3 MRP 数据处理逻辑

下面讨论具体的数据处理过程。

MRP 系统对每项物料的库存状态按时区进行分析，自动确定计划订单的数量和时间。物料的库存状态数据包括库存量、计划接收量、毛需求量和净需求量。

其中，库存量也称为预计可用量(projected available balance, PAB)，是指某项物料在某个时区的库存数量。计划接收量是指在某时区之前的各时区中已下达、预计可以在该时区之内入库的订单数量。毛需求量是为满足市场预测、客户订单的需求或 BOM 中上层物料项目的订货需求(可以是多项订货需求)而产生的对该项物料的需求量。净需求量则是从毛需求量中减去预计可用量和计划接收量之后的差。在计算上，净需求量可以通过预计可用量的变化而得到。方法是首先按下面的公式求各时区的预计可用量：

$$\text{某时区预计可用量} = \text{上时区预计可用量} + \text{该时区计划接受量} - \text{该时区毛需求量}$$

当预计可用量出现负值时，就意味着出现净需求，其值等于这个负值的绝对值。物料的净需求及其发生的时间指出了即将发生的物料短缺。因此，MRP 可以预见物料短缺。为了避免物料短缺，MRP 将在净需求发生的时区内指定计划订单量，然后考虑订货提前期，指出计划订单的下达时间。表 2.2 表达了上述处理过程。

表 2.2 MRP 的数据处理过程

提前期: 4  
初始库存量 23

时 区	1	2	3	4	5	6	7	8
毛需求量		20		25		15	12	
预计入库量			30					
库存量	23	3	33	8	8	-7	-19	-19
净需求量						7	12	
计划订货量						7	12	
计划订单下达		7	12					

表 2.2 只是表明 MRP 的数据处理原理, 在实际应用中, 对订货数量可以根据所选择的订货策略不同而有不同的做法。

MRP 系统之所以能成为生产库存管理的得力工具, 主要由于以下原因:

- (1) 可使库存投资减少到最小限度。
- (2) 可对生产中的变化作出灵敏的反应。
- (3) 可以对每项物料提供未来的库存状态信息。
- (4) 库存控制是面向生产作业的, 而不是面向台账登记的。
- (5) 强调需求、库存储备和订货作业的时间性。

上述几条原因相辅相成, 使得 MRP 系统的输出信息能够成为其他生产管理子系统的有效输入信息。这些子系统包括能力需求计划、车间作业管理、采购作业管理等。

## 2.3 物料与生产管理集成的闭环 MRP

2.2 节所介绍的 MRP 只局限在物料需求方面, 一般称为基本 MRP。物料需求计划还仅仅是生产管理的一部分。物料需求计划要通过车间作业管理和采购作业管理来实现, 而且还必须受到生产能力的约束。因此, 只有基本 MRP 还是不够的。于是, 在基本 MRP 的基础上, 人们又提出了闭环 MRP 系统。所谓闭环有两层意思: 一是指把能力需求计划(capacity requirements planning, CRP)、车间作业计划、采购作业计划和 MRP 集成起来, 形成一个封闭系统; 二是指在计划执行过程中, 必须有来自车间、供应商和计划人员的反馈信息, 并利用这些反馈信息进行计划的调整平衡, 从而使生产计划方面的各个子系统得到协调统一。其工作过程是一个“计划—实施—评价—反馈—计划”的过程, 如图 2.4 所示。

其中, 经营规划是企业的战略规划, 确定企

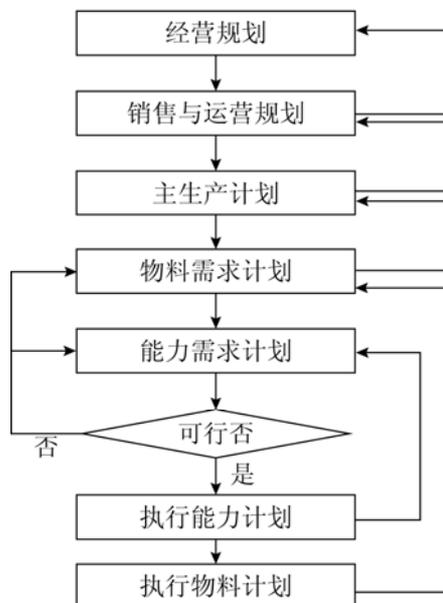


图 2.4 闭环 MRP 系统

业的经营目标和战略。

销售与运营规划(sales & operations plan)确定每一个产品族的生产率,通常按月表示,展望期为 1~3 年。

主生产计划对销售与运营规划作进一步的分解,按产品(或最终项目)确定生产量。一般以周为时区单位,展望期为 3~18 个月。

物料需求计划对主生产计划作进一步的分解,确定物料清单各个层次上的物料需求的数量和时间。

能力需求计划平衡和调整由物料需求计划所产生的能力需求与企业的实际生产能力之间的关系。由于企业的生产能力是有限的,所以物料需求计划要受能力需求计划的约束。

能力需求计划的逻辑和物料需求计划的逻辑极其相似,如图 2.5 所示。

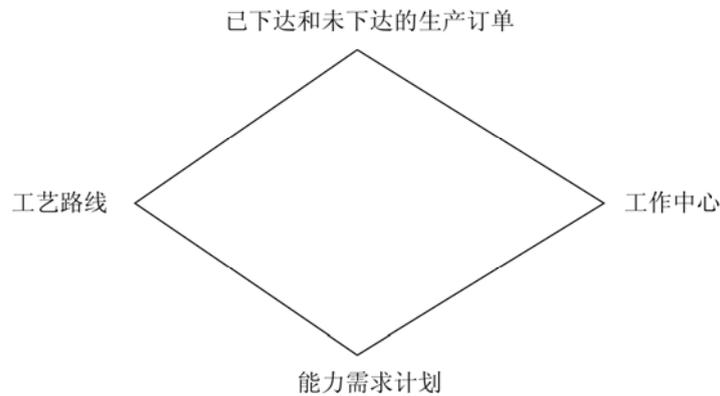


图 2.5 CRP 处理逻辑

对已下达和未下达的生产订单,要通过工艺路线和工作中心来加以分解。工艺路线说明自制件的加工顺序和标准工时定额,其作用恰如物料清单对于物料需求计划的作用。工作中心用来说明生产资源,包括机器设备和人,其作用恰如生产能力的库存。分解的结果是按工作中心产生以标准工时表示的能力需求计划,指出为执行物料需求计划所需要的能力。

闭环 MRP 系统中的各个环节是相互联系、相互制约的。如果一个企业通过自己的制造设备、合同转包以及物料外购的努力仍不能得到为满足物料需求计划所需的生产能力,则应修改物料需求计划,甚至主生产计划。当然,这只是一种不得已的办法,因为制定能力需求计划的目标无疑是要使物料需求计划乃至主生产计划得以实现。

在计划执行过程中,也要有一系列的信息反馈以及相应的平衡调整。

在闭环 MRP 系统中,反馈功能是非常重要的。无论是车间还是供应商,如果意识到不能按时完成订单,则应给出拖期预报,这是重要的反馈信息。如果系统不曾收到这样的报告,即认为可以满足计划的需求。这里遵循的是“沉默即赞成”的原则。

以上所有计划及其执行活动之间的协调和平衡、信息的追踪和反馈都必须借助计算机才能实现。在 20 世纪 70 年代以前,计算机的能力尚不能满足使计划随时平衡供需的要求,而人们在当时也未理解如何真正地驾驭计划来做到这一点,所以很难发现任何闭环系统。只有高速度、大存贮的现代计算机的出现才使闭环 MRP 成为可能。

## 2.4 ▶ 生产与财务管理一体化的 MRP II

### 1. MRP II 的形成和特点

在长期的企业管理实践中，人们认识到一条基本的法则，即低水平的管理常常是五花八门的管理子系统滋生的土壤。这些子系统往往是为了堵塞某一方面的漏洞而建立的，漏洞越多，子系统越多。事实上，许多子系统所做的事情实质上都是相同的，只不过角度不同而已。由于在建立这些子系统的时候缺乏统一的规划，它们之间联系甚少。因此，子系统越多，矛盾和问题也越多。例如，在生产过程中，“什么时候需要什么物料”，在许多制造企业中都有好几个系统来回答这个问题。订单发放系统所发出的采购订单和车间订单中均有日期，而缺料单又否定了这些日期，还有催货单等。由于没有一个统一的系统可以很好地回答上述基本问题，于是就产生好几个系统，而这些系统的工作都不能令人满意。

闭环 MRP 系统的出现，使生产计划方面的各种子系统得到了统一。只要主生产计划真正制定好，那么闭环 MRP 系统就可以回答上述的基本问题。但这还不够，因为在企业管理中，生产管理只是一个方面，它所涉及的是物流，而与物流密切相关的还有资金流。这在许多企业中是由财会人员另行管理的，这就造成了重复，甚至冲突(数据不一致)。

在更高的管理层次上也有类似的问题。用于最高层管理的经营规划要回答以下三个问题：我们要销售些什么？我们有些什么？我们必须制造什么？销售与运作规划也是用来回答上述问题的。

问题在于，经营规划和销售与运营规划是分别制定的。在许多企业中，制定销售与运营规划的人甚至不曾意识到经营规划的存在，制定经营规划的人也从不去了解销售与运营规划。而事实上，经营规划就其基本形式来说，如果不考虑研究开发以及其他不与生产直接相关的部分，那么不过是把销售与运营规划的总和用货币单位来表示。

于是人们想到，能否建立一个一体化的管理系统，砍掉不必要的重复，减少冲突，提高效率呢？

凡是已经成功地实现了用闭环 MRP 系统进行生产管理的企业都会认为，这是可以做到的。甚至认为不这样做未免可惜：既然库存记录的精确度足以支持 MRP 系统，为什么不能进而用于财会核算呢？既然 MRP 系统中的生产计划的确反映了实际情况，为什么不能进而用货币单位来表示它，从而使经营规划也总能反映实际情况呢？

众所周知，在自然科学的研究中，人们认识越深刻，问题就变得越简单，就会在不同的现象中找到同一规律。对管理科学，也同样如此。

把财务子系统与生产子系统结合为一体，使闭环 MRP 向 MRP II 前进了一大步。

从把主生产计划视为 MRP 的关键输入之时开始，人们就意识到市场预测将是主生产计划的关键输入。但在当时的许多企业中，市场销售部门并不关心 MRP，而只是把它看作一种生产控制技术。虽然这些部门有时也提供市场预测，但只是按要求行事，并非真正了解主生产计划的功能。只有在闭环 MRP 得到成功应用的企业中，市场销售部门的管理人员才认识到 MRP 系统不但与他们有关系，而且是他们的“好帮手”。因为只有借助

于 MRP 系统, 才能在各种生产约束条件下制订出合理可行的销售计划。反过来, 也只有依靠 MRP 系统, 才能使生产迅速地适应销售方面的变化。

对于工程技术, 人们也已认识到它在整个管理系统中的作用。特别是那些生产复杂产品, 或引入新产品而需要在生产中解决一系列工程技术问题的企业, 更加需要把工程技术管理与生产管理、销售管理、财务管理等有机地结合起来, 更加需要把工程技术准备计划与生产制造计划、财务计划等各种有关的计划合理地衔接起来。例如, 由工程技术部分提供的物料清单, 在过去只是生产管理的参考文件, 而在 MRP 系统中已成为一个控制文件, 即用它来控制物料需求的分解路径。

把生产、财务、销售、工程技术、采购等各个子系统结合成一个一体化的系统, 称为制造资源计划(manufacturing resource planning), 英文缩写还是 MRP, 为了区别于基本 MRP 而记为 MRP II。

MRP II 有如下特点。

(1) MRP II 把企业中的各子系统有机地结合起来, 形成一个面向整个企业的一体化的系统。其中, 生产和财务两个子系统关系尤为密切。

(2) MRP II 的所有数据来源于企业的中央数据库。各子系统在统一的数据环境下工作。

(3) MRP II 具有模拟功能, 能根据不同的决策方针模拟出各种未来将会发生的结果。因此, 它也是企业高层领导的决策工具。

MRP II 由闭环 MRP 系统发展而来, 在技术上, 它与闭环 MRP 并没有太多的区别。但它包括了财务管理和模拟的能力, 这是本质的区别。

## 2. MRP II 的适用性

MRP II 对于制造业是普遍适用的。关于这一点, 经常有人产生疑问。由于制造业有着众多的行业和数不清的产品, 所以, 有这样的疑问是不奇怪的。要回答这个问题必须从制造业生产管理的本质规律出发。这个本质规律就是前面提到的制造业基本方程。制造业基本方程对于所有的制造企业均是相同的, 因此是一种标准逻辑。有关文献指出: “这是制造企业中普遍存在的本质规律, 正如地心引力, 只能面对它, 而不能改变它。”

MRP II 以现代计算机为工具, 通过对大量的数据进行及时的处理来模拟制造企业的生产经营过程——即上述的制造业基本方程。由于制造业基本方程的普遍存在, MRP II 也是普遍适用的。

对 MRP 的适用性产生疑问的另一个原因是由于早期的 MRP 工作者所使用的习惯术语。在计算机时代的早期, 制造业的标准逻辑尚未被普遍认识。特别是由于 MRP 起源于机械制造业, 其早期工作者使用“零件”“部件”等术语。因此, 虽然在制造业的不同行业中都存在着制造业基本方程, 然而, 人们却往往只看到不同, 认为他们面临的是与众不同生产环境。当时只有专职的财务人员认识到有标准的财务管理工具, 如应收账款、应付账款、总分类账、明细分类账、预算、标准成本等。一位专职的财务人员离开一家企业进入另一家企业, 他不会看到“与众不同”的财务系统; 而在制造业的其他环节上, 则没有标准的工具。

现在 MRP II 已向人们提供了制造业管理的标准工具和标准的知识体系, 而且已被广

泛地应用于实践。制造企业的各级管理人员可以而且应当使用诸如销售与运营规划、主生产计划、物料需求计划、能力需求计划等工具来控制和管理自己的企业，这正如财务人员早已有的标准财务工具一样。

## 2.5 ▶ 集成企业内外部信息的 ERP

ERP 是企业资源计划(enterprise resource planning)的英文缩写，作为新一代 MRP II，其概念由美国 Gartner Group 于 1990 年年初首先提出。经过短短几年时间，ERP 已由概念发展到应用。目前，MRP II 软件供应商已普遍宣布自己的集成系统是 ERP 产品。在制造系统市场上，ERP 成了一个流行的名词。究竟什么是 ERP？它的功能特点是什么？它是什么背景下提出来的？它的发展状况如何？本节围绕这些问题进行讨论。

### 1. Gartner Group 关于 ERP 的定义

Gartner Group 是通过一系列功能标准来界定 ERP 系统的。Gartner Group 提出的 ERP 功能标准包括以下 4 个方面。

(1) 超越 MRP II 范围的集成功能。主要包括质量管理、实验室管理、流程作业管理、配方管理、产品数据管理、维护管理、管制报告和仓库管理。

(2) 支持混合方式的制造环境。既可支持离散型制造环境，又可支持流程型制造环境，依据的是面向对象的业务模型重组业务过程的能力以及在国际范围内的应用。

(3) 支持能动的监控能力，提高业务绩效。在整个企业内采用计划和控制方法、模拟功能、决策支持能力和图形能力。

(4) 支持开放的客户机/服务器计算环境。要求客户机/服务器体系结构；图形用户界面(GUI)；计算机辅助软件工程(CASE)；面向对象技术；关系数据库；第四代语言；数据采集和外部集成(EDI)。

以上 4 个方面分别从软件功能范围、软件应用环境、软件功能增强和软件支持技术上对 ERP 作了界定。这 4 个方面反映了至 20 世纪 90 年代 ERP 对制造系统在功能和技术上的客观需求。

### 2. ERP 的功能特点

上述功能标准(1)所列的 8 项扩展功能均是相对于标准 MRP II 系统来说的，这些扩展的功能仅是 ERP 超越 MRP II 范围的首要扩展对象，并非 ERP 的标准功能清单。由于 ERP 的发展尚未达到 MRP II 的标准和规范，目前尚不能像“MRP II 标准系统”那样形成一个“ERP 标准系统”。事实上，像质量管理、实验室管理、流程作业管理等许多不包括在标准 MRP II 系统之内的功能，在目前的一些软件系统中已经具备，但是还缺少标准化和规范化。

关于管制报告(regulatory reporting)功能的扩展，是由于各国政府对制造业强制执行的环境控制、就业安全及消费者保证等法律法规越来越严格，从而引起大量处理各种遵循法律法规情况报告的需求。对于管制报告方面的需求，发达国家更为迫切。由于不同

的国家可能有不同的法规，这方面的功能不可避免地存在客户化的问题。

上述功能标准(2)所说的“混合方式的制造环境”可以包括三种情况。

① 生产方式的混合。这首先是指离散型制造和流程式制造的混合。由于企业的兼并与联合，企业多元化经营的发展，加之高科技产品中包含的技术复杂程度越来越高，使得无论是纯粹的离散型制造环境还是纯粹的流程式制造环境在一个企业中都很少见，通常是二者不同程度的混合。其次是指单件生产、面向库存生产、面向订单装配以及大批量重复生产方式的混合。

② 经营方式的混合。这是指国内经营与跨国经营的混合。由于经济全球化、市场国际化、企业经营的国际化，使得纯粹的国内经营逐渐减少，而各种形式的外向型经营越来越多。这些外向型经营可能包括原料进口、产品出口、合作经营、合资经营、对外投资直到跨国经营等各种形式的混合经营方式。

③ 生产、分销和服务等业务的混合。这是指多种经营形成的技、工、贸一体化集团企业环境。

为了支持混合方式的制造环境，ERP系统必须在两方面突破MRP II的局限。

一是在标准MRP II系统中，一直未专门涉及流程工业的计划与控制问题。这和传统MRP奉行的简单化原则有关。在标准MRP II系统中，是以行业普遍适用的原则来界定所包含的功能的。例如，制药行业对批号跟踪与管理的需求来自于法律法规的特殊管制，而不是所有的行业都需要这些功能，如洗衣机行业就不需要，因为没有这方面的法规要求。但是，随着质量保证的需求和为消费者服务的需求的发展，洗衣机行业也有了批号跟踪与管理的需求。因此，行业普遍适用的原则标准也发生了变化。ERP扩展到流程行业，把配方管理、计量单位的转换、联产品和副产品流程作业管理等功能都作为ERP不可缺少的一部分。值得注意的是，以上所说在标准的MRP II系统中没有包含流程行业的问题，并不意味着所有的MRP II软件都不适用于流程行业。标准MRP II系统和具体的MRP II软件并非同一件事情。

二是传统的MRP II软件系统往往是基于标准的MRP II系统同时面向特定的制造环境开发的。因此，即使通用化的商品软件在按照某一用户的需求进行业务流程的重组时，也会受到限制。目前，具有这种有限能力的软件对于满足用户的特定需求是用剪裁和拼装的方式通过不同的产品模块配置来实现的。但是，这很难满足用户在瞬息万变的经营环境中，根据客户需求快速重组业务流程的足够的灵活性要求。这种功能正是ERP所追求的。实现的方法不是剪裁拼装式的，而是企业业务流程的重组(reengineering)。实现这个目标的技术是计算机辅助软件工程和面向对象的技术。

上述功能标准(3)是ERP能动式功能的加强。与能动式功能相对的是反应式功能。反应式功能是在事务发生之后记录发生的情况。能动式功能则具有主动性和超前性。ERP的能动式功能表现在它所采用的控制和工程方法、模拟功能、决策支持能力和图形能力。例如，把统计过程控制的方法应用到管理事务中，以预防为主，就是过程控制在ERP中应用的例子。把并行工程的方法引入ERP中，把设计、制造、销售和采购等活动集成起来，并行地进行各种相关作业，在产品设计和工艺设计时，就要考虑生产制造问题；在制造过程中，如有设备工艺变更，则要及时反馈给设计。这就要求ERP具有实时功能，

并与工程系统(CAD/CAM)集成起来,从而有利于提高产品质量,降低生产成本,缩短产品开发周期。

决策支持能力是 ERP “能动”功能的一部分。传统的 MRP II 系统是面向结构化决策问题的,就它所解决的问题来说,决策过程的环境和原则均能用明确的语言(数学的或逻辑的,定量的或定性的)清楚地予以描述。在企业经营管理中,还有大量半结构化或/和非结构化的问题,决策者往往对这些问题有所了解,但不全面;有所分析,但不确切;有所估计,但不准确。如新产品开发、企业合并、收购等问题均是如此。ERP 的决策支持功能则要扩展到对这些半结构化或非结构化问题的处理。

上述功能标准(4)是关于 ERP 的软件支持技术的。为了满足企业多元化经营以及合并、收购等活动的需求,用户需要具有一个底层开放的体系结构,这是 ERP 面向供应链管理,快速重组业务流程,实现企业内部与外部更大范围内信息集成的技术基础。

### 3. ERP 的产生背景

20 世纪 90 年代,由于经济全球化和市场国际化的发展趋势,制造业所面临的竞争更趋激烈。以客户为中心,基于时间、面向整个供应链成为在新的形势下制造业发展的基本动向。

实施以客户为中心的经营战略是 20 世纪 90 年代企业在经营战略方面的重大转变。

传统的经营战略是以企业自身为中心的。企业的组织形式是按职能划分的层次结构;企业的管理方式着眼于纵向的控制和优化;企业的生产过程是由产品驱动的,并按标准产品组织生产流程;客户对于企业的大部分职能部门而言都被视为外部对象,除了销售和客户服务部门之外的其他部门都不直接与客户打交道;在影响客户购买的因素中,价格是第一位的,其次是质量和交货期,于是,企业的生产目标依次为成本、质量、交货期。

以客户为中心的经营战略则要求企业的组织为动态的、可组合的弹性结构;企业的管理着眼于按客户需求形成的增值链的横向优化;客户和供应商被集成在增值链中,成为企业受控对象的一部分;在影响客户购买的因素中,交货期是第一位的,企业的生产目标也转为交货期、质量和成本。

实施以客户为中心的经营战略就要对客户需求迅速作出响应,并在最短的时间内向客户交付高质量和低成本的产品。这就要求企业能够根据客户需求迅速重组业务流程,消除业务流程中非增值的无效活动,变顺序作业为并行作业,在所有业务环节中追求高效率 and 及时响应,尽可能采用现代技术手段,快速完成整个业务流程。这就是基于时间的含义。而基于时间的作业方式的真正实现又必须扩大企业的控制范围,面向整个供应链,把从供应商到客户的全部环节都集成起来。

实施以客户为中心的经营战略涉及企业流程重组。企业流程重组是对传统管理观念的重大变革,在这种观念下,产品不再是定型的,而是根据客户需求选配的;业务流程和生产流程不再是一成不变的,而是针对客户需求,以减少非增值的无效活动为原则而重新组合的;特别是企业的组织也必须是灵活的、动态可变的。显然,这种需求变化是传统的 MRP II 软件所难以满足的,而必须转向以客户为中心、基于时间、面向整个供应

链为基本特点的 ERP 系统。这就是 ERP 产生的客观需求背景。而面向对象的技术、计算机辅助软件工程以及开放的客户机/服务器计算环境又为实现这种转变提供了技术基础。于是，ERP 应运而生了。

以上我们围绕 Gartner Group 的定义对 ERP 进行了讨论，包括 ERP 的 4 项功能标准以及以客户为中心、基于时间和面向供应链的基本特点。Gartner Group 关于 ERP 的概念一经提出，立即引起人们高度和广泛的关注。时至今日，ERP 已经成为制造系统领域中流行的名词，但是到目前为止，也未达到可以提出“ERP 标准系统”的阶段。因此，当企业选择软件系统时，不必拘泥于它叫什么名称以及软件供应商说它是什么，而应当从企业的实际需求出发，考查软件的实际功能，以决定取舍。

#### 4. ERP 的进一步发展

2000 年 10 月 4 日，Gartner Group 公司发布了以亚太地区副总裁、分析家 B. Bond 等 6 人署名的报告 *ERP is Dead — Long Live ERP II*，提出了 ERP II 的概念，并认为到 2005 年，ERP II 将逐渐取代 ERP。

但是，一般认为，Gartner Group 公司关于 ERP II 的定义中大部分内容都是当初赋予 ERP 的内容。只有“协同商务(collaborative commerce)”的内容有新意。

协同商务是一种各个经济实体之间的实时、互动的供应链管理新模式。通过信息技术的应用，强化了供应链上各个经济实体之间的沟通和相互依存。它不再局限于生产与供销计划的协同，而且包含产品开发的协同。人们经常谈到的电子商务也是指在因特网基础上所有相关经济实体之间的信息沟通和业务运作，完整地集成前端和后端的业务流程。ERP II 提出的协同商务和电子商务的概念是相通的。所以，可以简单地说，协同商务就是企业内部人员、企业与业务伙伴、企业与客户之间的电子化业务交互过程。要做到协同，不但要实时分享信息，还要共同制定战略规划，有效地分享资源，消除非增值作业，同步运行。这种思想实际上早已存在于 ERP 中，只是限于条件而一直未能实现。

综观 ERP 的发展，从订货点法到 MRP，到 MRP II，到 ERP 以及 ERP II 的新概念，每个阶段的发展与完善都是与当时的市场环境需求、企业管理模式的变革和技术条件紧密联系在一起，而且集成的范围越来越大。

因此，未来 ERP 的发展在整体思想体系上必将实现更大范围的集成，支持以协同商务、相互信任、双赢机制和实时企业为特征的供应链管理新模式，实现更大范围的资源优化配置，降低产品成本，提高企业竞争力。

在软件产品功能上将支持集团管理模式、客户关系管理、产品协同研发、敏捷制造、价值链管理、企业效绩评价、电子商务、物流配送、业务模式重组和系统集成等，满足企业发展的需要。

### 思考题

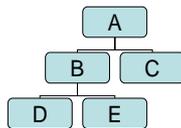
1. 什么是订货点法？订货点法有什么局限性？订货点法在今天还有应用价值吗？
2. MRP、MRP II、ERP 的含义是什么？

3. MRP 与订货点法有什么区别?
4. MRP 的前提条件是什么?
5. MRP 系统可以为企业提供一些输出信息?
6. 什么是独立需求和相关需求?
7. 什么是毛需求? 什么是净需求?
8. MRP 是如何进行计算的?
9. 闭环 MRP 和基本 MRP 的区别是什么?
10. MRP II 与闭环 MRP 的区别是什么?
11. MRP II 的特点是什么?
12. 什么是 ERP?
13. 未来的 ERP 将有什么特点?

## 习题

1. 以下哪些关于 ERP 发展历史阶段的陈述是正确的? ( )
  - A. ERP 的发展先后经历了订货点法、闭环 MRP、时段式 MRP、MRP II 和 ERP 等阶段
  - B. ERP 的发展先后经历了 ERP、时段式 MRP、闭环 MRP、MRP II 和订货点法等阶段
  - C. ERP 的发展先后经历了订货点法、时段式 MRP、闭环 MRP、MRP II 和 ERP 等阶段
  - D. ERP 的发展先后经历了订货点法、闭环 MRP、MRP II、时段式 MRP 和 ERP 等阶段
2. 一项物料提前期为 6 周, 平均需求量为每周 150 件, 安全库存量为 300 件, 订货批量为 2 000 件, 订货点是多少? ( )
 

A. 300 件            B. 900 件            C. 1 200 件            D. 2 000 件
3. 下面哪一项关于非独立需求物料的举例是最好的? ( )
  - A. 产成品
  - B. 维修件
  - C. 市场价格很敏感的产品
  - D. 原材料、子项零件和子装配件
4. 在下面的图中, 物料 E 可以作为备用件, 哪些物料是具有独立需求的物料? ( )



- A. A 和 B            B. A, B 和 C            C. B, D 和 C            D. 只有 A 和 E

5. 以下哪项陈述最好地表达了 MRP II 系统的特点? ( )
- A. 把企业中的各子系统有机地结合起来, 实现供应链的集成; 各子系统在统一的数据环境下工作; 能根据不同的决策方针模拟出各种未来将会发生的结果
  - B. 各子系统在统一的数据环境下工作; 具有模拟功能, 能根据不同的决策方针模拟出各种未来将会发生的结果; 实现供应链的集成
  - C. 把企业中的各子系统有机地结合起来, 能根据不同的决策方针模拟出各种未来将会发生的结果; 实现供应链的集成
  - D. 把企业中的各子系统有机地结合起来, 形成一个面向整个企业的一体化的系统; 各子系统在统一的数据环境下工作; 具有模拟功能, 能根据不同的决策方针模拟出各种未来将会发生的结果
6. 在以下关于 MRP、MRP II 和 ERP 集成范围的论述中, 哪些是正确的? ( )
- A. MRP 实现企业物流和资金流的集成, MRP II 实现企业物料信息的集成, ERP 实现供应链的集成
  - B. MRP 实现供应链的集成, MRP II 实现企业物流和资金流的集成, ERP 实现企业物料信息的集成
  - C. MRP 实现企业物料信息的集成, MRP II 实现企业物流和资金流的集成, ERP 实现供应链的集成
  - D. MRP 实现企业物料信息的集成, MRP II 实现供应链的集成, ERP 实现企业物流和资金流的集成