

## 摘 要

本文系统介绍了 MRPII 的产生、现状和发展趋势, 以及 MRPII 的特点、逻辑结构及其效益。然后通过分析传统 MRPII 系统存在的局限, 引入 TOC 管理思想与 DBR 方法, 就 MRPII 与 TOC 的结合做初步探讨, 进而在 TOC 哲理的基础之上提出一种 MRPII 与 TOC 相结合的生产计划与控制系统的实现模型, 并在软件设计中加以实现。由此提出基于 Web 的系统解决方案, 逐一详细地描述了物料需求计划、能力需求计划、采购管理、库存管理等子模块以及工厂日历的业务流程、主要功能及相关主要数据结构。同时, 文中还给出了核心算法——LLC 顺序物料分解算法和瓶颈辨识算法。

## ABSTRACT

This article brings a feasible model of manufacturing scheduling and material-flow controlling forward, which merging TOC into MRPII on the theory of TOC. With introducing history, current situation and trends of MRPII, and its attributes, logic structure and benefits, and briefing limits of classical MRPII system and analyzing the theory of TOC and DBR system, it studies the combination of MRPII and TOC. Therefore, it offers a solution of system based-on Web and then detailedly describes operation flow, main functions and related data structures in MRP Module, CRP Module, Purchasing Module, IC Module and factory calendar Module. Meantime, some core arithmetic is submitted, including resolution of materials by LLC order and discrimination of bottlenecks.

# 第一章 绪 论

从 20 世纪 80 年代起,世界经济格局发生了重大的变化,制造业所面临的共同问题是更加激烈的市场竞争。在竞争中技术因素变得越来越重要,如果企业丧失了技术优势,就必定会丧失其竞争优势,因此,谋求技术优势是现代制造业生存的需要。与此同时,企业管理技术为了紧跟这种变化的需求,在日益强大的计算机技术的支持下,也不断地在其广度和深度两个方面加以完善和更新,从 MRP、MRPII 到 ERP、直至理论界最新提出的 IRP,为企业提供了竞争制胜的有利武器。

其中,制造资源计划 MRPII (Manufacturing Resource Planning) 是以物料需求计划 MRP (Materials Requirements Planning) 为核心,覆盖企业生产活动所有领域、有效利用资源的生产管理思想和方法的人—机应用系统。

## 1. MRPII 的产生背景、应用现状及发展趋势

### 1.1 MRPII 的产生背景

要理解 MRPII, 就应先了解 MRPII 的发展历史。MRPII 的产生经历了三个阶段: MRP、闭环 MRP、MRPII。

对于大多数旨在获取利润的制造企业, 一般有三个主要目标:

1. 最大的客户服务
2. 最小的库存投资
3. 高效率(低成本)的工厂作业

然而这些目标基本上是互相冲突的, 这必然导致制造企业在如何合理地制定生产计划、有效地进行库存管理、充分利用设备以及均衡安排作业等方面产生一系列问题。

为了解决这些问题, 20 世纪 60 年代人们在计算机上实现了 MRP, 主要用于订货管理和库存控制。MRP 可拟定零件需求的详细报告、补充订货及调整原有的订货, 以满足生产变化的需求。

到了 20 世纪 70 年代, 为了及时调整需求和计划, 对财务状况及时进行分析, 出

现了具有反馈功能的闭环 MRP (Close MRP)，将财务子系统和生产子系统融为一体，采用计划执行反馈的管理逻辑，有效地对生产各项资源进行规划和控制。

20 世纪 80 年代末，人们又将生产活动中一些主要环节——销售、财务、成本、工程技术等与闭环 MRP 集成，成为管理整个企业的一种综合性工具，美国管理理论家 Oliver Wight 将其称之为 MRPII。

## 1.2 MRPII 的应用现状

MRPII 在 20 世纪 80 年代初中期开始被欧美企业普遍看好并争相采用，已成为企业竞争制胜的法宝，其应用范围已从最初的离散工业扩展到流程工业。

从 1981 年沈阳第一机床厂引进德国的 MRPII 软件至今，MRPII 在我国的应用与推广已经历了 20 年的风雨，经过了启动期和成长期，正步入成熟期。据不完全统计，我国已有 700 余家企业部分或完整地实施了 MRPII 系统。

据 1998 年首次在国内进行的大范围的 MRPII 系统应用情况调查研究表明，实施 MRPII 还有许多阻力和问题，有些问题企业自身难以解决。虽然实施 MRPII 有诸多困难和问题，但采用 MRPII 系统后所收到的效益是实实在在的，生产信息的准确程度和企业管理人员的素质都有了较大的提高。从调查结果中可以看出，应用 MRPII 系统的企业还将不断地增加。现在随着世界经济全球化的步伐加快，越来越多的国内企业认识到需要在企业中建立起先进的管理模式，借助于现代化的管理手段，不断提高自身的管理水平，以成功应对国内外的激烈竞争。

## 1.3 MRPII 的发展现状

当前在 MRPII 的基础之上，理论与应用领域又取得如下几项进展：

### ◆ MRPIII

MRPIII 由 MRPII 与 JIT (Just In Time, 准时制生产) 结合以及与之融为一体的专家系统 (ES)、并行工程 (CE) 和承担该系统运行的管理人员共同组成。其中，MRPII 用来编制长期计划；JIT 用来控制短期计划的实施，可支持混合方式的制造环境，从而兼顾“多品种小批量生产”和“大批量生产”两种生产类型，提高企业的应变能力和市场竞争水平。

◆ **DMRP II**

是一种自下而上的生产管理方式，将企业划分为拥有高度自主权的单元，各单元和数据库建立各自的 MRP II 系统，并有一个 MRP II 负责把订单分派给各个单元，每个单元可以动态地根据其现有能力和负荷进行安排，而系统整体的提前期则由各生产单元的负荷情况动态地确定，因此均衡分担了负荷，增强了灵活性，有效地解决了传统 MRP II 中提前期静态和对能力变化的不敏感性。

◆ **GT—MRP II 一体化**

主要用以解决提高多品种小批量生产中生产率问题。它是一个适用于多品种小批量生产的生产计划 and 控制系统。基本思想是用成组技术(Group Technology)解决 MRP II 未考虑诸如作业如何分配、如何按零件或按工序分组进行生产等弱点。

◆ **企业资源计划 ERP (Enterprise Resource Planning)**

“ERP”一词最早由美国的 Gartner Group 公司于 20 世纪 90 年代初期提出，基本思想是将企业的业务流程看作是一个紧密联接的供应链（其中包括供应商、制造工厂、分销网络和客户等），并对供应链上的所有环节有效地进行管理。ERP 将企业内部划分成几个相互协同作业的支持子系统，如财务、市场营销、生产制造、质量控制、服务维护、工程技术、运输分销、经营决策、人事管理、实验室管理、项目管理、配方管理以及对竞争对手的监视管理。这样就在 MRP II 的基础上扩展了管理范围，可实现全球范围内的多工厂、多地点的跨国、跨地区经营。

ERP 对传统的 MRP II 系统的改进是一种革命性的，故人们把 MRP 到 MRP II 称为是功能和技术上的发展，而把 MRP II 到 ERP 称之为是一场革命。

◆ **计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)**

1974 年，美国 Joseph Harrington 博士最早提出了 CIMS 的概念，它在自动化技术、信息技术及制造技术的基础上，通过计算机及其软件，将与制造工厂全部生产活动有关的各种分散的自动化系统有机地集成起来，成为一种适合于多品种、中小批量生产的总体高效益、高柔性的制造系统。

它不是单纯 MRP II 的技术发展，而可以看作是其外延功能的一种扩展和集成。其优越性表现在：首先，在工程设计和制造方面，便于开发和制造技术含量高和结构复杂的产品，过去企业开发新产品需要的设计周期长，而且还要对设备进行重新调试，产品开发周期被迫延长。而使用 CIMS 不仅使新产品开发周期缩短，而且可大大降低

生产成本。其次，在经营管理上，使企业的经营决策和生产管理科学化，资金周转率可大大提高。它的如此众多的优越性得到了人们越来越大地重视，人们预言它是未来制造业企业的生产管理模式。

## 1.4 MRPII 的发展趋势

扑面而来的 21 世纪带给我们的是不断推陈出新的管理思想与计算机技术，MRPII 领域也将随之发展，理论界又提出了 DEM 与 IRP 等新概念。

### ◆ DEM (Dynamic Enterprise Modeler) 动态企业建模技术

DEM 在应用软件层与管理业务层之间提供技术支持，将管理业务脱离软件的捆绑而独立出来，可使企业的管理结构和流程灵活地紧随市场不断改变。因此，DEM 既满足了企业的当前需求，又能满足其长远需求。特别是，利用 DEM 可使一些具有特殊性的企业（如我国国有大中型企业）不必一下子就被迫地完全接受和照搬全套西化的管理模式和业务流程，从而既能尊重和保留企业原有的合理部分、实现国情化、厂情化，又可将 ERP 先进的管理思想和模式融进企业中。

### ◆ IRP (Intelligent Resource Planning) 智能资源计划

IRP 是一种智能化、功能优化的管理思想和模式。它突破了以往“面向事务处理”的管理模式，可使管理人员按照既定目标去寻找一种最佳方案并迅速加以执行。在现阶段，所有“面向事务处理”的管理软件都是按照传统的“制造业方程式”来进行管理的，仅能解答“生产什么？用什么生产？已有了什么？还缺什么？计划何时下达？”等问题；而 IRP 还能解答“什么将是市场最需要的产品？如何实现以最正确的方式、在最恰当的时间内、在最好的场所、以最好的设备、用最好的资源、由最合适的人员来进行生产？然后以最畅通的渠道将产品提交到市场、尽快完成资本循环，并且要具有最小的和可控的产品提前期”。

## 2. MRPII 系统的特点

MRPII 系统主要有以下 5 个特点：

1. 数据的共享性：企业各部门都依据同一数据信息进行管理。任何数据的变动都能

实时地反映给所有部门，实现数据共享，提高各部门的工作效率和准确性。

2. 计划的准确性和可行性：从企业的经营战略出发，计划层次由粗到细逐层细化。计划下达前反复验证负荷与能力平衡，因此计划可执行性好。物料需求准确、全面，从而达到降低库存和成本，合理利用资源，缩短生产周期，提高劳动生产率的目的。

3. 物流、资金流和信息流的统一性：MRPII 系统具有全面的成本会计和财务功能，并且能够由生产活动直接产生财务数据，将实物形态的物料流转换为价值形态的资金流动，保证生产和财会的一致性，及时反映企业的经营情况，为领导的决策提供可靠的依据。

4. 模拟预见性：建立在先进的管理思想之上的 MRPII 系统可预见一定计划周期内可能发生的情况，于是管理人员即可事先采取措施，保证企业生产的平稳运行。

5. 管理系统性：MRPII 系统提供的是一种系统工程的管理，它把企业所有与经营生产直接或间接相关部门的工作联系成一个整体，每个部门都从系统总体出发作好本职工作，从而发挥企业的整体优势；同时，它也能使管理人员职责明确，业务素质不断提高，从而造就一批业务骨干。

### 3. MRPII 系统的逻辑结构<sup>[1]</sup>

根据 MRP II 原理所设计的 MRP II 软件，由于各软件商设计的思路及方法不同，各种软件上所配备的 MRP II 模块的划分也不完全一致，但是，由于 MRP II 的原理是一致的，因此它们的逻辑功能是相同的。MRP II 的逻辑结构如图 1.1 所示。

从图 1.1 中可以看出，MRP II 的入口是订单及预测，由它们产生预测与生产要求。

通过主生产计划模块建立主生产计划，并且将其输入至物料需求计划，同时制造标准数据中物料清单和库存管理中的库存状况信息也输入至物料需求计划，通过计算产生零部件生产计划和原材料、外购件的采购计划。能力需求计划模块接受了来自零部件生产计划和制造标准中工序和工作中心数据以及采购实绩信息，经过处理产生能力需求计划。根据以上计划信息和入出库实绩、外加工信息，车间控制模块建立派工单，产生生产实绩报表及生产进度报告。成本管理接受车间控制所给予的实绩报告、采购管理给予的收料/委外加工实绩报告，进行标准成本、实际成本和管理成本差异的分析。采购管理根据采购订单，进行外协加工、采购计划、收料检验和供应商管理。

库存管理接受来自采购的收料入库信息为物料需求计划、车间控制、订单及预测管理提供库存状况。销售管理接受主生产计划的发货计划进行发货处理和应收账款处理。

销售管理的销售发票为应收帐提供了信息，应收帐处理的结果直接进入总账。采购的订货发票为应付帐提供了信息，应付帐和固定的资产、工资的处理结果直接进入总账。

综上所述，MRP II 系统包含了分销、制造和财务三大部分，这三大部分中又包括了销售、订单、预测、主生产计划、库存、制造标准、物料需求计划、能力需求计划、车间控制、采购、成本、总账、应收帐、应付帐、工资和固定资产等模块。由此可见，MRP II 是一个集成度相当高的信息系统。

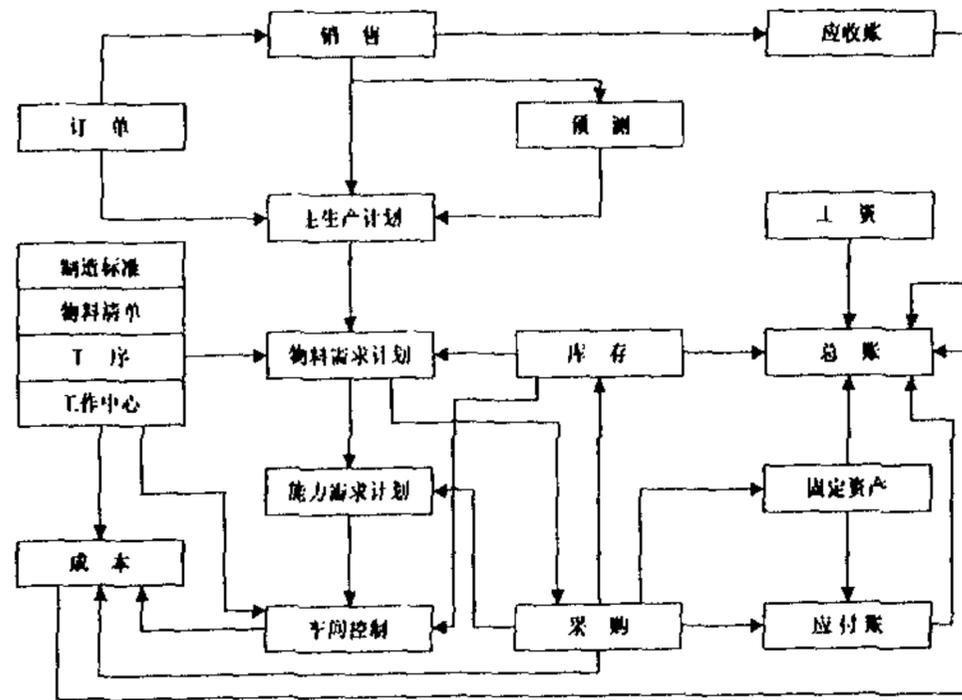


图 1.1 MRP II 系统的逻辑结构

## 1. MRP II 的效益

MRP II 之所以被广泛应用，是与 MRP II 应用所取得的卓越成效有关的，其效益主要体现在宏观的管理水平与微观的技术指标两个方面。

### 管理水平

改善企业经营决策，提高企业应变能力和竞争实力。为企业领导全面了解企业运行状况和改善经营决策提供保障。

易于提高企业员工对企业管理的共识。通过建立企业流程的标准体系，同时加强对企业员工的培训，改善企业员工的协调能力与精神面貌，提高企业的工作效率。

将管理人员从事务性工作中解脱出来，致力于实质性工作。

通过建立规范化的管理体系和作业流程，促进企业工作与生产效率的提高。

由于与财务系统的集成，可大大减少财务收支上的差错与延误。同时可通过集成的财务系统及时了解生产成本，辅助财务管理业务的运行。

#### 技术指标

改善库存管理。根据权威机构美国生产与库存管理协会（APICS）的统计，一般可降低库存成本 15~40%，提高资金周转次数 50~200%和降低库存盘点误差（可控制在 1~3%之内）。

合理利用资源，缩短生产周期，提高劳动生产率，如减少装配面积 10~30%，减少加班工时 10~50%，减少物料短缺率 60~80%和提高生产效率 5~15%。

按期交货以提高对客户的服务质量。成功实施 MRPII 系统的企业，按期交货履约率一般可达 90%以上。

降低成本，如减少采购费、加班费以及在物流系统中缩短生产与库存周期、降低库存，都可达到降低生产成本的目的（一般为 7~12%），从而增加利润 5~10%。

## 5. 课题内容

根据 MRPII 系统中生产经营管理的集成性，通过分析一般中小企业各职能部门的业务流程及相互关系，应用 MRPII 系统理论并结合其它先进管理理论和思想，利用先进的计算机技术，开发出包含 MRPII 主要功能、基于 Web 的 MRPII 软件，实现企业内部生产经营管理信息资源的共享，进而实现 MRPII 系统对企业内部的生产经营活动进行有效管理。

研究工作由两人共同承担，分工合作。本人具体负责 MRP、CRP、采购、库存等方面的研究与开发工作。

## 第二章 系统分析

### 1. 传统 MRPII 系统的局限 [24] [25] [26]

传统 MRPII 从物流控制入手,在保证库存量最小的前提下,力图使生产效率达到最高,但在计划排产时对于生产过程中普遍存在的瓶颈与非瓶颈因素并不加以区别,故在车间控制模块中就不能抓住制约生产的关键因素——瓶颈,而往往依赖现场管理人员根据经验对计划的执行情况进行控制。显然经验管理是较低层次的管理,这必然一方面导致生产作业不能按计划完成,另一方面会使在制品在瓶颈前的库存积压过多。这一矛盾在传统 MRPII 系统中是难以解决的。

### 2. TOC 简介 [27]

20 世纪 70 年代末,以色列物理学家 Eliyahu M. Goldratt 博士提出最优生产技术 (Optimized Production Technology, 简称 OPT), 80 年代以来他又在此基础上逐步丰富,将其发展成约束理论 (Theory of Constraint, 简称 TOC)。简而言之,TOC 是围绕系统中存在的制约因素——“约束”进行管理的一套管理思想和管理原则。它可以帮助企业或组织机构识别出在实现目标的过程中存在着哪些约束,并进一步指出如何实施必要的改进来消除这些约束,从而更有效地实现其目标。

TOC 认为,企业的约束是多方面的,有市场、物料、能力、工作流程、资金、管理体制、员工行为等,其中,市场、物料和能力是主要的约束。企业生产必然受到其生产过程中存在的最薄弱的环节——约束的制约。因此,若某约束决定了企业实现目标的速率,则必须从克服该约束着手,才能在短时间内以更流畅的生产节奏显著地提高企业的产销率。运用 TOC 哲理分析生产计划与控制的方法是一种称之为“鼓-缓冲器-绳”(Drum-Buffer-Rope, 简称 DBR) 的系统。

在 DBR 系统中,把 MPS 比作“鼓”;根据瓶颈资源的“活力”(Activation, 即可用能力)确定物流量,以此作为约束全局的“鼓点”来控制产品在制品库存量;在所有

瓶颈和装配工序前均设“缓冲器”，确保起制约作用的瓶颈资源得到充分利用，即实现约束的“利用”（Utilization）最大化；所有需要控制的工作中心如同被一根传递信息的“绳子”串联起来的队伍，相互保持一定间隔，按同一“鼓点”行进。这样，通过鼓（D）、瓶颈（B）、绳（R）三种基本元素就可形象地描述企业生产过程中存在的制约关系。

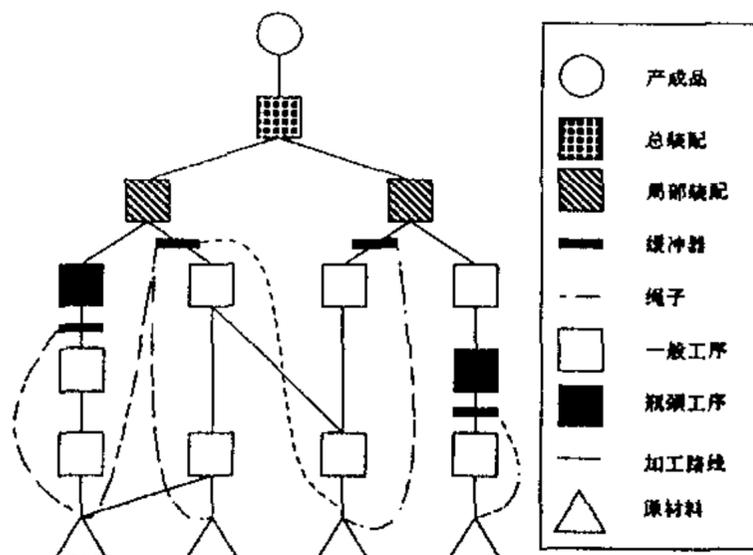


图 2.1 产品网络 (DBR 系统)

在国外，APICS 为 TOC 设立了专门的研究小组——Constraints Management (CM) 分会，并且已应用于许多企业，如福特汽车公司的电器分部、通用汽车公司等。其中，在福特汽车公司的电器分部的 TOC 的实施效果较 JIT 的实施效果更为出色<sup>[26]</sup>。我国对 TOC 的研究与应用，则处于刚刚起步阶段，但它在国外的的发展情况使我们有理由相信，随着对 TOC 的研究深入并加以逐步推广，必将推动我国企业生产管理水平的提高，最终促进企业市场竞争能力的增强。

### 3. MRPII 与 TOC 的结合

由于 MRPII 主要强调物料需求计划和库存控制，而 TOC 则是一种可应用到能力管理和现场作业管理方面的哲理。故将 MRPII 与 TOC 相互结合可形成功能较完备的生产计划与控制管理系统。

依据 TOC 观点，应把能力管理和现场作业管理的控制重点放在瓶颈工序上，在保持均衡的物料流动条件下，确保瓶颈工序不会发生停工待料。同时通过采取措施来提高瓶颈工作中心的利用率，从而得到最大的有效产出。

将 TOC 的这一原则以及 DBR 方法结合到 MRPII 系统的各个模块中。首先, 根据市场约束 (客户订单与预测) 经粗能力平衡 (RCCP) 约束修订生成主生产计划 (MPS); 然后, 运行细能力平衡 (CRP) 以确定约束资源, 经 DBR 方法分析得出约束资源及其相关资源, 再对其编制详细的生产作业计划, 以保证对约束资源的充分合理的利用。另外设立“缓冲器”, 采用“时间缓冲”和“库存缓冲”两种方式。“库存缓冲”即安全库存, 一般经统计得出; 而“时间缓冲”则是将所需的物料比计划提前一段时间提交, 以防随机波动<sup>[3]</sup>。

具体的系统功能模型见图 2.2, 实施步骤如下:

1. MRP 估算物料交货期;
2. CRP 初步平衡生产能力;
3. 识别约束及划分关键资源网络与非关键资源网络;
4. 关键资源网络采用有限能力排产; 非关键资源网络采用 CRP 无限能力排产;
5. 设置缓冲器;
6. 检查及生成车间作业计划。

一旦完成前五个步骤, 若在系统中没有其它的约束, 即可生成车间作业计划。然而在初次运行后, 往往会发现还存在其它约束。此时应重新检查数据的合理性并重复以上过程, 直到将所有的约束都移到生产网络的关键资源部分为止。

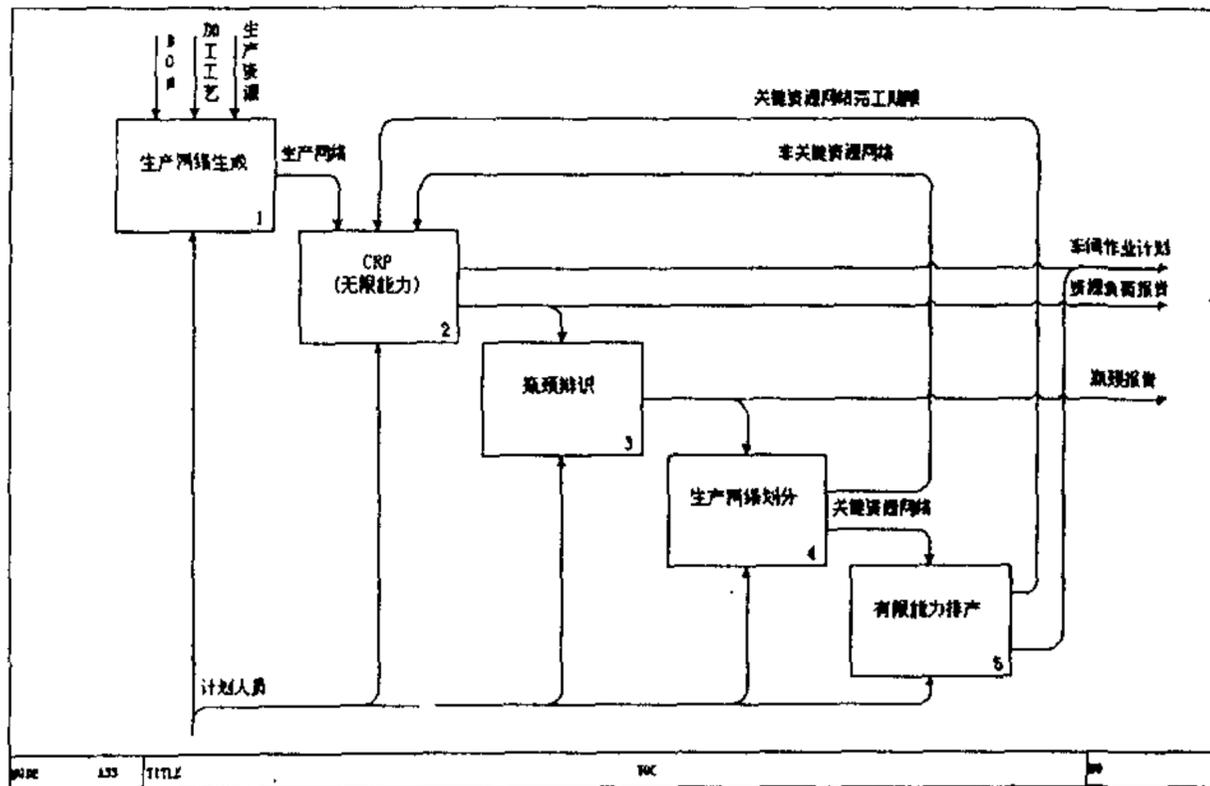


图 2.2 TOC 与 MRP、CRP 结合计划 IDEF0 图

## 第三章 系统设计

系统设计是 MRPII 系统开发过程中另一个重要阶段，是在前一阶段系统分析的结果基础之上进行的。系统设计包括两个方面，首先是总体结构的设计，其次是具体物理模型的设计。系统设计的主要目标就是为下一阶段的系统实现（如编程、调试、试运行等）制定蓝图，其主要任务就是在各种技术和实施方法中权衡利弊，精心设计，合理使用各种资源，最终勾画出系统的详细设计方案<sup>[9]</sup>。

系统设计的主要内容包括系统构架选择、系统功能/信息模型设计、代码设计及输入/输出设计。

### 1. 系统构架

系统体系结构的选择，不仅与 MRPII 的功能模型、信息模型有关，并影响企业的管理和决策过程与信息集成方式，而且也影响着系统计算机硬件、软件平台及网络结构的选择，同时也影响整个系统的开发策略。因此，系统体系结构的选择是一个非常重要的问题。

选择系统体系结构的原则<sup>[10]</sup>：

满足系统的功能、性能要求。如：系统要求的信息处理速度、信息访问方式及速度，系统运行的安全性、可靠性等。

满足系统扩充性的要求，使系统具有最大程度的开放性。因为随着企业的发展，其规模、组织机构、管理方式是不断变化的。这就要求系统能够反映企业环境的变化，具有一定的适应能力。同时，计算机软硬件技术也处于一种不断发展状态中，系统应在保护现有投资的前提下，适应计算机新技术的发展，能不断更新换代。

系统平台是管理软件运行的载体和基石。历史上系统平台的几度变迁和进步，对管理软件的发展产生了巨大影响，使其管理范围、管理能力和管理手段发生了质的变化。同时，管理理论的创新也对系统架构提出了更多和更新的研究课题。

## 1.1 C/S 构架

90 年代以来, 客户机/服务器 (Client/Server, 简称 C/S) 模式得到了十分迅速的发展。从数据库管理系统的应用来看, 在局域网 (LAN) 上采用 C/S 模式, 即在 LAN 中至少有一台数据库服务器 (DBMS Server), 将其作为对公共数据库进行存取操作的各台工作站的后援支持。把应用中的程序执行任务划分成两部分: 与数据库存取有关的部分由 DBMS Server 承担, 与应用的人机界面处理、输入/输出或一部分应用的逻辑功能等有关的内容由客户端承担。

近年来普遍采用的是三层方式的 C/S 模式, 即客户机—功能服务器—数据库服务器。

### 1. 优点

1. 充分调动在 LAN 中的 Server 与 Client 两方面的处理能力。
2. 极大地减少网络上的信息流通量。
3. 有效地发挥了服务器软硬件执行效率高、集中管理数据库安全方便的长处, 也充分利用了 PC 机客户端处理用户界面和本地 I/O 的特点。

### 2. 缺陷

随着应用需求和客户端数量的激增, C/S 模式面临着诸多难以解决的问题, 主要体现在以下三个方面:

1. 用户在使用过程中需要花费大量的时间和经费来维护客户端的正常运行, 导致客户端整体拥有成本上升。
2. 采用 C/S 计算模式时, 大型企业的每个独立的部门都需要配置服务器以支持该部门的业务运作, 这种做法除了导致维护费用上升以外, 还带来了另一个严重的问题——数据分散。
3. 系统维护困难。为了保证客户机和服务器的正常运行, IT 系统管理人员常常是疲于奔命, 解决系统出现的软、硬件问题。

## 1.2 B/S 构架

随着人类社会步入知识经济时代, 企业管理的内容也发生了巨大的变革, 企业管理的核心已经从传统的生产制造转向了以客户服务为中心的全面的供应链管理。

Internet的出现和广泛应用为解决以上问题展现了一条新的途径,这就是完全基于Web的计算模式,即Browser/Server构架。

逻辑上B/S构架分为四个层次:客户机、Web服务器、应用服务器、数据服务器。客户端主要负责人机交互,包括一些与数据和应用关系的图形和界面运算;Web服务器主要负责对客户应用程序的集中管理;应用服务器主要负责应用逻辑的集中管理,即事务处理,应用服务器又可以根据其处理的具体业务不同而分为多个;数据服务器则主要负责数据的存储和组织、数据库的分布式管理、数据库的备份和同步等等。

客户端将数据提交后,经过Internet、Intranet传送到网络服务器,服务器运行数据规定的Script语言代码、SQL命令和HTML代码,通过ODBC驱动程序,连接到各种支持ODBC的数据库,运行SQL命令,即可存取网络数据库,之后,有将运行的结果以HTML码的形式传给浏览器。

在客户端使用浏览器,通过Internet/Intranet存取Web数据库的解决方案比较多,其中占主导地位的是采用ASP(Active Server Pages)来存取数据库。

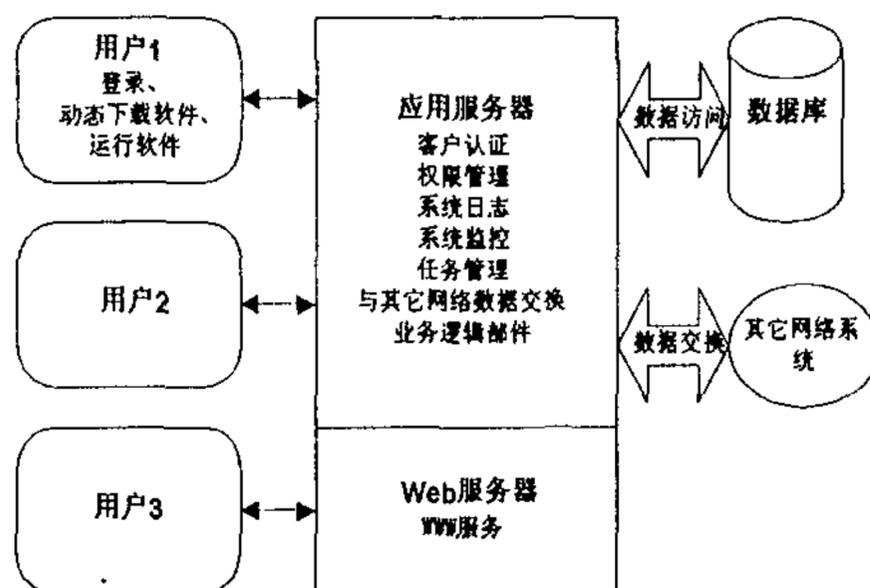


图3.1 B/S结构图

### 1. 优点

1. 这种新兴的计算模式是将桌面工作完完全全的转移到被集中管理的服务器上,用户界面的重心由 Windows 转为 Browsers,终端用户只需要浏览器就可以轻松访问所有的应用,对网络数据库进行存取操作。
2. 由于终端用户采用的浏览器是标准软件,因此,大大降低了维护和培训需求,从而也相应的降低了企业 IT 系统的整体拥有成本。
3. 通过这种方式,企业的各个分支机构、合作伙伴都可以被纳入企业的集中管理系

统，真正实现“四海一家”的理想。

4. 对资源的利用实现了最优化，数据、信息等资源都可以方便地实现共享；当然，Web 应用的最终结果是为客户提供更周到和更个性化的服务。
5. Script 语言代码可在服务器端运行，从而对源代码进行保护。

可以认为，大部分企业应用系统从 C/S 模式转向 Web 应用模式即 B/S 模式已是大势所趋。

## 2. B/S 构架尚待改进之处

就目前 B/S 构架的应用现状而言，主要缺陷是开发工具的功能有限且技术还未成熟。现在市场中占主导地位的 Web 数据库前端 ASP 开发工具 Visual InterDev 6.0（实际为 Version2），其数据控件有限；同时，很多在 C/S 构架下的成熟方法与工具尚不能完全迁移到 Web 数据库开发，反过来说，这也说明该项技术还有待进一步发展。

## 1.3 系统构架设计——两者结合

综合考虑以上所述，系统采用 B/S 与 C/S 构架两者相结合的系统平台，以发挥两者各自的优点，但基本上查询与数据录入采用 B/S 构架，复杂的数据处理、I/O 采用 C/S 构架。

## 2. 功能/信息模型设计

### 2.1 IDEF0/IDEF1X 简介 [7][8]

1981 年在美国空军 ICAM 工程首次出现的 IDEF（原为 ICAM Definition method 的缩写，现指 integration definition method），IDEF 的基本思想是结构化分析方法，其基本特点是：全面地描述系统，通过建立模型来理解一个系统；用严格的自顶向下地逐层分解的方式来构造模型，使其主要功能在顶层说明，然后分解得到逐层有明确范围的细节表示，每个模型在内部是完全一致的。系统分析、设计使用的 IDEF 方法实际上是由 KBSI 公司在提供的 IDEF 系列中的 IDEF0 与 IDEF1X，该系列包括了 IDEF0~IDEF14，其中：

IDEF0 用于产生“功能模型”，结构化地描述了系统的功能活动及其联系；

IDEF1X 用于开发“信息模型”，描述系统环境的信息结构及其语义，以此作为数据源支持数据管理、信息系统集成和数据库设计的依据。

从国内外实施 CIM 的实际经验中，充分说明系统集成中设计分析工具的重要性，其工具和方法虽不只有 IDEF 方法，但 IDEF 系列是应用最广泛的。从 1990 年在国内工厂重点应用 CIMS 之初，“863” CIMS 专家组就规定：所有 CIMS 应用工厂都必须使用 IDEF0 方法建立功能模型、进行需求分析。此外，IDEF 在降低开发费用、减少系统中的错误、促进交流的一致性及加强管理等方面都产生了效益。

## 2.2 系统功能模型设计

根据 MRPII 原理，系统划分为以下 5 个功能模块：

### 制造数据管理

MRPII 系统涉及许多生产基本信息，这些信息是一些制造标准和制造信息，是由设计和生产管理过程中产生与使用的基本信息所组成的，主要包括物料、物料清单 BOM、工艺工序、工作中心、设备工具和员工等信息。将其集中管理维护，有利于保证数据的一致性。

### 销售管理

销售管理是整个 MRPII 系统的最初入口，对销售计划、市场信息、客户订单、售后服务等各项信息进行管理，进而对销售数量、金额、业绩、客户服务等方面做出分析，用以指导生产。

### 生产管理

生产管理主要实现逐层细化的生产作业计划及其执行控制，在一段时期内将整个生产产出及其它活动调整至最佳以满足现行销售需求，同时达到整个企业的效益、生产率及具有竞争力的交货期等目标。生产管理由 MPS、MRP、CRP、PAC 等子模块组成。

主生产计划 MPS (Master Production Schedule) MPS 根据汇总的销售计划、预测和未结客户订单，安排将来各周期中应提供的销售项目和数量，以此作为驱动 MRP 的动力。MPS 必须通过粗能力平衡 (RCRP) 来初步验证计划的可行性。

物料需求计划 MRP (Material Requirements Planning) MRP 是 MRPII 的基础和核心, 利用 BOM、库存数据、MPS 和独立需求来计算物料需求, 并按照工厂日历将需求时段化, 派生出生产计划和采购计划。

能力需求计划 CRP (Capacity Requirements Planning) CRP 是一个将生产计划和各种生产资源连接起来管理和计划的功能。在 MRP 完成物料需求量的计算后, 就可以进行细能力平衡——CRP。分阶段、分工作中心精确地计算出人员负荷和设备负荷, 进行瓶颈预测, 调整生产负荷, 作好生产能力与生产负荷的平衡工作。CRP 的建立一方面能对设备和人力进行充分的利用, 另一方面能减少加工等待时间, 缩短生产周期, 为生产管理人员提供能力与负荷的信息。

车间控制 SFC (Shopfloor Controlling) SFC 根据车间的生产资源情况, 包括设备、人员、物料的可用性及加工能力的大小, 将零部件的生产计划以工票的形式下达给相应的车间。在车间内部, 根据零部件的工艺路线等信息制定车间生产的日计划, 组织日常的生产。同时, 实时地收集车间生产的动态信息, 了解生产进度, 发现问题及时解决, 尽量使车间的实际生产情况接近于生产计划。

#### 采购管理

随着企业的外购件及原材料在全部零件中所占的比例逐渐上升和对零件质量要求的提高, 采购管理显得越来越重要。采购管理依据采购计划向供应商下达采购单, 并对外购或委外加工的物料进行跟催, 要求供应商按质、按时、按量交货, 避免停工待料。

#### 库存管理

一般的库存资产占用企业总资产的 15~40%, 因此, 对库存实施准确而又有效地控制显得尤为重要。作为 MRPII 系统中的物流管理部份, 库存管理对物料进、存、出进行台帐管理, 包括物料接收、来料质检处理、物料入库、物料退货、生产领料、生产退料、产品发货和退货等作业。同时, 进行物料的 ABC 分类、库存成本计算和呆滞物料的处理。

## 2.3 系统信息模型设计

见附录。

### 3. 代码设计

代码设计实际上是一个科学管理的问题，设计出一个好的代码方案，对于系统的开发工作是一件极为有利的事情。它可以使很多数据处理（如某些统计、校对查询等）变得十分方便，另外还把一些现阶段计算机难于处理的工作变得简单。

设计代码的原则<sup>[10]</sup>是：

唯一性 每一代码仅代表唯一的实体或属性。

规范化 尽可能利用国际、国内、部门规定的标准代码。

可扩充性 当需增加新的实体时，仅对原代码体系加以追加，而无须变动原代码体系。

易识别性 便于使用人员记忆、识别，同时要便于计算机识别、分类。

简明性 在不影响代码系统的容量和扩充性的前提下，代码尽可能简短、统一。

根据以上原则，系统中的代码统一采用 10 位字符长度的混合码，代码分为实体代码、数据字典代码两大类。

#### 3.1 实体代码

代码公式：

助记码（简称，2 位汉语拼音首字母缩写）+ 序列码（8 位）

如：采购单号的格式示例为“DD00000001”

其中， DD——简称，即“订单”

00000001——序列码，允许最大数值为 99999999

显然，单据编号、物料等实体可以得到近亿的代码容量，具有充足的代码资源。

#### 3.2 数据字典代码

代码公式：

前缀助记码（2 位拼音首字母缩写）+ 助记码（简称，4 位拼音首字母缩写）+ 序列码（4 位）

如：员工类别代码有“DMYGLB0001”

其中， DM——前缀，表示该代码为数据字典

YGLB——简称，即“员工类别”

0001——序列码，表示员工类别为“采购员”，允许最大数值为 9999

### 3.3 系统代码定义

表 3.1 系统实体前缀代码定义

|    |      |    |      |    |       |    |     |
|----|------|----|------|----|-------|----|-----|
| WL | 物料   | BM | 部门   | WJ | MRP   | QG | 请购单 |
| KC | 库存项目 | YG | 员工   | NJ | CRP   | SH | 收货单 |
| CK | 仓库   | GY | 供应商  | CJ | 采购计划  | RK | 入库单 |
| KW | 库位   | SC | 生产厂家 | SJ | 生产计划  | LL | 领料单 |
| GY | 工艺路线 | LX | 联系人  | CX | 采购询价单 | TL | 退料单 |
| GX | 工序   | BZ | 班组   | CB | 采购报价单 | PD | 盘点单 |
| SB | 设备   | ZX | 工作中心 | CT | 采购退货单 | TZ | 调整单 |
| GJ | 工具   | DD | 订单   | CG | 采购单   |    |     |

## 4. 输入/输出设计

系统信息的输入，一般由用户使用浏览器登录 Intranet，经\*.ASP 将数据录入系统。数据一经录入，即可在 Intranet 内共享，如有需要，在一定权限下查询或由 Web 数据库发布信息。

当与 Intranet 以外的客户、供应商交流时，可采用 E-Mail 方式；或由客户、供应商由登录企业 Internet 中的 Web 网站后，录入或查询信息；也可打印书面单据来交流。

图 3.2 为采购子系统的输入/输出界面。

图 3.2 (a)：用户登录内部网站 WWW.MRP.COM；

图 3.2 (b)：进入采购管理模块，可选择所有相关信息；

图 3.2 (c)：进入请购单查询，可查询所有请购单相关信息；

图 3.2 (d)：得到查询结果；

图 3.2 (e)：由查询结果中的请购单号链接，可得到更为详细的请购单信息；

图 3.2 (f)：可对请购单的详细信息进行修改。



图 3.2

## 第四章 软件设计及实现

### 1. 系统环境及开发工具选择

#### 1.1 操作系统平台

网络操作系统选用微软公司的中文 Windows NT Server 4.0 系统，客户机选用 Windows 98 系统。这是由于 Windows/Windows NT 具有以下优点：

1. 易于使用的图形窗口界面，可用鼠标迅速完成常用操作，提高了易用性及使用效率。
2. 系统为进行有效组织、管理提供了多种管理与故障诊断工具。
3. 具有较高的性能和兼容性，支持多种网络协议，便于组网和网际访问。
4. 提供集成的安全性，以确保应用程序、关键数据和基本操作系统在出现蓄意破坏和用户操作错误时的安全。

此外，微软公司作为目前世界上最大软件商，提供从操作系统、数据库管理系统到各种桌面应用软件等在内的整套产品，其产品内部集成度高。

故系统采用微软公司的 Windows 98/Windows NT 作为操作系统平台。

#### 1.2 Web 服务器

系统采用与 Windows NT Server 高度集成的 IIS 4.0 (Internet Information Server) 作为 Web 服务器。IIS 通过围绕 Windows NT 所做的优化，具有很高的执行效率、易于管理、出色的安全保密性以及启动迅捷等特点。

#### 1.3 数据库管理系统

SQL Server 7.0 是 Microsoft 公司于 1998 年 11 月推出的、专为大型分布式数据环境而设计的数据库管理系统。使用它可以开发诸如数据仓库、Internet/Intranet 等应用，其特点如下<sup>[12]</sup>：

1. 简单而强大的图形化管理工具，使系统管理更为直接方便。
  2. 多线程体系结构。SQL Server 支持多线程操作，在多用户并发访问时，系统在产生较小额外负担的情况下能够进行并行处理，从而减少内存需求，提高系统的吞吐量。在用户数量增加时，SQL Server 的运行速度也不会明显变慢。
  3. 有效的 Web 信息访问机制。其组件使用户可通过 Web 服务器利用 SQL 数据，允许用户在 Internet/Intranet 上发布用户数据。
  4. 卓越的系统集成性。MS SQL Server 通过与 MS Windows NT Server 平台紧密结合在一起，从而增强了 SQL Server 数据库管理系统的功能，且仅占用较少的系统资源，可形成卓越的集成解决方案。
  5. 丰富的编程接口工具。SQL Server 提供了 Transact-SQL、嵌入式 SQL 等开发工具。Transact-SQL 与工业标准 SQL 语言兼容，并在其基础上加以扩充，使它更适合事务处理方面的需要。此外它还支持 ODBC 和 OLE DB 规范，可以使用 ODBC、OLE DB 接口函数访问 SQL Server 数据库。
  6. 具有很好的伸缩性。SQL Server 既能运行在 Windows 95/98 操作系统下，又可运行在 Windows NT Workstation、Windows NT Server 等操作系统下，并且能够实现自身动态管理，自动调整对内存、锁定等资源的使用和配置。因此可以满足从桌面应用到大型企业的分布式应用等不同层次的需求。
- 故系统采用 MS SQL Server 7.0 作为数据库管理系统。

## 1.4 开发工具

### 1.4.1 系统设计工具

前文所提的 IDEF0 和 IDEF1X 方法在计算机上实现的软件，采用由美国 Visio 公司于 1997 年推出的 Visio 5.0 Professional。这套软件作为通用系统分析、设计工具，含有很多软件工程方法工具，界面与 MS Word 相似，易于学习，方便使用。尤为显著的一点就是 IDEF1X 方法建立的信息模型可以利用其中的 Data Wizard 通过 ODBC 直接导入数据库，也可使用 Map Data Wizard 将数据库转化为 IDEF1X 模型。

### 1.4.2 程序开发工具

选用 Delphi 5.0 作为主要的程序开发工具，具备以下特性<sup>[17]</sup>：

1. 具有方便的集成开发环境，能够帮助开发人员快速生成代码，从而减少语法错误

并提高编程效率。

2. 其数据控件功能强大, 可对数据进行全方位、多层次分析, 可以图表形式显示和分析数据。
3. 提供成套的 Internet 元件, 可以很方便地实现 WinSock 编程, 访问 HTTP、UDP、FTP、SMTP、POP3 和 NNTP 等服务。故利用 Delphi 5.0 可方便地创建 Web 服务器应用程序。
4. 具有开放性与灵活性, 其开放体系结构支持多种数据库引擎。大部分数据库引擎都能与 Delphi 的数据控件协调工作。
5. 支持 MIDAS (Multi-Tiered Distributed Application Services) 技术, 使 Delphi 成为开发多层 C/S 应用程序的最佳工具。

### 1.4.3 Web 开发工具

系统的 Web 开发工具采用 Visual InterDev 6.0 和 FrontPage 2000。

Visual InterDev 是开发 ASP 的主要工具, 为 Internet/Intranet 创建数据驱动型动态 Web 应用程序提供了完整的工具集。虽然 ASP 可用常规的文本编辑器或其它工具生成, 但采用 Visual InterDev 作为开发工具具有以下优点<sup>[15]</sup>:

1. 创建 Web 应用程序提供集成、可视的快速开发环境。在 Visual InterDev 下, 可使用 ASP、VBScript 以及 JScript, 便捷地将 Web 应用程序与现行系统相集成。
2. 能自动保持本地文件与 Web 服务器上文件的同步。当在 Visual InterDev 下创建本地项目或文件后, 它将自动在 Web 服务器上为其建立拷贝, 当使用其它工具 (如 FrontPage) 对 Web 服务器中的文件进行修改后, Visual InterDev 可自动重新加载本地文件, 使其保持最新版本。因此 Visual InterDev 可与 FrontPage 共享工程项目, 并使用相同的 HTML 编辑器。
3. 集成数据库访问工具, 支持对数据库表的编辑。利用 Visual InterDev, 可实现 Web 优化的数据库存取和丰富的数据库编程功能, 并可运用熟悉的 VBScript 与 JScript 快速创建功能强大的数据库驱动 Web 站点。对于 SQL Server 数据库, 在 Visual InterDev 下无须编写任何代码, 即可直接打开数据库表进行操作。
4. Visual InterDev 环境中包含了客户机与服务器的编程工具、数据库连接工具、内容编辑工具、出版与站点管理工具以及基于小组的开发支持功能。这些工具连同预先创建的部件、向导和样本, 可使开发人员更快地创建和部署 Web 应用,

极大地提高了工作效率。

在开发过程中，Visual InterDev 与 FrontPage 既有分工也有合作。Visual InterDev 是创建动态 Web 站点的集成开发环境，可在其中结合各种脚本开发 ASP 和 HTML 应用程序。Web 站点的创建、管理及各种控制、处理功能都是利用 Visual InterDev 来设计的。FrontPage 页面修饰工具，利用它可方便地对已生成的 Web 应用程序进行页面上的修饰和编辑。

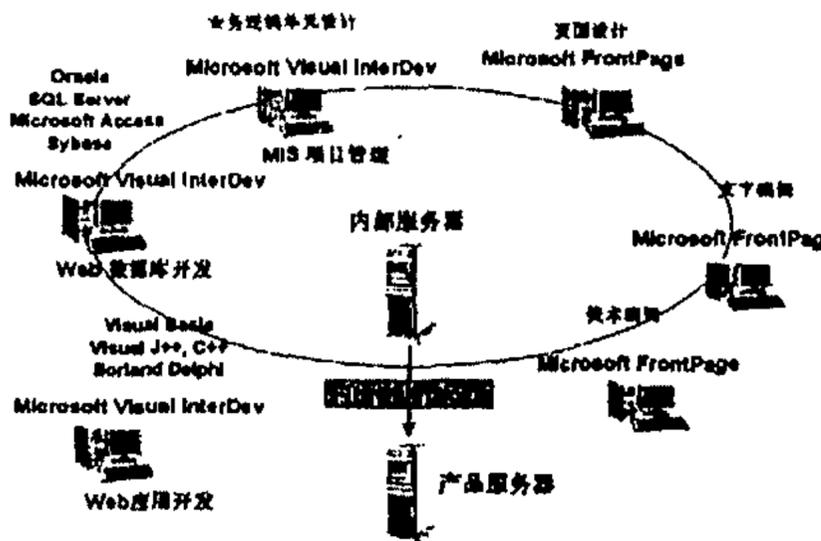


图 4.1 系统开发的 Intranet 环境

## 2. 物料需求计划 MRP

### 2.1 概述

一种产品可能由成百上千或更多的物料组成，它们的加工和采购周期各不相同，因而需求日期也不尽相同。MRP 不仅要编制自制件的生产计划，还要编制外购件的采购计划。这样，物料的供应才能够准确地反映生产需求，使它们在需用的日期内能够配套备齐，满足装配或交货的要求。同时，MRP 还解决了物料的积压问题，即实现在不需要的时期内没有的过量库存。简而言之，在 MPS 指导下，MRP 根据产品结构和物料库存状况制定出详细的生产计划和采购计划。

MRP 使计划人员从繁重的计算工作中解脱出来，使宝贵的时间资源真正用于计划工作本身。MRP 从本质上提高了计划的快速性、可行性和前瞻性。运作良好的 MRP 可以大大降低仓库储量，减少流动资金的积压。

## 2.2 业务人员职责

- 工程部门制定合理的 BOM 结构;
- 计划部门必须及时制订经过初能力平衡的 MPS;
- 仓库管理部门及时准确地提供正确的库存数量;
- 采购部门及时准确地提供采购单数量以及实收数量;
- 计划部门制定 MRP。

## 2.3 业务流程

### 1. 编制 MRP

计划员根据已通过审核的 MPS、未结请购单等数据进行 MRP 的编制。

### 2. 生产能力平衡

计划员执行 CRP，分析可能存在的生产瓶颈，进行能力平衡。

### 3. 下达 MRP

经 CRP 分析 MRP 可行后，计划主管审核、批准 MRP。

### 4. 生成生产计划和采购计划

将 MRP 中的物料按自制件和外购件分类，生成生产计划和采购计划，但此时两项计划均处于录入状态。

### 5. 下达生产计划和采购计划

生产计划和采购计划需由计划主管审核，可根据经验对单个项目略微调整，生成正式的生产计划和采购计划向全厂发布。

## 2.4 MRP 的输入信息

MRP 的输入信息包括 4 个方面：

- ◆ MPS（主生产计划）
- ◆ BOM（物料清单）
- ◆ 独立需求（请购单）
- ◆ 库存信息

1. **MPS:** MPS 为 MRP 提供基本的数据，开始编制物料需求计划时，必须首先得到

一个有效的 MPS。MPS 数据的准确性直接影响其下游的 MRP 生成的数据准确性。为便于单据跟踪，MRP 信息中包含对应的数据来源 MPS 的标识号。MPS 与 MRP 的关系如图 4.4。

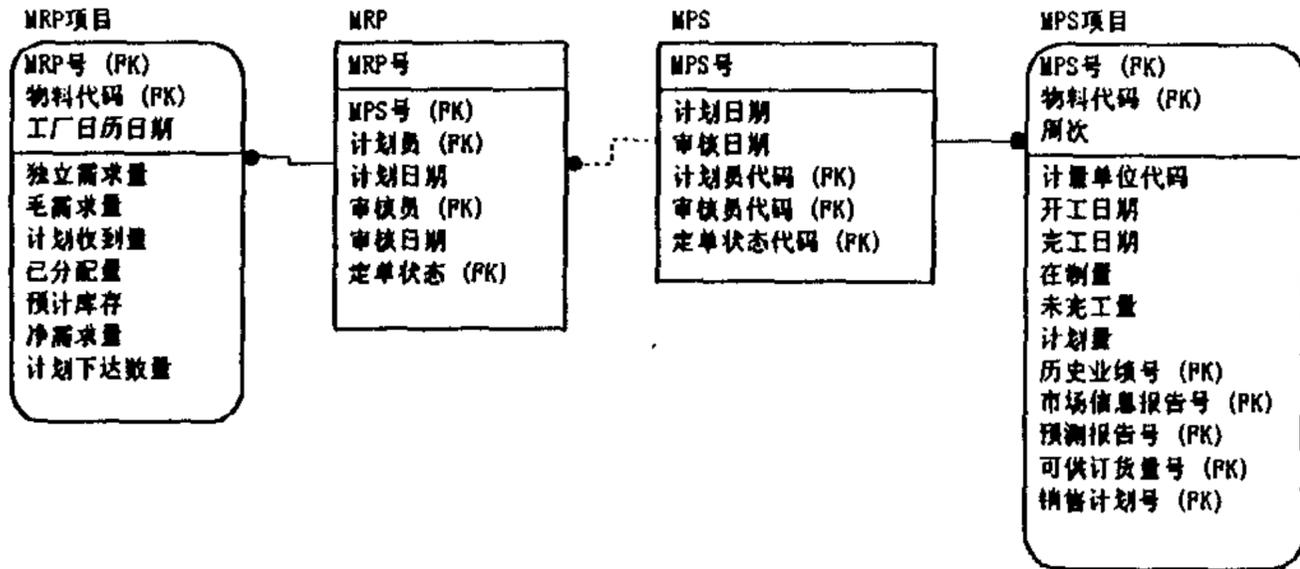


图 4.4 MRP、MPS 的 IDEF1X 图

2. **BOM**: 物料清单是为装配或生产一种产品所需要的零部件、配料或原材料的清单。即 BOM 说明产品是由什么组成的，各需要多少。MRP 从其中得到有关 MPS 项目的零部件、原材料的数据。
3. **独立需求**: 独立需求是 MRP 的第二个数据来源。系统中采用请购单作为独立需求来源之一，因为仅仅当对物料有独立需求时，即需要服务件、样品、实验性项目以及厂内需求（包括办公用品、机床、设备的备品备件和工具等等），才可提交请购单。对于销售中发生的独立需求，均纳入 MPS，与相关需求不加区别。
4. **库存信息**: 库存信息说明 BOM 中列出的每个项目的物料可用数据和编制订单数据。

物料可用数据包括 [3]：

- ◆ **现有库存量**: 指仓库中实际存放的可用库存量。
- ◆ **计划收到量**: 指将来某个时间某库存项目的入库量。该入库量一般来源于正在执行中的采购单或生产单。
- ◆ **已分配量**: 指已经分配给某使用者、但还未从仓库中领走的库存项目数量。这些库存项目在仓库中存放着，但不能使用。

编制订单数据包括：

- ◆ **物料类别**: 标识物料是外购件还是自制件。当 MRP 运行时，由此决定该物料归

属于采购计划还是生产计划。对于采购项目，不需要产生项目的制造需求，采购项目是指外购件。对于生产项目，就必须利用物料清单来决定用哪些零部件或原材料来制造这个项目。

- ◆ 提前期 (Lead Time): 由于生产因素是变化的, 因此, 提前期也是动态变化的。自制件与外购件的提前期是不同的。对于外购件而言, 提前期是指从项目订货到该项目到货并验收入库时相隔的时间, 系统以前一次采购时实际交货期为准。对于自制件 (含制造件或装配件) 而言, 提前期是产品或零件在各工艺阶段投入的时间比最后完工出产的时间所提前的天数, 由准备时间、加工时间或装配时间等组成, 系统中这些数据是由物料的加工工序文件提供。
- ◆ 安全库存: 安全库存是物料在库存中保存的多余数量。设置安全库存的目的在于预防需求或供应方面不可预料的波动, 避免造成生产或供应中断, 减缓用户需求与工厂之间、供应商和工厂之间、制造与装配之间的矛盾。
- ◆ 批量 (Lot Size) 规则: 批量是在某个时间生产或采购某个项目的数量。对于每一种物料, 都需规定应按何种批量规则订货或生产。显然, 外购件与自制件应区别对待。外购件的批量规则是由采购人员根据库存管理的要求和目标, 权衡利弊后选择的 (主要考虑因数是订货成本); 而自制件的批量规则是由工艺设计部门根据经济生产批量来权衡利弊后确定的 (主要考虑因数是降低准备成本、降低运输成本和降低在制品成本)。

由于现行市场为买方市场, 一般物料基本上在订购数量和时间上均能予以保证, 故外购件的批量策略采用近似直接批量法 (As Required)。通过与供应商询价得到外购件的采购批量和起订点, 然后根据供应商的信誉以及报价来选择供应商以期降低采购成本。

## 2.5 MRP 计算过程

本系统中 MRP 的编制分为几个步骤: LLC 顺序计算、毛需求量计算、净需求量计算和生产计划 (或采购计划) 下达。采用分步处理, 主要目的是为了降低一次计算的计算规模和复杂度。

### 1. 物料分解计算顺序——LLC 顺序计算

历来物料分解是 MRP 处理的核心, 也是难点。一般地, 需求量计算按照低位码

LLC 顺序进行，而按照 LLC 顺序执行时需要使用活动链表，但利用活动链表计算过程比较复杂、计算量大，于是在应用于中小企业的 MRPII 系统中多采用其它方法。可是，从原理上来考虑，目前只有 LLC 顺序才可能得到准确的需求量<sup>[2]</sup>。故系统仍采用 LLC 顺序来进行计算，但求取方法有所不同。

系统将计划 BOM 生成安排在 BOM 录入后将 BOM 状态设置为“执行”时触发，于是将这项计算工作量较大的任务在平时进行，从而降低了 MRP 的计算强度。

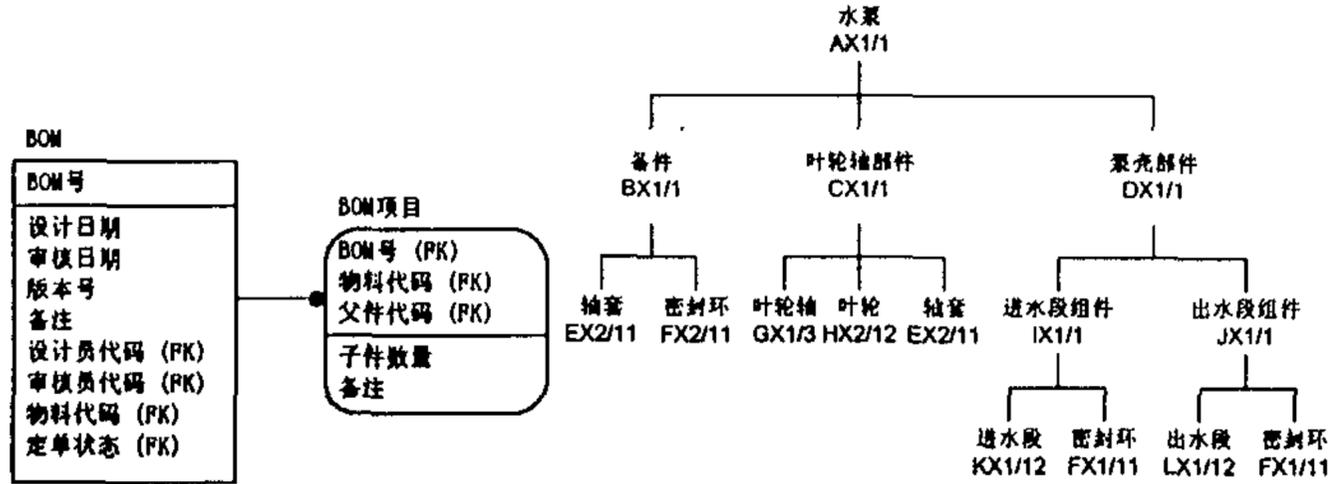


图 4.2 BOM 的 IDEF1X 图

图 4.3 水泵 A 的结构树

原理如下：

与常规 BOM 不同的是在树型结构所有叶结点加上一个假想结点——元零件“0”，并假定“0”的父结点为其自身，即所有零件（包括元零件“0”）均由 0 个元零件“0”组成。通过 SQL SERVER 中的 VIEW（视图）得到有构成关系的物料组合表，以反映 BOM 中的各条链路。

表 4.2 中显示的第 4 级物料全为元零件“0”，忽略该元零件“0”即可轻松地复原得到产品结构树。同时，在此表的基础上，可得到各链路上各个物料与 0 级物料的构成数量关系和相应的综合提前期，如：第 9 条记录中“F”与“A”的构成数量关系为  $1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1$ ，综合提前期为  $1+1+1+1=4$ 。

通过这种方法，最终生成计划 BOM，为下一步 LLC 顺序的计算做准备。

如表 4.2 所示，从最低一层物料开始由子物料到父物料反向搜索，同层物料顺序则从表记录顺序进行，直至顶层物料，依次记录第一次搜索到的物料，于是得到一组物料序列，表中可得“0-K-F-L-E-G-H-I-J-B-C-D-A”，将该物料序列逆序并剔除元零件“0”，得到“A-D-C-B-J-I-H-G-E-L-F-K”，结果与活动链表是基本一致的。以此类推，将例中物料复杂化或增加物料种类，可以同样得到 LLC 顺序，这是由于 LLC 顺

序的求取与以上的思想是一致的（从顶层物料开始，按层次分解，物料出现的最低一层为其所属层次）。

表 4.1 水泵 A 的计划 BOM

| 记录号 | BOM 号      | 物料代码 | 父件代码 | 子件数量 |
|-----|------------|------|------|------|
| 1   | BMXXXXXXXX | B    | A    | 1    |
| 2   | BMXXXXXXXX | C    | A    | 1    |
| 3   | BMXXXXXXXX | D    | A    | 1    |
| 4   | BMXXXXXXXX | E    | B    | 2    |
| 5   | BMXXXXXXXX | F    | B    | 2    |
| 6   | BMXXXXXXXX | G    | C    | 1    |
| 7   | BMXXXXXXXX | H    | C    | 2    |
| 8   | BMXXXXXXXX | E    | C    | 2    |
| 9   | BMXXXXXXXX | I    | D    | 1    |
| 10  | BMXXXXXXXX | J    | D    | 1    |
| 11  | BMXXXXXXXX | K    | I    | 1    |
| 12  | BMXXXXXXXX | F    | I    | 1    |
| 13  | BMXXXXXXXX | L    | J    | 1    |
| 14  | BMXXXXXXXX | F    | J    | 1    |
| 15  | BMXXXXXXXX | E    | 0    | 0    |
| 16  | BMXXXXXXXX | F    | 0    | 0    |
| 17  | BMXXXXXXXX | G    | 0    | 0    |
| 18  | BMXXXXXXXX | H    | 0    | 0    |
| 19  | BMXXXXXXXX | K    | 0    | 0    |
| 20  | BMXXXXXXXX | L    | 0    | 0    |
| 21  | BMXXXXXXXX | 0    | 0    | 0    |

表 4.2 水泵 A 的物料组合表

| 0 级物料 | 1 级物料 | 2 级物料 | 3 级物料 | 4 级物料 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| A     | B     | E     | 0     | 0     |
| A     | B     | F     | 0     | 0     |
| A     | C     | G     | 0     | 0     |
| A     | C     | H     | 0     | 0     |
| A     | C     | E     | 0     | 0     |
| A     | D     | I     | K     | 0     |
| A     | D     | I     | F     | 0     |
| A     | D     | J     | L     | 0     |
| A     | D     | J     | F     | 0     |

## 2. 毛需求量的计算

通过 MPS 中的相关需求（包括产品、部件、组件的非零件需求）和独立需求（零件需求），加上请购单记录的独立需求，按照 LLC 顺序可逐层得到各个物料在每个

时间段上的综合毛需求，计算公式如下：

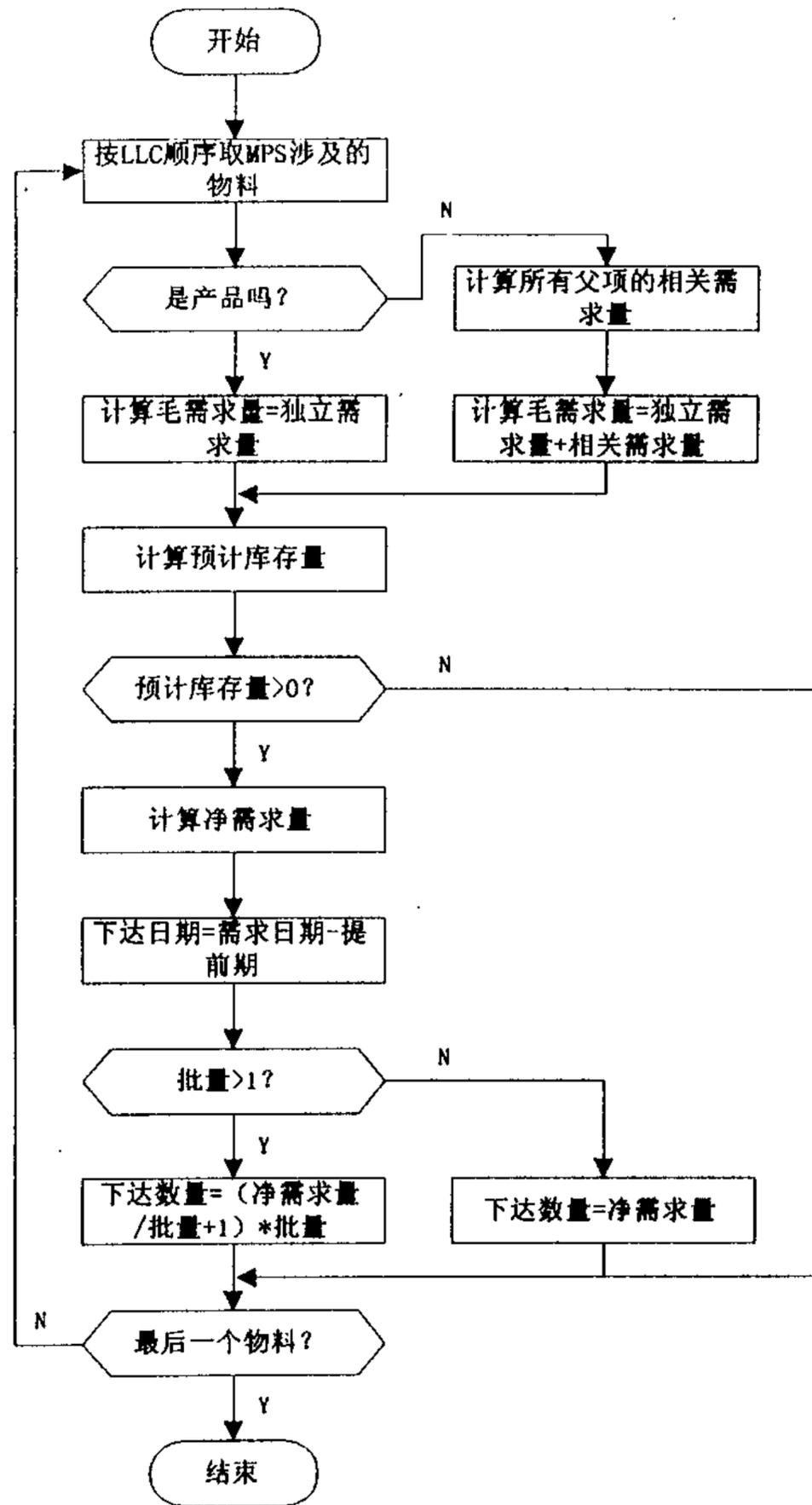


图 4.4 MRP 计算流程图

项目综合毛需求量=项目独立需求(请购单)+项目独立需求(MPS)+父项相关需求(MPS)

公式 4.1

### 3. 净需求量的计算<sup>[3]</sup>

- ◆ 计算各个时间段上的预计库存量:

$$\text{预计库存量} = \text{前期库存} + \text{计划收到量} - \text{毛需求量} - \text{已分配量} \quad \text{公式 4.2}$$

其中,在第一个时段上的前期库存量为该物料的库存项目中的可用库存量(=现有库存量-已分配量)。

- ◆ 确定净需求量

若在某个时间段上的预计库存量为负数,则产生净需求:

$$\text{净需求量} = |\text{预计需求量}| - \text{已分配量} \quad \text{公式 4.3}$$

- ◆ 确定下达数量和下达日期

对于 MRP 中的自制项目,根据其工序中已规定的批量对净需求量进行“规整”得出计划下达量,而

$$\text{净计划下达日期} = \text{需求日期} - \text{提前期} \quad \text{公式 4.4}$$

与自制项目不同,外购项目的批量按上次采购实际批量计算。

## 3. 能力需求计划 CRP

### 3.1 概述

CRP 是对 MRP 所需能力进行核算的一种计划管理方法。因为 MRP 是在资源无限的条件下编制的,如果仅有物料而没有足够的生产能力,则仍然无法完成原有的生产指标,故计划是否可行还需进一步分析。分析的主要内容是判断对于一定的生产负荷(即生产任务)是否有足够的生产能力。

MRP 的对象是物料,物料是具体的、形象的和可见的;CRP 的对象是能力,能力是抽象的,且随工作效率、人员出勤率、设备完好率等因素变化而变化。因此,CRP 需要把对物料的需求转换为对能力的需求,即将 MRP 计划下达的生产计划和已下达但尚未完工的车间作业计划,按工厂日历转换为每个工作中心各时段的能力需求。

### 3.2 业务人员职责

设计部门负责提供所有产品的工艺流程和工序标准；  
生产车间负责维护工作中心的能力、设备状况；  
计划部门负责 CRP。

### 3.3 业务流程

#### 1. 准备 CRP 的输入数据

输入数据包括：已下达的生产计划、MRP 生产计划、工艺路线文件、工作中心文件和工厂日历等。

#### 2. 编制工作中心负荷报告

#### 3. 瓶颈辨识并输出瓶颈报告

根据各工作中心的能力与负荷，运用 TOC 理论辨识生产中将可能出现的瓶颈，为车间控制子系统排产进行准备。

#### 4. 分析结果并反馈调整

超负荷和负荷不足都是应解决的问题。如果超负荷，则必须采取措施解决能力问题，否则不能实现生产计划；如果负荷不足，则作业费用增大。因此，必须对负荷报告进行分析，并反馈信息、调整计划。

### 3.3 工作中心负荷计算

#### 1. 编制工序计划

以倒序排产的方法编制工序计划，编制工序计划有三个步骤：

##### ◆ 准备输入的数据

为了计算每个物料的每道工序对每个工作中心的负荷，需准备多种数据，包括：计划下达的 MRP 生产计划中计划下达量和计划下达日期；工艺路线文件中的单个零件每道工序、所用工作中心号、定额加工工时和准备工时；以及从工作中心文件中的排队时间和工作时间。

##### ◆ 计算负荷

MRP 计划下达量乘以定额工时；对每道工序的负荷应加上标准准备时间。

$$\text{工序加工时间} = \text{工序定额工时} \times \text{计划下达量} \quad \text{公式 4.5}$$

$$\text{每个工作中心上每道工序的负荷} = \text{准备时间} + \text{加工时间} \quad \text{公式 4.6}$$

◆ 计算每道工序的交货日期和开工日期

$$\text{每天可用标准工时数} = \text{每天计划工时} \times \text{工作中心利用率} \times \text{效率} \quad \text{公式 4.7}$$

$$\text{开工日期} = \text{交货日期} - \text{工序加工时间} \div \text{每天可用标准工时数} \quad \text{公式 4.8}$$

2. 按时段计算负荷

当对所有的计划生产的物料都编制了工序计划之后，就可以产生工作中心负荷报告，反映在一定的时段内计划订单和已下达订单的能力需求。为了按时段累计工作中心负荷，要将每个工作中心的所有订单所需定额工时全部加在一起，最终得到为满足 MRP 所需的总设备工时或劳动力工时。

$$\text{总负荷工时} = \text{已下达负荷工时} + \text{计划负荷工时} \quad \text{公式 4.9}$$

$$\text{能力负荷差异} = \text{能力} - \text{总负荷} \quad \text{公式 4.10}$$

$$\text{能力利用率} (\%) = \text{总负荷} \div \text{能力} \times 100 \quad \text{公式 4.11}$$

### 3.5 瓶颈辨识

1. 辨识原理<sup>[26]</sup>

显然，在一定时间内资源往往是有限的，而只要存在无限的需求，用有限的资源去满足无限的需求，则必将导致瓶颈的出现。按 TOC 的定义，所谓瓶颈（或瓶颈资源，也称约束），指的是实际生产能力小于或等于生产负荷的资源，这一类资源限制了整个企业出产产品的数量。要判别一个资源是否为瓶颈，应从该资源的实际生产能力与它的生产负荷或对其的需求量来进行考察。

假设某型水泵 P 的生产流程如图 4.5 所示：

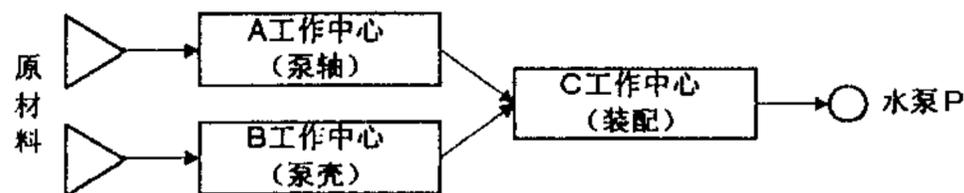


图 4.5 水泵 P 的生产流程

为说明方便，不妨假设工作中心 A 生产叶轮轴，工作中心 B 生产泵壳，工作中心 C 负责装配生产出水泵 P，并且一台水泵只有一根轴，一套泵壳。

情况 1: 对水泵 P 的市场需求为每周 30 台, 工作中心 A 的生产能力为每周生产 35 根泵轴, 工作中心 B 的生产能力为每周生产 40 套泵壳, 工作中心 C 的生产能力为每周装配 25 台水泵。

显然, 这时 A、B 的产出品会在 C 资源前积压, C 哪怕是满负荷每周装配 25 台水泵 P, 也将不能满足市场每周 30 台水泵 P 的需求。

情况 2: 对水泵 P 的市场需求为每周 28 台, 工作中心 A 的生产能力为每周生产 15 根泵轴, 工作中心 B 的生产能力为每周生产 25 套泵壳, 工作中心 C 的生产能力为每周装配 20 台水泵 P。

这时, 若相对市场需求来说, 工作中心 A、B、C 都应该为瓶颈, 但根据 TOC 的定义, 当前只有工作中心 A 为瓶颈。因为虽然工作中心 C 的生产能力为每周装配 20 台, 但每周只能接到工作中心 A 所能生产的 15 根泵轴的最大生产负荷, 即其生产能力超过了对其的需求量, 故不是瓶颈。工作中心 B 的生产能力虽达不到市场的要求, 但其生产出的泵壳已经在工作中心 C 前积压了, 即其生产能力超过了后续环节对其的需求量, 也不是瓶颈。这时, 只有将工作中心 A 的生产能力提高, 才能更好地满足市场需求, 否则只是盲目改进工作中心 B、C, 却对最终产出于事无补, 相反会导致更多的在制品积压。

根据矛盾论, 旧的主要矛盾消除了, 原来次要矛盾又会上升为新的主要矛盾。同样, 旧的瓶颈暂时消除了, 新的瓶颈又会出现。瓶颈的一系列变化见图 4.6, 方框中的数字表示工作中心的生产能力, 阴影表示瓶颈。

图 4.6 (a): 初始情况, 显然 A 为整个生产流程中的瓶颈。

图 4.6 (b): 针对瓶颈 A, 调配机床与人员, 增加其生产能力 100%; 此时 A 不再是瓶颈, 原本生产能力不足的 C 成为新的瓶颈。

图 4.6 (c): 针对瓶颈 C, 通过外协加工使其生产能力提高 50%; 此时 C 也不再是瓶颈, 原本生产能力不足的 B 又成为新的瓶颈。

图 4.6 (d): 针对瓶颈 B, 通过改进生产工艺, 使其生产能力提高到每周生产 29 套泵壳; 因而 B 也不再是瓶颈, 市场需求是实现生产能力的新瓶颈。

图 4.6 (d): 针对成为瓶颈的市场需求, 通过加强销售, 使市场需求提高到每周 32 台水泵; 从而市场需求就不再是瓶颈, 生产中的薄弱环节 B 又再次成为新瓶颈。

如此反复循环, 通过 TOC 的瓶颈辨识方法, 总是抓住生产中存在的约束——最薄弱的生产环节, 加以改进, 从而提高了管理效率, 避免了不必要的时间和资源浪费。

同时，由此可见，TOC 理论中的瓶颈并非一成不变，生产管理人员必须不断努力采取措施以消除不断变化的瓶颈。

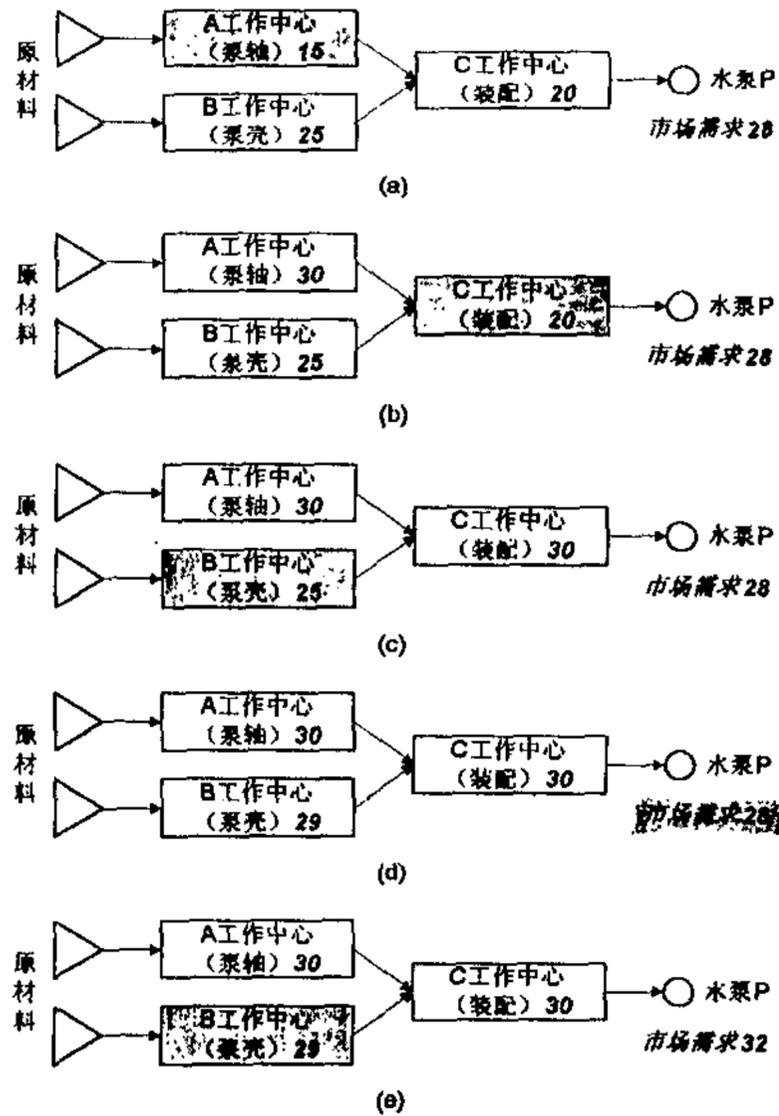


图 4.6 瓶颈的变动

综上所述，TOC 理论关于“瓶颈”的定义可以形式化描述如下：

对于系统中的  $n$  个资源  $X_1, X_2, \dots, X_n$ ，实际产出能力  $C_1, \dots, C_n$ ，系统外部需求量  $MR_1, \dots, MR_n$ 。某些资源之间存在互为输入和输出的关联关系  $R$ 。假设与资源  $X_i$  相关联的资源的标号所组成的集合为  $S$ ，即

$$S = \{j | j \neq i \wedge \exists R(X_i, X_j)\} \quad \text{公式 4.12}$$

那么，资源  $X_i$  为瓶颈，当且仅当

$$C_i \leq \min\{MR_i, \min\{\forall C_j, j \in S\}\} \quad \text{公式 4.13}$$

即瓶颈资源  $X_i$  的能力  $C_i$  必不能满足对其的外部需求  $MR_i$ ，同时任何一个与之互为输入和输出关系的资源的能力  $C_j$  也大于  $C_i$ 。

## 2. 辨识算法

瓶颈辨识的具体步骤如下：

- ◆ 查询工艺流程，得到单个产品所用的工作中心；
- ◆ 根据 MRP 中的生产计划，将各个物料的加工负荷按时段分配到相应的工作中心，并均匀地分布在物料的开工日期与完工日期之间，从而得到工作中心负荷报告；
- ◆ 根据工作中心负荷报告，查出能力利用率大于 1 的工作中心的最大负荷；
- ◆ 由物料的工艺流程得到该工作中心的前/后一道工序所用工作中心的能力，并与之比较。若该工作中心的能力最小，则为瓶颈，否则不是瓶颈。

## 3.6 调整步骤及措施

### 1. 分析原因

如果有很多工作中心表现为超负荷或负荷不足，则能力不平衡。在进行校正之前，必须分析其原因。

引起能力不平衡的原因可能是 MPS 的问题，也可能是其它问题。

在制订 MPS 的过程中，已通过粗能力计划从整体的角度进行了能力分析，可发现主要问题。但对计划进行详细的能力检查时，还会出现有些在粗能力计划中不曾考虑的因素在起作用。例如：主要的维修件订单等独立需求未反映在 MPS 中；忽略了拖期订单；粗能力计划没有包括所有的关键工作中心，等等。

如果在 MPS 中忽略了一项影响能力的因素而造成能力不平衡，首先应做的是调整负荷或能力以满足 MPS 对能力的需求，而不是修改 MPS。只有完全必要时，即没有办法满足能力需求时，才修改 MPS。其它因素（如提前期）也可引起能力问题。例如，在 CRP 中考虑了提前期，而在粗能力计划中不曾考虑；提前期增大影响到负荷的分布。

### 2. 调整能力和负荷

如果消除了以上各种因素之后，能力和负荷仍不能平衡，则需从能力和负荷两方面采取措施。

调整能力的措施：

- ◆ 调整劳动力：如果缺少劳动力，则根据需要调配增加工人；如果劳动力超出当前

需要，则可安排培训，提高工人技术水平；或重新分配劳动力，把负荷不足的工作中心的工人分配到超负荷的工作中心。

- ◆ 安排加班：加班只能是一种应急措施，经常加班绝不是一种好方法。
- ◆ 重新安排工艺路线：一旦某个工作中心承担的任务超负荷，则可以把一部分订单安排到负荷不足的替代工作中心上去，从而两个工作中心的负荷水平都得到改善。
- ◆ 外协：如果在相当长的时间内超负荷，可以考虑把某些瓶颈作业安排外协。

调整负荷的措施有：

- ◆ 重迭作业：为了减少在工艺路线中两个相连的工作中心的总加工时间，可以在第一个工作中心完成整个批量的加工任务之前，把部分已完成的零部件传给第二个工作中心。
- ◆ 分批生产：将一份订单的批量细分成几个小批量，在同样的工作中心上同时安排生产。这种调度方法不能降低负荷，而是将负荷集中在更短时间内。
- ◆ 减少准备提前期：将准备过程规范化，可以减少准备时间，从而降低负荷。于是可以把节省下来的能力用于实际的加工过程。
- ◆ 调整订单：考虑可否把一份订单提前或推迟安排，或者先完成一份订单的一部分、其余部分拖后安排，有些订单可否取消等等。

## 4. 采购管理系统

### 4.1 概述

采购管理系统是对企业日常的采购活动进行管理，帮助采购人员控制并完成从采购申请、采购计划、采购订单、来货接收至检验入库的采购物料的全过程。可有效地监控整个采购计划的实施、采购成本的变动及供应商交货履约情况；录入供应商信息，对其报价进行分析，从而帮助采购人员选择最佳供应商及采购策略，确保采购工作高质量、高效率及低成本地执行，使企业具有最佳的供货状态。

## 4.2 业务流程

### 1. 提交请购单

由员工根据需要生成请购单，经确定审批通过后成为正式的请购单下达。

### 2. 货源调查、供应商认证、供应商档案管理

按照现代企业的经营观点，企业同供应商的关系不再是讨价还价的关系，而是一种合作伙伴关系，双方应建立比较长期的供求协定，互惠互利。

- ◆ 供应商认证。根据 ISO 9000 的要求，为了保证产品质量，首先要确保进厂材料的质量。各种物料的供应商都必须经过认证，建立供应商基本信息记录。在系统中将无法与没有记录的供应商进行采购交易。
- ◆ 收集整理并录入认证供应商的相关资料，建立供应商记录，其中包括：

供应商基本信息：供应商代码、名称、信誉级别、电话、地址、付款期限、货币种类等。

供应商信誉记录：按时交货情况、质量及售后服务情况。

供应商联系人信息：联系人代码、名称、地址、电话等。

以上信息具体内容见图 4.7。

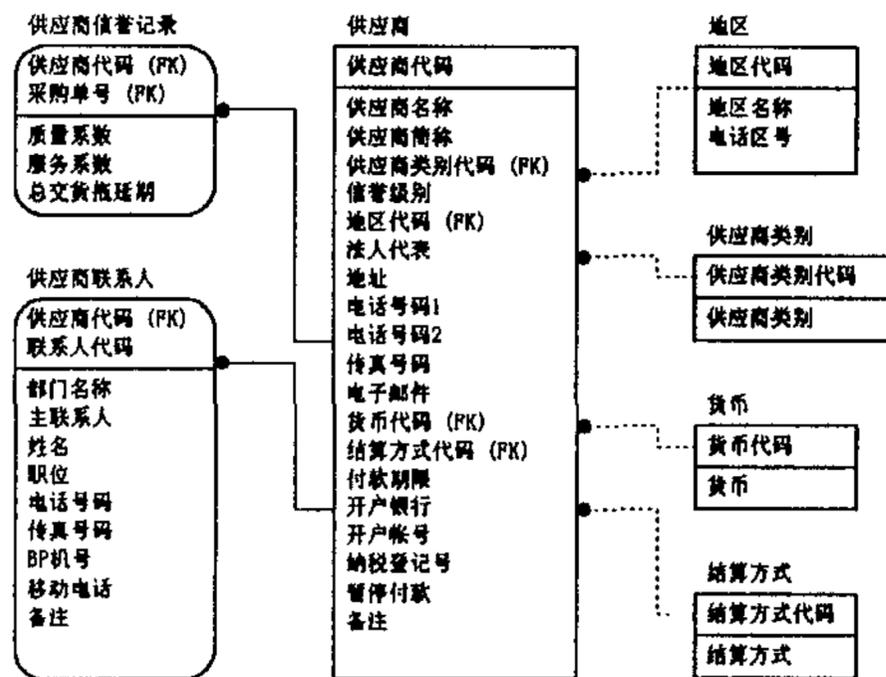


图 4.7 供应商 IDEF1X 图

### 3. 询价与报价

查询记录，选择适当的供应商，通过 E-Mail 等方式就物料价格、技术和质量条件进行询价和洽商，建立报价记录。根据报价和信誉记录，对供应商进行多维比

较和分析。

#### 4. 核准并下达采购单

- ◆ 根据 MRP 子系统所产生的采购计划，核准采购的必要性和采购条件的正确性，如有需要可做必要调整。
- ◆ 与供应商签订供货协议——采购单，确定交货批量和交货日期、收货地点、运输方式。采购主管定期批准采购单；打印正式采购单，经签字、盖章后下达采购单，发给供应商。

#### 5. 采购单跟踪

依据系统自动生成收货计划，运用 E-Mail 等方式来跟踪采购单执行情况，查询供方加工速度、及时催货，并做好收货准备直到确认物料接收无误。系统提供多种查询途径，从采购单号、物料代码、供应商代码、采购员代码、交货日期等进行查询采购单的细节，以便掌握情况。

#### 6. 到货验收入库

按收货计划收货，核对采购单和实际到货情况的一致性，录入收货单，进行库存事务处理。经验收后，才可办理入库单，如若不合格即可退货、退款。

各采购员对于不能及时到货的采购单，通过新增采购单、暂停执行采购单等方式处理，以保证物料及时供应。

#### 7. 采购单完成

进行付款结算，根据供应商交货时间、物料质量、服务质量进行信誉评价并录入，维护采购提前期和批量规则数据的准确性。

对已完成入库的采购单作“完成”及“结清”处理，结单后的采购单不再参与需求计划的计算。

### 4.3 业务人员职责

员工提交请购单；

部门主管审批请购单；

采购员根据 MRP 运算结果或非计划采购内容制订采购单；

采购主管审批采购单，审批结果为：批准、锁定、取消批准采购单。

## 4.4 业务单据

请购单：当库存已无所需物料时，可提交请购单，经申请人所在部门领导批准，即可纳入采购计划。此单据的设置主要用于企业一切独立需求（包括生产需求与非生产需求）的管理。

询价单：在进行物料采购时，使用询价单向供应商查询所需物料的报价、批量和折扣率等数据。若供应商拥有 E-Mail 地址，可直接发送电子邮件向其询价。

采购报价单：供应商接到询价单后，提交报价单以提供所需物料的报价、批量和折扣率等数据。供应商同样也可通过电子邮件返回采购报价单。

采购计划：根据 MRP 下达的计划数据，自动生成采购计划，用作询价和采购的依据。

采购单：根据供应商的报价、批量和折扣率以及供应商的信誉选择供应商，经与供应商协商，可签订采购合同——采购单，以明确交货批次、交货地点、价格、币种、运输方式、结算方式等有关条款。

收货计划：系统根据采购单每日自动更新收货计划，以提示采购人员及时跟踪供应商，敦促其准时交货，如遇意外，采购人员就可立即采取措施，如：终止采购单、另选供应商。收货计划同时可供仓库为当天应到物料准备收货。

收货单：当供应商交货、验货后，仓库收货人员的收货凭据。

采购退货单：若所收物料不符合要求，录入采购退货单，经批准后退货，同时与供应商结清，更新其信誉记录。

## 4.5 主要功能描述

### ◆ 控制采购权限

要严格控制成本，首先要控制资金流出。MRP II 系统设置了每一个采购员的采购物料范围，以规范采购管理。

### ◆ 采购报价单有效日期维护

因为市场商品的价格是无时无刻在变化的，采购报价是有时效性的，所以要经常去维护，系统会自动提示已失效的采购报价单。

### ◆ 采购单支持多批次交货

采购一批物料时，有时供应商并不一定一次交清，可能分几次交清，采购单允许

多批次交货。如图 4.8 所示，系统信息模型设计时已考虑到多批次交货，因而设立实体“采购项目交货”。

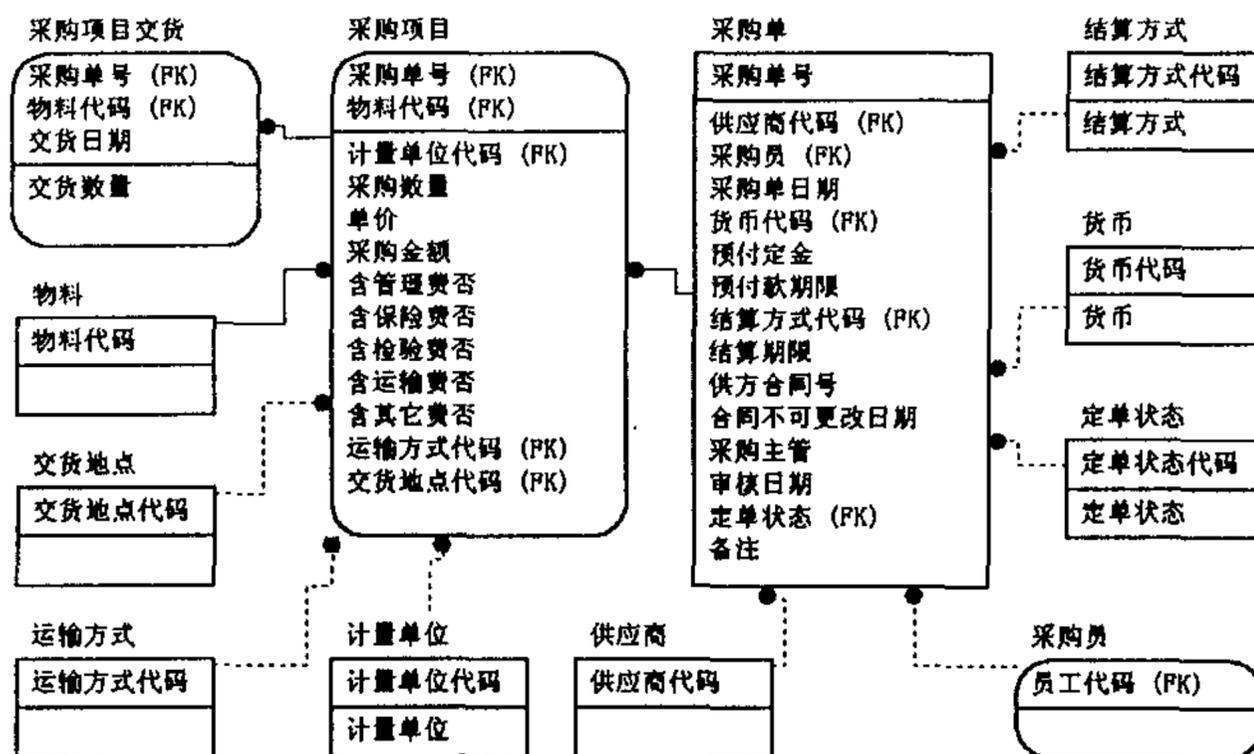


图 4.8 采购单 IDEF1X 图

◆ 起订批量、货价折扣

当供应商提供优惠时，就可能涉及货价折扣的问题，系统提供了多个批量段物料折扣功能。

◆ 多币制处理

系统支持不同币种采购物料，并根据本位币及汇率进行换算。

◆ 采购单据综合查询

采购管理系统提供灵活的查询方式可从各个方面反映采购情况，如：按照物料/供应商/日期/采购员查询询价单、采购报价单、采购单、收货单、采购退货单等。

## 5. 库存管理系统

### 5.1 概述

库存管理是企业物流管理的主要环节，准确的库存数据是保证生产计划与采购计划顺利执行、乃至整个系统有效运行的基础。库存管理系统协助仓库管理人员对库存

项目的入库、出库、盘点和调整等事务性操作进行全面的控制和管理，使管理人员及时获取准确的库存信息，还可进行库存分析，如库存资金分析、ABC 分类分析等。

系统以实时方式建立和维护生产活动中的各种物流数据，包括物料接收、来料质检处理、物料退货、生产领料、生产退料、产品发货和退货等；同时，提供盘点功能以便定期检查当前库存量的准确性。通过定期的盘点核对当前库存，不断发现存在的问题，提高物料管理水平，最终减少盘点次数，节约企业资源。另外，配合生产作业和销售发货发布相关信息，使仓库和车间管理人员对物料需求相关事宜及早安排准备。

## 5.2 库存分类

库存管理的对象——物料是指广义的物料，包括产品、零部件、原材料、辅料、工具设备等一切物料。按来源分类主要有外购件、外协件、自制件，另外还有易货、捐赠等类型。为财务统计方便，物料又可按加工状态分类：成品、半成品、在制品。

同样，仓库一般也根据存放的物料类别分为：原料库、外购件库、半成品库、成品库和行政库等。

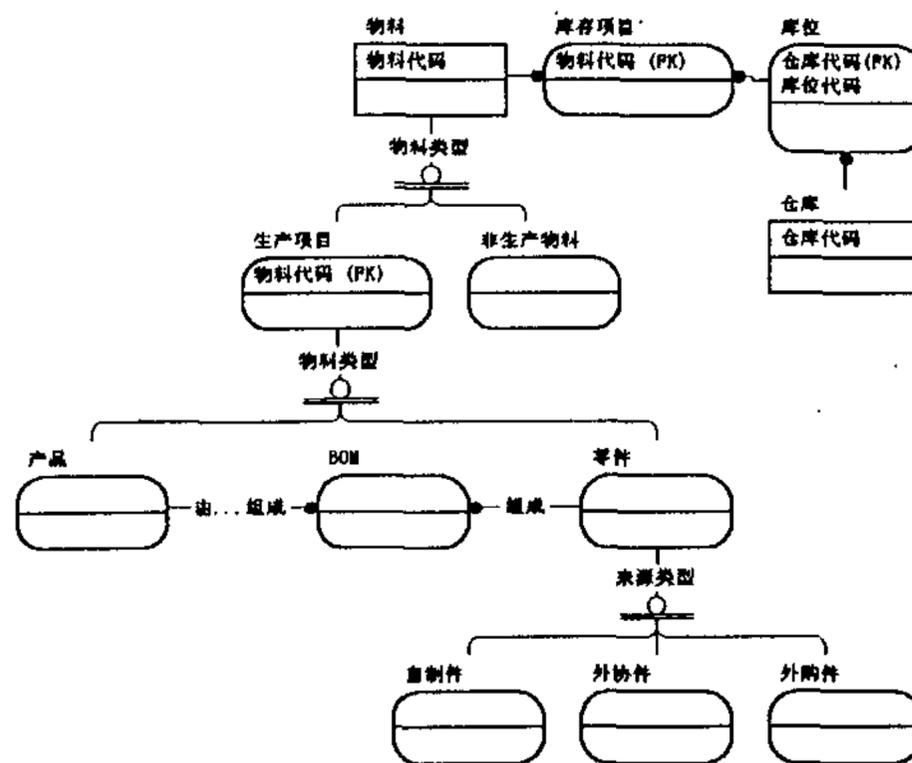


图 4.9 物料与库存项目 IDEFIX 图

物料的保存一般会出现这样的情况，同一种物料被保存在不同的库位、不同的仓库，而同一库位保存不同的物料。因而系统设立实体“库存项目”，如图 4.9 所示，

将物料和库位联系起来，即同一种物料被保存在多少个库位就有多少个与之对应的库存项目。物料与库存项目之间是“一对多”联系，库位与库存项目之间也是“一对多”联系，避免出现“多对多”的不确定联系。

### 5.3 业务人员职责

仓库保管员、负责人等相关人员负责仓库出/入库的日常事务处理；  
由仓库部门或财务部门主持库存盘点；  
技术部门、采购部门负责提供有关基本信息。

### 5.4 业务流程

#### 1. 收货/发货

根据收货计划分析物料的入库量并安排仓库存储空间；当采购的物料到货后收货。根据发货计划准时安排产品发货。

#### 2. 入库/退货

接收的物料经检验合格后方可入库，否则进行退货。

#### 3. 领料/退料

根据车间作业计划产生发料计划来安排物料的发放与领取；当物料节余时，进行退料并记录供事后分析。

#### 4. 盘点/调整

- ◆ 盘点中的数量清点应进行两次，如果两次数量相同，表示盘点正确，否则表示错误。错误的盘点必须重新进行，最后才将盘点结果录入盘点单；
- ◆ 按盘点日期核对、批准盘点单；
- ◆ 当盘点后出现盘赢或盘亏时，必须采用数量调整的方法进行处理，提交调整单；
- ◆ 审核、批准调整单，调整库存项目的数量至实际数量。

### 5.5 业务单据

入库单：原料、产品和零件等一切物料的入库凭据。其中，外购件/外协件收货后，经检验合格方可入库，并仅当提交入库单后更新库存项目。

发料计划：根据车间作业计划产生发料计划来安排物料的发放与领取。

领料单：企业员工领取物料的出库凭据。

退料单：企业员工凭退还物料的入库凭据。

盘点单：盘点后记录盘点实绩的凭据。

调整单：盘点出现盈亏时，根据盘点单经审核后进行调整的凭据。

发货计划：系统根据客户订单每日自动更新发货计划，以提示销售人员准时交货。同时，发货计划可供仓库为当天应发产品准备发货。

发货单：按客户订单向客户发货时的出库凭据。

退货单：客户退货时，记录退货有关情况的凭据。

## 5.6 主要功能

### ◆ 多库位管理

系统支持多库区、多库位以满足物料控制的进一步细化，不仅可以处理物料存放在单一库位的库存事务，也可对同一种物料存放在多个仓库的多个库位的情况进行处理。同时，系统不但记录了一个物料在每一个仓库的库存数量，还在统计表中提供汇总的物料库存数据。在库存管理系统中，所有的物料均可以分区管理，从而对分布在企业内部各个区域（如物料待检区、退料区、货仓、生产车间、生产坏料区、成品区等）进行全方位的物料管理。

### ◆ 最大库存和安全库存控制

系统对每一种物料设置库存上限（最大库存量）和库存下限（安全库存量），若超过上、下限时，系统会发出提示信息，以便管理人员采取措施。

### ◆ 多种计量单位的转换

系统提供多种计量单位，允许物料在库存中使用不同的计量单位，在事务处理时，可实现计量单位之间的转换，以保证数据的准确性。

### ◆ 盘点方式

系统提供一般盘点与随机盘点两种方式。所谓一般盘点是指库存所有物料全部进行盘点，随机盘点是指对库存物料进行抽样盘点。

### ◆ 库存调整

系统提供盘盈、盘亏的调整处理，调整单能追踪盘点单号



## 工厂日历的设置

工厂日历的设置采用了向导程序，可使用户无须专门指导，即可完成工厂日历的设置，具体的设置步骤见图 4.11。

首先，设定起始日期、终止日期以及起始日期为工厂日历的星期几，系统根据起始日期和终止日期可计算出工厂日历的长度（天数）（图 4.11（a））；

其次，设定工厂日常休息日以及标准工作时间（图 4.11（b））；

然后，设定特定节假日的名称和相应的公历日期（图 4.11（c））；

系统由以上参数自动生成所需工厂日历，并显示工厂日历的日期、相应的公历日期、工厂日历星期和工厂日历周号等。系统允许用户进行局部调整，可在具体的日期之前或之后加入若干工作日，或将某日设定为休息日，这样更方便用户使用，也更符合用户实际工作中的需求（图 4.11（d））；

最后，由用户确认即可生成正式的工厂日历，其结果可打印输出以备审查。



图 4.11 工厂日历设置步骤

## 6.4 工厂日历的使用

工厂日历有“录入”、“使用”、“锁定”和“废弃”四种状态，各状态之间可进行调整。工厂日历设置好后，即自动进入“录入”状态；如若需要，通过“工厂日历管理中心”程序操作，将工厂日历历史记录中已设置的工厂日历——即处于“录入”的工厂日历激活，取代当前使用的工厂日历，该日历进入“使用”状态；在日历更换操作时，当前工厂日历进入“锁定”状态，以防止对计划进行修改导致的数据不一致性；被更换下来的工厂日历进入“废弃”状态，仅供日后查询 MRPII 系统生产管理有关计划的历史记录使用。

## 结 束 语

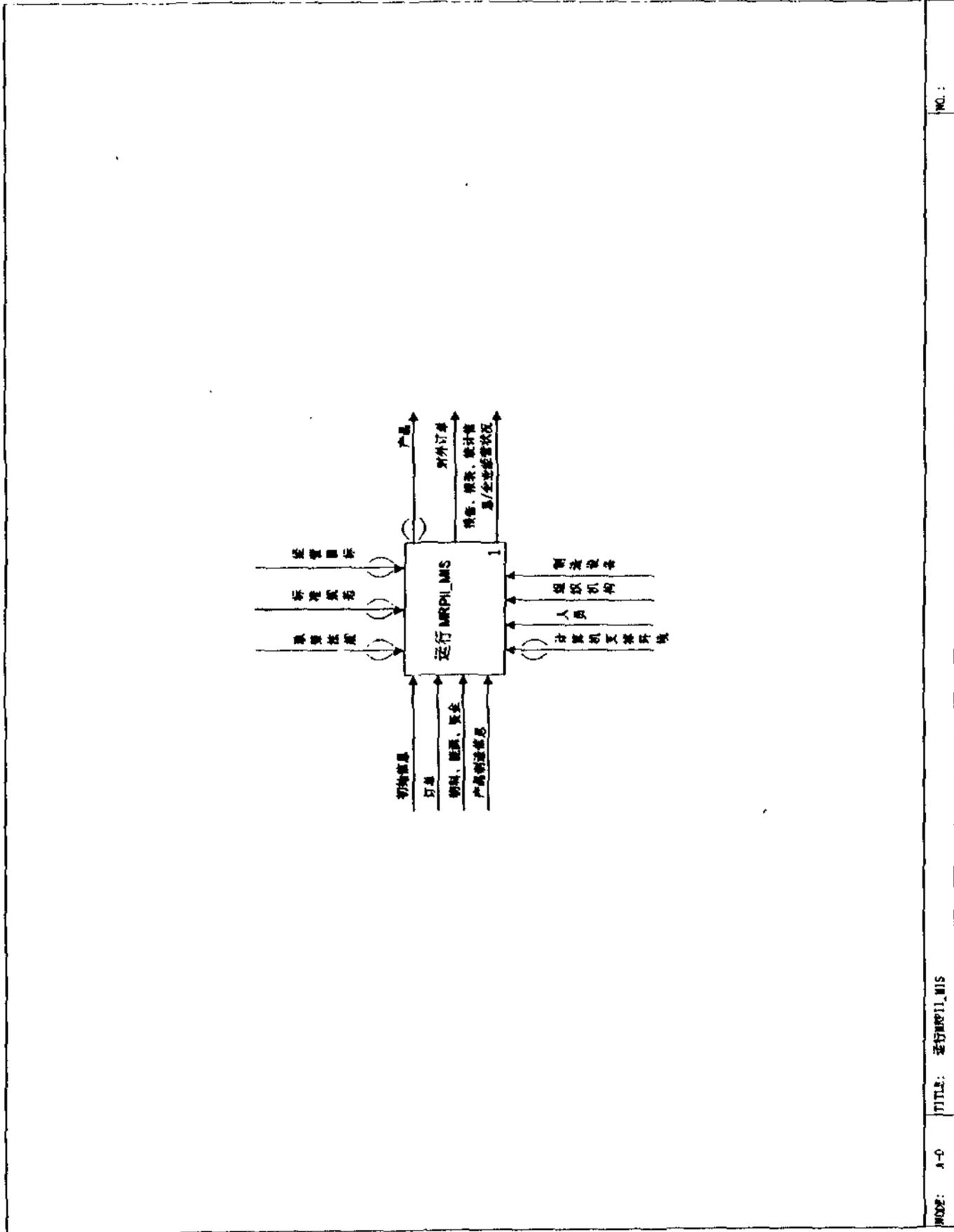
在孙宗禹教授、钟经农教授两导师的悉心指导下，通过课题开发小组的共同努力，基于 Web 的 MRPII 系统管理软件研发——这一既定课题任务已基本完成。

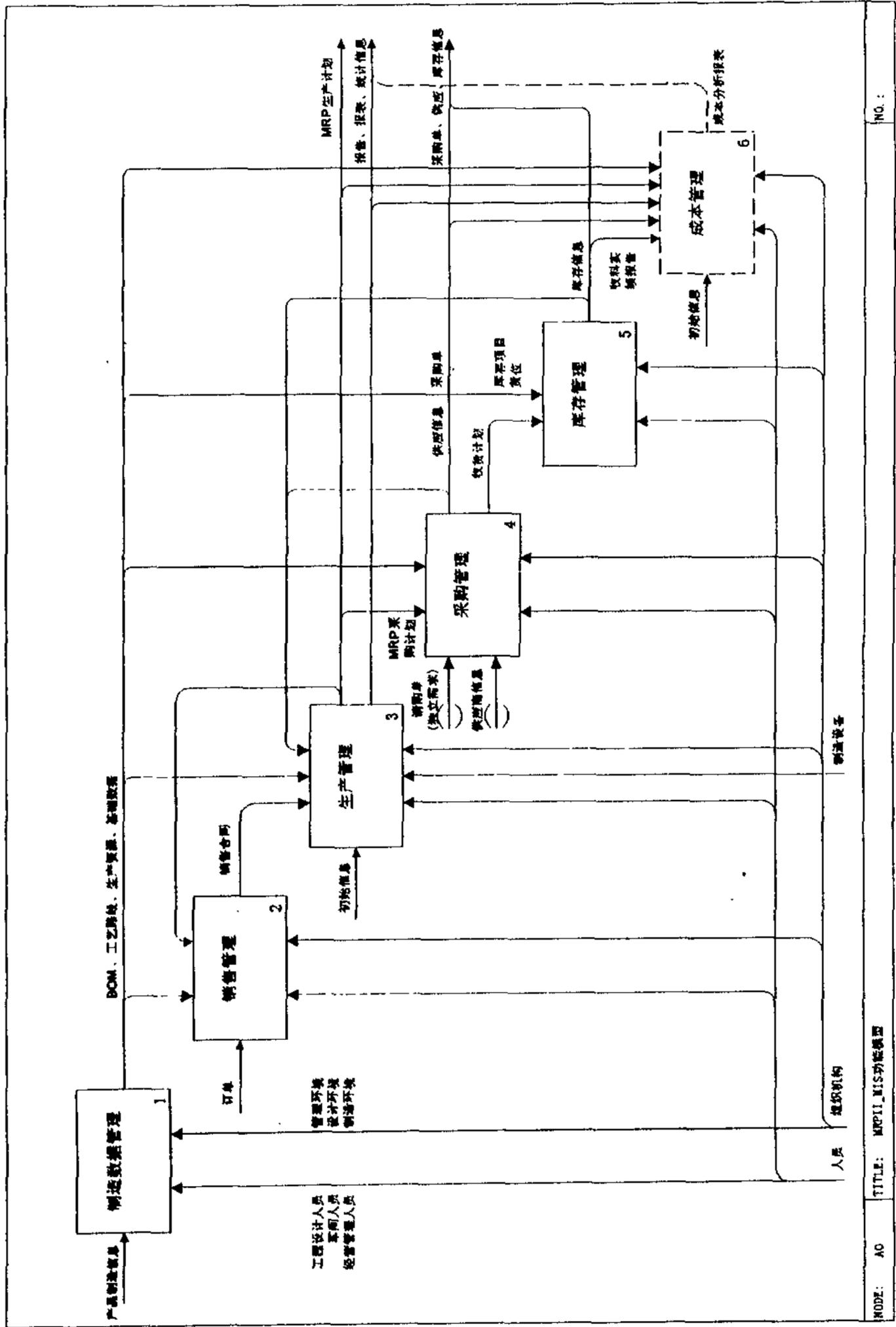
本文作者承担了课题的 MRP、CRP、库存管理、采购管理等 4 个模块的设计开发工作。对于开发过程中出现的核心技术问题，通过学习、研究，特别是在导师们的启发下，提出了个人的解决方案和算法，具有一定的创新性，如：

1. MRP 模块中物料分解算法的 LLC 顺序求取，针对原有的活动链表算法计算复杂这一不足之处，引入“元零件”的概念，无须 LLC 码也可成功求取 LLC 顺序，方法简便易行。
2. 在 CRP 模块中，引入 TOC 理论，通过计算即可找出存在的生产瓶颈，而非模拟的方法，这样减少了计算规模，提高了计算效率。
3. 在采购、库存管理模块中，详细分析了一般企业采购、库存的作业流程，并参考其它同类型的成熟软件，提出一整套规范的业务流程，在软件中加以实现，可满足企业采购、库存业务的需要，从而保证了整个 MRPII 系统得以正常运行。

课题的研究成果对于进一步改进 MRPII 系统的管理、实现制造企业管理现代化，有着参考意义；同时软件实现中提出的算法对于 MRPII 系统软件的编制有着同样的参考意义。

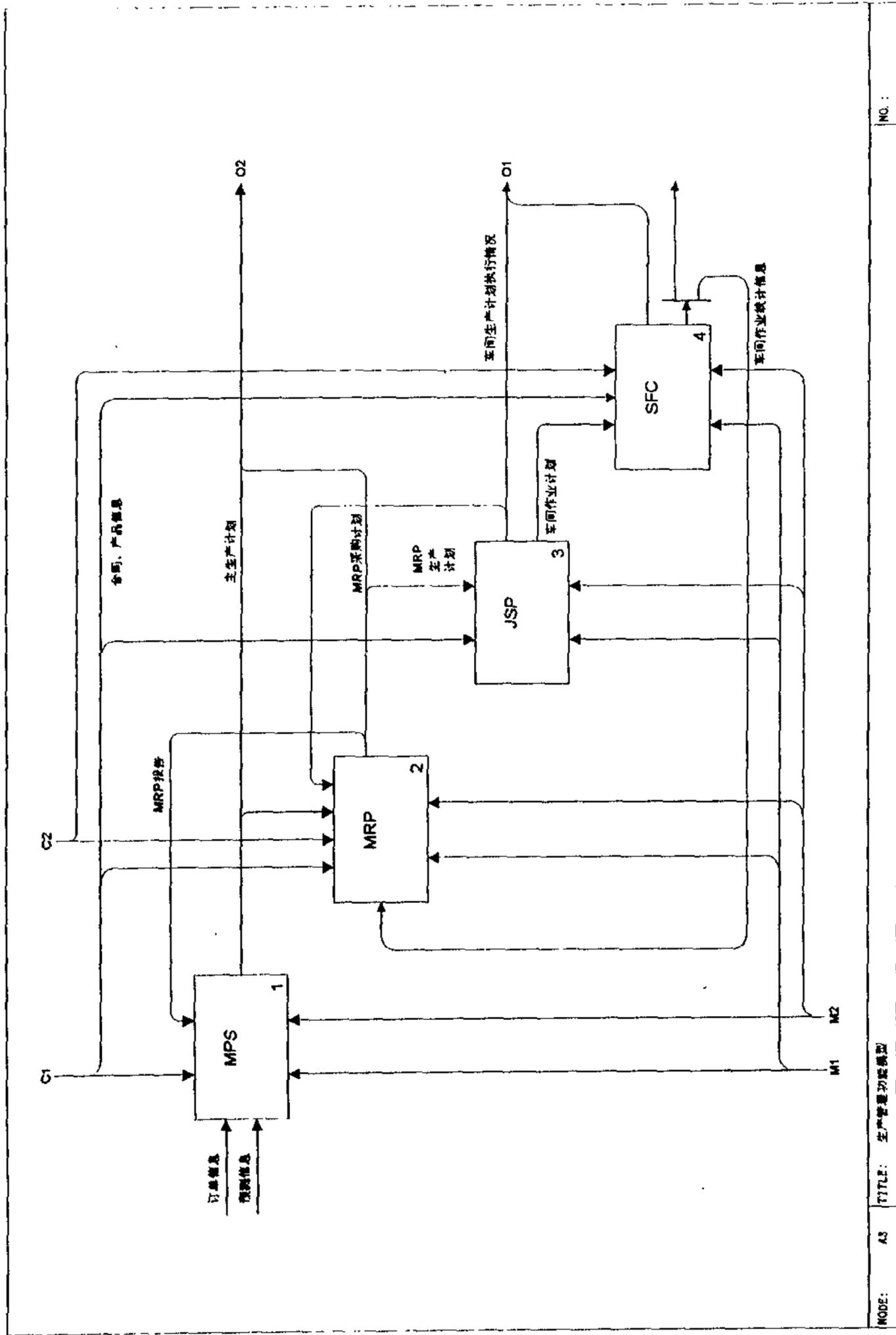
# 附录



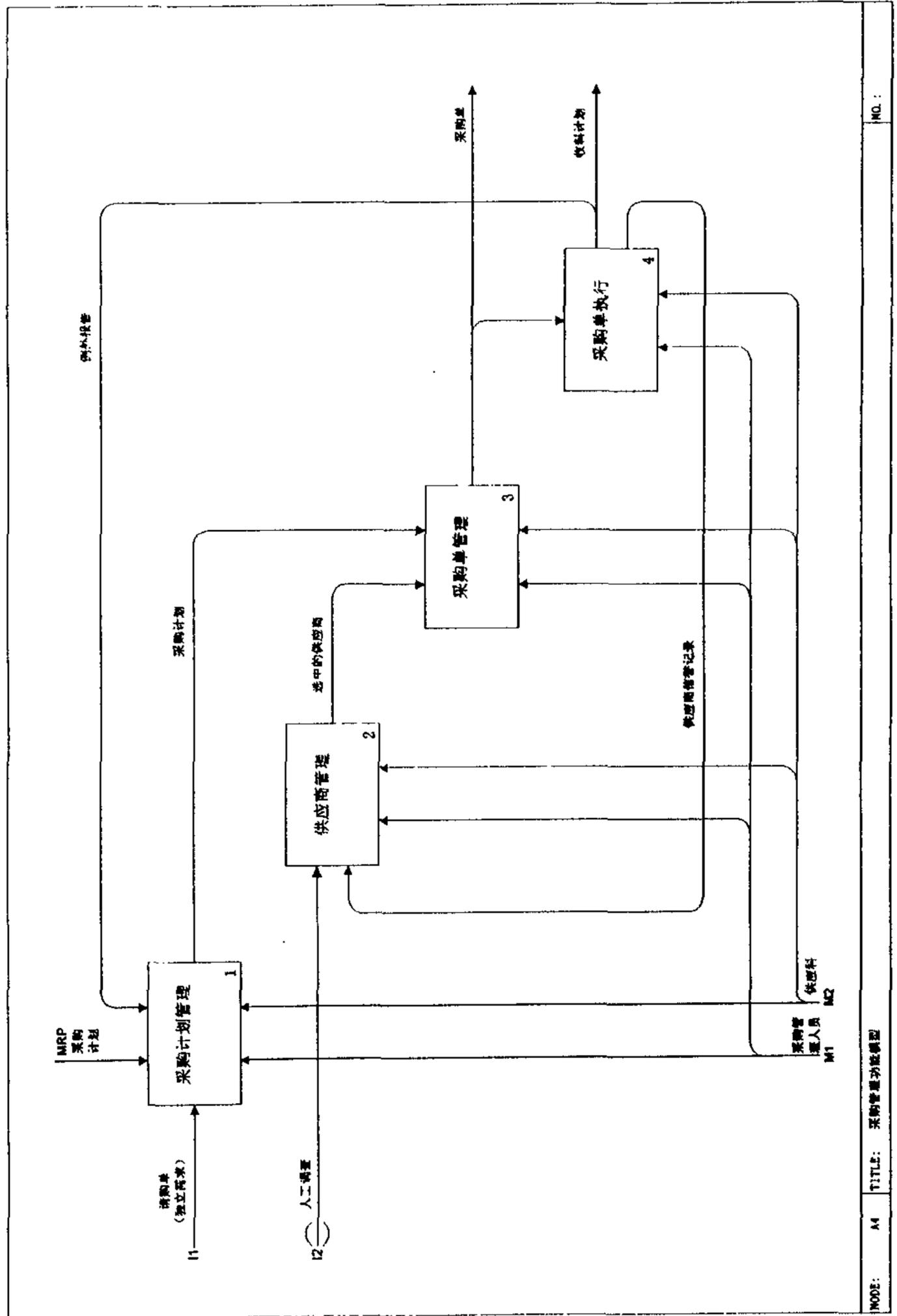


NO. :

MODE: AO TITLE: MRPII\_功能模型

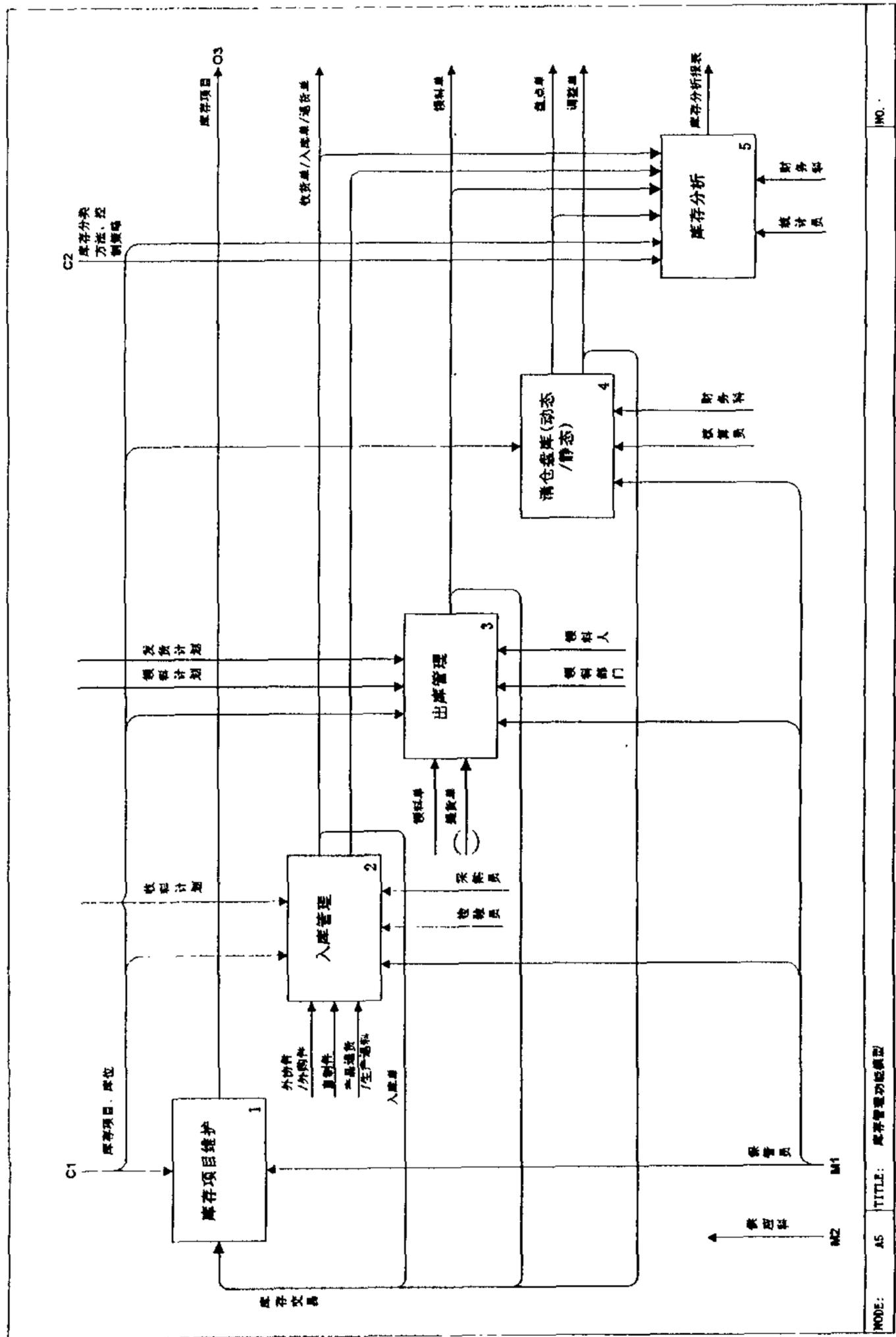






NO.:

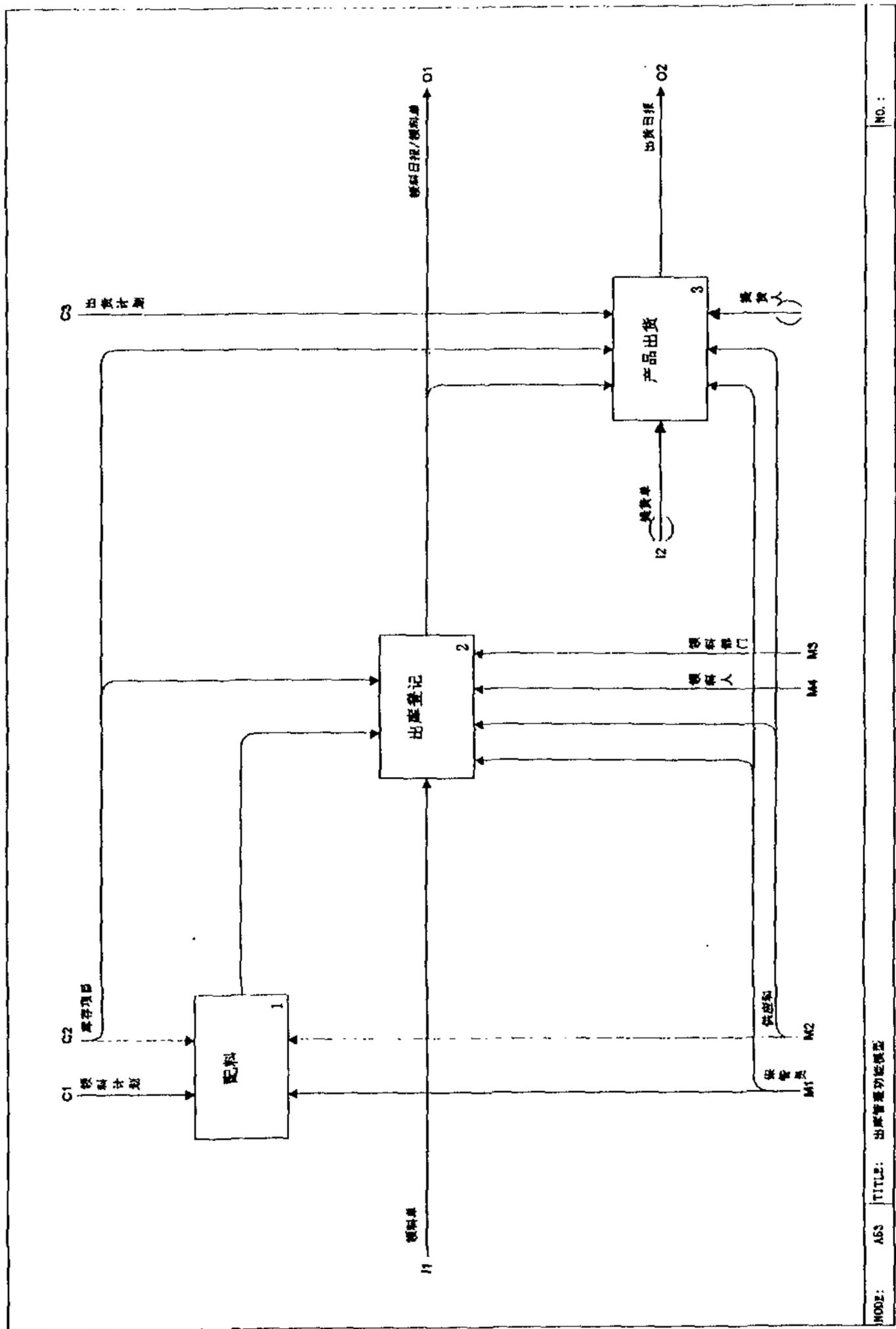
MODE: A4 TITLE: 采购管理功能模型



MODE: A5 TITLE: 库存管理功能图

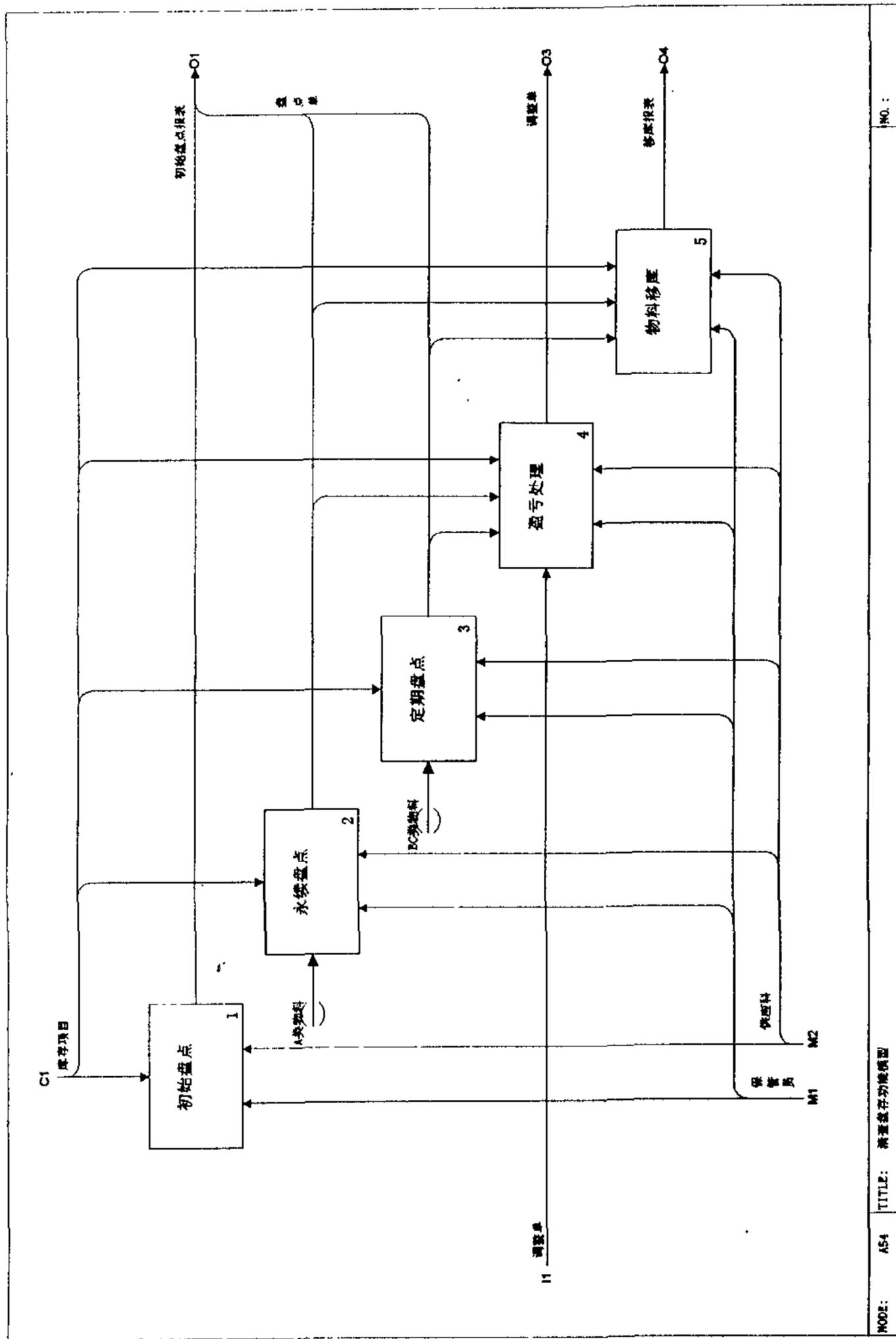






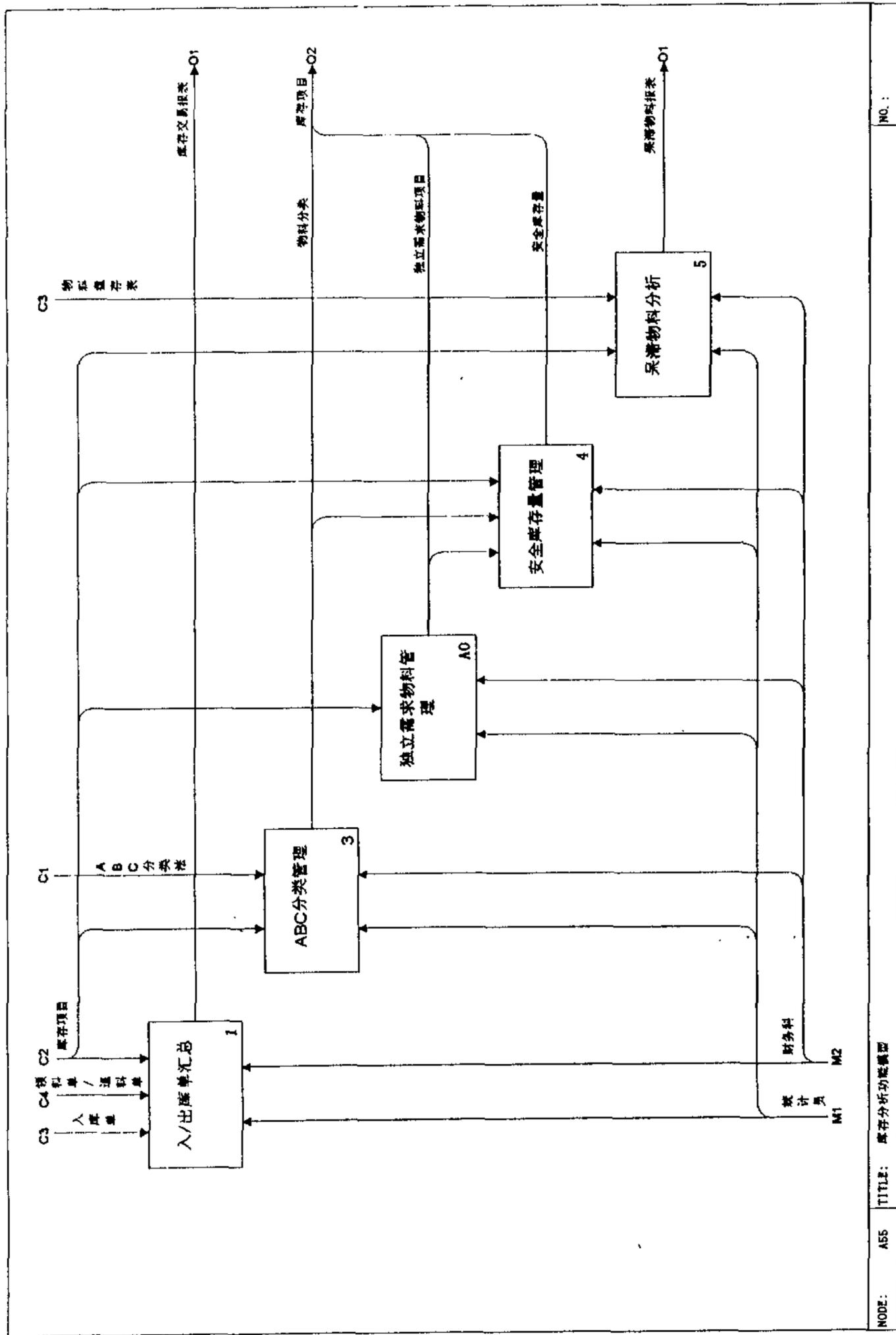
NO.:

MODE: ABS TITLE: 出库管理功能模型

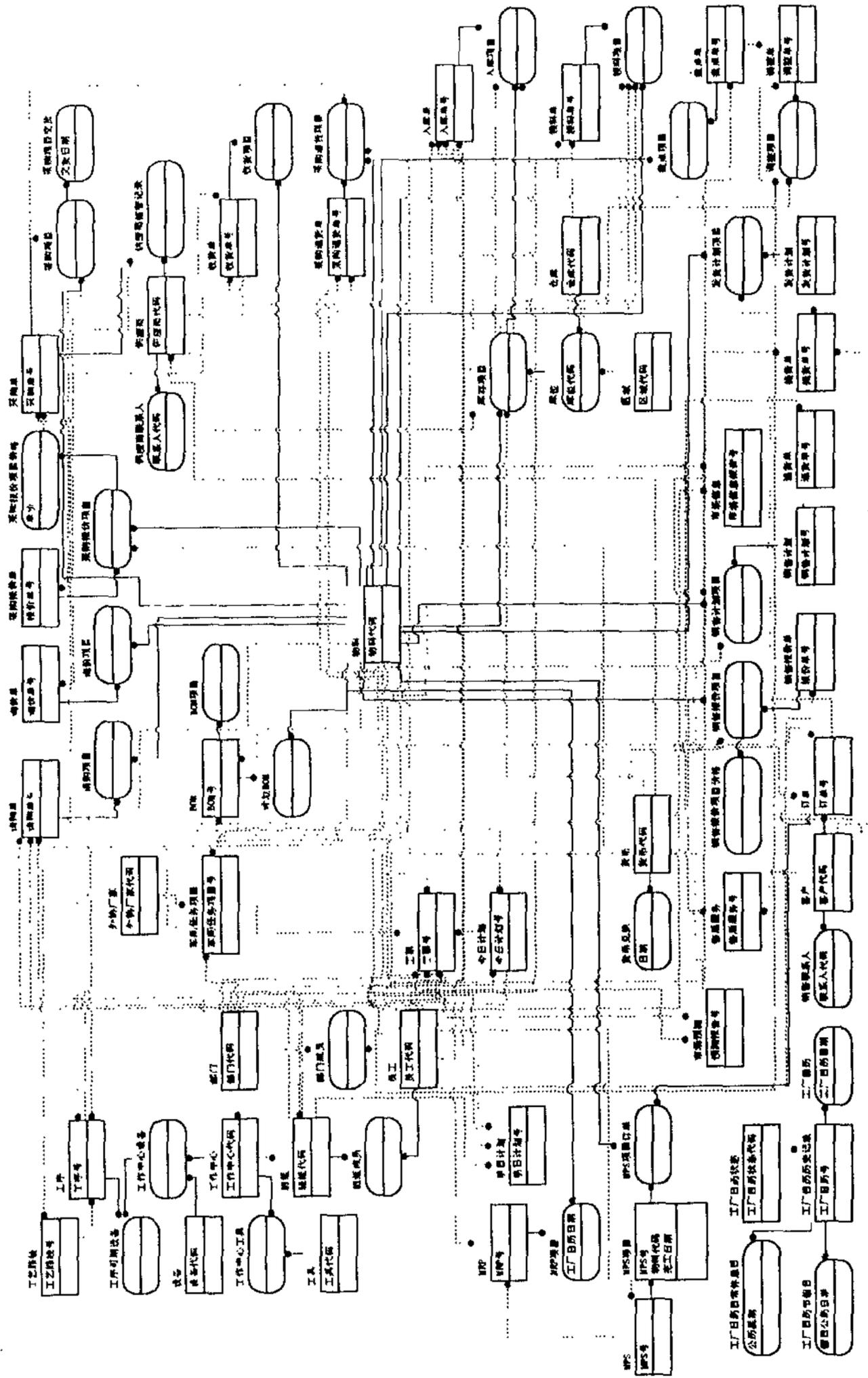


NO.:

MODE: A54 TITLE: 清查盘点功能模型



NODE: A55 TITLE: 库存分析功能模型 NO.:



系统主要实体IDEF1X图

## 参考文献

- [1] 张毅. 制造资源计划 MRPII 及其应用. 清华大学出版社, 1997. 9
- [2] 张毅. 管理信息系统实用技术——制造工业生产管理信息系统 (MRPII). 科学出版社, 1993
- [3] 李芳芸, 柴跃廷. CIMS 环境下——集成化管理信息系统的分析、设计与实施. 清华大学出版社, 1996. 9
- [4] 陈启中. MRPII 基本原理提要. 机械工业部设计研究院, 1995
- [5] [德] 奥古斯特·威廉·谢尔. 企业管理的计算机化. 上海科学技术出版社, 1994
- [6] 严蔚敏, 吴伟民. 数据结构 (第二版). 清华大学出版社, 1992. 6
- [7] 陈禹六. IDEF 建模分析和设计方法. 清华大学出版社, 1999. 5
- [8] 陈禹六, 周之英等. IDEF0 及 IDEF1X 复杂系统通用的设计分析方法. 电子工业出版社, 1991. 3
- [9] 薛华成. 管理信息系统 (第三版). 清华大学出版社, 1999. 5
- [10] 葛世伦, 代逸生. 企业管理信息系统开发的理论和方法. 清华大学出版社, 1998. 12
- [11] 高复先等. 信息工程与数据总体规划. 人民交通出版社, 1991
- [12] 袁鹏飞. SQL Server 7.0 数据库系统管理与应用开发. 人民邮电出版社, 1999. 5
- [13] 王国荣. Active Server Pages & Web 数据库. 人民邮电出版社, 1999. 3
- [14] [美] Joseph O'Neil. 精通 Visual InterDev 6.0. 北京希望电子出版社, 1999. 4
- [15] [美] Microsoft. Microsoft Visual InterDev 6.0 Web Technologies Reference. 北京希望电子出版社, 1999. 1
- [16] [美] W. Brett Polonsky, Kerry A. Lehto. Microsoft Frontpage 98 使用手册. 北京希望电子出版社, 1998. 9
- [17] [美] Macro Cantu. DELPHI 3 从入门到精通. 电子工业出版社, 1998. 4
- [18] 徐新华等. DELPHI 4 核心编程技术. 北京希望电脑公司, 1998. 11
- [19] 徐新华. COM CORBA 和 Internet 编程技术. 人民邮电出版社, 1998. 12
- [20] 郑人杰, 殷人昆, 陶永雷. 实用软件工程 (第二版). 清华大学出版社, 1997. 4

- [21] [美] Morgan Stern, Tom Rasmussen. Intranet 组网技术. 电子工业出版社, 1998. 8
- [22] [美] Microsoft. Microsoft Windows NT Server 4.0 网络指南. 北京希望电脑公司, 1998. 8
- [23] 顾崇銜. 机械制造工艺学. 陕西科学技术出版社, 1990
- [24] 马士华, 陈荣秋, 黎志成. 基于 MRP 和 OPT 的集成计划与控制系统. 中国机械工程, 1995
- [25] 荣立军等. 结合 OPT 的 MRPII 系统研究. 工业工程, 1999, Vol 2 No. 1
- [26] 徐昊宁等. MRPII 系统中 TOC 的研究与应用. 工业工程, 2000, Vol 3 No. 1
- [27] 王玉荣, 孔祥云. TOC 教程. <http://www.amteam.org>, 1999. 10
- [28] pc/MRP Manual. <http://www.pcmrp.com>, 1999. 9
- [29] George W. Plossl. Production and Inventory Control: Principles and Techniques. <http://www.apics.org>, 1999. 9
- [30] The Goal. Eliyahu M. Goldratt. The North River Press Publishing Corporation 1992
- [31] The Haystack Syndrome. Eliyahu M. Goldratt, Robert M. Fox. The North River Press Publishing Corporation, 1990
- [32] Material Requirements Planning (MRP). Onur Yetkinel. <http://www.ug.bcc.bilkent.edu.tr/~yetkinel/respage.html>, 1999. 12

## 致 谢

论文撰写、课题研究与系统开发是在导师孙宗禹教授、钟经农教授的精心指导和热情关怀下完成的。从工作方法、课题选择、方案确定到论文撰写，两位导师都给予了启发性的指导和极大的帮助。在学习过程中，导师们教育我要以严谨进取的科学态度、求实的工作作风，从实际出发去思考问题，发扬科学创新精神，努力发现问题、解决问题。导师们严谨的治学态度、高尚的学术风范以及在专业知识方面的高深造诣都给了我诸多教益，对于我以后的学习工作具有深刻的影响。在此谨向两位导师表示我最衷心的感谢和最诚挚的敬意！

此外，还应感谢荣立军、雷波和李莉三位师兄，在我着手课题研究之初，他们毫无保留地提供了学习心得与体会，指出系统有待改进之处并提出不少宝贵建议，使我较快地熟悉了课题的研究内容。同时，在课题研究和系统开发过程中，少不了同一课题组杨东超同学的帮助和协助，在此一并感谢！

最后，向所有在我读研期间给我提供帮助的老师和同学表示衷心的感谢！

徐 昊 宇

2000年3月