

文章编号:1000-582X(2003)11-0087-04

# 高级计划排产系统与 ERP 的集成设计及实现\*

石为人,余兵,张星

(重庆大学自动化学院 重庆 400044)

**摘要:**由于 ERP 的计划部分计算的不准确性,以及不能及时反映车间的实际情况和定单变化,ERP 系统计划模型已经不能适应企业信息集成的需求;APS 系统通过复杂有效的算法实现了有效的动态排产。通过分析 ERP 的核心计划系统和 APS 计划系统的功能和特点,提出了 APS 与 ERP 的集成方案,并在此基础上,分析了集成的要素和集成技术,建立了信息集成的结构框架。

**关键词:**高级计划与排产;企业资源计划;信息集成

**中图分类号:**TP373

**文献标识码:**A

ERP (Enterprise Resource Planning) 系统和 APS (Advanced Planning and Scheduling System) 系统各自的应用领域发挥着不同的作用,两者又各具有自己的优势和缺点,特别是在目前企业的环境变化的情况下,采用两者有机结合的集成方案将提高企业对环境变化反应的敏锐度,增强企业的竞争力。本文通过对两者功能和信息需求的分析,提出了两者集成的框架结构以及详细集成的要素和集成技术分析,提出了有效的集成策略。

## 1 ERP 的计划系统面临的困境

ERP 的计划系统包括主生产计划、物料需求计划、粗能力计划以及细能力计划。但是其中的核心部分仍是采用 MRP 的计划方式,是通过按产品 BOM (Bill Of Material) 和工艺流程逐级推演,得到了在一般平稳生产条件下可以应用的生产计划方法,但是 MRP (Manufacture Resource Planning) 方法存在以下的弱点<sup>[1]</sup>:1) MRP 的计划方式是基于固定提前期的;2) 系统要求固定的工艺路线;3) 生产排产工作都是在假定无限能力的前提下进行;4) 仅仅根据交付周期或日期来安排生产的优先次序。正是基于 MRP 的以上弱点,所以 MRP 的计划的准确性以及对计划变动的反应能力有限,这些都限制了计划员作出准确的切合实际的

生产计划。当然,随着企业信息化的发展,MRP 的这些缺陷虽然不断有些技巧性的改进,虽然 ERP 系统在做生产计划时考虑了能力资源的约束,但仍然是一种串行过程的校验处理,始终没有实质性的改变。而且对计划员的素质要求比较高。

## 2 APS 系统的特点

APS 是一种基于供应链管理和约束理论的先进计划与排产工具,包含了大量的数学模型、优化及模拟技术,诸如线性规划 (linear programs)、整数混合规划 (mixed - integer programming)、推理 (heuristics)、约束理论 (theory of constraints)、模拟 (simulation) 等,其功能优势在于实时基于约束的计划与报警功能。在计划与排产的过程中,APS 将企业内外的资源与能力约束都囊括在考虑范围之内,用复杂的智能化运算法则,作常驻内存的计算。APS 在提高企业经济效益方面的潜能是巨大的,它能及时响应客户要求,快速同步计划,提供精确的交货日期,减少在制品与成品库存,并发考虑供应链的所有约束,自动识别潜在瓶颈,提高资源利用率,从而改善企业的管理水平。

APS 系统包括供应链战略、供应链计划,需求计划与预测、制造计划、操作计划、分销计划、车间作业排产、运输计划等功能模块。

\* 收稿日期:2003-06-08

基金项目:重庆市制造业信息化重大专项子项目(2001-03)

作者简介:石为人(1948-),男,重庆人,重庆大学教授,主要研究方向:智能信息处理、智能决策理论与应用、智能控制与智能管理。

### 3 集成研究

#### 3.1 APS 与 ERP 系统集成的必要性

由于 ERP 在财务管理、采购管理以及销售管理等方面已经表现出了良好的管理效益和管理规范<sup>[2]</sup>,而 APS 系统作为计划系统虽然能够很好的规划中、长、短期计划系统,但是 APS 系统不能够独立的运行,它需要大量的基础数据的支撑才能良好的运行。APS 不能完全取代 ERP 系统,ERP 系统采用的计划模型确实又不能满足目前的需要,ERP 的计划模型的改变同时将影响到整个系统结构的变化。综合考虑现采用 APS 计划与 ERP 系统集成的方式,可以优化 ERP 的计划,同时又不必影响到 ERP 其他成熟的商业流程<sup>[3]</sup>。这样就出现了实现 APS 与 ERP 系统集成的问题。

#### 3.2 APS 与 ERP 系统的集成框架研究

APS 作为对 ERP 计划系统的补充和优化,集成主要集中在与 ERP 计划系统的交互层次上,如图 1 所示。

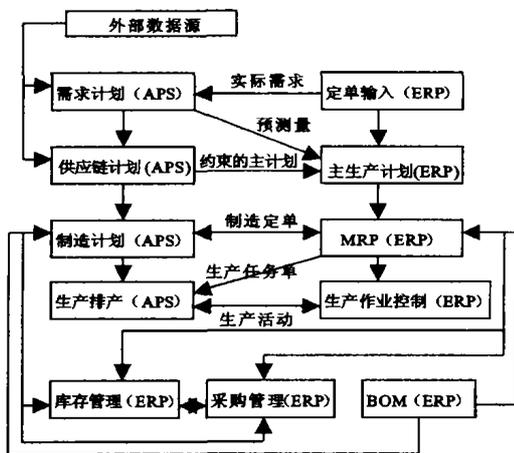


图 1 APS 与 ERP 系统集成框架

外部数据源主要是包括预测信息、销售代表的报告以及市场研究数据。集成以后的计划执行过程为:通过 ERP 系统中的销售管理部分的定单录入接口取得实际的用户需求,将历史实际需求及现实实际需求信息传递给 APS 的需求计划与预测模块,结合外部数据传递的需求信息通过 APS 的运算法则得到预测信息反馈到 ERP 系统中的主生产计划模块,同时结合 APS 供应链计划系统的约束主计划得出指导 MRP 的主生产计划。MRP 与 APS 系统的制造计划部分是通过制造定单实现交互的,两者都要结合 BOM、库存状况以及采购进程等数据综合考虑,反复论证,得出将要生产排产的生产任务单。此刻的生产任务单主要反映的还是要加工什么、加工数量及需求日期等信息;而实

际加工的时候要求具体到怎么加工,加工地点以及加工时间等信息。这部分工作是通过 APS 的生产排产实现的。这样就可以实现车间任务的准确排产。同时接收对车间活动的监测数据,实现对车间变化信息的动态反映。

#### 3.3 集成实施研究

##### 3.3.1 APS 系统与 ERP 系统数据集成

目前企业信息系统的规模不够大,采集的信息比较少,而从实现 APS 系统的需要考虑,这些都不足以独立支持完成 APS 的计划与排产的计算。正是由于 APS 的运行需要大量的数据作为支撑,因此与 ERP 的集成的数据集成显得非常重要。比如在 APS 中的可供定货量的计算,就必须与 ERP 系统中的工作定单管理、库存、BOM、工艺路线和采购系统相连接。又如 APS 进行计划模拟时,必须与 ERP 的车间管理、能力数据做实时的交互<sup>[4]</sup>。当然 APS 直接使用 ERP 的数据,是根本不可能的。在将 ERP 与 APS 集成时,必须仔细分析数据结构的原始定义,并在分析的基础上,按照集成的要求对 ERP 的数据结构做适当的调整。

为了能够支撑 APS 系统良好的运行,与 ERP 系统进行数据集成的范围很广泛,涉及到 BOM、库存管理、工艺路线、人力资源管理、设备维修管理、设备能力数据、采购管理等一系列的数据集成。数据集成的要求主要包括数据集成的实时性、灵活性、准确性<sup>[5]</sup>。

##### 工艺路线数据集成:

关于工艺路线的集成部分,传统的 ERP 系统是采用固定工艺路线方式,也就是说加工某个物料的加工工序,加工的地点(工作中心或设备)都是按照加工的顺序固定的,常见的工艺路线数据结构如表 1 所示。而 APS 系统是基于动态选择加工中心的,且时间信息也不是固定的,以上的数据结构就不能满足这个要求,故必须作一定的改动。改动过程中要考虑到两个因素:工艺路线仍然要反映加工的顺序和加工工序信息,同时要考虑加工中心或设备(资源)的动态选择性。设计结果见表 2 和表 3。

表 1 常见的工艺路线数据结构

字段名称	类型	字段名称	类型
工艺路线编号	字符	准备时间	数字
工序顺序号	数字	排队时间	数字
工序号	字符	加工时间	数字
工作中心代码	字符	移动时间	数字

表 2 修改后的工艺路线数据结构

字段名称	类型
工艺路线编号	字符
工序顺序号	数字
工序号	字符

表 3 工作中心与工序对应表数据结构

字段名称	类型
编号	字符
工序号	数字
工作中心代码	字符
准备时间	数字
单位加工时间	数字
移动时间	数字

通过以上的设计以后,至于排队时间则是动态变化的,是根据动态模拟以后,得到确认以后在加工单部分反映。当进行排产的时候,首先得到该物料加工的每个工序,通过得到的工序号,在加工中心和工序的对应关系,以及考虑该工作中心的现有负荷状况,得出进行该工序加工的合适工作中心。从而达到动态排产的目的。

设备维修信息的集成:

传统 ERP 系统部分的设备管理模块中的设备维修管理,通常是建立设备维修计划,通过以及安排的计划来供计划系统排产时使用,但是这种计划是以天为基础的,同时不能反映突发性的设备故障维修状况;而 APS 系统要求设备维修的准确性更高,因此需要建立设备和生产日历的对应关系,包括的字段应该有:设备代码、生产日历编号、计划维修开始时间(具体到小时或分)、计划维修完工时间(具体到小时或分)等信息。

能力数据的集成:

APS 系统要求工作中心的能力数据实时性较强,因为实时的能力数据是 APS 进行生产排产的重要基础数据,如果没有准确和实时的能力数据,APS 排产的结果也就不准确和不合实际的。所以能力数据的集成是必须和必要的。能力数据集成要求就是需要添加时间信息。包括的字段为工作中心代码、额定能力、使用的能力、使用能力的开始时间、使用能力的结束时间。这样,在生产模拟排产的时候,不但考虑要使用的是哪个工作中心,还要明确哪个工作中心的使用时段。避免出现:当多个工作积压在同一个工作中心时,按照优先级规则来安排这些工作的加工顺序,就会影响到已经排产完毕的后续工作。

考勤信息的集成:

考勤信息的集成主要是考虑到生产排产的劳动力因素的及时反映,便于生产排产的执行的可行性分析。

考勤信息集成也要求对每个班组的人员的工作的详细时间段进行反映。

总之,APS 与 ERP 系统集成中的数据集成的范围很广,以上只是对影响到 APS 生产排产部分的数据进行了集成分析。数据集成的重点应该放在为 APS 提供实时、准确的数据上。

### 3.3.2 APS 系统与 ERP 系统业务流程集成

传统 ERP 系统中的业务流程主要是串性化的业务流程,从销售管理中录入定单数据和销售预测数据,到主生产计划的拟订,到粗能力平衡,再到 MRP 的运算、最后到车间作业和细能力平衡。虽然在进行粗细能力平衡的时候,有可能出现反馈调整的过程,但主体还是一个串性化的流程。通过与 APS 的集成以后,整个业务流程实现了串性化到并行交互验证化的转变。

该并行交互验证的优点是克服了串性化的事后调整的弱点,实现了排产数据的反复模拟验证。

### 3.3.3 APS 系统与 ERP 系统人的集成

随着企业信息化工作的深入,人在信息系统中的作用越来越大。ERP 系统运行的好坏与人员的素质有着直接的联系。在实现 APS 与 ERP 系统集成的实施过程中,人员的素质同样重要,特别是实现生产排产的计划人员。所以在实现集成的过程中,要求计划人员了解工作的特殊性、重要性以及全局性。因为计算机处理的结果只是对数据的模拟优化,最终作决定的还是计划人员或领导,所以相关人员对变化的情况要有一个全面的分析,结合实际情况作出合理的选择。

## 4 集成的关键技术分析

在 APS 与 ERP 系统集成过程中,涉及到以下集成技术问题。

### 4.1 数据集成的平台技术

APS 系统与 ERP 系统可能采用的不同的数据平台,为了实现集成,必须建立不同数据库间的数据传递方式,通常的做法是采用开放式的数据库互联标准和产品,支持多种 DBMS,如 ODBC,可以支持 SQL Server、Oracle、Sybase 等多种数据库。当然也可以采用特殊的传递机制和技术。

### 4.2 仿真技术

仿真技术在 APS 的生产排产方面发挥了重要的作用<sup>[4]</sup>,通过仿真技术可以对变化的定单或任务单的影响及时反映。

### 4.3 数据传递技术

在 APS 与 ERP 集成的过程中,数据间的传递方式也同样影响着系统运行结果的准确性和及时性。APS

对数据的实时性要求比较高,而 ERP 系统却不同。当时 APS 系统并不是要求所有的数据都要实时传递,因此根据分析有以下的数据传递方式:1)数据实时传递方式。该传递能够满足 APS 实时性要求比较高的特点,自然得出的结果反映及时,可是数据的传输量很大时,效率不高。2)数据的批量传递方式。该传递方式实时性要求不高,得出的结果应该是反映不及时,但是传输效率高。3)数据的混合传递方式。该传递方式是根据数据各自的特点采用不同的数据传递方式,对实时性要求比较高的数据采用实时传递,比如能力数据。对实时性要求不高或数据的变化频率不高的数据采用批量数据传递的方式,如工艺路线、BOM 信息等。

## 5 集成的其他问题

实现 APS 与 ERP 系统的集成对企业来说不是一个简单的过程,它同样涉及到企业的管理规范和企业的管理思想。同时,实施 APS 系统来实现对原有 ERP 系统的补充,同样不是对每个企业都是实用的<sup>[6]</sup>。它主要实施在 ERP/MRP II 已经实施好的基础之上,并且有对计划运行准确性和及时性的需求的企业中。也就是说 MRP II 系统进行的生产排产不能够真真的反映车间的实际作业状况,需要有一个很好的排产方法来提高排产的准确性和适时性,提高对任务安排的响应速度。

## 6 结 语

APS 与 ERP 系统的集成研究适应了企业信息集成的要求,充分利用了 APS 生产排产的精确性、灵活性和 ERP 系统业务流程成熟的特点。通过集成的实施,可以进一步增强企业的竞争力。当然,实现两者的集成还要根据企业自身不同的特点,选择不同的集成方式和集成策略。

### 参考文献:

- [1] 陈绍文. SCM、APS 和 ERP[J]. 计算机辅助设计与制造, 2001, (3): 13 - 17.
- [2] 罗鸿. ERP 原理、设计、实施[M]. 北京:电子工业出版社, 2002.
- [3] PERNILLE KRÆMMERGAARD, CHARLES MOLLER. A Research Framework for Studying the Implementation of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems[R]. Uddevalla: Proceedings of IRIS, 2000.
- [4] 陈启申. 供应链管理与企业资源计划[M]. 北京:企业管理出版社, 2001.
- [5] 陈志祥, 陈荣秋, 马士华. 面向 SCM 的生产计划与控制系统总体模型[J]. 高技术通讯, 2000, (9): 73 - 76.
- [6] 国家自然科学基金委员会. 先进制造技术基础[M]. 北京:高等教育出版社, 1998.

# The Analysis and Implement of Integration Between Advanced Planning and Scheduling and ERP

SHI Wei-ren, YU Bing, ZHANG Xing

(College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** Because the planning of ERP is not exact and can not do real-time response for workshop's situations and variational orders, the planning model of ERP can not meet the requirements of Enterprise information integration. However, APS can work out dynamic production scheduling. Through analyzing the functions and characters between the core planning model of ERP and APS, the integration solution between APS and ERP is discussed. After analyzing the integration items and techniques, the structural framework of information integration system is discussed.

**Key words:** advanced planning and scheduling (APS); enterprise resource planning(ERP); information integration

(编辑 吕赛英)