

辽宁特钢集团生产管理系统研究及实现

孙 伟,张仲良,蒙秋男,刘晓冰

(大连理工大学 机械学院,辽宁 大连 116023)

[摘 要]为了提高生产过程中生产管理的效率和合理性,减小由于计划不合理造成的生产控制上的疏漏,本文以制造执行系统为理论基础,从生产管理系统的开发实践出发,提出基于 MES 的生产管理系统的解决方案,并初步使用软件系统实现了其功能。该系统的研究与实施对企业信息化的推广具有一定的参考作用。

[关键词]生产管理;MES;钢铁企业;J2EE;UML

0 引言

本文以辽宁特钢集团为例,讲述 MES 在特钢行业的应用。目前集团内的上层管理、财务、销售等软件已经实施多年,取得了显著的效果。但是生产计划调度、面向车间正常运行的生产管理软件仍是空白,实际生产与上层管理存在一定程度的脱节,这样造成总厂对合同的生产完成情况,设备的生产能力情况缺乏全面的认识,不能快速对市场的需求做出反应,因而急需一个能在上层与生产底层之间的信息传输方案。

针对特钢企业生产实时性要求较高的要求,本文提出了适合特钢生产特点的生产管理系统解决方案,使得物料流动、质量检验、成本核算等活动完全在生产计划调度的控制下进行,提高生产的可控性和设备的高效性,保证了生产过程的实时、正点进行。并针对特钢生产管理系统的解决方案,设计了 B/S 模式的软件系统,该系统基本满足了企业实际需要。

1 制造执行系统

MES 首先由美国先进制造研究机构 AMR(Advanced Manufacturing Research)提出,它将 MES 定义为“位于上层计划管理系统与底层工业控制之间的、面向车间层的管理信息系统”,MES 为操作人员、管理人员提供计划的执行、跟踪以及所有资源(人、设备、物料、客户需求等方面)的当前状态信息^[2]。

根据企业的生产组织结构可以将整个企业信息化系统分为 3 层:ERP(企业经营管理层);MES(制造执行系统层);PCS(生产控制系统层),见图 1。

ERP 层是对企业上层管理的软件实现,PCS 层是面向设备的自动运行和控制。在他们中间的 MES 层是连接 ERP 和自动化控制层的桥梁,在整个系统中起着举足轻重的作用。生产管理系统主要跨过 MES 层,并包含 ERP 层和控制层与 MES 层连接的一部分,对企业的生产活动进行有效的计划和控制,并反馈制造信息给管理者,销售等系统,能得到实时的企业内外部情况,减少了大量的机械式的重复劳动,使得企业的管理者可以把精力投入到企业的决策和其他具有创造性的工作中去。

制造执行系统正如其名称那样,是解决制造过程中如何执行(进行生产)的管理系统,它的原理和功能与企业的需求不谋而合,因此它自然成为解决企业面向车间管理需要的理论基础和设计指导。从 MES 的作用也可以看出,根据企业实际量身定制面向特钢企业的生产制造执行系统,可以解决特钢企业的这些需求。

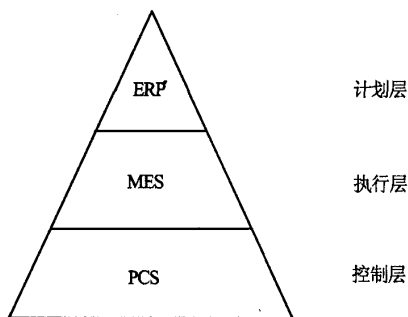


图 1 信息系统结构图

[收稿日期]2004-02-10;[修改稿收到日期]2004-02-23

[基金项目]国家 863/CIMS 主要资助项目(2002AA412020)

[作者简介]孙 伟(1967-),男,黑龙江哈尔滨人,副教授,博士后,主要从事先进制造模式,CAD/CAM/CIMS 等研究。

2 企业特点与系统需求分析

2.1 企业特点

特钢企业的生产过程具有以下特点:

- 按订单生产,生产受市场影响明显,每月生产产品种类和数量波动大;
- 生产前后工序相互影响较大,比如钢锭红转(将刚浇注出的高温钢锭直接运到下一工序进行开坯)工序,必须要求前后工序时间、能力等完全匹配才能保证正常运行;
- 钢铁产品成本中原料占用比例大,因此库存占用着大量的资金,减少库存积压,对厂内资金流循环意义巨大;
- 不同特钢产品的生产过程有很多相同或相似的地方,组批进行生产的自由度很大,设备的总体生产能力也受到批次大小的影响。

特钢企业的生产复杂性决定了简单的手工控制与调度无法满足企业的需要,在车间生产过程中使用计算机信息技术是企业长期发展的必由之路。如何开发满足车间生产过程的管理系统一直是众多专家和企业的研究热点。

钢铁行业的性质应该属于流程行业,在生产的前面的部分,是流程工序,比如冶炼、开坯、轧制等,虽然后面的深加工工序如冷拔材、黑皮材等具有离散型行业的特点,但他们占的产值比例很小。对于流程行业,只有组成大的批次、形成规模才能降低成本。随着市场经济的发展,用户需求就是企业努力的方向,按订单生产,多品种、小批量生产是钢铁行业的发展趋势,这与钢铁行业的特点相矛盾。所以,接受怎样的订单、何时交货、如何把小的订单归类、如何组织优化生产,对钢铁行业显得尤为重要。

2.2 系统需求分析

系统使用 Rational 公司的 Rational rose 软件为 UML 建模工具进行建模,如图 2 所示。客户和销售商作为业务角色(UML 定义的组织之外的角色,用小人表示)与整个系统交互,其他厂内部门作为系统中的一部分,属于业务工人(UML 定义的组织内的角色,用带圈的小人表示)。具体流程如下:

- 销售部门根据生产信息与设备能力与客户签订合同。
- 制造部对签订的合同进行评审,对评审通过的合同进行排产,下达生产计划,将合同转换为生产任务;然后对生产任务进行分解,根据工艺的成材率,扣除已有库存,计算出每种产品在每道工序的生产需求量,形成物料需求计划;对物料需求计划进行调度与能力平衡,进而形成月生产计划,标识每个生产号在每道工序的生产需求量。
- 采购部门根据生产需要采购原材料。
- 各生产分厂按照总厂制定的月生产计划,根据每天生产实际情况,下达每日生产计划;同时进行物料跟踪和质量检验,直到加工出成品,进行包装入库,最后再有销售部门交货给客户。

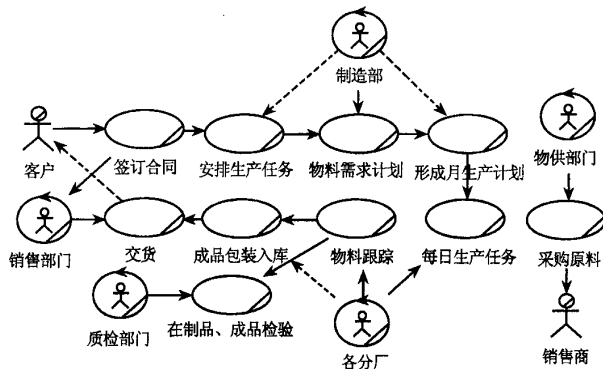


图 2 企业运行业务模型

目前企业的手工计划和调度越来越不能适应企业的发展需要,因此需要一种能对生产现场进行优化管理,并与上层沟通的系统解决方案,本系统正是在这样的背景下设计开发出来的。

3 系统方案设计

通过对企业的详细调研,我们根据企业的实际生产情况制定出了适合特定企业或行业的解决方案,对相对模糊的地方如原有人工调度方法、现场控制等进行了精确化,并对不合理的地方进行了业务流程重组(BPR Business Process Reengineering),同时制定开发了一套生产管理系统,给企业的生产组织带来了很大的方便,大大提高了生产的准确性和效率。

经过调研,我们将整个系统进行功能分解,形成几个子系统如图 3 所示。

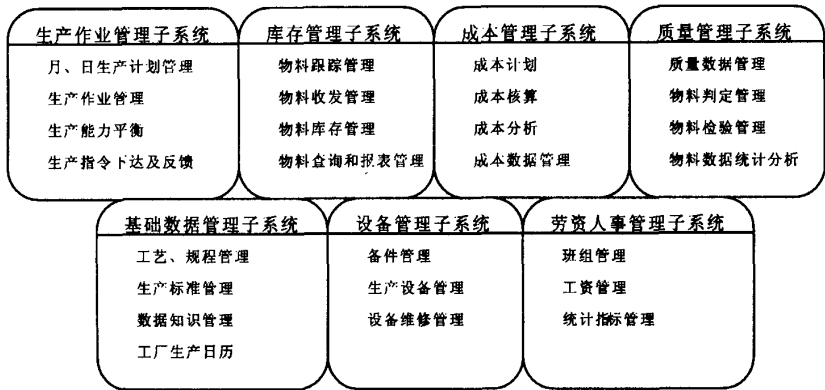


图 3 系统总体模块划分

其中基础数据管理模块、设备管理模块、劳资人事管理模块是企业的相对静态数据,为其他模块提供数据支持。生产作业管理、库存管理、成本管理、质量管理随着生产的进行不断产生新的数据,这些数据来自生产现场并相互作用,推动系统正常运行并带动生产的有序进行。各个模块使用统一数据库,保证了数据的完整性和一致性。

4 系统的软硬件结构

4.1 软件体系

因为企业的生产实际非常复杂,在试运行期间需要不断的修改、磨合,并且生产部门繁多,客户端点数比较大,因此使用瘦客户端 B/S(Browser/Server)模式,客户端只需安装标准的浏览器就可以运行,使系统维护更加方便,每次升级只需修改服务器端的程序即可。服务器端系统运行软件使用 Weblogic 应用服务器和 Oracle 数据库服务器。客户端采用标准的 Internet Explorer 或 Netscape 浏览器即可。

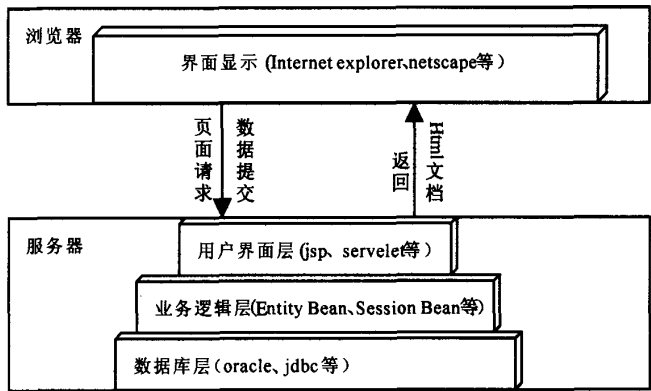


图 4 J2EE 三层构架

如图 4 所示,本系统的开发采用目前比较流行的 J2EE 的开发框架,将应用分为典型的三层结构,使业务逻辑和用户界面分开,便于团队分工协作。J2EE 框架是美国 Sun 公司使用 Java 语言建立的面向企业级应用程序的一种开发方法,它具有以下特点:

- 开放的、基于标准的平台,很多公司都可以在它之上进行扩展;

- 开发速度快,它把数据库数据存储、事务管理等属性封装到应用服务器的 EJB 容器中,使开发者把时间用到业务逻辑上,大大提高开发进度;
- 提供组件技术,用户可以方便地重用已有的模块;
- 可伸缩性、可扩展性良好,企业可以简单地以增加硬件的方法来增加系统的处理能力;
- 可以用来开发、部署和管理 N 层结构面向 Web 的、以服务器为中心的企业级应用。

项目开发按模块分组,每一个开发小组既负责 EJB 组件的开发,又负责人机界面 JSP 的开发,模块之间的接口事先定义,这样可以保证每个模块的相对独立性,减少模块之间的耦合,降低开发的复杂性。

4.2 硬件构架

服务器为 HP 小型机,操作系统为 HP UNIX,客户机使用普通台式 PC 机。客户端布点要满足生产人员就近录入数据的要求,保证每一个操作人员能方便、及时的进行所需的操作。

5 系统针对企业实际所采取的手段

(1) 使用多层调度对生产的扰动进行处理

生产过程中由于设备的故障、废品的产生、人为影响等因素,很容易造成生产实际与生产计划存在一定的误差,甚至会严重的偏离,因此根据生产实际实时更新生产计划,对保证生产有序进行非常必要。本系统采用三层调度策略,首先在企业管理层进行静态调度,制定月入库计划;然后根据各分厂的当前状态参数,制定每日生产作业计划;最后根据生产中的扰动,做出实时动态调度。这样可以及时地对企业的生产异常情况做出反应,并及时做出处理,基本可以保证生产计划的准确性和对生产指导的有效性。

(2) 对企业生产的产品类别进行整理

充分挖掘产品之间的相关性,归纳总结出产品类。产品类是根据企业的生产经验积累而成的产品集合,通过它可以找到相应产品的工艺路线、遵循标准、检验项目等信息,从而把对某一个生产号的生产转化为对每一个产品类的生产,便于组成大的批次,降低了系统复杂性,使物料的跟踪和生产的组织更加方便。

(3) 提供方便、快捷的人机交互界面

现场生产业务非常复杂,无论多么先进的算法也很难把影响生产的因素考虑全面,生产累积的经验知识无法量化,模拟生产实际情况难度很大,系统很有必要给用户留下修改的余地,因此系统给出默认计算结果,用户如果发现计算出的结果不符合实际情况,则可以适当修改结果。这些需求都要由较好的人机交互功能来完成,本系统把人机交互界面放到重要的地位,提供友好的人机界面,同时保证了数据传输的可靠性、及时性和限制用户对受限信息的访问。

(4) 提供全面准确的生产基础数据

安排生产过程中的生产日历,对实际生产过程中的休假时间进行统计,同时在排产过程中考虑休假的影响,使生产计划与生产实际更为接近。另外,目前标准、工艺等基础数据是纸面的文档,设计格式样式种类繁多,因此有必要将相同的和相近的归类整理,做成规格化的适合计算机关系型数据库存储的数据。规范化的数据不但方便了查询,而且可以减少因为语义歧义产生的诸多问题。

(5) 整体规划,集中控制

企业原有的生产流程是反工序提料方式,即根据末工序成品的数量,每道工序向上道工序提料。上下分厂间的信息交流不畅,上游分厂缺少必要的信息,始终处于盲目生产状态。为了协调各分厂的生产协作关系,制造部派专人常驻各分厂,进行控制,效率较低,并且难于优化。因此,在开发系统的过程中,经过与厂方协调,对原有流程进行了业务流程重组 BPR(Business Process Reengineering),由制造部整体规划,集中控制,统一安排生产,提高了各分厂的协作水平。

(6) 以先进的思想为指导

生产管理系统里融合了很多先进的管理方法,并且结合了企业的生产实际,在系统运行期间,车间工人需要适应新的管理方法,从而减少了原有生产过程中工人生产的随意性。管理系统中把生产的不正常状态,例如产生废品、改制品等情况明确地进行了处理,对责任划分更加明确,促使他们减少出错误的概率。

6 结论

本文针对辽宁特钢集团的生产特点,结合制造执行系统的理论,描述了面向特钢行业的解决方案,并对系统的结构和特点进行了分析。面向车间的生产管理系统开发复杂性高,开发难度大。但是如果能开发出适合企业生产实际的管理系统,将对企业产生巨大的经济效益。本系统建立在对企业的详细调研基础之上,根据企业的实际需要量身定制,有效地解决了企业的实际问题,系统目前处于试运行阶段,企业反应良好。本系统的构架与解决方案对于同类型的企业信息化系统具有借鉴作用。

[参 考 文 献]

- [1] 甘华鸣. 哈佛商学院 MBA 课程——生产作业[M]. 北京:中国国际广播出版社. 2002.
- [2] 谢 勤,刘晓冰. 一种有效的制造执行系统——MES[J]. 组合机床与自动化加工技术,2003,(5):63—64.
- [3] 饶运清. MES——面向制造车间的实时信息系统[J]. 信息技术, 2002, (2):61—62.

[编辑:耿秀梅]