

基于 PLM 的车间工时管理系统^①

朱娟, 仲梁维

(上海理工大学 机械工程学院, 上海 200093)

摘要: 本系统以企业制造机加工车间为对象, 分析其业务需求, 构建车间工时管理信息系统模型及面向制造过程的工时信息管理方法。并结合 WEB 技术、基于 EXCEL 的 VBA 开发方法等, 构建了基于 PLM 的车间工时管理信息系统框架, 论述了该系统的功能体系结构、数据库结构。

关键词: 机械加工车间; 工时; 管理信息系统; 工作票

Manufacture Time Management Information System Based on PLM

ZHU Juan, ZHONG Liang-Wei

(Department of Mechanics, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: This system targets enterprises manufacturing machine shop, analyzes their business needs and builds the plant management information system of working hours and working hours for manufacturing process information management. Combined with WEB technology, based on EXCEL VBA development of methods, it constructs a hybrid model based on PLM workshop working hours management information system framework, and discusses the functionality of the system architecture, database structure.

Keywords: mechanical workshop; manufacture time; management information system; dispatch list

1 引言

随着先进制造技术的发展, 制造业逐渐向自动化、信息化方向发展。通过几十年的努力, 信息化技术在我国制造业有了广泛的应用, 信息化技术在企业中的应用积累了一定的技术基础, 但还处于很低的初级水平。与世界制造强国相比, 我国的信息化技术应用的重点仍停留在解决计算机技术用于单项系统的工程应用上, 没有与企业的业务流程、运营模式和管理变革有效结合, 而且大部分企业比较注重企业级信息化的建设, 忽略车间级信息化的推进, 信息化技术效能远未发挥。由于长期缺少系统的研究、规划与设计, 区域间存在大量的“信息孤岛”, 区域内系统干涉严重, 数字化的生产和业务流程缺少有效的管理和控制手段, 对生产制造过程及零件制造状态缺少相应的管理与监控^[1,2]。

PLM(Product Lifecycle Management)作为一种综合性技术, 是企业实施信息化建设所必须的基础性、

关键性、共用性软件, 它已经从原来的理论概念发展到渐趋成熟的软件产品, 并且必将成为企业未来发展的必由之路。目前 PLM 研究与应用更多的关注于产品生命周期的前端即产品设计过程以及虚拟产品的管理, 而对产品生命周期后端——复杂的制造过程和产品生产过程的状态管理还缺少相应的研究。制造企业对产品的复杂制造过程的管理尤其是车间级产品制造过程与状态的管理有着迫切需求, 而 PLM 系统包括信息化软件对制造过程的管理与监控还是空白, 只有实现了对企业制造过程以及物理产品生产状态的管理, 才能真正实现设计、制造、商务、供应链的协同和优化运行, 最终以较低的成本、较短的开发周期, 制造出符合市场需要的高质量产品。因此, 研究适合面向制造过程的产品生命周期模型以及实现制造过程的信息化管理显得十分迫切, 同时对 PLM 的理论与技术研究也将是新的突破^[3]。

^① 基金项目:上海市(教委)重点学科建设资助项目(J50503)

收稿时间:2010-08-17;收到修改稿时间:2010-09-12

2 PLM技术基本原理

产品全生命周期管理 PLM(Product Lifecycle Management)是指一种管理产品从概念设计到制造、销售以及最后退出市场的整个生命周期过程的技术。覆盖了从产品诞生到消亡的产品全过程的、开放的、互操作的一整套应用方案。它通过实施一整套的业务解决方案,把人、过程和信息有效地集成在一起,作用于整个企业,遍历产品从概念生成到最终报废的全生命周期,支持与产品相关的协作研发、管理和分发。作为产品数据管理的延伸,PLM 紧紧围绕产品,对用户要求、订单信息、产品开发、工艺规划、生产制造、使用维护、回收再利用等生命周期各个阶段产品数据的生成、变化进行科学高效的管理,以达到缩短产品上市周期、保证产品质量、降低产品成本等目的。

建设 PLM 企业信息化环境的关键是,要有一个记录所有产品信息的系统化的中心产品数据知识库。这个知识库用来保护数据、实现基于任务的访问(例如:经常保用的三维视算功能)并作为一个协作平台来共享应用、数据、实现贯穿全企业、跨越所有防火墙的数据访问^[4]。

3 车间工时管理的需求分析及业务流程

3.1 车间级工时管理信息系统的功能需求分析

根据在上海某破碎机生产企业的实地调研,得到主要的需求有如下几个方面:(1)用户管理:针对当前手工操作的弊端,需要引入用户管理机制,根据部门的不同,对相关的部门用户设置不同的角色,不同的角色具有相应的权限。达到开工票的规范化。(2)工艺定额打印的控制:手工开工票,工艺定额的打印完全由开票员自己控制,每个人有自己相应的处理方法,操作规程不规范,很容易引起工票的误开或者漏开。需要通过软件的统一管理来规范和控制工艺定额的定量打印。(3)特殊工票的开票控制:目前的特殊工票比较多,而且这些工票由公司的不同部门来开的,比较分散,导致工票的管理比较麻烦。通过开发软件,实现特殊工票的开票和特殊工票数据的统一管理。(4)工票数据的输入:目前工票数据的输入都是由车间统计员在 excel 上完成的,工作效率比较低,同时数据输入的过程中出现工时输入错误等情况不能及时发现。而且输入的定额工时跟工票上的定额工时是否一致得不到保证。(5)数据的查询与统计:由于工时统计的单机

性,数据在月底汇总之前都掌握在车间统计人员的手中,工艺定额的统计和查询都存在很大的滞后性和难查询性。公司以及分厂的领导查询工作令的当前状态比较困难。需要引入数据库技术来对整个工作令的打印数据和统计数据进行集中式管理,实现工作令加工信息的实时查询。

3.2 业务流程分析

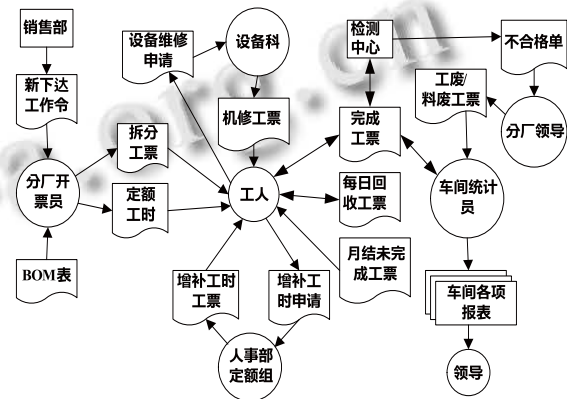


图1 现行系统业务流程图

图1是现行系统的业务流程图。销售部下达新的工作令到生产车间,分厂开票员根据工作令及其对应的产品图号,查找BOM表中对应的工艺信息,进行定额工时开票。如果某一道工艺加工时间很长,则可以把该工艺拆分成好几张工票来开。或者此道工艺需要其它工种协助完成,则也可以对这道工艺进行拆分处理,把其中需要其它工种协助的部分拆分出来开票。开出的工票交到工人手里,工人根据工票上的信息对零件进行加工。工票在加工过程中,车间统计员每天都会将工票回收过来,统计加工信息,月底做出各项报表(操作工人完成工时日报表,工作令完成情况日报表,工种/工作令月报表等)。如果某张工票在月底结账之前还没有加工完成,则对该工票进行月结,把这张工票上还没有完成的定额结转到一张新的工票上,用于下个月继续加工。零件加工完成后交给检测中心检测,由于操作者的加工失误或材料的缺陷造成工时作废的情况,检测中心开出不合格单,分厂根据这张不合格单来开工废/料废工票。在生产加工过程中,当某零件由于增加工艺、调整工时等原因,造成某道工艺的定额工时不够的时候,可以向人事部定额组提出申请增补

工时工票，用来继续完成此道工艺的加工；当发生设备故障或需要维修时，则申请设备维修，根据设备维修单，由设备科开机修工票。

4 基于PLM的车间工时管理信息系统设计

现有的 PLM 系统主要实现了设计过程和图文档的管理，并没有真正实现制造过程的管理，本文从企业实际需求出发，重点论述了基于 PLM 思想的车间工时管理信息系统的设计思想与设计原则，包括车间工时管理信息系统的功能模块设计和数据库设计过程。并在此基础上阐述了该 PLM 子系统的总体框架及体系结构设计过程。

4.1 系统设计思想

PLM 通常是由传统的 PDM 系统延伸和发展而来，最早的 PDM 系统是采取基于胖客户端的 C/S(客户端/服务器, Client/Server)体系框架。这种体系框架将所有应用程序、业务逻辑计算都放在客户端计算机上，服务器仅负责管理对数据的访问并负责执行一些业务规则。这种 PDM 系统在应用和部署过程中存在很多问题，如客户端维护困难、系统安全性差、系统重用性差等，随着网络技术的发展，基于瘦客户端的 B/S(浏览器/服务器, Browser/Server)体系框架已逐步应用到 PLM 系统中来。这种体系框架使用浏览器，通过输入 URL 远程访问服务端，并向服务端发送命令，获取服务端的资源，然后在客户端的浏览器上显示出来。与胖客户端相比，它解决了许多与应用程序部署和维护相关联的问题。但是仍然存在一些不足，如网络环境要求高、响应速度慢、用户界面单一，所以本文在现有 PLM 系统的基础上，构建一个 B/S 和 C/S 混合架构的车间工时管理信息系统，提供了一种松散耦合的模型，作为对原有 PLM 系统框架的一种补充，通过与 PLM 系统之间的无缝集成，实现了 PLM 系统向制造下端的延伸。

基于 PLM，面向制造过程的车间工时管理信息系统，是一个实现了车间制造过程信息化管理的系统，通过与 PLM 的集成实现了产品的全生命周期管理，完成对产品制造的过程及相关信息的管理，该系统的设计思想主要包括以下几个方面：

1) 实现工时数据的唯一性、完整性、准确性、及时性

本系统作为所有工时信息的数据源，为提高工时

数据管理的有效性、集成性，以单一数据源为设计原则，通过建立统一的工时信息数据库来保证工时数据管理的完整性、正确性和一致性，使得各系统能够在准确的时间以准确的方式访问到准确的数据。

2) 协同化的工作环境

通过实施本系统，实现制造数据的信息化。补充 PLM 系统中制造数据的缺失，那么企业可以建立一个数字化的协同工作环境。在这种工作环境下，分散的人员能同时参与进来，通过调用共同的数据源，车间的调度人员可以方便的查看产品的加工状态。基于这种工作环境，企业可以协调产品生命周期各阶段的数据，并把数据及其所在的工作环境的信息，传递给企业各部门有权限的人员。基于协同化的工作环境，各参与者通过基于自己的权限查看最新的数据，并对数据快速地响应。

3) 实现制造过程的管理与监控

过去的 PLM 系统主要实现了设计数据和相关文档过程以及虚拟产品的管理，缺乏对实物产品和生产制造的管理和监控，本系统通过实现对工时数据的信息化管理，应用制造过程监控和管理技术实现产品加工状态的实时追踪和进度监控。实现了对实物产品状态的管理和生产制造过程的监控^[5]。

4.2 基于 PLM 的系统总体功能结构



图 2 向制造功能延伸的功能结构图

PLM 向制造延伸的总体功能结构图如下图 2, PLM 以数据库系统及文件数据仓为数据存储平台, 基于用户管理、权限管理、邮件管理、属性集管理、参数管理、编码管理、公告板管理以及系统管理等基础组件, 在项目管理及 workflow 管理的控制下, 以运行于对象版本管理、版本有效性管理、对象生命周期管理等方面的管理机制之上的工程更改发放管理方式, 最终向用户提供个人桌面管理、文档管理、产品零部件管理、工艺数据管理、系统集成接口等具体应用功能。

PLM 系统在制造环节的功能可以用“1-2-3”来概括, 即覆盖一个面、打通两条线、管好三个点。“覆盖一个面”是指 PLM 的产品数据管理功能应覆盖制造各阶段、各种类信息, 并提供分类组织、可控共享、多维查询和多视图展现; “打通两条线”是指利用 PLM 的数据集成能力, 打通制造企业生产运行的两大关键链条——工艺和计划, 实现基于 PLM 的工艺设计、工艺管理、计划编制和计划管理; “管好三个点”是指提供相应的组件模块, 实现生产过程质量管理、物资配套管理和车间现场管理, 从而连通全过程的质量控制流、内部和外部的物流、从计划层到执行层的信息流。基于 PLM 的车间工时管理信息系统的功能主要包括工票打印、工时统计、报表生产、综合查询等。因此, 开发基于 PLM 的车间工时管理信息系统是对 PLM 系统功能的向面向制造领域的扩展, 虽然没有达到上述所有 PLM 系统应该在制造环节所具有的功能, 但是它是该破碎机企业 PLM 系统在面向制造方面的良好补充。

4.3 基于 PLM 的车间工时管理信息系统功能模块设计

遵循把相对独立的事物处理过程作为一个模块、尽可能提高单个模块的内聚度、减少不同功能模块之间耦合度的原则, 把工时管理信息系统划分为以下几个模块: (1)工票管理; (2)数据管理; (3)统计分析; (4)综合查询。

工票管理包括工票打印、特殊工票打印两个模块功能。其中, 工票打印即工艺定额打印是指产品制造 BOM 中各道次工艺的打印, 而特殊工票打印则包括等工工时、油漆工时、机修工时、工废料废工时、增补工时等特殊工票的打印。

数据管理包括工人信息管理、工票作废管理、已完成工作令的备份、工艺修改管理。

统计分析模块主要是进行已完成工时定额以及对应的实做工时的数据回收和对该数据相关的数据汇总和统计分析等功能。系统中集成了强大的数据分析功能, 包括电子报表、查询语言等, 给企业管理人员、调度人员和企业相关子系统提供准确详尽的分厂生产报表和公司总报表等, 作为企业管理层决策支持和进度控制的参考数据。结合企业具体的需求情况以及车间工时的数据格式, 应用数据挖掘技术, 开发一个基于 K-均值算法的挖掘器, 通过挖掘系统数据库中实做工时和定额工时信息, 挖掘出完成某道工序的实际加工时间, 起到了定额工时优化。

综合查询功能抽取、过滤、压缩和跟踪关键数据, 包括工作令进度查询、设备使用率查询、各分厂完成工时情况查询、各工种完成工时情况查询等。系统提供了强大的多条件自定义查询功能, 管理者、调度人员、操作工人等都可以查询到准确、详尽、实时的信息。^[6]

4.4 数据库设计

根据工作量管理系统的功能要求, 选取 Microsoft SQL Server 2005 作为后台数据库, 数据库的前台控制界面使用 EXCEL VBA 来实现。该数据库由 8 张表组成。这 8 张表包括: 用户信息表(记录系统的用户信息)、工作令信息表(存储销售部门下达的工作令的具体信息)、零部件信息表(存储各个工作令的物料信息)、工艺信息表(存储各个工作令的工艺定额信息)、工票信息表(存储工票的具体数据)、已完成工时统计表(记录已完成定额工时、实做工时等信息)、操作工人信息库(记录公司各分厂所有工人的工种、操作设备、班组等信息)、考勤记录(记录操作工人缺勤情况)。这几个表间的关联如下: 存储销售部门下达工作令后, 将工作令信息存放到工作令信息表中, 再将工作令信息分成两个表, 零部件信息表和工艺信息表, 打印工票时调用工艺信息表里的数据, 并将打印结果存放在工票信息表。已完成的工票收上来, 统计员将该工票信息(并从操作工人信息库读取操作工人的信息)统

计到已完成工时统计表中。

5 网络结构设计

5.1 C/S 与 B/S 混合式

目前网络结构主要有三种:单机操作模式、客户/服务器(Client/Server, C/S)模式和浏览器/服务器(Browser/Server, B/S)模式。混合模式是指采用 C/S 与 B/S 两种模式结合的应用系统,其中 C/S 方式具有强壮的数据操纵和事务处理能力,以及严密的数据安全性和完整性约束特点, B/S 方式则具有系统容易集成、维护工作量少、易于升级、可以基于 Internet 的远程访问特点,因此采用 C/S 与 B/S 模式相结合的方式可以优势互补,使系统更加完善,该模式现已成为首选模式。就采用混合模式系统的开发而言,对于信息交互量不大、远程访问、信息查询的用户操作模块,采用 B/S 模式来予以实现,而对于信息量交互大、数据处理复杂、安全要求高的模块,采用 C/S 结构模式^[7]。

本系统采用了一种 C/S 和 B/S 混合式的网络体系结构应用于工时管理信息系统。

5.2 工票打印及输入统计部分 C/S 模式

C/S 在逻辑结构上比 B/S 少一层,对于相同的任务, C/S 完成的速度总比 B/S 快。使得 C/S 更利于处理大量数据。而在工票打印及输入统计部分有大量的数据要处理,因此,在工票打印及输入统计部分采用 C/S 模式设计,由于工时系统软件面向的使用者是各企事业单位的各级管理人员与工作人员,而不是 IT 专业人员,车间工时管理信息系统根据公司实际情况,创造性地采用了以 Excel 为平台,以 VBA 为开发语言,通过 Excel 连接 SQL 数据库作为整个系统的框架。VBA 连接数据库通过建立各个数据库的 ODBC 数据源,使用 Connection 对象连接 SQL Sever 数据库,并用 RecordSet 对象实现对数据库中的记录操作,用户只要会用 Excel,就可以很好地操作本系统。不需要有高深的 IT 技术。

5.3 工时查询部分 B/S 模式

工时查询部分,该部分可以查询各车间、工作令、

工种、工人的完成的定额工时和实做工时情况,领导有权查询统计室、车间、劳资科的报表。分厂统计员可以查询到自己分厂的工时月报表,该部分采用 J2EE 作为运行平台, SQL Server2000 作为数据库, Eclipse 作为开发工具,加载 myEclipse 插件。使用客户端—WEB 层—业务逻辑层—数据持久化层组成多层体系结构,连接到数据库的方法是通过 JDBC 驱动程序管理器,使用 DriverManager 类的 getConnection 方法。

6 结论

本文以上海某破碎机生产企业加工车间为对象来研究车间工时管理信息系统建模方法,在该方法基础上建立车间工时管理业务模型,对企业制造车间进行实地调研,并进行系统需求分析。以该厂机加工车间为对象,分析其业务需求,构建了车间工时管理信息系统模型及面向制造过程的工时信息管理方法。并结合 WEB 技术、基于 EXCEL 的 VBA 开发方法等,开发了混合模式的车间工时管理信息系统。

参考文献

- 1 饶运清,李培根,等.制造执行系统的现状与发展趋势.机械科学与技术,2002,21(6):1011-1016.
- 2 姚雄.“信息孤岛”问题及 PLM 解决方案[硕士学位论文].南京:南京航空航天大学,2005.
- 3 CIMData Inc. PLM Industry Summary. Michigan: CIMData Inc. 2004.
- 4 杨明冬.基于 PLM 的制造过程管理研究与应用[硕士学位论文].武汉:华中科技大学,2008.
- 5 谭建新.建立和完善企业基于 PLM 技术的数字化制造系统.电子科学,2009,27(2):27-28.
- 6 祝巧巧,许应秋,周怡君.计算机辅助工时定额系统的研究与开发.机械制造与研究,2008,25(4):25-28.
- 7 唐枚,李文.基于 C/S 和 B/S 模式的企业 NMIS 系统的设计方法和原则.计算机应用研究,2001,7(1):94-97.