

数字化制造车间标准体系研究

白景卉 陈忠贵 李愈馨

中国兵器工业第五五研究所,吉林长春,130012)

摘 要 数字化制造车间是数字化技术综合应用于生产车间的一种先进制造模式。本文在讨论了数字化制造车间的内涵及功能后,建立了数字化制造车间的体系结构,并依此构建了数字化制造车间标准体系框架,参照国内外相关技术标准,提出了标准明细表及制定新标准建议。数字化制造车间标准体系的研究,对推进数字化制造车间的深入研究与应用具有重要意义。

关键词 数字化制造车间 体系结构 标准化 标准体系

一、数字化制造车间的基本内涵与功能

数字化制造车间对制造过程中产生的数据进行数字化,并对数据加工处理,在制造系统中进行信息存储、交换与处理,在车间范围内实现 CAD/CAE/CAPP/CAM, PDM, MRP II, MES 等数字化技术的集成应用,基于网络 DNC、现场数据采集和物流标识等制造过程监控系统的集成应用,实现生产工艺安排、生产计划制订和生产过程管理与控制。

通过制造执行系统(MES)接收工厂生产计划信息,制订生产作业计划,包括对工艺与装备的需求计划;通过 PDM 与 CAD/CAE/CAPP/CAM 的集成,完成车间的工艺准备工作,实现设计数据直接引入、工艺建模、自动编程和程序仿真;将具体生产任务分配到车间的各个生产单元(工段);通过现场终端直接向操作者下达生产指令,及时采集任务状态信息;组织产品生产过程各阶段、各工序的衔接协调;实现生产进度控制、产品质量控制、物料消耗与库存控制及生产成本费用控制等;DNC 系统通过网络与 CAD/CAE/CAPP/CAM 相连,直接从 NC 程序库中读取所需要的加工程序和参数,机床的 CNC 参数和刀具参数也可以通过系统进行传输,还可以将生产现场应用程序统一存放、归档。

数字化制造车间是数字化技术在制造车间的综合应用。它将数控设备与产品工艺设计、生产组织和管理的信息进行集成,形成信息流自动化的集成制造系统。从整体上改善生产的组织与管理,提高制造系统的柔性,提高数字化设备的效率。

二、数字化制造车间体系结构

数字化制造车间体系结构包括制造执行层和生产控制层。制造执行层是数字化制造车间的核心,它强调计划的执行和控制,用来协调车间各个部门,完成车间的生产准备,车间作业计划、车间调度、执行控制等整个生产过程的生产管理与执行控制;生产控制层是数字化制造车间的基础,它强调设备的控制,完成设备管理、现场信息采集和实时监控。数字化制造车间的体系结构图如图 1 所示。

实施数字化制造车间的关键是基于车间数字化设备、综合网络(DNC)和数据管理系统建立制造执行系统,实现产品工艺过程设计、生产作业计划管理与执行控制。

(1) 工艺设计以 PDM 产品数据管理系统为支撑,采用工装 CAD、CAE、多学科综合优化设计等单元技术。PDM 系统与产品有关的信息统一管理,为工装 CAD/CAE/CAPP/CAM 系统提供各自所需的工程数据和工作流程的自动化管理,加强信息约束和反馈能力。

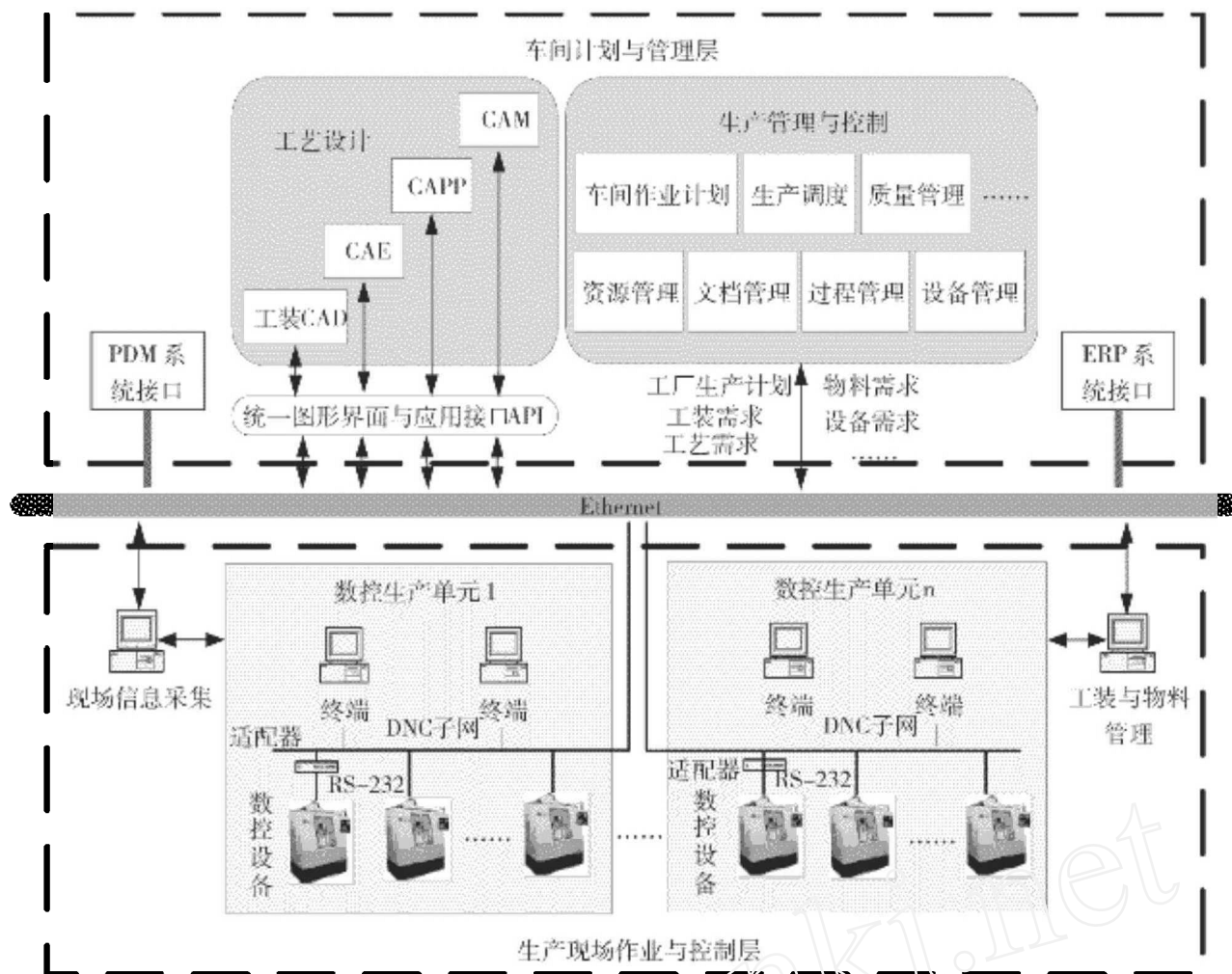


图1 数字化制造车间的体系结构

以 PDM 系统原有的功能为基础,根据系统集成的需要构建统一的产品数据模型,首先工装 CAD 系统通过应用接口向 PDM 系统提供零件总体信息、几何信息、精度和粗糙度等信息,此时 CAE 可以对 PDM 系统中的信息进行分析计算和校对,CAPP 则通过接口向 PDM 系统读取来自工装 CAD 的这些工程信息,并向工装 CAD 反馈零件的工艺性评价,同时又向 PDM 系统提供工艺线路、设备、工装、工时和材料定额等信息,并接收 PDM 系统发出的技术准备计划、设备负荷、刀具信息等,再通过 PDM 系统向 CAM 提供零件加工所需要的设备、切削参数等信息,并接收 CAM 反馈的工艺修改意见。通过统一的图形界面与应用接口实现工装 CAD/CAE/CAPP/CAM/PDM 系统的集成。

(2)生产管理以 MES 为核心,在 ERP 生产计划的指导下,采集底层制造控制系统与生产相关的实时数据,安排生产作业的计划调度、监控、资源调配、信息采集和生产过程的优化等工作。

MES 的功能主要有详细计划管理、设备管理、制造资源管理、质量管理、生产状态检测、详细设计管理、生产调度管理、生产跟踪、性能分析、文档管理、过程管理及现场数据采集等。MES 作为车间层的管理信息系统,对来自 ERP 软件的生产管理信息细化、分解,将操作指令传递给生产控制层,生成工件、刀具、夹具及辅具需求计划,协调并控制 workflow、刀具流、夹具及辅具流,管理和分配作业数据、NC 程序、刀具数据、夹具数据及托盘数据,控制与管理产品质量;还可以实时监控底层设备的运行状态,故障诊断,采集设备、仪表的状态数据经过分析、计算与处理,完成生产数据采集与评估等。

(3)生产控制层也就是数字化制造车间的底层硬、软件系统,它是形成数字化车间的基本条件和重要保障。包括各种软件、资源数据库系统、网络环境、信息安全等。在大力推动数字化过程中,关键在于根据行业的特点,合理搭建软件基础环境,充分发挥各类软件的作用;数据库把设计、制造、管理等过程

中的数据保存在计算机的存储设备上,计算机网络突破了地域和时间限制,实现信息、软件、硬件和服务等资源的共享,不仅可以提高系统运行效率和可靠性,还可以节省投资,提高更大范围的分布式处理能力;信息安全是为了保护计算机硬件、软件和数据不因偶然和恶意的原因遭到破坏、更改和泄露。

(4)企业资源计划(ERP)是数字化制造车间的上层,它强调企业的计划性,是数字化制造车间运行的外部环境,通过对ERP的应用,实现生产计划、主生产计划、物料需求计划和车间作业计划的过程管理,减少了停工待料、资金积压、生产周期长以及零部件生产不配套、积压严重等现象;并且解决了试制生产和定型批量生产的混线管理问题。

三、数字化制造车间标准体系研究

(一)数字化制造车间相关的标准与规范

数字化制造车间与标准化工作有着密切的联系,采用数字化技术实施数字化制造必须标准先行,标准是未来数字化制造车间更新换代的技术基础,技术标准已经成为高科技产业竞争的制高点。

数字化制造车间最基本的特征是多项技术的“系统集成”,标准化是系统集成的重要基础。对于数字化制造车间来讲,标准化工作应为统一术语定义、统一设计与实施、统一体系结构、统一数据交换方式、统一信息分类编码、统一接口规范、统一支撑环境,以便于系统集成和资源共享,为实现数字化制造车间的开放奠定基础,应使数字化制造车间的研究和应用工作有一个共同遵循的依据和约束,有利于各项相关工作协调高效地进行,加快数字化制造车间的发展。

为了规范和指导数字化制造车间的设计和实现,提供相关标准制定方法和指南,对所搜集的国内外工业自动化系统与集成相关标准与规范进行整理、分析与研究,建立数字化制造车间标准体系,提出适合数字化制造车间所需要的标准建议。该体系应满足数字化制造车间生产过程中各层次的标准需求,并与车间体系结构相对应一致。

(二)指导原则

根据国标《标准体系表编制原则和要求》数字化制造车间标准体系应满足下列要求:

(1)要求标准体系应包含数字化制造车间标准化所需的全部标准,并根据当前数字化制造车间技术与开发水平,完成数字化制造车间所必须的标准分类,标准体系全局框架完整合理。

(2)要求标准体系内相关标准之间协调一致。

(3)要求标准体系的组织结构能体现不同种类、不同子集的标准,以及各标准之间内在联系,做到层次清晰分明,应符合数字化工程的总体要求。

(4)列入标准体系的项目应具备两个特点,一是对于各类数字化制造车间具有通用性;二是制造过程中相应子系统所需要的标准。

(5)标准体系应贯彻国标和行标,又要跟踪国际有关标准的发展。

(6)标准体系立足现在,面向未来。

(三)数字化制造车间标准体系

以先进制造技术标准 M-IT-04 为参考蓝本,按照已建立的数字化制造车间体系结构,构建数字化制造车间标准体系结构框架,如图 2 所示。该标准体系结构以“数字化工艺设计标准、数字化制造标准”为主线,以“生产管理信息标准和质量保证标准”为核心,以“建模与体系结构标准、通用基础标准、支撑环境标准”为支撑,共分为 7 大类,26 子类。



图2 数字化制造车间标准体系结构

四、数字化制造车间具体建议标准

在数字化制造车间标准体系结构框架指导下,按照各项分类标准内容,在“标准汇编目录”中采集相关的GB、ZB、GJB标准项(注明GB标准代号),GB标准中暂时没有的标准项,可参考采集ISO标准项(注明ISO代号)。制定标准体系明细表,共7分为类标准集、26类标准子集、引用标准126项,详见数字化制造车间标准体系明细表,并结合数字化制造车间的需求,建议制定新的专业标准6项如下:

- (1)ZB/T(建议编写稿) 数字化制造车间体系结构
- (2)ZB/T(建议编写稿) 数字化制造车间—术语和定义
- (3)ZB/T(建议编写稿) 制造信息分类与编码
- (4)ZB/T(建议编写稿) 数字化零件分类编码系统
- (5)ZB/T(建议编写稿) 信息安全保障技术
- (6)ZB/T(建议编写稿) 生产计划与调度标准

五、数字化制造车间标准体系明细表

数字化制造车间标准体系明细表见表1,其中,加重的标准条目为数字化制造车间设计和实施急需

建立的标准。

表 1 数字化制造车间标准体系明细

标准类别		标准子集		通用和部分通用标准(采标情况)	
编号	名称	编号	名称	编号	名称
Q0	系统建模与体系结构	Q0.1	制造环境体系结构	Q0.1.1 Q0.1.7	# ZB/T(建议编写稿) 数字化制造车间体系结构 GB/T16642-96 计算机集成制造系统(CIMS)体系结构
		Q0.3	术语	Q0.3.1 Q0.3.5	# ZB/T(建议编写稿)数字化制造车间—术语和定义 GB8129-87 机床数字控制 术语
Q1	通用基础标准	Q1.1	信息分类与编码	Q1.1.1 Q1.1.4	# ZB/T(建议编写稿)制造信息分类与编码 GB7027-1986 信息分类编码的原则和方法
		Q1.2	词汇	Q1.2.1 Q1.2.3	BG/T 8129-1997 工业自动化系统机床数值控制 词汇 GB/T8129-97 机床数字控制 词汇
Q2	数字化工艺设计标准	Q2.1	工艺设计(CAPP)标准	Q2.1.1 Q2.1.7	# ZB/T(建议编写稿)数字化零件分类编码系统 JB/T7791-95 计算机辅助工艺规程设计(CAPP)导则
		Q2.4	工艺管理	Q2.4.1	JB/Z338-88 工艺管理导则
Q3	数字化制造标准	Q3.1	数控 NC 文件	Q3.1.1 Q3.1.11	ISO3592-88 NC 处理程序输出逻辑结构 ISO4336-81 NC 机床和 NC 系统间的接口规范
		Q3.6	制造执行系统(MES)标准	Q3.6.1	# ZB/T(建议编写稿) 生产计划与调度标准
Q4	生产管理信息标准	Q4.1	制造资源计划	Q4.1.1 Q4.1.2	JB/Z8422-96 MRPII 系统结构 JB/Z6987-93 MRPII 系统原型法软件开发规范
		Q4.4	制造报文规范	Q4.1.1 Q4.1.2	GB/T16720-1-96 MMS 服务定义 GB/T16721-96 MMS 协议子集规范
Q5	质量保证	Q5.1	质量管理	Q5.1.1 Q5.1.5	ISO9001-9003 质量保证要求 GJB907-1990 产品质量评审
		Q5.4	尺寸测量接口	Q5.4.1	尺寸测量接口规范(DMIS)

标准类别		标准子集		通用和部分通用标准(采标情况)	
编号	名称	编号	名称	编号	名称
Q6	支撑环境标准	Q6.1	网络标准	Q6.1.1 Q6.1.9	GB/Z18729-2002 基于网络的企业信息集成规范 ISO7678 信息处理系统 数据通讯 多链路规程
		Q6.4	安全技术标准	Q6.4.1 Q6.4.5	GB18568-01 加工中心 安全防护技术条件 GJB900-90 系统安全性大纲

六、结论

大力推进制造业数字化,需从现代制造模式及相关的标准体系建设着手。数字化制造车间作为一种先进的制造模式,其建设和应用必然涉及众多相关标准及应用接口规范,本文旨在通过数字化制造车间的组成及体系结构分析,建立其标准体系框架和相关标准建议,为数字化制造车间的深入研究与应提供技术指导。由于标准化工作相对滞后于技术的发展,参考资料不多,相关研究还有待做深入细致的工作。

参考文献

- 1 王平. CIM 标准化方法和特点. 第二届中国计算机集成制造系统学术年会. 1992
- 2 武器装备预先研究项目“快速研制系统标准及管理技术”总结. 长春: 中国兵器工业第五五研究所, 2005
- 3 计算机集成制造系统约定, 标准与实施指南. 北京: 兵器工业出版社, 1994
- 4 中国标准化研究中心, 北京机械工业自动化研究所. 制造业信息化标准化研究动态. 2003(3,12)
- 5 吴伟仁. 军工制造业数字化. 北京: 原子能出版社, 2005
- 6 戴勇, 马万太. 生产制造过程数字化管理. 北京: 科学出版社, 2004
- 7 苏春. 数字化设计与制造. 北京: 机械工业出版社, 2006
- 8 杨平, 廖宁波, 丁建宁, 杨继昌. 数字化设计制造技术概论. 北京: 国防工业出版社, 2005

作者简介

白景卉, 中国兵器工业第五五研究所助理工程师, 主要研究方向: 数字化制造系统控制与管理、数字化制造车间标准体系研究。