

CIMS 制造单元的哲学剖析和交互分析*

芮爱平¹, 计有为²

(1.东南大学 成贤学院机械系, 江苏 南京 210088;

2.英国 Loughborough 大学 制造工程系)

摘要: 根据对组成企业的各种制造单元进行哲学分析、解剖, 可以组成由 1 个或多个“信息处理子系统”紧密相连的“信息仓库”。这样的哲学解剖有助于形成清晰、简单的 CIMS 构架和概念, 为 CIMS 的研究推进、实施找到最佳的技术路线图。

关键词: CIMS 制造单元剖析; 信息处理子系统; 信息仓库; CIMS 定义

中图分类号: TP392

文献标识码: A

Philosophical analysis of CIM manufacturing entities and their interactions

RUI Ai Ping¹, JI You Wei²

(1.Department of Mechanical, Chengxian Institute, Southeast University, Nanjing 210088, China;

2.Department of Manufacturing Engineering, Loughborough University of Technology, England)

Abstract: The philosophical analysis, decomposition and abstraction of manufacturing entities of any enterprise will be presented. Secondly, a manufacturing entities of any enterprise can be considered to be composed by one or more “information processing sub-systems” and a closely coupled information repository. The philosophical analysis of this end helps form a clear and simple architecture and concepts for CIMS. The best technical roadmap can be found for advancing CIMS research and implementation.

Key words: CIMS manufacturing entity; information processing sub-systems; information repository; CIMS definition

计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 自 1979 年起在全世界范围内掀起了空前的研究浪潮^[1], 30 年来计算机网络迅速发展成为全球性的互联网, 并向具有高度集成能力的网格(Great Grand Grid)迈进^[2], 分布式数据库技术日新月异、数控机床和机器人的大量普及, 所有这些使得研究人员感到 CIMS 越来越近了。但是, 同时又被庞杂的网络种类、浩如烟海的自动化设备和千差万别的计算机设计及管理信息系统蒙住了眼睛。本文将从哲学的角度深入分析 CIMS 制造单元的构造和相互作用, 目的是将复杂问题简单化, 为大多数人所熟知和掌握, 有利于企业进行大面积的推广。

计算机是实现 CIMS 必不可少的工具, 集成是关键、制造是目的。但必须有两类以上的实体才可以集成, 包

括: CAD、CAPP、CAM、NC、CNC、PLC、Robot、ERP、PDM、CRM 等, 统一称为制造单元 ME(Manufacturing Entity)。本文将从哲学抽象的视角分析它们的内部构造和相互作用, 发现其共同部分, 为明晰、阐明 CIMS 的定义和集成框架设计做好铺垫。

1 CIMS 制造单元

1.1 中小型 ERP 管理信息系统 MICROSS 的结构剖析

MICROSS 是英国管理软件公司开发的中小型生产调度和物料需求计划管理信息系统, 可以运行在局域网或单台 PC 机上, 适合 1 000 人以下的中小型企业。

从表 1 MICROSS 的“生产调度决策子系统”功能菜单上看, 可以分为两类: (1) 信息查询和更新(插入、更新和删除)功能。表示信息仓库的储存和管理信息功能。信息仓库包含在 MICROSS 内部。(2) 决策功能(生产调度运

* 基金项目: 英国文化委员会中英友好奖学金

技术与方法 Technique and Method

表1 MICROSS 生产调度系统菜单

信息查询和更新功能	决策功能
数据维护程序	生产调度程序
100=系统数据和标准日历	200=时间分析
120=工作中心的创建与修改	205=打印优先加工清单
140=再途加工状况——插入	210=生产调度
145=再途加工状况——修改与删除	220=加工清单更新
150=再途加工状况——报表与查询	230=工作负荷更新
160=零件库管理	240=剩余工作调度
170=数据文件重构	250=自动化生产调度
报表和查询	
300=工作负荷报表	
310=工作中心——加工清单	
320=加工状况报表	
330=加工逾期报表	
340=交货清单报表	

算和物料需求计划运算)。表示生产决策能力,两者连成一体,生产信息录入后,生产调度和物料需求计划运算决策系统可以从内部使用这些信息。从信息处理的角度来看,生产调度决策程序(无论是基于常规算法,还是应用人工智能)都可以被看成信息处理。在本文中,生产调度决策系统使用的信息:机器设备、人力资源、订单、工作流程和加工状态反馈,经过运算后生成工作清单信息。

因此,MICROSS“生产调度决策子系统”可以被认为是由“信息处理子系统”(生产调度)和一个紧密相连的“信息仓库”组成。同样,如果仔细检查MICROSS的“物料需求计划子系统”,依然由“信息处理子系统”(物料需求计划)和1个紧密相连的“信息仓库”组成,如表2所示。

表2 MICROSS 物料需求计划系统菜单

信息查询和更新功能	决策功能
数据查询程序	物料需求计划程序
200=库存清单查询	100=物料需求计划——净算法
210=计划参数查询	110=物料需求计划——总量法
220=库存查询	130=维护主生产规划
230=工件清单查询	
240=何处使用查询	
报表程序	
300=推荐订单报表——清单	
310=推荐订单报表——表格	
320=库存需求清单	
330=主生产规划报表	

作为“制造单元”的决策系统需要各类信息,并储存在紧密相连的信息仓库中,然后运用所得到的信息进行运筹决策,决策的结果同样以信息的形式储存在信息仓库中,决策过程完全可以被看成信息处理。

1.2 CAD 计算机辅助产品设计系统

CAD 是人机交互进行产品设计系统,设计者与 CAD 软件共同决策设计产品。在设计过程中,CAD 经常需要与 CAPP 工艺设计系统进行多次信息交换才能完成产品设计。产品设计生成的信息主要有产品的几何拓扑信息、材料型号、表面光洁度和精度组成,同样储存在1个紧密相连的“信息仓库”中。因此,从信息处理的角度来看,任何一个 CAD 系统也都可以被看成由1个或多个“信息处理子系统”和1个紧密相连的“信息仓库”组成。

1.3 CAPP 计算机辅助工艺设计系统

CAPP 计算机辅助工艺设计系统是根据产品设计要求和现有的资源快捷地设计出经济的工艺流程。在产品的设计过程中,当零件初次完成设计后,产品设计信息要传给 CAPP 系统,工艺人员要借助 CAPP 系统首先对零件进行工艺性检查,如果不合格,则返回 CAD 系统进行重新设计^[3]。CAPP 还要使用到机器设备和人员工时信息,才能设计出满意的工艺流程。以上使用和输出的信息同样储存在1个紧密相连的“信息仓库”中,因此,从信息处理的角度来看,任何一个 CAPP 系统也都可以被看成由1个或多个“信息处理子系统”和1个紧密相连的“信息仓库”组成。

1.4 数控设备和机器人

在车间层面,现代机器:数控机床(NC 和 CNC)、机器人(Robot)和可编程控制器(PLC)都是由机电操纵系统和至少1台用于控制的计算机组成。现代机器完成加工的过程,实际上是改变现实状态的过程,例如:工件被机器人从空间的一点移到另外一点、工件被数控的钻床钻孔,这些现实世界的状态的变化是由机器控制器的程序运行来驱动的,状态的变化由信息来表达,这些被执行的程序经常由上游的计算机传送到机器控制器中,完成了工序后反馈信息给上游计算机,并储存在1个紧密相连的“信息仓库”中。因此,从信息处理的角度来看,任何1台现代机器和桥梁的上游计算机系统作为1个整体也都可以被看成由1个或多个“信息处理子系统”和1个紧密相连的“信息仓库”组成。

1.5 自动质量检测设备

自动质量检测设备(Automatic Testing Equipment)可以看成一种特殊的数控设备,大多数情况下只是检测加工的尺寸、精度等数据,有时也改变现实的状态,如:检测电压和电流。检测指令来自上游计算机的信息仓库,检测结果同样储存在上游计算机中1个紧密相连的“信息仓库”中。因此,从信息处理的角度来看,任何1台现代自动质量检测设备和桥梁的上游计算机系统作为1个整体也都可以被看成由一个或多个“信息处理子系统”和1个紧密相连的“信息仓库”组成。

通过对以上5类制造单元的分析:1个现代制造单元可以看成由1个或多个“信息处理子系统”(决策或

技术与方法 Technique and Method

改变现实状态)和 1 个紧密相连的“信息仓库”组成。

2 制造单元的交互分析

从系统集成的角度来看,可以用更通用的术语“应用程序”来涵盖“信息处理子系统”(无论是决策,还是改变现实状态)。所有的应用程序都用信息交换相互作用。为了达到 CIMS 系统集成,1 个企业可以被看成由多个应用程序和多个信息仓库组成,如图 1 所示。



图 1 企业的抽象模型

任何企业的生产过程可以被看成由一系列离散和并发的数字信息改变现实状态的过程。CIMS 集成制造单元就是将各种各样的应用程序和信息仓库集成起来。

在人工集成的环境下,制造单元通过操作员进行交互作用。因此,仔细研究操作员的职责将决定自动化系统集成工具的功能要求。

通过仔细检查制造单元的应用程序:市场预测、设计、管理和控制,得知它们之间的执行是有先后次序限制的。市场预测通常首先进行,产品设计紧跟其后,然后接受客户订单。在产品的设计过程中,加工工艺流程设计同步进行,当主生产规划和工艺设计完成后,物料需求计划(MRP)可以开始执行,随后运行生产调度系统。然而,在办公室环境下,决策顺序实时性通常并非要求很高,而且往往是同步进行的。

在办公室环境下,1 个生产调度系统操作员的操作流程可以用来说明在人工集成的环境下,操作员所承担的职责,步骤如下:

- (1)从 CAD 系统收集工件构成清单(Bill of Material);
- (2)从 CAPP 系统收集加工工艺信息;
- (3)从车间收集在途加工状态(Work-in-Process)信息;
- (4)从物料需求计划系统收集加工订单信息;
- (5)用以上所收集的信息更新生产调度信息仓库;
- (6)运行生产调度程序生成待加工清单(Work-to-lists);
- (7)通知车间主任待加工清单(Work-to-lists)已经完成,可供生产。

步骤(1)~(5)与收集信息有关,步骤(6)执行应用程序生产调度,步骤(7)为车间使用提供生产任务信息。

在车间层面,操作执行顺序比办公室环境下的操作执行顺序更加严格且实时性要求也很高。

举例如下:假设有 3 台计算机控制的设备:(1)数控钻床;(2)数控传送带;(3)插件机器人。分别由 3 个操作员负责操作,假设 1 块 PCB 板已经固定在数控钻床上,这 3 个操作员可以按如下方式合作:

(1)数控钻床操作员开始启动钻孔程序,当钻孔程序完成后,钻床操作员通知传送带操作员,印刷电路板可以被输送给插件机器人。

(2)传送带操作员开始执行传送程序,当印刷电路板被输送给插件机器人,传送带操作员通知插件机器人操作员可以插件了。

(3)插件机器人的操作员开始执行插件程序。

办公环境下的操作员职责与车间层面的操作员的职责略有不同。办公环境下的操作员主要在制造单元之间传送大量信息,设计和决策实时性并非要求很强,执行的次序也不一定很严格,有时可以同时进行。而在车间层面,操作员必须实时且严格按次序执行机器控制程序,并在机器设备制造单元之间快速地传递信息。然而,信息的量小但频率非常快。

企业各级制造单元的操作员职责:

(1)从相关的 ME 收集做决策或控制机器所需要的有用信息,更新相关的信息仓库中储存的信息。

(2)按照符合逻辑的次序执行应用程序(设计、管理和控制等)。

需要重视的是:并发操作可能产生,必须有一套机制将并发操作按先后顺序执行。

3 CIMS 的定义

分析了现代制造单元、它们之间的交互作用以及在人工环境下操作员的职责,从集成的角度来看,CIMS 系统可以定义为:系统内所有应用程序能够自动地通过信息仓库交换信息,并且能随时随地自动地进行配合,从而达到更高水平的生产柔性和效率。与其他 CIMS 的定义相比,此定义着重强调了自动化的两方面的要求:

- (1)应用程序之间通过信息仓库进行信息交换;
- (2)应用程序之间的配合。

本文通过剖析人工环境下制造单元的构造极其相互作用,从信息处理的角度分析,企业 ME 由 1 个或多个“信息处理子系统”和 1 个紧密相连的“信息仓库”组成。并确定了系统集成工具的功能要求,给出了 CIMS 定义。

参考文献

- [1] HARRINGTON J. Computer integrated manufacturing [M]. Krieger Publishing Company, 1979.
- [2] 颜波,黄必清,郑力,等.网络研究现状及其在制造业中的应用[J].计算机集成制造系统,2004(9):1021-1030.
- [3] 蔡长韬.基于 STEP/XML 的集成化工艺信息描述方法研究[J].计算机集成制造系统,2008(5):912-917.

(收稿日期:2009-05-13)