

CIMS 工程的关键技术

李 林 (北京第一机床厂)

计算机集成制造系统(CIMS)是信息技术,先进的管理技术和制造技术在企业中的综合应用,按照 CIM 哲理,将企业经营活动中销售、设计、管理、制造各个环节统一考虑,在信息共享基础上,实现功能集成。其内容包括管理信息系统(MIS)、工程设计集成系统(CAD/CAPP/CAM)、制造自动化系统(MAS/FMS)和质量管理系统(QMS)四个应用分系统及数据库和网络两个技术支持系统。CIMS在工业发达国家起步较早,不少企业广泛应用了 CIMS 单元技术,但形成了自动化孤岛,要在异构环境下把这些孤岛集成起来,技术上有很大难度。由此可见,CIMS 的关键技术及核心是集成。

但是,CIMS 并无一定的模式,不同的企业有不同的特点及作法。美国机械制造业着重按用户需求发展高性能、多坐标的专用产品,新产品设计全部采用 CAD/CAPP,而底层加工设备则以数控机床较普遍,柔性制造系统(FMS)采用不多。故集成重点放在 CAD/CAPP/CAM。而日本机械行业的经营战略是主要发展标准化,模块化数控设备,为此就大量采用 FMS,底层自动化水平很高,有的可以作到整个车间 72 小时无人操作,其集成关键在于底层的信息和物流集成。我国机械制造业有其固有的特点:底层加工设备较落后,数控机床仅占 6~10%;标准化程度低;很多基础工作,例如工装、卡具、刀具及设计和工艺文件等都存在不配套现象,且投入的资金又有限,因此在中国实施 CIMS 工程,其重点应放在信息共享和功能集成上。使整个企业在共享市场销售、设计、工艺、制造、管理等信息和知识的基础上,以适应市场的多变,提高企业的综合效益。有条件的企业则可在关键零件加工上采用 FMS,实现整个制造过程的信息集成和物流集成,作到无图生产。

北京第一机床厂 CIMS 工程的特点则是:

1. 全厂各应用分系统间联网,实现了以分布式数据库为平台的信息共享和功能集成。

2. 根据中国国情有两种 CIM 模式:对底层 FMS 的自动化车间,箱体零件加工实现了从创意、绘图、工艺设

计、数控编程到毛坯入线加工的无图制造;对多数以普通机床为主的车间实现低成本 CIMS。

3. 与先进的管理方法结合,以精良生产方式简化经营过程,以并行工程方式实现 CIM 运作。

一、共享数据库

网络和数据库是实现 CIMS 信息集成的支持工具,其中建立异构、分布、多库集成的数据库尤为关键。

1. 工程数据的集成

工程数据库的研制,是整个数据库系统的关键,它既保证 CAD、CAPP、CAM 在集成环境下运行,又要为整个 CIMS 系统的集成提供必要的信息,工程数据的形式多样,类型复杂,可归纳为下列三类数据:

(1)表格类数据,即结构化数据。主要包括设计标准和规范、特征、参数、工艺标准及规范、产品结构、工艺文件等,此类数据可直接嵌入关系表中,可由关系数据库(例如 ORACLE 数据库)管理。

(2)图形类数据,主要包括标准图库、二维零件工程图、产品及部件装配图、三维造型图、刀具装配图及预调图、夹具装配图等。这类数据以图为单位,由作图软件(例如 ICEM-DDN)生成,对图的名称(标识)进行目录管理,这是由专用数据库(例如 ICEM-EDL)来完成的。

(3)文本类数据,像 NC 程序等,这类数据也采用目录管理的办法。

通常专用的 CAD 数据库能管理 CAD 建立的图形文件及 CAM 建立的文本文件,但对设计过程中参数缺乏有力的支持,无法从 CAD 产生的结果中提取 CAPP 需要的特征。为此,在专用数据库中建立各种规范及基于加工的特征图谱,并开发与通用关系数据库的专用接口。形成 CAD 专用数据库和通用关系数据库共同管理的集成工程数据库。以此为基础进行 CAD 设计和绘图过程中,将形成的图形文件置于 CAD 专用数据库的管理下,并同时生成中性文件,记录该零件中所含的特征信息、几何尺寸及其它附加信息,存放在通用的关系数据库中,供

CAPP使用,编制工艺文件,实现CAD和CAPP的集成。同时也解决了CAD设计过程中生成的产品结构表(BOM)向管理信息系统传输的数据库通讯问题。

2. 分布式数据的共享

CIMS工程中各功能分系统分布在不同结点的异构计算机系统上,分布在各节点上的物理数据具有逻辑性相关。为使问题简单化,应尽量作到各结点在数据库上构成分布式的同构系统,除了参与本结点的局部应用外,还通过网络参与全局应用。把数据存放在使用频率最高的结点,减少使用时作远地操作和长距离传送,改善响应时间,是进行数据分布设计的总原则。

分系统之间信息共享机制取决于它们之间信息互访的途径。通常有远程查询和在远程结点建立副本二种。无论哪种途径,其共享执行机理应有适当的执行指令和相应的存取控制机制组成。

数据共享的安全控制,要考虑到在整个分布式数据库中设置两个层次的存取控制。一个是在各自结点上的存取控制,称之为局部安全控制模式,另一个是结点间数据互访的存取控制,称之为共享数据安全控制模式。

北京第一机床厂CIMS工程(BYJC-CIMS)的异构分布式数据库系统及各分系统之间主要接口信息如图1所示。

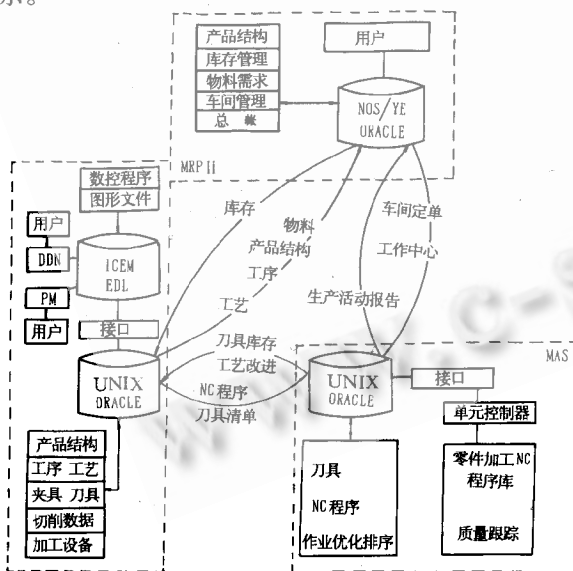


图 1

二、集成的CAD/CAPP/CAM

如何从CAD系统模型中获取CAPP所需的信息是

目前研究CAD/CAPP集成的一个主要问题,也是CIMS集成的关键之一,现代商品化CAD软件虽然提供了良好的三维实体造型(3D Solid Modelling)功能,并应用特征技术(Feature Technology)进行开发,如pro/Enginner软件。但仅限于形状造型,其造型特征与输出数据难以被CAPP系统提取。加工特征不同于CAD造型特征,造型特征侧重于实体,加工特征侧重于型面,少数特征还可建立对应关系,大部分加工特征在特征层上难以建立对应关系,不少加工特征须将造型特征按面分解重新组合,如面特征和按孔方式加工的半园面等。

不控制零件的造型过程,而对其结果进行加工特征的自动识别与参数提取是一种希望达到的理想目标,但加工特征的非标准与不确定使之难以实现。Pro/Develop提供了一组“C”函数库,可以获得零件实体模型的有关参数与层次关系(见图2)。如何通过这些参数、参数类型、参数关系建立加工特征的识别算法则是关键所在。

层次	类 型	部分有关参数
1	Part	id, pointer
2	Feature	id, pointer, type
3	Surface	id, pointer, type, Ptc - surf
4	Contour	pointer
5	Edge/Curve	id, pointer, type, Ptc - curve
	Datum	= Surface
	Axis	id, pointer, Ptc - curve
	Dimension	id, PRODIMENSION
	Geometric Toler	id, Ptc - gtol
	surface finish	Pro - surf - finish
	...	

图 2 实体造型参数与层次关系表

加工特征的识别须从相应层上进行,有三种方式:

1. UDF方式,即用户定义特征(User Defined Feature)。实质是将造型与加工特征从标准的角度统一起来,把一些符合一般设计标准又与某种加工特征有明确对应关系的型面如螺孔、沉头孔、弹簧卡圈等用Pro/Develop的“User Defined Feature”的功能定义成UDF,建立标准特征库,在造型过程中直接调用,同时生成CAPP所需的参数便于提取。但UDF的应用是很有限的,随着设计与制造的标准化程度不断提高,UDF的应用将大大有利于集成。

2. AUTO方式,即自动识别方式。主要解决可以与造型特征建立对应关系又有明确的识别规则的加工特征的识别与参数提取,如UDF类、光滑孔类、标准模型类等。在零件造型过程中加一定的限制有助于加工特征的识别,因为自动识别以造型特征为基本单元,根据特征的类型和特征所具有面的类型与组合来判别的。

3. SELECT方式,即通过已定义好的加工特征的图形化菜单,让用户按不同的加工特征用鼠标从零件模型上点取(Pick up)相应的型面支持菜单的一组程序,根据所选取的加工特征类型自动从模型中提取相应的对数并进行类型检查与重复提取校核。采用这种方式,在点取型面时就已经确定了加工特征的类型,避免了目前无法解决的加工特征判别问题。特别当某些加工特征难以定义或难以明确时,这应是一种解决的办法。

图3为加工特征识别与提取系统功能图。

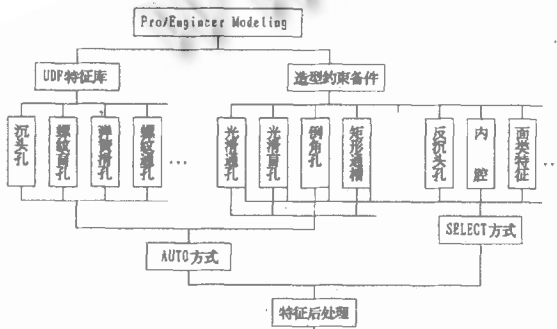


图3 加工特征识别与提取功能图

无论是哪种方式,所获取的仅有特征的几何参数与加工参数,加工特征之间的各种关系参数还须专门提取与处理。特征后处理主要含三部分的内容:

(1)同轴处理。主要对孔类加工特征,将满足一定条件的孔组成同轴孔系。确定各同轴孔的位置与次序关系,形成孔系加工单元,即多阶孔。

(2)分布处理,目前也主要对孔与孔系单元。将满足分布要求的单孔或某类同轴孔之间建立分布式关系,其中主要条件之一是形成分布的各孔或各孔系必须是相同的。

(3)精度关系处理。根据设计者在零件的特征造型时加入的形位公差进行自动的提取,找到相应的加工特征或加工单元,建立它们之间的精度关系。

由于加工特征的不全是自动的,有人工提取的SELECT方式,因此难免出现漏取或错取现象,为弥补这

点,应具有“特征编辑”功能。此外,对加工特征的参数进行编辑的功能也是必要的,常常会有因工艺要求而提高某一型面的精度要求而设计要求不变。

三、产品结构表(BOM)自动生成

在CIMS工程中,产品结构 Bill of Material(BOM)是CAD产品设计的结果之一,也是管理信息系统(MIS)中,主生产计划,物料需求计划,成本核算,物料管理等功能的主要信息依据,故实现CAD和MIS之间信息共享,BOM自动生成和传输是关键。

产品是现实世界中的复杂对象,由部件和零件组成,而部件又可以由分部件或零件组成,零件可按其特征细化为基本件、标准件、外购件、焊接件等并形成树状结构。如图4所示

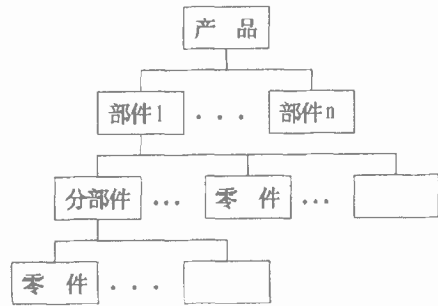


图4 产品结构示意图

图中每个结点除了物料号作为标识外还包括三部分信息:

1. 图形信息。每个结点都对应一张工程设计图,对于部件、产品来说,对应的是装配图,对于零件来说对应的是零件图。

2. 特征信息。工程设计图给出了零件的几何形状、尺寸、零、部件的相对位置,而且还通过标题栏给出各结点的特征。

3. 零部件的连接关系。装配图包含有零、部件的连接关系,对部件来说,装配图中描述了构成它的子部件、标准件、借用件和基本件的连接关系;对于基本件来说,零件图中描述了基本零件和焊接件的连接关系;对焊接件来说,零件图中描述了它的子焊接件间的连接关系。

特征信息构成了“物料”(Item)关系模式,其中物料号作为关系模式的主码,唯一地标识该结点,各项特征作为关系模式的属性,描述该结点。

零件的连接关系构成了“组合(Bills)关系模式。

组合(主物料号,子物料号,数量)

其中,主物料号,子物料号共同作为主码。“组合”关系中的每一条记录描述了一个主物料和一些子物料的联系以及组成数量,每一个子物料又分别有各自的子物料,层层勾连,描述了产品的树形结构。

为了从工程设计图获取“物料”、“组合”两个关系模式中的信息,需在 CAD 作图软件的基础上开发:

(1)利用图形软件提供的公共数据区(Common Block),对装配图构造 A-Frame 数组,存放产品、部件标题栏的信息;对零件图构造 P-Frame 数组,存放零件标题栏信息。

(2)创建标准件图库及标准件数组,分别存放标准件的图形及特征信息。

(3)创建基本件数组、借用件数组、焊接件数组、存放特征信息。

(4)创建拉标签的工具:在装配图上标注各组件的标识符,并把该标识符和相应的数组(基本件、借用件、焊接件、标准件等数组)建立联系,构成 Label 数组,描述产品、部件中各子件的勾连信息。

为了使这些局部数据为整个 CIMS 共享,支持全系统的各项活动,必须把存入在图形中的三个数据结构中的数据提升到全局层,构成“物料”、“组合”两个基表,作为全局信息。

设法从 A-Frame P-Frame 和 Label 中提取原始信息通过中介程序向全局层插入数据组。对从 Label 中提取出来的父子勾连信息进行分析,区别分部件或各类零件,判断需要开图的子件,构成开图队列,形成遍历搜索。对缺图的零、部件在开图的过程中显示“缺图”信息,并汇总成缺图零部件汇总表,便于设计人员进行查询。对各节点判断工程图的张数,多图情况下,构成开多张图的队列。接收模块把获得的全局信息分别插入“物料”表和“组合”表,然后对产品结构信息进行编辑,按产品、部件产生基本件、标准件、外购件明细表的汇总表,从而实现了从 CAD 分系统中产品结构(BOM)信息向 MRP 分系统建立和传输的全过程。

四、柔性制造系统(FMS)的联网和集成

柔性生产线(FMS)、柔性生产单元(FMC)等现代化

的成套加工设备是 CIMS 环境下产品生产的有效组成部分。这时,FMS 车间控制器则是企业生产管理,产品设计和制造的集成环节。FMS 车间控制器,作为企业 CIMS 网络的一个节点,向上,它是企业分布式数据库的一个组成部分,向下,它通过 FMS 车间内部网络与车间内各柔性生产线(单元)和其他设备相连,完成零件从设计,工艺制定,计划下达到上线加工的无图制造全过程。为此它应具有如下功能:

1.作为 CIMS 分布式数据库的一个结点,实现与管理信息系统和工程设计系统的数据通信。

2.全面负责车间内的短期生产计划和调度及进程控制。

3.承担工程设计系统和加工单元的信息通道,传送有关的信息。

从车间监控的要求,传送的信息越完整越好,但目前我国投入使用的柔性生产线基本是引进的,因此,能传送的信息受到柔性生产线控制系统的制约。控制系统是否配了通信接口?其控制软件中是否包含通信接口模块?采用何种通信协议?甚至,FMS 控制系统的运行方式均直接影响可传送的信息。因此,传送信息的种类应根据需要和可能两方面综合考虑。

如果控制系统已有通信接口,控制软件中包含通信接口模块,并且清楚所采用的通信协议和命令,则较容易实现,否则实现过程将复杂的多。为此,必须首先要破译单元控制器中采用的通信协议文本、主控程序及其他通信有关的软件,在此基础上开发一个自行设计的通信管理软件,并嵌入单元控制器软件包中。

五、结束语

CIMS 是一个庞大、复杂的系统工程,其实质是按照市场,用户的需求协调各界人员在共享信息和知识的基础上,短时间,高质量,低成本及完善的售后服务提供用户满意的产品。而共享信息和知识是“桥梁”,从技术观点来讲,CIMS 工程的关键技术就是解决局部和全部的各种“桥梁”问题,使其畅通。

参考文献:

[1]铣床通讯(CIMS 专辑)1995 年第 1 期。

[2]An Integrated Data Management Environment for CIM Graham Coombes.