

文章编号: 1001-3482(2007)02-0004-03

# CAD 与 CAE 软件的数据接口及转换方法研究

张淑霞, 曾 鸣, 赵宏林, 徐祥娟, 赵 兰

(中国石油大学(北京), 北京 102249)

**摘要:**目前 CAD 和 CAE 技术已发展到非常实用的水平, 竞相推出了商品化软件。由于制造业产品信息相当复杂, 要实现企业生产自动化, 在分离的 CAD、CAE 之间还需大量的工作, 所以 CAD 与 CAE 软件的集成是解决问题的关键, 而集成的主要障碍是数据共享问题。从 CAD 的接口格式和二者之间的数据交换方法 2 方面来说明二者的集成, 分析了几种常用格式的优缺点及目前采用的数据交换方法。

**关键词:** CAD; CAE; 接口标准; 数据接口; 集成; 模型转化

**中图分类号:** TE9      **文献标识码:** A

## CAD Software with CAE Data Conversion and Interface Research Methods

ZHANG Shuxia, ZENG Ming, ZHAO Honglin, XU Xiangjuan, ZHAO Lan

(China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

**Abstract:** Current CAD and CAE technology have been developed to a practical level and companies launch commercialized software. As manufacturing product information complexity, to achieve enterprise automation in separate CAD and CAE need a lot of work. So CAD and CAE software integration is the key to solve the problem, but the main obstacle is the integration of data sharing. The format is from the CAD interface between the two methods of data exchange to illustrate the integration, analysis of the advantages and disadvantages of several common formats and often now often used methods of data exchange.

**Key words:** CAD; CAE; interface standards; data interface; master; model transformation

目前常用的 CAE 软件为 ANSYS 软件, 它拥有丰富完善的单元库、材料模型库和求解器, 并且具有相对独立的前、后处理模块, 可以独立完成多学科多领域的工程分析问题, 但其图形驱动技术支持的界面可管理性和操作性相对较差, 无法完成复杂模型的建模, 因此, 结构分析效果大大降低了可信度, 影响工作效率。而建模恰恰是目前一些三维设计软件的优势所在, 例如, Pro/ENGINEER、UG、IDEAS 等<sup>[1-2]</sup>。因此, 常采用先进的 CAD 软件进行建模, 再采用数据接口实现 CAD 和 CAE 之间的集成。CAD 模型与有限元模型之间的转换, 本质上是模型的数据库格式的转换, 为了解决数据交换问题, 现已提出了许多数据交换, 即数据接口的方法与标准, 所以, 了解各种接口标准有利于准确地进行模型转化。数

据交换分为直接数据交换(专用格式集成法)和间接数据交换(标准格式集成法)。目前常用的数据接口方法有专用数据接口和通用数据接口。

## 1 几种数据接口格式<sup>[3-6]</sup>

### 1.1 专用数据接口

它是一个将 CAD 系统(简称 A 系统)中的产品数据通过专用的数据接口程序(A-B)直接转化为符合另一个 CAD、CAE 系统(简称 B 系统)数据格式的产品数据; 反之亦然。而对于 B 系统与第三个 CAD、CAE 系统(简称 C 系统)之间的数据交换需要通过另外的专用数据接口程序(B-C), 如图 1。依次类推,  $N$  个系统需要  $N(N-1)$  个专用数据接口程序。这种点对点的数据交换方式的专用数据接口

收稿日期: 2006-07-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(50575150)

作者简介: 张淑霞(1980), 女, 河北人, 在读研究生, 2004 年毕业于辽宁石油化工大学材料成型及控制工程专业, 现主要从事 CAD 和 CAE 软件集成的研究工作。

程序各自不同,不能通用;但交换数据的运行效率高,且不会丢失数据。在早期的 CAD 系统间及 CAD、CAE 系统间交换数据时常采用此方法。

## 1.2 通用数据接口

它是利用一种与系统无关的标准数据格式(中性文件格式)文件来实现多个 CAD 系统之间的数据交换,各系统只需构造前置处理器、后置处理器,将本系统产品数据格式转化为标准数据格式,或反之,如图 2。这样只需将本系统的产品数据“翻译”成标准的数据格式,就可被不同的 CAD 系统及 CAE 系统所共享利用。这种格式的通用性、简单性和标准化的特点使它成为集成系统中普遍采用的格式。此方式数据共享性好;但如果标准数据格式中没有 CAD 系统中的某些数据描述格式,产品数据将不能够被完全“翻译”,从而造成数据的“丢失”。目前常用的数据接口标准有 Parasolid 格式、IGES、STEP、STL、PDES 等。

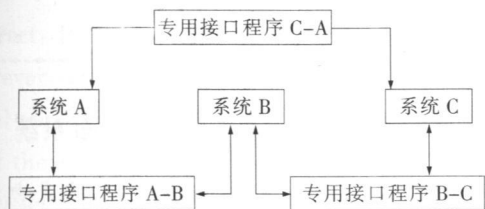


图 1 专用数据接口

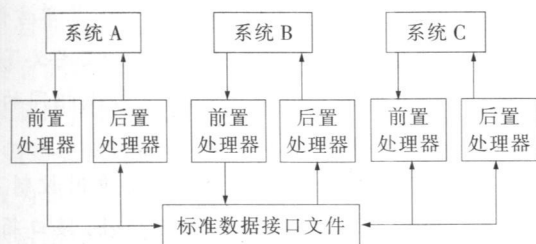


图 2 通用数据接口

a) ACIS 格式 它集线框、曲面和实体造型于一体,并允许这 3 种表示共存于统一的数据结构中,为各种 3D 造型应用的开发提供了几何造型平台。现在它已不再仅仅是几何造型平台,更发展成为一种 CAD 数据交换与共享的标准。

b) Parasolid 格式 它有较强的造型功能,但是,只能支持正则实体模型。其主要功能包括自由曲面和解析曲面的混合表示、多种方式的实体操作、非拓扑和非几何数据的提供等。Parasolid 是和 ACIS 相似的 CAD 数据传递和共享标准,但在具体几何造型处理方面有所不同。

c) IGES 标准 最初开发的 IGES 是为了能

在计算机绘图系统的数据库上进行数据交换,随着 IGES 的逐渐成熟,该标准已经覆盖了 CAD 数据交换的越来越多的应用领域。制定 IGES 标准的目的就是建立一种信息结构用来定义产品数据的数字化表示和通信,以及在不同的 CAD 系统之间以兼容的方式交换产品定义数据,所以 IGES 标准是更广泛意义上的 CAD 标准,而不像 ACIS 和 Parasolid 那样更多地局限于几何造型技术。

IGES 还存在一些不足:

①数据传递的范围有限。IGES 标准所定义与传递的主要是几何信息,而且为形状信息,以图形描述数据为主,因而它无法描述产品的全部信息,所以 IGES 不能完全满足 CAD/CAE 集成的要求,也容易出现数据丢失现象。

②数据交换不稳定。由于 IGES 标准选择了固定的数据格式和存储长度,数据文件在结构上是松散的,容易出现语义上的二义性,数据传输可能发生传递错误。

③数据格式过于复杂,造成 IGES 文件可读性差、不好懂;文件很长,占用内存过大。

d) STEP 标准 它是一个描述怎样表达和交换数字化产品信息的产品模型数据交换 ISO 标准。数字化产品数据必须包括足够的信息来表达产品的整个生命周期,从设计到分析、制造、质量控制测试、检测和产品支持功能。所以 STEP 必须涵盖几何拓扑公差约束属性装配尺寸和其他许多方面的内容。STEP 被构造成一个由许多个部分组成的 ISO 标准,基本部分已完成,多数正在发展中。STEP 最重要的一点是可扩充性。

与 IGES 标准相比,STEP 标准有以下优点:它针对不同领域制定了相应的应用协议,以解决 IGES 标准适应面窄的问题;该标准所覆盖的领域除了包括已经成为正式国际标准的二维工程图三维配置控制设计以外,还包括一般机械设计和工艺、电气工程、电子工程、造船、汽车制造等。

e) STL 格式 它是将三维模型的表面近似表达为小三角形平面的组合。是一种曲面建模技术,它服从共顶点原则、取向原则、取值规则和合法实体规则等。在描述曲面方面,STL 格式同 ACIS、IGES 等格式相比有相当大的优势。因为这种表述方法和有限元前处理中的曲面网格划分十分相似。

## 2 模型转换方法<sup>[7-9]</sup>

CAD 模型与有限元模型之间的转换,本质上是

模型的数据库格式的转换,从模块的几何模型生成有限元模型的方式有3种。

a) 直接转换法 针对几何模型进行数据格式转化,再增加其他有限元建模条件,生成完整分析模型。这种方法简单,但易丢失某些信息,划分网格出现错误,且不能用现有的有限元程序进行模型的变量分析与优化,直接转化的模型不能进行设计结构参数优化,适用于模块结构校验。

b) 标准零件有限元模型库方式 在模块CAD数据库中专门开辟相应的有限元模型库空间,建立标准零件模块的有限元变量(参数)化模型,根据需要组合为实际模块的完整有限元模型。相当于建立标准模块的有限元模型库,不存在数据格式转化,不会丢失数据,能够直接利用成熟的有限元模型参数优化方法,但需要额外编写变量化模型代码。而且对拓扑结构变型模型有时需编写不同的参数化模型代码,优化数据不能直接传递给CAD模型,这种方法适用于变型较少的纵系列模块化设计。

c) 中心数据库方法 有限元模型与其他部分公用一套数据,有限元模型与CAD模型可进行数据双向交换,需要有接口。可以看出,前2种方法数据为单向传递,优化后的变量不能传递给CAD模型,而中心数据库方法能将数据双向传递。另外,该方法可以结合前2种方法的优势,直接转换不需要优化的部分模型,需要优化的部分通过外部文件传递变量数据,进行变量化编程建模,利用现有有限元程序优化。中心数据库方法在模型变量化编码时即对模型进行删减细节特征和降维等处理。

模块中心数据库内容包括几何模型信息和非几何信息。几何模型是模块化CAD的主要部分。非几何信息包括模块的功能信息、性能信息(主要技术参数)、材料信息、结构信息、接口信息、运动信息、管理信息、制造信息等。

### 3 结论

目前各大CAD软件的制造商都在极力开发与不同软件的数据接口,采用合适的接口标准来实现CAD和CAE之间的数据共享。从目前的应用来看,最常用的还是用IGES中间标准格式转换,采用中心数据库方式。现在很多CAD与CAE软件之间都已有了接口,例如Pro/E和ANSYS。

#### 参考文献:

[1] 谭建荣,陆国栋,张树有,等. CAD方法与技术[M]. 北

京: 科学出版社, 2005.

- [2] 徐燕申,张学玲. 机床结构模块化设计中CAD模型与有限元模型的数据交换[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2003: 18-21.
- [3] 刘锡锋,董黎敏. 机械CAD Pro/E应用及开发[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [4] 祝效华,廖伟志,黄永安,等. CAD/CAE软件协作技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.
- [5] 徐燕申,侯亮. 液压机广义模块化设计原理及其应用[J]. 机械设计, 2001, (7): 1-4.
- [6] Guide to ANSYS user programmer features[Z]. ANSYS, Inc. March, 2002.
- [7] Kikuchi M, Taura T A. general model of design synthesis. An extension of General Design Theory [J]. IWES 99, 1999: 49-56.
- [8] 刘晓平. 机械结构动力学建模方法的研究[博士学位论文][D]. 天津: 天津大学, 1994.
- [9] 谭月胜,姚文席,张春燕,等. 摆线轮的三维造型及导入ANSYS中的方法[J]. 北京机械学院学报, 2001, 16(4): 43-46.

### DGK 1 型生产井数控测井地面系统

DGK-1型生产井数控测井地面系统是由大港测井工艺研究开发的一种新型综合数控测井系统,结构简单、紧凑、合理,电源配置强大,抗干扰能力强,可控性强,配有双下井仪器电源,切换简单方便,实用性强。仪器硬件采用模块化设计,且定义了机内总线,各种功能模块均插于机内母板上相同的插槽上运行,升级更换简单且费用低廉。

仪器以工控机为核心,在计算机的实时控制下,井下仪器数据通过电缆接口送至接口箱,接口箱电路相应的模块对下井仪器送上来的信号消噪、分离、解码、整形送入计算机进行加工处理,同时计算机控制绘图仪可实时记录存储数据,系统的应用软件界面采用下拉菜单和多窗口图形用户界面,并配有在线帮助系统可随时获取帮助支持,应用简单方便直观,整个应用软件系统坚固可靠,实用性强,可完成7参数、井径、同位素、棚中子、电磁流量等测井项目,亦可根据用户的需要配置射孔功能(专用的射孔应用软件),完成数控射孔和油管输送射孔等多项工作,同时还有强大的软件和硬件的升级扩展能力。与国内外同类仪器相比,该仪器在软硬件技术上均处于领先水平。

(摘自中国石油信息网)