

文章编号: 1000-2022(2003) 03-0408-06

冷冲模 CAD 系统中的工程数据库系统

王 军¹, 肖冬荣¹, 刘晓平^{2,3}

(1. 南京气象学院 信息工程系, 江苏 南京 210044;

2. 合肥工业大学 计算机与信息学院 CAD 和 CG 研究室, 安徽 合肥 230009;

3. 中国科学院 等离子体物理研究所 CAD 室, 安徽 合肥 230031)

摘 要: 为了解决工程 CAD 系统中数据处理效率低及方便工程 CAD 软件的开发维护, 介绍了基于 Windows 平台开发的冷冲模 CAD 系统的面向对象工程数据库系统, 讨论了工程数据库系统的数据模型、逻辑设计、系统的体系结构和功能实现。

关键词: 工程数据库; 面向对象; 数据模型

中图分类号: TP302; TP391 **文献标识码:** A

随着 CAD/CAM/CAPP 技术的迅速发展, 工程数据库成为工程设计和工程信息系统的核心。各国的研究机构、院校、公司都竞相开展对工程数据库技术的研究, 推出了一些有实用价值的工程数据库管理系统。如基于扩充网状模型、扩展关系模型以及基于关系和网状混合数据模型的工程数据库系统等^[1-2]。这些工程数据模型和系统虽得到了应用, 但是都很难做到通用, 还不能完全满足机械产品 CAD 中工程数据管理的要求^[3]。当前对工程数据模型的研究转向面向对象的方法^[4], 希望能从根本上解决工程应用领域的数据库建模问题。

1 冷冲模系统的数据模型

冷冲模工程数据库是利用面向对象技术设计的用于存储模具元件的数据信息和图形、设计结果的有关信息及设计过程中间结果的数据库, 以满足模具设计与装配管理, 模具元件管理和设计结果管理等, 是冷冲模模具设计系统的一个重要组成部分。

工程数据库系统包括工程数据库管理和工程数据库设计两方面的内容。工程数据库设计就是指从工程应用需要出发, 设计出一个工程数据库结构的全过程^[5]。它的一般过程是: 首先对工程应用领域的数据进行需求分析, 综合整理出被处理对象的概念。这种概念独立于工程数据库管理系统, 与具体的工程数据库管理系统无关。完成概念设计后, 再根据实际情况进行数据库的具体设计。

面向对象数据模型的主要优点是能用简单的概念对象来描述所有的概念实体, 允许把任意复杂的实体表示成一个循环递归的对象^[6]。它提供了类层次的概念、属性特征的继承概念以

收稿日期: 2002-11-12; 改回日期: 2003-02-25

基金项目: 南京气象学院科研基金(Y310)

作者简介: 王 军(1970-), 男, 安徽铜陵人, 讲师, 博士生, 研究方向: 工程数据库、信息集成。

及数据和操作的封装机制等。面向对象数据模型解决了传统数据模型所无法解决的工程数据管理问题,能实现各种要求,尤其是复杂工程实体的建模、动态模式管理、版本管理、工程长事务管理等。

面向对象数据库管理系统是适用于各种工程应用领域的新一代数据库管理系统,它代表了工程数据库管理系统的发展趋势。因此本系统采用面向对象数据模型作为工程数据库管理系统的数据模型,并称之为基于对象的工程数据模型(Object-Based Engineering Data Model 简称 OBEDM),OBEDM 是由对象(Object)所组成。

模具设计中的任何实体都可以看成一个对象,并且每个对象都具有唯一的标识符,对象封装了对象的状态和行为,状态是该对象属性值的集合,行为是在该对象状态上操作方法的集合。OBEDM 中的对象可形式定义为

$$M = \{N_i, S_i(w), Y_i\}$$

其中: M 表示对象, N_i 是对象 M 的标识符, $S(w)$ 是对象 N 的属性的集合(表示对象 M 的状态), S_i 表示第 i 个属性(S_i 是属性名), w 是属性类型, Y_i 是方法名,是在对象状态上操作方法的集合。

对象 T 的属性 b 的值表示为 $T.b$,属性值也可以是对象,因而可以递归地构成极为复杂的对象。封装在一个对象中的状态和行为只能通过消息传递从外部存取和调用。

对象类(Class)由具有相同属性和方法的对象构成。OBEDM 中的对象类可形式定义为

$$MM = \{< N_i >, < S_i(w) >, < Y_i >\}$$

其中: MM 表示对象类, $< N_i >$ 是对象类 MM 的外延(即具有相同属性和方法的对象 N_i 的集合), $< S_i(w) >$ 是对象类 C 的属性集合, $< Y_i >$ 是对象类 MM 的方法集合,对象 w 是 MM 中属性的类型, w 可以是任意的对象类。

OBEDM 中的对象类可分为基本对象类和用户对象类两种。整数、实数、字符串、布尔量、集合、数组、矢量等是基本类,它们由系统提供。用户对象类是用户定义的具有自己属性和方法的对象类。所有的类组成一个有根的层次结构,称为类层次结构。在层次对象之间,存在着某种联系,有时甚至是一种复杂的有向无循环图的关系。一个类从它的类层次的直接或间接祖先中继承所有的属性和方法,该类的直接或间接祖先称为该类的超类,该类则称为其超类的子类。例如:一套模具的产品可由多个部件组成,每个部件又可由若干个零件组成,该模具作为一个单一的实体可表示为如下的类层次结构:

$\mathfrak{a} \rightarrow$ 模具产品 $\rightarrow$ 部件 $\rightarrow$ 零件。

其中: $\mathfrak{a}$ 是所有对象的公共超类,符号 $\rightarrow$ 表示对象类之间的关联关系,这里是整体与部分之间的隶属关系和继承关系,如模具产品继承了公共超类 $\mathfrak{a}$ 的所有属性和方法,部件隶属于模具产品,零件隶属于部件。模具产品 CAD 中数据建模的各种语义信息都可以通过 OBEDM 的类层次的结构表示出来。

在模具设计过程中,有时结构对象的属性也可以是构成对象,结构对象和构成对象一起组成了一种层次结构,因而对它们进行处理时,采用引用和隶属来表示它们之间的组成关系,即利用整体—部分结构和一般—特殊结构相结合的方法来表示。

2 系统的逻辑设计

通过对冷冲模 CAD 系统中元件的分析可把元件分为两大类:CELEMENTBOX 类和 CLINKOBJECT 类。前者派生出 CBASEBOX 类、CUPMOJIA 类、CDOWNMOJIA 类、

CMOBIN 类、CCHONGTOU 类、CDINGLIAOBAN 类和 CTANHUANG 类等, 其中 CBASEBOX 类又派生出 CXIELIAOBAN 类、CUOPXIELIAOBAN 类、CAOMO 类等; 而从 CLINKOBJECT 类中派生的类有 CLUODIN 类、CXIAODIN 类、CDAOHUALD 类、CDAGAN 类和 CDANGLIAOXIAO 类等。可以将对象模型转换成关系模型, 设计出数据库中的表、视图和过程。

将概念模式中的类转换为模具工程数据库中的表, 数据表可视为一种二维的关系结构; 将元件实体对象转换为记录, 用对象来表示实体; 用视图来表示继承关系, 用函数表示消息, 用连接来表示层次模式中的联系, 它实现了层次模型中的复杂关系, 在表与表、表与记录、记录与记录之间建立一对一、一对多、多对多的关系。

在数据库的设计中会出现表的部分字段的数量(对象的属性)事先无法确定的情况, 即在运行的过程中是动态变化的: 如用橡皮或弹簧作为压料装置, 在元件上可能就存在导滑螺钉孔有或者没有两种可能; 又如用旋入式的模柄代替一般式模柄在上模架上要去掉 4 个螺钉孔和 2 个销钉孔等等。利用整体—部分结构并通过特定的方法可以解决这一问题。在设计时可将孔的公共信息完全分离出来组成孔信息对象, 再将孔信息中不同的部分提取出来构成 3 个特殊类: 螺钉孔类、销钉孔类和导滑螺钉孔类, 组成一般—特殊类结构(图 1)。这种方法利用整体—部分结构和一般—特殊结构相结合的方法, 结构清晰, 设计时比较容易把握。

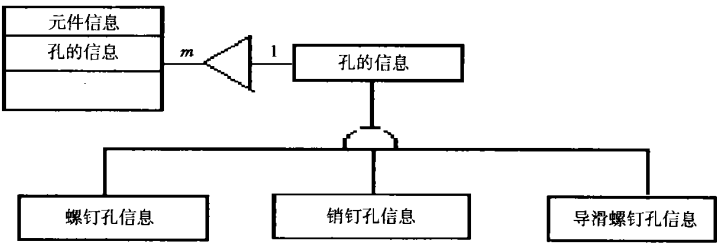


图 1 一般—特殊类的结构

Fig. 1 General-special class structure

模架类信息描述的数据结构为

```
MojiaClass{
    MojiaID;           // 模架代号(5 位)
    MojiaName;         // 模架名称
    MojiaType;         // 模架类别
    MojiaVersion;      // 版本代号(2 位)
    .....
    MojiaImage;        // 模架示意图
    MojiaSolid;        // 模架三维实体图
    MojiaAssembleGraph; // 模架的装配图
}
```

Basebox 类信息描述的数据结构为

```
Basebox Class{
    MojiaID;           // 模架代号(5 位)
    MojiaVersion;      // 版本代号(2 位)
```

```
Long;          // 长
.....

Edgetype;      // 边角的类型
Edgedist;      // 导角的长度或是园角的半径
}
```

元件类信息描述的数据结构为

```
ElementClass{          // 元件信息类
    MojiaID;           // 元件所属模具代号(5 位)
    MojiaVersion;      // 版本代号(2 位)
    .....

    LocationType       // 元件的定位方式
    LocationPoint      // 元件的定位点坐标
    ElementType;       // 元件类别(元件的父类)
    ElementCreaTime;   // 元件的创建时间
    ElementImage;      // 元件示意图路径及名称
    ElementGraph;      // 元件二维平面图路径及名称
}
```

每个元件的代号是唯一的, 各个表之间通过 MojiaID 以及版本代号相联系。

3 系统的体系结构和功能实现

为支持分布式协同工作环境, 工程数据库管理系统采用客户机/ 服务器结构。多台计算机通过 Ethernet 连成网络, 最简单的配置情况是其中一台计算机作服务器, 其他各台计算机作客户机。通常的配置是网络中各台计算机既作服务器又作客户机。

系统建立两种类型的工程数据库支持基于冷冲模 CAD 设计: 一类是共享库, 用来存放设计过程中公用的信息, 如: 标准的国标数据、公共类数据、历史数据等。另一类是私有库, 用来支持设计人员进行专门的局部设计工作。共享库支持设计的历史版本, 私有库支持设计过程中产生的多个选择版本。共享库和私有库之间的数据交换通过 Checkout 和 Checkin 两种操作来完成。Checkout 从共享库中将对象类 (包括对象标识符和对象内容) 拷贝出来插入到私有库中; Checkin 则把对象从私有库中转移到共享库中。

基于冷冲模 CAD 的工程数据库管理系统主要由以下几部分组成: 对象管理模块、事务处理模块、查询处理模块、版本管理模块、存储管理模块、安全控制模块和接口模块等。

对象管理模块是系统的核心, 它负责对用户发送给对象或对象类的各种消息进行处理, 包括对消息进行检查、转换、编译与执行等。

事务处理模块用于实现系统的并发和恢复机制, 以支持模具产品 CAD 过程, 事务处理与并发控制模块对并发的数据库操作进行控制, 并实现事务提交和滚回, 它调用了存储管理模块提供的修改映象功能。当并发的数据库操作引起冲突时, 它强制引起冲突的某个事务滚回, 事务的主动提交和滚回请求则由 ODBC 驱动层产生。当一个事务需要提交或滚回时, 事务发出相应的消息给存储管理模块完成对有关修改映象的处理。

查询处理模块包括查询优化功能, 能给出符合查询条件的对象标识符集合。在该模块的设计中, 完全采用了面向对象的设计方法, 将处理中生成和访问的数据结构设计为互相联系的 3

个大类即 SQL 语句类、关系操作树类和表达式树类。这 3 个大类又分别按其性质细分为若干子类,形成类树结构。采用这种设计方法,具有很好的开发效率和运行效率。由于采用面向对象的设计方法,SQL 处理模块的向上接口也是面向对象的方式,使得 ODBC 驱动层对 SQL 处理模块的访问关系非常清晰、高效。

版本管理模块具有版本创建和版本演化功能,包括对象版本演化和对象类版本演化,版本演化的过程形成一个树形结构。后继版本只存储与祖先版本的不同之处以减少存储量。

存储管理模块负责工程数据的物理存储和检索。它包括内存管理、外存管理及内外存映射管理 3 个层次。存储管理模块同样采用面向对象的设计方法,提供面向对象的访问接口。存储管理模块同时处理数据修改映象的生成和恢复,这是事务处理模块所需要的功能。每个存储段在打开时都被设置了一个事务标识,当段中的数据被修改时原来的数据和事务标识被写到一个临时的映象文件中。当一个事务撤销时,事务处理模块将发消息给存储管理模块恢复原有的数据。

安全控制模块包括用户登录检查、用户权限管理、用户管理等功能。用户权限有读、写、执行 3 种,系统管理员通过对用户进行授权可确保工程数据库中关键数据信息的安全。

接口模块包括用户界面和应用程序界面两部分。冷冲模 CAD 系统的各个子系统通过调用工程数据库管理系统提供的应用程序接口 API,可以实现模具设计 CAD 的一体化。而用户界面主要支持终端查询,系统界面提供给用户一个交互式操作数据库的方式。系统界面是一个多文档窗口程序。用户在系统界面中,首先应该选择一个数据源。系统界面将数据源打开后,用户可以通过菜单和对话框完成数据的定义、操作(插入、删除、修改)和查询。对于数据的定义和操作,系统界面将以对话框方式显示执行结果。对于数据查询,系统界面可以用两种方式显示结果。第一种为表单方式,在窗口中一次显示一条记录,且可任意滚动记录;第二种为表格方式,在一个表格窗口中一次显示多条记录,且可同时左右和上下滚动记录。

在工程设计中要产生大量的 CAD 图形文件和三维实体文件,这些文件的管理和查询对用户来说非常重要,因此工程数据库系统提供了对 CAD 图形数据的支持。将 CAD 图形数据视为一种特殊类型的对象,并引入了 GRAPH 类型来定义它。在数据库定义时,用户可以在表中定义 GRAPH 类型域来代表 CAD 图形数据,从而在 CAD 图形数据和表中其他的常规类型数据间建立起联系;当查询数据时,用户可以用表中其他信息作为条件来查询 CAD 图形数据。CAD 图形数据存放在 CAD 系统中,在数据库中只存放 CAD 图形文件名。这种处理方式设计简单,节省存储空间。

4 小 结

(1) 与关系型数据库相比,面向对象数据库在处理抽象数据、对象继承性、对象标识等方面具有较强的支持功能,这种数据库模式大大简化了开发面向对象程序的复杂性,把面向对象技术工程数据库作为核心是工程 CAD 发展的方向。

(2) 面向对象工程数据库简化了数据库接口的程序设计,降低了系统的设计难度,提高了 CAD 系统工程数据的管理能力。

参考文献:

- [1] Mattison R. The object-oriented database survey[J]. Data Management Review, 1993, 3(11): 342-345.
- [2] Date C T. Relational Database Selected Writings[M]. MA: Addison-Wesley Publishing Company, 1986: 75-77.

- [3] Chorafas D N, Legg S J. The Engineering Database[M]. MA: Springer-Verlag, 1986: 55-57.
- [4] Cattell R G. Object-Oriented and Extended Relational Database System in Object Data Management [M]. MA: Addison-Wesley Publishing Company, 1991: 110-113.
- [5] 张 照, 陈晓萍, 卢正鼎, 等. 面向对象工程数据库中建模语言和存储系统的研究和实现[C]. 第十二届全国数据库学术会议论文集. 武汉: 华中理工大学出版社, 1994: 104-109.
- [6] 唐荣锡. CAD/ CAM 技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1994: 205-208.

Engineering Database in Cold Die CAD System

WANG Jun¹, XIAO Dong-rong¹, LIU Xiao-ping^{2, 3}

(1. Department of Information and Engineering, NIM, Nanjing 210044, China;

2. CAD and CG Division, Computer and Information College, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;

3. CAD Division, Institute of Plasma Physics, Chinese Academic of Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: An object-oriented engineering database of cold die CAD system developed on the basis of windows platform is introduced and its data model, logical design, system architecture and developing function are discussed in order to solve the problem of the low effective data processing in engineering CAD system and facilitate the development and maintenance of engineer CAD software.

Key words: engineering database; object-oriented; data model