

文章编号: 1002-0268 (2003) 06-0126-04

汽车车身设计 CAD/CAE 信息集成系统中 Oracle 数据库的设计研究

何 杰, 陈 南, 丁 震
(东南大学, 江苏 南京 210096)

摘要: 论文通过现代汽车车身工程中的 CAD 用户、CAE 用户、管理人员对 CAD/CAE 信息集成系统数据需求的分析, 从面向车身工程的现实世界出发进行数据库概念设计、逻辑设计和物理设计, 实现了汽车车身设计 CAD/CAE 信息系
统数据库从现实世界模型向数据库逻辑模型的转化及实现。
关键词: 信息需求; 概念设计; 逻辑设计; 信息集成
中图分类号: U463.820.2 **文献标识码:** A

Study on Oracle Database Design in Integrate CAD/CAE System of Car-body Design

HE Jie, CHEN Nan, DING Zhen
(Southeast University, Jiangsu Nanjing 210096 China)

Abstract: This article, based on the analysis of users' demands (such as CAD users', CAE users', manager') for database of car-body design CAD/CAE system, beginning from the real world of car-body design engineering, studies the database conceptual design, logical design and storage systems design, to realize the database change from real world model to logical and storage model. Built on Oracle8, the database for car-body CAD/CAE system contains two main elements. One is an exact virtual geometric model for designer to develop new bodywork expediently. The other main element is dynamics models which are important to analyze a new component.
Key words: Data demand; Concept design; Logic design; Information integration

0 前言

利用目前全球性的通讯网络以及信息集成技术把 CAD 与 CAE 信息集成起来, 建立一个基于 WEB 的汽车车身设计 CAD/CAE 信息集成系统, 让企业内外设计信息和数据处理具有充分性、及时性、准确性、一致性和共享性, 把冗余信息和数据减至最少。达到对企业内可支持基于并行工程的虚拟设计, 对外可支持异地合作设计的目的。这将对提高我国汽车车身设计水平进而提高我国自主开发新车身的能力将起到重要作用。而这样的系统设计的关键就是其数据库的设计, 因为它既要解决 CAD 子系统和 CAE 子系统间相

互独立所引起的汽车车身设计整体效率不高, 又要在技术上实现对异地合作设计的支持。下面将就系统的数据信息需求出发, 讨论该系统的数据库设计总体思路。

1 系统数据信息需求

1.1 现代车身工程对系统的总体需求

现代车身工程中的产品描述文件一般包括车身三维 CAD 总装图、三维 CAD 部件装配图、三维 CAD 零件图、二维 CAD 装配图、二维 CAD 零件图、CAE 零件模型、CAE 装配模型等, 另外, 在新车身设计过程中, 还要充分利用已开发车身的相关数据文件。因

此, 汽车车身设计 CAD/CAE 信息集成系统的实质是对车身设计过程中新产生的相关 CAD、CAE 数据文件进行管理, 对已有车身的相关信息数据进行调用类比。

对于不同的 CAD 系统产生的图形文件, 各自内部都有相应的数据管理机制, CAD/CAE 信息集成系统不能也没有必要对图形中的各个元素分别进行管理, 而只需将文件的整体、名称代号以及标题栏中的基本属性和特征参数放到关系型数据库中进行管理。

有限元分析等应用程序所产生的数据文件往往具有数据量大、可读性差等特点, 只有在该数据的生成环境下才会获得清晰的结果, 因此, 对这样的数据文件, 除了具有特殊的特征参数外, 对文件也只能作为一个整体进行管理。

文本文件记录的各种技术要求、更改说明、使用方法中, 除了个别特殊信息需要进行分类检索和统计外, 一般都按整体文件管理。

1.2 各类用户的具体需求

(1) CAD 用户的需求

具体的 CAD 软件可以是 Pro/E、UGII、CATIA 等软件, 论文以 Pro/E 软件为例。在数据库中要存有参照车身的 CAD 模型, 以备在需要时调出进行参数修改; 在调出具体 CAD 模型前, 用户可能需要对该件进行浏览, 因此需要零部件的 VRML 模型; 为了和使用其它 CAD 软件的人员进行模型数据库交流, 需要有 STEP 文件; 当然, 为了能方便地找到这些数据, 数据库内还必须保存参照车身零部件的件号、件名等信息, 另外, 诸如零部件的二维图图纸号、版本号、成本、供应商、存放地等也是不可或缺的信息; 对于整车, 还应有该车身的一些说明文件。最后, CAD 工作人员应能从数据库获取 CAE 人员对该模型分析后的返回信息, 因此需要有分析结果图和分析结果描述文件。归纳 CAD 人员的需求清单为: 件号、件名、版本、CAD 模型数据、VRML 模型数据、STEP 文件、二维图图纸号、成本、供应商、存放地等。

(2) CAE 用户的需求

具体的 CAE 软件可以是 ANSYS、NASTRAN、LS-DYNA 等软件, 论文中以 ANSYS 软件为例。CAE 分析人员在接受到一个新的 CAD 模型 STEP 文件时, 他能立即从数据库里查找到该部件在参考车身上典型载荷, 他可能还需要知道在该部件中哪个或那些件比较灵敏从而应该对其进行重点研究并通知 CAD 设计人员。在对新的模型进行了分析计算后, 他需要调出参照车身中对应模型的分析结果来进行比较判断。分

析结果包括该模型的静态应变一阶、二阶、三阶模态。现归纳 CAE 用户的需求清单为: 件号、件名、版本、CAE 模型、典型载荷图、灵敏度分析图、静态结果、一阶模态、二阶模态、三阶模态、结果说明。

(3) 管理人员的需求分析

在企业内部, 管理人员因部门不同, 项目不同, 他们的需求也是各式各样。因此在该数据库设计中, 仅就一小部分作为说明。比如, 管理人员想知道某部件是由哪些人设计的, 在什么时间设计的, 以及这些人员的相关信息。管理人员需求说明清单为: 件号、件名、设计人工号、设计人姓名、设计人所属部门、设计人职务、电话号码、E-mail 地址等。

2 数据库设计总体思路

汽车车身设计 CAD/CAE 信息集成系统中 Oracle 数据库的设计的实质是设计一套先进的数据库管理模式, 在此模式上组织数据, 定义数据库结构和各种功能及操作。而设计一个合理的数据库管理模式的关键在于要有完整的数据需求分析, 而对数据的需求分析上面已经讨论过。下面就 E-R 方法和关系规范化理论, 来实现现实世界模型向数据库逻辑模型的转化。

2.1 数据库概念设计

在需求分析的基础上, 需要用概念数据模型来表示数据及其相关之间的联系。概念数据模型是与 DBMS 无关, 面向现实世界的数据库模型。在概念设计阶段, 主要是致力于模拟现实世界, 而不必纠缠于 DBMS 所规定的各种细节。

要进行数据库的概念设计, 首先必须选择适当的数据模型。选择的标准是既要有足够的表达能力, 又要简明易懂, 能够为用户 (一般为非计算机专业人员) 所接受。同时考虑到为了和实际使用的对象——关系数据库 Oracle8 相适应, 选择 E-R 数据模型。用 E-R 数据模型设计数据模式, 首先必须根据需求说明来确认实体、联系和属型。一个单位有许多部门和各种应用, 需求分析来自对他们的调查和分析, 在本课题中, 把应用分为 3 大块, 即 CAD 部门、CAE 部门和管理部门。这些不同来源的需求可能一致, 甚至矛盾。如何在这样的需求说明的基础上设计出一个系统的数据模式, 一般使用视图集成法。

视图集成法不要求综合成一个系统的说明, 而是以各部分的需求说明为基础, 分别设计各自的局部模式。这些局部模式实际上相当于各部分的视图, 然后再以这些视图为基础, 集成为一个全局模式。在视图集成过程中, 可能会发现一些冲突, 须对视图做适当

的修改。图 1 是在需求分析基础上得到的 CAD 用户视图、图 2 是 CAE 用户视图、图 3 是管理部门视图。

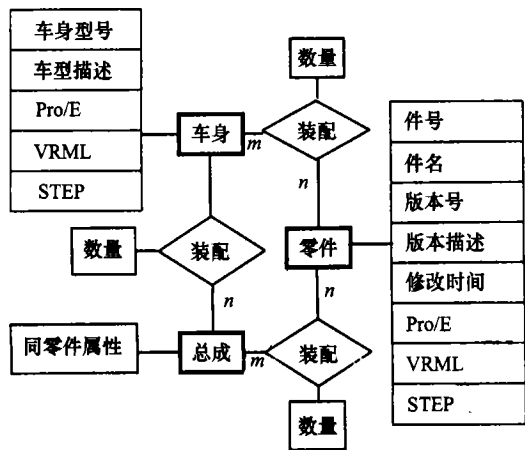


图 1 CAD 用户视图

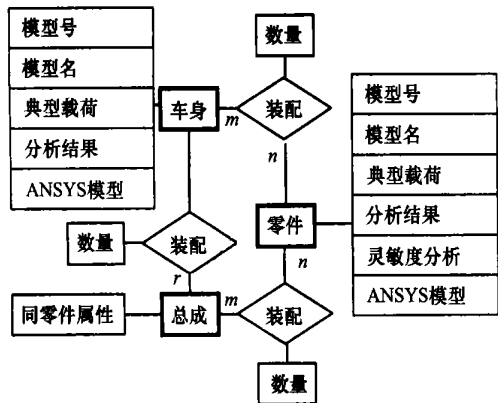


图 2 CAE 用户视图

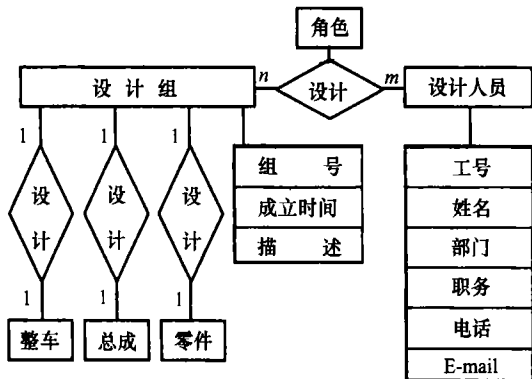


图 3 管理人员视图

接下来要合并视图, 形成全局模式。在合成过程中, 尽可能合并对应部分, 保留特殊部分, 删除冗余部分。经观察发现, 无论是整个车身 CAD 模型、总成 CAD 模型还是零件 CAD 模型, 它们都具有 CAD 模型的一些共同属性, 因此, 可以抽象出一种新的实体: CAD 模型。整个车身、总成和零件继承 CAD 模型的全部属性。同样的, 抽象出 CAE 模型实体, 整个车身、总成和零件也同时继承了它的全部属性。图

4 是上面 3 个局部视图的集成。至此，数据库的概念设计结束。

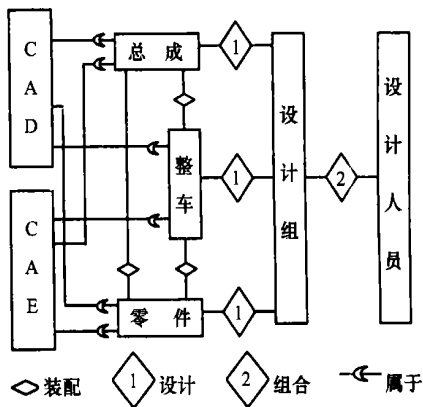


图 4 总体视图

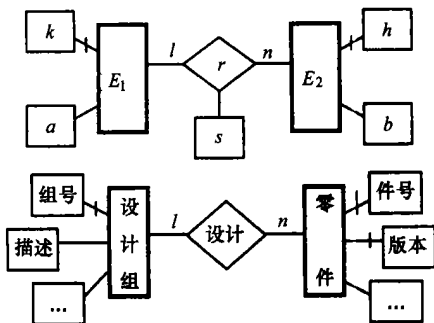
2.2 数据库的逻辑设计

在接下来的逻辑设计阶段，将要把上面得到的以概念数据模型表示的且与 DBMS 无关的数据模式，转换成以 DBMS 的逻辑数据模式表示的逻辑模式。先将概念设计所得到的 E-R 图转换成关系模式的表达式。实体和联系都可以表示成关系，E-R 图中的属性也可以转换成关系。

在前述的 E-R 图中, 实体、属性的命名以及数据类型都符合 Oracle 的要求, 可以不作变动。但要作联系的转换, 前述 E-R 图中普遍存在的是 $M:N$ 即多对多的关系, 如设计组 : 设计人员; 也存在 3 条比较简单的 $1:N$ 联系, 如设计组 : 零件等。

(1) $1:N$ 联系

E-R 图见图 5, 如果 E_2 是全参与, 则可转换成关系模式: $R_1(k, a), R_2(h, b, k, s)$ (k 是外键)。因为 E_1 和 E_2 是全参与, 则每个 E_2 实体对应一个唯一的 E_1 实体。如果 E_2 部分参与, 则 R_2 中的 k 可能为 NULL。若要避免取 NULL, 可考虑第二种关系模式: $R_1(k, a), R_2(h, b), R_3(h, k, s)$ (k 是外键)。

图 5 $1:N$ 联系

在查询的两个实体的数据库时，用第二种关系模

式须多做一次连接运算，即 $R_1 \sim R_2 \sim R_3$ ，而第一种关系模式须多做一次连接 $R_1 \sim R_2$ 。而在本数据库中，采用第一种关系模式，比如其中的零件、设计组。

设计组组号	描 述	成立时间	
件 号	版本号	设计组组号	...

(2) M:N 联系

M:N 联系的 E-R 图见图 6。与 1:M 联系不同，M:N 联系不可能和一个实体的主键唯一地识别，必须用两个实体的主键才能识别一个联系，图 6 可转换成关系模式： $R_1(k, a)$ ， $R_2(h, b)$ ， $R_3(k, h, s)$ ，例如本系统中的设计组、设计人员联系。

设计组组号	描 述	成立时间
工 号	姓 名	
设计组组号	工 号	角 色

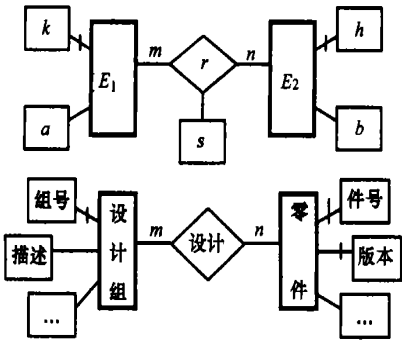


图 6 1:N 联系

(3) 逻辑模式的规范化与调整

Oracle 规定关系的属性是原子的，也就是要求关系都为第一范式，但仅仅满足第一范式的条件是不够的，尤其在增、删、改时，往往会出现更新异常。为了消除这些异常，人们采用分解的办法，力求使关系的语义单纯化，这就是所谓关系的规范化。

第二范式是指，若关系 R 满足第一范式，记为 1NF，且 R 的每一个非主属性都不是部分地依赖于关键字，或者说每一个非主属性都完全依赖于关键字，则称这种关系是符合第二范式的，记为 2NF。第三范式是指，若关系满足 2NF，且每个非主属性不传递函数依赖于主关键字，则 R 满足第三范式，记为 3NF。

对照 3NF 的定义，通过分析以上转换得到的关

系模式，可以发现它已完全满足第三范式的条件。

2.3 数据库的内外模式设计

外模式是用户所看到的数据模式。各个用户有各自的外模式，外模式不是简单的逻辑模式的子集。虽然它来自逻辑模式，但在结构和形式上可以不同于逻辑模式，甚至可以采用不同的数据模型。在本系统中利用 Oracle 的视图功能，为用户定义他们所希望看到的虚表和有关的基表，加上按需要为之定义的视图，就构成了一个用户的外模式。

数据库的内模式设计也就是数据库的物理设计，物理设计的任务是选择合适的存储结构的存储和存取路径。内模式和逻辑模式不一样，它不是直接面向用户，一般的用户不一定，也不需要了解内模式的设计细节。内模式的设计可以不考虑用户理解的方便，其主要设计目的：一是提高数据库的性能，特别是主要应用的性能要求；二是有效地利用存储空间。本系统主要采用索引设计和簇集设计的方法来实现物理设计，由于篇幅所限，在此不再赘述。

3 结束语

通过对汽车车身设计 CAD/CAE 信息系统数据需求分析，分别从数据库概念设计、逻辑设计和物理设计出发，实现了汽车车身设计 CAD/CAE 信息系统数据库从现实世界模型向数据库逻辑模型的转化。

参考文献:

[1] 丁震. 基于 WEB 的汽车车身 CAD/CAE 信息集成系统 [D]. 南京: 东南大学, 2000.

[2] Carol McCullough-Dieter Oracle8 实用大全 [M]. 中国水利水电出版社, 1999.

[3] Robert J Muller Oracle Developer 使用指南 [M]. 机械工业出版社, 2000.

[4] 于春生. 基于 Web 的车身设计 CAD/CAE 信息集成系统的研究与应用 [D]. 南京: 东南大学, 2000.

[5] Sameer S Pradhan, Wilfred V Huang Virtual Manufacturing Information System Using JAVA and JDBC [J]. Computers in Industry, 1998, 35 (1-2): 225-258.

[6] Anwar-ul Islam. Derivation of Selection Criteria of CIM Database Using IDEF0 [J]. Computers in Industry, 1997, 33 (1-2): 31-34.