

基于 PowerDesigner 的公路工程地理信息平台数据库建模

冯永玖, 童小华, 刘妙龙

(同济大学 测量与国土信息工程系, 上海 200092)

摘要: 利用 CASE 工具 PowerDesigner, 设计了公路工程地理信息平台数据库模型。本文首先简述了 PowerDesigner 的建模方法与步骤, 在分析平台系统总体结构的基础上, 探讨了公路工程数据的组织, 以及利用 PowerDesigner 建立概念数据模型和物理数据模型等建模的关键问题, 通过广东省公路工程地理信息平台数据库建模实践, 验证了文中的建模方法。

关键词: 公路工程地理信息平台; 数据库建模; 概念数据模型; 物理数据模型; PowerDesigner

中图分类号: P208

文献标识码: B

Abstract: Power Designer, a powerful CASE tool is used to build database models of highway project geographical information platform. This paper introduces the modeling methods and processes. The structure of the highway project data is discussed based on the analysis of the general system of platform. Both the conceptual data model and the physical ones related to highway project database are also designed. The methods have been successfully applied and tested in Guangdong highway project geographical information platform database modeling.

Key words: highway project geographical information platform; database modeling; conceptual data model; physical data model; Power Designer

目前, 国内公路工程数据库较多地采用小型关系型数据库系统, 如 Dbase, FoxBASE, Access, 这类系统在存储公路属性数据时, 往往缺乏空间数据的支持。鉴于此, 本文提出公路工程地理信息平台, 采用地理信息系统技术和数据仓库技术来对空间数据库和属性数据库进行统一管理^[1], 采用图形化界面实现智能化的检索和查询、统计和分析, 为不同用户提供快速的资料查询与检索, 资料重复利用、工程文件快速生成、规划设计支持、数据资料共享与信息发布等服务^[2]。

由于公路工程涉及项目繁多、数据量大、关系复杂, 且大部分数据具有地理空间特征, 因此对其数据库建模是一项复杂而艰巨的任务。结合专业 CASE (计算机辅助软件工程) 工具, 能够将建模难度大大降低, 且所建数据库模型完整高效^[3, 4]。常用的 CASE 工具有 Rational ROSE、Visio 和 PowerDesigner 等, 这三种主要的建模工具各具优势^[5]。Rational ROSE 对于开发过程中的各种语义、模型、对象以及流程、状态等描述较好, 而对于数据库的开发管理和架构支持却有限。Visio 只支持图形语义的描述, 只

能用来架构空间数据库的图形关系描述, 无法生成具体的空间数据库建库代码。这两种 CASE 工具在数据库建模方面, 皆不及 PowerDesigner 功能完整和强大。

PowerDesigner 侧重于数据库建模, 可以利用图形直观地描述复杂的空间数据模型, 从而生成高效的建库代码。PowerDesigner 具有灵活的分析 and 设计特性, 允许使用一种结构化的方法有效的创建数据库或数据仓库, 而不要求严格地遵循一个特定的方法学。它所提供的直观的符号标识使数据库的创建更加容易, 并且使项目组内的交流和通信标准化。同时, PowerDesigner 支持多种客户端开发工具, 以及 40 多种流行的数据库管理系统, 能够满足大中小型管理信息系统数据库建模的需求。鉴于公路工程地理平台数据库的复杂性, 考虑到这三种主要 CASE 工具优缺点, 选择性价比高、数据库建模功

收稿日期: 2007-08-15; 修订日期: 2007-09-20

基金项目: 广东省“十五”重大科技攻关资助项目
(2002A10100309)。

作者简介: 冯永玖(1981-), 男(汉族), 云南镇雄人, 博士研究生。

能最强大、操作简易的 PowerDesigner 作为建模工具。

1 PowerDesigner 建模方法与步骤

公路工程地理信息平台侧重于公路规划设计资料的管理，是智能交通运输地理信息系统(GIS-T)不可或缺的重要组成部分。公路相关数据大部分具有地理空间特征，因此，充分利用GIS技术，能更有效地组织和管理这些数据。建立统一的数据库，实现公路设计资料管理信息化，通过C/S模式把信息传送到公路规划设计的职能部门，使设计人员方便地查询到可以借鉴的设计案例。平台研究与开发的首要任务，便是组织好庞大复杂的公路工程相关工程数据和地理信息，实际应用中，数据的组织方式是数据库建模。利用PowerDesigner组织数据和建立数据库模型，能够使平台建模任务分解为多个子任务、降低建模难度，同时减小建模出错概率、提高建模质量。

通过PowerDesigner构建数据库模型，需遵循以下方法和步骤，①建立概念数据模型(Conceptual Data Model, CDM)，CDM的设计是建模过程的关键阶段，此阶段把公路工程属性数据和地理信息抽象成为信息世界中的实体和联系，产生实体联系图。通过DataArchitect模对CDM进行完善、固化和提取，为向物理数据模型转化奠定基础。②从概念数据模型文件生成物理数据模型(Physical Data Model, PDM)文件，可以同时指定主键索引名、外键索引名、索引临界值、表前缀与表的参照完整性，通过Generating physical data model模块完成。进一步应对数据完整性和一致性、数据库的可用性、性能和安全性进行调整。③检查物理数据模型，包括检查所有PDM中的表、列、参照完整性，根据检查结果改正PDM，直至检查通过。通过Generate Database模块，选择目标数据库，产生数据库生成脚本，或生成ODBC数据库。图1用直观的框图方式清楚地表达了以上方法和步骤。

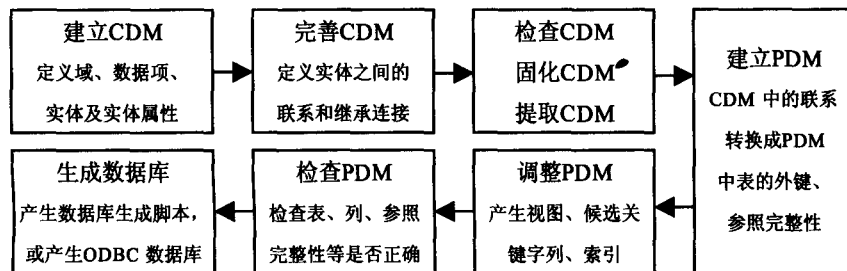


图1 PowerDesigner 数据库建模步骤

2 公路工程地理信息平台系统结构

通过对公路工程相关管理部门、工程咨询部门、规划设计部门进行详尽调查，对公路相关国家标准认真解读，以及对大量的数据、文本、报告和各阶段设计图范例和实例进行归类和分析，提出公路工程地理信息平台系统结构，如图2所示。平台分为三个子系统，公路工程地理信息系统、公路工程属性数据管理系统和公路工程信息智能查询统计系统。支持平台的数据库包括公路空间数据库、公路属性数据库和相应的元数据库，分别存储公路工程地理空间信息、公路属性数据和参数数据。

系统结构在逻辑上对应三层，分别为数据层、业务管理层和操作层。数据层存储平台相关的所有工程数据、空间数据和元数据；业务管理层管理工程相关的各项专题业务；操作层则是提供给用户的通用接口，通过这些接口，可以对数据和业务进行操作。

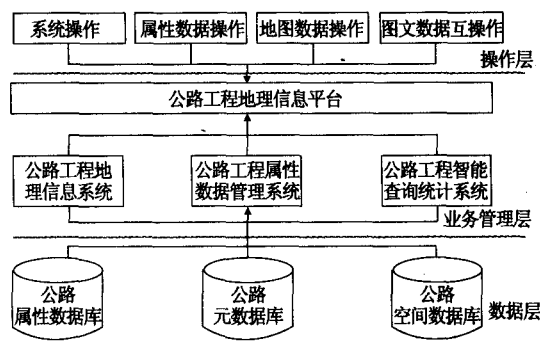


图2 公路工程地理信息平台系统结构图

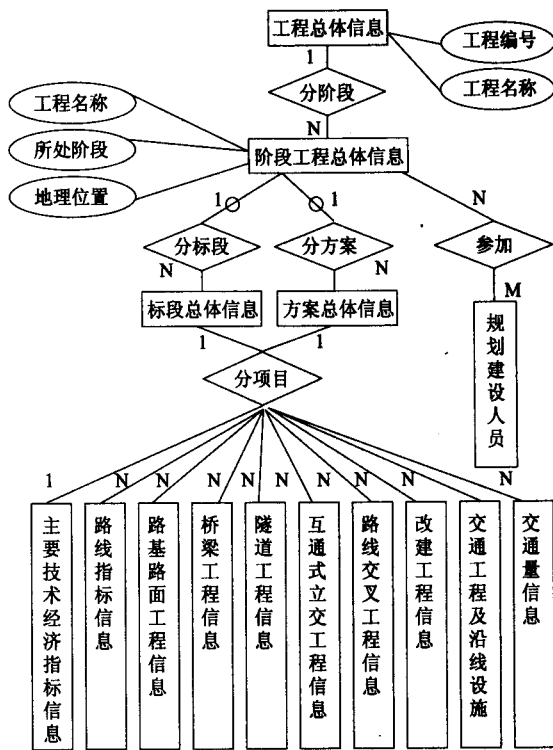
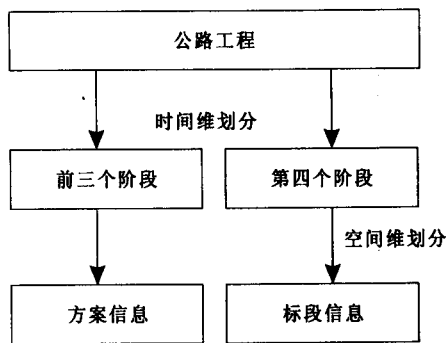
3 系统数据库设计

3.1 公路工程数据的组织

公路工程数据涉及多个阶段，包括预可行性研究、工程可行性研究、初步设计和施工图设计等四个阶段，而且数据量庞大，如何有效地管理和组织这些数据，是公路工程地理信息平台建立的首要问题。

经过详细深入的调研，从实际需求出发，提出了完整的公路工程数据库管理的标准化和规范化方

案,即以时间和空间为二维坐标轴来组织公路工程数据,提出了公路工程数据库中的特征参数、数据类型和存储形式,并以实际的公路工程数据验证了可行性。其中时间维指工程信息从项目开始、预可行性研究、工程可行性研究、初步设计和施工图设计等所有工程阶段;空间维指在时间维的基础上依据不同阶段,将一条公路工程划分为若干设计路段或合同标段并作为工程数据存储管理单元,包括路段或标段的总体信息、及路段或标段中各个专业工程信息(如道路工程、桥梁工程、隧道工程、涵洞工程、交叉工程、交通工程等),数据组织结构如图3所示。



3.2 数据库 E-R 模型

本项目采用实体-联系方法(entity-relationship approach)来表示数据库概念模型^[8]。公路工程属性数据库E-R模型如图4所示。图4中,矩形框表示实体,

菱形框表示实体之间联系,带小椭圆的线表示条件选择。

在公路规划建设和管理中通常以一条公路为单位,公路工程总体信息描述包括一条公路的全部信息,如工程项目编号、公路名称等。公路工程的规划建设在预可行性研究、工程可行性研究、初步设计阶段往往采用多方案设计,工程项目须设计多个方案并进行比选,列出推荐方案;而施工图设计阶段一般按合同标段设计,以合同标段设计管理公路,不同于前面几个阶段将整条公路视作一个管理单位,因此需在“阶段工程总体信息”下面进行条件选择。一项工程项目在预可行性研究、工程可行性研究、初步设计阶段都设计了N个方案,所以“阶段工程总体信息”和“方案总体信息”的关系为1:N;一项工程在施工图设计和建设阶段分为N个标段,故“阶段工程总体信息”和“标段总体信息”的关系为1:N。一项工程的规划建设由M个管理、技术人员参与,而一个人员也可以参与N个项目的规划建设,故两者关系为M:N。

3.3 数据库概念数据模型

数据库建模是平台系统设计的重要阶段,尤其对于涵盖海量地理和属性数据的公路工程地理信息平台更是如此。概念数据模型(CDM)可由E-R模型细化而建立。但是由于公路工程阶段多,每个阶段的数据量大,并且每个阶段相同项目涉及字段根据具体实施有增减,所以必须为每个阶段设计不同的、相对独立的数据库子模型,这些阶段数据库子模型作为整体数据库模型的一部分,最终通过工程项目(项目名称、编号)联系在一起。

大量地理空间数据的存在,增加了建模难度,空间数据有两类,一类是静态基础公路网络地图数据,另一类是根据项目动态显示的公路信息。空间数据库模型与“预可”等其他四个设计阶段并列成为整体数据库的一个子模型,通过工程项目和具体路线或者构造物信息联系起来。

由于每个阶段都有大量人员参加,而参加人员信息的建模与其他工程项目的建模相对独立;同时,在公路规划设计过程中,产生大量的表格、电子文本和工程图纸等多媒体电子资料,这些资料的建模相对独立,均可以放在一个专门存储多媒体资料的库表中。综上,可以把工程设计人员信息和多媒体数据统一建模,成为整体模型的一个子模型。

整体模型主要包括以下六个子模型:预可行性研究阶段子模型、工程可行性研究阶段子模型、初步设计阶段子模型、施工图设计阶段子模型、地理

空间数据子模型以及参加人员和多媒体数据子模型。这六个子模型中，以施工图设计阶段子模型和地理空间数据子模型最复杂，以下对施工图设计阶段子模型进行说明。该子模型涉及范围最广、内容最详细，因此虽然不能代替其他几个设计阶段，但是其内容可涵盖其他设计阶段。在此阶段，对子模型建立起到举足轻重作用的有主要技术经济指标信息、路线指标信息、路基路面工程信息、桥梁工程信息、隧道工程信息、涵洞工程信息、通道工程信息、立交工程信息、改建工程信息、交通工程及沿线设施等项。

3.4 数据库物理结构模型

由于概念模型中的实体之间的联系过于抽象，因此宜使用物理模型与用户交流，找出模型中存在的不足，反复论证修改，直至符合公路工程设计实际情况和用户需求。在PowerDesigner中，有效的概念数据模型(CDM)可以直接转化为物理数据模型

(PDM)。概念数据模型建立完成之后，可以利用模型有效性检验来检查建立的CDM是否有效和正确。在有效性检验中，模型的检查将对概念数据模型中所包含的域名、实体和关系等内容进行检查。生成PDM之前，需要指定具体的数据库管理系统(DBMS)，如Oracle、SQLServer、DB2、Sybase等，在PowerDesigner要求的各项设置指定完毕之后，便可以生成目标数据库PDM。据根公路工程地理信息平台的要求，把Oracle9i作为后台数据路管理系统，其中施工图设计阶段的CDM转化为PDM的结果如图5所示。施工图阶段数据错综复杂，为使设计模型清晰可读，在此列出了其简化的模型，主要技术经济指标表、桥梁表、路基表等多个表只列出了关键字段；涵洞表、通道表、交通工程及沿线设施表等，只列出其表名称；而桥梁技术指标表所涵盖的多个桥梁类型表并未列出。

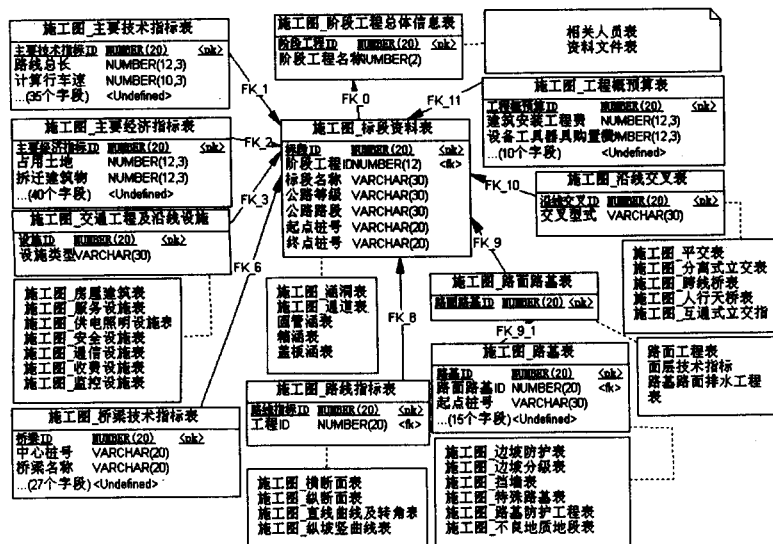


图5 公路工程施工图设计阶段数据库PDM示意图

利用Generation Database将PDM生成SQL脚本文件，其中SQL语句与PDM中所包含的所有结构定义一一对应。进一步，可以通过PowerDesigner直接向DBMS(本项目为Oracle9i)生成目标数据库，也可以在SQL Plus中执行生成的SQL脚本文件得到完整的数据库。图6即为由PDM生成的SQL脚本文件中的一段语句，该语句描述了施工图设计阶段互通式立交表的创建过程。

4 应用实例

广东省公路工程地理信息平台作为广东省“十五”科技攻关项目，开发研究的目的是建立系统移植性好、通用性强的平台环境，高效管理和充分利

用改革开放以来广东省公路建设过程中采集的各种数据、资料，为公路交通运输智能管理做出铺垫，为公路工程规划建设提供借鉴资料，为公路工程数据挖掘与知识发现提供数据来源与分析工具。

```

/*-----*/
/* Table: 施工图_互通式立交交叉表 */
/*-----*/
create table 施工图_互通式立交交叉表 (
  互通式立交技术指标ID NUMBER(12) not null,
  沿桥交叉ID NUMBER(12),
  中心桩号 VARCHAR2(20),
  被交叉公路名称 VARCHAR2(20),
  被交叉公路等级 VARCHAR2(20),
  交角 NUMBER(12,3),
  交叉方式 VARCHAR2(20),
  ...
  constraint PK_施工图_互通式立交交叉表 primary key (互通式立交技术指标ID)
)

```

图6 由PowerDesigner自动生成的数据库SQL语句

① 工可工程数据库	① 初设工程数据库	① 施工图工程数据库
② 工可_不具地质地貌表	② 初设_不具地质地貌表	② 施工图_不具地质地貌表
③ 工可_路基设计表	③ 初设_路基设计表	③ 施工图_路基设计表
④ 工可_桥涵设计表	④ 初设_桥涵设计表	④ 施工图_桥涵设计表
⑤ 工可_隧道设计表	⑤ 初设_隧道设计表	⑤ 施工图_隧道设计表
⑥ 工可_路面设计表	⑥ 初设_路面设计表	⑥ 施工图_路面设计表
⑦ 工可_排水设计表	⑦ 初设_排水设计表	⑦ 施工图_排水设计表
⑧ 工可_照明设计表	⑧ 初设_照明设计表	⑧ 施工图_照明设计表
⑨ 工可_交通标志设计表	⑨ 初设_交通标志设计表	⑨ 施工图_交通标志设计表
⑩ 工可_安全设施设计表	⑩ 初设_安全设施设计表	⑩ 施工图_安全设施设计表
⑪ 工可_绿化设计表	⑪ 初设_绿化设计表	⑪ 施工图_绿化设计表
⑫ 工可_其他工程表	⑫ 初设_其他工程表	⑫ 施工图_其他工程表
⑬ 工可_工程汇总表	⑬ 初设_工程汇总表	⑬ 施工图_工程汇总表
⑭ 工可_工程汇总表	⑭ 初设_工程汇总表	⑭ 施工图_工程汇总表
⑮ 工可_工程汇总表	⑮ 初设_工程汇总表	⑮ 施工图_工程汇总表
⑯ 工可_工程汇总表	⑯ 初设_工程汇总表	⑯ 施工图_工程汇总表
⑰ 工可_工程汇总表	⑰ 初设_工程汇总表	⑰ 施工图_工程汇总表
⑱ 工可_工程汇总表	⑱ 初设_工程汇总表	⑱ 施工图_工程汇总表
⑲ 工可_工程汇总表	⑲ 初设_工程汇总表	⑲ 施工图_工程汇总表
⑳ 工可_工程汇总表	⑳ 初设_工程汇总表	⑳ 施工图_工程汇总表
㉑ 工可_工程汇总表	㉑ 初设_工程汇总表	㉑ 施工图_工程汇总表
㉒ 工可_工程汇总表	㉒ 初设_工程汇总表	㉒ 施工图_工程汇总表
㉓ 工可_工程汇总表	㉓ 初设_工程汇总表	㉓ 施工图_工程汇总表
㉔ 工可_工程汇总表	㉔ 初设_工程汇总表	㉔ 施工图_工程汇总表
㉕ 工可_工程汇总表	㉕ 初设_工程汇总表	㉕ 施工图_工程汇总表
㉖ 工可_工程汇总表	㉖ 初设_工程汇总表	㉖ 施工图_工程汇总表
㉗ 工可_工程汇总表	㉗ 初设_工程汇总表	㉗ 施工图_工程汇总表
㉘ 工可_工程汇总表	㉘ 初设_工程汇总表	㉘ 施工图_工程汇总表
㉙ 工可_工程汇总表	㉙ 初设_工程汇总表	㉙ 施工图_工程汇总表
㉚ 工可_工程汇总表	㉚ 初设_工程汇总表	㉚ 施工图_工程汇总表
㉛ 工可_工程汇总表	㉛ 初设_工程汇总表	㉛ 施工图_工程汇总表
㉜ 工可_工程汇总表	㉜ 初设_工程汇总表	㉜ 施工图_工程汇总表
㉝ 工可_工程汇总表	㉝ 初设_工程汇总表	㉝ 施工图_工程汇总表
㉞ 工可_工程汇总表	㉞ 初设_工程汇总表	㉞ 施工图_工程汇总表
㉟ 工可_工程汇总表	㉟ 初设_工程汇总表	㉟ 施工图_工程汇总表
㊱ 工可_工程汇总表	㊱ 初设_工程汇总表	㊱ 施工图_工程汇总表
㊲ 工可_工程汇总表	㊲ 初设_工程汇总表	㊲ 施工图_工程汇总表
㊳ 工可_工程汇总表	㊳ 初设_工程汇总表	㊳ 施工图_工程汇总表
㊴ 工可_工程汇总表	㊴ 初设_工程汇总表	㊴ 施工图_工程汇总表
㊵ 工可_工程汇总表	㊵ 初设_工程汇总表	㊵ 施工图_工程汇总表
㊶ 工可_工程汇总表	㊶ 初设_工程汇总表	㊶ 施工图_工程汇总表
㊷ 工可_工程汇总表	㊷ 初设_工程汇总表	㊷ 施工图_工程汇总表
㊸ 工可_工程汇总表	㊸ 初设_工程汇总表	㊸ 施工图_工程汇总表
㊹ 工可_工程汇总表	㊹ 初设_工程汇总表	㊹ 施工图_工程汇总表
㊺ 工可_工程汇总表	㊺ 初设_工程汇总表	㊺ 施工图_工程汇总表
㊻ 工可_工程汇总表	㊻ 初设_工程汇总表	㊻ 施工图_工程汇总表
㊼ 工可_工程汇总表	㊼ 初设_工程汇总表	㊼ 施工图_工程汇总表
㊽ 工可_工程汇总表	㊽ 初设_工程汇总表	㊽ 施工图_工程汇总表
㊾ 工可_工程汇总表	㊾ 初设_工程汇总表	㊾ 施工图_工程汇总表
㊿ 工可_工程汇总表	㊿ 初设_工程汇总表	㊿ 施工图_工程汇总表

图7 工可、初设和施工图阶段工程数据库

高效管理和充分利用这些数据和信息是平台建立的出发点和归宿点,要实现公路工程数据的有效管理,必须依靠功能强大、安全可靠的数据系统,在此,选择了大型关系数据库系统Oracle9i。在实现Oracle9i有效管理数据之前,必须对公路工程相关数据进行抽象和提炼,建立概念数据模型,进而根据实际采用的Oracle9i设计物理数据模型。利用PowerDesigner组织相关地理空间数据和工程属性数据,将整个数据库的建模任务分解,设计了六个数据库子模型,生成了基于Oracle9i的数据库脚本文件,通过执行脚本文件,最终生成ODBC数据库。图7所示为广东省公路工程地理信息平台后台数据库系统(包括工可、初设和施工图三个子数据库)。

在建立完整数据库的基础上,结合Visual Basic6.0开发语言,以及组件式地理信息系统SuperMap Objects5.2,研究开发了整套公路工程地理信息平台。目前,该平台已应用到广东省多个公路设计单位和管理单位,运行情况良好。

5 结语

采用CASE工具建立数据库模型,便于总体规划、能统一协调信息资源管理,同时易于后期数据库修改和维护,能发挥事半功倍的作用。系统中各种模型的建立不仅有利于目标数据库物理结构的快速构建,还能自动生成文档管理体系,为系统后续维护工作奠定了坚实的基础PowerDesigner。在一个界面中集成了面向对象的分析与设计功能和数据库建模功能,其直观的符号表示,使数据库的创建更加容易、使项目组内的交流和通讯标准化。

本文分析介绍了利用PowerDesigner建模的方法和步骤,并指出每个步骤应解决的问题。进一步,分析了公路工程地理信息平台系统总体结构,其中公路空间数据库、公路属性数据库和相应的元数据库是支持系统运行的基础。将数据库建模分成六个子模型,利用PowerDesigner分别设计了CDM和PDM,并生成了数据库脚本文件。最后,通过广东省公路工程地理信息平台实践和应用,验证了文中提出的建模方法。

PowerDesigner的利用,简化了数据库建模过程,降低了建模难度,减小了建模出错概率,提高了建模质量,为公路工程地理信息平台的建设奠定了坚实基础。PowerDesigner强大的建模和逆向工程,对于平台建立和运行使用过程中,数据库结构和内容的修改是必不可少的;同时提高了系统平台的可扩展性,使得系统易于建设与维护,延长平台运行寿命。对于信息系统的建设,尤其是建设大型信息系统,因其涉及的数据量大,且结构复杂,因此利用CASE工具尤其是PowerDesigner建模,是系统建设的必然选择。随着社会信息化不断推进,将越来越广泛地利用数据库系统管理更多更复杂的数据和信息,CASE中功能最强的PowerDesigner建模工具,也将得到更为广泛的应用。

参考文献

- [1] 陈京民.数据仓库与数据挖掘技术[M].北京:科学出版社,2002:125.
- [2] 冯永玖,童小华,汪超,刘妙龙.基于GIS的公路工程智能信息平台系统分析与设计[J].交通与计算机,2004,22:61.
- [3] 白尚旺.PowerDesigner软件分析设计技术[M].北京:电子工业出版社,2002:30.
- [4] 张海藩.软件工程导论[M].北京:清华大学出版社,1990:20.
- [5] 吴伟敏.UML建模工具的比较——ROSE、Visio和PowerDesigner[J].现代计算,2003,165:32.
- [6] 李炳生.基于PowerDesigner的排水管理信息系统建模[J].地理空间信息,2006,(1):47.
- [7] 郑锋,王卫砚,武青等.基于PowerDesigner的社会保险数据库的设计与实现[J].计算技术与自动化,2000,(4):65.
- [8] 黄卫.高速公路数据库应用技术[M].北京:科学出版社,2002:61.