第3章

概念数据模型设计

本章学习目标

- 具体了解概念数据模型。
- 学会使用 PowerDesigner 设计概念数据模型。

本章主要介绍概念数据模型,重点讲述如何利用 PowerDesigner 设计概念数据模型。

3.1 概念数据模型

模型可更形象、直观地揭示事物的本质特征,使人们对事物有一个更加全面、深入的认识, 从而可以帮助人们更好地解决问题。利用模型对事物进行描述是人们在认识和改造世界过程 中广泛采用的一种方法。计算机不能直接处理现实世界中的客观事物,而数据库系统正是使 用计算机技术对客观事物进行管理,因此就需要对客观事物进行抽象、模拟,以建立适合于数 据库系统进行管理的数据模型。数据模型是对现实世界数据特征的模拟和抽象。数据模型是 数据库设计中用来对现实世界进行抽象的工具,是数据库中用于提供信息表示和操作手段 的形式架构。数据模型是数据库系统的核心和基础。数据模型应该满足以下三个方面的 要求。

(1)能够比较真实地模拟现实世界。

(2) 容易为人所理解。

(3) 便于计算机实现。

数据抽象过程就是数据库设计的过程,是从现实世界的信息到数据库存储的数据以及用 户使用的数据之间的逐步抽象过程。美国国家标准化协会(ANSI)根据数据抽象级别定义了 4 种模型:概念模型、逻辑模型、外部模型和内部模型。

(1) 概念模型:表达用户需求观点的数据全局逻辑结构的模型,是对现实世界的第一级抽象,独立于计算机系统,通常用实体-联系图(Entity-Relationship Diagram, ERD)来建模。

(2)逻辑模型:表达计算机实现观点的数据全局逻辑结构的模型,是在选定 DBMS 之后, 将概念模型按照选定的 DBMS 的特点转换而来的,依赖于 DBMS。

(3)外部模型:表达用户使用观点的数据局部逻辑结构的模型,描述了用户与数据库系统的交互,在用户视图界面上可以进行数据的增删改查等操作。

(4) 内部模型: 表达数据物理存储结构的模型,是数据物理结构和存储方式的描述,是数据在数据库内部的表示方式。

在数据库技术中,用数据模型的概念来描述数据库的结构和语义,然后再将概念世界转为机器世界。换句话说,就是先将现实世界中的客观对象抽象为实体(Entity)和联系(Relationship),它并不依赖于具体的计算机系统或某个数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS),这种模型就是所说的概念数据模型(Conceptual Data Model,CDM)。

第3音

实体(Entity),也称为实例,对应现实世界中可区别于其他对象的"事件"或"事物"。例 如,学校中的每个学生、医院中的每样药品。

每个实体都有用来描述实体特征的一组性质,称为属性,一个实体由若干个属性来描述, 如学生实体可由学号、姓名、性别、出生年月、所在系别、入学年份等属性组成。

实体集(Entity Set)是具有相同类型及相同性质实体的集合。例如,学校所有学生的集合 可定义为"学生"实体集,"学生"实体集中的每个实体均具有学号、姓名、性别、出生年月、所在 系别、入学年份等性质。

实体类型(Entity Type)是实体集中每个实体所具有的共同性质的集合,例如,"患者"实体类型为患者{门诊号,姓名,性别,年龄,身份证号,…}。实体是实体类型的一个实例,在含义明确的情况下,实体、实体类型通常可互换使用。

实体类型中的每个实体包含唯一标识它的一个或一组属性,这些属性称为实体类型的标识符(Identifier),如"学号"是学生实体类型的标识符,"姓名""出生日期""地址"共同组成"公民"实体类型的标识符。有些实体类型可以有几组属性充当标识符,可选定其中一组属性作为实体类型的主标识符,其他的作为次标识符。

实体-联系模型(E-R 模型)是最常见的概念数据模型。在 E-R 模型中,实体用矩形框表示,并将实体名称标注在矩形框内;属性用椭圆形表示,关键属性项加下画线;实体之间的联系用菱形表示,将联系名称标注在菱形框中,联系也可以有自己的属性;用连线把实体与实体的属性、实体与联系、联系与联系的属性连接起来。在一个联系的两端,可以标注实体间联系的连通词,表示联系所涉及的实体集之间实体对应的方式。连通词有三种形式,即1对1(1:1)、1对多(1:n)、多对多(n:m)。有两个实体集 E1 和 E2,E1 中的每个实体与 E2 中有联系实体数目的最小值 Min 和最大值 Max,称为 E1 的基数,用(Min,Max)表示。

在如图 3.1 所示的 E-R 模型示例中,包括学生、课程类别、课程三个实体和两个联系,其中,选课联系是一个多对多联系,表示一个学生实例可以选择多门课程,同样,一门课程可以由 多个学生选修。学生实体的基数为(1,6)表示每个学生每学期最少选修 1 门课程,最多选修 6 门课程;课程的基数为(20,50),表示每门课程最少 20 人选修才能开课,最多选修人数为 50 人。



图 3.1 E-R 模型示例



3.2 PowerDesigner 中的概念数据模型

PowerDesigner 中的概念数据模型也称为信息模型,它以 E-R 模型理论为基础,并对这一理论进行了扩充。它从用户的观点出发对信息进行建模,主要用于数据库的概念级设计。

下面以学生选课业务为例讲述如何利用 PowerDesigner 建立概念数据模型。

(1) 在 PowerDesigner 中选择 File→New Model 菜单,在弹出对话框中选择 Conceptual Data Model 模型,新建一个概念数据模型。

(2) 通过单击主菜单 Tools→Model Options 打开 CDM 模型选项设置窗体,进行模型规 范参数设置。首先需要将"联系"(Relationship)选项下面的"代码唯一"(Unique code)、"数据 项"(Data Item)下面的"代码唯一"(Unique code)两个复选框取消勾选,表示允许模型中不同 对象的代码可以重名,另外还需要在"建模符号"(Notation)下拉框中选择 E/R+Merise,表示 在 E-R 模型的基础上还提供了 Merise 建模理论,允许在概念模型中使用联合(Association)和 联合关联(Association Link),如图 3.2 所示。

Model Settings	Model Settings	
Assertion Template Naming Convention Data Item Domain	All Objects Name/Code case sensitive	Enable links to requirements
- Entity - File - Identifier - Other objects - Package - Relationship	Domain / Attribute Enforce non-divergence Data type Check Rules Mandatory Use data type full name Default data type: <undefined> ? Length: Precision:</undefined>	External Shortcut Properties All Name/Code Notation E/R+Merise Relationship Unique code Data Item Unique code Allow reuse

图 3.2 CDM 模型选项设置

(3) CDM 的工具面板如图 3.3 所示,面板上的工具专门用来绘制概念数据模型。其中, 实体(Entity)工具用来创建实体;联系(Relationship)工具用来连接两个有联系的实体,表示 实体间的1:1联系或1:n联系;联合(Association)工具用来创建联合对象,联合对象是为

了解决多对多联系而产生的一个人工实体,可以为联合实体定 义属性;联合关联(Association Link)工具用来直接连接两个实 体,表示它们之间的多对多联系;继承(Inheritance)工具用来创 建继承联系,继承联系用来定义一种父类(父实体)与子类(子实 体)之间的特殊联系,子实体与它的父实体共享一些属性,有一 个或多个属性不被父实体或其他子实体所共享,父实体也能有 一个或多个联系不与子实体共享。

实	体维	逐	联合	关明	关
\odot	Concep	tual (Diagra	am	
	E 2	, &		₽	
1	/		1		
包	联系	J	<i></i> (谷		
图	3.3	CD	M	C具	面板

(4) 首先,通过实体工具拖曳三个实体对象,分别表示课程类别、课程及学生。然后双击 任何一个实体,弹出"实体对象属性"窗口,如图 3.4 所示。在此窗体中包含常规(General)、属 性(Attributes)、标识符(Identifiers)、课程类别(Mapping)、备注(Notes)、规则(Rules)等选项 卡。在常规页面中可以设置实体的名字(Name)、代码(Code)、说明(Comment)等常规信息。 其中,实体的名字通常用中文表示,方便非专业人员阅读,而代码则通常用英文单词表示,方便 后期的数据库实现,毕竟大多数数据库管理系统都只支持英文命名的对象标识符。

第3音

概念数据模型设计

Related	Diagrams	Dep	endencies	Traceability Lir	nks Ve	ersion Info
General	Attrib	utes	Identifiers	Mapping	Notes	Rules
Name:	课程类别					
Code:	Category					
Comment	高校课程通常包括	舌通识课、7	专业基础课、专业主	F课等类别		
Stereotype:						
Stereotype: Number:			Generate			,
Stereotype: Number: Parent entity:	<none></none>		Generate			

图 3.4 "实体对象属性"窗口

(5)打开"属性"(Attributes)选项卡,进入实体对象的属性设置界面,如图 3.5 所示。可以在属性列表中添加属性,需要输入属性名、属性代码,通过单击数据类型按钮选择数据类型, 设置数据长度,设定属性是否为主标识属性、是否为非空属性。可以利用工具栏在当前位置插 入一条新属性、在属性列表中修改一条属性、删除当前选中的属性。其中,属性列表中的 M 列 表示该属性为强制(Mandatory)赋值属性,即该属性非空; P 列表示该属性为实体的主标识

LINU	y roperties -	*Tr(±~)) (Ca	(cgory)				L	. /
Re	lated Diagra	ms [Dependencies	T	raceability I	Links	Versio	on Info
General Attribu		Attributes	Identifiers Mapping		Note	es	Rules	
3		Reuse	Data Item	× 4	•		6	
	Name	Code	Data Type	Length	Precisio	Comme	nt (N	1 P D _
1	编号	🖬 code	Variable chara	8				
2	名称	name	Variable chara	32			2	
	_							
	_							
	_							
	_						Ļ	
	-						Ľ	
							F	<u>10</u> <u>-</u>
Ŧ *	* * * ±	_		_			_	
			742-	HO	2512	市田(A)		#Rot
Less			佣定	取	(月)	应用(A)		带旫

图 3.5 实体对象属性设置

(Primary Identifier)属性,当勾选 P 列时会自动勾选 M 列,因为主标识属性要求非空。课程 类别实体有两个属性,其中,编号设置为主标识属性,名称设置为非空属性。

(6) 打开"标识符"(Identifiers)选项卡,进入实体对象的主标识符管理界面,如图 3.6 所示。在此界面通常只需要修改主标识符的代码为英文代码即可,因为在后面将 CDM 转换成物理数据模型(PDM)时需要用到代码,代码默认与名称一致。

Related Diagrams General Attributes		Depe	endencies	Traceability Links Mapping		ks Ve	Version Info	
		tes	Identifiers			Notes	Rules	
r 🖷	1= % b & ×	A V	¥ 🗷 🎒 🗸					
	Name	*	Code		P_			
	课程类别标识		pk_category					
	-							
					Ō			
					0			
F #	* + + + ± <						P (

图 3.6 实体对象的主标识符设置

(7) 单击"实体对象属性"(Entity Properties)窗口中的"确定"按钮,完成实体对象属性设置,如图 3.7 所示。



图 3.7 课程类别实体

(8) 在如图 3.7 所示的实体对象中不仅显示出实体的属性名,还显示每个属性的数据类型和长度。因为概念数据模型主要是用来和非软件技术人员沟通的信息模型,不应该把带有专业特征的信息呈现出来,所以需要修改 CDM 的显示方式。选择 Tools 主菜单下的 Display Preferences 菜单项,弹出"显示设置"对话框,如图 3.8 所示。首先需要在"分类"(Category)列表中选择"实体"(Entity),然后将"属性"(Attributes)组中的 Data type、Domain or data type 等复选框取消勾选,表示在 CDM 中不再显示数据类型,单击 OK 按钮后,CDM 中的实体就不再显示数据类型了。另外,还可以在 Limit 文本框中将系统默认的最多显示 5 个属性修改为一个更大的值(如 50),否则如果实体的属性超过 5 个,在 CDM 中不会显示出来。

(9)继续创建课程实体、学生实体。因为课程、学生都是名称属性,属性的 Code、Name、 Data Type 都与课程类别实体的名称属性相近,因此在创建课程、学生实体时,可以复用课程 类别的名称属性,不用重新创建一个新属性。在如图 3.5 所示的窗口中单击 Reuse Data Item 按钮,打开可复用的属性选择对话框,如图 3.9 所示。在属性复用选择列表中选择需要复用的 属性,单击 OK 按钮完成实体属性的复用。

(10) 创建完成课程实体、学生实体后,CDM 拥有三个实体,但实体之间的关系还没有标注,如图 3.10 所示。

第3章

Display Preferences			×
Category: General Settings Association Link File Free Symbol Inheritance Inheritance Link Package Relationship Shortcut Trite Traceability Link	Entity Content Format Stereotype Attributes Attributes Primary attributes Identifying attributes Limit 5 Comment Composite editable view	Attributes	
	Default Set As Default		Advanced
Apply To		ОК	Cancel Help

图 3.8 "显示设置"对话框

] Selection (学生	上选课)		×
翻学生选课		• tg 💩 • Dj •	BT BL 🍹 🎇
Name ☑ ঔ 名称 □ Ø 编号	Code name code	Data Type Variable characters (32) Variable characters (8)	Used By 课程类别 课程类别
↓ Data Ite	ms /	Selected o	bject(s): 1/2
		ОК Са	ancel Help

图 3.9 属性复用选择



 学生

 学号 〈pi〉 〈M〉

 名称 〈M〉

 电话 〈M〉

 Identifier_l 〈pi〉

图 3.10 所有实体

(11)选择工具面板中的"联系"(Relationship)工具,将课程类别与课程实体连接起来,注 意线条的起点是课程类别,终点是课程。双击实体之间的连线,打开如图 3.11 所示的"联系属 性"窗口。选择联系的连通词、联系的基数,系统默认的连通词是一对多(One-many),课程类别与课程的联系就是1:n的联系,可以针对实体之间联系连通性的不同选择 One-one、One-many、Many-one、Many-many 类别。

て Relationship Properties - 归屋 (category_course)	— C	з х
Entity 1	Entity 2	
课程类别 -〇	—≪ 课程	
General Cardinalities Notes Rules Each 课程类别 may have one or more 课程. Each 课程 may have at most one 课程类别. Cardinalities One - one One - many Many - one OMany - many Dominant role:		~
课程类别 to 课程		
Role name:		
Dependent Mandatory Cardinality: 0.n		~
· 味在 to 味在尖別 Role name:		
Dependent Mandatory Cardinality: 0,1		~
More >> 确定	取消 应用(A)	帮助

图 3.11 联系的属性设置

(12)学生与课程之间是多对多的联系,而且联系本身还有自己的属性,这是一种特殊的 联系,不能简单地使用"联系"(Relationship)工具来设计,此时需要使用到"联合关联" (Association Link)工具来设计。利用联合关联将学生跟课程连接起来中间会自动生成一个 联合(Association),双击此联合,进行联合的属性设置,如图 3.12 所示。

Rel	ated Diagrams	Depen	dencies	Tra	ceability L	inks	Version Info
General		Attributes	М	apping		Notes	Rules
7 Æ	8 0 0	™ ™ #	¥ 🕅 🗶 (9 •			
	Name	Code	 Data T 	уре 👱	Length 💌	Pre 💌	Comn
	选课时间	elective_time	Date & Tim	e			
+	成绩	score	Float				
	_						
	-						
	_						
	_						
	-						
F 🛊	+ + + ± 1			_	_		

图 3.12 联合的属性设置

第3章

(13) 完成选课联合属性设计后,最终的学生选课概念模型如图 3.13 所示。



图 3.13 学生选课概念模型

3.3 "高校教材管理系统"概念数据模型

在创建"高校教材管理系统"的概念数据模型时,首先需要认真分析该系统的数据流图,在 数据流图的基础上规划出系统的所有实体,实体主要分为以下几类。

(1) 基础数据类实体:主要包括专业、课程、班级等实体。

(2)参与者实体:主要包括教务主管、书商、教师、专业负责人(系主任)、学生、教材代办 等实体。

(3) 业务相关类实体:主要包括教材书目、选用教材、教材订单等实体。

(4) 衍生对象: 其中,教材订单与选用教材之间是多对多联系,而且这个联系还有自身的 属性,所以需要衍生出来一个联合实体。

在创建"高校教材管理系统"的概念数据模型时,首先也是把所有实体绘制出来,设置好实体的属性,然后按需求分析情况,确定实体之间的联系,最后设置好联系的连通词、基数等属性。

"高校教材管理系统"最终的概念数据模型如图 3.14 所示。



图 3.14 高校教材管理系统 CDM

小结

本章主要阐述了数据库系统概念模型的基本知识,重点介绍了使用 PowerDesigner 创建 CDM 的方法,通过本章的学习,学生需要掌握概念模型的设计方法,能够利用建模工具设计规 范合理的数据库概念模型。

习题 3

- 1. E-R 模型由哪些元素构成?
- 2. CDM 中实体之间有哪几种联系? 试举例说明。
- 3. 如何在 PowerDesigner 的 CDM 中不显示实体属性的数据类型与长度?