

HITE 7.0 软件开发与应用工程师

MySQL 数据库 设计与应用

铜川职业技术学院

湖北师范大学文理学院 编著

武汉厚溥数字科技有限公司

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书围绕项目任务来组织内容，结构清晰，实例丰富，通俗易懂，将理论与实践相结合，突出了计算机课程的实践性特点。本书共分为八个单元，内容包括学生选课系统数据库设计、为学生信息表创建索引和视图、使用过程和函数查询学生信息、使用数据库编程操作数据、使用事务和游标处理数据、使用触发器实现自动化、提高 MySQL 数据库性能、数字新闻系统项目实战。

本书可作为高等院校计算机专业的教材，也可供广大数据库设计人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

MySQL 数据库设计与应用 / 铜川职业技术学院,
湖北师范大学文理学院, 武汉厚溥数字科技有限公司编著.
北京: 清华大学出版社, 2025. 1. -- (HITE 7.0 软件开发与
应用工程师). -- ISBN 978-7-302-67585-3

I. TP311.132.3

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024MU9082 号

责任编辑：刘金喜

封面设计：王 晨

版式设计：恒复文化

责任校对：成凤进

责任印制：宋 林

出版发行：清华大学出版社

网 址：<https://www.tup.com.cn>，<https://www.wqxuetang.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-83470000 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：大厂回族自治县彩虹印刷有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：10.5 彩 插：2 字 数：249 千字

版 次：2025 年 1 月第 1 版 印 次：2025 年 1 月第 1 次印刷

定 价：49.80 元

产品编号：105737-01



编委会

主 编：

张 华 董学良 金 兰

副主编：

王 爽 赵馨瑜 边淑华 苏 莹

编 委：

董一润 章 波 周 斌 段帅超
何 草 刘智珺 张 勇 程 智



前 言

在当今信息化社会中，数据库已经成为各行各业不可或缺的基础设施。MySQL 作为开源数据库领域的佼佼者，以其稳定、高效、易用的特点，赢得了广大开发者和企业的青睐。然而，若要充分发挥 MySQL 数据库的优势，还需要充分理解和掌握其设计原理和应用方法。本书旨在为广大读者提供一本全面、系统、实用的 MySQL 数据库学习与应用指南，通过对本书内容的学习，读者可以逐步掌握 MySQL 数据库的核心技术和应用方法。

本书采用任务驱动式编写方法，适用于现代学徒制学徒用书。本书坚持正确的政治方向和价值导向，全面落实课程思政要求，弘扬劳动光荣、技能宝贵、创造伟大的时代风尚，遵循职业教育教学规律和人才成长规律，以项目任务为载体，注重理论与实践相结合，强调“以学生为中心”的教学理念，建立完善的教学评估体系，适应专业建设、课程建设、教学模式与方法改革创新等方面的需要，满足项目学习、案例学习、模块化学习等不同学习方式的要求，可以有效激发学生的学习兴趣和创新潜能，从而提高学生的实践能力和职业素养。同时，本书由校、政、行、企中的专家共同编写完成，在编写之前，对 IT 行业的岗位序列做了充分的调研，认真研究了从业人员技术方向、项目经验和职业素质等方面的需求，仔细分析了所面向学生的特点及行业需求的现状等，结合学校对软件人才培养模式的认知，按照软件专业总体定位要求进行课程体系设计，以达到预定的培养目标。

本书按照“任务描述—知识学习—任务实施—思政讲堂—单元小结—单元自测”这一思路进行编排。“任务描述”部分会给读者下发任务，使读者明确本单元的学习任务和目标；“知识学习”部分讲解了与任务描述相关的知识点；“任务实施”部分通过具体实例介绍完成任务的操作步骤；“思政讲堂”部分将知识教育与思想政治教育相结合，引导学生树立正确的世界观、人生观和价值观，进一步提升学生的职业素养；“单元小结”部分概括了本单元的主要知识点，使知识点完整、系统地呈现；“单元自测”部分包含与该单元内容紧密相关的选择题、问答题和上机题，这些题目旨在覆盖该单元的重点知识、核心概念及实际应用技能，学生的答题情况可以反映其对知识的掌握程度。本书在内容编写方面，力求细致全面；在文字叙述方面，言简意赅、突出重点；在案例选取方面，强调案例的针对性和实用性。

本书由铜川职业技术学院、湖北师范大学文理学院和武汉厚溥数字科技有限公司联合编著，由章波、赵刚刚、董一润、王默涵、段帅超、何草等多名企业实战项目经理编写。本书编者长期从事项目开发和教学，对当前高校的教学情况非常熟悉，在编写过程中充分考虑不同学生的特点和需求，加强了项目实战方面的介绍。本书编写过程中，得到了铜川职业技术学院、湖北师范大学文理学院和武汉厚溥数字科技有限公司各级领导的大力支持，在此表示衷心的感谢。

参与本书编写的人员还有：铜川职业学院的张华、王爽、赵馨瑜，武昌首义学院的金兰、苏莹、周斌、刘智璐，湖北师范大学文理学院的董学良，江西青年职业学院的边淑华，黄冈职业技术学院的张勇、程智。

本书提供各章教学 PPT 课件、案例、教案和课后作业，这些资源可通过扫描下方二维码下载。



教学资源

由于编者水平有限，书中难免存在欠妥与疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

服务邮箱：476371891@qq.com。

编者
2024年4月



目 录

单元一 学生选课系统数据库设计	1	任务实施	27
任务一 了解数据库设计的必要性	2	任务小结	29
任务描述	2	任务二 为学生信息表创建视图	29
知识学习	2	任务描述	29
任务二 初识 E-R 数据模型	4	知识学习	30
任务描述	4	任务实施	31
知识学习	4	任务三 使用院系表视图更新数据	34
任务实施	5	任务描述	34
任务三 绘制学生选课系统 E-R 图	6	任务实施	34
任务描述	6	思政讲堂	36
知识学习	6	单元小结	37
任务实施	7	单元自测	37
任务四 规范化数据库设计	10	单元三 使用过程和函数查询	
任务描述	10	学生信息	41
知识学习	11	任务一 使用过程查询学生信息	42
任务实施	12	任务描述	42
思政讲堂	14	知识学习	42
单元小结	14	任务实施	44
单元自测	15	任务二 使用函数查询学生姓名	48
单元二 为学生信息表创建索引和视图	23	任务描述	48
任务一 为学生信息表创建索引	24	知识学习	48
任务描述	24	任务实施	49
知识学习	24	任务三 了解存储过程和存储函数的区别	51
		任务描述	51

知识学习.....	51	任务描述.....	88
思政讲堂.....	53	知识学习.....	88
单元小结.....	54	任务实施.....	89
单元自测.....	54	任务四 使用游标检索账户信息.....	91
单元四 使用数据库编程操作数据.....	57	任务描述.....	91
任务一 使用变量保存数据.....	58	知识学习.....	91
任务描述.....	58	任务实施.....	94
知识学习.....	58	思政讲堂.....	96
任务实施.....	62	单元小结.....	97
任务二 使用判断语句判断学生		单元自测.....	97
成绩.....	63	单元六 使用触发器实现自动化.....	99
任务描述.....	63	任务一 使用触发器自动添加	
知识学习.....	64	库存信息.....	100
任务实施.....	65	任务描述.....	100
任务三 使用循环语句输出		知识学习.....	100
累加和.....	66	任务实施.....	104
任务描述.....	66	任务二 使用 INSERT 触发器	
知识学习.....	66	自动减少库存.....	106
任务实施.....	67	任务描述.....	106
任务四 使用自定义错误处理		任务实施.....	106
机制.....	70	任务三 使用 UPDATE 触发器	
任务描述.....	70	自动更新库存.....	108
知识学习.....	70	任务描述.....	108
任务实施.....	71	任务实施.....	108
思政讲堂.....	72	任务四 使用 DELETE 触发器	
单元小结.....	73	实现自动删除.....	109
单元自测.....	74	任务描述.....	109
单元五 使用事务和游标处理数据.....	77	任务实施.....	110
任务一 使用事务模拟银行转账.....	78	思政讲堂.....	111
任务描述.....	78	单元小结.....	112
知识学习.....	78	单元自测.....	112
任务实施.....	82	单元七 提高 MySQL 数据库性能.....	115
任务二 认识事务隔离级别.....	85	任务一 了解优化 MySQL	
任务描述.....	85	数据库的方法.....	116
知识学习.....	85	任务描述.....	116
任务实施.....	86	任务实施.....	116
任务三 为银行账户添加锁.....	88	任务二 通过优化查询提高性能.....	118

任务描述·····	118	任务二 设计数字新闻系统	
知识学习·····	118	数据库·····	138
任务实施·····	120	任务描述·····	138
任务三 通过优化数据库结构		任务实施·····	138
提高性能·····	123	任务三 提高数字新闻系统性能·····	144
任务描述·····	123	任务描述·····	144
任务实施·····	124	任务实施·····	144
任务四 通过优化 MySQL 服务器		任务四 提高数字新闻系统	
提高性能·····	129	安全性·····	147
任务描述·····	129	任务描述·····	147
任务实施·····	129	任务实施·····	147
思政讲堂·····	131	任务五 保证数字新闻系统数据	
单元小结·····	132	一致性·····	149
单元自测·····	132	任务描述·····	149
单元八 数字新闻系统项目实战·····	135	任务实施·····	149
任务一 了解数字新闻系统的		思政讲堂·····	151
功能需求与结构·····	136	单元小结·····	153
任务描述·····	136	单元自测·····	153
任务实施·····	136		



学生选课系统数据库设计



课程目标

技能目标

- ❖ 了解数据库设计的必要性
- ❖ 掌握 E-R 数据模型
- ❖ 掌握绘制 E-R 图的方法
- ❖ 掌握数据库设计规范

素质目标

- ❖ 增强社会责任感
- ❖ 热爱祖国和人民
- ❖ 肩负服务社会的责任





简介

通过对 MySQL 基础的学习，我们已经学会使用 MySQL 创建数据库、数据表，以及对表中的数据进行常用的操作。本书对数据库设计的各个方面进行了深入的讲解，包括数据模型、数据库规范化、数据库编程、索引、视图、游标、事务、存储过程、触发器和数据库优化等内容。此外，本书还通过案例分析、实例演示和项目驱动等方式，帮助读者理解数据库设计的实际应用场景，并指导如何在具体项目进行数据库设计和开发。

作为 MySQL 数据库的设计者和使用者，我们需要增强自己的社会责任感，肩负起促进科技进步、服务社会的责任。

任务一

了解数据库设计的必要性

任务描述

数据库是企业信息化的基础，数据库设计是信息化建设的重点。好的数据库设计可以提高企业信息系统的可用性和可扩展性，因此，数据库设计是企业信息化建设必不可少的一环。

信息系统的设计离不开数据存储和处理，而数据库设计是信息系统的核心。良好的数据库设计具有较高的可维护性和可扩展性，可以保证信息系统的正常运行；可以确保数据存储的一致性，避免数据冗余，为企业信息化建设提供稳定的数据存储和管理保障；可以确保数据的可访问性和可控性，从而保证数据的合法性和完整性。本节任务是了解数据库设计的必要性。

知识学习

1. 数据库设计概述

通过对 MySQL 基础的学习，我们已经可以根据业务需要来设计表，并进行表的基本操作，那么为什么现在还需要进行数据库设计呢？其实原因很简单，数据库设计和生活中的分类整理类似。在日常生活中，我们经常需要对生活物品、衣服、书籍等进行分类整理，以方便日后的查找和使用。同样地，在数据库设计中，也需要对数据进行分类整理，将相似的数据放在一张表中，通过关系建立等手段，将各表进行关联，形成一个完整的数据库

结构。在整理生活物品时，我们需要考虑分类标准、归档方式、存储位置等问题。同样地，在数据库设计中也需要考虑数据类型、数据表设计、数据规范化等问题，并采用合适的数据库管理系统和开发工具来实现数据的存储、查询、维护与管理。

2. 什么是数据库设计

数据库设计是指根据用户需求和业务需求，对数据库进行结构、逻辑和物理设计的过程。在这个过程中，需要确定数据表、数据表之间的关系、数据类型、索引、约束条件、存储过程、触发器等各种元素，并使用数据库管理系统和开发工具实现这些元素的操作与管理。进行数据库设计是为了提供一个高效、可靠、易于维护的数据管理和使用环境。通过数据库设计，可以避免数据冗余、不一致及错误，提高数据访问速度与查询效率，保证数据的安全性和可靠性，增强业务的灵活性和可扩展性。数据库设计是整个数据库应用过程中最为关键、复杂的一个环节。

3. 数据库设计的必要性

进行数据库设计是非常有必要的，因为它可以带来以下几方面的好处。

(1) 数据库设计可以提高数据的一致性和准确性。通过数据表设计、字段类型划分、约束条件设置等手段，避免了数据冗余、重复和不一致，提供了可靠、有效及准确的数据管理方式。

(2) 数据库设计可以提高数据的安全性和可靠性。通过数据库结构设计、访问权限设置、备份恢复等手段，降低了数据丢失或泄露的风险，同时提高了数据的可靠性和稳定性。

(3) 数据库设计可以提高数据的查询效率和应用性能。通过索引设计、查询优化等手段，加快了数据访问速度，提高了应用系统的性能和响应速度。

(4) 数据库设计可以增强数据的可扩展性和灵活性。通过对数据表进行设计、拆分、合并等操作，增强了数据的可塑性和可扩展性，使数据库更加灵活地适应业务需求变化。

综上所述，数据库设计是提高数据管理和应用效率、保证数据安全性和可靠性、增强数据灵活性和可扩展性的必要过程。

反之，失败的数据库设计会导致以下后果。

- (1) 检索速度慢。
- (2) 存在安全隐患。
- (3) 应用程序不稳定。

因此，在数据库设计过程中必须考虑各种因素和需求，合理设计数据库结构，明确规范化原则，以确保数据库的稳定和高效运行。

任务二 初识 E-R 数据模型

任务描述

E-R(entity-relationship, 实体关系)数据模型, 是美籍华裔计算机科学家陈品山在 1976 年提出的一种数据库设计模型。E-R 数据模型提供了一种直观、可视化的方式来描述和设计数据库结构, 它是数据库设计的重要工具之一, 主要用来进行数据库建模。E-R 图可以清晰地展示实体、属性和关系之间的关系, 有助于开发人员和数据库管理员理解数据库设计的意图, 从而创建高质量和易于维护的数据库系统。本节任务是初步了解 E-R 数据模型。

知识学习

1. 数据模型介绍

数据库的数据模型主要用于描述及组织数据, 并对数据进行操作和管理, 有助于我们更好地理解 and 利用数据, 提高数据的可靠性与安全性。常见的数据库数据模型有以下几种。

(1) 层次模型: 层次模型是一种基于树形结构实现数据组织的模型。它通过节点与节点之间的父子关系来描述数据之间的联系。例如, 一个学校的组织结构就可以用层次模型来表示。

(2) 网状模型: 网状模型是一种比较复杂的数据模型, 它通过各种指针连接来实现记录之间的关联。这种模型在处理大规模的数据时具有较好的灵活性和性能。

(3) 关系模型: 关系模型是被广泛应用的一种数据模型。它是在集合论的基础上建立的, 通过表格、行和列的方式来表示数据与数据之间的关系。每张表都对应一个实体, 表中的每一行代表一条记录, 每个字段存储着该记录中某个属性的值。在关系模型中, 使用 SQL 进行数据查询和操作, 非常方便。

(4) 面向对象模型: 面向对象模型是一种基于对象(object)和类(class)的设计思想, 它将数据和行为封装为一个整体。这种模型在处理复杂的现实问题时比较方便。例如, 在社交网络中, 用户和他们的朋友、留言等元素可以用面向对象模型来表示。

总之, 不同的数据模型适用于不同的场景和需求。在选择数据模型时, 需要考虑数据的结构、规模、性能等因素, 以及后期数据维护和管理的需求。

2. E-R 数据模型

E-R 数据模型是用于描述现实世界的概念模型。它通过实体的定义和实体之间的关系来描述各种实际情况和场景，是构建关系数据库(relational database)的基础。E-R 数据模型中主要有以下三个基本元素。

(1) 实体(entity): 实体是指现实世界中独立存在、可以被识别的对象。例如，人员、部门、产品等。

(2) 属性(attribute): 属性是指实体所具有的特征。例如，人员实体包括姓名、出生日期、身份证号等属性。

(3) 关系(relationship): 关系是指实体与实体之间的联系。例如，人员与部门之间有就职关系、产品与订单之间有销售关系等。

在 E-R 图中，实体用矩形表示，属性用椭圆形表示，关系用菱形表示。实体和属性之间用直线连接，表示一个实体含有多个属性；不同实体之间也用直线连接，表示两个实体之间存在某种联系或依赖关系。通常，还需要具体说明关系的类型、数量、方向等信息。

任务实施

下面用 E-R 图描述学生与专业的关系，如图 1-1 所示。

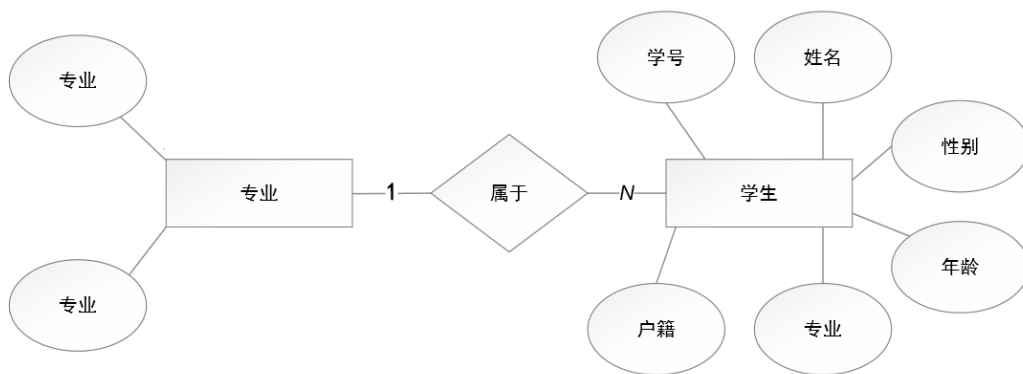


图 1-1

从图 1-1 中可以看出，E-R 图接近于人的思维，即使不具备计算机专业知识，也可以理解其表示的含义。大部分数据库设计产品使用 E-R 图帮助用户进行数据库设计。E-R 数据模型的优势在于：能够清晰地描述实体之间的关系，可以帮助开发人员更好地理解现实世界中的实体和关系。同时，E-R 数据模型还可以用来生成关系数据库的物理结构，使数据的存储和管理变得更加简单和高效。总之，E-R 数据模型是一种描述现实世界概念的图形化工具，在关系数据库的开发过程中起到了至关重要的作用。

任务三 绘制学生选课系统 E-R 图

任务描述

在了解了 E-R 数据模型后,接下来便可绘制 E-R 图。绘制 E-R 图是在概念结构设计阶段进行的。概念结构设计是数据库设计中的一个阶段,旨在分析用户的需求,包括数据、功能和性能需求,然后通过分析和设计将这些需求转化为一个概念模型,即 E-R 图。

本节任务是绘制学生选课系统 E-R 图,即设计一个能够反映学生、课程、教师和班级之间关系的数据库模型,并使用图形化的方式将这种关系表示出来。

知识学习

数据库设计通常按照一定的规范分为以下六个基本步骤。

(1) 需求分析:需求分析是数据库设计的第一步,主要任务是对现实世界中的数据进行分析及定义,明确构建数据库所需要的逻辑和物理要求。在该步骤中,设计人员需要与业务部门和用户进行充分的沟通和交流,了解业务需求和各类数据对象之间的关系。

(2) 概念结构设计:概念结构设计是指在需求分析的基础上,将实体、属性、关系等元素抽象出来,形成一个概念模型。该模型可以使用 E-R 图等形式表现,以反映现实世界中数据之间的联系和约束条件。

(3) 逻辑结构设计:逻辑结构设计是在概念结构设计的基础上,将概念模型转化为具体的逻辑模型,通常使用关系模型来表示。设计人员需要确定每个实体对应的关系表(关系模式)、属性,以及其类型和长度等信息,并根据需要创建适当的键(如主键、外键等)。

(4) 物理结构设计:物理结构设计是将逻辑模型转换为真实的物理存储结构。在该步骤中,需要考虑数据存储设备的选择和分配方案等,并确定数据库的物理组织结构和存取方法等。例如,需要选择适当的数据库管理系统(database management system, DBMS),明确表空间、数据文件的组织方式。

(5) 数据库实施:在数据库设计完成后,需要将其应用于相应的操作系统和数据库软件中。在此步骤中需要进行必要的测试和验证,确保数据库能够按照设计要求正常运行。

(6) 数据库的运行和维护:在运行和维护阶段,需要对数据库进行备份、恢复、优化等操作,以保证其可用性和可靠性。

下面以学生选课系统为例,讲解前三个步骤的具体操作方法,在概念结构设计阶段完成 E-R 图的绘制。

任务实施

1. 需求分析

需求分析是数据库设计过程中的重要环节，它会直接影响后续数据库的设计和开发过程。在需求分析过程中，需要充分考虑系统的可用性、安全性、易用性等方面，让数据库得以适应各种复杂的运营环境和应用场景。

在需求分析阶段，需要明确学生选课系统需要存储哪些数据，如学生的个人信息、课程信息、教师信息等。此外，还需要了解学生选课系统的使用场景及用户需求，进一步确定数据库的功能和使用要求。

在进行需求分析时，可参考以下几点来完成。

1) 确定业务需求

在进行数据库分析和设计之前，必须充分了解在系统中数据库需要完成的任务和功能。以学生选课系统为例，我们需要了解此系统的基本功能，以及功能与数据的关系。

(1) 管理员登录系统后，可以对学生、教师、课程进行管理。

(2) 学生登录系统后，可以查看所有课程的选课情况；可以对选课人数没有满员的课程进行选课操作；可以查看自己所选的课程；可以修改个人信息。

(3) 教师登录系统后，可以查看本人已发布的课程；可以添加可选的课程；可以修改或删除已发布的课程；可以查看选择自己发布课程的学生名单；可以修改个人信息。

(4) 学生可查询自己所选课程的成绩，并下载打印。

在确定系统具有上述功能需求后，即可开始进行下一步的设计工作。

2) 标识关键实体

明确了功能需求后，必须找出数据库要管理的关键实体，也就是前面讲到的 E-R 数据模型中的实体。在学生选课系统中，需要标识出以下关键实体。

(1) 管理员。

(2) 教师。

(3) 学生。

(4) 课程。

(5) 专业。

(6) 院系。

数据库中的每个实体都会拥有一个与其对应的表，在本例设计的数据库中至少有 6 张表，分别是管理员信息表、教师信息表、学生信息表、课程信息表、专业信息表、院系信息表。

3) 确定实体属性

标识了关键实体之后，就要确定每个实体所具有的属性，也就是实体需要存储的详细信息，这些属性将会成为表中的列。在学生选课系统中，分解每个实体所包含的信息，具体内容如下。

- (1) 管理员(工号、姓名、性别、密码)。
- (2) 教师(工号、姓名、性别、密码、职称、授课名)。
- (3) 学生(学号、姓名、性别、年龄、专业、密码)。
- (4) 课程(课程号、课程名、学分、所属系、授课教师)。
- (5) 专业(专业号、专业名)。
- (6) 院系(院系号、院系名)。

在确定实体属性后，即可开始进行下一步的设计工作。

4) 确定实体之间的关系

在设计过程中，要确定实体之间的关系，分析这些实体在逻辑上是如何关联的，同时添加关键列，建立起实体之间的联系。在学生选课系统中，可以确定以下关系。

- (1) 一个院系有多个专业。
- (2) 一个专业有多名学生。
- (3) 管理员管理所有学生、教师、课程。
- (4) 一名学生可以选多门课程。
- (5) 一门课程可以由多名教师讲授。

2. 概念结构设计

在需求分析阶段确定了客户的业务和数据处理需求后，接下来便进入概念结构设计阶段。该阶段的主要工作是将实体、属性、关系等元素抽象出来，形成一个概念模型，该模型可以使用 E-R 图表现。在绘制 E-R 图之前，需要弄清楚实体之间的关系，即映射基数。

映射基数指的是实体之间的关系，即一个实体在关系中可以关联多少个其他实体。常见的映射基数有三种，分别是一对一、一对多和多对多。

(1) 一对一(1:1)映射基数:表示一个实体实例只能与另一个实体实例相互关联。例如，一个人只能有一个身份证号码，一个身份证号码也只能对应一个人，如图 1-2 所示。



图 1-2

(2) 一对多(1:N)映射基数: 表示一个实体实例可以关联多个其他实体实例。例如, 一个班级可以有多名学生, 但是一名学生只能属于一个班级, 如图 1-3 所示。



图 1-3

(3) 多对多(N:M)映射基数: 表示一个实体实例可以关联多个其他实体实例, 反过来也是如此。例如, 一名学生可以选择多门课程, 一门课程也可以被多名学生选择, 如图 1-4 所示。



图 1-4

E-R 图可以以图形化的方式将数据库的整个逻辑结构表示出来。根据需求分析的结果, 结合 E-R 图的各种符号, 便可绘制学生选课系统的 E-R 图, 如图 1-5 所示。

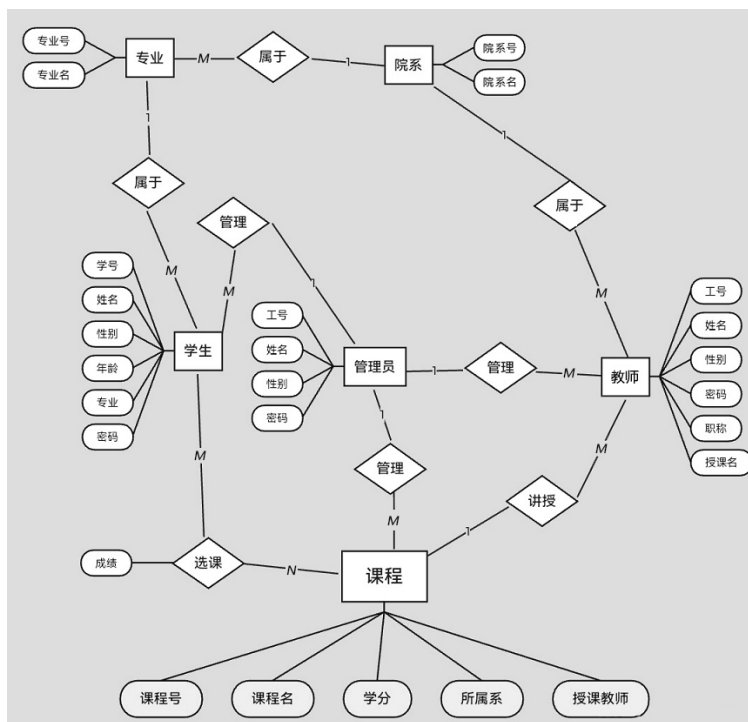


图 1-5

绘制完 E-R 图之后，还需要进一步与项目组成员及客户进行沟通，获取修改意见，以确保系统中的数据能够正确、完整地体现需求。

3. 逻辑结构设计

接下来，在逻辑结构设计阶段，需要将 E-R 图转换为多张表，并确定每张表的主、外键，步骤如下。

- (1) 将各实体转换为对应的表，将各属性转换为各表中对应的列。
- (2) 标识每张表的主键。
- (3) 将实体之间的关系转换为表与表之间的引用关系。

将学生选课系统的 E-R 图转换为数据库中的表，如图 1-6 所示。

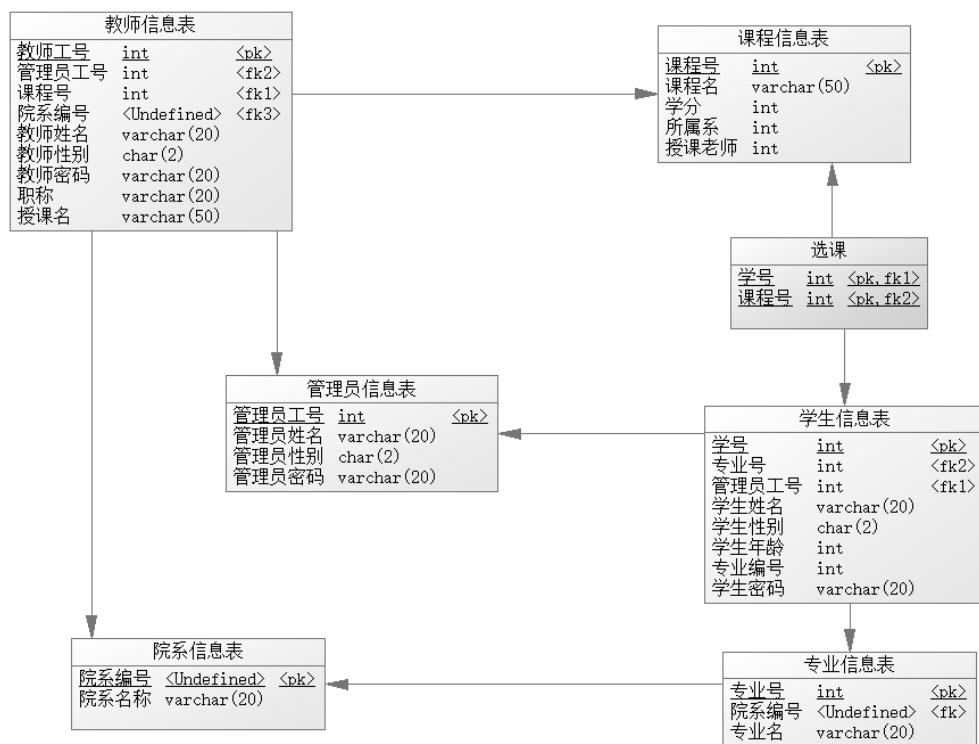


图 1-6

任务四 规范化数据库设计

任务描述

规范化是数据库设计的基本原则，通过消除数据的冗余和重复，优化数据的存储结构

和查询方式，提高数据的一致性、完整性和可维护性。规范化能够有效地提高数据库系统的性能、可靠性和可扩展性，帮助人们更加高效地组织、存储和使用数据。

为了建立冗余较小、结构合理的数据库，设计数据库时必须遵循一定的规则，在关系数据库中这种规则就被称为范式。范式是符合某一种设计要求的集合。本节任务是使用三范式规范数据库设计。

知识学习

1. 设计中的问题

在数据库设计中，不好的设计通常存在各种问题。接下来，通过一个案例进行说明。某学员设计了一个员工管理系统，使用表 1-1 来存储员工信息。

表 1-1

部门名称	部门地址	工号	姓名	性别	职位	地址	月薪
管理部	A 座 101	K001	刘备	男	总经理	陕西省西安市高新区北京路 11 号	50000
管理部	A 座 101	K002	关羽	男	副总经理	湖北省武汉市武昌区香港路 22 号	45000
管理部	A 座 101	K003	张飞	男	副总经理	湖北省荆州市东城区上海路 33 号	45000
技术部	B 座 103	K004	吕布	男	技术总监	北京市海淀区文林路 123 号	48000
技术部	B 座 103	K005	貂蝉	女	技术主管	上海市浦东区澳门路 222 号	25000

这样的设计在一定程度上达到了存储员工信息的需求，但同时存在以下问题。

1) 数据冗余

列表中有冗余的信息。当管理部中有多名员工时，“部门名称”和“部门地址”多次重复出现，会造成存储空间浪费。

2) 更新异常

冗余信息不仅浪费存储空间，还会增加更新难度。在更新部门时，应更改该部门下的所有员工信息。若不小心漏改了某些员工信息，则会造成更新异常。

3) 插入异常

当成立新部门时，由于该部门还没有员工，无法确定员工的信息，因此无法完成插入操作，会引起插入异常。

4) 删除异常

当一个部门的员工都离职了，还没有新员工入职时，若删除该部门下所有的员工信息，则该部门也会被删除，进而引起删除异常。

要解决上面存在的问题，就要求在数据库设计时遵循一定的规范。

2. 规范设计

在进行数据库设计时，通常遵循三个范式(normal form, NF)，也称为三范式(3NF)。这些范式提供了数据库设计的指导原则，用于消除数据冗余、提高数据一致性和减少数据更新异常。下面是对三个范式的简要描述。

1) 第一范式

第一范式要求数据库中的每个属性都是原子的，即不可再分。它要求将数据分解为最小的数据单元，确保每个属性的原子性。例如，如果一个表中有一个包含多个值的属性，就不符合第一范式。为了满足第一范式，应将该属性拆分为独立的属性。

2) 第二范式

第二范式在满足第一范式的基础上，要求非主键属性要完全依赖于主键。它要求在一个表中不存在非主键属性只依赖部分主键的情况。如果一个表中的非主键属性只依赖于表中的一部分主键，而不是依赖全部主键，就需要将这些属性分离到另一个表中，并与相关的主键建立关系。

3) 第三范式

第三范式在满足第二范式的基础上，要求消除非主键之间的传递依赖。它要求在一个表中不存在非主键属性对其他非主键属性的依赖关系。如果一个表中的非主键属性依赖于其他非主键属性，就需要将这些属性分离到另一个表中，并与相关的属性建立关系。

需要注意的是，达到更高范式并不一定总是理想的，因为过度规范化可能导致查询变得复杂，影响性能。在实际设计中，需要根据具体的应用需求和性能考虑，权衡范式和性能之间的关系，做出适当的设计决策。

任务实施

1. 使用第一范式

在员工管理系统案例中，地址还可以细分，不满足第一范式。根据实际需求将地址细分为省、市、区等，如表 1-2 所示。

表 1-2

省	市	区	地址
陕西省	西安市	高新区	北京路 11 号
湖北省	武汉市	武昌区	香港路 22 号
湖北省	荆州市	东城区	上海路 33 号
北京市	市辖区	海淀区	文林路 123 号
上海市	市辖区	浦东区	澳门路 222 号

当然，并不是所有的属性在设计时都一定要满足原子性，在设计数据库时要以业务需求为准。

2. 使用第二范式

在员工管理系统案例中，部门地址只是部分依赖主键(部门编号)，没有完全依赖主键，不满足第二范式。因此，可以把部门名称和部门地址拆分为一个新的表，添加一个部门编号，如表 1-3 所示。添加部门编号是为了防止部门名称改变，降低关联。

表 1-3

部门编号	部门名称	部门地址
1	管理部	A 座 101
2	技术部	B 座 103

3. 使用第三范式

在员工管理系统案例中，工号决定了职位，职位决定了月薪，存在传递关系，不满足第三范式。因此，应该通过新建表的方式将职位和月薪信息移至“职位信息表”，如表 1-4 所示。

表 1-4

职位编号	职位	月薪
1	总经理	50000
2	副总经理	45000
3	技术总监	48000
4	技术主管	25000

通过三范式对表进行拆分后，员工信息表如表 1-5 所示。

表 1-5

部门编号	工号	姓名	性别	省	市	区	地址	职位编号
1	K001	刘备	男	陕西省	西安市	高新区	北京路 11 号	1
1	K002	关羽	男	湖北省	武汉市	武昌区	香港路 22 号	2
1	K003	张飞	男	湖北省	荆州市	东城区	上海路 33 号	2
2	K004	吕布	男	北京市	市辖区	海淀区	文林路 123 号	3
2	K005	貂蝉	女	上海市	市辖区	浦东区	澳门路 222 号	4

规范的数据库设计可以确保数据的可靠性，提高业务系统的性能和可维护性。遵循三范式可减少数据冗余，提高数据一致性，减少数据更新异常，更容易维护高质量的数据库。

思政讲堂

增强社会责任感

责任感是衡量社会道德水准的标志之一。有责任感的人多了，社会就会进步；反之，社会就会倒退。在今天，捍卫文明，重新树立道德的支柱，是时代赋予我们的历史责任。

明末思想家顾炎武说过，天下兴亡，匹夫有责。无论是居庙堂之高，还是处江湖之远，都应该为国家做贡献，都对国家的兴亡负有责任。春秋时期，鲁国平民曹刿，在齐军袭扰鲁国的时候，主动献策，为国分忧，这种意识是一笔宝贵的精神财富。

用专业知识教育人是不够的。通过专业教育，学生可以成为一种有用的机器，但是不能成为一个和谐发展的人。很多教育家也认为，现代大学应高度重视高级专门人才的社会责任感的培养。因此，就学校而言，素质教育的多维化要求学生不仅要德智体美劳全面发展，而且在社交活动中，必须具有集体主义责任感、荣誉感。

重视责任感的教育和培养，需要同爱国主义和集体主义教育结合起来。上海市杨浦高级中学在对学生进行责任感教育时，曾对一些事业成功者进行了一次调查，发现他们取得成功的重要因素源自他们对国家、社会的热爱，以及对国家、社会的责任感。

社会是一个整体，人的成长也是由自然人变为社会人的一个过程。我们生活在中社会中，任何人脱离了社会都不可能生存和发展，更不可能成就任何事业。我们在社会中必定有不同的角色，也必定有不同的责任。我们对社会负责，社会也将对我们负责。

每个公民都应根据担当的角色，真正感知自己所负有的责任，从而不负众望，奋发有为，在责任感的召唤下，对家庭、社会和国家做出应有的贡献。

单元小结

- 数据库设计的必要性。
- E-R 数据模型。
- 数据库设计的步骤。
- 使用三范式进行数据库设计。

单元自测

■ 一、选择题

1. 关系数据库模型中的主要元素是实体、属性和()。
A. 实体集
B. 关系
C. 属性集
D. 关系集
2. 在 E-R 图中, 下列说法错误的是()。
A. 用矩形表示实体
B. 用椭圆表示属性
C. 用菱形表示关系
D. 用连接线表示关系
3. 在逻辑结构设计阶段, 数据库设计需要完成的工作是()。
A. 绘制 E-R 图
B. 将 E-R 图转换为表
C. 确定对象之间的关系
D. 标识实体对象
4. 一名学生可以选修多门课程, 同时一门课程可被多名学生选修, 学生和课程之间的关系是()。
A. 一对多
B. 多对一
C. 一对一
D. 多对多
5. 关于数据库三大范式, 下面说法错误的是()。
A. 数据库设计满足的范式级别越高, 数据库性能越好
B. 数据库的设计范式有助于减少数据冗余
C. 数据库的设计范式有助于规范数据库的设计
D. 一个好的数据库设计可以不满足某条范式

■ 二、问答题

1. 描述 E-R 数据模型中的三个元素。
2. 描述数据库设计的步骤。
3. 描述数据库设计的三大范式。

■ 三、上机题

1. 使用 PowerDesigner 绘制概念模型图。

PowerDesigner 是 Sybase 公司的一款数据建模工具, 能够支持各种数据库, 它几乎包括了数据库模型设计的全过程。接下来, 参照以下步骤使用 PowerDesigner 16.5 绘制概念模型图。

(1) 启动 PowerDesigner。

在 Windows 的开始菜单中启动 PowerDesigner，进入欢迎界面，单击 Close 按钮，如图 1-7 所示。

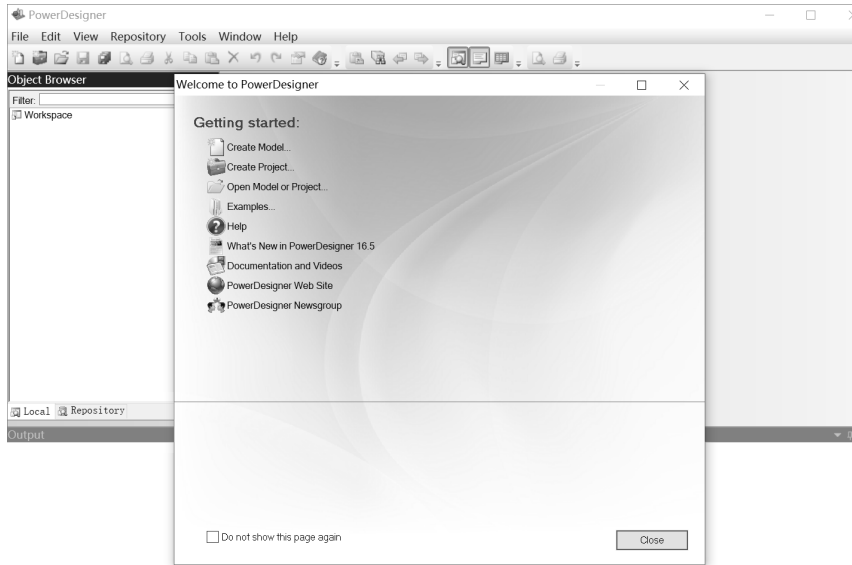


图 1-7

(2) 新建概念模型图。

在打开的 PowerDesigner 窗口中执行 File→New Model 命令，即可弹出如图 1-8 所示的对话框。在左侧区域选择 Model types→Conceptual Data Model 选项，然后单击 OK 按钮，创建一个新的概念模型图。

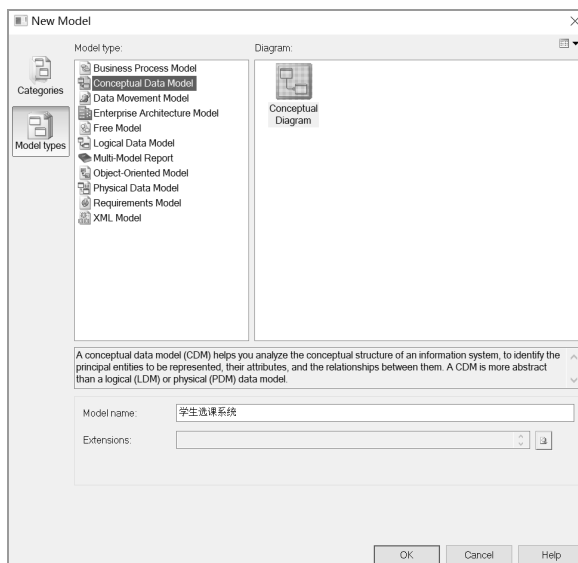


图 1-8

模型图创建界面如图 1-9 所示。左侧的浏览窗口用于浏览各种模型对象，右侧为绘图窗口，下方为信息输出窗口。用户可以从绘图工具箱(Toolbox)中选择各种模型符号绘制概念模型图。

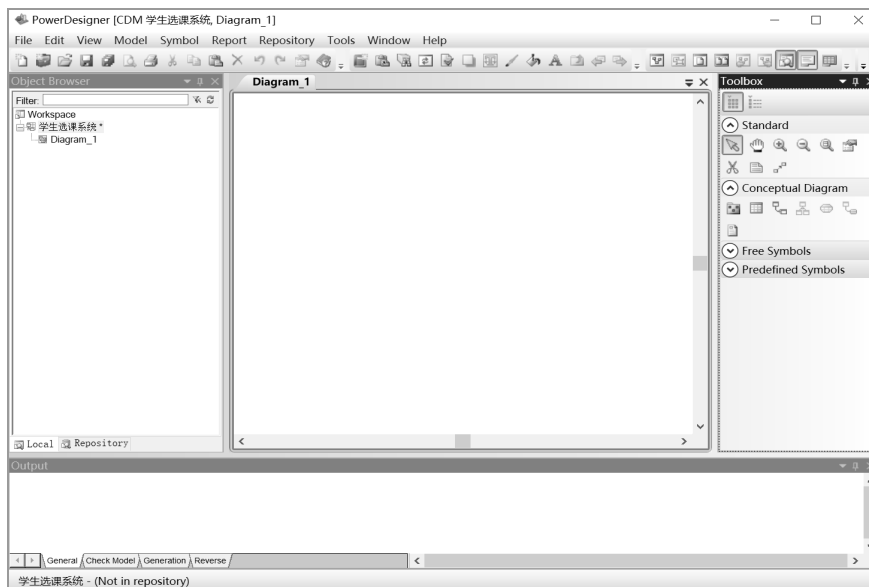


图 1-9

(3) 添加实体。

在绘图工具箱中选择 Entity 图标，单击绘图窗口，光标变为 Entity 图标形状，便可创建一个实体，如图 1-10 所示。

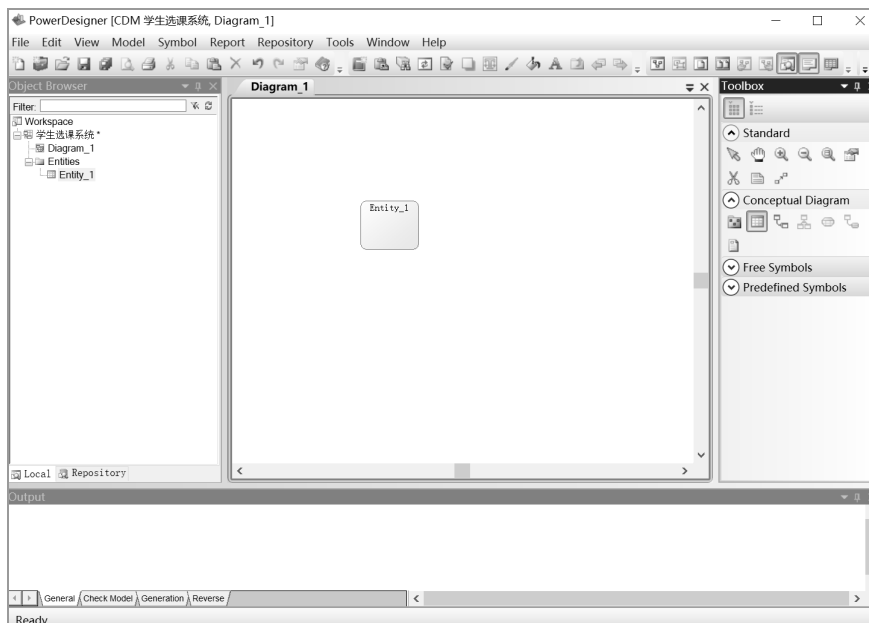


图 1-10

在绘图窗口的空白区域右击，光标恢复正常状态，双击该实体，打开 Entity Properties(实体属性)对话框，如图 1-11 所示。

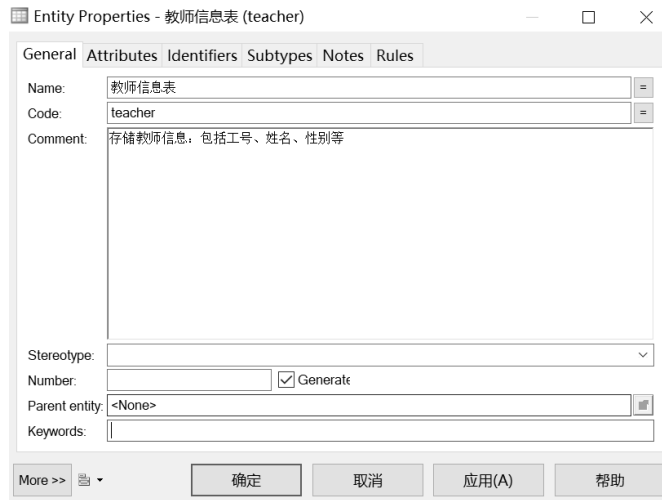


图 1-11

General 选项卡中的 Name、Code 和 Comment 选项具体含义如下。

- Name: 实体名字，一般为中文。
- Code: 实体代号，一般为英文。
- Comment: 注释，该实体的详细说明。

(4) 添加属性。

在 PowerDesigner 中添加属性需要切换到 Attributes 选项卡，如图 1-12 所示。



图 1-12

Attributes 选项卡中主要选项的具体含义如下。

- Name: 属性名, 一般使用中文表示。
- Code: 属性代号, 一般使用英文表示。
- Data Type: 数据类型, 包含数据库常用类型。
- Length: 长度, 表示此属性的最大长度。
- M 即 Mandatory: 强制属性, 表示该属性是否为必填项。
- P 即 Primary Identifier: 表示是否为主键。
- D 即 Displayed: 表示在实体符号中是否显示。

在确定实体后添加相应的属性, 如图 1-13 所示。

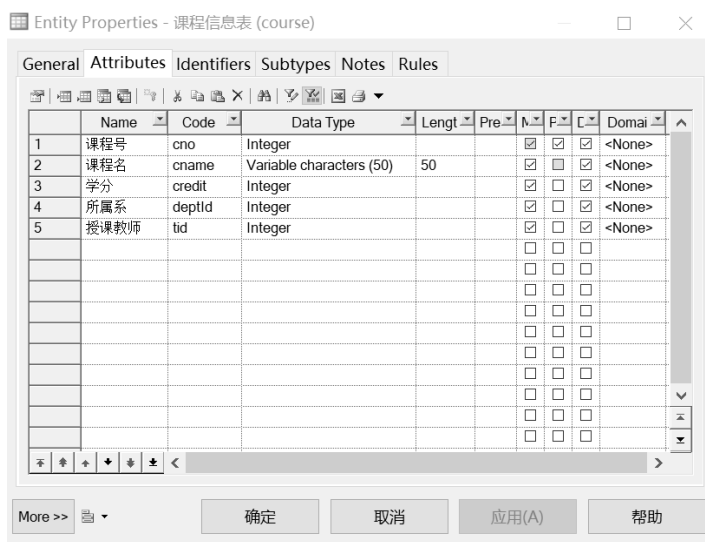


图 1-13

(5) 添加实体间的关系。

在绘制工具箱中单击 Relationship(关系)图标, 然后单击第一个实体(教师信息表), 按住鼠标左键并将其拖曳到第二个实体(课程信息表)上后, 释放左键, 一个默认的关系就建立了, 如图 1-14 所示。



图 1-14

双击刚刚建立的关系，打开 Relationship Properties 对话框，在 General 选项卡中修改关系的 Name 为“授课”，Code 为“teach”。切换到 Cardinalities(基数)选项卡，设定实体间的映射基数，如图 1-15 所示。

经过分析可以知道教师实体和课程实体之间的关系是多对一，即一门课程可以由多名教师授课，因此在对话框中选择“Many-one”。

(6) 保存概念模型图。

保存概念模型图，文件后缀默认为.cdm，输入文件名“学生选课系统概念模型图”。

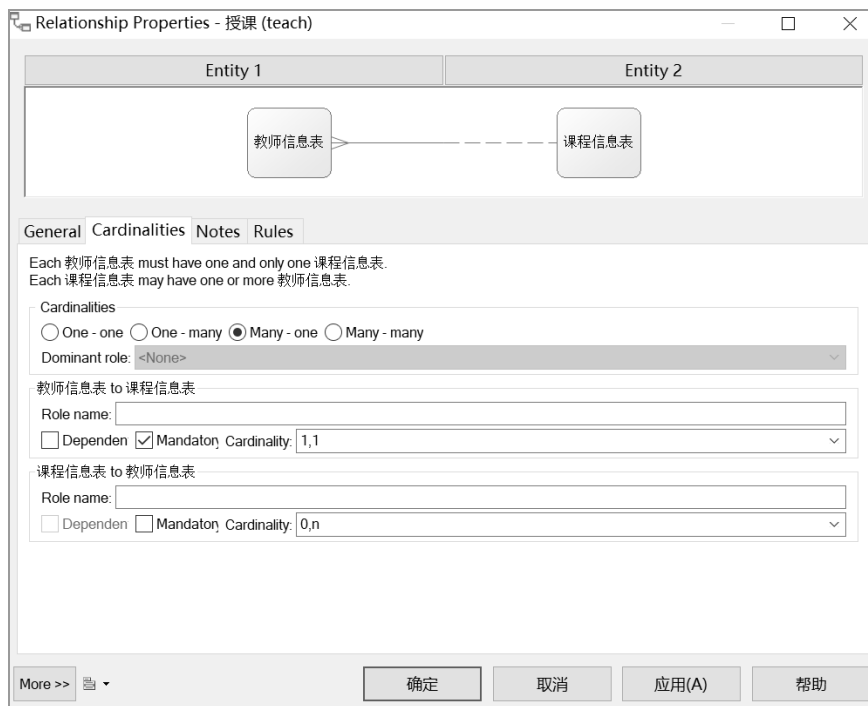


图 1-15

(7) 检查概念模型图。

我们绘制的概念模型可能出现某些错误，如没有指定属性名、关系指定不正确等，因此在绘制概念模型图后，一般需要进行检查。

执行 Tools→Check Model 命令，系统弹出“检查”对话框，单击“确定”按钮进行检查，检查结束后得到如图 1-16 所示的内容。

如果有错误，Result List 中将出现错误信息，用户可以根据这些错误提示进行修改，直到出现“0 error(s)”为止。

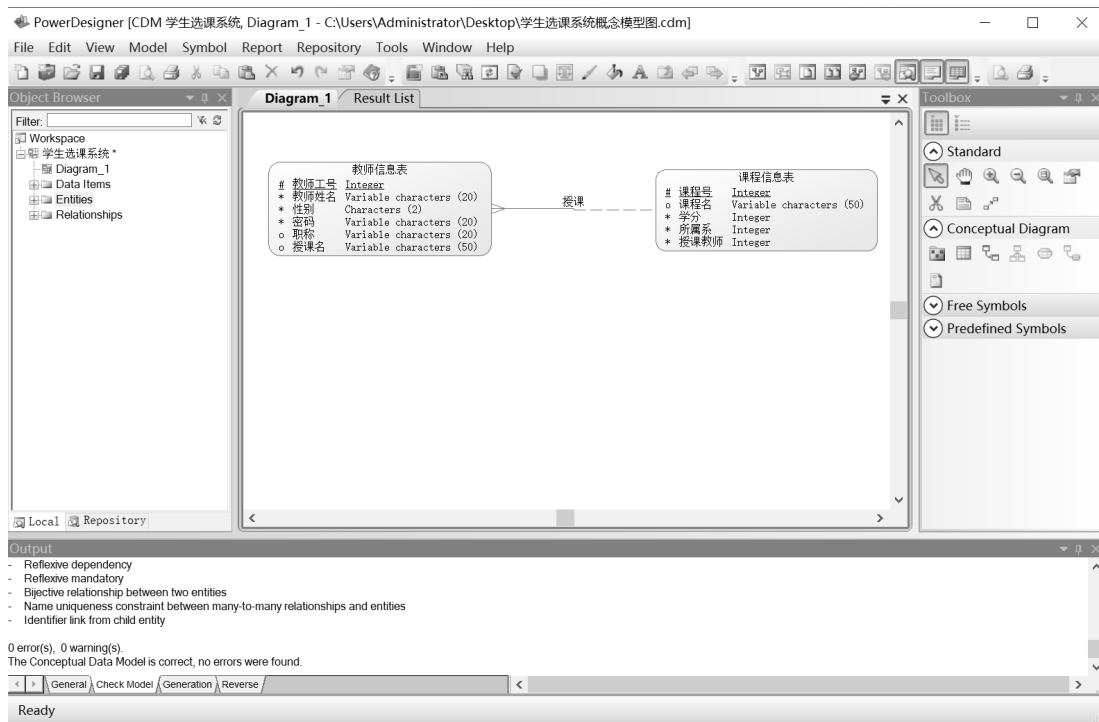


图 1-16

(8) 生成物理模型图。

在确定了项目采用的具体数据库之后，就可以根据概念模型图生成物理模型图。执行 Tools→Generate Physical Data Model 命令，系统弹出如图 1-17 所示的对话框，选择所要用的数据库类型，输入文件名，后缀默认为.pdm，单击“确定”按钮保存文件。

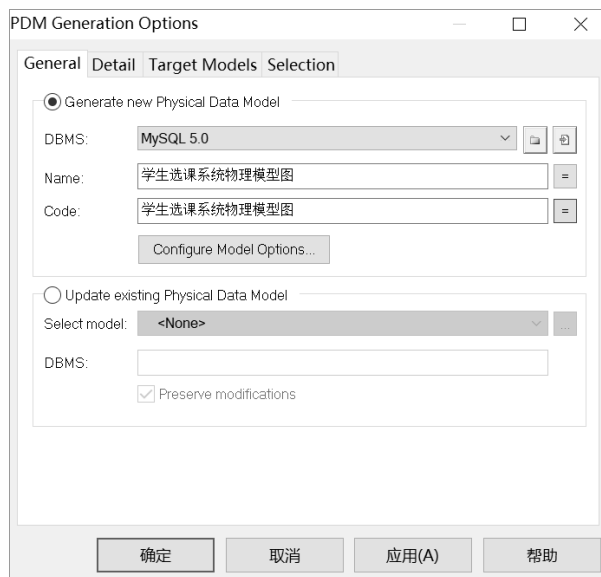


图 1-17

(9) 生成数据库 SQL 脚本。

执行 Data Base→Generate Database 命令，系统弹出如图 1-18 所示的对话框，选择脚本文件保存的路径，并输入文件名“学生选课系统”，单击“确定”按钮，将自动生成对应的数据库 SQL 脚本文件，后缀默认为.sql。

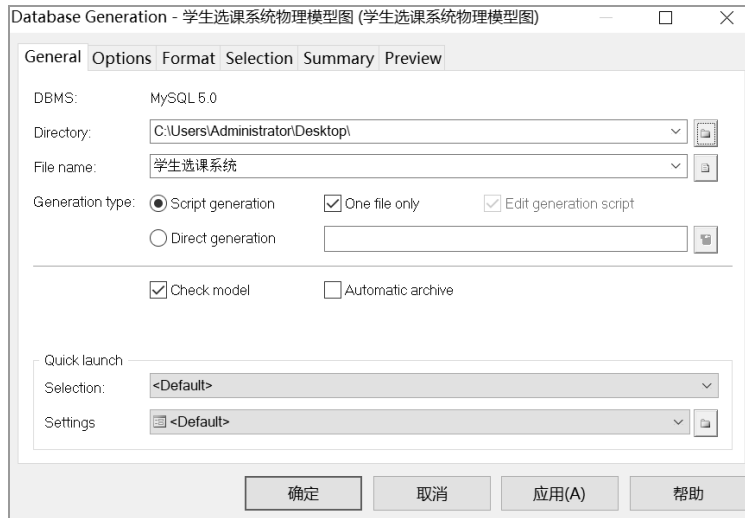


图 1-18

2. 使用 PowerDesigner 完善学生选课系统概念模型图，将其他四个实体加入概念模型中，并生成数据库 SQL 脚本。