

- 由浅入深、循序渐进，真正**全面掌握**系统开发技术。
- 以真实的**项目开发**与实现为主线，对各个设计元素进行深入讲解。
- 精选多个**典型案例**，并结合基础知识对系统进行分析、设计与编程实现。
- 对**主流框架**进行详细分析并整合至真实项目中。
- 强大的**技术支持**，读者可在学赛网社区“书评在线”版块中与作者进行直接交流。
- 丰富的**程序资源**，读者也可以在希赛网下载中心或学赛网下载中心下载本书所有实例的源代码和实战项目的源代码。

MySQL 原理与 Web 系统开发

程序员突击系列



清华大学出版社

程序员突击——MySQL 原理与 Web 系统开发

吴吉义 王中友 等编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书分为4篇共13章,包括步入MySQL开发的殿堂、苦练基本功、突出重围 项目实战和高级开发技术。本书使用的开发环境是JDK 1.5+Tomcat 5.5+ Eclipse 3.1+ MySQL 5.1/Oracle 8i,逐步引领读者从基础到各个知识点的学习,然后开发出完整的系统。全书内容由浅入深,辅以大量的实例说明,并给出了4个完整的项目案例,且4个项目案例均遵循大中型软件企业规范的程序设计。

本书供有一定Java Web编程基础的程序员作为参考用书,也可供社会Java技术培训班作为教材使用,对于缺乏项目实战经验的程序员来说可用于快速积累项目开发经验。

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。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

程序员突击——MySQL原理与Web系统开发/吴吉义,王中友等编著. —北京:清华大学出版社,2009.8

ISBN 978-7-302-18466-9

I. 程… II. ①吴… ②王… III. ①关系数据库-数据库管理系统, MySQL ②主页制作-程序设计
IV. TP311.138 TP393.092

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第132828号

责任编辑:涂 荣 张丽萍

封面设计:刘 超

版式设计:王世情

责任校对:王 云

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

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 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24.5 字 数:563千字

版 次:2009年8月第1版 印 次:2009年8月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:39.80元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:030409-01

前言

MySQL 是完全网络化的跨平台关系型数据库系统，同时是具有客户机/服务器（Client/Server，C/S）体系结构的分布式数据库管理系统。它具有功能强、使用简便、管理方便、运行速度快、安全可靠性强等优点，用户可利用许多语言编写访问 MySQL 数据库的程序。另外，MySQL 在 UNIX、Linux 等操作系统下是免费的，在 Windows 操作系统下，可免费使用其客户机程序和服务器程序。

基于 MySQL 的 J2EE 浏览器/服务器（Browser/Server，B/S）系统架构，是开发中小型信息系统较理想的选择。

一、章节内容介绍

全书分为 4 篇共 13 章。

□ 第 1 篇“步入 MySQL 开发的殿堂”分为 3 章。

第 1 章对数据库技术的发展概况作了简要的说明，同时介绍一些常用的小型数据库和大型数据库，着重介绍 MySQL 数据库，MySQL 最常用的两种存储引擎 MyISAM 和 InnoDB。

第 2 章主要介绍 MySQL 的基础知识，包括下载、安装 MySQL 的方法、MySQL GUI 工具、MySQL 命令行客户端、MySQL 服务端的使用方法和一些常用 MySQL 实用工具程序。

第 3 章详细介绍关系数据库的标准语言 SQL，包括数据定义语言、数据查询语言、数据操纵语言、数据控制语言和嵌入式 SQL 等。

□ 第 2 篇“若练基本功”分为 4 章。

第 4 章介绍数据分析与设计、数据库设计技巧、Power Designer 10 工作环境，最后介绍 Power Designer 10 中的正向工程与逆向工程。

第 5 章介绍 MySQL 存储过程实现细节并提供一些存储过程应用示例，简单介绍 MySQL 触发器。

第 6 章介绍 JDBC 的基本概念，对传统的 ODBC 接口的体系结构以及数据源的配置方法进行介绍，阐述了 JDBC 与 ODBC 的异同，对 JDBC API 进行详尽的介绍。

第 7 章结合大量程序代码，从实际应用的角度阐述 Connector/J 的相关知识。包括 Connector/J 的安装，如何进行 JDBC 编程，接着使用 Eclipse 工具结合运用 Struts、Hibernate 开源框架示例了一个符合 J2EE 规范的 Web 项目。

□ 第 3 篇“突出重围 项目实战”分为 4 章。

第 8 章通过一个“用户管理系统”项目的设计与开发，描述了在 Web 中间件 Tomcat 环境下如何设计一个比较通用的用户与权限管理系统。

第 9 章通过一个“CASE 支撑系统”项目的设计与开发，实现了在网上进行故障的申告、

跟踪、处理等基本功能。描述了在 Web 中间件 Tomcat 环境下,采用 J2EE 技术和 B/S 结构,如何一步一步实现用户所要求的功能和性能。

第 10 章通过一个“文件管理系统”项目的设计与开发,描述了在 Web 中间件 Tomcat 环境下,如何设计一个比较实用的文件管理系统。

第 11 章介绍基于 Struts 和 Hibernate 实现的“教务管理系统”。本系统的开发并没有单纯地使用 JSP+Servlet 进行开发,而是结合了 Struts 和 Hibernate,这是为了使系统的结构更加清晰,同时简化开发工作。

□ 第 4 篇“高级开发技术”分为两章。

第 12 章介绍 MySQL 5.0 高级特性,包括新 SQL 语句和 Loops 循环语句,数据导入导出工具 mysqlimport 的语法和常用选项介绍,最后还介绍了 MySQL 进行性能优化关键系统参数。

第 13 章介绍可扩展标记语言 XML 和扩展样式表语言 XSLT 的语法、使用和应用,还介绍了 MySQL 中的两个用于处理 XML 的新函数 ExtractValue()和 UpdateXML()。

项目实战案例篇的案例均以开发与实现为主线,从系统需求分析、系统总体架构的设计、数据库设计、系统目录设计、系统的关键技术、系统的各个模块的详细实现这些方面逐步深入分析,较为明晰地讲解了这个系统是如何分析、设计与编程实现的,可综合之前所学的基础知识。

本书的知识体系结构遵循了循序渐进的原则,逐步引领读者从基础到各个知识点的学习,然后开发出完整的基于 MySQL 的 Java B/S 系统。

本书内容由浅入深,并辅以大量的实例说明。本书供有一定的 Java Web 编程基础的程序员作为参考用书,也可供社会 Java 技术培训班作为教材使用,对于缺乏项目实战经验的程序员来说可用于快速积累项目开发经验。

二、技术支持

希赛是中国领先的互联网技术和 IT 教育公司,在互联网服务、图书出版、人才培养方面,希赛始终保持 IT 业界的领先地位。希赛对国家信息化建设和软件产业化发展具有强烈的使命感,利用希赛网(www.csai.cn)强大的平台优势,加强与促进 IT 人士之间的信息交流和共享,实现 IT 价值。“希赛,影响 IT”是全体希赛人不懈努力和追求的目标!

希赛网以希赛顾问团为技术依托,是中国最大的 IT 资源平台。希赛 IT 教育研发中心是希赛公司属下的一个专门从事 IT 教育、教育产品开发、教育书籍编写的部门,在 IT 教育方面具有极高的权威性。在国家权威机构发布的《计算机图书出版市场综述》中,称赞希赛丛书为读者所称道,希赛的图书已经形成品牌,在读者心目中具有良好的形象。

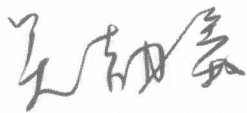
书中所有程序均经过了作者精心的调试。对于本书涉及的 Struts、Hibernate 等技术内容,限于篇幅,建议读者参考相关书籍。

本书由吴吉义、王中友、葛一鸣、张伟龙、王平明、龚一峰等 6 位系统分析师合作编写,最后由吴吉义博士负责完成统稿工作。参与本书编写工作的还有周泉、周进、顿海丽、张爱民、王勇、唐强、谢顺、王永明、左南、张友生、邓子云、黄婧、梁赛、杨花、彭欢等。

本书的出版得到了清华大学出版社的大力支持，在此表示感谢。也对本书“案例篇”涉及的项目建设单位和案例提供单位表示感谢。感谢本书编委会全体成员，特别感谢王中友高级工程师在本书编写工作中所做的大量工作。

由于时间仓促和作者水平有限，书中的错误和不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

有关本书的意见反馈和咨询，读者可在学赛网社区（<http://bbs.educity.cn>）“书评在线”版块中与作者进行交流。读者也可以在希赛网下载中心（<http://data.csai.cn>）或学赛网下载中心（<http://data.educity.cn>）下载本书所有实例的源代码和实战项目的源代码。



目 录

第 1 篇 步入 MySQL 开发的殿堂

第 1 章 MySQL 导论.....	2
1.1 数据库概述.....	2
1.1.1 数据库技术的发展.....	3
1.1.2 数据模型.....	4
1.1.3 常用数据库介绍.....	6
1.2 MySQL 简介.....	7
1.2.1 MySQL 是什么.....	8
1.2.2 MySQL 的特点.....	8
1.2.3 MySQL 的应用.....	11
1.3 MySQL 体系结构综述.....	13
1.3.1 插件式存储引擎体系结构.....	13
1.3.2 公共 MySQL 数据库服务器层.....	14
1.4 MySQL 引擎.....	15
1.4.1 选择存储引擎.....	15
1.4.2 使用存储引擎.....	16
1.4.3 MyISAM 存储引擎.....	17
1.4.4 InnoDB 存储引擎.....	19
1.5 小结.....	22
第 2 章 MySQL 基本操作.....	23
2.1 获得 MySQL.....	23
2.2 MySQL 的安装和配置.....	24
2.2.1 Windows 下二进制包安装.....	24
2.2.2 重新配置 MySQL 服务器.....	28
2.3 MySQL GUI 的安装和使用.....	29
2.3.1 MySQL Administrator.....	29
2.3.2 MySQL Query Browser.....	31
2.3.3 MySQL Migration Toolkit.....	31
2.3.4 MySQL Workbench.....	32
2.4 MySQL 的使用.....	32
2.4.1 MySQL 的基本使用.....	32

2.4.2	MySQL 客户端程序	36
2.4.3	MySQL 服务端程序	37
2.5	MySQL 工具程序的使用	40
2.5.1	mysqladmin	40
2.5.2	mysqlcheck	42
2.5.3	mysqldump	44
2.5.4	mysqlshow	45
2.5.5	myisamchk	45
2.5.6	myisampack	47
2.5.7	mysqlbinlog	47
2.5.8	mysqlimport	49
2.5.9	pererror	50
2.6	小结	51
第 3 章	SQL 基础知识	52
3.1	SQL 语言基本知识	52
3.1.1	SQL 的历史	52
3.1.2	SQL 的特点	53
3.1.3	SQL 的基本概念	55
3.2	数据定义语言	57
3.2.1	数据库级别的 SQL 操作	58
3.2.2	创建、删除与修改基本表	61
3.3	数据查询语言	69
3.3.1	普通查询	70
3.3.2	条件查询	71
3.3.3	查询排序	73
3.3.4	查询分组与行计数	75
3.3.5	多表查询	77
3.4	数据操纵语言	79
3.4.1	插入数据	79
3.4.2	修改数据	85
3.4.3	删除数据	86
3.5	数据控制语言	87
3.5.1	授权	88
3.5.2	回收权限	91
3.6	嵌入式 SQL	92
3.6.1	嵌入式 SQL 语句与主语言之间的通信	92
3.6.2	不用游标的 SQL 语句	93

3.6.3 使用游标的 SQL 语句	95
3.7 小结	97

第 2 篇 苦练基本功

第 4 章 数据库分析与设计	100
4.1 数据设计概述	100
4.1.1 数据库和信息系统	100
4.1.2 数据库设计的特点	100
4.1.3 数据库设计的基本步骤	101
4.1.4 数据库各级模式的形成过程	102
4.2 数据库的设计范式	102
4.3 数据库设计技巧	104
4.3.1 需求分析阶段	104
4.3.2 表和字段的设计	105
4.3.3 选择键和索引	106
4.3.4 索引使用原则	107
4.3.5 数据完整性设计	107
4.3.6 其他设计技巧	108
4.4 Power Designer 10 简介	109
4.5 Power Designer 10 的使用	110
4.6 正向工程与逆向工程	112
4.7 小结	114
第 5 章 存储过程、触发器	116
5.1 存储过程和授权表	116
5.2 存储过程的语法	118
5.2.1 基本语法规则	118
5.2.2 条件	119
5.2.3 循环	120
5.2.4 调用存储过程	122
5.2.5 参数和返回值	122
5.2.6 存储过程的管理	122
5.2.7 BEGIN-END 复合语句	124
5.2.8 存储过程的变量	125
5.2.9 游标	126
5.2.10 存储过程应用示例	129
5.3 存储过程、函数、触发器和复制：常见问题	131
5.4 触发器	132

5.4.1	创建触发器	133
5.4.2	删除触发器	134
5.4.3	触发器应用示例	135
5.5	存储过程和触发器的二进制日志功能	136
5.6	小结	137
第 6 章	JDBC 基础	138
6.1	基本的 JDBC 概念	138
6.1.1	JDBC 基本功能	138
6.1.2	JDBC 的层次	138
6.1.3	JDBC 驱动	139
6.2	关于 ODBC	142
6.2.1	ODBC 接口	142
6.2.2	ODBC 体系结构	143
6.2.3	JDBC 与 ODBC	147
6.2.4	建立 ODBC 数据源	147
6.3	JDBC 数据库设计方法	150
6.3.1	JDBC 的数据库访问模型	150
6.3.2	连接池	153
6.4	JDBC 安全性	154
6.4.1	Java 体系结构对信息安全的支持	154
6.4.2	JDBC 安全模式	156
6.5	获取和安装 JDBC	157
6.6	关于 JDBC API	157
6.6.1	接口概貌	158
6.6.2	JDBC API 的接口和类	159
6.6.3	如何实现 JDBC 性能优化	162
6.7	小结	163
第 7 章	Connector/J 的使用	165
7.1	安装 Connector/J	165
7.1.1	支持的 Java 版本	165
7.1.2	MySQL 服务器版本指南	165
7.1.3	Connector/J 的安装	166
7.2	JDBC 引用	167
7.2.1	JDBC 基本编程的步骤	168
7.2.2	预处理语句	175
7.2.3	批处理命令	177
7.2.4	事务	180

7.2.5	可更新的结果集	182
7.2.6	用 DataSource 建立连接	183
7.3	与 J2EE 和其他 Java 框架一起使用 Connector/J	184
7.3.1	O/R Mapping 的介绍	184
7.3.2	Hibernate 介绍	184
7.3.3	Struts 简介	185
7.4	诊断 Connector/J 方面的问题	195
7.4.1	关于授权问题	195
7.4.2	SQLException, 无法连接到 MySQL 服务器	195
7.4.3	结果集不可更新	196
7.4.4	如何通报缺陷和问题	196
7.5	Connector/J 的版本	196
7.6	小结	197

第 3 篇 突出重围 项目实战

第 8 章	用户管理系统案例	200
8.1	系统需求分析	200
8.1.1	需求概述	200
8.1.2	系统功能描述	202
8.2	系统总体架构	204
8.3	数据库设计	205
8.3.1	业务实体设计	205
8.3.2	数据模型设计	206
8.4	系统详细设计	207
8.4.1	界面设计	207
8.4.2	逻辑主线	208
8.4.3	系统中的视图设计	212
8.4.4	系统中的包设计	213
8.4.5	数据库的访问连接设计	214
8.4.6	业务层设计	215
8.5	运行与调试本章的案例	230
8.6	小结	232
第 9 章	CASE 支撑系统案例	233
9.1	系统需求分析	233
9.1.1	需求概述	233
9.1.2	系统功能描述	234
9.2	系统总体架构	238

9.3	数据库设计	239
9.3.1	业务实体设计	239
9.3.2	数据模型设计	240
9.4	系统详细设计	242
9.4.1	界面设计	242
9.4.2	逻辑主线	243
9.4.3	系统中的视图设计	247
9.4.4	系统中的包设计	249
9.4.5	数据库的访问连接设计	250
9.4.6	业务层设计	252
9.5	运行与调试本章的案例	273
9.6	小结	274
第 10 章	文件管理系统案例	275
10.1	系统需求分析	275
10.1.1	需求概述	275
10.1.2	系统功能描述	276
10.2	系统总体架构	278
10.3	数据库设计	278
10.3.1	E-R 图	278
10.3.2	数据模型设计	279
10.4	系统详细设计	280
10.4.1	界面设计	280
10.4.2	逻辑主线	280
10.4.3	系统中的视图设计	284
10.4.4	系统中的包设计	290
10.4.5	数据库的访问连接设计	291
10.4.6	业务层设计	292
10.5	运行与调试本章的案例	314
10.6	小结	315
第 11 章	教务管理系统案例	316
11.1	系统需求分析	316
11.1.1	需求概述	316
11.1.2	系统功能描述	316
11.1.3	系统分析	321
11.2	系统总体架构	324
11.3	数据库设计	324
11.3.1	数据库逻辑结构设计	324

11.3.2	创建数据库	326
11.3.3	创建表的脚本文件	328
11.4	系统详细设计	329
11.4.1	界面设计	329
11.4.2	目录和包结构设计	332
11.4.3	HibernateUtil 设计	333
11.4.4	SetCharacterEncodingFilter 设计	336
11.4.5	数据层设计	338
11.5	小结	338

第 4 篇 高级开发技术

第 12 章	MySQL 5.0 高级特性	340
12.1	MySQL 5.0 存储过程新特性	340
12.1.1	存储过程体中合法的 MySQL 语句	340
12.1.2	Call the Procedure 调用存储过程	341
12.1.3	Characteristics Clauses 特征子句	341
12.1.4	Parameters 参数	343
12.2	新 SQL 语句和 Loops 循环语句	345
12.2.1	新 SQL 语句	345
12.2.2	Conditions and IF-THEN-ELSE 条件式和 IF-THEN-ELSE	347
12.2.3	循环语句	349
12.3	数据导入导出工具 mysqlimport	353
12.4	MySQL 性能优化	354
12.5	小结	356
第 13 章	MySQL 与 XML	357
13.1	XML	357
13.1.1	XML 的 10 个设计目标	358
13.1.2	XML 的语法简介	359
13.1.3	XML 的相关技术及应用简介	362
13.2	XSLT	364
13.2.1	XPath 简介	365
13.2.2	XSLT-转换	367
13.3	XML、MySQL 的结合运用	370
13.3.1	ExtractValue()函数	371
13.3.2	UpdateXML()函数	373
13.4	小结	374

第 1 篇



步入 MySQL 开发的殿堂

MySQL 这种开源的轻量级关系型数据库正吸引着越来越多的程序员和数据库管理员，使用它来构造各种各样的信息系统。

本篇内容包括 MySQL 导论、MySQL 基本操作、SQL 基础知识等内容。本篇是为初学者准备的，用于理清数据库的一些基本概念，认识 MySQL 并学会简单的操作。

第 1 章 MySQL 导论

本章对数据库技术的发展概况作了简要的说明，同时介绍一些常用的小型数据库和大型数据库，重点介绍 MySQL 数据库。通过本章的阅读，读者将对 MySQL 的发展情况、特点及其应用领域有一定的了解。1.3 节阐述 MySQL 的插件式体系结构，简单说明各种存储引擎的特点及选择方法和技巧。1.4 节重点介绍 MySQL 最常用的两种存储引擎，即 MyISAM 和 InnoDB。

1.1 数据库概述

在学习 MySQL 之前，首先简单介绍一下数据库的基本概念。

举个简单的例子来说明：每个人都有很多亲戚和朋友，为了保持与他们联系，我们常用一个笔记本将他们的姓名、地址、电话等信息都记录下来，这样要查谁的电话或地址就很方便。这个“通讯录”就是一个最简单的“数据库”，每个人的姓名、地址、电话、邮箱等信息就是这个数据库中的“数据”。我们可以在笔记本这个“数据库”中添加新朋友的个人信息，也可以由于某个朋友的电话变动而修改他的电话号码这个“数据”。总而言之，我们使用笔记本这个“数据库”是为了能随时查到某位亲戚或朋友的地址、邮编或电话号码这些“数据”。当我们的亲戚朋友不多时，也许可以很快地从笔记本中找到所需的数据，但是当笔记本中的数据很多时，也许就要花费不少时间去查找某个朋友的联系方式了。而将这个笔记本数字化，也就是说将它的内容录入到计算机中，例如，存放在 MySQL 中，那么，即便我们有数以万计的联系人，我们也可以在一瞬间找到他们。这就是数据库的由来和作用。

随着信息产业的发展，数据库在社会中发挥了越来越重要的作用。可以说，几乎所有的信息系统都依赖于数据库。通俗地讲，数据库就是存放数据的仓库，而这个仓库是存放在计算机存储设备上，而且数据是按照一定格式存放的。按照数据库理论的定义，数据库是长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。在今天，电子商务、电子政务等都得到了迅速的发展，并由此产生了大量的数据。为了能够高效、准确地处理分析这些数据，人们便使用了数据库。

为了将数据存储数据库中，通常将描述事物特征的若干个数据组成一个数据记录（Record）。例如，通讯录中的联系人，可以写成如下形式：

联系人（姓名，地址，电话，邮箱）

并将其称之为记录型，也就是数据的逻辑结构。它是对联系人这一事务的抽象描述。其中，“联系人”也称为记录名，通常在关系数据库中，也作为基本表的表名。姓名、地

址、电话、邮箱等称为字段 (field)，在关系数据库中，也就是各个基本表的表项。对于每个字段可以赋予特定的值，例如：

(张三, 仓基社区, 0571-88888888, sz@263.com)

这就成为了一条记录。在关系数据库中，若干条记录便构成一张表。

数据库带来的最直接的好处，就是实现了数据独立性。所谓数据独立性，是指数据与用户应用程序之间的独立性，也就是实现了应用程序与数据的分离。对于大多数应用程序而言，如一个电子商务网站，它必然需要有后台数据的支持才能运作。然而，这些后台数据是以什么方式存放在物理磁盘上，网站应用程序并不关心，甚至当数据库的逻辑结构发生变化时，如数据库中原来的记录型是商品（商品编号，商品名称，价格），更改为商品（商品编号，商品名称，价格，数量），原先的网站应用程序也不用更改。前者称之为数据的物理独立性，后者叫做数据的逻辑独立性。

【特别提示】数据独立性对于系统维护而言相当重要，数据库将数据以及程序进行了分离，当数据存储方式，或者逻辑结构有改动时，应用程序可以保持不变。如果没有数据独立性，程序和数据将会高度耦合，对于系统维护而言，就是一场“灾难”。

1.1.1 数据库技术的发展

在数据库系统产生之前，人们对计算机数据的管理经历了人工管理阶段（20 世纪 50 年代中期以前）和文件系统管理阶段（20 世纪 50 年代后到 60 年代中期）。

在人工管理阶段，人们对数据的处理能力很低。从硬件上看，计算机内存小，计算速度低；从软件上看，没有操作系统的支持，更没有数据库管理软件。因此，在这个阶段，数据总量不大，数据不能长期保存，数据与应用程序不隔离，应用程序需要随着数据存储方式的变化而变化。

在文件系统阶段，计算机的存储器增大，计算速度大大提高，并且配备了操作系统。在这个阶段，数据可以长期存放，并采用文件系统管理数据。但是，使用文件系统管理数据存在许多缺点，数据冗余度大，逻辑独立性差。

1964 年，美国通用电器公司的 Bachman 等人成功开发了世界上第一个 DBMS (Database Management System) ——IDS 系统，标志着人们对数据的管理进入了数据库系统阶段。与文件系统相比，数据库系统实现了数据的整体结构化。在文件系统中，虽然存在记录内的结构性，但整体上数据是无结构的，即不同文件之间的记录是没有联系的。但在数据库系统中，不仅存在记录内部的联系，而且还描述了数据之间的联系，实现了数据的整体结构化。这是数据库系统与文件系统的本质差别。同时，数据库系统使数据面向整个应用系统，降低了数据的冗余度，实现了数据的共享。

体现数据库整体结构性的典型示例就是外键约束。如图 1-1 所示，在订单记录中的收货人编号必须存在于描述收货人信息的特定的记录收货人中；否则，这便是一个非法的收货人编号。在数据库中，不同记录或表之间的这种联系，便使数据库数据整体结构化。

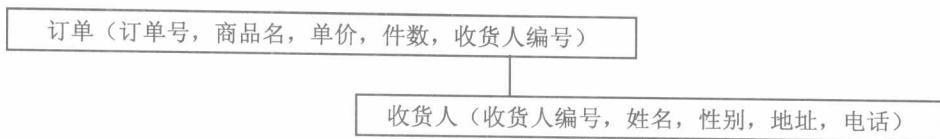


图 1-1 外键约束

数据库系统的发展经历了以下几个阶段。

第一代数据库技术以层次数据库和网状数据库为代表。其主要特点是支持三级模式结构；用指针来表示数据之间的联系；数据定义语言（Data Definition Language, DDL）和数据操纵语言（Data Manipulation Language, DML）相对独立；数据库采用过程性（导航式）语言，用户在操作数据库时不但说明要做什么，还要说明怎么做。例如，在查找语句中不但要说明查找的对象，而且要规定存取路径。这和现在被广泛使用的非过程性语言 SQL 是不同的。

第二代数据库技术，也就是现在被广泛应用的关系数据库系统。MySQL 正是属于这类数据库。关系数据库有严格的数学理论作为基础，概念清晰，易于使用。1970 年，美国 IBM 公司 San Jose 研究实验室研究员 E.F.Codd 提出了关系数据库模型，奠定了关系数据库理论的基础。E.F.Codd 也因此获得了 1981 年的计算机图灵奖。1974 年，San Jose 实验室研制成功 System R，这是世界上最早的关系数据库管理系统（RDBMS）。1980 年后，众多 RDBMS 产品相继推出，包括 Oracle、Infomix、Sybase 等。1990 年后，RDBMS 不断发展，能够支持分布式数据库、开放环境下异构数据库互连，OLTP（On-Line Transaction Processing）联机事务处理和 OLAP（On-Line Analytical Processing）联机分析处理。

第三代数据库技术，以面向对象数据库为代表。这一代数据库管理系统基于扩展的关系数据库模型或者面向对象数据库模型，目前，该技术尚未完全成熟。但是它支持包括数据、对象的管理，能够很好地和面向对象设计技术相融合。因此，许多商品化的关系数据库管理系统也都进行了扩充，增加了面向对象特性，发展成 ORDBMS（Object-Relation DBMS）。

1.1.2 数据模型

模型是对现实事物的一种抽象。它是人们为了更好地研究现实事物而建立的一种对现实事物的模拟。它客观地表现了现实事物的特征。因为计算机只能存储数据，而不能存储处理现实事物。因此，必须先将现实事物转化为数据模型，才能交给计算机处理。例如，在网上购物时，计算机需要处理用户订单。但是计算机无法直接处理一张订单，因此必须先将订单转化为计算机能够存储和处理的数据。而这些数据结构，体现了订单的数据特征，就是一种数据模型。数据库中的数据模型一般包括数据结构、数据操作和完整性约束 3 个要素。例如，订单（订单号，商品名，单价，件数，收货人编号）就是订单的一种数据结构。因为用户可以有下订单、撤销订单等操作，这些操作可能会引起对订单数据的插入、修改和删除。有时还会有查询等操作，这就是数据操作。而订单的单价、件数不可能为负数，这就约束了两者的取值范围。这是一种完整性约束，称之为实体完整性。假设此时有