

全国计算机等级 考试二级教程



教育部考试中心

——MySQL 数据库程序设计 (2013年版)

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国计算机等级考试二级教程

——MySQL 数据库程序设计(2013 年版)

Quanguo Jisuanji Dengji Kaoshi Erji Jiaocheng
——MySQL Shujuku Chengxu Sheji(2013 Nian Ban)

教育部考试中心

主编 黄 靖

参编 万 萌 张日明



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书根据教育部考试中心最新颁布的《全国计算机等级考试二级MySQL数据库程序设计考试大纲(2013年版)》编写而成,内容紧扣考试大纲,取舍得当,是一本系统的考试教材。

全书共分十五章,内容包括:数据库技术的基本概念与方法、MySQL概述、数据库和表、表数据的基本操作、数据库的查询、索引、视图、数据完整性约束与表维护语句、触发器、事件、存储过程与存储函数、访问控制与安全管理、备份与恢复、PHP的MySQL数据库编程和开发实例等。书中各章后配有一定的习题,包括选择题、填空题、编程题和简答题,附录部分配有各章习题的参考答案。

图书在版编目(CIP)数据

全国计算机等级考试二级教程:2013年版.

MySQL数据库程序设计/教育部考试中心编.--北京:

高等教育出版社,2013.5

ISBN 978-7-04-036945-8

I. ①全… II. ①教… III. ①电子计算机-水平考试-教材②关系数据库系统-程序设计-水平考试-教材
IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第025267号

策划编辑	何新权	责任编辑	何新权	封面设计	李树龙	版式设计	于 婕
插图绘制	尹文军	责任校对	陈旭颖	责任印制	尤 静		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京凌奇印刷有限责任公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 14
字 数 330千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
版 次 2013年5月第1版
印 次 2013年5月第1次印刷
定 价 30.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 36945-00

积极发展全国计算机等级考试 为培养计算机应用专门人才、促进信息 产业发展作出贡献

(序)

中国科协副主席 中国系统仿真学会理事长
第五届全国计算机等级考试委员会主任委员
赵沁平

当今,人类正在步入一个以智力资源的占有和配置,知识生产、分配和使用为最重要因素的知识经济时代,也就是小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的时代。世界各国的竞争已成为以经济为基础、以科技(特别是高科技)为先导的综合国力的竞争。在高科技中,信息科学技术是知识高度密集、学科高度综合、具有科学与技术融合特征的学科。它直接渗透到经济、文化和社会的各个领域,迅速改变着人们的工作、生活和社会的结构,是当代发展知识经济的支柱之一。

在信息科学技术中,计算机硬件及通信设施是载体,计算机软件是核心。软件是人类知识的固化,是知识经济的基本表征,软件已成为信息时代的新型“物理设施”。人类抽象的经验、知识正逐步由软件予以精确地体现。在信息时代,软件是信息化的核心,国民经济和国防建设、社会发展、人民生活都离不开软件,软件无处不在。软件产业是增长快速的朝阳产业,是具有高附加值、高投入高产出、无污染、低能耗的绿色产业。软件产业的发展将推动知识经济的进程,促进从注重量的增长向注重质的提高方向发展。软件产业是关系到国家经济安全和文化安全,体现国家综合实力,决定 21 世纪国际竞争地位的战略性的产业。

为了适应知识经济发展的需要,大力促进信息产业的发展,需要在全民中普及计算机的基本知识,培养一批又一批能熟练运用计算机和软件技术的各行各业的应用型人才。

1994 年,国家教委(现教育部)推出了全国计算机等级考试,这是一种专门评价应试人员对计算机软硬件实际掌握能力的考试。它不限制报考人员的学历和年龄,从而为培养各行业计算机应用人才开辟了一条广阔的道路。

1994 年是推出全国计算机等级考试的第一年,当年参加考试的有 1 万余人,2012 年报考人数已达 549 万人。截至 2012 年年底,全国计算机等级考试共开考 36 次,考生人数累计达 4 933 万人,有 1 876 万人获得了各级计算机等级证书。

事实说明,鼓励社会各阶层人士通过各种途径掌握计算机应用技术,并通过等级考试对他们的能力予以科学、公正、权威性的认证,是一种比较好的、有效的计算机应用人才培养途径,符合我国的具体国情。等级考试同时也为用人单位录用和考核人员提供了一种测评手段。从有关公司对等级考试所作的社会抽样调查结果看,不论是管理人员还是应试人员,对该项考试的内容和

形式都给予了充分肯定。

计算机技术日新月异。全国计算机等级考试大纲顺应技术发展和需求的变化,从2010年开始对新版考试大纲进行调研和修订,在考试体系、考试内容、考试形式等方面都做了较大调整,希望等级考试更能反映当前计算机技术的应用实际,使培养计算机应用人才的工作更健康地向前发展。

全国计算机等级考试取得了良好的效果,这有赖于各有关单位专家在等级考试的大纲编写、试题设计、阅卷评分及效果分析等多项工作中付出的大量心血和辛勤劳动,他们为这项工作的开展作出了重要的贡献。我们在此向他们表示衷心的感谢!

我们相信,在21世纪知识经济和加快发展信息产业的形势下,在教育部考试中心的精心组织领导下,在全国各有关专家的大力配合下,全国计算机等级考试一定会以“激励引导成才,科学评价用才,服务社会选材”为目标,服务考生和社会,为我国培养计算机应用专门人才的事业作出更大的贡献。

2013年3月

前 言

随着我国计算机应用的进一步普及和深入,人们已经达成了一个共识:计算机知识是当代人类文化的重要组成部分;计算机应用能力是跨世纪人才不可缺少的素质。因此,许多单位把计算机知识和应用能力作为考核、录用工作人员的重要条件;许多人也在努力证实自身在这方面的实力。人们都在寻找一个统一、客观、公正的衡量标准,教育部考试中心组织的“全国计算机等级考试”自1994年举办以来,应试人数逐年递增,深受社会各界欢迎。

随着计算机应用的发展,等级考试的内容也在不断更新。根据教育部考试中心最新颁布的《全国计算机等级考试二级MySQL数据库程序设计考试大纲》,我们编写了这本教程。本书紧扣考试大纲,内容取舍得当,是一本系统的考试教材。

全书共分十五章,内容包括:数据库技术的基本概念与方法、MySQL概述、数据库和表、表数据的基本操作、数据库的查询、索引、视图、数据完整性约束与表维护语句、触发器、事件、存储过程与存储函数、访问控制与安全管理、备份与恢复、PHP的MySQL数据库编程和开发实例等。本书力求在体系结构上安排合理、重点突出、难点分散,便于读者由浅入深地逐步掌握;在语言叙述上注重概念清晰、逻辑性强、通俗易懂、便于自学。本书在讲解理论知识的同时,列举了相应的例题,这些例题均在MySQL 5.5的环境下运行通过。书中各章后配有一定的习题,包括选择题、填空题、编程题和简答题。其中,编程题与各章中的例题相似,以便读者上机练习;简答题分别对应于各章的基本知识要点。为便于读者自我检查,附录部分配有各章习题的参考答案。

本书由教育部考试中心组织编写,并由武汉理工大学黄靖主编,第一章、第三章至第八章、第十一章至第十五章由黄靖编写,第二章和附录由万萌编写、第九章、第十章由东北师范大学张日明编写。

华中科技大学卢炎生教授对本书进行了全面审阅。在本书的编写和出版过程中教育部考试中心和高等教育出版社给予了大力支持,在此一并表示衷心感谢。

由于水平有限,不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正,以便我们修订改正。

编 者

2013年1月

目 录

第一章 数据库技术的基本概念 与方法 1

1.1 基本概念 1

1.2 数据库系统的特点 3

1.3 数据库系统的结构 4

1.3.1 数据库系统的三级模式 结构 4

1.3.2 三级模式结构的两层映像 与两级数据独立性 5

1.3.3 数据库系统的运行与应用 结构 6

1.4 数据模型 7

1.4.1 概念模型 8

1.4.2 关系模型 9

1.5 数据库设计 11

1.5.1 概念结构设计 11

1.5.2 逻辑结构设计 11

1.5.3 物理设计 13

小结 14

习题 14

第二章 MySQL 概述 15

2.1 MySQL 系统特性 15

2.2 MySQL 服务器的安装和配置 16

2.3 MySQL 服务器的启动与关闭 23

2.4 MySQL 客户端管理工具 23

2.5 MySQL 语言结构 26

2.5.1 结构化查询语言 SQL 26

2.5.2 MySQL 语言组成 27

小结 29

习题 29

第三章 数据库和表 30

3.1 数据库的创建与使用 30

3.1.1 创建数据库 30

3.1.2 选择数据库 31

3.1.3 修改数据库 31

3.1.4 删除数据库 32

3.1.5 查看数据库 33

3.2 创建和操纵表 33

3.2.1 创建表 33

3.2.2 更新表 42

3.2.3 重命名表 46

3.2.4 复制表 46

3.2.5 删除表 47

3.2.6 查看表 47

3.2.7 对表结构的进一步说明 48

小结 49

习题 49

第四章 表数据的基本操作 50

4.1 插入表数据 50

4.2 删除表数据 55

4.3 修改表数据 57

小结 58

习题 58

第五章 数据库的查询 60

5.1 SELECT 语句 60

5.2 列的选择与指定 62

5.3 FROM 子句与连接表 64

5.4 WHERE 子句 68

5.5 GROUP BY 子句与分组数据 76

5.6	HAVING 子句	77	第九章	触发器	111
5.7	ORDER BY 子句	78	9.1	触发器	111
5.8	LIMIT 子句	79	9.2	创建触发器	111
5.9	UNION 语句与联合查询	80	9.3	删除触发器	113
小结	.....	81	9.4	使用触发器	113
习题	.....	82	9.5	对触发器的进一步说明	115
第六章	索引	83	小结	.....	116
6.1	索引概述	83	习题	.....	116
6.2	索引的存储与分类	84	第十章	事件	117
6.3	索引的创建	86	10.1	事件	117
6.4	索引的查看	89	10.2	创建事件	117
6.5	索引的删除	90	10.3	修改事件	119
6.6	对索引的进一步说明	91	10.4	删除事件	120
小结	.....	92	小结	.....	120
习题	.....	92	习题	.....	120
第七章	视图	93	第十一章	存储过程与存储函数	121
7.1	视图概述	93	11.1	存储过程	121
7.2	创建视图	94	11.1.1	创建存储过程	122
7.3	删除视图	95	11.1.2	存储过程体	124
7.4	修改视图定义	96	11.1.3	调用存储过程	129
7.5	查看视图定义	96	11.1.4	修改存储过程	130
7.6	更新视图数据	96	11.1.5	删除存储过程	130
7.7	查询视图数据	98	11.2	存储函数	130
7.8	对视图的进一步说明	98	11.2.1	创建存储函数	131
小结	.....	98	11.2.2	调用存储函数	132
习题	.....	99	11.2.3	删除存储函数	132
第八章	数据完整性约束与表维护		11.2.4	修改存储函数	133
语句	.....	100	小结	.....	133
8.1	数据完整性约束	100	习题	.....	133
8.1.1	定义完整性约束	100	第十二章	访问控制与安全管理	134
8.1.2	命名完整性约束	106	12.1	用户账号管理	134
8.1.3	更新完整性约束	107	12.1.1	创建用户账号	134
8.2	表维护语句	107	12.1.2	删除用户	136
小结	.....	110	12.1.3	修改用户账号	136
习题	.....	110			

12.1.4 修改用户口令	137	14.3.4 执行数据库操作	165
12.2 账户权限管理	138	14.3.5 关闭与数据库服务器的 连接	171
12.2.1 权限的授予	138	小结	173
12.2.2 权限的转移与限制	142	习题	173
12.2.3 权限的撤销	143		
小结	143	第十五章 开发实例	174
习题	144	15.1 需求描述	174
第十三章 备份与恢复	145	15.2 系统分析与设计	174
13.1 数据库备份与恢复	145	15.3 数据库设计与实现	176
13.2 MySQL 数据库备份与恢复 的方法	146	15.4 系统实现	179
13.2.1 使用 SQL 语句备份和 恢复表数据	146	小结	189
13.2.2 使用 MySQL 客户端实用 程序备份和恢复数据	149	习题	189
13.2.3 使用 MySQL 图形界面 工具备份和恢复数据	152	第十六章 考试指导	190
13.2.4 直接复制	154	16.1 考试系统使用说明	190
13.3 二进制日志文件的使用	154	16.1.1 考试环境	190
13.3.1 开启日志文件	154	16.1.2 考试时间	190
13.3.2 使用 mysqlbinlog 实用工具 处理日志	155	16.1.3 考试题型及分值	190
小结	156	16.2 考试系统的使用	190
习题	157	16.2.1 考试登录	190
第十四章 PHP 的 MySQL 数据库 编程	158	16.2.2 试题内容查阅工具的 使用	193
14.1 PHP 概述	158	16.2.3 考生文件夹和文件的 恢复	199
14.2 PHP 编程基础	158	16.2.4 文件名的说明	199
14.3 使用 PHP 进行 MySQL 数据 库编程	160	附录一 全国计算机等级考试二级 MySQL 数据库程序设计 考试大纲(2013 年版)	200
14.3.1 编程步骤	160	附录二 习题参考答案	202
14.3.2 建立与 MySQL 数据库 服务器的连接	160	参考文献	210
14.3.3 选择数据库	163		

第一章 数据库技术的基本概念与方法

为了更好地学习和掌握 MySQL,本章首先介绍数据库技术的基本概念与方法。

考核目标:

- 初步掌握数据库技术的基本概念、原理、方法和技术
- 掌握数据库系统的三级模式结构
- 掌握数据库系统的运行与应用结构
- 掌握关系规范化的基本方法
- 掌握关系数据库设计的方法与过程

1.1 基本概念

数据库是数据管理的有效技术,是计算机科学的重要分支,它能有效地帮助一个组织或一个企业科学地管理各类信息资源。如今,作为信息系统核心和基础的数据库技术得到了广泛的应用,越来越多的应用领域都在采用数据库进行信息资源的存储与处理。因此,数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量一个企业、一个组织,乃至一个国家信息化程度的重要标志。其中,数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统是数据库技术最为密切相关的四个基本概念。

1. 数据(Data)

数据是数据库中存储的基本对象。数据给人最初的印象是数字,其实数字只是最简单的一种数据,是对数据的一种传统和狭义的理解与认识。数据的种类有很多,如文字、图形、图像、声音、客户的档案记录、商品的销售情况等。

我们通常这样定义数据:描述事物的符号记录称为数据。描述事物的符号可以是数字,也可以是文字、图形、图像、声音等,因而数据有多种表现形式,它们都可以经过数字化后存入计算机。

为了认知世界和交流信息,人们需要描述客观事物。在日常生活中,可直接用中文、英文等自然语言进行描述。在计算机中,为了存储和处理客观事物,就要抽象出对这些事物感兴趣的特征,并组成一个记录来描述。例如,在客户档案中,如果人们最感兴趣的是客户的姓名、性别、年龄、籍贯、所在城市、联系电话等特征,那么由这些具体的特征值所构成的一条记录就是一个客户信息数据,比如:(张三,男,25,北京,上海,12345678)。

值得注意的是,数据的描述形式还不能完全表达其内容,需要经过解释。例如,对于上面这条客户记录,了解其含义的人会得到这样的信息:张三是个男人,今年25岁,北京人,目前居住上海,他的联系电话是12345678;而不了解其语义的人则无法理解其含义。所以,数据和关于数据的解释是不可分的,数据的解释是指对数据含义的说明,数据的含义也称数据的语义,因此数据

与其语义密不可分,没有语义的数据是没有意义和不完整的。

2. 数据库 (DataBase, DB)

顾名思义,数据库是存放数据的仓库。只是这个仓库位于计算机存储设备上,而且数据是按一定格式进行存放的。针对一个具体应用,当人们收集并抽取出所需的大量数据之后,应将其保存起来以供进一步加工处理,以及进一步抽取有用信息。过去人们常常把这些数据以文件的形式存放在文件柜里,而如今随着信息技术的迅猛发展,数据量急剧增加,人们需要借助计算机和数据库技术科学地保存和管理大量、复杂的数据,以便能方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。

因此,所谓数据库,就是长期储存在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性,并可为各种用户共享。例如,把客户的档案记录、客户订购的商品信息、商品的库存等数据有序地组织并存放在计算机内,就可以构成一个数据库。

3. 数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS)

数据库管理系统是位于操作系统与用户之间的一层数据管理软件,它按照一定的数据模型科学地组织和存储数据,并能提供数据高效的获取与维护。DBMS 的主要功能包括以下几个方面:

(1) 数据定义功能

DBMS 提供数据定义语言 (Data Definition Language, DDL), 用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义。

(2) 数据操纵功能

DBMS 还提供数据操纵语言 (Data Manipulation Language, DML), 用户可以使用 DML 操纵数据,实现对数据库的基本操作,如查询、插入、删除和修改等。

(3) 数据库的运行管理

数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制,以保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。例如,数据的完整性检查功能保证用户输入的数据应满足相应的约束条件;数据库的安全保护功能保证只有赋予权限的用户才能访问数据库中的数据;数据库的并发控制功能使多个应用程序可在同一时刻并发地访问数据库的数据;数据库系统的故障恢复功能使数据库运行出现故障时进行数据库恢复,以保证数据库可靠地运行。

(4) 数据库的建立和维护功能

包括数据库初始数据的输入、转换功能,数据库的转储、恢复功能,数据库的重组功能和性能监视、分析功能等。这些功能通常是由一些实用程序来完成的。

(5) 提供方便、有效存取数据库信息的接口和工具

编程人员可通过程序开发工具与数据库的接口编写数据库应用程序。数据库管理员 (Data-Base Administrator, DBA) 可通过提供的工具对数据库进行管理。

4. 数据库系统 (DataBase System, DBS)

数据库系统是指在计算机系统中引入数据库后的系统,一般由数据库、数据库管理系统、应用开发工具、应用系统、数据库管理员和用户构成。其中,数据库管理系统是数据库系统的一个

重要组成部分。但是,数据库的建立、使用和维护等工作只靠数据库管理系统是远远不够的,还需要有专门的人员来完成,这些人就是数据库管理员 DBA。

有时在不引起混淆的情况下,常常将数据库系统简称为数据库。

1.2 数据库系统的特点

数据库技术是应数据管理任务的需要而产生的。在应用需求的推动下,在计算机硬件、软件发展的基础上,数据管理技术经历了人工管理和文件系统阶段后,发展到今天的数据库系统阶段。其中,数据库系统主要有下面几个方面的特点。

(1) 数据结构化

在数据库系统中,数据不再针对某一应用,而是面向全组织,具有整体的结构化。不仅数据是结构化的,而且存取数据的方式也很灵活,可以存取数据库中的某一个数据项、一组数据项、一个记录或一组记录,并且数据库中的结构化数据会由 DBMS 统一管理。DBMS 既管理数据的物理结构,也管理数据的逻辑结构,既考虑数据本身,也考虑数据之间的联系。

(2) 数据冗余度小

数据库系统是从整体和全局上看待和描述数据的。数据不仅面向某个应用,而且面向整体应用,从而可大大减少数据冗余,节约存储空间,避免因数据的重复存储和不同拷贝而造成的数据之间的不一致性。

(3) 数据共享性好

同样,由于数据库系统是从整体和全局上看待和描述数据,使得数据不仅面向某个应用,而且面向整个系统,因此数据可以被多个用户和多个应用共享使用。数据共享可以大大减少数据冗余,节约存储空间,还能够避免由于数据冗余造成的同一数据重复存储而导致修改时的困难和可能造成数据的不一致。

(4) 数据独立性高

数据独立性包括数据的物理独立性和数据的逻辑独立性。物理独立性是指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中的数据是相互独立的;逻辑独立性是指用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的,也就是说,数据的逻辑结构改变了,用户程序可以不变。数据独立性是数据库的一种特征和优点,它有利于在数据库结构修改时保持应用程序尽可能地不改变或少改变,这样可减少应用人员的开发工作量。

(5) 数据由 DBMS 统一管理和控制

为了适应共享数据的环境,DBMS 还提供了数据控制功能,包括数据的安全性、完整性以及并发和恢复的控制。其中,数据的安全性是指保护数据,以防止不合法的使用造成的数据泄密和破坏,使每个用户只能按规定对某些数据以某些方式进行使用和处理;数据的完整性是对数据的正确性、有效性和相容性要求,即控制数据在一定的范围内有效或要求数据之间满足一定的关系;并发控制是指当多个用户的并发进程同时存取、修改数据库时,可能会发生相互干扰而得到错误结果,并使得数据库的完整性遭到破坏,因而对多用户的并发操作加以控制和协调;计算机产生的硬件故障、操作员的失误以及人为的破坏都会影响数据库中数据的正确性,甚至造成数据库部分或全部数据的丢失,DBMS 必须具有将数据库从错误状态恢复到某一已知的正确状态的

功能,这就是数据库的恢复。

1.3 数据库系统的结构

在一个组织的数据库系统中,有各种不同类型的人员(或用户)要与数据库打交道。他们从不同的角度以各自的观点来看待数据库,且所处的立足点也不在同一水平线上,从而形成了数据库系统不同的视图结构。因此,考察数据库系统的结构可以有多种不同的层次或不同的视角。若从数据库用户视图的视角来看,数据库系统通常采用三级模式结构,这是数据库管理系统内部的系统结构;若从数据库管理系统的角度来看,数据库系统的结构分为集中式结构、分布式结构、客户/服务器结构和并行结构,而这是数据库系统的外部体系结构;若从数据库系统应用的角度来看,目前数据库系统常见的结构有客户/服务器结构和浏览器/服务器结构,这也是数据库系统整体的运行结构。

1.3.1 数据库系统的三级模式结构

数据库系统的三级模式结构是指数据库系统是由模式、外模式和内模式三级构成。

1. 模式 (Schema)

模式是对数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述,是所有用户的公共数据视图。它是数据库系统三级模式结构的中间层,既不涉及数据的物理存储细节和硬件环境,也与具体的应用程序、所使用的应用开发工具及程序设计语言(如 PHP、Perl、C)无关。

模式实际上是数据库数据在逻辑级上的视图,因而模式也称逻辑模式或概念模式。一个数据库只有一个模式。数据库模式以某一种数据模型为基础,统一综合地考虑了所有用户的需求,并将这些需求有机地结合成一个逻辑整体。定义模式时不仅要定义数据的逻辑结构,例如数据记录由哪些数据项构成,数据项的名字、类型、取值范围等,而且要定义数据之间的联系与约束,以及定义与数据有关的安全性、完整性要求。DBMS 提供模式描述语言(Schema DDL)来严格地定义模式。

2. 外模式 (External Schema)

外模式也称子模式(Subschema)或用户模式,它是对数据库用户(包括应用程序员和最终用户)能够看见和使用的局部数据的逻辑结构和特征的描述,是数据库用户的数据视图,是与某一应用有关的数据的逻辑表示。

外模式通常是模式的子集。一个数据库可以有多个外模式。由于它是各个用户的数据视图,如果不同的用户在不同应用需求、看待数据的方式、对数据保密的要求等方面存在差异,则其外模式描述就是不同的。即使对模式中同一数据,在外模式中的结构、类型、长度、保密级别等都可以不同。另一方面,同一外模式也可以为某一用户的多个应用系统所使用,但一个应用程序只能使用一个外模式。

外模式是保证数据库安全性和保密性的一个有力措施,每个用户只能看见和访问所对应的外模式中的数据,而数据库中其余数据是不可见的。同时,外模式简化了数据库系统的用户接口,便于用户使用,并有效支持了数据的独立性和共享性。DBMS 提供子模式描述语言(Subschema DDL)来严格地定义子模式。

3. 内模式 (Internal Schema)

内模式也称存储模式 (Storage Schema), 是对数据库中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形式。它定义了所有内部记录类型、索引和文件的组织方式, 以及所有数据控制方面的细节。

内部模式与这样一些工作相关: 数据和索引的存储空间分配; 用于存储的记录描述 (数据项的存储大小); 记录的放置; 数据压缩和数据加密技术。一个数据库只有一个内模式。DBMS 提供内模式描述语言 (内模式 DDL, 或者存储模式 DDL) 来严格地定义内模式。

1.3.2 三级模式结构的两层映像与两级数据独立性

数据库系统的三级模式是对数据抽象的三个级别, 它们彼此间具有这样一些特点:

- 一个数据库的整体逻辑结构和特征的描述 (概念结构) 是独立于数据库其他层次结构 (内/外模式) 的描述。
- 一个数据库的内部存储模式依赖于概念模式, 但存储模式独立于外部模式, 也独立于具体的存储设备。
- 用户逻辑结构 (外模式) 是在全局逻辑结构描述的基础上定义的, 它面向具体的应用程序, 独立于内部模式和存储设备。
- 特定的应用程序是在外模式描述的逻辑结构上编写的, 它依赖于特定的外模式, 与数据库的模式和存储结构独立。

因此, 数据库系统的三级模式将数据的具体组织留给 DBMS 管理, 使用户能逻辑地、抽象地处理数据, 而不必关心数据在计算机中的具体表示方式与存储方式。为了能够在内部实现这三个抽象层次的联系和转换, 数据库管理系统在这三级模式之间提供了两层映像:

(1) 外模式/模式映像

所谓映像, 就是一种对应规则, 它指出映像双方是如何进行转换的。外模式/模式映像定义了各个外模式与概念模式之间的映像关系。这些映像定义通常在各自的外模式中加以描述。对于同一个模式可以有任意多个外模式; 对于每一个外模式, 数据库系统都有一个外模式/模式映像。

当模式发生改变时, 如增加新的关系、新的属性、改变属性的数据类型等, 由数据库管理员 DBA 对各个外模式/模式的映像做相应的改变, 可以使外模式保持不变。由于应用程序是依据数据的外模式编写的, 从而应用程序不必修改, 如此就保证了数据与程序的逻辑独立性, 使得外模式不受概念模式变化的影响, 这种数据独立性就是数据的逻辑独立性。

(2) 模式/内模式映像

数据库中只有一个模式, 也只有一个内模式, 所以模式/内模式映像是唯一的, 它定义了数据库全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。这个映像定义通常是在模式中加以描述的。

当数据库的存储结构改变了, 如选用了另外一种存储结构, 由数据库管理员 DBA 对模式/内模式映像做相应改变, 可以使模式保持不变, 从而应用程序也不必改变, 如此就保证了数据与程序的物理独立性, 使得概念模式不受内模式变化的影响, 这种数据独立性就是数据的物理独立性。

正是这两层映像保证了数据库系统中的数据能够具有较高的逻辑独立性和物理独立性, 使得数据的定义和描述可以从应用程序中分离出去。

1.3.3 数据库系统的运行与应用结构

目前,数据库系统常见的运行与应用结构有:客户/服务器结构、浏览器/服务器结构。

1. 客户/服务器 (Client/Server, C/S) 结构

在数据库系统中,数据库的使用者(如 DBA、程序设计者)可以使用命令行客户端、图形化界面管理工具或应用程序等来连接数据库管理系统,并可以通过数据库管理系统查询和处理存储在底层数据库中的各种数据。数据库系统的这种工作模式采用的就是客户/服务器结构。其中,数据库的使用者是与命令行客户端、图形化界面管理工具或应用程序等直接交互,而不与数据库管理系统直接联系。因而,在这种结构中,命令行客户端、图形化界面管理工具或应用程序等称为“客户端”、“前台”或“表示层”,主要完成与数据库使用者的交互任务;而数据库管理系统则称为“服务器”、“后台”或“数据层”,其主要负责数据管理。这种操作数据库的模式也称客户/服务器(C/S)模式,图 1.1 给出了客户/服务器(C/S)模式的一般处理流程。

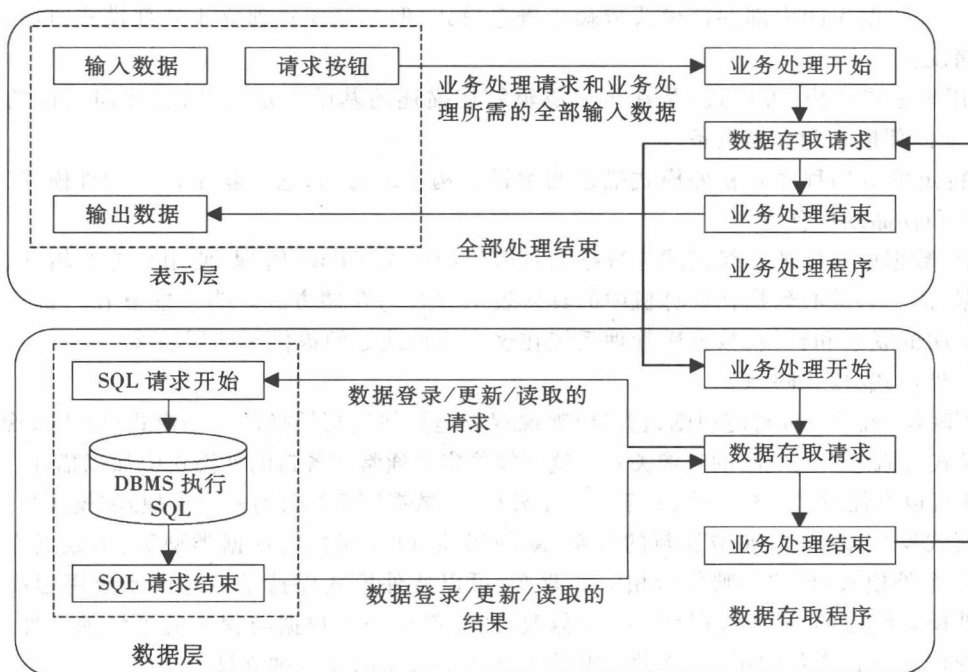


图 1.1 客户/服务器 (C/S) 模式的一般处理流程

在客户/服务器(C/S)模式中,客户端和服务端可以同时工作在同一台计算机上,这种工作方式称为“单机方式”;也可以“网络方式”进行运行,即服务器被安装和部署在网络中某一台机器上,而客户端被安装和部署在网络中不同的一台或多台主机上。客户端应用程序的开发,目前常用的语言工具主要有 Visual C++、.NET 框架、Delphi、Visual Basic 等。

2. 浏览器/服务器 (Browser/Server, B/S) 结构

浏览器/服务器结构是一种基于 Web 应用的客户/服务器结构,也称三层客户/服务器结构。

在数据库系统中,它将与数据库管理系统交互的客户端进一步细分为“表示层”和“处理层”。其中,“表示层”是数据库使用者的操作和展示界面,通常由用于上网的各种浏览器构成,由此减轻数据库系统中客户端的工作负担;而“处理层”也称“中间层”,则主要负责处理数据库使用者的具体应用逻辑,它与后台的数据库管理系统共同组成功能更加丰富的“胖服务器”。数据库系统的这种工作模式就称为浏览器/服务器(B/S)模式,图 1.2 给出了浏览器/服务器(B/S)模式的一般处理流程。

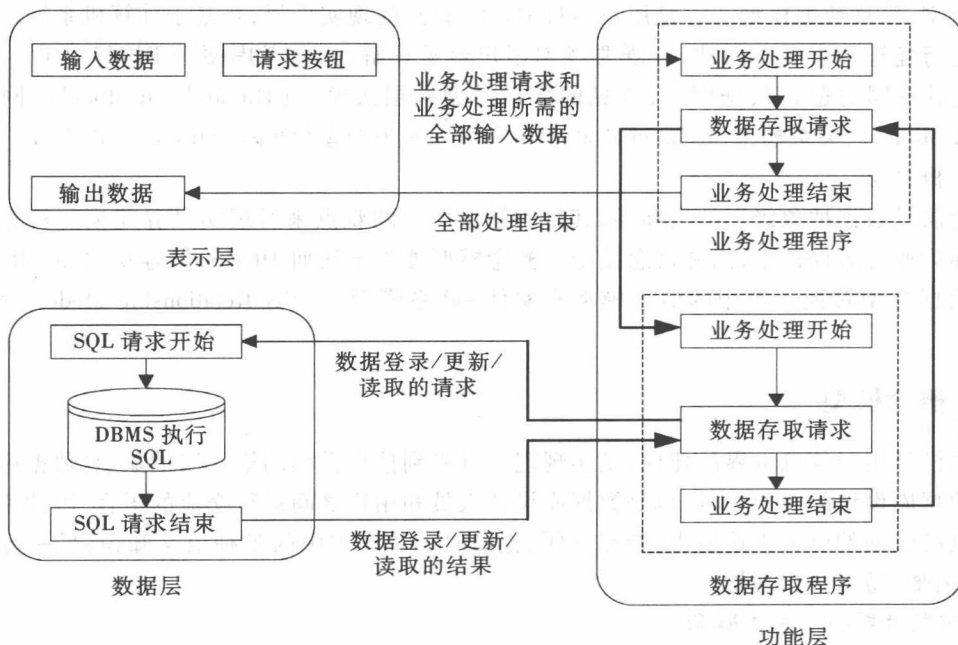


图 1.2 浏览器/服务器(B/S)模式的一般处理流程

基于浏览器/服务器结构的数据库应用系统的开发,目前主要使用的开发语言有 PHP、Java、Perl、C#等。

1.4 数据模型

模型是对现实世界特征的模拟和抽象,数据模型(Data Model)则是对现实世界中数据特征的抽象,描述的是数据的共性。由于计算机不能直接处理现实世界中的具体事物,所以需要将具体事物事先转换成计算机能够处理的数据。在数据库中,就是用数据模型这个工具来抽象、表示和处理现实世界中的数据和信息的。

数据模型应满足三方面要求:一是能比较真实地模拟现实世界;二是容易为人们所理解;三是便于在计算机上实现。一种数据模型要很好地满足这三方面的要求在目前尚很困难,在数据库系统中针对不同的使用对象和应用目的,通常采用逐步抽象的方法,在不同层次采用不同的数据模型。一般可分下面三层:

(1) 物理层

物理层是数据抽象的最底层,用来描述数据物理存储结构和存储方法。这一层的数据抽象称为物理数据模型,它不但由 DBMS 的设计决定,而且与操作系统、计算机硬件密切相关。物理数据结构一般都向用户屏蔽,用户不必了解其细节。

(2) 逻辑层

逻辑层是数据抽象的中间层,描述数据库数据整体的逻辑结构。这一层的数据抽象称为逻辑数据模型,简称数据模型。它是用户通过 DBMS 看到的现实世界,是基于计算机系统的观点来对数据进行建模和表示。因此,它既要考虑用户容易理解,又要考虑便于 DBMS 实现。不同的 DBMS 提供不同的逻辑数据模型,常见的数据模型有层次模型(Hierarchical Model)、网状模型(Network Model)、关系模型(Relational Model)和面向对象模型(Object Oriented Model)。

(3) 概念层

概念层是数据抽象级别的最高层,其目的是按用户的观点来对现实世界建模。概念层的数据模型称为概念数据模型,简称概念模型。概念模型独立于任何 DBMS,但容易向 DBMS 所支持的逻辑数据模型转换。常用的概念模型有实体-联系模型(Entity-Relationship Model,简称 E-R 模型)。

1.4.1 概念模型

概念模型用于信息世界的建模,是实现现实世界到信息世界的第一层抽象,是数据库设计人员进行数据库设计的有力工具,也是数据库设计人员和用户之间进行交流的语言,因此概念模型一方面具有较强的语义表达能力,能够方便、直接地表达应用中的各种语义知识;另一方面是表达简单、清晰、易于用户理解。

1. 信息世界中的基本概念

信息世界涉及的基本概念主要有:

(1) 实体(Entity)

客观存在并可相互区别的事物称为实体。实体可以是具体的人、事、物,也可以是抽象的概念或联系。

(2) 属性(Attribute)

实体所具有的某一特性称为属性。一个实体可以由若干个属性来刻画。

(3) 码(Key)

唯一标识实体的属性集称为码。

(4) 域(Domain)

属性的取值范围称为该属性的域。

(5) 实体型(Entity Type)

具有相同属性的实体必然具有共同的特征和性质。用实体名与属性名集合来抽象和刻画同类实体,称为实体型。

(6) 实体集(Entity Set)

同型实体的集合称为实体集。

(7) 联系(Relationship)