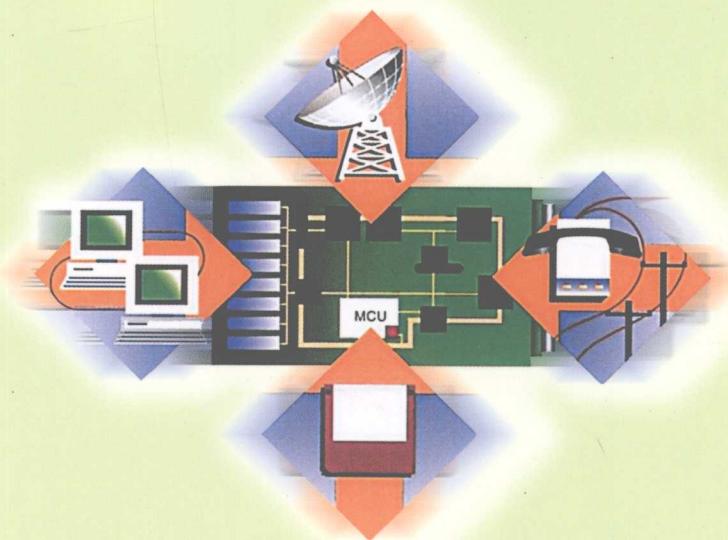




普通高等教育“十一五”规划教材

数据库原理教程

范 明 叶阳东 邱保志 职为梅 编著



科学出版社
www.sciencep.com



清华大学出版社

数据库原理教程

■ 田中强 编著 刘伟东 著名学者推荐

清华大学出版社

内 容 简 介

普通高等教育“十一五”规划教材

数据库原理教程

范 明 叶阳东 邱保志 职为梅 编著

科学出版社

本书是普通高等教育“十一五”规划教材，也是“十一五”国家重点图书出版规划项目。全书共分10章，主要内容包括：数据库系统概述、关系模型、关系数据语言SQL、关系完整性理论、关系规范化、关系查询语句、关系更新语句、关系模式设计、事务与并发控制、数据库设计等。

范明，男，1956年生，博士，教授，硕士生导师。

叶阳东，女，1963年生，博士，副教授。

邱保志，男，1963年生，博士，副教授。

职为梅，女，1963年生，博士，讲师。

本书可作为高等院校计算机系的教材，也可供从事数据库应用系统的开发人员参考。

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书全面阐述了数据库系统的基本概念、理论、方法和技术。全书共分 12 章，包括数据库系统概述、实体-联系模型、关系数据模型、关系数据库标准语言 SQL、完整性与安全性、关系数据库的设计理论、数据库设计、查询处理与优化、事务与并发控制、数据库的恢复技术、XML 和 ODBC 编程。附录给出了实验和课程设计，用于配合课堂教学。

本书涵盖了数据库系统原理入门课程的基本内容，同时包含了 XML 和 ODBC 编程等实用的较新知识点。本书理论与实践兼顾。关系数据库设计理论的形式化证明，以章后附录的形式给出，既保证了理论的完整性，又可以使得关注技术的读者摆脱繁琐证明的困扰。

本书是为高等学校计算机、信息科学及其相关专业本科生和软件学院学生的第一门数据库课程编写的教材，也适合希望掌握数据库理论、方法和技术的工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理教程/范明等编著. —北京:科学出版社, 2008

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-03-021217-7

I . 数… II . 范… III . 数据库系统-高等学校-教材 IV . TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 027406 号

责任编辑: 马长芳 潘继敏 / 责任校对: 刘小梅

责任印制: 张克忠 / 封面设计: 陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮 政 编 码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏 主 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 4 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2008 年 4 月第一次印刷 印张: 23 1/2

印数: 1—4 000 字数: 459 000

定 价: 35.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换(环伟))

本书将学习数据库系统的基本概念、DBMS 的基本原理、SQL 语言、关系模型、关系数据模型、关系数据库设计理论、完整性与安全性、查询处理与优化、事务处理、并发控制与恢复等。

前言

数据库技术是现代信息处理的核心技术之一,数据库管理系统(DBMS)是使用最广泛的软件系统之一。因此,数据库系统原理已经成为计算机科学教育的一个必不可少的部分。本书是为本科生数据库课程编写的教科书,涵盖了数据库系统原理入门课程的基本内容。

数据库是计算机学科的主流领域之一。尽管数据库技术的内涵和外延都在不断扩展,新的学科分支还在迅速成长,但是作为入门知识的概念、原理和技术已经趋于稳定。这些入门知识包括数据库系统的三级模式和两级映像、实体-联系模型、关系数据模型、关系数据库设计理论、数据的完整性与安全性、查询处理与优化、事务处理、并发控制与恢复、SQL 语言等。

本书介绍数据库系统的一般概念和技术。书中的概念和算法基于商品化或实验数据库系统所采用的概念和算法,但并不与一个特定的数据库系统联系在一起。通过这些内容的学习,读者容易理解和掌握具体的数据系统。

本书理论与实践兼顾。关系数据库的设计理论不仅体现了数据库研究的重要成果,同时也为设计好的关系模式提供了具体方法和技术。关系数据库设计理论的形式化证明从正文中分离,以章后附录的形式给出,这样既保证了理论的完整性,又可以使得关注技术的读者摆脱繁琐证明的困扰。除了数据库系统原理入门课程的基本内容外,本书还包括 XML 和 ODBC 编程等实用的较新知识点。对于实际应用和数据库应用系统的开发,这些内容是有用的。为了加强实践环节,本书还在书后附录提供了一些可供选择的实验和课程设计的参考选题。

本书由范明主持编写。叶阳东编写了第 9、10 章,邱保志编写了第 5、7、11 章,职为梅编写了第 4、12 章和附录,其余部分由范明编写。范明还对各章做了修改并最终定稿。

本书的组织

全书共分 12 章和一个附录:

第 1 章是数据库系统的一般综述,所涉及的内容将在之后各章进一步展开讨论。

第 2 章介绍实体-联系模型(E-R 模型)。E-R 模型概念简单,并具有很强的语言表达能力,广泛用于对现实世界建模。

第 3 章介绍数据库系统的关系数据模型,包括与之相关的抽象语言关系代数和关系演算。这些抽象语言是实际数据库系统语言(如 SQL)的基础。

第 4 章介绍广泛使用的关系语言 SQL。SQL 是事实上的关系数据库标准语言,几乎所有的 RDBMS 都支持 SQL 语言。SQL 的介绍主要基于 SQL-92,同时也包含 SQL-99 的部分特色。

第 5 章介绍数据库的完整性和安全性,包括 SQL 对完整性和安全性的支持。

第 6 章介绍关系数据库的设计理论,包括数据依赖和规范化。为了适应不同读者的需要,理论结果的证明从正文分离,在该章附录中给出。

第 7 章介绍数据库应用系统的设计,涵盖从需求分析到数据库的建立和维护整个过程。

第 8 章介绍查询处理与优化,包括基本运算算法和基于保持等价性的查询变换和查询优化方法。

第 9、10 章介绍事务处理。其中,第 9 章介绍事务的一般概念,讨论并发控制;第 10 章介绍在出现故障的情况下保证事务正确执行的数据库恢复技术。

第 11、12 章分别介绍两个相对较新的主题:XML 和 ODBC。XML 已经成为事实上的异构数据库数据交换的标准语言,并广泛用于复杂数据类型的处理。ODBC 建立了一组规范,并提供了一组访问数据库的标准应用程序接口。对于实际数据库应用系统开发,这些内容都是十分有用的。

附录提供了一些实验和课程设计选题,用于配合课堂教学,加深对数据库原理的理解。

致教师

通过适当剪裁,本书可以用于计算机科学与技术、信息科学及其相关专业和软件学院本科生的第一门数据库课程教学。

在本书出版之前,我们在郑州大学计算机科学与技术专业和软件学院的本科生教学中使用过本书的内容。根据我们的经验,第 1~5 章和第 9~10 章适用所有这些学生。对于计算机科学与技术专业的学生,第 6、8 章是必需的,其他几章可以根据学时选讲。对于软件学院的学生,第 6 章的重点放在函数依赖、范式和规范化方法上,可以讲述第 7、12 章,其他章节根据情况考虑。

实验和课程设计是数据库课程教学的必要环节。实验可以配合课堂教学进行。课程设计可以在第 7 章之后布置,期末完成;也可以利用学校安排的实习时间,集中两周完成。在我们的教学实践中,两种方法都采用过。

课件的 ppt 文档和其他教学辅助材料将在本书网站(www.dbdm.zzu.edu.cn)提供。部分习题的参考答案正在准备,将向使用本书的教师提供。本书的网站正在建设,在此之前,你也可以向我们索取有关教学辅助材料。

致读者

本书仅要求读者熟悉基本的数据结构和一种高级程序设计语言(如 C、Java 或 Pascal)。集合论和数理逻辑的知识(如离散数学中讲述的)有助于该书的理解。书

中的概念都以直观的方式描述，并通过一些精心选择的例子加以解释。

本书是为高等学校计算机、信息科学及其相关专业本科生和软件学院学生的第一门数据库课程编写的教材，也适合希望比较完整地掌握数据库理论、方法和技术的工程技术人员阅读。

课件的 ppt 文档将在本书网站 (www.dbdm.zzu.edu.cn) 提供，其他辅助学习材料也正在准备，陆续在该网站提供。你也可以与我们联系，索取相关材料，提出你的意见和建议。

致谢

在近 20 年的数据库教学中，我们使用和参考过许多国内外优秀教材。这些教材不仅为我们过去的教学提供了方便和支持，也深深影响着本书的编写。我们在此向这些教材（见参考文献）的所有作者和译者表示敬意和感谢。

感谢郑州大学选修数据库系统原理课程的历届学生。在 20 年的教学相长过程中，他们的求知欲推动我们不断思考如何选择和组织教学内容，如何用简洁而又不失严谨的表述方式讲述数据库的基本概念和技术，最终形成这本教材。

感谢科学出版社的编辑们，感谢他们对出版本书的立项支持，感谢他们在我们几度拖延交稿时表现出的耐心。没有他们的支持、鼓励和辛勤工作，本书不可能这么快与读者见面。

希望读者喜欢这本书，希望本书能够帮助读者掌握数据库系统的基本概念、原理和技术，希望本书能够成为将来步入数据库领域的读者的垫脚石，为他们以后更好地工作打下坚实的基础。

书中的错误和不当之处，敬请同仁和读者朋友指正。意见和建议请发往 mfan@zju.edu.cn，我们将不胜感激。

作者

2008 年 1 月于郑州大学

目 录

前言

第1章 数据库系统概述	1
1.1 引言	1
1.2 数据模型	4
1.3 数据库系统的结构	8
1.4 数据库语言	12
1.5 数据库管理员与数据库用户	14
1.6 数据库技术的发展	16
1.7 小结	17
习题	18
第2章 实体联系模型	19
2.1 基本概念	19
2.2 实体-联系图	24
2.3 一个例子	26
2.4 弱实体集	28
* 2.5 扩展的 E-R 图	30
2.6 小结	35
习题	36
第3章 关系数据模型	38
3.1 关系数据库的结构	38
3.2 从 E-R 模型到关系模型	42
3.3 关系的完整性约束	48
3.4 关系代数	50
3.5 关系演算	61
* 3.6 关系数据库的更新	67
3.7 小结	69
习题	69
第4章 关系数据库标准语言 SQL	73
4.1 引言	73
4.2 数据定义	76

4.3 数据查询.....	85
4.4 数据更新	103
4.5 视图	106
4.6 嵌入式 SQL	112
4.7 小结	124
习题.....	125
第5章 完整性与安全性.....	128
5.1 完整性概述	128
5.2 实体完整性和参照完整性	129
5.3 域约束	133
5.4 用户定义的完整性	135
5.5 触发器	138
5.6 安全性概述	141
5.7 用户标识与鉴别	143
5.8 存取控制	144
5.9 SQL 的授权	149
5.10 其他安全措施.....	154
5.11 小结.....	155
习题.....	156
第6章 关系数据库的设计理论.....	159
6.1 问题提出	159
6.2 函数依赖	162
6.3 函数依赖的推导	165
6.4 关系模式的分解	171
6.5 关系模式的范式	176
6.6 将关系模式分解成高级范式	179
6.7 多值依赖与 4NF	183
6.8 在设计中使用规范化理论	190
6.9 小结	194
习题.....	195
附录：本章引理和定理证明	197
第7章 数据库设计.....	206
7.1 数据库设计概述	206
7.2 需求分析	210
7.3 数据库概念设计	215

7.4 逻辑结构设计	222
7.5 数据库物理设计	225
7.6 数据库的实施和维护	229
7.7 小结	232
习题.....	232
第8章 查询处理与优化.....	234
8.1 查询处理概述	234
8.2 选择运算的实现	237
8.3 连接运算的实现	240
8.4 查询优化	245
8.5 代数优化	247
8.6 物理优化	256
8.7 小结	261
习题.....	262
第9章 事务与并发控制.....	264
9.1 事务的概念	264
9.2 并发控制概述	268
9.3 并发调度的可串行化	271
9.4 基于锁的协议	276
9.5 两阶段锁协议	281
9.6 多粒度封锁	283
9.7 小结	286
习题.....	286
第10章 数据库的恢复技术	288
10.1 数据库恢复概述	288
10.2 存储器结构	290
10.3 基于日志的恢复技术	292
10.4 基于检查点的恢复技术	297
* 10.5 缓冲技术	299
10.6 介质故障恢复技术	301
* 10.7 其他恢复技术	302
10.8 小结	304
习题.....	305
第11章 XML	306
11.1 概述	306

第 11 章	XML 数据处理	301
11.1	XML 基础	302
11.2	XML 数据结构	308
11.3	XML 文档模式	311
11.4	查询和转换	316
11.5	应用程序接口	324
11.6	XML 数据的存储	325
11.7	XML 应用	327
11.8	小结	328
11.9	习题	329
第 12 章	ODBC 编程	332
12.1	ODBC 简介	332
12.2	ODBC 的工作原理	333
12.3	ODBC API 基础	340
12.4	ODBC 的工作流程	343
12.5	ODBC 应用实例	347
12.6	小结	351
参考文献		352
附录	实验与课程设计	358
1	实验	358
2	课程设计	362
1	实验一：使用 ODBC API 访问 MySQL 数据库	362
2	实验二：使用 ODBC API 访问 Oracle 数据库	363
3	实验三：使用 ODBC API 访问 Access 数据库	364
4	实验四：使用 ODBC API 访问 SQL Server 数据库	365
5	实验五：使用 ODBC API 访问 DB2 数据库	366
6	实验六：使用 ODBC API 访问 Informix 数据库	367
7	实验七：使用 ODBC API 访问 Sybase 数据库	368
8	实验八：使用 ODBC API 访问 Oracle8i 数据库	369
9	实验九：使用 ODBC API 访问 MySQL5.0 数据库	370
10	实验十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 数据库	371
11	实验十一：使用 ODBC API 访问 SQLite 数据库	372
12	实验十二：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 数据库	373
13	实验十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft SQL Server 数据库	374
14	实验十四：使用 ODBC API 访问 Oracle9i 数据库	375
15	实验十五：使用 ODBC API 访问 DB2UDB 数据库	376
16	实验十六：使用 ODBC API 访问 Sybase 12.0 数据库	377
17	实验十七：使用 ODBC API 访问 Informix 10.0 数据库	378
18	实验十八：使用 ODBC API 访问 MySQL 5.0 数据库	379
19	实验十九：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 8.0 数据库	380
20	实验二十：使用 ODBC API 访问 SQLite 3.6.16 数据库	381
21	实验二十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2003 数据库	382
22	实验二十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 10g 数据库	383
23	实验二十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 5.1 数据库	384
24	实验二十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 8.4 数据库	385
25	实验二十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft SQL Server 2005 数据库	386
26	实验二十六：使用 ODBC API 访问 Oracle 11g 数据库	387
27	实验二十七：使用 ODBC API 访问 MySQL 5.5 数据库	388
28	实验二十八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.0 数据库	389
29	实验二十九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2007 数据库	390
30	实验三十：使用 ODBC API 访问 Oracle 12c 数据库	391
31	实验三十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 5.6 数据库	392
32	实验三十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.1 数据库	393
33	实验三十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2010 数据库	394
34	实验三十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 13c 数据库	395
35	实验三十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 5.7 数据库	396
36	实验三十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.2 数据库	397
37	实验三十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2013 数据库	398
38	实验三十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 14c 数据库	399
39	实验三十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 5.8 数据库	400
40	实验四十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.3 数据库	401
41	实验四十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2016 数据库	402
42	实验四十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 15c 数据库	403
43	实验四十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 5.9 数据库	404
44	实验四十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.4 数据库	405
45	实验四十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2019 数据库	406
46	实验四十六：使用 ODBC API 访问 Oracle 16c 数据库	407
47	实验四十七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.0 数据库	408
48	实验四十八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.5 数据库	409
49	实验四十九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2020 数据库	410
50	实验五十：使用 ODBC API 访问 Oracle 17c 数据库	411
51	实验五十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.1 数据库	412
52	实验五十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.6 数据库	413
53	实验五十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2021 数据库	414
54	实验五十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 18c 数据库	415
55	实验五十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.2 数据库	416
56	实验五十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.7 数据库	417
57	实验五十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2022 数据库	418
58	实验五十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 19c 数据库	419
59	实验五十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.3 数据库	420
60	实验六十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.8 数据库	421
61	实验六十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2023 数据库	422
62	实验六十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 20c 数据库	423
63	实验六十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.4 数据库	424
64	实验六十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.9 数据库	425
65	实验六十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2024 数据库	426
66	实验六十六：使用 ODBC API 访问 Oracle 21c 数据库	427
67	实验六十七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.5 数据库	428
68	实验六十八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.10 数据库	429
69	实验六十九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2025 数据库	430
70	实验七十：使用 ODBC API 访问 Oracle 22c 数据库	431
71	实验七十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.6 数据库	432
72	实验七十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.11 数据库	433
73	实验七十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2026 数据库	434
74	实验七十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 23c 数据库	435
75	实验七十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.7 数据库	436
76	实验七十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.12 数据库	437
77	实验七十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2027 数据库	438
78	实验七十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 24c 数据库	439
79	实验七十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.8 数据库	440
80	实验八十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.13 数据库	441
81	实验八十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2028 数据库	442
82	实验八十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 25c 数据库	443
83	实验八十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.9 数据库	444
84	实验八十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.14 数据库	445
85	实验八十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2029 数据库	446
86	实验八十六：使用 ODBC API 访问 Oracle 26c 数据库	447
87	实验八十七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.10 数据库	448
88	实验八十八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.15 数据库	449
89	实验八十九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2030 数据库	450
90	实验九十：使用 ODBC API 访问 Oracle 27c 数据库	451
91	实验九十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.11 数据库	452
92	实验九十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.16 数据库	453
93	实验九十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2031 数据库	454
94	实验九十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 28c 数据库	455
95	实验九十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.12 数据库	456
96	实验九十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.17 数据库	457
97	实验九十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2032 数据库	458
98	实验九十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 29c 数据库	459
99	实验九十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.13 数据库	460
100	实验一百：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.18 数据库	461
101	实验一百一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2033 数据库	462
102	实验一百二：使用 ODBC API 访问 Oracle 30c 数据库	463
103	实验一百三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.14 数据库	464
104	实验一百四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.19 数据库	465
105	实验一百五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2034 数据库	466
106	实验一百六：使用 ODBC API 访问 Oracle 31c 数据库	467
107	实验一百七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.15 数据库	468
108	实验一百八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.20 数据库	469
109	实验一百九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2035 数据库	470
110	实验一百十：使用 ODBC API 访问 Oracle 32c 数据库	471
111	实验一百一十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.16 数据库	472
112	实验一百一十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.21 数据库	473
113	实验一百一十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2036 数据库	474
114	实验一百一十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 33c 数据库	475
115	实验一百一十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.17 数据库	476
116	实验一百一十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.22 数据库	477
117	实验一百一十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2037 数据库	478
118	实验一百一十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 34c 数据库	479
119	实验一百一十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.18 数据库	480
120	实验一百二十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.23 数据库	481
121	实验一百二十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2038 数据库	482
122	实验一百二十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 35c 数据库	483
123	实验一百二十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.19 数据库	484
124	实验一百二十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.24 数据库	485
125	实验一百二十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2039 数据库	486
126	实验一百二十六：使用 ODBC API 访问 Oracle 36c 数据库	487
127	实验一百二十七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.20 数据库	488
128	实验一百二十八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.25 数据库	489
129	实验一百二十九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2040 数据库	490
130	实验一百三十：使用 ODBC API 访问 Oracle 37c 数据库	491
131	实验一百三十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.21 数据库	492
132	实验一百三十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.26 数据库	493
133	实验一百三十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2041 数据库	494
134	实验一百三十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 38c 数据库	495
135	实验一百三十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.22 数据库	496
136	实验一百三十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.27 数据库	497
137	实验一百三十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2042 数据库	498
138	实验一百三十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 39c 数据库	499
139	实验一百三十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.23 数据库	500
140	实验一百四十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.28 数据库	501
141	实验一百四十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2043 数据库	502
142	实验一百四十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 40c 数据库	503
143	实验一百四十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.24 数据库	504
144	实验一百四十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.29 数据库	505
145	实验一百四十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2044 数据库	506
146	实验一百四十六：使用 ODBC API 访问 Oracle 41c 数据库	507
147	实验一百四十七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.25 数据库	508
148	实验一百四十八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.30 数据库	509
149	实验一百四十九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2045 数据库	510
150	实验一百五十：使用 ODBC API 访问 Oracle 42c 数据库	511
151	实验一百五十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.26 数据库	512
152	实验一百五十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.31 数据库	513
153	实验一百五十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2046 数据库	514
154	实验一百五十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 43c 数据库	515
155	实验一百五十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.27 数据库	516
156	实验一百五十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.32 数据库	517
157	实验一百五十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2047 数据库	518
158	实验一百五十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 44c 数据库	519
159	实验一百五十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.28 数据库	520
160	实验一百六十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.33 数据库	521
161	实验一百六十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2048 数据库	522
162	实验一百六十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 45c 数据库	523
163	实验一百六十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.29 数据库	524
164	实验一百六十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.34 数据库	525
165	实验一百六十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2049 数据库	526
166	实验一百六十六：使用 ODBC API 访问 Oracle 46c 数据库	527
167	实验一百六十七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.30 数据库	528
168	实验一百六十八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.35 数据库	529
169	实验一百六十九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2050 数据库	530
170	实验一百七十：使用 ODBC API 访问 Oracle 47c 数据库	531
171	实验一百七十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.31 数据库	532
172	实验一百七十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.36 数据库	533
173	实验一百七十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2051 数据库	534
174	实验一百七十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 48c 数据库	535
175	实验一百七十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.32 数据库	536
176	实验一百七十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.37 数据库	537
177	实验一百七十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2052 数据库	538
178	实验一百七十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 49c 数据库	539
179	实验一百七十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.33 数据库	540
180	实验一百八十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.38 数据库	541
181	实验一百八十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2053 数据库	542
182	实验一百八十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 50c 数据库	543
183	实验一百八十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.34 数据库	544
184	实验一百八十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.39 数据库	545
185	实验一百八十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2054 数据库	546
186	实验一百八十六：使用 ODBC API 访问 Oracle 51c 数据库	547
187	实验一百八十七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.35 数据库	548
188	实验一百八十八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.40 数据库	549
189	实验一百八十九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2055 数据库	550
190	实验一百九十：使用 ODBC API 访问 Oracle 52c 数据库	551
191	实验一百九十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.36 数据库	552
192	实验一百九十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.41 数据库	553
193	实验一百九十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2056 数据库	554
194	实验一百九十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 53c 数据库	555
195	实验一百九十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.37 数据库	556
196	实验一百九十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.42 数据库	557
197	实验一百九十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2057 数据库	558
198	实验一百九十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 54c 数据库	559
199	实验一百九十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.38 数据库	560
200	实验二百：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.43 数据库	561
201	实验二百一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2058 数据库	562
202	实验二百二：使用 ODBC API 访问 Oracle 55c 数据库	563
203	实验二百三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.39 数据库	564
204	实验二百四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.44 数据库	565
205	实验二百五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2059 数据库	566
206	实验二百六：使用 ODBC API 访问 Oracle 56c 数据库	567
207	实验二百七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.40 数据库	568
208	实验二百八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.45 数据库	569
209	实验二百九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2060 数据库	570
210	实验二百十：使用 ODBC API 访问 Oracle 57c 数据库	571
211	实验二百十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.41 数据库	572
212	实验二百十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.46 数据库	573
213	实验二百十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2061 数据库	574
214	实验二百十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 58c 数据库	575
215	实验二百十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.42 数据库	576
216	实验二百十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.47 数据库	577
217	实验二百十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2062 数据库	578
218	实验二百十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 59c 数据库	579
219	实验二百十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.43 数据库	580
220	实验二百二十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.48 数据库	581
221	实验二百二十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2063 数据库	582
222	实验二百二十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 60c 数据库	583
223	实验二百二十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.44 数据库	584
224	实验二百二十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.49 数据库	585
225	实验二百二十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2064 数据库	586
226	实验二百六：使用 ODBC API 访问 Oracle 61c 数据库	587
227	实验二百七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.45 数据库	588
228	实验二百八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.50 数据库	589
229	实验二百九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2065 数据库	590
230	实验二百十：使用 ODBC API 访问 Oracle 62c 数据库	591
231	实验二百十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.46 数据库	592
232	实验二百十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.51 数据库	593
233	实验二百十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2066 数据库	594
234	实验二百十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 63c 数据库	595
235	实验二百十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.47 数据库	596
236	实验二百十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.52 数据库	597
237	实验二百十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2067 数据库	598
238	实验二百十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 64c 数据库	599
239	实验二百十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.48 数据库	600
240	实验二百二十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.53 数据库	601
241	实验二百二十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2068 数据库	602
242	实验二百二十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 65c 数据库	603
243	实验二百二十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.49 数据库	604
244	实验二百二十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.54 数据库	605
245	实验二百二十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2069 数据库	606
246	实验二百六：使用 ODBC API 访问 Oracle 66c 数据库	607
247	实验二百七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.50 数据库	608
248	实验二百八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.55 数据库	609
249	实验二百九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2070 数据库	610
250	实验二百十：使用 ODBC API 访问 Oracle 67c 数据库	611
251	实验二百十一：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.51 数据库	612
252	实验二百十二：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.56 数据库	613
253	实验二百十三：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2071 数据库	614
254	实验二百十四：使用 ODBC API 访问 Oracle 68c 数据库	615
255	实验二百十五：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.52 数据库	616
256	实验二百十六：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.57 数据库	617
257	实验二百十七：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2072 数据库	618
258	实验二百十八：使用 ODBC API 访问 Oracle 69c 数据库	619
259	实验二百十九：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.53 数据库	620
260	实验二百二十：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.58 数据库	621
261	实验二百二十一：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2073 数据库	622
262	实验二百二十二：使用 ODBC API 访问 Oracle 70c 数据库	623
263	实验二百二十三：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.54 数据库	624
264	实验二百二十四：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.59 数据库	625
265	实验二百二十五：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2074 数据库	626
266	实验二百六：使用 ODBC API 访问 Oracle 71c 数据库	627
267	实验二百七：使用 ODBC API 访问 MySQL 6.55 数据库	628
268	实验二百八：使用 ODBC API 访问 PostgreSQL 9.60 数据库	629
269	实验二百九：使用 ODBC API 访问 Microsoft Access 2075 数据库	630

第1章 数据库系统概述

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代中期,经历了 40 余年的发展,已经成为计算机学科的重要分支。数据库技术是信息系统的核心和基础,它的出现极大地促进了计算机应用向各行各业的渗透。现在,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国家信息化程度的重要标志。

数据库管理系统(database management system, DBMS)是一种重要的程序设计系统,它由一个相互关联的数据集合和一组访问这些数据的程序组成。这个数据集合称为数据库,它包含了一个企业、政府部门或一个单位的全部信息。DBMS 的基本目标是提供一个方便、有效地访问这些信息的环境。DBMS 是最广泛使用的软件系统之一。为了设计和实现 DBMS,已经建立了一些原理、方法和技术。理解这些原理、方法和技术对于有效地使用 DBMS 是至关重要的。本章是数据库系统的概述,简要介绍数据库的一些基本概念。这些内容的进一步讨论遍及本书的其余章节。

1.1 引言

今天,数据库已经无处不在。本节我们简略介绍 DBMS 产生的原因、DBMS 的主要功能、什么是数据库和使用数据库的优点。

1.1.1 为什么需要数据库管理系统

“需要是发明之母”。数据库技术和数据库管理系统的产生和发展的直接动力源于数据管理的需要。

1. 数据管理的例子

几乎所有的行业和部门都存在并且不断产生大量数据。为了维持正常运作,这些行业和部门都需要持久地存储、维护和管理它们的数据。下面是数据管理的一些典型例子:

- 零售业:管理产品、客户和购买信息。
- 银行业:管理客户、账户和存贷款信息。
- 制造业:管理供应、订单、库存、销售等信息。
- 交通:例如,航空公司管理航班和订票信息,铁路部门管理火车票销售信息,

公路交通部门管理班车和客车票销售信息。

- 电信业:管理通信网络信息、存储通话记录、维护电话卡余额。
- 图书馆:管理图书资料、读者和借阅信息。
- 政府部门:例如,税务部门需要管理纳税人信息和纳税信息,交管部门需要管理车辆信息和驾驶员信息。
- 学校:管理学生、教师、课程信息和学生成绩。

如何将这些数据存储在计算机系统中,所面临的共同问题是,如何合理地组织数据、如何有效地访问数据。

2. 数据管理的基本操作

各个不同的应用涉及不同的数据。许多应用表面看来很不相同,似乎没有什么共同点。例如,超市存储的数据与银行存储的数据内容很不相同,用法也很不相同。然而,对于数据管理,所有的应用都需要如下基本操作:

- (1) 数据查询:从计算机系统(暂且称它为数据库)中查找用户需要的信息。例如,查找图书,查阅学生成绩,查找商品价格等。
- (2) 数据插入:将新的数据输入到数据库中。用数据库的术语,这种操作称作“插入”。例如,新产品的信息需要输入数据库,新的银行账户信息需要输入数据库,等等。
- (3) 数据删除:从数据库删除不再需要的数据。例如,车辆报废,其相关信息要从数据库中删除;账户注销,其信息要从相关数据库中删除;等等。
- (4) 数据修改:修改数据库中某些数据。例如,某种商品降价,修改它的价格。本质上,修改可以用删除+插入实现。然而,修改作为一种单独的操作是方便的。

数据的插入、删除和修改统称**数据更新**。几乎所有的更新操作都涉及隐含的查询。例如,订购8月1日从郑州到广州CZ3971航班的机票,本质上是导致该航班的机票数减1。但是,我们必须首先查询是否有8月1日CZ3971航班;有的话,是否有剩余机票。

3. 实际应用对数据操作的要求

实际应用是在并发、充满故障和错误的环境下运行的。这对数据操作的实现提出了很高的要求。这些要求包括:

- (1) 并发访问:允许多个用户同时对数据库中的数据进行访问。
- (2) 面临故障:各种各样的故障都可能发生,必须确保数据在任何情况下都不被破坏。对于许多应用,这一点至关重要。例如,银行存款数据不能因突然停电而丢失或破坏。
- (3) 数据的安全性:防止用户对数据进行未经授权的访问。例如,我们可以允

许银行客户查看自己的存款,但不能允许他们修改。

(4) 数据的完整性:防止不符合语义的数据进入数据库。例如,我们不能将负数作为学生的成绩输入到数据库中。

(5) 数据的一致性:防止数据库进入不一致状态。有些操作必须作为一个整体(原子性)。例如,从账户 A 转 1000 元到账户 B,涉及将账户 A 的存款额减去 1000 元,将账户 B 的存款增加 1000 元。这两个操作要么都做,要么都不做。否则,数据库将进入不一致状态。故障可能导致两个操作中的一个完成,而另一个未完成。必须保证即使发生故障也不会影响数据库的一致性。

这些要求,加上查询条件的多样性和复杂性,使得数据查询和更新的实现很复杂。共同的需要值得开发专门的软件程序实现,不必每个应用都写类似的程序。开发专门的软件系统管理数据,提供数据的组织和基本操作是必要的。这种软件系统就是数据库管理系统,即 DBMS。

1.1.2 数据库管理系统与数据库

DBMS 是位于用户和计算机操作系统之间的数据管理软件,它提供如下功能:

(1) 数据定义:提供数据定义语言(data definition language, DDL),用于定义数据库中的数据对象和它们的结构。

(2) 数据操纵:提供数据操纵语言(data manipulation language, DML),用于操纵数据,实现对数据库的基本操作(查询、插入、删除和修改)。

(3) 事务管理和运行管理:统一管理数据、控制对数据的并发访问,保证数据的安全性、完整性,确保故障时数据库中数据不被破坏,并且能够恢复到一致状态。

(4) 数据存储和查询处理:确定数据的物理组织和存取方式,提供数据的持久存储和有效访问;确定查询处理方法,优化查询处理过程。

(5) 数据库的建立和维护:提供实用程序,完成数据库数据批量装载、数据库转储、介质故障恢复、数据库的重组和性能监测等。

(6) 其他功能:包括 DBMS 与其他软件通信、异构数据库之间数据转换和互操作等。

数据库(database, DB)是持久储存在计算机中有组织的、可共享的大量数据的集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储,可以被各种用户共享,具有较小的冗余度、较高的数据独立性,并且易于扩展。

在数据库中,使用数据模型对数据建模,所产生设计结果称为**数据库模式**。数据库模式描述数据库的数据结构(型),具有相对稳定性。特定时刻数据库中的数据称为数据库的**实例**(值)。数据库的值是随时间推移不断变化的。

数据库系统由数据库、DBMS(及其开发工具)、应用系统和数据库管理员组成。使用数据库进行信息管理具有如下优点:

(1) 数据整体结构化:在数据库中,数据的组织面向整个机构、面向所有可能的应用,而不是某个具体部门或某个特定的应用。数据结构化是整体结构化,数据结构不仅描述现实世界的对象,而且描述对象之间的联系。

(2) 数据共享:数据库中的数据面向整个机构组织使得它能够更好地被多个用户、多个应用程序共享。不仅已有的应用可以共享数据库中的数据,而且新的应用也能对这些数据进行操作。共享的好处是节省存储空间,尽量避免同一数据不必要的重复存放(冗余)。从而在某种程度上避免了同一数据的不同副本具有不同值(数据的一致性)。

(3) 数据独立性:数据独立性是指数据与应用程序相互独立,包括数据的物理独立性和数据的逻辑独立性。数据的结构用数据模型定义,无需程序定义和解释。数据库系统的三级模式和两级映像使得数据的存储结构和逻辑结构的改变不会影响应用程序(见1.3节)。

(4) 数据由DBMS同一管理和控制,使得系统能够为数据管理提供更多的支持。这些支持包括:

① 提供事务支持:事务是一个逻辑单元,包括一系列操作,这些操作要么都做,要么都不做,即便发生故障也如此(见第9章)。

② 增强安全性:DBMS提供数据的安全性保护,使每个用户只能按指定方式使用和处理指定数据,保护数据以防止不合法的使用造成的数据的泄密和破坏(见第5章)。

③ 保持完整性:DBMS提供数据的完整性检查,将数据控制在有效的范围内,保证数据之间满足一定的关系(见第5章)。

④ 平衡相互冲突的请求:并发控制对多用户的并发操作加以控制和协调,防止相互干扰而导致错误的结果(见第9章)。

⑤ 面对故障的弹性:当系统发生故障时,防止数据库的数据丢失,并将数据库从错误状态恢复到某种已知的正确状态(见第10章)。

(5) 标准化:使用数据库进行信息管理有利于制定部门标准、行业标准、工业标准、国家标准和国际标准,促进数据库管理系统和数据库开发工具的研制、开发,推动数据管理应用的健康发展。

1.2 数据模型

数据模型是数据库技术的核心概念。所有的DBMS都基于某种数据模型实现,所有的数据库应用都建立在某种数据模型之上。**数据模型**是一种形式机制,用于数据建模,描述数据、数据之间的联系、数据的语义、数据上的操作和数据的完整性约束条件。一种好的数据模型要能准确地描述现实世界,容易理解和易于实现。

对数据建模的模型分成两个不同的层次:概念模型也称信息模型,按用户的观

点来对现实世界进行数据建模。数据模型按计算机系统的观点对信息世界进行数据建模。

1.2.1 实体-联系模型

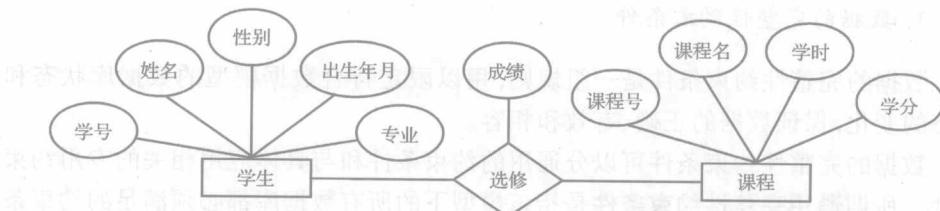
实体联系(entity-relationship, E-R)模型是一种广泛使用的概念模型,用于对现实世界建模。E-R模型基于这样的认识:现实世界由一些称为实体的基本对象和这些对象之间的联系组成。

实体可以是实际存在的事物(如学生),也可以是抽象概念(如课程)。实体用一些称为属性的特征刻画。例如,学生可以用学号、姓名、性别、出生年月、专业等属性刻画;课程可以用课程号、课程名、学时、学分等属性刻画。具有相同属性的实体被汇集在一起,形成实体集。例如,所有的学生形成一个实体集,所有的课程也形成一个实体集。

联系是实体之间的关联。它反映了现实世界中实体之间客观存在的关联关系。例如,如果学生李明选修了数据库原理这门课程,李明与数据库原理之间就存在一种联系。同一类联系汇集在一起,形成联系集。例如,所有表明学生与课程之间选修关系的联系形成一个联系集“选修”。联系也可能需要属性刻画。例如,选修联系可以包含一个属性“成绩”,描述特定的学生选修特定课程取得的成绩。

E-R模型用一种称为E-R图的图形对现实世界建模。图1.1是一个E-R图示例。图中,矩形框代表实体集,椭圆代表属性,菱形框代表联系集,一些线段将属性与对应的实体集或联系相连接,而另一些将参与联系的实体集连接到联系集上。

E-R模型的更多细节将在第2章给出。



1.2.2 数据模型的三要素

数据模型是实际DBMS支持的模型。数据模型有数据结构、数据操作和完整性约束三个基本要素。

1. 数据结构

数据结构描述数据库中的对象和对象之间的联系,是对系统静态特性的描述。

数据结构定义基本数据项的类型,如何用基本数据项构造更大数据对象,如何表示数据对象之间联系,以及联系具有的类型等。

尽管不同的数据模型使用不同的术语,但是用基本数据项构造更大数据对象的方法是类似的——把描述现实世界同一对象的数据项组织成记录(关系模型称之为元组)。然而,对于描述对象之间的联系,不同的数据模型提供了不同的方法。例如,层次模型要求所有的记录型组织成一棵树,并且父节点记录型与子节点记录型之间的联系是一对多联系。网状模型则把记录型的组织放宽为有向无环图。而在关系模型中,对象本身和对象之间的联系都用关系表示,并且可以直接表示多对多联系。

数据结构刻画了数据模型最重要的方面。在数据库系统中,数据模型通常按它所使用数据结构来命名。例如,将数据按照树状结构加以组织的数据模型被称为层次模型,用有向无环图组织数据的数据模型被称为网状模型,而用关系组织数据的模型被称为关系模型。

2. 数据操作

数据操作定义数据库中各种数据对象的实例上允许执行的操作和操作规则,是对系统动态特性的描述。

数据库操作主要包括查询和更新(包括插入、删除、修改)两大类。数据模型定义这些操作的运算对象、运算符、运算的确切含义和运算规则(如优先级),并且提供实现这些操作的语言。

3. 数据的完整性约束条件

数据的完整性约束条件是一组规则,用以限定符合数据模型的数据库状态和状态的变化,保证数据的正确、有效和相容。

数据的完整性约束条件可以分通用的约束条件和与具体应用相关的专用约束条件。所谓**通用完整性约束条件**是指该模型下的所有数据库都必须满足的约束条件。例如,在关系模型中,任何关系必须满足实体完整性和参照完整性两个约束条件。而与具体应用相关的**专用完整性约束条件**取决于实际问题的语义。例如,零件的库存量必须是非负整数,学生的成绩必须在0~100取值。

通常,数据模型只明确规定该模型的通用完整性约束规则,而对专用完整性约束条件,由DBMS提供定义和检查机制。

1.2.3 关系模型

目前,关系模型是主流数据模型。几乎所有的DBMS都建立在关系模型上,或支持关系模型。长期以来,关系数据库也一直是数据库的研究与开发的重点。