

上海市普通高校精品课程特色教材
上海高校优质在线课程建设项目

“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”项目规划教材

数据库原理及应用与实践

——基于 SQL Server 2016

第3版 · 立体化教材

Application and Practice of Database Principle
——Based on SQL Server 2016

主编 贾铁军 谷 伟

高等教育出版社

上海市普通高校精品课程特色教材

上海高校优质在线课程建设项目

“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”项目规划教材

数据库原理及应用与实践

——基于 SQL Server 2016

第3版·立体化教材

Application and Practice of Database Principle
——Based on SQL Server 2016

主 编 贾铁军 谷 伟
副主编 俞小怡 王 冠 万 程
编 者 戴春妮 王 广

高等教育出版社·北京

内容提要

主要特色:上海市高校精品课程特色教材,体现“教、学、练、做、用一体化”,突出“实用、特色、新颖、操作性”。新技术、新应用、资源丰富。

主要内容:重点结合最新的 SQL Server 2016 技术及应用,介绍数据库的基本原理和技术方法。全书共 11 章,包括数据库系统概述、关系数据库基础、SQL Server 2016 概述、数据库/表及数据操作、索引及视图应用、存储过程与触发器、T-SQL 应用编程、数据库安全、关系数据库的规范化、数据库应用系统设计、数据库新技术,每章配有同步实验等。

配套资源:由高等教育出版社和上海高校精品课程网站提供视频、教学大纲、课件及教案、同步实验和复习资料等资源,并配有“学习与实践指导”辅助教材等。

本书可作为高校计算机类、信息类、工程类、电子商务类和管理类专业本科生相关课程的教材,高职院校也可选用,或作为培训及其他参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理及应用与实践:基于 SQL Server 2016/
贾铁军,谷伟主编. --3 版. --北京:高等教育出版社,
2017.9

ISBN 978-7-04-048126-6

I. ①数… II. ①贾… ②谷… III. ①关系数据库系
统-高等学校-教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 153536 号

策划编辑 时 阳 责任编辑 韩 飞 封面设计 张 志 版式设计 张 杰
插图绘制 杜晓丹 责任校对 高 歌 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 涿州市京南印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 23
字 数 510 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.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2013 年 1 月第 1 版
2017 年 9 月第 3 版
印 次 2017 年 9 月第 1 次印刷
定 价 45.60 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 48126-00

数字课程资源使用说明

与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站,请登录网站后开始课程学习。

一、注册 / 登录

访问 <http://abook.hep.com.cn/1857444>, 点击“注册”, 在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”页面。





二、课程绑定

点击“我的课程”页面右上方“绑定课程”, 正确输入教材封底防伪标签上的 20 位密码, 点击“确定”完成课程绑定。

三、访问课程

在“正在学习”列表中选择已绑定的课程, 点击“进入课程”即可浏览或下载与本书配套的课程资源。刚绑定的课程请在“申请学习”列表中选择相应课程并点击“进入课程”。

四、资源说明

与本书配套的数字课程资源包括演示视频、教学课件、知识拓展、特别理解等内容, 可根据书中图标进行对应信息的查询浏览, 其中“图标” 表示“教学课件”,  表示“微视频”,  表示“知识拓展”,  表示“特别理解”, 以便读者学习使用。

如有账号问题, 请发邮件至: abook@hep.com.cn。



上海市高校
精品课程
“数据库原
理及应用”
网站



高等教育出
版社数字课
程网站

出版说明

信息化社会需要大量的计算机类专业人才。据统计,目前我国计算机类专业布点总数已逾2 800个,这些专业点为国家的现代化建设培养了大批计算机类专业人才,其中绝大多数是应用型人才。如何按照社会需求,确定合理的人才培养目标,并在其制导下培养特色突出的应用型人才,是提高教育质量和水平的重要任务。

为了更好地引导高校计算机类各专业点构建有特色的培养方案,例如,能够体现行业特色、区域需求,同时建设体现这些特色的学科基础课和专业课,促进本科计算机类专业应用型人才培养,出版一批体现应用型人才培养特色的新形态教材,教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会、全国高等学校计算机教育研究会与高等教育出版社联合组建了“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”课题组,基于《计算机类专业教学质量国家标准》,围绕软件工程、网络工程、物联网工程等专业应用型人才培养的研究展开相关工作。

在研究的基础上,课题组汇聚80多所高校的教学经验,协同创新,开展了核心课程教学资源建设以及教材建设,这套教材作为课题研究的重要成果之一,具有以下几个显著特点。

- 以课题研制的《高等学校本科计算机类专业应用型人才培养指导意见》为指导,委托有丰富教学实践经验的教师编写,内容覆盖了不同专业的学科基础课、专业核心课及专业方向课。
- 教材内容基于理论适用,突出理论与实践相结合,强调“做中学”,引入丰富的实验案例,摒弃大而全、重理论轻实践的做法,结构新颖、努力突出专业特色。
- 采用纸质教材与数字资源相结合的形式,将教学内容与课程建设充分展示出来,使教师和学生借助网络实现全方位的个性化教学。

相信这套教材的出版能够起到推动各高校计算机类专业建设、提高教学水平和人才培养质量的作用。希望广大教师在教学过程中对教材提出宝贵的意见和建议,使其在使用过程中不断完善。

教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会
全国高等学校计算机教育研究会
高等教育出版社
2015年3月

前言

进入 21 世纪,信息技术的快速发展为现代信息化社会带来了深刻的变革。信息、物资、能源已经成为人类社会赖以生存与发展的重要保障和必备资源,信息(数据)无处不在,数据处理无处不用。数据库技术是计算机技术中发展最快、应用最广的一项新技术,已经成为信息化建设及各类业务数据处理系统的核心技术和重要基础。

数据库技术是数据管理与处理的高新技术,是计算机科学的重要分支,与计算机网络、人工智能一起被称为计算机技术界三大热门技术,是现代化信息管理的有力工具。数据管理与处理已经广泛应用于各种业务,数据库技术及应用已经遍布到各行各业的各个层面,电子商务系统、网络银行、管理信息系统、企业资源计划、供应链管理系统、客户关系管理系统、决策支持系统、数据挖掘信息系统等,都离不开数据库技术强有力的支持,数据库技术具有广阔的发展和前景。

SQL Server 2016 是微软公司具有重要意义的数据库新技术产品。作为最新研发的新一代旗舰级数据库和分析平台,突出高级分析和丰富可视化,并融合了关键创新功能。延伸数据库、实时业务分析与内存中联机事务处理、增强的安全功能、改进 AlwaysOn 可用性及灾难可恢复性、新数据交换及数据的支持,可实现快捷解析和存储,为多种类型数据提供更好支持、企业信息管理、内置高级分析、移动商业智能等。并提供了对企业基础架构最高级别的支持,专门针对关键业务应用的多种功能与解决方案提供最高级别的可用性,并提供更多更全面的功能以满足不同人群对数据的需求,包括支持来自不同网络环境的数据交互,全面的自助分析等创新功能等。

本书作者长期从事计算机相关专业的教学与科研工作,不仅积累了丰富的教学经验,而且还有多年数据库应用系统的研发设计经历和成果。本书是上海市高校精品课程“数据库原理及应用”的特色教材和丰富课程资源建设等新成果,是在《数据库原理应用与实践》(第 2 版)实际教学和应用的基础上,经过在新知识体系结构、新内容、新技术、新方法、新应用和“新形态”数字化等方面的优化、整合、修改和完善后的第 3 版教材,特别注重突出实用性特色和新技术、新应用、新案例、新成果,同时吸收借鉴了国内外一些经验和规范,特此奉献给广大师生教学和交流。

本书共分 11 章,重点结合最新的 SQL Server 2016,介绍数据库的基本原理、新技术、新应用和新方法。主要内容包括数据库基础知识、关系数据库基本理论、SQL Server 2016 新功能特点、常用的数据库与表操作、查询与增删改数据操作、索引及视图、存储过程及触发器、T-SQL 应用编程、数据库安全、数据库应用系统设计(综合应用)、数据库新技术、数据库应用同步实验和典型案例等。书中带“*”部分为选学内容。

本书主要体现“教、学、练、做、用一体化”，突出“实用、特色、新颖、操作性”。旨在重点介绍数据库的最新成果、基本原理、新技术、新方法和实际应用。其**特点**如下。

(1) 内容先进,结构新颖。吸收了国内外大量的新知识、新技术和新方法。注重科学性、先进性、操作性。图文并茂、学以致用。每章配有“教学目标”、案例和“讨论思考”等。

(2) 注重实用性和特色。坚持“实用、特色、规范”原则,突出实用及素质能力的培养,增加大量案例和同步实验,在内容安排上将理论知识与实际应用有机结合。

(3) 资源配套,便于教学。为了方便师生教学,通过高等教育出版社数字课程网站和**上海市高校精品课程“数据库原理及应用”网站**(<http://jiatj.sdju.edu.cn>)提供动画演练视频、教学大纲及教案、常用教学文档、示例数据库、程序代码、实验指导、网上在线测试和复习资料,并配有上海市高校精品课程配套教材《数据库原理及应用学习与实践指导》,包含学习要点、详尽实验及课程设计指导、习题与实践练习、复习试卷和答案等丰富资源。

本书由“十三五”国家重点出版规划项目暨上海市高校优秀教材奖获得者、上海市高校精品课程“数据库原理及应用”负责人贾铁军教授任主编,编写第1章、第3章、第4章和第6章并统稿,上海高校优质在线课程建设项目负责人谷伟副教授任主编并编写第10章,俞小怡副教授(大连理工大学)任副主编并编写第5章,王冠(辽宁警察学院)任副主编并编写第2章和第8章,万程(南京医科大学)任副主编并编写第7章和第11章,戴春妮副教授(上海建桥学院)编写第9章,王坚(辽宁对外经贸学院)完成了目录、参考文献、部分实验、习题解答和课件制作等,并对全书的文字、图表进行了校对、编排,查阅了相关资料等。部分教师参加了本书编写大纲的讨论、编写审校等工作。

非常感谢高等教育出版社为本书的编写与出版提供了重要的帮助和指导意见。同时,感谢对本书编写给予大力支持及帮助的院校及企业领导和同人。对编写过程中参阅的大量重要文献资料难以完全准确注明,在此对相关作者深表诚挚谢意!

由于内容庞杂、技术更新迅速、时间仓促及水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请海涵见谅!欢迎提出宝贵意见和建议。主编邮箱:jiatj@163.com。

编著者

2017年6月于上海

目录

第1章 数据库系统概述 1	
1.1 数据库系统的发展、概念及特点 1	
1.1.1 数据库系统的发展及趋势 1	
1.1.2 数据库系统的相关概念 6	
1.1.3 数据库的特点、内容及应用 8	
1.2 数据库系统的数据模型 10	
1.2.1 数据模型的概念及类型 10	
1.2.2 概念模型的相关概念和表示 12	
1.2.3 常用的逻辑模型概述 18	
1.3 数据库系统的组成和结构 24	
1.3.1 数据库系统的组成 24	
1.3.2 数据库系统的部署结构 25	
1.3.3 数据库系统的模式结构 27	
1.4 数据库管理系统概述 29	
1.4.1 数据库管理系统的模块组成 29	
1.4.2 数据库管理系统的主要功能 30	
1.4.3 数据库管理系统工作模式和机制 31	
1.5 实验1 概念模型的画法及应用 32	
1.5.1 实验目的 32	
1.5.2 实验内容及步骤 33	
1.5.3 实验应用练习 36	
1.6 本章小结 37	
1.7 练习与实践1 38	
第2章 关系数据库基础 41	
2.1 关系模型概述 41	
2.1.1 关系模型常用概念 41	
2.1.2 关系的类型和性质 44	
2.1.3 E-R图转换为关系模型的方法 44	
2.2 关系模型的完整性 47	
2.3 常用的关系运算 49	
2.3.1 关系运算的种类及运算符 49	
2.3.2 常用传统的关系运算 49	
2.3.3 常用专门的关系运算 52	
*2.4 关系演算与查询优化 58	
2.4.1 关系演算概述 58	
*2.4.2 查询优化常用规则及算法 59	
2.5 常量变量函数和表达式 62	
2.5.1 常规标识符及使用规则 62	
2.5.2 常量和变量的表示及用法 63	
2.5.3 常用函数及其用法 66	
2.5.4 常用表达式的用法 73	
2.6 实验2 常量变量函数及表达式应用 75	
2.6.1 实验目的 75	
2.6.2 实验内容及步骤 75	
2.7 本章小结 79	
2.8 练习与实践2 79	
第3章 SQL Server 2016 概述 82	
3.1 SQL Server 的概念和进展 82	
3.1.1 SQL Server 的概念及发展概况 82	
3.1.2 SQL Server 版本发布时间和开发代号 83	

3.2 SQL Server 2016 的功能及特点	84
3.2.1 SQL Server 2016 的主要功能	84
3.2.2 SQL Server 2016 的主要特点	85
3.2.3 SQL Server 2016 版本及对应功能	87
3.3 SQL Server 2016 体系结构和文件	88
3.3.1 SQL Server 2016 的体系结构	88
3.3.2 数据库的种类及文件	93
3.4 数据库命令语法规则和特点	96
3.4.1 T-SQL 语法规则概述	96
3.4.2 T-SQL 的特点及注释语句	98
3.5 实验 3 SQL Server 2016 安装及操作界面	99
3.5.1 实验目的	99
3.5.2 实验要求及安排	99
3.5.3 实验内容及步骤	99
3.5.4 上机常识:分离及附加数据库	105
3.6 本章小结	106
3.7 练习与实践 3	107
第 4 章 数据库、表及数据操作	109
4.1 数据库的常用操作	109
4.1.1 建立(定义)数据库操作	109
4.1.2 修改数据库的操作方法	112
4.1.3 打开、切换和关闭数据库	113
4.1.4 删除数据库的操作	114
4.2 数据表的常用操作	115
4.2.1 建立(定义)数据表	116
4.2.2 修改和删除数据表	119
4.3 数据查询操作	120
4.3.1 数据查询语句及用法	121
4.3.2 条件查询和模糊查询	122
4.3.3 排序查询、多表连接查询和嵌套查询	125
4.4 数据更新常用方法	129
4.4.1 插入数据的操作方法	129
4.4.2 修改数据的方法	130
4.4.3 删除数据的操作	131
4.5 实验 4 数据库、表及数据操作	132
4.5.1 实验目的	132
4.5.2 实验内容及步骤	133
4.6 本章小结	142
4.7 练习与实践 4	143
第 5 章 索引及视图应用	145
5.1 数据库索引及其应用	145
5.1.1 索引的概念及特点	145
*5.1.2 索引的结构及原理	146
5.1.3 索引的常用类型	148
5.1.4 创建索引的策划设计	150
5.2 常用的索引操作	151
5.2.1 索引的创建及应用	151
5.2.2 索引的修改、更新与删除	157
5.3 视图及其应用	159
5.3.1 视图的概念和作用	159
5.3.2 视图的种类和特点	160
5.4 视图的常用操作	161
5.4.1 视图的策划和创建	161
5.4.2 视图修改、重命名及删除	164
5.4.3 查询视图及有关信息	165
5.4.4 利用视图更新数据	168
*5.5 特殊类型视图的应用	170
5.5.1 索引视图的概念和创建	170
5.5.2 分区视图及更新数据方法	173
5.6 实验 5 索引和视图操作	175
5.6.1 实验目的	175
5.6.2 实验内容及步骤	175
5.7 本章小结	178

5.8 练习与实践 5	179	7.3.1 顺序结构	217
*第 6 章 存储过程与触发器	181	7.3.2 BEGIN...END 结构	219
6.1 存储过程概述	181	7.3.3 选择结构	220
6.1.1 存储过程的概念及作用	181	7.3.4 循环结构	224
6.1.2 存储过程的特点和类型	182	7.3.5 其他语句应用	226
6.2 存储过程常用操作方法	183	*7.4 嵌入式 SQL 概述	227
6.2.1 创建存储过程的方法	183	7.5 实验 7 T-SQL 应用编程	229
*6.2.2 创建参数化的存储过程	185	7.5.1 实验目的	229
6.2.3 存储过程的查看	187	7.5.2 实验内容及步骤	229
6.2.4 存储过程的修改	189	7.5.3 实验练习	231
6.2.5 存储过程的更名和删除	190	7.6 本章小结	231
*6.3 触发器常用操作	191	7.7 练习与实践 7	232
6.3.1 触发器基本概念	191	第 8 章 数据库安全	234
6.3.2 创建触发器常用操作	193	8.1 数据库安全的概念和目标	234
6.3.3 INSERT 触发器的工作方式	194	8.1.1 数据库安全的相关概念	234
6.3.4 DELETE 触发器的工作方式	195	*8.1.2 数据库安全的层次结构	235
6.3.5 UPDATE 触发器的工作方式	196	8.1.3 数据库的安全措施和目标	236
6.3.6 INSTEAD OF 触发器的 工作方式	197	8.2 数据库安全技术和机制	239
6.4 实验 6 存储过程及 触发器操作	198	8.2.1 数据库安全的常用技术	239
6.4.1 实验目的	198	8.2.2 数据库的安全策略和机制	240
6.4.2 实验内容及步骤	198	8.3 身份认证和访问控制	243
6.5 本章小结	202	8.3.1 数据库用户的安全管理	243
6.6 练习与实践 6	202	8.3.2 数据库用户安全应用	244
第 7 章 T-SQL 应用编程	204	8.4 并发控制和封锁技术	246
7.1 用 SSMS 开发 T-SQL 的方法	204	8.4.1 并发事件与并发控制	246
7.1.1 用 SSMS 开发 T-SQL 的步骤	204	8.4.2 并发操作与数据的不一致性	247
7.1.2 用 SSMS 快速执行表的 查询语句	208	8.4.3 并发控制的封锁技术	248
7.2 批处理、脚本及事务	210	8.5 数据库的备份及恢复	249
7.2.1 批处理概述	210	8.5.1 数据库的备份	249
7.2.2 脚本的概念及用途	213	8.5.2 数据库的恢复	250
7.2.3 事务的特征及应用	213	8.6 实验 8 数据库备份及恢复 操作	251
7.3 流程控制语句	217	8.6.1 实验目的	251
		8.6.2 实验要求	251
		8.6.3 实验内容及步骤	251

8.7 本章小结	255	10.3 数据库设计文档	309
8.8 练习与实践 8	256	10.4 数据库应用程序设计案例	310
第 9 章 关系数据库的规范化	259	10.4.1 需求分析	311
9.1 数据库的规范化问题	259	10.4.2 数据库设计	312
9.1.1 规范化理论研究的内容	259	10.4.3 数据库实施与维护	314
9.1.2 关系模式的异常问题	260	10.5 实验 9 数据库应用系统 设计	315
9.2 函数依赖概述	262	10.5.1 实验目的	315
9.2.1 函数依赖的概念	262	10.5.2 实验内容及步骤	316
9.2.2 函数依赖的逻辑蕴含	262	10.6 本章小结	316
9.2.3 函数依赖的推理规则	263	10.7 练习与实践 10	317
9.2.4 属性集的闭包及算法	265	第 11 章 数据库新技术	319
9.2.5 候选键的求解和算法	265	11.1 云数据库及分布式 数据库	319
9.2.6 函数依赖推理规则的完备性	267	11.1.1 云数据库技术	319
9.2.7 最小函数依赖集	267	11.1.2 分布式数据库	321
*9.3 关系模式的分解	269	11.2 大数据及主动数据库	323
9.3.1 模式分解问题	269	11.2.1 大数据概述	323
9.3.2 无损分解及测试方法	269	11.2.2 主动数据库	325
9.3.3 保持函数依赖的分解	272	11.3 数据挖掘与数据仓库	329
9.4 关系模式的范式及规范化	273	11.3.1 数据挖掘	329
9.4.1 关系模式的范式	274	11.3.2 数据仓库	331
9.4.2 关系模式的规范化	281	11.4 数据库其他新技术	334
9.5 本章小结	282	11.4.1 多媒体数据库	334
9.6 练习与实践 9	283	11.4.2 工程数据库	336
第 10 章 数据库应用系统设计	286	11.4.3 并行数据库	337
10.1 数据库设计概述	286	11.4.4 空间数据库	339
10.1.1 数据库设计的任务和特点	286	11.4.5 移动数据库	340
10.1.2 数据库设计方法概述	287	11.4.6 微小型数据库	341
10.1.3 数据库开发的基本步骤	288	11.4.7 知识数据库系统	342
10.2 数据库应用系统开发	290	11.5 数据库新技术应用 发展趋势	343
10.2.1 系统需求分析	290	11.6 本章小结	345
10.2.2 概念结构设计	293	附录 练习与实践部分参考答案	346
10.2.3 逻辑结构设计	301	参考文献	354
10.2.4 数据库物理设计	305		
10.2.5 数据库的实施	307		
10.2.6 数据库运行和维护	308		

第 1 章 数据库系统概述

进入 21 世纪现代信息化社会,信息、物质、能源已经成为人类赖以生存和发展的三大支柱,数据库技术是计算机科学与技术中发展最快、应用最广泛的重要分支,已成为各种业务数据处理、数据资源共享、信息化服务的重要基础和核心,并与计算机网络、人工智能一起被称为计算机界三大热门技术。通过学习数据库有关知识和技术,可以为未来的业务数据处理和就业奠定重要基础。



第 1 章
数据库
系统概述

 学习意义
学习数据库技术的重要作用

 教学课件
第 1 章课件

教学目标

- ① 了解数据库系统的发展及其主要趋势。
- ② 熟悉数据、数据处理和数据库等相关概念。
- ③ 掌握数据库技术的主要特点、内容和应用。
- ④ 理解数据库系统的组成、部署及模式结构。
- ⑤ 掌握数据库管理系统功能、组成和工作模式。
- ⑥ 学会概念模型与数据模型及其实际应用。

1.1 数据库系统的发展、概念及特点

【案例 1-1】数据库技术及应用重要且广泛。著名未来学家阿尔文·托夫勒曾指出:“谁掌握了信息,谁控制了网络,谁就将拥有整个世界”。现实世界,信息无处不在、数据无处不用,数据库技术是各种业务数据处理系统的核心。数据库的建设规模、数据量和应用深度已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志,世界各国高度重视数据资源和数据库技术,并纳入重要优先发展战略。

1.1.1 数据库系统的发展及趋势 知识拓展 数据库发展

1. 人工数据管理阶段

20 世纪 50 年代中期前,以电子管为器件的电子计算机主要用于科学计算。以打孔纸带机、

磁带机、卡片机为外部存储设备,没有操作系统与数据文件管理软件。只靠手工方式用纸卡片或表格等记载、存储、查询和修改数据。

人工数据管理阶段的主要特点如下。

① 数据面向应用。数据对应不同的应用程序,数据改变时程序也随之变更,不同应用程序间不能共享数据,造成数据冗余且不一致。

② 数据不独立。当应用程序改变时,数据的逻辑结构和物理结构也随之变化。

③ 数据无法存取。数据同程序一起输入,处理结果不能长期保存及重复使用。

④ 没有数据文件管理软件。由程序员设计并安排数据组织方式,数据由应用程序管理,无数据文件处理软件。

2. 文件系统管理数据阶段

20世纪50年代中期到60年代中期,计算机以晶体管为主要器件,磁盘作为存储设备,数据可用文件的形式存储,操作系统、汇编等语言的出现促进对文件的管理。计算机不仅用于科学计算,还扩展到预订机票等多种业务数据的管理。此阶段的特点如下。

① 数据以文件形式保存。各种数据以文件保存在计算机,只能以文件存取,如同电子表格。

② 数据无法共享。文件在文件系统中仍面向应用,各种文件用同一数据时需建立各自文件,而不能共享,致使数据冗余度大且占用更多存储空间。

③ 数据不独立。软件同业务数据及结构互相关联影响,难以修改维护。

④ 数据管理功能简单。使用文件系统进行数据管理,可减少程序员的工作。此阶段应用和数据文件之间的关系如图1-1所示。

随着数据种类和数量的快速增加,文件系统的缺点逐渐突显,主要包括数据不共享冗余大,数据不一致,数据文件缺乏关联。

知识拓展
文件系统的缺点

3. 初期数据库阶段

20世纪60年代后期到80年代,业务数据快速发展及迫切需求极大地促进了数据库技术产生、发展和数据库管理系统的研发,数据库成为计算机领域中最具影响力和发展潜力、应用范围最广、成果最显著的技术,开始进入“数据库时代”。

微视频
数据库发展概述

知识拓展
数据库产生

初期数据库阶段的主要特点如下。

① 数据共享。数据面向整个系统不再面向单一应用,数据可被多用户、多应用共享。数据库与网络技术结合扩展应用,数据共享程度高且减少冗余,节约存储空间。

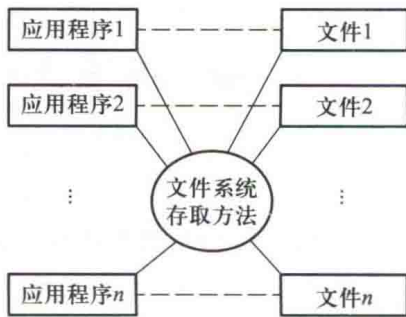


图1-1 应用和数据文件间的关系

② 数据统一管理控制。数据库管理系统自动检测用户身份及操作合法性、数据一致性和相容性,保证数据符合完整性约束条件、数据安全性和完整性,以并发控制多用户同时对数据操作,保证共享及并发操作,恢复功能保障及出现意外时的自动恢复。

③ 独立性强。应用程序与数据库中的数据相互独立,当数据的物理结构和逻辑结构更新变化时,不影响应用程序使用数据,反之修改应用程序不影响数据。

④ 结构化集成。数据库系统以统一数据结构方式使数据结构化;全局的数据结构由多个应用程序共同调用共享,各程序可以调用局部结构的数据,全局与局部的结构模式构成数据集成。

4. 高级数据库阶段

从 20 世纪 80 年代后,数据库技术在商业领域取得巨大成功,促进了很多新的应用领域和业务的发展,特别是手机等广泛应用,使得数据库技术快速发展,面向对象数据库技术及数据库同其他技术的结合也产生了很多高级数据库技术,详见第 11 章。

(1) 分布式数据库技术

由于企事业单位跨地区业务的发展,IT 技术发展和异地用户对数据共享的需求,产生了**分布式数据库系统 (Distributed Database Systems)**,**主要特点**有以下 5 个。

① 以本地为主处理大部分数据。将各种业务数据及时在当地处理后汇集,提高了整个系统的处理速度且可提高安全可靠,并以复制技术实现网络数据共享。

② 各地终端数据通过网络互联。本地终端不能单独完成的处理任务,可以通过通信网络得到其他数据库系统和终端的支持。

③ 降低中心数据库和数据传输负载。数据物理上分布各地,逻辑上形成相互联系的整体,实现数据物理分布性和逻辑整体性,降低中心数据库和数据传输负载。

④ 系统安全可靠更高。整体更安全可靠,局部意外事故不影响其他部分运行。

⑤ 系统分布扩展便捷。数据库集中于分布式数据库系统,有利于实现分布及扩充。

集中管理和分布处理是分布式数据库系统的两大任务,其具体结构如图 1-2 所示。

(2) 面向应用领域的专用数据库

数据库技术经过数十年发展,形成了完善的理论体系和实用技术。为了更好地适应多种业务需求,根据各应用领域特点,将数据库技术用于特定领域,研发出专用的科学数据库、工程数据库、地理数据库、统计数据库、空间数据库、大数据等数据库,以及数据仓库和数据挖掘等技术,数据库新技术快速发展如图 1-3 所示。

(3) 面向对象数据库技术

对于一些较为特殊的数据结构类型复杂的应用领域,如地理数据、多媒体数据、多维表格数据、计算机辅助设计 CAD 数据等应用问题,需要特殊的数据库技术,产生了面向对象数据库技术,便于构造、管理与维护大容量的持久数据,并与大型复杂程序紧密结合,具体内容将在 11.2 节中进行介绍。

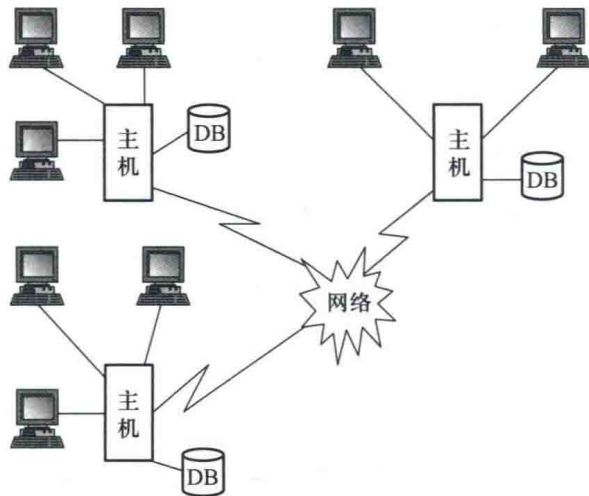


图 1-2 分布式数据库系统

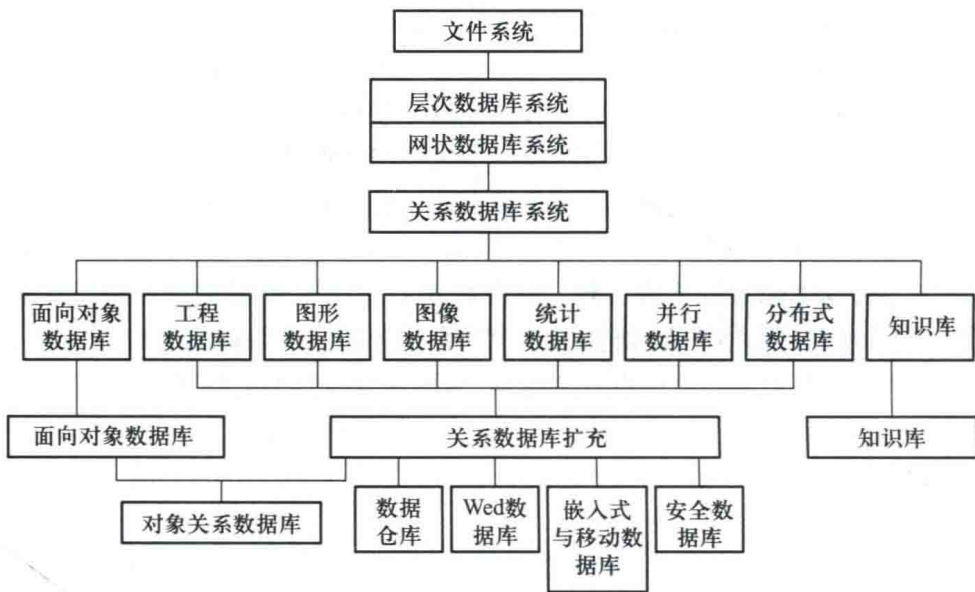


图 1-3 数据库技术发展简图

5. 数据库技术的发展趋势

借鉴数据库应用及多家分析机构的评估,数据库技术将以社会需求为导向,面向实际应用,并与计算机网络和人工智能等技术结合,为新型服务提供多种支持。

(1) 云数据库和混合数据快速发展

云数据库 (Cloud Database) 简称为**云库**,是在云计算环境中部署和虚拟化的数据库。将各种关系型数据库看成一系列简单的二维表,并基于简化版本的 SQL 或访问对象进行操作。使传统关系型数据库通过提交一个有效的链接字符串即可加入云数据库,云数据库可解决数据集中

更广泛的异地资源共享问题。



(2) 数据集成与数据仓库

数据仓库 (Data Warehouse) 是面向主题、集成、相对稳定且反映历史变化的数据集合,是决策支持系统和联机分析应用数据源的结构化数据环境。以面向主题、集成性、稳定性和时变性为特征。主要侧重对企事业单位历史数据的综合分析利用,找出对机构发展有价值的信息,协助决策,支持提高效益。新一代数据库使数据集成和数据仓库的实施更简捷。从数据应用逐步过渡到数据服务,开始注重处理关系型与非关系型数据的融合、分类、国际化多语言数据。详见第 11 章。



(3) 主数据管理和商务智能

在企事业单位内部业务整合和系统互联中,许多机构具有相同业务应用的数据被多次反复定义和存储,导致数据大量冗余成为 IT 环境发展的障碍,为了有效使用和管理这些数据,主数据管理已经成为一个新的研究热点和方向。

商务智能 (Business Intelligence) 是指利用数据仓库及数据挖掘技术对业务数据分析处理并提供决策信息和报告,促进企业利用现代信息技术收集、管理和分析商务数据,改善决策水平,提升绩效,增强综合竞争力的智慧和能力的技术。是主要融合了先进信息技术与创新管理理念的结合体,集成企业内外的数据,处理并从中提取能够创造商业价值的信息,面向企业战略并服务于管理层。

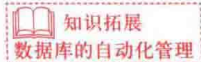


(4) 大数据促进新型数据库

进入大数据时代,产生大数据量、高并发、分布式和实时性的需求,传统的数据库技术的数据模型和预定义的操作模式时常难以满足实际需求,致使新型数据库在大数据的场景下将取代传统数据库成为主导。

(5) 利用网络自动化管理

网购、网银等网络数据库应用系统的广泛应用,使数据库管理更加自动化。从企业级到世界级的转变,提供更多基于互联网环境的管理方式,完成数据库管理网络化。应用程序编程接口 API (Application Programming Interface) 更开放,基于浏览器端技术的管理技术为分布远程管理提供了极大的便利。



(6) 其他新技术的发展方向

部分观点认为,面向对象的数据库技术与关系数据库技术相结合,将成为下一代数据库技术的发展主流。数据库技术与多学科技术的有机结合、非结构化数据库、演绎面向对象数据库技术将成为数据库技术发展的新方向。

数据仓库和电子商务将成为未来数据库技术及市场发展的两大方向。数据库技术的实践性发展是面向专门应用领域的数据库技术。此外,PHP (Hypertext Preprocessor,超文本预处理器)

将促进数据库产品应用。数据库还可以将与具体业务语义的数据内容融合,将更广泛地用于各种“信息服务”。

1.1.2 数据库系统的相关概念

1. 数据的概念及分类

数据 (Data) 是客观事物特征描述的符号记录,是信息的表达方式和载体,是利用信息技术进行采集、处理、存储和传输的基本对象。通常,数据分为两大类:数值数据和非数值数据,表现为文字、数字、符号、表格、图形、图像、声音、视频等形式。也可从应用上细分为数值型、字符型、时间型、货币型或其他类型,具体参见 2.5 节介绍。



数据的概念包括描述事物特性的内容、存储在某种媒体上的数据形式和含义。数据的含义称为**数据的语义**(信息),数据与其语义合为一体不可分离。在实际业务处理过程中,各种信息只有经过数据载体的描述和表示,才能进行采集、传输、存储、管理与处理,并产生新的更有价值的**数据(提供信息)**,如网站上的图书数据。

数据与信息的区别和联系如下。数据是信息的载体和具体表示形式,是信息的一种符号化表示,是物理性的。数据经过处理后可得到更多有价值的新信息。信息来源于数据,反映数据的含义,是观念性的,信息以数据的形式表示、存储、传输和处理。信息以人为需要所采用的数据表示形式及方式方法进行表示,如文字、图像、语音等,数据的表现形式可以选择,而信息不随着数据表现形式而改变,如气象信息。

2. 数据处理与数据管理

业务数据处理技术发展及应用的广度和深度极大地促进了人类信息化的进程。

数据处理 (Data Processing) 是对数据进行采集、存储、检索、加工、变换和传输的过程。这是广义的概念,狭义上只是指对数据进行加工的过程。对多种业务数据进行的查询、分类、修改、变换、运算、统计、汇总等都属于数据处理。其**目的**是根据实际需要,从原有大量、庞杂、难理解的数据中抽取出有价值的新数据(信息),作为决策的依据,其实质是信息处理。可以借助数据库等技术处理和存取各种业务数据,快捷方便地充分利用各种数据(信息)资源。

数据处理方式有多种。数据处理方式的分类主要基于数据处理设备的结构方式、工作方式和数据的时间空间分布方式的不同。不同的处理方式要求不同的硬件和软件支持,每种处理方式都有各自特点,可以根据应用问题的实际环境选择合适的处理方式。**数据处理方式主要有 4 种**:① 以处理设备的结构方式区分,有联机处理方式和脱机处理方式;② 以数据处理时间的分配方式区分,有批处理方式、分时处理方式和实时处理方式;③ 以数据处理空间的分布方式区分,有集中式处理方式和分布处理方式;④ 以中央处理器的工作方式区分,有单道作业处理方式、多道作业处理方式和交互式处理方式。

数据管理 (Data Management) 是指采取管理方式对原数据进行基本加工的过程。如在数据处理过程中,数据采集、存储、检索、分类、传输等基本环节统称为数据管理。广义上数据管理也