



全国高等职业教育规划教材

SQL Server 2005 数据库技术与应用

主 编 赵丽辉 岳淑玲
副主编 郭明珠 张立辉 雷宇飞



电子教案下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

SQL Server 2005 数据库 技术与应用

主编 赵丽辉 岳淑玲

副主编 郭明珠 张立辉 雷宇飞

参编 王东恩 沈继伟 郑阳

主审 陈义辉 迟恩宇



机械工业出版社

本书全面、翔实地介绍了 SQL Server 2005 数据库的各种操作及数据库管理。主要内容包括：数据库基础知识、数据库及表的创建和管理、数据查询、视图与索引的创建和管理、Transact-SQL 语言编程、存储过程和触发器的创建与管理、游标与事务、数据库安全操作、数据库管理操作和数据库应用程序开发。

本书采用“理论实践一体化”的教学模式，从锻炼学生的思维能力以及运用概念解决问题的能力出发，将知识讲解和技能训练有机结合。内容编排循序渐进，结合一个项目实例“学生信息管理”，使学生可以围绕一个主线快速入门，由浅入深地学习。本书适合作为普通高等院校、高职高专计算机软件专业、网络专业、网站专业、信息管理和电子商务等专业的教材，也可作为计算机培训班的教材及广大微机用户的参考书。

本书配套授课电子课件，需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载，或联系编辑索取（QQ：1239258369，电话：010 - 88379739）。

图书在版编目（CIP）数据

SQL Server 2005 数据库技术与应用/赵丽辉，岳淑玲主编. —北京：机械工业出版社，2012.1

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 37080 - 2

I. ①S… II. ①赵… ②岳… III. ①关系数据库 - 数据库管理系统，SQL Server 2005 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 004842 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：鹿 征

责任印制：李 妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2012 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 17.75 印张 · 438 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 37080 - 2

定价：34.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心：(010) 88361066

销 售 一 部：(010) 68326294

销 售 二 部：(010) 88379649

读者购书热线：(010) 88379203

门户网站：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材

计算机专业编委会成员名单

主 任 周智文

副 主 任 周岳山 林 东 王协瑞 张福强
陶书中 龚小勇 王 泰 李宏达
赵佩华

委 员 (按姓氏笔画排序)

马 伟	马林艺	万雅静	万 钢
卫振林	王兴宝	王德年	尹敬齐
史宝会	宁 蒙	刘本军	刘新强
刘瑞新	余先锋	张洪斌	张 超
李 强	杨 莉	杨 云	罗幼平
贺 平	赵国玲	赵增敏	赵海兰
钮文良	胡国胜	秦学礼	贾永江
徐立新	唐乾林	陶 洪	顾正刚
康桂花	曹 毅	眭碧霞	梁 明
黄能耿	裴有柱		

秘 书 长 胡毓坚

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时,注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

SQL Server 2005 是微软公司 2005 年底推出的支持多种网络操作系统的数据库管理平台。它在 SQL Server 2000 的基础上,增强了许多功能,提高了可靠性、安全性、可用性、可编程性和易用性。

本书是作者在总结多年的数据库应用开发经验和一线教学经验的基础上编写而成的。本书的主要特点如下:

1. 知识结构编排合理。本书共 14 章,内容由浅入深,循序渐进的模式讲解,分别介绍采用 SQL Server Management Studio 和 Transact-SQL 语言进行数据库管理和操作,使初学者快速入门。

2. 理论实践一体化。理论与实践并重,用理论指导实践,将理论内容和技能实训安排在同一教学单元,使学生对数据库知识的学习具有迁移性。

3. 案例典型、实践性强。本书结合一个项目案例“学生信息管理”,针对不同内容编排了丰富的实例,实践性强,可以加深对数据库知识的理解和有效运用。

4. 渐进式教学模式。本书采用的教学环节是课堂讲授、课堂实训、本章小结和习题。按照概念、语法、课程示范、课堂实训的模式讲解,教师精讲,学生多练。

本书适用于高职高专计算机类学生、数据库自学和爱好者,也适用于数据库培训教材。本书主要编写人员赵丽辉、岳淑玲、郭明珠、张立辉、雷宇飞、王东恩。此外,参与编写与资料整理的还有沈继伟、郑阳。本书由陈义辉、迟恩宇主审。在编写过程中,虽然我们本着科学、严谨的态度,力求精益求精,但错误、疏漏在所难免,敬请广大读者批评指正!

编 者



优秀畅销书 精品推荐

C 语言程序设计实例教程

书号: ISBN 978-7-111-31648-0

作者: 李红 王强 定价: 28.00 元

推荐简言: 本书围绕全国计算机等级考试知识点来确定章节内容。旨在树立学生的程序设计思想, 培养学生编写与调试程序的能力。全书定位在“实例举例-知识点梳理-课堂精练-课后习题”的模式, 充分培养学生的创新能力、实践能力、自学能力。本书免费提供电子教案。

Visual C#程序设计应用教程

书号: ISBN 978-7-111-31994-8

作者: 郭力子 定价: 31.00 元

推荐简言: 本书突出实际应用, 注重能力培养。在内容的编排上, 注意做到简明扼要、由浅入深、循序渐进, 力求通俗易懂、简洁实用。立足于课堂教学和面向应用, 书中配有数量丰富的案例, 每一章配有实训练习题和习题。以便于读者掌握重点及提高程序设计动手能力。全面兼顾了知识介绍、编程能力培养和实践技能训练。

Java 语言程序设计

书号: ISBN 978-7-111-29567-9

作者: 汪远征 等 定价: 27.00 元

推荐简言: 本书采用当今各大 IT 公司的主流 Java 开发工具——Eclipse 软件作为编程环境, 采用 SWT 工具包作为图形界面 (UI) 开发工具, 并且介绍了可视化编程插件 Visual Editor 的使用方法。本书以知识带案例的形式, 将知识点分解成许多单元, 通过大量实用、经典的编程实例来介绍 Java 语言。各章内容均包含知识、实例、实训, 通过教师讲解实例, 学生上机实训, 达到快速掌握并应用所学知识的目的。本书免费提供电子教案。

Java Web 应用开发技术

书号: ISBN 978-7-111-33241-1

作者: 任文娟 等 定价: 28.00 元

推荐简言: 本书是 Java Web 应用开发技术的基础教程, 在内容章节的安排上由浅入深地介绍了 Web 应用开发技术的基本概念和 Java Web 开发环境的搭建及 Servlet、JSP、JavaBean、JDBC、MVC、Struts、Hibernate 等关键技术。书中列举的大量实例都具有较强的实用性, 而且关键技术章节中列举的综合实力是读者非常熟悉的“网上书店系统”中的子模块。本书免费提供电子教案。

Windows Server 2008 操作系统 应用教程

书号: ISBN 978-7-111-31052-5

作者: 汪荣斌 定价: 32.00 元

推荐简言: 本书的特点是详解了 Windows Server 2008 操作系统的基本知识, 突出操作系统的应用与管理技能的内容, 同时也为计算机类操作系统基础教育提供了一个知识平台。在内容编排上以实现具体操作任务的形式, 详细介绍系统操作的实用知识。本书免费提供电子教案。

Linux 操作系统案例教程

书号: ISBN 978-7-111-29807-6

作者: 彭英慧 定价: 29.00 元

推荐简言: 本书以 Red Hat Linux 9 为例, 对 Linux 进行全面详细的介绍。本书利用初学者的学习规律, 对每个知识点以及实例的讲解都注重通俗易懂、步骤详细, 并添加了相应的注释, 每一个章节中都有案例, 然后是对案例相关知识的讲解, 中间穿插案例的分解。本书免费提供电子教案。

目 录

出版说明

前言

第 1 章 数据库技术基础	1	2.3.2 使用 ALTER DATABASE 表达式 修改数据库	38
1.1 数据库技术概述	1	2.3.3 重命名数据库	40
1.1.1 数据库发展阶段	1	2.3.4 删除数据库	41
1.1.2 数据库系统	3	2.4 附加和分离数据库	42
1.1.3 数据模型	5	2.4.1 附加数据库	42
1.2 SQL Server 2005 基础	8	2.4.2 分离数据库	45
1.2.1 SQL Server 2005 新增功能	8	2.5 生成数据库脚本	46
1.2.2 SQL Server 2005 数据库版本 功能	10	小结	49
1.2.3 SQL Server 2005 的安装	11	习题	49
1.3 安装 SQL Server 2005 SP2	19	第 3 章 创建与维护表	51
1.4 启动/停止 SQL Server 服务	19	3.1 数据表的基础知识	51
1.5 学生信息管理数据库设计	20	3.1.1 SQL Server 2005 中的数据表	51
1.5.1 数据表功能及结构	20	3.1.2 设计数据表	52
1.5.2 表间关系	23	3.2 SQL Server 2005 系统数据 类型	53
小结	24	3.2.1 精确数字	53
习题	24	3.2.2 近似数字	55
第 2 章 创建与维护数据库	25	3.2.3 日期和时间	55
2.1 SQL Server 2005 数据库	25	3.2.4 字符串	55
2.1.1 数据库概述	25	3.2.5 Unicode 字符串	56
2.1.2 数据库文件组成	25	3.2.6 二进制字符串	56
2.1.3 系统数据库	28	3.2.7 其他数据类型	56
2.2 使用 SQL Server Management Studio 管理数据库	29	3.3 使用 SQL Server Management Studio 管理表	57
2.2.1 创建数据库	29	3.3.1 创建表	57
2.2.2 修改数据库	31	3.3.2 修改表结构	59
2.2.3 重命名数据库	33	3.3.3 自动编号字段	60
2.2.4 收缩数据库	34	3.3.4 删除表	61
2.2.5 删除数据库	35	3.3.5 表的更名	63
2.3 使用 Transact-SQL 管理数据库	36	3.4 使用 Transact-SQL 管理表	63
2.3.1 创建数据库	36	3.4.1 创建表	63
		3.4.2 修改表结构	65

3.4.3 删除表	66	5.3.4 自连接	104
3.4.4 使用系统存储过程 sp_rename 重命名表和表中的列名	67	5.4 子查询	105
3.5 表的数据操作	67	5.4.1 基本子查询语句	105
3.5.1 使用 INSERT 插入数据	68	5.4.2 子查询类型	105
3.5.2 使用 UPDATE 语句更新数据	70	5.4.3 记录操作语句中的子查询	107
3.5.3 删除数据	71	小结	110
小结	71	习题	110
习题	72	第6章 视图	112
第4章 实施数据完整性	73	6.1 视图的概念	112
4.1 数据完整性	73	6.2 使用 SQL Server Management Studio 管理视图	114
4.1.1 实体完整性	73	6.2.1 创建视图	114
4.1.2 域完整性	74	6.2.2 修改视图	115
4.1.3 引用完整性	74	6.2.3 重命名视图	116
4.1.4 用户自定义完整性	75	6.2.4 查看视图	116
4.2 使用约束实施数据完整性	75	6.2.5 删除视图	118
4.2.1 PRIMARY KEY 约束	75	6.3 使用 Transact-SQL 语言管理视图	118
4.2.2 UNIQUE 约束	78	6.3.1 创建视图	118
4.2.3 CHECK 约束	80	6.3.2 修改视图	121
4.2.4 FOREIGN KEY 约束	82	6.3.3 重命名视图	122
4.3 使用默认值	87	6.3.4 查看视图	122
4.3.1 DEFAULT 定义	87	6.3.5 删除视图	123
4.3.2 删除字段的默认值	88	6.4 使用视图	123
小结	88	6.4.1 通过视图查询数据	123
习题	88	6.4.2 通过视图修改数据	124
第5章 数据查询	90	小结	125
5.1 SELECT 语句结构	90	习题	125
5.2 使用 SELECT 查询数据	91	第7章 索引	127
5.2.1 FROM 子句	91	7.1 索引的概念	127
5.2.2 WHERE 子句	93	7.2 索引的类型	128
5.2.3 ORDER BY 子句	97	7.3 创建和管理索引	129
5.2.4 GROUP BY 子句	98	7.3.1 使用 SQL Server Management Studio 创建和管理索引	129
5.2.5 HAVING 子句	99	7.3.2 使用 Transact-SQL 语句创建和管理索引	131
5.2.6 COMPUTE BY 子句	100	7.4 全文索引	135
5.3 连接查询	101	7.4.1 使用“全文索引”向导创建	
5.3.1 内连接	101		
5.3.2 外连接	102		
5.3.3 交叉连接	104		

全文索引	135	9.5 常用的系统存储过程	177
7.4.2 使用 SQL Server Management Studio 管理全文索引	139	小结	179
7.4.3 使用 Transact-SQL 管理全文 索引	141	习题	179
小结	143	第 10 章 触发器	181
习题	143	10.1 触发器基本概述	181
第 8 章 Transact-SQL 语言编程		10.2 使用 SQL Server Management Studio 管理触发器	182
基础	144	10.2.1 创建触发器	182
8.1 Transact-SQL 语言概述	144	10.2.2 修改、删除和禁用触发器	183
8.2 批处理	145	10.3 使用 Transact-SQL 管理 触发器	183
8.3 脚本	146	10.3.1 创建和修改触发器	183
8.4 常量与变量	146	10.3.2 使用系统存储过程查看 触发器	185
8.4.1 常量	146	10.3.3 触发器重命名	186
8.4.2 变量	148	10.3.4 禁用与启用触发器	186
8.5 常用函数	152	10.3.5 删除触发器	186
8.5.1 字符串函数	152	10.4 设计触发器	186
8.5.2 日期时间函数	156	10.4.1 设计触发器的注意事项	186
8.5.3 数学函数	157	10.4.2 建立 AFTER INSERT 触发器	187
8.5.4 数据类型转换函数	159	10.4.3 建立 AFTER UPDATE 触发器	188
8.6 控制流语句	160	10.4.4 建立 AFTER DELETE 触发器	190
小结	165	10.4.5 建立 INSTEAD OF 触发器	190
习题	165	10.4.6 触发器综合应用	192
第 9 章 存储过程	166	小结	193
9.1 存储过程概述	166	习题	194
9.2 使用 SQL Server Management Studio 管理存储过程	167	第 11 章 游标与事务	195
9.2.1 创建和执行存储过程	167	11.1 游标	195
9.2.2 查看、删除和修改存储过程	168	11.1.1 游标的基本操作	195
9.3 使用 Transact-SQL 管理存储 过程	169	11.1.2 定位、更新和删除游标数据	198
9.3.1 创建和执行存储过程	169	11.2 事务	200
9.3.2 查看、删除和修改存储过程	171	11.2.1 事务概述	200
9.4 设计存储过程	173	11.2.2 自动提交事务	201
9.4.1 输入参数	173	11.2.3 显式事务	201
9.4.2 输出参数	175	11.2.4 隐式事务	202
9.4.3 加密存储过程	176	小结	204
9.4.4 设计存储过程的注意事项	177	习题	205

第 12 章 数据库安全操作	206	13.2 数据库恢复	239
12.1 SQL Server 2005 的安全性		13.2.1 数据库恢复概述	239
机制	206	13.2.2 执行数据库恢复	239
12.1.1 操作系统级的安全性	207	13.3 数据导入导出	241
12.1.2 SQL Server 级的安全性	207	13.3.1 数据导入导出概述	241
12.1.3 数据库级的安全性	207	13.3.2 数据导入	242
12.2 SQL Server 2005 的登录和		13.3.3 数据导出	248
用户	207	小结	253
12.2.1 身份验证模式	207	习题	253
12.2.2 使用 SQL Server Management		第 14 章 SQL Server 2005 实例——	
Studio 管理登录	209	学生信息管理系统	255
12.2.3 使用 SQL Server Management		14.1 系统概述	255
Studio 管理用户	212	14.2 系统设计	255
12.2.4 使用 Transact-SQL 语句管理		14.2.1 设计目标	255
登录和用户	216	14.2.2 开发及运行环境	256
12.3 SQL Server 2005 的权限管理 ..	217	14.3 数据库设计与实现	256
12.3.1 服务器权限	217	14.3.1 数据表说明	256
12.3.2 使用 SQL Server Management		14.3.2 数据表结构	256
Studio 管理数据库访问权限	217	14.3.3 存储过程	257
12.4 SQL Server 2005 的角色管理 ..	221	14.4 配置 Web. config	257
12.4.1 服务器角色	221	14.5 ADO. NET 与数据库访问	257
12.4.2 数据库角色	224	14.5.1 Connection 对象	258
12.4.3 应用程序角色	228	14.5.2 Command 对象	258
12.5 使用 SQL Server Management		14.5.3 DataReader 对象	259
Studio 管理架构	228	14.5.4 DataSet 对象和 DataAdapter	
小结	229	对象	260
习题	230	14.6 编写数据操作类	261
第 13 章 数据库管理操作	231	14.7 功能模块的设计	263
13.1 数据库备份	231	小结	272
13.1.1 数据库备份概述	231	习题	272
13.1.2 数据库备份设备	233	参考文献	273
13.1.3 执行数据库备份	236		

第1章 数据库技术基础



学习要点

- 数据库技术及数据库系统组成
- 数据模型
- 安装 SQL Server 2005 数据库管理软件
- 学生信息管理数据库表结构

1.1 数据库技术概述

数据库 (Database) 是按照数据结构来组织、存储和管理数据的仓库, 它产生于 20 世纪 60 年代, 随着信息技术和市场的发展, 特别是 20 世纪 90 年代以后, 数据管理不再仅仅是存储和管理数据, 而转变成用户所需要的各种数据管理的方式。数据库有很多种类型, 从最简单的存储有各种数据的表格到能够进行海量数据存储的大型数据库系统都在各个方面得到了广泛的应用。

1.1.1 数据库发展阶段

数据库发展阶段大致划分为如下几个阶段: 人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段、高级数据库阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期之前, 计算机的软硬件均不完善。硬件存储设备只有磁带、卡片和纸带, 软件方面还没有操作系统, 当时的计算机主要用于科学计算。这个阶段由于还没有软件系统对数据进行管理, 程序员在程序中不仅要规定数据的逻辑结构, 还要设计其物理结构, 包括存储结构、存取方法、输入输出方式等。当数据的物理组织或存储设备改变时, 用户程序就必须重新编制。由于数据的组织面向应用, 不同的计算程序之间不能共享数据, 使得不同的应用程序之间存在大量的重复数据, 很难维护应用程序之间数据的一致性。

这一阶段的主要特征可归纳为以下几点:

- 计算机中没有支持数据管理的软件。
- 数据组织面向应用, 数据不能共享, 数据重复。
- 在程序中要规定数据的逻辑结构和物理结构, 数据与程序不独立。
- 数据处理方式——批处理。

2. 文件系统阶段

这一阶段的主要标志是计算机中有了专门管理数据库的软件——操作系统 (文件管理)。

20 世纪 50 年代中期到 60 年代中期，由于计算机大容量存储设备（如硬盘）的出现，推动了软件技术的发展，而操作系统的出现标志着数据管理步入一个新的阶段。在文件系统阶段，数据以文件为单位存储在外存，且由操作系统统一管理。操作系统为用户使用文件提供了友好界面。文件的逻辑结构与物理结构脱钩，程序和数据分离，使数据与程序有了一定的独立性。用户的程序与数据可分别存放在外存储器上，各个应用程序可以共享一组数据，实现了以文件为单位的数据共享。

但由于数据的组织仍然是面向程序，所以存在大量的数据冗余，而且数据的逻辑结构不能方便地修改和扩充，数据逻辑结构的每一点微小改变都会影响到应用程序。由于文件之间互相独立，因而它们不能反映现实世界中事物之间的联系，操作系统不负责维护文件之间的联系信息。如果文件之间有内容上的联系，那也只能由应用程序去处理。

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后，随着计算机在数据管理领域的普遍应用，人们对数据管理技术提出了更高的要求：希望面向企业或部门，以数据为中心组织数据，减少数据的冗余，提供更高的数据共享能力，同时要求程序和数据具有较高的独立性，当数据的逻辑结构改变时，不涉及数据的物理结构，也不影响应用程序，以降低应用程序研制与维护的费用。数据库技术正是在这样一个应用需求的基础上发展起来的。

数据库技术有如下特点：

- 面向企业或部门，以数据为中心组织数据，形成综合性的数据库，为各应用程序共享。
- 采用一定的数据模型。数据模型不仅要描述数据本身的特点，而且要描述数据之间的联系。
- 数据冗余小，易修改、易扩充。不同的应用程序根据处理要求，从数据库中获取需要的数据，这样就减少了数据的重复存储，也便于增加新的数据结构，便于维护数据的一致性。
- 程序和数据有较高的独立性。
- 具有良好的用户接口，用户可方便地开发和使用数据库。
- 对数据进行统一管理和控制，提供了数据的安全性、完整性以及并发控制。

从文件系统发展到数据库系统，这在信息领域中具有里程碑的意义。在文件系统阶段，人们在信息处理中关注的中心问题是系统功能的设计，因此程序设计占主导地位。而在数据库方式下，数据开始占据了中心位置，数据的结构设计成为信息系统首先关心的问题，而应用程序则以既定的结构为基础进行设计。

4. 未来发展趋势

随着信息管理内容的不断扩展，出现了丰富多样的数据模型（层次模型，网状模型，关系模型，面向对象模型，半结构化模型等），新技术也层出不穷（数据流，Web 数据管理，数据挖掘等）。目前每隔几年，国际上一些资深的数据库专家就会聚集一堂，探讨数据库研究现状，存在的问题和未来需要关注的新技术焦点。过去已有的几个类似报告包括：1989 年 Future Directions in DBMS Research-The Laguna Beach Participants，1990 年 Database Systems: Achievements and Opportunities，1995 年的 Database 1991: W. H. Inmon 发表了《构建数据仓库》。

1.1.2 数据库系统

数据库系统 (DataBase System) 是由数据库及其管理软件组成的系统。它是为适应数据处理的需要而发展起来的一种较为理想的数据处理的核心机构。它是一个实际可运行的存储、维护和应用系统提供数据的软件系统,是存储介质、处理对象和管理系统的集合体。

1. 数据库系统简介

数据库系统 (DataBase System, DBS) 是一个实际可运行的存储、维护和应用系统提供数据的软件系统,是存储介质、处理对象和管理系统的集合体。它通常由软件、数据库和数据管理员组成。其软件主要包括操作系统、各种宿主语言、实用程序以及数据库管理系统。数据库由数据库管理系统统一管理,数据的插入、修改和检索均要通过数据库管理系统进行。数据管理员负责创建、监控和维护整个数据库,使数据能被任何有权使用的人有效使用。数据库管理员一般是由业务水平较高、资历较深的人员担任。

数据库系统的个体含义是指一个具体的数据库管理系统软件和用它建立起来的数据库。它的学科含义是指研究、开发、建立、维护和应用数据库系统所涉及的理论、方法、技术所构成的学科。在这一含义下,数据库系统是软件研究领域的一个重要分支,常称为数据库领域。

数据库系统是为适应数据处理的需要而发展起来的一种较为理想的数据处理的核心机构。计算机的高速处理能力和大容量存储器提供了实现数据管理自动化的条件。

数据库研究跨越了计算机应用、系统软件和理论 3 个领域,其中应用促进新系统的研制开发,新系统带来新的理论研究,而理论研究又对前两个领域起着指导作用。数据库系统的出现是计算机应用的一个里程碑,它使得计算机应用从以科学计算为主转向以数据处理为主,从而使计算机得以在各行各业乃至家庭普遍使用。在它之前的文件系统虽然也能处理持久数据,但是文件系统不提供对任意部分数据的快速访问,而这对数据量不断增大的应用来说是至关重要的。为了实现对任意部分数据的快速访问,就要研究许多优化技术。这些优化技术往往很复杂,是普通用户难以实现的,所以就由系统软件(数据库管理系统)来完成,而提供给用户的是简单易用的数据库语言。由于对数据库的操作都由数据库管理系统完成,所以数据库就可以独立于具体的应用程序而存在,从而数据库又可以为多个用户所共享。因此,数据的独立性和共享性是数据库系统的重要特征。数据共享节省了大量人力物力,为数据库系统的广泛应用奠定了基础。数据库系统的出现使得普通用户能够方便地将日常数据存入计算机并在需要的时候快速访问它们,从而使计算机走出科研机构进入各行各业和入家庭。

2. 数据库系统构成

数据库系统一般由 4 个部分组成:数据库、数据库管理系统 (DBMS)、数据库管理员 (DBA)、用户和应用程序

(1) 数据库

数据库,即存储在磁带、磁盘、光盘或其他外存介质上,按一定结构组织在一起的相关数据的集合,是依照某种数据模型组织起来并存放二级存储器中的数据集合。这种数据集合具有如下特点:尽可能不重复,以最优方式为某个特定组织的多种应用服务,其数据结构独立于使用它的应用程序,对数据的增、删、改和检索由统一软件进行管理和控制。

(2) 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是一组能完成描述、管理、维护数据库的程序系统。它按照一种公用的和可控制的方法完成插入新数据、修改和检索原有数据的操作。具体功能如下:

- 数据定义功能。管理系统软件具有专门的数据定义语言, 用于描述数据库的结构。例如, 关系型数据库管理系统的标准语言 Transact-SQL 有 CREATE、ALTER、DROP 等命令, 分别用来创建、修改和删除关系数据库的二维表结构。除此之外, Transact-SQL 语言还具有定义数据库中数据之间的约束条件、定义二维数据表之间的关系等功能。
- 数据操作功能。数据管理系统提供的数据库操作功能, 可以支持用户对数据库中的数据进行查询、追加、插入、删除、修改、更新、统计和排序等操作。不同的数据库管理系统实现数据库操作的方法和命令格式不尽相同, 然而大多数的数据库管理系统都支持 Transact-SQL 语言, 因而可通过相应的 SQL 命令来实现各种数据库操作。
- 控制和管理功能。数据库管理系统须具有控制和管理功能, 以保障数据源的安全, 而安全措施包括对数据的备份与恢复、数据转换、用户身份检查和用户权限控制等。数据库系统规模越大, 这类功能的要求也就越强。
- 数据字典。数据库管理系统通常提供数据字典功能, 以便对数据库中数据的各种描述进行集中管理。数据字典中存放了系统中所有数据的定义和设置信息, 如字段的属性、字段间的规则和记录间的规则、数据表间的联系等。用户可以利用数据字典功能, 为数据表的字段设置默认值、创建表之间的关系等。

总之, 数据库管理系统是用户和数据库之间的交互界面, 在各种计算机软件中, 数据库管理系统软件占有极为重要的位置。用户只需通过它就能实现对数据库的各种操作与管理。在其控制之下, 用户在对数据库进行操作时, 可以不必关心数据的具体存储位置、存放方式以及命令代码执行的细节等问题, 就能完成对各种相关数据的处理任务, 而且可以保证这些数据的安全性、可靠性与一致性。

(3) 数据库管理员

数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA), 是一个负责管理和维护数据库服务器的人。数据库管理员负责全面管理和控制数据库系统。数据库管理员有如下主要职责:

- 决定数据库信息结构。数据库管理员必须参与数据库设计的全过程, 与用户、应用程序员和系统分析员紧密结合, 设计概念模式, 决定与应用有关的实体、实体之间的关系与属性。然后, 决定数据库信息结构, 设计数据库相关模式。
- 决定数据库的存储结构和存取策略。数据库管理员要综合各种用户的应用要求, 与数据库设计人员共同决定数据库的存储结构和存取策略, 充分优化数据库存储空间利用率和存取效率。
- 定义数据库系统的完整性约束条件。数据库管理员具有保证数据库安全性和完整性的职责。不同用户对数据库的存取权限、数据和保密级别及完整性约束条件等应由数据库管理员负责确定。
- 监督和控制数据库的使用和运行。数据库管理员负责监视数据库系统的运行情况, 及时处理运行过程中出现的问题, 尤其是遇到硬件、软件或人为故障时, 数据库管理员

必须能够在最短时间内把数据库恢复到正常状态，且尽可能不影响或少影响计算机系统其他部分的正常运行。为此，数据库管理员要定义和实施适当的备份和恢复策略。

- 数据库系统性能的改进。数据库管理员负责监视、分析系统空间利用率与处理效率等方面的性能，负责对运行状况进行记录、统计分析，根据应用环境不断改进数据库的设计。
- 数据库系统的更新重构。在数据库运行过程中，会有许多数据不断插入、删除和修改，时间久了会影响系统的性能。数据库管理员要定期按一定的策略对数据库进行重新组织。当用户的需求增加或改变时，还要对数据库进行较大的重构。

(4) 用户和应用程序

数据库系统的用户可以根据应用程序的不同，分为专业用户和最终用户。而一个数据库系统除了数据库管理软件之外，还必须有其他相关软件的支持，包括操作系统、编译系统以及应用软件开发工具等。对于大型的多用户数据库系统和网络数据库系统，则还需要多用户系统软件的支持。

3. 数据库系统的特点

数据库系统的特点包括：数据结构化、数据共享、数据独立性以及统一的数据控制。

1) 数据结构化。数据库中的数据是以一定的逻辑结构存放的，这种结构是由数据库管理系统所支持的数据模型决定的。数据库系统不仅可以表示事物内部各数据项之间联系，而且还可以表示事物和事物之间的联系。只有按一定结构组织和存放的数据，才便于对它们实现有效的管理。

2) 数据共享。数据共享是数据库系统最重要的特点。数据库中的数据能够被多个用户、多个应用程序所共享。此外，由于数据库中的数据被集中管理、统一组织，因而避免了不必要的数据库冗余。与此同时，还带来了数据应用的灵活性。

3) 数据独立性。在数据库系统中，数据与程序基本上是相互独立的，其相互依赖的程度大大减小。对数据结构的修改将不会对程序产生影响或者没有大的影响。相反，对程序的修改也不会对数据产生影响或者没有大的影响。

4) 统一的数据控制。数据库系统必须提供必要的数据安全保护措施，包括如下几项：

- 安全性控制。数据库系统提供安全措施，使得只有合法的用户才能进行其权限范围内的操作，以防止非法操作造成的数据破坏或泄露。
- 完整性控制。数据的完整性包括数据的正确性、有效性和一致性。数据库系统可以提供必要的手段来保证数据库中数据在处理过程中始终符合其事先规定的完整性要求。
- 并发操作控制。对数据的共享将不可避免地出现对数据的并发操作，不加控制的并发操作将导致相互干扰从而出现错误的结果，并使数据的完整性遭到破坏，因此必须采用数据锁定的方法对并发操作进行控制和协调。

通常，数据库关注的是数据，数据库管理系统强调的是系统软件，数据库系统则侧重数据库的整个运行系统。

1.1.3 数据模型

数据 (Data) 是描述事物的符号记录。模型 (Model) 是现实世界的抽象。数据模型 (Data Model) 是数据特征的抽象，是数据库管理的教学形式框架。数据库系统中用以提供

信息表示和操作手段的形式构架。数据模型包括数据库数据的结构部分、数据库数据的操作部分和数据库数据的约束条件。

1. 描述内容

数据模型所描述的内容包括 3 个部分：数据结构、数据操作、数据约束。

1) 数据结构：数据模型中的数据结构主要描述数据的类型、内容、性质以及数据间的联系等。数据结构是数据模型的基础，数据操作和约束都建立在数据结构上。不同的数据结构具有不同的操作和约束。

2) 数据操作：数据模型中数据操作主要描述在相应的数据结构上的操作类型和操作方式。

3) 数据约束：数据模型中的约束主要描述数据结构内数据间的语法、词义联系、它们之间的制约和依存关系，以及数据动态变化的规则，以保证数据的正确、有效和一致。

2. 数据模型的类型

数据模型按不同的应用层次分成 3 种类型：概念数据模型、逻辑数据模型、物理数据模型。

1) 概念数据模型 (Conceptual Data Model)：简称概念模型，主要用来描述世界的概念化结构，它使数据库的设计人员在设计的初始阶段，摆脱计算机系统及数据库管理系统的技术问题，集中精力分析数据以及数据之间的联系等，与具体的数据库管理系统无关。概念数据模型必须换成逻辑数据模型，才能在数据库管理系统中实现。在概念数据模型中最常用的是 E-R 模型、扩充的 E-R 模型、面向对象模型及谓词模型。

2) 逻辑数据模型 (Logical Data Model)：简称数据模型，这是用户从数据库所看到的模型，是具体的数据库管理系统所支持的数据模型，如网状数据模型 (Network Data Model)、层次数据模型 (Hierarchical Data Model) 等。此模型既要面向用户，又要面向系统，主要用于数据库管理系统的实现。

3) 物理数据模型 (Physical Data Model)：简称物理模型，是面向计算机物理表示的模型，描述了数据在储存介质上的组织结构，它不但与具体的 DBMS 有关，而且还与操作系统和硬件有关。每一种逻辑数据模型在实现时都有对应的物理数据模型。数据库管理系统为了保证其独立性与可移植性，大部分物理数据模型的实现工作由系统自动完成，而设计者只设计索引、聚集等特殊结构。

3. 3 种主要的逻辑数据模型

在上述数据模型中，数据库领域采用的逻辑数据模型有层次模型、网状模型和关系模型，其中应用最广泛的是关系模型。

(1) 层次模型

在具有层次模型的数据集合中，数据对象之间是一种依次的一对一或一对多的联系。在这种模型中，层次清楚，可沿层次路径存取和访问各个数据。层次数据模型如图 1-1 所示。

层次模型具有如下特点：

- 有且仅有一个根结点，其层次最高。
- 一个父结点向下可以有若干个子结点，而一个子结点向上只有一个父结点。
- 同层次的结点之间没有联系。