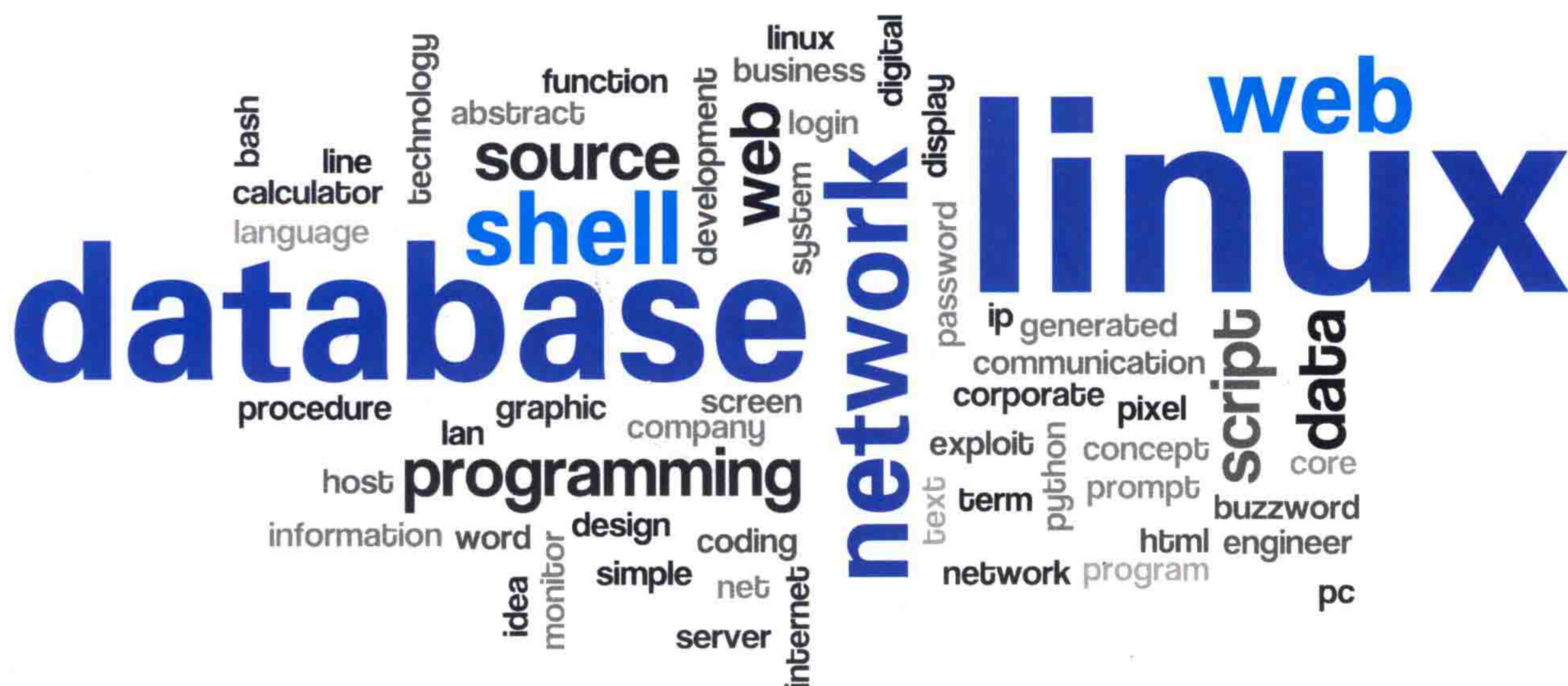




● 视频课程

● 案例素材

● 交流社区

● QQ 讨论组

数据库应用

主 编 肖 睿 于继武
副主编 杨高岭 刘玉强 李 震

 中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

云计算工程师系列

数据库应用

主 编 肖 睿 于继武

副主编 杨高岭 刘玉强 李 震



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书针对具备 Linux 基础的人群，主要介绍了关系型数据库 MySQL、非关系型数据库 MongoDB 的相关知识与应用，以生动详细的理论讲解、深入浅出的实战项目案例，帮助读者掌握现代主流数据库的应用。本书内容包括 MySQL 数据库基础、索引与事务、数据库管理、完全备份与恢复、增量备份与恢复、存储引擎等基础知识，之后的项目案例包括 MySQL 主从复制与读写分离、MongoDB 群集部署。

本书通过通俗易懂的原理讲解及深入浅出的案例分析，并配以完善的学习资源和支持服务，为读者带来全方位的学习体验，包括视频教程、案例素材下载、学习交流社区、讨论组等终身学习内容，更多技术支持请访问课工场 www.kgc.cn。

图书在版编目（C I P）数据

数据库应用 / 肖睿，于继武主编. -- 北京：中国水利水电出版社，2017.5
（云计算工程师系列）
ISBN 978-7-5170-5378-1

I. ①数… II. ①肖… ②于… III. ①关系数据库系统 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第099116号

策划编辑：祝智敏 责任编辑：周益丹 加工编辑：夏雪丽 封面设计：梁 燕

书 名	云计算工程师系列
作 者	数据库应用 SHUJUKU YINGYONG
出版发行	主 编 肖 睿 于继武 副主编 杨高岭 刘玉强 李 震 中国水利水电出版社 （北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038） 网 址：www.waterpub.com.cn E-mail：mchannel@263.net（万水） sales@waterpub.com.cn
经 售	电 话：（010）68367658（营销中心）、82562819（万水） 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京泽宇印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 12印张 282千字
版 次	2017年5月第1版 2017年5月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	39.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

丛书编委会

主 任：肖 睿

副主任：刁景涛

委 员：杨 欢 潘贞玉 张德平 相洪波 谢伟民

庞国广 张惠军 段永华 李 娜 孙 苹

董泰森 曾淳淳 王俊鑫 俞 俊

课工场：李超阳 祁春鹏 祁 龙 滕传雨 尚永祯

张雪妮 吴宇迪 曹紫涵 吉志星 胡杨柳依

李晓川 黄 斌 宗 娜 陈 璇 王博君

刁志星 孙 敏 张 智 董文治 霍荣慧

刘景元 袁娇娇 李 红 孙正哲 史爱鑫

周士昆 傅 峥 于学杰 何娅玲 王宗娟

前言

“互联网+人工智能”时代,新技术的发展可谓一日千里,云计算、大数据、物联网、区块链、虚拟现实、机器学习、深度学习等,已经形成一波新的科技浪潮。以云计算为例,国内云计算市场的蛋糕正变得越来越诱人,以下列举了 2016 年以来该领域发生的部分大事。

(1) 中国联通发布云计算策略,并同步发起成立“中国联通沃云+云生态联盟”,全面开启云服务新时代。

(2) 内蒙古斥资 500 亿元欲打造亚洲最大的云计算数据中心。

(3) 腾讯云升级为平台级战略,旨在探索云上生态,实现全面开放,构建可信赖的云生态体系。

(4) 百度正式发布“云计算+大数据+人工智能”三位一体的云战略。

(5) 亚马逊 AWS 和北京光环新网科技股份有限公司联合宣布:由光环新网负责运营的 AWS 中国(北京)区域在中国正式商用。

(6) 来自 Forrester 的报告认为,AWS 和 OpenStack 是公有云和私有云事实上的标准。

(7) 网易正式推出“网易云”。网易将先行投入数十亿人民币,发力云计算领域。

(8) 金山云重磅发布“大米”云主机,这是一款专为创业者而生的性能王云主机,采用自建 11 线 BGP 全覆盖以及 VPC 私有网络,全方位保障数据安全。

DT 时代,企业对传统 IT 架构的需求减弱,不少传统 IT 企业的技术人员面临失业风险。全球知名的职业社交平台 LinkedIn 发布报告,最受雇主青睐的十大职业技能中“云计算”名列前茅。2016 年,中国企业云服务整体市场规模超 500 亿元,预计未来几年仍将保持约 30% 的年复合增长率。未来 5 年,整个社会对云计算人才的需求缺口将高达 130 万。从传统的 IT 工程师转型为云计算与大数据专家,已经成为一种趋势。

基于云计算这样的大环境,课工场(kgc.cn)的教研团队几年前就开始策划的“云计算工程师系列”教材应运而生,它旨在帮助读者朋友快速成长为符合企业需求的、优秀的云计算工程师。这套教材是目前业界最全面、专业的云计算课程体系,能够满足企业对高级复合型人才的要求。参与本书编写的院校老师还有于继武、杨高岭、刘玉强、李震等。



课工场是北京大学下属企业北京课工场教育科技有限公司推出的互联网教育平台，专注于互联网企业各岗位人才的培养。平台汇聚了数百位来自知名培训机构、高校的顶级名师和互联网企业的行业专家，面向大学生以及需要“充电”的在职人员，针对与互联网相关的产品设计、开发、运维、推广和运营等岗位，提供在线的直播和录播课程，并通过遍及全国的几十家线下服务中心提供现场面授以及多种形式的教学服务，并同步研发出版最新的课程教材。

除了教材之外，课工场还提供各种学习资源和支持，包括：

- 现场面授课程
- 在线直播课程
- 录播视频课程
- 授课 PPT 课件
- 案例素材下载
- 扩展资料提供
- 学习交流社区
- QQ 讨论组（技术，就业，生活）

以上资源请访问课工场网站 www.kgc.cn。

本套教材特点

（1）科学的训练模式

- 科学的课程体系。
- 创新的教学模式。
- 技能人脉，实现多方位就业。
- 随需而变，支持终身学习。

（2）企业实战项目驱动

- 覆盖企业各项业务所需的 IT 技能。
- 几十个实训项目，快速积累一线实践经验。

（3）便捷的学习体验

- 提供二维码扫描，可以观看相关视频讲解和扩展资料等知识服务。
- 课工场开辟教材配套版块，提供素材下载、学习社区等丰富的在线学习资源。

读者对象

（1）初学者：本套教材将帮助你快速进入云计算及运维开发行业，从零开始逐步成长为专业的云计算及运维开发工程师。

（2）初中级运维及运维开发者：本套教材将带你进行全面、系统的云计算及运维开发学习，逐步成长为高级云计算及运维开发工程师。

课程设计说明

课程目标

读者学完本书后,能够掌握数据库相关操作与配置,设计、实施和维护数据库群集。

训练技能

- 掌握 MySQL 数据库的基本配置。
- 理解 MySQL 数据库的备份方式。
- 理解 MySQL 数据库的存储引擎。
- 掌握 MySQL 数据库主从复制、读写分离、多主多从的原理及配置。
- 掌握 MongoDB 数据库的基本配置。
- 掌握 MongoDB 数据库复制集及分片的配置。

设计思路

本书采用了教材 + 扩展知识的设计思路,扩展知识提供二维码扫描,形式为文档、视频等,内容可以随时更新,能够更好地服务读者。课工场网站提供了 Oracle 数据库的视频讲解,感兴趣的读者可登录网站观看。

教材分为 11 个章节、2 个阶段来设计学习,即 MySQL 数据库部分与 MongoDB 数据库部分,具体安排如下:

- 第 1 章~第 8 章介绍 MySQL 数据库基本操作等基础知识,要求掌握 MySQL 数据库备份与恢复、主从复制、读写分离、高可用、多主多从配置。
- 第 9 章~第 11 章介绍 MongoDB 数据库基本操作等基础知识,要求掌握 MongoDB 复制集与分片的相关内容。

章节导读

- 技能目标:学习本章所要达到的技能,可以作为检验学习效果的标准。
- 本章导读:对本章涉及的技能内容进行分析并展开讲解。
- 操作案例:对所学内容的实操训练。
- 本章总结:针对本章内容的概括和总结。
- 本章作业:针对本章内容的补充练习,用于加强对技能的理解和运用。
- 扩展知识:针对本章内容的扩展、补充,对于新知识随时可以更新。

学习资源

- 学习交流社区（课工场）
- 案例素材下载
- 相关视频教程

更多内容详见课工场 www.kgc.cn。



目 录

前言

课程设计说明

第 1 章 MySQL 数据库基础	1
1.1 数据库简介	2
1.1.1 使用数据库的必要性	2
1.1.2 数据库的基本概念	2
1.1.3 数据库发展史	4
1.1.4 关系数据库的基本概念	11
1.2 MySQL 服务基础	14
1.2.1 MySQL 的编译安装	14
1.2.2 访问 MySQL 数据库	17
1.3 使用 MySQL 数据库	19
1.3.1 查看数据库结构	19
1.3.2 创建及删除库和表	21
1.3.3 管理表中的数据记录	22
本章总结	24
本章作业	25
第 2 章 MySQL 索引与事务	27
2.1 数据库索引	28
2.1.1 索引及分类	28
2.1.2 创建及查看索引	30
2.2 MySQL 事务	34
2.2.1 事务的概念及特点	35
2.2.2 事务的操作	35
本章总结	39
本章作业	39
第 3 章 MySQL 数据库管理	41
3.1 用户与授权	42
3.1.1 用户管理	42

3.1.2 授权控制	46
3.2 MySQL 日志管理	50
3.3 数据乱码解决方案	54
本章总结	56
本章作业	56
扩展知识	56

第 4 章 MySQL 完全备份与恢复	57
4.1 MySQL 完全备份	58
4.1.1 数据库备份方式精讲	58
4.1.2 mysqldump 备份演练	60
4.2 MySQL 完全恢复	62
4.2.1 恢复整库操作	62
4.2.2 恢复表操作	65
4.2.3 MySQL 备份思路	67
4.2.4 完全备份恢复案例	67
本章总结	69
本章作业	70

第 5 章 MySQL 增量备份与恢复	71
5.1 MySQL 增量备份	72
5.1.1 增量备份的概念	72
5.1.2 增量备份实战演练	72
5.2 MySQL 增量恢复	75
5.2.1 增量恢复实战	75
5.2.2 企业恢复案例	81
本章总结	82
本章作业	83

第 6 章 MySQL 存储引擎 MyISAM 和 InnoDB..... 85

6.1 MyISAM 存储引擎 86

6.1.1 存储引擎介绍..... 86

6.1.2 MyISAM 的特点 87

6.1.3 MyISAM 适用的生产场景举例..... 88

6.2 InnoDB 存储引擎 89

6.2.1 InnoDB 特点介绍 89

6.2.2 InnoDB 适用的生产场景 90

6.2.3 企业选择存储引擎的依据..... 90

6.2.4 配置合适的存储引擎 90

本章总结..... 97

本章作业..... 97

第 7 章 MySQL 主从复制与读写分离 99

7.1 案例分析 100

7.1.1 案例概述 100

7.1.2 案例前置知识点 100

7.1.3 案例环境 102

7.2 案例实施 103

7.2.1 搭建 MySQL 主从复制 103

7.2.2 搭建 MySQL 读写分离 106

本章总结..... 111

本章作业..... 111

第 8 章 MySQL 高可用群集 113

8.1 MySQL-MMM 高可用 114

8.1.1 MMM 简介 114

8.1.2 案例环境 115

8.1.3 案例实施 115

8.2 MHA 高可用..... 123

本章总结..... 124

本章作业..... 124

第 9 章 MongoDB 基础 125

9.1 MongoDB 概述 126

9.1.1 MongoDB 简介 126

9.1.2 MongoDB 的特点..... 126

9.1.3 MongoDB 适用领域 127

9.2 MongoDB 的安装..... 127

9.2.1 安装及运行控制 127

9.2.2 启动和停止 MongoDB..... 128

9.2.3 启动 MongoDB 多实例..... 129

9.3 MongoDB 的存储结构 129

9.3.1 MongoDB 逻辑存储结构 130

9.3.2 MongoDB 物理存储结构 132

9.3.3 MongoDB 数据类型 133

9.4 MongoDB 基本操作 134

9.4.1 在 MongoDB 中创建和删除数据库 .. 135

9.4.2 MongoDB 的集合和文档操作..... 135

9.5 MongoDB 日常维护 136

9.5.1 备份与恢复管理 136

9.5.2 安全管理 139

9.5.3 MongoDB 监控 141

本章总结..... 142

本章作业..... 142

第 10 章 MongoDB 复制集 143

10.1 配置 MongoDB 复制集..... 144

10.1.1 MongoDB 复制集概述..... 144

10.1.2 MongoDB 复制集部署..... 145

10.1.3 MongoDB 复制集切换..... 150

10.2 MongoDB 复制选举原理 152

10.2.1 复制集的选举原理..... 153

10.2.2 验证复制集的选举原理 153

10.3 MongoDB 复制集管理 157

10.3.1 配置允许在从节点读取数据 157

10.3.2 查看复制状态信息..... 158

10.3.3 更改 oplog 大小 158

10.3.4 部署认证的复制 159

本章总结..... 161

本章作业..... 161

第 11 章 MongoDB 分片	163
11.1 MongoDB 分片概述	164
11.1.1 什么是分片.....	164
11.1.2 MongoDB 分片优势	164
11.1.3 MongoDB 分片群集的组成.....	165
11.2 部署 MongoDB 分片群集	166
11.2.1 分片群集的简单部署	166
11.2.2 实现分片功能	169
11.3 MongoDB 分片管理	172
11.3.1 片键的选择.....	172
11.3.2 分片的维护.....	175
本章总结.....	181
本章作业.....	181

第1章

MySQL 数据库基础

技能目标

- 理解数据库的基本概念
- 掌握 MySQL 的编译安装
- 会操作 MySQL 数据库

本章导读

21 世纪，人类迈入了“信息爆炸时代”，大量的数据、信息在不断产生，伴随而来的就是如何安全、有效地存储、检索和管理它们。对数据的有效存储、高效访问、方便共享和安全控制已经成为信息时代亟待解决的问题。

知识服务





1.1 数据库简介

1.1.1 使用数据库的必要性

使用数据库可以高效且条理分明地存储数据，使人们能够更加迅速、方便地管理数据。数据库具有以下特点：

- 可以结构化存储大量的数据信息，方便用户进行有效的检索和访问。
- 可以有效地保持数据信息的一致性、完整性，降低数据冗余。
- 可以满足应用的共享和安全方面的要求。

数据库技术是计算机技术的核心技术之一，具有完备的理论基础。对数据库基本概念的掌握，将有助于对数据库的理解。

1.1.2 数据库的基本概念

1. 数据

描述事物的符号记录称为数据（Data）。数据不仅仅包括数字，文字、图形、图像、声音、档案记录等都是数据。

在数据库中，数据是以“记录”的形式按统一的格式进行存储的，而不是杂乱无章的。相同格式和类型的数据统一存放在一起，而不会把“人”和“书”混在一起存储。这样，数据的存储就能够井然有序了。

如图 1.1 中存储的一行数据，在数据库中称为一条“记录”（Record）。每条记录中的每一个输入项称为“列”。图 1.1 中编号、姓名、性别、年龄、民族、专业都是列名。

	编号	姓名	性别	年龄	民族	专业
1	1	王明	男	22	汉	计算机科学与技术
2	2	赵玲	女	21	汉	信息管理
3	3	张雨彤	女	20	汉	音乐
4	4	李新	男	23	回	自动化
5	5	夏雪	女	22	汉	通信

图 1.1 数据记录

2. 数据库和数据库表

不同的记录组织在一起,就形成了数据库(Database, DB)的“表”(Table)。也可以说,表是用来存储具体数据的,如图1.1所示。那么数据库和表存在什么关系呢?简单地说,数据库就是表的集合。它是以一定的组织方式存储的相互有关的数据集合。例如,关系数据库的表由记录组成,记录由字段组成,字段由字符或数字组成。它可以供各种用户共享,具有最小冗余度和较高的数据独立性。它是统一管理的相关数据的集合。

通常,数据库并不是简单地存储这些数据的,还要表示它们之间的关系。例如,书和人是存在联系的,书的作者可能就是某个人,因此需要建立书与人的“关系”。这种关系也需要用数据库来表示,因此关系的描述也是数据库的一部分。

3. 数据库管理系统和数据库系统

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是实现数据库资源有效组织、管理和存取的系统软件。它在操作系统的支持下,支持用户对数据库的各项操作。DBMS 主要包括以下功能:

- 数据库的建立和维护功能:包括建立数据库的结构和数据的录入与转换、数据库的转储与恢复、数据库的重组与性能监视等功能。
- 数据定义功能:包括定义全局数据结构、局部逻辑数据结构、存储结构、保密模式及信息格式等功能。保证存储在数据库中的数据正确、有效和相容,以防止不合语义的错误数据被输入或输出。
- 数据操纵功能:包括数据查询统计和数据更新两个方面。
- 数据库的运行管理功能:这是数据库管理的核心部分,包括并发控制、存取控制、数据库内部维护等功能。
- 通信功能:DBMS 其他软件系统之间的通信,如 Access 能与其他 Office 组件进行数据交换。

数据库系统(Database System, DBS)是一个人一机系统,一般由硬件、操作系统、数据库、DBMS、应用软件和数据库用户(包括数据库管理员)组成。用户可以通过 DBMS 操作数据库,也可以通过应用程序操作数据库。

应用程序是利用 DBMS,为解决某个具体的管理或数据处理的任务而编制的一系列命令的有序集合。如果应用程序比较完善,能够提供友好的人机界面,并编译成可执行文件发行,使得普通用户不需要具备计算机的专业知识,在较短时间内就学会使用,那么就称为数据库应用软件。

常用的数据库应用软件有人事管理、财务管理、图书管理等信息管理软件及各类信息咨询系统等。

数据库管理员(Database Administrator, DBA)负责数据库的更新和备份、数据库系统的维护、用户管理等工作,保证数据库系统的正常运行。DBA 一般由业务水平较高、资历较深的人员担任。

 注意

数据库、数据库系统、数据库管理系统，甚至数据库表等名词，在日常讨论中通常不严格区别。遇到此情况时，可以根据具体情况，判断出实际所指的是什么。

1.1.3 数据库发展史

1. 数据库系统发展史

数据库技术的发展已经成为先进信息技术的重要组成部分，是现代计算机信息系统和计算机应用系统的基础和核心。数据库技术最初产生于 20 世纪 60 年代中期，根据数据模型的发展，可以划分为三个阶段：第一代的网状、层次数据库系统；第二代的关系数据库系统；第三代的以面向对象模型为主要特征的数据库系统。

(1) 初级阶段——第一代数据库

自 20 世纪 60 年代起，第一代数据库系统问世。它们是层次模型与网状模型的数据库系统，为统一管理和共享数据提供了有力的支撑。在这个阶段中，数据库的代表是 1969 年 IBM 公司研制的层次模型的数据库管理系统——IMS (Information Management System, 信息管理系统) 和 20 世纪 70 年代美国数据系统语言协会 (CODASYL) 下属数据库任务组 (DBTG) 提议的网状模型。

(2) 中级阶段——第二代数据库

20 世纪 70 年代初，第二代数据库——关系数据库开始出现。自 1970 年 IBM 研究员德加·考特阐述了关系模型的概念后，IBM 大力投入关系数据库的研究。关系数据库的底层实现起来比较容易，所以很快被采用，并进入了众多商业数据库的研发计划。Oracle 就是当时顺应关系数据模型的出现而成立的一家专做 (关系) 数据库的公司。20 世纪 80 年代初，IBM 公司的关系数据库系统 DB2 问世，而 Oracle 公司也将 Oracle 移植到桌面计算机上。这时，作为第二代数据库系统的关系数据库，开始逐步取代层次与网状模型的数据库，成为占主导地位的数据库，并成为行业主流。到目前为止，关系数据库系统仍占领数据库应用的主要地位。

关系数据库系统将结构化查询语言 (Structured Query Language, SQL) 作为数据定义语言 (Data Definition Language, DDL) 和数据操作语言 (Data Manipulation Language, DML)，它一诞生就成为关系数据库的标准语言。SQL 使得关系数据库中数据库表的查询可以通过简单的、声明性的方式进行，大大简化了程序员的工作。

关系数据库系统构筑在比较高的软件层次上，执行查询的效率普遍偏低。另外，严格的、标准的关系数据库是一个纯理论的模型，如果完全按照关系模型实现，会涉及很多方面的问题，其中一条就是效率不高。在现实环境中，考虑到商业运用的目的，数据库生产厂商各自加入了一些提高效率和提高可用性的功能，舍弃了一些不太现实

的约束。不同的数据库厂商在不同基础上的选择,导致了关系数据库系统向不同方向上的变迁。例如,在这个阶段中,Oracle 加入了“并行”的元素,并开始了向“关系—对象”型数据库的变迁。这样的变迁,也慢慢引出了新一代的数据库系统。

(3) 高级阶段——第三代数据库

由于计算机应用的发展,计算机已从传统的科学计算、事务处理等领域,逐步扩展到工程设计、统计、人工智能、多媒体、分布式等领域,这些新的领域需要有新的数据库支撑,而传统关系数据库系统是以商业应用、事务处理为背景而发展起来的,并不完全适用于新领域的应用,因此,需要新的数据库系统,以满足不同领域的要求。

自 20 世纪 80 年代开始,各种适应不同领域的新型数据库系统不断涌现,如工程数据库、多媒体数据库、图形数据库、智能数据库、分布式数据库及面向对象数据库等,特别是面向对象数据库系统,由于其实用性强、适应面广而受到人们的青睐。20 世纪 90 年代后期,形成了多种数据库系统共同支撑应用的局面。当然,在商务应用方面,依然还是关系数据库占主流,不过,已经有一些新的元素被添加进主流商务数据库系统中。例如,Oracle 支持的“关系—对象”数据库模型。

随着科学技术的发展,计算机技术不断应用到各行各业。数据存储需求的不断膨胀,对未来的数据库技术将会有更高的要求。

2. 经典数据模型

数据是现实世界中“量”的抽象,而数据模型(Data Model)是数据特征的抽象。在数据库系统中,数据模型是它的核心与基础。数据模型表现为数据的结构、定义在其上的操作及约束条件。它从概念层次上描述了系统的静态特征、动态特征和约束条件,为数据库系统的信息表示与操作提供了一个抽象框架。

在 DBMS 的发展过程中,出现了网状模型、层次模型和关系模型三种经典的数据模型。由于受限于数学基础、编程技术和硬件条件,最初出现的层次模型和网状模型这两种模型与关系模型相比,与用户接口的上、中层部分更易于实现,所以,这在很长一段时间阻碍了关系模型的发展。

数据模型所描述的内容包括三方面:数据结构、数据操作和数据约束。下面简单介绍三种经典数据模型。

(1) 网状模型

1) 数据结构。在网状模型中,数据记录组织成图的形式,使用“数据结构图”进行抽象的分析和表示。如图 1.2 所示,该网状模型数据结构图表示的是银行客户、银行账户和银行支行三方面的一种复杂关系。

图 1.2 所示的网状模型抽象于图 1.3 所示的实际情况。它表示了下列几种基本关系:

- 一个银行客户可以拥有多个银行账号(一对多)。
- 一个银行账号也可以被多个客户所有(一对多)。
- 每个银行账户位于特定的银行支行(一对一)。

其中更蕴含着客户和银行之间多对多、多对一的关系。这种复杂的数据关系,在

网状模型上可以得到很好的支持。

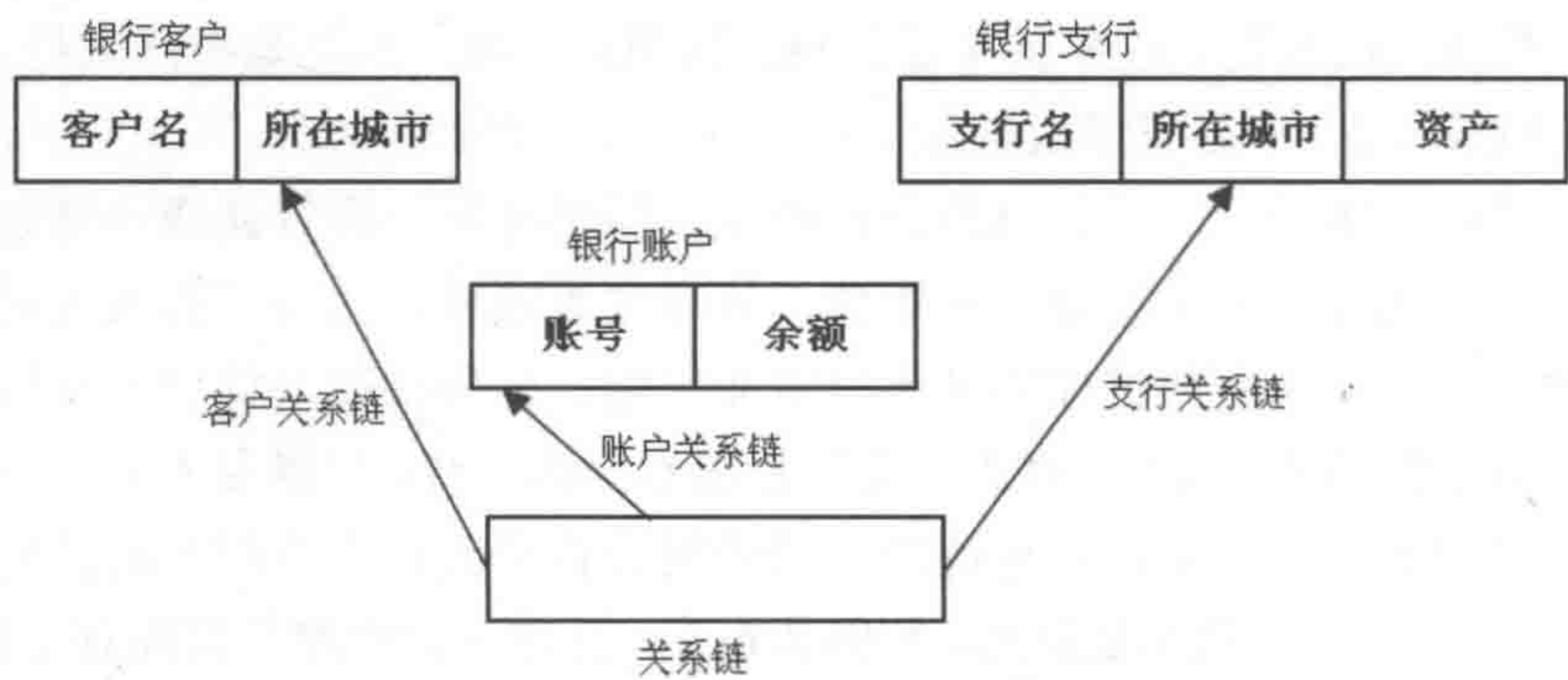


图 1.2 网状模型数据结构

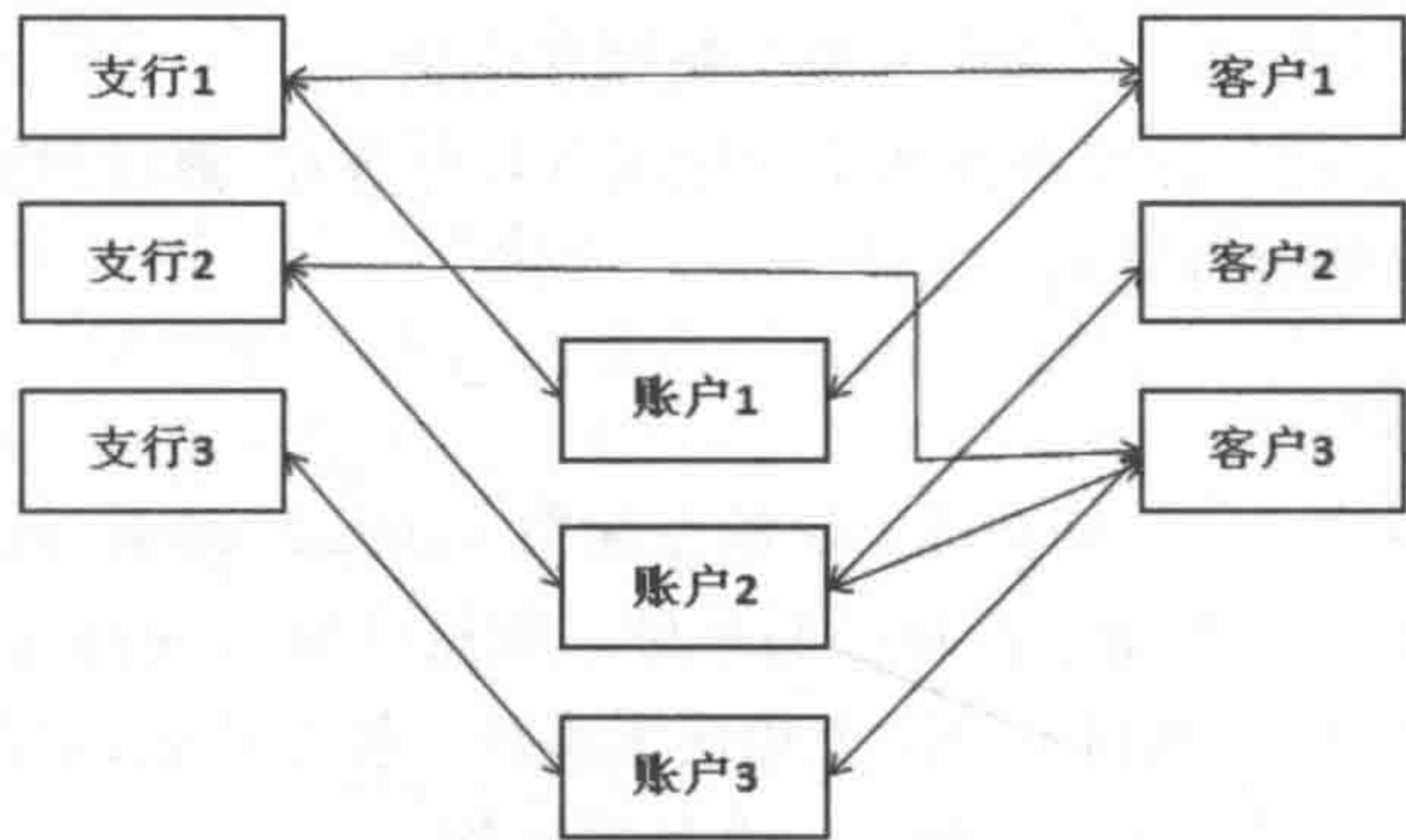


图 1.3 银行、客户、账户关系示例

网状模型适合表达复杂的数据关系的实现，也可以将数据冗余减小到最小。它的数据结构模型能直观反映现实中数据之间的联系。

2) 数据操作。从数据结构的定义上不难看出，网状模型的数据操作是建立在关系链基础上的导航式的操作。

针对一个特定的网状模型系统的数据结构，有可能找到最优的查询算法。但是，一旦结构发生变化，就需要新的查询办法。网状模型以图论为基础，还无法得到一个通用的、高效的解决方案。所以，随着关系模型的飞速发展和广泛应用，网状模型已经暂时失去其重要性了。

3) 数据约束。网状模型的数据约束是零散孤立的，或者分散在各个节点，或者集中成为一种关系链，这样容易导致不一致性或降低效率。所以，通常网状模型不具体实现数据约束，而由应用程序自身来实现数据约束。这样的情况也使得在网状模型基础上的开发变得困难重重。

(2) 层次模型

1) 数据结构。层次模型是网状模型的一个特例。在层次模型中，数据记录组织成