



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
山东省高等学校优秀教材一等奖
研究型教学模式系列教材

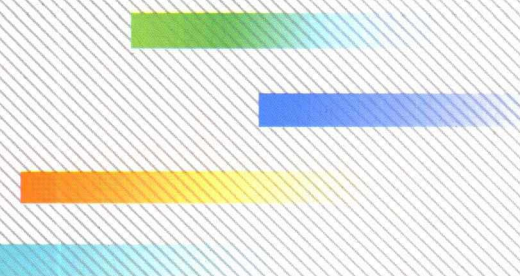


数据库技术及应用 (第3版)

■ 唐好魁 主编 ■ 蒋彦 李崇威 董立凯 副主编



INFORMATION
TECHNOLOGY



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
山东省高等学校优秀教材一等奖
研究型教学模式系列教材

数据库技术及应用

(第3版)



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,根据教育部对高等学校非计算机专业计算机基础系列课程的教学基本要求,从实用性和先进性出发,全面介绍有关数据库的基础知识和应用技术。

本书分为理论和实验两部分。理论部分共7章,主要内容包括:数据库技术的基础理论和基本概念、数据库设计的方法和步骤、Microsoft SQL Server 2008 数据库管理系统的安装及使用、SQL 语言、数据库安全性和完整性知识、数据库新技术和国产数据库介绍。实验部分共设计了9个实验,便于读者根据课程教学的进度开展设计操作和上机操作。附录为读者进行管理信息系统的开发提供了备查资料。本书配套实验教程,提供教学用多媒体电子课件、实例数据库 EDU_D、题库和在线 MOOC 课程、网络教学平台等。

本书可作为高等学校非计算机专业的计算机基础课教材,也可作为高职高专院校计算机相关专业的教材,还可供从事数据库开发的读者和计算机技术爱好者学习参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数据库技术及应用 / 唐好魁主编. —3 版. —北京: 电子工业出版社, 2016.1

ISBN 978-7-121-25701-8

I. ①数… II. ①唐… 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 (2015) 第 050808 号

策划编辑: 王羽佳

责任编辑: 周宏敏

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市京南印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16 字数: 473 千字

版 次: 2007 年 7 月第 1 版

2016 年 1 月第 3 版

印 次: 2016 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3000 册 定价: 39.90 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

“研究型教学模式系列教材”编委会

主 任 杨 波

副 主 任 董吉文 刘明军

委 员 曲守宁 马 涛 奚 越 唐好魁

徐龙玺 韩玫瑰 蒋 彦 张苏青

郭庆北

出版说明

“研究型教学模式系列教材”是计算机基础教育系列丛书，面向高等学校本科非计算机专业计算机教育。该丛书从编写、出版，使用至今，已经过去了8年，现在到了第3版。

计算机技术发展迅速、使用广泛，尤其计算机网络的普及，使得计算机基础教育也在随着时代的发展不断地调整。2009年的第2版系列教材，我们适时地更新了计算机软件的版本，增加了一些实用的计算机知识和技术，同时为了更好地传播知识，调整了部分图书的章节次序，增添了许多实用案例。从第2版出版又经过了6年的时光，高等学校的教育思想及计算机基础教学的理念都在发生变革，在这6年的教学实践中，我们也在不断地思考和探索。对于高等学校的本科学生而言，计算机不仅仅是学习、研究、工作和生活的工具，计算机科学的计算思维更可以使我们具备随时学习和更新使用计算机和学习相关知识的能力。

本次再版更新了计算机新技术和新趋势方面的内容，增加了使用较为广泛的计算机软件的介绍，同时每个知识模块的阐述和展示，更多地强调了计算机学科的计算思维和组织结构方面的内容，具体的操作实践和技术掌握与实验教学环节紧密联系。我们希望通过本套丛书使得非计算机专业的学生能够掌握计算机领域的基本知识，具备计算机知识的自学能力，能够在以后的学习、工作或研究中不断地补充新知识和新技能。

教材中还可能存在不足之处，竭诚欢迎广大读者和同行批评指正！

“研究型教学模式系列教材”编委会

前 言

在信息化社会,数据库技术的发展是伴随着计算机软硬件技术的发展而发展的,已经广泛地应用于社会、政治、经济活动中,如办公自动化系统、决策支持系统、电子商务系统、证券交易系统、物流管理系统、教学管理系统等。在当前阶段,数据库技术与数据仓库、数据挖掘技术、通信技术紧密地联系在一起,随着云计算、物联网和移动计算的快速发展,分布式数据库也越来越受到人们的关注。

随着人们受教育程度的提高,人们的信息技术素养也发展到一个新的阶段,已经由原来计算机操作的需求转变为如何利用计算机解决其他专业和学科的实际问题。对于非计算机专业的学生,不能按照计算机专业的教学要求来组织教学活动,而是培养学生用计算机技术解决专业问题的意识,也就是培养学生的计算思维素质。从数据库技术的角度来说,当遇到实际问题时,能想到用数据库技术处理实际问题,并知道处理问题的方法和步骤。

数据库系统的设计过程包括需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计、物理设计、数据库的实施和维护。整个设计过程都需要行业人员的参与,这些非计算机专业的人员在设计过程中有时起到非常关键的作用,甚至决定了数据库系统的成败。而数据库系统的人员组成主要由数据库管理员、系统分析员、数据库设计人员、应用程序员和用户负责维护和使用,其中部分工作通常由非计算机专业人员承担。考察一下在推广或应用中失败的案例,不难发现,其失败的原因不全是由于数据库系统本身存在问题或者其他计算机专业方面产生的问题。需求分析的偏差导致数据库设计方面的缺陷,进一步造成了系统功能的缺陷,常常成为诸多系统失败的主要原因。

本书的第1版和第2版采用了研究型教学模式组织教材,第3版在沿袭前两版教材的基础上,加入计算思维的元素,从认识数据库,理解数据库,到应用数据库的顺序重新组织教材。以培养学生计算思维为目标,结合网络化教学平台,精讲多练,以学生在课题研究中探索式学习为主,以网站答疑讨论为辅,以试题库在线测验为补充的研究型教学模式,配合本书的配套实验教程进行学习。作者希望通过本书、实验教程、网络教学平台和研究型教学模式的结合,使学生更好地掌握数据库技术。

本书根据难易程度和研究型教学模式的需要,对每节的内容进行了划分:✍表示内容比较简单,以自主学习为主;📖表示精讲多练,是重点内容;📖表示读者可以根据自己的兴趣和需要进一步探讨、研究和学习。

本书根据教育部对高等学校非计算机专业计算机基础系列课程的教学基本要求编写,从实用性和先进性出发,全面介绍了有关数据库的基础知识和应用技术。本书分为理论和实验两部分。理论部分共7章,第1章和第2章介绍了数据库技术的基础理论和基本概念,第3章介绍数据库设计的方法和步骤,第4章介绍了SQL Server 2008数据库管理系统的安装及使用,第5章对SQL语言进行了重点讲解,第6章介绍了数据库安全性和完整性知识,第7章通过数据库新技术和国产数据库的介绍,开阔了读者的视野。实验部分共设计了9个实验,便于读者根据课程教学的进度开展设计操作和上机实践操作。附录为读者进行管理信息系统的开发提供了备查资料。

与前两版相比,第3版在章节安排上也做了调整,将数据库的设计方法和步骤调整到SQL Server 2008及SQL语言之前,并将数据库理论融入到数据库设计的步骤中,更好地将关系数据理论和具体数据库设计相结合。对规范化理论部分的讲解,怎样能够让非计算机专业学生听懂,一直是数据库理论教学的难点之一。作者根据多年的教学实践,总结出采用函数依赖图和二维表直观展示精心设计的实例的方法来讲解规范化理论,收到了良好的效果,非计算机专业的学生学习起来比较轻松。

同样,第2章对关系和关系运算的介绍,也把重点偏向学生对二维表的感性认识上,使学生能够感觉到关系模型既亲切又熟悉。

通过本教材的学习,你可以:

- 学习数据库技术的基础知识;
- 设计一个符合规范化要求的简单的关系数据库;
- 掌握 SQL Server 2008 数据库管理系统的安装及使用;
- 熟练掌握 SQL 语言对数据库进行查询操作,以及数据定义和数据更新操作;
- 形成利用数据库技术解决行业问题的思维方式。

本书可作为高等学校非计算机专业数据库技术及应用课程的教材,也可作为高职高专计算机相关专业的教材,还可供从事数据库开发的读者和计算机技术爱好者学习参考。

作者为使用本书作为教材的教师提供教学用多媒体电子课件、实例数据库和习题参考答案,请登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)注册下载。为使读者更系统地掌握数据库技术,本书配备了实验教程,作为教材内容的延伸和扩充,并配套网络教学平台(<http://cc.ujn.edu.cn>)、题库和在线 MOOC 课程,请与本书策划编辑联系索取(请发邮件至 wylj@phei.com.cn)。

本书由唐好魁主持修订并统稿。第1章、第2章和第7章由唐好魁修订,第3章由董立凯修订,第4章、第6章和实验部分由蒋彦修订,第5章由李崇威修订。

很多老师对这次教材的修订给予了很大帮助,尤其是前两版的作者马涛老师、闫明霞老师和朱连江老师,他们对本教材的再版出谋划策,提出了很多建设性的意见和建议。刘明军教授为本教材和其他计算思维系列教材的编写付出了很多努力。承担本课程教学工作的闫明霞、史桂娴、崔忠玲、杜韬、王钦、李英俊、张晓丽等老师就教材的使用给出了很好的建议。另外,奚越、徐龙玺、韩玫瑰、孙志胜、邢静波、杨雪梅、张苏青、王信堂、郭庆北、王亚琦、董梅、马莉、范玉玲、张芊茜、张璘等老师也给予了我们很多帮助和很好的建议,在此一并表示感谢。

北京工业大学的蒋宗礼教授曾倾注了大量心血对本教材的历次版本进行了审阅。山东建筑大学的李盛恩教授也曾对本书进行了全面、认真的修改,并提出了许多宝贵意见。临沂大学的杨波教授、济南大学的曲守宁教授和董古文教授参与了本书的编写组织与管理工作,并在技术上给予大力支持,在内容上给予诸多指导。郑艳伟博士提出了诸多有价值的建议。在此一并表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了大量近年来出版的相关技术资料,吸取了许多同仁和专家的宝贵经验,在此深表谢意!

站在非计算机专业学生的角度,编写一本能够使他们感兴趣且容易学习的教材一直是我们的愿望。但由于编写时间仓促,水平有限,书中难免出现错误或不妥之处,我们诚恳地希望读者和同行批评指正。

作者

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 数据库与计算思维	2
1.1.1 计算思维	2
1.1.2 大学与计算思维	3
1.1.3 数据库与计算思维	4
1.2 数据库系统概述	6
1.2.1 信息与社会	6
1.2.2 数据库的基本概念	9
1.2.3 数据库系统的特点	10
1.2.4 数据库管理系统的功能	13
1.3 数据模型	14
1.3.1 概念模型	14
1.3.2 数据模型	16
1.3.3 常用数据模型	17
1.4 数据库系统结构与组成	19
1.4.1 数据库系统的三级模式结构	19
1.4.2 二级映像与数据独立性	21
1.4.3 数据库系统的组成	21
习题 1	24
第 2 章 关系数据库	27
2.1 关系数据模型	28
2.1.1 关系数据模型概述	28
2.1.2 关系数据模型的基本概念	28
2.1.3 关系数据模型的组成	31
2.2 关系运算简介	35
2.2.1 集合运算	35
2.2.2 选择运算	35
2.2.3 投影运算	36
2.2.4 连接运算	36
习题 2	37
第 3 章 数据库设计	41
3.1 数据库设计概述	42
3.1.1 数据库设计的特点	42
3.1.2 数据库设计的方法	43
3.1.3 数据库设计的基本步骤	43
3.2 需求分析	44
3.2.1 需求分析的任务	45

3.2.2	需求分析的方法	45
3.2.3	数据流图	46
3.2.4	数据字典	46
3.2.5	需求分析实例	47
3.3	概念结构设计	49
3.3.1	概念结构设计任务	49
3.3.2	概念结构设计的方法	49
3.3.3	局部概念结构设计	50
3.3.4	全局概念结构设计	51
3.3.5	概念结构设计实例	53
3.4	逻辑结构设计	55
3.4.1	逻辑结构设计任务	55
3.4.2	概念模型向关系模型的转换	56
3.4.3	关系数据理论基础	58
3.4.4	模式分解	65
3.4.5	逻辑结构设计实例	66
3.5	数据库的物理设计	67
3.5.1	确定数据库的存储结构	67
3.5.2	数据库物理结构评价	68
3.6	数据库的实施与维护	68
3.6.1	数据库实施	68
3.6.2	数据库运行和维护	69
	习题 3	69
第 4 章	SQL Server 2008 数据库管理系统	73
4.1	SQL Server 2008 概述	74
4.1.1	SQL Server 的发展历史	74
4.1.2	SQL Server 2008 的新功能	74
4.2	SQL Server 2008 的安装	75
4.2.1	SQL Server 2008 的版本	75
4.2.2	安装 SQL Server 2008 的环境要求	75
4.2.3	SQL Server 2008 的安装	76
4.2.4	SQL Server 2008 的服务器组件	88
4.3	SQL Server 2008 的管理和使用	89
4.3.1	SQL Server 2008 常用工具	89
4.3.2	使用配置管理器	89
4.3.3	使用 SSMS	90
4.3.4	系统数据库和数据库对象	95
4.4	数据库的创建和维护	97
4.4.1	创建数据库	97
4.4.2	修改数据库	98
4.4.3	删除数据库	99

4.5	表的创建和维护	100
4.5.1	SQL Server 2008 数据类型	100
4.5.2	表设计	105
4.5.3	创建表	106
4.5.4	修改表结构	108
4.5.5	向表中添加数据	110
4.5.6	删除表	111
4.6	数据库的维护	112
4.6.1	数据的导入与导出	112
4.6.2	数据库的分离与附加	119
	习题 4	122
第 5 章	关系数据库标准语言 SQL	125
5.1	SQL 简介	126
5.1.1	SQL 语言的发展	126
5.1.2	SQL 语言的功能	126
5.1.3	SQL 语言的特点	127
5.2	数据查询	127
5.2.1	简单查询	129
5.2.2	查询表中的若干行	131
5.2.3	对查询结果进行排序	135
5.2.4	聚合函数和数据分组	136
5.2.5	连接查询	141
5.2.6	嵌套查询	145
5.2.7	集合查询	149
5.3	数据操纵	150
5.3.1	插入数据	150
5.3.2	修改数据	152
5.3.3	删除数据	153
5.4	数据定义	154
5.4.1	创建表	154
5.4.2	修改表	156
5.4.3	删除表	157
5.4.4	视图	157
5.4.5	索引	161
	习题 5	163
第 6 章	数据库保护	169
6.1	事务	170
6.1.1	事务的概念	170
6.1.2	事务的特性	171
6.1.3	SQL Server 2008 事务应用	172
6.1.4	事务的状态转换	172
6.2	数据库恢复技术	173

6.2.1 数据库可能出现的故障	173
6.2.2 数据库的恢复原理	174
6.2.3 SQL Server 2008 中数据库的备份与还原	176
6.3 并发控制	183
6.3.1 并发操作带来的不一致问题	184
6.3.2 并发控制——封锁及封锁协议	185
6.4 数据库的完整性	186
6.4.1 数据库的完整性介绍	186
6.4.2 SQL 中的完整性约束	186
6.4.3 SQL Server 2008 中完整性约束的实现	188
6.5 数据库的安全性	190
6.5.1 计算机系统的安全性问题	190
6.5.2 权限	190
6.5.3 数据库的安全性控制	191
6.5.4 SQL Server 2008 中系统安全性的实现	193
习题 6	201
第 7 章 数据库新技术及国产数据库介绍	205
7.1 数据库技术的发展	206
7.1.1 数据库技术的发展	206
7.1.2 面向对象数据库系统介绍	206
7.1.3 分布式数据库技术介绍	209
7.1.4 多媒体数据库技术介绍	210
7.1.5 数据仓库及数据挖掘技术	212
7.2 国产数据库介绍	214
7.2.1 金仓数据库管理系统	214
7.2.2 达梦数据库管理系统	216
习题 7	218
第 8 章 实验	221
实验 1 熟悉 SQL Server 2008 环境	222
实验 2 数据库与数据表的创建、删除与修改	222
实验 3 单表 SQL 查询语句练习	223
实验 4 数据汇总查询语句练习	224
实验 5 多表 SQL 查询语句练习	225
实验 6 嵌套查询和集合查询	226
实验 7 数据定义和数据更新	226
实验 8 SQL Server 2008 中视图的创建和使用	227
实验 9 SQL Server 2008 中数据的控制与维护	227
附录 A 示例数据库表结构	229
附录 B SQL Server 2008 常用内置函数	230
附录 C Java/SQL Server 开发与编程	233
参考文献	244

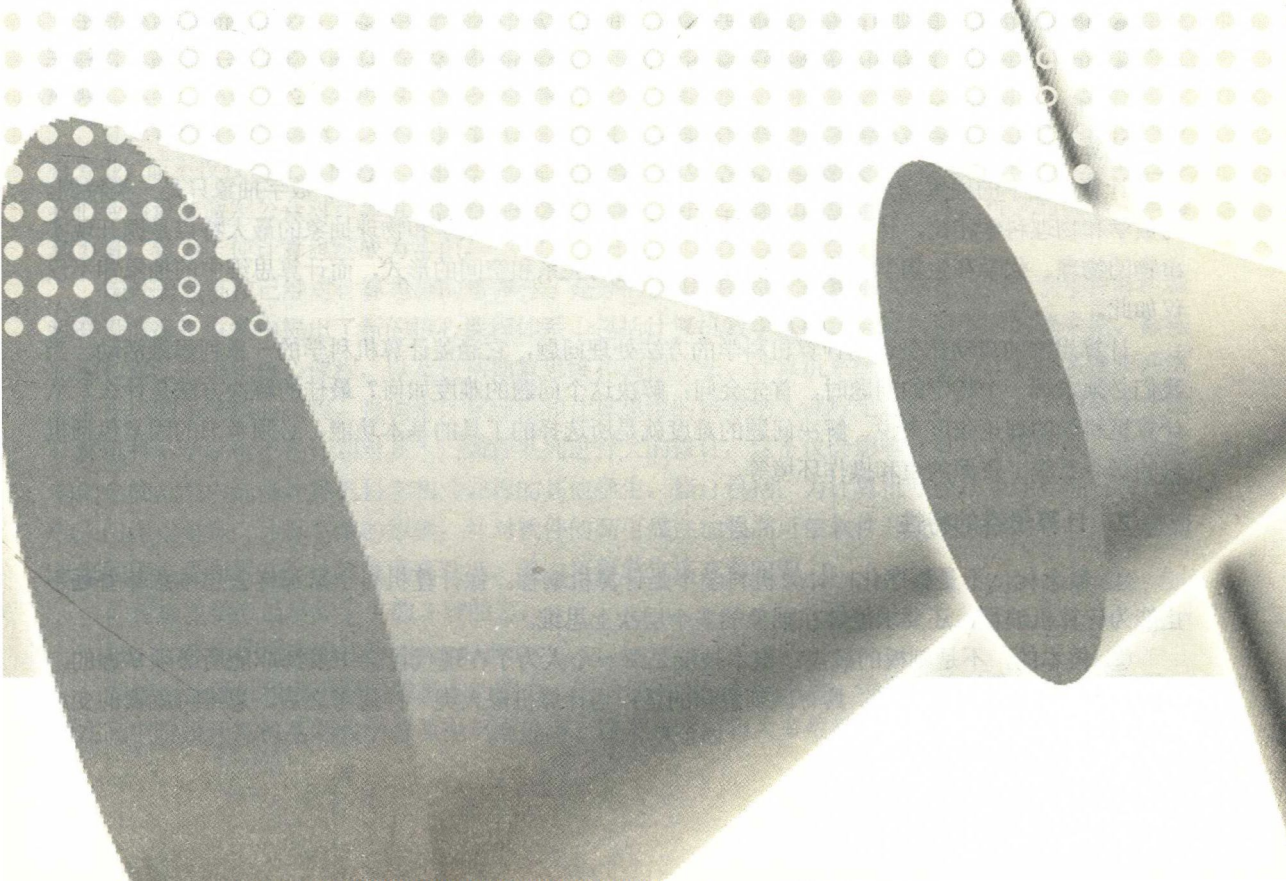
第1章 绪论

本章主要介绍与数据库技术有关的基本概念与术语。通过学习，读者可以初步掌握数据库的基本概念、数据模型及其三要素等知识。通过对数据库系统三级模式和两级映像功能的理解，对数据库的系统结构将会有个总体上的认识，进而对数据库有一个宏观的理解和把握。通过对数据库的概念及其系统组成的学习，有助于读者准确定位自己在将来工作中应担任的角色，有利于开展有目的的自主学习。

本章列出的一些管理信息系统的课题是读者进行自主学习的驱动目标，便于在对其中某课题的探索中主动地理解和掌握数据库的知识与技能。

本章导读：

- 数据库与计算思维
- 数据库的基本概念和术语
- 数据库系统概述
- 数据模型及其三要素
- 数据库系统结构与组成



1.1 数据库与计算思维

1.1.1 计算思维

1. 计算思维的定义

2006年3月，美国卡内基·梅隆大学计算机科学系主任周以真（Jeannette M. Wing）教授在美国计算机权威期刊 *Communications of the ACM* 杂志上首先提出计算思维（Computational Thinking）的定义，认为计算思维是运用计算机科学的基本概念进行问题求解、系统设计、人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动。

为了更容易理解计算思维的含义，又将它进一步解释为：

- 问题转化的思维：通过约简、嵌入、转化和仿真等方法，把一个看来困难的问题重新阐释成一个已知的问题解决方法；
- 计算方法的思维：是一种并行的、递归的思维，它是既能把代码译成数据又能把数据译成代码的思维，是一种多角度分析问题的思维方式；
- 关注分离的思维：是一种采用抽象和分解把庞杂的任务或巨大复杂的系统进行细化、分解、解决的方法，是基于关注分离的方法（SoC 方法）；
- 描述方法的思维：是一种选择合适的方式去描述一个问题，或对一个问题的相关方面建模使其易于处理的思维方法；
- 容错的思维：是按照预防、保护及通过冗余、容错、纠错的方式，并从最坏情况进行系统恢复的思维方法；
- 推理的思维：是利用启发式推理寻求解答，即在不确定情况下的规划、学习和调度的思维方法；
- 折中的思维：是利用海量数据来加快计算，在时间和空间之间、处理能力和存储容量之间进行折中的思维方法。

计算思维的本质是抽象（Abstraction）和自动化（Automation）。

计算思维中的抽象完全超越物理的时空观，并完全用符号来表示。其中，数字抽象只是一类特例。与数学和物理科学相比，计算思维中的抽象更为丰富和复杂。数学和物理抽象的最大特点是抛开现实事物的物理、化学和生物学等特性，而仅保留其量的关系和空间的形式，而计算思维中的抽象却不仅如此。

计算思维的自动化是运用计算机科学的方法处理问题，它涵盖计算机科学的一系列思维活动。当我们必须求解一个特定的问题时，首先会问：解决这个问题的难度如何？最佳的解决方法是什么？从计算机科学的理论角度来说，解决问题的难度就是所选择的工具的基本功能，必须考虑的因素包括器器的指令系统、资源约束和操作环境等。

2. 计算思维的特性

① 概念化，不是程序化：计算机科学不是计算机编程。像计算机科学家那样去思维意味着远不止能为计算机编程，还要求能够在抽象的多个层次上思维。

② 根本的，不是刻板的技能：根本技能是每一个人为了在现代社会中发挥职能所必须掌握的。刻板技能意味着机械的重复。具有讽刺意味的是：当计算机像人类一样思考之后，思维可就真的变成机械的了。

③ 是人的，不是计算机的思维方式：计算思维是人类求解问题的一条途径，但绝非要使人类像计算机那样思考。计算机枯燥且沉闷，人类聪颖且富有想象力。是人类赋予计算机激情。配置了计算设备，我们就能用自己的智慧去解决那些在计算时代之前不敢尝试的问题，实现“只有想不到，没有做不到”的境界。

④ 数学和工程思维的互补与融合：计算机科学在本质上源自数学思维，因为像所有的科学一样，其形式化基础建筑于数学之上。计算机科学从本质上又源自工程思维，因为我们建造的是能够与实际世界互动的系统，基本计算设备的限制迫使计算机科学家必须计算性地思考，不能只是数学性地思考。构建虚拟世界的自由使我们能够设计超越物理世界的各种系统。

⑤ 是思想，不是人造物：不只是我们生产的软件硬件等人造物将以物理形式到处呈现并时时刻刻触及我们的生活，更重要的是还将有我们用以接近和求解问题、管理日常生活、与他人交流和互动的计算概念，而且面向所有的人和所有地方。

⑥ 面向所有的人，所有地方：当计算思维真正融入人类活动的整体以至不再表现为一种显示哲学时，它就将称为现实。就教学而言，计算思维作为一个问题解决的有效工具，应当在所有地方、所有学校的课堂教学中都得到应用。

1.1.2 大学与计算思维

将计算机科学等同于计算机编程是对计算机科学的片面理解。许多人认为计算机科学的基础研究已经完成，剩下的只是工程问题。当我们行动起来去改变这一领域的社会形象时，计算思维就是一个引导着计算机教育家、研究者和实践者的宏大愿景。我们特别需要抓住尚未进入大学之前的听众，包括老师、父母和学生，向他们传送下面两个主要信息：

智力上的挑战和引人入胜的科学问题依旧亟待理解和解决。这些问题和解答仅仅受限于我们自己的好奇心和创造力；同时一个人可以主修计算机科学而从事任何行业。一个人可以主修英语或者数学，接着从事各种各样的职业。计算机科学也一样，一个人可以主修计算机科学，接着从事医学、法律、商业、政治，以及任何类型的科学和工程，甚至艺术工作。

计算机科学的教授应当为大学新生开一门称为“怎么像计算机科学家一样思维”的课程，面向所有专业，而不仅仅是计算机专业的学生。我们应当使进入大学之前的学生接触计算的方法和模型。我们应当设法激发公众对计算机领域科学探索的兴趣。所以，我们应当传播计算机科学的快乐、崇高和力量，致力于使计算思维成为常识。

国外著名高校已经对计算思维的培养有了充分的认识和行动。斯坦福大学在“下个十年计算机课程开设情况”方案中提出了新的核心课程体系，包括计算机数学基础、计算机科学中的概率论、数据结构和算法的理论核心课程，以及包括抽象思维和编程方法、计算机系统与组成、计算机系统和网络原理在内的系统核心课程。强调将计算理论和计算思维的培养纳入课程全过程。卡内基·梅隆大学的计算机科学学院也正在计划对其入门课程系列进行大的修订，这不仅会影响计算机专业学生，也会影响到全校范围内选修计算机科学相关课程的其他学生。修订包括：为计算机专业和非计算机专业开设的入门课程要推广计算思维的原理；针对软件的高可靠性加强高可信软件开发及方法的学习；考虑到未来程序主要利用并行计算实现高性能，着力培养学生这方面的能力。

计算机教学应当培养学生的3种能力：

(1) 计算机使用能力(Computer Literacy)

即使用计算机和应用程序的基本的能力，例如使用 Word 编辑器、读写文件以及使用浏览器等。现在高中阶段计算机基础教学普及率逐渐提高，这类教学内容大多数学生在高中阶段早已经熟悉，如

果在大学阶段再安排这类课程的重复教学，既浪费宝贵的教学资源又影响学生的学习兴趣。对于之前没有接受过计算机教育的大学新生，完全可以利用学校的教学资源自学相关操作。故笔者认为，计算机使用能力的培养应该从大学计算机教学体系中压缩甚至移除。

（2）计算机系统认知能力（Computer Fluency）

这是一种较高水平的理解和应用计算机的能力，主要包含在深入了解计算机系统知识和原理的课程中，如计算机网络原理、操作系统、数据库等。这类课程位于计算机教学体系的较高层次，不宜作为计算机基础教学的内容来讲授。

（3）计算思维能力（Computational Thinking）

计算思维反映了计算机学科本质的特征和核心的解决问题的方法。计算思维旨在提高学生的信息素养，培养学生发明和创新的能力及处理计算机问题时应有的思维方法、表达形式和行为习惯。信息素养要求学生能够对获取的各种信息通过自己的思维进行深层次的加工和处理，从而产生新信息。因此，在大学里推进“计算思维”这一基本理念的教育和传播工作是十分必要的，计算思维在一定程度上像是教学生“怎么像计算机科学家一样思维”，这应当作为计算机基础教学的主要任务。

1.1.3 数据库与计算思维

1. 抽象和自动化

抽象是精确表达问题和建模的方法，也是计算思维的一个重要本质。数据库中的很多概念和方法都体现了抽象的思想，例如数据模型、规范化理论、事务管理等。数据模型是数据库中最基本的概念之一，其本身就表达了对现实世界的抽象，并且这种抽象是分层次、逐步抽象的过程。当利用数据模型去抽象、表达现实世界时，先从人的认识出发，形成信息世界，建立概念模型；再逐步进入计算机系统，形成数据世界。在数据世界中又进一步分层，先从程序员和用户的角度抽象，建立数据的逻辑模型；再从计算机实现的角度抽象，建立数据的物理模型。目前作为数据库课程讲授的主要内容的关系数据库就采用关系抽象表达了现实世界中的事物以及事物之间的各种联系。关系可以进一步抽象为集合论中的集合，形式化描述为笛卡儿乘积的子集。再如，在数据库设计阶段，概念设计首先就是进行数据抽象，经常采用的是聚集和概括的数据抽象方法。在教学过程中，启发学生体会抽象的思想和方法，学习运用抽象表达需求并建模，发现问题的本质和其中蕴含的规律，并逐渐掌握抽象这个工具。以上抽象思维的结果需要在计算机上实现，从而体现了自动化这个本质，也是将理论成果应用于技术实践的过程。

自动化隐含着需要某类计算机（可以是机器或人，或两者的组合）去解释抽象。数据库标准语言 SQL 可解决各种数据库数据操作在计算机上的实现问题；在用 SQL 实现用户要求时，结合计算思维的约简、嵌入、转化等方法，把复杂的问题转换为易于解决的问题加以实现。例如，在讲解带有全称量词的查询中，重点说明将全称量词转化为对存在量词的否定之否定，以及用多层嵌套查询来实现的思路和方法。此外，对抽象的关系模型的自动化采用了简单的表结构去表达同一类事物，用对表中数据上定义的增、删、改、查等操作实现对数据的访问。由于现实世界中事物客观存在并满足一定的条件，为了保证自动化的正确性，通过完整性约束限制数据的取值，并进一步把表的建立和完整性约束，以及对数据的操作通过 SQL 语言建立程序并由计算机执行，从而建立真实的物理数据库。在讲解数据模型这个概念时，从现实世界出发，阐述分层次的抽象方法形成各级数据模型，再到采用关系模型，并通过 SQL 语言自动化实现这一完整的剖析过程，既清楚地说明了数据模型的概念及其作用，又逐步引导学生学习体会了抽象和自动化的方法，从而领会计算思维的本质。

2. 关注点分离

关注点分离是控制和解决复杂问题的一种思维方法,即先将复杂问题进行合理的分解,再分别研究问题的不同侧面(关注点),最后综合得到整体的解决方案。在计算机科学中的典型表现即是分而治之。在数据库设计、庞杂的数据管理和数据库应用开发中,采用的就是分而治之的思想。数据库设计采用软件工程的思想,自顶向下将设计任务划分为多个阶段,每个阶段有各自相对独立的任务,相邻阶段又互相联系、互相承接,共同完成整个设计任务;面对复杂的数据管理和维护任务,也进一步分解为数据恢复、并发控制、数据完整性和安全性的保护、数据库的运行维护等多个子任务,由不同的子系统负责,并相互协作保护数据在运行过程中的正确性和有效性;在进行基于数据库的应用开发中,模块化是最常用的最有代表性的一个分解方法。这些数据库的知识点都充分体现了计算思维的方法。

3. 保护、冗余、容错、纠错和恢复

按照预防、保护及通过冗余、容错、纠错的方式,并从最坏情况进行系统恢复是计算思维的一个重要方法,这在数据库中有最直接的体现。数据库管理系统就是通过预防、保护、冗余、容错、纠错等方式实现对海量数据的管理和保护。为了预防各种可能的故障造成数据丢失,数据库引入了恢复机制,通过冗余技术建立后备副本和日志或采用远程备份;为了预防泄露和破坏数据,数据库引入安全机制,通过用户身份鉴别、存取控制、审计等一系列机制保护数据的安全性;为了纠正数据库中死锁带来的问题,数据库引入死锁的检测机制以及时发现问题并加以处理;为了提高数据的访问速度,允许用户按需存储必要的冗余数据。数据库管理系统对数据的保护全面体现了计算思维的保护、冗余、容错、纠错和恢复的思想。

4. 利用启发式寻求解答

数据查询是数据库及其应用中最常见的操作,也是其他数据操作的基础,其速度直接影响应用的效率。对于一个查询可以有多种执行计划,执行效率差别很大,有时甚至相差几个数量级。因此,数据库管理系统需要对操作进行优化。优化则基于启发式规则形成各种优化算法。在数据库的物理设计中也常使用启发式的规则来指导存取方式和存取路径的选择。在这些内容的教学中引入启发式方法,可启发学生学习利用启发式规则和推理来寻求更好的解答,理解计算思维的思想。

5. 折中

数据库在对海量数据进行管理的技術中处处体现了时间和空间之间、处理能力和存储容量之间施行折中的思维方法。例如,为了满足应用的实时性要求,对数据查询时可以通过建立索引来提高数据访问速度;但建立索引需要存储实际数据,占用一定的存储空间,并且索引需要维护。为了解决应用的数据冗余和操作异常问题,常需对数据关系进行规范化。规范化级别越高,数据冗余越小,占用的存储空间越小;但规范化后的表被分解为多个小表,查询时需要多个表之间的连接,会增加数据的查询时间。对数据施加封锁时,封锁的粒度越小,并发性越高,事务的处理速度越快,但系统代价越高;而封锁的粒度越大,系统处理代价越小,但事务之间的并发程度降低,事务的等待时间延长。这些都是典型的折中思想,体现了计算思维的理念。

要牢固地掌握计算思维方法,仅靠课堂教学容易陷入似懂非懂、纸上谈兵的境地。实战是提高实践能力、积累经验、学懂计算思维方式的必需之策。在实践环节,重点锻炼学生对计算思维方法的运用、探索解决实际问题的过程,是培养计算思维方法能力的有效途径。

1.2 数据库系统概述

自从第一台计算机面世以来，计算机在生产、生活中的应用发生了很大变化。从20世纪50年代开始，计算机的应用领域由科学计算逐渐扩展到广义的数据处理的各个领域。到20世纪60年代末，数据库技术作为数据处理的一种新手段迅速发展起来，成为应用最广泛的计算机技术之一，也是计算机信息系统和应用系统的核心技术和重要基础。

数据库的概念最初产生于20世纪50年代，当时美国为了战争的需要，把各种情报集中起来存储在计算机中，被称为 Information Base 或 Database。在20世纪60年代的软件危机中，数据库技术作为软件技术的分支得到了进一步的发展。

1968年IBM公司推出了层次模型的IMS（Information Management System）数据库系统，1969年美国数据系统语言协会的数据库任务小组（DBTG）发表的系列报告提出了网状模型，1970年IBM研究中心的研究人员发表了关于关系模型的著名论文。这些事件奠定了现代数据库技术的基础。

20世纪70年代和80年代是数据库蓬勃发展的时期，不仅推出了一些网状模型数据库系统和层次模型数据库系统，还围绕关系数据模型进行了大量的研究和开发工作，关系数据库理论和关系模型数据库系统日趋完善。因为关系模型数据库本身具有的优点，它逐渐取代了网状模型数据库和层次模型数据库。到目前为止，关系模型数据库系统仍然是最重要的数据库系统。

20世纪90年代，关系模型数据库技术又有了进一步的改进。由于受到计算机应用领域及其他分支学科的影响，数据库技术与面向对象技术、网络技术等相互渗透，产生了面向对象数据库和网络数据库。进入21世纪后，面向对象数据库和网络数据库技术逐渐成熟并得到了广泛的应用。

近40年来，数据库技术已经经历了3次演变，形成了以数据建模和数据库管理系统为核心，具有较完备的理论基础和广泛的应用领域的成熟技术体系，已成为计算机软件领域的一个重要分支。通常，人们把早期的层次模型数据库和网状模型数据库系统称为第一代数据库系统，把当前流行的关系模型数据库称为第二代数据库系统，把当前正在发展的数据库系统称为第三代数据库系统。

我国有关部委、国防、气象和石油等行业开始使用数据库始于20世纪70年代，而数据库技术得到真正的广泛应用是从20世纪80年代初的dBaseII开始的。尽管dBase系列和xBase系列都不能称为一个完备的关系数据库管理系统，但是它们都支持关系数据模型，使用起来也非常方便，加上该系统是在微型计算机上实现的，一般也能满足中、小规模管理信息系统的需要，所以得到了较广泛的应用，为数据库技术的普及奠定了基础。

数据库系统的出现使信息系统从以加工数据的程序为中心转向围绕共享的数据为中心的新阶段。这样既便于数据的集中管理，又有利于应用程序的研制和维护，提高了数据的利用率和相容性。20世纪80年代后不仅在大型机上，而且在大多数微型机上也配置了数据库管理系统，使数据库技术得到了更加广泛的应用与普及。无论是小型事务处理、信息处理系统、联机事务处理和联机分析处理，还是一般企业管理和计算机辅助设计和制造（CAD/CAM）及管理信息系统，都应用了数据库技术。数据库技术的应用程度已经成为衡量企业信息化程度的重要标志之一。

1.2.1 信息与社会

计算机所处理的数据在计算机中的存储方式与在现实生活中人们所面对的事物是有区别的。人们在现实生活中所面对的所有事物都是能够看得见的、真实存在的，如何把现实中能够“看得见”、“摸得着”的事物变成计算机能够处理的数据，这中间需要一个复杂的转换过程。比如，如何认识、理解、