《数据库原理与应用》教学大纲

课程编号：070144A

课程类型：□通识教育必修课 □通识教育选修课

☑学科基础课 ☑专业核心课

□专业提升课 □专业拓展课

总 学 时：64 讲课学时：32 实验（上机）学时：32

学　　分：4

考试类型：☑考试 □考查

适用对象：计算机科学与技术专业、数据科学与大数据技术专业

□是 ☑否 适合作为其他专业学生的个性化选修课

先修课程：程序设计基础、离散数学

一、教学目标

《数据库原理与应用》作为研究数据库技术的基本理论已经成为学习信息技术的重要专业课程，在高等教育的有关专业如计算机科学与技术、信息管理与信息系统等都开设了相关的课程。《数据库原理与应用》所涉及的内容不仅是这些相关专业必备的知识基础，也是从事信息产业工作人员的必备知识与技能，同时也是进一步深入研究数据管理与应用的出发点。

目标1：了解数据管理技术的发展、常用的关系数据库管理系统及其功能。

目标2：理解数据库系统的基本概念、体系结构以及数据库管理功能。

目标3：掌握关系数据库查询语言、关系数据库的规范化理论以及数据库设计的全过程。

本课程的最终目的是培养学生运用数据库技术解决问题的能力，激发学生在此领域中继续学习和研究的愿望。为了达到这个目的，除了对关系数据库系统的基本概念、原理和方法进行介绍之外，本课程的另外一个特点是强调课程的实践性，结合典型实例、关系数据库管理系统MySQL和开发工具讲解数据库设计的全过程；同时也为后续课程《信息系统分析与设计》、《软件工程》、《数据仓库与数据挖掘》等课程的学习打基础。

二、教学内容及其与毕业要求的对应关系

本课程的核心内容包括数据库的一些基本概念，各种数据模型的特点，关系数据库基本概念，关系数据库查询语言，数据库的安全性与完整性，关系数据理论，数据库的设计理论和设计方法，数据库恢复和并发控制的基本原理和方法。课程的最终目的是让学生学会存储数据、使用数据和管理数据。

根据教学目标，拟采用的教学方法：课堂讲解、案例教学与上机操作相结合。课堂讲解基本概念和核心知识，讲授和讨论相结合领会知识要点，课堂讲解以方法的应用为主线，系统叙述数据库的有关概念和基础知识，使学生尽快掌握数据库的基本概念，基本方法和应用背景；案例教学训练解决问题的能力；上机实践环节主要以MySQL为上机环境进行实践操作，以加深学生对教学内容的理解和掌握。

学生学习时应该提纲挈领地掌握数据库的内容，除了按照指定的教材进行预习外，还要参考大量的参考文献，通过课后思考和练习题进行多角度和层次的反复学习。

本课程提供MySQL进行上机操作。通过上机实践加深对本课程理论知识的理解，掌握数据库的建立、数据定义、数据查询、数据更新、视图、数据的安全性与完整性，了解数据库编程。

本课程涉及的内容广泛，很多内容需要学生课后学习，以提高学生的自学能力；同时，尽可能做到把理论知识与实际应用相结合，提高学生的动手能力与解决实际问题的能力。

三、各教学环节学时分配

以表格方式表现各章节的学时分配，表格如下：

**教学课时分配**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节内容 | 讲课 | 实验 | 其他 | 合计 |
| 1 | 第一章 绪论 | 3 |  |  | 3 |
| 2 | 第二章 关系数据库 | 3 |  |  | 3 |
| 3 | 第三章 关系数据语言SQL | 6 | 10 |  | 16 |
| 4 | 第四章 数据库安全性 | 2 | 2 |  | 4 |
| 5 | 第五章 数据库完整性 | 2 | 2 |  | 4 |
| 6 | 第六章 关系数据理论 | 4 |  |  | 4 |
| 7 | 第七章 数据库设计 | 4 | 6 |  | 10 |
| 8 | 第八章 数据库编程 | 4 | 6 |  | 10 |
| 9 | 第九章 数据库恢复 | 2 | 2 |  | 4 |
| 10 | 第十章 并发控制 | 2 | 4 |  | 6 |
| **合计** |  | **32** | **32** |  | **64** |

四、教学内容

第一章 绪论

第一节 数据库系统概述

1. 四个基本概念：数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统

2. 数据管理技术的三个发展阶段

3. 数据库系统的特点

第二节 数据模型

1. 数据模型的概念、组成要素

2. 概念模型

3. 常用的数据模型

4. 层次模型与网状模型

5. 关系模型

第三节 数据库系统结构

1. 数据库系统的三级模式结构，即外模式、模式、内模式

2. 数据库的二级映像，即外模式/模式映像、模式/内模式映像

3. 数据库的二级映像与数据独立性

第四节 数据库系统的组成

**课程思政切入点**：

近一年来，美国对华科技领域种种遏制行为轮番登场，“新冷战思维”频频作祟引发逆全球化举措不断。出口禁运触碰到了中国科技产业核心技术缺乏的痛点，“缺芯少魂”问题，再次严峻地摆在国人面前。在特朗普“美国优先”的口号引导下，美国以维护国家安全、保护知识产权为借口，对中国打压势头逐渐明朗。未来，这种态势将会强势延续，我们应筑牢根基，早日实现核心技术安全可控，真正突破美国对华科技领域“包围圈”。

教学重点、难点：数据库系统结构、数据模型、数据库系统三级模式和二级映像、通过E-R图描述现实世界的概念模型。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：数据管理技术的产生和发展过程、层次数据模型和网状数据模型的基本概念、数据库技术的主要研究领域。

理解：数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统的概念、数据库系统的特点、关系数据模型。

掌握：数据库系统三级模式和二级映像的体系结构、数据库系统的逻辑独立性和物理独立性、数据库系统的组成。

复习思考题：

* 1. 简述数据库系统的组成。
  2. 试述数据模型的主要内容。
  3. 试述数据库系统的三级模式结构。
  4. 什么叫数据与程序的物理独立性？什么叫数据与程序的逻辑独立性？为什么数据库系统具有数据与程序的独立性？

第二章  关系数据库

第一节 关系数据结构的形式化定义

1. 域、笛卡儿积、关系

2. 关系模式的形式化定义

3. 关系数据库

第二节 关系操作

1. 基本的关系操作

2. 关系数据语言

第三节 关系的完整性

1. 实体完整性

2. 参照完整性

3. 用户自定义的完整性

第四节 关系代数

1. 集合运算：并、交、差、广义笛卡尔积

2. 关系运算：选择、投影、连接、除

**课程思政切入点**：

科技是国家强盛之基，创新是民族进步之魂。以习近平同志为总书记的党中央，高度重视科技创新引领社会发展的重要作用，将科技创新视为创新驱动发展战略的核心。党中央站在国家长远发展和民族伟大复兴的战略高度，基于对科技创新战略意义的理性审视，明确提出到2020年使我国进入创新型国家行列，到2030年使我国进入创新型国家前列，到新中国成立100年时使我国成为世界科技强国。科技创新的新思想新战略新目标，多维度丰富了马克思主义有关科技创新的理论，为新时期我国科技创新的实践提供了科学指导。

教学重点、难点：关系数据结构的形式化定义、关系代数的各种运算、应用关系代数语言表达关系数据库的数据查询问题。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：关系数据理论产生和发展的过程。

理解：关系模型、关系、关系模式、关系代数及其相关术语、关系模型的三个组成部分及各部分所包含的主要内容、关系数据结构及其形式化定义。

掌握：关系的三类完整性约束、关系代数的各种运算。

应用：能根据实际给定的数据库写出相应的关系代数查询。

复习思考题：

设有一个SPJ数据库，包括S、P、J、SPJ四个关系模式：

厂家S(SNO，SNAME，STATUS，CITY)

产品P(PNO，PNAME，WEIGHT，COLOR)

工程J(JNO，JNAME，CITY)

供货SPJ(SNO，PNO，JNO，QTY)

1. 用关系代数写出下述查询操作
2. 查询为工程J1供货的厂商号。
3. 查询供货量在300-500之间的所有供货情况。
4. 查询由London的厂商供给London的工程的产品号。
5. 查询供应零件的厂商和使用零件的工程在同一城市的所有产品号。
6. 查询由S1提供产品的工程名。
7. 查询使用了由供应红色产品的厂商供应的产品的工程名。
8. 查询使用了全部零件的工程名。
9. 查询供应P1和P2两种产品的厂家名。
10. 查询至少使用了S1所提供的全部零件的工程名。

第三章  关系数据库标准语言SQL

第一节 SQL概述

1. SQL的特点

2. SQL的功能：数据查询、数据定义、数据操纵、数据控制

3. SQL与关系数据模式

第二节 数据定义

1. 数据库的定义与删除

2. 基本表的定义、删除与修改

3. 索引的建立与删除

第三节 数据查询

1. SELECT语句的格式

2. 单表查询，包括简单查询、带条件的查询、使用集函数查询、对查询结果排序、分组等

3. 多表连接查询，包括等值与非等值连接查询、自身连接查询、外连接查询、复合条件连接查询等

4. 嵌套查询，包括带IN谓词的子查询、带比较运算符的子查询、带ANY或ALL谓词的子查询、带EXISTS谓词的子查询等

5. 集合查询

第四节 数据更新

1. 插入数据

2. 修改数据

3. 删除数据

第五节 视图

1. 视图的基本概念

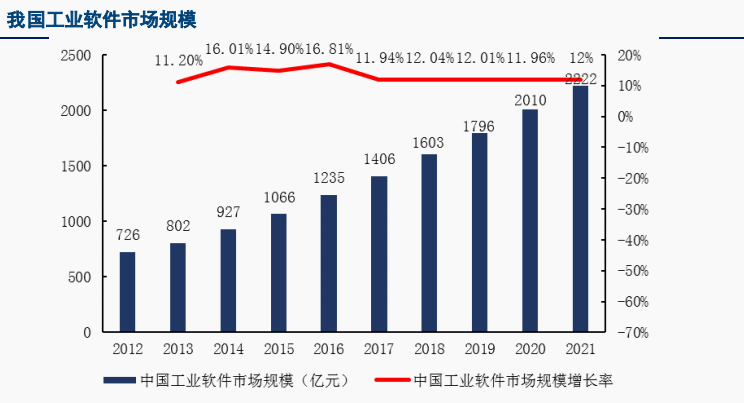
2. 建立、删除视图

3. 查询、更新视图

4. 视图的作用

**课程思政切入点**：

工业软件是“中国制造 2025”的必经之路，是科技强国的核心实力。由此可见，在目前的国际环境大背景下，突破制约我国产业安全的关键技术瓶颈，打破可能被“卡脖子”的技术领域壁垒已经迫在眉睫。在政策的推进之下，有关于各产业安全的关键技术领域将受到一定的利好。最近这几年国家与企业对工业软件的投入比较大，政府与企业已经深刻认识到了工业软件对生产制造的重要意义。政策促进叠加企业本身意愿增强，工业软件的需求不断增加。截止2019年，我国工业软件市场规模达1796多亿。按照目前12%左右的增速，未来的市场规模还将进一步扩大。



教学重点、难点：在DBMS中熟练正确地使用SQL语言完成对数据库的查询、插入、删除、更新操作，尤其是连接查询、嵌套查询、集函数的应用；数据查询中存在量词（EXISTS）的使用方法；使用SQL语言正确地完成复杂查询。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：SQL语言的特点及发展过程、SQL语言与非关系模型数据语言、面向过程语言的区别及优点。

理解：视图的作用与意义、使用的主要方法。

掌握：数据的定义、查询、更新；视图的定义、查询、更新。

应用：熟练运用SQL语言对数据库、基本表和视图进行操作。

复习思考题：

设有一个SPJ数据库，包括S、P、J、SPJ四个关系模式：

厂家S(SNO，SNAME，STATUS，CITY)

产品P(PNO，PNAME，WEIGHT，COLOR)

工程J(JNO，JNAME，CITY)

供货SPJ(SNO，PNO，JNO，QTY)

用SQL语言完成如下操作：

1. 查询供货量在 300 - 500 之间的所有供货情况；
2. 查询重量小于15或大于30的所有零件情况；
3. 查询给工程J1供应零件的供应商代码；
4. 查询工程J1使用的零件代码；
5. 查询给工程J1供应零件P1的供应商代码；
6. 查询工程J1使用供应商S2供应的零件代码；
7. 查询给工程J1供应红色零件的供应商代码；
8. 查询工程J1使用天津供应商供应的零件代码；
9. 查询北京供应的且重量小于15的零件代码和零件名；
10. 查询供应红色零件且状态大于20的供应商代码和供应商名；
11. 查询给天津的工程供应齿轮零件的供应商代码和供应商名；
12. 查询由天津供应商供给天津工程的零件名；
13. 查询不使用零件代码为P2的工程号和工程名；
14. 查询供应商S3没有供应的零件名；
15. 查询没有使用天津供应商供应的红色零件的工程号；
16. 查询没有给天津的工程供应红色零件的供应商号；
17. 查询与供应商 S2 在同一城市的供应商代码和供应商名；
18. 查询与齿轮零件颜色相同的零件代码和零件名；
19. 查询使用了全部零件的工程名；
20. 查询供应了全部零件的供应商名；
21. 查询所有天津供应商都供应的零件名；（比较：查询所有天津供应商供应的零件名）
22. 查询天津的所有工程都使用的零件名；（比较：查询天津的所有工程使用的零件名）
23. 查询至少使用了供应商S1所供应的全部零件的工程代码和工程名；
24. 查询至少供应了工程J3所使用的全部零件的供应商号和供应商名；
25. 查询（至少）供应零件代码为P1、P2两种零件的供应商名；
26. 查询（至少）供应零件代码为P2、但不供应P3的供应商名；
27. 查询（至少）供应螺母零件、但不供应齿轮的供应商名；
28. 查询（至少）供应螺母和齿轮两种零件的供应商名。

第四章  数据库安全性

第一节 计算机安全性概述

1. 计算机系统的三类安全性问题
2. 安全标准简介

第二节 数据库安全性控制

1. 用户标识与鉴别

1. 存取控制
2. 自主存取控制方法
3. 授权与回收
4. 数据库角色
5. 强制存取控制

第三节 视图机制

第四节 统计数据库的安全性

**课程思政切入点**：

在计算机与通信技术的促使下,信息要素已是社会发展的决定性力量之一, 信息关系到人的成长、单 位业务的发展，更甚者是国家的生死存亡。可以这么说，社会已开始从工业化走进信息化。

通信技术与协议的发展助力了信息的高速传输和资源的广泛共享。互联网的使用已深入到社会各个领域和方面,深刻影响各阶层内部和相互间关系的思维与行为方式及观念的变化。

1.社会信息化提升了信息的地位

信息产业在国民经济中占的比例上升，工业化与信息化的结合逐渐紧密，信息资源变成了关键的生产要素。

2.社会对信息技术的依赖性增强

信息技术迅猛前进,是新技术革命的带头羊;信息产业发展的高速，已是经济发展的强劲推动力;信息网络快速崛起,成为社会和经济活动的重要依托。

网络应用已从简单获取信息发展为进行学习,学术研究、休闲娱乐、情感交流、社交、获得免费资源、对外通信、网上金融、网上购物、商务活动、追崇时尚等多元化应用。

3.虚拟的网络财富日益增长

互联网的普及，使财产除金钱、实物外,又加大了虚拟的网络财富,虚拟财产均通过信息的形式在网络中流通、使用，网络信息安全直接会关系这些财产是否安全，同时，此形式的财产保护也对我们目前的法律有了新的要求。

4.信息安全已经成为社会的焦点问题

信息比例的增加，使社会不断加大了信息的真实和保密程度以及要求,而网络化又由于虚假、泄密导致的信息伤害程度不断变大。

教学重点、难点：自主存取控制中的授权与权限回收，强制存取控制机制中确定主体能否存取客体的存取规则。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：计算机安全标准。

理解：数据库安全性和计算机安全性的基本概念。

掌握：实现数据库安全性控制的常用方法和技术、数据库中的自主存取控制方法和强制存取控制方法。

应用：熟练运用SQL语言实现自主存取控制中的授权与权限回收。

复习思考题：

* 1. 什么是数据库中的自主存取控制方法和强制存取控制方法？
  2. SQL语言中提供了哪些数据控制（自主存取控制）的语句？
  3. 给定两个关系模式：

职工（职工号，姓名，年龄，职务，工资，部门号），其中职工号为主码；

部门（部门号，名称，经理名，地址，电话），其中部门号为主码；

[1] 用SQL的Grant语句（加上视图机制）完成以下授权：

1. 用户王明对两个表有查询权限；
2. 用户李勇对两个表有插入和删除权限；
3. 用户刘星对职工表有查询权限，对工资字段具有更新权限；
4. 用户周平具有对两个表的所有权限，并具有给其他用户授权的权力；
5. 用户杨兰具有从每个部门职工中查询最高工资，最低工资和平均工资的权限，他不能查看每个人的工资。

[2] 用SQL的Revoke语句收回以上各用户的权限。

第五章 数据库完整性

第一节 实体完整性

1. 实体完整性定义

2. 实体完整性检查和违约处理

第二节 参照完整性

1. 参照完整性定义

2. 参照完整性检查和违约处理

第三节 用户定义的完整性

1. 属性上的约束条件的定义

2. 属性上的约束条件检查和违约处理

3. 元组上的约束条件的定义

4. 元组上的约束条件检查和违约处理

第四节 完整性约束命名子句

**课程思政切入点**：

国产数据库发展约20年，近年来涌现出较多厂家。可简单分为四类：

老牌数据库厂家，依托高校资源，申请一些国家项目等。最典型的是四大老牌厂商：达梦、人大金仓、南大通用、神通数据库。这些厂商也是传统的AK名录厂商，在政府、军队等有较广泛的应用。

商业贴牌OEM厂商，如HighGo、星瑞格（informix）、浪潮（TiberoDB），南大通用的Gbase T。无法彻底掌握源代码，不具备内核能力

基于开源的增强，如阿里的PolarDB，腾讯的TBase，中兴的GoldenDB。主要是基于MySQL和基于PG两类。内核掌控能力有限，也受限于开源数据库自身的内核能力，以及开源协议限制。如基于MySQL的数据库产品线下销售有风险。

企业自研：又分为两类，面向企业关键业务，如阿里的PolarDB for PG、OceanBase，华为的GaussDB。以及面向互联网应用的PingCAP和巨杉数据库。

国产数据库厂商有多少家呢？可以从信通院分布式数据库测评的列表中一窥究竟。信通院自2016年起组织国产分布式数据库的测评，到目前为止已经公开结果的厂商就已经有20余家，这还不包括传统的集中式数据库。

分布式事务数据库基础能力测试

分布式分析型数据库基础能力

分布式分析型数据库性能

腾讯TDSQL关系型数据库

百度分布式事务数据库TafDB

阿里云DRDS

爱可生   云树分布数据库软件

巨杉 SequoiaDB

热璞分布式事务数据库 HotDB

亚信科技 AISWare AntDB（基于PG）

星环 Transwarp KunDB

腾讯云Tbase（基于PG）

创意 TroyDB   Cluster

中兴GoldenDB

神通数据库

Gbase   8a MPP Cluster

中移软件分布式混合型并行关系数据库

易鲸捷 EsgynDB

酷克公司HashData数据仓库

百度数仓Palo

杭州数梦工厂Dthink ADB

巨杉SequoiaDB

星环   Transwarp ArgoDB

国双   Gridsum ZETA PDW

南威软件   天河大数据基础平台

华为GaussDB

新华三H3C DataEngine MPP

腾讯云   TBase

中移（苏州）软件技术 BC-RDB   Hybrid

南大通用Gbase   8a MPP Cluster

星环闪存数据库 Transwarp ArgoDB

国双Gridsum   ZETA PDW

新华三 H3C   Data Engine MPP

接下来具体看一下国内到底有哪些数据库：

老牌的数据库四大厂商均起步于21世纪初。

达梦，2000年成立，中国软件与技术服务股份有限公司是第一大股东。主要聚焦OLTP领域，产品纯自研，还申请了信息产品原创证书。产品包括达梦数据库，达梦数据共享集群（DMDSC），达梦透明分布式数据库，达梦读写分离集群软件，达梦MPP集群。

南大通用，2004年成立，有OLAP领域的Gbase a及Gbase a MPP Cluster，OLTP领域的GBase t（基于informix），面向特定行业的GBase s，一体机InfiniData，内存数据库Gbase m。

人大金仓，1999年成立，中国电子科技集团公司（CETC），产品包括KingbaseES、Kingbase AnalyticsDB，HTAP分布式数据库KSOne，分布式视频数据库系统Kingbase DVDB，大数据凭他KingbaseDataPlatform。可能基于PostgreSQL

 神通数据库， 2003年成立， 产品包括神通数据库、神通数据库安全版，神通嵌入式实时数据库，神通xCluster集群，神通KStore海量数据管理系统。

近年来市场份额上最为领先的莫过于阿里和腾讯。这两家的产品演进很快，也很混乱。

蚂蚁金服：Oceanbase，分布式数据库，2019年10月TPC-C打榜第一

阿里：

PolarDB，阿里云团队，类似Aurora，分为PolarDB MySQL和PolarDB PostgreSQL（基于PG-XC，面向线下）

X-DB，阿里集团数据库团队，基于MySQL内核，类似Aurora

AliSQL，阿里集团数据库团队，基于MySQL，2016年已开源，没有上云

PolarDB已经将X-DB、AliSQL收编。

PPAS：基于EnterpriseDB

TSDB：时序时空数据库

GDB：图数据库

AnalyticDB For PostgreSQL，基于Greenplum（原名HybridDB for PostgreSQL）

腾讯：除TBase外，都出自腾讯云数据库团队

TDSQL：腾讯云数据库团队维护的金融级分布式架构 MySQL/MariaDB 内核分支。用于微众银行

Tbase：基于Postgres-XL，原名PostgreSQL-XZ，2017年改名TBase，是一款HTAP数据库。腾讯数据平台团队开发。腾讯云上内测阶段，2019年11月开源

CynosDB：采用类似Aurora的计算与存储分离，计算节点Share Storage架构。内核分为两个，基于腾讯MySQL分支TXSQL，以及深度改造PostgreSQL10内核

时序数据库CTSDB：是否纯自研？

Snova数据仓库：基于Greenplum

TData：数据库一体机，基于哪款数据库？

比较火的产品还有：

中兴：GoldenDB，基于MySQL的share-nothing架构分布式数据库。在中信银行上线

PingCAP：开源分布式数据库TiDB，2015年成立，用于北京银行

SequoiaDB：开源分布式数据库，2012年成立。存储引擎纯自研，SQL引擎使用MySQL

国企系的产品有：

航天紫光

虚谷伟业

尚不清楚这两家是基于什么开源数据库改造，还是完全自研。 航天紫光可能没有分布式能力

国产数据库

基于MySQL改造的有：热璞HotDB（分布式）、TDSQL

基于PostgreSQL改造的有：瀚高数据库（HighGo DB），亚信科技（AntDB）、TBase、Kingbase等

基于Informix的产品有：Gbase 8t，华胜天成，星瑞格

其他数据库产品包括：

创意信息TroyDB（基于某开源系统）

易鲸捷EsgynDB，源于惠普等推动的Apache Trafodion开源数据库

东软Openbase

华易数据库Huayisoft DB Server

HUABASE-华鼎数据库

瀚高数据库，HighGo DB，基于PostgreSQL

浪潮K-DB，基于韩国的TiberoDB

Cbase，交通银行基于Oceanbase 0.4.2开发

优炫UXDB 云分布式NewSQL数据库

京东数科 JDTX分布式事务中间件

偶数科技 Oushu DB 数据仓库

柏睿数据RapidsDB 分布式内存数据仓

百度Doris（原Palo） 数据仓库，TafDB 云分布式NewSQL数据库

上海跬智Kyligence  大数据分析平台

金山云 数据仓库

教学重点、难点：使用SQL语言定义关系模式的完整性约束条件。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：数据库完整性检查及违约处理。

理解：数据库的完整性概念、完整性约束条件的概念及分类。

掌握：数据库的实体完整性、参照完整性和用户定义的完整性。

应用：熟练运用SQL语言定义各类完整性。

复习思考题：

1．假设有下列两个关系模式：部门（职工号，姓名，年龄，职务，工资，部门号），其中职工号为主码；部门（部门号，名称，经理名，电话），其中部门号为主码；用SQL语言定义这两个关系模式，要求在模式中完成以下完整性约束条件的定义：(1)定义每个模式的主码；(2)定义参照完整性；(3)定义职工年龄不得超过60岁。

2．SPJ数据库包含S表、P表、J表和SPJ表，表结构如下：

厂家 S（SNO，SNAME，STATUS，CITY），其中STATUS（状态）为整型，其他均为字符型

产品 P（PNO，PNAME，COLOR，WEIGHT），其中WEIGHT（重量）为浮点型，其他均为字符型

工程 J（JNO，JNAME，CITY），其中各属性均为字符型

供应 SPJ（SNO，PNO，JNO，QTY），其中QTY（供应量）为整型，其他均为字符型

用SQL语言在SPJ数据库中建立S表、P表、J表和SPJ表，要求：

1. 定义S表、P表、J表和SPJ表时，除S表中的STATUS属性外，其余各属性均不为空；
2. S表中的SNAME属性和P表中的PNAME属性取值均唯一；
3. 定义产品的颜色只允许取“Red”、“Yellow”、“Green”或“Blue”；
4. 定义厂家位于“London”时其STATUS（状态）均为20；
5. 定义S表、P表、J表和SPJ表上的主码和外码，以保证实体完整性和参照完整性。

第六章  关系数据理论

第一节 数据模型规范化的必要性

1. 数据模型规范化的必要性

2. 插入异常

3. 删除异常

4. 数据冗余

第二节 规范化

1. 函数依赖及相关概念

2. 用函数依赖的概念定义码

3. 1NF、2NF、3NF、BCNF的概念与相互关系

4. 多值依赖与4NF

第三节 数据依赖的公理系统

1. Armstrong公理系统

2. 闭包、属性集关于函数依赖集的闭包

3. 最小函数依赖集

4. 关系模型中码的求解方法

教学重点、难点：各个级别范式的关系及其证明；两个闭包（F+与X+F）的定义、相互关系与判别定理；最小函数依赖集的概念与算法；对各个级别范式的理解与应用，判断各个级别中存在的问题（插入异常、删除异常、数据冗余）和解决方法；关系数据理论证明问题；根据应用语义完整地写出关系模式的数据依赖集合，并能根据数据依赖分析某个关系模式属于第几范式。

**课程思政切入点**：

数据库产业化护航国家安全

——中国人民大学创新数据库管理系统核心技术获国家科技奖励大会二等奖



王珊为学生们介绍中国数据库技术的发展历史。 资料图片

面向高校人才培养，它是学生面向真问题开展科研创新的平台；面向市场应用，它是输出高校科研成果、开发产品和应用推广的企业。从学科建设到产品研发，从科研攻关到人才培养，人大数据库走出了一条成功的产学研协同发展之路。

2018年度国家科学技术奖励大会在京召开，中国人民大学信息学院杜小勇教授、王珊教授牵头申报的成果“数据库管理系统核心技术的创新与金仓数据库产业化”喜获国家科学技术进步奖二等奖，这也是人大首次获得的国家科技“三大奖”奖项。

数十年来，人大数据库技术研发团队以舍我其谁的勇气，在国产数据库科研攻关领域砥砺前行，书写出一部由0到1、敢为人先的创业史，擎起了中国数据库领域的一面旗帜。

**从研究成果到市场认可**

上世纪80年代，中国没有自主知识产权的数据库产品，国内市场几乎全为国外三大巨头企业的产品所垄断。

1984年，王珊应邀赴美访问研究，在美国马里兰大学参与“可扩展关系数据库系统XDB”的开发。在每天编码10小时+的高强度工作中，王珊的两年“洋插队”生活过得艰苦而充实。行将回国之际，她给时任中国人民大学校长袁宝华写了一封信，建议学校批准成立“数据与知识工程研究所”。

于是，1987年，中国人民大学信息学院数据与知识工程研究所成立，王珊任所长。从“无”到“有”，在这里，王珊和她的团队承担了一系列国家科研项目，研制了多个具有自主知识产权的数据库系统。很快，研究所的一系列研究成果在国内外数据库领域产生了广泛影响，如何将这些学术成果转化为国家急需的数据库产品，成了当时摆在数据库研发团队面前的一个最为迫切的问题。

1999年，王珊带领着人大数据库技术团队，创办了人大金仓公司，这是人民大学复校以来孵化的首家产学研一体化高科技企业。

同年，已在日本拥有正式教职的杜小勇，回到人民大学信息学院执教，欣然答应王珊的邀请，成了人大金仓的第一任总经理。

人大金仓挂牌开张了，可最开始市场并不买账。

要将研究成果转化为面向市场的产品，只凭研究所雄厚的学术实力与创新能力，是很难做到的。掌握前沿技术固然重要，但洞察市场需求和用户体验才是“点金”的关键。一开始，人大金仓举步维艰，产品市场不认可、卖不出去，势必会被市场淘汰出局。

在这个节骨眼上，王珊、杜小勇到处奔走，获得了600万的融资，解了燃眉之急。研发团队由此意识到只有尊重市场逻辑，用产品说话，研发成果才能真正“变现”。于是，第一个十年间，人大金仓花大力气开始了国产数据库的产品化研发，数据库系统从实验室逐步走向市场，产品不断迭代优化，数据库应用也从边缘行业一点点深入核心部门。

**不让国家安全受制于人**

2001年12月11日，中国正式加入WTO，国门打开，外资企业瞄准中国市场所蕴含的发展机遇和广阔前景，鱼贯而入。随着全球化时代国与国之间的经济较量与政治博弈日趋白热化，信息安全成了一柄悬在国家上空的达摩克利斯之剑。

抱着国家信息安全不能受制于人的强烈信念，推进国产数据库技术和产业发展、打破数据库市场的国外垄断，成了人大数据库团队和人大金仓公司的头号使命。

“十五”期间，人大数据库团队与人大金仓合作，连续承担了3个国家863计划数据库重大专项项目，杜小勇任国家863计划数据库重大专项专家组组长。“十一五”和“十二五”期间，又先后承担了一个国家863计划目标导向项目“纯XML—关系数据库系统PXRDB研制与应用”和“核高基”重大专项项目“大型通用数据库管理系统与套件”。

经过十多年的系统研究与开发，在国产数据库管理系统内核研制、XML数据和关系数据的统一管理、海量数据的联机分析加速等方面取得了一系列创新性研究成果，突破了数据库管理系统“三高一大”（高可靠、高性能、高安全、大数据量）的众多核心技术，研制了具有自主知识产权、安全可靠、自主可控的数据库管理系统——金仓数据库KingbaseES系列产品；提出了对等引擎系统架构，在数据存储、数据索引、并发控制、关键字检索四个层面提出了一系列创新技术，实现了对XML数据、关系数据和非结构数据的统一管理；针对海量数据的联机分析需求，从磁盘、内存、处理器缓存以及异构处理器架构四个硬件层次，提出了一系列OLAP加速技术。

目前，金仓数据库产品广泛应用于电力、军工、金融等10多个行业领域，在60多个全国性重大信息化工程核心关键业务中得到了规模化应用，全国累计推广超过50万套，遍布3000多个县市。社会和经济效益显著。

**一流平台吸引一流人才**

计算机属于工学范畴，造出人工物并解决实际问题造福人类是工学的基本要求。发展一流的数据库学科，需要有顺畅的产学研的通道。从初创之日起，人大金仓就被贴上了人大数据库学科“产学研一体化中的一环”的标签。面向高校人才培养，它是学生面向真问题开展科研创新的平台；面向市场应用，它是输出高校科研成果、开发产品和应用推广的企业。从学科建设到产品研发，从科研攻关到人才培养，人大数据库走出了一条成功的产学研协同发展之路。

理顺高校和企业的关系，并不是一件容易的事。2004年，王珊、杜小勇做了一个重要决定，人大金仓数据库研发团队与信息学院数据库学科教学科研团队开始正式“分家”。一部分人回到学院专心搞教学科研，另一部分人则留在公司继续做产品研发和推广。“要想实现市场化和专业化，老师带着学生兼职做的路子是行不通的。做学术也好，搞研发也好，靠的都是持续专注的投入。”时任总经理杜小勇如是说。

“分家”后，杜小勇等多位教师先后回到中国人民大学信息学院。2005年，他开始担任信息学院院长，一掌舵就是10年。2008年，中国人民大学信息学院成立教育部数据工程与知识工程重点实验室，这也是学校的第一间省部级重点实验室。杜小勇成为第一任实验室主任。

“只有打造一流的平台、建设一流的实验室，才能吸引一流的人才、迸发一流的学术生命力。”

人大金仓“创始团队”成员之一的陈红，现已是信息学院的党委书记，在她眼中，重点实验室就是这样的一个平台，能招徕人才、能锻造团队、能驱动创新。

王珊总结说，人大数据库团队能取得今天的成绩，是靠一群“初生牛犊不怕虎”的“傻子”不知深浅闯出来的，正是这群“傻子”数十年如一日的坚持，中国才有了自己的数据库，人民大学数据库学科也才有更加辉煌的明天。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：什么是“不好”的数据库模式、模式的插入异常和删除异常、规范化理论的重要意义。

理解：关系的形式化定义。

掌握：函数依赖、码、候选码、主码、外码、主属性、非主属性等概念；范式的概念、2NF、3NF、BCNF的定义、性质、特点和相互关系；函数依赖公理系统与最小函数依赖集。

应用：能够根据给定的语义写出函数依赖集合。

复习思考题：

* 1. 已知：关系模式R（U，F），U=ABCDEG，F={A→B，C→G，E→A，CE→D}，求：(1) R的候选码；(2) R最高属于哪级范式？
  2. 已知：关系模式R（U，F），U=ABCD，F={A→C，C→A，B→AC，D→AC}，求：(1) F的最小函数依赖集；(2) R的候选码；(3) R最高属于哪级范式。
  3. 已知：关系模式R（U，F），U=ABCDEG，F={BG→C，BD→E，DG→C，ADG→BC，AG→B，B→D}，求：(1) F的最小函数依赖集；(2) R的候选码；(3) R最高属于哪级范式。
  4. 关系模式R（U，F）中，F是最小函数依赖集。设A是U中属性，且A只在F中诸函数依赖的左端出现。求证：A必包含在R的任何侯选码中。
  5. 已知：关系模式R（U，F），X、Y是U中属性，XY。求证：X+FY+F
  6. 关系模式R（U，F）中，{X→Y}∈F，设G=F-{X→Y}。求证：F+=G+的充分必要条件是，Y∈X+G

第七章 数据库设计

第一节 数据库设计概述

1. 数据库与管理信息系统的关系

2. 数据库设计的特点

3. 数据库设计方法

4. 数据库设计的基本步骤

第二节 需求分析

1. 需求分析阶段的任务

2. 需求分析的过程与方法

3. 数据字典

第三节 概念结构设计

1. 概念结构设计的主要内容、特点

2. 概念结构设计的方法与步骤

3. 数据抽象与局部视图设计

4. 视图的集成

第四节 逻辑结构设计

1. 逻辑结构设计的基本概念与方法

2. E－R图向数据模型的转换

3. 数据模型的优化问题

4. 设计用户子模式

第五节 数据库的物理设计

1. 数据库的物理设计的内容、方法

2. 关系模式的存取

3. 确定数据库的存储结构

4.，数据库物理设计评价

第六节 数据库的实施与维护

1. 数据装载

2. 数据库的试运行

3. 数据库的维护

**课程思政切入点**：

从数据库技术的产生引入当前IT领域新技术的产生与发展，讨论新技术产生的原因，激发学生的创新精神；同时引出我国在IT领域的智慧创造，引导学生认识我们国家取得的成就，培养学生的爱国情怀，激发学生的民族自豪感以及对社会主义核心价值观的认同感。播放《厉害了我的国》中相关视频片段、图片和故事，并和学生一起讨论对新技术发展的认识。



用电影中、现实中的事例告诉学生，中国在信息技术行业取得了很大的进步，从追赶者变为领先者。

教学重点、难点：根据需求分析中的数据流程图进行数据抽象、概念模型（E-R模型）的构造、数据库的逻辑模型的生成与优化。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：数据库设计的特点、数据库物理设计的内容和评价、数据的实施和维护。

理解：数据库设计过程中数据字典的内容、数据库设计各个阶段的具体设计内容、设计描述、设计方法等。

掌握：数据库设计的基本步骤、使用E-R图的方法设计数据库系统的概念模型、从数据库概念模型转换为数据库的逻辑模型、数据库逻辑模型的优化和用户视图设计。

应用：能够根据给的实际应用设计数据库系统的概念模型、逻辑模型和物理模型。

复习思考题：

* 1. 数据字典的内容和作用是什么？
  2. 试述把E-R图转换为关系模型的转换规则。
  3. 学校中有若干系，每个系有若干班级和教研室，每个教研室有若干教员，其中有的教授和副教授每人各带若干研究生，每个班有若干学生，每个学生选修若干课程，每门课程由若干学生选修。请用E-R图画出概念模型。
  4. 某工厂生产若干产品，每种产品由不同的零件组成，有的零件可用在不同的产品上。这些零件由不同的原材料制成，不同零件所用的材料可以相同。这些零件按所属的不同产品分别放在仓库中，原材料按类别放在若干仓库中。请用E-R图画出此工厂产品、零件、材料、仓库的概念模型。
  5. 设计一个学生运动会数据库，此数据库中有若干班级，每个班级包括：班级号、班级名、专业、人数；每个班级有若干运动员，运动员只能属于一个班，包括：运动员号、姓名、性别、年龄；有若干比赛项目，包括：项目号、名称、比赛地点；每名运动员可参加多项比赛，每个项目可有多人参加；要求能够公布每个比赛项目的运动员名次与成绩。要求：(1) 确定实体及其包含的属性；(2) 用E-R图给出系统的概念结构模型；(3) 设计系统的关系数据库逻辑模型。
  6. 设计一个图书馆数据库，此数据库中图书信息包括：书号、书名、作者、数量、出版社、单价、架号；出版社信息包括：出版社号、社名、地址、电话、邮编、信箱；读者信息包括：借书证号，姓名、单位；一个出版社可以出版多种书籍，但每本书只能在一个出版社出版，出版应有日期和责任编辑；每个读者可以借阅多本图书，每本图书可以有多人借阅。借阅信息包括：借书日期、还书日期，是否续借。要求：用E-R图给出系统的概念结构模型，再将其转换为关系模型。

第八章  数据库编程

第一节 MySQL编程基础

1. PL/SQL块结构

2. 常量与变量

3. MySQL流程控制语句

第二节 存储过程与存储函数

1. 游标

2. 存储过程的定义、调用与删除

3. 存储函数的定义、调用与删除

4. 存储过程与存储函数比较

第三节 触发器

1. 触发器简介

2. 触发器的原理

3．触发器的定义、激活与删除

**课程思政切入点**：

信息安全是信息化社会的基石。信息网络安全问题将是一个生死攸关的重大问题。对于正在迈入信息化社会的我国来说，加快信息网络安全保障建设、增强保障能力的任务十分紧迫。中国信息化建设必须在发展中保安全、在保障中促发展。发展与安全，要相互兼顾，两者都要硬。

为应对来自内外日益复杂多样的网络安全挑战，应从信息化发展趋势和中国信息化与全球信息化之间关系的角度，对中国网络信息安全与国家安全进行战略性思考、持续性研究、整体性谋划，以及在体制、机制上协调、整合。关键核心技术与设备研发的自主、创新、可控，是当务之急。保障关系国计民生的重要信息系统和基础设施的安全与稳定运行，是重中之重。增强监控、防御各种形式网络攻击的应急响应能力；加强防御反制网络战争能力建设；大力扶持信息网络安全产业和应用服务；完善信息安全产品与服务的国家审查、安全测评认证及风险评估机制；有力打击黑客攻击与各种网络犯罪行为；依法有效监管网络信息传播舆论，掌握网络时代信息舆论的主动权，确保社会稳定等，都是网络安全保障不可缺少的重要环节。

教学重点、难点：游标的使用方法、存储过程与存储函数的创建与使用、触发器的创建与使用。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解： MySQL编程基础。

理解：游标的定义、触发器的定义、存储过程、存储函数的定义和特点。

掌握：数据库编程中游标的使用方法、触发器定义和使用、存储过程与存储函数的实现及两者的差异。

应用：根据给定的实际问题运用触发器完成复杂的完整性约束、运用存储过程编写复杂的业务处理和查询统计工作。

复习思考题：

1．对学生课程数据库编程，完成下面功能：

* 1. 创建一个触发器，要求：当往tb\_sc表插入数据之前，检查成绩是否在0-100之间，如果不是则将成绩置空；使用SQL语句往tb\_sc表插入记录，观察触发器何时触发。
  2. 在学生表中增加一个“nation”字段记录学生所在民族，创建触发器，当输入某个同学选课成绩时，如果他是少数民族，其成绩自动加5分；使用SQL语句往tb\_sc表插入记录，观察触发器何时触发。
  3. 在学生表中增加一个“avgGrade”字段记录学生的平均成绩，创建触发器，当输入某个同学选课成绩时，更新其平均成绩；使用SQL语句往tb\_sc表插入记录，观察触发器何时触发。

1. 在学生表中增加一个“TCredit”字段记录学生选课的总学分，创建触发器，当输入某个同学选课成绩时，如果成绩大于等于60分则将该课程的学分计入总学分；使用SQL语句往tb\_sc表插入记录，观察触发器何时触发。
2. 创建一个触发器，要求：当往tb\_sc表插入数据之后，对于插入记录中的课程号，保证如果没有选修其先修课程，则不能选修该课程；使用SQL语句激活触发器。
3. 创建一个触发器，要求：如果在tb\_student表中修改了学号，则自动修改tb\_sc表中的学号；使用SQL语句修改tb\_student表中学号，观察触发器是否触发，即查看tb\_sc表中的学号是否修改。（注意：如果tb\_sc表中的sno定义了外码，应先使用ALTER TABLE命令先删除外码）
4. 创建一个存储过程，要求：使用游标编程统计某个院系的学生总人数，并返回该学院的学生总人数。(创建一个存储函数，要求：使用游标编程统计某个院系的学生总人数。)
5. 创建一个存储过程，要求：使用聚集函数统计某个院系的学生总人数，并返回该学院的学生总人数。(创建一个存储函数，要求：使用聚集函数统计某个院系的学生总人数。)
6. 创建一个存储过程，要求：统计某门课程（如：数据库）的成绩分布情况，即按照各分数段统计人数。
7. 创建一个存储过程，要求：根据输入的课程名称，统计该课程的选课人数和平均成绩，并将统计结果返回给调用者。
8. 创建一个存储过程，要求：不允许使用聚集函数，统计每个学院的选课学生人数和课程平均分。
9. 创建一个存储过程，要求：根据输入的院系名称，逐行输出该院每个同学的姓名，选修的课程名和相应成绩，并按姓名升序输出。

2．对SPJ数据库（详见教材P.74-75），根据具体情况自行设计存储过程和触发器（至少设计一个存储过程和一个触发器）。

第九章  数据库恢复技术

第一节 事务的基本概念与特性

第二节 数据库恢复概述

第三节 故障的种类

* 1. 事务内部故障
  2. 系统故障
  3. 介质故障等

第四节 恢复的实现技术

1. 数据转储

2. 登记日志文件

第五节 恢复策略

1. 事务故障的恢复

2. 系统故障的恢复

3. 介质故障的恢复

第六节 具有检查点的恢复技术

第七节 数据库镜像

**课程思政切入点**：

 大数据很忠诚，它真实记录人们的每个足迹，深藏功与名；大数据很任性，它的分析有根有据，拒绝流言蜚语；大数据很友好，它提供各种权威参考，它创造绿色经济，让我们的生活更美好。世界已经进入由数据主导的“大时代”。以习近平同志为总书记的新一届中央领导集体，站在时代最前沿，带领全国人民迈入大数据时代。五中全会的“十三五”规划建议提出：“实施国家大数据战略，推进数据资源开放共享。”

大数据正在成为经济社会发展新的驱动力。随着云计算、移动互联网等网络新技术的应用和发展与普及，社会信息化进程进入数据时代，海量数据的产生与流转成为常态。预计到2020年，全球数据使用量将达到约400亿TB，将涵盖经济社会发展各个领域，成为新的重要驱动力。大数据重新定义了各个大国博弈的空间。在大数据时代，世界各国对数据的依赖快速上升，国家竞争焦点已经从资本、土地、人口、资源的争夺转向了对大数据的争夺。习近平在中央网络安全和信息化领导小组第一次会议上指出：“网络信息是跨国界流动的，信息流引领技术流、资金流、人才流，信息资源日益成为重要生产要素和社会财富，信息掌握的多寡成为国家软实力和竞争力的重要标志。”未来国家层面的竞争力将部分体现为一国拥有数据的规模、活性以及解释、运用的能力，数字主权将成为继边防、海防、空防之后另一个大国博弈的空间。大数据将改变国家治理架构和模式。在大数据时代，用大数据可以通过对海量、动态、高增长、多元化、多样化数据的高速处理，快速获得有价值信息，提高公共决策能力。

教学重点、难点：恢复的实现技术、各种故障的恢复策略，难点是日至文件的使用，系统故障恢复策略。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：故障的种类、日志文件的种类。

理解：数据库恢复的实现技术、日志文件的内容及其作用。

掌握：事务的基本概念和事物的ACID性质、各种故障的恢复策略登记日志文件所遵循的原则。

复习思考题：

1. 简述事务的概念及事务的四个特性。说明恢复技术能保证事务的哪些特性？
2. 数据库恢复的基本技术有哪些？
3. 什么是日志文件？为什么要设立日志文件？
4. 登记日志文件时为什么必须先写日志文件，后写数据库？
5. 针对不同的故障，给出恢复的策略和方法。

第十章  并发控制

第一节 并发控制概述

第二节 封锁

1. 封锁的两种基本类型：排它锁、共享锁

2. 三级封锁协议

第三节 活锁与死锁

1. 活锁

2. 死锁及解决方法

第四节 并发调度的可串行性

1. 可串行化调度

2. 冲突可串行化调度

第五节 两段锁协议

**课程思政切入点**：

2015年，十八届五中全会首次提出“国家大数据战略”，《促进大数据发展行动纲要》发布；2016年，《政务信息资源共享管理暂行办法》出台；2017年，《大数据产业发展规划(2016-2020年)》实施。

大数据，是以容量大、类型多、存取速度快、应用价值高为主要特征的数据集合，正日益对全球生产、流通、分配、消费活动以及经济运行机制、社会生活方式和国家治理能力产生越来越重要的影响。在2015年10月26日至29日召开的中国共产党第十八届[中央委员会](https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E5%A4%AE%E5%A7%94%E5%91%98%E4%BC%9A)第五次全体会议（简称[十八届五中全会](https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%81%E5%85%AB%E5%B1%8A%E4%BA%94%E4%B8%AD%E5%85%A8%E4%BC%9A/18120163)）上，“十三五”规划建议提出实施国家大数据战略，旨在全面推进我国大数据发展和应用，加快建设数据强国，推动数据资源开放共享，释放技术红利、制度红利和创新红利，促进经济转型升级。 [1]  至此，大数据战略上升为国家战略。 [2]

教学重点、难点：三级封锁协议、死锁与活锁、并发调度的可串行性、两段锁协议，两段锁协议与可串行性的关系、两段锁协议与死锁的关系。

课程的考核要求：通过本章的学习，使学生

了解：数据库并发控制技术的必要性。

理解：并发操作可能产生数据不一致的情况、死锁与活锁的概念、产生的原因以及如何防止死锁与活锁的产生、两段锁协议与可串行性的关系、两段锁协议与死锁的关系。

掌握：锁的类型及不同封锁类型的性质与定义、三级封锁协议解决数据不一致的情况、并发调度的可串行性以及冲突可串行化调度、两段锁协议。

复习思考题：

1. 并发操作可能会产生哪几类数据不一致？用什么方法能避免各种不一致的情况？
2. 什么是封锁协议？不同级别的封锁协议的主要区别是什么？
3. 什么是活锁？试述活锁产生的原因和解决方法。
4. 什么是死锁？请给出预防死锁的若干方法。
5. 设T1，T2，T3是如下的三个事务：T1：A=A+2；T2：A=A\*2；T3：A=A2；设A的初值为0。

(1) 若这三个事务允许并发执行，请列举出所有可能的正确结果；

(2) 请给出一个可串行化的调度，并给出执行结果；

(3) 请给出一个非串行化的调度，并给出执行结果；

(4) 若这三个事务都遵守两段锁协议，请给出一个不产生死锁的可串行化调度；

(5) 若这三个事务都遵守两段锁协议，请给出一个产生死锁的调度。

1. 举例说明，对并发事务的一个调度是可串行化的，而这些并发事务不一定遵守两段锁协议。

五、考核方式、成绩评定

本课程的考核分为平时考核及期末考核相结合的方式，平时考勤占10%，平时作业占30%，期末考试成绩占60%。平时作业包括课后练习、课堂案例讨论和上机操作实践等，分配比例根据实际任务进行调整。

期末考核建议采用闭卷形式，试题内容以考核学生基本概念、基本理论、基本技能为主，要注重知识应用能力和解决问题能力的考核上，而知识点的记忆和理解要服务于学生能力的提高和巩固，考试题型全部为应用题型，内容包括关系数据库查询语言的使用、模式分析、事务分析、数据库设计以及数据库编程等。

六、主要参考书及其他内容

1. 王珊，萨师煊. 数据库系统概论（第五版）. 北京：高等教育出版社. 2015年5月（第六版即将出版）
2. 王珊. 数据库系统概论(第5版)学习指导与习题解析. 北京：高等教育出版社. 2015年7月
3. 李岩，侯菡萏，赵立波. MySQL数据库原理及应用（微课版）. 北京：清华大学出版社. 2021年3月
4. 李月军，付良廷.数据库原理及应用（MySQL版）. 北京：清华大学出版社. 2019年10月
5. 黑马程序员. MySQL数据库原理、设计与应用. 北京：清华大学出版社. 2019年3月
6. 孟凡荣，闫秋艳.数据库原理及应用（MySQL版）. 北京：清华大学出版社. 2019年2月
7. 万常选，廖国琼，吴京慧，刘喜平. 数据库系统原理与设计. 北京：清华大学出版社. 2017年8月
8. 郑阿奇. MySQL实用教程（第3版）. 北京：电子工业出版社. 2018年10月
9. [美][Abaham Siberschatz](https://book.jd.com/writer/Abaham%20Siberschatz_1.html)，[Henry F.Korth](https://book.jd.com/writer/Henry%20F.Korth_1.html)，[印] [S.Sudarshan](https://book.jd.com/writer/S.Sudarshan_1.html)著. 数据库系统概念（第7版·影印版）. 北京：高等教育出版社. 2021年3月
10. [英][托马斯·康诺利](https://book.jd.com/writer/%E6%89%98%E9%A9%AC%E6%96%AF%C2%B7%E5%BA%B7%E8%AF%BA%E5%88%A9_1.html)（[Thomas Connolly](https://book.jd.com/writer/Thomas%20Connolly_1.html)），[卡洛琳·贝格](https://book.jd.com/writer/%E5%8D%A1%E6%B4%9B%E7%90%B3%C2%B7%E8%B4%9D%E6%A0%BC_1.html)（[Carolyn Begg](https://book.jd.com/writer/Carolyn%20Begg_1.html)） 著，[宁洪](https://book.jd.com/writer/%E5%AE%81%E6%B4%AA_1.html) 译. 数据库系统：设计、实现与管理（基础篇）（原书第6版）. 北京：机械工业出版社. 2016年5月
11. [美][杰弗里A.霍弗](https://book.jd.com/writer/%E6%9D%B0%E5%BC%97%E9%87%8CA.%E9%9C%8D%E5%BC%97_1.html)（[JeffreyA.Hoffer](https://book.jd.com/writer/JeffreyA.Hoffer_1.html)） 等 著，[岳丽华](https://book.jd.com/writer/%E5%B2%B3%E4%B8%BD%E5%8D%8E_1.html) 译. 数据库管理基础教程. 北京：机械工业出版社. 2016年3月
12. [赵增敏](https://book.jd.com/writer/%E8%B5%B5%E5%A2%9E%E6%95%8F_1.html). PHP+MySQL Web应用开发. 北京：电子工业出版社. 2019年7月

执笔人：高迎、覃爱明 教研室主任：范烺　　　　系教学主任审核签名：