

# 培养创新技能的数据库实验课程教学研究

郝晓红, 李松, 张丽平

(哈尔滨理工大学计算机科学与技术学院, 哈尔滨 150080)

**摘要:**针对数据库系统基础课程传统教学中实验内容和方法的不足,探讨培养创新技能的数据库课程实验内容拓展和实验教学方法。实验内容的拓展主要包括数据库查询优化技术实验拓展和底层索引结构查询实验拓展2个方面。实验教学方法主要包括分层实验教学法、团队分组研讨法和基于翻转课堂的教学法等。教学实践表明:拓展后的实验内容和方法能较大地提升学生的数据库知识技能的专业应用能力和创新能力。

**关键词:**数据库;SQL;查询优化;索引结构

**中图分类号:**TP311.13-4;G642.423 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2019)03-0105-04

## Study on Database Experiment Course Teaching Capable of Developing Innovative Skills

HAO Xiaohong, LI Song, ZHANG Liping

(School of Computer Science and Technology, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

**Abstract:** In view of deficiencies in experimental materials and methods in traditional teaching of basic database courses, this paper discusses the extension of experimental materials and teaching methods of database courses that are capable of developing innovative skills. Extension of experimental materials involves two main aspects: extension of database query optimization technology and extension of underlying index structure query; major teaching methods include stratified experimental teaching, group discussion and flipped classroom. Teaching practices demonstrate that the students' database knowledge, professional and innovative skills are improved to a greater degree by extension of experimental materials and methods.

**Keywords:** database; SQL; query optimization; index structure

### 0 引言

作为计算机科学技术的一个重要分支,数据库技术从诞生起即在数据处理、数据管理和软件技术等方面起着重要的作用<sup>[1]</sup>。数据库系统基础课程是许多高校计算机专业的一门重要专业核心课。近些年,在数据库系统基础理论课教学中提出了能力导向教学法<sup>[2]</sup>、项目教学法<sup>[3]</sup>、翻转课堂教学法<sup>[4]</sup>、针对创新人才培养教学法<sup>[5]</sup>等方法。数据库系统基础课程具有理论性和实践性相结合的特性,要求学生既要掌握和理解扎实的理论知识,又要具有较强的数据库的编程和操作能力。数据库系统基础课程实验的内容和效果直接影响到计算机专业学生设计与开发信息系统软件的能力和水平,对学生解决数据库的实际问题具有重要的作用,也对学生从事

数据处理、数据分析、数据挖掘和大数据处理等工作具有技术支撑作用。

计算机专业学生的数据库系统基础课程实验课教学内容一般主要包含数据库管理系统的安装调试、SQL基础语言的实验和嵌入式SQL编程等基本知识。实验问题较为基础简单;实验方法主要是让学生根据一些语法和简单例子上机实现一些简单的数据库查询、更新等任务;实验目标主要是使学生能熟悉SQL语言的基本语法和掌握基本的SQL编程技术。数据库系统基础课程的传统实验内容和方法不能体现创新训练内涵,无法培养学生的创新意识和创新技术应用能力。目前,数据库理论课的教学方法研究成果较为丰富,但数据库实验课的教学方法和模式的研究则相对较为薄弱。

在工程教育认证对解决复杂工程问题提出了

较高要求的背景下,在笔者所在单位的2015版培养方案 and 大纲中,数据库系统基础课程最显著的变化是在传统的讲课、实验和上机基础上增添了“实践,翻转,创新,案例”等内容。其中,“创新”是较为重要的一个内容。如何在数据库系统基础课程实验中培养学生的创新意识和创新能力具有较为重要的意义。针对数据库系统基础课程传统教学中实验内容和方法的不足,本文对基于创新人才的数据库实验教学内容和方法进行了深入研究,分析了传统实验教学内容的不足,给出了基于创新的实验教学内容的拓展内容和新的教学方法。

### 1 传统实验教学内容与不足

数据库系统基础课程的传统实验内容主要集中在以下几个方面:(1)数据库管理系统的安装调试实验。主要涉及 SQL Server, MySQL, Oracle 等主流商业数据库管理系统在 Windows, Unix, Linux 等操作系统上的安装、环境配置和运行调试等内容。(2)SQL 基础语言的实验。主要包括用 SQL 语言进行建表、查询、数据更新、建立视图、建立索引、触发器的创建和应用、函数与存储过程的生成和使用等内容。(3)嵌入式 SQL 编程实验。主要包括数据源的配置、通过嵌入式 SQL 访问数据库、嵌入式 SQL 处理过程、ODBC API、JDBC API 等内容。

传统的实验目的主要是使学生通过具体的实验熟练掌握数据库管理系统的安装调试、SQL 基础语言语法和嵌入式 SQL 编程的基本技术等内容。传统的数据库实验内容主要着力于基础的数据库技术实现,实验教学内容主要具有以下局限性:

#### (1)创新内涵不足

学生在实验中,主要是利用 SQL 语句的动词语法完成数据库操作的核心任务。实验涉及 Select, Create, Drop, Alter, Insert, Update, Delete, Grant, Revoke 等基本动词语句语法的简单实现。学生利用基本 SQL 语法解决数据库建立、数据库查询、数据库更新等基本问题。但主要是依据简单的例子进行单纯技术的实现训练,发现问题和解决问题的创新能力在传统实验中得不到体现,实验不能较好地锻炼学生的创新意识。

#### (2)技术深度不足

传统实验主要包括 SQL 基础语言的实验和嵌入式 SQL 编程基础技术等基本内容,侧重于方法的验证,缺乏问题分析和方法比较,问题难度和技术深度均不足。例如,索引部分的实验内容主要就是利用 Create Index 语句语法在属性上建立索引,

简单的几行程序即可完成基本实验。但为什么要加索引、在什么情况下需要加索引、索引对查询效率的影响、索引的失效情况、索引的底层实现技术等内容基本没有涉及。学生掌握了简单建立索引和删除索引的基本方法,但对深层次的技术内容却一无所知,其深度分析问题和解决问题的创新能力及技术应用能力得不到较好锻炼。

#### (3)实验任务的连贯性和拓展性不高

传统实验中,学生主要根据教师设计的大量较为零碎的 SQL 问题的小例子进行实验验证。例子之间的连贯性较为薄弱,拓展性较差。学生综合实验能力和综合问题分析能力及复杂技术应用能力的提升有限。

### 2 基于创新的实验教学内容拓展

针对数据库系统基础课程的传统实验教学内容的不足,我们对相关知识点进行了进一步扩展。

#### 2.1 数据库查询优化技术实验拓展

##### 扩展1 执行时间计划读取情况的实验

该实验主要锻炼学生利用 Statistics 语法功能和执行计划功能对 SQL 语句进行性能分析和比较的技术。实验中涉及的 SQL 语句主要为: Set Statistics Time on, Set Statistics IO on 和 Set Statistics Profile on 等。

例如,设 Student1 为一张数据库表,查看执行时间和 CPU 时间的代码例子如下所示:

```
set statistics time on
select * from STUDENT1
set statistics time off
查看查询对 I/O 的操作情况的代码如下所示:
set statistics io on
select * from STUEDENT1
set statistics io off
```

扩展2 判断表上的一个索引对 Select 语句、Insert 语句和 Delete 语句影响的实验。该扩展实验可引导学生用客观实验数据分析性能影响的原因,加深分析问题的能力。

扩展3 判断索引对 OR 子句与 Union 连接影响的实验。

扩展4 Where 子句中的条件连接顺序实验。Where 子句中一些条件的位置不同将会较大程度地影响整个查询的性能。例如,能过滤掉最大数量记录的条件放在 Where 子句中的前面还是末尾对性能的影响往往较为明显。该实验点可着重加深学生对 SQL 语句多条件连接技术的深刻理解。

扩展5 Exists与IN、NOT Exists与NOT IN的比较分析实验。

扩展6 Where子句中使用or、!=、<>、函数操作、索引字段运算等对索引和效率的影响的比较分析实验。该实验主要是加强学生对Where子句优化技能的训练。例如,在对数据表student中的grade属性列加了索引后,学生分别对语句(1)和(2),(3)和(4)进行实验,可综合分析其性能和效率的不同,从而加深对技术优化必要性的体会。

(1)SELECT stu\_name FROM student WHERE grade/2=grade1

(2)SELECT stu\_name FROM student WHERE grade=grade1\*2

(3)select stu\_name from student where grade=60 or age = 22

(4)select stu\_name from student where grade=60 union all

select stu\_name from student where age = 22

实验中,学生不仅需要对各种情况的影响进行比较与分析,还需针对性能低下的方法进一步提出优化的思路,给出优化后的代码及实验结果,从而提升学生发现问题和解决问题的创新意识与技术应用能力。

### 2.1 底层索引结构查询实验拓展

为了进一步加强学生对数据库底层技术的理解和掌握,提升学生的综合实验创新能力。笔者进一步从单纯的SQL语句的实验分析拓展到底层技术的实验研究方面。例如,基于Create Index的语句语法实验练习,进一步给出了底层索引树(如B+树和R树等)的构建和典型查询实验内容。图1给出了学生基于R树的数据索引和近邻查询的实验结果示例。

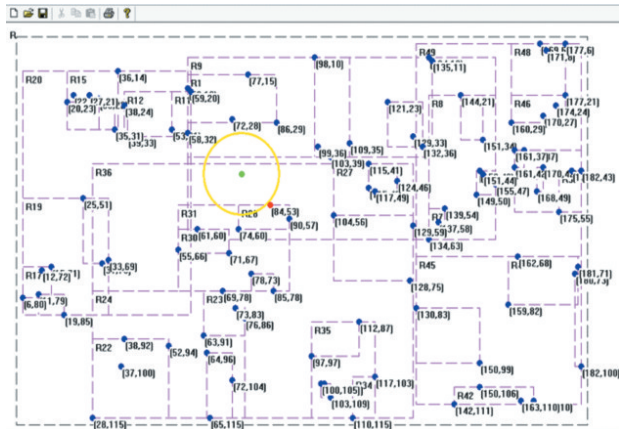


图1 基于R树的数据索引和近邻查询实验示例

在R-树中存放的数据并不是原始数据,而是这

些数据的最小边界矩形(MBR),空间对象的MBR被包含于R-树的叶节点中。在二维空间的数据集中,R-树中的各层节点以递归的方式对数据集空间进行划分。R-树中每一个非叶节点本身代表数据集空间中的一个矩形,该矩形为其子节点所代表矩形的MBR。每个节点对应一个磁盘页面。Oracle数据库管理系统软件中的空间索引主要就是基于R-树索引结构。

通过对数据库底层技术的实验与研究分析,学生可进一步体会技术的创新过程细节,从而加强研究能力和提升创新意识。

## 3 适合创新人才培养的教学方法

传统的数据库实验教学方法主要是教师设计一些SQL语句的例子,学生根据例子针对数据库建立、更新和查询等的一些基本问题进行上机编程实验,记录基本的实验结果,完成实验报告。近些年,国内外对数据库实验教学方法进行了一些重要研究<sup>[6-9]</sup>。传统的数据库实验教学方法能使掌握基本的SQL语句,具有基本的数据库操作和处理能力,但对学生解决复杂工程问题的创新能力培养不足。学生实际工作中缺乏分析和解决复杂数据库问题的技术和能力。为了提升学生的技术创新能力,在数据库实验教学内容扩展的基础上,笔者对教学方法进行了适当改进。在教学中主要采用的新方法如下。

### 3.1 分层实验教学法

基于数据库实验教学目标的设定与实验内容的拓展,实验教学中,笔者适当采用了分层实验教学方法。将实验教学目标分为基础教学目标和拓展教学目标2个层次;实验教学内容分为基础实验内容和拓展实验内容2个层次。根据学生的实际技术能力和水平,将学生分为基础层次和拔高层次。拔高层次的学生完成基础实验内容后需要继续完成拓展实验内容;基础层次的学生完成基础实验内容后则需要由拔高层次的学生带领和指导着继续完成拓展实验内容。通过合理分层,实验中可做到因材施教,实验可有序进行,最终使得所有同学都能得到拓展实验训练,提升创新思维和技能。

### 3.2 团队分组研讨法

由于数据库拓展实验内容具有一定的难度,一些问题综合实验分析适合由团队合作完成。在实际教学中,可针对一些较复杂的实验问题进行团队分组研讨,通过合作学习,对问题进行分析,得出较为全面的结论。例如:Where子句中的条件连接顺

序对性能影响的实验中,由于条件本身具有多样性和复杂性,单个学生的实验结果和实验分析往往具有片面性。为了进一步提升实验效果和学生分析问题的能力,在单个实验完成的基础上可进一步组织学生进行团队分组讨论和分析,从而提升学生发现问题和分析问题的创新能力。

### 3.3 基于翻转课堂的自主学习教学法

自主学习让学生充分发挥主动性,根据自己的实际情况,有选择地进行实验学习,有利于对学生计算机能力的培养。翻转课堂教学能充分提升学生自主学习的意识和能力。翻转课堂在不同的技术背景之下,不同的课程教学当中有不同的表现形式。数据库实验教学中,笔者将一些具有探索性和研究性的问题布置给学生,提供学生有用的相关资料,鼓励学生课下通过网络资源进行自主学习和实验。实验课上,请学生展示和讲解分析自己的实验成果,充分发挥学生的主体作用。例如,为了提升学生对底层索引技术的理解和掌握程度,笔者给学生提供了基于R树的数据索引结构和近邻查询方法

的一些关键资料,布置了相关的实验实践任务,学生课下对R树索引结构和查询方法进行自主学习和实验实践,实验课上进行实验成果演示和分析。

## 4 结语

数据库系统基础传统实验内容主要局限在数据库管理系统的安装调试、SQL基础语言语法和嵌入式SQL编程的基本技术等方面,实验的技术深度和创新训练均不足,无法引导学生的创新思维,不能有效地支持学生创新意识和创新技能的培养。为了弥补传统实验内容和方法的不足,基于工程教育认证对实践教学的要求,本文研究了数据库查询优化技术实验拓展和底层索引结构查询实验拓展2个方面。进一步介绍了分层实验教学法、团队分组研讨法和基于翻转课堂的教学法等教学方法。近3a的实验教学实践表明,本文的方法加强了学生发现问题、解决问题和分析问题的能力,提升了学生对复杂数据库问题的处理能力、应用能力和创新能力。

### 参考文献:

- [1] 叶小平,汤庸.数据库系统教程[M].2版.北京:清华大学出版社,2012.
- [2] 应新洋,刘慰,魏平.能力导向的应用型本科数据库改革与实践[J].大学教育,2015(6):98-99.
- [3] 陈洪超.项目教学法在数据库教学中的应用[J].当代教育实践与教学研究,2016(3):156-158.
- [4] 李正芳,侯清兰.翻转课堂在数据库教学中的应用[J].教育现代化,2017(4):148-150.
- [5] 张丽平,李松,郝晓红.针对创新性人才培养的数据库课程教学研究[J].绥化学院学报,2018,38(2):114-117.
- [6] 卢卫,程一舰,赵展浩,等.MOOC模式下数据库系统概论课程实验平台的建设与实践[J].计算机教育,2017(11):28-32.
- [7] 吴蕾. SQLSERVER 数据库实验教学改革研究[J].南昌师范学院学报,2014,35(6):63-65.
- [8] 罗晓霞.《数据库原理及应用》实验教学改革研究与实践[J].教育教学论坛,2016(8):155-156
- [9] 王鑫,刘宝林,张钢,等.基于开源软件的数据库原理课程实验教学改革探索[J].计算机教育,2015(11):54-57.

(责任编辑:蒋召雪)