

实验题目	数据库设计与应用开发			实验日期	2022 年 5 月 1 日
班级	1903104	学号	1190201421	姓名	张瑞

CS33503 数据库系统实验

实验检查记录

实验结果的正确性 (60%)		表达能力 (10%)	
实验过程的规范性 (10%)		实验报告 (20%)	
加分 (5%)		总成绩 (100%)	

实验报告

一、实验目的（介绍实验目的）

1. 学会正确运用概念数据库设计方法，正确使用实体-联系图(ER 图)表示概念数据模型。
2. 学会正确运用逻辑数据库设计方法，在概念数据模型的基础上，设计规范的关系数据库模式。
3. 学会正确运用物理数据库设计方法，根据工作负载，合理设计与调优数据库的存取方法与模式。
4. 掌握一种关系数据库管理系统(RDBMS)的使用方法，使用 SQL 创建、更新和查询关系数据库。
5. 掌握数据库系统应用开发方法。

二、实验环境（介绍实验使用的硬件设备、软件系统、开发工具等）

1. 硬件设备：Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.50GHz 2.71 GHz; 8GB RAM
2. 软件系统：Windows 10
3. 开发工具：8.0.28 MySQL Community Server – GPL、PyCharm Community Edition 2021.2

三、实验过程（介绍实验过程、设计方案、实现方法、实验结果等）

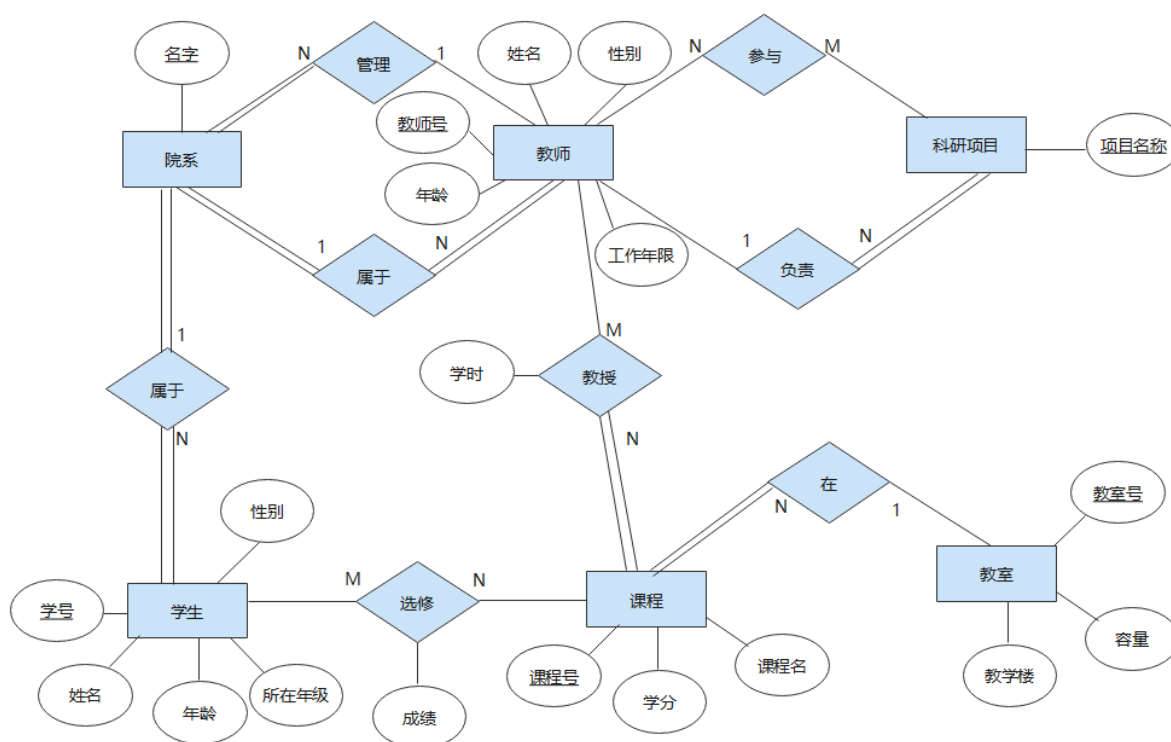
1. 需求分析
本实验开发一个学校管理系统，该系统需求如下：
 - 一个学校有多个院系。每个院系有一个唯一的名称和一个系主任。
 - 每个院系有若干名教师。需要记录每个教师唯一的教师号，姓名，性别，年龄和工作年限。每个教师只属于一个院系，且会教授若干门课程，需要记录该教师所教授课程的学时数。每个教师还会负责或参与若干个科研项目。
 - 每个院系有若干名学生。需要记录每个学生唯一的学号，姓名，性别，年龄和所在年级。每个学生只属于一个院系，且会选修若干门课程并获得成绩。
 - 每门课程有一个唯一的课程号，课程名称和学分。每门课程由一位或多位教师授课，有若干学生选课。每门课程的授课教室有且仅有一个。
 - 学校有若干项科研项目。每个科研项目有一个唯一的项目名称，一个项目负责人和若干共同参与者。
 - 学校有若干教室。需要记录每间教室唯一的教室号，所在教学楼和教室容量。
 该系统需要满足用户的如下操作需求：
 - 用户可以查看、增加或删除各个院系的信息，包括院系名和系主任名。

实验题目	数据库设计与应用开发			实验日期	2022 年 5 月 1 日
班级	1903104	学号	1190201421	姓名	张瑞

- 用户可以查看、增加或删除各个教师的信息，包括教师号，姓名，性别，年龄，工作年限和所属院系。
- 用户可以查看、增加或删除各个学生的信息，包括学号，姓名，性别，年龄，所在年级和所属院系。
- 用户可以查看、增加或删除各个课程的信息，包括课程号，课程名称，学分和上课教室。
- 用户可以查看、增加或删除各个教师的授课信息，包括课程号和学时数。
- 用户可以查看、增加或删除各个学生的选课成绩，包括课程号和成绩。
- 用户可以查看、增加或删除各个科研项目的信息，包括项目名称，负责人教师号和共同参与者教师号。
- 用户可以查看、增加或删除各个教室的信息，包括教室号，所在教学楼和教室容量。
- 用户可以查看各个科研项目名称、负责人姓名和共同参与者姓名。

2. 概念数据库设计

根据上述应用需求可分析得到如下 ER 图：



3. 逻辑数据库设计

首先将 SCHOOL 数据库的 ER 模型转换为关系数据库模式：

- 院系 (名字, 系主任教师号)
- 教师 (教师号, 姓名, 性别, 年龄, 工作年限, 所属院系名字)
- 学生 (学号, 姓名, 性别, 年龄, 所在年级, 所属院系名字)
- 课程 (课程号, 课程名, 学分, 教室号)
- 科研项目 (项目名称, 负责人教师号)
- 教室 (教室号, 教学楼, 容量)
- 选课 (学号, 课程号, 成绩)
- 授课 (教师号, 课程号, 学时)

实验题目	数据库设计与应用开发			实验日期	2022 年 5 月 1 日
班级	1903104	学号	1190201421	姓名	张瑞

➤ 参与科研 (教师号, 项目名称)

上述关系模式中, 由于各个关系 R 都满足: 每个属性不可分, R 的每个非主属性都完全函数依赖于 R 的候选键, R 的每个非主属性都不传递函数依赖于 R 的候选键, 且 R 的任意主属性都直接完全函数依赖于 R 的候选键, 所以该关系模式满足 BCNF 范式, 不必再进行规范化。

4. 物理数据库设计

考虑到系统中学生和教师数量可能较多, 且经常会有涉及到学生与教师姓名的查询与修改, 故在学生与教师关系中的姓名属性上建立哈希索引。

为了提高查询性能, 将系主任姓名这一属性加入院系这一关系中:

➤ 院系 (名字, 系主任教师号, 系主任姓名)

在设计外模式时, 为各个科研项目建立视图, 列出项目名称和负责人姓名; 为参与科研项目的教师建立视图, 列出项目名称和教师姓名。

5. 数据库建立

本实验数据库使用 mysql 实现, 概念模式定义如下:

院系:

```
mysql> explain Department;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Dname	varchar(20)	NO	PRI	NULL	
DLno	char(10)	YES	MUL	NULL	
DLname	varchar(10)	YES		NULL	

教师:

```
mysql> explain Teacher;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Tno	char(10)	NO	PRI	NULL	
Tname	varchar(10)	YES		NULL	
Tsex	char(1)	YES		NULL	
Tage	int	YES		NULL	
Tworkyears	int	YES		NULL	
Tdept	varchar(20)	YES	MUL	NULL	

学生:

```
mysql> explain Student;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Sno	char(10)	NO	PRI	NULL	
Sname	varchar(10)	YES		NULL	
Ssex	char(1)	YES		NULL	
Sage	int	YES		NULL	
Sgrade	int	YES		NULL	
Sdept	varchar(20)	YES	MUL	NULL	

课程:

实验题目	数据库设计与应用开发			实验日期	2022 年 5 月 1 日
班级	1903104	学号	1190201421	姓名	张瑞

```
mysql> explain Course;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Cno	char(5)	NO	PRI	NULL	
Cname	varchar(10)	YES		NULL	
Ccredit	int	YES		NULL	
Croom	char(5)	YES	MUL	NULL	

科研项目:

```
mysql> explain Project;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Pname	varchar(20)	NO	PRI	NULL	
PLno	char(10)	YES	MUL	NULL	

教室:

```
mysql> explain Classroom;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Rno	char(5)	NO	PRI	NULL	
Rbuilding	int	YES		NULL	
Rcapacity	int	YES		NULL	

选课:

```
mysql> explain SC;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Sno	char(10)	NO	PRI	NULL	
Cno	char(5)	NO	PRI	NULL	
Grade	int	YES		NULL	

授课:

```
mysql> explain TC;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Tno	char(10)	NO	PRI	NULL	
Cno	char(5)	NO	PRI	NULL	
Hours	int	YES		NULL	

参与科研:

实验题目	数据库设计与应用开发			实验日期	2022 年 5 月 1 日
班级	1903104	学号	1190201421	姓名	张瑞

```
mysql> explain PP;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Tno	char(10)	NO	PRI	NULL	
Pname	varchar(20)	NO	PRI	NULL	

为各个科研项目和参与科研项目的教师建立视图：

```
mysql> CREATE VIEW Project_Leader AS
-> SELECT Pname, Tname
-> FROM Project JOIN Teacher ON (Project.Plno = Teacher.Tno);
```

```
mysql> CREATE VIEW Project_Teacher AS
-> SELECT Pname, Tname
-> FROM PP JOIN Teacher USING(Tno);
```

在学生与教师关系中的姓名属性上建立哈希索引：

```
mysql> CREATE INDEX idx_sname ON Student(Sname) USING HASH;
```

```
mysql> CREATE INDEX idx_tname ON Teacher(Tname) USING HASH;
```

6. 编程实现数据生成器

本实验基于 python 编程实现数据生成器，用 pymysql 连接数据库，并向其中添加大量数据。

为了便于大量数据的插入，学生姓名、教师姓名（系主任除外）、项目名、课程名等均采用字母加数字的方式进行命名，如：“S00000001”、“T00000005”、“P3”和“C11”等。

在插入数据时，需要考虑到各种外键约束，最终采取下述顺序进行数据插入：创建院系、录入教师信息、录入各院系系主任、录入学生信息、录入教室信息、录入课程信息、录入科研项目信息、录入选课信息、录入授课信息、录入参与科研信息。

最终的 SCHOOL 数据库包含 4 个院系（数学系、物理系、计算机系和人工智能系）、20 名教师、5800 名学生（数学系 1200 人，物理系 1000 人，计算机系 2000 人，人工智能系 1600 人）、30 个教室、15 门课程、10 项科研项目（每个项目 1 位负责人和 2 位共同参与者）。

7. 数据库应用软件开发

在应用开发时，需要根据用户需求实现一个便于对 SCHOOL 数据库进行操作的界面，同时对操作结果提供可视化页面。本实验采用 python 自带的 tkinter 实现简单的 GUI 界面，避免了输入提示参数和明文编辑 SQL 语句等笨拙的操作方式，使得无数据库相关知识的用户也能快速上手使用。最终实现的用户界面如下：

实验题目	数据库设计与应用开发			实验日期	2022 年 5 月 1 日
班级	1903104	学号	1190201421	姓名	张瑞

School Database

SCHOOL

Department
Dname:
DLno:
DLname:

Teacher
Tno:
Tname:
Tsex:
Tage:
Tworkyears:
Tdept:

Student
Sno:
Sname:
Ssex:
Sage:
Sgrade:
Sdept:

Course
Cno:
Cname:
Ccredit:
Croom:

Project
Pname:
PLno:

Classroom
Rno:
Rbuilding:
Rcapacity:

SC
Sno:
Cno:
Grade:

TC
Tno:
Cno:
Hours:

PP
Tno:
Pname:

Project_Teacher
Pname:
Tname:

新增一位教师信息:

School Database

SCHOOL

Department
Dname:
DLno:
DLname:

Teacher
Tno:
Tname:
Tsex:
Tage:
Tworkyears:
Tdept:

Student
Sno:
Sname:
Ssex:
Sage:
Sgrade:
Sdept:

Course
Cno:
Cname:
Ccredit:
Croom:

Project
Pname:
PLno:

Classroom
Rno:
Rbuilding:
Rcapacity:

SC
Sno:
Cno:
Grade:

TC
Tno:
Cno:
Hours:

PP
Tno:
Pname:

Project_Teacher
Pname:
Tname:

Teacher

Successfully inserted data!

实验题目	数据库设计与应用开发			实验日期	2022 年 5 月 1 日
班级	1903104	学号	1190201421	姓名	张瑞

再查询所有教师信息,发现新增成功:

Teacher						
Tno	Tname	Tsex	Tage	Tworkyears	Tdept	
('T-00000001')	Gauss	M	48	20	Math	
('T-00000002')	Newton	M	50	25	Physics	
('T-00000003')	Turing	M	39	17	CS	
('T-00000004')	T4	F	29	4	Math	
('T-00000005')	T5	M	30	5	Physics	
('T-00000006')	T6	M	31	6	CS	
('T-00000007')	T7	F	32	7	AI	
('T-00000008')	T8	M	33	8	Math	
('T-00000009')	T9	M	34	9	Physics	
('T-00000010')	T10	F	35	10	CS	
('T-00000011')	T11	M	36	11	AI	
('T-00000012')	T12	M	37	12	Math	
('T-00000013')	T13	F	38	13	Physics	
('T-00000014')	T14	M	39	14	CS	
('T-00000015')	T15	M	40	15	AI	
('T-00000016')	T16	F	41	16	Math	
('T-00000017')	T17	M	42	17	Physics	
('T-00000018')	T18	M	43	18	CS	
('T-00000019')	T19	F	44	19	AI	
('T-00000020')	T20	M	45	20	Math	
('T-00000021')	T21	F	26	0	AI	

删除刚新增的教师的信息:

School Database

SCHOOL

Department

Dname:

DLno:

DLname:

Teacher

Tno:

Tname:

Tsex:

Tage:

Tworkyears:

Tdept:

Student

Sno:

Sname:

Ssex:

Sage:

Sgrade:

Sdept:

Course

Cno:

Cname:

Ccredit:

Croom:

SC

Sno:

Cno:

Grade:

TC

Tno:

Cno:

Hours:

PP

Tno:

Pname:

Project_Teacher

Pname:

Tname:

Successfully deleted data!

再查询所有教师信息,发现删除成功:

实验题目	数据库设计与应用开发			实验日期	2022 年 5 月 1 日
班级	1903104	学号	1190201421	姓名	张瑞

Teacher

Tno	Tname	Tsex	Tage	Tworkyears	Tdept
('T-000000001')	Gauss	'M'	48	20	'Math'
('T-000000002')	Newton	'M'	50	25	'Physics'
('T-000000003')	Turing	'M'	39	17	'CS'
('T-000000004')	T4	'F'	29	4	'Math'
('T-000000005')	T5	'M'	30	5	'Physics'
('T-000000006')	T6	'M'	31	6	'CS'
('T-000000007')	T7	'F'	32	7	'AI'
('T-000000008')	T8	'M'	33	8	'Math'
('T-000000009')	T9	'M'	34	9	'Physics'
('T-000000010')	T10	'F'	35	10	'CS'
('T-000000011')	T11	'M'	36	11	'AI'
('T-000000012')	T12	'M'	37	12	'Math'
('T-000000013')	T13	'F'	38	13	'Physics'
('T-000000014')	T14	'M'	39	14	'CS'
('T-000000015')	T15	'M'	40	15	'AI'
('T-000000016')	T16	'F'	41	16	'Math'
('T-000000017')	T17	'M'	42	17	'Physics'
('T-000000018')	T18	'M'	43	18	'CS'
('T-000000019')	T19	'F'	44	19	'AI'
('T-000000020')	T20	'M'	45	20	'Math'

下面用基于学生姓名的查询来验证物理数据库的设计能提高该功能的执行性能。为了实现该验证，需要引入 time 来对查询时间进行计时。

现查询姓名为"S0000001"的学生，有索引时的查询时间如下：

```
SELECT * FROM Student WHERE Sname = 'S0000001'
search time: 0.0009949207305908203s
```

没有索引时，查询时间如下：

```
SELECT * FROM Student WHERE Sname = 'S0000001'
search time: 0.006024360656738281s
```

可以看到，索引的引入可以明显地提升操作的执行性能。

四、实验结论（总结实验发现及结论）

本实验按照需求分析、概念数据库设计、逻辑数据库设计和物理数据库设计的顺序建立起了 SCHOOL 数据库，按此步骤进行的数据库设计思路清晰明了、结果规范合理，能很好地满足应用需求。而且在此过程中，通过对 ER 图的绘制，我进一步加深了对这一部分知识点的理解，还意识到 ER 图的绘制也是梳理出清晰思路的一大关键所在。同时，在此过程中，我也对索引和视图的相关概念有了更具体的理解。最后，我还在编程实现数据生成器的过程中学会了对 pymysql 的使用，掌握了一个新的工具，能通过 python 编程对较大规模的数据库实现批量操作。

在完成了数据库的设计之后，为了便于用户使用，本实验还简单地实现了一个应用软件的开发。在软件开发的过程中，我学会了对 tkinter 的使用，初次完成了对用户界面的设计、开发与测试，编程能力有了进一步提升。