| 实验题目 | 数据库设计与应用开发 | | | 实验日期 | 2022.5.1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 班级 | 1903103 | 学号 | 1190200208 | 姓名 | 李旻翀 |

# 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. 熟悉 SQL 语言，熟练掌握关系数据库系统的使用
2. 学习简单数据库系统的设计方法，包括数据库概要设计、逻辑设计
3. 能够向数据库中添加一定规模的数据
4. 能够对数据库性能进行简单的评估与优化

### 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）

本实验采用 MySQL 关系数据库，使用 Python 语言进行开发。用户界面部分则使用 PyQt5 进行生成，在测试、数据导入、可视化过程中，使用了 Navicat 数据库管理工具。

### 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. 实验内容概述

本次实验中，我完成了一个用于学校管理的综合性系统，系统包括老师，学生，教室等实体，可以实现成绩录入，显示课程排班，教学任务安排等功能。在完成数据库的概念性设计后，我使用 PyQt5 完成了用户界面的设计，并使其能够与数据库进行交互。

#### 2. 实验内容 1：数据库设计

##### 2.1 需求分析

预想的该系统具有的功能如下：

1. 学生选课
2. 学生成绩录入
3. 学生成绩查询
4. 课程成绩查询
5. 教学任务安排
6. 教室安排

根据这些功能，需要设计以下 9 个实体，分别是：院系，班级，学生，老师，成绩，课

程，课程的教学任务，课程的教室安排，教室。关于它们的具体定义以及约束以表的方式列举如下：

表 1：Student

| 列名 | 数据类型 | 完整性约束 | 含义 |
|---|---|---|---|
| s_id | char(9) | 主键 | 学号 |
| cl_id | char(6) | 外键，NOT NULL | 班号 |
| s_name | varchar(12) | NOT NULL | 学生姓名 |
| s_sex | char(2) | NOT NULL | 学生性别 |
| s_age | int | NOT NULL | 学生年龄 |
| s_tel | char(11) | NOT NULL | 学生联系方式 |

表 2：Teacher

| 列名 | 数据类型 | 完整性约束 | 含义 |
|---|---|---|---|
| t_id | char(8) | 主键 | 教师工号 |
| d_id | char(4) | 外键，NOT NULL | 专业代码 |
| t_name | varchar(12) | NOT NULL | 教师姓名 |
| t_sex | char(2) | NOT NULL | 教师性别 |
| t_age | int | NOT NULL | 教师年龄 |
| t_tel | char(11) | NOT NULL | 教师联系方式 |

表 3：Department

| 列名 | 数据类型 | 完整性约束 | 含义 |
|---|---|---|---|
| d_id | char(4) | 主键 | 专业代码 |
| d_name | varchar(16) | NOT NULL | 专业名称 |

表 4：Class

| 列名 | 数据类型 | 完整性约束 | 含义 |
|---|---|---|---|
| cl_id | char(6) | 主键 | 班号 |
| t_id | char(8) | NOT NULL | 班主任工号 |
| d_id | char(4) | 外键，NOT NULL | 专业代码 |

表 5：Course

| 列名 | 数据类型 | 完整性约束 | 含义 |
|---|---|---|---|
| c_id | char(6) | 主键 | 课程号 |
| c_name | varchar(20) | NOT NULL | 课程名称 |
| d_id | char(4) | 外键，NOT NULL | 开课专业 |
| credit | float | NOT NULL | 课程学分 |
| hours | int | NOT NULL | 课程学时 |

表 6：Classroom

| 列名 | 数据类型 | 完整性约束 | 含义 |
|---|---|---|---|
| r_id | varchar(8) | 主键 | 教室代号 |
| r_addr | varchar(20) | NOT NULL | 教室地点 |

表 7：sc（StudentCourse）

| 列名 | 数据类型 | 完整性约束 | 含义 |
|---|---|---|---|
| s_id | char(9) | 主键，外键 | 学号 |
| c_id | char(6) | 主键，外键 | 课程号 |
| score | float | NOT NULL | 课程成绩 |
| date | date | NOT NULL | 成绩录入时间 |

表 8：tt（TeachingTask）

| 列名 | 数据类型 | 完整性约束 | 含义 |
|---|---|---|---|
| t_id | char(8) | 主键，外键 | 班主任工号 |
| c_id | char(6) | 主键，外键 | 课程号 |
| start_week | int | | 开课周数 |
| end_week | int | | 结课周数 |

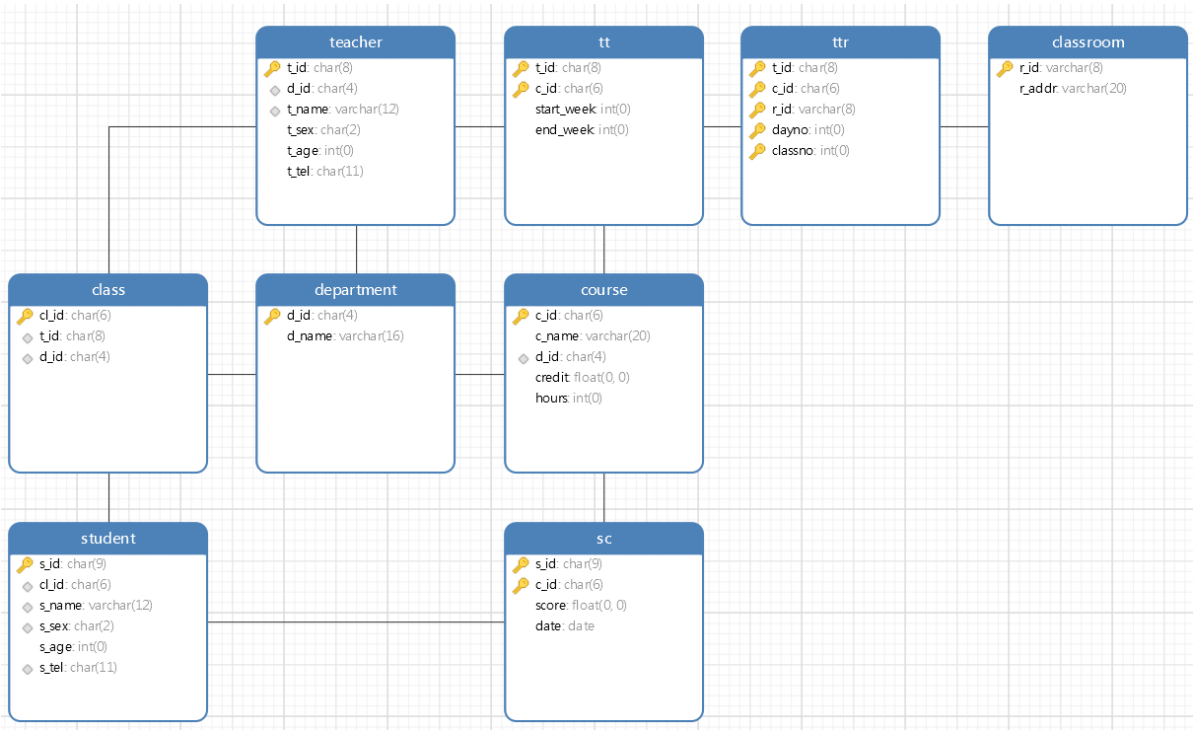
表 9：ttr（TeachingTaskClassroom）

| 列名 | 数据类型 | 完整性约束 | 含义 |
|---|---|---|---|
| c_id | char(6) | 主键，外键 | 课程号 |
| t_id | char(8) | 主键，外键 | 班主任工号 |
| r_id | varchar(8) | 主键，外键 | 教室代号 |
| dayno | int | NOT NULL | 一周中第几天 |
| classno | int | NOT NULL | 课程节数 |

在我所想的设定中，包含了各种联系：班级与班主任的联系属于一对一联系，班级与学生的联系属于一对多联系，而教室与教学任务安排属于多对多联系。

## 2.2 系统 ER 图

由前述，整个管理系统包含 9 个实体和 10 个联系，具体的系统 ER 图如下所示：




## 2.3 数据库索引

按照实际经验，针对经常修改，查看的实体：Student，Teacher，ttr 分别建立了索引，以优化数据库的性能。具体而言，对 student 表中的 s_name 属性、s_sex 属性和 s_tel 属性创建了索引；对 teacher 表中的 t_name 属性创建了索引；对 ttr 表中的 classNo 属性创建了索引。

在 Navicat 中查看创建好的索引，如图所示：

| 名 | 字段 | 索引类型 | 索引方法 | 注释 |
|---|---|---|---|---|
| s_clid_idx | `cl_id` | NORMAL | BTREE | |
| idx_stu_name | `s_name` | NORMAL | BTREE | |
| idx_stu_tel | `s_tel` | NORMAL | BTREE | |
| idx_stu_sex | `s_sex` | NORMAL | BTREE | |

## 2.4 数据库外模式

在该管理系统中，创建视图（外模式）主要是满足成绩查询等功能的要求，同时在查询过程中方便得到复杂的统计结果（如平均成绩等）。目前，我为该管理系统设计了如下三个视图：

1. studStat

包括如下信息：学生学号，学生姓名，以及该学生目前修读的总学分，目前的平均学分

绩。该视图只用于查询，其构造语句如图所示：

```
create view studStat (s_id, s_name, total_credits, avg_score) as
(select A.s_id, A.s_name, sum(credit), sum(total)/sum(credit) from
(select s.s_id, s.s_name, credit * score total, credit from sc , student s , course c
where sc.s_id = s.s_id and sc.c_id = c.c_id and sc.score is not null ) as A group by A.s_id);
```

2. studNoScoreCourse

包括如下信息：学生学号，学生姓名，目前暂无成绩的课程门数，没出成绩的课程总学分，该视图只用于查询，其构造语句如图所示：

```
create view studNoScoreCourse (s_id, s_name, credits_no_score, courseNum) as
(select A.s_id, A.s_name, sum (credit), count (*) from
(select s.s_id, s.s_name, credit from sc, student s, course c
where sc.s_id = s.s_id and sc.c_id = c.c_id and sc.score is null) as A group by A.s_id );
```

3. courseStat

包括如下信息：课程的课程号、课程名称，选修该课程的学生成绩的最高分、最低分以及平均分，该视图只用于查询，其构造语句如图所示：

```
create view courseStat (c_id, c_name, max_score, min_score, avg_score) as
(select c.c_id, c_name, max (score), min (score), avg (score) from course c, sc
where c.c_id = sc.c_id and sc.score is not null group by c.c_id ) ;
```

## 2.5 批量数据生成与添加

为了测试数据库性能，需要向数据库中注入一定规模的数据。由于在现实场景中，学生和成绩这两个实体的数量往往多于其余实体的数量，因此在本实验中，我通过 Python 程序分别生成了 1000 个 Student 和 Score 实体，将其保存在.xls 文件中，在需要时可以写入数据库，便于后续进行数据库的性能测试。

生成的数据格式如下：

| 实验题目 | 数据库设计与应用开发 | | | 实验日期 | 2022.5.1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 班级 | 1903103 | 学号 | 1190200208 | 姓名 | 李旻翀 |

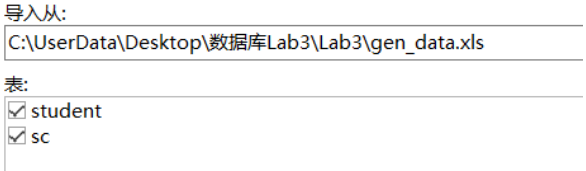
| A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|
| s_id | cl_id | s_name | s_sex | s_age | s_tel |
| 100403000 | 100403 | TEST0 | 女 | 21 | 13000000000 |
| 100403001 | 100403 | TEST1 | 女 | 18 | 13000000001 |
| 100403002 | 100403 | TEST2 | 男 | 19 | 13000000002 |
| 100403003 | 100403 | TEST3 | 女 | 23 | 13000000003 |
| 100403004 | 100403 | TEST4 | 女 | 22 | 13000000004 |
| 100403005 | 100403 | TEST5 | 男 | 19 | 13000000005 |
| 100403006 | 100403 | TEST6 | 女 | 21 | 13000000006 |
| 100403007 | 100403 | TEST7 | 男 | 22 | 13000000007 |
| 100403008 | 100403 | TEST8 | 男 | 20 | 13000000008 |
| 100403009 | 100403 | TEST9 | 女 | 22 | 13000000009 |
| 100403010 | 100403 | TEST10 | 男 | 20 | 13000000010 |
| 100403011 | 100403 | TEST11 | 男 | 19 | 13000000011 |
| 100403012 | 100403 | TEST12 | 女 | 23 | 13000000012 |
| 100403013 | 100403 | TEST13 | 男 | 20 | 13000000013 |
| 100403014 | 100403 | TEST14 | 女 | 19 | 13000000014 |
| 100403015 | 100403 | TEST15 | 女 | 23 | 13000000015 |
| 100403016 | 100403 | TEST16 | 男 | 22 | 13000000016 |
| 100403017 | 100403 | TEST17 | 男 | 23 | 13000000017 |
| 100403018 | 100403 | TEST18 | 女 | 19 | 13000000018 |
| 100403019 | 100403 | TEST19 | 男 | 21 | 13000000019 |
| 100403020 | 100403 | TEST20 | 男 | 21 | 13000000020 |
| 100403021 | 100403 | TEST21 | 女 | 18 | 13000000021 |

图 1：生成的 Student 实体

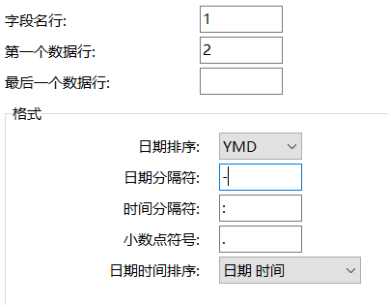
| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| s_id | c_id | score | date |
| 100403000 | 130001 | 51 | 2022-01-01 |
| 100403001 | 130001 | 18 | 2022-01-01 |
| 100403002 | 130001 | 86 | 2022-01-01 |
| 100403003 | 130001 | 98 | 2022-01-01 |
| 100403004 | 130001 | 33 | 2022-01-01 |
| 100403005 | 130001 | 87 | 2022-01-01 |
| 100403006 | 130001 | 1 | 2022-01-01 |
| 100403007 | 130001 | 21 | 2022-01-01 |
| 100403008 | 130001 | 48 | 2022-01-01 |
| 100403009 | 130001 | 18 | 2022-01-01 |
| 100403010 | 130001 | 66 | 2022-01-01 |
| 100403011 | 130001 | 36 | 2022-01-01 |
| 100403012 | 130001 | 18 | 2022-01-01 |
| 100403013 | 130001 | 56 | 2022-01-01 |
| 100403014 | 130001 | 37 | 2022-01-01 |
| 100403015 | 130001 | 93 | 2022-01-01 |
| 100403016 | 130001 | 41 | 2022-01-01 |
| 100403017 | 130001 | 36 | 2022-01-01 |
| 100403018 | 130001 | 94 | 2022-01-01 |

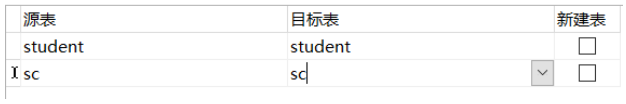
图 2：生成的 sc 实体

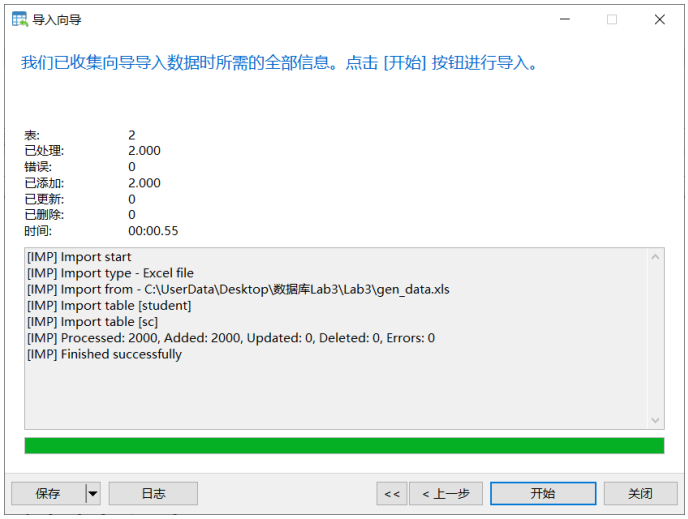
在生成完毕后，可以通过 Navicat 数据库管理软件进行数据写入。具体流程如下：



| 实验题目 | 数据库设计与应用开发 | | | 实验日期 | 2022.5.1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 班级 | 1903103 | 学号 | 1190200208 | 姓名 | 李旻翀 |




导入完成后，效果如下：

| s_id | cl_id | s_name | s_sex | s_age | s_tel |
|---|---|---|---|---|---|
| 100101001 | 100101 | 张三 | 男 | 18 | 14648466354 |
| 100101002 | 100101 | 张四 | 男 | 21 | 12565925663 |
| 100101003 | 100101 | 张五 | 男 | 19 | 13511245565 |
| 100101004 | 100101 | 张六 | 男 | 18 | 16545959266 |
| 100102001 | 100102 | 李一 | 女 | 19 | 18945663574 |
| 100102002 | 100102 | 李二 | 女 | 21 | 13349568558 |
| 100102003 | 100102 | 李三 | 女 | 19 | 13112882293 |
| 100202002 | 100202 | 李四 | 女 | 22 | 12300005656 |
| 100202004 | 100202 | 李五 | 男 | 20 | 16546599990 |
| 100403000 | 100403 | TEST0 | 女 | 21 | 13000000000 |
| 100403001 | 100403 | TEST1 | 女 | 18 | 13000000001 |
| 100403002 | 100403 | TEST2 | 男 | 19 | 13000000002 |
| 100403003 | 100403 | TEST3 | 女 | 23 | 13000000003 |
| 100403004 | 100403 | TEST4 | 女 | 22 | 13000000004 |
| 100403005 | 100403 | TEST5 | 男 | 19 | 13000000005 |
| 100403006 | 100403 | TEST6 | 女 | 21 | 13000000006 |
| 100403007 | 100403 | TEST7 | 男 | 22 | 13000000007 |
| 100403008 | 100403 | TEST8 | 男 | 20 | 13000000008 |
| 100403009 | 100403 | TEST9 | 女 | 22 | 13000000009 |
| 100403010 | 100403 | TEST10 | 男 | 20 | 13000000010 |
| 100403011 | 100403 | TEST11 | 男 | 19 | 13000000011 |
| 100403012 | 100403 | TEST12 | 女 | 23 | 13000000012 |
| 100403013 | 100403 | TEST13 | 男 | 20 | 13000000013 |
| 100403014 | 100403 | TEST14 | 女 | 19 | 13000000014 |
| 100403015 | 100403 | TEST15 | 女 | 23 | 13000000015 |
| 100403016 | 100403 | TEST16 | 男 | 22 | 13000000016 |

| 实验题目 | 数据库设计与应用开发 | | | 实验日期 | 2022.5.1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 班级 | 1903103 | 学号 | 1190200208 | 姓名 | 李旻翀 |

# 3. 数据库应用开发

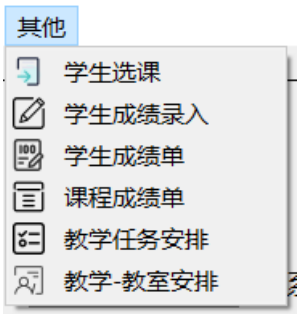
## 3.1 应用界面简介

按照前述的思想使用 PyQt5 设计管理系统，完成后得到 sms.ui 文件。使用 pyuic5 将.ui 文件转化为.py 文件，再另外编写一个 main 函数即可启动程序界面。

下面按顺序来介绍应用界面的每个部分。

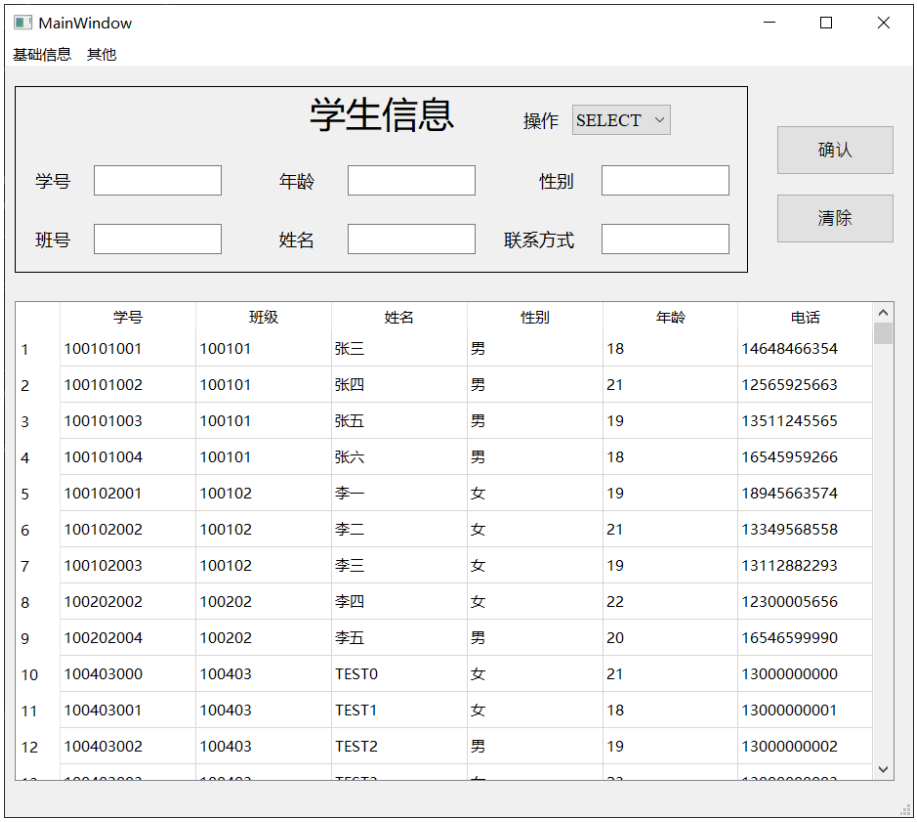
1. **菜单栏**

菜单栏可以选择具体执行操作的两部分，分别是基础信息部分和其他功能部分。如图所示。


2. **基础信息部分**

在打开程序时，系统默认进入的部分也就是学生的基础信息部分。如图所示（默认表部分内容为空，需要在 SELECT 操作下点击“确认”才能显示数据内容）：




| | 学号 | 班级 | 姓名 | 性别 | 年龄 | 电话 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 100101001 | 100101 | 张三 | 男 | 18 | 14648466354 |
| 2 | 100101002 | 100101 | 张四 | 男 | 21 | 12565925663 |
| 3 | 100101003 | 100101 | 张五 | 男 | 19 | 13511245565 |
| 4 | 100101004 | 100101 | 张六 | 男 | 18 | 16545959266 |
| 5 | 100102001 | 100102 | 李一 | 女 | 19 | 18945663574 |
| 6 | 100102002 | 100102 | 李二 | 女 | 21 | 13349568558 |
| 7 | 100102003 | 100102 | 李三 | 女 | 19 | 13112882293 |
| 8 | 100202002 | 100202 | 李四 | 女 | 22 | 12300005656 |
| 9 | 100202004 | 100202 | 李五 | 男 | 20 | 16546599990 |
| 10 | 100403000 | 100403 | TEST0 | 女 | 21 | 13000000000 |
| 11 | 100403001 | 100403 | TEST1 | 女 | 18 | 13000000001 |
| 12 | 100403002 | 100403 | TEST2 | 男 | 19 | 13000000002 |

基础信息部分主要完成对实体数据的查看，另外我完成了对实体的增，删，查三种功能的支持。如上图所示，可以在对应的框中输入数据，以便完成增，删，查

三种功能。具体如何执行将在 3.2 部分详细阐述。

**3. 其他功能部分**

其他部分包含了完成五种不同功能的模块：学生选课，学生成绩录入，显示学生成绩，显示某门课程的所有学生成绩，以及教学任务安排和教室安排。其界面如图所示（以教室安排为例）：


| | 教师编号 | 教师姓名 | 课程编号 | 课程名 | 星期 | 节次 | 教室 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10011045 | 郑一 | 140001 | 大数据算法 | 1 | 1 | 正心5楼10号 |
| 2 | 10020605 | 何一 | 120004 | 计算机视觉导论 | 2 | 1 | 正心3楼12号 |
| 3 | 10021012 | 何二 | 110001 | 高级算法设计 | 3 | 1 | 正心5楼10号 |
| 4 | 10021012 | 何二 | 120004 | 计算机视觉导论 | 2 | 1 | 诚意5楼1号 |
| 5 | 10011045 | 郑一 | 130001 | 信息检索 | 1 | 2 | 正心1楼1号 |
| 6 | 10011045 | 郑一 | 130001 | 信息检索 | 2 | 2 | 正心1楼1号 |
| 7 | 10011045 | 郑一 | 140001 | 大数据算法 | 3 | 2 | 正心5楼10号 |
| 8 | 10021012 | 何二 | 110001 | 高级算法设计 | 1 | 2 | 正心5楼10号 |
| 9 | 10021020 | 何三 | 110001 | 高级算法设计 | 3 | 2 | 正心3楼12号 |
| 10 | 10021020 | 何三 | 120003 | 人工智能导论 | 4 | 2 | 正心5楼10号 |
| 11 | 10021065 | 何四 | 120002 | 模式识别与机... | 1 | 2 | 致知4楼1号 |
| 12 | 10021065 | 何四 | 120002 | 模式识别与机... | 2 | 2 | 致知4楼1号 |

关于该部分的具体功能演示，放在 3.2 部分详细阐述。

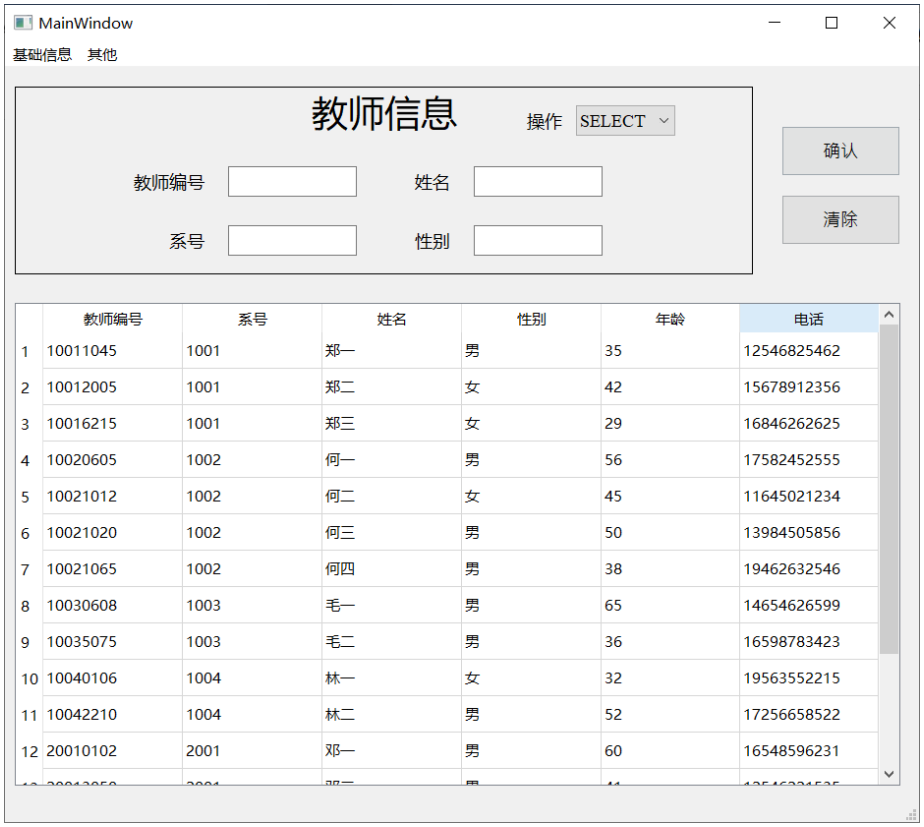
## 3.2 基本功能与功能测试

以下具体讲解该系统实现的功能。

**1. 基本查询功能**

用户在界面中选择进行 SELECT 操作，在输入任意查询条件的组合后，系统后端会根据按键反馈，组合成相应的 SQL 查询语句，执行后，系统返回 MySQL 数据库中满足条件的全部元组，同时在 Python 后端中打印输出用户所执行的操作，如图所示，用户在教师页面选中 SELECT 操作并点击确认，前端与后端界面的显示如下：

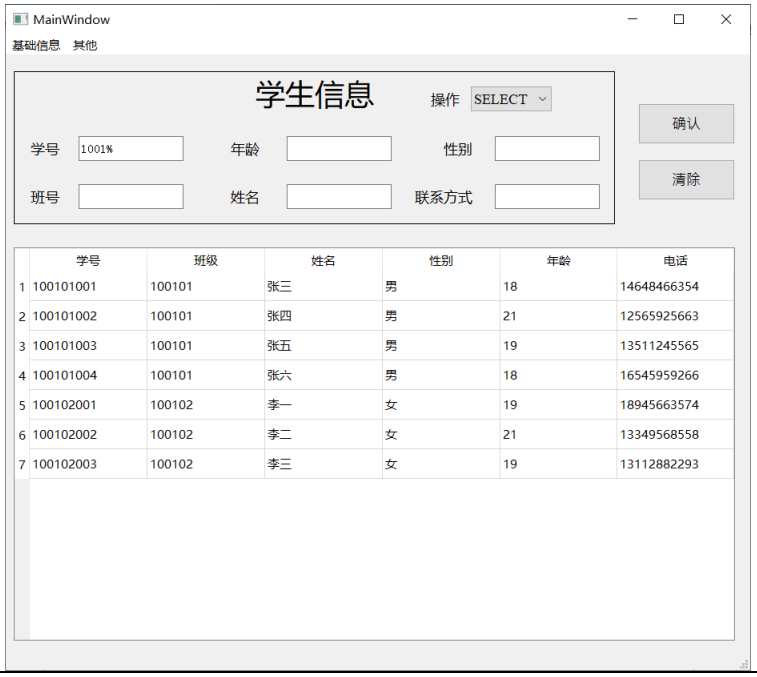
```
select * from teacher;
```



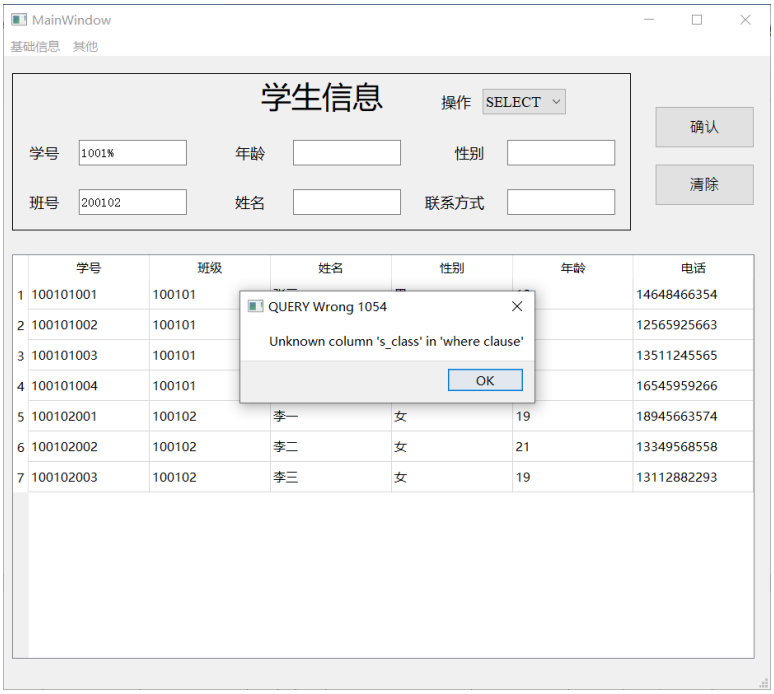

## 2. 模糊查询

在基本的查询功能之外，用户也可以输入“%”表示通配符，进行模糊匹配查询。以学生信息查询为例，如图所示，学号部分输入“1001%”，系统会查询所有学号以“1001%”开头的元组并返回：

```
select * from student where s_id like '1001%';
```



当输入的信息在表中没有与其匹配的元组时，系统则会提示报错：




另外，在点击“清除”按钮后，可以清除该页面所有输入内容和显示区内容。

### 3. 插入（增加）功能

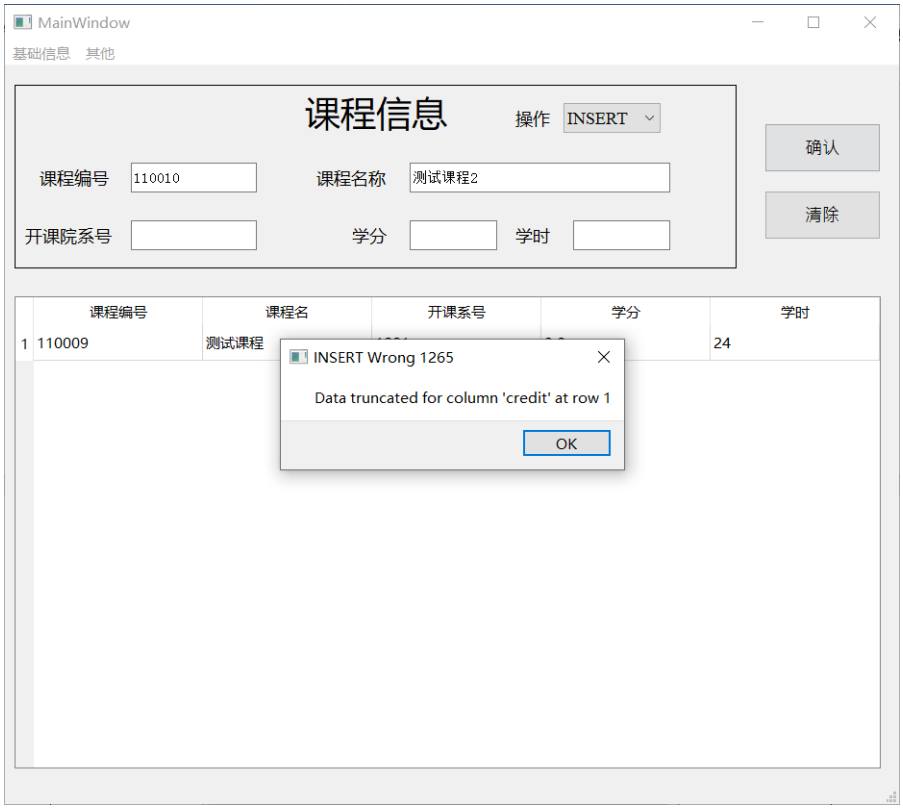
插入功能允许用户向表中插入一行数据，插入的数据需满足数据库的完整性约束，如主键约束、外键约束（不能插入外键表中不存在的内容）、非空约束（不允许为空的属性都不能插入为空）等等，若插入的数据不满足完整性约束，将弹出提示信息。

在本系统中，插入功能一般要求所有输入框或者选择框都有相应的内容，（因为大部分属性都有 NOT NULL 的约束）。以教学任务安排表 tt 为例，选择教师编号“10012005”和课程号“110001”，设置开课星期为 4，结课星期为 12，点击确认，提示插入成功，如下图所示。

| 实验题目 | 数据库设计与应用开发 | | | 实验日期 | 2022.5.1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 班级 | 1903103 | 学号 | 1190200208 | 姓名 | 李旻翀 |


改而选中 SELECT 进行查询，同样能查到对应的结果。


若是不满足插入条件，如：某一栏为空，则会弹窗显示错误提示，如图所示：




另外，为了部分地解决插入过程中可能出现的问题，同时提升程序的用户友好度，我在部分页面将输入框更改为了选择框，这样就有效地满足了外键约束（不会出现没有的选项），例如在教学任务安排的界面中，课程号和教师编号就是由选择框直接选择，而不是由用户输入，这样可以有效地降低输入错误率。

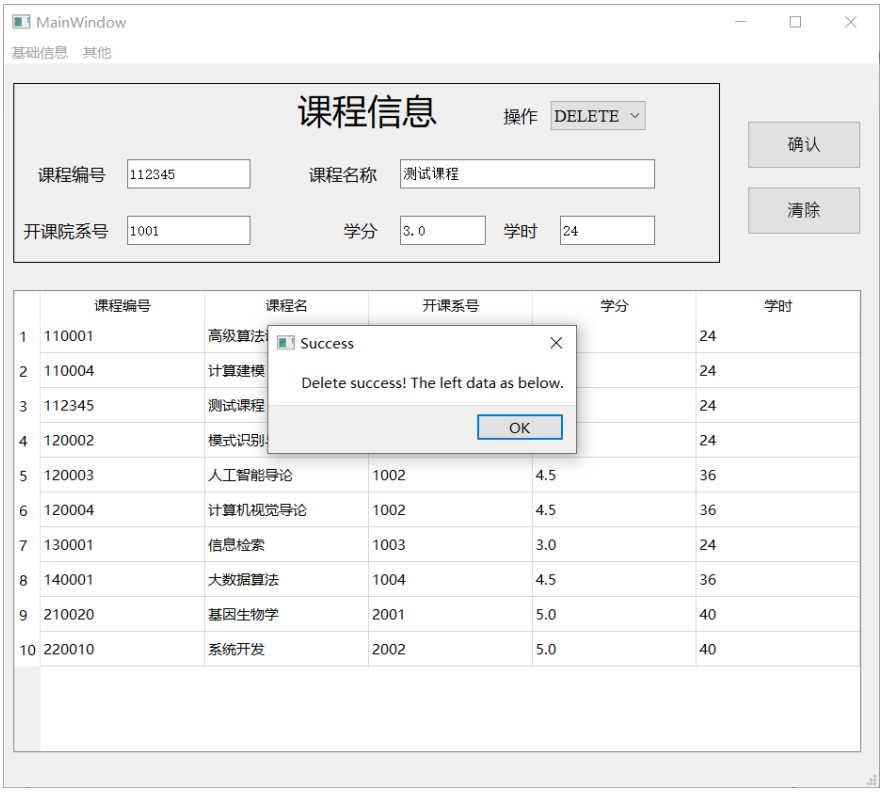
在代码方面，插入的代码会相对复杂一些。与查询和删除不一样，插入过程中要求每一项都是确认的，要罗列插入值，所以查询中的 where 条件查询函数是不可复用的，因此对于每一种插入，都西药重新书写 SQL 插入语句的生成函数。以 insert_tt_sql()函数为例，当判断 index = 2，即需要进行插入操作时，执行插入函数 insert()，在每次执行该 sql 语句之后都需要进行“commit”操作。其具体的代码如下：

```
def insert_tt_sql(self):
    insert_tt_sql = "insert into tt (t_id, c_id, start_week, end_week) values ("
    tid_text = self.comboBox_tttid.currentText()
    cid_text = self.comboBox_ttcid.currentText()
    start_week_text = self.lineEdit_startweek.text().strip()
    end_week_text = self.lineEdit_endweek.text().strip()
    insert_value = "'" + tid_text + "', '" + cid_text + "', '" + start_week_text + "', '" + end_week_text + "'"
    insert_value.replace("''", "null")
    insert_tt_sql += insert_value + ");"
    return insert_tt_sql
```

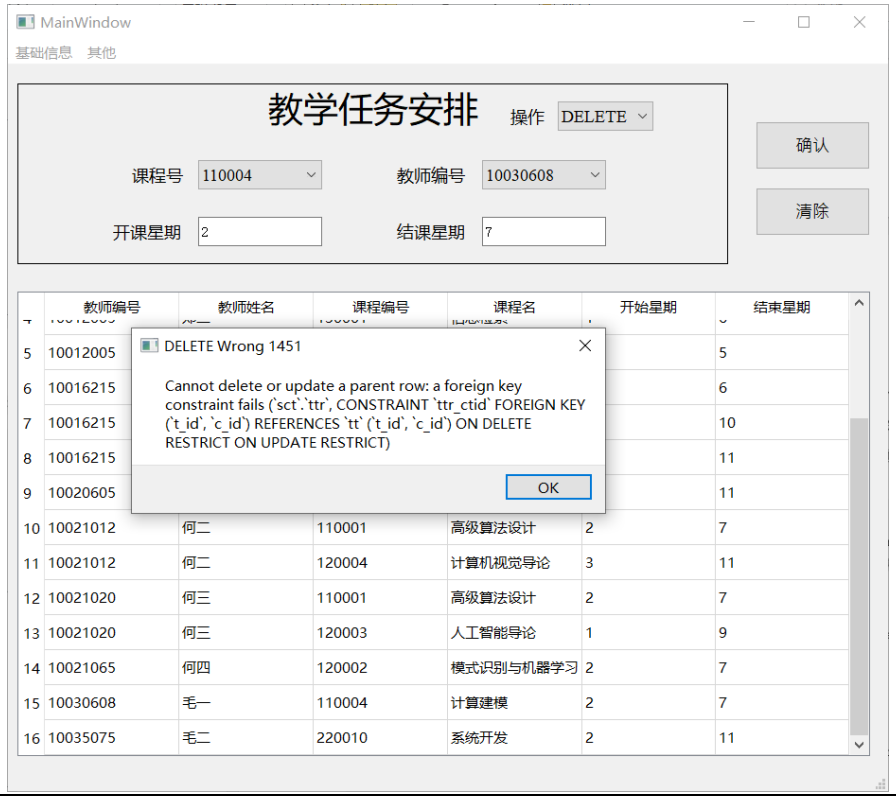
## 4. 删除功能

与查询相似，用户可以通过完整的属性值来删除某一特定元组，也可以只输入部分属性的值来删除所有满足该条件的元组（包括模糊匹配功能）。因此，此处删除所使用的 where 条件可以复用查询的 where 条件。若用户的删除操作破坏了完整性约束，则系统会报错，主要体现在外键约束带来的错误，例如当某个教室被安排了教学任务删除该教室就会报错。对于删除操作，在用户选择执行

时，首先会提示确认是否要删除，若选择 Yes，则运行删除 SQL 语句，并检测用户想要执行的删除是否能够正确执行。若是不满足外键约束，则弹出错误提示。如图所示：




| | 课程编号 | 课程名 | 开课系号 | 学分 | 学时 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 110001 | 高级算法 | | | 24 |
| 2 | 110004 | 计算建模 | | | 24 |
| 3 | 112345 | 测试课程 | | | 24 |
| 4 | 120002 | 模式识别 | | | 24 |
| 5 | 120003 | 人工智能导论 | 1002 | 4.5 | 36 |
| 6 | 120004 | 计算机视觉导论 | 1002 | 4.5 | 36 |
| 7 | 130001 | 信息检索 | 1003 | 3.0 | 24 |
| 8 | 140001 | 大数据算法 | 1004 | 4.5 | 36 |
| 9 | 210020 | 基因生物学 | 2001 | 5.0 | 40 |
| 10 | 220010 | 系统开发 | 2002 | 5.0 | 40 |




| | 教师编号 | 教师姓名 | 课程编号 | 课程名 | 开始星期 | 结束星期 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 10012005 | | | | | 5 |
| 6 | 10016215 | | | | | 6 |
| 7 | 10016215 | | | | | 10 |
| 8 | 10016215 | | | | | 11 |
| 9 | 10020605 | | | | | 11 |
| 10 | 10021012 | 何二 | 110001 | 高级算法设计 | 2 | 7 |
| 11 | 10021012 | 何二 | 120004 | 计算机视觉导论 | 3 | 11 |
| 12 | 10021020 | 何三 | 110001 | 高级算法设计 | 2 | 7 |
| 13 | 10021020 | 何三 | 120003 | 人工智能导论 | 1 | 9 |
| 14 | 10021065 | 何四 | 120002 | 模式识别与机器学习 | 2 | 7 |
| 15 | 10030608 | 毛一 | 110004 | 计算建模 | 2 | 7 |
| 16 | 10035075 | 毛二 | 220010 | 系统开发 | 2 | 11 |

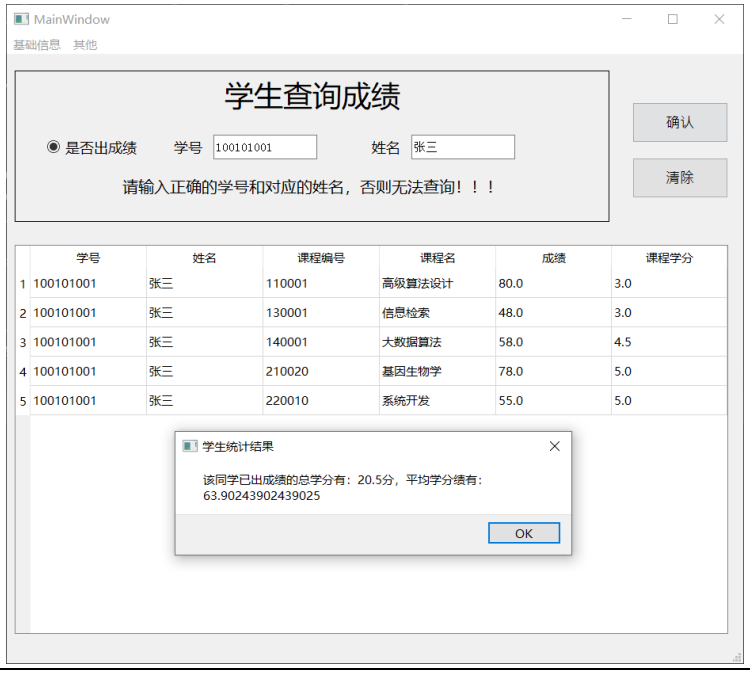
## 5. 连接查询

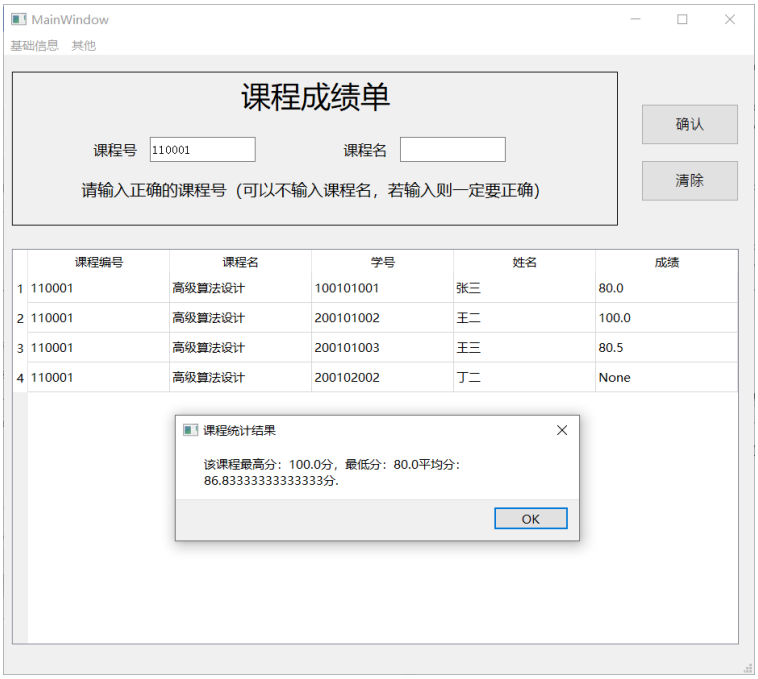
连接查询其实在实验中的许多部分都有所体现，最典型的就是相对复杂的查询功能，如学生成绩单和课程成绩统计。这两项除了需要创建视图来获取统计数据外，都需要对 sc、student、course 三个表进行连接来得到更详细的信息。这两个功能的实现代码如下图所示：

```
# student_transcript
elif self.stackedWidget.currentWidget() == self.page_stu_transcript:
    student_transcript_header = ['学号', '姓名', '课程编号', '课程名', '成绩', '课程学分']
    student_transcript_query_sql = \
        "select student.s_id, student.s_name, sc.c_id, c_name, score, credit " + \
        "from sc inner join student inner join course " + \
        "on sc.s_id = student.s_id and sc.c_id = course.c_id " + \
        self.student_transcript_where()
    self.query(student_transcript_query_sql, student_transcript_header)
    # student_statistics
    self.student_statistics()
```

```
# course_transcript
elif self.stackedWidget.currentWidget() == self.page_course_transcript:
    course_transcript_header = ['课程编号', '课程名', '学号', '姓名', '成绩']
    course_transcript_query_sql = \
        "select sc.c_id, c_name, student.s_id, student.s_name, score " + \
        "from sc inner join student inner join course " + \
        "on sc.s_id = student.s_id and sc.c_id = course.c_id " + \
        self.course_transcript_where()
    self.query(course_transcript_query_sql, course_transcript_header)
    # course_statistics
    self.course_statistics()
```

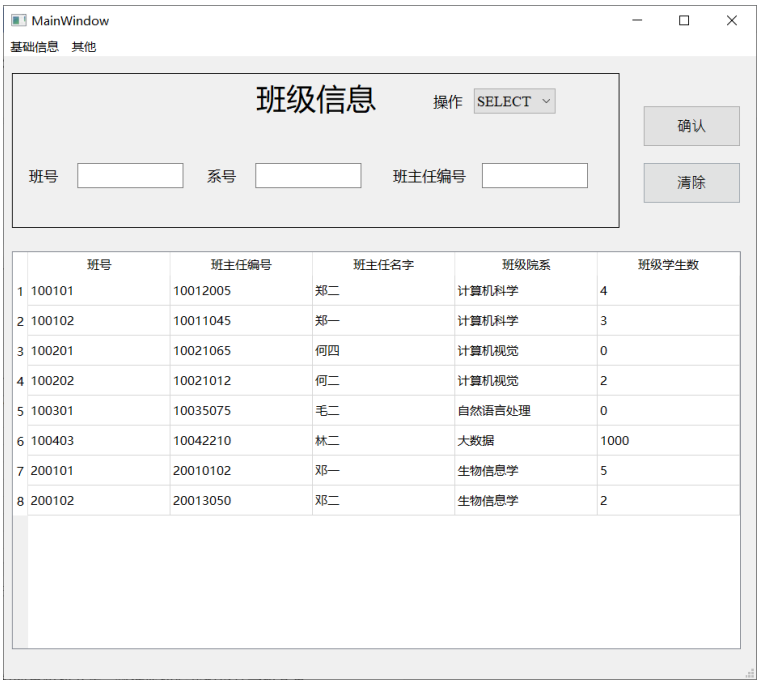
这两部分的具体运行结果如图：






## 6. 嵌套查询

嵌套查询在复杂功能中也具有很高的重要性。如，在查询班级情况时，为防止班级因为存在学生而被漏统计，就将满足条件的班级元组作为表 A，与 student 表中的班级-学生数统计结果进行外连接，再在“班级学生数”这一项中用“0”来代替全部的 null。查询全部的班级及其相关信息，其运行结果如图所示，这里有 2 个班级的学生人数为 0。



**7. 分组查询**

如上述嵌套查询一样，对于分组查询，在实验中查询班级时，引入班级学生数的概念，首先要将学生按照班级进行划分并且用“count(*)”进行统计，具体来说就是获得相应班级的学生数。例子如嵌套查询所示。

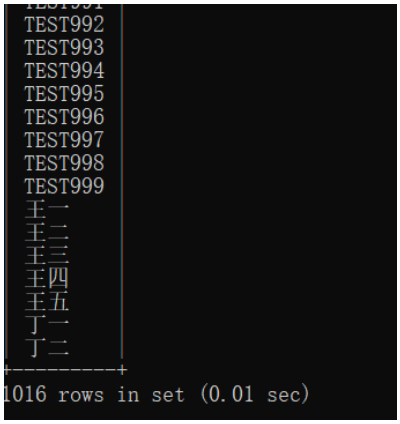
## 3.4 系统优化

正如前文所述，我为比较常被修改的实体类中的特定属性增加了索引。如： student 表中的 s_name 属性、s_sex 属性和 s_tel 属性创建了索引；teacher 表中的 t_name 属性创建了索引；ttr 表中的 classNo 属性创建了索引。索引方式均为 BTREE。

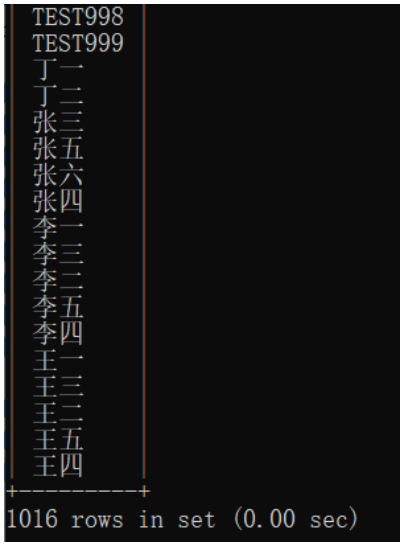
为测试创建索引对性能的优化，在 MySQL 中对 student 表的 s_name 属性进行索引前后，测试如下语句的执行时间：

```
SELECT s_name from student;
```

在未创建索引时，结果如图所示:




创建索引后，结果如图：




可以看出，创建索引对提升查询速度产生了一定效果，但由于数据总量仍不够大，因此效果不算明显。

| 实验题目 | 数据库设计与应用开发 | | | 实验日期 | 2022.5.1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 班级 | 1903103 | 学号 | 1190200208 | 姓名 | 李旻翀 |

## 四、实验结论（总结实验发现及结论）

1.通过本次实验，我强化掌握了数据建模的思想和方法，并体会到良好的数据库设计对后续数据库开发的重要作用。
2.更加熟练地掌握了 SQL 语言的使用。包括数据库的建立、视图和索引的建立、表的建立、插入、删除、查询等方面，同时我也更加掌握到了数据库完整性约束的作用和重要性（尤其是外键约束）。
3.初步掌握了 python 环境下的嵌入 SQL 语言的使用和动态构建 SQL 语句的方法，构建数据库应用界面的过程也让我熟悉了 PyQt5 的使用。
4.了解了数据库对于大规模系统构建的重要性。以此实验构建的数据库，后续可以进行丰富的拓展，这让我体会到了软件构造的复杂性与乐趣。与此同时，系统中涉及数据库的部分也让我知道要实现更加复杂的功能，还需要进一步对数据库进行探索和学习。