

摘 要

传统的选课方式中，学生进行信息提交的主要操作是基于文件、表格等纸介质的手工处理，学生选课管理部门信息处理数据的工作量大，冗余度高，在工作工程中出错的可能性高。

作为信息科技领域的新兴技术，在计算机上实现的学生选课系统可以有效地将集中的数据库将与人力资源管理相关的信息全面地联系起来，减少了信息更新和查找中的重复劳动，保证了信息的可用性、独立性和共享性，从而大大地提高了选课管理的工作效率。在计算机上采用和实施学生选课系统之后，依赖于人的过程改为依赖于计算机系统的过程。学生只要获取了相应的权限，就可以随时进入系统，直接查阅相应的课程信息并进行选课。

除了选课系统的核心功能——选课与退课操作以外，学生选课系统还应该覆盖其他各个所需功能，比如所有课程信息的查询、课程表的自动生成等等使，各级管理人员和广大教职工在信息系统的辅助下进行工作，从而提高管理的效率，也可以增加学生选课的自主权，改善学生选课体验，使得学生课程信息管理更为方便。

本文以学生选课系统的基本情况为出发点，结合跨平台 C++图形用户界面 Qt 开发框架和 MySQL Workbench 关系型数据库管理系统，开发一种具有选课基本功能、可以正常进行基本的选课操作、人机交互良好的单机学生选课系统，并进一步探讨了系统中存在的对于数据库操作的监控、实时记录学生的操作生成选课日志等问题。

关键词：学生选课系统；C++；Qt；数据库；MySQL Workbench

目 录

摘 要	I
目 录	II
第一章 绪 论	1
1.1 选课系统介绍	1
1.2 Qt 开发框架介绍	1
1.3 MySQL Workbench 开发框架介绍	1
第二章 系统需求分析与数据库设计	2
2.1 系统结构功能与数据流图	2
2.2 数据字典	3
2.2.1 数据项	4
2.2.2 数据结构	4
2.2.3 数据流	5
2.2.4 数据存储	6
2.2.5 数据项数据处理	6
2.3 数据库设计	7
2.3.1 概念结构设计	7
2.3.2 逻辑结构设计	8
第三章 数据库建立、运行与应用程序开发	9
3.1 数据创建与数据录入	9
3.2 单机选课系统应用程序开发说明	11
3.2.1 数据库与应用程序的连接	11
3.2.2 相关数据查询	12
3.2.3 选课与退课操作设计	13
第四章 单机选课系统测试	14
4.1 程序运行的环境	14
4.2 登陆界面测试	15
4.3 首页界面显示	16
4.4 选课界面测试	16
4.5 选课日志界面显示	18
4.6 全校开课查询界面显示	18

4.7 课程表界面显示	19
第五章 课设心得及问题分析	20
5.1 数据库设计中遇到的问题及解决办法	20
5.2 仍然存在的问题分析	20
5.3 心得体会及未来的展望	20
参考文献	21

第一章 绪 论

1.1 选课系统介绍

学生选课系统作为一种计算机处理信息的教学技术,可以用集中的数据库将与人力资源管理相关的信息全面、有机地联系起来,有效地减少了信息更新和查找中的重复劳动,保证了信息的相容性,从而大大地提高了工作效率,还能使原来不可能提供的分析报告成了可能。在采用和实施学生选课系统之后,就会将依赖于人的过程改为依赖于计算机系统的过程。学生只要获取了相应的权限,就可以随时进入系统,直接查阅相应的课程信息并进行选课。

与传统的选课方式相比,依托计算机信息技术而设计的学生选课系统,其选课管理工作较为规范,对于选课信息的处理系统化和程式化,有效解决了传统选课管理数据冗余度大、独立性小、共享性差和安全性较低的问题,保证了选课管理的安全性、完整性、可审计性、可操作性、可控性,可共享性,提高信息处理的速度和准确性,能够准确、及时、有效的查询和修改学生选课情况。

1.2 Qt 开发框架介绍

Qt 是一个跨平台的 C++应用构架,拥有直观、强大的 API(应用程序编程接口)在计算机软件工程、通信控制器、自动化电路设计系统、金融服务等方面应用广泛。目前在商业领域,Qt 是目前最通用流行的 GUI,与其它 GUI 相比,它具有良好的封装机制,结构小巧模块化程度高,可重用性较好,无论在移植性、应用程序,还是技术支持等方面都略胜一筹。^[2]

1.3 MySQL Workbench 开发框架介绍

MySQL Workbench 是著名的数据库设计工具 DBDesigner4 的继任者。利用 MySQL Workbench 设计和创建新的数据库图示,建立数据库文档,以及进行复杂的 MySQL 文件迁移。作为一款专为 MySQL 设计的 ER/数据库建模工具,MySQL Workbench 能给开发者带来便捷,更轻松的进行系统设计与编码,它能够保证数据库系统的可扩充性,以及数据库系统的移植性等问题。^[3]

第二章 系统需求分析与数据库设计

2.1 系统结构功能与数据流图

本文实现的单机选课系统主要面向学生选课。图 1 展示了选课系统的系统结构功能。

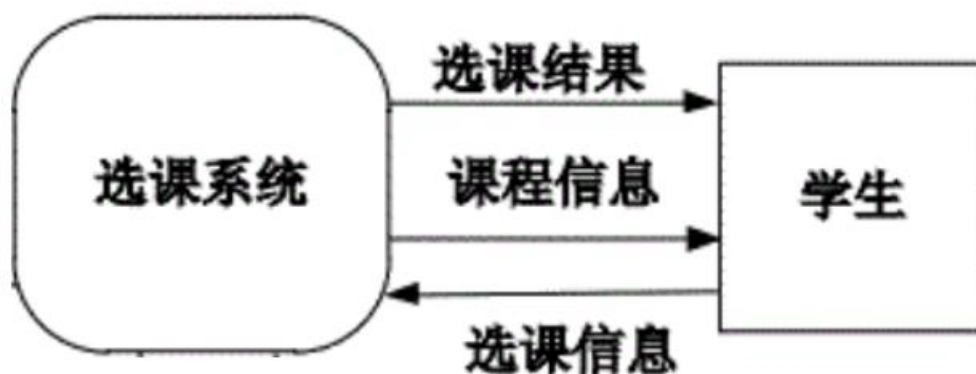


图 1：选课系统结构功能简图

选课系统分为六个界面：登陆界面，首页界面，选课界面，选课日志界面，全校开课查询界面和课程表界面。

在登陆界面上，学生可以根据自己学号和登陆密码登陆选课系统，当且仅当学生输入的学号和密码与数据库中的存储的学号密码匹配时，才可进入选课系统的首页界面，否则将提示错误信息。

首页界面应作为学生进行选课、查看选课日志、查询全校开课课程信息、查询个人课程表的“中转站”，学生在首页界面上可以对上述功能进行选择，还可以查看每个功能的说明。

选课页面上可以展示学生个人的可选课程和已选课程。可选课程和已选课程均可以通过对数据库数据进行查询得到。学生个人的可选课程由其所在学院和课程面向的学院决定，已选课程由学生从可选课程中进行选择产生。学生既可以在可选课程中进行选课操作，也可以在已选课程中进行退课操作。学生在进行选课操作时，系统首先查询数据库的课程信息，会判断其选中的课程学生人数是否达到上限，选课时间是否与已选课程的上课时间冲突，如果均没有，选课成功，否则会提示相关错误信息。

选课日志界面详细记录了学生进行操作的所有日志记录，包括实时操作的课程名称、操作类别和操作时间等基本信息，以达到管理者在选课系统上进行数据库的

监控。

在全校开课查询界面上，学生可以根据课程序号、课程名称、课程开课院系、课程性质、上课教师姓名、上课教师所在学院等关键词，对全校所有开设的课程进行筛选、查询。

课程表界面上应展示学生个人的课程表，它将通过数据库查询学生已选课程的上课时间来自动生成，课程表上简要标明了课程名称、授课教师姓名、课程序号和上课地点。

综合以上描述，利用 PowerDesigner 软件绘制了如图 2 的选课系统数据流图。

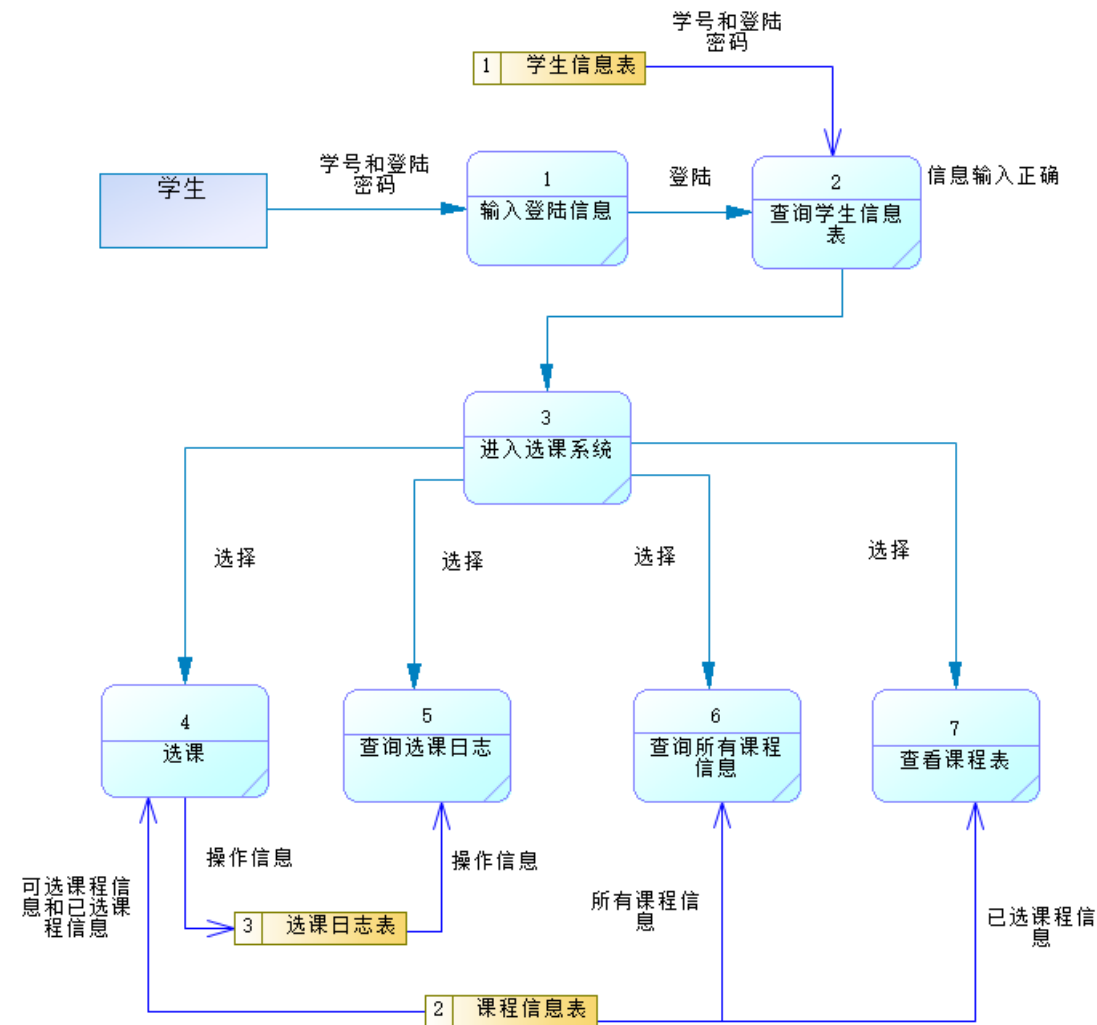


图 2：选课系统数据流图

2.2 数据字典

数据字典是数据库设计需求分析阶段的重要工具，它定义并描述了数据库系统中的数据元素和数据信息。数据字典包括数据项、数据结构、数据流、数据存储

和数据处理过程五个基本组成部分。^[4]

2.2.1 数据项

根据用户需求，所要设计的选课系统定义了以下数据项：

学生学号：{学号，学生的编号，Sno，char(13)}
 学生登陆密码：{密码，学生的登陆密码，Spassword，varchar(20)}
 学生姓名：{姓名，学生的名字，Sname，varchar(20)}
 学生所属学院名：{学院，学生所在学院的名称，Sschool，char(10)}
 课程编号：{课程编号，课程的编号，Cno，char(8)}
 课程名称：{课程名称，课程的名称，Cname，varchar(40)}
 课程性质：{课程性质，课程的类别，Ccategory，varchar(30)}
 上课院系：{上课院系，可以选择这门课程的院系，Cschool，varchar(40)}
 授课教师姓名：{教师，授课教师的姓名，CTname，varchar(20)}
 授课教师职称：{职称，教师的头衔，CTitle，varchar(40)}
 课程学时：{课时，课程的学时，Cperiod，int}
 课程学分：{学分，课程的学分，Ccredit，decimal(2,1)}
 课程容量：{课程容量，课程最大上课学生人数，CSnumbermax,int}
 上课学生人数：{上课学生人数，已选这门课的学生人数，CSnumber，int}
 课程上课地点：{上课地点，课程上课的地点，Cplace varchar(40)，}
 课程时间 1：{上课时间 1，一周内第一次上课的时间，Ctime1，char(20)}
 课程时间 2：{上课时间 2，一周内第二次上课的时间，Ctime2，char(20)}
 课程时间 3：{上课时间 3，一周内第二次上课的时间，Ctime3，char(20)}
 选课操作序号：{操作序号，进行退选课操作的顺序编号，ID，int}
 选课操作的学生学号：{学号，进行退选课的学生的学号，CLSno，char(13)}
 操作课程编号：{课程序号，被退课或选课的课程编号，CLCno，char(8)}
 操作课程名称：{课程名称，被退选的课程名称，CLCname，varchar(40)}
 操作类别：{操作类别，对课程进行操作的类别，CLOperation，char(4)}
 修读类别：{修读类别，操作是否正常，CLOPcategory，char(4)}
 操作时间：{操作时间，进行操作的时间，CLOptime，datetime}

2.2.2 数据结构

根据用户需求，所要设计的数据库定义了以下数据结构：

① 数据结构：学生(student)

描述：学生的基本信息表

定义：student = Sno + Spassword + Sname + Sschool

② 数据结构：课程(course)

描述：课程的基本信息

定义：course = Cno + Cname + Ccategory + Cschool + CTname + CTtitle
 + CTschool + Cperiod + Ccredit + CSnumbermax + CSnumber + Cplace +
 Ctime1 + Ctime2 + Ctime3

③ 数据结构：选课日志（selectlog）

描述：学生对课程进行选课和退可操作的基本信息

定义：selectlog = ID+CLSno+ CLCno + CLCname + CLOperation + CLOPcategory + CLOPtime

2.2.3 数据流

根据用户需求，所要设计的数据库定义了以下数据流：

① 数据流名：登陆信息

来源：学生

去向：选课系统

组成：学号+登陆密码

备注：学生输入正确的登陆信息后才能进入选课系统

② 数据流名：可选课程

来源：选课系统课程信息表

去向：选课界面可选课程信息表

组成：课程编号 + 课程名称 + 课程性质 + 上课院系 + 授课教师姓名 + 授课教师职称 + 课程学时 + 课程学分 + 课程容量 + 上课学生人数 + 课程上课地点 + 课程时间

备注：学生输入正确的登陆信息后才能进入选课系统

③ 数据流名：可选课程信息

来源：选课系统课程信息表

去向：选课界面可选课程信息表

组成：课程编号 + 课程名称 + 课程性质 + 上课院系 + 授课教师姓名 + 授课教师职称 + 课程学时 + 课程学分 + 课程容量 + 上课学生人数 + 课程上课地点 + 课程时间

备注：选课系统在选课界面上返回学生个人可选的课程信息

③ 数据流名：已选课程信息

来源：选课系统课程信息表

去向：选课界面已选课程信息表

组成：课程编号 + 课程名称 + 课程性质 + 上课院系 + 授课教师姓名 + 授课教师职称 + 课程学时 + 课程学分 + 课程容量 + 上课学生人数 + 课程上课地点 + 课程时间

备注：选课系统在选课界面上返回学生个人已选的课程信息

④ 数据流名：已选课程

来源：选课系统课程信息表

去向：课程表界面的课程表表

组成：课程时间 + 授课教师姓名+ 课程名称 + 课程编号 + 课程上课地点

备注：选课系统在课程表界面上以课程表的形式返回学生个人已选的课程信息

-
- ⑤ 数据流名：选课操作信息
来源：选课系统选课日志
去向：选课日志界面的操作信息表
组成：操作课程编号 + 操作课程名称 + 操作类别 + 修读类别 + 操作时间
备注：选课系统在选课日志界面上以操作信息表的形式返回学生个人已进行的退选课操作

2.2.4 数据存储

- ① 数据存储：学生可选课程情况
说明：存放的是每个学生可以选择的课程
输入数据流：学生个人信息
输出数据流：学生所有可以选择的课程信息
数据量：由学生个人的可选课程数决定
存储方式：按选课系统建立课程信息的时间先后顺序排列
- ② 数据存储：学生选课情况
说明：存放的是每个学生的选课情况
输入数据流：可选课程的所有基本信息和学生个人信息
输出数据流：学生所有选课课程的基本信息
数据量：由学生个人的已选课程数决定
存储方式：按选课操作先后顺序排列
- ③ 数据存储：学生退课情况
说明：存放的是每个学生的退课情况
输入数据流：已选课程的所有基本信息和学生个人信息
输出数据流：学生所有退课课程的基本信息
数据量：由学生个人的已退课程数决定
存储方式：按退课操作先后顺序排列
- ④ 数据存储：学生个人课程表
说明：存放的是每个学生的成绩情况
输入数据流：学生所有已选课程的课程信息
输出数据流：学生的课程表
数据量：由学生已选课程数决定
存储方式：按课程时间操作先后顺序排列

2.2.5 数据项数据处理

- ① 数据处理名：信息录入
输入：所有学生和所有课程的基本信息
处理逻辑：插入所有学生和所有课程的基本信息至数据库的表中
输出结果：数据库学生与课程的信息表
备注：用于系统录入选课系统主体的基本信息

- ② 数据处理名：登陆信息查询匹配
输入：学生输入的学号和登陆密码
处理逻辑：根据输入的条件判断数据库的学生信息表中是否有对应记录，并提示结果
输出：登陆成功进入系统，跳转至首页界面或提示输入错误信息显示
备注：提供给信息匹配的学生进入个人选课界面的窗口
- ③ 数据处理名：可选课程查询
输入：学号、学生所在学院、课程序号、课程开课院系
处理逻辑：根据学生信息表中的学生所在学院与课程信息表中的上课院系是否匹配来判断是否有对应的记录，并提示结果
输出：学生可选课程的所有基本信息
备注：用于查询学生个人的可选课程的基本信息
- ④ 数据处理名：已选课程查询
输入：学号、学生所在学院、课程序号、课程开课院系
处理逻辑：根据学生选课信息表来判断是否有对应的记录，并提示结果
输出：学生已选课程的所有基本信息
备注：用于查询学生个人的可选课程的基本信息
- ⑤ 数据处理名：选课日志查询
输入：选课信息表、退课信息表、操作类别、修读类型、操作时间
处理逻辑：根据选课信息表、退课信息表来判断是否有对应的记录，并提示结果
输出：学生在选课系统的所有操作信息
备注：用于查询学生个人在选课系统的所有操作信息
- ⑥ 数据处理名：课程表查询
输入：已选课程信息表
处理逻辑：根据已选课程信息表中的上课时间与课程表的时间是否是否匹配来判断是否有对应的记录，并展示在课程表单元格中
输出：学生个人的课程表
备注：用于以课程表的形式查询学生个人的已选课程

2.3 数据库设计

2.3.1 概念结构设计

在概念设计阶段，基于系统需求分析和选课系统的基本情况，利用 PowerDesigner 软件设计实体与关系的 E-R 图，从而建立起如图 3 的概念模型：.

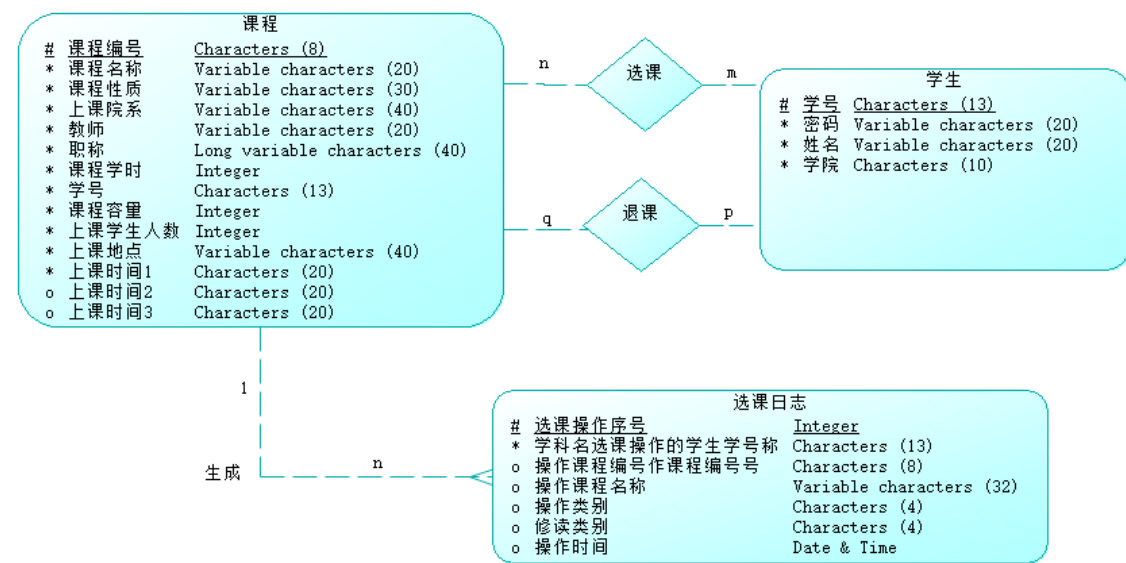


图 3: 选课系统 E-R 图

2.3.2 逻辑结构设计

逻辑结构设计阶段将概念结构设计的 E-R 图转换成 MySQL Workbench 支持的关系数据模型，形成如下的数据库逻辑模式：

学生：{Sno, Spassword, Sname, Sschool}

课程：{Cno, Cname, Ccategory, Cschool, CTname, CTitle, Cperiod, Ccredit, CSnumbermax, CSnumber, Cplace, Ctime1, Ctime2, Ctime3}

选课日志：{ID, CLSno, CLSno, CLCname, CLOperation, CLOPcategory, CLOptime}

选课：{SSno, SCno}

退课：{RSCSno, RSCCno}

第三章 数据库建立、运行与应用程序开发

3.1 数据创建与数据录入

单机选课系统数据库结构的建立，需要通过使用 MySQL Workbench 所提供的数据库定义语言 DDL 来定义数据库的结构（SQL 脚本），编写诸如 Create、Drop、Alter 等 SQL 语句用以创建数据库和创建表等来完成数据库的实施。数据库建立起来后，要进入实施运行阶段之前，必须要有真实的数据存在，利用 MySQL Workbench 所提供的数据库操纵语言 DML 将真实数据录入到数据库。

建立的学生基本信息表`student`表如图 4 所示：

Sno	Spassword	Sname	Sschool
2020010906031	aq	小安	信息与通信工程学院
2020020916005	lyl	小刘	电子科学与工程学院
2020060401003	hy	阿郝	自动化工程学院
2020080908004	lkl	库里	计算机科学与工程学院
2020080908020	qgbya	谦哥	计算机科学与工程学院
2020080908021	shy	小孙	计算机科学与工程学院
2020080908022	yyj	阿竣	计算机科学与工程学院
2020080908023	myf	飞哥	计算机科学与工程学院
2020080908028	qz	小覃	计算机科学与工程学院
2020090919030	zyc	邹邹	电子科学与工程学院
2020140902025	zrx	小蕊	生命科学与技术学院
2020140902027	wyx	小万	生命科学与技术学院

图 4：利用 DDL 和 DML 语句建立的学生实体

建立的课程基本信息表`course`表如图 5 所示，课程上课学生人数由系统随机数生成，以模拟现实选课情况。

Cno	Cname	Category	Cschool	CTname	CTitle	CTschool	Cperiod	Ccredit	Cnumbermax	Cnumber	Cplace	Ctime1	Ctime2	Ctime3
A1111620	漫画数学建模	多元化选修课	所有院系	欧东	副教授	数学科学学院	32	2.0	30	3	博学楼 C123	星期三 9-10		
A1600320	心理学漫谈	多元化选修课	所有院系	罗伊德	教授	公共管理学院	32	2.0	40	23	博学楼 C313	星期二 9-10		
A9905020	艺术导论	多元化选修课	所有院系	罗丹	讲师	经济管理学院	32	2.0	60	58	博学楼 C211	星期二 9-10		
B1735720	考研英语英语	通用外语	所有院系	赵研睿	副教授	外国语学院	32	2.0	40	40	博学楼 C110	星期一 1-2		
D1100250	高等数学	数学与自然科学基础课	所有院系	高思	教授	数学科学学院	96	5.0	150	141	博学楼 A117	星期一 5-6	星期三 5-6	星期五 3-4
D1200340	大学物理	数学与自然科学基础课	所有院系	艾尹诗	教授	物理学院	80	4.0	120	18	笃行楼 A207	星期二 5-6	星期四 5-6	
E0101345	信号与系统	专业必修课	信息与通信工程学院	武阳	讲师	信息与通信工程学院	72	4.5	80	80	笃行楼 A122	星期一 3-4	星期三 3-4	星期五 3-4
E0101435	通信原理	专业必修课	信息与通信工程学院	易语凝	副教授	信息与通信工程学院	56	3.5	120	78	笃行楼 B214	星期三 5-6	星期五 5-6	
E0201530	电磁场与波	专业选修课	信息与通信工程学院	蒋敬	副教授	电子科学与工程学院	48	3.0	60	56	博学楼 B101	星期一 9-10		
E0600140	数字逻辑设计及应用	专业必修课	生命科学与技术学院	邓贵华	讲师	生命科学与技术学院	64	4.0	100	83	博学楼 A116	星期三 1-2	星期五 5-6	
E0800835	计算机组成原理	专业必修课	计算机科学与工程学院	冯一曼	教授	计算机科学与工程学院	56	3.5	100	0	博学楼 A333	星期二 3-4	星期四 3-4	
E0805130	计算机网络	专业必修课	计算机科学与工程学院	李博思	副教授	计算机科学与工程学院	48	3.0	65	31	博学楼 B303	星期一 3-4	星期三 1-2	
F1400430	数字信号处理	专业必修课	生命科学与技术学院	李鹏	教授	生命科学与技术学院	64	3.0	60	44	笃行楼 B214	星期二 1-2	星期四 3-4	
G0801530	数据库原理及其应用	专业必修课	计算机科学与工程学院	刘科德	教授	计算机科学与工程学院	48	3.0	85	34	笃行楼 A122	星期二 1-2	星期四 1-2	

图 5：利用 DDL 和 DML 语句建立的课程实体（部分）

选课和退课是课程与学生之间的联系实体，其中选课建立的结果`selection`表如图 6 所示，SSno 与 SCno 作为该实体的组合键，使得学生已选的课程在学生与课程多对多关系中具有唯一性。

SSno	SCno
2020080908028	E0800835
2020080908028	H0804730
2020080908028	E0805130
2020080908028	G0801530
2020080908028	K0802310
2020080908028	M1700520
2020080908028	D1100250

图 6：学生选课情况

建立的选课日志信息表`courselog`表如图 7 所示：

ID	CLSno	CLCno	CLCname	CLOperation	CLOPcategory	CLOPtime
1	2020080908028	E0800835	计算机组成原理	选课	正常	2022-06-09 23:06:04
2	2020080908028	E0805130	计算机网络	选课	正常	2022-06-09 23:06:07
3	2020080908028	G0801530	数据库原理及其应用	选课	正常	2022-06-09 23:06:09
4	2020080908028	K0802310	C++程序设计	选课	正常	2022-06-09 23:06:14
5	2020080908028	D1100250	高等数学	选课	正常	2022-06-09 23:06:19
6	2020080908028	D1200340	大学物理	选课	正常	2022-06-09 23:06:22
7	2020080908028	A1111620	漫画数学建模	选课	正常	2022-06-09 23:06:33
8	2020080908028	A1111620	漫画数学建模	退课	正常	2022-06-09 23:06:41
9	2020080908028	I1108860	数学建模基础	选课	正常	2022-06-09 23:07:42
10	2020080908028	M1700520	留学学业英语（雅思方向）	选课	正常	2022-06-09 23:08:13
11	2020080908004	A1111620	漫画数学建模	选课	正常	2022-06-10 15:28:29
12	2020080908004	P0824135	Java程序设计	选课	正常	2022-06-10 15:28:38
13	2020080908004	M1739020	学术英语	选课	正常	2022-06-10 15:28:50
14	2020080908004	A1600320	心理学漫谈	选课	正常	2022-06-10 15:29:02
15	2020080908004	P0824135	Java程序设计	退课	正常	2022-06-10 15:29:59
16	2020080908004	M1739020	学术英语	退课	正常	2022-06-10 15:30:00
17	2020080908004	A1600320	心理学漫谈	退课	正常	2022-06-10 15:30:03
18	2020080908004	A1111620	漫画数学建模	退课	正常	2022-06-10 15:30:05
19	2020010906031	D1100250	高等数学	选课	正常	2022-06-10 15:31:11
20	2020010906031	D1200340	大学物理	选课	正常	2022-06-10 15:31:14
21	2020010906031	D1100250	高等数学	退课	正常	2022-06-10 15:31:27
22	2020010906031	E0101435	通信原理	选课	正常	2022-06-10 15:31:30
23	2020010906031	E0201530	电磁场与波	选课	正常	2022-06-10 15:31:36
24	2020010906031	M1700920	留学学业英语（托福方向）	选课	正常	2022-06-10 15:31:43
25	2020010906031	A9905020	艺术导论	选课	正常	2022-06-10 15:31:46
26	2020010906031	I1108860	数学建模基础	选课	正常	2022-06-10 15:31:49

图 7：选课日志表

对学生个人的可选课程进行查询，其中连接`student`表和`course`表的键为学生所在院系和课程开课院系，课程开课院系的一个实例值“所有院系”指所有院系的学生都可以选择这门课程。查询结果保存在表`excourse`表中，SQL 代码如下：

```
1. drop table if exists `excourse`;
```

2. `create table` excourse `select * from` student `as a join` course `as b on` (a.Sschool = b.Cschool);
3. `insert into` excourse `select * from` student, course `where` course.Cschool= '所有院系';

建立的学生个人的可选课程表`excourse`如图 8 所示:

Sno	Spassword	Sname	Sschool	Cno	Cname	Ccategory	Cschool	Ctname	Cttitle	CTschool	Cperiod	Ccredit	Csnumbermax	Csnumber	Cplace	Ctime1	Ctime2	Ctime3
2020010906031	aq	小安	信息与通信工程学院	E0101345	信号与系统	专业必修课	信息与通信工程学院	武阳	讲师	信息与通信工程学院	72	4.5	80	80	笃行楼 A122	星期一 3-4	星期三 3-4	星期五 3-4
2020010906031	aq	小安	信息与通信工程学院	E0101435	通信原理	专业必修课	信息与通信工程学院	易语凝	副教授	信息与通信工程学院	56	3.5	120	78	笃行楼 B214	星期三 5-6	星期五 5-6	
2020010906031	aq	小安	信息与通信工程学院	E0201530	电磁场与波	专业选修课	信息与通信工程学院	蒋敬	副教授	电子科学与技术学院	48	3.0	60	56	博学楼 B101	星期一 9-10		
2020140902027	wyxx	小万	生命科学与技术学院	E0600140	数字逻辑设计及应用	专业必修课	生命科学与技术学院	邓贵华	讲师	生命科学与技术学院	64	4.0	100	83	博学楼 A116	星期三 1-2	星期五 5-6	
2020140902025	zrx	小蕊	生命科学与技术学院	E0600140	数字逻辑设计及应用	专业必修课	生命科学与技术学院	邓贵华	讲师	生命科学与技术学院	64	4.0	100	83	博学楼 A116	星期三 1-2	星期五 5-6	
2020080908028	qz	小覃	计算机科学与工程学院	E0800835	计算机组成原理	专业必修课	计算机科学与工程学院	冯一曼	教授	计算机科学与工程学院	56	3.5	100	0	博学楼 A333	星期二 3-4	星期四 3-4	
2020080908023	myf	飞哥	计算机科学与工程学院	E0800835	计算机组成原理	专业必修课	计算机科学与工程学院	冯一曼	教授	计算机科学与工程学院	56	3.5	100	0	博学楼 A333	星期二 3-4	星期四 3-4	
2020080908022	yyj	阿峻	计算机科学与工程学院	E0800835	计算机组成原理	专业必修课	计算机科学与工程学院	冯一曼	教授	计算机科学与工程学院	56	3.5	100	0	博学楼 A333	星期二 3-4	星期四 3-4	
2020080908021	shy	小孙	计算机科学与工程学院	E0800835	计算机组成原理	专业必修课	计算机科学与工程学院	冯一曼	教授	计算机科学与工程学院	56	3.5	100	0	博学楼 A333	星期二 3-4	星期四 3-4	
2020080908020	qgbya	谦哥	计算机科学与工程学院	E0800835	计算机组成原理	专业必修课	计算机科学与工程学院	冯一曼	教授	计算机科学与工程学院	56	3.5	100	0	博学楼 A333	星期二 3-4	星期四 3-4	

3.2 单机选课系统应用程序开发说明

数据库开发过程中,数据库相关应用程序的开发也会同时进行。数据库应用程序的开发也属于程序开发设计的范畴,但其处理的数据对象样式多样,常以报表形式输出,对象之间的数据操纵具有关联性,这使得数据库应用程序的开发过程在批量处理数据、外部数据的使用和展示,以及数据的完整性检测等方面有了更高的要求。

本文所使用的 Qt 开发框架不仅提供人机交互良好的软件图形化界面设计窗口,还提供了包括 QSqlDatabase 类和 QSqlQuery 类的 QSql 模块来提供平台独立的基于 SQL 的数据库操作^[5]。QSqlDatabase 类用于通过连接访问数据, QSqlDatabase 的一个实例表示连接。该连接通过受支持的数据库驱动程序之一提供对数据库的访问,该驱动程序派生自 QSqlDriver。而 QSqlQuery 类提供了执行和操作 SQL 语句的方法。QSqlQuery 封装了在 QSqlDatabase 上执行的 SQL 查询中创建,导航和检索数据所涉及的功能。它可以用来执行 DDL 和 DML 语句。

3.2.1 数据库与应用程序的连接

定义一个 QSqlQuery 类实例 query 和一个 QSqlDatabase 类实例 dbconn, 利用 QSqlDatabase 类和 QSqlQuery 类中的函数将 MySQL Workbench 数据库与 Qt 开发框架进行连接。

```
1. this->query= QSqlQuery(dbconn);
2. if(QSqlDatabase::contains(QSqlDatabase::defaultConnection))
3. {
```



```

4.     this->dbconn = QSqlDatabase::database(QSqlDatabase::defaultConnection);
5. }
6. else
7. {
8.     this->dbconn = QSqlDatabase::addDatabase("QMYSQL");
9. }
10.    this->dbconn.setHostName("127.0.0.1");    //主机名字
11.    this->dbconn.setPort(3306); //端口号
12.    this->dbconn.setDatabaseName("scss"); //数据库名字
13.    this->dbconn.setUserName("root"); //设置数据库登入用户名
14.    this->dbconn.setPassword("123456qz"); //设置数据库登入密码
15.    this->dbconn.open();
16.    this->query = QSqlQuery(this->dbconn);

```

本文以数据库管理员的身份直接登陆数据库进行测试，但在实际应用中，出于并发操作考虑，数据库管理员可以通过创建多个用户用户，为其设置用户名密码，并授予其在数据库上的操作权限，保证除了数据库管理员外其他用户都可以同时连接到数据库上。

3.2.2 相关数据查询

在 Qt 开发框架中，定义一个 QSqlQuery 类实例 query，使用 QSqlQuery 类中的函数，对选课系统相关数据进行进一步查询。

在选课界面上查询学生已选课程，根据学生学号和课程序号，利用连接操作由 `excourse` 表和 `selection` 表生成学生已选课程信息表，结果保存在 `selectedcourse` 表中。

```

1. QString S = QString("drop table if exists selectedcourse;
   create table selectedcourse select * from excourse as a join selection as b
   where a.Sno=b.SSno and a.Cno=b.SCno;")
2. query.exec(S)

```

建立的学生个人已选课程基本信息表 `selectedcourse` 表结果如图 9 所示：

Sno	Spassword	Sname	Sschool	Cno	Cname	Ccategory	Cschool	CTname	CTtitle	CTschool	Cperiod	Ccredit	Cnumbermax	Cnumber	Cplace	Ctime1	Ctime2	Ctime3	SSno	SCno
2020080908028	qz	小覃	计算机科学与工程学院	E0800835	计算机组成原理	专业必修课程	计算机科学与工程学院	冯一曼	教授	计算机科学与工程学院	56	3.5	100	0	博字楼 A333	星期二 3-4	星期四 3-4		2020080908028	E0800835
2020080908028	qz	小覃	计算机科学与工程学院	E0805130	计算机网络	专业必修课程	计算机科学与工程学院	李博思	副教授	计算机科学与工程学院	48	3.0	65	31	博字楼 B303	星期一 3-4	星期三 1-2		2020080908028	E0805130
2020080908028	qz	小覃	计算机科学与工程学院	G0801530	数据库原理及其应用	专业必修课程	计算机科学与工程学院	刘科博	教授	计算机科学与工程学院	48	3.0	85	34	笃行楼 A122	星期二 1-2	星期四 1-2		2020080908028	G0801530
2020080908028	qz	小覃	计算机科学与工程学院	H0804730	Unix操作系统	专业选修课程	计算机科学与工程学院	李奇	副教授	计算机科学与工程学院	48	3.0	120	114	博字楼 B101	星期三 9-10			2020080908028	H0804730
2020080908028	qz	小覃	计算机科学与工程学院	K0802310	C++程序设计	专业选修课程	计算机科学与工程学院	贾路	讲师	计算机科学与工程学院	32	2.0	100	54	笃行楼 B214	星期四 9-10			2020080908028	K0802310
2020080908028	qz	小覃	计算机科学与工程学院	M1700520	留学院英语 (雅思方向)	通用外语	所有院系	陈琪雅	讲师	外国语学院	32	2.0	40	26	博字楼 C113	星期一 1-2			2020080908028	M1700520
2020080908028	qz	小覃	计算机科学与工程学院	D1100250	高等数学	数学与自然科学基础课	所有院系	高思	教授	数学科学学院	96	5.0	150	141	博字楼 A117	星期一 5-6	星期三 5-6	星期五 3-4	2020080908028	D1100250

图 9 建立的学生个人已选课程基本信息表

在选课界面上查询学生可选课程时，有的课程已经被选择，在 `excourse` 表中利用 SQL 语言中的 in 运算，将已经选择的课程剔除出查询结果。

```

1. QString SS =QString("select Cno, Cname, Ccategory, Cschool, CTname, CTtitle,
   CTschool, Cperiod, Ccredit, Cnumbermax, Cnumber, Cplace, Ctime1, Ctime2,
   Ctime3 from excourse where Sno='%1' and Cno not in (select Cno from selected
   course);").arg(this->loginno);

```


2. query.exec(SS)

在选课日志界面查询学生选课操作信息。

```
1. QString courselog = QString("select CLCno, CLCname ,CLOperation, CLOPcategory
, CLOPtime from courselog where CLSno='%1'; ").arg(loginno);
2. query.exec(courselog);
```

在全校开课查询界面需对界面初始化，即对所有课程的基本信息进行查询。

```
1. QString init_allcourse = QString("select Cno, Cname, Ccategory, Cschooll, CTname,
CTtitle, CTschool, Cperiod, Ccredit, CSnumbermax, Cnumber, Cplace, Ctime1,
Ctime2, Ctime3 from course;");
2. query.exec(init_allcourse)
```

在初始化完成后，可以根据学生在关键词菜单栏，根据课程序号、课程名称、课程开课院系、课程性质、上课教师姓名、上课教师所在学院这些关键词，对全校的所有课程进行查询。此处需要使用 SQL 语句中的 Like 运算、Concat 字符连接函数进行单个关键词或多个关键词组合的模糊搜索，以获取相应的记录。

```
1. QString searchcourse = QString("select Cno, Cname, Ccategory, Cschooll, CTname,
CTtitle, CTschool, Cperiod, Ccredit, CSnumbermax, Cnumber, Cplace, Ctime1,
Ctime2, Ctime3 from course where Cno like concat('%','%1','%') and Cname like
concat('%','%2','%') and Ccategory like concat('%','%3','%') and Cschooll like
concat('%','%4','%') and CTname like concat('%','%5','%') and CTschool like
concat('%','%6','%'); ").arg(CCno).arg(CCname).arg(CCCategory).arg(CCschooll).arg(CCTname).arg(CCTschool);
2. query.exec(searchcourse)
```

在课程表界面，对学生个人的已选课程进行查询即可。

```
1. QString selectedcourse = QString("select Cno, Cname, CTname, Ctime1, Ctime2,
Ctime3, Cplace from selectedcourse where Sno = '%1'; ").arg(loginno);
2. query.exec(selectedcourse);
```

3.2.3 选课与退课操作设计

学生在选课系统最核心的操作无疑是选课和退课，这两个操作允许学生对数据库的信息进行修改。

学生在进行选课时，其选课是否成功遵循以下原则：先判断学生选中的课程当前上课人数是否达到课程最大容纳量，如果已经达到课程人数上限，则学生选课失败，系统显示错误信息提示重新进行选课；再判断学社工选中的课程上课时间是否与已选课程的上课时间冲突，如果发生冲突，则学生选课失败，系统显示错误信息提示重新进行选课。当学生成功选课时，将选课记录插入到`selection`实体，更新`selectedcourse`表，筛选已选课程数据，并将选课操作记录插入至选课日志表`courselog`中。

```
1. QString select = QString("insert into selection(SSno,SCno) values('%1','%2')
").arg(loginno).arg(SCno);
2.
3. query.exec(select); //将选课记录插入`selection`实体
4.
5. QString addSC = QString("drop table if exists selectedcourse; create table s
electedcourse select * from excourse as a join selection as b where a.Sno=b.
SSno and a.Cno=b.SCno;"); //更新 selectedcourse
6.
```

```

7. QString selectSC = QString("select Cno, Cname, Ccategory, Cschoool, CTname, CTtitle, CTschool, Cperiod, Ccredit, CSnumbermax, Cnumber, Cplace, Ctime1, Ctime2, Ctime3 from selectedcourse where Sno='%1';" ).arg(loginno); //筛选已选课程选课数据
8.
9. QString selectionlog = QString("insert into courselog(CLSno, CLCno, CLCname, CLOperation, CLOPcategory, CLOPtime) values('%1', '%2', '%3', '选课', '正常', NOW()); ").arg(loginno).arg(SCno).arg(SCname); //更新选课日志
10.
11. query.exec(selectionlog);

```

当学生在已选课程中选择某一课程退课时，由于`selectedcourse`表只是一个保存查询结果的中间表，因此无法对其进行删除和更新操作，因此为使退课这一功能得到实现，可以先将退选的课程信息加入退课实体`returnSC`，再通过查询再重新构建`selection`实体，将`selection`表与`excourse`表重新进行连接操作来获取退选一门课程后剩余的已选课程表，最后把退选的课程重新加入可选课程，即可实现退课操作。

```

1. QString returnSC = QString("drop table if exists returnSC; create table returnSC select * from selection where SSno = '%1' and SCno != '%2'; ").arg(loginno).arg(SCno);
2.
3. QString updateselection = QString("drop table if exists selection; create table selection select * from returnSC;"); //重新构建 selection 表
4.
5. QString updateSC = QString("drop table if exists selectedcourse; create table selectedcourse select * from excourse as a join selection as b where a.Sno = b.SSno and a.Cno=b.SCno;"); //重新构建 selection 表
6.
7. QString select_updateSC = QString("select Cno, Cname, Ccategory, Cschoool, CTname, CTtitle, CTschool, Cperiod, Ccredit, CSnumbermax, Cnumber, Cplace, Ctime1, Ctime2, Ctime3 from selectedcourse;"); //筛选已选课程选课数据
8.
9. QString select_excourse = QString("select Cno, Cname, Ccategory, Cschoool, CTname, CTtitle, CTschool, Cperiod, Ccredit, CSnumbermax, Cnumber, Cplace, Ctime1, Ctime2, Ctime3 from excourse where Sno='%1' and Cno not in (select Cno from selectedcourse); ").arg(loginno); //筛选可选课程选课数据
10.
11. QString returnSClog = QString("insert into courselog(CLSno, CLCno, CLCname, CLOperation, CLOPcategory, CLOPtime) values('%1', '%2', '%3', '退课', '正常', NOW()); ").arg(loginno).arg(SCno).arg(SCname); //更新选课日志
12.
13. query.exec(returnSC);
14. query.exec(updateselection);
15. query.exec(updateSC);
16. query.exec(returnSClog);

```

第四章 单机选课系统测试

4.1 程序运行的环境

计算机全名:LAPTOP-2JMOITH5。

计算机配置：操作系统：Windows 10 家庭中文版。

处理器: Intel(R) Core(TM) i5-9300H CPU@2.40GHz 2.40 GHz。

已安装的内存(RAM): 16.0 GB (15.8 GB 可用)。

系统类型: 64 位操作系统, 基于 x64 的处理器。

开发环境: Qt 5.12.2 MinGW 64bit, MySQL Workbench 8.0 CE,

4.2 登陆界面测试

运行程序, 进入登陆界面, 在文本框中可输入学号和登陆密码进行登陆, 也可以选择退出直接退出程序, 如图 10, 界面运行正常。



图 10: 登陆界面可正常运行

4.3 首页界面显示

如图 11，登陆成功后，进入首页界面，可以查看各功能说明，页面运行正常。



图 11：首页界面可正常运行

4.4 选课界面测试

通过首页进入选课界面，如图 12，界面运行正常，此时未进行退选课操作。



图 12：选课界面可正常运行

进行选课操作时，如图 13，若课程学生人数已满，则选课失败提示错误信息。

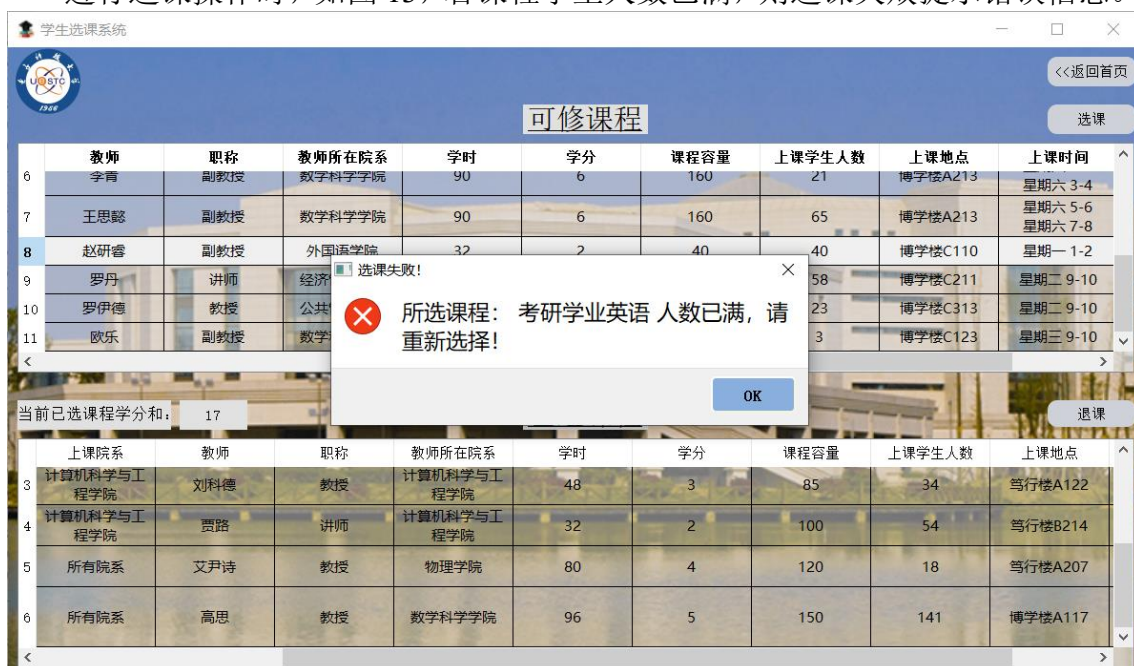


图 13：要选的课程人数已满，提示错误信息

进行选课操作时，如图 14，若在界面上选择的课程时间与已选课程的时间冲突，则选课失败并提示错误信息。



图 14：要选的课程时间与已选课程冲突，提示错误信息

4.5 选课日志界面显示

通过首页进入选课日志界面，如图 15，界面运行正常。



	课程序号	课程名称	操作类别	修读类别	操作时间
1	E0800835	计算机组成原理	选课	正常	2022-06-09 23:06:04.00
2	E0805130	计算机网络	选课	正常	2022-06-09 23:06:07.00
3	G0801530	数据库原理及其应用	选课	正常	2022-06-09 23:06:09.00
4	K0802310	C++程序设计	选课	正常	2022-06-09 23:06:14.00
5	D1100250	高等数学	选课	正常	2022-06-09 23:06:19.00
6	D1200340	大学物理	选课	正常	2022-06-09 23:06:22.00
7	A1111620	漫画数学建模	选课	正常	2022-06-09 23:06:33.00
8	A1111620	漫画数学建模	退课	正常	2022-06-09 23:06:41.00
9	I1108860	数学建模基础	选课	正常	2022-06-09 23:07:42.00
10	M1700520	留学学业英语 (雅思方向)	选课	正常	2022-06-09 23:08:13.00

图 15：选课日志界面可正常运行，学生选课操作显示在表格上

4.6 全校开课查询界面显示

通过首页进入全校开课查询界面，如图 16 所有课程的基本信息通过查询显示在界面的表格上，则初始化成功，运行正常。



	课程序号	课程名称	课程性质	上课院系	教师	职称	教师所在院系	学时	学分
1	A1111620	漫画数学建模	多元化选修课	所有院系	欧乐	副教授	数学科学学院	32	2
2	A1600320	心理学漫谈	多元化选修课	所有院系	罗伊德	教授	公共管理学院	32	2
3	A9905020	艺术导论	多元化选修课	所有院系	罗丹	讲师	经济管理学院	32	2
4	B1735720	考研英语英语	通用外语	所有院系	赵研睿	副教授	外国语学院	32	2
5	D1100250	高等数学	数学与自然科学基础课	所有院系	高思	教授	数学科学学院	96	5
6	D1200340	大学物理	数学与自然科学基础课	所有院系	艾尹诗	教授	物理学院	80	4
7	E0101345	信号与系统	专业必修课	信息与通信工程学院	武阳	讲师	信息与通信工程学院	72	4.5
8	E0101435	通信原理	专业必修课	信息与通信工程	易语凝	副教授	信息与通信工程	56	3.5

图 16：全校开课查询界面初始化成功，可正常运行

如图 17, 使用开课院系和课程性质两个关键词进行查询, 筛选出符合要求的课程。



图 17: 全校开课查询可正常运行, 使用关键词进行课程查询

4.7 课程表界面显示

如图 18, 通过首页进入我的课表界面, 可以看到在选课界面已选的课程以课程表形式呈现, 界面运行正常。

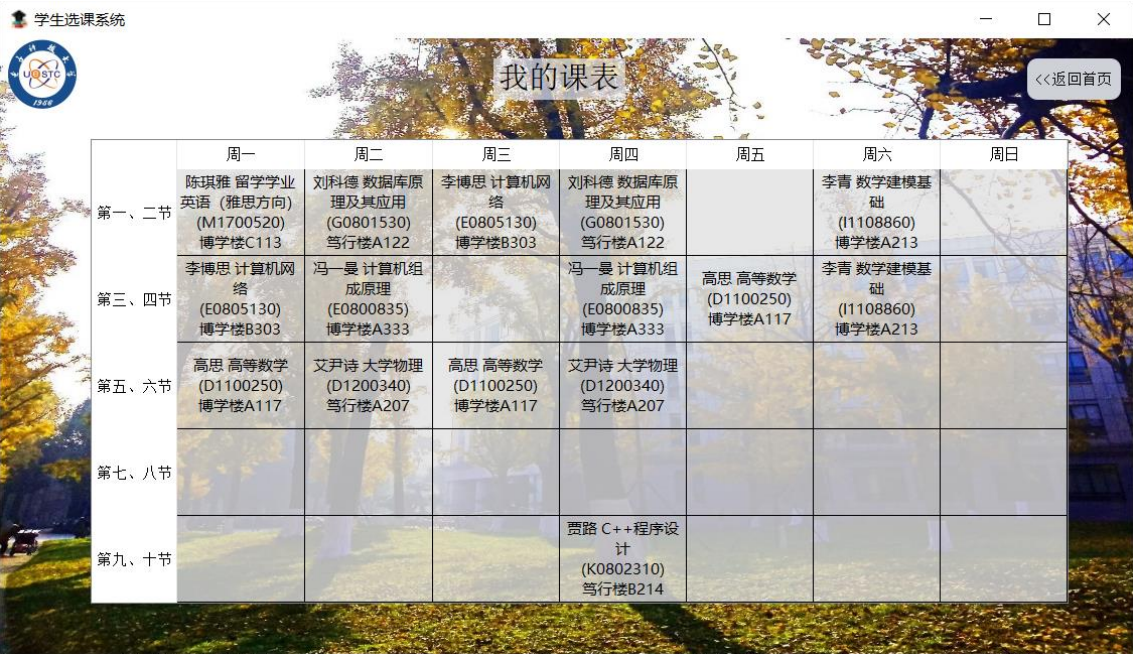


图 18: 课程表界面可正常运行

第五章 课设心得及问题分析

5.1 数据库设计中遇到的问题及解决办法

(1) 图形界面系统与数据库进行连接时总是出现错误

解决方法：通过查阅网上的教程以及自己不断进行调试将其解决，使得 Qt 开发框架成功与 MySQL Workbench 数据库连接。

(2) 在设计概念模型的时候无法确定实体和关系的个数

解决方法：将完成的初步的关系结构通过规范化的过程将其逐步完善，最高将其规范到第三范式，然后将其转换为正确的 ER 图，并转换为合适的关系模型。

(3) 在编写查询语句的时候，由于要实现的功能较为复杂，如已选课程和退选课程的查询，各个所需要的结果无法通过简单的 SQL 语句一步实现。

解决方法：将各个所需要的功能分解为多个子问题小步骤，采用分而治之的思想解决子问题小步骤，然后将其合并最终解决整个问题。

5.2 仍然存在的问题分析

(1) 由于时间、精力和能力有限，未能在并发性问题上做进一步的研究，比如当高并发发生时系统的具体反应，如何对系统并发处理能力进行测试等的。

(2) 学生在选课系统上的操作直接对数据库中的表进行操作，而不是对用于外部数据的视图上进行操作，因此实际上会带来一些安全性的问题。

(3) 选课系统只是面向学生选课，未考虑选课系统管理者对系统的维护、用户授权问题、教师实体对数据库中课程信息的操作等功能。

5.3 心得体会及未来的展望

本次综合课程设计我 C++ 图形用户界面 Qt 开发框架和 MySQL 关系型数据库管理系统，开发可以正常进行基本的选课操作、人机交互良好的单机学生选课系统，探讨了系统中存在的对于数据库操作的监控、实时记录学生的操作生成选课日志以及多人选课产生的并发性等问题。实现单机选课系统的过程让我可以学以致用，能运用所学的知识进行数据库设计，进一步夯实了我 C++ 语言编程和数据库原理及应用的基础。

在未来，我希望可以不断提升自己的编程能力和理论知识水平，来扩充选课系统功能，如引入运行维护数据库的管理员和可以修改课程信息的教师角色，课程表界面可以引入工程“超级课程表”增加学生选课体验，自主设计并发性问题的解决措施和方案，考虑数据库系统安全性问题等等。

参考文献

- [1] 施菊,张庆,赵冰.Qt 开发平台的搭建与应用[J].制导与引信,2012,33(02):56-58.
- [2] 百度百科. MySQL Workbench. <https://baike.baidu.com/item/MySQL%20Workbench>
- [3] 刘笑宇.论数据库信息系统中数据字典的应用[J].信息与电脑(理论版),2010(10):143.
- [4] 杨中书,刘臣宇.基于 E-R 模型的关系数据库设计方法[J].价值工程,2014,33(30):242-243.DOI:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2014.30.134.
- [5] Qt IO. Qt SQL. <https://doc.qt.io/qt-5/qtsql-index.html>
- [6] 旺德. 一篇讲透如何理解数据库并发控. <https://developer.aliyun.com/article/757147>
- [7] 明道洋,李斯娜.MySQL 锁竞争避免机制探析[J].电脑知识与技术,2012,8(20):4795-4796.