

基于 Web 的网络考试系统设计与实现*

黄芳 王纪鑫**

南宁学院高博软件学院, 南宁, 530200

摘要 随着计算机网络技术的不断发展, 利用计算机辅助教学是教育发展的必然趋势。课题采用面向对象方法设计开发, 梳理考试流程明确功能需求, 根据模块化、抽象、信息隐蔽、模块独立性等原则, 设计系统架构并划分功能模块。系统使用 MySQL 对数据进行处理和存储, 采用 Redis 进行数据缓存, 使用 Java 语言完成系统开发, 实现题库管理、随机组卷, 线上考试, 考试数据统计分析等功能。最后系统采用黑盒测试方法, 设计测试用例, 对系统功能进行测试, 经测试, 系统能正常运行, 达到课题预期要求。

关键字 网络考试, 随机组卷, 试卷分析

Design and Implementation of Network Examination System Based on Web

Huang Fang Wang Jixin

Global School of Software, Nanning University
Nanning 530200, China; 23255294@qq.com

Abstract— With the continuous development of computer network technology, the use of computer-aided teaching is an inevitable trend in the development of education. The topic adopts the object-oriented method of design and development, sorts out the examination process to clarify the functional requirements, and designs the system architecture and divides the functional modules according to the principles of modularity, abstraction, information concealment, and module independence. The system uses MySQL to process and store data, uses Redis for data caching, uses Java language to complete system development, and realizes functions such as question bank management, random paper formation, online examination, and statistical analysis of examination data. Finally, the system adopts the black box test method, designs test cases, tests the system functions, and after testing, the system can operate normally and meet the expected requirements of the project.

Keyword—Online exams, Randomly group volumes, tset paper analysis

1 引言

国内信息技术水平不断提高, 互联网也在快速发展, 无纸化网络考试也不断发展进步。中国从 1994 年推出计算机等级考试, 目的是以考促学, 推动全社会学习计算机基础知识, 还有一重要的原因是网络考试的模式更加公平公正^[1]。国外网络考试系统的开发与研究皆比国内要早、要成熟, 以日本、美国、英国等教育发达国家为例, 在线无纸化网络考试尤为突出^{[2][3]}。上世纪 90 年代期间, 国外的网络考试系统就开始出现在教育行业中, 以企业技术技能考试居多。最著名的莫过于美国的思科、微软的水平认证考试, 均采用网络考试方式进行考试认证。国外最先采用的网络考试系统基于 C/S 架构, 即考生需要在考试的机器上安装

一个客户端才可以进行考试, 这种考试方式对考试的机型以及硬件都有一定要求。随着 HTML 以及浏览器技术的发展, 国内的网络考试系统主要选择 B/S 架构, 偏向于简洁的界面以及便捷的使用方式。国内外网络考试得以快速发展是顺应教育信息技术的潮流, 是教育信息化的必然结果。

网络考试是对传统考试的一个重要补充或者替代, 其充分利用了互联网和局域网中的各种软硬资源, 随时随地的对考生进行考试, 提高了考试工作安排的效率, 缩短了考试时间^[4]。网络考试系统的试卷生成、审阅评分、统计分析等自动化应用, 能加快教育教学的现代化进程, 推动考试工作的改革, 从而实现教学考试的高效性、公平性、科学性、合理性。采用无纸化的考试方式也符合国家对于环境保护的政策方针, 省略了印刷试卷和保存试卷的环节, 减少了纸质材料的

***基金资助**: 本文得到 2020 年南宁学院校级一流本科专业培育 (软件工程) (2020YLZYPY06) 资助。

****通讯作者**: 王纪鑫, 工程师, 23255294@qq.com

使用,降低了数据丢失的可能性,能够在很大程度上节约人力、物力和财力,同时又提高考试的公平性和客观性^[5]。

2 系统需求分析

2.1 系统功能需求分析

系统采用面向对象的方法进行功能需求分析,选择用例图描述系统功能。系统用例图中包含系统边界、角色和用例,能清晰表达各元素之间的关系,包括用例之间的关系,角色之间的关系,用例和角色之间的关系。

系统共有管理员、教师和学生三种类型用户,三类用户对应着相应的系统用例,各用例保持着相对应的包含关系与拓展关系。管理员管理并发布系统公告,维护学院、专业等基础信息,并能管理教师和学生两类用户权限;教师可以编辑、添加试题生成试卷,也可以从试题库随机组卷或以文件导入方式生成试卷;学生完成考试后可查询成绩。系统用例图如图 1 所示。

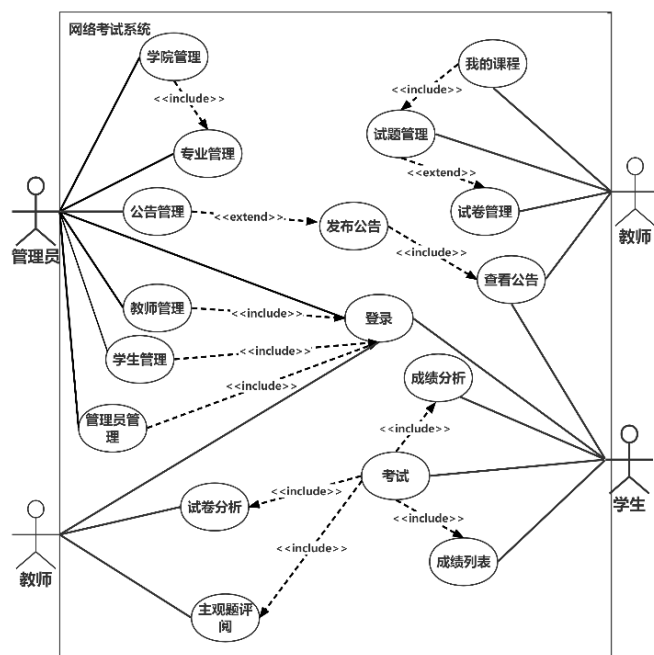


图 1 系统用例图

2.2 性能需求分析

除功能需求外还须考虑系统和用户相关的性能需求。性能需求是保证用户正常使用系统的指标能够达到的一定条件,例如响应时间、稳定性、并发性、保证系统的可持续性升级、可维护性等,同时也要保证系统的安全、稳定运行等。

(1) 通用性需求。系统依据考试业务具体流程进行设计,确保不同用户的需求得以满足。

(2) 实用性需求。系统在实用性方面制定较高标准,将线下考试冗余功能排除。

(3) 合理性需求。系统在架构设计方面保持高合理性,设计业务逻辑合理性,保证系统框架可靠。

(4) 扩展性需求。系统将考虑扩展性,对功能模块开发不同的功能接口,使其更新与升级过程便捷实现。

(5) 规范性需求。系统开发需保证代码书写的规范性,便于修改与理解。

(6) 易用性需求。系统界面要求设计简洁、功能菜单分布合理,对系统操作人员无专业化要求,操作简单,系统的界面设计参考最新平台进行设计。

(7) 安全性需求。系统在安全性方面应该设立较高标准,防止出现数据丢失问题,通过加密等方式来提升系统数据的安全性。另外系统在出现故障时应该通过故障恢复功能备份恢复数据,不影响用户的正常使用,同时还要严格区分不同类型用户的使用权限。

3 系统总体设计

3.1 系统架构设计

系统采用逐层架构方式进行架构设计,将前端 UI、视图层、业务层、数据层、数据库、运行环境考虑在系统架构中,明确划分各层次架构技术、职能,实现各层级模块交互,构建完整的网络考试系统架构体系。网络考试系统的架构图如图 2 所示。

(1) 用户界面

用户界面主要分两大类,用户登录界面和用户操作界面。用户登录界面为共有界面,对于不同类别的用户有不同的用户操作权限,操作界面也会有所不同。用户在各自的权限界面实现自身权限操作。

(2) 系统应用

系统应用是用户访问数据的工具,为用户提供各种服务,访问数据库中的数据完成用户的指令,满足用户需求。

(3) 数据存储

数据存储部分是系统运行的核心所在。数据库中存储着用户信息、试题库、成绩信息及成绩分析结果等信息。根据不同职责设计不同数据表,有序存储在数据库中。当用户有需求时,通过系统应用调用对应数据接口,获取相应数据信息。

3.2 总体设计

系统采用较为常用的 B/S 架构，根据需求分析结果，结合不同类型用户参与考试工作内容合理规划设计方案。根据角色定位和总体设计原则划分若干功能模块，主要包括试题管理、试卷管理、试卷分析、主观题评阅、在线考试、成绩分析等功能模块。网络考试系统的功能结构图如图 3 所示。

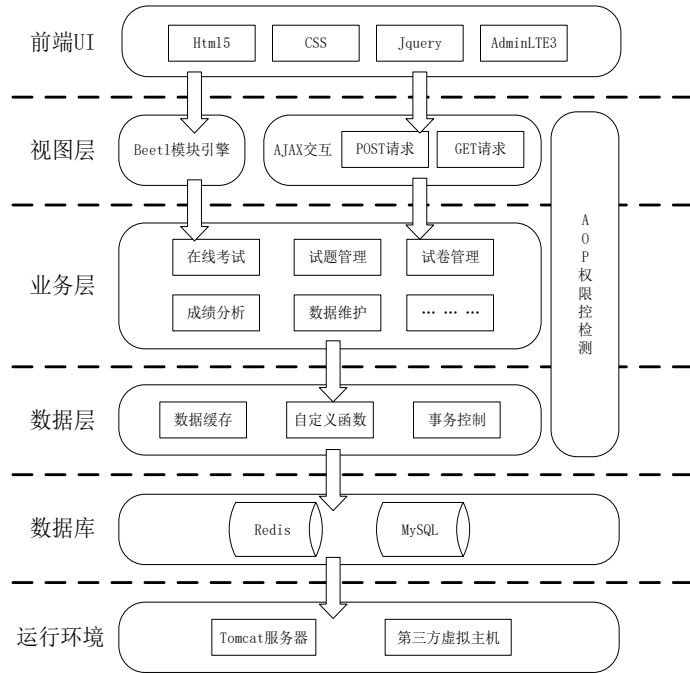


图 2 系统架构图

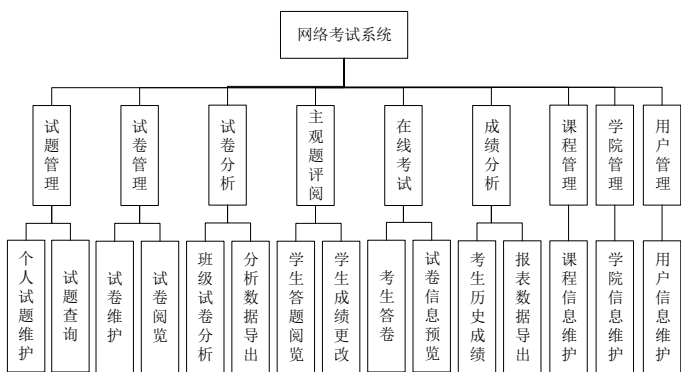


图 3 网络考试系统功能结构图

(1) 试题管理模块。教师可以对试题进行增、删、改、查等管理，可查看系统已存在试题，对本人导入试题可实现各种管理操作，对非本人导入的试题只可查看。教师进行试题添加时可选择单条试题添加或多条试题导入两种不同方式。

(2) 试卷管理模块。教师对试卷进行增、删、改、查等管理，试卷添加可选择导入试卷、随机组

卷、自主设置模板组卷等方式。考试开始前可以对试卷进行修改、删除等操作，开始考试与结束考试后只能查看已考核的试卷。

(3) 试卷分析模块。教师通过选择年级、专业、班级、试卷名称生成试卷分析图，系统默认生成柱状分析图可切换折线图、数据视图。系统可导出试卷分析表统计生成该考试班级、任课教师、课程名称、各分段人数以及分段人数占比、及格率等。

(4) 主观题评阅模块。教师可以复查已结束的比赛，评阅试卷中的主观题。页面显示考生答题答案以及题目正确答案，复查教师对比可修改得分。

(5) 在线考试模块。考生可在规定考试时间内参加相应考试并答题、提交答卷，或考试结束时间后系统自动提交答卷。

(6) 我的成绩模块。学生可查看自己所有已结束的比赛课程成绩和考试分析结果，通过各分数段占比情况了解自己学习状况，可导出分析报表信息，还可查看历史考试记录答题情况以及正确答案、具体得分等。

(7) 专业管理模块。管理员登录网络考试系统可实现专业信息管理，可以进行新专业增加及现有专业信息修改和删除。

(8) 学院管理模块。管理员登录网络考试系统可实现学院信息管理，可以进行新学院增加及现有学院信息修改和删除。

(9) 用户管理模块。教师和学生根据管理员生成的账号登录网络系统，可实现对个人信息的修改。管理员登录系统可实现个人信息进行修改，还可对教师、学生的信息进行修改删除，以及批量导入。

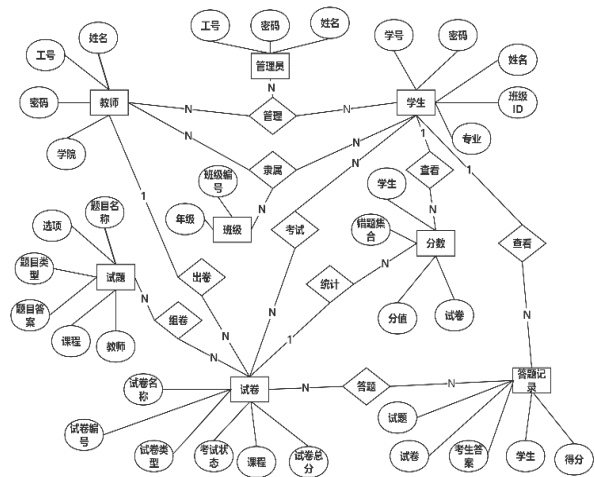


图 4 系统 E-R 图

3.3 系统数据库设计

数据库存储着系统的所有数据，数据是系统的基本组成单元，用户要通过数据库来实现对数据的调取和处理^[6]。

数据库概念结构设计是对用户需求分析建立关系，对数据库进行初步的框架搭建。E-R 模型是概念模型中较为常见的一种模型，是实体联系模型的简称，用于描述现实世界中的事物及其相互联系，用实体(Entity)、属性(Attributes)、联系(Relationship)来进行数据库建模^[7]。根据需求分析系统数据库主要由管理员、教师、学生、试题、试卷、班级、答题记录、分数等实体组成，系统 E-R 图如图 4 所示。

4 系统主要功能模块实现

根据系统需求分析，遵循“高内聚、低耦合”设计原则划分功能模块，并对主要功能模块进行详细设计，采用 MySQL 完成对系统数据库的存储，Redis 实现对数据缓存。根据命名规范、注释规范、排版规范、编程惯例的编程规范原则，通过 IntelliJ IDEA 平台使用 Java 编码完成系统开发。

4.1 试题管理模块

试题管理模块主要实现教师对题库试题的创建、修改和删除等操作。教师可以选择逐条添加或以文件批量导入方式添加试题；只能修改、编辑或删除本人添加的试题；非本人添加的试题只能查看，试题管理流程图如图 5 所示。

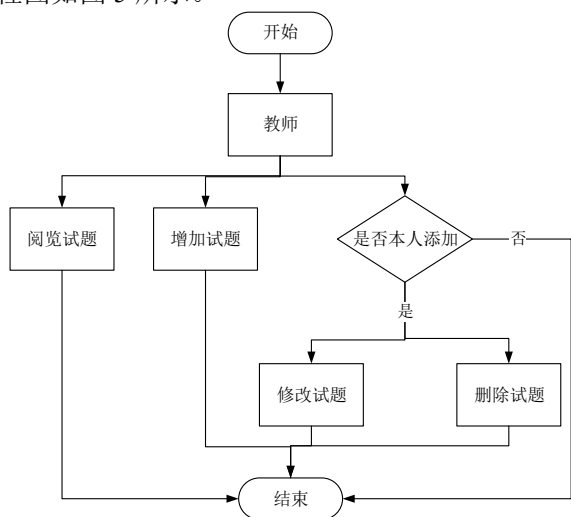


图 5 试题管理流程图

(1) 浏览试题

教师可根据题干关键字进行模糊查询，也可以根据题型和试题归属课程展开查询，查询结果显示题干、

题目类型和可执行操作，选择相应试题可查看该试题正确答案、解析、出题人和归属课程等信息。

(2) 增加试题

教师可根据模板进行试题批量导入，也可以选择逐条添加试题。添加的试题信息包括题干、正确答案、解析、归属课程等相关信息。

(3) 修改、删除试题

在试题管理页面教师可选择相应试题可执行的操作按钮进行试题管理；选择修改操作，可修改试题的变量信息，试题中的课程信息以及试题类型不可更改；选择删除操作，删除所选试题，清除试题在题库中的信息。

网络考试系统的试题管理功能的主要代码如下：

```

public void importQuestion(MultipartFile multipartFile) {
    try {File file = FileUtil.toFile(multipartFile);
        ExcelReader reader = ExcelUtil.getReader(file);
        List<Question> questions = reader.read(8, 9,
Question.class);
        if (!multipartFile.isEmpty()) {
            file.deleteOnExit();}
        int teacherId = (int)
HttpUtil.getAttribute(SysConsts.Session.TEACHER_ID);
        List<Integer> ids =
this.courseService.listIdByTeacherId(teacherId);
        for (Question question : questions) {
            boolean isTypeIdNull = question.getTypeId() == null;
            boolean isCourseIdNull = question.getCourseId() ==
null;
            boolean isAnsIdNull = question.getDifficulty() ==
null;
            boolean isDefIdNull = question.getAnswer() == null;
            if (CollUtil.isEmpty(result) && ids.contains(cid)) {
                question.setTeacherId(teacherId);
                this.questionDAO.insert(question);}}}}
  
```

4.2 试卷管理模块

试卷管理模块主要实现教师对试卷的组卷、修改和删除等操作。教师可以选择文件导入方式组卷或创建模板从题库中获取试题随机组卷；只能删除未开始考试的试卷；已经开始考试或已结束考试的试卷只能浏览，系统试卷管理流程图如图 6 所示。

(1) 添加试卷

教师在试卷管理页面可根据.xlsx 文件模板进行试卷导入，也可以创建试卷模板从题库中获取试题信息随机组卷。

(2) 浏览试卷

教师在试卷管理页面可根据试卷关键字进行模糊查询，也可以根据试卷归属课程展开查询，查询结果显示试卷名称、试卷状态、试卷类型和可执行操作，选择相应试卷可查看该试卷的详细试题信息、开始考试时间、结束时间、参加考试班级等相关信息。

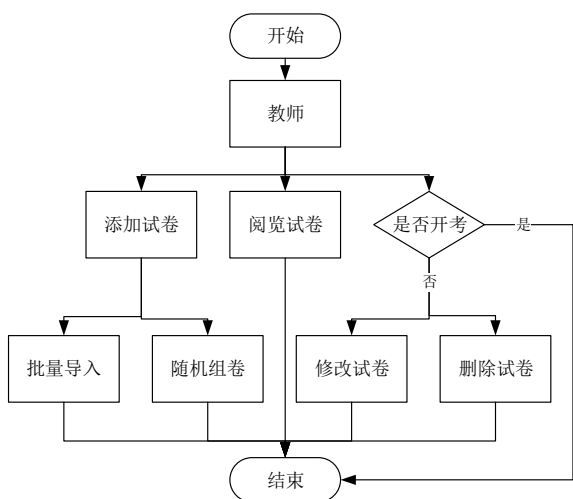


图 6 试卷管理流程图

(3) 删除试卷

教师在试卷管理页面可选择需要管理的试卷进入试卷详情页面；当所选试卷未开始考试时，可执行删除操作；当所选试卷已经开考或已结束，删除功能按钮禁用，不可执行删除试卷操作。

网络考试系统的试卷管理功能的主要代码如下：

```

$( '#upload' ).change( function () {
    let formData = new FormData();
    let files = $( this ).find( 'input:file' );
    formData.append( 'file', files );
    toastr.info( "正在上传....." );
    $.ajax( {
        url: '/api/paper/import/excel',
        type: 'post',
        data: formData,
        processData: false,
        contentType: false,
        dataType: 'json',
        success: function ( res ) {
            if ( res.state === 'success' ) {
                $( '#paperName' ).val( res.data.paperName );
                $( '#questionId' ).val( res.data.questionIdList );
                $( '#paperFormId' ).val( res.data.paperFormId );
                $( '#curScore' ).val( res.data.score );
                toastr.success( '上传成功' );
            } else {
                toastr.error( res.message );
            }
        }
    } );
} );
    
```

4.3 试卷分析模块

试卷分析模块主要实现对试卷数据分析、导出分析数据等操作。教师可以查看、下载或导出所选班级的相应试卷成绩分析柱状图或班级成绩分析表，系统考试分析流程图如图 7 所示。

(1) 查询试卷场次

教师在试卷分析页面可根据班级信息、考试场次查询分析结果。

(2) 生成成绩分析

教师在试卷分析页面中可根据考试场次、班级信息自动生成成绩分析数据，并以图表方式显示。系统

默认柱状图，可切换为折线图或数据视图。生成的成绩分析包含试卷名称、试卷类型、考试时间、考试班级等信息。

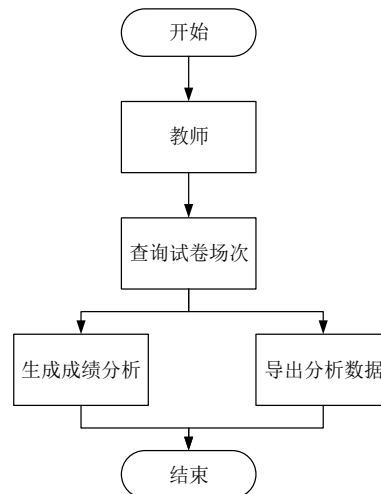


图 7 试卷分析流程图

(3) 导出分析数据

教师在试卷分析页面中可导出不同类型试卷分析数据文件。视图方式导出的信息有试卷名称、各分值人数占比等；成绩分析表导出的数据有试卷名称、试卷类型、考试时间、考试班级、各分数占比、及格率等信息。

网络考试系统的试卷分析的主要代码如下：

```

Public Map<String, Object> averageGradeScore( Integer
paperId, Integer gradeId ) {
    String scoreKey = "score";
    Map<String, Object> resultMap = new HashMap<>();
    resultMap.put( "title",
this.paperDAO.selectById( paperId ).getPaperName() );
    resultMap.put( scoreKey, new int[ 5 ] );
    List<Score> scores = selectByPaperId( paperId );
    if ( CollUtil.isEmpty( scores ) ) {
        return resultMap;
    } else {
        scores = scores.stream().filter(
score->
this.studentDAO.selectById( score.getStuId() ).getGradeId().equals(
gradeId )
).collect( Collectors.toList() );
        if ( CollUtil.isEmpty( scores ) ) {
            return resultMap;
        } else {
            int[] avgs = new int[ 5 ];
            for ( Score score : scores ) {
                int mdn = Integer.parseInt( score.getScore() ) / 10;
                switch ( mdn ) {
                    case 5: case 4: case 3: case 2: case 1: case
0: avgs[ 0 ] ++; break;
                    case 6: avgs[ 1 ] ++; break;
                    case 7: avgs[ 2 ] ++; break;
                    case 8: avgs[ 3 ] ++; break;
                    default: avgs[ 4 ] ++; break;
                }
            }
            resultMap.put( scoreKey, avgs );
        }
    }
    return resultMap;
}
    
```

4.4 在线考试模块

在线考试模块主要实现学生在线答题、提交答卷等操作。学生只能选择正在考试的试卷进行作答；已结束的试卷只能查看。系统在线考试流程图如图 8 所示。

① 判定考试时间。答题过程中系统会自动判定考试时间并进行考试倒计时，页面中会显示试卷状态为考试未开始、考试中、结束考试等状态提示信息。

② 自动提交试卷。学生可根据个人答题情况主动提交答卷或由系统判定考试时间结束自动提交答卷。系统自动提交答卷会将已答题答案提交，未答题提交空白答案。

网络考试系统的在线考试的主要代码如下：

```
$(function () {
    // countdown 用于减少时间，一旦检测到时间为
    // 00:00: :00 则自动提交试卷
    $("#clock").countdown("${paper.endTime}", function
    (event) {
        $(this).html(event.strftime("%H 小时 %M 分钟 %S
        秒"));
    }).on("finish.countdown", function () {
        $("#submitBtn").text(" 考试结束 ").attr("disabled",
        "disabled");
        toastr.warning('试卷将在 2s 后自动提交');
        $(this).delay(2000).queue(function () {
            $("#paper").submit();
        });
    });
});
```

5 系统测试

软件测试是检查软件正确性、安全性、完整性的一个过程，对网络考试系统进行功能测试分析，确保系统能达到设计要求，满足功能需求。网络考试系统采用黑盒测试方法，也称功能测试法。在测试时，完全不考虑程序内部结构和内部特性的情况，对程序接口进行测试时，只检查程序功能是否按照需求规格说明书的规定正常使用，程序是否能适当地接收输入数据而产生正确的输出信息^[8]。

网络考试系统测试参考软件测试相关理论进行，通过测试能够及时发现系统存在的问题，并针对存在的问题进行改进与优化。通过测试结果比对，网络考试系统完成预期设计功能，基本与需求保持一致。系统下一步需要进行调整优化，根据用户使用过程增加的需求进行升级与更新，最大限度的满足用户的使用要求。本系统的测试结果表明，其各项基本功能都得到了较好的实现，发现的问题经过后期改进之后已经完善，满足考试工作的日常使用。

6 结束语

回顾整个系统设计开发过程，首先了解分析网络考试系统的现状，调研用户使用习惯，研究相似平台的功能，采用面向对象的方法，对系统可行性、功能

需求和性能需求进行分析，确定系统的整体架构。系统采用主流的 B/S 模式，合理划分系统功能模块，以 IntelliJ IDEA 为开发平台，使用 Java 程序语言完成系统开发。

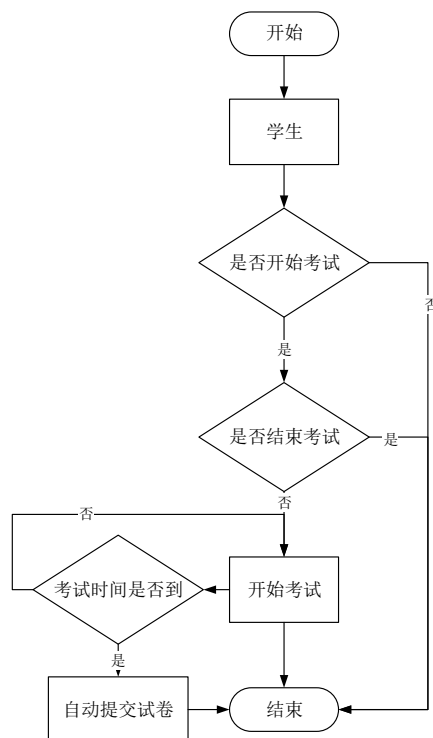


图 8 在线考试流程图

网络考试系统的开发，实现对试题和试卷的汇总、存储、统计、分析。系统实现教师发布在线考试，学生参与在线考试，系统自动统计得分等网络考试功能。系统能有效提高考试的工作效率，促进教育信息化的发展。

参考文献

- [1] 彭伊凡.关于网络计算机考试管理问题的思考[J].电脑迷,2017(05):193+159.
- [2] 刘思婷.在线考试系统中若干技术与优化[D].中国科学技术大学,2016.
- [3] 朱腾超.基于遗传算法的在线考试系统设计与实现[D].电子科技大学,2019. [4]何小川. MySQL 数据库主从复制的实现[J]. 广东通信技术, 2017(10):58-60.
- [4] 于欣薇.通用试题库管理系统的设计与实现[D].吉林大学,2019.
- [5] 罗国兴.关于 C/S 模式的无纸化考试系统的研究与实现[J].科技创新导报,2019,16(22):245-246.
- [6] 宗堃. 基于 B/S 结构的网络考试系统设计与实现[D].黑龙江大学,2018.
- [7] 陈印.高职院校教材管理系统 E-R 模型设计[J].科技视界,2018(29):97-98.
- [8] 宋丽.黑盒测试在环境质量管理体系测试中的应用[J].电子技术与软件工程,2019(12):54-56.