

摘 要

计算机信息与网络技术的迅猛发展，使得国内各级教育机构信息化建设进程取得较快进展，其研究成果已逐渐影响教学方式及考试模式。对于《电子商务技术》这类较为新型的专业课程，其考试内容及流程也不同于传统考试模式，其考试内容更倾向于主观试题，因此其网络化考试系统开发必需实现基于主观题阅卷的功能。基于.net的网络系统开发平台是网络在线考试系统实现的关键平台和首选技术，对这个方向的研究具有重要的理论意义和现实意义。

目前较多的在线考试系统多针对传统教学科目，包括自动组卷、在线考试、成绩计算等共同功能，但在多学科通用、主观题阅卷、考试结果图形化分析及显现以及系统维护等方面还不够成熟，上述缺点导致无法适应《电子商务技术》科目的考试。本文通过对网络考试系统题库组建的理论分析，提出试题库建设的一般方案，接着对智能考试系统的组建策略进行分析，阐述了组卷的具体步骤与程序编写方案，最后针对传统考试系统阅卷多基于客观题为主，阐述了主观题阅卷算法的实现。利用面向对象技术中的UML建模语言完成了系统用例功能需求；其次，对网络考试系统中的关键模块设计进行了分析，同时根据考试业务流程中的数据实体完成了系统数据库概念结构模式设计，并利用SQL Server 2005面向数据的设计方法创建了对应的数据库，给出了主要数据表的逻辑结构；最后，系统在Visual Studio.NET 2005开发环境下，最后利用ASP.NET、C#、XML等网络编程语言实现系统主要模块的功能，对在线考试系统中的组卷算法进行了描述，给出了主要功能模块的实现流程图以及关键代码。该系统能够实现多用户同时在线考试、自动组卷、时间控制、主观题阅卷，试题录入及修改、用户管理、成绩管理等重要功能。

本文研究的《电子商务技术》网络考试及阅卷系统，该系统应该具有良好的开放性和通用性，可适用于进行多功能考试。系统支持客观题自动阅卷与主观题在系统后台进行阅卷相结合的方式，使得阅卷更加公平合理；本系统界面友好，操作简单，能够方便教师和学生使用，实现《电子商务技术》理论课教学资源的信息化管理及教师之间教学资源的共享，对促进教育社会化和现代化有着重要的现实意义，其解决方案可以广泛应用于网络化教育领域。

关键词：在线考试系统，电子商务技术，组卷策略，智能阅卷

ABSTRACT

With the rapid development of computer information and network technology, the process of informatization construction has made great progress at all levels in the domestic educational institutions. The results of their research is gradually affected the teaching method and examination mode. Especially the various colleges are in urgent need of the informationization of educational management, and the technology of electronic business is a new curriculum, the examination contents and procedures are different from the traditional examination mode, and the examination contents tend to be more subjective questions, so the network examination system development must be based on subjective question marking function. The development platform based on the .Net network system is the key platform and the first choice for the realization of the on-line test system. Researching this aspect has theoretical and practical significances.

At present many on-line test systems are aimed at the traditional teaching subjects, including automatic test paper, online test and calculation results, but in general, it is far from maturity in multidisciplinary, subjective question marking, graphical analysis and demonstration and system maintenance. These defects can not adapt the examination of " Electronic Commerce " Subjects. In this thesis theoretical analysis are established for the network examination system. And the general scheme is raised for the construction of the question bank. The establishment strategy of the intelligent examination system is also analyzed. Its specific steps and programming schemes are stated, and so is the realization of subjective marking results because the traditional test marking system is strongly objective-question-oriented. Firstly, use Unified Modeling Language to meet the demands of system case function; Secondly, complete the system database concept structure model design based on the examination of business processes in a data entity; Thirdly, use SQL Server 2005 uses data oriented design method to create the relating database, and list the logic structure of the main data sheets; Finally, realize the system function of main module using ASP.NET, C#, XML network programming language gives the main data table logic structure in Visual Studio.NET 2005 development environment, It describe a online test paper method based on heuristic search algorithm

that used in the online examination system. The system can realize the multi-user online exam at the same time, automatic test, time control, automatic marking, test question input and modification, user management, course management, performance management and other functions.

This system has broken the time and space restrictions of traditional Electronic Commerce, having realized students functions such as online learning, asking questions, upload and download the data. The interface of the system is friendly, the operation of which is simple, offering a lot of convenience to teachers and students, implementing the information management of teaching resource, and the teaching resource will be shared between each other. The project of constructing the online testing system, as proposed in the paper, can be widely applied to the online education.

Keywords: Online test system, Electronic Commerce technique, Test Paper Strategy, Intelligent marking Test Paper

目 录

| | |
|--------------------------------|-----------|
| 第一章 引言 | 1 |
| 1.1 课题来源及背景 | 1 |
| 1.2 国内外研究现状 | 2 |
| 1.3 研究目标及主要内容 | 5 |
| 1.3.1 研究目标 | 11 |
| 1.3.2 主要研究内容 | 11 |
| 1.4 论文组织结构 | 6 |
| 第二章 系统开发中的相关技术及工具 | 7 |
| 2.1 试题库建设及组卷 | 7 |
| 2.2 智能阅卷理论 | 9 |
| 2.3 系统开发平台及关键技术 | 11 |
| 2.3.1 UML 的建模语言 | 11 |
| 2.3.2 ASP.NET 技术及工具 | 13 |
| 2.3.3 关系型数据库 | 14 |
| 2.4 本章小结 | 15 |
| 第三章 系统需求分析 | 16 |
| 3.1 系统设计目标 | 16 |
| 3.2 系统功能需求分析 | 16 |
| 3.3 系统静态模型分析 | 18 |
| 3.3.1 系统用例分析 | 18 |
| 3.3.2 系统类/对象模型分析 | 21 |
| 3.4 系统动态模型分析 | 23 |
| 3.4.1 顺序图 | 24 |
| 3.4.2 协作图 | 25 |
| 3.4.3 活动图 | 26 |
| 3.5 本章小结 | 27 |
| 第四章 系统设计 | 28 |
| 4.1 系统分层架构设计 | 28 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| 4.2 系统功能模块设计..... | 30 |
| 4.3 数据库设计..... | 31 |
| 4.3.1 基本数据信息..... | 31 |
| 4.3.2 实体关联图..... | 32 |
| 4.3.3 数据库表结构..... | 34 |
| 4.3.4 数据库物理设计..... | 37 |
| 4.4 本章小结..... | 37 |
| 第五章 系统主要模块实现..... | 38 |
| 5.1 题库管理功能..... | 38 |
| 5.2 智能组卷模块..... | 41 |
| 5.3 学生在线考试模块..... | 45 |
| 5.4 主观题阅卷模块..... | 48 |
| 5.5 成绩统计及分析模块..... | 53 |
| 5.6 其它辅助模块..... | 54 |
| 5.7 本章小结..... | 55 |
| 第六章 系统测试及结果..... | 56 |
| 6.1 软件测试内容..... | 56 |
| 6.1.1 界面测试..... | 56 |
| 6.1.2 功能测试..... | 56 |
| 6.1.3 负载测试和压力测试..... | 58 |
| 6.1.4 安全测试..... | 59 |
| 6.2 测试结果分析..... | 60 |
| 6.3 本章小结..... | 60 |
| 第七章 课题总结与展望..... | 62 |
| 7.1 本文工作总结..... | 62 |
| 7.2 未来工作展望..... | 63 |
| 致 谢..... | 64 |
| 参考文献..... | 65 |

第一章 引言

1.1 课题来源及背景

自从人类迈进 21 世纪后，信息技术及网络技术的发展就不断改变着人类的社会环境，使得全球范围内的商业活动能够突破过去的时间和地域的限制，大大提高了传统企业生产及经营活动的范围和效率，世界各国都在大力发展电子商务，B2C,C2C 等各种商务营销模式都在企业广泛应用。围绕着这一新型贸易模式，当下最突出的一个问题就是电子商务人才的短缺。据 IDC 组织预测，在未来 10 年，我国各行业所需要的电子商务人才缺口将有 200 万人之多，尤其在一些出口贸易公司，电子商务人才缺口更多，很多电子商务专业人才多由其它专业转型而来，为适应这种人才缺口的紧急需求，国内大部分高等院校及职业院校都开设了电子商务这个新型专业^[1-3]。

电子商务专业是一门新型的多学科交叉的专业，所培养的学生要求具有比较广泛的专业基础知识，充分掌握如计算机、经济管理、物流贸易等有关商业活动中相关知识及工具^[4-5]。因而其培养模式不同于一些传统工程技术型专业，更加强调学生的动手实践能力，需要学生在短短的在校时间内掌握各个专业的基础知识。这就导致电子商务专业更需要充分利用现代信息技术来辅助课堂教学。作为教育现代化的重要方向，计算机辅助教学正如火如荼的在各类学校上演，几乎所有院校都在组织任课教师开发多媒体教学软件，通过网络进行共享，弥补传统授课方式的不足，同时作为教师教学能力和水平的一种考核方式。

笔者所在单位江苏省昆山第一中等专业学校的电子商务专业在校领导的重视下，这几年发展迅速，在省内外很多电子商务技术课程比赛中获取过相关奖项，所培养的学生也因为知识面广、适应能力强而广受用人单位好评，就业率名列全校其它专业之首。尽管成就斐然，但作为电子商务专业的骨干基础课程《电子商务技术》这门课的教学效果在我校却并不理想，部分教师依然采用传统的课堂教学方式，传授的知识量非常有限，知识点过于陈旧，不少学生深感教学内容空洞，过于理论化，都渴望在信息环境下充分利用计算机技术进行教学。尤其是每年的期末考试，由于任课教师缺少考试题库、考卷均由任课教师从网上搜集整理而成，每年的题型和内容相对固定，学生很容易从上届学生手中获取考卷，不利于考试

的公平性，失去了考试的意义。加上传统的考试方式，也浪费了大量的教学资源，试卷印制、保密，考试的组织、考后的阅卷及成绩统计都需要付出大量的人力和物力。考虑到《电子商务技术》这门课程大部分内容都是在网络环境下进行讲解和操作，很多学生就要求学生考试和判断也同时能够在网络上进行，作为一位中等职业学校从事《电子商务技术》教学和研究多年的一线教师，面对学生的这种改革呼声，也迫切感觉到有必要对我校《电子商务技术》课程推行网络化信息教学的工作进行探索和研究，力争将该课程建设为本校优质精品课程，达到学校领导为本课程制定的示范教学效果，为培养更合格的电子商务人才做出自己的贡献。

本课题正是顺应上述需求及发展潮流，利用网络编程、数据库、网站设计制作等技术设计与开发了一套基于 Web 的《电子商务技术》在线考试阅卷系统。利用这套网络化在线考试系统，能够让《电子商务技术》这门信息化特色更明显的课程其教学效果更突出，促进该专业课程的精品化、示范化，同时为我校其它电子信息类的专业提供教学思路，促进实现“教考分离”的改革目标。结合中等专业学校教学环境和实际特点的《电子商务技术》网络在线考试系统的开发具有较强的工程意义和实践价值，一方面可以促使课程资源完全共享，方便任课教师指定的考试要求及题型，任意随便调整试卷内容，极大方便了制作试卷的流程，学生也只需要登录系统在线考试就轻松完成了科目的考试，更为有利的是计算机环境下考试有利于组织规范化的考试，完全实现了组卷、考试、评阅、成绩统计等过程的电子化、无纸化，易于重复使用。

1.2 国内外研究现状

随着软件工程技术、网络技术在各类教育信息化中的应用，数字化校园、数字化图书馆、数字化考试等新型教育方式不断进入人们的视野。利用互联网进行在线的学习、考试也不是什么高科技，基于网络的远程教育方式也正被人们逐渐接受，成为传统教育的有利补充^[6-7]。网上远程教育最为发达的美国在考试系统设计与开发方面经验最为丰富，无论是考试理论、系统实现技术、应用领域的深度和广度都较其它国家深入。

围绕着考试信息化及网络化的设计任务，计算机软件人员主要需要解决如下三个问题：题库的组织和建设、智能组卷技术的研究、网上智能评阅技术这三个部分。笔者查阅相关文献得知美国的斯坦福大学以及英国剑桥学院是世界上较早研究智能化考试系统的院校，也开发了不少成功的网络化考试及评阅系统，目前

主要的研究方向就是将“虚拟现实技术”引入到网络课程教育中^[8]，该技术的应用能够有效促进诸如《电子商务技术》这类课程的教学实践能力的提高。在在线考试方面，国外率先成功采用远程网络考试系统，融合在线考试及成绩评阅的系统大部分基于客观类题型，典型的代表有托福、GRE 及雅思考试，以及一些软件企业提供的专业技术认证考试，如微软、思科水平认证等。而在智能评阅技术方面，国外也已经开发出了具有人工智能识别的判卷系统，即能够处理客观题（选择题、判断题）也能够处理主观题（简答题、计算题）等类型的试卷^[9-12]。

我国的电子商务专业本身开设的较晚，在智能考试系统建设方面无论从理论角度还是技术实现角度均比国外相差较大，教学方法基本是从国外引进，在教学辅助方面，国内兰州大学、上海大学、湖南师范大学等较早开设电子商务专业的学校在多年的教学实践积累基础上，分别建立了《电子商务技术》课程的精品课程网站，共享了一些教育课件及视频、文档的学习资料，为电子商务专业的深入化提供了条件，目前也正在积极构建智能化考试系统。职业院校在这方面基本处于跟随状态，受限于自己本身办学力量及教师计算机开发能力，这些学校只能在培养学生的动手实践方面寻找突破口，如在 2004 年成都举办的“中国教育信息技术成果”展示大会上，江苏昆山花桥职业学校就展示了由该校教师独立设计完成的网络环境下的电子商务网络教学软件，但该软件应用范围及对象非常有限，只能作为智能考试系统的补充。近几年来，国内开设电子商务专业的院校越来越多，很多从事一线教学的教师就深感传统考试方式不能适应这种新型专业的培养要求及目标，学生也是迫切希望将信息技术引入到教学中的方方面面，通过计算机系统来保障考试的公平及效率，一方面也可以提高学生在具体电子商务信息系统的建设水平。

在实现技术方面，国内目前在不同院校、不同科目教学中广泛应用的在线考试系统大致经历了三个不同的历史阶段^[13-15]。第一是单机时代，这时期的考试系统不需要进行网络互连，考生通过运行在单机上的考试软件完成科目的考试，这种系统结构简单，技术实现成本低，大部分只能完成客观题的判卷，主观题判卷需要人工完成，且该开发方式不利于组织大型化考试，考试题目需要借助第三方存储介质完成，同样不利于试卷的保管和运输。随着计算机网络互连技术的发展，基于 C/S 模式（client/server, 客户机/服务器）的信息管理系统开始出现，考生在一个局域网环境下完成科目的考试，试题存放在远程数据库服务器上，考生通过运行在计算机客户端的应用程序访问数据库服务器，并将考生答题信息传送至服务器。该考试方式依然需要在每一台客户机上安装相应的操作软件，系统升级和配

置需要独立进行，考前准备工作量依然较大，不利于该系统的应用和推广，且系统安全性较低。最近流行的考试系统完全基于 WEB 技术，即 B/S 模式架构 (browser/server, 浏览器服务器)，该模式只需要在客户端安装浏览器，考试系统相关数据功能模块均安装在远程服务器，减少了客户端逐一配置安装的麻烦，考务工作量也大大减少，系统升级及维护都很方便，成为目前主流的智能考试系统架构方式。

综上所述，从目前应用的在线考试系统来看，无论是高等院校还是基础教育类学校，智能考试系统的开发模式大部分基于 C/S 模式，基于 B/S 模式开发的智能考试系统应用还较少，是未来主要的方向。分析一下目前国内外在《电子商务技术》应用方面的在线考试系统，主要有以下特点^[16-18]：

(1) 单机版或 C/S 模式的在线系统，其考试时均由学生在客户端建立相应的文件夹，考试过程中相关过程则记录在文件夹中不同的位置，考试结束后或由本机软件程序进行处理或者通过 FTP 方式传到服务器。这类考试系统不利于考试数据的存储和处理，只能应用在小规模的考试系统中。安全性能也有待进一步提高。

(2) 考试内容中的部分试题由于技术手段限制，所建立的试题库基本无法更新或者更新速度较慢，尤其是电子商务专业中部分试题常因过时而出现无法打开或完全改版的现象，考试题目类型比较单一，从组卷算法及阅卷功能来看，目前大部分考试系统只能处理像选择题、判断题这一类客观性题型的组卷和阅卷，缺乏如论述题、简答题、名词解释一类题型的考试功能，非常不符合《电子商务技术》这门课的实际教学情况。

(3) 考试成绩统计及分析功能较弱，只能完成对学生考试成绩排序或简单的基本统计（如平均分、最高分、最低分等）功能，缺少对考卷进行更深层次的分析功能，不能完成知识点分布、学生成绩有效性等分析。

(4) 缺乏防止作弊的功能和安全措施。网络环境下进行考试在提供便利性的同时也带来了安全性上的漏洞。首先是系统本身的安全性，需要防止各种攻击或者病毒，另外就是确保考试的公平性，由于在线考试时间和地点经常变动，需要防止系统泄题或者绕过考试界面的舞弊行为，能够确保系统在规定时间内不允许学生重复参加考试。

1.3 研究目标及主要内容

1.3.1 研究目标

本文针对当前在线考试系统设计及技术手段上的不足和缺陷，结合职业类院校《电子商务技术》这门课程教学特点及规律，在参考借鉴现有诸多考试系统优点基础上，采用快速原型法和面向对象的方法相结合的软件工程开发技术，设计和开发了一套网络环境下的《电子商务技术》在线考试系统。该系统主要具备考生身份自动验证、基准试卷相同但考生考试试卷不同保证考试的公平规范的组卷策略、对已考试卷的管理和查阅、考生答题、自动评卷、自动录入成绩等功能，具有速度快、效率高的特点；针对《电子商务技术》这门课程考试题型以主观题为主，要求所开发的系统能够支持客观题自动阅卷与主观题在系统后台进行阅卷相结合的方式阅卷，使得阅卷更加公平合理；系统具有生成 word 形式的试卷的功能，这样不仅可以将生成的试卷用于在线考试，也可以随时将试卷打印出来组织传统考试，这样使得在线考试系统更加具有灵活性。

1.3.2 主要研究内容

该系统完全能够适应《电子商务技术》课程的教学需求，具有灵活的题库管理功能及维护功能、试卷管理（人工组卷和自动组卷）功能、学生在线考试及查分、教师网上阅卷及成绩评分等功能。课题主要研究内容如下：

（1）收集整理有关考试系统的研究文献 100 多篇，完成了考试系统现状分析，在参考国内外《电子商务技术》教学网站及电子资源的基础上，建立了一套符合职业院校办学特色的题库建设模式，并重点研究了系统实现路线中的关键技术，如软件工程理论、数据库理论、面向对象技术、网络编程等。

（2）针对《电子商务技术》科目中考试题型存在主观题、客观题的现实，重点研究了混合题型的组卷算法及在线阅卷技术，完成在线考试系统的总体需求分析、系统静态模型和动态模型的分析与设计。重点完成了系统数据库的详细设计创建数据库和数据表；

（3）根据系统设计内容，完成了基于.NET 的分层架构技术的考试系统开发工作并对系统的主要功能模块及性能进行了详细的软件测试，论文中还简单涉及到系统安全的问题，免于遭受意外的多种攻击。

1.4 论文组织结构

本系统的设计及开发过程基本按照软件生命周期模型进行，根据论文主要研究内容可以将本文分为如下几个部分，具体的章节安排如下：

1. 第一章：绪论。介绍考试系统开发背景及现状，综述了国内外的在线考试系统设计与开发的现状，最后给出了本文主要研究内容安排和论文组织结构。

2. 第二章：介绍了系统设计和实现中主要的关键技术以及大致的系统解决方案，重点论述了系统组卷算法、主观题的智能阅卷技术以及系统实现过程中涉及的一些主要技术，面向对象编程方法及技术、数据库技术以及网络系统开发工具(Visual Studio.net)等内容。

3. 第三章：系统分析。本章通过用户走访调查获取了《电子商务技术》课程日常考试管理的相关业务流程并对其进行了认真细致的分析，利用统一建模语言描述了系统功能及非功能性需求，然后按照面向对象分析技术的一般要求对考试系统的静态，动态模型进行分析（给出了本系统的用例图，类/对象图，顺序图、活动图、状态图等）。接着对系统功能、性能及运行环境等需求进行了分析，包括功能及非功能性需求，并对系统的核心用例进行了介绍。

4. 第四章：系统详细设计。本章在上一章分析的基础上，主要完成了系统分层架构的设计，描述了各层设计特点，给出了系统功能模块设计图；根据系统静态模型完成了后台数据库概念模式设计，包括 E-R 图设计，主要数据表的逻辑结构。

5. 第五章：系统实现。本章根据软件功能设计中的模块，详细阐述了.Net 架构平台下《电子商务技术》网络考试系统中主要功能模块的实现步骤。限于篇幅，本章主要描述了系统的关键部分（具体包括题库管理、智能组卷模块、学生在线考试模块、主观题阅卷、成绩管理及统计分析模块、其它辅助功能模块）的代码实现。并截取了若干操作界面进行系统界面实现的效果图进行展示，力图再现整个系统的实际实现过程。

6. 第六章：软件测试结果及分析。按照软件工程中定义的软件测试步骤和方法对系统进行软件测试，给出了详细的用例测试模型及其测试结果，并对结果进行了分析。测试结果表明该系统实现了设计目标和要求。

7. 最后是结论与展望。对本文主要研究内容和结论进行了总结，并针对课题中存在的问题进行了论述，展望了系统未来发展前景。

第二章 系统开发中的相关技术及工具

在线考试系统的设计与开发是一项非常复杂的系统工作。无论从理论研究还是技术实现角度来看，都需要项目工程师掌握一定的关键技术和开发工具，本文就针对在线考试系统实现中的几类关键技术进行研究和阐述。

2.1 试题库建设及组卷

试题库的建设不只是单纯将试题进行累积，而是将满足考试目标、考试要求、考试形式以及教学评估等各方面的要求的习题进行加工和处理后的试题，并通过相应的软件功能完成题库建设。因此，利用计算机软件构建《电子商务技术》在线考试系统首先需要建设一个题型分布合理，能够满足教学分类目标及要求的具有大量试题的题库，同时具有能够稳定运行的组卷算法模块及在线答案评阅功能。本系统试题库建设是在本校多年从事《电子商务技术》课程教学实践的基础上整理而来，同时结合了该学科最新教学成果，重新调整与分步了原有试题集，使得试题库中的试题在系统默认的组卷算法控制下更加有效。

完成组卷时需要设置相关的参数，这些参数一般为试题库中试题的相关属性，试题属性的确定是实现组卷策略及系统数据库存储的关键，本文根据国家教育技术规范中对试卷常用的属性^[19-20]，决定选取如下：试题编号、试题类型、章节、知识点分布、难度系数、试题分数、题干及内容、参考答案、出题时间、题目来源等基础属性。在进行试题组卷的时候系统就是命题人设置的组卷参数，应用多目标组卷算法将满足一定条件的试题进行组合就能生成一张题库中不存在的试卷。根据教育测量学原理，在实际组卷过程中，不可能对上述所有试题属性进行考虑，一般受环境限制，主要考虑试题的题型、难度、知识点、内容、分数这几个主要属性。一份合格的试卷必须既要有客观型题型，也允许存在主观题题型，这在过去的考试系统中，由于受到技术手段的限制，大部分基于选择题、判断题这样的客观型题型。根据《电子商务技术》有关的考试理论专家的研究指出^[21]，一份试卷中客观型试题应占大约 60%左右，主观型试题应占 40%左右。在难度系数分配方面，也必须适度，确保试卷在覆盖知识点的同时确保各种难度的试题均存在，一般而言，为了保证试卷中所有试题具有一定的区分度，整张试卷中难度

系数控制在 0.5 左右的中等难度（难度系数最高为 1）。难度系数在 0.7 以上则为难题，难度系数在 0.3 以下则为容易题，其大致比例则为：难题占 20%左右，中等难度程度约 50%左右，容易型题目约占 30%左右。同理，一份合格的考卷在考试内容分布上也是组卷时需要考虑的试题属性，长期以来，教师手工出卷所形成的模式对系统自动出卷具有很好的借鉴作用，因此在系统智能组卷时一般形成了如下的建库原则：考试重点内容及知识点往往是难度较高的题目，客观型题目基本以重点内容为主，但难度系数一般为中等偏下，计算题或简单题中试题重点内容一般覆盖在 70%左右。这样分配的试卷一般较符合考试要求。为了对试卷生成后的效果进行评估，就需要考试组织者在计算机帮助下实现考试平均分、标准差、方差、考试成绩分布、成绩可信度等指标进行计算，从而进一步检测生成的试卷是否满足要求，这就需要题库建设者们掌握试卷与试题的某种统计关系，需要对生成的试卷进行分析、评估，根据评估结果来考量题库系统建设是否成功。笔者在多年教学实际经验及参阅大量有关学生成绩分布模型的研究报道发现，衡量试卷质量的一个比较重要的因素就是考后的试卷分析，合理的平均分一般为 70~75 分左右，不在这个分数段的试卷均需要调整。此外，在进行试题库建设时，还需要根据考试时间来决定试题库的建设，在实际成卷时，确保抽取的时间应该让绝大多数人在规定的时间完成并留有一定的时间进行检查。这就需要对进入题库系统中的大部分试题进行评估，或者由任课教师进行试做，估计完成本题所需要的时间。

综上所述，笔者在对本校《电子商务技术》课程试题库中的试题进行调整评估的基础上，根据试题库建设相关理论和方法，重新选择了相应的试题进行入库，保证了题库中试题在题型、难度、知识点分布、考试时间、分数等属性之间的一个平衡，同时也保证了组卷算法的顺利运行。截止目前，相关研究文献提出了多种组卷策略和方法，本文在前人研究基础上，结合文献中提出的快速组卷策略，决定采用如下组卷策略用于《电子商务技术》课程的组卷。本策略只要求任课教师根据系统提供的界面设置参数，就可以非常方便的解决试题的抽取问题。具体算法步骤如下^[22-23]：

- 1)、首先根据考试要求及目标设置好试卷相关参数，如试卷题型及比例、考试难度、试题总数及分数、考试时间、知识点分布等参数，根据参数，系统自动生成最初的组卷参数运行；

- 2)、系统根据试卷总体参数，进行知识点及试卷难易系数的配置，根据出卷人设置的题型及试卷分数，完成各题型下具体试题的设计和抽取，例如默认设置

题型数为 4，即选择题、填空题、简答题、计算题这四类，根据题型比例和总分数，计算出选择题分数为 30 分，填空题为 20 分，简答题为 20 分，计算题为 30 分；

3)、在题型分数确定条件下，根据题库中各题型分值大小计算试题总数，系统接下来就根据初始配置参数从题库中随机抽取题型来自动匹配，如确定某知识点下填空题 2 道，选择题 3 道，简答题 2 道等，如此循环，并将分配的试题数填入组卷参数表；

4)、最后根据试题难易系数进行试题抽取，同理，根据考试时间等剩余参数逐一判断所抽取的试题是否符合组卷要求，再从试题库中抽取试题时，可能存在满足条件的试题数目多于组卷要求，这是系统就随机抽取一道，也低于组卷要求，则在这种情况下，算法约定逐一减少限制条件，进行试题的选取。

上述步骤所描述的算法非常简单，但抽取效率较低，系统根据出卷人设置的参数，随机从题库中进行抽取，逐一判断抽取的试题是否满足各项条件，满足条件则进入组卷题目表，最后生成一份考试试卷。

2.2 智能阅卷理论

在考试系统的设计与实现中，实现智能阅卷一直是研究者追求的目标。国内外在这方面已经取得了不少研究成果，在客观性试题（如判断题、选择题等题型）方面的自动判卷技术已经很现实，几乎所有的在线考试系统均实现了这些功能，而主观题判卷技术却一直是智能阅卷中的难点，由于主观题判卷中存在各种不可测因素，如判断者心情状态、学生卷面整洁程度等都会影响到主观题判卷的得分^[24]。在本系统中，由于学生是网上在线考试，学生主观题的答案也是通过网络编辑器输入，因而不存在判卷字体的问题，加上由于是电脑判断，避免了判卷员的主观态度，因此实现《电子商务技术》智能阅卷是本文进行系统实现的重点内容。

任课教师在进行主观题人工评阅时，一般根据参考答案所给出的评分标准，根据自己在该领域的知识理解和掌握程度，将参考答案的评分标准逐渐分散到不同的知识点表示上（得分点），尤其是针对《电子商务技术》这种文字性较为明显的课程，根据得分点的分布来判断学生提交的答案是否满足和匹配。因而教师在阅卷时，就会主动从学生答案中寻找这些得分点，然后根据得分点分布情况判断学生提供的答案和参考答案之间的匹配程度，匹配程度越高则得分越高，最后根据学生答案表达是否通顺、字句是否存在错误等因素综合调整分数，完成主观题的判卷过程。因而，围绕主观题的阅卷主要有两个因素，第一就是得分点，第二

就是匹配度^[25]。利用计算机进行主观题判卷，其技术难点就是这两个因素的自动识别。

本文根据上述思想，设计了如下主观题阅卷流程，并将在后面的系统实现环节进行详细论述，具体流程图如图 2-1 所示：

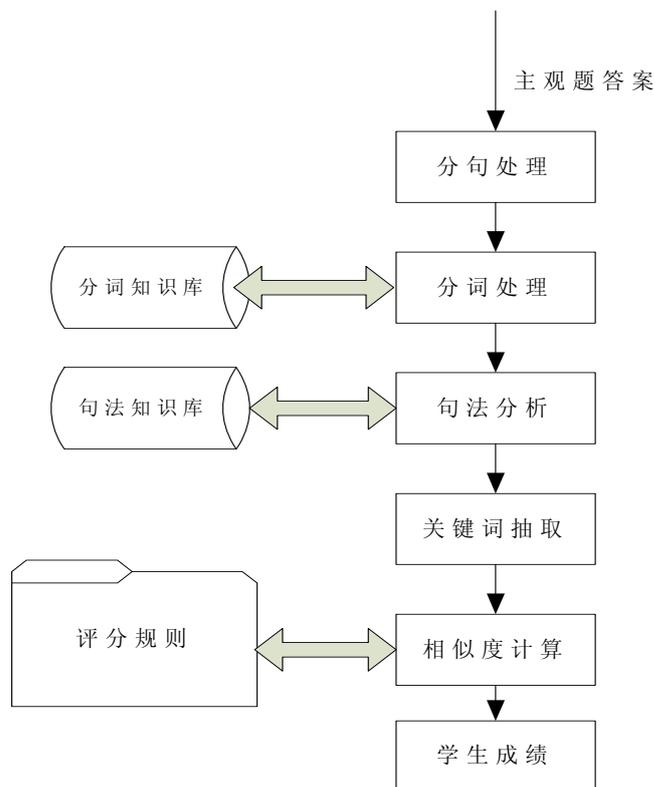


图 2-1 主观题阅卷流程图

首先学生提交答案后，系统自动将主观题中的答案进行分句处理，即把学生提交的答案进行分组，分句处理是把答案以某些特定标点符号为分隔标志分成若干子句，将各个分组中的字句变成词的序列并对分词标记词性，即完成分词处理，分词处理的依据就是分词知识库，分词阶段也可以叫做词法分析阶段，现在同样的分词算法主要有基于理解的分词方法、基于字符串匹配的分词方法和基于统计的分词方法，其中较为简单得就是基于字符串匹配的分词方法；然后将分词处理后的各子句按照经典 Chart 算法进行语句分析^[26]，构建相应的语义树，根据一定的抽取规则抽取出各个语义树中的关键词汇，句法分析一般都依赖于某种语法体系，本文采用的乔姆斯基层次体系；在确定关键词汇的基础上按照模糊贴近度来计算学生提交的答案与标准参考答案的相似度，比对的基础就是抽取考生中答案关键

词与参考答案的模糊相似度，依据相应的评分规则计算它们的相似程度，根据系统评分规则综合计算该主观题学生得分。

2.3 系统开发平台及关键技术

2.3.1 UML 的建模语言

UML（统一建模语言）是在面向对象开发技术中广泛应用的用于对系统模型描述的一种通用、统一、图形化的模式。利用统一建模语言所提供的各类图形建模工具和机制能够很好的胜任面向对象软件开发过程中复杂的设计、表达过程。统一建模语言的主要构成元素分别是图和元模型，其中图用来定义建模语言的语法结构、定义，元模型则用来描述定义的具体表达意思，它通过一个四层模型描述框架（分别是元元模型、元模型、模型层、用户模型）来描述统一建模语言的基础定义。其中元模型是统一建模语言构成的基本要素，其主要任务就是定义描述 UML 语言的相关定义，元元模型则是该语言定义的基础的基础，它的任务就是用来定义描述元模型的语言，其模型的实例就是元模型。元模型的实例就是模型层，该领域层则用来定义信息系统中的相关信息描述的语言，在此基础上，针对特定领域的信息模型，则由用户模型语言进行定义。利用 UML 提供的描述定义，系统设计人员可以完成系统结构及功能等方面的具体描述，提供系统开发的全局蓝本。下面就针对统一建模语言中的主要描述方法进行阐述。

根据上面的描述，可以知道统一建模语言完全是一种可视化的图形建模语言，从系统定义、功能描述、动态行为、接口定义、内部逻辑等所有行为的描述均采用相应的图例进行表述，因而是一种非常直观、强大的系统建模描述语言，几乎能够在各类系统建模中进行使用。根据这些图形描述的侧重点不同，主要可以分为 5 类视图和 9 种图^[27]。这五类视图分别从不同的角度描述系统的特征，如从用户功能使用的角度则用用例视图，用来描述系统对象活动状态的有并发视图，描述系统不同对象操作及数据处理方法的有逻辑视图，描述系统系统架构的构件情况有组件视图，从系统外部环境描述系统实施的则有展开视图。这些视图又可以分别由不同的图或者多个图相互协作来完成相应的描述。用例视图则是用系统外部用户的角度出发来对系统展现出的功能进行描述，其侧重点在于系统外部功能的描述，而对系统内部的细节及数据逻辑接口等定义则由逻辑视图来描述，逻辑视图利用统一建模语言的描述机制能够很方便的描述系统的静态结构和动态行

为。在描述系统静态结构和动态行为的基础上，还需要一些辅助视图来理解系统的整个行为，例如并发视图就能够清晰的看出系统一些非功能性的需求，如性能、安全设计、并发执行能力等，因此并发视图在系统集成中应用非常广泛。组件视图则可以从不同的侧面看出系统内部代码结构之间的相互依赖关系，例如系统实现文件的相互映射。最后的视图就是展开视图，可以描述系统的网络架构以及物理展开的具体配置，系统程序的部署情况。

上述五类视图又可以分别从静态模型及动态模型的角度分别细分为用例图、类图、对象图、顺序图、状态图、活动图、协作图、组件图、展开图这几类常用的建模描述图^[28]。用例图的定义和功能实际上等同于用例视图中的定义，主要从系统使用者的角度描述系统不同角色所使用的功能连接关系。类图则是对系统的静态结构的一种描述，它是系统开发中进行数据抽象的第一步，根据系统内部数据结构和操作方法构建出系统的基础类，利用类图能够很清晰地看出这些类之间的相互关系，例如继承、派生或者具体类的内部结构。对象图用于表示那些复杂的类之间的关系，它的标示相似于类图，所不同的就是对象图是类的实例，由于对象是存在生命周期的，所以对象图中的描述实际是存在时间有效性的。状态图是用来描述类的对象在不同时刻存在的状态以及不同状态时间的迁移条件，是一种动态行为的描述图型，可以有效弥补类图静态结构描述的不足，在实际的应用中，存在一个对象就存在一个对应的状态图，但一般只需要描述动态行为的那些对象即可。

序列图（或称顺序图）用于显示对象之间的动态交互过程，利用顺序图能够清楚地看出系统在不同处理过程中各对象之间的数据交互关系，利用顺序图可以描述系统内部处理的逻辑顺序，主要用来完成功能模块的操作流程。协作图(或称合作图)跟序列图相似，除了显示对象之间的协作关系，还能描述信息交换的各类条件，它和序列图描述的侧重点是不同的，一个强调时间关系，一个强调空间关系。活动图的存在则有利于识别并行活动，它由状态图中的各种状态构成，能够有效描述每个用例图中各个活动之间的约束关系。组件图(或称构件图)则通过源代码或者相关源文件来描述系统不同组件间的依赖关系和物理结构，利用组件图能够帮助系统设计人员看出系统中共用的组件调用关系，较少软件开发人员的工作量。展开图（或称配置图）可以显示实际的计算机和设备（用结点表示）以及它们之间的连接关系，通过描述系统的软硬件架构，可用来显示连接的类型及组件之间的依赖性。综合上述描述，统一建模语言（UML）中各类图示及其关系见表 2-1 所示。

表 2-1 9 中 UML 图的分类

| 类别 | 包含的图 |
|-----|---------|
| 用例图 | 用例图 |
| 静态图 | 类图、对象图 |
| 行为图 | 状态图、活动图 |
| 交互图 | 序列图、协作图 |
| 实现图 | 组件图、展开图 |

2.3.2 ASP.NET 技术及工具

.NET 平台是建立在 XML 和因特网标准协议的基础上，针对现有互联网环境下程序开发的缺陷而设计的新型开发平台，包含了 .NET 的各种工具和框架。开发人员可以根据 .NET 框架提供的编程类库通过采用面向对象的思想非常方便的构建所需的功能结构模块，从而为应用程序提供了巨大的弹性和灵活性，由于技术平台完全基于 Microsoft.NET 框架体系，是目前开发网络程序系统的主流工具，在目前微软一统江山的前提下，所编写的应用程序能够很好的与微软其它软件系统进行兼容^[29]。

将程序代码与页面构架的分离是 Web 程序员多年的梦想，利用 ASP.NET 所提供的技术框架，开发人员可以利用框架内成熟的组件，就能够与 HTML、XML 和 SOAP(Simple Object Access Protocol)等 Internet 协议和数据格式进行联合编程，使得程序人员可以将设计中心更集中到系统业务逻辑编程实现上。.NET 框架内核通过提供公共语言运行时编译和管理页面中程序代码的执行。其中，利用网络服务应用接口 ISAPI(Internet Server Application Programming Interfaces)过滤器来实现 .NET 核心与网络信息服务通信的接口，其中的接口程序的实现主要是动态链接库，将其加载到网络服务的进程空间后，能够提高程序执行性能。正是由于 ASP.NET 是一款真正面向对象的程序设计语言，因此相对早期的 ASP 这种解释性编程语言而言，掌握起来还是有一定的难度，尤其是灵活利用开发平台中成熟的控件，笔者经验还不够丰富，需要在以后的项目工作中不断加强和积累。下面就针对 ASP.NET 技术的一些关键特点进行简单描述。

ASP.NET 最大的特点就是根据面向对象程序开发的特点引入属性、事件和方法等特性，将常用数据及操作封装成控件代替 HTML 网页元素，提供数据绑定技术。例如在 ASP 技术中，就必须通过循环语句来实现数据的装载，在 ASP.NET 中只需要进行简单的设置就能够通过 .NET 集成软件的开发平台提供的数据显示、操作、访问等不同性质的控件接收用户信息，实现功能逻辑的处理并显示在客户端

设计好的 Web 界面上。程序实现机制由过去的“数据驱动”成为现在的“事件驱动”来触发执行相应控件的操作代码，从而让服务器端的执行程序响应客户端的事件，使得整个程序设计完全符合面向对象程序设计的软件方法，促进了组件的再利用和共享^[30]。此外，ASP.NET 实现了结构化的 Web 页面设计，通过代码隐藏技术代码和内容从逻辑结构上分开，使得从事大型软件开发时网页设计人员和程序员能够完美的结合、进行分工，其客户/服务器端的分布式计算架构模式非常适合于网络环境下的业务应用系统开发，内部控制以及数据安全机制保障了基于.NET 架构的程序更加安全可靠。其数据访问及操作接口规范按照大部分软件业标准的协议及通信方式，使得程序兼容性更强，在开发新系统时又能够更好的保护旧系统开发的成果，因而更加适合企业级的大型网络系统的应用。程序代码与数据分离的设计架构非常符合现在主流的软件设计理念，在增强程序代码的可读性的同时也有利于程序调试及代码维护，便于团队开发。最后，ASP.NET 采用的则是编译型的编程框架，能够在公共语言运行时的协调下充分发挥编译型语言的功能优势，完成许多复杂的底层操作。相对传统的 ASP 语言其具有更强的调试跟踪能力，从而大大提高程序的可读性和程序调试速度。

2.3.3 关系型数据库

SQL SERVER 2005 是关系型数据库的佼佼者，她在继承了 SQL Server 7.0 和 SQL SERVER 2000 在数据库软件设计和引擎方面的优势，能够为以数据库为中心的管理信息系统的开发节约大量的时间、精力。并且对 SQL Server 7.0 等早期数据库系统的版本进行了改进和加强。提供了许多新特性来增强产品在竞争激烈的数据库市场的竞争力，接下来就针对这些新特性进行简单描述^[31]：

1. SQL Server 2005 数据库服务器提供加强的 T-SQL。交互式查询语言天生就能够和关系型数据库完美结合，在新版本上提供更强的结合能力，例如使用 TRY 和 Catch 提供数据错误处理的能力，系统同时能够用户访问的要求自动合理的分配内存和服务资源，从而增强数据库访问性能，实现自动化资源的管理，省去了数据库管理人员不必要的工作。服务器具有关键性能参数由较丰富的数据库管理经验的管理人员负责监视和管理。同时 SQL Server 2005 所具有的这些优异性能在小型桌面数据库或工作组数据库领域也有广泛应用。

2. SQL Server 2005 数据库整合了符合.NET 规范的语言，例如 C#， VB.NET 或者是可以构建数据访问对象(如函数、存储过程，触发器等)的 ASP.NET。利用这

个增强性能能够很方便的在基于.NET 架构的在线考试系统中加强对.NET 代码的操控能力，能够更好和开发平台相结合，充分发挥出.NET 的技术优势，因而从这一点来讲，SQL Server2005 和 ASP.NET 的结合是完美组合。

3.SQL server2005 在数据访问安全性能上也有很大改善，管理员可以对服务器进行编程实现智能化管理。SQL Server2005 中的新安全模式将用户和对象分开，同时在系统安全性能上进行了较大的提高，例如允许对数据存取进行更大的控制，在数据库管理员授权范围内进行更细的数据对象控制。

4.多活动结果集，利用多活动结果能够让系统开发人员在编写访问数据库程序时，实现并发访问的数据获取，例如用户在进行查询请求时，单个客户端的用户通过数据库建立的永久连接，能够在连接活动中完成多个查询请求，并将相应的查询结构集存储在数据缓冲池中，从而实现数据的并发访问效果，提高数据库服务器访问性能。

5. SQL Server2005 发布了大量供 SQL Server 实用工具使用的应用程序接口 (API)。这些 API 程序支持所有的 SQL Server 管理任务，以提供易用性、可管理性、及对大型 SQL Server 配置的支持，因而使得开发人员在编写应用程序时将数据存储与 SQL Server2005 系统自身数据管理完全隔离。

2.4 本章小结

本章按照软件工程规范化设计要求，对《电子商务技术》在线考试系统设计与开发过程中所涉及的一些关键技术及开发工具进行了较为全面的概述，以便对其中核心技术有所把握。首先介绍了题库建设的相关理论和核心技术（如组卷算法及主观题阅卷技术）；接着阐述了系统具体实现过程中要用到的一些理论和方法（系统建模语言、如.NET 技术、数据库系统等）。

第三章 系统需求分析

3.1 系统设计目标

根据《电子商务技术》在线考试系统软件功能描述，结合本校内外部环境等多重因素，确定本系统的总体设计目标如下：

1、系统基于现在主流的 B/S 模式开发，完全基于 Web 操作，系统用户只需要通过客户端浏览器就能进行系统操作和访问，保证系统具有一定的扩展性、灵活性、安全性、容错性、稳定性等；

2、能够让任课教师根据《电子商务技术》教学目标及要求完成考试题库的管理工作，任课教师能够根据题库中试题的情况可以随时添加新的试题、更新旧的试题，在设置试卷参数下，可以方便的自动组卷生成符合考试要求的试卷；

3、除了完成客观题的考试及阅卷功能外，本系统可以完成在线考试并提交试卷答案，根据考生答案系统能够在对客观题阅卷的基础上完成主观题的阅卷工作，能够针对名词解释、简答题等题型由系统根据评分标准自动完成阅卷并显示成绩，能够有效减轻教师出卷、阅卷的繁琐任务；

4、系统能够在阅卷的基础上，对学生考试成绩进行统计分析，掌握学生的学习情况，如考试难点分布、各成绩段分布区段等分析，同时提供部分辅助性系统功能，如在线练习、师生互答、考试通告等要求，在功能实现的基础上，确保系统的安全性能进一步增强，如防止舞弊等；

5、系统实现界面尽量人性化、美观、操作简介，符合学校师生的操作习惯，同时考虑到系统用户的操作水平及计算机能力。

3.2 系统功能需求分析

笔者通过深入走访调查，确定本系统从功能需求角度来看需要完成如下几大类需求，主要分为题型管理、组卷管理、在线考试、智能阅卷管理、成绩查询及统计分析等主要几个功能模块。

(1) 试题库管理

教师通过使用合法的账号密码进入题库管理系统后，通过开放性的操作界面

供教师完成如试题添加、修改、删除、查看等基本功能操作；任课教师根据命题需要逐个输入相关类型的试题，建立相应的数据库及基本表，可以对题库中的试题进行快速的浏览、查询。为了便于试题管理，可以根据题库中试题属性进行设置。

（2）组卷管理的功能

进行网络在线考试时，能够根据设定好的条件，系统从建立的题库中抽取合适的试题进行组卷，本系统设计的组卷算法根据第二章描述的流程进行，能够快速根据章节、知识点分布、难易程度、题型设计等不同的组卷参数进行自由组合，同时方便教师手工调整组卷中的试题，更快的满足组卷要求，同时要求系统提供下载和打印功能。

（3）在线训练及考试功能

题库系统必须配合在线选练及模拟考试这两个模块进行使用。学生根据注册信息，由系统管理员审核通过后登录，根据教学进度及自己感兴趣的内容，分别选取不同的题型、难易程度等方式进行练习。考生登录后，在规定的时间内完成考题并提交答案由系统自动判卷，显示相应的成绩。考试过程中，需要采取一定的技术手段防止学生舞弊。

（4）智能阅卷功能

本系统需要在对传统客观题阅卷的基础上，应用基于词法分析的关键词识别技术和模糊相似度匹配算法实现主观题的阅卷，能够完成对名词解释、简答题和综述性等主观性试题进行判卷，并在线显示相应的成绩，确保考试的公平性。

（5）成绩统计分析功能

系统中不同的用户，如教师、学生、系统管理员应该分别根据授予的权限，对考试系统中的成绩进行不同级别的处理，如学生可以查询成绩，教师可以修改成绩、对成绩进行统计、排序，完成考卷的数据分析等，系统管理员则可以在对成绩管理的基础上，对成绩信息等进行管理。

（6）资料管理功能

题库管理系统在使用过程中必然产生相应的资料信息。例如需要进行在线考试的学生用户就必须通过校园网注册或者由系统管理员统一授权，只有获取合法使用权限的用户才能正常操作题库系统的考试功能。学生用户的唯一标示是学号，学生注册的相关信息及资料便需要通过相应的资料管理功能完成，同时该模块提供的数据也是进行学生考试成绩评估所必需的。通过资料管理模块提供的功能任课教师可以非常方便的查阅学生的有关信息。

3.3 系统静态模型分析

运用统一建模语言（UML）能够有效的对系统功能进行分析、描述，获取在线考试系统中主要类、对象以及他们之间的动态关系，从而顺利实现从面向对象分析到设计的完整过程。静态结构模型主要用来描述系统的静态结构，其主要的图形就是系统用例图及类图、对象图，下面就分别叙述之。

3.3.1 系统用例分析

系统用例分析是面向对象分析方法中最为常见的一类静态模型，它能够从系统最终用户的角度来描述未来系统所需要完成的功能，即系统应该“做什么”，明确系统各模块之间的边界条件。UML 建立的用例模型主要由边界、角色、用例、关系等元素构成，边界是用户与系统人机界面设计的基础，而对于角色和用例均可以是某个类的具体实现，因而和类的概念一样能够有一定的关系，具体的关系包括：泛化、包含、扩展等。本文针对《电子商务技术》考试系统的业务流程分析，识别出系统与用户的操作边界，按照系统中主要用户来建立相应的功能用例模型，分别是教师、学生、系统管理员从而根据用户功能需求进行独立用例的设计。

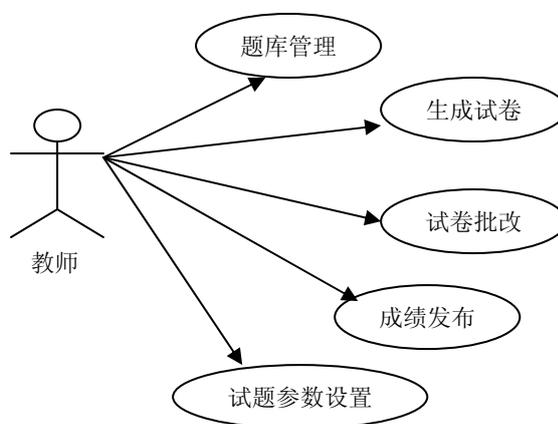


图 3-1 教师用例图

任课教师是本系统的重要用户，其系统边界主要区分与系统管理员的部分功能。尤其是各个任课教师，进入系统后应该提供个性化的操作访问界面，在自己独立的操作平台下分别对考试系统中的试题库进行管理与维护，并且可以在系统约定的时间段内对统一进行的考试试题或试卷进行阅卷或者核算成绩。在具体的

功能用例设计中，需要结合《电子商务技术》教学案例及教学计划进行，其核心用例主要是智能组卷、主观题阅卷、考试试卷批阅等用例，其中智能组卷又可以包含组卷参数设置这一重要子用例。为了能够便于对教师操作结果有直观的感受认识，例如教师根据组卷算法生成试卷后，通过动态编程技术立即将生成后的试卷以列表形式显示供出卷教师审核，只有教师确认后才能正式提交给数据库，进入考试试卷。同理，根据教师的其它功能描述，获取其功能用例模型如图 3-1 所示。

学生可以登录考试系统后，根据自己的学习兴趣选择相应的训练内容，或者在规定的时段内完成相应的考试题目，进行个人信息的维护以及查询考试成绩及参考答案等功能，还可以通过考试辅助平台，如在线答疑及互动平台与任课教师进行沟通。其用例如图 3-2 所示。

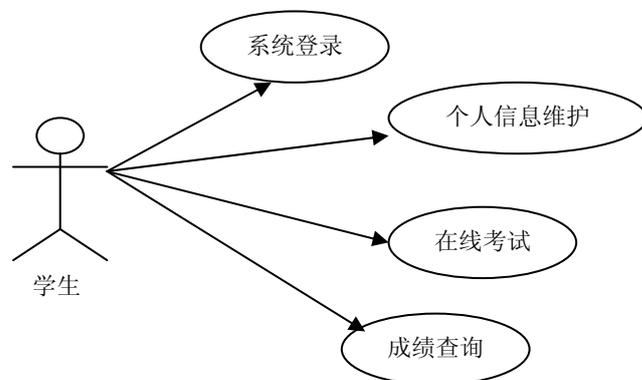


图 3-2 学生用例图

管理员管理模块则为在线考试系统中各种类型的数据管理提供了管理通道，其面向的用户为系统中具有最高访问权限的操作人员。对系统管理来讲，其主要功能就是后台数据的管理（各类试题信息、考试信息、学生及教师的用户信息、系统配置信息等），虽然这些功能能够通过数据库管理系统完成，但由于缺少良好的用户交互界面，必须根据统一 Web 的管理方式重新设计。本系统在系统管理员获取操作权限登录系统后，主要对系统中存在的各种信息进行管理，如系统用户管理（权限控制）、试题信息及考试数据，成绩管理等功能，同时承担学生及教师的相应功能，可以随时发布相关的考试安排以及通知等。其用例如图 3-3 所示。

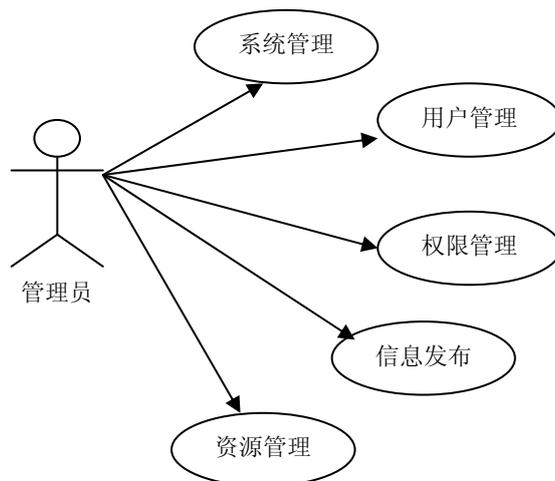


图 3-3 管理员用例图

综合上述三类系统主要用户的功能用例模型，可以得到本文设计开发的《电子商务技术》在线考试及主观题阅卷系统的顶层用例图，如图 3-4 所示：

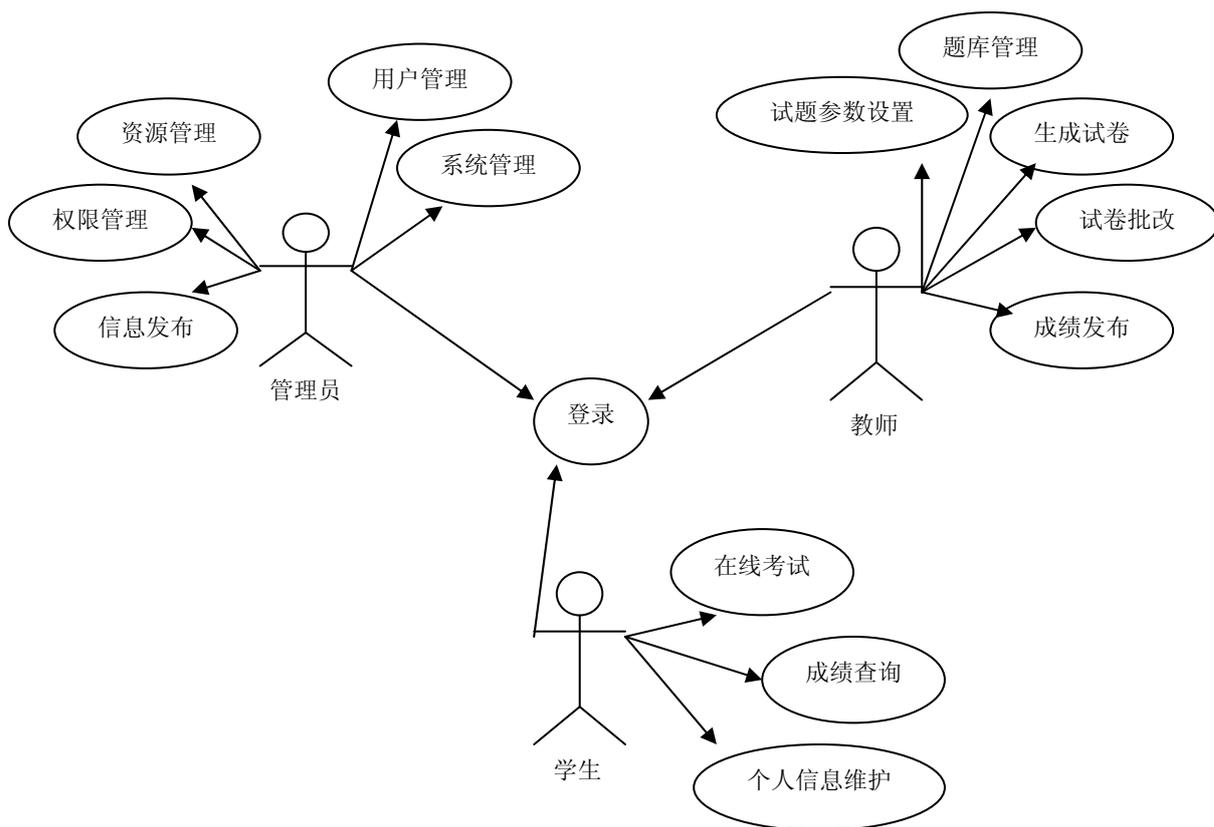


图 3-4 在线考试及主观题阅卷系统顶层用例图

用例图直观的向软件设计人员展示了用例之间以及用例与用户之间的相互关系，是一类宏观层面的描述，其描述内容侧重于系统外部边界之间的逻辑关系，

至于各个用例更为详细的信息还无法提供，需要借助其它模型进行描述。用例模型的主要作用也仅仅由于快速获取系统功能需求，在软件设计后期用于测试用例的设计，当然，在更为复杂的用例分析过程中，用例的参与者不仅仅限于具体的用户，还可以是应用系统中某一个子功能模块，例如某用户在系统中的某一个角色，假如某教师既是《电子商务技术》这门课程的授课教师，又同时分配了系统管理员权限，他在系统中就分别可以是两个不同的用例。由于不同设计人员在获取用户功能是对模块划分的标准及层次往往不统一，导致用例模型所展示的内容各不相同，但关于系统功能的描述必须是没有歧义的，必须一致。

3.3.2 系统类/对象模型分析

UML 系统静态模型中还有一个非常重要的图，它由许多静态说明性的模型元素构成（如类的名称、属性及相互之间的关系），关于系统类/对象图在系统建模中的应用可以参阅第二章内容。UML 中的类图和对象图都是描述系统静态结构的主要图形工具，能够非常清晰的描述系统不同类之间的接口相互关系。根据设计者分析角度及看待问题的差异性，类图的设计具有很大的灵活性，往往取决于软件设计及编程人员的经验。一个成功的类图模型不仅能够保证设计阶段的顺利进行，也为后续的代码编写提供了清晰的思路和方法。类图建立的关键是首先确定系统中的类及其实例，除了要求系统分析员捕获相应的领域词汇之外，还需要将大量精力放在类之间的关系建立上，在任何系统中，不存在单独的类。在进行类的识别以及设计过程中，一般可按照如下原则进行：

(1)在面向对象程序设计中，可以根据类中属性及作用的不同分为实体对象类、边界类和控制类。实体类主要用来对系统中一些需要长期保存的信息及行为进行建模，对实体类而言，其关系和属性均要长期保存，关于实体类的识别相对简单。边界类则是在面向对象分析过程中用来确定系统与其参与者之间交互的模型，其设计往往依赖于操作人员的习惯及外部条件限制。边界类在系统中往往表现为用户界面（GUI）或者应用软件内部之间的数据及消息的相互访问接口。系统边界类可以分为用户界面类、系统接口类、设备接口类，它通过调用系统类的控制类对象实现相关的操作；控制类的功能则用来对系统中一些用例所特有的控制行为进行描述，建立这些不同实体对象之间的行为交互、逻辑处理、资源竞争以及对其他对象的控制，控制类主要对系统内的模型行为进行作用，在实际的软件实现中，可以将对不同对象的操作方式进行封装，从而建立作用不同对象实体的行为，例

如数据库访问过程中的插入、删除或者在线考试中的试卷批阅逻辑都可以放到控制类中实现，控制类会将实体类中一些功能操作进行单独分离，提高系统代码复用度。

(2) 根据第一条原则中给出的不同类的特征及其特点的描述，为我们建立系统类图提供了基本策略和启发性原则。例如实体类多基于业务系统中数据实体而来，可以最先由系统外部使用者逐步进行细分（按照从人到物的原则），确定了系统功能用例后就可以很方便地确定主要界面的设计及实现，从而完成界面类和接口类的分析，接口类主要体现在数据访问及数据交换两方面；控制类同样根据用户功能用例进行分析，不过在一些简单的功能逻辑中，边界类可以直接操作实体类。

(3) 根据第二条原则所确定的 UML 类图分析及设计的过程，更加明确了系统用例模型在系统建模分析中的作用。而在具体的系统实现过程中，往往需要根据具体的软件流程适当修改类的设计。例如在本系统的在线考试模块实现中，实体类可确定为学生以及试卷，边界类可确定为考试时间以及规则等，而试卷提交后，实体类试卷则成了边界类。

综合上述类的分析及设计原则，根据图 3-4 中建立的系统功能用例模型，可以初步确定出本系统中含有如下实体类：学生、教师、管理员、班级、试题、试卷、考试成绩信息及用户登录信息等，具体的描述见表 3-1 所示。从这些实体类又可以派生出其它子类。

表 3-1 在线考试系统的主要类及其描述

| 类 | 描述 | 类名 | 注释 |
|-----|-------------|--------------|-------|
| 学生 | 封装学生有关属性信息 | StudentClass | 持久化对象 |
| 教师 | 封装教师有关属性信息 | TeacClass | 持久化对象 |
| 管理员 | 封装管理员有关属性信息 | AdminClass | 持久化对象 |
| 班级 | 封装班级有关属性信息 | ClaClass | 持久化对象 |
| 试题 | 封装试题有关属性信息 | ItemClass | 持久化对象 |
| 试卷 | 封装试卷有关属性信息 | PaperClass | 持久化对象 |
| 登录 | 封装登录有关属性信息 | LoginClass | 持久化对象 |

对于边界类的设计有助于帮助开发人员进行系统操作界面的设计及实现，在系统分析阶段只需要获取主要的边界类描述即可，关于边界类更为详细的分析及设计（如边界类各控件属性及事件操作、参数与接口关系等）则需要后续章节完成。本文以任课教师在本系统中功能用例操作的主要业务流程进行分析，获取了与教师用户操作相关的一系列边界及接口类的描述如下：身份验证接口、登录界面、试题试卷浏览界面、题库管理界面、组卷参数设置界面、主观题阅卷界面、学生考试成绩统计分析界面等。而对于控制类的分析则需要根据上述边界类逐步

展开分析，将考试过程中所涉及的主要业务逻辑进行抽象为类，在某些情况下，一个功能操作界面可能对应多个控制类，如主观题阅卷边界类中，既要判断试卷所给分数以及批阅是否在指定范围内，又要调用分词处理逻辑对评语进行识别。

本文所建立的系统总体类图如图 3-5 所示。在该图中，只从用户角度进行了类的分析，即主要实体类的关系。

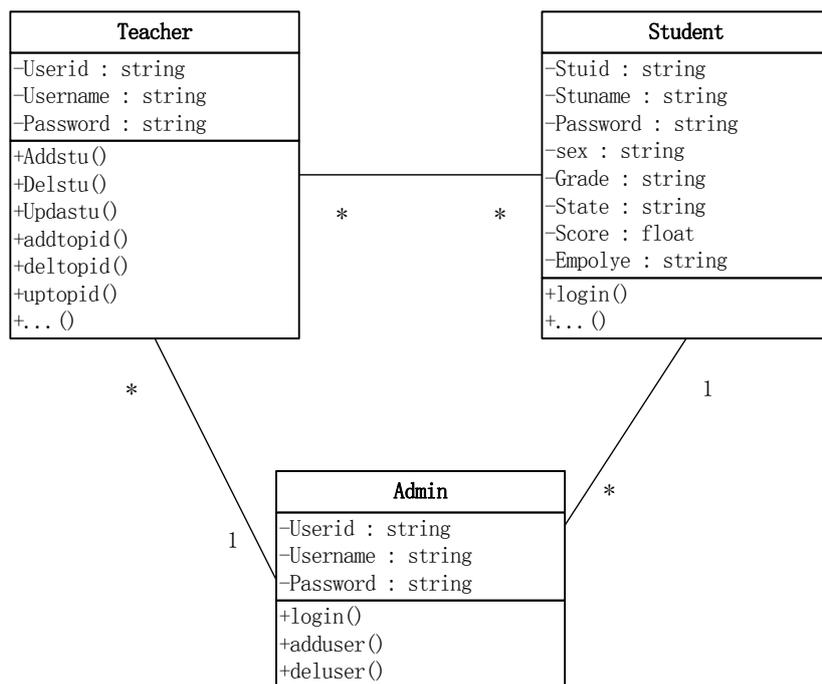


图 3-5 系统顶层对象类图

3.4 系统动态模型分析

通过用例模型及类图模型实现了从静态角度描述系统的关系，而对于其中内部的关联描述则远远不够，这就需要从系统动态角度完成模型分析。在系统动态模型中，所有对象之间的交互都是通过消息传递这一机制实现的。在 UML 的动态模型中第一种动态图就是顺序图，根据水平轴以及垂直轴来刻画系统对象间消息传递的时间顺序；第二种动态模型就是协作图，又称为行为图，则用来建立系统活动者或交互对象之间的执行行为及相互状态之间的关系，同样用于描述对象之间的相互关系，但和顺序图不同的地方在于其描述的重心体现在不同对象之间的静态链接关系；第三类动态模型则为活动图，活动图在面向对象的技术中应

用非常广泛，活动图来源于状态图，能够根据对象的活动状态来捕获将要进行的操作及结果。利用活动图能够很好的描述系统类的方法实现，又可以描述某个用例或对象内部的操作细节。限于篇幅，本文仅选择若干具有代表性的动态模型进行阐述。

3.4.1 顺序图

顺序图中存在两个方向：水平方向代表参与相互作用的对象，垂直方向代表时间，其操作对象用一个带有下划线的方框表示，垂直虚线则是该对象的生命周期，对象之间的消息传递及结果返回则用带有箭头的直线表示（实现表示消息传递，虚线表示结果）。

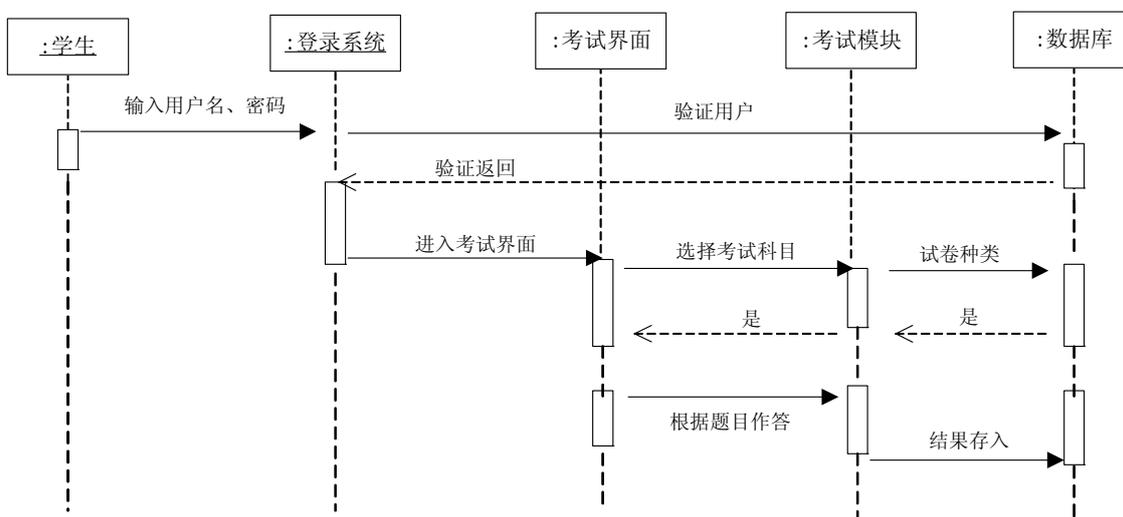


图 3-6 学生考试顺序图

在线考试系统其核心功能便是学生通过客户端访问考试系统，根据系统提示的界面信息完成考试的整个过程。在该模块中，主要涉及的对象有学生、考试系统、考试界面类、功能模块、以及数据库对象等几类，下面以学生操作的时间顺序为例，建立了学生考试顺图图，其过程如时序图 3-6 所示。

考生访问考试系统时，首先需要输入用户名、密码等个人账号信息，考试系统验证通过后根据验证结果授予相应的操作权限，通过点击功能链接进入相应的功能界面。假定学生点击在线测试功能链接则进入系统考试界面，用户根据考试安排选择所要参加的考试科目，系统会自动根据考生登陆时的信息判断该考生是否能够参加该科目的考试（同时需要进行其它的判断并将结果以消息传递的方式

返回), 可以根据管理员的设置 (随机出卷还是指定考卷) 生成考试试卷, 考试试卷卷首显示该考生的相关信息 (如姓名、班级、考试科目等) 提示考生进行确认, 进入具体的考试内容界面, 考生确认后, 试卷上显示考试时间提示, 试卷内容则由组卷参数模块完成, 学生只需要在规定时间内完成试题即可。考试过程中, 需要系统提供一系列安全措施, 确保考试公平性, 在考试时间终止或学生点击提交后, 该考生相关的考试信息提交进入后台数据库, 任课教师可通过客户端功能界面进行浏览和批阅 (教师及系统管理员不能对试卷答题进行任何修改)。

3.4.2 协作图

协作图又称通信图, 主要描述系统不同对象之间的接口及协作逻辑的通信过程, 重点描述的是协作对象之间的交互和链接, 角色与对象绑定。在交互期间, 合作中的对象不断变化, 在某一个消息通信时刻创建, 又马上可能被删除, 从而动态的描述对象之间的消息通信过程。其描述符号有链接和消息流两类, 链接表示对象之间的关系, 消息流则通过消息串来描述对象的通信过程, 其箭头标明消息流方向, 消息串的组成参数一般有消息序列号、消息返回值、消息参数等。图 3-7 中便描述了系统管理员在进行考试成绩结果统计时, 系统主要对象之间的消息传递协作关系。在这一时刻, 需要同时从学生基本表、教师基本表以及试卷信息表中获取相关考试试卷以及成绩的信息, 将其数据通过数据库访问接口调入内存, 由业务逻辑综合处理后便可以生成相应的考试汇总信息。

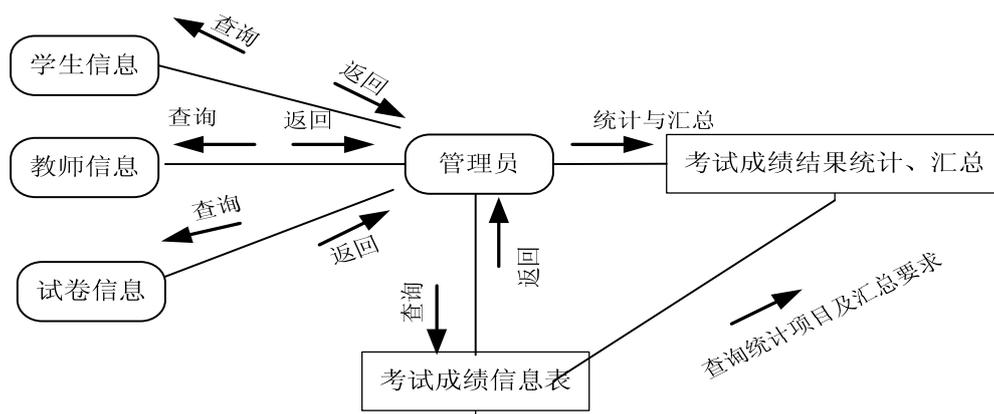


图 3-7 各实体对象协作图

3.4.3 活动图

活动图（activity diagram，动态图）能够清晰地描述系统不同对象在业务流程操作中相互之间的交互关系，利用活动图可以很轻松的建立系统功能模块的软件流程图。在状态图中可以描述每个对象在不同时间具有的属性和特性，活动图实际上属于特殊的状态图，只不过状态图侧重描述单个对象的迁移，而活动图择描述对象群体之间的状态迁移，对象的这种迁移既可以是人工触发，也可以由系统触发，而大部分的对象状态迁移都是在活动中进行，这也正是活动图建模的意义所在，而关于对象活动状态的设计则不同设计人员的定义则是不同的，即可以将带有很多子状态的活动作为一个大活动，也可以定义一些相对较小的状态作为活动图进行分析。为了更清楚地看出不同对象之间状态迁移及触发的条件，活动图往往用泳道的形式表现，在活动图中采用类似泳道的直线将活动图进行划分，每条泳道由系统某一个部分负责，每个对象的状态可以指定一个泳道，泳道之间的顺序不影响到活动图模型的建立，因而对象之间活动状态的迁移可能跨越数条泳道。

任课教师根据教学进度及目标安排希望能够从题库中抽取相应的试题组成考试试卷，其手工创建试卷的活动图如图 3-8 所示，教师创建试卷的前提条件是首先确保考试系统中不存在相同考试名称及内容的考卷，其二必须保证抽取的试题已经入库并经过题库管理员审核，在该活动图中，泳道选择了两条，左边是试卷编辑功能，右边选择为在线考试系统，其主要活动过程可以概述如下：任课教师进入考试系统后，通过试卷浏览界面确认是否需要新增试卷或者编辑已有试卷。如果需要新增试卷则需要输入试卷基本信息（试卷名称、考试班级等）、输入组卷相关参数（如题型比例、分值、难度系数、主要知识点等）创建空白试卷，空白试卷创建成功后，刷新试卷管理界面将会出现所创建的试卷名称，然后任课教师在题库中抽取试题，逐步添加到空白试卷中，系统会自动判断所抽取的试题是否满足组卷要求，直至组卷完成，然后提交保存由试卷管理人员进行审核。

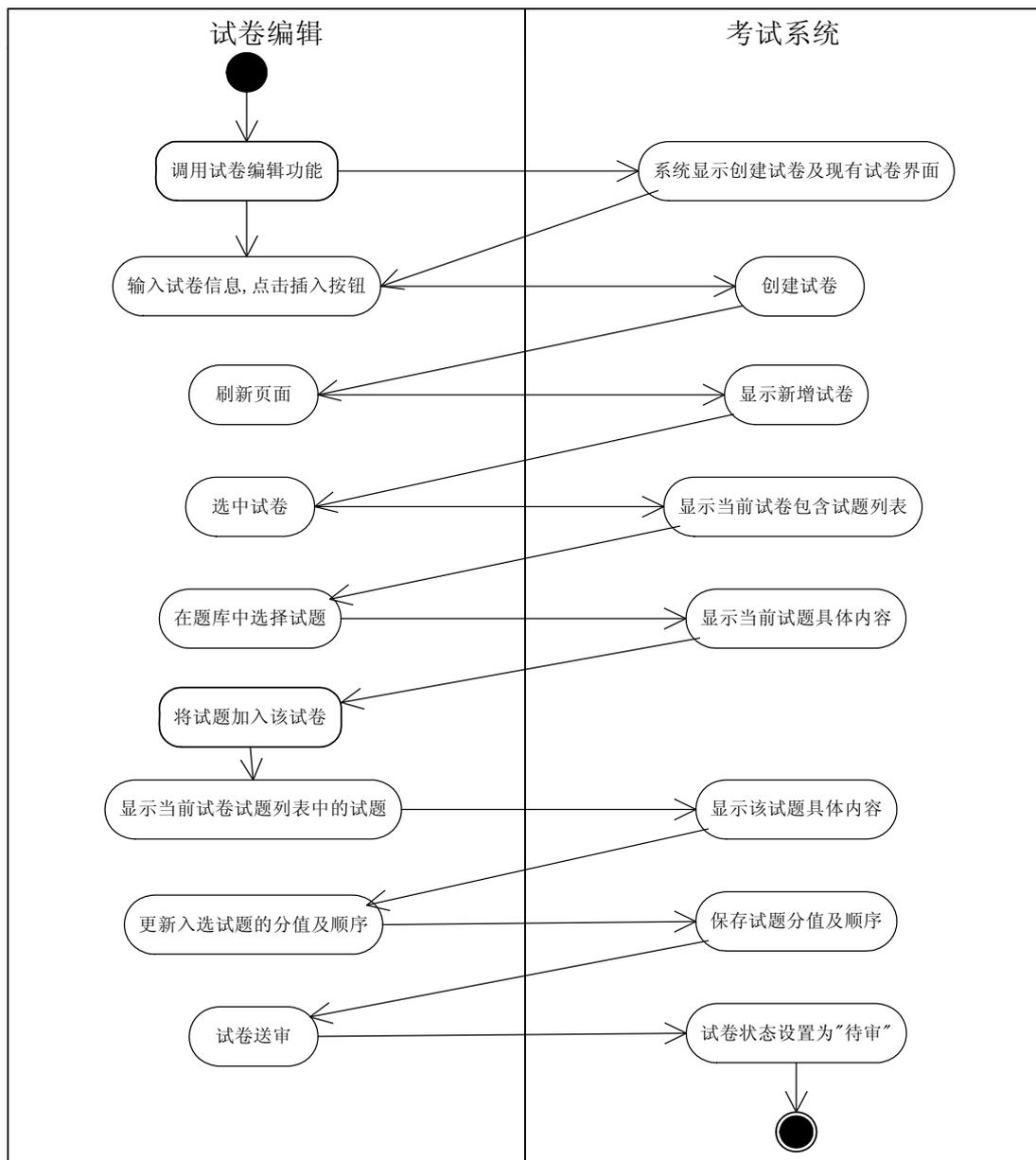


图 3-8 创建试卷活动图

3.5 本章小结

本章主要完成《电子商务技术》考试系统功能需求分析及相关建模，根据系统总体开发的设计目标完成功能模块的分析，再利用 UML 建模语言描述考试系统静态、动态模型的分析。根据面向对象中类的获取原则，参考用例分析，论述了类图模型分析的过程及原则；动态模型中则给出了部分时序图、合作图、活动图等，从内部实现角度阐述了系统主要对象之间的交互关系。

第四章 系统设计

本章将在上一章系统分析建模的基础上，根据软件工程详细设计的一般过程和内容，结合系统开发说明书的功能要求，根据本系统实现的内外环境，完成考试详细设计工作，即建立一个能够在计算机网络环境实施的可行方案。系统详细设计时应该体现以用户为中心，面向电子商务技术专业培养计划及特色，其核心内容主要包括.NET 平台下分层架构设计、系统功能模块设计及数据库的设计。

4.1 系统分层架构设计

在当前软件系统架构设计中，分层架构是大型软件工程中流行的结构，也是目前进行复杂系统软件设计经常用到的一种方式，利用“分而治之”的思想，能够将一个复杂的软件系统逐层分解，最后简单化，根据每个分层的技术特点将其进行部署，能够有效减少集中式架构的负担，分层体系结构最大的优点便是可以极大地提高代码的复用性，这在大型商业化应用程序的开发中是非常有用的。

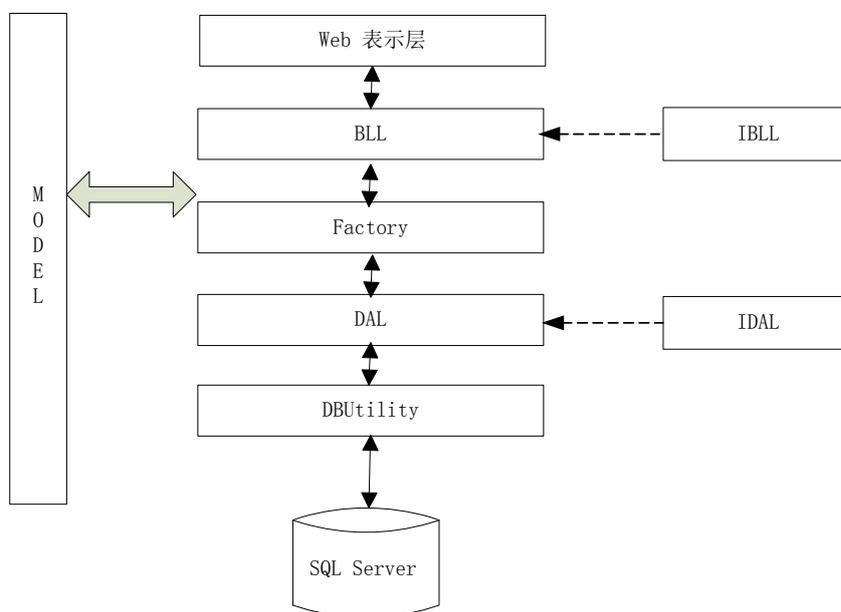


图 4-1 系统分层架构示意图

分层架构的目的主要体现了传统结构化设计技术中“高内聚、低耦合”的思想，通过功能模块的分解，在编程实现过程中，只需要按照传统结构化设计的思

路将功能模块分解为一个个足够细度的功能子系统，然后应用面向对象设计中的组件或构件技术思路将其封装，用户或者应用系统只需要通过组件或构件所定义的模块接口就可以进行交互而不必关心内部逻辑的实现。

分层技术在各类管理信息系统中均有所应用，最大的优点便是使得整个软件项目结构更清楚，软件开发人员只需要针对自己分工范围内进行研究，同时降低了不同层之间的相互依赖性；在软件开发后期程序中若存在相应的问题也易发现，可以很方便的利用新开发的层替代原有的分层，有效提高了软件系统后期的维护性；分层架构的软件系统能够很好的进行逻辑功能标准化，从而开发出独立的控件程序。

分层架构虽然有如上诸多优点，但带来的缺陷也是不能忽略的，首先是分层设计会影响到系统响应速度，这种泾渭分明的层次结构必然增加系统设计及实现过程中更多的规则，其结果是必然增加系统资源消耗。在分层情况下不论功能规模大小以及数据访问要求却必须通过逐层进行数据访问；另外，分层架构会导致部分应用程序设计变得更加复杂，例如在部分应用程序中，底层数据库访问接口的变化必然导致中间层数据接口定义的变化，这就要求程序员在相应的逻辑处理层及表示层增加代码处理这种变化来保证各层之间相对的独立性，好在如今硬件成本的低廉以及各种集成开发软件的应用有效弥补了上述缺点。

系统分为三层，从上至下分别为表示层、业务逻辑层、数据层。本文所开发的在线考试系统正是基于这种 B/S 模式实现客户端与服务器端的交互，前端不需要完成任何的逻辑处理，数据库服务器则对与系统相关的数据来进行维护和组织，图 4-1 是对考试系统分层架构结构的描述。表示层是用户直接操作和访问的界面，系统用户包括考生、系统管理员和教师，它们在整个考试系统中操作功能是各不相同的，需要管理员进行设置。系统的表示层放在学生工作站上，用于显示用户输入的数据和操作的结果。系统的业务逻辑功能层放在应用程序服务器和 WEB 服务器上，它的核心主要是系统各功能模块的业务逻辑实现，在系统数据交换中扮演“桥梁”的角色。对于表示层而言，它是提供数据服务的，对于底层数据访问层而言，它又是提供命令的，主动与被动都体现在业务逻辑层的设计上，这就要求软件设计师进行很好的平衡。数据库服务器上则放数据层，该层主要负责完成对考试系统 SQL Server 关系型数据库的访问，也就是完成对考试系统基本数据表的插入、删除、更新、查询等操作，并将操作结果返回给表示层。分层架构在考试系统中的应用能够有效分解客户端资源的负担，有利于平衡客户端和服务器的资源分配，同时能够在一定程度上提高系统安全性。在表示层上的界面设计上，

本文利用 Visual Studio.NET 集成开发平台进行，任课教师管理题库和批阅试卷、学生在线考试均通过 IE 等浏览器操作。逻辑层采用 C#语言实现，考试模块中的事务数据处理均通过类的封装实现对数据进行发布、编辑和接受，它将过程和事务规则进行封装，可以很清楚的明白系统中各主要对象的作用和目的。在 ASP.NET 中能够广泛的支持 SQL Server 2005 数据库对象，性能上也得到了很大的提高，通过 OLEDB 和 ODBC 这两种数据访问对象实现数据库的操作。

4.2 系统功能模块设计

本文对在线考试系统是一个网络环境下多用户的信息管理系统，其功能模块结构设计采用传统的结构化设计方法进行，根据上一章获取的功能需求模型，从使用者角度出发，根据结构化模块设计的思路和原理，通过自顶向下，逐层分解的方式将本系统功能逐步划分树状模型表示的具有功能规模适当，同时逻辑结构上保持一定独立性的功能子系统。本系统根据用户层次类别的不同采用分层权限控制结构，采用基于角色划分针对不同的操作人员分别提供不同的权限功能，从大的层面来看，系统主要分为学生模块、任课教师、系统管理员三类用户操作模块，分别为系统管理员（主要实现服务器管理、系统辅助模块管理、用户信息管理）、教师模块（主观题阅卷、组卷管理、试题库管理、成绩统计分析）、学生模块（在线考试及训练、成绩及答案查询）。其中系统总体功能模块图如图 4-2 所示。

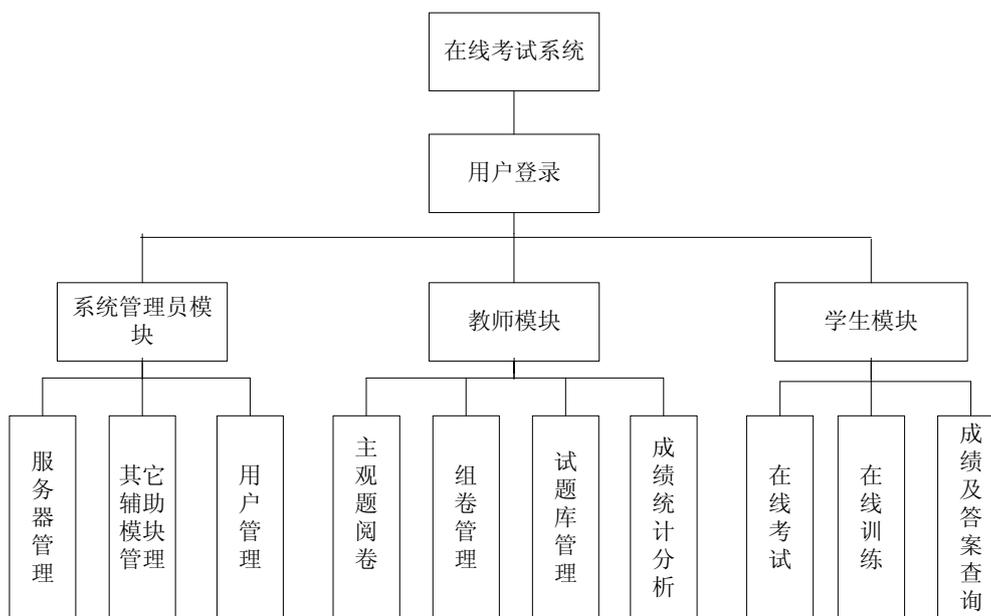


图 4-2 系统总体功能结构图

4.3 数据库设计

网络环境下数据库设计的主要任务就是根据系统中基本数据信息建立数据库最优的模式来有效的存储数据，满足系统中信息处理和应用的需要。对在线考试系统而言，数据库设计部分是整个系统设计部分最重要的内容，决定着考试系统实现的好坏^[32]。围绕考试系统的实现，在数据库设计过程中需要根据如下步骤进行：

- 1、尽可能的获取数据库中各基本数据信息及其组成，明确系统中各主要数据实体之间的关系，然后根据数据库设计范式理论尽可能的消除冗余；

- 2、根据前面的逻辑模型，通过数据库管理系统，在数据库服务器分别建立数据库基本表、字段、索引、视图、存储过程等数据库对象，数据物理模型的设计是数据库设计中的基本模型；

- 3、在面向对象设计过程中，如果将数据库基本对象与系统中类、对象、属性、方法等进行过度是数据库程序实现中的重点，也是程序员需要解决的难题。

4.3.1 基本数据信息

在数据库中数据的存储和表示均是对实际生活中各类对象、过程的抽象，通过建立相应的数据模型来表示客观存在。根据模型应用的不同目的，抽象后的数据模型主要分为概念模型和关系数据模型两类。用户和数据库设计人员之间进行交流的方式和语言就是依靠概念模型，而关系数据库模型则由概念模型按照计算机系统的观点来建立，这一过程也称为数据库逻辑设计。

通过第三章系统分析中对题库管理信息主要功能模块的数据流图进行分析，通过抽象出来的类及数据对象，形成能够反映信息需求的概念数据模型。本节面向对象领域中主要实体获取的一般过程及特征建模理论，根据系统设计的功能分解，总结出本系统的主要数据实体包括如下几种：

- 1、学生实体，描述一个学生对象的基本属性，例如姓名、学号、年龄、性别、班级、所在年级、登录用户名、登录密码等。与此产生的相关实体为：年级、专业、所在系。

- 2、任课教师实体，任课教师是题库的使用人员，同时也是系统的管理人员，他们也是系统中具有较高权限的用户。其基本信息用来描述一个任课教师或者题库管理人员的基本信息，包括：任课教师编号、姓名、职称、教学特点、负责年级等。

3、试题数据实体，由任课教师录入到题库中关于试题的基本信息，主要描述一道试题的相关属性。例如：试题类型、难易系数、知识点分布、分值、章节、试题抽取频率、试题内容、参考答案、试题图片链接、出题人、试题来源等基本信息。考虑到题库中的题型由客观型和主观型两大类试题类型，本文建立了客观试题选项数据表专门来存储选择题、判断题的多个选项，这样就可以很方便的实现单向选择题、多项选择题及判断题的统一存储形式。

4、生成的试卷实体，主要用来存放利用相关组卷算法生成的考试试卷相关数据信息，它是题库管理系统中较重要的信息之一。试卷实体由出卷教师根据相容性检查后提交给题库负责人审核后的考试试卷，包含考试试卷的一些相关信息，例如：试卷编号、试卷名、考核年级、试卷类型、章节、出卷人、生成时间、指导教师编号等。与此相关联的实体有指导教师、指导学生等。

5、测试及考试成绩信息，用来保存在线测试及正常考试过程中不同阶段给出的成绩。主要数据内容有：学生及教师信息、试题编号、试题类型及相关信息、考生答题信息、评阅成绩、考试时间、评阅时间、成绩统计等信息。与该实体关联的信息实体有学生实体、任课教师实体、试题实体表等。

6、系统相关文档信息，为了确保题库管理系统正确使用，一些关于系统使用说明及题库系统日常管理和操作中的相应文档也需要存储。如教学计划及教学任务、考试安排、基本复习资料、学习技巧和方法等，这些不同类型的信息也需要建立相应的数据基本表进行保存。

在上面的需求分析、数据结构设计、数据项分析的基础上，为了更加清楚、准确地描述用户对数据的要求，软件设计的过程中还需要建立一个概念性的数据模型，以此为基础完成数据库的设计工作。

4.3.2 实体关联图

概念模型是数据库设计中用来对真实世界中存在的事物进行描述，是设计数据结构的基础，它是独立于任何数据实体的结构模型。本节采用实体-联系模型(E-R图)来描述概念数据模型，该模型不依赖于任何的计算机系统，该模型是 P.P.Chen 在 1976 年提出来，常用的数据抽象方法就是聚集及概括，其构成要素有实体、联系和属性三类。其中实体用矩形框表示，属性用椭圆形框表示，两者之间的联系则用实线进行连接，两者之间的联系用菱形框表示，并将两者之间的逻辑关系在菱形框标注。考试系统的概念模型依据上节所建立的数据实体，首先确定其主要

属性，分别从系统不同用户的功能操作角度出发，通过建立每一模块的局部实体联系图，然后按照一定的合并原则建立全局结构的实体关联图并附上相应的说明书。本文根据上一小节所建立的基本数据实体，可以得出考生及考试试卷的 E-R 模型图如图 4-3 所示。

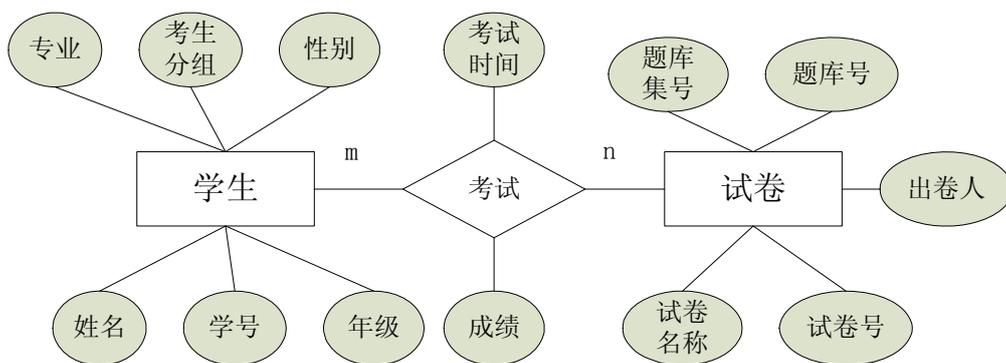


图 4-3 考生与试卷关系模型

实体之间的关系主要由三种，一对一联系、一对多联系、多对多联系。在图 4-3 中学生与考试卷明显为多对多的关系，即同一份类型的试卷可以被不同学生进行考试，而每一个学生可以参加多份不同内容的考卷，这要取决于当时考试系统的状态。同理，考生与成绩的关系为是一对多关系。由于试题属于题库的子项，对于这种包含关系，显然是一对多的联系，即不同的试题只能属于本题库，试题是构成试卷的基本项，而试题又由一些基础属性构成，图 4-4 列出了试题与试卷这两类试题的主要属性和关系。

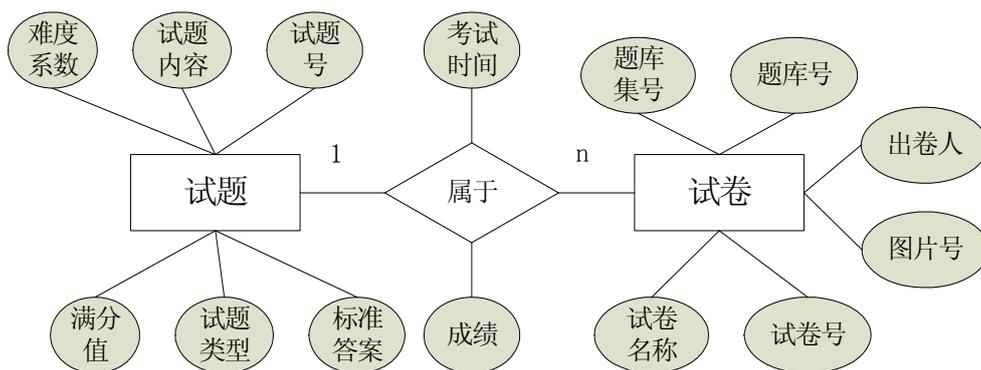


图 4-4 试题与试卷实体关系

在图 4-4 中，试卷通过属性题库号确定其归属于某类学科所建立的题库，而题库集号则标志该题库可以隶属于某个更大学科范围的题库，该属性在本系统中属

于扩展属性，用于后续系统的扩容。试卷和试题的关系为一对多，而考生答卷信息与考生关系则为一对多练习，即答卷号可以确定考生，考生可以确定答卷。考生考试结束提交答卷包括客观题和主观题两部分，其相关属性如图 4-5 所示。

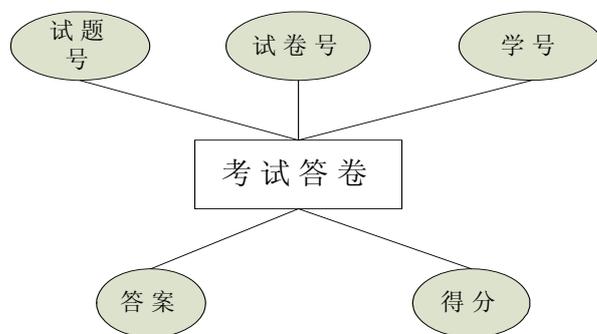


图 4-5 考试答卷关系模型

4.3.3 数据库表结构

本系统中试题类型主要有选择题、填空题、判断题、计算题这四种，其中选择题又可以分为单向选择题及多项选择题，它和判断题均可以实现计算机自动判卷，因此归为客观题型。为了将这两类题型采用统一的数据表来表示，本文单独建立的客观试题基本信息表，选择题的标准答案及选项另外存储在试题选项表中。教师凭账户和密码进入后可以根据教学的需求对考试题库中的电子商务技术试题进行如下数据操作：试题的添加、修改、查询等。由于电子商务技术专业特点，其考试题型多侧重于名词解释、简答等主观类型，但其数据操作及访问接口设计与其它考试系统并无不同之处。为了考试系统中的数据信息安全考虑，非授权用户无权操作此模块。根据图 4-3 实体转换的关系如表 4-1 至表 4-7 所示，每一个表均对应数据库中的基本信息表。数据库中各表关联性极强，以教师信息表为例，教师编号与试卷信息表中的出卷人具有约束关系，而考生信息表中的学生编号又与考试答案表中的学生号具有约束关系，同时成绩信息中的学号又要与之对应。这些数据约束关系表示，必须在数据库中基本表进行注明，否则很容易导致数据出现不一致，甚至系统崩溃。类似的约束关系在各表中大量存在，此处仅简单说明。

在表 4-1 中为试题基本表，主要存储题库中试题的基础数据和信息，此表为本专业任课教师登录后，通过试题信息输入或者批量添加操作后所保存的试题信息，添加后的试题需要经过负责人审核后进入数据库保存。一般包括如下字段：试

题编号、试题类型、难度系数、知识点分布、章节等，具体见数据实体分析模块。
表 4-2 中给出了组卷后生成的试卷信息的逻辑结构。

表 4-1 试题基本表

| 字段 | 数据类型 | 字段长度 | 可否为空 | 描述 |
|--------------|------|------|------|---------|
| Id | 自动编号 | 4 | 否 | 编号 |
| Unitid | 数字 | 4 | 是 | 试题编号 |
| Radioid | 文本 | 4 | 是 | 题型编号 |
| Raddiffculty | 文本 | 50 | 是 | 难度系数 |
| Radknowledge | 文本 | 50 | 是 | 知识点分布 |
| Radright | 文本 | 200 | 是 | 正确参考答案 |
| Radtitle | 文本 | 100 | 是 | 题干 |
| Radcontent | 文本 | 200 | 是 | 试题内容 |
| Radimage | 图片 | 400 | 是 | 题目图片 |
| Radnum | 数字 | 4 | 是 | 抽取次数 |
| Radpersonid | 文本 | 80 | 是 | 出卷教师 ID |
| Radfrom | 文本 | 80 | 是 | 试题来源 |
| Radstate | 文本 | 10 | 是 | 试题状态 |
| Radtime | 时间 | 8 | 是 | 出题日期 |
| RadExamnum | 数字 | 4 | 是 | 试题抽中次数 |
| Radscore | 数字 | 4 | 是 | 分值 |

表 4-2 试卷信息表的结构

| 字段 | 类型 | 字段长度 | 可否为空 | 描述 |
|------------|------|------|------|---------|
| Paperid | 自动编号 | 4 | 否 | 编号 |
| Papername | 文本 | 4 | 是 | 题型 |
| Papernum | 数字 | 4 | 是 | 试卷上题的数目 |
| Paperscore | 数字 | 8 | 是 | 试卷总分 |
| Papercore | 数字 | 8 | 是 | 每小題的分数 |
| Papertime | 数字 | 8 | 是 | 考试时间 |
| PaperTe | 文本 | 50 | 是 | 考试名称 |
| PaperState | 数字 | 4 | 是 | 是否允许考试 |
| Paperteac | 文本 | 10 | 是 | 出卷人 |

单元信息表中所存储的信息主要用来对试卷组成类型中各类题型的分布进行存储，其中 id 字段为数据库自动编号，它与试题信息表的 Unitid 字段成主外键关系，其中 proportion 字段用来描述在每套编号中试卷题型的比例，系统自动根据该比例，根据试卷总分计算各题型总分值，从而辅助组卷功能是否结束。具体逻辑结构见表 4-3 所示。

表 4-3 单元信息表的结构

| 列名 | 类型 | 字段长度 | 可否为空 | 描述 |
|----|------|------|------|-----------------|
| Id | 自动编号 | 4 | 否 | 由数据库自动生成的顺序编号标示 |

| | | | | |
|------------|----|----|---|------|
| Unitname | 文本 | 50 | 是 | 单元名 |
| proportion | 数字 | 8 | 是 | 选题比例 |

难度信息表：针对不同的考生可以设置考试试卷的难易程度，通过难度控制可以考察学生掌握知识点的学习、教学情况，进一步提高网络化考试系统的灵活性,具体逻辑结构见表 4-4 所示。

表 4-4 难度信息表的结构

| 列名 | 类型 | 字段长度 | 可否为空 | 描述 |
|-----------|------|------|------|--------|
| Id | 自动编号 | 4 | 否 | |
| Unitname | 文本 | 50 | 是 | 难度级别名称 |
| proortion | 数字 | 8 | 是 | 选题比例 |

学生信息表：用来储存参加训练或者正常考试的基本信息，具体逻辑结构见表 4-5 所示。

表 4-5 学生信息表的结构

| 字段 | 类型 | 字段长度 | 可否为空 | 描述 |
|----------|------|------|------|---------|
| id | 自动编号 | 4 | 否 | 学生编号 |
| Sname | 文本 | 50 | 是 | 学生姓名 |
| Sstucode | 文本 | 10 | 是 | 学生考号或学号 |
| password | 文本 | 20 | 是 | 密码 |

续表 4-5 学生信息表的结构

| 字段 | 类型 | 字段长度 | 可否为空 | 描述 |
|-----------|----|------|------|--------|
| teacherid | 数字 | 4 | 是 | 任课教师 |
| state | 数字 | 1 | 是 | 是否参加考试 |
| class | 文本 | 50 | 是 | 班级 |
| score | 数字 | 8 | 是 | 考试成绩 |

任课教师或管理员信息表：主要用来存放管理员的帐号密码，以及管理权限，相关逻辑结构见表 4-6 所示。

表 4-6 任课教师信息表的结构

| 字段 | 类型 | 字段长度 | 可否为空 | 描述 |
|-------------|------|------|------|----------|
| TeaId | 自动编号 | 4 | 否 | 教师编号 |
| tname | 文本 | 50 | 是 | 管理员，教师姓名 |
| password | 文本 | 20 | 是 | 密码 |
| Groupid | 文本 | 10 | 是 | 权限 |
| Teasex | 整型 | 4 | 是 | 性别 |
| Grade | 文本 | 50 | 是 | 任教班级 |
| Subject | 文本 | 20 | 是 | 任教科目 |
| LastLogtime | 时间 | 50 | 是 | 上次登录时间 |
| LastLogip | 文本 | 30 | 是 | 上次登录IP |

学生考试试卷信息表：保存学生的考试试卷及所完成的答案情况，具体逻辑

结构见表 4-7 所示。

表 4-7 考试试卷信息表的结构

| 字段 | 类型 | 字段长度 | 可否为空 | 描述 |
|----------|----|------|------|------------------------------|
| Id | 数字 | 4 | 否 | 学生编号 |
| Tid | 数字 | 4 | 是 | 考卷编号 |
| Testtime | 时间 | 4 | 是 | 考试总时间 |
| state | 文本 | 10 | 是 | 考生状态 |
| Answer | 文本 | 300 | 是 | 学生答案/考试剩余时间：该记录除学生 ID 其它都为 0 |
| Grade | 数字 | 4 | 是 | 考生成绩 |

4.3.4 数据库物理设计

数据库物理设计主要任务就是数据库的逻辑结构给出考试系统主要数据表的存储要求以及数据库系统本身的一些具体设置参数，如考试系统中主要数据表中相关记录的访问方法、数据库文件名、最小存储单元、数据库初始位置和大小、存取路径、存取的物理关系（设备、索引、存储区域）以及系统的配置和数据库的安全性以及主要方法。物理设计强调时间、空间以及维护代价的相互平衡，主要的原则就是能够集中的存储和访问数据库中的各类对象。

本系统存储在数据库服务器中对应的物理逻辑名为 EcExamSys，具体的物理设计属性设计如下，数据库主文件名为 EcExamSys.mdf，日志文件名为 EcExamSys_log.ldf。数据库初始大小空间为 10MB，根据数据库中数据增长速度设置空间大小增长率为 10%，不设文件空间上限，数据库文件的存放路径为 D:\EcExamSys\Data\。隶属文件组：PRIMARY。

4.4 本章小结

本章针对在线考试系统的实际软硬件环境，给出了系统总体结构设计。原型化系统实现给出了在线考试系统的主要功能结构设计，本章结合前面的功能需求分析给出了功能模块结构图。接下来重点对系统数据库进行设计，根据概念模型设计的一般原则，建立了在线考试系统中主要的实体关联图，根据数据库逻辑结构设计的相关原则列出了系统中主要数据基本表的逻辑结构。本章内容是系统实现的基础，其成果为软件设计说明书。

第五章 系统主要模块实现

本章根据前面的内容，主要阐述系统在 Visual Studio.NET 开发平台下系统主要功能模块的实现过程。限于篇幅，本章主要阐述题库管理模块、智能组卷模块、在线考试模块、阅卷模块、成绩统计分析模块、系统辅助模块的功能实现及主要过程。

5.1 题库管理功能

任课教师根据账户和密码进入在线考试系统后，需要根据试题库中试题及试卷的情况，结合考试要求和目标，首先完成题库的建设任务。试题库的管理功能主要对进入考试题库的各类试题进行添加、修改、删除和查询等基本数据访问功能。题库管理流程如图 5-1 所示。本文根据电子商务技术教学需求，考试题型主要有名词解释、填空题、判断题、选择题（单项和多项）、简答题、论述题这几类题型。

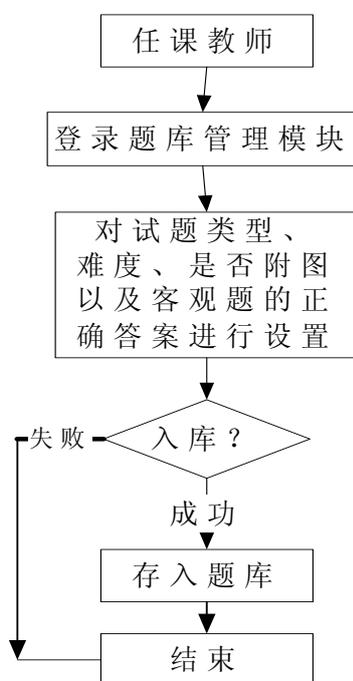


图 5-1 试题库管理流程

在题库管理模块中，最主要的操作是试题题型设置，其实现界面如图 5-2 所示。

任课教师可以根据《电子商务技术》课程建设及考试需求随时添加新的题型或者修改题型的名称。



图 5-2 题库题型管理界面

任课教师在添加试题之前，可以大致查看题库中已有试题的情况，查看选项可以根据题型、章节、难易程度等项目分别查看，满足条件的试题可以根据顺序方式和随机方式。其中客观题包括选择题和判断题两类，添加试题或者更新题库中试题的界面如图 5-3 所示，为方便用户编辑试题，功能界面中内嵌了标准 HTML 控件。用户设置好题目相关参数后，便可以点击试题添加按钮，完成题库新增试题的功能，核心代码如下：

```
protected void btnsave_Click(object sender, System.EventArgs e)
{
    //获取问题的最大编号
    //读取数据库连接字符串
    string settings =
Convert.ToString(ConfigurationManager.ConnectionStrings["SqlServices"]);
    //创建数据库连接
    SqlConnection objconn = new SqlConnection(settings); string getInsertID;
    string papename;
    papename = Session["papename"].ToString();
    getInsertID = "select Max(QuestionID) from ";
    getInsertID = getInsertID + papename;
    SqlCommand cmd0 = new SqlCommand(getInsertID, objconn);
```

```

objconn.Open();
SqlDataReader objdr = cmd0.ExecuteReader();
objdr.Read();
int Varid;
if (objdr[0].ToString() == "")
{
    Varid = 1;
}
else
{
    Varid = Convert.ToInt32(objdr[0].ToString()) + 1;
}
cmd0.Connection.Close();
string objsql;
string qtype = dplqt.SelectedIndex.ToString();
string qcontent = tbxquestion.Text.ToString();
string qanswer = tbxanswer.Text.ToString();
int qscore = Convert.ToInt32(tbxscore.Text);
objsql = "Insert into " + papername;
objsql = objsql + "(QuestionID,QuestionType,Question,Answer,Score)
values(";
objsql = objsql + Varid + ",";
objsql = objsql + qtype + ",";
objsql = objsql + """+qcontent + ",";
objsql = objsql + """+ qanswer + ",";
objsql = objsql + """+ qknowledg + ",";
objsql = objsql + qscore + " )";
//Response.Write(objsql);
//Response.End();
objconn.Open();
SqlCommand objcmd = new SqlCommand(objsql, objconn);
//执行数据库操作
objcmd.ExecuteNonQuery();
objconn.Close();
}

```

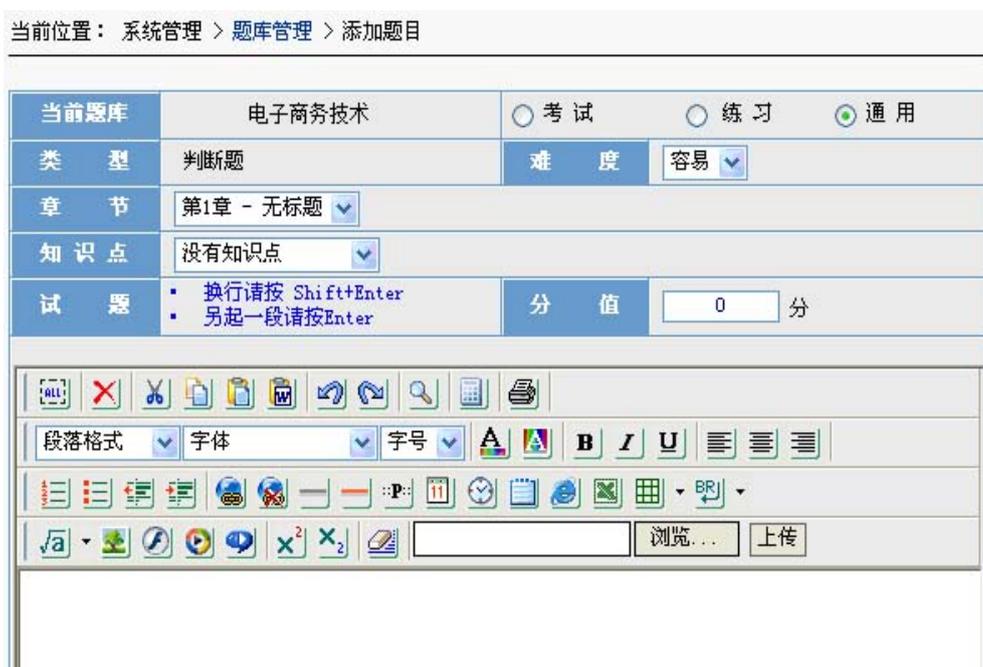


图 5-3 试题添加界面

对于任课教师，应能方便地完成题库中试题的更新，通过系统内嵌的文本编辑器完成试题信息的添加、修改、删除三种数据基本操作。为方便用户操作，系统能够根据用户输入的参数选择，如按章节、题型、难易度等方式进行；这里介绍的考试设置的程序设计是教师对进入题库的基本信息设置，如试题类性、试题难度、主要章节及知识点、试题分数等信息的设置，试题信息添加完成后还需要添加该题目的参考答案及一些注释，可通过点击“编辑器”进入类似邮箱编辑器中完成填写，就能自动将代码插入到文本框中，如图 5-4 所示。

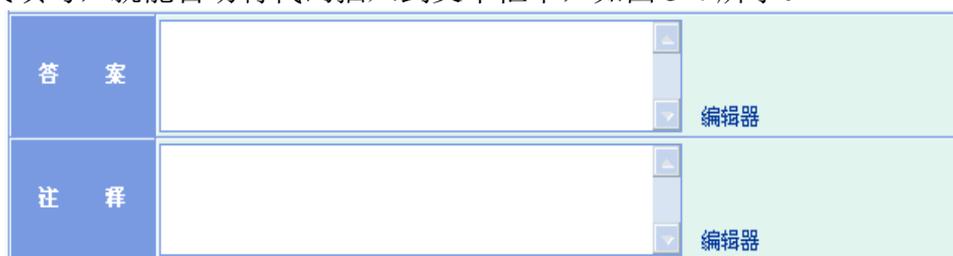


图 5-4 试题参考答案编辑界面

5.2 智能组卷模块

智能组卷模块是试卷管理模块中的主要功能，就是根据组卷算法进行组卷参数设置，将题库中的试题进行抽取组成一份考试试卷，任课教师进入题库管理系

统试卷管理界面后，单击“试卷管理”超链接，打开试卷管理页面 PaperList.aspx。界面实现效果如图 5-5 所示。

当前位置： > 试卷管理

| 课程名称 | | 电子商务技术 | 专业课 | 添加试卷 | | | | | |
|--------------------------|----|--|----------|-------------------|----------------|--------|------|-------------------------------------|--------------------------|
| 删除 | 序号 | 试卷名称 | 方式 | 考试范围 | 考试时间 | 限时 | 题型管理 | 打开 | 关闭 |
| <input type="checkbox"/> | 1 | 试卷1 出卷人：admin 难度：随机 (WORD/网页) | 考试 随机 | 第1章 到 第2章 无公共课 | 十六周上午 10:00 | 120 分钟 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 2 | 试卷1 出卷人：admin 难度：随机 (WORD/网页) | 考试 随机 | 第2章 到第3章 | 十八周下午 15:00 | 120 分钟 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

图 5-5 试卷浏览显示界面

在本系统，试卷的组卷方式有随机出卷和任课教师手工出卷，如果选择随机出卷，则只需要根据考卷要求在组卷参数界面中选择出卷方式为随机，系统就会组卷要求随机从题库中选取相应的试题组卷，系统会自动判断题量。人工出卷可以在随机出卷的基础上根据教师个人要求进行修改，也可以选择完全按照人工方式进行抽取，这时出卷人必须进入题库中的试题浏览界面，根据题型以及难度系数等关键字查询相应的试题，将抽取的试题标记为“选中”状态，然后点击组卷就可以生成相应的试卷。人工组卷虽然过程繁琐些，但确能较好地满足考试要求，是系统自动组卷的有力补充，因而在本系统中采用随机组卷与人工组卷相结合的方式。

试卷考试的目的有两类，一类用于考生日常训练，一类则用于较正式的考试，为了方便主观题阅卷，对考生提交的答案也同样进行了限制，其提交后保存的方式可以分为“五题一页”、“整体保存”和“分布保存”。保存方式的不同对网络服务器及网络通信的要求是不同的，例如考后整体保存的方式，虽然比较方便，但在题量较大的情况下很容易导致网络速度慢，同时容易因为意外操作导致考生答案丢失。因而本系统提供了每题单独保存的功能，当考生完成全部试题后，再统一将单独保存的试题一次性提交数据库服务器。

试卷计分方式则主要根据试卷的总分限制来选取试题，由于题库中就算相同题型的试题也会因为难度系数或别的原因导致分值不一样，因而在组卷时需要考虑组卷后的试题分值相加是否满足考卷要求，因此，试卷计分方式可以进行抽取试题进行限制，也是组卷操作结束的标志。本系统设定了“按题型计分”和“按

单个试题计分”的两种方式，前一种计分方式根据题型的数量计算每类题型下的分值，后一种计分方式则针对每道试题计分，选中后的试题其分值自动保存，逐一递减，直到满足设定的试卷总分，试题抽取便自动结束。“显示知识点”这一参数是二值属性，主要用来考试时是否在每道试题显示该题目的考核重点，假如该试卷用于学生日常训练的话，则可以选择“显示”，有助于学生在训练过程中熟悉该知识点的考试形式及重点。考虑到《电子商务技术》属于专业基础课，如果教师考试的时候希望结合一些公共基础课，如《计算机网络》、《数据库原理》等科目混合考试的话，则可以选择“是否结合公共课”中的肯定选项，这种设定的组卷方式就会从其它科目中的题库系统抽取相应的试题，本系统中暂时没有添加其它课程，该功能模块主要作为系统的扩展功能，目前尚未实现，因而默认状态是“不结合”。及格分数用于统计考生的通过率。可以在“班级排行榜”和“汇总与统计”里看到。由于电子商务技术在多选题答案设置中一般存在多个选项，因此需要由出卷教师制定评阅标准。本文根据一般的多项题评分规则：一种是精确给分，只有学生选项与标准答案完全相同才给分数；第二种则根据选项进行区分，选对得满分，少选则根据选项比例进行分数分配，其得分比例可由任课教师设置，错选、多选则不得分。接下来对组卷参数设置界面中的相关要求进行了说明。试题显示顺序主要保证组合后的试卷题目是否按照在题库中的顺序显示，默认状态是随机显示。学生参加在线考试后，可以根据该试卷的成绩及答案显示的方式进行选择，本系统提供三种方式，分别是“考生考完后查询”、“教师批阅后查询”、“成绩统计汇总后查询”。任课教师可以根据考试试题的形式、性质进行选择，例如该考卷均有客观题组成，考试性质主要为平时知识测验，则可以选择考后立即查询，即考生提交考卷后客户端就会显示考生成绩及参考答案；如果试卷中含有主观题（简答题，论述题），那就必须选择教师批阅后成绩查询的方式，考生必须等教师批阅成绩并提交后，学生才能查询到自己的考试成绩。组卷中试卷的总体难度系数也可以自行设定，本系统可设定为“随机”、“容易”、“中等”、“较难”、“最难”这五类，系统会自动根据难度系数的设定根据一定的难度系数比例自动从题库中抽取满足要求的试题。

组卷功能模块的实现关键是选择合适的抽题算法，在目前的文献研究中，相关的研究算法较多，常见的有随机抽题组卷算法、基于遗传算法，蚁群算法的智能组卷算法等。考虑到本系统的易实现性，同时结合了人工组卷的优势，因此本文采用了较简单的随机抽题组卷法，通过在已建的题库中随机抽取试题并组成符合要求的试卷，该算法的实现过程描述如下：

系统首先读取配置的试卷参数，包括抽题题量 TK_count ，同时建立相应的字符串数组进行相应数据的保存。系统先把满足出题要求的全部题目的题号送入数组 M_TK 中，利用生成的随机函数 $random()$ 随机抽题，并将抽中的题号存入相应的空字符串变量数组中“C 已抽题号”，同时将该题号从数组 M_TK 中删除该元素，数组总量减一。最后根据“C 已抽题号”数组中选中的题号利用 $SELECT$ 语句将对应的试题信息从试题库中读出，方便教师形成符合要求的考试试卷。详细的组卷流程图见图 5-6 所示。

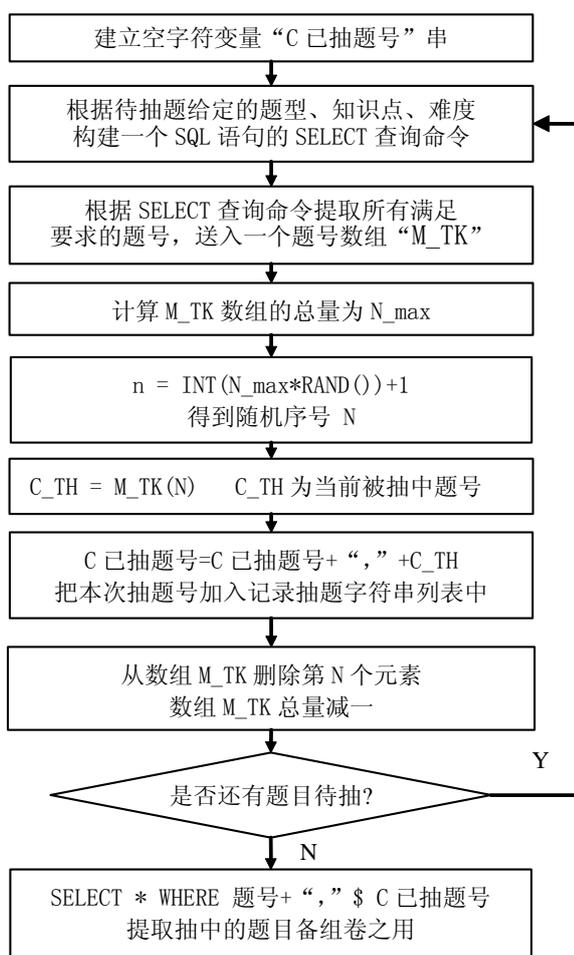


图 5-6 随机抽题组卷算法流程图

利用随机抽题组卷算法所形成的考试试卷自动加入到试卷管理界面中的试卷列表，如果没有满足要求的考试试卷，就需要教师重新组合试卷，点击“添加试卷”按钮，就进入试卷组卷参数设置界面，由出题人根据试卷参数进行设置，实现效果如图 5-7 所示。教师根据提示内容进行选择，就可以完成新试卷的添加，添加后的新试卷会在试卷浏览界面显示。

| 添加试卷 | |
|--|---|
| 课程名称: <input type="text" value="电子商务技术"/> | 出卷方式: <input type="button" value="随机选择"/> |
| 试题显示顺序: <input type="button" value="打乱"/> | 试题是否相同: <input type="button" value="考生试题不相同"/> |
| 试卷名称: <input type="text" value="网络营销知识测验"/> | 出卷人: 杨燕新 |
| 考试时间: <input type="text" value="120"/> 分钟 | 成绩公布: <input type="button" value="公布成绩"/> |
| 查询方式: <input type="button" value="考生考完后查询"/> | 考试次数: <input type="text" value="0"/> 0为无数次 |
| 难度: <input type="button" value="随机"/> | 性质: <input checked="" type="radio"/> 考试 <input type="radio"/> 训练 |
| 开始时间: <input type="text" value="2012-05-23 15:00"/> | 结束时间: <input type="text" value="2012-05-23 17:00"/> |
| 开始章节: <input type="button" value="第1章 - 第1章标题"/> | 试卷总分: <input type="text" value="100"/> |
| 结束章节: <input type="button" value="第1章 - 第1章标题"/> | |
| 试题显示方式: <input type="button" value="5题一页"/> | |
| 多选题: <input type="button" value="精确给分"/> | 多选题少选: 最多给分 <input type="text" value="50"/> % |
| 及格分数: <input type="text" value="60"/> | 设置区分度: <input type="text" value="0.6"/> |
| 试卷计分方式: <input type="button" value="按各种题型计分"/> | 显示知识点: <input type="button" value="显示"/> |
| 是否结合公共课: <input checked="" type="radio"/> 不结合 <input type="radio"/> 结合 | 公共课: <input type="checkbox"/> 公共课1 <input type="checkbox"/> 公共课2 |
| <input type="button" value="下一步"/> <input type="button" value="关闭窗口"/> | |

图 5-7 组卷参数设置界面

5.3 学生在线考试模块

当任课教师或者管理员抽题完毕后，考生就可以直接进入课程试卷选择状态了。通过选择课程与试题进行在线考试，考试完成之后提交试卷，最后，等到试卷批阅完成之后可以查看考试试卷与成绩。学生在线考试流程如图 5-8 所示。

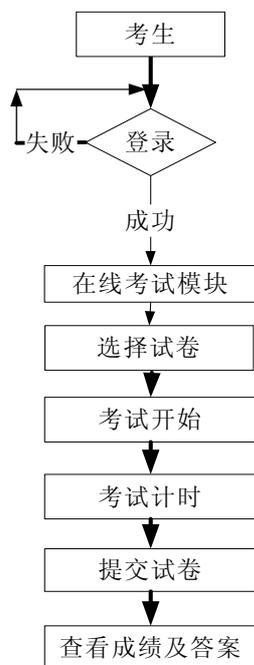


图 5-8 学生在线考试流程

用户登录页面后台支持类（default.aspx.cs），登录页面主要是使用 TextBox 输入控件来让用户输入登录信息，实现效果如图 5-9 所示。该模块主要对用户提交的身份信息进行验证，响应用户提交输入信息的事件，将输入信息与用户数据库中的信息进行比对，即实现“登录系统”按钮的单击事件。代码中使用 Session 对象记录了登录用户名，便于后续功能的使用。考生登录成功后，进入考卷浏览界面，可以根据考试安排选择需要考试的界面，如图 5-10 所示，点击开始考试后进入开始考试。登录系统部分代码如下，这里只给出登录身份判断代码。



图 5-9 考试系统登录界面

```

SqlParameter("@UserPwd", SqlDbType.NVarChar, 12);
    paramUserPwd.Value = tbxuserpwd.Text;
    objcmd.Parameters.Add(paramUserPwd);
    SqlDataReader dr = objcmd.ExecuteReader();
    if (dr.Read())
    {
        Session["username"] = dr["UserName"].ToString();
        string usertype = dr["UserType"].ToString();
        if (usertype == "student")
        {
            Response.Redirect("students.aspx");
        }
        else if (usertype == "teacher")
            Response.Redirect("teachers.aspx");
        else if (usertype == "system")
            Response.Redirect("admin_user.aspx");
    }

```

```

else
{
    lblerr.Text = "没有权限进入系统";
}
}
else
{
    lblerr.Text = "请输入正确的用户名和密码";
}
}
}
}rName);

```

| | | 考试时间 | 限时 | 次数 | 操作 |
|---|--------------------------------------|------------------|-------|----------|------|
| 1 | 人工试卷 出卷人: admin 难度: 随机 (人工) | 2012-5-23 15: 00 | 120分钟 | (0/11) | 参加考试 |
| 2 | 随机试卷 出卷人: admin 难度: 随机 (随机) | 2012-6-21 10: 00 | 120分钟 | (0/11) | 参加考试 |

图 5-10 考卷信息显示界面

试卷内容及相关信息通过数据库访问接口读入到系统内存后绑定到 DataGrid 控件上，绑定过程由函数 Bind_Questions()实现，该函数的代码如下所示。

```

void Bind_Questions()
{
    //读取数据库连接字符串
    string settings =
Convert.ToString(ConfigurationManager.ConnectionStrings["SqlServices"]);
    //创建数据库连接
    SqlConnection objconn = new SqlConnection(settings); //打开
数据库连接
    objconn.Open();
    String objsql;

```

```

string papername = GetPaperName();
objsql = "select * from " + papername;
SqlDataAdapter da = new SqlDataAdapter(objsql, objconn);
//创建并填充 DataSet
DataSet ds = new DataSet();
da.Fill(ds);
dgdpaper.DataSource = ds;
dgdpaper.DataBind();
objconn.Close();
}

```

考生完成该考试后，会自动调用评分功能模块的程序 ScoreCalculate.aspx 计算学生提交答案成绩，这个功能的实现上相对比较简单，通过 Update_Score()函数实现。但只能计算客观题分数，主观题的成绩需要由任课教师评阅后才可以查看，界面显示效果如图 5-11 所示。学生点击分项查看链接可以查看客观题答案解析及主观题的参考答案和评分标准。



图 5-11 考试成绩显示界面

5.4 主观题阅卷模块

客观题的阅卷通过上述自动评分模块的函数可以实现，但对于主观题阅卷而言却是智能评卷技术中的难点，它更多的需要掌握词法分析以及语义识别等方面的技术，这方面相关的研究文献在第二章中已经略有阐述，这里就不做重点分析。

本节根据第二章中的文本相似度匹配技术来计算学生提交的答案和标准答案之间的文本相似度来判断考生答题情况。考虑到学生在主观题（本文以简答题为例），由于简答题的考试内容在《电子商务技术》课程中属于难度系数较容易的题目，虽然学生回答的具体答案可能多种多样，但基本相差不会太大，即考生自由发挥度并不多。因此，第二章提出的文本相似度的匹配技术是比较适合该类题型的自动判卷的。笔者将问答题的参考答案分解成若干个关键字存储在数据库的参考答案数据表中，根据关键字在整个答案中的重要性分别给与一定的分值作为判卷参考分值，要求尽量将关键字和分值相对应。因而主观题判卷技术的主要问题就是提取考生答案中的关键字和参考答案中关键字的匹配程度，其定量评价指标就是文本贴近度（贴近度的计算方法较多，本文就按照最简单的字符串比对系数来计算），根据贴近度的值计算学生答案和参考答案的相似度，从而自动给与响应的参考分值，最后由任课教师在适当考察学生答案的组织情况以及语句之间的逻辑顺序和语义关系进行综合判断考生答题质量，最后确定相应的分数作为最终的成绩提交。

根据上述阅卷思路，本文建立了图 5-12 的主观题阅卷流程。首先对学生提交的主观题答案进行词句分析，判断学生答案中是否存在相应的得分点（关键字）来检查学生答案，假如学生提交的答案不存在任何的得分点，就可以直接判卷为 0 分，结束阅卷流程。这就提高了程序计算效率，避免服务器资源浪费。在确定存在得分点的情况下再用关键字对学生答案进行分析，根据答案中是否存在汉字分别选用不同的贴近度计算方法来判断两个文本之间的相似程度，给予相应的参考分值。

主观题阅卷模块的实现主要用到 ASP.NET 里面的 DetailsView 控件来实现学生考试试题的显示以及相关访问和操作，通过 SqlDataSource 控件来实现与主观题试题答题信息的数据关联（学生答题信息以及参考答案信息）。系统进行阅卷时，通过 DetailsView 控件来抽取相关试题信息，并将其存入到 SqlDataSource 指定的数据源，同时实现删除、插入、修改、更新等功能。管理员进入主观题阅卷模块时能够根据授予的权限进行数据的高级操作，学生进入则只能看到该 DetailsView 控件显示的试题信息以及评分步骤以及参考答案。

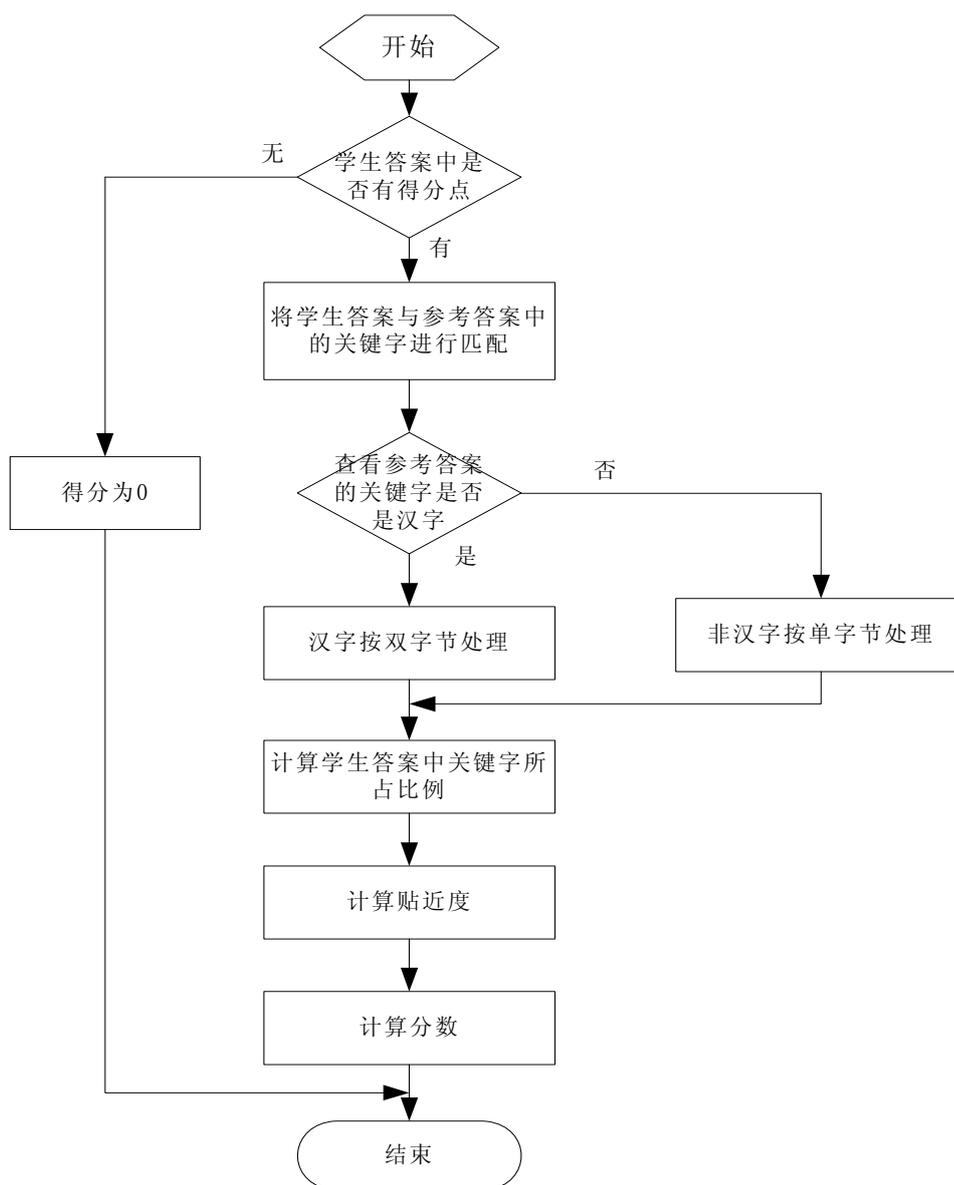


图 5-12 主观题判卷程序实现流程图

主观题阅卷模块的主要工作流程描述如下：首先将试卷对应的主观题参考答案以及学生提交的答题信息进行分词处理，考虑到参考答案信息相对固定并且主观题信息相对不长（答题时可限制字数），因此，在阅卷之前，可将数据库中存储的参考答案首先进行分词处理，并将处理结果分别存入到指定的存储区域（可开辟专用数组），然后对学生提交的主观题答案同样进行分词处理，根据对应的试题序号计算二者之间的语义贴近度，根据贴近度的计算结果进行评分（贴近度高则答案越接近标准答案，学生评分高）。分词算法采用的逆向最大减字匹配算法，结合语义相似度，设置 **MaxLenth** 为截取最大字串长度，每次减字长度为 1 个单字，

再加上 SQL Server 2005 存储的人工词表（按照汉字一般规则组织），则具体算法可以描述如下：

1.从试题参考答案数据库中读取每道主观题的答题信息，并从末尾截取 MaxLenth 长度（该值可由教师根据答案人工设置）的字串；

2.将截取的答案字段和存储的字典进行比较；如果匹配成功，则认定为一个词，记录到缓存的数组中。否则 MaxLenth-1，返回 2；

3.如果最后匹配到该 String 的最后一个字仍然无法匹配，则记录该 String 作为未登录词，返回 2；

4.参考答案匹配结束后，便结束分词处理过程，则得到参考答案的词的数组的集合；

5.同理，将学生提交的主观题答题信息同样进行上述 1-4 的类似步骤分词，同样将匹配好的字串存入到对应的数组中；

6.然后比较参考答案数组和学生提交答案的数组，由主观题得分计算函数 float CamInstance(char[]stuanswer, char[] answers,float(),int P) 进行贴近度的计算；

7. 贴近度低于某个阈值 X 则该题最后得分给出最低分 MinScore; 贴近度最高的给出每道题目的最高分值 MaxScore，然后按照语义相似度的高低，按照进行最后的比例评分。为了防止系统自动阅卷出现不合理的分数评定，系统设定最高分以及最低分阈值。

其判卷模块的核心代码为贴近度函数，主要代码如下：

```
float CamInstance(char[]stuanswer, char[] answers,float( ),int P) { //计算得学生分数
```

```
Answers_Ascii=* [] Stuananswer ;//获取学生答案关键字的首地址
```

```
if (answers_Ascii&0X80){ //判断关键字的组成，根据是否是汉字决定处理方式
```

```
    k=2; }
```

```
    else
```

```
    {k=1;}
```

```
for(int n;n<k;i++) //判断关键词有几个汉字
```

```
{ch_answer[ij-*answerl;
```

```
answerl++}
```

```
while{ } //下一个关键词的位置
```

```

    {r+=r}
    Q+=q}}
for(int n=0;n<r;n++) //判断学生关键词是否是知识点
{
m=m+1 ; }//知识点累加
score1=m*Q*P; //计算学生答案基本知识点得分
return score1;
for(int n=0;n<r;) //判断学生关键词是否有是设定的关键词
{
s=m/(m+n);
score2=r(a,b)*P; //计算学生答案严格贴近度}
while(p)
return score2+ score 1;}

```

在系统功能实现时，任课教师通过身份验证点击试卷批阅链接后，首先由系统自动调用评分函数对试卷中的客观题进行评阅，并将客观题评阅成绩插入学生成绩客观题部分的基础数据表中，当任课教师进入试卷批阅后，客观题部分的成绩信息直接由数据库中读取，不需要再次计算。对于试卷批阅教师而言，学生信息在阅卷模块不能显示，即封闭式阅卷，并且教师不能修改提交后的学生答案和考试成绩，确保阅卷中不存在人情分。只有当试卷中所有的题型批改完后，教师必须点击“试卷批改完”，否则在考试成绩分析模块将无法完成试卷分析及考试成绩的统计工作。本文实现的主观题阅卷界面如图 5-13 所示，界面比较清爽，考生答案和参考答案同页显示，考虑到本文的主观题批阅技术还不够完善，因此系统的批阅成绩仅仅作教师改卷的参考分值，需要通过教师手工稍作修改。教师可从试卷表中查询成绩。

| 简答题 (共 2 题, 20分) | |
|---|---|
| 序号 | |
| 题目 | <p>(难度：容易) ——</p> <p>什么是电子支付，电子支付有哪些特点？</p> |
| 参考答案 | <p>电子支付是以金融电子化网络为基础，以各类交易卡为媒介，以计算机通信技术为手段，以电子数据形式存储在银行的计算机系统中，并通过计算机网络系统以电子信息传递形式实现流通和支付。</p> |
| 学生答案 | <p>电子支付就是以电子货币作为交易方式的一种付款行为，通过利用计算机网络技术和电子信息传送技术将顾客在购买信息传递给金融机构进行贷款扣除，它是建立在各种交易卡的基础上，充分利用计算机通信技术来实现。</p> |
| 自动阅卷 | <p>该题分值：<input type="text" value="10"/> 答案相似度：<input type="text" value="85%"/></p> <p>参考分值：<input type="text" value="8.5"/> 实际得分：<input type="text" value="9"/></p> |
| <input type="button" value="保存"/> <input type="button" value="关闭窗口"/> | |

图 5-13 主观题阅卷显示界面

5.5 成绩统计及分析模块

考试成绩的统计及分析也是衡量考试系统功能是否完善的重要因素。对考试系统而言，为了方便教师在考试后能完整地每一份试卷考试情况进行分析，本系统设计并实现了较强的考卷分析程序模块。流程图如图 5-14 所示。

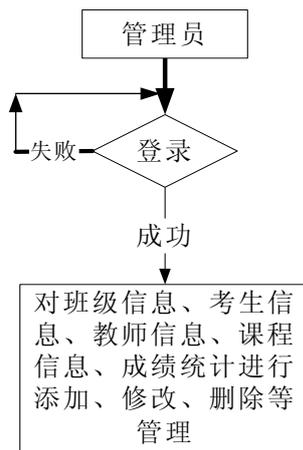


图 5-14 成绩统计与分析流程图

能够对每张考试试卷的成绩相关指标进行计算，主要指标有及格人数、成绩排名情况、各阶段考试成绩及人数分布、平均分、方差、课程均分（该课程所有

试卷均分总和÷该课程试卷数)、系统均分、考试成绩正态分布图等,界面效果如图 5-15 所示,其中成绩正态分布效果如图 5-16 所示。

当前位置: 系统管理 > 试卷批改 > 试卷统计

| 序号 | 试卷 | 及格人数 | 总成绩 | 考试人数 | 试卷均分 | 课程均分 | 系统均分 | 正态图 |
|-----|------------|------|-----|------|------|-------|-------|-----|
| 1 | ▶ - 网络营销 | 1 | 10 | 1 | 0 | 0 | 2 | |
| (1) | - 随机试卷 | 1 | 10 | 1 | 10 | 0(10) | 2(8) | 查看 |
| (2) | - 人工试卷 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0(0) | 2(-2) | 查看 |
| 2 | ▶ + 在线交易 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 3 | ▶ + 电子商务基础 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | |

图 5-15 试卷统计界面

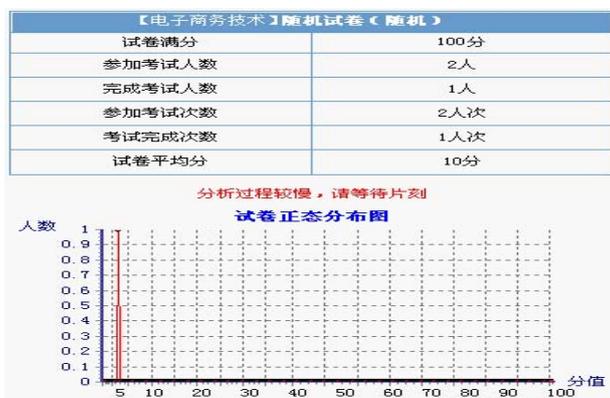


图 5-16 试卷正态分布图

5.6 其它辅助模块

在线考试系统开发的目标就是加强师生之间的交流,促进师生互动。为了更好的掌握学生在《电子商务技术》课程学习中的想法和意见。本系统设计和开发了一些辅助功能模块。例如在线问卷调查系统,系统管理员或任课教师可以通过在线问卷调查系统专门针对某个问题进行调查,要求班级的学生进行投票或发表看法,用于了解考生对这一问题的看法,实现效果如图 5-17 所示。本文为了测试本系统的使用情况,就设计了一个调查学生对考试系统发展方向看法的问卷系统,每个学生都可以参加调查(不允许重复参加)和查看调查结果。调查表分单选题和多选题两种类型,问卷具体的项目可以由管理员自行设定。

当前位置： 系统管理 > 综合管理 > 在线调查管理

| ID | 调查列表名称 (添加) | 状态 | 设置 | 操作 |
|----|---------------------|----|----|----|
| 1 | 您认为我们的考试系统的发展方向是什么? | 打开 | 单选 | 删除 |

图 5-17 在线调查管理界面

5.7 本章小结

本章主要论述《电子商务技术》在线考试系统主要功能模块的实现，根据使用者对象的不同，分别阐述了系统主要功能模块——试题管理模块、组卷模块和学生在线考试、智能阅卷、成绩统计分析、系统辅助等模块的软件实现流程及部分关键代码，完整再现了整个系统的实现细节，并给出了实现后效果运行图。

第六章 系统测试及结果

《电子商务技术》在线考试系统经过两个月的联合调试，目前已在昆山第一中等专业学校进行试运行，通过对我校电子商务专业两个班级学生使用后调查结果来看，系统基本能正常运行。本章就在前面几章系统设计与实现的基础上，根据试运行过程中进行的一些软件测试来阐述系统测试及应用情况。

6.1 软件测试内容

6.1.1 界面测试

本系统在设计相关功能界面时，通过调查问卷获取了相关用户对题库系统操作界面的偏好及风格，因此在界面设计之初由本校美术教师用 photoshop 软件确定了主要功能界面的风格和布局，然后由程序设计人员根据设计文档编程生成静态的 HTML，CSS 等风格文件，形成统一的风格的页面/框架。在网络环境下的系统界面除了强调美工效果外，同样需要确保页面链接是否正确，如不同界面之间的切换效果、连接方式、连接位置、连接说明等内容也都是界面测试需要完成的内容^[33]。综上所述，本系统界面测试主要有如下内容，见表 6-1 所示。

表 6-1 系统界面测试内容及结果

| 序号 | 测试功能点 | 测试方法 | 测试结果 |
|----|--------------|-------|------------|
| 1 | 站点地图和导航条的位置 | 客户端浏览 | 正常 |
| 2 | 功能界面文字大小、位置 | 浏览器 | 正确 |
| 3 | 导航等内容布局 | 浏览器 | 正确 |
| 4 | 页面在屏幕中的大小、位置 | 浏览器 | 正确 |
| 5 | 界面中的不同链接 | 浏览器 | 正确 |
| 6 | 错误恢复测试 | 突然断电 | 数据正确 |
| 6 | 调整浏览器窗口大小 | 浏览器 | 正确 |
| 7 | 不同浏览器进行浏览 | 浏览器 | 界面中元素容错性正确 |
| 8 | 不同浏览器进行浏览 | 浏览器 | 页面元素均能正常显示 |

6.1.2 功能测试

进行功能测试的方法主要有白盒及黑盒两大类，在测试中需要测试人员根据具体的测试环境和要求尽心选择。在程序员进行模块编码时，由于程序编制人员

对自己编写的代码结构非常清楚，可以根据代码执行路径和逻辑结构选用白盒测试方法进行，其程序内部逻辑结构相对测试者而言是完全透明的，因此子功能模块代码级别的测试常用白盒测试技术(White Box Testing)进行测试，测试人员也常由程序设计人员担当，可以通过白盒测试及早发现程序编码阶段所出线的问题。白盒测试的主要技术特点就是：测试能够看清每一步代码执行的结果和运算路径，测试过程深入到每一个代码执行效率，能够看清内部每一个执行细节，其测试也往往需要测试人员借住专业的软件调试工具进行。

在程序员完成功能模块代码编写后，需要利用黑盒测试技术测试模块的输入输出的接口性能，测试用例的设计要覆盖本系统全部的功能，测试过程中某些模块需要用到其它模块的数据时，则需要测试人员建立相应的桩模块，其用例功能的编写主要依据是系统功能需求，模拟客户的应用程序使用场景进行测试，黑盒测试基本贯穿了功能模块测试的主要过程，在本系统中利用黑盒测试技术主要测试系统中是否存在如下问题：

- 1、软件测试前需要考虑到用户常用的环境软件配置，尽可能的在不同用户使用设置条件下测试相关功能，例如 IE 浏览器的选项配置、屏幕分辨率设置等参数不同客户其选项也有差异，往往导致测试结果不同。只有系统各功能模块都符合软件需求说明，每一部分的功能测试结果与预期相同才算通过测试。

- 2、应用程序最终的目标和验收完全由使用者决定，因而功能测试需要收集完整的用户体验报告，进而比对系统开发说明。在有边界条件情况下，需要测试人员考虑到各种异常输入导致的系统错误，测试数据需要输入可能出现的所有边界值，防止因测试用例不完整所导致的测试结果不可信。

- 3、需要对应用程序进行压力测试。尽可能真实的模拟系统实际应用的网络环境，系统功能在单人、多人、大量用户访问情况下是否均能正常工作，系统工作性能是否会受到影响，系统响应时间是否在客户接受范围内。

- 4、功能测试内容的设计还需要考虑到系统运行的稳定性、容错性、健壮性等。因而进行功能测试用例设计时需要充分考虑用户错误输入，界面安全验证、外部突发事件等异常条件下系统功能的实现情况。

本文软件测试的重点内容就是对题库系统中主要功能模块进行测试，测试的具体内容可以根据使用者的分类进行设计，主要分为学生功能模块测试，主要测试在线考试等功能，教师模块功能测试，主要测试试题管理、试卷生成、用户信息管理、成绩管理等子模块的实现。具体测试主要包括如下几方面的内容：登录验证功能的表单提交，模拟学生用户或者任课教师在各种条件下的账号和密码输

入情况，测试登录功能的实现情况，例如当用户输入帐号或密码时故意遗漏其中一项时，系统均会给与相应的提示；当用户身份验证通过后，系统登录模块同样给出相应的提示，同时测试了用户在不登录情况下是否能够通过在网址栏直接输入页面地址进入系统操作界面。限于篇幅，本文只给出了部分功能的测试内容，见表 6-2 所示。在对系统各子功能模块测试以后，又进行了集成功能测试，同时将测试结果进行汇总反馈给学生和相关任课教师，听取他们对测试结果的意见，从而进一步进行改进。

表 6-2 系统主要功能测试用例

| 功能点 | 用例编号 | 用例说明 | 前置条件 | 输入 | 预期结果 | 测试结果 |
|--------|------|-----------------|--------------|---------------------------|--------------|------|
| 学生登录模块 | 1 | 学生登录身份验证 | 用户名或密码不为空 | 输入正确帐号及密码 | 进入在线考试界面 | 正确 |
| | 2 | 身份验证 | 非法的学生帐号和密码 | 输入错误的帐号密码 | 提示错误 | 正确 |
| | 3 | 已参加考试重新考试 | 已考试的学生点击重新考试 | 单击在线考试链接 | 提示已考试，请退出 | 正确 |
| | 4 | 显示答案 | 考试结束提交 | 获取答案 | 显示客观题得分及参考答案 | 正确 |
| 教师操作模块 | 1 | 任课教师登陆操作 | 输入正确用户名和密码 | User:test1; Pwd:123456 | 进入后台题库管理主界面 | 正确 |
| | 2 | 进入试卷管理设置，单击添加按钮 | 题库中不存在此试卷 | 点击组合试卷链接 | 进入组卷参数设置界面 | 正确 |
| | 3 | 添加新的试题 | 试题库中存在该类题型 | 输入题干、内容、参考答案 | 试题正确保存 | 正确 |

根据功能测试结果，可以看出在在线选练时，登录系统的学生抽取的试卷题型分配及知识点分布均根据组卷参数而成，但题目的重复率不高，即使有相同的试题在试卷中的题号也不相同，从功能测试的结果看，基本实现了题库功能的设计与开发。

6.1.3 负载测试和压力测试

功能测试通过之后只能说明本系统各功能模块实现了软件预先规格说明，在进行实际部署时还需要进行负载测试和压力测试，这一部分测试需要在系统集成测试之后进行，是建立在系统基本功能实现的前提下。其测试方法主要通过一定量的客户使用进行，根据测试环境和条件的具备，测试用户可以采取实际用户，一般根据题库系统同时在线的人数分别选取 50 人、100 人、200 人这样的测试规

模。也可以借助测试软件进行用户性能模拟所获取的服务器性能数据来评估系统的稳定性，后一种方法测试成本较低。

本系统的使用对象和范围主要是学校，组织 200 左右规模的实际用户来测试系统负载及压力是比较方便的事情，同时避免了测试软件配置困难的不足。电子商务题库管理系统的任课教师用户往往较少，同时在线人数并不多，对系统压力没有太大影响，主要测试学生在线考试的压力情况。于是本文在系统功能集成测试之后，组织了本校高职四个平行班共 200 个学生在去年期末考试前到机房进行习题练习和在线模拟考试，在模拟考中这 200 个学生同时进入题库考试服务器抽取电子商务试卷进行考试，机房中大部分电脑配置较低，均为 06 年购置的组装机，硬盘在 80G，CPU 为 512M，服务器是一台普通 PC 机，网络带宽 1M 左右，测试表明，本系统所在的服务器 CPU 利用率始终控制在 40%–55%之间，表明服务器性能较低，响应速度较慢，服务器各项资源消耗较大。从功能实现角度虽然基本正常，系统也能够正常访问及返回操作结果及数据，但如果继续增加考试人数的话将会导致系统访问性能快速下降甚至崩溃。

具体压力测试的主要数据如表 6-3 所示：

表 6-3 系统性能测试数据及结果

| 并发客户端 | 10 | 50 | 100 | 150 | 200 |
|---------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 平均响应时间 | 0.044(s) | 1.253(s) | 2.475(s) | 4.238(s) | 4.873(s) |
| 数据传输率 | 5143(KB/s) | 4753(KB/s) | 4238(KB/s) | 3826(KB/s) | 3655(KB/s) |
| 网络利用率 | 16% | 28% | 48% | 56% | 70% |
| 平均内存占用率 | 28% | 35% | 44% | 51% | 54% |
| CPU 占用率 | 9% | 15% | 42% | 48% | 56% |
| 拒绝服务报错率 | 0% | 0% | 1.2% | 2.2% | 3.6% |

6.1.4 安全测试

在线考试系统的安全测试主要有三个方面，首先是防止非法用户操作本系统，第二是防止网络上的攻击，最后一个就是系统数据库本身的安全。

在用户认证测试过程中，主要保障用户能够在授权范围内完成相应的系统操作，这就需要测试系统的授权机制是否明确，确保用户操作不发生相应的冲突，导致数据出现不一致，从而防止用户权限的混乱导致系统功能的紊乱。同时，系统使用者登录时密码不能够通过复制方式输入且输入时不可见，有效防止登录密

码的泄漏；无论教师还是学生均不能通过输入系统文件地址路径访问系统，用户退出后需要删除用户信息，不保存操作路径，用户浏览系统过程中通过退出键退出登录界面后再次登录系统需要重新输入帐号密码登录，上述测试内容确保了系统用户认证的安全性设计。网络安全的测试需要借助第三方网络监控软件，防止因操作系统本身的漏洞导致系统遭受攻击，关闭一些不常用的功能插件，做好基础的防护措施，同时及时更新系统相关补丁程序，安装病毒防火墙程序，网络安全测试表明本系统服务器具有较强的反攻击及病毒识别能力，有效阻止了网络环境下的攻击。在测试过程中，充分利用了数据库管理软件自身的安全保护机制，防止用户不合法的适用导致数据出现不完整，造成数据的泄漏、损坏等，测试表明本系统数据库具有一定的备份和恢复能力。

6.2 测试结果分析

限于篇幅所限，本文中所列出的测试用例仅为全部测试用例的一部分。根据上述测试用例及测试结果分析未发现本系统中存在严重的缺陷和错误，系统测试整体通过，笔者根据测试用例中发现的软件缺陷情况进行了统计，结果见表 6-4 所示：

表 6-4 错误统计表

| 错误类型 | 错误数量 | 软件系统错误处理意见 |
|------|------|-------------------------------------|
| 简单错误 | 5 | 界面风格部分不一致，错误修改后不需要进行回归检查 |
| 一般错误 | 1 | 功能子模块内错误，不涉及其它模块，错误修改后只需要进行单元回归测试即可 |
| 严重缺陷 | 0 | 必须进行系统联合调试 |

根据上述测试步骤和测试结果表明，本文开发的基于 Web 的电子商务在线考试管理系统各功能模块基本正常使用，各界面显示效果良好，风格一致。系统服务器能够在用户忍受的时间范围内返回操作结果，基本符合校园网中管理信息系统运行时各项性能要求。能实时地对多用户的检索需求做出正确、快速响应。在上述测试过程中，网络使用状况良好，流量较低，无拥塞情况，各客户端界面友好，交互及时，各用户的业务逻辑流程功能顺利实现，程序运行能满足设计要求。

6.3 本章小结

软件测试是应用系统质量保证的最后一道防线，本章应用软件工程中相关测

测试理论对电子商务题库管理系统进行了详细的测试，给出了本文的测试原则、测试内容涵盖系统主要功能、界面、压力性能及负载等，并给出了主要测试用例、关键步骤以及部分测试结果，从测试结果来看，本系统功能基本达到预期设想，实现了本课题目标，同时系统具有良好的扩展性，能在未来需求的基础上进一步改善。

第七章 课题总结与展望

7.1 本文工作总结

随着互联网技术的快速发展，传统的企业经营环境和方式都发生了很大的变化。在全球范围内，几乎所有的商业行为和商贸互动均能通过互联网、计算机技术实现网上交易、在线支付，电子商务是未来企业经营的主流运营模式。正是由于电子商务涉及到很多信息技术，如何将信息技术引入到电子商务教学中来也就成了所有任课教师面临的主要教学难题。正是在这种教学需求的推进下，笔者针对本校教学实际情况，利用 ASP.NET 网络编程技术，设计并实现了一套基于 B/S 模式的在线考试系统，用来辅助《电子商务技术》这门课程的考试及教学，运行结果表明该软件系统性能稳定、界面美观大方，围绕这一目的，本文做了以下几方面的工作：

(1)结合所在学校电子商务专业办学特色及定位，在参阅国内外大量文献的基础上，确定了在线考试系统中一些主要算法及技术，例如组卷及智能阅卷算法，通过借鉴网络上发布的一些考试系统源代码进行参考，实现了这些关键问题的系统实现，开发了一套基于网络环境下在线考试系统；

(2)系统采用大型数据库软件 SQL Server2005 作为数据库服务器后台，保证了考试系统中的试题及相关数据的安全性、保密性。确定了系统总体功能，并利用 UML 建模语言完成了系统静态、动态结构的模型分析；根据功能需求，提出了题库建设方法，在此基础上，给出了在线考试系统详细的数据库设计过程和主要的数据表基本结构。

(3)根据系统用户的分类，通过灵活使用 Visual Studio.net 开发平台，实现了试题管理、试卷生成、在线测试及模拟考试、主观题阅卷、成绩简单统计分析等考试系统通用模块的主要功能代码实现。弥补了传统方式系统无法实现主观题阅卷的缺陷，同时提高了成绩分析统计的性能，测试表明该套系统具有较好的灵活性、通用性。

7.2 未来工作展望

网络在线考试系统是未来教学形式的一种主要形式，它的开发过程是一项系统工程，从需求分析、系统设计、代码编写到软件测试，要完成的工作量是很大的。本系统的功能设计已基本满足需求，但由于笔者水平及时间限制，系统开发和设计的过程中仍然存在一些问题需要进一步的改进和解决，这都有待笔者在今后的工作及实践中进一步探索和完善。

(1)本文采用的组卷策略是一种静态的组卷方法，完全基于教师经验的参数组合，因此对组卷算法的研究有待加强，在未来的考试需求中，希望能够教学需求的变动及学生的学习情况提出动态的组卷策略和方法；

(2)功能研究应该更加深入。本文所实现的功能仅为在线系统中的一些基础功能，部分更层次的功能有待以后研究与实现，例如主观题阅卷功能，本文仅仅通过将学生答案与标准答案进行文字匹配的贴近度来辅助教师批阅试卷，如何将更智能化的阅卷技术引入到考试系统的实现中也是本文后续主要研究的问题之一；

(3)在考试系统的安全性防护和控制方面，也需要进行一些完善和改进，确保系统能够在更大范围内投入使用。

致 谢

能够进入中国电子信息类大学的最高学府——电子科技大学进行研究深造，深感荣幸，也非常感谢学校给我配备了德才兼备的何羚教授作为我毕业论文的指导老师，在此，请允许我在这论文的最后对我的恩师表达感激之情。何老师严谨的治学态度，求真务实的论文写作态度曾经让我一度感到痛苦，无论系统功能代码实现，还是论文框架结构，何老师都是亲力亲为，对我要求甚严，不允许我有一丝一毫的马虎。正是由于何老师的严格要求、对待学问认真的态度深深地感染了我，让我感受到做学问和做人的道理实际上是一样的，于是我在何老师指导下，查阅相关文献，认真调试代码，编写软件文档，才有了今天这篇微不足道的硕士论文。

在我攻读硕士学位以及软件项目开发期间，得到了工作单位的领导和许多同事所给与的无私帮助，在此，也允许我对你们表示深深的感谢！论文写作过程中，参考了许多相关文献，正是你们的劳动成果给了我思想的火花，给我指明了论文写作的方向，由于不能一一列出姓名，在此同样向你们表示感谢！

谨以此文献给所有认识我的老师、同学与亲人，感谢他们在学习、生活等诸多方面所给予我的鼓励、帮助与关心！

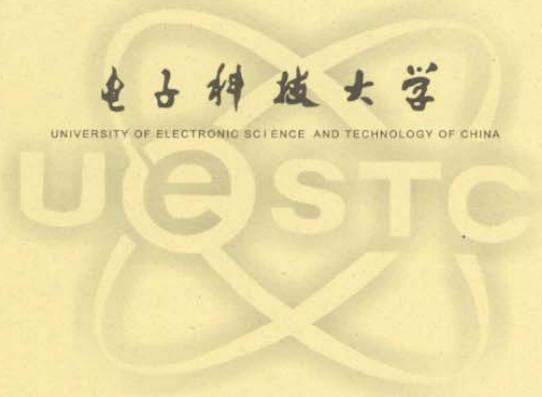
最后，向在百忙之中评审本文的各位专家表达我的深深谢意！

参考文献

- [1] 张扬水, 万菊花. 基于 web 的在线考试管理系统的设计与实现[J]. 计算机应用软件, 2009, 34 (2): 56-59
- [2] 李孝春..NET 组件技术的研究及在网络考试系统中的应用[硕士学位论文]. 吉林: 长春理工大学, 2010, 1-44
- [3] 穆振东, 尹晶海, 姚华等. 考试系统中简答题自动判分的实现[J]. 计算机与现代化, 2007, 148(12) :32-36
- [4] 教育信息化应用产品供需双方交流研讨会搭建政、校、企沟通平台[R]. 北京: 中国教育信息化, 2008-1, 3
- [5] 李俊霞, 陈新林等. 基于 B/S 模式的网上考试系统的设计[J]. 电脑知识与技术, 2009, 5(2), 367-368
- [6] 涂明亮, 杨欣平. 通用题库管理系统的设计与实现[J]. 计算机信息技术, 2008, 03: 67-69
- [7] Claudia Leacock, Martin Chodorow. Automated Scoring of Short -Answer Question so Computers and the Humanities. Boston: Massachusetts Institute of Technology, 2003
- [8] 高思丹, 袁春风. 语句相似度计算在主观题自动阅卷技术中的初步应用[J]. 计算机工程与应用, 2010, 33(5): 132-135
- [9] 孟爱国, 卜胜贤, 李鹰等. 一种网络考试系统中主观题自动评分的算法设计与实现[J]. 计算机与数字工程, 2009, 22(7): 147-151
- [10] 田绪安, 郭华磊, 刘瑞光, 李敬华. 基于模糊匹配的主观题评分在线考试系统[J]. 现代电子技术, 2007-12(总第 251 期), 96-98
- [11] 王德建. 基于 .NET 的在线考试管理系统的研究与实践 [J]. 计算机应用研究, 2010, 07: 221-224
- [12] 兰秀芹. 基于 WEB 的题库系统的设计与实现[D]. 大连, 大连海事大学, 2009
- [13] 李莉, 陈未如, 王翠青等. 通用智能题库管理系统的研究与实现[J]. 沈阳化工学院学报, 2011, 19(3): 123-125
- [14] 管平平, 罗祥林. 基于 ASP.net 的动态网页技术[J]. 张家界职业技术学院学报, 2009, 28(9): 67-68
- [15] Menglong Li, Weihua Shen. Constructing University Physical Education Teaching Evaluation System[C]// Proceedings of the 2010 2nd IEEE International Conference on Information and

Financial Engineering (ICIFE 2010), p 890-3, 2010

- [16] 潘晓霞,陶明辉.基于.NET 平台的题库管理系统中若干关键技术的研究与实现[J]. 山西科技,2008,3:64-65
- [17] 刘华,张琴.ASP.NET 动态网页制作基础培训教程[M]. 人民邮电出版社,2005.
- [18] 李向宏,王丁,黄成哲等.自然语言句法分析研究现状和发展趋势[J]. 微处理机.2009,4(2):28-29
- [19] David Chappell.Understanding.NET, Second Edition.Addison Wesley Professional, 2009,vol.2:321-359.
- [20] Ashish Banerjee,Aravind Corera 著,C# Web Services- Building Web Services with .NET Remoting and ASP. NET[M]. 清华大学出版社,2005
- [21] Banzal, S. .NET framework (ASP.NET) .Telecommunications, vol.56: 3-12, 2006
- [22] 朱焯.ASP.NET 第一步——基于 C#和 ASP.NET 2.0[M]. 北京:清华大学出版社,2007:25-482.
- [23] Ming Li. A dynamic description logic for UML.2009 International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), vol.3:175-178, 2009
- [24] 江广顺,余松.ASP.NET 2.0+SQL Server 网络应用开发详解[M]. 人民邮电出版社,2007.
- [25] Yuan Zhenming, Zhan Guohua. A novel web-based online examination system for computer science education Frontiers in Education,2003,3:7-14
- [26] 徐蓓蓓.基于.NET 框架下 B/S 模式综合教学信息系统设计与开发[D]. 合肥:合肥工业大学,2008.
- [27] 吴玲伟.基于 UML.电子商务基础.精品课网站的设计与实现[D]. 上海:华东师范大学,2009
- [28] Min, Wei. A research on statistical information applied to tourist traffic and transport system design based on ASP. NET. Journal of Convergence Information Technology, 6(1):147-156,2011
- [29] 周绪,管丽娜,白海波.SQL Server 2005 入门与提高[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [30] 李龙鹏,郑成.软件工程课程设计[M]. 机械工业出版社,2010
- [31] Jeffrey Palermo,Ben Scheirman,Jimmy Bogard.ASP.NET MVC in Action.USA: Manning Publications,2009,234-237
- [32] 罗斌,罗顺文等编著.Visual C#2005 编程技巧大全[M]. 北京:中国水利水电出版社,2007-1
- [33] Bipin Bhakta, Alan Tennant, Mike Norton etc. Using item response theory to explore the psychometric properties of extended matching questions examination in undergraduate medical education BMC Medical Education [BIOMED],2005,5(1):9



专业学位硕士学位论文

MASTER THESIS FOR PROFESSIONAL DEGREE