**代** 号**分类号**

**10701**

**TP31**

**学** 号 **0877960182**

**密** 级 公开

**题（中、英文） 目** **智能考试系统的设计与开发**

Design and implement of intelligent exam system

**作** 者 姓 名 王亮 **指导教师姓名、职务**  曹伯燕 教授

**学** 科 门 **类**计算机工学**学科、专业**  计算机技术

**提交论文日期**

**二○○三年七月**

**西安电子科技大学**

**学位论文独创性（或创新性）声明**

秉承学校严谨的学风和优良的科学道德，本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果；也不包含为获得西安电子科技大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中做了明确的说明并表示了谢意。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切的法律责任。本人签名： 日期:

**西安电子科技大学 关于论文使用授权的说明**

本人完全了解西安电子科技大学有关保留和使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属西安电子科技大学。学校有权保留送交论文的复印件，允许查阅和借阅论文；学校可以公布论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存论文。同时本人保证，毕业后结合学位论文研究课题再撰写的文章一律署名单位为西安电子科技大学。

（保密的论文在解密后遵守此规定）

本学位论文属于保密，在 年解密后适用本授权书。

本人签名： 日期:

导师签名： 日期:

摘 要

随着信息技术的发展和更新，传统的考试方式已经日益无法满足知识经济时代发展的需求，而在线考试系统以便于考试管理，能够有效提高教师工作效率等特点，成为未来考试方式发展的方向。本文对在线考试系统展开研究，深入分析了在线考试系统的各项关键技术，设计开发了一个能够跨平台运行的、易维护和高安全性的在线智能考试系统，实现题库管理、智能组卷、在线考试、成绩查询分析等核心功能。

本文的主要工作如下：（1）提出具备音视频、图像和文字等多样化方式的试题题库的设计方法；（2）设计了包含题库管理、智能组卷、在线考试和成绩查询、统计与分析等功能的智能考试系统；（3）研究并提出了智能组卷算法；（4）采用基于B/S的三层架构，提高了系统的易维护性。

经过系统测试表明，本文设计的智能考试系统功能完善，性能稳定可靠，可以灵活的定制考试方式，能够较好的满足当前考试的要求。

关键词：在线考试； 智能组卷； B/S 三层架构

**Abstract**

With the development of computer network technology and database technology, online examination system will be widely used in examination and certification, the research focus on how to use modern Internet technology, developing a cross-platform operation, easy maintenance and safe online examination system, from item pool management, intelligent to generating test paper, online testing, the query of test results and other core functions.

The main work and innovations are as follows: (1) a diverse exam questions design method included audio and video, images and text is proposed; (2) an intelligent examination system contain exam database management, intelligent test paper, online exam and inquiries, statistics and analysis functions is designed; (3) an intelligent test algorithm is researched and proposed; (4) the architecture based on three layer B/S structure is applied in the paper, which advanced the system's ease.

The testing results show that: the design of intelligent examination system fully functional, stable and reliable performance, the flexibility to customize the examinations, to better meet the requirements of the current exam.

**Keywords: On line test; Intelligent generating test papers; B/S three-tier architecture**

目 录

[摘 要](#_Toc686801097) 3

**[Abstract](#_Toc686801098)** 3

[第](#_Toc686801099)**[1](#_Toc686801099)**[章 绪论](#_Toc686801099) 4

[1.1 研究背景和研究目的](#_Toc686801100) 4

[1.2 本文的工作和创新](#_Toc686801101) 5

[1.3 本文的研究内容](#_Toc686801102) 5

[1.4 本文组织结构](#_Toc686801103) 5

[第 2 章 智能考试系统相关技术研究](#_Toc686801104) 6

[2.1 B/S三层架构](#_Toc686801105) 6

[2.2 基于Web Service的通讯技术](#_Toc686801106) 6

[2.3 开发环境](#_Toc686801107) 7

[第 3 章 智能考试系统设计](#_Toc686801108) 7

[3.1 试题题库的设计](#_Toc686801109) 7

[3.1.1 题型模板设计](#_Toc686801110) 7

[3.1.2 科目题型模板与科目题型的关系](#_Toc686801111) 7

[3.1.3 题目属性的处理](#_Toc686801112) 8

[3.1.4 富文本的处理](#_Toc686801113) 14

[3.1.5 试题的维护方法](#_Toc686801114) 15

[3.2 在线考试系统的功能设计](#_Toc686801115) 16

[第 4 章 智能考试系统实现](#_Toc686801116) 17

[4.1 系统登录功能实现](#_Toc686801117) 17

[4.1.1 登录模块功能实现](#_Toc686801118) 17

[4.1.2 系统主界面实现](#_Toc686801119) 17

[4.2 智能组卷功能实现](#_Toc686801120) 18

[4.2.1 试题的编码](#_Toc686801121) 18

[4.2.2 适应度函数](#_Toc686801122) 19

[4.2.3 速度算子](#_Toc686801123) 20

[4.2.4 使用PSO算法组卷的步骤](#_Toc686801124) 20

[4.2.5 参数的选择](#_Toc686801125) 21

[4.2.6 收敛的判定](#_Toc686801126) 21

[4.3 题库管理功能实现](#_Toc686801127) 21

[4.4 试卷管理功能实现](#_Toc686801128) 22

[4.5 在线考试功能实现](#_Toc686801129) 22

[4.6 成绩查询与分析功能实现](#_Toc686801130) 22

[第 5 章 智能考试系统测试](#_Toc686801131) 23

[5.1 系统测试环境](#_Toc686801132) 23

[5.2 测试计划](#_Toc686801133) 23

[5.3 系统功能测试及结果](#_Toc686801134) 23

[5.3.1 系统登录](#_Toc686801135) 23

[5.3.2 题库管理](#_Toc686801136) 24

[5.3.3 试卷管理](#_Toc686801137) 24

[5.3.4 在线考试](#_Toc686801138) 24

[5.3.5 成绩查询与分析](#_Toc686801139) 25

[第 6 章 总结和展望](#_Toc686801140) 26

[6.1 总结](#_Toc686801141) 26

[6.2 主要贡献](#_Toc686801142) 26

[6.3 进一步工作](#_Toc686801143) 26

[参考文献](#_Toc686801144) 27

# 第**1**章 绪论

## 1.1 研究背景和研究目的

随着互联网技术和计算机应用技术的迅速发展，信息科学技术得到了广泛的应用，并在方方面面改变着世界，人们的工作、生活、教育、思维以及受教育的方式都因此发生了巨大的变化。在线考试系统因为具有准确方便、灵活高效、安全可靠等特点，在考试中得到了越来越广泛的应用，在线考试系统正是基于这种发展趋势出现[1]。在全世界都得到广泛应用的美国思耳闻学习系统有限公司的计算机化考试，如计算机类的微软专家认证、外语类的GRE考试和TOEFL考试等，就是在线考试广泛应用的代表[2]。我国目前处在考试方式正在从传统的笔试向在线考试方式过渡时期，在线考试在某些领域得到了一定程度的应用，如计算机职称考试等等[3-4]。

传统的考试方式由于受技术所限制，每组织一场考试都需要把考试流程重新走一遍，需要消耗大量的人力物力。传统的考试往往都以纸和笔作为考试方式，组织一场考试需要经过出题组卷、印刷试卷、考生参加考试、组织人员阅卷、统计考生成绩等步骤[5]。在考试的每一个环节，都需要消耗大量的人力物力，而且这些消耗的人力物力往往都是一次性的，并不能重复使用，造成极大的不便和资源浪费。

随着社会的发展，考试的规模越来越大，参加一场考试的考生也越来越多，有些考试都是在全国范围内甚至全球范围内进行的，这些都使组织一场考试的成本迅速上升，组织一场考试的成本越来越难以承受。考试规模的飙升、考试流程的日益复杂使人工处理考试十分繁琐，出现差错的概率也不断增大。此外，随着考试类型的不断增加，人们对某些考试的要求也不断增加，如用户希望在不同的地理位置或者不同的时间参加考试，以多种途径多种方式参加考试等[6-8]。综合以上种种因素，传统的考试方式已不能适应当前考试的需要，考试方式亟待改革。

计算机考试以其方便易行、灵活高效、成本低廉等特点，在多种考试中得到了广泛的应用。计算机考试可以充分利用已经构建好的试题题库，组卷人员可以方便快捷的组出一份知识点涵盖全面、试题难度满足要求的考试试卷。计

算机考试省去了传统考试中的试卷印刷装订、运输和保存的过程，极大的降低了考试的成本和相关人员的工作量，节省了大量的人力物力，并能够实现更好的保密性[9]。

此外，计算机考试可以实现试卷部分甚至全部的自动评阅、成绩汇总保存、成绩查询、成绩分析统计等功能，保证了成绩的准确性，极大的提升了考试的公平公正性。计算机考试在时间、地点上可以灵活多样，能够极大的方便考生参加考试，充分满足考生的需求[10]。

综合种种原因，计算机考试方式成为考试方式发展的必然趋势，计算机考试在考试中占到的比率将不断提升。与传统的考试方式相比，在线考试系统具有以下优点：

完善、可动态扩充的题库管理。

智能的组织、管理试卷。

安全可靠的在线考试方式。

完备贴心的成绩查询和分析功能。

更加公正合理的人才选拔方式。

开发、应用可以整合教育测评理论、方法和现代信息技术手段的在线考试系统，为学生学习提供“灵活、便捷、科学、合理”的个人评测和考试系统已成为当前所面临的一项重要任务[11]。

本文通过介绍、分析智能考试系统的一些关键技术，对在线考试系统所涉及的相关技术环节进行研究，并对在线考试系统进行总结。在此基础上，开发一个功能完善、性能可靠的智能在线考试系统来简化考试方式，满足考试需求。

## 1.2 本文的工作和创新

本文总结了智能考试系统的一些关键技术，对在线考试系统所涉及的相关技术环节展开研究。本文设计开发了一个智能在线考试系统，可以充分满足一场考试的需求。研究设计开发的在线智能考试系统的主要构成部分有四个，即：智能组卷、试题管理、在线考试以及成绩查询和管理。试题录入和试卷生成部分采用C/S架构；在线考试系统使用采用B/S架构，以网页浏览器为客户端，提供在线考试、统计以及客观题自动阅卷、成绩统计汇总、成绩查询、成绩分析统计等功能。

本文的主要工作和创新点如下：

第一、本文设计的试题录入提供了文本、OLE对象、图片、声音文件、表格等多样化的输入、输出方式，提供了多样化的考试方式；

第二、本文设计了一个高效的组卷算法，提供部分考试题型的参数约束判定、利用智能算法等技术手段实现能满足用户要求的自动组卷功能；

第三、本文设计的系统可以根据用户自身需求对每次考试进行统计分析，提供更直观更有针对性的能够方便用户衡量自身能力的成绩统计分析。

第四、本文设计的智能考试系统试题录入和试卷生成部分采用C/S架构，更好的保证了系统的安全性；在线考试系统使用采用B/S架构，以网页浏览器为客户端，提供在线考试、统计以及客观题自动阅卷功能，保证了用户使用的便捷。

## 1.3 本文的研究内容

#### （1）智能考试系统题库的研究与设计

本文研究如何设计一个功能完善的题库，实现试题管理实现用户对试题的录入和管理，主要由五个子模块组成，分别为试题录入、试题编辑、试题删除、试题查询和试题管理。用户通过试题录入功能将各种试题以及相关答案录入系统，针对不同的题型，除试题参数外，其他数据的录入过程和录入内容将有一定的差异。试题编辑的主要功能是对系统中的各种试题以及相关答案进行修改，针对不同的题型，除试题参数外，其他数据的录入过程和录入内容将有一定的差异。一般过程包括：填写试题参数，根据所选题目类型输入试题及答案，系统自动根据所输入的内容进行简单的试题辅助审查试题删除的主要功能主要是删除所选择的试题；试题查询的主要功能是根据题目科目、类型以及指定的属性条件返回满足条件的试题列表。

系统试题来源于试题库，因此，对于试题库的管理就显得尤为重要；试题可以采取集中录入和随时录入两种方式入库；试题在试题库中是以单独试题的形式存在的，不构成成套试卷；对试题库中的试题按照分类难度进行分类管理；试题库的维护包括对试题的查询、添加、修改、删除以及再整理和分类等。

#### （2）智能组卷算法的研究与实现

参数化组卷是在线考试的一个核心组成部分。可以对考试单位设定的试卷组成参数（题型、题量、难度要求、完卷时间、知识点、测试目标等）利用智能算法及其他技术手段自动组出一份试卷。并提供查询和浏览。

#### （3）在线考试系统的研究与实现

考试管理包括考生登录、自动出题、自动计时等。在考试开始前，考生的身份确认是通过考生向系统输入考号与密码完成的；然后，根据考试前的设定，系统选择不同章节、题型、难易程度以及试题数目等自动出题；一旦考试开始，系统会启动自动计时时钟来进行计时，在距离考试结束一定时间时，会提醒考生注意时间；当考试结束时间到的时候，系统自动将考生答案保存到数据库中。

在线考试平台系统软件的总体目标是为学生参加的各种考试提供一个B/S结构的在线考试环境。通过该环境，考试组织者可以方便的组织一次在线考试，考生可以采取在线的方式进行考试，考试结果可以在线地被批阅教师进行批改和复核。

#### （4）自动阅卷与成绩统计分析

考生成绩管理与分析子系统主要实现对考生历次考试的成绩管理、试卷分析功能，提供各个级别的分析报告，主要包括成绩管理、组卷参数更新和试卷分析与报告查询三个模块。

成绩管理模块可以实现对历次考生各科成绩的查看和管理功能。成绩的查看可以按学校、班级进行，得出不同层次的平均成绩、及格率、优秀率，以及学校排名、班级排名、个人排名。

组卷参数更新模块所需参数的更新，为智能组卷模块提供动态数据的需求。参数更新主要对试题表中的被测人数、答对人数等参数进行更新，并对试卷表中的选用试卷的单位、选用试卷的单位级别等参数进行更新。

试卷分析与报告查询模块对历次考试的试卷按知识点进行分析，并按各测试目标的得分情况进行测试目标分析，可进行纵向、横向的分析比较。各用户可以按考试的时间区间进行分析，也可以按部门进行对比分析。默认分析的试卷为最近一次的考试。通过报告查询，用户可选择知识点掌握报告和应用测试目标报告，从而了解知识点的掌握情况的分布。教师通过报告可获得班级知识点的分数分布和难度级别的分数分布情况，从而有针对性的改进教学方法。学生通过分析结果知道哪些知识点是比较薄弱，有利于下一次的复习。

## 1.4 本文组织结构

从组织结构上来看，本文针对在线考试系统、智能组卷算法及系统的设计、实现与测试展开研究，共分为6章。

第1章引言部分。首先介绍了课题的研究背景和意义，然后对本文中用到的三个关键技术，基于B/S的三层架构技术、基于Web Service的通讯技术进行了比较详细的介绍。

第2章介绍了本课题的技术背景，详细介绍了B/S三层架构、三种组卷算法并进行比较，根据需要选择遗传算法作为本课题的主要组卷算法。然后介绍了基于Web Service的通讯技术和本课题的开发环境。

第3章介绍了智能考试系统的设计，包括试题题库的设计、题型模板、科目题型和题目属性、富文本以及试题的维护方法，最终给出了智能考试系统的功能设计。

第4章智能考试系统实现，在前文系统概要设计和详细设计的基础上，实现了只能考试系统的功能，给出了系统登录的主界面以及主要的功能模块的实现界面。

第5章智能考试系统运行与测试。通过全面详细的测试，证明了系统功能的完备，系统基本实现了预期目标。

第6章结论与展望，对本文的主要功能进行了总结，指出了系统的不足和问题，给出了未来研究的方向。

# 第 2 章 智能考试系统相关技术研究

## 2.1 B/S三层架构

三层架构(3-tier application)。分层式结构是一种常用的软件体系结构设计方法，三层架构就是为了实现“高内聚，低耦合”的软件工程思想，将整个系统的业务应用划分为三层，分别是表现层、业务逻辑层和数据访问层[12]。

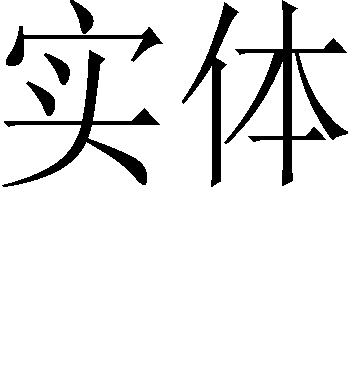
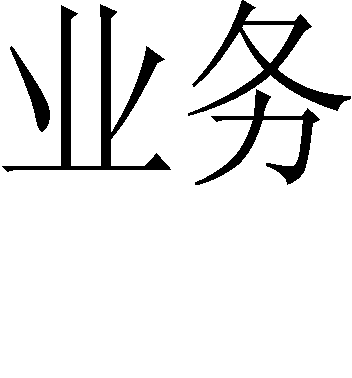


图2.1 三层架构模式

三层体系并不是指物理概念上的三层，也不仅仅只有B/S应用才能使用三层体系结构，三层是指在逻辑上分为三层，这三个层放置到一台机器上也是一个完善的三层架构[13]。三层架构的设计理念主要是在客户访问接口与系统数据库之间增加一个业务处理的逻辑层，负责系统主要业务逻辑和系统功能的处理。

在基于B/S的三层架构中，中间层用于处理数据访问、业务逻辑和合法性校验等业务，客户接口与中间层通过DCOM/COM创建连接，利用中间层的衔接实现与数据库的连接，而非直接与数据库进行交互[16]。

表示层

系统提供给用户的界面，即在使用系统时用户看到的界面。位于最上层（最外层），离用户最近。表示层向用户提供一种交互式的操作界面，并接收用户输入的数据和显示数据[17]。

业务逻辑层

业务逻辑层功能的实现是面向具体的业务或者操作的，通过操作数据库实现对业务逻辑的处理。业务逻辑层（Business Logic Layer）是系统架构中最能体现核心价值的部分。业务逻辑层有时候也被称为领域层，这是因为业务逻辑层通常是与具体的业务需求设计相关的，也就是对应具体的系统问题领域。美国计算机学家马丁・福勒在其著作《企业应用架构模式》中把基于B/S的软件设计模式分为表示层、数据源层和领域层。埃里克・埃文斯更加细致更加深入的划分了业务逻辑层，将其细分成应用层与领域层，通过分层进一步分离了领域逻辑与领域逻辑的解决方案[18]。

业务逻辑层是系统数据交换过程中的桥梁和纽带，负责客户端应用程序与底层数据库之间的数据交互，是B/S三层架构的核心和关键。由于三层B/S架构采用弱耦合的层间结合方式，因此，极大的降低了底层对于上层应用程序的依赖程度，从而改变系统的客户端应用程序接口，不会对底层数据库的设计造成任何影响，有利于系统的升级和维护。业务逻辑层在B/S架构的软件体系设计过程中扮演着重要的角色，系统性能的优劣绝大部分取决于该层设计的好坏，这是因为采用这种上下层之间弱依赖的设计理念，在不改变系统接口定义的前提下，就可以对系统的上层应用功能进行相应的扩展。业务逻辑层调用数据访问层，被表示层调用[15]。

数据访问层

数据访问层主要完成系统对数据库的访问功能，因此，通常也被称为持久层。数据访问层访问的数据格式主要包括各种文本文档、二进制文件或者XML文档等，也就是主要实现对数据库表的各种操作，例如选择、插入、更新和删除等操作。如果要加入ORM的元素，还会包括对象和数据表之间的映射，以及对象实体的持久化[19]。

基于B/S三层架构的智能考试系统采用了标准的三层架构设计原则，其体系结构模型如图2.2所示。



图2.2 智能考试系统试题与试卷管理部分三层架构图

表示层分布在客户端上，功能层设计在应用程序服务器上，数据层本设计在数据库服务器上。这种结构设计在确保系统负载平衡分布和易于实现系统维护的同时，也确保了信息安全。表示层向用户提供了一组标准的界面来对数据进行发布、编辑和接收，并且同时确保用户界面的完整性和一致性。

系统设计的功能层中集成了几乎系统全部的事物处理逻辑，并且负责对于事物规则和过程的封装，从而可以保证实现每个单独对象的目标和功能。在系统设计和实现过程中，我们可以同时构造功能层和表示层，而且，一旦形成一组固定的事务对象，也就完成了某个特定计算环境的构造，而该特定的计算环境可以在后续的软件设计和开发中复用，或者对其做微小的改动就可以实现新

的事物逻辑功能。事务部件的构建工作是十分复杂的，不但需要充分的了解用户需求，而且也要清楚的掌握用户事务的各个部件与同一个公共事务对象打交道的方式。例如，在题库系统中，查询要求会出现在许多事务中，这些事务可能都要以某种共同的方式对信息进行查询[18-19]。

数据层向功能层提供服务，底层数据库使用的是哪一种数据库类型之类的问题不必为功能层所了解，数据库内部的结构也可以进行改动。数据库管理系统负责数据层对象机制的完成，包含数据表和存储过程等。客户端功能实现需要的数据都是由数据层来提供的，并且这些数据独立于功能层的用户决策规则。

## 2.2 基于Web Service的通讯技术

为了实现远程数据访问，传统的C/S架构应用程序过多的关注通讯交互的细节，实现过程比较复杂。智能考试系统（C/S部分）采用了Web Service技术，它在业务逻辑层之上抽象出一个Web Service接口层，客户端通过调用Web Service接口，可以实现与远程服务器端数据的数据交互[20]。

Web Service，也称为XML Web Service. Web Service是一种轻量级的独立通讯技术，可以接收从网络上的其它系统、其他平台上传递过来的应用请求。Web Service在Web上实现的服务功能是通过SOAP、UDDI和WSDL实现的。XML: (Extensible Markup Language)扩展型可标记语言。XML是Soap的基

础，他们之间息息相关，主要面向万维网络和短期的临时数据处理[21-22]。

SOAP：（Simple Object Access Protocol）是简单对象存取协议[22]。SOAP是XML Web Service的通信协议，在通过UDDI找到WSDL描述文档后，用户可以使用SOAP对Web服务中的一个或多个操作进行调用。SOAP是XML文档形式的调用方法的代表，可以提供对HTTP（S）和SMTP等不同底层接口的支持[21]。

WSDL（Web Services Description Language）文件是一个XML文档，主要用来说明一组SOAP消息以及描述应当如何交换这些消息。在大多数的情况下，软件可以自动生成和使用WSDL[22]。

UDDI（Universal Description, Discovery, and Integration）是面向Web服务供应商或者使用者的新项目[23]。系统用户通过决定Web服务方法、对被调用接口进行调用以及编制服务端软件调用Web服务等过程来确定UDDI的使用流程，。

UDDI可以依据相关的描述文档，引导系统对相应服务的查找。通过调用SOAP

消息机制，UDDI可以完成对注册信息的查询、浏览、发布、编辑等功能。它使

用XML 格式来封装数据（数据可以是不同的类型），发送数据到注册中心或者由注册中心返回需要的数据[21]。

Web Service 可以实现跨平台的分布式、可互操作的应用程序功能，Web

Service利用的主要目的是实现跨平台的可互操作性[24]。Web Service使用XSD

（XML Schema）、XML等完全基于独立于平台的标准以达成该目标，因此使用

Web Service具有很多优点[24]。

## 2.3 开发环境

本研究在系统开发过程中主要利用集成开发环境Visual Studio 2008，系统数据库调用采用流行的关系型数据库SQL Server 2005。使用Visual Studio 2005作为系统开发环境，使用SQL Server 2005作为系统数据库。智能在线考试系统使用基于工厂模式的三层架构[26]。

Visual Studio 2008 是一款优秀的程序开发工具，使用C#语言在Visual

Studio. NET平台上可以开发各种各样的应用系统或程序。

本系统使用基于工厂模式的三层架构进行开发，它可以方便的用新的实现来代替原有层次的实现，从而大大降低了层和层之间的相互依赖，提高了层和层之间的复用。

# 第 3 章 智能考试系统设计

智能考试系统主要由四个子系统组成，分别为试题管理系统、智能组卷系统、在线考试系统以及试卷成绩管理和统计分析系统；为最大限度的保证系统的安全性，试题录入和试卷生成部分为C/S架构；在线考试系统使用采用B/S架构，以网页浏览器为客户端，提供在线考试、统计以及客观题自动阅卷功能。

智能考试系统实现的功能如图3.1所示。



图 3.1 在线考试系统功能图

本研究设计开发的智能在线考试系统主要实现的功能有四个，即题库管理、智能组卷、在线考试和成绩统计。

题库管理：负责管理在线考试的试题库，实现考题录入、考题编辑、考题删除和考题管理等。

智能组卷：设计智能组卷算法，实现智能组卷、试卷预览、试卷编辑和试卷导出等功能。

在线考试：完成用户在线考试业务操作功能，主要实现固定试题的在线考试和随机抽取考题的在线考试功能。

成绩统计：完成学生成绩的统计分析功能，主要实现自动批阅试卷、成绩查询、成绩统计和分析等功能。

智能考试系统的业务流程如图3.2所示。

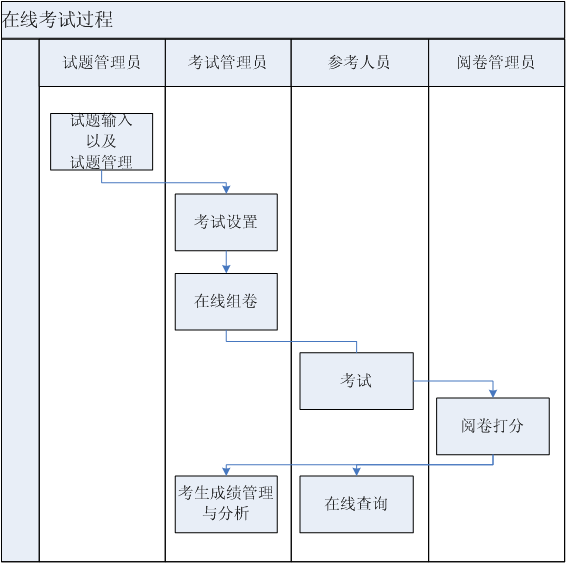


图3.2 考试系统业务流程图

## 3.1 试题题库的设计

日常学生测试过程中，我们可以总结出许多种题型，如：选择题（单选与多选）、填空题、判断题、问答题等等，在实际测试中不同的题型有着不同的出现格式和答题规则。而这种不同题型表现在存储和管理试题的软件系统中，就是保存和处理这些不同题型的题目的不同方法和模式。

在以往的一些较为简单的题库管理系统中，时常是基于一种通用的模式来管理所有题型，这种方式有着其固有的自身缺点[27]。在本系统中对待不同的题型，同软件系统的角度出发，富于不同题型的题目不同的存储方式和操作方法，从而丰富系统的功能模式，同时提高系统的管理效率。

### 3.1.1 题型模板设计

提出针对不同的题型给予不同的存储格式（数据表结构）以及不同存取方法（函数）是需要进行全考量的，由于系统需求是可以任意添加和修改新的科目和题型，也就是说对科目和题型的管理属于可修改的[28]。

这就提高的系统的设计难度。系统中提出了题型模板的概念，也就是说，系统为所有的科目准备若干种在结构上（数据存储）和存储方法上覆盖所有题型的题型模板。注意，这里所说的能够覆盖所有题型是相对于各种题型面向软件系统管理的角度，从这个角度出发，计算题和问答题就可以属于同一种题型模板，但选择题和问答题就不能属于同一个题型模板。在创建某个科目或为某个科目添加题型的时候，只需要选择合适结构的题型模板进行初始化，生成属于该科目的题型[29]。题型模型的基本原理和运行机制如图3.3所示。



每种几何图形代表一种题型模板



题型模板：

M1：适合添加计算题、问答题等

M2：适合添加选择题等

M3：适合添加应用文、大作文等

M3：适合添加填空题、判断题等

在系统中，一种题型模板对应的一张特制的试题表（表结构是相对于该类题型的特点设计的），以及有关于这类题型的各种操作（添加、删除、修改、查询）

一个科目的可以以题型模板为基础初始化自己特定名称的题型，例如：其中计算题和问答题是来自同一个题型模板

图3.3 题型模型

### 3.1.2 科目题型模板与科目题型的关系

系统需求提出，可以自由的添加科目和科目的题型，而本系统使用了基于异构题型的管理方法，解决两者之间形成矛盾的途径是在科目和科目题型之间添加题型模板机制，让科目的每个题型都必须来自于系统设定的某个题型模板。

科目的特定题型（如计算题或简答题）是相对于用户来讲的，而题型模板是系统存储和操作异构题型的代表，代表着与该特定题型的存储结构和特定操作。如下图所示科目、题型模板和科目题型的三者之间的关系[30]。



科目：

科目：语文

科目：物理

其它科目



题型：

作文题应用文阅读理解

计算题问答题综合题

题型模板：

M1：适合添加计算题、问答题等M2：适合添加选择题等

M3：适合添加应用文、大作文等

M3：适合添加填空题、判断题等

图3.4 科目、题型、题型模板三者之间的关系

系统使用一张数据表永久保存系统中存在那几种题型模板，这属于系统中一个相当重要的原数据，数据库的结构、众多的函数实现和调用都给予该数据表中的各种题型。这张表存在的意义在于，在每次新添加题型时都可以从这张表读取系统中的待选题型模板。

三者（科目、题型、题型模板）之间的映射关系存储在一张表上，每个表项表示某个科目的某个题型以及相关信息，科目和题型可以唯一确定一条表项。

### 3.1.3 题目属性的处理

本题库系统提出的试题管理的概念中，将试题分成两个部分：一是题目的内容，这部分的内容用户显示给终端考试用户等，也就是我们日常见到的试题内容（提干和答案）；另一部分则是这个题目的属性信息，这部分的信息用于系统的管理。其中包括基本的科目属性、题型属性，以及更为高级的属性如该试题的所要考察的知识点、所要测试的目标以及试题的难度程度等，这些高级属性主要用于进行智能和导航组卷。有了试题库中试题的所包含的知识点和测试能力以及难度系数等等这些属性，就能够按照选定的策略和方法自动的、或半自动的组织出特定的试卷，以及进行一下其他的管理工作。可以说不管是试题管理模块、试卷管理模块还是在线考试系统模块，对题目的管理都是基于试题

的各项属性的，这些属性在试题录入过程中被赋予[31]。

每个试题所包含的信息（内容与属性）如图3.5所示。

试题表

所属科目所属题型

题型表

试题正文

试题答案

试题

试题编号

属性种类（名称）

属性值

图3.5 试题内容与属性

#### （1）试题属性管理方法

理论上，我们应该确定试题的属性种类与个数，但为进一步提高系统的灵活性，系统采用Key/Value对形式来管理试题的属性。对于每个试题属性的管理遵从下列几个规则：

试题主要的属性包括：知识点和能力测试，还有其他的，例如难度系数等。理论上只需改变系统XML配置文件就能修改系统中试题的属性种类和个数。

每个试题可以有多个知识点和多个测试能力，其他的属性视具体的应用而定，例如难度系数定位在0.1到0.9之间。

在试题属性表中主要使用属性对（属性名，属性值）和试题唯一标识，来映射一个试题与某种属性的关系。

属性对（属性名，属性值）：其中属性名（知识点，测试能力），而对应的属性值，则为各个知识点（或测试能力）的code的集合字符串，使用#隔开。

在编辑框中打开某个试题，会使用propertyGridEx控件显示各种属性，

并提供编辑属性的功能。

试题属性表的抽象结构如表3.1所示：

表3.1 试题属性表抽象结构

| 试题唯一标识符（itemID, type） | 属性名 | 属性值 |
| --- | --- | --- |
| 试题 1 | 知识点 | yw.1.2#yw.2.1#yw.2.3 |
| 试题 1 | 测试能力 | yd.1.2#yd.2.2#xz.2.4 |
| 试题 1 | 难度系数 | 0.5 |
| 试题 1 | 出题人 | Admin |
| 试题 2 | 知识点 | yw.1.2#yw.2.1#yw.2.3 |
| 试题 2 | 测试能力 | xz.2.3#yd.3.1 |
| 试题 1 | 其他 |  |

另外，在系统中，还有一个XML配置文件，用于配置试题属性显示框架（也就是说在试题中需要显示那些有关试题的属性）。例如：“知识点”；“测试能力”；

“题数”；“难度系数”。

在系统中使用一种类似于键值对的模式来管理试题的各种属性，并且使用

XML文件来规格、统一化系统试题的现实属性的现实内容可以进一步提高系统的升级的灵活性。如果将来需要给系统的每个试题添加一个创建时间的属性，并不需要更改数据库添加一个时间字段来保存该属性数据，如果系统在程序开发的过程中充分的考虑了这种添加是，就只需要在XML配置文件中添加“创建时间”的属性，从而使整个系统很容易的得到升级。

#### （2）试题属性的处理过程

试题属性管理各个模块之间的关系图以及数据转换方式，如图3.6所示：

Hash 表(dict)

按试题标识取

试题属性表

1：试题标识

Hash 名

2：属性名

Hash 值

3：属性值

Hash 表(dict)

属性框架配置.XML

“知识点”

Hash 名

Hash 值

套用框架过程

“测试能力”

“题数”

“难度系数”

propertyGirdEx 控件

知识点表

1：知识点名

2：知识点编码

测试能力表

1：测试能力名

2：测试能力编码

图3.6 试题属性的存储和现实图示

套用框架过程：

属性框架配置XML文件决定，系统显示和提供相应编辑功能的哪些种类的试题属性。例如：示例中就表明，系统只提供“知识点，测试能力，题数，难度系数”四种试题属性的显示和编辑窗口。但是，该框架与系统中存储试题对应属性信息的表没有管理。所以这里需要套用框架。

套用框架的规则：（1）属性表中没有，而框架配置中有的要在Hash表中添加相应的键/值对。（2）属性表中有的，而框架配置中没有的，要将其从Hash表中去除。

这样，经过一个套用过程，使得不管哪个试题，显示的属性种类框架都是

一样的。

PropertyGridEx控件：

该控件是系统提供的，专门提供各种属性的浏览、编辑等功能。可知，在系统实现时，只能使用这种控件来实现对属性的界面操作管理，因为它能够根据系统提供的属性个数来动态的向用户提供不同个数的属性编辑操作。

这里我们将Hash表中的Hash名作为该控件的属性名，Hash值作为name，而控件属性值是通过查找知识点表，查找出hash值（使用#隔开的知识点编码）对应的知识点名，使用；隔开的知识点名串。

#### （3）知识点与能力测试管理

在传统的教学模式下，组织一次考试的工作不仅繁琐而且容易出错。教师在出考试试卷时，需要全面考虑到试卷中知识点覆盖范围、考生能力的测试以及试题的难度等等，因此，教师的工作量是比较大的。针对每个用户的特点，该在线考试系统将各个科目的知识点和能力测试点进行了单独的管理，包括添加、修改和删除。对知识点和能力测试点的单独管理很大地方便了用户对试题的管理。下面将详细介绍知识点和能力测试点管理的技术实现。



图 3.7 智能考试系统的试题管理

a）数据库

表4.2 知识点信息（T\_TM\_Knowledge\_Points）

| 名称 | 数据类型 | 默认值 | 注释 |
| --- | --- | --- | --- |
| ID | int |  | 主键，自动增长 |
| KnwlgePtCode | nvarchar(500) | 知识点编码 |
| KnwlgePtName | nvarchar(500) | 知识点名称 |
| ItemQuantity | int | 题量 |
| Remarks | nvarchar(500) | 备注 |

表4.3 能力测试点信息表（T\_TM\_Test\_Goal）

| 名称 | 数据类型 | 默认值 | 注释 |
| --- | --- | --- | --- |
| ID | int |  | 主键，自动增长 |
| TestGoalCode | nvarchar(500) | 测试目标编码 |
| TestGoalName | nvarchar(500) | 测试目标名称 |
| ItemQuantity | int | 题量 |
| Remarks | nvarchar(500) | 备注 |

表4.4 试题属性表（T\_TM\_Item\_Prop）

| 名称 | 数据类型 | 默认值 | 注释 |
| --- | --- | --- | --- |
| PropID | Int |  | 主键，题目编号（自 |
|  |  | 动生成） |
| ItemID | int | 试题编号 |
| TypeID | int | 题型编号 |
| PropName | nvarchar(255) | 试题属性名称 |
| PropValue | nvarchar(255) | 试题属性值 |

上述的3个数据表分别是知识点信息表、能力测试点表和试题属性表，它们是与知识点和能力测试点管理关系最为密切的数据库表，是构建整个知识点和能力测试点管理体系的基础。



图3.8 知识点/能力测试点管理

功能描述：完成对知识点和能力测试点数据的管理，主要包括：

软件运行前，检测软件和数据库是否能够连通，如果没有连通，应该给用户提示；

数据库连接：将系统和指定的数据库相连接，可随时更改所连接数据

库服务器。

数据备份：将操作系统考试系统使用到的数据库备份成文件，存至其他磁盘分区；

数据导入：如已存在数据库的备份文件，将该文件的数据恢复到数据库中；恢复前进行提示，不要影响到已存在的数据库，所以本系统的数据库应作为“独立”数据库建立；且在恢复前提示用户备份当前的数据库，以便再次恢复时使用。

数据删除：将数据库中不再使用的数据根据时段删除；以保证软件的正常使用；应有用户界面提示，做数据库备份操作和警示提示。

b）功能实现

在设计过程中，对相应科目的知识点和能力测试点的详细概括和划分主要是从章节上进行的。该系统的知识点和能力测试点的应用树结构进行管理的，并且知识点和能力测试点的管理是该考试系统实现的主要组成部分，知识点管理和能力测试点是为考试系统试题录入、智能组卷提供参数接口支持的。下面将详细介绍一下，实现对知识点和能力测试点管理的具体实现方法。

表3.5 知识点信息

| KnwlgePtCode 知识点编码 | KnwlgePtName 知识点名称 |
| --- | --- |
| CZXT | 操作系统 |
| CZXT.1 | 操作系统引论 |
| CZXT.1.1 | 操作系统的概念、目标和作用 |
| CZXT.1.2 | 操作系统的形成和发展 |
| ……………. | ……………. |
| CZXT.2 | 进程管理 |
| CZXT.2.1 | 程序顺序执行和并发执行时的特征 |
| CZXT.2.2 | 进程的定义与特征 |
| ……………. | ……………. |
| CZXT.3 | 作业管理 |
| ……………. | ……………. |

知识点和能力测试点在数据库中的存储方式是一样的。从表4中可以看出，

CZXT是课程名；CZXT.1是该课程的第一章；CZXT.1.1是该课程的第一章第一节。根据以上的规律可以得到，存储在数据库中的知识点是以”.“来划分层次的，这样也就可以根据已选定的父节点的编码来判断给出合适的子节点代码，从而实现知识点的添加功能。

表3.6 存储在试题属性表中的知识点和能力测试点

| ItemID 试题编号 | PropName 属性名 | PropValue 属性值 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 知识点 | CZXT.2.11#CZXT.2.12#CZXT.2.3# |
| 1 | 能力分类 | CZXT.2.2#CZXT.2.5# |
| 2 | 知识点 | CZXT.2.3#CZXT.2.4# |
| 2 | 能力分类 | CZXT.4.7.2#CZXT.4.7.3# |
| 3 | 知识点 | CZXT.4.12#CZXT.4.14#CZXT.4.6.2# |
| 3 | 能力分类 | CZXT.4.1.2#CZXT.4.4.1# |
| …………… | …………… | …………… |

从表中可以看出，每个试题的知识点和能力测试点在数据库中的存储方式是一样的。根据上表的规律可以知道，每个试题相应的知识点和能力测试点在数据库表中是以“#”间隔开来的，当一个试题对应多个知识点和能力测试点的时候，“#”就可以将各个知识点和能力测试点分开，以便于系统提取每道试题所对应的知识点和能力测试点。

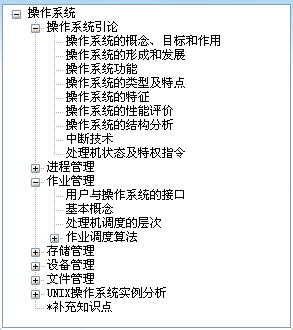


图3.9 知识点管理结构



能力测试点管理的实现和知识点管理的实现原理是一样的。图中的知识点树是用Treeview组件实现的，知识点树的管理和Windows中的资源管理器的目录有着很多的相似之处。TreeView控件中的各项信息都有一个与之相关的Node对象。treeview的功能主要包括添加子节点，添加兄弟节点和删除节点，同时实现了它的一些附加功能，展开所有节点，展开选定节点的下一级节点，折叠所有节点。

图3.10 试题录入及试题查询调用试题参数



图3.11 智能组卷调用试题参数

从图3.10和图3.11可以看出，知识点和能力测试点的管理为试题录入、试题查询、参数化的智能组卷的实现奠定了基础。并且，采用对知识点和能力测试点的管理的方式对试题进行全面的管理和应用是该在线考试系统的在技术的一大突破。

### 3.1.4 富文本的处理

在试题库的构建过程中需要考虑到试题的非文本性。不管是试题的题目，或者是试题的答案都有可能不只纯文本，这是就需要考虑到各种可能的形式，如图形图像、表格、声音、视频等，这些非文本多媒体数据作为试题的题干或题目的答案。

本系统设计方案为，通常的文本试题的内容存储在相应的数据库表项中，而当该试题内容应为富文本时，则将该内容存储在一个单独的专门用于存放多媒体数据表项中，在原来的表项内容存储对应的多媒体数据表项的索引标识，并且加入相应的特殊标识以区分正常的文本试题内容[33-35]。

在ETest系统中，试题管理、试卷管理以及在线考试中都会涉及到富文本的

处理。数据库中，用于保存题目的表是不能体现该题是否包含富文本的。需要使用程序的方法做出判断和映射！

不失一般性，使用选择题作为例子说明在原ETest系统中处理富文本的方法。



图3.12 选择题数据表图

上图是数据库中存储选择题题目的表，可以看出表中没有表现是否该题目为富文本的字段。但系统又必须识别出不同的提干形式，从而可以区别对待。

实际上在数据库表中，富文本题目与一般题目只有一个不同，就是在Base里面存储的不是题目的题干，而是一个ID号，根据则个这个ID号（RCID）可以在Rich\_Content表（富文本表）中找到对应的image图片。图3.13是数据库中存储各种富文本（图片）的表。就是说，所有富文本度存储在这里，具体的题目表中，使用一个RCID作为索引，指向对应的富文本。



图3.13 富文本数据表图

系统中，使用两个面向选择题的model来映射和屏蔽这种关系。这里的映射是指需要将系统内容存储的各种形式的试题信息映射到系统前段能够直接使用的数据体，而并不是在操作时，需要访问几个不同的数据库；屏蔽是指用户并不知道这种转换，或者说用户并不知道系统内部如何联合几个相关的数据表来形成最终的面向用户的数据体。

一个model直接面向数据库choose表，所以它属性中也没有关于富文本的

信息；令一个model面向用户，可以判断是否是富文本，并且富文本和普通文本放在不同的属性变量中，它比面向数据库的model多了两个字段，分别是用于存储富文本的\_rtf和用于指示是否文富文本的\_isRich字段。

系统在BLL层对他们进行映射装换，在DAL层面向数据库进行存取，在View

层面向用户直接使用，这样三层结构思想完美的做到了屏蔽和映射。

如图3.14所示，某个试题的内容在系统中的两个状态以及他们之间的转化机制。



面向用户的model

面向数据库的model

genRC (rcID): 对存入富文本表的rtf 返回的 RCID 添加富文本标志

hasRC (base): 判断该题是否为文富文本

getRCID (base): 如果是富文本,则取出 RCID,用于到富文本表中取文本

图3.14 富文本（多媒体）管理图示

接下来两节分别介绍了系统中试题内容信息如何在两个model之间转换，从而达到映射。

#### （1）从面向数据表的model转换到面向用户的model

\_isRich的赋值问题。

系统提供一个函数，进行判断\_Base中的特殊符号，进而得知是否是富文本，

这个函数能工作基础是文本内容和非文本内容中Base指端是否有这个唯一标识：



这个特殊符号“RC##=>“是在进行富文本存储的时候添加在\_Base上的，在客户端可以通过客户的选择来判断输入的是富文本还是普通文本，从而在存储该试题时可以判断：



\_rtf的赋值问题：



系统提供一个函数，将\_Base中的“RC##=>“标识符去掉，得到的就是RCID：

然后，使用RCID在Rich Content中进行查找，找出该富文本。将该文件（二进制）转换成字节数组，然后赋值给\_rtf.

BLL 层返回给View 层的是面向用户的model, View 层就可以直接使用

\_isRich判断该题目是否为富文本，并做出相应的操作。

#### （2）从面向用户的Model转换成面向数据表的Model

如果选择在系统中输入图文试题，则会激活图文对话框，用户可以在图文框中输入文本和图：

保存时：先使用一个rtf格式的文件保存该文本框中的所有内容，然后使用

FileStream将其读出到Byte[] RTF中。

然后将该面向用户的model对象，传递到BLL层中，转换在这里进行

ItemBLL. saveItemDetail(cbInfo, cbInfo. GetType());

如果对应要更新的题目已经是一个富文本，那么使用该题原来的Base来得

到RCID，然后将现在跟新的RTF存入到该富文本数据表的对应数据项中。然后将添加了富文本标识符“RC##=>“的RCID加入到Base中。

运用这种转化，而不是在数据库中直接考虑到试题的不同形式的可能（纯文本或富文本），也就是说直接按照面向用户的model建立对应的数据库表。这或许这样会降低系统的设计难度。但是我们会发现，为每一个试题的提干预备两个字段：一种是字符串，一种得字节流形式，这种格式导致的是会大量的浪费系统资源。并且，在考试系统中，纯文本的试题仍然站多数，这样为一个少量的富文本的可能，而提出一个通用性的数据库结构，是很不划算的。而且我们发现，不管试题是不时富文本，都会有一个字段时空的。

### 3.1.5 试题的维护方法

录入试题是整个考试系统至关重要的一部分。用户可以通过录入试题这一模块的功能将试题的题干和答案的相关内容录入到相关的数据库中，形成本系统的试题库。本系统主要采用了以下两种方法录入试题：

手工录入试题

试题手工录入的一般过程包括：

根据试题的题干和相关答案；

填写试题对应的属性参数；

系统自动对录入的内容进行简单的辅助审查。

自动导入试题

试题的自动导入功能是从Word、Txt、Rtf分档中分离出完整的试题，并对试题进行分类处理，主要题型包括：选择题（单项选择题、多项选择题）、填空题、判断题、问答题（简答题、计算题）、综合题。根据不同的特点，采用一定的办法将不同题型的试题导入到数据库中，形成考试系统的题库。

试题导入主要由四个步骤：

从WORD、TXT、RTF文档中分离出试题作为试题库的试题来源；

对分离后的试题根据类型（填空题、选择题、问答题、综合题等）进行分类；

把试题导入数据库形成试题库；

为数据库中的试题赋参数属性。



图 3.15 自动导入试题的模块图

如图所示，主要模块说明如下：

a）试题分离：从WORD、TXT、RTF文档中分离出完整的试题。对电子文档进行预处理（在每道题开始、结尾处加特殊标志），通过特殊标志【开始】、【结束】把完整的试题从电子文档中分离出来。

b）试题分类：主要是为文档中的每道试题添加标志符（例如：【选择题】）。这种方法比较简单易行，但是不够完善，以后的发展趋势肯定是更智能化的，能够从关键词或者特殊标志（比如填空题的 、选择题的选项ABCD等）中自动识别，然后把分完类的试题按照题型的不同，以不同的方案导入试题库。

c）试题导入：把不同题型的试题按不同方案导入数据库。选择题：题干单独存放，若干个选项分开存放。

填空题：把每一空的答案分别填入题干的横线上，作为题干；并且记录下答案在题干中的位置，作为答案；

判断题：题干和答案（是/否）分开存放。问答题：题干和答案分开存放。

综合题：把题干单独存放，把每个小题按类型分开存放。

d）赋参数属性：为试题赋予参数（知识点、能力测试点、难度系数等），通过这些参数来缩小使用者查询的范围、加快查询的速度以及增加可选择性。

现阶段，构建试题库的方法一般都是以手工输入为主，这种方法耗时耗力也容易出现差错。如图3.16所示，ETest考试系统旨在从多种电子文档（WORD、

TXT）中分离出标准格式的试题，然后根据试题题型，分别按照不同的方案把每道试题分离成符合数据库存储要求的几个部分，再把这些相关联的部分按照不同的方案存入数据库，最后为每道试题赋予出题人、知识点、考察点等参数，形成一个完整、多元化的操作系统课程试题库。



图3.16 试题自动导入流程

## 3.2 在线考试系统的功能设计

在线考试模块主要负责完成在线考试、学生成绩管理和成绩统计分析等功能。其中，在线考试平台系统软件的总体目标是为中学生参加的高考、中考、模拟考提供一个b/s结构的在线考试环境。通过该环境，考试组织者可以方便的组织一次在线考试，考生可以采取在线的方式进行考试，考试结果可以在线地被批阅教师进行批改和复核。考生成绩管理与分析子系统主要实现对考生历次

在线考试系统

前台部分

后台部分

考

生

登录

考

生信息修

改

考

生

考试

考

生

管理

成

绩

管理

考

试

管理

系

统

配置

权

限

配置

管

理员管

理

考试的成绩管理、试卷分析功能，并为考生和教师等用户提供各个级别的分析报告，比如学生成绩的排名分析、成绩分布状况分析、单科或总成绩的对比分析、学生或教师的知识点分析等。

图3.17 考试系统（B/S）功能图

由于本研究设计开发的在线考试系统主要针对出题、答案收集、答案保存和试卷评阅等功能，因此，用户管理系统比较简单，就是要对数据库中的管理员用户和考生用户进行管理，而管理的项目则包括对整个系统用户的浏览、添加、删除以及用户密码的修改等操作[34]。

虽然阅卷系统采用自动判分的机制，提供对考试系统的补充，然而，为了提高判分的准确性，以及详细的了解用户的答题情况，我们需要对用户试卷的判定。

用户管理子系统主要包括信息录入，管理账号生成，用户权限管理，考试管理子系统是发布一次考试，并设置考试参数，考试基本信息（包括考试题型等），预览信息，在线考试提纲试卷视图，考生答题操作，异常保护处理，如断电，断网等。考生成绩管理与分析子系统主要实现对考生历次考试的成绩管理、试卷分析功能，提供各个级别的分析报告，主要包括成绩管理、组卷参数更新和试卷分析与报告查询三个模块。

成绩管理模块可以实现对历次考生各科成绩的查看和管理功能。成绩的查

看可以按学校、班级进行，得出不同层次的平均成绩、及格率、优秀率，以及学校排名、班级排名、个人排名。

试卷分析与报告查询模块对历次考试的试卷按知识点进行分析，并按各测试目标的得分情况进行测试目标分析，可进行纵向、横向的分析比较。各用户可以按考试的时间区间进行分析，也可以按部门进行对比分析。默认分析的试卷为最近一次的考试。通过报告查询，用户可选择知识点掌握报告和应用测试目标报告，从而了解知识点的掌握情况的分布。教师通过报告可获得班级知识点的分数分布和难度级别的分数分布情况，从而有针对性的改进教学方法。学生通过分析结果知道哪些知识点是比较薄弱，有利于下一次的复习[35-36]。

考试组织者开始组织一场考斯时，如果部门信息、学生信息和教师信息都已注册完毕，那直接进入，考试设置阶段。反之，我们需要注册部门信息，学生信息，和教师信息。注册之后进行考试设置。

考试组织：考试组织者进入系统后，可以编辑部门信息，对其进行完善。并且可以完善学生信息，学生自己注册以后，考试组织者再一次的为学生考试进行注册，在输入完信息后注册，就注册好了一个学生。在考试组织模块里，可以编辑批阅教师和复核教师的信息，给老师注册好以后再一次的完善教师的信息，在这个界面中我们可以完成批阅教师和复核教师的注册。

我们在批阅/复核的下拉框中可以选择本次注册的是批阅教师还是复核教师同样也可以在教师类型中选择教师的类型，比如是物理老师还是语文老师。在部门信息、学生信息、教师信息完善后，我们可以进行考试设置。考试设置总体思路是先生成一场场总考试，然后再给总考试添加本次考试的所有子考试，为子考试选择试卷，以及进行批阅和复核设置，然后为学生发布。

在总考试设置里，我们可以添加总考试。我们可以在这个界面中选择考试类型，考试科目数，以及总考试的开始和结束时间，然后点添加就会生成一场总考试。进入子考试的界面，我们可以看到已经发布的子考试，以及子考试的一些详细信息，比如一场子考试属于哪场总考试等信息。在子考试管理模块里，我们可以添加子考试，可以选择子考试属于哪场总考试，可以在请选择试卷的下拉框中为这次考试，选择本场考试的试卷。以及考试的开始时间和结束时间，信息完善后，可以发布这场子考试。在批阅复核设置里，可以为批阅与复核老师分配考试的题目。在考试的题目分配完毕后，可以发布考试。考试组织系统能为特定考试分配特定考试，以及选定批阅与复核教师。

在线考试：考生进入在线考试系统后，选择考试科目。生成的试卷将会显示所有题目，考试剩余时间将会一直的倒计时的形式提醒学生。考试中只要学生写上答案，答案将会自动保存在临时的文件中，学生修改答案时系统会自动更新答案。

当所有题目做完以后，点击提交试卷，所有的答案将会被写入数据库中。在学生为点击考试按钮所有的操作都是在客服端进行的，这样大大的减少了服务器端的开销。在提交试卷以后，所有题目将写入数据库，然后批阅教师，进行批阅。

登陆

在线考试系统

开始考试

答题

返回

数据库

写入数据库

用 户

答 案

图3.18 在线考试系统流程图

考试批阅：批阅教师进入系统后，可以批阅试卷。对于不同类型题目我们既可以进行自动批阅也可以进行手动批阅。

考试复核：复核教师进入系统，可以对已经批阅的试卷进行复核，确保不出现批阅错误的情况。复核通过后，这道题目也就不会再复核界面在出现。如果点击不通过，可以重新打分，也可以填写不通过的原因，点击复核以后将写入数据库。

成绩查询：成绩查询功能模块提供广大学生和教师对历次考试的成绩查询及管理功能，教师可以对所教部门的学生成绩进行查询，具有管理员权限的教师可以对学生的成绩进行修改，复核老师将对修改后的成绩进行复核，学生可以对历次考试的成绩进行查询，包括单科查询或全部科目查询。

普通教师登录系统后，点击教师查分，可以对所在部门的学生所教科目的

历次考试成绩进行查询。只有具有管理员权限的教师用户在登录系统以后才能对学生成绩进行修改和更新。复核教师登录系统后，点击复核成绩，可以对需要复核的成绩进行复核。

学生登录系统后，点击学生差分，可以对自己的历次考试成绩进行查询。成绩分析：成绩分析模块提供广大学生和教师对历次考试的成绩分析功能，

教师可以对所教部门的历次考试进行分析，如平均成绩分析、平均成绩分布分析、单科或总成绩对比分析、知识点分析等，学生可以对历次考试进行分析，如成绩分析、总成绩排名分析、知识点分析等。

普通教师登录系统后，点击教师成绩分析，可以所教科目的历次考试进行分析，其它如单科成绩对比、知识点分析等操作类似。通过选择所在部门、考试开始时间、结束时间、科目，选择分析的图的类型，如平均成绩分析图（折线图）、平均成绩分布图（饼图）进行分析。

班主任登录系统后，点击班主任成绩分析，可以对所有科目的历次考试进行分析，其它如总成绩对比、知识点分析等操作类似。班主任可以对历次考试进行成绩分析，通过选择所在部门、考试开始时间、结束时间，选择分析的图的类型，如平均成绩分析图（折线图）、总成绩分布图（饼图）进行分析。

学生登录系统后，点击学生差分，可以对自己的历次考试成绩进行查询，其它如知识点分析等操作类似。学生可以对历次考试进行成绩分析，通过填写身份证、考试开始时间、结束时间，选择分析的图的类型，如成绩分析图（折线图）、总成绩排名增长图（折线图）进行分析。

教师可以通过单科成绩对比分析功能模块完成对该科目历次考试成绩的对比分析，例如班级之间比较、学校之间的比较等。登录系统后，教师可以对历次考试进行成绩对比分析，通过填写科目、所在学校、考试时间、选择对比的类型，如学校内部班级间对比分析、学校之间对比分析。

教师可以通过总成绩对比分析模块功能实现对历次考试成绩的比较分析，例如班级之间比较、学校之间的比较等。

登录系统后，教师可以对历次考试进行总成绩对比分析，通过填写所在学校、考试开始时间、考试结束时间，选择对比的类型，如学校内部班级间对比分析、学校之间对比分析。

在教师知识点分析模块里，实现教师对历次考试的知识点分析，以便教师了解学生知识点的掌握情况。登录系统后，教师可以对历次考试进行知识点分

析，通过填写所在学校，考试开始时间，考试结束时间等对考试的知识点掌握情况进行总体分析。

在学生知识点分析模块里，实现学生对历次考试的知识点分析，以便学生了解自己的知识点掌握情况。登录系统后，学生可以对历次考试进行知识点分析，通过填写身份证、科目、考试开始时间、考试结束时间，对考试的知识点掌握情况进行分析。

用户管理：系统管理员用户成功登录系统以后，可以按照一定的条件对用户信息进行查询，并分配相应的权限给用户。

系统配置：设置新用户注册时，初始化的用户角色，以及是否需要认证。权限配置：包括查看编辑权限列表，角色管理，模块管理，以及角色授权。考试登陆（安全性高）：是考生登录考试系统的主要模块，考生需要从系统

科目管理员处获取登录密码，然后选择自己的科目，键入密码，才能够登录相应的科目进行考试，以及考试成绩的查询、注册等操作。

# 第 4 章 智能考试系统实现

基于B/S三层架构的在线智能考试系统有教师管理模块和考生模块两大部分。考生管理模块页面较为简短功能较少，因此，本文将主要介绍教师管理模块。教师管理模块按性质分为日常管理模块和用户管理模块。日常管理包括课程管理、课程章节管理、题库管理、试卷管理、方案管理、智能组卷、成绩查询、学生试卷阅览、通告管理和在线交流，共有10个子模块。

## 4.1 系统登录功能实现

### 4.1.1 登录模块功能实现

登录模块主要验证登录用户名、密码和验证码。另外还需选择是教师还是学生，但两者处理流程相同，只是数据库表不同、最后进入的主页面不同。当用户输入的登录用户名、密码和验证码都正确时，初始化用户session信息，然后转发至教师或学生对应的主页面。



图4.1 登录对话框

### 4.1.2 系统主界面实现

用Visual Studio 2008创建web站点，在确定数据库结构后的第一步是创建界面，它是用户与应用程序进行交互操作的接口。我们首先要确定采用什么样的用户界面：应该使用主页面模式还是单页面模式？需要多少不同的页面？页面元素布局？这就需要我们在设计用户界面之前，考虑系统的目的[37-38]。经常使用的页面和偶尔使用的页面在界面设计方面应有所不同，用来显示信息发布的页面和用来采集信息的页面也是不同的。

用户界面设计的好坏，直接关系到管理系统的生存。如果一个管理系统的用户界面设计的比较好，用户操作起来就比较方便；而设计的不好，则会使用户不知所措。用Visual Studio 2008设计界面的优势在于Visual Studio 2008本身提供了大量控件，设计人员通过简单的拖动或双击就可以完成界面的设计工作，从这个角度上说，用户界面的设计并不难。然而，在进行系统设计和实现之前，必要的设计计划和方案是十分必要的，以此可以极大的改善应用程序的可用性。例如，对于系统窗体布局和设计和实现，可以事先通过草图和图纸确定窗体需要的控件，以及不同元素在系统内所占的地位和控件之间的关系。考虑到系统的通用性、易于修改性和先进性，本智能考试系统采用Asp. net 的

Master母版页模式，在根目录下创建了ThMPage. master。设计界面如图4.2所示。



图4.2 在线考试主界面

## 4.2 智能组卷功能实现

自动算法实现的关键和核心在于试题的编码方式、试题的适应度函数的确定和速度算子的参数设置等。

### 4.2.1 试题的编码

如果单纯使用试题号作为每一维向量的取值，那么这个编码将不包含试题的各种基本信息，比如区分度、难度、考点等属性，从而并不能使抽出的试卷按照算法向优化的方向进化[39]。因此需要为每一道试题进行一定的编码。编码的方案可以按照试题的属性分段进行。为了方便起见，这里仅列举四个属性：题型、难度、区分度。各个属性取值如下：

区分度约束：

表 4.1 区分度的取值

| 类别 | A | B | C | D | E |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 期望值 | 很好 | 较好 | 中等 | 一般 | 不好 |
| 实际取值 | 0.8-1 | 0.6-0.8 | 0.4-0.6 | 0.2-0.4 | 0.2 以下 |

难度约束：

表 4.2 难度的取值

| 类别 | H | I | J | K | L |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 期望值 | 很难 | 较难 | 中等 | 较易 | 易 |
| 实际取值 | 0.8-1 | 0.6-0.8 | 0.4-0.6 | 0.2-0.4 | 0-0.2 |

题型约束：

表 4.3 题型的取值

| 题型 | M | N | O | P | Q |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 值 | 选择 | 听力 | 阅读 | 改错 | 作文 |

在进行编码时，规定1-2位为区分度，第3-4位为难度，第5-6位为题型。比如某题属性值要求为区分度较好、难度中等、听力题，则它对应的编码为020302。如果对某一个属性值没有限定，可用00表示。

### 4.2.2 适应度函数

在对试题进行相应的编码之后，就要确定如何计算适应度的适应度函数。在粒子群优化算法中，每个粒子都有自己相应的适应度；组卷算法采用粒子群优化算法，通过计算粒子的适应度数值来确定粒子未来的运动趋向（位置更新或者速度更新）。适应度函数用来描述每一个个体的适应程度。对于优化问题

来说，适应度函数就是目标函数。通过适应度函数的引入，可以对组卷个体进行评估比较，从而确定最佳的适应度数值。在目标函数向适应度函数转换的过程中通常需要遵循的两个原则是：一时非负的适应度函数；二是在优化过程中，在目标函数的变化方向应与群体进化过程中适应度函数变化方向一致[40]。对于一个个体产生效益成为适应度函数。适应度函数是个体空间*S*到正实数空间的映射，即适应度函数*f*为：

*F*: *S**R*

适应度函数类型主要有两种：面向被优化目标函数的优化型适应度和面向约束函数的约束型适应度。其中优化型适应度和约束型适应度分别表示如下：

*Fobj* (*x*) 

*F* (*x*);

（4-1）

*F* (*x*)⎧0

*Gi* (*x*) 0

（4-2）

*I*⎨*g* (*x*) *g* (*x*) 0

⎩*i* i

不同约束条件的权重设为*wi*，则总的约束型适应度函数便是：

*m m*

*f* (*x*)*wi Fi* (*x*), 其中*wi*1, 0*wi* 1

（4-3）

*i*1 *i*1

在这里按照以上的数学模型采取约束型适应度定义如下：

** *q*  *q*  ** *n*  *n*  ** *t*

1



'

*i i* 2



'

*j j* 3



*k k*

 *t* 1

'

*F* (*x*)1

（4-4）

在使（4-3）中，实际抽取到的第*i*题的区分度为*qi*，考试中第*i*区分度的题数为*q*'；实际抽到的第*j*题的难度为*n*，科目要求的第*j*题型的题数为*n*'；*t*

*i* *j* *j* *k*

表示实际抽取到的第*k*题型的题数，*t*'表示考试要求的第*k*题型的题目数量；** 、

*k* 1

**2、**3为权重，也就是前面提到的用以显现某一考试中组卷更注重的属性，对应组卷过程中区分度、难度、题型在用户组卷策略中所占的比重。*f*取区间（0,1）之间的随机数，如果考试要求的指标数量完全与各项指标相同时，适应度值为1。

但是在现实中，通常会有一些误差，*f*1**时达到要求，其中**是误差允许的程度（允许值，或者精度），可以根据组卷策略要求来具体制定。

### 4.2.3 速度算子

在粒子群优化算法中，微粒如何移动，即怎样确定新的速度和下一个位置，可以通过速度公式和位置的移动公式来得到。这是用粒子群优化算法来组卷的关键所在。其实质就是当确定了一个试卷（粒子）的适应度不满足要求的时候，如何计算出他的缺陷部分（缺陷也就是新的速度）。公式（4-3）中可以看到，新的试卷（粒子新位置）是由旧的试卷（粒子原来的位置）与旧试卷缺失部分（更新后的速度）相加而得。对于具体的组卷问题，速度的计算具有一定的特殊性：

①向量均是离散型的整数取值；

②具有一定的边界约束；

③每一维都是由按照一定编码的规则合成的属性值。

对于前两个问题，使用公式（4-3）就可以处理。对于第三个问题，为了使每一个属性值在运算过程中不受干扰，使其保持独立，可以把向量做一个扩充，它的每一维仍然被看作一个向量，维数为3，也就是区分度，难度和题型这三个属性所对应的，每一维的加减按照向量的加减进行。权重控制着前一个变化量对当前量的影响，如果其较大，则影响就会很大，能够搜索一些以前没有到达的区域，整个算法的全局搜索能力加强；如果比较小，那么前一部分的影响就比较小，将主要在当前解的周围进行搜索，局部搜索能力变得较强。这里采用全局与局部搜索相结合的搜索方式，对**随时间动态变化，使其在前期时取值较大，有着较高的深度探索能力，以取得合适的种子，而到了组卷后期，对**取较小的值，以加快收敛的速度，这里取值从0.9到0.4随时间线性减小。

粒子当前位置与最佳位置之间的区域的分辨率取决于最大速度Vmax。如果

Vmax太高，粒子可能飞过好解；如果Vmax太小，粒子会在局部最佳位置附近区域内振动，这可能导致粒子陷入局部最优值。

### 4.2.4 使用PSO算法组卷的步骤

首先由用户设定组卷策略，如果是学生用户可以在策略库中选择教师已经提前设定好的组卷策略，如一些标准的模拟考试、专项训练等，由于这些策略是由有经验的教师设定，所以在难度分布和考点分布上能使组出的试卷更加规范化。选好策略后就可以根据需要去题库中抽题进行组卷，使用粒子群优化算法进行组卷的步骤如图4.3所示：



图 4.3 PSO 组卷算法流程图

（1）初始化粒子群，也就是从试题库中随机的抽取*n*套试卷（对应粒子群中的*n*个微粒），每套试卷有*m*个题目（*m*维的向量，每一维对应一个试题，用试题的属性值编码），并规定粒子的初始速度为0；

#### （2）对每份试卷的适应度进行计算，如果抽取的试卷样本符合规则要求，则直接转入（5）；

#### （3）按照粒子当前位置*Xi* (*k*)（当前试卷），预测粒子的下一个位置*Xi* (*k*　1)

（新试卷）：

①首先，根据当前速度计算新的速度（也就是当前试卷需要更新的题目）；

②然后，根据粒子当前位置（旧试卷）以及计算出来的需要更新的题目（也就是新的速度），来算出粒子新的位置（新的试卷）；

#### （4）如果找到一个更好的解，则更新Personal Best；如果整个群体找到了

一个更好的解，则更新Global Best，然后转（2）；

#### （5）算法结束。

在整个流程中需要注意的一是为了使每一个属性值在运算过程中不受干扰，使其保持独立，可以把向量做一个扩充，它的每一维仍然被看作一个向量，维数为3，也就是区分度，难度和题型这三个属性所对应的，每一维的加减按照向量的加减进行；二是速度的抽象问题，在这里速度是与粒子位置一样被抽象为一个向量，速度本身在组卷中的含义就是一张试卷的适应度值与所要求的适应度值之间的差异，也就是需要更新的题目。

### 4.2.5 参数的选择

PSO算法中需要设定的参数有：*private double initialWeight = 0; private int populationSize = 0; private double maximumVelocity = 0; private double maximumPosition = 0;*

*Private double leftInitialRange = 0; private double rightInitialRange = 0;*

*Private int maximumGeneration = 0; private int functionDimension = 0;*

*Private int xIndex = 0; private int yIndex = 0;*

*Private int globalBestIndex = 0; private double globalBestFitness = 0; private double inertiaWeight = 0; private double bestFitness[] = null; private double currentFitness[] = null;*

其中initialWeight 是初始权重; populationSize 是指初始种群的规模；而

maximumVelocity是粒子最大速度，每个粒子的速度都不能超过这个最大值，否则粒子将会飞出边界；maximumPosition是粒子最大位置；maximumGeneration最大进化代数；在使用globalBestIndex来指出全局最优解的下标的同时定义了

globalBestFitness来存储全局最优解的适应度值；inertiaWeight来指代惯性权重，它将影响到整个粒子群算法的收敛速度；bestFitness[]、currentFitness[]两个数组分别用来存储最好适应度值和当前适应度值。

### 4.2.6 收敛的判定

粒子群优化算法是一种反复迭代的搜索方法[28]。目前采用的粒子群优化算法收敛判据有多种。微粒群优化算法本身包含着很多影响算法优化的参数，也即通常被称作的探索-开发（Explorition-Exploitation）。探索是指在问题域中搜索最优位置，乃至全局最优值的能力。然而目前的粒子群优化算法的这些参数的确定更多的是由经验确定，而且不同的额参数选择会导致算法的不同收敛速度甚至不收敛。

国内外相关专家已经对粒子群优化算法收敛情况进行过相关研究。文献[27]对于粒子群优化算法在一维问题域内简化，然后根据动态的系统理论，粒子的时间行为依赖于动态矩阵A的特征值。从而通过对A的特征值**1和**2的判断确

定粒子的收敛、振动以及行进等。

粒子群优化算法可以在n维问题域中的状态为向量分解，分解为n个方向，即位移分解为：*xk*1,1, *xk*1,2, *xk*1,3,... *xk*1, *n*，而速度可以分解为*vk*1,1, *vk*1,2, *vk*1,3,.. *vk*1, *n*，然后，根据粒子群优化算法可以得到粒子群算法n维问题域中在第k+1步迭代与第k步迭代的递推关系，然后做些合适的假设条件，合理化简得动态矩阵，于是根据动态矩阵的情况，可以研究粒子群收敛情况。

当粒子在空间中根据粒子群优化算法进行更新（速度与位置的更新）时，每更新一次，就会计算它当前的适应度值。在组卷算法中，则是观察某一张试卷的适应度值是否接近或者等于用户的策略选择要求所对应的适应度值。如果达到某一个阈值，则说明该粒子是收敛的。

## 4.3 题库管理功能实现

题库管理模块在系统中是非常重要的，也是用户用的比较多的页面。题库管理主要负责对试题进行的查询、检索、展示、添加、删除和修改功能的实现，要实现上述功能，需要在主页面中设置一个试题列表和试题信息导航页面。列表导航页面提供对于试题的查询、展示、检索、删除等功能，并设置试题的添加和编辑链接，指向试题信息页面。试题信息页面提供试题的添加和编辑功能，试题科目浏览界面如图4.4所示。



图4.4 科目浏览

试题列表页面需要向用户提供按照用户规定关键字进行检索和查询的功能。检索条件有四个，分别为所属课程、所属章节、试题类型和试题题目。页面的检索功能还要支持四个条件的任意组合，并且试题题目条件是模糊查询。题库中的试卷格式为标准格式，试题类型包含单项选择题、多项选择题和判断题三种类型。

进行题库试题信息页面设计时，首先要考虑的就是试题类型，因为不同的试题类型，保存的信息是不同的。如单选题选项一般有4项，多选题有（4-6）

项，而是非题有2项。另外单选题和是非题的答案只有一个，而多选题有一到多个。这里需要特别进行设计考虑的是多选题答案的编码。多选题选项一般有4-6项，计算答案组合总数就得按6项来算，运用数学概率论知识可得出答案的组合总数为26-1，即63种。

常用的答案的编码方案有两种，一种是采用数字形式，另一种采用字符串形式。从效率和使用方便性上考虑，通常如果用数字能方便的满足需求，就不会使用字符串。因此系统在设计时也倾向与使用数字，利用数学知识分析数字 1

到63的后得出一个规律，它们可以由（20, 21, 22, 23, 24, 25）任意组合相加得到，而且任意组合相加都不会和其他组合重复。（20, 21, 22, 23, 24, 25）即

（1, 2, 4, 8, 16, 32）刚好是6个数字，可以分给六个选项，这些能够很好满足我的需求，而且使用起来也方便。

在实际的应用中，当保存答案时我们可以直接将选中项对应的值加起来；而当读取时可以通过一个转化函数方便的将它翻译成选中的项。比如答案为

10，首先判断出10满足条件8 <=10<16，则选中项中包括8所对应的选项D，然后10减去8的2，2大于0则继续如同处理10一样处理2，得出选中项中包含

2所对应的选项B，且2减去2不大于0函数终止，得到结果为B、D两项。

## 4.4 试卷管理功能实现

试卷管理模块在本系统中有四个页面分别是试卷列表页面、开考信息页面、考试班级管理页面和试卷浏览页面。这四个页面以试卷列表为主，试卷列表页面由导航栏的试卷管理进入。试卷列表页面提供到开考信息和试卷浏览页面的链接。开考信息页面提供到考试班级管理页面的链接。

试卷列表页面支持检索，有所属课程、试卷名称和试卷状态三个检索条件。这里需要说明的是试卷信息的试卷状态属性。试卷状态属性有草稿、正常、开考和结束四个状态，草稿表示试卷尚未组卷成功，正常表示已经组卷成功但还没开始考试，开考表示正在考试期间，结束则表示考试已经结束，试卷预览主界面如图4.5所示。



图4.5 试卷预览主界面

## 4.5 在线考试功能实现

在线考试主要实现学生在线考试、成绩管理和成绩统计分析等功能。其中，在线考试平台系统软件的总体目标是为中学生参加的高考、中考、模拟考提供一个b/s结构的在线考试环境。通过该环境，考试组织者可以方便的组织一次在线考试，考生可以采取在线的方式进行考试，考试结果可以在线地被批阅教师进行批改和复核。考生成绩管理与分析子系统主要实现对考生历次考试的成绩管理、试卷分析功能，并为考生和教师等用户提供各个级别的分析报告，比如学生成绩的排名分析、成绩分布状况分析、单科或总成绩的对比分析、学生或教师的知识点分析等。

学生在线考试是在教师出完卷，并允许考试的情况下，学生在网络环境中登录到在线考试系统中进行考试的过程，在考试系统中，学生需要核对自己的考试信息以及可以进行的考试科目录名称，一旦确定，考试完成后不可更改。当学生登录，显示有可考科目录，即可打开相应的试卷进行在线考试，在考试过程中通过浮动的窗口了解题目的多少、剩余时间、做题进度等相关信息，组织考试界面如图4.6所示。



图4.6 组织考试界面图

## 4.6 成绩查询与分析功能实现

成绩查询是一个公共的模块，所有用户都可以进行学生考试成绩查询。成绩查询功能模块提供按照教师和学生不同身份赋予不同查询权限的功能，教师用户可以查询其所教授课程班级所有学生的成绩，管理员用户可以对学生的考试成绩进行修改和更新，系统审核员将对修改后的成绩进行审核，学生可以实现按照科目或者时间进行考试成绩查询的功能。

普通教师登录系统后，点击教师差分，可以对所在部门的学生所教科目的历次考试成绩进行查询。

系统管理员用户登录成功后，可以对学生考试成绩进行修改和更新。

复核教师登录系统后，点击复核成绩，可以对需要复核的成绩进行复核。学生登录系统后，点击学生差分，可以对自己的历次考试成绩进行查询。成绩分析模块对学生和教师提供历次考试的成绩分析功能，教师可以对所

教部门的历次考试进行分析，如平均成绩分析、平均成绩分布分析、单科或总成绩对比分析、知识点分析等，学生可以对历次考试进行分析，如成绩分析、总成绩排名分析、知识点分析等。

普通教师登录系统后，点击教师成绩分析，可以所教科目的历次考试进行分析，其它如单科成绩对比、知识点分析等操作类似。

班主任登录系统后，点击班主任成绩分析，可以对所有科目的历次考试进行分析，其它如总成绩对比、知识点分析等操作类似。

学生登录系统后，点击学生差分，可以对自己的历次考试成绩进行查询，其它如知识点分析等操作类似。

成绩查询界面实现如图4.7所示。



图4.7 成绩查询图

# 第 5 章 智能考试系统测试

## 5.1 系统测试环境

基于B/S三层架构的智能考试系统部属在一台DELL R710服务器上，使用5台DELL Optiplex 380台式机和5台DELL780台式机，服务器配置如表5.1所示。

表5.1 测试服务器配置

| 服务器 | R710 | Optiplex 380 | Optiplex 780 |
| --- | --- | --- | --- |
|  | CPU : Intel Xeon E5506 | CPU : Intel E5700 | CPU: Intel E7400(2.8GHz |
|  | （2.13GHz×2）×2; | （3.0GHz×2）； | ×2）； |
| 配置 | 内存：2G×8;  硬盘：143G SAS 硬盘×1， | 内存：2G\*2;  硬盘：500G SATA 硬盘； | 内存：2G\*2;  硬盘：500G SATA 硬盘； |
|  | 500G SATA 硬盘×3; | 操作系统：Windows 7 | 操作系统：Windows XP |
|  | 操作系统：Windows 2008 R2； |  |  |

## 5.2 测试计划

将智能考试系统部属在一台DELL R710服务器上，创建题库、组织试卷并组织一场考试。用户使用10台台式机通过IE浏览器进行在线考试，然后对试卷进行自动批阅（客观题）并对考试结果进行分析，用户查询个人成绩。

## 5.3 系统功能测试及结果

### 5.3.1 系统登录

输入用户名，密码，选择登陆身份，这三个参数都正确后就可以登录到在线考试系统的客户端，此时主界面中的试题管理、试卷管理菜单变为可用，用户就可以继续后面的操作。否则，会出现错误提示：用户名不存在，用户名或者密码错误等信息，如图5.1提示。



图5.1 登录错误提示

### 5.3.2 题库管理

在主菜单试题管理目录下选择科目浏览功能，此时出现科目浏览对话框，如图5.2所示：

1．选择科目，此时左侧显示为所选科目知识点树形图示。

2．新增知识点：选中要新增的知识点的父节点，点击新增；然后编辑次节点内容。

3．编辑修改知识点：选中要编辑的知识点，在知识点编辑区域输入知识点内容，点击更新按钮。

4．删除知识点：选中要删除的知识点，点击删除按钮。



图5.2 知识点编辑主界面

查看题目：选课科目，再选择题型，点击选择按钮，即可查看所选题型的所有题目。

增加新试题：在查看具体的试题以后，就可以根据选择的科目和题型来增加该科目的新题目，点击新增按钮；如果需要删除试题，请选中试题，选择删除按钮。当该试题所有内容编辑完后，请选择保存按钮，此时试题已录入成功。

### 5.3.3 试卷管理

智能组卷第一步：试卷的基本信息。第二步，选择试卷中试题的题型，每

种题型的分值，答题时间和优先级。点击组卷就开始组卷，若参数不正确则会给出提示信息：



图5.3 智能组卷参数设置图

点击组卷，组卷成功后出现如下界面：



图5.4 组卷成功提示图

### 5.3.4 在线考试

我们为一个名叫小强的学生已经注册：现在用名叫小强的学生进行考试。然后用小强从主界面进行等录。

然后点击学生考试按钮将进入学生参加的所有子考试，界面如下。



图5.5 考试界面图

点击学生考试按钮：将会出现已经此学生所参加的所有子考试：界面如下图所示：



图5.6 选择考试图

生成的试卷将会显示所有题目，考试剩余时间将会一直的倒计时的形式提醒学生。考试中只要学生写上答案，答案将会自动保存在临时的文件中，学生修改答案时系统会自动更新答案。

当所有题目做完以后，点击提交试卷，所有的答案将会被写入数据库中。在学生为点击考试按钮所有的操作都是在客服端进行的，这样大大的减少了服务器端的开销。

在提交试卷以后，所有题目将写入数据库。然后批阅教师，进行批阅。 教师用户登录成功以后，点击试卷批阅按钮进入试卷批阅界面，如图5.7

所示。



图5.7 批阅界面图

对于选择题我们既可以进行自动批阅也可以进行手动批阅。当点击自动批阅选择题的时候，如果批阅成功会出现一下提示，界面如下：



图5.8 自动批阅图

点击进入批阅，将进入批阅的界面：将会显示出所有分配的子题目：界面如下：



图5.9 手动批阅图

把分数填入以后，然后点击批阅，如果批阅成功，将会提示批阅成功，否则会提示，批阅失败的原因。

复核教师进入以后将会看到如下的界面，然后点击复核后见进入复核的界面。



图5.10 考试复核图

点击通过，复核就可以通过，这道题目也就不会再复核界面在出现。如果点击不通过，可以重新打分，也可以填写不通过的原因，点击复核以后将写入数据库。

### 5.3.5 成绩查询与分析

登录系统后，教师选择自己所在的部门，考试时间，如2010-8-30，所教科目，如语文，点击查询，系统会生成考生的成绩及排名信息，考生成绩的统计信息。



图5.11 成绩查询图

教师修改成绩：登录系统后，教师输入需要修改成绩的学生的身份证，选择相应的科目，新成绩，考试时间，考试单位，在备注栏中填写修改原因，如总成绩少加1分，点击修改按钮进行修改。

本操作的使用者需要有管理员身份。成绩修改后，需要复合老师进行复核，复核通过后才能生效。

教师成绩复核：登录系统后，成绩修改后，复核老师在其界面中将会看到

需要进行复核成绩的学生的考试信息。复核老师查看修改原因，点击同意，表明该成绩修改有效，点击拒绝，说明成绩修改无效，需要进一步处理。

学生成绩查询功能测试：登录系统后，学生输入身份证，考试的开始时间、考试结束时间，选择科目，如全部或者单个科目，点击查询按钮进行查询，系统将会显示成绩及相应的排名。



图5.12 成绩查询图

教师成绩分析功能测试：教师登录系统后，可以对历次考试进行成绩分析，通过选择所在部门、考试开始时间、结束时间、科目，选择分析的图的类型，如平均成绩分析图（折线图）、平均成绩分布图（饼图）进行分析，成绩分析的折线图、饼图分别如图5.13、5.14所示。



图5.13 成绩分析折线图



图5.14 成绩分析饼图

班主任成绩分析：登录系统后，班主任可以对历次考试进行成绩分析，通过选择所在部门、考试开始时间、结束时间，选择分析的图的类型，如平均成绩分析图（折线图）、总成绩分布图（饼图）进行分析，成绩分析的折线图、饼图分别如图5.15、5.16所示。



图5.15 成绩分析折线图



图5.16 成绩分析饼图

学生成绩分析：登录系统后，学生可以对历次考试进行成绩分析，通过填写身份证、考试开始时间、结束时间，选择分析的图的类型，如成绩分析图（折线图）、总成绩排名增长图（折线图）进行分析，分别如图5.17、5.18所示。



图5.17 成绩分析折线图



图5.18 成绩排名变化图

单科成绩对比分析：教师用户成功登录系统以后，可以对科目历次考试成绩进行比较分析，通过选择科目、学校、考试时间以及比较类型等，可以进行班级内部或者学校之间的考试成绩比较。

总成绩对比分析：登录系统后，教师可以对历次考试进行总成绩对比分析，通过填写所在学校、考试开始时间、考试结束时间，选择对比的类型，如学校内部班级间对比分析、学校之间对比分析。

教师知识点分析：登录系统后，教师可以对历次考试进行知识点分析，通过填写所在学校，考试开始时间，考试结束时间等对考试的知识点掌握情况进行总体分析。

学生知识点分析：登录系统后，学生可以对历次考试进行知识点分析，通过填写身份证、科目、考试开始时间、考试结束时间，对考试的知识点掌握情况进行分析。

# 第 6 章 总结和展望

当前，随着互联网技术和计算机应用技术的迅速发展，信息科学技术得到了广泛的应用。在教育领域，计算机考试系统因为具有准确方便、灵活高效、安全可靠、成本低廉等特点，在考试中得到了越来越广泛的应用。计算机考试可以充分利用已经构建好的试题题库，组卷人员可以方便快捷的组出一份知识点涵盖全面、试题难度满足要求的考试试卷。计算机考试省去了传统考试中的试卷印刷装订、运输和保存的过程，极大的降低了考试的成本和相关人员的工作量，节省了大量的人力物力，并能够实现更好的保密性。

此外，计算机考试可以实现试卷部分甚至全部的自动评阅、成绩汇总保存、成绩查询、成绩分析统计等功能，保证了成绩的准确性，极大的提升了考试的公平公正性。计算机考试在时间、地点上可以灵活多样，能够极大的方便考生参加考试，充分满足考生的需求，许多学校都对计算机考试系统表现出了浓厚的兴趣。但是由于发展的时间较短，加之应用不够广泛，计算机考试系统还有很多问题，有待于进一步的研究和改进。

## 6.1 总结

本研究在系统的分析和总结了传统的在线考试系统存在的问题和不足的基础上，利用先进的粒子群优化算法并结合遗传算法进行智能组卷算法的改进，在分析和探讨在线考试技术和系统设计开发技术的基础上，深入的研究了在线智能考试系统的设计和实现，完成了以下工作。

论文开始介绍了研究背景，通过分析当前计算机考试存在的不足，指出了深入研究在线考试系统的必要性，并介绍了本文的研究目的、研究内容、工作与创新，并在最后介绍了本文的组织结构。

第二章对智能考试系统的相关技术进行了介绍。首先对智能考试系统的系统架构进行了研究，分析了分层架构的优势，并选择使用基于B/S的三层架构作为智能考试系统的系统架构。然后介绍了计算机考试系统的通讯技术和使用基于WebService的通讯技术的优势。最后简要介绍了系统的开发环境。

第三章介绍了一个智能考试系统的系统设计过程。详细介绍了智能考试系统试题题库的设计，包括题型模板设计、科目题型模板与科目题型的关系设计、

科目属性的处理方法设计、富文本处理的设计，并介绍了试题库的维护方法。智能考试系统试题题库部分采用C/S架构实现。然后介绍了在线考试系统的功能设计，在线考试系统B/S部分主要由在线考试、考生成绩管理与分析子系统组成。其中，在线考试平台系统软件的总体目标是为中学生参加的高考、中考、模拟考提供一个B/S结构的在线考试环境。通过该环境，考试组织者可以方便的组织一次在线考试，考生可以采取在线的方式进行考试，考试结果可以在线地被批阅教师进行批改和复核。考生成绩管理与分析子系统主要实现对考生历次考试的成绩管理、试卷分析功能，并为考生和教师等用户提供各个级别的分析报告，比如学生成绩的排名分析、成绩分布状况分析、单科或总成绩的对比分析、学生或教师的知识点分析等。

第四章在智能考试系统概要设计和详细设计的基础上，结合粒子群优化算法实现智能组卷算法模型，实现了智能考试系统的主要子功能模块的功能，实现了题库管理、智能组卷、在线考试和成绩查询与分析等功能，提高了在线考试的效率和管理水平。

第五章介绍了系统的测试与运行。首先介绍了系统的实验环境，介绍了运行系统服务器的软硬件环境及版本。之后介绍了试验计划，以及如何使用试验计划完成系统的运行与测试。最后着重介绍了系统的实验结果，通过对系统登录、题库管理、试卷管理、在线考试、成绩查询与分析等模块的运行测试，确认系统已实现预期的目标，证明了系统的有效性。

## 6.2 主要贡献

本文总结了智能考试系统的一些关键技术，对在线考试系统所涉及的相关技术环节展开研究。本文设计开发了一个智能在线考试系统，可以充分满足一场考试的需求。试题录入和试卷生成部分采用C/S架构；在线考试系统使用采用B/S架构，以网页浏览器为客户端，提供在线考试、统计以及客观题自动阅卷、成绩统计汇总、成绩查询、成绩分析统计等功能。

本文的主要工作和创新点如下：

第一、本文设计的试题录入提供了文本、OLE对象、图片、声音文件、表格等多样化的输入、输出方式，提供了多样化的考试方式；

第二、本文设计了一个高效的组卷算法，提供部分考试题型的参数约束判定、利用智能算法等技术手段实现能满足用户要求的自动组卷功能；

第三、本文设计的系统可以根据用户自身需求对每次考试进行统计分析，提供更直观更有针对性的能够方便用户衡量自身能力的成绩统计分析。

第四、本文设计的智能考试系统试题录入和试卷生成部分采用C/S架构，更好的保证了系统的安全性；在线考试系统使用采用B/S架构，以网页浏览器为客户端，提供在线考试、统计以及客观题自动阅卷功能，保证了用户使用的便捷。

## 6.3 进一步工作

通过对智能考试系统相关技术的研究，包括系统架构、应用服务技术已经开发测试环境，设计了一个功能完善的智能考试系统。但是目前智能考试系统还有很多问题需要解决，并且随着信息技术的发展和推进，还会有越来越多的调整出现。本人认为在该研究领域还有以下几个方面值得进一步研究和深入。

（1）高性能、安全可靠考试系统的设计方法。随着社会的发展可考试规模的扩大，考试系统服务器承担的负载将越来越重。如何设计一个性能稳定、安全可靠能够满足大规模在线考试的考试系统设计方法是一个值得关注的问题。

（2）智能组卷算法的优化。如何开发出一种可靠的组卷算法，或者应用一种甚至几种组卷法的集合，以充分利用它们的优势并减少它们的不足，来智能组出一份符合用户要求的试卷，并充分考虑知识点的覆盖以及试题难度的算法，是需要关注的另一个方面。

（3）如何实现自由灵活的用户定制方式。用户定制允许用户自由定制自己感兴趣的领域，并能够根据用户的考试结果不断调整用户对知识点的掌握情况，更有针对性的为用户提供测试与复习。如何设计一种能够满足用户需求的定制方案，是我们需要研究的课题。

（4）如何设计多种方式的成绩查询展示途径，更加直观的展示用户的成绩和用户对各知识点的掌握情况，包括设计进度条、柱状图、折线图、三维立体图形等展示方式，是值得关注的另一个课题。

致谢65

致**谢**

在本论文完成之际，最感谢的是曹伯燕老师。曹老师在工作和学习上，以其渊博的专业知识，强烈的敬业精神、严谨的治学态度指引着我前行，老师对待科学的严谨态度和严以律己、谦和宽容的为人使我终身受益。感谢导师对我的谆谆教诲和耐心启发，我的每一点进步都倾注了导师大量的心血和汗水，都凝结着导师的辛勤劳动和无私帮助。在此，向敬爱的恩师致以最真诚的感谢！

感谢在我完成学业和论文写作过程中提供了大力支持和帮助的家人、同学、同事。感谢西安电子科技大学大学的各位老师，谢谢您们的辛勤培养和谆谆教诲。

最后衷心感谢在百忙之中评阅论文和参加答辩的各位专家、教授！

参考文献

[1] 胡可云, 田凤占, 黄厚宽. 数据挖掘理论与应用[M]. 北京: 北京交通大学出版社, 2008: 71-88.

[2] 王敞． 基于计算机智能的智能考试理论研究[J]． 中国电化教育, 2010, 2: 23-25.

[3] 王萌, 金汉军, 王晓荣． 集合随机抽选法在智能组卷中的研究[J]． 计算机工程与设计, 2006, 27(16): 3583-3585.

[4] 李小勇. 题库管理系统中的自动化组卷算法[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2002, 38(4): 41-43.

[5] 肖洋, 王骁, 刘凤新. 在线考试组卷算法研究[J]. 北京化工大学学报, 2006, 33

(4）: 44-47.

[6] 张建国, 陈志国, 沈林. 基于网络的智能考试系统研究与设计[J]. 郑州轻工业学院学报（自然科学版）, 2008, 23（3）: 39-41.

[7] 邹显春, 张为群. 一种基于Internet的开放式考试模型研究[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2001, 12(4): 142.

[8] 胡双炎, 易连结. 网络无纸化考试系统研究与实现[J]. 科学技术与工程, 2009, 43（23）: 58-62.

[9] 陈奕宏. 基于B/S和C/S模式的无纸化考试系统研究[J]. 重庆科技学院学报（自然科学版）, 2008, 1: 17-22.

[10] 刘相滨, 阳波, 王胜春, 谭剑, 杨铁林. 基于组件的计算机考试系统研究与实现[J]. 计算机工程与应用, 2006, 17（5）: 112-117.

[11] 华如海, 王俊普, 郑金等. 基于约束满足的智能组卷方法的研究与实现[J]. 计算机应用研究, 2000, 17(11): 20-22.

[12] 杨学增, 王满敬. 基于B/S三层架构的Asp. NET系统的代码生成研究[J]. 软件导刊, 2009, 8（7）: 11-13.

[13] 张文涛, 陈红星. 基于ASP. NET的B/S架构下的项目管理系统的网络安全模式设计[J]. 计算机科学, 2008, 35（2）: 101-104.

[14] 吴萍, 乐嘉锦. 基于B /S三层架构的体育信息处理系统的设计与实现[J]. 东华大学学报（自然科学版）, 2006, 32（4）: 39-42.

[15] 刘德刚, 尚玲玲. 基于C/S和B/S三层混合分布式运行模式的研究生教育管理信息系统的实现[J]. 中国电力教育, 2005, S1: 3-5.

68智能考试系统的计设与开发

[16] 李胜, 王建新. 基于. NET三层架构B/S模式的企业经营管理者考评系统设计与实现[J]. 南华大学学报（自然科学版）, 2007, 21（3）: 89-92.

[17] 李书杰, 李志刚. B/S三层体系结构模式[J]. 河北理工学院学报, 2002, 24(S1): 25-29.

[18] 罗映红, 魏永峰, 周丰. 基于ASP/ADO. NET在线考试系统的设计与实现[J]. 教学研究, 2006, 29（3）: 145-148.

[19] 郭彬. 基于. NET三层架构的在线考试系统设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2008, 4（8）: 2500-2501, 2531.

[20] 尹兆冰, 王加阳. Web Service及其关键技术研究综述[J]. 软件导刊, 2010, 9(2): 121-123.

[21] 钟慧玲, 黄晓宇, 蔡文学, 周殷华. 一个基于Web Service的数据交换平台[J]. 微计算机信息, 2007, 23(3-3): 184-186.

[22] 王晓洁. XML和Web Service在企业电子商务中的应用[D]. [硕士学位论文], 成都: 电子科技大学, 2006.

[23] 张骏. 基于SOA架构实现符号数值混合数学计算平台[D]. [硕士学位论文], 上海: 华东师范大学, 2007.

[24] 吴家菊, 刘刚, 席传裕. 基于Web服务的面向服务（SOA）架构研究[J]. 现代电子技术, 2005, 205（14）: 1-5.

[25] 李国勇, 陈蜀宇, 高峥. Web服务中的跨应用单点登录[J]. 重庆理工大学学报（自然科学版）, 2011, 31（5）: 88-91.

[26] 邵凌霜, 李田, 赵俊峰, 王亚沙, 谢冰, 梅宏. 一种可扩展的Web Service QoS管理框架[J]. 计算机学报, 2008, 31（8）: 1458-1470.

[27] 钱冬云. 基于Ｃ#. NET的高校教务管理系统的开发[J]. 浙江工贸职业技术学院学报, 2008, 8（3）: 40-45.

[28] 张月玲, 禄乐滨, 曹晓敏. 一种组卷策略算法[J]. 微电子学与计算机, 2003, 20(6): 18-20.

[29] 蔡武越. 题库系统智能组卷的MCWDP算法研究[J]. 计算机工程与科学, 2002, 24(6): 105-107.

[30] J Holland. Adaptation in Natural and Artificial Systems [J]. USA: MIT Press, 1992, 6-24.

[31] 陈国良等. 遗传算法及其应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1996: 80-84.

[32] 刘民, 吴澄, 蒋新松. 用遗传算法解决并行多机调度问题[J]. 系统工程与实

践, 1998,18(1):14-17.

[33] 程润伟. 遗传算法与工程设计[M]. 汪定伟, 唐家福, 黄敏译. 北京: 科学出版社, 2000: 13-22.

[34] 任斌, 丰镇平. 改进遗传算法与粒子群优化算法及其对比分析[J]. 南京师范大学学报(工程技术版), 2002, 2(2): 14-20.

[35] 刘贤喜, 杨峰, 王玉亮等． 基于遗传算法的自动组卷的研究[J]． 科学技术与工程, 2007, 7(10): 2238-2241.

[36] 董敏, 霍剑青, 王晓蒲. 基于自适应遗传算法的智能组卷研究[J]. 小型微型计算机系统, 2004, 25(1): 82-84.

[37] 姚进, 段会川, 寿思诚, 刘弘. 基于蒙特卡罗方法的试卷难度分布研究[J]. 计算机应用与软件, 2004, 23（9）: 251-255.

[38] 秦春影, 喻晓锋, 仝海燕. 一种选题策略在自适应的计算机等级考试中的应用[J]. 重庆师范大学学报（自然科学版）, 2012,

[39] 何明高, 吴福跟. 考试分数分布、原始分数与导出分数[J]. 教育探索, 2000, 21(3): 21-22.

[40] 张月琴, 李慧姝, 任波. 基于遗传算法的自动组卷策略[J]. 内蒙古农业大学学报, 2006, 27(3): 102-105.

[41] 高艳霞, 刘峰, 王道洪． 改进型遗传算法及其应用研究[J]． 上海大学学报, 2004, 34(10): 249-253.