

摘 要

随着计算机及网络技术的发展与普及,教育信息化是一个必然的趋势。很多大学开设了远程教育,通过计算机网络对千里以外的学生进行教学。在这种环境下,在线网络考试系统也应运而生。在线网络考试代表将来考试方式的改革与发展方向,它可以提高考试及办公的自动化水平和管理水平;降低考试成本;提高工作效率;促进教学与考试的规范统一;推动现代远程教育的发展;使考试更加高效、公平、合理。

目前大多数在线考试系统或多或少存在可扩展性差、安全性差、组卷方法单一等种种缺陷,因而难以大规模应用于正式的考试中。针对这种情况,本文介绍了一种基于 JSP 的在线考试系统的设计与实现。

本文先介绍了本课题的研究背景、系统需求和主要研究内容;然后对系统中用到的理论知识和相关技术进行了详细的阐述,包括开发工具、体系结构、工作流程、数据库设计、自动组卷的算法、系统的测试等。该系统采用 B/S 三层构架的体系结构,开发技术选择 JSP 技术,以 Tomcat 作为 Web 服务器,选用 SQL Server 2000 作为后台数据库,客户端采用浏览器来完成操作。本系统主要由管理员子系统、教师子系统和学生子系统组成,具有多用户同时在线考试、动态随机出题、自动判卷、用户管理、成绩管理等功能。论文中阐述了具体实现方法和自动组卷的算法功能实现程序。

本课题完成设计实现的系统已经试运行正常。该系统能够方便、及时地和用户进行交互,提高网络教育考试水平和效率,并且该系统易于维护。

关键词: 在线考试、JSP、B/S 模式、组卷算法

Abstract

With the computer and network technology development and popularization of educate information-based is inevitable trend. University opened a lot of distance education, through the computer network of a long distance away from the students for teaching, in this environment; the online examination system also came into being. Online test on behalf of the future examination of the way of reform and development direction, it can improve the examination and office automation level and management level; lower test costs, increasing efficiency, promote the teaching and examination norms unity, push the development that the modern long range educate, make examination more and efficiently, fair, reasonable.

At present, most online examination system there can be more or less the defect, such as poor expansibility, poor security, and the method of edit the examination paper is unitary and so on, making it difficult for large-scale formal examination. Aim at this kind of circumstance, this paper introduces a method of JSP-based online Test System Design and Implementation.

This article first introduced the research background, system requirements and main research contents of this topic. Then it described the theoretical knowledge and related technologies used in this system in detail, including development tools, systems and structures, workflow, database design, the algorithm of auto group volume, the testing of system, etc. The system uses the structure of B / S framework of three tiers and chooses JSP technology as its development technology, Tomcat as its Web server and SQL Server 2000 as its background database. The client of this system uses browser to complete the operation. It mainly consists of sub-system of administrators, sub-system of teachers and sub-system of students. it has the functions of multi-user online exam at the same time, dynamic random, automatic, user management, performance management, and so on. In this paper, we described the algorithm and computer programmer of the implement method and auto group volume.

The topics to complete the design and realization of the test system had been operating normally. The system can interact with users timely and conveniently, improve the efficiency and the level of network education examination and make the system easier to maintain.

Keywords: online examination; JSP; B / S model; algorithm of group volume

论文独创性声明

本人声明：本人所呈交的学位论文是在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除论文中已经注明引用的内容外，对论文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本论文中不包含任何未加明确注明的其他个人或集体已经公开发表成果。

本声明的法律责任由本人承担。

论文作者签名：郑辉

2008年5月28日

论文知识产权权属声明

本人在导师指导下所完成的论文及相关的职务作品，知识产权归属学校。学校享有以任何方式发表、复制、公开阅览、借阅以及申请专利等权利。本人离校后发表或使用学位论文或与该论文直接相关的学术论文或成果时，署名单位仍然为长安大学。

（保密的论文在解密后应遵守此规定）

论文作者签名：郑辉

2008年5月28日

导师签名：刘建

2008年5月28日

第一章 绪论

1.1 引言

未来的信息时代是网络时代，同时也是一个社会教育化的时代^[1]。在信息技术迅速发展的今天，网络技术的应用越来越广泛，如何利用 Internet 开展现代远程教育正受到人们的普遍关注。远程教育是一种现代教育模式，是指教与学双方在时空分离的情况下，利用现代教育技术手段，保持教学双方的双向信息联系，自主的完成施教与学习活动的过程^[2]。利用 Internet 开展远程教育，是一种实现远程教育的具有发展前景的手段，它可以实现不受时空限制的、交互式的、图文等多媒体形式并茂的网络教育。使用者只需有一台联网的计算机，就可以通过网络进行学习和考试，不受时间地域限制。在我国充分利用这一资源进行网络教学，有着广阔的应用前景^[3]。

在线考试系统是实现网络教育的一个重要组成部分，通过在线考试系统可以及时测试自己的学习进度、自己对已学习知识的掌握程度。网络考试与传统考试相比有着明显的优势，考生和教师可以从世界的任何角落，通过浏览器接入因特网来使用考试系统，不受地域的限制；同时也使得用户可以更加灵活地安排考试时间，可以在任何时候使用网络考试系统进行自测，快速查询考试成绩。所以在线考试系统的开发和应用现在正受到越来越多的高度重视^[4]。

随着计算机科学技术的飞速发展和网络互联网的应用范围不断扩大，以计算机为辅助手段的网络考试方法已经在社会众多领域中逐步得到应用与推广，尤其在各种培训、教育教学领域发展迅速。它使培训者、教育者从出题、组卷、组织考试、阅卷评分、试卷分析等费时费力的传统工作中解脱出来，使他们能够将主要的精力转移到利用现代化的科技手段提高教学效率和教育质量的改革中去，以更好的适应现代教育形势的发展^[5]。

依托计算机网络平台和现代化多媒体技术的网络考试具有传统考试方式无可比拟的优势。网络考试突破了传统考试中考场空间、时间的限制。它利用网络的无限广阔空间，把考场从学校延伸到了家中、机房、办公室及其它任何网络能够覆盖的区域，并可随时随地对考生进行考试，加上数据库技术的利用，使得考试过程中的多种信息能够存储、记录、重现，让考试变得更公平公正，更具权威性、透明性和可靠性。网络考试实现了传统考试理论与现代科技的完美结合，符合现代教育体制的要求，代表着现代教育中考试的改革和发展方向^[5-6]。

1.2 网上考试的产生背景

网络化教育代表了教育改革的一个发展方向,已经成为现代教育的一个特征,并对教育的发展形成新的推动力。随着 Internet/Intranet (Intranet 为企业内部网,是 Internet 技术在企业内部的应用)的迅速发展和广泛普及,建立在其上的远程教育成为现代教育技术未来发展方向之一。考试测试作为远程教育的一个子系统也成为重要的研究领域。现代远程教育作为一种新的教学手段已经开始进入我们的生活,正在给传统教育模式带来新的变革,并对教育的发展提供新的动力^[2]。

Internet 技术的发展使得考试的技术手段和载体发生了革命性的变化,Internet 的开放性、分布性的特点和基于计算机的巨大的计算能力使得考试突破了时间和空间的限制。基于 Internet 的考试系统正成为人们的研究热点之一^[7]。与传统考试模式相比,网上考试具有无可比拟的优越性,它可以将传统考试过程中的试卷组织、审核印制、传送收集、登记发放、评判归档各个环节缩小到一至两个环节,几乎屏蔽了所有人工直接干预考试活动的可能性,不但能够节约大量的时间、人力、物力与财力,而且还可以大幅度提高考试成绩的客观性和公正性。在线考试子系统课题产生的背景是当今教育信息化的趋势和我国高校教育信息化系统的建设,目的是充分利用学校现有的计算机软、硬件资源和网络资源实现无纸化考试以避免传统手工考试的不足。与传统考试模式相比,基于网络的考试渗入了更多的技术环节,对实现安全性的途径和方法也提出了更高的技术要求。通过 Internet/Intranet 来实现网上考试,是现代教育技术的一个具体实现,具有重要的现实意义。可以实现教考分离以及考务工作的全自动化管理,可以有效利用校园网的软硬件资源,使其发挥最大效率,更好地为学校的教学、科研和管理服务,可以大规模的实行考试,实现考试的客观性和公证性,自动化组卷、阅卷可以减轻教师的工作强度^[8-9]。

20 世纪 50 年代,为了满足鉴别和选拔人才的需要,一些教育发达国家会定期举行一些规模巨大的标准化考试,试题库就是为了适应这种客观需要才出现的。

计算机试题库是“按照一定的教育测量理论,在计算机系统中实现的某个学科题目的集合”。它是严格遵循教育测量理论,在精确的数学模型基础上建立起教育测量工具,可以对教学质量进行宏观控制。为教学管理、测试、评估等提供多角度、多层次、多功能的服务,对课程建设与改革进行宏观指导具有重要作用。

纵观远程教育和教育技术的发展,计算机网络考试的推行势在必行。计算机网络化考试,为各种教育模式的考试及技能培训的考核提供了标准化的考试环境。这是教育技

术改革的发展趋势，也是实现科学化决策的重要工具之一^{[2-3][10]}。

1.2.1 网上考试相比传统考试的优势

网上考试能够克服传统考试的许多弊端、提高考试效率、降低成本。与传统考试比较^[8]，其优势主要表现在：

(1)网上考试能解决试题的科学性问题，提高试题质量。

(2)网上考试系统必须要建立题库。试题库要根据考试大纲要求，依据教育测量学理论来进行命题。具体要求是：要保证所出试题的科学性。试题要有一定的覆盖面，体现教学要求，给出每一道试题的参考答案和评分标准^[11]。而大多数传统考试没有建立标准化题库，试题没有经过先行测试，造成试题的科学性存在一定问题。

(3)网上考试不受时间地点限制，省时省力。网上考试不受考生所在时间地点的限制，降低了学习和考试的成本。为了减少考生工作和学习时间上的冲突，考生可以自主地安排考试时间。而一些重要考试，也可以像传统考试那样，限制考生在规定的时段内参加网上考试；而传统考试学生必须按规定时间、到规定地点参加考试，考试过程由出题、印卷、运输、保管、监考、阅卷、统计分数等若干环节组成，每一次准备考试都必需经过这些环节，费时费力，效率低下^[12]。

1.3 国内外发展现状

凭借着先进的互联网技术，网络远程教育和考试在国外一些发达国家已蓬勃发展起来，人们选修课程和考试都是通过网络进行的。例如，美国 ETS 组织的“计算机文化考试”、“高级就业计算机科学考试”、“专业领域考试”、“TOEFL”、“GRE”；英国计算机学会 BCS 和 IDPM 分别组织的计算机考试，并普及到英联邦国家；日本于 1969 年开始设立“信息技术人员考试”，成为仅次于高考的第二大考试^[4]。

在国内，各种网校、在线教育、远程课程教学也随 Internet 而悄然兴起，出现了很多网上考试。部分知名公司与名牌大学相继开办了网络远程教育课程，从事证书的考核颁发，也有本科、硕士研究生的学历教育。例如由人事部和信息产业部组织的“中国计算机软件专业技术资格和水平考试”，教育部组织的“全国计算机等级考试”，全国电大网上考试，教育部从剑桥引进的“剑桥信息技术(CIT)证书考试”，以及 CISCO 认证考试、微软认证考试、NOVELL 认证考试、IBM 认证考试等等^{[4][13]}。

网络考试系统因其公正性、安全性、准确性、灵活性、随机性、及时性以及方便性等特点，已经成为国际上普遍采用的一种考试和认证方式。

通过对国内外计算机考试系统的对比研究，总结了以下特点：

(1)从功能上划分，一般专用的认证考试系统，都具有考试系统服务器端、考试系统客户端、题库管理系统、考生管理系统等几个基本组成部分。

(2)从体系结构划分，其工作模式为 C/S(Client/Server，简称 C/S)模式或 B/S(Browser/server，简称 B/S)模式。在这些考试系统中，基于 C/S 模式的考试系统数量不少^[14]。

C/S 模式的网上考试系统，一般在功能的实现上比较繁琐，可集成性和可重用性差，既不便于维护和更新，也难以适应考试形式、考试类型的多样性。

由于 C/S 模式的特点，通常都需要安装服务器端程序和客户端程序，当考生在考试答题时，此类软件会先在客户端生成临时数据库，在考生答完题后再将所有答案提交并传至服务器。这个期间容易出现机器故障、操作错误、窃取修改等情况，导致客户端数据被更改，因此存在安全性隐患。

(3)显然 C/S 模式的考试系统不能适应远程教育发展的要求，因此出现了大量的基于 B/S 模式的网上考试系统。但是也可能导致服务器负担过重，使计算机资源的利用严重失去平衡，带来沉重的负担^[15]。

1.4 本文的研究主要内容与意义

随着 Internet 规模的不断扩大，互联网中信息量在不断增加，以文件的形式进行存储的系统的速度正受到越来越大的影响。同时由于互联网的应用领域的不断扩展，静态的 Web 页面越来越不能满足人们对互联网上信息服务的动态性、实时性和交互性的要求。另一方面，数据库技术经过几十年的发展，已经非常成熟和完善。为了进行网络上数据的高效存取，实现交互式动态页面，就必须以大量数据资源为基础，因此必然要在 Web 中引入数据库技术。Web 技术和数据库技术的结合不仅把 Web 和数据库的优点集中在了一起，而且充分利用了大量已有的数据库信息资源，使用户可以方便的在 Web 浏览器上检索和浏览数据库内容^[16]。

实际上 Web 数据库实现的基本思想是在 Web 上提供用户访问和修改数据库的接口，使任何用户都可以通过 Web 浏览器在任何地方访问这些数据，提供各种网上服务功能。

通过 Web 访问数据库的优点是^{[4][7-9][12][14-16]}：

(1)使用现成的网络浏览器软件，无需开发数据库前端，且界面统一，也减少了培训费用。

(2)标准统一，开发过程简单。

(3)方便的跨平台应用。

基于 B/S 模式的应用程序比传统的基于 C/S 模式的应用程序有以下优点：

(1)几乎没有限制的客户端访问。

(2)极其简化的应用程序部署和管理(要更新一个应用程序，管理人员只需要更改一个基于服务器的程序，而不是在客户端安装成千上万的应用程序)。

综上所述，开发基于 Web 浏览器的交互式应用系统势在必行，数据库技术更是需要和 Web 技术相结合，才有更为广阔的前景。单纯的 C/S 模式已难以满足大范围信息共享的需要，越来越多的传统的不管理信息系统在向 Web 平台移植。因此，采用何种技术和设计模式来建立先进、安全、跨平台、高效率的大中小型的各类网站成为一个重要的研究课题。

本课题研究的主要内容是：通过浏览器访问数据库的关键技术(数据库系统的体系结构、数据库的访问技术、数据库系统的安全性)进行了全面的研究、比较、归纳和总结，对各个具体的技术的优缺点进行了详细的分析和说明，为以后的 Web 数据库的开发奠定了理论基础：重点是对 JSP 技术进行深入研究与应用；设计并实现基于网络考试管理系统的 JSP 解决方案。通过本课题的研究与具体应用的实现，深入地理解和掌握了基于 Web 的数据库技术，尤其是对 JSP 技术进行了深入研究与应用，从而为今后更加深入的研究与应用打下了坚实的基础。

1.5 本文所要做的主要工作

本课题将设计与实现一个“基于 JSP 的在线考试系统”，研究系统 C/S 与 B/S 结构的优缺点，探讨相关的组卷的理论^[17-18]。由于在线考试系统是基于网络的系统，用于数据交流的系统，系统的设计是一项复杂的工作，本文的任务是进行系统的总体分析和设计，并负责实现在线考试系统。本文研究工作主要包括：

(1)本文首先分析了 C/S 和 B/S 两种管理信息系统开发模式的特点，结合系统开发的需要确定了多层 B/S 结构的开发模式，对系统开发平台的开发技术进行介绍和对比。

(2)系统的总体分析设计工作。

(3)给出了系统结构功能设计的大体框架，并在此基础上对系统的模块设计与各模块的具体功能进行了详细阐述。

(4)数据库设计工作。

(5)介绍了系统的数据库结构的分析和设计，包括数据库连接技术、数据连接的配

置以及数据窗口技术在系统中的应用。

(6)在系统中所涉及的随机算法进行详细的介绍和说明，并分析算法的步骤和在系统中的实现。

(7)考试系统的实现工作。

(8)考试系统测试。

第二章 系统实现方案的分析与选择

2.1 开发模式的分析

基于网络的信息系统目前有两种结构模式，一种是 C/S 两层的结构模式，另一种是 B/S 三层的结构模式^[17-19]。

2.1.1 C/S 开发模式

C/S (Client/Server) 模式，即大家熟知的客户机和服务器结构。它是软件系统体系结构，通过它可以充分利用两端硬件环境的优势，将任务合理分配到 Client 端和 Server 端来实现，降低了系统的通讯开销。目前大多数应用软件系统都是 Client/Server 形式的两层结构，由于现在的软件应用系统正在向分布式的 Web 应用发展，Web 和 C/S 模式结合应用都可以进行同样的业务处理，应用不同的模块共享逻辑组件；因此，内部的和外部的用户都可以访问新的和现有的应用系统，通过现有应用系统中的逻辑可以扩展出新的应用系统。这也就是目前应用系统的发展方向。

传统的 C / S 模式虽然采用的是开放模式，但这只是系统开发一级的开放性，在特定的应用中无论是 Client 端还是 Server 端都还需要特定的软件支持。由于没能提供用户真正期望的开放环境，C/S 模式的软件需要针对不同的操作系统开发不同版本的软件，加之产品的更新换代十分快，已经很难适应百台电脑以上的局域网用户同时使用。而且代价高，效率低。

基于 C/S 模式的软件优势与劣势：

(1)应用服务器运行数据负荷较轻。

最简单的 C/S 模式的数据库应用由两部分组成，即客户应用程序和数据库服务器程序。二者可分别称为前台程序与后台程序。运行数据库服务器程序的机器，也称为应用服务器。一旦服务器程序被启动，就随时等待响应客户程序发来的请求；客户应用程序运行在用户自己的电脑上，对应于数据库服务器，可称为客户电脑，当需要对数据库中的数据进行任何操作时，客户程序就自动地寻找服务器程序，并向其发出请求，服务器程序根据预定的规则做出应答，送回结果，应用服务器运行数据负荷较轻。

(2)数据的储存管理功能较为透明。

在数据库应用中，数据的储存管理功能是由服务器程序和客户应用程序分

别独立进行的，客户应用程序通常把那些不同的运行数据（不管是已知还是未知的），在服务器程序中不集中实现。所有这些，对于工作在客户应用程序上的最终用户，是“透明”的，他们无须过问（通常也无法干涉）背后的过程，就可以完成自己的一切工作。在客户服务器架构的应用中，客户应用程序不是非常“瘦小”，麻烦的事情都交给了服务器和网络。在 C/S 模式下，数据库不能真正成为公共、专业化的仓库，它受到独立的专门管理。

(3)采用 C/S 模式的劣势是高昂的维护成本且投资大。

首先，采用 C/S 模式架构网络，要选择适当的数据库平台来实现数据库数据的真正“统一”，使分布于两地的数据同步完全交由数据库系统去管理，但逻辑上两地的操作者要直接访问同一个数据库才能有效实现。有这样一些问题，如果需要建立“实时”的数据同步，就必须在两地间建立实时的通讯连接，保持两地的数据库服务器在线运行，网络管理人员既要服务器维护和管理，又要对客户终端维护和管理，这需要高昂的投资和复杂的技术支持，维护成本很高，维护任务量大。

其次，传统的 C/S 模式的软件需要针对不同的操作系统系统开发不同版本的软件，由于产品的更新换代十分快，高代价和低效率已经不适应工作需要。在 JAVA 这样的跨平台语言出现之后，B/S 模式更是猛烈冲击 C/S 模式，并对其形成威胁和挑战。

2.1.2 B/S 开发模式

B/S (Browser/Server) 模式即浏览器和服务器模式，它是随着 Internet 技术的兴起，对 C/S 模式的一种变化或者改进的结构。在这种结构下，用户工作界面是通过 WWW 浏览器来实现，极少部分事务逻辑在前端 (Browser) 实现，但是主要事务逻辑在服务器端 (Server) 实现，形成所谓三层 3-tier 结构。这样就大大简化了客户端电脑载荷，减轻了系统维护与升级的成本和工作量，降低了用户的总体成本 (TCO)。图 2.1 为 B/S 模式的系统体系结构模型。

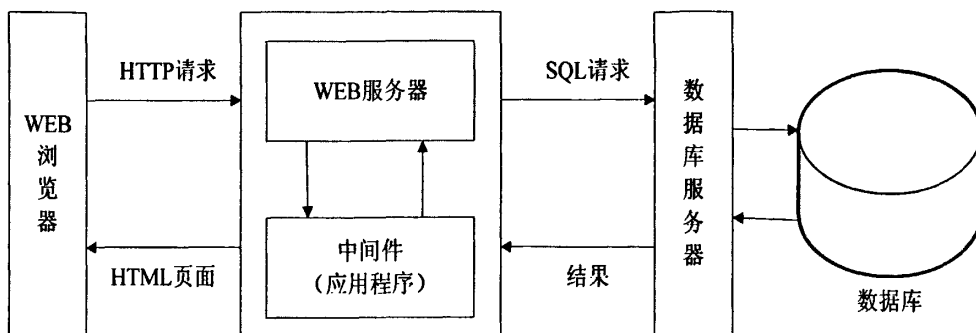


图 2.1 B/S 模式的系统体系结构模型

本系统的设计主要采用 B/S 模式的三层结构:表示层、应用层、数据层^[20]。其中,表示层是客户端的浏览器;应用层是具有应用程序扩展功能的 Web 服务器,它包括事务处理逻辑,位于服务器端;数据层即数据库服务器。这种结构的工作流程是,用户通过 Web 浏览器向网络中的某一 Web 服务器提出服务请求,Web 服务器对用户验明身份后,首先执行相应的扩展应用程序与数据库接通,通过 SQL 语句向数据库发出数据处理申请,然后将数据库处理结果交给 Web 服务器后,再由 Web 服务器传送到客户端浏览器。

就现在的技术而言,在局域网中建立 B/S 模式的网络应用,并通过 Internet/Intranet 模式下数据库应用,相对易于把握、成本也是较低的。在 B/S 模式系统开发后,系统能够实现不同的人员,从不同的地点,以不同的接入方式(如 LAN、WAN、Internet/Intranet 等)访问和操作共同的数据库;在增加一定的措施(如增加防火墙、对传输信息加密等)以后,它能有效地保护数据平台和管理访问权限,服务器数据库也很安全。特别是在 JAVA 这样的跨平台语言出现之后,B/S 模式管理软件更是方便、快捷、高效。

B/S 模式软件的优势与劣势^[21-22]:

(1)维护和升级方式简单。

目前,软件系统的改进和升级越来越频繁,B/S 架构的产品明显体现着更为方便的特性。对一个稍微大一点单位来说,系统管理人员如果需要在几百甚至上千部电脑之间来回管理,效率和工作量是可想而知的。但 B/S 模式的软件只需要管理服务器就行了,所有的客户端只是浏览器,根本不需要做任何维护。无论用户的规模有多大、有多少分支机构,都不会增加任何维护升级的工作量,所有的操作只需要针对服务器进行;如果是异地,只需要把服务器连接专网即可,实现远程维护、升级和共享。所以客户机越来越“瘦”,而服务器越来越“胖”是将来

信息化发展的主流方向。今后，软件升级和维护会越来越容易，而使用起来会越来越简单，这对用户人力、物力、时间、费用的节省是显而易见的。因此，维护和升级革命的方式是“瘦”客户机，“胖”服务器。

(2)成本降低，选择更多。

大家都知道 Windows 在 desktop 电脑上几乎一统天下，浏览器成为了标准配置，但在服务器操作系统上 Windows 并不是处于绝对的统治地位。现在的趋势是凡使用 B/S 模式的应用管理软件，只需安装在 Linux 服务器上即可，而且安全性高。所以服务器操作系统的选择是很多的，不管选用那种操作系统都可以让大部分人使用 Windows 作为桌面操作系统电脑不受影响，这就使的最流行免费的 Linux 操作系统快速发展起来，Linux 除了操作系统是免费的以外，连数据库也是免费的，这种选择非常盛行。

(3)应用服务器运行数据负荷较重。

由于 B/S 模式管理软件只安装在服务器端 (Server) 上，网络管理人员只需要管理服务器就行了，用户界面主要事务逻辑在服务器 (Server) 端完全通过 WWW 浏览器实现，极少部分事务逻辑在前端 (Browser) 实现，所有的客户端只有浏览器，网络管理人员只需要做硬件维护。但是，应用服务器运行数据负荷较重，一旦发生服务器“崩溃”等问题，后果不堪设想。因此，许多单位都备有数据库存储服务器，以防万一。

2.1.3 B/S 模式与 C/S 模式的对比

B/S 模式与 C/S 模式的区别主要表现在^[23]：

(1)硬件环境不同：C/S 模式一般建立在专用的网络上，应用于小范围里的网络环境，局域网之间再通过专门服务器提供连接和数据交换服务；B/S 模式建立在广域网之上的，不必是专门的网络硬件环境，一般只要有操作系统和浏览器就行。

(2)对安全要求不同：C/S 模式一般面向相对固定的用户群，对信息安全的控制能力很强，一般高度机密的信息系统采用 C/S 模式适宜，可以通过 B/S 模式发布部分可公开信息；B/S 模式建立在广域网之上，对安全的控制能力相对弱，可能面向不可知的用户。

(3)对程序架构不同：C/S 模式程序可以更加注重流程，可以对权限多层次校验，对系统运行速度可以较少考虑；B/S 模式对安全以及访问速度的多重考虑，

建立在需要更加优化的基础之上,比 C/S 模式有更高的要求 B/S 模式的程序架构是发展的趋势,从 MS 的 Net 系列的 BizTalk 2000, Exchange 2000 等,全面支持网络的构件搭建的系统, SUN 和 IBM 推出的 JavaBean 构件技术等,使 B/S 模式更加成熟。

(4)软件重用不同: C/S 模式程序必须对程序的整体性考虑,构件的重用性不如在 B/S 模式要求下的构件的重用性好。B/S 模式采用多重结构,要求其构件相对独立的功能,能够相对较好的重用。

(5)系统维护不同: C/S 模式的程序由于整体性,必须整体考察,处理出现的问题以及系统升级难,可能是再做一个全新的系统; B/S 模式构件组成的程序,更换个别的功能构件,实现系统的无缝升级,系统维护开销减到最小,用户从网上自己下载安装就可以实现升级。

(6)处理问题不同: C/S 模式程序可以处理用户面固定,并且在相同区域,安全要求高,需求与操作系统相关,应该都是相同的系统; B/S 模式建立在广域网上,面向不同的用户群,分散地域,这是 C/S 模式无法作到的。

(7)用户接口不同: C/S 模式多是建立在 Windows 平台上,表现方法有限,对程序员普遍要求较高; B/S 建立在浏览器上,有更加丰富和生动的表现方式与用户交流,并且大部分难度降低,减小开发成本。

(8)信息流不同: C/S 模式程序一般是典型的中央集权的机械式处理,交互性相对低; B/S 信息流向可变化,更像交易中心。

通过上述比较,二者的优点和缺点形成互补性的对称。对于一个使用数据库的用户来说,既想拥有高速、方便的数据处理平台,又想拥有免维护、方便的使用平台,这种要求无疑是二者的结合产物。因此,在本文中,正是利用面向对象的编程工具实现数据库的操纵和交互,利用 Java 技术编写前端的用户使用接口,通过方便的 Tomcat 服务器来实现混合式编程、多层次架构的系统实现方法。

2.2 开发技术的比较

开发 Web 应用程序的技术手段也非常多,有些网站编程工具也非常盛行。目前,最常用的动态网页开发技术有 ASP(Active Server Pages)、PHP(Hypertext Preprocessor)、JSP(Java Server Pages 等几种。

2.2.1 ASP 技术

ASP 是一个 Web 服务器端的开发环境,利用它可以产生和运行动态的、交互的、高性能的 Web 服务应用程序;采用脚本语言 JavaScript 或 VBScript 作为自己的开发语言;ASP 是一个用户附加到其 Web 服务器上的模块,它在 Web 服务器上处理 JavaScript 或 VBScript,然后在将它发送到浏览器之前将其转换成 HTML,而不是在浏览器上完成这一转换工作。

ASP 功能非常强大,但也有缺点。主要表现在:因为不需编译,所以其性能非常低下,仅局限于使用脚本语言 JavaScript 或 VBScript,不能够完成功能完善的语言所做的所有工作。ASP 技术只支持微软公司的 IIS 服务器,开发跨平台的 Web 应用程序相当困难。另外,脚本语言就像功能完善的语言的低级版本,采用了许多捷径,以使语言更精巧。其中的一些捷径会使程序比实际需要的更长、更复杂^[24-26]。

2.2.2 PHP 技术

PHP 是一种跨平台的嵌入式 HTML 文档的服务器端脚本语言。它大量地借用 C, Java 和 Perl 语言的语法,并结合 PHP 自己的特性,使 Web 开发者能够快速写出动态生成页面。它支持目前绝大多数数据库。当访问者打开页面时,服务器处理 PHP 命令,然后将结果传送到访问者的浏览器中,这一点与 ASP.NET 相同。但与 ASP.NET 不同的是,PHP 是开放源代码和跨平台的。

同样 PHP 也存在不足:用户需要单独下载 PHP,安装的步骤相当复杂。另外,PHP 会话管理直到 PHP4.0 版本才开始有,但现在该管理也劣于 ASP 的会话管理。

2.2.3 JSP 技术

JSP 是 SUN 公司于 1999 年推出的新一代站点开发语言,它完全解决了目前 ASP,PHP 的一个通病---脚本级执行。JavaScript 页面是允许用户将标记与 Java 代码相组合动态生成 Web 页的技术。JSP 的主要优点之一是代码在不同服务器间的兼容性。JSP 的功能也是非常强大的,它的运行速度要比 ASP 快,而且 Java 程序员能够很快掌握它。JSP 允许 Java 程序利用 Java2 平台的 JavaBeans 和 Java2 库^[27]。

JSP 的技术特点是^[28-29]:

(1)将业务层与表示层分离：使用 JSP 技术，网络开发人员可以使用 HTML 来设计页面显示部分（如字体颜色等），使用 JSP 指令或者 Java 程序片段来生成网页上的动态内容。

(2)能够跨平台：JSP 支持绝大部分平台，包括现在非常流行的 LINUX 系统，应用非常广泛的 Apache 服务器也提供了支持 JSP 的服务。

(3)组件的开发和使用很方便：如 ASP 的组件是由 C++，VB 等语言开发的，并需要注册才能使用，而 JSP 的组件是用 Java 开发的，可以直接使用。

(4)一次编写，处处运行：作为 Java 开发平台的一部分，JSP 具有 Java 的所有优点，包括 Write once, Run everywhere。

2.3 Tomcat 应用服务器

目前支持 JSP 的应用服务器有很多，Tomcat 是其中较为流行的一个 Web 服务器，被 Java World 杂志的编辑选为 2001 年度最具创新的 Java 产品，可见其在业界的地位^[30]。

Tomcat 是一个免费的开源的 Servlet 容器，在 Tomcat 中，应用程序的部署很简单，你只需将你的应用程序放到 Tomcat 的 webapp 目录下，Tomcat 会自动检测到这个文件，并将其解压。你在浏览器中访问这个应用的 JSP 时，通常第一次会很慢，因为 Tomcat 要将 JSP 转化为 Servlet 文件，然后编译。编译以后，访问将会很快。另外 Tomcat 也提供了一个应用：manager，访问这个应用需要用户名和密码，用户名和密码存储在一个 xml 文件中。通过这个应用，辅助于 FTP，可以在远程对 Web 部署和撤销应用，当然本地也可以^[30]。

Tomcat 也具有传统的 Web 服务器的功能：处理 Html 页面。但是与 Apache 相比，它的处理静态 Html 的能力就不如 Apache。可以将 Tomcat 和 Apache 集成到一块，让 Apache 处理静态 Html，而 Tomcat 处理 JSP 和 Servlet。这种集成只需要修改一下 Apache 和 Tomcat 的配置文件即可。Tomcat 是一个很好的工具，不仅仅因为其免费，功能强大，更因为其开放性，越来越受到人们的重视。

2.4 SQL server 2000

Microsoft SQL Server 2000 是由 Microsoft 公司开发的，简称 SQL Server，由一系列相互协作的组件构成，能满足最大的 Web 站点和企业数据处理系统存储和分析数据的需求。Microsoft SQL Server 2000 的特性包括^[31-32]：

(1)Internet 集成。

SQL Server 2000 数据库引擎提供完整的 XML 支持。它还具有构成最大的 Web 站点的数据存储组件所需的可伸缩性、可用性和安全功能。SQL Server 2000 程序设计模型与 Windows DNA 构架集成,用以开发 Web 应用程序,并且 SQL Server 2000 支持 English Query 和 Microsoft 搜索服务等功能,在 Web 应用程序中包含了用户友好的查询和强大的搜索功能。

(2)可伸缩性和可用性。

同一个数据库引擎可以在不同的平台上使用,从运行 Microsoft Windows 98 的便携式电脑,到运行 Microsoft Windows 2000 数据中心版的大型多处理器服务器。SQL Server 2000 企业版支持联合服务器、索引视图和大型内存支持等功能,使其得以升级到最大 Web 站点所需的性能级别。

(3)企业级数据库功能。

SQL Server 2000 关系数据库引擎支持当今苛刻的数据处理环境所需的功能。数据库引擎充分保护数据完整性,同时将管理上千个并发修改数据库的用户的开销减到最小。SQL Server 2000 分布式查询使您得以引用来自不同数据源的数据,就好像这些数据是 SQL Server 2000 数据库的一部分,同时分布式事务支持充分保护任何分布式数据更新的完整性。复制同样使您得以维护多个数据复本,同时确保单独的数据复本保持同步。可将一组数据复制到多个移动的连接用户,使这些用户自主地工作,然后将他们所做的修改合并回发给服务器。

(4)易于安装、部署和使用。

SQL Server 2000 中包括一系列管理和开发工具,这些工具可改进在多个站点上安装、部署、管理和使用 SQL Server 的过程。SQL Server 2000 还支持基于标准的、与 Windows DNA 集成的程序设计模型,使 SQL Server 数据库和数据仓库的使用成为生成强大的可伸缩系统的无缝部分。

(5)数据仓库。

SQL Server 2000 中包括析取和分析汇总数据以进行联机分析处理(OLAP)的工具。SQL Server 中还包括一些工具,可用来直观地设计数据库并通过 English Query 来分析数据。

2.5 本章小结

本章主要介绍了在线考试系统的设计与实现所涉及的相关技术，包括开发模式、开发技术的比较以及数据库访问技术等，重点介绍了 JSP, Tomcat 和 SQL Server 200 数据库基本知识，这些技术是本系统开发的理论基础与技术手段，有了这些技术才能保证系统开发得以顺利开展。

第三章 需求分析

需求分析的基本任务是准确地回答“系统必须作什么”这个问题。它的任务仅仅是确定系统必须完成哪些工作,也就是对目标系统提出完整、准确、清晰、具体的要求。要实现一个软件系统,首先应该进行需求分析,这样才可以让设计出的软件满足用户的各项功能。下面就对在线考试系统的设计进行需求分析。

3.1 可行性分析

3.1.1 开发网上考试系统的必要性

相对于传统的纸质卷面答题的考试方式,在线考试则是无纸化的网络考试,它具有以下几个突出的特点^[33]:

(1)减少了传统出卷的很多环节,可以节约大量开支。在无纸化的在线考试中,只要教师制作好了题库并经过核对,再将题库录入到计算机中加以保存,考试时只需要从题库中调用,避免了以往那种需要先出卷,然后再印刷、分发试卷等众多环节,教务工作得以简化。由于无需印刷试卷,也可以为学校节省打印、制版和印刷费用,同时还节省了纸张。

(2)降低了试题泄密的可能性。

传统考试由于涉及到的环节很多,泄密的可能性比较大。而在无纸化在线考试中参与的人相对很少,再加上考试软件能够自动随机取题来组成试卷,因而保密工作可以做得更好。通过电脑自动随机取题的方式来组卷,命题者本人可能也不知道具体考试内容是什么。保密工作做得好,就更能体现考试的公平性。

(3)自动组卷,灵活方便。

传统的考试方式基本上是教师将考试题目出好后再行打印,或者从资料中选择题目,导致考试题目内容是固定、单一,每个考生面对的题目相同,这对于选拔性考试当然无可厚非。但是用于检测学生掌握知识的情况,可能就是不全面的。尽管教师在命题时会尽量考虑学科的重要知识点,但这样也有弊端——题目只能适应某些学生,另外的学生可能会感觉无所适从,不能从总体上得到学生关于学习状况的反馈信息。无纸化考试系统根据一定的算法自动组卷,如果题库中的题量很大,通过设置不同的出卷方式,可以保证其组卷生成的考题中兼顾本学科各方面的知识点;如果设置了各考生考试内容不同,也不用担心考生面对的都是同样的难题、怪题。同时,由于各考生所抽取到的题目不同,从一定程度上可

以杜绝考试抄袭作弊等行为发生。

(4)阅卷快捷方便,准确度高。

在传统考试的阅卷过程中,即使相同的测试题目也会由于人为原因产生错误(即使答案是惟一的,但人容易疲劳或者因其他原因引起出错)。而电脑自动判卷,只要在编制题目时输入了正确答案的相关信息,待考试完毕,考生提交考卷马上就可以查询考试成绩,成绩准确程度很高。

随着高校的扩招,过去的“精英教育”已经转变为“大众教育”,而学生人数多,师资力量相对不足是客观事实。特别对于课程建设,提高学生的自主学习能力,提供在线的测试和考试手段,设计和开发在线考试系统既是具有迫切性,又具有必要性。

3.1.2 开发网上考试系统的可行性

(1)条件的可行性。

目前各高校都开通了校园网络,教育教学主管部门都很注重和强调提高教学质量,纷纷提出建设精品课程、重点课程,改革教学观念、教学手段、教学内容考试方式等,这些为网上考试系统的开发应用,提供了基础条件和管理支持。

同时各高校都拥有数量众多的计算机设备,甚至不少学生也有个人电脑,学生普遍具备了熟练操作计算机的基本技能,而且网络考试系统本身界面友好,操作简单,不会因为使用计算机考试而影响考生的正常发挥。这些都说明使用计算机进行测试或考试是完全可行的。

(2)技术的可行性。

开发人员已经具有软件设计的经验,掌握了开发网上考试系统所必须的前台控制技术、后台的数据库技术,以及相关的网络技术,并且当前的软、硬件技术和开发人员的水平完全能满足设计考试系统的要求。

(3)经济上的可行性。

随着教学体制改革的深入,考试制度也将随之变革,采用无纸化的网上考试是今后考试的发展趋势。现在,许多高校对于开发和应用网络考试系统给予了极大的重视,许多学校都有相应的科研立项。因此,在线考试系统有着十分广阔的市场前景。

同时在线考试系统的广泛应用,将会大大减化传统考试模式的教师出题、制作试卷、分配考场、考试、阅卷、成绩统计、发放成绩通知单等多个环节,无

需制作试卷、成绩统计和发放成绩通知单等过程，可以节约大量的人力、物力和财力。可见，这是一个投资少，见效快的项目，符合经济学的相关原理。因此，使用网络考试有显著的经济和社会效益。

(4)考试系统的实用性

在考试系统中，必须做到题型丰富、试题量大，才能充分满足考试的需要。本系统能够处理单选题、多选题、判断题等题型，这些题型涵盖了大部分学科的考试题型。同时这些客观题型采用计算机自动评分，具有节省大量人力、迅速准确、避免任何人为因素干扰的评判出分数。

综上所述，实现网上考试系统无论从条件、技术，还是经济性、实用性都具备可行性^[17-18]。

3.2 系统需要解决的主要问题

首先，因为考试是面向特定的某些对象的，所以考试者进入系统应该进行身份验证。考试者进入考试系统后，应该能根据自己的需要选择考试学科，所以该系统还应具有考试学科选择的功能。在线考试与一般的单机考试是不同的。鉴于考试环境一般为机房，考试者之间的距离很近，为了在线考试做到规范，对于每个应试者来说，试卷的题型和题量都应是相同的，但试题并不相同。在线考试基于网络环境，试卷应该从服务器的数据库随机抽取试题后动态生成的。另外，系统还应该对考试时间进行控制，时间到了会要求考试者交卷。考试者选择答案提交后，应该由计算机自动判卷评分。考试完毕后，可以返回登录界面或继续考试。此外，应该能够方便、快捷的对在线考试系统管理。

3.3 系统应该具备的基本功能

在线考试系统主要实现题库录入、在线考试、在线制作试卷、在线控制考试、自动评分、自动交卷、考生管理、成绩查询、试卷预览、系统管理等功能，充分利用计算机网络技术，改变传统的考试操作方式，实现无纸化考试的模式^[34-38]。

(1)用户类别：登录系统的身份定为三种：一是超级管理员，二是普通教师，三是学生。只有被授权的用户才可以使用本系统的资源。

(2)权限管理：系统需要经过有效的身份验证才可以登录。用户的身份不同，使用的系统资源也不同。考生只可以参加学生答卷和自己的考试学科的成绩查询

以及自己的密码修改；普通教师可以，进行试卷管理，题库管理，在线制作试卷，和本学科的所有学生的成绩查询以及自己的密码修改等；超级管理员拥有整个系统的大部分使用权限，但除了参加在线考试。

(3)管理员功能：管理员输入用户名和密码登录系统后，进入后台管理系统，可以对教师和学生进行管理；对于教师主要有所属学院，教师号，姓名等；对于学生主要有所属学院，学号，姓名等，对所有专业划分学科进行管理，再在专业下面进行题库管理、试卷管理，教师出题，成绩查询和密码修改。

(4)教师功能：教师输入用户名和密码登录系统后，能对题库进行数据操作，对已有的试卷信息查询，教师可以给所要测试的试卷填写参数，对所要求的试卷进行成绩查询以及修改自己的密码。

(5)学生功能：学生输入学号和密码登录系统后，选择对应的试卷可进行考试。答题完毕后，可自动交卷，系统将自动评分，考生可同时获得考试成绩，学生也可以查询自己的考试成绩。

(6)题库管理：对考题进行增加、删除，在增加题目中，要设定试题的类型、难易程度、所属学科和针对的年级；同时针对试题的类型、难易程度、所属学科和年级可以对试题进行查询和数据操作。

(7)试卷管理：教师和超级管理员可以出试卷和删除试卷，针对老师已经出过的试卷进行信息查询，查询条件可以分专业，学科，年级，难易程度以及出卷老师。

(8)教师出题：教师出试卷时必须填写试卷的生成参数。参数有年级，第几界学生，难易程度，学科和专业，以及题目数量和相对应的分值。总分可以不是100分，但是建议是100分。

3.4 运行环境

3.4.1 硬件环境

(1)服务器端。

服务器端的最低配置是由建立站点所需的软件来决定的。在最低配置的情况下，服务器的往往不尽如人意，现在的硬件性能已经相当出色，而且价格也很便宜，因此通常应给服务器端配置高性能的硬件。本系统服务器端的配置如下：

处理器：Inter Pentium 4 1.6GHz 或更高

内存：512MB

硬盘空间：80GB

光驱：CD-ROM 48X

显卡：SVAG 显示适配器

(2)用户端。

因为客户端主要用于浏览和操作数据，所以对客户端的硬件要求不高。但是需要的配置应该高于下面的配置：

处理器：Inter Pentium 1.0GHz 或更高

内存：256MB

硬盘空间：40GB

光驱：CD-ROM 48X

显卡：SVAG 显示适配器

3.4.2 软件环境

(1)服务器端。

操作系统：Windows 2000 Server

网络协议：TCP/IP

Web 服务器：Tomcat

数据库：Microsoft SQL Server 2000

浏览器：Internet Explorer 5.0 以上

(2)用户端。

操作系统：Windows 98/2000/XP

网络协议：TCP/IP

浏览器：Internet Explorer 5.0 以上

3.5 本章小结

本章在上一章的基础上，按照软件工程的理论给出了系统开发的基本思想和方法。在对系统的需求进行详细分析后，给出了系统所要解决的主要问题所要完成的基本功能以及系统所需要的运行环境。

第四章 系统总体设计

在进行任何具有一定意义的编程项目之前，总体设计都是需要首先完成的重要的步骤^[33]。总体设计包括编码和文档约定、以及后台的结构和设计之类的内容。建立良好的总体设计是一项重要的工作，它需要在开始每个组件的详细设计前，很好地理解应用程序是如何操作的。如果建立了良好的总体设计，剩下的每件事都会变得有条不紊。但是，如果总体设计进行得不是很令人满意，即使站点能够最终完成的话，完成的过程也将会花费非常多的工作和时间。

4.1 系统总体功能设计

基于 JSP 的网络考试系统采用三层体系结构，完善了两层体系结构中的缺陷。在三层体系结构中，把应用逻辑独立出来形成一个中间层，中间层位于客户层与存储层之间。该三层结构中，客户层采用 Web 浏览器作为标准用户界面，使客户层简单且便于维护。存储层采用 SQL Server 2000。中间层采用 Tomcat 作为 Web 服务器。所有服务器的操作系统采用 Windows 2000。在这种模式下，客户层是最底层的，而中间层也被称为应用层或应用服务器，它可依据应用逻辑的要求来分布部署，而且可以在各个部署点上上进行维护，并由客户层负责与存储层进行交互。

基于 JSP 的网络考试系统的三层体系结构如图 4-1 所示：

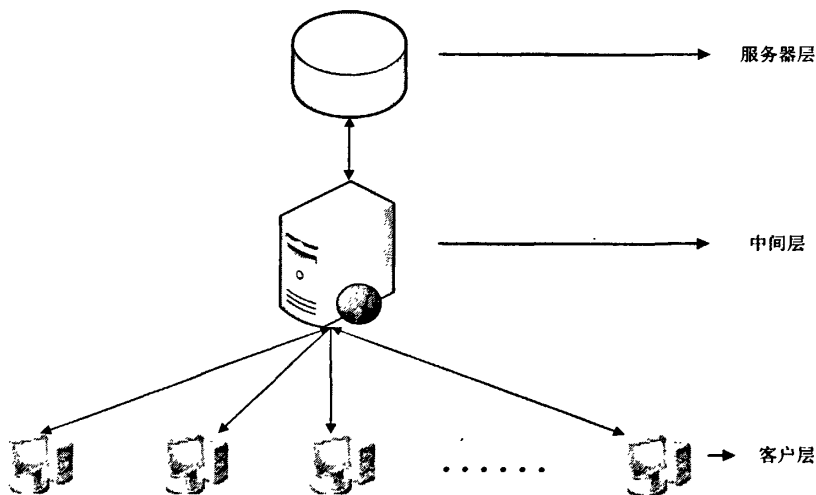


图 4-1 三层体系结构图

4.2 系统功能

4.2.1 系统功能概述

对于 JSP 方案的网络考试系统，在总体上做了如下设计：

- (1)将访问系统的用户按身份分为三种：管理员用户、教师用户和考生用户。
- (2)只允许系统管理员对教师、考生和题目等基本信息进行管理。
- (3)教师的主要功能是录入题库和制作试卷。
- (4)考生的主要功能是在线考试以及查看成绩。
- (5)只有通过身份验证的用户才能进入相应用户身份的主页。

以上三种用户分别拥有自己的操作功能。根据操作划分模块，每一个操作模块都要实现自身的功能，并且在整个操作流程中负责承上启下。下面根据这三个方面的需要，来分别描述各个模块要实现的功能：

(1)学生信息模块。

学生信息是由超级管理员添加生成的，学生不能注册生成用户名和密码，但学生可以修改密码，其中包括对学生信息的添加和删除功能。

(2)教师信息模块。

教师信息是由超级管理员添加生成的，教师不能注册生成用户名和密码，但教师可以修改密码，其中包括对教师信息的添加和删除功能。

(3)题目管理功能模块。

主要包括对考试题目的添加、删除和修改功能。

(4)试卷管理功能模块。

主要是针对该学科生成试卷，并保存试卷以便以后查询、修改和删除。

(5)生成试卷功能模块。

主要是针对要生成的试卷进行参数选择，如：考试学科，难易程度，针对的学生以及题型和所占分值。并且可以预览生成的试卷，看是否对该试卷满意。由于试卷生成是随机的，所以预览试卷的里面的题目也是随机抽取的，并不是题库中所有的题，和学生考试的实际试卷也是不一样的。

(6)成绩统计模块。

其中包括所有学生考试成绩的显示（教师信息中显示该学科所有的学生成绩）及各个分数（学生信息中只显示自己的成绩）的统计。

(7)管理员功能。

主要功能是添加和删除超级管理员。

(8)在线考试模块。

在线考试模块主要由教师制作试卷和学生在线考试这两部分完成，主要经过以下几个步骤，流程如图 4-2 所示。

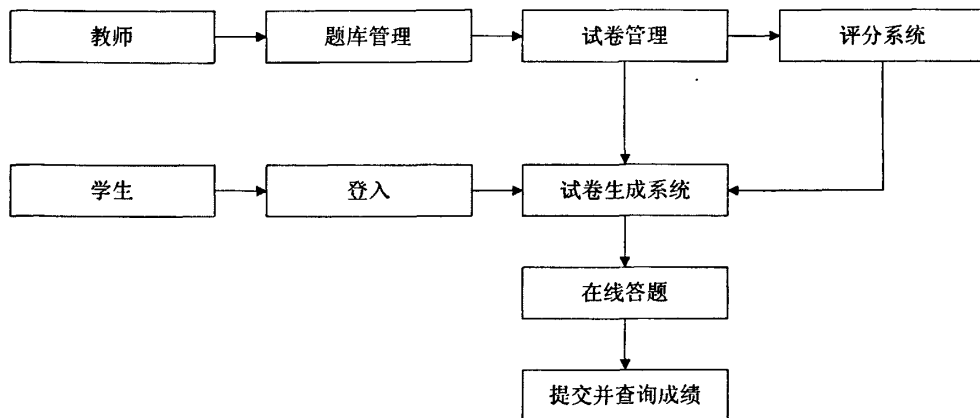


图 4-2 在线考试流程图

4.2.2 系统功能模块划分

根据前面的系统功能分析，整个系统的模块结构如图 4-3 所示。

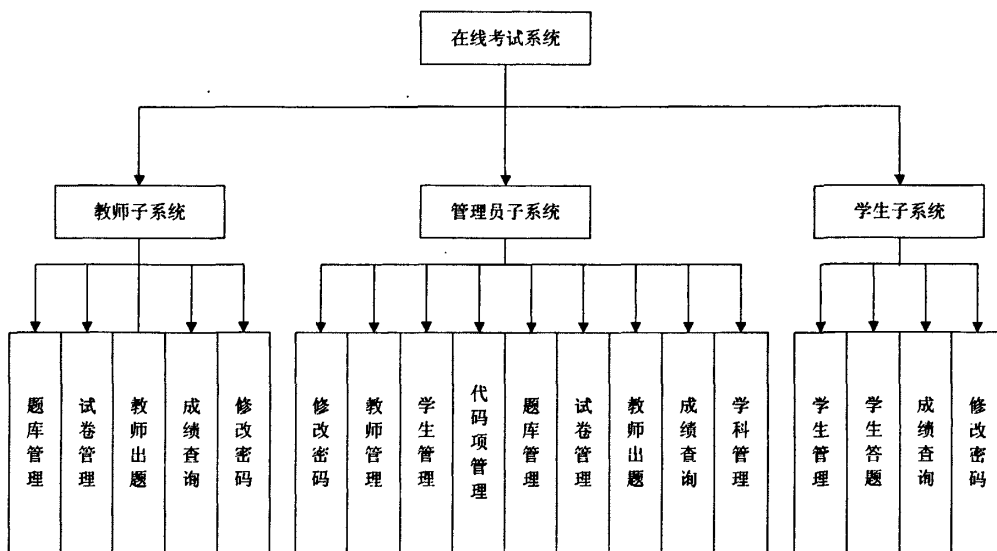


图 4-3 系统框架结构图

4.3 系统数据流程分析

通过前面对系统功能需求分析以及功能模块的划分情况的深入研究分析，可以得到如图 4-4 所示的在线考试系统的数据流程图。

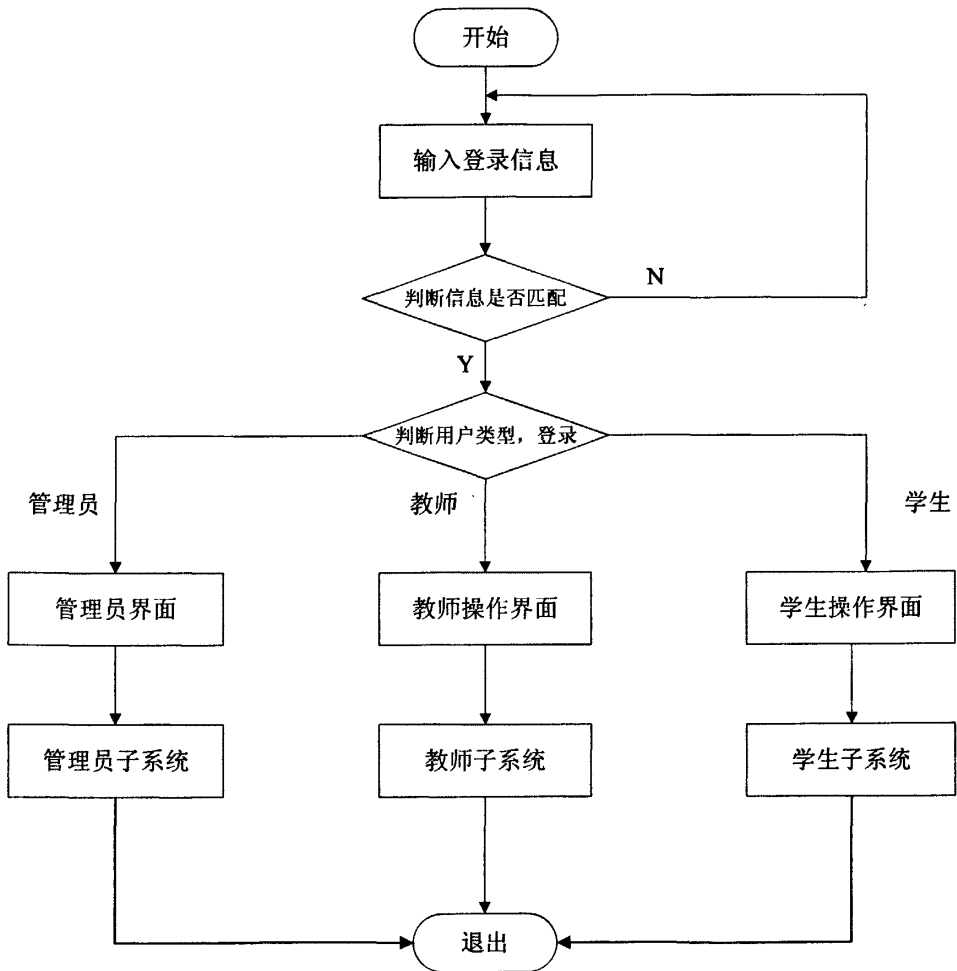


图 4-4 系统数据流程图

4.4 本章小结

本章在前面的对系统结构详细分析的基础上，对系统的总体功能进行了设计；给系统功能进行了详细的描述以及给系统功能进行了模块的划分，最终给出系统功能模块结构图；同时也对系统的数据进行了详细分析和流程设计，最终给出系统数据流程图。

第五章 系统的设计与实现

5.1 系统的功能需求

系统功能设计本着从用户角度出发的原则,要求实用,且符合用户提出的合理需求。系统设计在不违反系统整体性的基础上,可根据用户的需求进行二次开发,不断完善系统功能,便于系统的不断升级。考试系统的主要目的就是利用软件来实现考生的远程考试,教师出卷和成绩查询,管理员对考生和教师的管理及系统的后台管理^[39-40]。

5.2 学生子系统

5.2.1 学生管理子系统功能概述

学生子系统的主要功能是实现学生答题、成绩查询、个人密码修改。此子系统由考试模块、学生成绩查询以及更改密码模块组成。其各模块实现的功能如下:

(1)考试模块。

此模块主要负责学生从开始考试到考试结束的全过程,其中包括学生登录、选择考试、交卷保存、返回成绩(客观题部分)等功能。其具体功能如下:

1)考生登录:考生输入自己的用户名、密码,提交成功后进入考生功能界面。

2)选择考试:选择指定的学科进行选择考试类型,并在规定的时间内答完试卷内容并提交给服务器。

3)计时功能:当考生开始考试时,计时器由预先设定的考试时间(或者考试规定的时间)开始倒计时。

4)提交试卷:当考生按下“提交”按钮时,系统保存试卷并显示客观题部分的考试成绩;交卷后,考生即不能实现二次登录,防止发生考试作弊问题的功能。

5)成绩计算:考生交卷后,系统根据考生答题的实际情况判断对错,对的得分,错的不扣分,计算得出总分,并保存入数据库。

(2)修改密码模块。

修改密码:主要实现个人密码更改的功能。学生可以根据自己的需要进行修改个人密码,不能修改用户名,用户名由管理员给予。

(3)成绩查询模块。

此模块主要功能是考生查询自己以往各学科的考试成绩。其具体功能如下:成绩查询:点击成绩查询,可以根据已经考过的考试选择学科类型,点击功能按钮即可以显示这次的考试的成绩。

5.2.2 学生子系统流程图

根据对学生子系统的分析，可以得到学生子系统程序流程如图 5.1 所示。

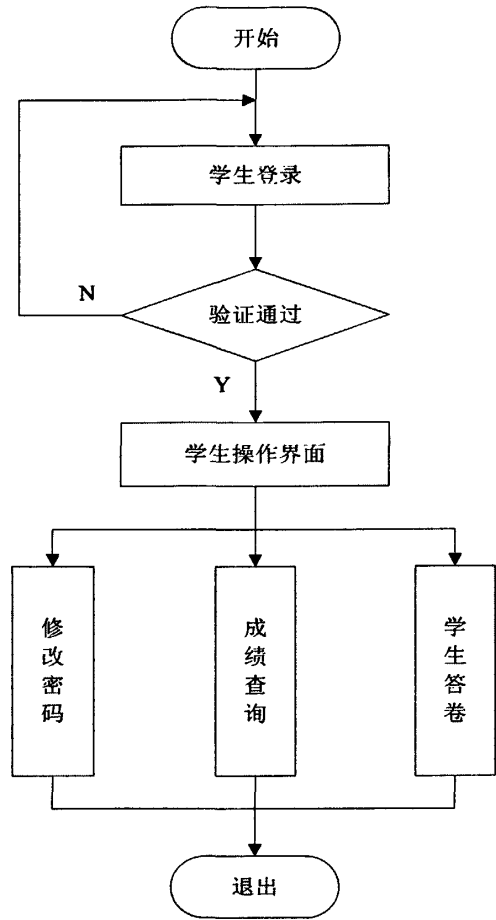


图 5.1 学生子系统流程图

5.2.3 学生在线考试界面图

在线考试的运行效果，如图 5.2 所示。



图 5.2 在线考试系统界面图

5.3 教师子系统

5.3.1 教师管理子系统功能概述

教师子系统主要功能是维护系统中的试题库管理、试卷生成、试卷编辑、成绩管理、个人密码更改等功能。此子系统由试题库管理、试卷管理、成绩管理、密码修改 5 大模块组成,是对题库资源进行维护管理、查阅试卷及查询和分析成绩的应用平台,它主要包括:

(1) 题库管理模块。

此模块主要负责试题库的各种操作,包括对试题的增加、删除、修改及试卷查询。其详细功能如下:

1) 录入试题功能:根据各专业,选择各学科和题型以及针对的年级,并给出试题难度等一系列的参数,然后进行试题的录入,输入此考题的题干以及此考题的答案组成此考题。

2)查询试题：选择要查询的试题时可以根据此考题的针对的专业、所属学科、所属的题型、针对的年级以及考题的难易程度进行查询题库中的所有试题，并采用分页显示功能，显示所有符合要求的试题，并对各考题进行必要的修改及删除。但是当需要删除某道考题时，如果该道考题已被组成试卷，并已经在考试中被用到，则不允许删除。

3)查询试卷：根据选择学科和专业，查询所有的试卷，可对各试卷内容进行相关的修改及删除。

(2)组卷管理模块（试卷分值）。

此模块主要是负责生成试卷，试卷是自动生成的，并能实现对生成试卷的增加、删除、修改功能。

1)增加新的试卷：需要输入试卷生成参数，如：试卷针对年级、试卷针对哪一界的学生、试卷的难易程度、试卷的针对的学科和专业，以及这门考试所包含的题目数量和各个题目的分值。生成试卷主要采用的是自动生成试卷的方式。

自动生成试卷：采用遗传算法进行组卷。要先给出要选择考试的各种参数，系统会根据选择试题的各个参数进行自动判断是否满足生成试卷的必要条件，然后自动生成一份符合要求的试卷。

2)修改试题内容：生成试卷后，用户可以根据客观需要对试题进行查询或者删除，并存入到数据库。

查询试题：可以根据试题的各种参数对试题进行条件查询。

删除试题：如果发现试卷中，含有不符合考试要求或者其他参数不正确的试题，可进行删除。

3)删除试卷：生成试卷后，用户可以根据客观需要对试卷进行查询，可以根据试卷的各种参数对试卷进行条件查询，将已经不适应考试需要的试卷删除，确保考试系统考试的科学性。

(3)成绩管理模块

此模块主要负责成绩查询分析。其具体实现如下：

1)成绩生成模块：考试结束时，学生点击交卷，系统会根据考试的情况自动判断学生的成绩。

2)查询考试结果：通过指定学科的每份试卷，可以得到所有参加这次考试考生的成绩。

3)密码更改模块：此模块主要是用户可以根据自己的需要进行密码修改，不能修改

用户名，用户名由管理员给予。

5.3.2 教师子系统流程图

从教师登录考试系统，进行身份验证，然后执行具体的功能，流程比较复杂。

根据对教师子系统的分析，可以得到教师子系统程序流程如图 5.3 所示。

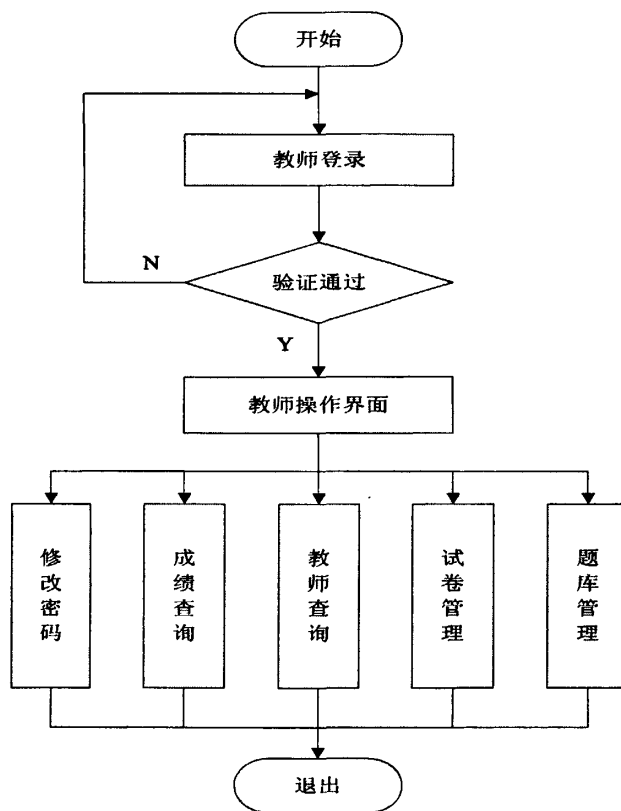


图 5.3 教师子系统流程图

5.3.3 教师子系统在线管理图

教师在线操作题库管理运行效果，如图 5.4 所示。

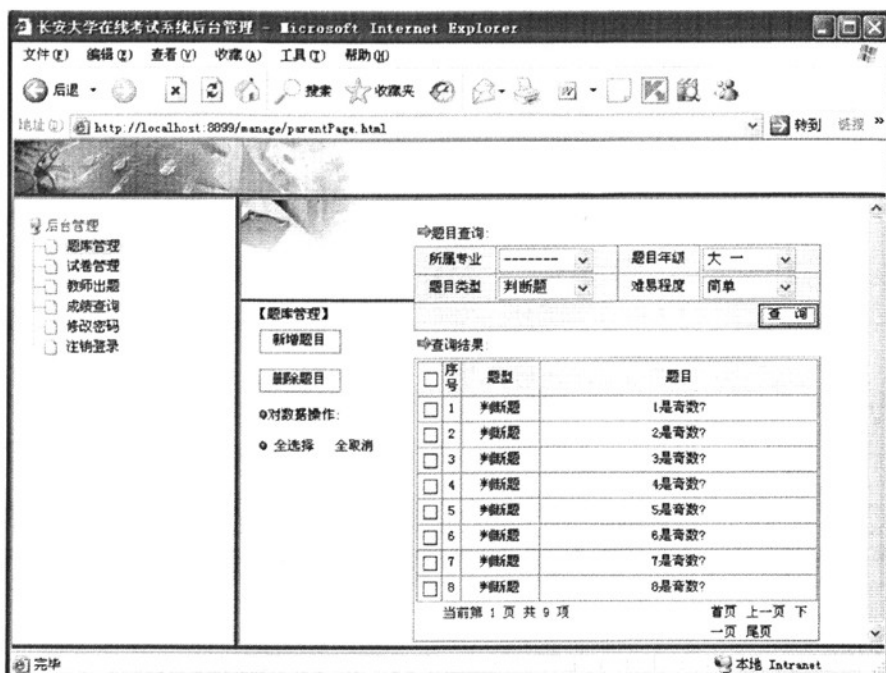


图 5.4 教师在线管理题库图

教师在线操作试卷管理运行效果，如图 5.5 所示。

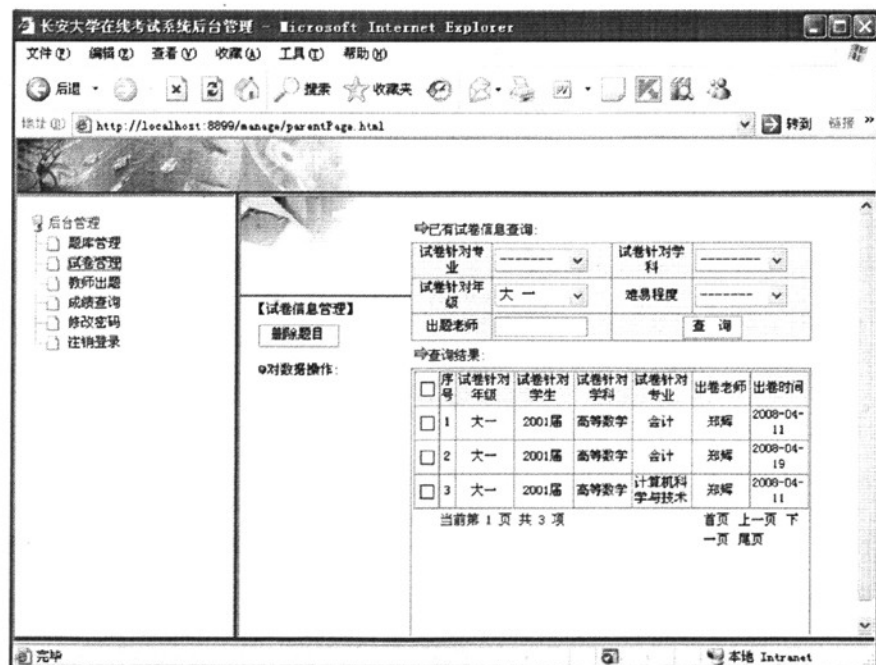


图 5.5 教师在线管理试卷图

教师在线操作组卷运行效果，如图 5.6 所示。

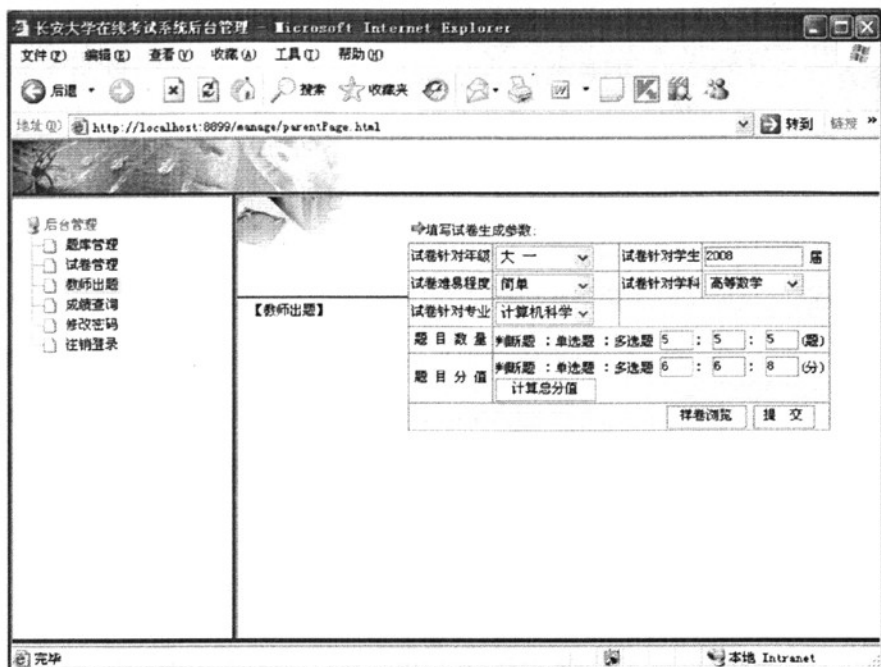


图 5.6 教师在线组卷图

5.4 管理员子系统

管理员拥有系统的最高管理权限,可以对各教师和参加考试的学生的用户名、个人信息和权限进行综合管理;也可以对考试学科进行全面管理。主要包括教师管理、学生管理、考试学科管理 3 个模块。

其主要包括:

(1) 教师管理模块。

此模块主要负责对教师管理的各种操作,包括对教师信息的增、删、改、查。其详细功能如下:

1) 录入教师信息:根据教师所属学院,添加教师用户,输入包括用户名、姓名、密码、身份证等教师的个人基本信息,保存到数据库。

2) 删除教师信息:根据需要可删除教师用户在系统中的所有信息。

3) 查询修改教师信息。

(2) 学生管理模块。

此模块主要负责对考生管理的各种操作,包括对考生的增、删、改、查。其详细功能如下:

1)录入学生信息：根据学生所属学院，添加学生用户，录入学生姓名等个人基本信息，保存到数据库，为考生考试提供帮助。

2)删除考生信息：根据需要可删除学生用户等在系统中的所有信息。

3)查询修改学生信息。

(3)学科管理模块

此模块主要负责对考试学科管理的各种操作，包括对考试学科的增加、删除、修改和编辑。

其详细功能如下：

1)增加考试学科：根据需要可增加考试学科，填写该学科的名称、学分和学时，并保存到数据库。

2)删除考试学科：根据需要可删除考试学科。

3)编辑考试学科：可以查询所有考试学科信息，并进行删除和修改考试学科的名称。

5.4.2 用户登录界面

用户登录界面的主要功能，是基于不同类型的用户进行管理和权限控制。

当在 IE 浏览器中输入网页地址运行本考试系统时（本地登录输入 <http://localhost:8899/login/index.jsp>，其中 8899 为端口号），会出现如图 5.7 所示的界面，用户可分别以教师、学生和管理员的身份登录，管理员则以 chd 作为用户名登录，但操作的权限不同。

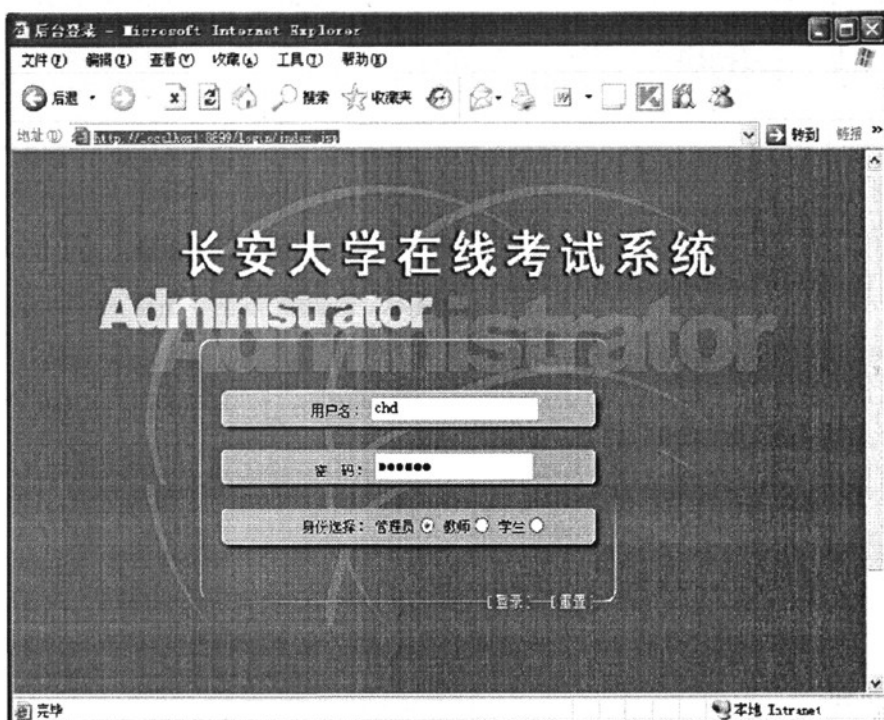


图 5.7 用户登录界面

以管理员的身份进入系统后，可以看见管理员操作界面，如图 5.8 所示。

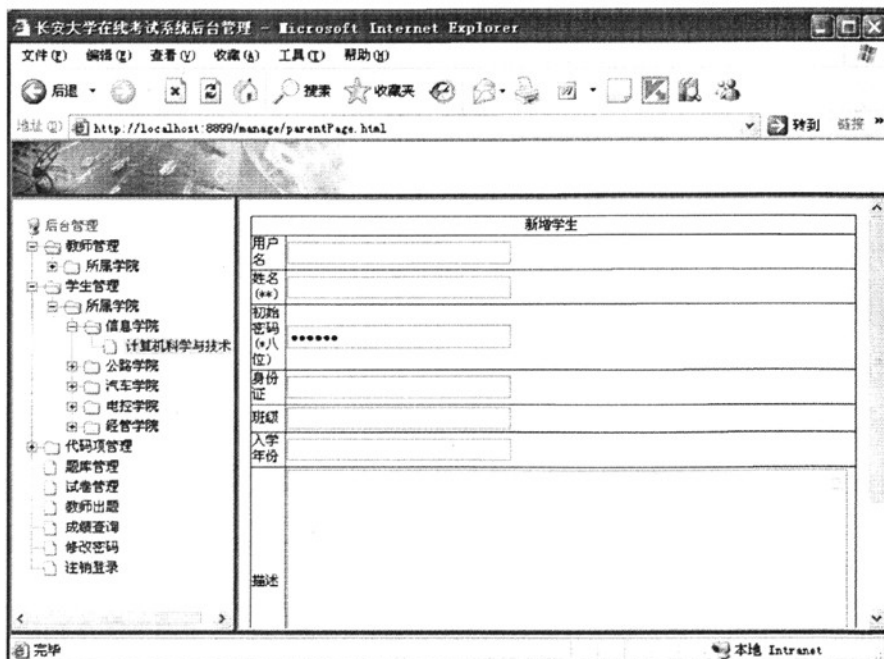


图 5.8 管理员操作界面

5.5 数据库分析及设计

在线考试系统本质上属于信息管理系统,信息管理的核心实际上就是如何使用和操作数据库。在线考试系统采用 B/S 模式的三层结构框架:数据存储层、中间逻辑层和界面表示层,这三个层次都与数据库相关。数据存储层就是指数据库本身,中间逻辑层处理的对象实际上就是处理数据库中的数据,界面表示层是操作界面,其目的是为了更方便地使用数据库中的数据。数据库的设计是考试系统开发的基础和关键,也是一个非常讲究技术性的过程。数据库设计是否全面、是否合理、是否规范都直接关系到考试系统的功能能否实现。如果数据库设计合理,后续程序开发将取得事半功倍的效果,否则将会加大编程的工作量,甚至要重新修改数据库。因此,在对 SQL Server2000 关系型数据库进行设计时采用了规范化的方法。

5.5.1 数据库设计

数据库的设计是否合理会极大地影响到在线考试系统的使用性能。主要体现在以下几个方面^[30-31]:

(1)信息的检索,各种各样的用户如何从一个数据库中快速的查询到所需的信息。

(2)保证数据的结构化、规范化和标准化。数据结构的设计应该遵循国家标准和行业标准,尤其要重视编码的应用。

(3)在设计数据库的时候,一方面要尽可能地减小冗余度,减小存储空间地占用,降低数据一致性问题发生的可能性,另一方面,还要考虑适当的冗余,以提高运行速度和降低开发难度。

(4)信息的存储,如何面对各种形式的信息(如字符、图形、声音等),以及日益膨胀的历史数据。

(5)必须保证数据的完整性、正确性和一致性。在在线考试系统中,多个用户共享数据库,由于并发操作,可能影响数据的一致性,因此要重视数据的正确性和一致性的问题。

(6)保证数据的安全。由于数据库的信息对特定的用户有特定的保密要求,安全机制必不可少。

(7)数据库要易于维护。

5.5.2 系统数据库模型设计

数据库模型设计是指按照应用要求,确定一个合理的数据模型。数据模型是用来反

映和显示事物及其关系的。数据库应用系统管理的数据量大，数据间联系复杂，因此数据模型设计得是否合理，将直接影响应用系统的性能和使用效率。结构设计简单来说就是得到数据库中表的结构。结构设计要求满足：能正确反映客观事物；减少和避免数据冗余；维护数据完整性。它包括逻辑结构设计和物理结构设计两部分。

数据逻辑模型设计主要是给出本系统内所使用的每个数据结构的名称、标识符以及它们之中每个数据项、记录、文卷和系的标识、定义、长度及它们之间的层次的或表格的相互关系。下面给出系统所使用主要表之间的关系图，如图 5.9 所示：

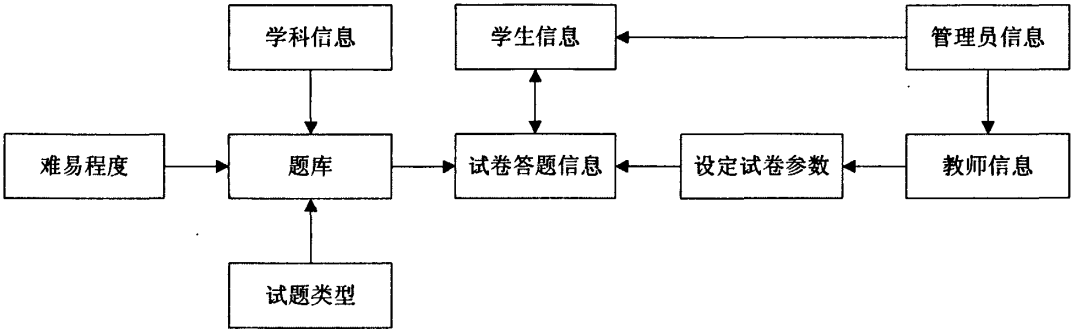


图 5.9 系统数据结构关系图

5.5.3 数据库逻辑设计

数据库的逻辑设计是将数据的概念结构转化为 SQL server 2000 数据库系统的实际模型，从而得到数据库的逻辑结构，以便在数据库中建立表结构。

本考试系统中的所有表均保存于数据库 testonline，主要包括教师信息表、管理员信息表、学生信息表、试题库表、学科信息表、学生试卷表、教师设定试卷信息表等 9 表，在考试时还需要产生临时表。

学生信息表 student：记录学生信息，其中 studentid 为主键，用于存放学生 ID。具体表结构见下表 5.1 所示。

表 5.1 学生信息表

字段	数据类型	长度	名称
studentid	bigint	8	学生 ID
cname	varchar	20	中文名字
ename	varchar	20	用户名
password	varchar	40	密码
info	text	16	备注
idcard	varchar	20	身份证
usable	int	4	是否可用
branchid	bigint	8	专业
entranceYear	varchar	10	入学年龄
classname	varchar	2	班级

教师信息表 teacher: 记录教师信息, 其中 teacherId 为主键, 用于存放教师 ID。具体表结构见下表 5.2 所示。

表 5.2 教师信息表

字段	数据类型	长度	名称
teacherId	bigint	8	教师 ID
cname	varchar	20	中文名字
eame	varchar	20	用户名
password	varchar	50	密码
idcard	varchar	20	身份证
usable	int	4	是否可用
branchid	bigint	8	专业
info	varchar	500	备注

管理员信息表 job: 记录管理员信息, 其中 jobId 为主键, 用于存放管理员 ID。具体表结构见下表 5.3 所示。

表 5.3 管理员信息表

字段	数据类型	长度	名称
jobId	bigint	8	管理员 ID
Name	varchar	20	名称

试题库表 questions: 试题库表是本系统中非常关键的数据结构表。本表在设计上充分考虑了题型结构和试题难度的兼容性问题, 在题目的题型设计上预留了空间, 目前题型主要有单选题, 多选题和判断题, 但是以后可以加入填空题, 论述题和简答题等等主观题, 这样就为各种题型定义了统一的试题结构, 这样虽然带来了一定的额外空间开销, 但是简化了管理。此外为了对出试卷的策略提供科学的支持, 在该表中还定义了题目的难度、题目所属的学科等信息。其中 questionId 为主键, 具体表结构见下表 5.4 所示。

表 5.4 试题库表

字段	数据类型	长度	名称
questionId	bigint	8	问题 ID
question	varchar	200	问题
answer	varchar	200	正确答案
branchId	varchar	50	所属专业
subjectId	bigint	8	所属学科
gradeId	bigint	8	题目针对年级
questionType	bigint	8	题目类型
howHard	varchar	20	难易程度
teacherId	bigint	8	出题老师
Drrq	varchar	50	出题时间

学科信息表 Dm_subject: 用于定义系统中的学科管理信息结构的表，具体涉及到学科 ID、学科名称、学分及学时等信息。其中 subjectId 为主键，具体表结构见下表 5.5 所示。

表 5.5 学科信息表

字段	数据类型	长度	名称
subjectId	bigint	8	学科 ID
subjectName	varchar	50	学科名称
subjectPoint	int	4	学分
period	bigint	8	学时

试卷答题信息表 testPages: 定义学生答题试卷基本信息结构的表，在该表中存储了试卷所对应的学生年级、试卷的学科信息、题目数量和分值、试卷难度程度信息、试卷考试时间信息、试卷的学生答对题的数量和各题型学生答对的信息、试卷总分信息、答题学生 ID 及试卷的成绩等。

当学生在进入“学生答卷”，点击“生成试卷”时，系统就将随机生成的题目，答案等插到上述表中。不同的专业的相同学科出的试卷是不一样的,难易程度是一样的。其中 studentId、entranceYear、subjectId 和 gradeId 为关键字主键，具体表结构见下表 5.6 所示。

表 5.6 试卷答题信息表

字段	数据类型	长度	名称
testPageId	bigint	8	ID
gradeId	bigint	8	试卷针对年级
entranceYear	varchar	10	试卷针对学生（入学年份，多少届，如：200(1)
howHard	varchar	4	难易程度
subjectId	bigint	8	试卷针对学科
questionNumbers	varchar	50	题目数量（字符型的，不同题型的用@隔开）
questionPoints	varchar	50	题目分值（字符型的，不同题型的用@隔开）
rightPoints	varchar	50	学生答对题的数量（字符型的，不同题型的用@隔开）
judgeIds	varchar	50	判断题 ID 集合（“，”号隔开）
singleSelectIds	varchar	50	单选题（“，”号隔开）
muchSelectIds	varchar	50	多选题（“，”号隔开）
judgeAnswers	varchar	50	判断题正确答案集合（@隔开）
singleSelectAnswers	varchar	50	单选题正确答案集合
muchSelectAnswers	varchar	50	多选题正确答案集合
judgeSAnswers	varchar	50	判断题学生答案集合
singleSelectSAnswers	varchar	50	单选题学生答案集合
muchSelectSAnswers	varchar	50	多选题学生答案集合
totPoint	varchar	50	总分数
studentId	bigint	8	答卷学生 ID
drq	varchar	50	答卷时间

教师设定试卷信息表 Pagesinfo：定义教师设定试卷基本参数信息结构的表，在该表中存储了该试卷针对年级、试卷针对学生入学年份、难易程度、试卷针对学科和专业、题目数量和分值、出卷老师及出卷时间等。

教师设定本次考试的参数，包括了上述内容；学生根据上述参数，随机的得到一份考卷，如学生试卷表。同一次考试一个专业的不同学生的考卷不同，难易程度是相同的。学生一次考试的考卷只能随机生成一次。不能生成第二次以防止作弊，同时监考老师要提醒学生在没有考试完成的情况下不能点击提交，如果点击提交则以为本次考试结束，系统就会立即判分。其中 studentId、entranceYear、subjectId 和 branchId 为关键字主键，具体表结构如下表 5.7 所示。

表 5.7 教师设定试卷信息表

字段	数据类型	长度	名称
pageinfoId	bigint	8	ID
gradeId	bigint	8	试卷针对年级
entranceYear	varchar	10	试卷针对学生（入学年份，多少届，如：200(1)
howHard	varchar	50	难易程度
subjectId	bigint	8	试卷针对学科
branchId	bigint	8	试卷针对专业
questionNumbers	varchar	50	题目数量（字符型的，不同题型的用@隔开）
questionPoints	varchar	50	题目分值（字符型的，不同题型的用@隔开）
teacherId	bigint	8	出卷老师
drq	varchar	10	出卷时间

难易程度信息表 dm_howhard：定义试题难易程度的结构表，在该表中存储了试题的难易程度代码和说明。本系统中试题难易程度分为难、一般和简单三种，主要有教师或者管理员录入试题的同时设定该试题的难易程度。具体表结构见下表 5.8 所示。

表 5.8 难易程度信息表

字段	数据类型	长度	名称
dm	char	10	难易程度代码
mc	char	10	难易程度说明

试题类型信息表 dm_questiontype：定义试题类型信息的结构表，在该表中存储了试题类型代码和说明，目前本系统中试题类型有三种，分别为单选题、多选题和判断题，均为客观题，以后随着系统的发展需要在这里可以添加所需要的题型，试题类型的录入主要有教师或者管理员录入试题的同时设定该试题的试题类型。具体表结构见下表 5.9 所示。

表 5.9 试题类型信息表

字段	数据类型	长度	名称
dm	int	4	试题类型代码
mc	varchar	50	试题类型说明

5.6 自动组卷算法说明

自动组卷是考试系统自动化或半自动化操作的核心目标之一，而如何保证生成的试卷能最大程度地满足用户的不同需要，并具有随机性、科学性、合理性，这是实现中的一个难点。尤其在交互式环境下用户对于组卷速度要求较高，而一个理论上较完美的算法可能会以牺牲时间作为代价，往往不能达到预期的效果。因此，选择一个高效、科学、

合理的组卷方案是自动组卷的关键。组卷方案是指系统进行组卷的方式方法。它是题库系统自动生成有效试卷的关键^[41]。

自动组卷部分可以根据用户设置的组卷条件,按照一定的算法从题库中选择满足要求的最优解,组成试卷。试卷主要质量控制指标有:试卷总分、各类题型及试题数量、各知识点分数比例和各类难度等级分数比例。在自动组卷部分中所采用的算法是问题的关键所在,它决定了组出的试卷是否满足用户的要求及满足的程度如何。

现有的网络考试系统,基本都采用计算机自动组卷和人工组卷两种方式进行。自动组卷是输入各约束条件的参数,系统根据这些参数随机抽取相应的试题组成试卷。人工组卷是根据用户的经验和需要手工出题成卷,存入数据库中备用,或者输入与自动组卷的部分约束条件,系统显示符合条件的试题,再由用户选择合适的试题组织成卷,这种方案需要用户在大量符合条件的试题中进行筛选,过程较为繁琐。网络考试系统的关键技术是组卷策略。如何快速组卷,并且提高组卷的成功率,是考试系统开发中的热门课题。目前,国内外在组卷方面的研究也是方法众多,下面阐述下本系统中所采用的随机算法。

随机算法是一般系统中运用较多的组卷策略。主要有两种情况,一是从试题库中随机抽取试题,然后判断是否符合试卷的约束条件。二是从符合试卷某项要求的试题库子集中随机抽取试题,然后判断是否符合试卷的其它约束条件。实际上,随机策略就是在试题库中随机搜索满足条件的试题,不断重复搜索过程,直到试题生成操作完成或不能搜索到满足约束条件的试题为止。这种方法的特点是具有很大的随机性,许多研究人员对基于随机算法的试卷生成方法作了深入的研究,取得了比较好的效果^[42]。

5.6.1 算法实现

采用基于随机算法的组卷方案,其核心是利用计算机提供的随机函数或随机量,根据组卷方案的控制参数,不断抽取符合控制参数的试题放入试卷中,直到组卷成功,或再也无法从题库中抽取满足控制参数的试题为止。

随机算法的思路:将按大范围检索出的试题,从0开始编号,使用随机函数得到该范围内的一个随机数,然后按照该数对应的试题号到题库中取题。随机抽题的方法其实就是从给定区间中随机抽取出N个整数编号,按照编号对应的试题号,到题库中抽取试题。该系统中组卷方案中所用到的控制参数有学科、题型以及该题型各个难度系统的试题数量,下面以生成选择题为例加以说明。

前提:我们假设某试卷需要一个组卷方案的细节表,需要的一个难度为容易,其中

需要单选题 A 个、多选题 B 个和判断题 C 个。

算法：先从题库中检索出符合该条件的单选题。单选题的最大个数既为随机数的范围，组卷需要单选题 A 个就是需要的随机数个数，然后不断生成 1 到检索出的试题最大个数之间的随机数，该随机数即是检索出来的试题的编号，将随机数对应的试题，添加到 string[] 中(string[] 用来存放随机选择出来的试题)，直到满足该难度需要的选择题试题量 A 为止。再查找其他类型的试题，生成相应的随机数，将随机数对应试题，添加到 string[] 中。以下是生成随机数的函数代码说明：

random 类说明

public static double random()

返回带正号的 double 值，大于或等于 0.0，小于 1.0。返回值是一个伪随机(pseudorandomly)选择的数，在上述范围内(大致)均匀分布。

第一次调用该方法时，它将创建一个新的伪随机数生成器，其表达与以下表达非常类似 new java.util.Random 之后，新的伪随机数生成器可用于该方法的所有调用，但不能用于其他地方。

在经过适当同步后，允许多个线程正确地使用该方法。然而，如果很多线程需要以极高的速率生成伪随机数，那么这可能会减少每个线程对拥有自己的伪随机数生成器的争用。

返回：

大于或等于 0.0 但小于 1.0 的伪随机 double 值。

在可选试题范围内产生符合试题数量的随机数列表的函数代码如下(随机算法的程序在类 DopagesMap)：

```
/**
 * 获得随机数
 *
 * @param n 需要的随机数个数
 * @param m 获得随机数的范围
 * @return string[]
 */
public int[] getrandom(int n, int m) {
    int[] i = new int[n];
    int j = 1;
```

```

i[0] = (int) (Math.random() * m);    //获得第一个随机数
while (j < i.length) {                //循环 n 次，得到 n 个随机数
    i[j] = (int) (Math.random() * m); //获得下一个随机数
    boolean b = true;                  //本次所获得的随机数是否
                                        //可用，即是否与之前已经获得的重复
    for (int k = 0; k < j; k++) {
        if (i[j] == i[k]) {           //是否重复，重复就不 加到数组 i 中，
            //且重新获得的 j 个随机数
            b = false;
        }
    }
    if (b == true)
        j++;                          //不重复时，j 自增 1，以获得下个随机
数
}
return i;                             //返回结果
}

```

5.7 数据库连接池

本系统使用 SQL server 2000 数据库作为后台，通过 JDBC 接口来访问数据库。一般编写数据库连接的方式是在程序需要请求数据库时直接连接，这样操作存在一个问题，就是用户频繁地请求连接，降低了数据库的使用效率，在大用户量的情况下，还容易造成排队堵塞的情况。为了解决这个问题，因此系统使用了 Tomcat 的数据库连接池。

(1) Tomcat 数据库连接池的配置

启动 Tomcat，打开 IE 在地址栏内输入 `http://localhost: 8899/login/index.jsp`，则进入 Tomcat 的管理界面；点击右边的 Data Sources 在右上角的下拉菜单中选择 create New Data Sources 在下边的输入框中输入需要的配置信息。还要下载安装 SQL 2K SP4 补丁。配置环境变量，具体如下：

用户变量中：CLASS_PATH : D: \j2sdk1.4.2_07\lib //盘符不一定在 D 盘。
 JAVA_HOME : D: \j2sdk1.4.2_07 //盘符不一定在 D 盘。
 系统变量中：path 值加上 D: \j2sdk1.4.2_07\bin; //盘符不一定在 D 盘。

(说明: JDK 路径)

(2)建立数据库连接

使用 JDBC 连接池开发程序时, 在建立连接的过程中, 首先需要建立一个初始上下文环境, 然后根据这个上下文环境中查找数据源, 再通过数据源建立与数据库的连接。

5.8 系统打包与部署

随着 java 的流行, 其在 web 上的应用也越来越广, Tomcat 作为一个开源的 servlet 容器, 应用前景越来越广。本系统采用 Tomcat 服务器。部署最简单的方法是, 直接将源文件目录 testonline 拷贝到 Tomcat 的 webapps 目录下, 这是按开放式目录结构发布应用。

如果应用开发完毕, 进入产品发布阶段, 应该将整个 web 应用打包为 war 文件, 再进行部署, 步骤如下:

(1)在 DOS 下转到 testonline 应用的根目录。

(2)把整个应用打包为 testonline.war 文件, 命令如下:

```
Jar cvf testonline.war *.*
```

(3)把 testonline.war 文件拷贝到 Tomeat 的 Webapps 目录下。

(4)启动 Tomcat 服务器。Tomcat 服务器启动时, 会把 webapps 目录下的所有 WAR 文件自动展开为开放式的目录结构。所以在服务器启动后, 会发现服务器把 testonline.war 展开到 Tomeat 的 webapps/testonline 目录中。

5.9 本章小结

本章先介绍了本系统的功能设计和数据库的设计, 系统功能设计主要从本系统的三个子系统的功能模块分析、设计和实现来论述, 数据库的设计主要阐述基础数据结构在应用层的具体实现形式及其相互之间的关联, 介绍了各个表的主要内容和物理结构; 其次说明了本系统所使用的随机算法并列出了算法程序; 最后阐述了本系统的部署。

第六章 系统的测试

6.1 概述

在应用软件制作完成后, 要保证它整体性能的质量, 即要保证程序能从头至尾地无差错的执行就要进行测试。系统测试主要是要看这个应用产品是否满足用户的需求和系统整体的严密性要求。较好的质量是要依赖于精心的分析、设计和完整细心的测试。这就要我们在做好每一步程序的同时, 要时时监督并改善软件的开发过程, 通过针对性的测试, 提早的发现潜在的问题, 以便能让程序设计者能尽快的对系统的错误进行修改、补充, 尽量使测试细化, 能覆盖到整个系统。对于一个完整的软件系统, 通常可以从其外部特性、内部特性等几个方面来评价质量^[33]。

(1)外部特性

所谓软件的外部特性, 是将软件系统作为一个整体, 不管其内部是如何实现的, 而只是从其外部的表现来评价, 它可以包括以下几个内容:

1)正确性。把一个软件是否能够按照用户的要求达到预期的结果称为其正确性, 这是对任何软件的最基本的要求。但实践说明, 对于一个大的软件系统, 要达到没有一点错误, 是件非常困难的事情。

2)可靠性。是与正确性密切相关的另一项指标, 它是指在用户要求的各种条件下, 系统能够正常工作的能力, 通常用平均故障间隔时间来度量。

3)可用性。指用户需要使用系统来处理数据时, 系统是否处于可用状态。

4)完整性。指所包含完整信息的系统程序。

5)可维护性。指当系统发生故障时, 通常需要做故障诊断、故障定位以及修复等工作, 使它返回到正常工作状态。上述过程所需的时间称为维修时间, 对系统平均维修时间的度量称为可维护性。

(2)内部特性。

对一个软件系统的全面评价, 除了从外部来分析外, 还要从系统内部来考察。看其内部的结构是否合理, 程序是否简洁和便于测试等, 一般可从下列几个方面来评价:

1)结构性。一个完整的软件系统犹如一座复杂的建筑群体, 必须要有良好的内部结构来保证。对软件结构的研究已经有很多年, 结构化技术已经被广泛采用。

2)效率。程序的结构性是对程序内部的一种静态分析与评价,而程序的有效性则是一种动态的考察,它是观察程序在动态运行时,是否具有很高的效率。对于完成同一种功能,不同的设计者可能编制出效率相差很多倍、甚至相差几千倍的程序。所以软件的执行效率是个很重要的指标。

3)可测性。一个好的系统,除了具有种种优点外,还要具备在系统出现故障时,能方便地进行故障测试的能力,称之为可测性。为使系统具备此种特性,除了在系统的结构上使其保持功能清楚、便于故障定位外,还要在做物理设计时给予足够考虑,为故障测试提供条件。

4)资料完整性。按照科学的开发方法所完成的系统,在开发的每一阶段,都应完成所需的文件资料。

5)灵活性。任何系统都不会是一成不变的。随着系统的运行,用户会提出各种修改、扩充与改进的意见,这就要求系统能方便地进行功能的变更与扩充。所以,在进行系统的分析与设计时,就应考虑到以后的维护问题,以确保系统有足够的灵活性。

6.2 测试环境

6.2.1 硬件环境

(1)服务器一台

服务器端的主要配置如下:

处理器: Intel Pentium 4 2.6GHz

内存: 512MB

硬盘空间: 80GB

显卡: NVIDIA GeForce 7100GS

(2)客户机 4 台

客户端的主要配置如下:

处理器: Intel Pentium 2.0GHz

内存: 512MB

硬盘空间: 80GB

测试网络环境为以上设备组成的局域网微机实验室。

6.2.2 软件环境

(1)服务器端

操作系统: Windows 2000 Server

网络协议: TCP/IP

WEB 服务器: Tomcat 5.0

数据库: SQL SERVER 2000 以上(必须打 SQL2KSP4 补丁)

(2)用户端

操作系统: Windows 2000/XP

网络协议: TCP/IP

浏览器: Internet Explorer 6.0 以上

6.3 测试方法

(1)考试系统测试方案

软件测试的方法和技术是多种多样的。对于软件测试技术,可以从不同的角度加以分类:从是否需要执行被测软件的角度,可分为静态测试和动态测试。从测试是否针对系统的内部结构和具体实现算法的角度来看,可分为白盒测试和黑盒测试^[33]。

1)黑盒测试

黑盒测试也称功能测试或数据驱动测试,它是在已知产品所应具有的功能,通过测试来检测每个功能是否都能正常使用。在测试时,把程序看作一个不能打开的黑盒子,在完全不考虑程序内部结构和内部特性的情况下,测试者在程序接口进行测试,它只检查程序功能是否按照需求规格说明书的规定正常使用,程序是否能适当地接收输入数据而产生正确的输出信息,并且保持外部信息(如数据库或文件)的完整性。黑盒测试方法主要有等价类划分、边值分析、因果图、错误推测等,主要用于软件确认测试。“黑盒”法着眼于程序外部结构、不考虑内部逻辑结构、针对软件界面和软件功能进行测试。“黑盒”法是穷举输入测试,只有把所有可能的输入都作为测试情况使用,才能以这种方法查出程序中所有的错误。实际上测试情况有无穷多个,人们不仅要测试所有合法的输入,而且还要对那些不合法但是可能的输入进行测试。

2)白盒测试

白盒测试也称结构测试或逻辑驱动测试,它是知道产品内部工作过程,可

通过测试来检测产品内部动作是否按照规格说明书的规定正常进行,按照程序内部的结构测试程序,检验程序中的每条通路是否都能按预定要求正确工作,而不涉及它的功能,白盒测试的主要方法有逻辑驱动、基本路径测试等,主要用于软件验证。“白盒”法全面了解程序内部逻辑结构、对所有逻辑路径进行测试。“白盒”法是穷举路径测试。在使用这一方案时,测试者必须检查程序的内部结构,从检查程序的逻辑着手,得出测试数据。贯穿程序的独立路径数是天文数字。但即使每条路径都测试了仍然可能有错误。第一,穷举路径测试决不能查出程序违反了设计规范,即程序本身是个错误的程序。第二,穷举路径测试不可能查出程序中因遗漏路径而出错。第三,穷举路径测试可能发现不了一些与数据相关的错误。考试系统测试采用黑盒测试与白盒测试结合,其中程序开发人员主要进行白盒测试,尽可能的检验程序的各个逻辑结构,程序的各个内部流程。还要进行黑盒测试,测试程序功能的实现性,是否正常运行等。而由系统使用人员进行黑盒测试,输入相关的测试数据,对所使用到的各个功能进行测试,将整个系统运行流程都走一遍,查找其中的错误,并及时反馈给开发人员修改,同时对系统的功能、界面等提出自己的意见,与开发人员协商。

(2)手段

- 1)通过自己对于源代码的编写,一边编写,一边测试。
- 2)让其他教师和学生作系统的用户来使用本系统,找出系统中存在的问题。

6.4 测试内容

对开发完成的系统要进行针对性的测试,测试的内容包括以下几点:

(1)代码中测试系统对输入的非法数据的反应

在系统启动登录时,输入错误口令,系统将提示“用户名不存在或密码错误”,即使是正确的用户名和密码,如果是选择错误的身份,系统将提示“用户名不存在”。

(2)在代码编辑中测试系统对非法输入数据类型的反应

当要输入数值型数据时,若错误输入字符或字母,将提示“不可输入非数字字符”,只有输入数值型数据时,才能继续运行。

(3)测试录入的数据是否正确存储

当录入完某个试题数据后,选择保存,系统提示保存成功,这就说明数据

已经正确存储，也可以在题库中查询该试题看是否正确录入。

(4)测试当选择某些条件时是否能正常显示要查询的记录

当选择完某些条件时，按查询按钮，如果能够显示所要查询的记录，这就说明数据的查询功能是正常的。

(5)测试系统是否能正常的生成试卷。

(6)测试系统是否能正常的进入考试系统。

(7)测试试卷内容和试卷分析结果是否正确。

(8)数据之间的连接是否正确。

6.5 测试总结

本系统经过一系列的针对性的测试，对于各个非法数据的输入，系统都给出了错误的窗口警告，提示用户使用正确的数据，使用户的要求能够得到满足，整个系统的逻辑功能正常，添加和删除、修改的合法数据能够做到真正的实现，查询结果能正确的显示出来，试卷内容和试卷分析结果正确（试卷分析输出结果和人工计算结果一致）。虽然目前所进行的一切测试，其测试结果都是正确的，但这并不能说明本系统就是完美无缺的，只能证明程序功能是正确的，并不能证明程序的动态性是符合要求的，只有用户长期的使用才能得到真正的验证。所以，系统要进行长期地、不断地测试，发现一个新问题，就要修正一个问题，更好、更快、更完善的维护系统的性能。

6.6 本章小结

本章重点介绍了系统测试的必要性以及系统测试的软硬件环境，给出了系统测试的内容和测试方案，并对此进行了分析、探讨，还应用黑盒测试与白盒测试相结合的方式制定了考试系统的测试方案。

第七章 总结与展望

7.1 总结

作者利用计算机网络技术和数据库技术，开发了在线考试系统并实现了该考试系统。本系统采用基于 B/S 模式三层构架的体系结构，以 Tomcat 5.0 作为应用服务器，以 SQL Server 2000 作为后台数据库服务器，运用 JSP 技术、JavaBean 技术进行设计实现。在该考试系统中作者通过对基本的随机算法加以改进，解决了在线考试系统的难点之一：试题组卷。在线考试系统人机交互简单、直观，系统的开放性好，用户通过 Internet 或局域网就可以访问数据库。因此，本系统具有如下特点：

(1)应用简单便捷：系统的导航式界面，引导用户按照优化的流程进行操作，优化设计操作功能，简化用户操作。

(2)界面友好清晰：每一个界面精细、完美，能集合显示相关信息，各界面之间提供了方便、快捷的切换方式。

(3)大型的数据库管理：系统采用 SQL SERVER 2000 大型关系数据库管理系统，利用其强大的存储、管理和查询的功能，保证数据库系统的可靠性。

(4)具有较强的安全性：系统管理员可通过系统管理模块设定用户的操作权限，使系统安全可靠。

总之，在线考试系统的研制与设计，不仅对于改变传统的考试方式有着深远的意义，而且对于远程教育也具有重要的应用价值。

7.2 未来展望

本系统虽然已经开发完成，但由于时间有限，本系统仍有很多缺点和不足，下一步准备从以下几个方面继续研究：

(1)该系统只限于客观题，考试题型受到限制。由于主观题的答题特点，目前计算机还不能完成其自动阅卷工作，该系统只实现了试卷的客观题部分，主观题的自动评判是未来网上考试系统有待解决的问题。

(2)组卷算法还可以进一步优化。在实际使用中，可根据不同情况并结合试题的难度等参数，采用更加有效的算法（例如遗传算法），来进一步提高生成试卷的速度和成功率。

(3)系统功能及安全策略需要进一步拓展、完善和改进，需要增加在线考试

的计时等个性化功能。

(4)随着试题库的录入越来越多，对数据库的访问越来越多，势必会影响对数据库的访问速度，而且会影响组卷效率，因此必然要将试题库结构的进一步优化，高质量的题库应具有量大、通用性、动态可扩充性的特点。

(5)进一步分析系统安全性，并找出解决方法。

(6)系统的功能模块需要进一步完善，如成绩统计分析功能还有待于深入研究。

参考文献

- [1]陈焕通. 基于移动 Agent 网络考试系统的研究与实现[D]. 浙江师范大学硕士学位论文, 2005
- [2]葛晓春. 基于 Internet 的远程学习模式与网络信息资源的开发利用[J]. 中国电化教育, 2001(11): 56-57
- [3]丁建业. 基于 NET&XML 的考试系统的设计与实现[D]. 武汉理工大学工学硕士学位论文, 2006
- [4]张明. 通用网络考试系统的设计与实现[D]. 山东大学硕士学位论文, 2005
- [5]张红鹰. 基于 NET 平台的网络考试系统的设计与实现[D]. 湖北大学成人教育学院学报, 2006 年第 3 期
- [6]面向 21 世纪教育振兴行动计划(摘要)[J]. 中国高等教育, 1999 (6): 3-7
- [7]张量, 詹国华, 袁贞明. 一种基于 Internet 的远程考试系统[J]. 计算机应用, 2001, 21 (7): 7-8
- [8]杨春明. Web 方式下通用考试系统的设计与实现[J]. 计算机与现代化. 2004(1: 11-13
- [9]明仲, 戚杰. 基于 Web 的网上考试系统的设计与实现[J]. 中国电化教育. 2004(2): 83-85
- [10]侯建军现代远程高等教育的质量问题[J]. 开放教育研究. 2006(1): 9-10
- [11]侯鸿林, 朱向峰. 基于 WEB 的考试系统的实现[J]. 教育信息化. 2004(1): 39-40, 14
- [12]殷大发. 无纸化考试系统的研究和开发[J]. 计算机与现代化. 2004(3): 82-85
- [13]王奕军. 基于三层结构的网上动态考试系统设计与相关技术的分析[J]. 安徽机电学院学报. 2002. 3(1): 44-48
- [14]李敏, 尹先文. 基于 B/S 的在线考试系统的设计[J], 网络与信息技术, 2006. 25 .10: 47-48
- [15]游碧蓉, 代全林. 基于 BS 结构的校园网络考试系统[J], 科技情报开发与经济, 2006. 8
- [16]王新耀. 计算机课程无纸化网络考试系统的设计与实现[D]. 四川大学工程硕士专业学位论文, 2005

- [17]王秋云. 基于 B/S 的在线考试系统的设计与开发[J], 计算机与现代化, 2006. 5: 46-48
- [18]黄红海, 张洪涛, 基于 B/S 结构的网络考试系统[J], 计算机辅助工程, 2003. 2: 50-52
- [19]宋春晖, 陈焕东, 郑海涛. 基于 Web 的在线考试系统的设计与实现[J]. 琼州大学学报. 2005. 12: 34-36
- [20]Mark Swank, Drew Kittel. World Wide Web 数据库开发人员指南[M], 机械工业出版社, 1998. 6
- [21]Yuanling Zhu, Lu, K. J.: Performance Modelling and Metrics of Database-backed Web site[J], Database and Expert Systems Applications, 2000, Page(s): 494-498
- [22]Mike Snizek, Web Database Integration-The Architecture, The IDUG Solutions Journal[J], October1998-Volumes, Number3
- [23]Susamma Barua, Teachers Assistant: A Web-based Application using Java Sever Pages And Java Database Connectivity, Systems, Man, and Cybernetics[J], 2000 IEEE International Conference on, 2000, Page(s): 828-833
- [24]李学军.ASP Web 开发教程[M]. 海洋出版社, 2002, 121-123
- [25]李存斌. ASP 高级编程及项目应用开发[M]. 中国水利水电出版社, 2002: 67-70
- [26]汪晓平, 钟军. ASP 网络开发技术 (第二版) [M]. 人民邮电出版社, 2004: 56-58
- [27]金红宇. 如何应用 PHP 开发 WEB 数据库[J]. 计算机与现代化, 2002. 8
- [28]吴玉. 基于 Web 和 JSP/JavaBean 技术的远程教育系统的设计与实现[J]. 计算机与现代化, 2005. 11
- [29]王雷, 蔡自兴. 用 JSP 开发 web 应用[J]. 计算机应用, 2001. 21 (10)
- [30]孙卫琴, 李洪成. Tomcat 与 Java Web 开发技术详解[M]. 电子工业出版社, 2004
- [31]李晓黎, 张巍. Visual Basic-SQL Server 数据库应用系统开发与实例[M]. 人民邮电出版社, 2003: 50-55
- [32]李劲, 谢兆阳. SQL Server 2000 数据库设计与系统管理[M]. 清华大学出版

社, 2001.

[33]杨文龙, 姚淑珍, 吴芸. 软件工程[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999

[34]黄志军, 赵皓, 刘海庆. 基于校园网的教学网站建设探讨[J]. 海军院校教育, 2002. 6(4): 47-49

[35]任占营, 刘士杰. 基于校园网的网络考试系统设计与实现[J]. 华北科技学院学报, 2005. 2(4)

[36]王浩然. 计算机网络下考试系统的设计与应用[J]. 辽宁高职学报, 2002. 4(3)

[37]郑家辉, 万东梅. 利用校园网组建网络考试系统的研究[J]. 石家庄铁路工程职业技术学院学报, 2003. 2(2): 113-116

[38]Sanjoy Dey, Sharif Mahmud. A Web-Based Examination System in the Context of Bangladesh. Springer Berlin/Heidelberg [J]. 2005(1): 137-139

[39]Frosini G, Lazzerini B, Marcelloni F. Performing automatic exams. Computers & Education [M]. 1998.

[40]Shafarenko A, Barshy D. A secure examination system with multi-mode input on the world-wide web. Proceeding of the International Workshop on Advanced Learning Technologies [M].2000

[41]魏希三. B/S 模式的网上考试系统中关键模块的设计与实现[J]. 福建电脑, 2004.

[42]应继儒, 胡立新. 试题库随机选题数学模型及实现[J]. 计算机应用, 2000. 20: 46-67

[43]丁仕虹. 网络试题库系统选题组卷策略优化及算法设计、实现[D]. 华南理工大学硕士学位论文, 2003. 5

[44]潘志文. 网络试题库系统的设计及其成卷算法的设计与实现[D]. 华南理工大学硕士学位论文, 2002. 5

[45]Chi-chien Pan, Kai-Hsiang Yang. Secure online examination architecture based on distributed firewall[J]. 2004 IEEE International Conference. 2004. 3. 533-536.

[46](美)Jayson Falkner, Ben Galbraith, Romin Lrani 等著, 司光亚, 牛红等译. JSP Web 编程指南[M]. 北京电子工业出版社, 2002

[47]周启生, 王化文. 基于 WWW 远程考试系统的研究与设计[J]. 计算机工程与设计. 2005. 26: 41-42

- [48]Ian Forster, Carl Kesselman, Blueprint of New Computing Infrastructure [M].Morgan Kaufmann, 1999
- [49]N.Xiao, D.A.Bennett, M.P.Armstrong. Using evolutionary algorithms to generate alternatives for multi objective site-search problems [J]. Environment and Planning, 2003, 34(4):639-656

攻读硕士期间取得的研究成果

- [1] 郑辉, 王水波, 张立波.数据通讯与计算机网络在交通运输中的应用[J].现代电子技术, 2007, 30 (23): 142-146
- [2] 王水波, 宋焕生, 王国强, 郭亚, 郑辉.一种用于车辆测速的数据采集系统的设计[J].计算机工程. 2008, (20) (已录)
- [3] 杨将军, 王水波, 郑辉.基于 S3C2410 的嵌入式串口通信实现[J].现代电子技术, 2007, 30 (18): 40-41
- [4] 蒲磊, 王水波, 郑辉.一种基于 ARM 的嵌入式交通数据采集系统的设计[A].长安大学研究生学术年会论文集(2007 年卷) [C], 西安: 陕西科学技术出版社, 2007: 90-93

致谢

转眼间，研究生阶段的学习就要结束了，在这段难忘、充实而又快乐的日子
里，我得到了许多人的鼓励和帮助，在这里我要向我的导师以及所有关心和帮助
过我的老师、同学和亲友表示最衷心的感谢。

本论文是在我的导师刘涪教授的悉心指导下完成的，在整个过程中刘老师付
出了辛勤的劳动和无私的帮助，对论文的写作提出了很多宝贵的意见和建议。没
有刘老师这些支持我就不可能取得今天的成绩，所以我首先要衷心地感谢我的导
师刘涪教授。刘老师知识渊博、治学态度严谨，为我们的研究小组营造了一种良
好的学术氛围。他的悉心指导和言传身教，不仅使我在理论和实践上得到了锻炼
和提高，更重要的是使我学到了许多研究问题的方法。对刘老师的授业之情，我
永生难忘。

我还要感谢王震、张立波、郝海杰和所有曾在一起学习的同学，感谢他们在
学习和生活上对我的帮助，和他们的交流总是让我受益匪浅，是他们的鼓励和帮
助，使我得以顺利地完成学业。

最后，向三年来所有给予我支持和帮助的领导、老师、同学和朋友们致以衷
心的感谢和最美好的祝愿！