

XINBIAN GAOZHI GAOZHUAN GUIHUA JIAOCAI

新编高职高专规划教材

主 编 李正吉 朱连庆



C#2005程序设计 案例教程

C# 2005 CHENGXU SHEJI
ANLI JIAOCHENG

中国科学技术大学出版社

XINBIAN GAOZHI GAOZHUAN GUIHUA JIAOCAI

新编高职高专规划教材

C#2005程序设计案例教程

C# 2005 CHENGXU SHEJI ANLI JIAOCHENG

主 编：李正吉 朱连庆

副主编：王树忠 徐少波 刘明伟

参 编：张 玉 张 磊 张言上

马桂婷 孙 杰 田 峰

崔 瑾 王茹香

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书围绕 C# 程序设计,用案例的方式,阐述了 .NET 2.0 平台 Visual Studio .NET 2005 集成环境中用 C# 语言进行程序开发的基础知识。首先介绍了大案例项目的设计和开发工具的使用、面向对象程序设计的基础、C# 语言基础;接着讲解了基本的 Windows 窗体程序设计和文件操作程序设计,并在此基础上,系统地讨论了数据库应用程序的设计、网络应用程序设计和多媒体应用程序设计。

本书以大案例贯穿各章节,每章都有实用的小案例和实训环节,还有本章要点、本章小结和习题。

本书可作为高职高专院校计算机应用专业或其他相关专业的教材,也可作为软件技术人员的培训教程或自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

C# 2005 程序设计案例教程/李正吉,朱连庆主编. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2006. 8

ISBN 7-312-01967-6

I. C... II. ①李... ②朱... III. C 语言—程序设计—教材 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 071493 号

出版发行 中国科学技术大学出版社

安徽省合肥市金寨路 96 号, 邮编: 230026

网 址 <http://press.ustc.edu.cn>

电 话 发行科 0551-3602905 编辑部 0551-3602900

印 刷 合肥现代印务有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787×1092 1/16

印 张 20.75

字 数 498 千字

版 次 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 版

印 数 1~2000 册

定 价 32.00 元(附赠光盘)

前 言

短短几年时间,Microsoft .NET 框架已经成为 Windows 操作系统软件开发的主流平台。与其他语言相比,C# 仍然是一种新的编程语言,它博采众家之长,为 .NET 平台量身定做,具有简单、类型安全和面向对象等特征,在语法结构上和 C、C++ 类似。

尽管 .NET 平台是语言无关的,但对于 .NET 平台的初学者来说,C# 必然是首选的编程语言。若有 C 的基础,C# 将十分容易上手;即使对于学过 C++ 的人来说,转到 C# 所带来的麻烦,可能并不比转到 .NET 平台托管的 C++ 所遇到的困难更大。

编程语言早已经不是孤立的,我们早已经习惯语言背后有一个强大的支持库。Microsoft .NET 框架就是目前最先进的一个类库。在很大程度上,与其说学习 C# 编程语言,不如说学习使用 C# 语言去调用 .NET 类库。

Visual Studio .NET 是第一个基于 .NET 平台的可视化开发环境。它的风格与 Microsoft Office 十分接近,和 Delphi 等开发环境同样易学易用,甚至更胜一筹。多种代码重构、智能的代码助手、可视化的设计器、支持大纲视图的代码编辑器、强劲的调试器等使程序员的工作快速而高效。解决方案管理器、良好的程序发布升级功能等则使程序员可以开发出完整生命周期的企业级应用程序。

目前的有关的书籍非常多,好书也很多,但适合作教材的并不多。有的重应用不重基础,概念不清;有的洋洋百万言,巨细无遗。我们很多学生的实际情况是:有 C 语言基础,但不了解现代编程理念;会编写程序,但仅限于一些计算机考试的层次,对如何编写实用的程序几乎毫无所知。我们希望能够编写一本适合此类读者的书。

本书作者长期从事 C、C++、Delphi 和 C# 的教学实践,同时又是一个开发团队,有丰富的软件开发经验。本书试图以培养读者的实用软件开发能力为目标,兼顾基础概念、基本知识框架。本书采用先叙述概念、介绍知识,再结合案例的传统思路,但在处理上注意更好地将知识的高度与案例的深度密切结合,对案例进行精选,对知识进行删减,降低构建完整知识体系的要求,降低了将基本知识一直深入到应用的难度。本书尽量注意了语言简明,叙述准确。

本书正文包含 8 章的内容:第 1 章是案例规划和开发环境介绍;第 2 章介绍面向对象程序设计基础知识;第 3 章讲解 C# 语言的语法知识;第 4 章介绍基本的 Windows 窗体程序设计;第 5 章介绍常见的文件操作程序设计;第 6 章结合 SQL Server 的数据库应用程序设计,从开发者的角度,详细介绍了多种场合下的数据库编程方案;第 7 章介绍基于套接字编程的网络应用程序设计;第 8 章介绍多媒体编程技术,包括图形的绘制、填充和图像处理。前 3 章是基础内容,第 4、5 章是基本内容,第 6—8 章是比较实用的重点内容,其中第 6 章是本书篇幅最多的一章。

本书建议总学时数为 90 学时,第 8 章可以选学。大案例可以安排课程设计。

本书以大案例贯穿各章节,每章都有实用的小案例和实训环节,还有本章要点、本章小结和习题。考虑到读者可能对考试系统项目背景比较熟悉,大案例是一个 C# 上机考试系统,学完本书,读者可以用自己编写的考试系统进行上机考试。本书中大、小案例是完整程序,普通例子限于篇幅未必完整。

本书主要是面向高职学生的,可作为高职院校计算机应用专业或其他相关专业的教材,也可做为软件技术人员的培训教程或自学参考书。

本书由李正吉、朱连庆主编,王树忠、徐少波、刘明伟为副主编,张玉、张磊、张言上、马桂婷、孙杰、田峰、崔瑾、王茹香等也参加了编写和校对工作。非常感谢赵华增教授给予的大力支持和帮助。

尽管作者非常认真地编写了本书,但由于行业知识更新很快,尤其是时间短,水平有限,错误和不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

本书支持网站: www.taoli.name; www.taoli.info。

编者

2006年5月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 “C#上机考试系统”大案例	1
1.1.1 系统需求分析	1
1.1.2 系统体系结构设计	4
1.1.3 模块设计	7
1.2 项目开发环境	11
1.2.1 .NET 架构简介	11
1.2.2 Visual Studio .NET 2005 中文版集成开发环境	13
1.2.3 SQL Server Express 2005 介绍	19
1.3 本章小结	21
1.4 实训:建立“Hello World”Windows 应用程序	21
1.5 习题	24
第2章 面向对象程序设计基础	26
2.1 面向对象程序设计概述	26
2.1.1 类和对象	26
2.1.2 对象的基本特征	27
2.2 类的声明和类的成员	28
2.2.1 类的声明	28
2.2.2 对象的创建和对象成员的访问	30
2.2.3 类的成员	32
2.3 构造函数	35
2.4 方法与重载	39
2.4.1 方法的声明	39
2.4.2 方法的重载	49
2.5 字段和属性	51
2.5.1 字段	51
2.5.2 属性	52
2.6 继承和多态	55
2.6.1 继承	55
2.6.2 多态性	60
2.7 接口	63
2.7.1 接口定义	63

2.7.2 接口的实现	64
2.8 .NET Framework 类库简介	66
2.8.1 命名空间	66
2.8.2 .NET Framework 类库简介	71
2.9 事件委托机制	72
2.9.1 委托	72
2.9.2 事件	76
2.10 本章小结	83
2.11 实训	83
2.11.1 本章综合实训	83
2.11.2 大案例考试逻辑类设计	87
2.12 习题	89
第3章 C# 语言基础	91
3.1 数据类型	91
3.1.1 值类型	91
3.1.2 引用类型	98
3.1.3 类型转换	112
3.2 变量和常量	115
3.2.1 变量	115
3.2.2 常量	117
3.3 运算符和表达式	118
3.3.1 算术运算	119
3.3.2 关系运算	121
3.3.3 逻辑运算	123
3.3.4 赋值运算	124
3.3.5 条件运算	125
3.3.6 其他操作符与表达式	125
3.4 流程控制	125
3.4.1 语句	126
3.4.2 条件语句	127
3.4.3 循环语句	131
3.4.4 跳转语句	135
3.4.5 异常处理程序	137
3.5 本章小结	142
3.6 实训:考生信息录入	142
3.7 习题	144
第4章 Windows 窗体程序设计	146
4.1 Windows 窗体程序设计概述	146
4.1.1 什么是控件	146

4.1.2 控件的属性、方法和事件	147
4.1.3 Windows 窗体程序设计思路	148
4.2 Form 类	150
4.2.1 Form 类常用属性	151
4.2.2 Form 类常用方法	154
4.2.3 Form 类常用事件	155
4.2.4 两个 Form 的窗体程序	155
4.3 基本控件	157
4.3.1 Label 类控件	157
4.3.2 TextBox 类控件	159
4.3.3 Button 类控件	160
4.4 菜单条、状态条和工具条	161
4.4.1 ToolStrip 控件	162
4.4.2 MenuStrip 控件	164
4.4.3 ContextMenuStrip 控件	166
4.4.4 StatusStrip 控件	167
4.5 几种常用控件	168
4.5.1 RadioButton 类、CheckBox 类控件	168
4.5.2 ListBox 类、ComboBox 类控件	170
4.5.3 通用对话框	173
4.5.4 ProgressBar 类控件	175
4.5.5 Timer 控件	176
4.6 本章小结	177
4.7 实训:大案例窗体程序设计	178
4.8 习题	183
第 5 章 文件操作程序设计	185
5.1 System.IO 命名空间	185
5.1.1 文件目录管理类	186
5.1.2 读写类	187
5.2 目录管理	188
5.2.1 Directory 类的静态方法	188
5.2.2 目录操作	189
5.2.3 文件操作小案例	190
5.3 File 文件管理	193
5.3.1 File 类的静态方法	193
5.3.2 一般文件操作	195
5.3.3 文件属性的获取与设置	197
5.3.4 完善文件操作小案例	199
5.4 文件读写	201

5.4.1	FileStream 类	201
5.4.2	StreamReader 类	203
5.4.3	StreamWriter 类	204
5.4.4	文件读写操作小案例	205
5.5	FileSystemWatcher 组件	206
5.5.1	FileSystemWatcher 组件简介	206
5.5.2	FileSystemWatcher 组件应用	207
5.6	本章小结	209
5.7	实训:大案例中的文件操作	210
5.8	习题	211
第 6 章	数据库应用程序设计	212
6.1	ADO.NET 2.0 概述	212
6.1.1	ADO.NET 的体系结构	212
6.1.2	ADO.NET 2.0 的基本组件	213
6.2	使用 DataReader 的数据库应用程序	215
6.2.1	SqlConnection 类	215
6.2.2	SqlCommand 类	217
6.2.3	SqlDataReader 类	220
6.2.4	使用 SqlDataReader 的数据库应用程序小案例	220
6.3	使用 DataSet 的数据库应用程序	223
6.3.1	以 DataSet 为核心的基本组件	223
6.3.2	使用设计器设计通用数据库应用程序小案例	234
6.3.3	编写代码实现数据库应用程序小案例	252
6.4	XML 技术简介	259
6.4.1	什么是 XML	259
6.4.2	.NET 中的 XML	261
6.4.3	对象序列化和反序列化小案例	263
6.5	本章小结	265
6.6	实训:大案例数据库业务逻辑层程序设计	266
6.7	习题	267
第 7 章	网络应用程序设计	269
7.1	.NET 的套接字接口编程概述	269
7.1.1	.NET 套接字接口编程的基本概念	269
7.1.2	.NET 套接字接口编程常用类	271
7.2	多线程技术简介	274
7.2.1	多线程原理简介	274
7.2.2	.NET 中的简单线程操作	274
7.3	多用户网络聊天程序小案例	277
7.3.1	客户端程序	277

7.3.2 服务器端程序	283
7.4 本章小结	291
7.5 实训:大案例网络通信程序设计	292
7.6 习题	293
第8章 多媒体应用程序设计	294
8.1 图形编程与 GDI+	295
8.1.1 图形编程的基本概念	295
8.1.2 GDI+的构成和常用的类	297
8.2 GDI+的图形编程	306
8.2.1 绘制图形小案例	306
8.2.2 填充图形小案例	308
8.2.3 显示文字小案例	311
8.2.4 位图图像处理小案例	311
8.3 播放声音和视频	317
8.3.1 Windows Media Player 控件简介	317
8.3.2 Windows Meida Player 控件的小案例	317
8.4 本章小结	318
8.5 实训:无禁手五子棋二人对下程序设计	318
8.6 习题	319
参考文献	320

第 1 章 绪 论

本章要点

- ✓ 本书大案例项目设计概要
- ✓ Visual Studio .NET 开发环境



我们使用过许多考试系统,它们是怎样实现的?尤其是如何自动评分?本书将带领大家完成一个考试系统,同时以该系统为线索,逐步掌握 MicroSoft .NET 平台的 Visual Studio .NET 软件开发工具。

一个软件项目的开发过程,可以粗略地划分为分析、设计、实施、部署、维护等几个阶段,本书介绍的大案例将按照这一过程来展开。但本书主要篇幅都是为程序员而不是软件工程师准备的,关于本书未详细讨论的内容,读者可以查阅本书参考文献。

对软件项目来说,先有分析、设计,然后才选择合适的程序设计工具,因此,本章将从大案例的分析、设计开始,引出 Visual Studio .NET 软件开发工具。

1.1 “C# 上机考试系统”大案例

1.1.1 系统需求分析

1. 领域分析

领域分析(Domain analysis)是软件工程师了解项目背景信息的过程,然后才能描述问题并提出解决方案。

(1)引言

本案例的领域为“C# 程序设计上机考试”。为了考查考生实际操作能力,要开发一个新系统,提供考生上机进行 C# 程序设计考试的功能,要用程序实现考试的各个环节,可以推广到其他程序设计语言的上机考试。此领域不同于全部用客观试题进行无纸考试的领域。

(2)术语表

- ◇ 题库:考试前建立的、包含足够数量试题的集合,包含每题的标准答案。
- ◇ 组卷:或称抽题,是从题库中随机抽取试题,产生固定总分值的一份试卷的过程。组卷一般有约束条件,如卷面总分、知识点分布、题型分布等。在考查考生程序设计能力的考试系统中,往往只有一个题目,所以也就没有约束条件。
- ◇ 考试管理:包括考生登录、登出、重新登录、重新抽题、强制结束考试,以及考试时限

管理、评分标准管理等。

- ◇ 登录:考生提供身份信息,向考试管理机申请试题。
- ◇ 登出:考生考试完毕,自动评分并将考分登记到一个数据表。
- ◇ 重新登录:指考生开始做题后,退出考试系统而又重新进入。退出系统期间不停止考试计时。
- ◇ 重新抽题:经监考老师允许,考生开始做题后,重新申请试题。
- ◇ 强制结束考试:监考老师通过考试管理机命令指定考生的考试系统进行评分。
- ◇ 考试时限管理:考试计时并提示,在考试时间用完时,自动执行交卷。
- ◇ 评分标准管理:通过考试管理机设置考生答案和标准答案的匹配度阈值。
- ◇ 创建考试环境:包括创建考生文件夹、创建试题需要的已知条件等。例如,对于以下题目:用 C# 编写一个名为 Exam 的 Windows 应用程序,包含一个“打开”菜单项,单击此菜单,可以将考生文件夹下的 in.dat 文件中的内容读入一个文本框中。需要在抽题后立即创建考生文件夹,并在考生文件夹下生成 in.dat 文件,供考生编程使用。
- ◇ 防止作弊:防止考生修改考试用时、直接修改评分结果数据表等操作。
- ◇ 异常处理:死机、网络故障等异常情况处理。

(3) 基本知识

“C# 程序设计上机考试”的一般流程是:任课教师事先在题库服务器上建立题库,添加试题,包括标准答案、评分标准和考试环境要求;监考教师安装考试管理机程序和考生用考试客户端程序;监考老师运行考试管理机程序并做必要设置;考生运行考试客户端程序并登录;程序自动抽题,创建考试环境,提示考生注意事项及考试时间;考生在 Visual Studio .NET 环境下做题;若考生交卷或考试时间终了,立即自动评分,并记录到数据库;若发生死机或网络故障,则转入异常处理。

(4) 用户

在这个领域中,任课教师和学生是主体。该系统应该能减轻任课教师的工作量,任课教师在建立标准题库后,可以用标准题库去考查学生的编程操作能力,另外对各届学生只需补充题库,不需要在阅卷和登记成绩上做太多工作。学生使用该系统,应该感到清晰明了、使用方便、评分客观。

(5) 环境

当前教学和考试环境的硬件主流是运行 Windows 操作系统的 PC 机组成的 10M/100M 以太网,本系统应该在此基础上开发。

2. 需求分析

需求是关于系统将要完成什么工作的一段描述语句,它们必须经过所有相关人员(包括用户、开发人员及其管理者)的认可,其目的是彻底解决客户的问题。

(1) 问题

考试管理和自动评分。

(2) 背景信息

参见领域分析,并考虑以下问题:

问题 1:如何进行题库管理?

选项 1.1:编写专门的子系统。

优点:使用方便,减少错误。

选项 1.2:直接使用数据库服务器提供的管理工具。

优点:项目规模小。

缺点:大二进制对象编辑困难。

解决:选择选项 1.1。

问题 2:组卷需要约束条件吗?

解决:不需要,使用单题试卷。

问题 3:评分采用百分制吗?

解决:采用五分制。

问题 4:考生信息包含哪些?

选项 4.1:准考证号和身份证号。

优点:具有通用性。

选项 4.2:班级和学号。

优点:适合课程考试。

解决:选择选项 4.2。

问题 5:记录考生重新抽题和重新登录过程吗?

解决:不记录。

问题 6:记录延时时间吗?

解决:记录。

问题 7:如何提示考试时间?

解决:始终有秒表数字提示,考试时间終了前五分钟出现对话框提示。

问题 8:如何评分?

解决:从三个方面评分:①源程序中是否包含若干关键字串;②题目输出文件是否正确;③是否通过编译产生了可执行文件。其中,判别时设置一个匹配阈值,若考生源程序中关键字串与标准答案中的关键字串匹配程度高于此阈值,则①判为成立,判别②时也可以采用此方法。三个方面全部为成立,得 5 分;仅②或③不成立,得 4 分;仅①成立,得 3 分;②和③均成立,而①不成立,得 2 分;仅②或③成立,得 1 分;①②③均不成立,得 0 分。考虑到程序设计试题的灵活性,①中关键字串的选择,由建立题库的任课教师把握,一般应在试题中进行规定性说明。

(3)环境和系统模型

系统环境为运行 Windows 操作系统及其配套软件的 PC 机组成的 10M/100M 以太网。

(4)功能性需求

对于任课教师:

- 可以自动建立标准的空白题库。
- 可以进行文件级的题库转移,以便于在办公用机上维护完题库后,通过网络或移动存储器将题库文件转移到考试题库服务器上。
- 能够进行查找、添加、删除、修改题库操作,对各试题信息可以进行编辑。

对于监考教师:

- 可以开始和停止通信。
- 控制是否响应登录请求。
- 监视考试状态。
- 监视通信状态。
- 对选中考生做允许重新抽题、延时、强制评分等操作。

对于考生：

- 可以随时查看和隐藏试题要求和提示信息。
- 可以在考试时间终了前获得保存提示。
- 可以提前交卷。
- 可以重新登录，考试过程继续进行。
- 不能够通过修改考试机时间等手段进行考试时间方面的作弊。
- 不能够通过手工修改输出文件等手段进行作弊。

(5)非功能性需求

- 系统在考试机或网络故障时应该是健壮的，并在导致系统不可用的故障出现时，提供手工评分的入口。
- 应使用现代程序设计语言，以提供较高的安全性和可维护性。
- 应使用成熟的数据库管理系统。
- 系统的运行效率是相对次要的因素。

1.1.2 系统体系结构设计

在进行了系统需求分析后，就应该进行系统体系结构的设计了。软件体系结构是设计软件系统整体组织结构的过程，包括将软件分解为子系统，确定子系统之间如何交互以及它们的接口。此时不会涉及任何程序语言或软件开发工具。

软件开发可以和建筑房屋做类比。设计体系结构在建筑房屋时是最核心的工作，建筑物的体系结构可以用一系列计划描述，它们反映了该建筑物的各个方面，例如从电气、排水系统、建筑结构等角度进行描述。建筑设计师负责整个项目，他有责任确保建筑物可靠、经济，并使客户满意。软件体系结构与之相似，虽然表述出来只是一些文档视图，但在软件开发中却是核心的部分，对以后的设计过程有很大的影响。

好的体系结构应该划分子系统，并描述子系统之间共享的数据，以使参与开发的每个人更好地理解系统，并允许开发人员分别开发系统中的独立部分。这样的结构化模型，更利于系统的扩展和重用。

软件体系结构通常用一些 UML 图表示，关于 UML 的知识，请参阅相关书籍。

根据前面的需求分析，尤其是功能性需求部分，我们考虑将本系统分为三个子系统：考试子系统，考试管理子系统，题库管理子系统，如图 1-1 所示。

考试子系统针对考生用户，在考试管理子系统的支持下完成考生所需的功能性需求。为了减少各个子系统之间的耦合，同时便于监考教师实现考试控制，考试子系统通过考试管理子系统而不是直接访问数据库。题库管理子系统由任课教师用来完成题库的建立和维护功能。

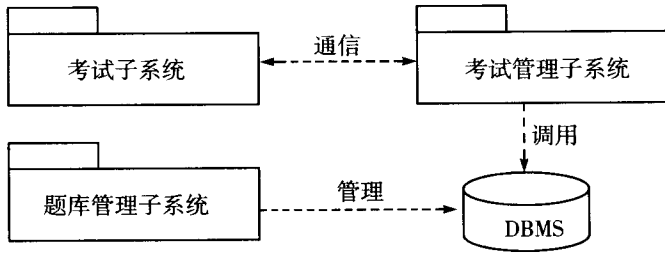


图 1-1 “C# 上机考试系统”体系结构

1. 考试子系统的结构

考试子系统的结构如图 1-2 所示。考试子系统可以进行的操作主要有登录、看题、登出等，由考生执行这些操作，其中登录时必须提供班级和学号信息，登出时除了班级学号外还要提供评分结果信息，考生考试过程中可以看题目、看提示。考试子系统的实现元素，除了包括界面和考试逻辑部分之外，因为还要与考试管理子系统通信，所以应该和考试管理子系统封装相同的数据表示部分，同时还要有和考试管理子系统握手的通信部分，注意考试子系统和考试管理子系统是多对一的端到端通信。

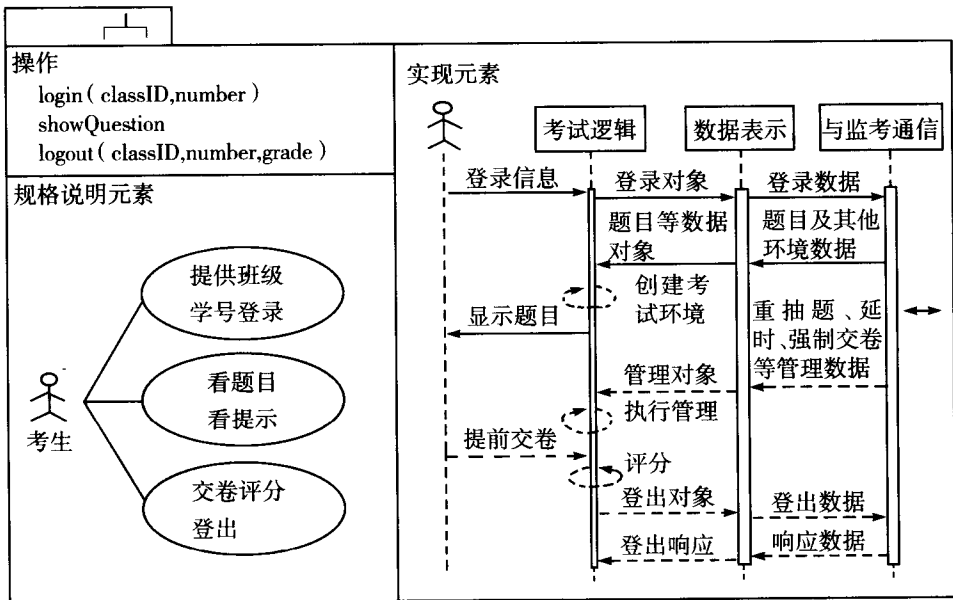


图 1-2 考试子系统图

2. 考试管理子系统的结构

考试管理子系统结构如图 1-3 所示。监考教师在考试管理子系统提供的环境中可以控制考试过程。考试过程还需要访问数据库，所以，该子系统除了界面，还有监考逻辑、数据表示、与考生通信等实现元素，其中监考逻辑是系统的核心模块，是联系界面、管理数据库访问和考生通信的中心部分，当然，与考生通信，要经过考试子系统相同的数据表示部分，以完成考试管理对象到通信数据的互相转换。

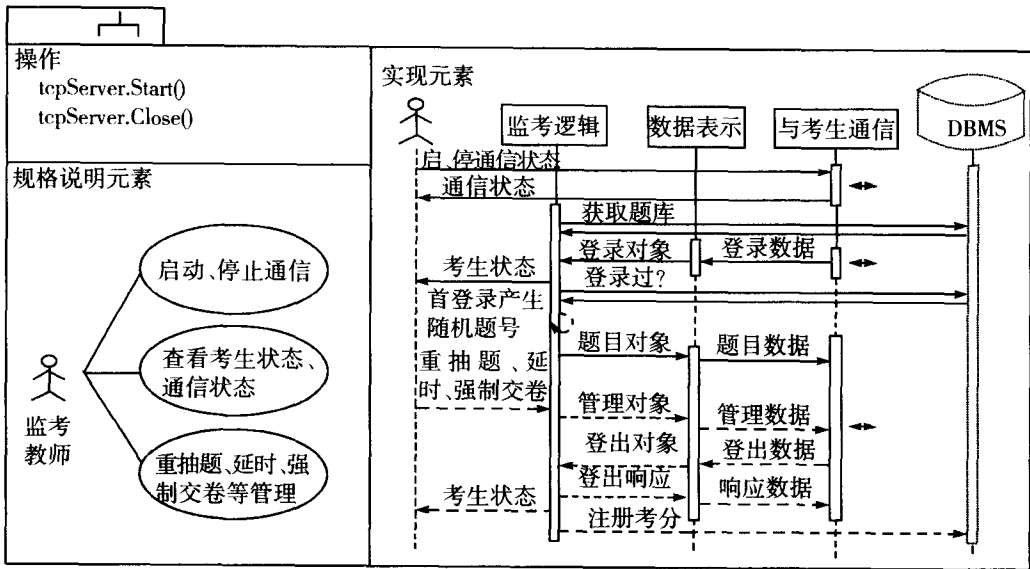


图 1-3 考试管理子系统图

3. 题库管理子系统的结构

题库管理子系统相对较为独立,是任课教师新建、附加,以及管理题库的程序。为了简化数据库和维持系统完整,可以将考生考试信息和题库放在同一个数据库的不同数据表中。该子系统要有题目编辑功能。建立的题库系统和考试信息系统需要与考试管理子系统接口一致,并尽量提供存储过程,以提高数据操作效率。题库管理子系统结构如图 1-4 所示。

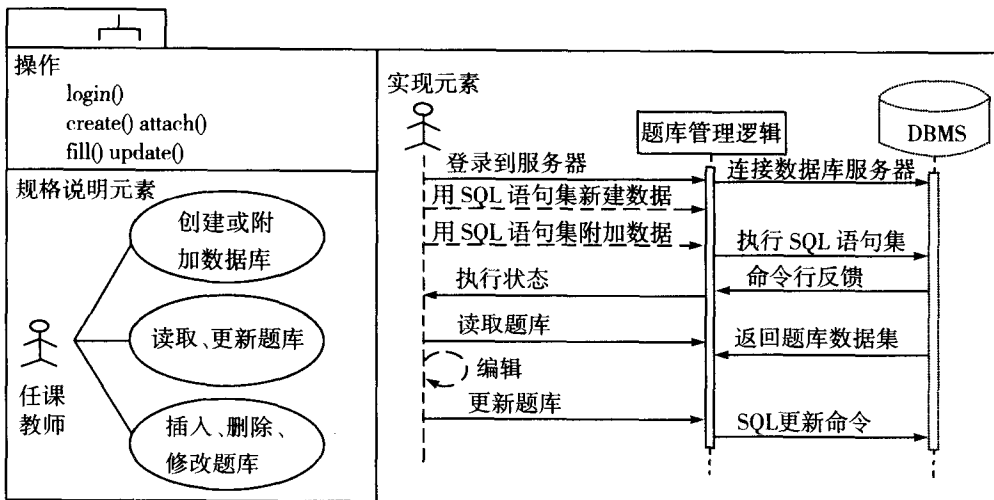


图 1-4 题库管理子系统图

考虑到可分工开发、可重用性和可扩展性,考试子系统和考试管理子系统设计为多层体系结构,在这个分层的体系结构中,每一层只与低层通信,并向高层提供接口,这些接口定义了该层提供的服务。这样的结构在开发中可以方便地分工,包括设计、编码和调试;当系统

功能发生变更时,通常是不太稳定的界面或数据库部分,多数情况下,只需改变相应层的内部功能;由于层间采用有限的接口,层内采用通用化设计,所以不同的层可以为不同的系统提供相同的服务,例如数据表示部分就是经过通用化设计,可以应用于本系统的考试子系统、考试管理子系统,也可以应用于其他系统。

本系统的部署图如图 1-5 所示。一般情况下,考试机运行考试子系统,监考机运行考试管理子系统,题库管理子系统可以在数据库服务器计算机上运行。图 1-5 中的 ExamOnLine.exe 是考试子系统的执行程序,MsgSerialize.dll 是数据表示的类库文件,ExamManage.exe 是考试管理子系统的执行程序,QuestionDBM.exe 是题库管理子系统的执行程序,DBMS 是通用数据库管理系统软件。

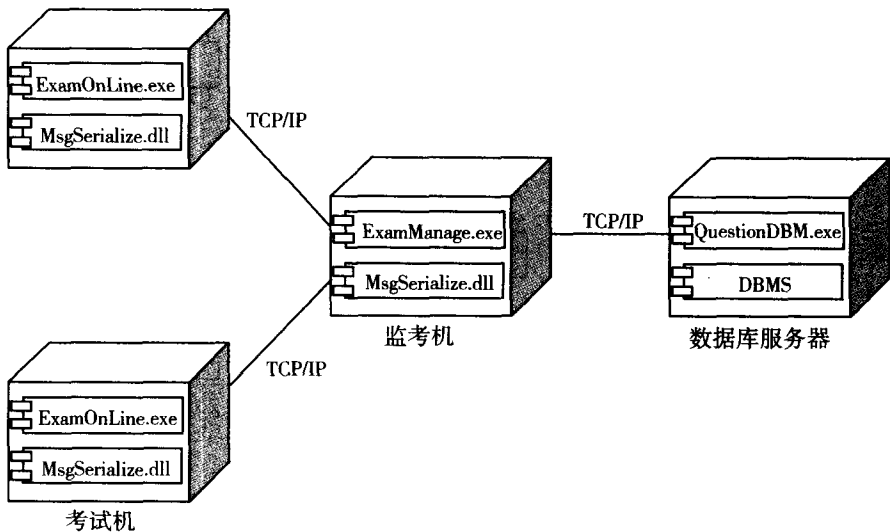


图 1-5 系统部署图

1.1.3 模块设计

在完成了系统体系结构的设计之后,接着进行每一个模块的设计。模块设计通常针对体系结构中的每一个子系统。对系统的每个子系统而言,内部是由若干模块构成的,模块的设计工作将涉及到模块的组织结构和模块间的相互关系。

1. 考试子系统的模块设计

根据考试子系统的结构设计,该子系统可以设计为用户界面、考试逻辑、数据表示、与监考通信四个层次化的模块,如图 1-6(a)所示。

(1) 用户界面模块

用户界面在当今的软件系统中,占据了越来越重要的地位。早期的用户界面非常简单,许多书籍甚至略去了用户界面设计,只研究数据库和算法,今天,用户界面成了最可能让用户感觉到软件质量高低的部分,因而常常成了系统设计中最复杂的部分。另外,由于用户界面设计是从用户的任务出发,这和整个系统的目标是一致的,所以,用户界面设计通常会成