

基於 Web 的通用型題庫系統的設計與實現

楊棟、解希順

東南大學物理系
中國 南京 210096

電郵：xiexishun@seu.edu.cn

收稿日期：二零零七年四月十五日(於六月十六日再修定)

內容

- [摘要](#)
- [引言](#)
- [教育測量學中試題和試卷質量分析的指標](#)
- [系統設計及實現](#)
- [結論](#)
- [參考資料](#)

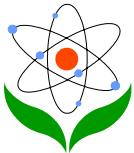
摘要

利用 asp.net 、 c# 、 sqlServer2000 、 IIS 等技術，採用 Browser/Server 模式，並依據教育測量學的一些基本原理，提出一種基於 Web 的通用型題庫系統解決方案。該題庫系統通過智慧和人工相結合的方式進行組卷，能有效控制試卷的難度、區分度、內容效度和分值等參數，能夠用戶自定義題型的顯示順序。建立每一次測試之後更新資料庫中試題參數和試卷參數的反饋機制。對每道試題建立標籤欄位，方便試題的檢索。實現了以大學物理為內容的題庫建設。

關鍵字：題庫； asp.net ；大學物理題庫

引言

基於 Web 的通用型題庫系統，借助安全的用戶與角色驗證，可以有效地通過互聯網、局域網分享教育資源，也可以運行於單機上。傳統的手工出卷，不僅費



時費力，而且不容易控制試卷的難度和區分度，難以保證試卷的質量。隨著電腦技術的應用和普及，實現了自動化組卷，從而使教育測量學的原理得以真正應用。

教育測量學中試題和試卷質量分析的指標

試題和試卷的評價指標主要包括：信度、效度、難度和區分度。^[1]

- (1) 信度指測試結果的可靠或可信程度。一般地，利用克朗巴赫(Cronbach)係數法對試卷信度進行計算。

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s^2} \right) \quad (1)$$

式中 k：測試題的題數， s_i^2 ：第 i 題考分的方差， s^2 ：測試總分的方差。

- (2) 難度是表示試題難易程度的數量指標，這裏用 H 表示。

對非“二分”記分的題常用如下公式求其難度指數：

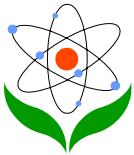
$$H_j = 1 - \frac{\bar{x}_j}{w_j} \quad (2)$$

式中 H_j ：第 j 題的難度指數， w_j ：第 j 題滿分， \bar{x}_j ：測試物件第 j 題平均分。

對“二分法”計分的試題，可用下式求 H_j ：

$$H_j = 1 - \frac{\text{答对本题的人数}}{\text{受试总人数}} = 1 - \frac{N_j}{n} \quad (3)$$

試卷的難度係數 H：



$$H = \frac{\sum_i (H_i \times S_i)}{S} \quad (4)$$

式中 H : 試卷難度指數, H_i : 第 i 題難度指數, S_i : 第 i 題分數, S : 試卷總分數。

(3) 區分度是反映試題對於測試物件群實際水平區分能力的指標，一般試卷第 j 題的區分度 r_{dj} 用該題得分與試卷總分的相關係數表示：

$$r_{dj} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} y_i - n \bar{x}_j \bar{y}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_{ij})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i y_i)^2}} \quad (5)$$

式中 x_{ij} : 第 i 個考生第 j 題的得分, y_i : 第 i 個考生的測試總分, n : 考生人數。

試卷區分度：

$$D = \frac{\sum_j (D_j \times S_i)}{S} \quad (6)$$

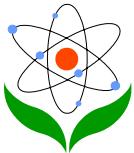
式中 D : 試卷區分度, D_j : 第 j 題區分度, S_i : 第 i 題分數, S : 試卷總分數。

系統設計及實現

本系統採用最新 asp.net2.0、C# IIS 等技術。C#是一種現代的類型安全的完全面向物件的編程語言。asp.net 是 Microsoft 推出的新一代基於 B/S 的動態 Web 開發工具，它的執行效率比腳本語言程式高得多。^[2]

2.1 資料存儲方式

考慮到系統要適用於不同學科（涉及到數學公式、圖形等多媒體的處理），並且用戶可以自由定制試題的顯示樣式，本系統採用資料庫（sqlServer2000）和文本相結合的存儲方式。由 Word 編輯一道試題或一個答案，導出為 mht 格



式的單一檔，通過題庫系統的“管理試題”模組上傳到伺服器硬碟的 upload 目錄。

主要資料庫設計如下：

表 1 存放試題的資料表 *exercises*

欄位	類型	主鍵	允許空	說明
id	Int	Y	N	自增
chapter	nvarchar	N	Y	試題所屬章節
type	nvarchar	N	Y	試題的題型
tag	nvarchar	N	Y	試題標籤
addTime	datetime	N	Y	試題添加時間
difficulty	Float	N	Y	試題難度
address	nvarchar	N	Y	試題檔案名
discrimination	Float	N	Y	試題區分度
answer	nvarchar	N	Y	答案檔案名
score	Int	N	Y	試題分值
selected	Int	N	Y	是否被抽取

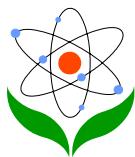
程式採用遺傳演算法進行組卷。在初始化種群時，被取中的試題，對其作標記（表 1 中，該試題的 selected 欄位值置 1，否則置 0），防止同一試卷中有試題重複。

2.2 系統主要模組的設計

系統主要模組包括：

(1) 用戶模組。包括用戶註冊、登錄、修改密碼、重置密碼，以及管理用戶、角色等功能。為了適用於 Internet，本系統採用 Forms 驗證方式。在 asp.net2.0 中，通過 Website 功能表上的 Asp.net Configuration 打開網站管理工具進行用戶、角色和許可權的管理。可以將同一許可權級別的檔放入一個目錄，然後對目錄分配許可權。前臺的用戶介面可以方便的用 Login 控制項、ChangePassword 控制項和 CreateUserWizard 等控制項來設計。

(2) 組卷模組。組卷模組是整個系統的核心模組。用戶輸入介面可以利用下面方法實現：通過程式動態生成 Label 控制項和 TextBox 控制項，將這些動態生成的控制項以編程的方式添加到 Table 控制項的單格裏並用嵌套迴圈形成表格。用戶可以在表格中輸入屬於不同章節、題型的題目所占分值百分比和分



值，即對試卷的總分值、內容和題型分佈進行控制。並且輸入試卷難度、區分度等參數。如圖 1。筆者改進了遺傳演算法，並以之作為本系統的組卷演算法。

圖 1 輸入試卷參數頁面

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer window displaying a web application for creating exams. The title bar reads "组卷 - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL "http://localhost:2604/problems/member/makeExam.aspx". The main content area has a title "大学物理题库". On the left, there's a sidebar with a user greeting "yangdong, 您好!", a message "您现在是本站会员, 现在可以组卷啦!", and a navigation menu with links like "首页", "组卷", "管理", "管理题目", "管理题型", "管理难度", "管理章节", "管理试卷", and "用户管理". The right side contains two sets of input fields. The first set, titled "组卷参数", is for "章节:" and includes a grid of 12 input boxes for percentages of various physics topics: 波动力学% (0), 刚体力学% (5), 电流和磁场% (5), 光学% (10), 静电场% (10), 量子力学% (5), 凝聚态% (5), 热力学% (10), 相对论% (5), 原子物理% (5), 质点力学% (20), 综合% (20), and 添加% (0). The second set, titled "题型:", includes a grid of 6 input boxes for question types: 选择 (20), 计算 (30), 作图 (0), 判断 (0), 问答 (40), and 填空 (10). Below these grids are buttons for "显示总分" (Show Total Score), "难度" (Difficulty) set to 0.3, and "区分度" (Discrimination) set to 0.4. At the bottom right is a "Button" button. A copyright notice "© CopyRight Powered By UniBase" is at the bottom center. The taskbar at the bottom shows various open windows and icons.

智慧生成一份滿足條件的試卷後，允許用戶查看每一道試題的基本資訊和具體內容，並可以作適當的修改。用戶可以添加和刪除試卷中的試題，程式會即時顯示修改後的試卷各參數值。在試題資料表 exercises(表 1) 中用 tag 欄位存放每道試題的標籤，用戶可以通過標籤搜索試題。用戶還可以定制試卷中題型的顯示順序。本系統是通過 GridView 控制項顯示每一道試題的基本資訊，並在範本列中加入 CheckBox，默認為該題選定。題型顯示順序的介面用 ListBox 實現。ListBox 綁定的資料與已選定的試題所包含的題型同步。如圖 2（為了完整地顯示該頁，只選取了少量的試題）。

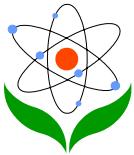


圖 2 編輯試卷

试卷名称:

考试日期: 考试时间: 分钟

试卷说明:

难度: 0.61 区分度: 0.38 分数: 24

题目编号	题型	章节	添加时间	难度
81	选择	刚体力学	2006-12-4 21:16:22	0.4
83	填空	刚体力学	2006-12-4 21:39:42	0.8
79	选择	质点力学	2006-12-4 21:00:54	0.3
96	计算	质点力学	2006-12-4 22:10:53	0.7
102	问答	质点力学	2006-12-4 22:14:14	0.7
99	填空	质点力学	2006-12-4 22:12:20	0.4
82	填空	质点力学	2006-12-4 21:17:58	0.2

添加题目

填空
选择
问答
计算

题型显示顺序: 向上

提交试卷

(3) 試卷顯示模組。在 displayExam.aspx 頁面中，本系統是將每一道試題放入一個 iframe 層裏面。Asp.net 中沒有 iframe 對應的 HTML 伺服器控制項和 WEB 伺服器控制項，但可以由 HtmlGenericControl 基類定義 iframe。通過程式動態生成 iframe，再通過 Controls 的 Add 方法將 iframe 添加到 Table 控制項的單格，並嵌套迴圈按照設定的題型順序顯示試題。

(4) 管理模組。筆者將管理模組的檔放到 admin 目錄下面，並將目錄設置為管理員訪問的許可權。管理模組包括：管理題目、管理題型、管理章節、管理試題和管理用戶。其實現方式大同小異。例如管理章節模組，本系統是用 GridView 控制項顯示所有章節，使用 SqlDataSource 控制項作為資料源，很容易就實現了自動分頁、排序、編輯和刪除等操作。另外，配合一個綁定到同一 SqlDataSource 資料源控制項的 DetailsView 控制項，並將其 DefaultMode 屬性設置為”Insert”，可以方便地實現插入新章節的功能。如圖 3。

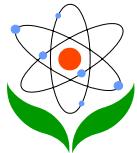


圖 3 管理章節

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer window with the title "编辑章节 - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL <http://localhost:2604/problems/admin/editChapter.aspx>. The main content area is titled "大学物理题库" (University Physics Question Bank). On the left, there is a sidebar with user information ("yangdong 您好！您现在是本站管理员！") and navigation links under "管理" (Management) such as "管理题目", "管理题型", "管理难度", "管理章节", "管理试卷", and "用户管理". The central part of the page displays a table titled "编辑章节" (Edit Chapter) with the following data:

	chapter	number	id
编辑	波动力学	5	1
编辑	刚体力学	5	2
编辑	电流和磁场	5	3
编辑	光学	5	4
编辑	静电场	5	5
编辑	量子力学	5	6
编辑	凝聚态	5	7
编辑	热力学	5	8
编辑	相对论	5	9
编辑	原子物理	5	10
编辑	质点力学	4	11
	综合	5	12

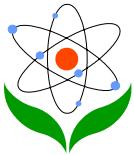
Below the table, there are input fields for "id" and "章节", and buttons for "插入" (Insert) and "取消" (Cancel). The footer of the page includes the copyright notice "© CopyRight Powered By UniBase" and a link to "本地 Intranet".

最後，利用 asp.net2.0 的 MasterPage 技術，TreeView 控制項和 SiteMapPath 控制項，通過 XML 檔實現網站的導航。

(5) 考試結果分析模組。在該模組裏，用戶輸入一組考生每道試題的得分和試卷總得分，程式計算出每道試題的難度（公式 2 或 3）、區分度（公式 5），以及試卷的難度（公式 4）、區分度（公式 6）和信度（公式 1）。將這些值反饋到系統，與資料庫中的現有值取平均後更新資料庫，從而不斷改進資料庫裏試題和參數的準確度。

結論

由於題目檔是用 Word 文檔編輯，並以檔方式存儲在伺服器；並且可以方便地編輯、增加以及刪除章節和題型，所以該題庫系統適用不同學科。目前題庫系統已經錄入大學物理試題進行測試，效果良好。



參考資料

- [1] 王孝玲 . 教育測量 [M] . 上海：華東師範大學出版社，1989。
- [2] 徐新華 . 精通 ASP.NET 2.0 [M] . 北京：機械工業出版社，2006。
- [3] 李萬寶 . ASP.NET 技術詳解與應用實例 [M] . 北京：機械工業出版社，2005。
- [4] 周文舉 . 一種基於知識點的遺傳演算法組卷的改進應用 [J]. 山東師範大學學報(自然科學版)，2006，第 3 期。
- [5] 林雪明，張鈞良，蔣偉鋼 . 基於知識點的試題庫組卷演算法的建立 [J] . 微機發展，2001，第 2 期。
- [6] 周明，孫樹棟 . 遺傳演算法原理及應用 [M] . 北京：國防工業出版社，1999。