

工科大学物理试题库管理 系统的设计与研究

唐连章 杨明泰 吴耀斌

(计算机科学系)

摘 要

本文阐述了建立大学(工科)物理试题库的重要意义和建库的理论基础,构造了物理试题库的数学模型及其指标体系,提出了一套物理试题库的设计方案以及在微机上实现的技术和方法,同时介绍了物理试题库管理系统的主要功能和技术指标,对建立试题库的关键技术作了分析和论述.

关键词: 物理; 试题库; 出题; 自动排版; 图形; 统计分析

分类号: TP 391

教学质量评估是国家教委及各业务部门对所属高校进行客观科学管理的重大措施;对学生学习成绩的评定是课程教学质量评估的一个主要方面,也是衡量学生知识水平和智能高低的一个重要“量化”标志.

而学生考试成绩的优劣又与试卷的难易程度、知识覆盖面的宽窄和分量多少有关.为了客观的检测学生对所学知识的掌握程度和智能发展水平,对同一课程而言,不同试卷题目的具体形式可以不同,但必须具有基本相同的客观标准,在不同专业和不同年级的学生之间才有可比性.

过去的传统考试都是考前命题.不同的教师或同一教师在不同时间、地点制定的不同试卷,尽管以教学大纲为依据,但试卷中题目的难易程度、测试重点和份量,由于人为主观因素的影响,往往会出现某些片面性和一定的随意性,使得历届学生在同一课程的考试中,即是教学大纲完全相同,平均成绩却时高时低,起伏较大,以致很难进行比较,因此就不能作为评估教学质量的有效依据.建立物理试题库的目的就是从根本上克服上述弊端,用严格的“量化”程序,由计算机随机生成试卷,取代传统的命题方法,既可用一份试卷进行统考,也可用多份试卷进行统考,或者用多份试卷分别独立进行考试.具有相同“试卷参数”的不同

考题，在衡量学生的知识和智能方面是等效的，所以物理试题库的建立，使物理考试真正具有客观性、科学性和可比性。

另外，由于试题库管理系统具有考试结果的统计分析功能，可以自觉地建立和完善由教学→目标预测→考试→统计分析→信息反馈→指导下一年级的教学所组成的“闭环教学”系统，其过程是：通过严密的组织教学过程，在完成教学大纲规定的内容以后，根据国家教委下达的课程基本要求，作出量化预测，即制定“命题方案”，输入计算机，由计算机随机抽取满足用户要求的试卷，通过考试并对考试成绩进行统计分析，将实测结果与“目标期望值”进行比较，得到反馈信息便作为改进下一年级教学工作的依据。这样一来，考试不再单纯是一种检测手段，而是整个闭环教学过程的一个重要环节，随着反馈信息的增多，教学工作中的经验、教训不断积累，教师便可有的放矢，扬长避短，使教学质量不断提高，从而形成一个教学的良性循环。

1 系统指标体系

- **类** 以章为单位分类，全库总 23 个类。
- **目** 每个类中又细分为若干目，全库总有 97 个目。
- **题序** 以目为单位计数，保证题库中每一目里不出现重复的题号。
- **要求** 按教学基本要求分为四级
 - (1) 掌握内容
 - (2) 理解内容
 - (3) 了解内容
 - (4) 《基础要求》外内容
- **题型** 分为四种
 - (1) 填空题：一般考记忆性内容和基本计算能力。
 - (2) 选择题：一般考对概念的理解和分析判断能力。
 - (3) 计算题：一般考综合应用概念、规律和数学表达能力。
 - (4) 证明题：一般考逻辑推理和抽象思维能力。
- **难度** 表示题目的难易程度，根据平均得分率分为四级，各级难度划分的标准是：
 - (1) 应用基本概念或规律能直接解答的题目为 D_1 。
 - (2) 应用基本概念或规律联立能解答的题目为 D_2 。
 - (3) 综合应用概念和规律才能解答的题目为 D_3 。
 - (4) 灵活应用概念和规律才能解答的题目为 D_4 。

难度的定义： $D_i = 1 - (\text{平均得分率})_i$ ，其中 $i = 1, 2, 3, 4$ 。难度与平均得分率如表 1 所示。

表 1 难度与平均得分率对照表

Table 1 Comparison of difficulty degree and average score rate

难度级别	1	2	3	4
平均得分率	90%	70%	50%	20%
期望难度系数	$D_1 = 0.1$	$D_2 = 0.3$	$D_3 = 0.5$	$D_4 = 0.8$

- **预计总难度** $\sum_{i=1}^4 i \text{级难度题分} \times D_i / 100$

实测每题难度为： $d_i = 1 - \text{实得题分} / \text{应得题分} = 1 - P_i / T_i$ 。

- 区分度 表示能够把不同水平考生区分出来的程度。
- 题分 分道题的分数,有10分、5分、3分、2分四种。
- 估时 预计学生解答考题所需要的时间,在1~20 min之间。

2 系统的实现

2.1 系统结构及组成

“工科大学物理试题库及计算机管理系统”是在“IBM 中西兼容信息处理系统*”支持下,采用 PASCAL 语言与汇编语言相结合实现的,其硬件环境为 IBM-PC/XT, AT 及其兼容机。

试题库管理系统由(1)试题库维护系统,(2)出题系统,(3)试卷排版系统,(4)图形系统,(5)考试结果统计分析系统等五个部分组成,其相互结构如图1所示。

本文对中西兼容信息处理系统和文字编辑系统不作过多的介绍,重点介绍试题库管理系统和试卷生成、排版、统计分析及图形等系统,其系统流程如图2所示。

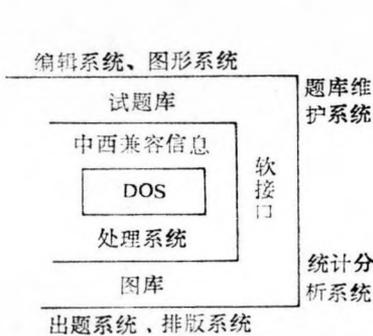


图1 系统结构图

Fig. 1 System structure diagram

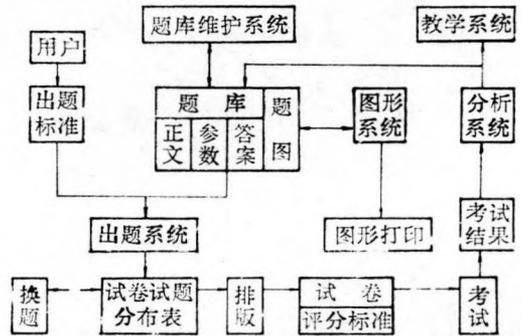


图2 系统流程图

Fig. 2 System flow diagram

试题库维护系统主要对题库中各题的参数、正文、答案进行数据处理;出题系统根据用户给出的出题标准和题库参数进行自动选题;并自动排版生成试卷和评分标准;图形系统主要对图形文件进行处理(绘制、存贮、打印图形等);统计分析系统根据考试结果进行分析,得出试卷的各种预期参数和实测参数,相互比较,用以校正题库中的各种不合理参数,并把结果反馈给教学系统以提高教学质量。

2.2 系统功能及主要技术指标

2.2.1 试题库维护系统

物理题库包含了23个类,97个目的题,已收录题目3000道,题库中每题的指标体系参数如表2所示。

由类、目、题序组成可以区分每个题目的标志叫题目编号,如7类3目第8个题的题目

* 该系统是中南工业大学计算机科学系研制的

表 2 指标体系参数表
Table 2 Parameters of index system

类	目	题序	要求	题型	难度	题分	估时	区分度	图长	图宽
正文：										
答案：										

编号为：07308

试题库维护系统主要对以上参数、正文、答案进行处理，功能包括：

- 按题目编号从小到大进行排序，实现了按类、目、题序大小三级排序的功能。
- 逻辑上删除（可以恢复）和物理上删除。
- 按题目编号检索出试题，并对试题中的参数、正文、答案进行编辑修改。
- 按题目编号输入新的试题。
- 数据分析，计算题库各类各目中各种要求、题型、难度、分数的试题个数并打印出来。
- 按类打印各类中每个试题的参数，正文和答案。
- 按题目编号打印每题的参数、正文和答案。

2.2.2 物理题库出题系统

在由计算机自动出题之前，先由用户确定试卷出题指标，即用户用编辑的方式填写一张有关分数分布（覆盖面）、难度、题型、要求等参数分布的表，作为出题系统的参数文件，出题系统根据它自动从题库中选择符合各种参数要求的试题，生成一张试卷试题分布表。

在自动选题的过程中，用户可以要求在同一目中只选一个题（避免出相同内容的题目），也可以要求出多道题，可以指定出题的类、目甚至题序。若改变试卷出题指标中的出题基数，可以生成同种参数要求，不同内容的试卷，出题系统可以控制在连续十次的出题中不会出相同的试卷。

用户在排版之前可以根据试卷试题分布表中的试题参数以及其合理程度对已出试卷进行很方便的换题、删题和补题。

2.2.3 自动排版系统

当用户认为试卷试题分布表中的各种参数分布完全符合要求以后，用排版系统对试卷进行自动排版，产生可供文字编辑系统使用的数据文件，对于有题图的试题，根据该题图的图长和图宽以及该题目的文字长度，在题目的右边留出了适当的空白，供打印图形之用，出题系统可以产生两种形式的标准试卷文件和评分标准参考文件，用户可以用文字编辑系统对试卷文件和评分标准参考文件进行编辑、打印以产生试卷和评分参考标准。

2.2.4 图形系统

主要对题库图形进行处理，具有如下的功能：

a. 图形输入

由于题库中包括的图形多，特别是具有很多不规则的图形，使得图形输入较为困难，由于时间紧若用键盘命令来输入各种简单的图形，并由它组成各种复杂图形，将是非常费时的。该系统采用数字化仪输入图形大大提高了图形输入的效率，输入一幅不规则图形只需要 1~

2min, 用数字化仪可以生成点、直线、空心矩形、实心矩形、空心圆、圆弧、实心圆等简单规则图形, 也可以用数字化仪上的拾取笔 (pick) 随手画图, 在图形学中称作 sketch, 由它可以产生各种不规则的复杂图形, 以满足题库图形输入的要求。

b. 图形存贮

由于题库中的图形大都是不规则的图形组成, 用存贮命令的方法存贮图形是不现实的, 因此把图形按块的形式存贮在以题目编号为文件名的文件中。

c. 图形打印

在用户用编辑系统打印试卷以后, 由于排版系统给有图的题目留出了适当的位置, 此时可以把打印机的打印头移至相应的位置将该题的图打印在试卷上 (只限于 1724 打印机)。

2.2.5 统计分析系统

可将学生考试结果的数据采用文字编辑的方式输入计算机, 一方面可对考试结果进行统计分析, 及时反映学生学习质量和了解教学情况, 为教学研究提供资料等。另一个方面可对试卷及各试题进行分析, 给出试卷和试题的实测指标, 并可根据实测值修改试题中试题的有关指标, 以进一步完善物理题库。

2.3 非标字符处理及试卷自动生成算法

2.3.1 非标字符处理

在建库过程中, 我们遇到的第一个难题就是非标准字符 (不属于国家标准代码字符) 的处理。由于物理课程的专业性质, 在试题的正文和答案中有许多非标准字符, 如 \int_0^1 、 L_{xy} 、 X^8 等, 由于这些符号大多属于右下标、右上标、右上下标、积分符号、向量符号等几种情况, 先将试题中出现的所有非标字符收集起来分门别类, 采用造字程序造出 16×16 点阵的非标字符, 将其点阵码插入到原二级字库的空白区或在字库尾部开避的两个空区中, 然后再将非标字符的 16×16 点阵码转换成 24×24 点阵码, 并插入相应位置中, 这样就可非常方便的解决非标字符的处理问题。

2.3.2 试卷自动生成算法

试卷自动生成分两步进行。第一步, 出题系统根据用户出题指标和库参数文件, 随机地、自动地进行选题, 选出一套符合用户各种参数要求的试卷, 产生一张试卷试题分布表。第二步, 由排版软件根据试卷试题分布表中的题号和参数, 从库中调出正文和答案, 对整个试卷进行自动排版, 生成可供编辑打印的标准试卷文件和评分标准参考文件, 再由编辑系统和图形系统进行编辑打印。

其算法描述如下:

a. 出题过程

- 打开试卷出题指标文件, 从中取出参数分布方案。
- 从参数库文件中找出所有满足试卷分数分布 (覆盖面) 的题目记录号, 并送入缓冲区 buffer 中。
- 从出题指标文件中取出“出题基数”, 并由它产生此次出卷的随机数。
- 从 buffer 中选出满足难度分布、题型分布要求分布以及分数分布的试题, 并把该题记录号进入 bf 中。
- 由 bf 中的记录号生成一张包括题目编号、要求、难度、题型、分数等的试卷试题分布表并计算出试卷的预计总难度和平均分。

b. 排版过程

- 对试卷试题分布表中的题目，按题型进行分类，排版时按填空题、选择题、计算题、证明题的顺序进行。
- 从题库文件中调出每题的正文和答案。
- 按顺序对试卷每个试题进行排版，若该题配有图形、则应根据图的长、宽在该题的右边留出适当的位置。
- 将排版后的试题存入标准试卷文件，评分参考标准存入标准参考文件。
- 用编辑系统打印试卷和评分参考标准。
- 用图形系统打印试卷上的图形。

3 结 论

利用计算机来进行以试题库为中心的考试制度改革，能从根本上解决过去考试方法长期存在的一些弊病，其考试结果的可比性，统计分析及评价结果更具有客观性，优点是显而易见的。通过对我校几个年级学生出卷进行统考，以及对湖南大学，湘潭矿业学院等十多所高校出卷进行考试，均获得了令人满意的效果。该系统 1990 年 10 月通过中国有色金属工业总公司技术鉴定，在理论体系、试题总量和软件管理等方面已达国内同类大型题库的先进水平。

参 考 文 献

- 1 中南工业大学物理试题库研制组. 工科大学物理试题库的建立与使用. 有色金属高教研究, 1990 年, (1): 3

DESIGN AND REALIZATION OF MANAGEMENT SYSTEM OF TEST QUESTIONS BASE OF PHYSICS FOR UNIVERSITIES

Tang Lianzhang Yan Mintai Wu Yaobin

(Department of Computer Science)

ABSTRACT

This paper describes the importance and theoretical basis of building the test questions base of physics for universities. The mathematical models and the index systems of the test questions base of physics are formed, the design plannings of the test questions base and the technology and method of realization in micro computer are raised. Meanwhile, the main functions and technology indexes of the management system of the test questions base of physics are discussed and the key technology of building the test questions base are analysed and expounded in this paper.

Key words: the test questions base of physics; set the examination questions; automatic typesetting; graph; statistics and analyse