

# “热学”线上教学效果的 analysis 研究\*

石星星 桑苏玲 陈青雨

(宁夏师范学院物理与电子信息工程学院 宁夏 固原 756000)

(收稿日期:2021-10-26)

**摘要:**以某高校2019级物理学专业的学生“热学”线上教学为研究对象,分析线上教学过程,计算了期末试卷的信度、区分度、难度、学生平时线上测试成绩与期末考试成绩的相关性、离散程度,通过分析计算结果发现,线上教学存在着学生成绩分化严重及线上平时测试与期末考核相关性低等问题;紧接着,提出加强线上教学监督力度和提高师生互动等方面的建议.通过本文研究,为提高线上教学效果并促进教师自我发展提供了可行依据.

**关键词:**热学 线上教学 SPSS 教学效果

“热学”是物理学专业的专业核心必修理论课程.它的主要内容包括热力学的基本概念和规律、统计物理学的初步知识以及物性学方面的知识.热力学是热学的宏观理论,统计物理学是热学的微观描述方法,热力学与统计物理学分别从两个不同的角度去研究物质的热运动,它们彼此密切联系,相互补充.宏观描述方法与微观描述方法的紧密结合,使“热学”成为联系宏观世界与微观世界的桥梁.

2020年初,新冠疫情导致“热学”课程由常规线下教学转变为线上授课.在线上教学完整周期结束之后,了解和分析线上教学运行情况和教学效果,分析线上教学存在的问题并提出解决方案,可为探索线上教学或线上-线下混合式教学提供科学思路.

## 1 基本理论

### 1.1 信度

信度是指在用试卷对同一被试进行测验时,测验结果的稳定性和一致性,是评价试卷质量好坏的一个重要指标<sup>[1]</sup>.

信度是用信度系数来评价的,信度系数是相关系数的一种.当信度系数取值范围在 $|\alpha| \geq 0.8$ ,表示该测验有很高的信度;当 $|\alpha|$ 取值范围在 $0.5 \leq |\alpha| \leq$

$0.8$ ,表示该测验信度良好;当 $|\alpha|$ 取值范围在 $0.3 \leq |\alpha| \leq 0.5$ ,表示该测验信度较低;当取值范围在 $|\alpha| < 0.3$ ,表示该测验信度特别低,几乎没有信度<sup>[1]</sup>.

### 1.2 区分度

题目的区分度是题目区别被试水平能力的量度<sup>[2]</sup>.本质上来说,测验题目的区分度就是测验题目本身的效度,所以区分度也是可以评价题目质量好坏的一个标准<sup>[2]</sup>.

当试题的区分度取值范围在 $D > 0.4$ ,表示试题的质量是很好的;当 $D$ 取值范围在 $0.3 < D < 0.4$ ,表示这个试题的质量是比较好的,但还有改进的余地;当 $D$ 取值范围在 $D < 0.2$ ,表示这个试题的质量较差<sup>[4]</sup>.

### 1.3 相关性

相关性指的是两个变量之间的关联程度.两个变量之间的关联程度用相关系数 $r$ 来表示<sup>[1]</sup>.

相关系数 $r$ 的值在 $-1$ 和 $1$ 之间,当相关系数 $r$ 取值范围在 $|r| \geq 0.8$ ,说明这两个变量高度相关;当 $r$ 取值范围在 $0.5 \leq |r| \leq 0.8$ ,说明这两个变量中度相关;当 $r$ 取值范围在 $0.3 \leq |r| < 0.5$ ,说明两个变量低度相关;当 $r$ 取值范围在 $|r| < 0.3$ ,说明这两个变量之间的相关程度特别弱<sup>[1]</sup>.

\* 宁夏卓越教师发展研究人才小高地项目;宁夏高校一流本科课程项目.

作者简介:石星星(1995-),女,在读研究生,研究方向为学科教学(物理).

通讯作者:桑苏玲(1974-),女,博士,教授,研究方向为非线性光学、基础教育.

## 1.4 难度

试卷中题目的难度,就是被试完成题目时所遇到的困难程度.困难程度通过难度系数来评价,也叫难度值,用符号  $P$  表示.难度可以用公式

$$P = \frac{\bar{X}}{W} \quad (1)$$

在式(1)中  $P$  是难度值,  $\bar{X}$  是平均分,  $W$  是满分的分值<sup>[1]</sup>.

难度系数  $P$  的值在 0 和 1 之间.当难度系数  $P$  取值范围在  $P \geq 0.8$ ,说明这个试卷难度较低;当难度系数  $P$  取值范围在  $0.3 \leq P < 0.8$ ,说明这个试卷难度中等;当难度系数  $P$  取值范围在  $P < 0.3$ ,说明这个试卷难度较高<sup>[5]</sup>.

在试卷中题目的设置既需要合适的难度取值,又需要合理的难度分布状态.而题目中难度的取值和分布是否合适,是由考试的目的与性质来决定.在大学目标参照测验中,考试的目的是检验学生是否已经达到教学目标规定的掌握程度,教师希望大部分学生可以在教学之后掌握所有的内容,所以当教学有效时,多数试题的难度系数  $P$  值会很大.因此,这种情况下难度系数除了能反映试题质量好坏,更能反映出教学质量的好坏<sup>[2]</sup>.此时,卷子的平均难度  $P$  取值以 0.7 最好,当  $P$  取值范围在 0.6~0.8 时为正常<sup>[6]</sup>.

## 1.5 离散程度

离散程度,是指随机地观测变量各个取值之间的差异程度.观测变量数值之间差异程度通常使用标准差和差异系数两个概念.

标准差,是离差平方和的算术平均数的算术平方根,用  $\sigma$  表示.计算公式为

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}} \quad (2)$$

其中  $\sum (X - \bar{X})^2$  表示离差平方和<sup>[1]</sup>.差异系数用  $CV$  表示,是指标准差与算术平均数的百分比<sup>[1]</sup>.公式为

$$CV = \frac{\sigma_x}{\bar{X}} \times 100\% \quad (3)$$

如果平均数和标准差均有差异,可以用差异系数表示离散程度的大小,差异系数大说明离散程度大;差异系数小说明离散程度小<sup>[7]</sup>.

## 2 基本情况

### 2.1 研究对象

“热学”课程面向物理学专业学生,在大一下学期开设.本次线上教学授课对象为 2019 级物理学班学生,共计 77 人.

### 2.2 线上教学模式及考核方式

经过前期调研和试用,“热学”课程选用的“钉钉”+MOODLE+微信三维平台授课方式.使用“钉钉”完成授课环节,使用 MOODLE 平台完成课程资源分享和章节测试任务,使用微信完成学习交流和作业反馈任务.

“热学”课程考核采用的是“过程考核成绩(50%)+期末考试成绩(50%)”的计分方式.过程考核成绩主要包括章节测试成绩,取所有章节测试成绩的平均分,占总成绩的 20 分.章节测试以选择题和填空题为主,考查要点是本章节基本概念和基本理论.整个教学过程中总共进行了 4 次章节测试.章节测试选用的是 MOODLE 平台,MOODLE 平台可以灵活设置考试开始和结束时间,在考试结束时间到达时自动回收试卷.章节测试每次 20 min,由于是线上测试,所以考试时间也成为保证考试可信度的有效手段;平时作业情况计 20 分.作业题型为简答题和计算题,简答题考查基本概念和基本理论;计算题考查综合应用能力;课堂考勤与表现占计 10 分.期末考试为闭卷考试,题型包括填空题、选择题、简答题、计算题,全面考查学生学习情况.

线上教学学时和线下完全相同.课程为每周 3 学时,16 个教学周,总学时数为 48 学时.每个学时对应线上教学时间为 40~45 min.

### 2.3 “钉钉”平台学习情况分析

线上教学学时和线下完全相同.课程为每周 3 学时,16 个教学周,总学时数为 48 学时.每个学时对应线上教学时间为 40~45 min.线上教学过程中全勤学生数目为 73 人,占比 94.8%.“钉钉”平台还可以显示有“回放”行为的学生人数.正是由于线上教学的回放功能,使得线上教学模式更有利于主动性高及自我约束能力强的学生.

## 3 期末试卷分析

期末试卷是线上教学效果分析的有效媒介.为

为了保证分析结果的可靠性,本部分首先从试卷信度、区分度两方面检测了期末试卷的质量.紧接着,通过对期末试卷与章节测试的相关性、离散度及难度进行研究,分析了线上教学效果,并分析原因且给出线上教学建议.

2019级物理学本科班热学课程在完成线上教学任务后,考虑到线上考试管理的难度,没有即时在学期末举行期末考试,而是把期末考试时间放在下学期开学初,期末考试的形式由线上变为线下考试.本次热学课程期末考试共计收回试卷77份,其中有效试卷77份,无效试卷0份.

期末试卷中有填空题、选择题、简答题、计算题4种题型,其中填空题有6题13个空,共26分;选择题7题,共14分;简答题有4题,共20分;计算题4题,共40分,总分共计100分.

### 3.1 试卷质量分析

评价试卷质量的指标主要是试卷的信度和区分度.

#### 3.1.1 信度分析

使用SPSS21.0软件对试卷进行信度计算,得出的试卷同质性信度系数 $\alpha$ ,具体结果如表1所示.

表1 试卷信度分析表

可靠性统计量	
$\alpha$	项数
0.735	4

该试卷同质性信度系数 $\alpha$ 分析结果为0.735,取值范围为 $0.5 \leq |\alpha| \leq 0.8$ ,表明期末试卷的同质性信度较好.

#### 3.1.2 区分度分析

使用SPSS21.0软件对试卷的各种题型进行区分度系数计算,得出的试卷区分度系数 $D$ ,具体结果如表2所示.

表2 各题型区分度系数

题型	填空题	单项选择题	简答题	计算题
区分度	0.849	0.359	0.854	0.964

该试卷填空题、单项选择题、简答题和计算题的区分度系数 $D$ 分析结果分别为0.849,0.359,0.854和0.964.取值范围在 $D > 0.4$ 和 $0.3 < D < 0.4$ 范围

内,表明期末试卷的区分度较好.

通过试卷信度和区分度计算,说明该次期末试卷质量较高,通过期末试卷分析得到的结果一般应该是可信的.

### 3.2 学生学习质量分析

下面分别从学生平时测验成绩和期末试卷成绩的相关性、期末试卷的难度和离散程度等方面对期末试卷进行分析.

#### 3.2.1 学生章节测试成绩和期末试卷成绩的相关性分析

##### (1) 计算结果

本次热学线上教学过程中,共完成章节测试4次.若分别计算每一次章节测试与期末考试成绩的相关性的话,工作量较大.所以取4次章节测试成绩的平均值作为章节测试成绩,将此章节测试平均成绩与期末试卷成绩进行比较,分析两者的相关性.具体比较结果如表3所示.

表3 期末试卷成绩和平时测验成绩的相关性分析

		相关性	
		期末试卷成绩	平时测试成绩
期末试卷成绩	Pearson 相关性	1	0.283*
	显著性(双侧)		0.013
	$N$	77	77
平时测验成绩	Pearson 相关性	0.283*	1
	显著性(双侧)	0.013	
	$N$	77	77

\*. 在0.05水平(双侧)上显著相关

计算表明,章节测试成绩和期末考试成绩的相关系数结果为 $r=0.283$ ,取值范围在 $|r| < 0.3$ ,双侧检验的显著性概率为0.013,小于0.05,说明学生章节测试成绩和试卷成绩的相关程度极弱.

##### (2) 原因分析

章节测试成绩通常应该反映学生在某一阶段的学习情况,而期末考试反映的是学生该课程的学习情况.因此,一般而言,章节测试结果与期末考试成绩应有较强的相关性.但本次热学课程,从对77名学生平时测验成绩和期末成绩的分析来看,学生平时测验与期末考试成绩结果之间没有显著的相关关

系. 这个结果是异常的. 分析其原因, 应与章节测试和期末考试的形式有关. 章节测试采用的是基于MOODLE平台的线上测试, 而期末考试却是通过线下考试完成. 线上测试和线下考试最大的区别在于两个方面, 其一是考试过程的监考环节有差异; 其二是相比于线下考试, 线上测试的题型单一、题量较小.

### (3) 改进建议

针对上述分析, 对线上测试提出以下建议: 第一, 在技术条件允许的情况下, 可以设置学生考试时只能打开考试的页面, 无法打开其他页面, 或使用技术手段完善线上测试的监考工作. 第二, 改变线上测试的方式, 将线上测试改为线上面试. 平时测试可以使用线上面试软件(如腾讯会议、钉钉、zoom等)采用双机位的方法(双机位是指使用两台摄像机在不同的角度同时拍摄考生考试场面), 实现对每位学生进行面对面的测试, 由此提高平时测试结果的真实性.

### 3.2.2 离散程度

#### (1) 计算结果

为了准确描述学生期末考试成绩的差异程度及试卷各部分成绩的分布特征, 使用SPSS21.0软件计算了学生试卷分数的均值和标准差, 对应计算结果如表4所示.

表4 描述统计量

	N/人	均值/分	标准差/分
试卷总成绩	77	49.714 3	21.995 13
过程性考核成绩 有效的 N	77	43.662 3	3.330 92

基于式(1)和表4的计算结果, 求得过程性考核成绩的差异系数为

$$CV_1 = \frac{\sigma_1}{\bar{X}_1} = 0.442 43 \quad (4)$$

试卷成绩的差异系数为

$$CV_2 = \frac{\sigma_2}{\bar{X}_2} = 0.076 29 \quad (5)$$

两者比较, 试卷成绩的差异系数更大. 说明学生试卷成绩的离散程度大, 即2019级物理学专业学生在疫情期间热学课程成绩分化严重.

### (2) 原因分析

分析成绩分化严重的原因, 结果如下: 第一, 线上教学时, 教师在直播上课过程中, 不能面对面地关注到每位学生的具体上课情况, 不能对学生进行有效的课堂管理; 第二, 线上教学时, 教师与学生的课堂互动交流受限, 不能及时获得学生学习的反馈信息来调整授课进程; 第三, 直播平台有回放功能, 部分学习自觉性高的学生可以多次回放重复学习同一内容, 通过多次回放巩固课堂教学内容, 这部分学生线上教学能取得比线下教学更好的学习成绩.

### (3) 改进建议

针对以上分析, 将原因可归结为线上教学监督力度不够及师生有效互动不够两方面. 据此, 提出以下建议. 第一, 加强线上教学监督力度. 教师可通过直播平台的签到和打卡功能, 甚至可以在教学过程实行视频点名和课堂问答等方式, 加强教学监督; 条件允许的情况下, 甚至可以通过视频实时把握每位学生线上上课的情况. 第二, 加强师生有效互动. 在教学过程中, 可以利用微信群进行课下的互动, 教师及时回答学生在微信群里提出的问题, 也可以让学生间进行互动探讨, 互相学习.

### 3.2.3 难度

#### (1) 计算结果

本份试卷是热学课程的期末考试试卷, 属于大学的目标参照测验, 考试的目的是检验学生是否已经达到教学目标规定的水平. 在热学试卷中, 教师希望大部分学生可以在教学之后掌握所有的内容, 所以当教学有效时, 多数试题的难度系数  $P$  值会很大, 以0.7最佳, 当  $P$  取值范围在0.6~0.8时为正常. 通过SPSS21.0软件计算的试卷各题难度的结果如表5所示. 通过表5可知, 试卷难度均值在0.5左右, 不在0.6~0.8范围内. 由此可认为, 本次线上教学没有达到教师预期的学习目标, 学生学习质量没有达到要求.

表5 各题难度系数

	填空题	单项选择题	简答题	计算题	总分
满分( $W$ )	26	14	20	40	100
均值( $\bar{X}$ )	12.831 2	8.857 1	10.948 1	17.051 9	49.714 3

难度系数(P)	0.493 5	0.632 7	0.547 4	0.426 3	0.497 1
---------	---------	---------	---------	---------	---------

## (2) 原因分析

对此结果进行分析,主要原因应该是完全的线上教学模式不一定适合所有类型课程.热学课程是一门系统性较强、学习难度较大的课程.这类课程如果实行完全线上教学模式,将会极大影响课程的教学效果.其次前面提到的师生互动和有效监督都是影响线上教学效果的因素.

## (3) 改进建议

因此,对于一些难度较大的课程,建议教师使用线上、线下混合式教学模式提高教学效果;如果要采用完全线上教学的方式,应当适当增加教学时间来提高教学效果.在线上教学过程中,设置线上互动等环节,了解学生学习情况,调整教学进度,克服完全线上教学所存在的缺点.

## 4 结论

本文研究了“热学”课程线上教学效果.计算了“热学”期末考试试卷的信度和区分度.在期末试卷质量良好的前提下,计算了学生平时线上测验成绩

与线下的期末考试成绩的相关性、区分度、难度和离散程度.根据计算结果分析原因并给出建议,为更好地指导学生在线学习及制定线上、线下混合的教学模式提供了参考依据.

## 参考文献

- 1 孙杰远.教育统计学[M].北京:高等教育出版社,2010
- 2 黄光扬.教育测量与评价[M].上海:华东师范大学出版社,2012
- 3 丁秀峰.心理测量学[M].开封:河南大学出版社,2001
- 4 杜玉霞,梁武,方玲玲.SPSS软件在高等数学试卷成绩分析中的应用[J].洛阳师范学院学报,2015,34(2):89~91
- 5 石佳灿.基于SPSS的初中科学试卷质量与成绩定量分析[J].教育观察,2019,8(33):9~12
- 6 肖焕波,刘佳,袁作雄,等.基于SPSS程序设计的试卷分析与评价[J].基础医学教育,2020,22(9):672~675
- 7 程书肖.教育评价方法技术 教育专业基础课[M].北京:北京师范大学出版社,2007
- 8 王建光,雷萍,徐铭,等.线上教学模式下的试卷分析及学习行为数据分析——以中医学“5+3”专业为例[J].中国免疫学杂志,2021,37(13):1 633~1 636

(上接第17页)

# Thinking and Practice on University Physics Teaching in Local Colleges and Universities

Ma Guoqiang Fan Donghua Zhao Lite Dai Fu Hao Rui  
Zeng Qingguang Wang Yi Fan Hailu Li Bingqian Xu Wei Shen Dongling  
(School of Applied Physics and Materials, Wuyi University, Jiangmen, Guangdong 529020)

**Abstract:** As an important general compulsory basic course for students majoring in science and engineering in colleges and universities, university physics plays a pivotal role in cultivating and improving students' scientific quality, scientific thinking methods and scientific research ability. This paper analyzes the problems existing in the current university physics teaching in local colleges and universities from the aspects of students, teachers, assessment methods and textbooks, and gives in-depth thinking on the curriculum reform of university physics and the construction of teaching team. Finally, it puts forward a series of effective measures for the teaching reform. The aim is to improve the teaching quality of university physics and cultivate students' ability to analyze and solve problems.

**Key words:** university physics teaching; curriculum ideological and political education; teaching thinking; reform measures