

高校课程成绩多参数统计分布规律研究

——以“新工科”建设的通识课程《材料力学》为例

周继磊 张东焕

(山东理工大学 交通与车辆工程学院, 山东 淄博 255049)

摘要: 学生成绩是考核学生对知识掌握程度的重要指标,也是评价教学质量和教学效果的一个重要依据,如何科学合理地对学生成绩进行分析评价是教育工作者多年来一直研究的课题。本文以我校新时代工科大学生《材料力学》课程为例,采用多参数联合统计分析方法,详细分析了卷面总成绩以及试题成绩的分布形态参数,深层次了解学生对各个知识点的掌握程度,探索新时代工科大学生存在的一些新问题和现象,为高校教师针对性地改进教学内容和方法、优化考试题型设计和提高学生的能动性和积极性提供有益参考和建议。

关键词: 卷面成绩; 知识点; 多参数统计; 分布规律; 材料力学

学生成绩是考核学生对知识掌握程度的重要指标,也是检测、衡量教学质量和教学效果的一个重要依据。目前,高校教师对学生课程考试成绩的统计分析主要针对卷面总成绩或者考虑平时成绩加权后的总成绩,而卷面总成绩只能反映学生对所学课程的总体掌握情况,不能反映学生对课程具体知识点的掌握情况,不利于教师针对性的改进教学内容和教学方法。另外,传统的成绩统计分析主要通过基本的统计参数(如均值、方差等)及相应的分布形态来(如正态分布)验证学生成绩分布是否合理,但基本统计参数和总体成绩分布形态反映出的问题和现象有限,针对目前90或00后大学生中存在的一些新的问题和现象,有必要探索新的统计方法和手段。基于此,本文以我校“新工科”建设的通识课程《材料力学》课程为例,采用多参数联合统计分析方法,详细分析了卷面总成绩以及各道试题成绩的分布形态参数,深层次了解学生对各个知识点的掌握程度,发掘新时代工科大学生存在

的一些问题和现象,为高校教师针对性地改进教学内容和方法、优化考试题型设计和提高学生的能动性和积极性提供有益参考和建议。

一、学绩测验分布形态统计分析

本文采集的成绩样本为笔者所在学校机械和交通学院15级应届本科生的《材料力学B》期末考试卷面成绩,总人数为448人,涵盖5个专业11个班级。教材选用刘鸿文主编《材料力学》第六版,考试内容共分七道大题(见表1),第一题是选择题,考察基本概念,第二题到第七题为计算题,考察各基本知识点的应用能力。本节根据上节的统计方法,分别计算了卷面各道题和总卷面成绩的统计评价参数,包括均值、方差、难度系数、偏度、峰度和拟合优度 χ^2 ,如表1所示。试卷每道题成绩及卷面总成绩分数统一分成10个区间,即 $k=10$,检验显著水平 $\alpha=0.05$,正态分布参数 $r=2$,查表获得 χ^2 分布的临界值 $\chi^2_{\alpha}(k-r-1)=\chi^2_{0.05}(7)=14.067$ 。

表1 学生知识点成绩及总成绩分布统计参数

统计量	考察知识点	均值 μ	方差 σ	难度系数 L	偏度 $Skew$	峰度 $Kurt$	拟合优度 χ^2
(一) 基本概念 (10分)		5.5	2.2	0.55	-0.0666	-0.6073	8.46
(二) 拉压变形 (15分)		13.0	3.2	0.87	-2.2611	5.0201	1918.00
(三) 扭转变形 (15分)		10.8	4.0	0.72	-1.1892	0.8034	564.47
(四) 弯曲变形 (15分)		12.2	3.9	0.81	-1.5452	1.6284	927.39
(五) 组合变形 (15分)		10.2	4.2	0.68	-0.6016	-0.5346	332.06
(六) 压杆稳定 (15分)		9.1	4.9	0.61	-0.4392	-1.0168	444.52
(七) 能量法 (15分)		8.3	5.4	0.55	-0.2609	-1.4233	585.59
卷面总成绩 (100分)		69	20	0.69	-0.9859	0.9332	160.62

(一) 卷面总成绩分布形态统计参数分析

首先分析卷面总成绩的统计参数,由表1可知,学生卷面总成绩样本的拟合优度 χ^2 为 $160.62 > \chi^2_{\alpha}(k-r-1)=14.067$,说明不服从正态分布规律,而偏度系数为 $-0.9859 \in [-0.1, 0.1]$,是负偏态分布。另外,由图1可知,学生成绩区间对应的正态分布理论概率密度、理论频数和理论累积分布,在均值69的右侧(即高分段)均小于不同成绩区间对应的统计概率密度、统计频数和统计累积分布,验证了学生考试成绩总样本服从负偏态分布,符合目前目标性考试教学质量评价的主流观点。另外,从样本均值($\mu=69$)和方差($\sigma=20$)上来看,虽然考试成绩总体上呈负偏态分布,但

学生平均成绩并不高,且学生成绩之间离散型较大。

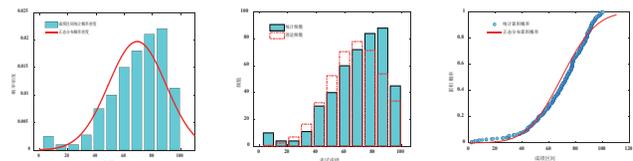


图1 卷面总成绩分布形态的统计参数对比

(二) 卷面各试题成绩分布形态统计参数分析

表1中列出了试卷第一题~第七题成绩分布形态的统计参数,由表可知,第一题的拟合优度 $\chi^2=8.46 < 14.067$,偏度系数 $Skew(X)$

$= -0.0666 \in [-0.1, 0.1]$ 。表明第一道试题成绩服从正态分布。该题型成绩分数的正态分布理论概率密度、理论频数和理论累积分布分别与对应的统计概率密度、统计频数和统计累积分布拟合得非常好,如图2所示。该题用来考查学生对《材料力学》课程基本概念的掌握程度,是一道综合性试题。由于该题为纯客观性选择题,涵盖的知识点全面,出题可选择性强,受到往年试题和不同老师改卷标准的影响最小,能真实客观反映学生对该门课程的掌握程度,满足符合正态分布的假设,故该题的考试成绩合理。另外,虽然该题的难度系数 $L \in [0.5, 0.8]$ 在合理范围内,但处于目标性考试难度系数的下限,是所有试题中难度系数最低的,说明学生对该门课程的整体认知水平还有待于进一步提高。

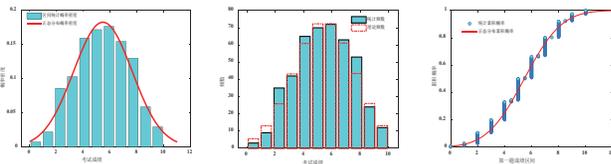


图2 试卷第一题成绩分布形态的统计参数对比

图3为《材料力学》试卷第二~第七道试题成绩分布形态的统计参数对比图,由图可知第二、三、四题学生的成绩普遍偏高,其相对应的难度系数、偏度系数和峰度系数都很高,表明上述三道试题简单,学生成绩主要集中在高分段,而且峰值陡峭,完全脱离了正态分布规律,呈高度负偏态分布。经深入分析,产生该现象的主要原因为考查知识点内容单一,出题类型固化,学生通过复习以往考试资料就可获得高分,从而偏离了正态分布。但成绩分布过高会导致部分优秀的学生逐渐丧失不断学习进取的积极性,作者也对部分优秀的学生做了调查,对出题难度存在一些意见,不能有效拉开差距。故在以后的考试中,应避免题型固化现象,做到难度适中,加强出题形式的多样化和考查知识点的综合性。

对于试卷第五~七题成绩分布形态统计参数,由表1可知,在试题分数均为15分的情况下,与试卷第二~第四题相比,学生成绩的均值逐渐减小,方差逐渐增大,偏度系数绝对值减小,峰度系数由正值变成负值,表明上述三道题的难度增加,学生成绩的离散程度逐渐增大,负偏态程度减小,成绩分布形态与正态分布相比变得越发平坦,如图3所示。经分析,三道题考察的内容知识点与前面的内容息息相关,具有一定的综合性,如果前期知识点没有掌握,会直接影响学生在课程后半段的学习效果,加上题型固化的综合影响,会导致学生成绩的离散型分布,即存在多峰和多谷现象。另外,对于第六题和第七题其峰度系数都接近于均分分布的峰度系数 $Kurt = -1.2$,此时学生成绩分布形态不管在高分段还是低分段都是平坦的,这是一种病态的分布状态。特别地,图3中第七题的柱状图显示学生成绩出现中间小两头大的现象,说明成绩在高分段和低分段的人数比较集中,而在平均分附近的人数很少,且存在多峰现象。这种现象多少反映了当今大学教育普遍存在的一个问题,有一部分大学生学习积极性很低,虽然试题难度适中甚至偏低,但得分率极低,而对于正常学习的学生来说得分率很高。

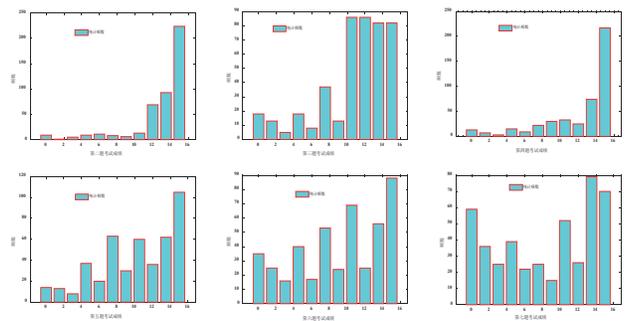


图3 试卷第二题~第七题成绩分布形态的统计参数对比

三、结论

本文以工科大学生专业基础课《材料力学》为例,利用概率学统计方法研究了学生卷面总成绩以及卷面各试题成绩分布形态。研究表明,学生考试成绩总样本服从负偏态分布,符合目前目标性考试的教学质量评价要求,通过对卷面各试题成绩分布形态统计参数的对比研究,本文得出以下重要结论和建议:

(1) 选择题可考察的知识点比较综合全面,出题可选择性强,受到往年试题和不同老师改卷标准的影响最小,能真实客观反映学生对该门课程的掌握程度,成绩符合正态分布规律,建议在材料力学课程考试中选择题的分值增加到15—20分。

(2) 对于计算类大题,如果考查知识点内容单一,出题类型固化,学生通过复习以往考试资料就可获得高分,从而偏离了正态分布。故在以后的考试中,应避免题型固化现象,加强出题形式的多样化和考查知识点的综合性。

(3) 通过对综合类大题成绩分布形态的研究,能够反映出教学中存在的一些反常现象,如成绩分布中出现多峰和多谷现象,在平均分区间人数少,而在低分段和高分段人数集中等现象。这对下一步如何改进教学方法、优化考试题型设计和提高学生的主动性和积极性具有重要的指导意义。

参考文献:

- [1] 余水. 成绩测验分数分布形态及其应用研究[J]. 贵阳学院学报(自然科学版), 2016, 11(01): 31-35.
- [2] 马成有. 对学生成绩“正态分布”现象的看法[J]. 现代交际, 2013(02): 256.
- [3] 张国才. 学生学习成绩负偏态分布的合理性[J]. 江苏高教, 2002(02): 74-76.
- [4] 张雪冰. 试卷分析中的正态和非正态分布[J]. 安徽建筑工业学院学报(自然科学版), 2019, 17(04): 86-89.
- [5] 许树声, 叶斐斐, 李文婧. 学生成绩正态分布的研究[J]. 化工高等教育, 2009, 26(04): 6-9.
- [6] 张志莉. 正态分布在考试成绩评定中的应用[J]. 呼伦贝尔学院学报, 2011, 19(05): 111-113.
- [7] 连燕华. 正态分布在高校成绩分析中的应用[J]. 考试周刊, 2015(19): 149-150.

项目资助: 山东省本科教学改革研究项目。

作者简介: 周继磊(1982—), 男, 山东成武人, 工学博士, 讲师, 研究方向: 激光热加工技术、高温陶瓷断裂力学。