

基于 Design-expert 的试验设计与统计课程研究生教学改革实践

顿国强, 姜新波 (东北林业大学机电工程学院, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要 为实现农业机械化专业硕士研究生利用课程所学知识解决实际问题能力的培养目标, 达到试验设计与统计课程的教学目的, 将 Design-expert 试验设计分析软件引入到试验设计与统计的课程教学中, 对教学内容、课程资源、教学模式及考核方式等方面进行了改革实践, 提出了翻转课堂+报告+课程论文的教学考核模式。结果表明, 课程改革激发学生学习兴趣, 调动学生自主性, 降低学习难度, 提升了学生使用 Design-expert 完成试验设计与统计分析应用能力, 并锻炼了学生的文献查阅、语言表达、写作技能、科学研究等方面的能力, 同时提升了学生的综合素质, 显著提高了整体教学质量。

关键词 试验设计与统计; design-expert; 农业机械化; 研究生; 教学改革

中图分类号 G 642; G 643 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)21-0280-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.21.073



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

The Reform Practice of Test Design and Statistics Courses for Postgraduate Students Based on Design-expert

DUN Guo-qiang, JIANG Xin-bo (College of Mechanical and Electrical Engineering, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract In order to achieve the goal of cultivating the ability of agricultural mechanization postgraduates to solve practical problems by using the knowledge learned in the course, and to achieve the teaching purpose of test design and statistics course, the design-expert test design analysis software was introduced into the teaching of test design and statistics course, reform and practice have been carried out in teaching content, curriculum resources, teaching mode and evaluation mode, the teaching evaluation mode of flipped classroom+report+course paper is put forward, the results show that the curriculum reform stimulates students' interest in learning, mobilizes students' autonomy, and reduce the difficulty of learning, it improves the students' ability of using design-expert to complete the test design and statistical analysis, and exercises students' literature review, language expression, writing skills and scientific research ability, at the same time, the comprehensive quality of students is improved, and the overall teaching quality is significantly improved.

Key words Test design and statistics; Design-expert; Agricultural mechanization; Postgraduate; Educational reform

农业机械化(农业硕士)专业学位研究生^[1-2]的硕士专业学位培养要求: 研究生掌握农业机械化领域的基础理论和专业知识, 掌握解决农业问题的先进现代技术手段, 具有创新意识, 能够独立从事较高层次的农业技术研究、开发和推广。试验设计与统计作为东北林业大学农业机械化专业研究生的必修课, 其教学目的是使学生通过课程学习能够针对具体的科学试验问题, 正确设计试验方案并对试验结果进行统计分析, 探寻其内在规律, 获得正确的试验结论, 为以后进行农业科学研究打好相应的基础^[3]。试验设计与统计是一门多学科交叉且理论、实践及应用性很强的课程, 在以往的教学中发现, 其具有教师难讲、难教, 学生难学、难懂、难用, 教学效果不佳的问题, 学生普遍认为该课是一门难度大、理解困难的课程^[4]。随着计算机技术的飞速发展, 很多的试验设计及统计分析可由统计分析软件快速完成, 统计分析软件(Excel、SPSS、SAS、R 软件、S-Plus、Minitab 等)亦在科研和工作中得到广泛应用, 因此有必要加强培养学生运用统计分析软件的能力。因此, 一些一线任课教师开展教学研究, 尝试如何将统计分析软件应用到试验设计与统计的课程教学中。例如, 孙海艳等^[5-8]将 SPSS 统计软件分别应用到生物统计及试验设计、生物统计学、林业试验设计和试验设计与分析的课程教学中; 郑杰等^[9]将 R 软件应用到试验设计与数据处理

教学中; 李彦杰等^[10]进行了基于 Minitab 的生物统计实践教学; 刘旭华等^[11]尝试了应用 Excel 软件对试验设计与分析进行辅助教学。上述软件实践教学皆取得了一定的教学效果, 但统计分析软件也存在各自的优缺点, 如需要使用者具有一定的编程基础、人机交互界面不友好、非专业试验设计与统计软件等。鉴于此, 笔者将 Design-expert 试验设计分析软件引入到试验设计与统计的课程教学中, 对教学内容、课程资源、教学模式及考核方式等方面进行了改革实践, 提出了翻转课堂+报告+课程论文的教学考核模式。

1 Design-expert 软件简介

Design-expert 软件是一款基于 Windows 的专门面向试验设计(DOE)及相关数据分析的工程软件, 由 Stat-Ease 公司设计出版和发行, 可以在其官网上下载免费试用版本进行学习。与传统的统计分析软件相比, Design-expert 更专注于试验设计, 软件人机交互界面友好、使用简单, 不需要使用者具备扎实的数值分析、数理统计功底, 就可设计出正确高效的试验方案, 并能够对试验数据进行专业、可靠的分析, 获得全面的可视化模型, 并可对试验结果进行优化^[12]。Design-expert 软件常用的试验方法包括: ①一般析因试验(General factorial design); ②正交试验(Taguchi OA design); ③响应曲面试验(Response surface design), 包含中心组合设计(Central composite design, 简称 CCD, 5 水平试验)和 BOX 设计(Box-Behnken Design, 简称 BBD, 3 水平试验)等。Design-expert 软件的功能包括试验设计(Design)、回归分析(Analysis)和预测优化(Optimization)3 部分, 利用其对选择的试验进行试验方法选择, 确定试验的因素水平及试验指标, 对试验结果进

基金项目 东北林业大学教育教学研究项目(DGYJ2020-22, DGYJ2021-01)。

作者简介 顿国强(1986—), 男, 黑龙江依兰人, 讲师, 博士, 硕士生导师, 从事农机装备的设计研究及机械设计、试验设计与统计教学工作。

收稿日期 2021-03-10

行数据分析,确定试验因素与指标间的数学模型,进行方差分析,分析试验因素水平变化对试验指标的影响,通过设置优化准则,可优化确定最佳试验组合(Numerical 数值解)或区间(Graphical 图形解)。

2 课程简介及教学改革实践

试验设计与统计是东北林业大学农业机械化农业硕士专业的必修课(32学时),每年秋季学期10~17周开课,每周1次课4学时,农业机械化专业扩招前每年的招生人数10名左右,根据新修订农业机械化硕士研究生的培养方案,改进课程教学大纲,课程教学内容包括:①试验设计基本理论知识;②Design-expert 软件应用;③单因素试验的方差分析;④正交试验;⑤响应面试验。课程教材选用葛宜元主编的试验设计方法与 Design-expert 软件应用,哈尔滨工业大学出版社,课程参考书为其他试验设计类相关教材、农业机械学报、农业工程学报。

2.1 课前教学资源准备 首先,选取农业工程学报、农业机械学报等高水平文章中具有代表性的试验案例(包括单因素试验2个、正交试验2个、响应曲面4个),应用 Design-expert 对文章中的试验案例进行重新分析,利用 EV 录屏配以讲解,录制各类试验案例的软件应用讲解视频,保存 Design-expert 文件,以讲解视频+源文件+选用文章的组合方式对文件进行分类整理。其次,利用百度文库下载试验设计与统计、Design-expert 软件相关教学课件资源,对 B 站上的试验设计类、Design-expert 软件讲解类视频教学资料,编辑整合视频连接,制作教学资源连接 Word 文件。最后,课前 7 d 建立课程试验设计与统计 QQ 群,群文件上传以上的教学资源,要求每位同学课上准备安装 Design-expert 软件的笔记本电脑,课程要求前 2 章试验设计基础知识及 Design-expert 软件应用由学生自学完成。

2.2 课中翻转课堂教学 第 1 次课,由任课教师讲解课程的基本情况、上课方式及考核形式,采用翻转课堂+课堂讨论+教师点评答疑的课堂教学方式,由抽签的方式确定每位同

学的课堂讲授内容,要求学生针对抽取的讲解内容,自制教学课件,选择实际案例(自己的毕业设计内容或者农业工程学报及农业机械学报选择的试验研究类文章),利用 Design-expert 重新设计试验并对试验结果数据分析。以正交试验为例,被抽学生从知网选择下载正交试验文章,采用增删因素、水平、指标的方法对原试验方案及结果进行修改,修改后要求至少 2 因素 3 水平、2 试验指标,利用 Design-expert 重新分析,获得试验结果的方差分析,因素对指标影响趋势,优选最佳的试验组合,结合上述案例及网络资源(视频、课件)制作正交试验方法及案例软件应用讲解 1 个课件 PPT,课上要求学生以教师的身份进行课堂讲授,要求讲课学生对其他学生及教师提出的问题进行回答,其他学生可以讨论回答,然后由任课教师对课程内容的问题及难点进行答疑,最后根据学生的讲课和回答质量,由学生及教师共同对授课同学进行打分。通过改进后的课堂教学,除了学会试验设计,同时锻炼了学生收集查阅资料文献、制作 PPT、语言表达、Design-expert 软件的实操等技能。

2.3 课程考核方式改革 传统的试验设计类课程的考核方式多采用平时成绩+考试成绩,且考试一般以笔试闭卷为主,考试内容过于注重理论知识和基本统计方法,无法反映学生利用所学知识解决实际问题的能力。因此,作者提出了过程考核+论文实践的考核方式。其成绩组成包括平时成绩 20%(考勤 10 分,课堂报告 20 分)+期末成绩 70%(大论文 70 分)的考核方式。从多个方面进行考核,提高过程考核比重,改变期末考试考核方式,考勤每缺勤 1 次扣 2 分,缺勤 5 次及以上则取消成绩;制作课堂报告打分表(优秀 18、良好 16、中等 14、及格 12、不及格 10、未作报告 0),成绩由老师及学生共同打出,取平均值整数部分;期末成绩大论文考核要求如图 1 所示,要求学生按照见刊发表文章要求(格式符合农业工程、机械学报模板要求),以自己毕业设计或知网下载文章为论文内容,选择 1 种试验方法(正交试验或者响应曲面),完成 1 篇基于 Design-expert 软件分析的试验研究类论文,并附以

内容	自己的毕业设计或知网下载文章	
格式	符合农业工程学报或农业机械学报模板格式要求	
论文分类	正交试验	选用试验最小正交表 $L_9(3^3)$,至少3因素、2试验指标 论文内容试验目的意义,试验方法,试验因素指标,试验方案及结果,试验结果极差分析,试验结果方差分析,因素指标影响折线分析,优选最佳试验组合
	响应曲面	CCD 试验:至少3因素、2试验指标 BBD 试验:至少3因素、2试验指标
		论文内容试验目的意义,试验方法,试验因素指标,试验编码表,试验方案及结果,试验拟合回归方程,试验结果方差分析,因素指标影响曲面分析,图形解优化
摘要:	中文摘要,关键词:5~6个,正文:符合见刊发表文章要求	
附录	所有与论文数据、图表相关的 Design-expert 软件截图	1. 试验方法、方案、因素及指标
		2. 试验方案及试验结果
		3. 试验结果方差分析
		4. 数据拟合实际回归方程
		5. 折线图或响应面图(变化趋势)若干
		6. 试验优化结果(图形解),正交试验优选最佳组合

图 1 期末大论文考核要求

Fig. 1 The assessment requirements for final paper

所有与论文数据、图表相关的 Design-expert 软件截图,任课教师以审稿专家标准根据大论文完成质量,按投稿期刊要求给予成绩评定,课程最后要求学生上交课堂报告及大论文的所有材料(大论文、报告 PPT、Design-expert 文件、案例文章)。

课程期末大论文撰写是对学生课程知识掌握情况检验的最后环节,通过该过程的训练,学生分析解决问题的能力、试验设计及软件应用的能力、论文撰写的能力得到进一步提高,为研究生发表学术论文和撰写学位论文打下坚实的基础。东北林业大学农业机械化专业 2018 级 8 名硕士研究生采用了改革后的教授、考核方式,大论文中有 6 名选择 BBD 试验,2 名选择正交试验,由于 CCD 试验较难因此无人选择,大论文存在一定的抄袭问题,硬性的软件数据分析在一些细节知识上,仍存在知其然不知其所以然的问题,如响应面试验回归模型的失拟检验、参数优化的图形解、试验设计的编码等问题,课程平均成绩 83.6 分,标准差 10.8,达到良好水平,其中优秀 3 名、良好 3 名、中等 1 名、及格 1 名,中等及及格成绩的学生课程报告和大论文皆存在一定的问题。经调查,该级研究生直至毕业,有 3 名参与过文章发表,毕业学位论文中有 7 名研究生用到单因素试验、正交试验和响应面试验,并由 Design-expert 进行的数据分析,做到了将所学的知识用到解决实际问题当中。

3 结语

为实现试验设计与统计的教学目的,激发学生学习兴趣,调动学生自主性,降低学习难度,培养学生利用课程所学知识解决实际问题的能力,将 Design-expert 试验设计分析软件引入到农业机械化专业研究生试验设计与统计的课程教学中,对包括教学内容、课程资源、教学模式及考核方式等方

面进行了改革实践。实践结果表明,利用 Design-expert 完成试验设计与统计分析,可改善学生知识结构,提升学生应用能力,同时课程的改革实践锻炼了学生的文献查阅、语言表达、写作技能、科学研究等方面的能力,提升了学生的综合素质,整体教学质量显著提高。但是,要使 Design-expert 与试验设计与统计有机结合,促进课程教学水平的持续提升,尚需在今后的教学研究中进一步深入探索,建议其他兄弟院校可结合 Design-expert 软件进行试验设计类课程教学,因为学生需要掌握实际的试验设计与数据处理的能力,而非单纯的理论知识。

参考文献

- [1] 任晓峰,朱文静. 农业推广硕士《现代农业知识产权与保护》课程的教学实践与探讨[J]. 农业工程,2013,3(6):137-139.
- [2] 周玉梅,马稚昱,韦鸿钰,等. 农业机械化农业推广硕士教学质量保障体系构建的初步探讨[J]. 科技资讯,2017,15(12):124-125.
- [3] 王雯,张雄. 涉农专业试验设计与统计分析教学改革与实践[J]. 安徽农业科学,2015,43(19):382-383.
- [4] 马娟娟. Excel 和 DPS 在《试验设计与分析》教学中的互补优势[J]. 教育现代化,2019,6(47):257-258.
- [5] 孙海艳,汤青林,魏大勇,等. SPSS 统计软件在生物统计及试验设计课堂及实验教学中的应用[J]. 安徽农业科学,2020,48(19):273-275.
- [6] 谭启玲,任涛,党丽娜,等. SPSS 统计软件在提高生物统计学课程教学效果中的应用[J]. 安徽农业科学,2016,44(31):245-246,251.
- [7] 李国雷,刘勇. SPSS 统计软件在林业试验设计课程中的应用[J]. 中国林业教育,2010,28(5):66-68.
- [8] 张东,赵娟,鲍露. SPSS 软件在试验设计与分析课程教学中的应用[J]. 安徽农业科学,2013,41(23):9847-9849,9852.
- [9] 郑杰,赵肃清. R 软件在《试验设计与数据处理》教学中的应用[J]. 广东化工,2013,40(9):180-181,165.
- [10] 李彦杰,周大祥,杨俊年,等. 基于 Minitab 辅助的生物统计教学实践[J]. 湖北函授大学学报,2014,27(11):115-116.
- [11] 刘旭华,杜晓林,张录达. Excel 软件在《试验设计与分析》课程教学中的应用[J]. 天津农学院学报,2010,17(2):36-39.
- [12] 王超峰. 基于响应面法的汽车发电机磁极锻造成形工艺多目标优化[D]. 郑州:华北水利水电大学,2017.
- [13] 洪璇,陈仲巍,李鹤宾,等. 生物制药技术专业“发酵工程”教学改革探索与实践[J]. 微生物学通报,2016,43(4):786-792.
- [14] 赵卓,郭刚,吴超,等. 以科研优势带动研究型教学的《生物技术制药》教学改革[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2014,39(8):155-157.
- [15] 夏潇潇,葛春梅,吴茜茜,等. 生物工程与工艺模块化改革的探索与实践[J]. 生物学杂志,2016,33(1):116-118.
- [16] 邹祥,胡昌华,刘雪梅. 生物制药工艺学课程教学改革的探索与实践[J]. 微生物学通报,2006,33(1):166-168.
- [17] 曾浩,罗萍,郭刚,等. 药学专业生物技术制药教学改革的实践[J]. 现代医药卫生,2008,24(4):630-631.
- [18] 樊斌治,侯亚义. 生物制药专业中免疫学教学的改革探讨[J]. 中国免疫学杂志,2016,32(9):1377-1380.
- [19] 张学新. 对分课堂:大学课堂教学改革的新探索[J]. 复旦教育论坛,2014,12(5):5-10.
- [20] MA F S,ZHANG E Q,LI Q M,et al. A plant-produced recombinant fusion protein-based Newcastle disease subunit vaccine and rapid differential diagnosis platform[J]. Vaccines,2020,8(1):1-15.
- [21] 史玲玲,马超. 北京林业大学“生物制药”课程实验教学改革初探[J]. 中国林业教育,2014,32(6):63-65.

(上接第 279 页)