

模糊综合评判在物理实验成绩评定中的应用研究

程 鯤

(盐城工学院 实验教学部,江苏 盐城 224051)

摘要:总结了国内外大学物理实验考核的一般方式,针对当前实验课程成绩评定的现状,分析了大学物理实验课程的成绩构成与评价特点,结合多年的实验教学经验及实际的实验室条件与教学要求,提出了一种基于模糊综合评判理论的物理实验成绩评定模式与方法,并在物理实验的实际教学中,选择个别班级作为试点,将新的模式与方法运用于实验成绩的评定。新模式与方法在评定成绩中是可行的,更具合理性,避免了传统物理实验考核的一些弊端。

关键词:模糊综合评判;实验考核;物理实验

中图分类号:O212

文献标识码:A

文章编号:1671-5322(2011)01-0020-05

大学物理实验是工科院校的一门重要课程,是学生进入大学后首先接触的基础实验,通过课程的学习,可让学生迅速转变学习方式,适应大学实验教学的方式,建立现代实验思想,形成良好的实验习惯,为后续的专业培养阶段打下良好的基础。如何提高实验教学质量是广大教学研究人员不断探索的问题,其中实验课程成绩的评定是保证和促进实验教学质量提高的重要环节。本文提出一种以模糊综合评判理论为基础的成绩评定模式与方法,使成绩评定更合理,有利于激发学生的学习激情、促进实验教学的规范化建设。

1 物理实验课程成绩的一般评定形式及特点

目前,国内外各高校的实验课程成绩评定形式有多种类型,根据自身的实际情况,各校采用不同的形式^[1-4]。

1.1 各次实验报告成绩的平均

将学生每次实验报告成绩平均后作为最终成绩是最简单的评定方式,但也是最不合理的,这种方式所评定的成绩仅仅反映了学生书面报告的完成状况,而学生的实验素养、实验认知水平、操作能力、应变能力等都很难体现。随着教育观念的转变,现在绝大多数高校已不再采用这种方式。

1.2 平时考查与结束考查相结合

平时考查是一种连续评价,按照定期评价→

反馈结果→定期评价→…的循环模式进行,每次定期评价后,学生由反馈结果可以有目的地调整自己的学习状态,教师也能根据评价结果调整教学活动,有利于实验教学质量提高。平时考查可选择的内容是丰富的,实验报告、预习报告、实验操作、实验纪律等等,都可作评价对象,但内容太多且学生较多时,教师的劳动强度达到极限,考查结果的准确性反而降低,所以,平时考查的内容选择以适中为宜。

组织恰当的结束考查可在一定程度上弥补平时考查的遗漏点。目前,各校所采用的结束考查主要有以下几类。

(1)书面考查。以书面形式要求学生与实验相关的问题作答。这种方式省时省力,能部分体现学生的实验认知水平,但不能反映学生的操作能力。

(2)操作考查。选择有限的实验内容,教师现场评判学生的操作能力。这种方式比较客观地反映了学生的基本实验能力,但考查的内容有限,不能完全体现学生的实验操作状态。

(3)实验设计考查。要求学生自主设计并实施实验全过程。这种方式能较全面地展现学生的综合实验能力,但对实验室的建设水平与师资要求较高。

(4)实验创新考查。将学生的实验创新能力

收稿日期:2010-01-20

作者简介:程鯤(1976-),男,贵州安顺市人,讲师,主要研究方向为工程技术中的力学问题。

作为成绩评定的重要依据。这种形式能客观地、完整地表现学生的综合能力,但由于学生多,只能在小范围内开展。

(5)实验总结考查。由学生以小论文等方式作出实验总结。但由于考核是开放的,使考查结果的准确性与公平性降低,只宜作为成绩评定的补充参考。

2 实验课程成绩评定方案的设计

2.1 实验课程的成绩构成及评价特点

(1)成绩构成。结合实验教学的实际情况,将成绩评定分解为3个部分:实验结束评价、实验报告评价、实验过程评价。根据评定的重心,可设定各部分占成绩的40%、20%、40%,其中实验报告与实验过程体现学生平时的实验状态。实验结束评价是通过特定的考查形式(根据实际条件,可选择现场操作、设计性实验、小论文演讲等形式),一次性给出评价结果;实验报告评价是单纯的报告写作评分,以所有报告的平均得分作为评价结果;实验过程评价由教师对学生平时的实验表现情况统计后,根据相应的评价模型得出评价结果。

(2)评价特点。①实验结束评价为一次性评判,用时较短,内容较少,便于给出评价结果;②实验报告评价为单纯的报告评判,评判标准明确,教师对标准的熟练及评判时周围环境的相对稳定,使教师能作出公平、恰当的评价;③实验过程评价是教师对学生的若干实验表现作的综合评判,而实验表现包含出勤、实验准备、操作步骤、数据记录、实验流程、仪器整理等具体行为,这些行为在实验过程的不同阶段出现,有时还会反复出现,每次实验过程经历的时间相对较长,教师在这一时间段内需要评判每位学生的实验表现,当学生数较多时,评判容易受干扰,多数情形只宜作定性结论,评判具有模糊性。

2.2 实验过程的评价模型

由于学生的实验表现具有多样性与复杂性,对成绩评定方案的设计主要是合理恰当地构建实验过程的评价模型。由实验过程评价的特点,引入模糊数学中的综合评判方法来构建评价模型,采用数学语言表达模型的各个模块及相互关系。

模糊综合评判有4个要素:因素集 U 、评语集 V 、因素权向量 W 、单因素评判矩阵 R ,确定了这4个要素即可构建评价模型^[5,6]。

2.2.1 确定因素集 U

因素集即影响评价结果的评价指标的集合。根据多年的教学经验,可将实验过程中的学生行为分成5个方面:实验纪律、实验准备、实验操作、数据记录、实验习惯。(1)实验纪律;(2)实验准备,具体包括出勤、实验预习、对号入座等等,这些体现学生对实验的学习态度与积极性,反映了学生的实验素养;(3)实验操作;(4)数据记录,具体包括仪器调节、实验现象再现、数据准确程度等等,这些体现学生对实验的熟悉程度,反映了学生的实验技能;(5)实验习惯,包括与实验有关的所有学生行为,决定了学生留给教师的综合印象。

由上述分析确定实验过程评价的因素集为: $U=[\text{实验纪律,实验准备,实验操作,数据记录,实验习惯}]$,记为 $U=[u_1, u_2, u_3, u_4, u_5]$ 。

2.2.2 确定评语集 V

如果对评价指标的评判过于量化,将使教师在评判时难以抉择,有时虽然打了分数,但这一分数却不能准确反映该项指标。事实上,由于实验过程中时间较长且学生较多,对每位学生评判时,教师难以收集到清晰的定量信息,只能在头脑里形成较为模糊的印象。所以,把对评价指标的评判结论划分为适当的等级数,能更客观地反映学生的实际实验过程。

从多年统计的学生实验表现情况看,绝大部分学生的表现是合格的,将评判结论用几个评语表示,选用适当的评语等级密度,可将各评语等级对应相应的分数段,设定优秀(90-100)、良好(80-90)、中等(70-80)、及格(60-70)、较差(40-60)、很差(0-40),共6个评语级别,则评语集为: $V=[\text{优秀,良好,中等,及格,较差,很差}]$,记为 $V=[v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6]$ 。

2.2.3 确定因素权向量 W

因素权向量 $W=[w_1, w_2, \dots, w_n]$ 定量表示各因素对评价结果的影响程度,因素 u_i 对评语集 V 的影响越大,则因素 u_i 的权重 w_i 越大,采用归一化权向量,所有因素的权重之和为1,即 $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 。

为了比较客观地反映教师的评价标准,采用层次分析法^[6]确定各因素的权重,这一方法是20世纪70年代由美国运筹学教授T. L. Saaty提出的。在衡量各因素的重要程度时,两两比较因素 u_i 与 u_j ,将描述重要性的定性语言量化表示,引入系数 a_{ij} 表示因素 u_i 相对于因素 u_j 的重要性度量, u_i 相对于 u_j 越重要, a_{ij} 值越大,相反, u_j 相对

于 u_i 越重要, a_{ij} 值越小。对因素的重要性进行比较时, 一般采用 9 级度量, 可约定 $a_{ij} = 1/a_{ji}$, u_i 与 u_j 同等重要时, $a_{ij} = a_{ji} = 1$, u_i 相对于 u_j 极其重要时, $a_{ij} = 9$, $a_{ji} = 1/9$, 当因素较多时, 系数 a_{ij} 的个数会很多, 为便于运用计算机程序处理, 用判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 表示各因素之间重要程度的关系。

评判 5 个因素时, 判断矩阵 A 为 5 阶, 先采用

和法计算因素 u_i 的权重 w_i , $w_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^5 a_{kj}}$, $i = 1, 2, \dots, 5$, 再计算 A 的一致性比率 CR , 若 $CR < 0.1$, 则认为 A 达到一致性要求, 因素权向量 W 可以被采用。 $CR = \frac{CI}{RI}$, 一致性指标 $CI = \frac{\lambda_1 - 5}{5 - 1}$, 其中 λ_1 为 A 的第一特征值, 可取 $\lambda_1 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \frac{\sum_{i=1}^5 a_{ij} w_i}{w_i}$, 5 阶判断矩阵 A 的随机一致性指标 $RI = 1.12$ 。

2.2.4 确定单因素评判矩阵 R

单因素评判矩阵 $R = (r_{ij})_{m \times n}$, R 即因素集 $U = [u_1, u_2, \dots, u_m]$ 到评语集 $V = [v_1, v_2, \dots, v_n]$ 的模糊关系, r_{ij} 表示因素 u_i 取得评语 v_j 的隶属度。隶属度的确定与具体问题有关。在此, 可利用频数统计法, 计算各次实验中因素 u_i 的评语分布, 由评语分布获得因素 u_i 的 r_{ij} 。具体教学中, 教师平时对每位学生要及时规范地记录下各因素的评语等级, 作为频数统计的原始资料, 记录及统计工作可利用计算机程序处理。

对于 5 个因素与 6 个评语的情形, 单因素评判矩阵 R 为 5×6 矩阵。

2.3 实验课程成绩的评定

首先, 统计出学生的实验结束评价、实验报告评价的结果, 结果为数值形式。

其次, 计算实验过程评价的结果。结果的模糊分布 C 与因素权向量 W 及单因素评判矩阵 R 有如下关系:

$$C = W \cdot R = [w_1, w_2, w_3, w_4, w_5] \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} & r_{16} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} & r_{25} & r_{26} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} & r_{35} & r_{36} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} & r_{45} & r_{46} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & r_{55} & r_{56} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$C = [c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6]$ 中的 c_i 为 $V = [v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6]$ 中各评语 v_i 占评价结果的权重, 加权平均后得到实验过程评价结果, 考虑各评语等级对应的分数段, 结果用数值给出。

最后, 将实验结束评价、实验报告评价、实验过程评价的结果分别按权重 40%、20%、40% 加权平均后形成课程成绩的评定结果。

3 实验课程成绩评定案例

在校级课题“大学物理实验考核评价方式的研究”中, 对个别班级的学生试行了上述评价方案, 此处以某位学生的成绩评定为例。

3.1 实验过程评价

3.1.1 建立单因素评判矩阵 R

按教学大纲, 平时共做 11 个实验, 由于诸多原因, 第 1 次的实验过程难以全面评判, 统一从第 2 次实验开始记录评判结论。该学生各评价指标的评语等级如表 1 所示。

表 1 评判结果

Table 1 The result of evaluation

指标	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
纪律	中等	良好	良好	良好	优秀	良好	良好	优秀	优秀	优秀
准备	中等	中等	良好	很差	良好	良好	及格	良好	良好	良好
操作	良好	良好	良好	良好	良好	中等	良好	优秀	良好	优秀
记录	良好	优秀	良好	良好	优秀	良好	中等	良好	优秀	良好
习惯	中等	中等	中等	中等	良好	良好	中等	良好	良好	良好

对表 1 统计后得各评语在单个指标中出现的频率, 由此得到的单因素评判矩阵 R 为下式所示:

$$R = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.5 & 0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.2 & 0.1 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.7 & 0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.6 & 0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

3.1.2 建立因素权向量 W

由教师对影响实验过程评价的5个因素进行两两重要性比较,比较结果如表2所示。

表2 因素相互比较结果

Table 2 The result of comparing diathesis with others

指标	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5
u_1	1	1/2	3	4	3
u_2	2	1	4	6	4
u_3	1/3	1/4	1	2	1/2
u_4	1/4	1/6	1/2	1	1/4
u_5	1/3	1/4	2	4	1

运用和法计算因素权向量 W , 由式 $w_i =$

$$\frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^5 a_{kj}}, i=1, 2, \dots, 5 \text{ 计算得:}$$

$$W = [0.270, 0.433, 0.094, 0.055, 0.148] \quad (3)$$

$$\text{一致性检验: } \lambda_1 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \frac{\sum_{i=1}^5 a_{ij} w_i}{w_j} = 5.1562,$$

$$CI = \frac{\lambda_1 - 5}{5 - 1} = 0.039, CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.039}{1.12} = 0.035,$$

$CR < 0.1$, 判断矩阵 $A = (a_{ij})_{5 \times 5}$ 达到一致性要求, 因素权向量可以被采用。

3.1.3 实验过程评价结果

由(1)式计算评价结果的模糊分布 C 为:

$$C = W \cdot R =$$

$$[0.143, 0.568, 0.203, 0.043, 0.043, 0] \quad (4)$$

$$\text{实验过程评价得分: } 0.143 \times \frac{90+100}{2} + 0.568 \times$$

$$\frac{90+90}{2} + 0.203 \times \frac{70+80}{2} + 0.43 \times \frac{60+70}{2} +$$

$$0.43 \times \frac{40+60}{2} + 0 \times \frac{0+40}{2} = 82.0 \text{ 分}$$

3.2 实验课程成绩评定

该学生实验结束评价、实验报告评价、实验过程评价的结果分别为 85.0 分、89.4 分、

82.0 分, 总评后, 实验课程成绩 = 实验结束评价得分 $\times 40\%$ + 实验报告评价得分 $\times 20\%$ + 实验过程评价得分 $\times 40\%$ =

$$85.30 \times 0.4 + 89.4 \times 0.2 + 82.0 \times 0.4 = 84.7 \text{ 分}$$

如果以等级制给出, $80 < 84.7 < 90$, 则实验课程成绩也可评定为“良好”。

4 结论

将实验成绩的评定分解为实验结束评价、实验报告评价、实验过程评价3部分, 其中实验过程评价具有评价指标多、评价周期长、评价结果较模糊等特点, 运用模糊综合评判理论对实验过程进行评价, 更符合教师对实验过程的评判习惯, 模糊综合评判的准确程度主要依赖于单因素评判矩阵的建立, 这需要合理地确定影响评价的因素集与评语集, 因素集的每种因素应具有可评判性、代表性, 评语集的评语应数量适当, 等级划分疏密合理。

在对部分班级试行本文的评价方案时, 由于学生较多, 为方便平时教师对学生的记录, 设计了简明的学生平时实验档案, 因为形成单因素评判矩阵的统计与计算太繁琐, 为减轻教师的劳动强度, 利用 Excel 软件内嵌的 VBE (Visual Basic Editor, VBA 编辑器) 工具包开发了基本的 VBA 实用程序, 将 Excel 工作表与 Access 数据库建立连接, 使教师在熟悉的 Excel 环境中方便地对学生的基本实验信息进行记录、统计、计算等操作, 而学生的所有实验信息存储于 Access 数据库, 便于教师随时查询。

在今后的实际应用中, 本文提出的模糊综合评判方法在评判参数的选择、程序功能的扩展、数据库的网络化等方面还可进一步优化, 更能适用于量大面广的实验教学。

参考文献:

- [1] 原安娟, 丁晓红. 大学物理实验考核方式评价[J]. 大学物理实验, 2009, 22(1): 117-119.
- [2] 张显悦, 常艳杰, 刘述强, 等. 对物理实验考核方式的探索[J]. 重庆交通大学学报: 社会科学版, 2008, 8(2): 130-132.
- [3] 梁海生, 倪新蕾, 贝乘训. 改革实验考核方法, 提高实验教学质量[J]. 中山大学学报论坛, 2006, 26(5): 18-21.
- [4] 杨振萍. 工科物理实验考核方式的探索[J]. 高教研究, 2009, (4): 55-56, 78.
- [5] 黄锋. 模糊综合评判在学生物理实验技能测评中的应用研究[J]. 湘潭师范学院学报: 自然科学版, 2005, 27(4): 117-120.
- [6] 彭祖赠, 孙毓玉. 模糊 (Fuzzy) 数学及其应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2002.

A Study of Applying Fuzzy Comprehensive Evaluation to Performance Assessment in Physical Experiment

CHENG Kun

(Department of Experiment Teaching, Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224051, China)

Abstract: The paper summarizes physical experiment examination methods used by domestic and foreign universities. According to the present condition of performance assessment in experimental courses, It expounds the structure of experimental courses performance, analyzes the trait of experimental courses evaluation. Combining with experimental teaching experience, actual condition of laboratory and demand of teaching, It establishes a set of model and method to assess students' performance in physical experiment by using the theory of fuzzy comprehensive evaluation, and practises the project in actual class. The new model and method is feasible and logical in physical experiment examination. Some of the disadvantages of the traditional physical experiment tests are avoided.

Keywords: fuzzy comprehensive evaluation; experiment test; physical experiment

(责任编辑:张英健;校对:沈建新)

(上接第 19 页)

- [4] 管迪,陈乐生. 一种带绝对值项系统的分岔、激变与混沌[J]. 动力学与控制学报,2007,5(2):132-135.
- [5] 刘晓君,常迎春,李险峰. 延迟反馈法控制带有参数的 Sprott - N 混沌系统[J]. 东北师范大学学报,2008,40(2):51-56.
- [6] 罗跃纲,曾海泉,李振平. 具有高次项非线性振动系统的分岔与混沌分析[J]. 沈阳工业大学学报,2001,23(6):515-518.
- [7] 年滴蓓,郑永爱. 基于状态反馈和参数调整稳定混沌系统的不稳定平衡点[J]. 信息与控制,2006,35(6):793-796.

Chaos and Controlling of Unstable Equilibrium Point for a Class of Improved Sprott - J System

GAO Zhi-zhong

(College of Science, Anhui Science and Technology University, Anhui Fengyang 233100, China)

Abstract: The dynamical characteristics of the improved Sprott - J system are analyzed with nonlinear dynamical method, such as phase diagram, bifurcation diagram, Lyapunov exponents diagram and power spectrum diagram. The results show its transition from chaotic state to periodic state through doubling - periodic converse bifurcation. By using the method based on variable feedback and parameter perturbation, the unstable equilibrium point could be controlled to the stable equilibrium point. Simulation shows the effectiveness of the method.

Keywords: chaos; bifurcation; periodic state; control

(责任编辑:张英健;校对:沈建新)