

正交试验设计优化加涅九步教学方案的应用研究

宋晓燕¹, 刘宝林¹, 宋丹萍², 卢莎³

(1. 上海理工大学 医疗器械与食品学院, 上海 200093;

2. 上海理工大学 教务处, 上海 200093;

3. 上海理工大学 科技处, 上海 200093)

摘要: 加涅九步教学法在我国高等教育教学中已经得到了广泛的推广和应用。然而, 每一步所采用的时间和具体教学技术都因课程而异, 不能简单复制。为了使教师能在更短的时间内准确找出适合自己所授课程的教学方案, 并科学灵活地使用加涅九步教学法, 该研究介绍了一种加涅九步教学方案正交试验评估法。通过在课程“制药化工原理”和“食品物性学”的应用, 效果显著, 对于食品专业的本科生教学具有一定的参考意义。

关键词: 教学设计; 加涅九步法; 正交实验设计; 评估

中图分类号: G 642.0 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-895X(2018)01-0091-05

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2018.01.018

Application of Gagne's Nine-step Teaching Approach to Optimizing Orthogonal Design

Song Xiaoyan¹, Liu Baolin¹, Song Danping², Lu Sha³

(1. School of Medical Instrument and Food Engineering,

University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;

2. Academic Affairs Office, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;

3. Department of Science and Technology, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Gagne's Nine-step Teaching Approach has been widely applied to the teaching process of higher education in China. However, the schedule and specific method for each step should vary with different courses. In order to maximize the effect of Gagne's Nine-step Teaching Approach, an evaluation method-Orthogonal Design for Gagne's Nine-step Teaching Approach is introduced in this study. This method has been successful in some courses for undergraduates, especially effective in the two courses: Principles of Pharmaceutical Chemical Engineering and Physical Properties of Foods.

Keywords: teaching design; Gagne's nine-step teaching approach; orthogonal design; evaluation

教学设计是根据教学大纲的要求和学生的特点, 将教学目标、教学方法、教学步骤以及教学重点和难点等有序的结合起来制定成可执行的教学方案。教学方案的完整性很容易实现, 但是科学性却

收稿日期: 2017-02-10

基金项目: 国家重点研发计划重点专项 (2017YFD0400404)

作者简介: 宋晓燕 (1985-), 男, 讲师。研究方向: 食品冷冻冷藏。E-mail: xishi.rujin@163.com

很难把握,也很难评估,尤其是自我评估。创新是我国科技和教育发展的一个主旋律,因此,如何以人本教育为基本原则通过现代交互式教学培养高水平应用性人才,是教育工作者需要深入思考的一个问题,也是必须要面对的一道难题。为此,我国各个大学的不同学科(例如英语、食品科学、化学等)相继根据本学科的教学特点对教学方法进行了优化^[1-3]。其中,正交试验设计分析法的效果较为明显,然而,由于受到学科特点的局限性,目前还没有一个通用的正交试验设计分析方法可以供大家借鉴。为了提高教师教学方案的设计能力,提高上海市整体本科教育教学质量,2013年上海市教委对市属高等学校提出了多种要求,也启动了新教师专题培训项目,截至2016年12月29日已经有7期。新教师入职培训基于新教师的职岗任务与胜任要求,设计了“宏观视野”“技能精练”“素质养成”三大学习模块。通过系统全面的入职培训,旨在帮助新入职教师具有崇高的职业理想、良好的职业道德、必备的学术规范与心理素养,树立先进的教育理念,形成一定的教学教育技能,提升科研、人文等综合职业素养,为其今后的教师生涯发展奠定良好的基础^[4]。加涅九步教学法作为本项目的必修课之一,要求教师在培训后能够灵活运用,因为它适用于任何学科。

加涅九步教学法由美国当代著名的教育心理学家和杰出的教学设计理论家罗伯特·米尔斯·加涅(Robert Mills Gagne, 1916—2002)设计,他的教学设计思想比较丰富,尤其是对教学事件和教学过程有独特的见解。加涅九步教学法的具体教学事件和顺序请见参考文献[5]中的引文部分。然而,九大教学事件的顺序、所需时间以及所采用的教学技术都并非一成不变,需要教师根据实际情况合理调整^[6-7]。灵活运用加涅九步法要求教师能够从学校硬件设施、专业、课程时间、心理学以及学生特点几个角度综合考虑。尽管该方法几乎适用于所有学科,但是,要想找到最佳的教学方案却绝非易事,需要通过多次教学试验的尝试和总结。然而,这样的工作几乎不可能完成,例如,如果每个教学事件需要考虑5个因素,那么九步一共需要考虑45个因素,按照最简单的排列组合,每门课程一共需要的教学重复次数最少为 $5^9 = 1\,953\,125$ 。如

果再考虑各个教学事件之间的先后顺序以及主次顺序,需要重复的次数会更多,将是更加繁重的任务,也需要花费大量的财力和人力。为了使此过程变得简单易行,本文引入了正交试验评估法,帮助教师在短时间内找出适合自己的最佳教学方案。

一、加涅九步法正交评估试验的设计

(一) 明确教学方案评估指标

教学过程质量好坏的评价指标有很多,可以是学生对知识点的记忆程度、学生对知识的运用能力、学生与教师之间的互动情况以及教师预期的其他目的(如气氛活跃、高出勤率和学生的认可度等)。确定好了评估指标之后,教师需要找到一个方法对考核指标的好坏量化,常用的方法是打分。

(二) 确定评估因素和因素的水平

对于加涅九步法而言,评估因素是确定的,分别是引起注意、告诉目标、回忆先前学习、呈现刺激、提供学习指导、引发业绩、提供反馈、评估业绩、增强保持与迁移。因素的水平可以分别为言语信息、智力技能、认知策略、态度、动作技能等。此时的评估因素数为9,水平数均为5。此外,因素的水平数可以根据具体情况做增加或减少,例如可以增加“多媒体技术使用”和“课堂环境”等。此时的评估因素数为9,水平数均为7。

(三) 选正交表,设计表头

新教师对加涅九步法的掌握也并非完全陌生,因此,没有必要对所有的因素和水平都进行评估,尤其是对大学物理和高等数学这类比较经典的公共课^[8]。所以,在选择表头的时候只需选择自己最没有把握的若干因素和水平即可。目前作者所在的学校每学期共有16~18个教学周。我们希望能有一半时间摸索,一半时间验证优化。因此,课题组一般重点考虑其中的四个教学事件,因素水平选择每个教学事件相关度最大的三个习得性能。这样所选择的正交表为 $L_9(3^4)$,只需要9次课便可得出具有参考意义的结果,如表1所示。

表1 加涅九步法正交评估的表头设计(举例)

Tab.1 Header of the orthogonal design for optimizing the Gagne's Nine-step teaching approach (Model)

因素	A	B	C	D
列号	1	2	3	4

其中, A、B、C 和 D 分别代表任意选择的四个需要评估的教学事件, 这里分别选取“引起注意”“告诉目标”“回忆先前学习”和“呈现刺激”。

(四) 评估试验方案的确定

任取四个评估因素并对每个评估因素任意选取三个水平之后, 所需要开展的试验方案如表2所示。

表2 加涅九步法正交评估试验方案(举例)

Tab.2 Experimental scheme of the orthogonal design for optimizing Gagne's Nine-step teaching approach (Model)

试验号	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

其中, A、B、C 和 D 所在列的1、2 和3 分别代表所在列考察因素的不同水平, 这里分别选取“智力技能”“认知策略”和“态度”。为了最大可能性的反映学生的客观情况, 试验自始至终, 一直以正常课堂为背景, 不让学生意识到他们是试验对象, 否则学生会刻意的强化自己认为非常重要的方面, 这样不利于得到有效的数据。例如, 如果一位平时不爱发言的学生得知本学期的课程均属于试验课堂, 他们会说服自己多发言多讨论。这样会严重影响实验结果的可靠性。分数列的值为本组试验所得分数。

二、加涅九步法正交评估试验的结果分析

(一) 单因素的水平重要性分析

正交试验结果的读取法在这里不做阐述, 请参考李云雁和胡传荣编著的《试验设计与数据处理》第二版第六章^[9]。

表3 试验方案及试验结果

Tab.3 Experimental scheme and results

试验号	A	B	C	D	分数
1	1	1	1	1	90
2	1	2	2	2	88
3	1	3	3	3	78
4	2	1	2	3	92
5	2	2	3	1	43
6	2	3	1	2	90
7	3	1	3	2	84
8	3	2	1	3	77
9	3	3	2	1	78

由表3、表4 和表5 (见下页) 可知, 对于随机选取的四个评估因素, 影响预期教学效果的主次因素依次为“告诉目标”“回忆先前学习”“呈现刺激”和“引起注意”, 说明让学生明白本节课的教学目标最关键。换言之, 对于本课程而言, “教”与“学”谁起主导作用, “教什么”和“学什么”也必须先搞清楚。通常, 很多人都认为教师才是一堂课的主角, 但忽视了教育学生才是最终目的。之所以两者之间存在这么明显的矛盾, 是因为大家习惯性的以责任来评估一堂课, 更喜欢以教学效果来评估责任该由谁来承担。其实, 教授与学习究竟谁该处于主导地位取决于教学的目的。如果评估结果以授课和解惑为依据, 教授的作用应该是主导的, 因为教师必须超越学生的思维境界。如果以创新为依据, 学生的学习态度应该起主导作用, 因为创新要在教师传授的基础上自己加以发散和应用。因此, “告诉目标”应该是教师在正式上课前必须完成的工作。

表4 试验结果分析 I

Tab.4 Analysis of the experimental results I

评估结果	A	B	C	D
K_1	256	272	257	211
K_2	225	208	264	262
K_3	239	246	205	247
极差 R	17	64	59	51

表5 试验结果分析 II

Tab.5 Analysis of the experimental results II

评估结果	因素主到次	优方案
最终评估结果	BCDA	$A_1B_1C_2D_2$

第二个重要的因素是“回忆先前学习”，也就是要求学生有一定的基础，换言之，就是上节课接收了多少。接着要求教师能很好地刺激学生的学习积极性，尤其是对于概念性比较强的课程。最后是“引起注意”。当然，本次结果并不能代表所有的学科，尤其是在学生差异性很大的条件下。此外，试验课程（“制药化工原理”和“食品物性学”）属于考查课还是考试课对结果也有一定的影响。但是，作为评估一种教学方法和理念的先进性或者与目标教学思想的接近程度上具有一定的借鉴意义。

本次正交实验得出这样的结论与传统的教学理念有非常大的关系。学生都是00后，他们从小就是优秀的信号接收器。如果在上课的时候教师没有给出明确的授课重点和难点列表，大部分学生都难以把握本节课的逻辑和节奏。例如，在“制药化工原理”的课堂上，相对于工程热物理学科的学生而言，食品专业的学生数学功底较差，很容易把难点理解为重点，把难以理解的公式作为重点考试内容看待，大部分精力耗费在公式的推导过程中，却把关键的操作单位设计方法忽略。再例如，为学生讲授对流换热章节时，学生面对雷诺数、努赛尔特数、普兰特数等一大串一般准数容易头晕脑涨，如果告诉他们本节的目的是要求考试时会选择公式即可，本堂课的气氛和听课效果会好很多。不仅如此，学生们轻松的心情加上丰富的创造力会让教师收到意外的收获。

然而，俗话说：巧妇难为无米之炊。因此，告知学生本门课的重点和目标之后，需要一个很好的过渡才能顺利进入课堂。此时，教师可以通过引导学生回忆先前学习过的知识与本节课无缝衔接起来。不仅在“制药化工原理”的课堂上，“食品物性学”也同样需要学生不断地通过回顾旧知识来正确理解新知识。例如，在讲授微生物概念之前，会引导学生回顾“生物”的概念，然后通过米与纳米等不同尺寸间的数量级差异让学生受到一定的刺激，感受微生物世界的神奇，从而达到“引起注意”的目的。

(二) 最佳试验方案组合的分析

由表3还可看出，对于本门课程，最佳的教学方案是在“引起注意”“告诉目标”“回忆先前学习”和“呈现刺激”四个教学事件过程中分别着重考虑培养学生的“智力技能”和“认知能力”。这样的教学方案不仅要求教师能恰到好处地根据学生的智力水平制订“引起注意”和“告诉目标”的方案，还要求教师凭借丰富的经验或者系统的设计让学生打开脑洞。“制药化工原理”是一门理论性较强的学科，为了能快速激发学生回忆起先前学过的知识并对新知识产生兴趣，特别准备了丰富的生活案例。例如，在讲授热传导、热对流与热辐射三者的区别时，通过“饺子怎么才能熟的快一点”为话题，让学生踊跃参与讨论和回答环节，然后通过学生发言与教师引导剖析的适度穿插达到讲授的目的。

此外，本部分需要特别说明的是对“最佳”两个字的解释。在本次试验中，显然最佳方案组合是为了获得最高的打分。然而，在得到分数表的时候不妨以辩证的方法重新解读下这个最佳方案。例如，可以提出“最佳方案一定是最好的，或者说是我们真正期望的吗？”“最佳方案组合对某个因素而言一定是最佳的吗？”“我们的评分标准是否本来就存在缺陷？”等问题。戴上这些“有色眼镜”后，最佳方案的结果虽然最吻合于评判标准，却发现了其他问题，例如：1) 这样的方案恰恰表明学生的创新能力有待大幅度提升，我们的教学模式还在骨子里存在问题；2) 学生之间的差异性是很大的，社会也希

望学生的个体差异性继续保持甚至更大一些,如果存在了最佳方案,学生的差异性谁来负责?3)也许根本不存在最佳方案,或许我们的教学理念和宗旨存在缺陷。

总之,目的决定了最佳方案的存在性与可接受程度。因此,在使用正交实验试验设计教学模式之前,需要一个很明确的目的来评估或者约束打分标准。只有如此,才能保证无论实验的结果是好是坏,取得的都是有用的数据。

三、结论

加涅九步教学法是美国著名心理学家罗伯特·米尔斯·加涅(Robert Mills Gagne, 1916—2002)结合科学心理学和教育学设计的一套教学理论,此方法可行性强、适用面广而且简洁易懂。然而,要想达到非常好的教学效果,要求教师根据自身特点、课程特点、教学硬件条件和学生特点,总结出一套最适用于自己的加涅九步法^[10],此过程的工作量巨大,过程也很漫长。因此,本文提出了一种快速有效的正交试验评估法,帮助教师尽快找到指定课程的最佳教学方案,并举例描述了此方法的基本原理和使用方法。同时,本文也阐明了利用辩证法看待正交实验设计所得结果的客观价值的意义,希望对相关教育工作者具有参考价值。受到篇幅限制和文章重心约束,本文没有对加涅九步教学正交评估法做非常详细的介绍,我们会在后叙文章中做更为深入的解读和纠正。

参考文献:

- [1] 戈小玲.现代交互式英语教学效果的正交设计分析[J].教学与管理,2013(15):128-130.
- [2] 王一非,冯涛,张赞彬.应用型大学食品专业“试验设计与分析”教学探索[J].农产品加工,2015(17):62-63,66.
- [3] 王珊,杨增忠,王志新,等.正交设计教学方法在电解槽技术条件优化中的应用[J].科教导刊,2015(10):120-121.
- [4] 上海市教育委员会.上海市属本科高校新教师参加统一岗前培训[EB/OL].(2013-09-12)[2016-12-01]
<http://www.shmec.gov.cn/html/article/201309/69704.php>.
- [5] 何宏耀.加涅教学设计的原理、模式与方法[J].西南民族学院学报·哲学社会科学版,2002,23(4):242-244.
- [6] 盛群力.“为学习设计教学”——加涅教学设计观述评[J].外国教育资料,1993(1):15-24.
- [7] 赵莹雪.加涅九步教学法在课程单元设计中的应用——以《菜单设计》为例[J].全国商情·理论研究,2010(20):89-97.
- [8] 马素萍.基于加涅教学设计九步曲的高职数学教学案例[J].江苏教育学院学报:自然科学,2013,29(2):73-75.
- [9] 李云雁,胡传荣.试验设计与数据处理[M].第二版.北京:化学工业出版社,2008.
- [10] 孙海燕.加涅九步教学法在化工单元操作教学中的应用[J].化工时刊,2014,28(1):55-56,58.

(编辑:巩红晓)