

# 多项约束条件下工科专业实验教学质量分级初探

杜学领<sup>1,2</sup>

(1. 山东科技大学矿业工程国家级实验教学示范中心, 山东青岛 266590;  
2. 贵州理工学院矿业工程学院, 贵州贵阳 550003)

[摘要] 实验教学是工科人才培养的重要手段,合理的实验教学评价是持续改进教学质量的重要保障。针对现有评价研究中教师主体地位不突出、评价流于形式、评价广度不够、评价指标构建不合理、多项约束条件下新评价观尚未形成等问题,本文遵循“教学评估”“国标”等外部约束条件、以专业作为评价主体、突出教师的主体功能和指标的可评价性等原则,初步研究了多项约束条件下工科专业实验教学质量分级标准。研究结合采矿工程专业特点,选取实验条件、教师投入、人才培养、实验环境等作为一级评价指标,建立了以定性为主、定量为辅的评价体系。

[关键词] 实验教学; 教学评价; 新工科; 卓越工程师; 采矿工程

[中图分类号] G642 [文献标志码] A [文章编号] 2095-3712(2019)23-0007-04

DOI:10.16070/j.cnki.cn45-1388/g4s.2019.23.002

实验教学是工程人才培养的重要组成部分。近年来,实验教学越来越受到工程教育领域的重视,特别是随着《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》(以下简称“国标”)的发布<sup>[1]</sup>,专业框架内的实验数量、实验类型都有相对明确的规定。“国标”的出台,也为中国高等教育领域“兜住底线、保障合格、追求卓越”的分级评价与分级建设提供了依据。<sup>[2]</sup>近年来,工程教育领域还存在普通高等学校本科教学工作水平评估(简称“教学评估”)、工程教育认证、“新工科”、“卓越工程师计划”等外部约束条件<sup>[3-7]</sup>,国内对这些外部约束条件的研究已具备一定基础,如李耀刚提出通过构建实验教学内外部相结合的保障体系提升实验教学水平<sup>[8]</sup>,陈世海等依据《工程教育认证标准》将工程项目内容转化为本科实验教学内容<sup>[9]</sup>,王保建等从平台建设、实验教学体系、教学模式等方面探讨了国家级实验教学示范中心的建设<sup>[10]</sup>,张建军等通过虚拟、模拟、现实实践平台的构建,探索了以具备解决复杂工程问题能力为目标的卓越工程师培养体系<sup>[11]</sup>。一些学者还从数学视角对实验教学评价展开研究<sup>[12]</sup>。但同时也应注意到,我国学生评教存在评价工具能效低、评教管理流于形式、评教结果反馈不及时等问题<sup>[13]</sup>,特别是在实验教学领域,多项约束条件下工科专业的实验教学质量如何分级是评教的基本问题,找准定位后再谈实验教学评价才会有放矢。本文以采矿工程实验教学为例,结合已有约束条件及文献,初步探讨多项约束条件下工科专业实验教学质量分级。

## 一、当前实验教学评价中存在的问题

实验教学评价是持续改进教学效果的重要手段,当评价结果量化后,量化评价会依据得分来形成评价分级。但这些分级如果不能真实反映实验教学实际,其结果不仅无效,还可能造成误导。近年来,实验教学评价主要存在以下问题:

(一) 教师的主体地位不突出,层次化评价形式大于内容

教师是教学活动的主导者、学生学习的引导者,在教学环节中居于主要地位。但现有的评价方式往往将教师作为被评价对象,评价结果的惩罚性导向要高于奖励性导向。有学者提出建立“校教学质量评估中心—院分管领导—实验室主任”的层次化管控体系<sup>[14]</sup>,实际上这种自上而下的管控方式在我国已屡见不鲜,但其效果却不尽如人意。实际执行时,自上而下的管控有时会沦为自下而上的交材料、层层签字,有些教师投入到提交材料的精力甚至要比投入到一节课的精力多。教育回归课堂,首先需要教师有充足的时间投入,材料是教师投入的自然产出结果,而不是为了应付上级检查的形式产出。层次化评价可以作为一种教学管控手段,但不喧宾夺主影响教师在教学活动中的主体地位。

(二) 评价广度不够,基于专业平台的实验教学评价较少

目前,我国实验教学评价主要以单一课程评价为主,缺乏基于专业平台的评价。值得注意的是,我国高等教育模式是课程依附于专业的“专业规定课程”模式<sup>[15]</sup>,课程服务于专业的现实是中国高等教育当前的国情。因此,专业的整体性要高于单一课程的局部功能。实验教学评价应首先在专业的视角下进行分级评价,再深入到单一课程评价中。在专业分级评价不明朗的时候就进行课程评价,其评价的有效性就值得商榷。

(三) 实验教学评价指标构建不合理

实验教学评价指标主要存在以下问题:第一,实验教学评价指标与课堂教学评价指标趋同,评价指标的针对性不强。第二,评价指标权重分配不合理。如在模糊评价中设置实验教学课件这一环节,实际上部分实验直接演示比课件讲解效果更好,让学生课下去自学课件或查找资料要比教师讲解更好。再如实验报告质量与水平、实验成绩评

[基金项目] 矿业工程国家级实验教学示范中心(山东科技大学)开放基金资助(KYSF20180205);贵州省一流专业建设项目(YLDX201707);采矿工程实践教学中心省级一流平台(YLDX201702);贵州理工学院教改改革重点课题(2016ZDKT02)。

[作者简介] 杜学领(1986—),男,河北承德人,博士,山东科技大学矿业工程国家级实验教学示范中心,贵州理工学院副教授。

[收稿日期] 2019-07-12

定与考核等指标的实际意义不大,且容易造成过度监管。<sup>[16]</sup>第三,评价指标与评价主体不匹配。如有些评价体系中同行和学生采用相同的指标权重,不能反映出不同群体对指标理解的差异。以教学目的为例,专家视角下要求的是教学目的与人才培养方案匹配,而学生往往更重视课程教学目的是否达成,二者对评价指标的理解不尽相同,采用相同权重评价时并不合理。<sup>[17]</sup>

#### (四) 实验教学的成效分析缺少信服力

较多的研究从学生实验成绩、学生参加校外获奖等视角佐证了实验教学改革的合理性,但却忽略了学生实验成绩本身是由授课教师给出的,这种既当裁判员又当运动员的评价缺乏可信度。而学生参加校外获奖只能说明学生具备相关能力,实验教学是否支撑了这些获奖、为获奖提供了哪些直接平台、在多大程度上支撑了学生获奖等数据缺失,造成实验教学的成效分析变成了数据堆砌。

#### (五) 多项约束条件下新的评价观尚未形成

外部约束条件众多,但被约束对象是专业或课程建设。在评价过程中如何体现外部约束条件,如何将最新的教育理念、教学方法融入评价体系当中,是实验教学评价依然需要解决的问题。

### 二、实验教学质量分级指标选取原则

本文在实验教学质量分级指标选取时,主要遵循以下原则。

#### (一) 外部约束条件为主要依据

对于工科专业而言,主要参考的依据有“教学评估”、“国标”、工程教育专业认证标准及专业补充标准、“新工科”建设、“卓越工程师”计划、教育部重点实验室评估指标体系等。“教学评估”“国标”为基础约束条件,工程教育认证及其他约束条件为导向性条件。

#### (二) 以专业作为评价的主体

当前国情下合理的专业人才培养方案是人才培养成功的第一步,专业核心课程对专业人才培养方案的有力支撑是人才培养成功的第二步,其他教学环节对人才培养形成有效合力是人才培养成功的第三步。针对中国高等教育发展不均衡的现状,前两步应是所有专业人才培养的必备条件。以专业作为评价主体更符合我国高等工程教育的现状。

#### (三) 突出教师的主体功能和指标的可评价性

在评价指标构建时要强调教师的主体功能和主观能动性,即既要体现教师教书育人的责任和使命,又要体现实验教学质量评价以尊重教师、全面评价、持续改进为出发点。评价指标以可量化或具有可评价性为基础,同时体现高等教育的发展趋势和评价指标的导向性。

#### (四) 定性评价为主,定量评价为辅

评价的结论是定性的,结合“国标”的内容将评价结果分为整改、兜底、合格、卓越四级,达不到兜底标准的为整改级,其他三级分别对应兜住底线、保障合格、追求卓越的要求。对于外部约束条件中有明确定量要求的,结合已有经验进行量化。但应注意,由于不同高校的专业建设各具特色,除兜底要求外其他的量化要求都应作为参考而非绝对的依据。各高校应在此基础上结合学科定位,进一步展开更深入的量化评价。本文的评价以定性为主。

### 三、实验教学质量分级指标的选取

根据以上原则、现有的外部约束条件及已有的教学经验,一级指标选取为实验条件、教师投入、人才培养、实验环境四个方面,涵盖实验教学的软硬件条件和师生视角,其二级指标分别如下:

第一,实验条件。具体包括:(1)实验流畅度,综合反映实验材料准备、实验器材完好度、实验环境舒适度等特征;(2)实验开出量,包括实验开出率和实验总量占整个人才方案的实验比重;(3)日均指导量,反映实验指导人员配备是否充足,日均指导量=实验开出总学时/人均可投入学时,实验总学时由开出实验总数确定,人均可投入学时=比例系数 $\times t_1 + t_2$ , $t_1$ 、 $t_2$ 分别为专职实验人员工作时间、授课教师的实验教学时间,推荐的计算方法为:人均可投入学时=0.5 $t_1 + t_2$ ,在大量数据积累的情况下,可对该公式进行修正;(4)经费情况,通过投入金额、经费投入增长率、资金有效使用率等指标进行综合评价。

第二,教师投入。以教师作为被评价的责任主体,但评价内容围绕以学生为中心展开,具体包括:(1)教学文件,包含实验大纲、实验指导书等教学文件;(2)职业素养,综合体现教师的课前准备、教学态度、专业素质、答疑解惑能力等;(3)实验设计,反映实验内容的难易程度、与大纲的切合度、内容更新程度、对人才培养的支撑度等;(4)实验报告设计,反映教师希望学生通过实验得到的收获、与实验设计的吻合度、成绩评定方式等;(5)实验反思,反映教师对本轮实验的思考、未来的改进思路等;(6)特色建设,反映实验课程对专业平台的支撑度、课程对院校特色的支撑度等。

第三,人才培养。包括:(1)基本能力,能够反映核心课程的主要知识;(2)创新能力,立足教学内容的拓展性创新;(3)实验报告质量,反映学生文字表达能力、实验过程真实与否、实验分析能力、报告内容对人才培养方案的支撑强度等方面;(4)成果产出,通过与实验平台密切相关的成果数量、成果质量等进行评价。

第四,实验环境,为广义的实验环境。主要考虑:(1)安全性,考察周期内发生的事故数量及等级,综合反映教师对实验的熟悉程度、学生的操作能力、院校管理到位与否等;(2)开放性,反映实验室的开放周期、设备利用率、师生使用设备的难易程度、开放成效性等;(3)包容度,反映实验平台对跨学科、跨平台实验的包容度;(4)发展度,反映实验平台对前沿技术的跟踪情况、对面向未来技术的融合情况、考察周期内实验内容的更新情况等。

已有的评价更加注重考察师生比、设备价值等量化的数字性考察,以上指标则更精细地还原了实验教学的真实过程,体现过程性考察的理念。在考察过程中强调了教师的责任主体和以学生为中心的教育目的,兼顾了实验平台的安全、开放、包容、发展等价值导向。指标从以往的数字考察转变为对实验平台真实使用情况和专业背景下专业人才的培养达成度的考察,更真实地反映了专业背景下的实验教学质量。在二级指标的基础上,各院校可结合学科和课程特征在此基础上进一步展开量化分级评价,从而发现本专业实验教学质量的劣势,进一步从专业的整体性方面提升实验教学质量。

#### 四、实验教学质量分级示例及使用建议

根据以上指标,以采矿工程专业为例建立的分级评价标准如表1所示。表1中兜底等级以满足基本的核心课程教学需要为基础,合格及卓越等级在此基础上体现实验教学质量的稳步提升。

具体使用时,可参考以下建议:(1)兜底及合格等级需满足所有指标方符合相应的等级条件,有任意一条不满足时则做降级处理;(2)同一专业使用相同等级的兜底及合格评价标准,兜底及合格标准起到门槛的作用,卓越等级需在满足合格等级的基础上,结合院校特色进行有针对性的建设,不同院校之间的卓越方向可以不一致;(3)评价时以定性评价为主,不同高校应首先从较低的等级开始

定性评级,在满足较低等级的基础上逐步进入高等级评级;(4)达到合格等级后,应结合院校实际需要开展量化评价,以便进一步改进教学质量;(5)同类院校、相同专业相互比较时,原则上量化指标的选取应一致,以便从量化角度得到分级依据;(6)处于合格等级以下时,应以实验条件和教师投入评价为主,通过硬件建设和教师的主观能动性实现兜住底线、保障合格,合格等级以上时,应侧重于人才培养和实验环境为主,体现追求卓越的导向;(7)进入卓越等级建设时,不应因发展特色而忽视基础设施建设,如为了展示创新性而将实验全部设定为新型实验是不可取的,本科教育始终应在夯实基础的前提下进行提升。

表1 采矿工程实验教学质量分级评价表

质量分级		兜底	合格	卓越
实验条件	实验流畅度	一般	设备完好率在95%以上,实验基本顺畅	实验顺畅
	实验开出量	实验开出率 $\geq 90\%$ 大纲要求,实验学时 $\geq 250$ 小时	实验学时 $\approx 300$ 小时,综合性、研究性 $\geq 50\%$	按计划顺利开出实验项目
	日均指导量(学时/人)	$\leq 3$	$\leq 2$	$\leq 1$
	经费情况	有满足基本教学需求的经费投入	经费投入呈增长趋势	经费充足且被高效利用
教师投入	教学文件	实验开出前有完整的教学文件	课程开始前制定完整的教学文件,符合大纲要求	教学文件完整、有更新、反应最新科技进展
	职业素养	一般	良好	优秀
	实验设计	基本反应核心课程的核心内容	系统反应核心课程内容	以核心课程为中心,兼顾课程群建设,并能够进行适当扩展
	实验报告设计	传统设计,无创新,属于实验内容的简单重复	在总量中有少量创新性设计	核心课程持续创新设计,报告设计能体现对学生的引导作用
	实验反思	无反思	有反思但不深入,对存在的问题无有效的解决办法	对实验有全面、深入的反思,并提出可行的改进办法
	特色建设	无特色或特色不鲜明	体现课程特色	在课程特色的基础上反应院校特色,并对特色建设提供强有力支撑,整体特色鲜明
人才培养	基本能力	涵盖核心课程的主要培养功能	核心课程间形成课程群能力培养体系	以核心课程为中心形成整个课程体系的人才培养体系
	创新能力	基本无创新	在老师引导下有部分创新	能充分体现学生的主动性创新
	实验报告质量	基本完成报告要求的内容	内容丰富,能体现实验过程,有一定独立思考	独立思考丰富,能广泛查阅课内外文献,表达准确、科学
	成果产出	基本无产出	有少量成果产出	有显著的成果产出,且成果质量在同类院校中处于领先地位

续表

质量分级		兜底	合格	卓越
实验环境	安全性	考察周期内未发生较大事故	考察周期内发生轻微伤害事故	考察周期内发生无伤害事故或未发生事故
	开放性	基本不对外开放	定期有严格限制条件的对校内外开放	惯常性对校内外开放,运转流畅、管理成熟、使用便捷
	包容度	支撑单一课程建设	支撑本专业课程群建设	对跨学科、跨平台提供有力支撑,有切实的跨学科合作
	发展度	实验平台无更新或更新较慢	有一定更新,但无或仅有少量对前沿性科技的支撑	主动追踪最新前沿,及时更新软硬件设备、教学思路及理念,具备从事前沿探索的能力

外部约束条件对高等教育的发展起到限定和引导作用,外部约束条件既提出了要求,又勾勒出了未来的建设方向。本文主要从定性视角,对多项约束条件下工科专业实验教学质量分级进行初步研究。与以往单一课程视角、定量评价相比,本文以专业建设和外部约束条件为基础,以更能反映真实实验教学情况和外部约束条件导向的指标建立分级评级体系,并在此基础上展开定量化评价,更具针对性和信服力。在实验教学越来越受到重视的高等工程教育领域,实验教学评价应立足于真实教学环节,凸显教师责任主体和以学生为学习中心,在面向未来、开放、跨学科等视角下进一步提升实验教学质量。

#### 参考文献:

[1] 教育部高等学校教学指导委员会.普通高等学校本科类专业类教学质量国家标准[M].北京:高等教育出版社,2018.

[2] 吴岩.《普通高等学校本科类专业类教学质量国家标准》有关情况介绍[J].重庆与世界,2018(4).

[3] 教育部高等教育教学评估中心.院校评估评估方案[EB/OL].(2018-06-21)[2019-07-09].[http://www.heec.edu.cn/modules/colleeevaluate.jsp?type=0及category=1](http://www.heec.edu.cn/modules/colleeevaluate.jsp?type=0&category=1).

[4] 中国工程教育专业认证协会.工程教育认证标准[EB/OL].(2017-11-01)[2019-07-09].[http://www.ceeaa.org.cn/main!newsList4Top.w?menuID=0101070\(2\)](http://www.ceeaa.org.cn/main!newsList4Top.w?menuID=0101070(2))

[5] 中国工程教育专业认证协会.工程教育认证标准专业补充标准(矿业类专业)[EB/OL].(2017-11-05)[2019-07-05].<http://www.ceeaa.org.cn/main!newsView4Simple.action?menuID=01010702&ID=100000618>.

[6] 教育部高等教育司.关于开展新工科研究与实践的通知[EB/OL].(2017-07-20)[2019-07-09].

[http://www.moe.gov.cn/s78/A08/A08\\_gggs/A08\\_sjhj/201702/t20170223\\_297158.html](http://www.moe.gov.cn/s78/A08/A08_gggs/A08_sjhj/201702/t20170223_297158.html).

[7] 教育部,中国工程院.关于印发《卓越工程师教育培养计划通用标准》的通知[EB/OL].(2019-12-05)[2019-07-09].[http://www.moe.edu.cn/srcsite/A08/moe\\_742/s3860/201312/t20131205\\_160923.html](http://www.moe.edu.cn/srcsite/A08/moe_742/s3860/201312/t20131205_160923.html).

[8] 李耀刚.巩固本科教学评估成果保障高校实验教学质量[J].实验室研究与探索,2013(9).

[9] 陈世海,王军,代伟,等.工程项目应用于本科实验教学的研究与探索[J].实验技术与管理,2018(8).

[10] 王保建,王永泉,段玉岗,等.“新工科”背景下国家级实验教学示范中心建设与实践[J].高等工程教育研究,2018(6).

[11] 张建军,魏晓伟,丁士华.构建面向解决复杂工程问题的铸造卓越工程师培养体系探索[J].铸造,2017(12).

[12] 曹强,虞文美.基于模糊综合评价方法的财经类专业实验课教学效果研究[J].实验室研究与探索,2018(6).

[13] 王建中,刘畅,吴瑞林.学生评教何去何从——基于美国、欧洲、澳洲4所大学的分析[J].中国高教研究,2018(10).

[14] 王峰,王增旭,陈伟,等.开放实验教学质量监控与质量评价体系研究[J].实验室科学,2016(2).

[15] 彭湃.从专业走向课程——本科教学质量国家标准之建设路径[J].高等教育研究,2017(9).

[16] 李焱.基于模糊物元的高校实验教学质量综合评价[J].实验科学与技术,2015(3).

[17] 卞华.基于AHP法的中医药类专业实验教学质量模糊综合评价[J].西南师范大学学报(自然科学版),2015(9).