

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.03.008

欢迎按以下格式引用:张琦,丁昕,王秋平.工程认证导向下科技竞赛的指导教师胜任力分析[J].高等建筑教育,2021,30(3):54-63.

# 工程认证导向下科技竞赛的 指导教师胜任力分析

张琦<sup>a,b</sup>,丁昕<sup>a</sup>,王秋平<sup>a,b</sup>

(西安建筑科技大学 a.土木工程学院交通系;b.国家级土木工程虚拟仿真实验教学中心,陕西 西安 710055)

**摘要:**工程教育专业认证是工科人才培养制度建设革新的主要方向,而大学生科技竞赛则是工程教育认证视域下达成专业培养目标及毕业要求的重要手段之一。将科技竞赛指导工作与工程教育认证的“以学生为中心、以综合能力塑造为成果导向、坚持质量持续改进”三大核心理念紧密结合,引入“胜任力”经典判据构建科技竞赛指导教师胜任力的SEM结构方程模型,继而通过交通科技大赛的实证调查与分析,对SEM模型的理论假说加以求证并揭示竞赛指导教师胜任力的形成机制和持续改进方向。研究表明,科技竞赛指导教师的胜任力由竞赛选题、参赛作品、团队建设等3个维度下的10项胜任力特征向量共同构成,其中5项向量对3个维度的直接影响更为显著,在中间变量的间接干预上,教师所在高校的等级和地区差异是竞赛选题和参赛作品维度上形成胜任力高下的主因,指导教师胜任力的持续改进则可从短期的指导绩效层面和长期的内涵建设层面分别切入施策。

**关键词:**工程教育认证;科技竞赛;指导教师胜任力;SEM模型;交通科技大赛

**中图分类号:**G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2021)03-0054-10

## 一、研究概述

工程教育的根本出发点是培养适应经济社会发展需求的应用型工程技术人才<sup>[1]</sup>,而工程教育专业认证(以下简称工程认证)则是围绕毕业要求的达成考查高等教育机构为社会输送各类合格工程师的能力水平<sup>[2]</sup>。自1989年《华盛顿协议》的签订开始,工程认证具有了国际通行的互认标准和交流平台<sup>[3]</sup>,2006年起中国逐步启动了工程认证试点工作,至2016年正式成为《华盛顿协议》的缔约国<sup>[4]</sup>。当前,通过参与国际标准工程认证助推人才培养质量提升,已成为中国高等教育工科专业

修回日期:2020-05-10

基金项目:国家级一流本科专业建设点项目(教高司函[2020]15号);陕西省本科高校专业综合改革试点项目(6040400826);陕西省社会科学基金项目(2018S39)

作者简介:张琦(1982—),男,西安建筑科技大学土木工程学院交通系讲师,博士,主要从事交通运输经济、交通运输规划与管理研究,(E-mail)zhangqi-xauat@163.com。

的发展共识。

作为人才培养质量制度建设的革新尝试,工程认证着重考察培养目标设定的科学性、课程体系安排的合理性、教学质量保障的有效性,继而通过对上述方面的综合研判评定毕业要求的达成情况<sup>[5]</sup>。大学生科技竞赛在泛专业领域内依托现实工程问题,训练学生的专业综合素养、工程实验技巧及创新创业能力,与工程认证标准要求高度契合<sup>[6]</sup>。一方面,科技竞赛平台有助于拓展专业实践教学的时间、空间和模式,设计室和实验室内有限的计划内学时被延伸到全天候的竞赛场景,片段化的设计制造研发被集中整合到竞赛活动全过程;另一方面,科技竞赛平台有助于培养和训练学生的专业及非专业能力,通过创建真实工程实践的竞赛环境,使学生既可胜任专业工程师的基本工作,又具备创新精神、团队协作能力和竞争意识。因此,大学生科技竞赛有力促进了工程认证视域下培养目标及毕业要求的实现。

科技竞赛指导工作是工程认证中一项重要而紧迫的任务。研究表明,科技竞赛是促进中国高等工程教育实践教学的重要手段和主要平台<sup>[7-8]</sup>,然而从科技竞赛发展现状看,亦存在把握竞赛主旨不准、组建团队东拼西凑、学术写作不严谨等问题,导致部分竞赛作品质量不高,学生参赛积极性有限。因此,紧密围绕工程认证的“以学生为中心、以综合能力塑造为成果导向、坚持质量持续改进”三大核心理念,引入“胜任力”这一教师职业能力的经典判据,并通过SEM结构方程模型的假设与求证,构建大学生科技竞赛指导教师胜任力测评方法,以期发现竞赛指导的短板并不断修补完善。

“胜任力”的概念最早于1973年由哈佛大学心理学教授McClelland提出<sup>[9]</sup>,改变了仅以智力水平作为评判依据的人才观,使学术界开始关注个人综合素质<sup>[10]</sup>。近年来,关于高校教师日常教学胜任力的理论模型与实证测评研究均取得了较大进展<sup>[11-12]</sup>。同时,大学生科技竞赛指导工作不同于日常教学。首先,竞赛指导的中心服务对象既不是建制班级的全部成员,也不是个别尖子生,而应是全体参赛学生;其次,竞赛指导的核心成果导向不仅是创新性和实用性俱佳的作品,更应是参赛者综合实践能力的跃升;第三,竞赛指导的持续改进不应单纯为指导教师赋能,还需结合高校科研工作展开。综上三点,构建科技竞赛领域的指导教师胜任力模型,对丰富教师胜任力研究的理论内涵和实用外延具有重要意义。

## 二、研究方法 with 模型构建

### (一) 以学生为中心圈定竞赛指导胜任力的分析视角

在工程教育理念下,以学生为中心的科技竞赛目标是培养全体参赛学生的竞争能力、执业能力、创新能力,每一位参赛学生都是竞赛的主体,在竞赛全过程中的受指导诉求应得到充分满足。故而,除教师胜任力相关研究外,应关注管理者反馈、同行反馈、学生反馈及外部反馈的传统做法<sup>[13]</sup>,选择参赛者作为胜任力反馈的唯一来源展开调查,采用行为事件访谈法回顾、记录参赛过程并进行综合性分析,从中提取大学生科技竞赛的指导教师胜任力特征值。

### (二) 以综合实践能力为成果导向组建竞赛指导胜任力的特征量表

对于科技竞赛活动而言,落实工程教育理念下的成果导向是以作品研制为载体,兼顾竞赛选题和团队的综合实践创新能力。选题合适与否既决定竞赛实践对国民经济和社会发展需求的契合程度,同时也影响学生的参赛热情和研究兴趣,作品质量高低集中体现了学生应用专业知识创新实践的能力,团队凝聚力程度则反映学生协作沟通、创业整合等综合素质的发展水平。

为满足工程教育的成果导向目标,教师需要从选题、作品和团队方面同步胜任科技竞赛的指导工作。基于上述3个测量维度,运用德尔菲法进一步筛选10项胜任力特征向量,从而组建大学生科技竞赛指导教师胜任力的特征量表。详见表1。

表1 大学生科技竞赛指导教师胜任力特征量表

向量测量的维度	特征向量名称
竞赛选题	可操作性
	前沿性
	创新性
参赛作品	方案设计
	成品制作
	文案写作
	汇报答辩
团队建设	成员选拔
	进度把控
	心理疏导

### (三) 以高校科研水平作为持续改进竞赛指导胜任力的干预因素

建立持续改进机制是工程教育的内在要求<sup>[14]</sup>。科技竞赛指导教师胜任力不仅直接取决于3个维度下各项特征的向量值,还受到教师所在高校的科研水平、校企合作水平等因素的间接干预。

竞赛指导胜任力的间接干预因素为:一方面,源自教育系统内部不平衡的高校等级差异使其教师具有不平等的科研平台建设条件、科研经费给付水平和科研声誉信任程度;另一方面,源自经济社会发展不平衡的高校地区差异使其教师具有不均衡的产业信息丰裕度、市场动态敏感度及校企科研合作机会。综上,分别采用高校的等级和地区差异作为科研水平、校企合作水平等间接干预因素的替代变量,将其添加到竞赛指导胜任力的研究方法中,以揭示间接因素对胜任力的干预机制并明晰其持续改进方向。

### (四) 科技竞赛指导教师胜任力的SEM模型及其理论假说

根据上述分析可得,竞赛指导胜任力是不可直接观测的潜变量,将其设定为参赛者对3个维度下10项特征向量的应激反馈来综合表征,而胜任力特征与竞赛成绩之间也并非直接关联,还受到教师所在高校科研水平和校企合作水平的间接干预。为此,引入可处理潜变量及非直接因果关系的统计方法——结构方程模型(Structural Equation Modeling, SEM)<sup>[15]</sup>来建立竞赛指导教师胜任力的测量分析框架。

以竞赛选题、参赛作品、团队建设的特征量表作为指导教师胜任力自变量,以竞赛成绩作为指导教师胜任力的因变量,以指导教师所在高校的等级和地区差异作为中间干预变量,提出下列SEM模型的理论假说。

H1:等级越高的高校,在科研平台、学术交流等方面条件越好,进而对教师指导竞赛选题产生积极作用。

H2:等级越高的高校,在经费条件、软硬件设施等方面优势越大,进而对教师指导参赛作品产生

积极作用。

H3:位于经济越发达地区的高校,越处在社会消费需求活跃、新产品新技术广泛应用的市场环境中,其教师指导竞赛选题也会从中受益。

H4:位于经济越发达地区的高校,越处在社会创新需求强烈、产学研合作机会众多的企业环境中,其教师指导参赛作品也会从中受益。

H5:教师指导竞赛选题的能力越强,越有利于提高竞赛成绩。

H6:教师指导参赛作品的的能力越强,越有利于提高竞赛成绩。

H7:教师指导团队建设的能力越强,越有利于提高竞赛成绩。

根据以上理论假说,建立结构方程的测量模型。以基于竞赛体验的参赛者反馈作为指导教师胜任力特征向量的数据采集渠道,对以上7条理论假说逐一进行验证性因子分析,通过路径系数的显著性水平及数值解释因变量与特征向量及中间变量之间的结构关系,继而剖析不同维度的指导教师胜任力特征对竞赛成绩的影响作用及形成机制。

建立的结构方程模型如图1所示。

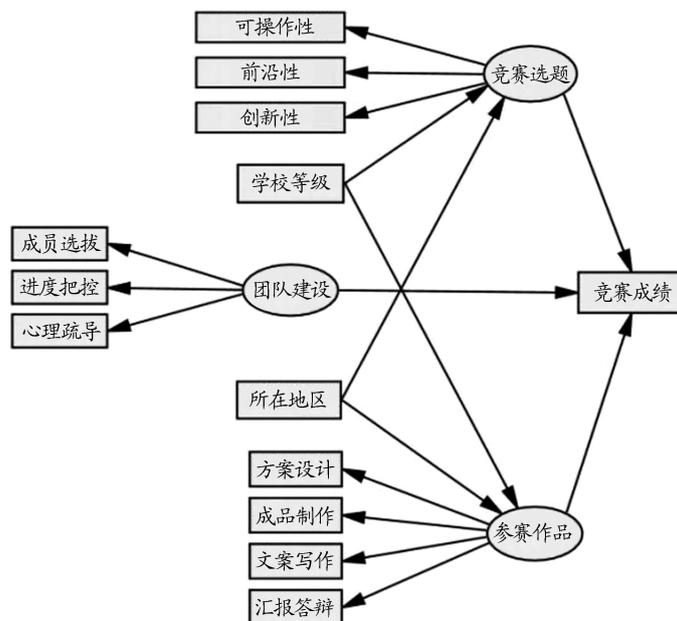


图1 大学生科技竞赛指导教师胜任力SEM模型

### 三、实证检验与结果分析

#### (一) 研究对象与数据获取

选择全国大学生交通科技大赛(以下简称交通科技大赛)为胜任力SEM模型的实证研究对象。该项赛事是中国交通运输行业的全国性、学术型顶级科技竞赛<sup>[16]</sup>,自2006年起已经连续举办了13届,在交通运输工程及与之相关的土木工程、机械工程、管理科学与工程等学科领域产生了重要影响。无论从规模和影响力,还是时间连续性上看,以交通科技大赛为样本,分析、检验胜任力SEM模型都是可行的。

针对上一章节建立的胜任力SEM模型编制调查问卷。问卷内容包括两部分:一是参赛时的学

生个人情况,包括参赛年份、成绩、所在学校等,除成绩按“国家级获奖”“省级获奖”和“其他”的选项录入外,其余均直接录入信息。二是学生对其指导教师胜任力特征向量的评价,包括竞赛选题、参赛作品、团队建设3个维度下共10个向量。评价值均按李克特五点量表的分值由受访者直接录入数据。2019年3月至5月,通过问卷星系统向历年已完成交通科技大赛的学生(含毕业生)发放调查问卷300份,回收有效问卷236份,回收率78.67%,覆盖68所高校。

通过对问卷信息的进一步整理,可得出研究所需的数据。首先,尽管世界一流大学和一流学科建设已被提到中国高等教育的议事日程<sup>[17]</sup>,但“985工程”和“211工程”经历20余年的建设,对中国高校科研实力的影响积累是长期的、深厚的。为此,仍沿用“985工程”和“211工程”作为高校等级划分依据,给进入“985工程”“211工程”建设序列的高校分别赋值3分、2分,其他高校则赋值为1分。其次,考虑到中国业已形成从沿海向内陆明显衰减的经济发展区域梯度格局<sup>[18]</sup>,采用国家统计局的东、中、西部划分标准作为高校地区差异的判定依据,给地处东部地区、中部地区、西部地区的高校分别赋值为3分、2分、1分。最后,确定交通科技大赛成绩的评分,国家级获奖为3分,省级获奖为2分,其他为1分。

综上,经问卷调查,完成了指导教师胜任力SEM模型的数据准备。

## (二) 数据分析及模型拟合

先对问卷析出的研究样本数据进行统计分析,在确保模型各个结构面通过相关检验的基础上,使用Amos 24.0软件对胜任力SEM模型进行验证性因子分析。

### 1. 信度检验

采用SPSS 23.0对研究数据进行信度分析,竞赛选题、参赛作品、团队建设维度的信度分别为0.823、0.875、0.869,均在0.7以上,说明问卷有较好的内部一致性,可进行后续分析。

### 2. 效度检验

KMO值与Bartlett球形检验的结果如表2所示。Bartlett检验的F值等于0.000,表示所收集到的胜任力评价数据来自正态分布总体。KMO检测值为0.816(>0.80),可初步认为适合作因子分析。

表2 KMO和巴特利特球形检验

KMO 取样适切性量数	巴特利特球形检验		
	近似卡方	自由度	显著性
0.816	1 174.926	45	0.000

用主成分分析法进行因子提取,采用凯撒正态化最大方差法旋转后提取3组因子,前3个因子所占的方差比重分别为29.010%、24.148%、22.403%,提取的3个公共因子的累计贡献率达到75.562%。表明这3个公共因子所包含的信息可涵盖绝大部分原始数据中的信息,因此由问卷析出的数据具有较好的建构效度。

### 3. 相关性分析

采用SPSS 23.0对数据进行相关性分析,见表3。3个自变量维度、2个中间变量及1个因变量的两两相关性都在0.01的显著水平上,且均为正相关。

### 4. 模型拟合度

通过卡方自由度比值( $X^2/DF$ )、近似误差均方根(RMSEA)、比较拟合指数(CFI、IFI)、常规拟合系数(NFI)、拟合优度(GFI)、调整拟合优度(AGFI)等几个指标验证胜任力SEM模型的拟合度,见表4。

表3 相关性分析

	竞赛选题	参赛作品	团队建设	学校等级	所在地区	竞赛成绩
竞赛选题	1					
参赛作品	.421**	1				
团队建设	.266**	.260**	1			
学校等级	.340**	.276**	.200**	1		
所在地区	.263**	.399**	.157**	.519**	1	
竞赛成绩	.357**	.396**	.227**	.214**	.304**	1

注: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

表4 模型拟合优度指标

拟合指标	判断标准	拟合值
X <sup>2</sup> /DF	<3	2.054
RMSEA	<0.08	0.067
CFI	>0.9	0.953
IFI	>0.9	0.953
NFI	>0.9	0.915
GFI	>0.9	0.928
AGFI	>0.9	0.890

结果显示,除 AGFI 略低于判断标准外,其余拟合值均达到判断标准,说明模型拟合度较好。

### 5. 理论假说检验

鉴于胜任力 SEM 模型与交通科技大赛的实证数据拟合良好,应用 Amos 24.0 对模型进行验证性因子分析<sup>[19]</sup>,其结构关系详见图 2。各因子间的标准化路径系数汇总于表 5,从中可见全部理论假说均在  $p = 0.01$  水平上显著,验证了假说 H1~H7。对于交通科技大赛的样本数据而言,其竞赛成绩与指导教师胜任力的 3 个维度均具有正相关关系,且正相关程度由大到小依次为参赛作品、竞赛选题、团队建设。此外,高校的等级与地区差异作为中间干预变量,也对胜任力维度的形成产生了不同的影响。

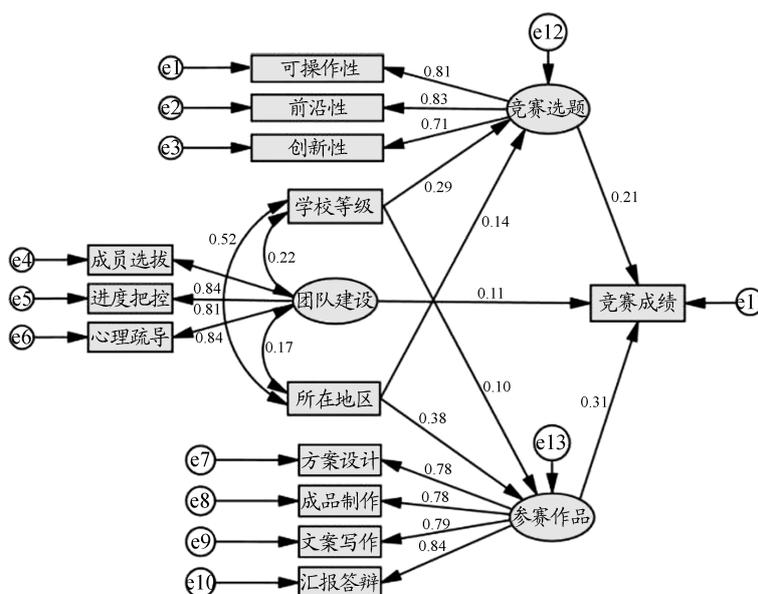


图2 指导教师胜任力的结构方程路径图

表5 胜任力 SEM 模型假说验证结果

假说	标准化路径系数	P 值	结果
H1	0.29	0.01	支持
H2	0.10	0.01	支持
H3	0.14	0.01	支持
H4	0.38	0.01	支持
H5	0.21	0.01	支持
H6	0.31	0.01	支持
H7	0.11	0.01	支持

在证实模型相关理论假说的有效性后,通过比较胜任力自变量和特征向量因变量、胜任力自变量和中间干预变量的标准化路径系数,进一步剖析其中的内在形成机制,在工程认证背景下探索科技竞赛指导教师胜任力持续改进路径。

### (三) 胜任力特征向量的直接影响机制及其持续改进路径

(1) 竞赛选题维度上,前沿性和可操作性向量的影响更为明显。假说 H5 成立证明了竞赛选题维度对胜任力的正向影响。其路径系数在 3 个维度中居中(0.21),说明选题是统领竞赛过程走向的航标。在该维度下,前沿性的路径系数(0.83)高于可操作性(0.81)和创新性(0.71),因为为基础学科多侧重于对原创性科学问题的长期深入探索与创新,工程学科侧重于在特定时间段基于特定认知条件创造性地解决相应的发展需求。两相比较,工程教育导向的科技竞赛具有更强的时效性特征,这就决定了前沿性对提高竞赛选题胜任力的贡献度比创新性更为明显。另外,不论何种类型的科技竞赛,都需将选题设置在学生可操控的范畴内,以确保竞赛成果由学生担纲完成。

特征向量持续改进的路径为:首先,应紧扣每一届比赛设定的主题和相关工程领域的前沿技术,探索热点需求并引领发展趋势,由此析出竞赛选题,力争形成突破点,彰显前沿性。其次,还应保证选题深度和广度符合参赛学生具备的知识范畴,具有可操作性。同时,应注意选题视角蕴涵独到的解决方法及特色鲜明的产出指向,具有一定的创新性。

(2) 参赛作品维度上汇报答辩向量的影响更胜一筹。假说 H6 成立证明了参赛作品维度对胜任力的正向影响。其路径系数在 3 个维度中最大(0.31),说明作品是凝结竞赛全部付出的结晶。在该维度下,汇报答辩的路径系数(0.84)明显高于其他向量(0.78、0.78、0.79)。原因在于:从设计方案探讨、材料工具操控到成品制作测试、研究报告撰写,竞赛相关的环节都可在相对宽松的时间段和非正式场景下完成。与之不同,现场竞赛环节既要在很短的时间内充分展示作品的特色与优势,还要在公开环境下现场回复评委及观众对作品的提问及质询。贯穿现场竞赛环节的紧张气氛和问答的随机性相互交织,使汇报答辩成为提高参赛作品胜任力的第一要务。

特征向量持续改进的路径为:首先应立足于现场竞赛环节的虚拟情境,对学生开展预备演练和即时指导,培养其随机应变的能力。在此基础上,针对现场实况帮助其充分展现作品的实用性和创新性,并围绕评委提问给出全方面多层次的解答。此外,在日常的参赛作品准备与制作中,亦需注重为学生理顺方案设计逻辑思路,点拨成品制作关键技术难题,并在文案写作中为其讲授学术道德规范和知识产权规定。

(3) 团队建设维度上成员选拔和心理疏导向量的影响相对较大。假说 H7 成立证明了团队建设维度对胜任力的正向影响。其路径系数在 3 个维度中最小(0.11),说明团队是竞赛组织的基础。在该维度下,成员选拔和心理疏导的路径系数持平(0.84)且略高于进度把控(0.81)。原因在于:科技竞赛的工作量较重,需要多人配合协作来完成任务;竞赛是具有研发攻坚性质的大学生课外活动,参赛学生遭遇挫折时易产生畏难、放弃等负面情绪。主动应对上述问题,积极帮助参赛学生走出困境,对提高团队建设胜任力大有裨益。相比而言,竞赛的组织章程已对各阶段工作的时间节点提前做出安排,督促团队按章程要求执行工作计划即可保证此方面的团队建设胜任力。

特征向量持续改进的路径为:既要建立公开公平公正的成员遴选与退出机制,更要根据竞赛方向或领域的要求对候选成员优中选优,以期扬长避短、形成合力,打造有竞争力的竞赛团队。团队开始工作后,还应充分关注成员的思想动态,定期进行团队技术交流与成员心理沟通,排解赛场顾虑,坚定完赛信心。此外,应根据竞赛章程把控团队的备赛和参赛时间进度。

#### (四) 胜任力中间变量的间接干预机制及其持续改进对策

(1) 高校等级是在竞赛选题维度上决定胜任力高低的主因。假说 H1 和 H2 同时成立,表明高校等级与胜任力的竞赛选题和参赛作品维度均有正向关联,而两者的路径系数差距较大,分别是 0.29 和 0.10,等级差距关系到竞赛选题方面胜任力差异的形成。

高校的等级越高,其教师可获得更多的科研经费支持和更好的科研平台条件,其在高水平实验室或研究基地内从事重大科研课题的丰富经历,必将有利于增强其参赛作品方面的指导能力。高校的等级越高,其教师亦将获得更加频繁和更高层次的学术交流机会,在与国内外知名专家和团队构建实质性合作关系的过程中不断开拓科技视野、丰富研究思路,而通过科技竞赛的选题指导,广博的科技视野和系统的研究思路又可从指导教师传播给每一位参赛学生,从而引导他们走上创新创业道路。因此,高校等级对教师竞赛选题方面的指导能力贡献显著。

(2) 高校的地区差异是在参赛作品维度上决定胜任力高低的主因。假说 H3 和 H4 同时成立,表明高校地区差异与胜任力的竞赛选题和参赛作品维度均有正向关联。两者的路径系数差距较大,分别是 0.14 和 0.38,说明地区差异更多影响参赛作品方面的胜任力。

一方面,高校所在地区的经济越发达,其教师将身处新的产品技术和服务模式越先得以推广应用的市场供求环境之中,这从广义上有助于提升教师的创新创业敏感度,并汲取相关经验和信息,进而增强竞赛选题指导能力。同时,科技竞赛有较为明确的专业领域范围,超范围的经验和信息对于竞赛选题的启迪是有限的。另一方面,高校所在地区的经济越发达,其教师亦处于产业竞争倒逼产学研合作与自主创新浪潮越发踊跃的企业生存环境之中,这意味着他们可从众多的对口企业获得与专业范畴高度契合的委托课题。如此一来,教师可基于校企合作途径准确把握专业领域的产品研制趋势和科技成果产业化方向,进而增强对参赛作品的指导能力。综上,高校的地区差异对教师指导参赛作品胜任力的贡献显著。

(3) 科技竞赛指导教师胜任力的长期持续改进对策建议。从竞赛选题维度上看,源自高校等级差异的学术交流频次是凝练胜任力的关键。当前中国高等教育顶层设计已提出一流大学和一流学科学的动态管理方略,高校的等级升降通道正逐步打开,高等教育领域的国际国内交流大环境将变得更加开放和公平。在此背景下,工科院校应把教师的学术交流支持体系与竞赛指导胜任力塑造体系有机联系,制定具体对策统筹考虑学术交流的目标方案与竞赛选题的任务要求,以指导教师学术

阅历和科研视野的提升促进其竞赛选题胜任力的持续改进。

从参赛作品维度上看,源自高校地区差异的校企合作机会是凝练胜任力的关键。在国家一系列区域协调发展的政策下,工科院校应制定校企合作“走出去”的对策方案,优化教师队伍的工程实践能力,中西部地区院校应积极与东部地区企业合作,东部地区院校可尝试与境外优质企业合作。总之,让教师到更加充分的企业竞争与更加高效的生产实践中发挥聪明才智、积累经验技能,方能持续改进其科技竞赛指导胜任力。

## 四、结语

第一,科技竞赛指导教师的胜任力是不可直接观测的潜变量。在以学生为中心、以综合实践能力为成果导向的视角下,由竞赛选题、参赛作品、团队建设3个维度下的10项胜任力特征向量共同构成,而胜任力维度与竞赛成绩间的关联又受到指导教师所在高校等级和地区差异的干预作用。

第二,基于交通科技大赛样本数据的实证分析验证了胜任力SEM模型全部理论假说,揭示了胜任力高低的基本形成机制。在特征向量的直接影响上,前沿性、可操作性对竞赛选题维度影响更为显著,汇报答辩对参赛作品维度的影响突出,成员选拔和心理疏导对团队建设维度的影响较大。在中间变量的间接干预上,竞赛选题维度上主要取决于高校的等级差异,参赛作品维度上则主要取决于高校的地区差异。

第三,指导教师胜任力的持续改进可从不同层面入手。在短期的竞赛指导绩效层面,通过规则解读、师资培训等手段,引导教师充分理解并有效应用胜任力特征向量的持续改进路径。在长期的高校内涵建设层面,以指导教师学术阅历和科研视野的提升促进其竞赛选题胜任力的持续改进,以指导教师应对企业竞争与生产实践的技能积累促进其作品研制胜任力的持续改进。

由于大学生科技竞赛种类繁多、不同类型竞赛的特点也不尽相同,后续还需应用结构方程的建构方法对其他类别的科技竞赛开展相应的胜任力研究,以期不断修正和完善胜任力的测量维度和形成机制,并为达成工程教育认证的毕业要求和培养目标添砖加瓦。

### 参考文献:

- [1] 顾学雍. 联结理论与实践的CDIO——清华大学创新性工程教育的探索[J]. 高等工程教育研究, 2009(1): 11-23.
- [2] 张文雪, 王孙禺, 李蔚. 高等工程教育专业认证标准的研究与建议[J]. 高等工程教育研究, 2006(5): 22-26.
- [3] Memon J A, Demirdögen R E, Chowdhry B S. Achievements, outcomes and proposal for global accreditation of engineering education in developing countries[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2009, 1(1): 2557-2561.
- [4] 陈利华, 赵津婷, 姚立敏, 等. 基于《华盛顿协议》的高等工程教育的探索与实践[J]. 中国大学教学, 2017(10): 50-54.
- [5] 安勇. 工程教育专业认证改进工作质量提升的深度思考[J]. 中国高等教育, 2018(23): 38-40.
- [6] 温秀兰, 孙来业, 邵祥兵, 等. 科技竞赛推进工程教育专业认证[J]. 电气电子教学学报, 2017, 39(1): 6-8.
- [7] 曾武华, 王逢朝, 杨焱, 等. 工程教育理念下的结构设计竞赛研究[J]. 高教学刊, 2017(7): 63-65.
- [8] 吴述金. 浅谈对美国大学生数学建模竞赛的指导[J]. 大学数学, 2016, 32(5): 45-48.
- [9] McClelland D C. Testing for competence rather than for “intelligence” [J]. The American Psychologist, 1973(28): 1-14.
- [10] Williamson O E. Strategy research: governance and competence perspectives[J]. Strategic Management Journal, 1999, 20(12): 1087-1108.
- [11] 祁艳朝, 于飞. 高校教师胜任力模型的思考[J]. 黑龙江高教研究, 2013, 31(9): 43-46.
- [12] 赵忠君, 牛帆. 高校青年教师胜任力模型对关联绩效的预测——以长株潭地区为例[J]. 长春大学学报, 2018, 28(10): 58-65.

- [13] 罗秋雪,高超民. 应用型高校教师胜任力模型研究[J]. 未来与发展,2019,43(4):84-88.
- [14] 孙晶,张伟,崔岩,等. 工程教育专业认证的持续改进理念与实践[J]. 大学教育,2018(7):71-73.
- [15] Macho S, Ledermann T. Estimating, testing, and comparing specific effects in structural equation models: The phantom model approach[J]. Psychological Methods, 2011,16(1): 34-43.
- [16] 袁璞. 基于交通科技大赛的交通工程课程教学思考[J]. 科技创新导报,2018,15(8):213-214.
- [17] 童锋,夏泉,曹艺凡. “双一流”视阈下中国研究型大学科研培育机制改革的逻辑起点[J]. 科技管理研究,2018,38(14):100-104.
- [18] 樊杰,洪辉. 现今中国区域发展值得关注的问题及其经济地理阐释[J]. 经济地理,2012,32(1):1-6.
- [19] 尹希果,许岩. 基于SEM的大学生村官胜任力影响因素研究[J]. 软科学,2011,25(8):108-114.

## Competency of guiding teachers of technology competitions toward engineering education accreditation

ZHANG Qi<sup>a,b</sup>, DING Xin<sup>a</sup>, WANG Qiuping<sup>a,b</sup>

(*a. Department of Transportation in School of Civil Engineering; b. National Experimental Teaching Center for Civil Engineering Virtual Simulation, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, P. R. China*)

**Abstract:** Engineering education accreditation is considered fundamental reforming orientation to the institutional constructions of talent cultivation for engineering majors, while technology competitions for college students are also considered important approaches to achieve the educational objectives and graduation demands under engineering education accreditation. On the understanding that guidance to technology competitions is dealt with in light of the 3 core ideas of engineering education accreditation, including student-centered, comprehensive ability outcome-based and continuous quality improvement, the structural equation model (SEM) of the competency of guiding teachers is established with competency concepts and principles. Moreover, assumptions of SEM model are proved and formation mechanisms of the competency of guiding teachers are analyzed through a case study of NACtranS. It is suggested that the competency of guiding teachers is consisted of 3 dimensions, including topic selecting, works producing and team managing. While there are 10 characteristic vectors related to the 3 dimensions and 5 of them have more obvious direct influence on these dimensions. The hierarchical differentiation and regional differentiation of colleges are the main reasons for topic selecting performances and works producing performances of guiding teachers through indirect interference of intermediate variable. Countermeasures to improve the competency continuously can be raised by both effects achieving in the short time and connotation constructing in the long run.

**Key words:** engineering education accreditation; technology competitions; competency of guiding teachers; SEM model; NACtranS

(责任编辑 周沫)