

DOI:10.19834/j.cnki.yjsjy2011.2026.02.10 CSTR:32289.14.yjsjy2011.2026.02.10

卓越工程师核心素养培养的供需契合度如何?

——一项基于企业和教师视角的混合研究

刘怡,肖银泰

(西北工业大学 高等教育研究中心,西安,710072)

摘要:基于14177份企业人员问卷和15份教师访谈数据,从知识、技能和能力三个维度对卓越工程师36种核心素养的供需契合度进行了分析,根据需求度—契合度二维四象限模型,将其核心素养划分为核心适配型、未来潜能型、双维滞后型、战略瓶颈型四种类型。调查发现,研究生所具备的卓越工程师核心素养实际水平尚难以满足企业需求。他们基础知识扎实,但复杂知识整合不足;实践技能较为薄弱,沟通协作素养欠缺;创新能力存在短板,高阶思维有待提升。提高卓越工程师核心素养培养的供需契合度,要打破传统学科边界,构建系统集成的知识体系;深化校企协同育人,以真实情境培养研究生的实践技能和沟通协作素养;改革教学模式和评价方式,提升研究生的高阶思维和创新能力。

关键词:卓越工程师;核心素养;供需契合度;混合研究

中图分类号: G643

文献标识码: A

文章编号: 2095-1663(2026)02-0070-09

一、问题提出

党的二十届三中全会强调,加快建设国家战略人才力量,着力培养造就卓越工程师^[1]。当前全球科技创新进入空前活跃期,新一轮科技革命与产业变革正在重塑国际竞争格局。加快培养卓越工程师是新形势下主动应对国内外环境变化、构建发展新格局、把握战略主动的重要抓手。学界对卓越工程师培养的通用标准、课程体系、教学模式、教材建设、质量保障等进行了丰富的研究。在卓越工程师培养的高校供给与企业需求方面,有学者抓取企业工程师的招聘信息以及高校工程专业的培养目标,运用文本分析法,比较高校供给侧与企业需求侧对于卓越工程人才素养的认知需求差异^[2]。还有学者通过访谈调查用人单位和学位点负责人,系统考察工程

专业学位研究生综合能力的供需适配结构及其高影响要素^[3]。他们的研究结论均印证了当前“就业难”与“用工荒”并存的现实,即高校培养出的人才与工程实践相脱节,工科研究生的素养结构无法与用人单位的现实需求相匹配。这不仅导致研究生难以实现高质量充分就业,还致使新质生产力发展和现代化产业体系建设缺乏坚实的人才支撑。

基于此,本研究采用混合研究设计中的解释性时序设计方法,分析研究生层次卓越工程师的核心素养培养问题。在这一层次的人才培养中,硕士阶段培养的目标应是设计工程师和生产工程师两种类型,博士阶段培养的目标既可以是面向大型工程项目的研发工程师,也可以是从从事工程科学技术研究的研究者^[4]。据此,本研究将卓越工程师定位于研发设计型工程师,探究卓越工程师核心素养的企业需求与研究生实际水平之间的契合度,识别卓越工程

收稿日期:2025-07-10

作者简介:刘怡(1988—),女,湖北武汉人,西北工业大学高等教育研究中心副教授,教育学博士。

肖银泰(2001—),男,河南南阳人,西北工业大学高等教育研究中心硕士研究生。

基金项目:国家社会科学基金教育学西部项目“面向国家战略腹地建设的西部卓越工程师共生培养机制与路径研究”(XIA250358)

师核心素养培养的供需契合缺口,进而提出改进策略,以期为我国提升卓越工程师培养质量、构筑科技人才供给与产业实际需求相匹配的人才培养体系提供参考和借鉴。

二、研究方法与过程

(一)解释性时序设计

1. 设计逻辑

本研究采用混合研究方法中的解释性时序设计^[5,6],即先通过大规模的企业问卷调查得出定量研究结果,再对工科教师和教育学研究者进行访谈,通过分析访谈资料来解释定量研究的发现。采用这种设计思路是因为,一方面,企业是人才需求方,其作为工程实践的“局内人”,对卓越工程师核心素养重要程度和研究生实际水平的评价具有客观性和代表性。因此,选择企业人员作为定量研究的问卷调查对象,通过标准化问卷对卓越工程师核心素养的供需匹配情况进行大规模调查,可以保证调查数据真实、有效。同时,定量结果可以转化为直观的核心素养供需契合度的数值,为后续定性研究设计提供“问题锚点”。另一方面,工科教师是卓越工程师培养的主体,对研究生的知识掌握、技能提升、能力发展具有丰富的指导经验,而教育学研究者可以为这些情境性经验提供理论解释和规律分析,这些信息都难以从企业获得,也无法通过定量数据来呈现。因此,选择工科教师和教育学研究者作为定性研究的访谈对象,获取卓越工程师核心素养培养的质性资料,为定量的研究发现提供学理阐释。

2. 具体流程

解释性时序设计分为四个步骤:首先,编制卓越工程师核心素养调查问卷,对企业人员进行大规模问卷调查,得出初步的定量研究发现;其次,筛选定量研究结果中有价值的发现,确定需要进一步阐释的问题;再次,根据上述问题,设计访谈提纲,对工科教师和教育学研究者开展访谈;最后,通过定性研究结果深入阐释定量研究发现,形成研究结论。在整个研究过程中,以卓越工程师核心素养培养的供需契合度分析为主线,保证资料整合的逻辑一致性。

(二)定量研究过程

1. 问卷设计

在问卷设计方面,主要借鉴了美国工程教育协会(American Society for Engineering Education,

ASEE)2013年发布的研究报告《工程本科教育转型报告之一:综合和集成行业视角》^[7]。对其归纳出的36种工程师应该具备的核心胜任力进行概念化和类属化,其后,在咨询专家意见的基础上,对问卷题项进一步优化,最终确定由10种知识(表3)、13种技能(表4)和13种能力构成(表5)的卓越工程师核心素养。根据调整后的核心素养构成要素,编制了《卓越工程师核心素养培养与需求调查问卷》。问卷采用李克特六级计分法,针对卓越工程师核心素养培养的供需契合度展开调查。

2. 信效度检验

首先,对问卷整体及各维度进行信度分析,发现各维度的Cronbach α 系数均在0.90以上,问卷整体的Cronbach α 系数高达0.984,说明分量表和总量表均具有非常好的内部一致性。其后,进行项目分析,结果表明,36个核心素养构成要素CR值均达显著且相关,因此,所有题项均予以保留。最后,对问卷进行探索性因子分析,发现KMO值为0.987,Bartlett球形检验显著性水平达到要求($P < 0.001$),说明数据具有良好的结构效度。

3. 问卷发放与回收

2023年12月,在国家国防科工局科技委员会人才领域组的支持下,课题组利用整群抽样的方法,从中国航空工业集团有限公司、中国航空发动机集团有限公司、中国船舶集团有限公司、中国核工业集团有限公司等十大军工集团的企业人员中选择5种岗位、共40000人作为样本。其后,运用网络问卷调查和纸质问卷调查的方式,进行了为期三周的调查。最后,共有14539名企业人员完成了调查,问卷回收率为36.35%。经过严格的数据清洗,最终得到的研究样本有14177人,有效问卷率为97.51%,样本构成情况见表1。

4. 数据分析方法

契合理论最早起源于心理学领域,Edwards将其应用于管理学,提出了“能力—需求契合模型”^[8],用来计算员工所具备的能力素质与企业需求之间的吻合度。本研究从用人单位的视角,调查企业人员对卓越工程师核心素养的重视程度以及研究生的素养水平,进而分析研究生的核心素养培养与用人单位的实际需求是否契合,故“能力—需求契合模型”对本研究具有适用性。此外,企业人员对卓越工程师核心素养的重视程度实际上反映了企业对这种素养的需求度,所以本研究在计算时用重视程度指代

企业需求。

$$D = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - T_i)^2 / 6}$$

$$F = 1 - D$$

图 1 卓越工程师核心素养培养供需契合度的计算公式

表 1 样本分布情况

		人数	占比(%)
性别	男	10637	75.03
	女	3540	24.97
年龄	30岁及以下	3696	26.07
	31~40岁	5224	36.85
	41.50岁	3561	25.19
	51~60岁	1676	11.82
	61岁及以上	20	0.14
岗位类型	领导班子成员	436	3.08
	人力资源类	1024	7.22
	生产研发类	9816	69.24
	后勤或党建类	997	7.03
	其他	1904	13.43
所在单位	中国核工业集团有限公司	2276	16.05
	中国航天科技集团有限公司	21	0.15
	中国航天科工集团有限公司	142	1.00
	中国航空工业集团有限公司	1795	12.66
	中国船舶集团有限公司	2719	19.18
	中国兵器工业集团有限公司	2161	15.25
	中国兵器装备集团有限公司	2017	14.23
	中国电子科技集团有限公司	724	5.11
	中国航空发动机集团有限公司	2302	16.24
	中国电子信息产业集团有限公司	20	0.14

卓越工程师核心素养培养供需契合度的计算公式如图 1 所示。其中, S_i 是研究生核心素养的真实水平得分, T_i 是企业人员对核心素养重视程度(需求程度)得分, n 代表样本数。由于问卷采用李克特六级计点法, 因此 S 与 T 差的平方和均值在 0~36 之间, 对其进行标准化处理, 开平方根之后除以 6 (得分最大值) 得到二者的差异度 D 。用 1 减去 D , 获得卓越工程师核心素养供需契合度 F , F 越大, 研究生实际水平与企业需求的契合度就越高。同时,

参考已有供需契合度的研究^[9,10], 将 50% 和 80% 作为衡量契合度高低的键值。 F 值在 50% 以下, 说明研究生水平与企业需求出现了重大偏差; F 值在 50%~80% 之间, 说明二者处于中度契合状态; F 值大于 80%, 则处于高度契合状态。

(三) 定性研究过程

本研究运用半结构化访谈的方法收集质性资料, 对定量研究的发现进行深入分析。在选择研究对象时, 利用目的抽样和滚雪球抽样, 选择来自 5 所一流大学的 8 位工科研究生导师(编号 A01~A08)、4 位教育学研究者(编号 B01~B04)作为访谈对象(见表 2)。抽样时充分考虑了专业类型、研究方向、年龄结构等因素, 努力实现研究对象的差异性和多样化。^[11] 围绕“高校对卓越工程师核心素养的培养情况、工科研究生核心素养的掌握水平、影响工科研究生核心素养发展的主要因素、企业最重视的核心素养”等问题, 对每位老师进行深度访谈, 每次访谈时间为 80~100 分钟。为保证研究成果的真实性和准确性, 在访谈开始前, 均征得受访者同意, 对所有访谈资料进行录音, 并在事后进行逐字转录, 最终获得 20 万字的质性文本。

表 2 受访对象基本信息

编号	性别	年龄	职称	专业大类
A01	男	50	教授	能源动力类
A02	女	48	副教授	计算机类
A03	女	59	教授	海洋工程类
A04	男	49	教授	软件工程类
A05	男	49	教授	力学类
A06	女	55	教授	电气类
A07	男	73	教授	自动化类
A08	男	44	副教授	化工与制药类
A09	男	43	教授	计算机类
B01	男	59	教授	教育学类
B02	男	80	教授	教育学类
B03	男	62	教授	教育学类
B04	男	63	教授	教育学类

三、研究发现

(一) 工科研究生核心素养的总体状况

整体而言, 企业对卓越工程师核心素养的需求

度很高(5.18),但他们认为毕业生对这些核心素养的掌握水平只是比较好(4.66)。可见,工科研究生核心素养的总体水平相较于用人单位的需求仍有待提高,这对高校进一步优化卓越工程师核心素养的培养模式提出了新的要求。如受访者 B01 提到:“中国拥有世界上规模最大的工程师队伍,但工程师的培养还没有与社会需求相结合,很多高校都在‘闭门造车’。”

(二)卓越工程师 10 种知识的供需契合度分析

调查发现,10 种知识的平均供需契合度为 81.86%,说明工科研究生知识学习和掌握的实际水平与企业需求处于一种中高度的契合状态。在 10 种知识中,数学、物理、化学与工程科学的基础知识的供需契合度(83.92%)和实际水平(5.00)均位列 36 种核心素养的首位,这体现出卓越工程师普遍具备扎实的知识基础,很好地满足了工程实践对于基础知识掌握的要求。而供需契合度排名最低的三种知识依次是冲突解决知识(79.62%)、公共安全知识(80.31%)和系统集成知识(80.38%)。

表 3 卓越工程师 10 种知识的供需契合度

	需求得分	实际水平得分	差异度 (%)	契合度 (%)
数学、物理、化学与工程科学的基础知识	5.26	5.00	16.08	83.92
系统集成知识	5.22	4.66	19.62	80.38
道德、诚信和科技责任知识	5.35	4.90	17.63	82.37
信息技术知识	5.17	4.80	16.68	83.32
网络安全知识	5.09	4.71	17.30	82.70
与设计相关的知识	5.24	4.77	18.09	81.91
冲突解决知识	5.15	4.54	20.38	79.62
公共安全知识	5.03	4.52	19.69	80.31
广泛的文化知识	4.60	4.43	17.49	82.51
经济和商业知识	4.60	4.34	18.44	81.56

访谈发现,应该辩证看待基础知识的价值。一方面,要重视其对工程实践能力的支撑作用,正如受访者 A09 所言:“工程师只有具备非常扎实的数理化知识,才能在工作中厚积薄发。”另一方面,要认识到工程活动对工程师的需求是以能力为导向的,应警惕工程教育中知识传授对能力培养的遮蔽。受访者 B02 表示:“对工程师来说,能力是最重要的,知

识是为能力服务的。”受访者 A05 也强调:“很多研究生应试的压力太大,课程学习的任务太重,缺乏必要的思维训练。”值得注意的是,供需契合度较低的冲突解决知识和系统集成知识,是以问题解决为目标、整合多学科多领域知识而形成的复杂知识。这些知识可以帮助研究生“把科学理论和经验知识结合起来,把人对客观事物的星星点点知识综合集中起来,从系统观点、应用系统方法去研究客观世界。”^[12]受访者 B01 也认为:“未来的工程师不能只拘泥于专业知识,要具备多学科、跨学科、超学科的知识结构。”但从调查来看,目前研究生知识结构的宽度和厚度均有待扩展。

(三)卓越工程师 13 种技能的供需契合度分析

数据分析发现,13 种技能的平均供需契合度为 80.45%,略低于知识维度的平均契合度,勉强达到中高度契合水平。具体而言,供需契合度排名后三位的技能分别是识别、处理和解决工程问题(78.31%)、系统思维(78.49%)和有效沟通(78.91%)。值得关注的是,这三种技能同样也是 36 种核心素养中供需契合度最低的三种,是提高卓越工程师核心素养培养供需契合度过程中需优先解决的突出问题。

进一步访谈发现,高校对工科研究生的培养出现了“工科理科化”倾向,没有很好地通过科研育人、项目育人、型号育人来提高研究生的实践技能。受访者 B02 表示:“研究生在校时,理论课学习比较多,应用技能的学习较少,到工作岗位后,通常要接受一两年的培训才能上手。”受访者 A01 也提到:“有些导师科研项目很少,只能基于论文给研究生定一个选题,这不是真正的工程实践问题。”此外,工程实践经历的缺乏也进一步导致了研究生系统思维的供需契合度较低。从培养规律来看,研究生系统思维和全局观念的培养主要通过工程实践和型号任务而实现,正如受访者 A04 所言:“解决复杂工程问题,要具有从多维度进行分析的系统思维能力。这不是读书能读出来的,要通过广泛参与各种领域的工程实践,不断积累,才能形成。”

对于有效沟通这一软技能,企业的需求度同样很高(5.47),在 36 种素养中排名第 3,仅次于将工程科学知识应用于实践(5.56)以及识别、处理和解决工程问题(5.53)。这反映出工程领域复杂产品系统的研究需要来自多学科、多领域成员的分工合作,通过沟通交流,直面问题、解决分歧,进而实现创新。

受访者 B03 强调了企业对工程师沟通能力的高度需求:“工程实践是跨领域的合作与交流,工程师要用简单的方式,向不同学科领域的人高效传递有效信息。”

表 4 卓越工程师 13 种技能的供需契合度

	需求得分	实际水平得分	差异度 (%)	契合度 (%)
将工程科学知识应用于实践	5.56	4.79	20.69	79.31
识别、处理和解决工程问题	5.53	4.72	21.69	78.31
有效地优先排序和时间管理	5.37	4.71	19.90	80.10
批判性思维	5.09	4.61	19.12	80.88
数据技能 (数据解读与可视化)	5.20	4.73	17.32	82.68
使用新技术、技能和现代工程工具	5.32	4.79	18.03	81.97
系统思维	5.39	4.62	21.51	78.49
有效沟通	5.47	4.70	21.09	78.91
以应用为基础的研究和评估	5.21	4.64	18.72	81.28
创造愿景和谋划未来	5.06	4.59	18.00	82.00
项目管理 (计划、调度、预算等)	5.11	4.51	20.06	79.94
指导技能	4.99	4.46	18.77	81.23
领导力	4.91	4.38	19.24	80.76

(四)卓越工程师 13 种能力的供需契合度分析

研究发现,13 种能力的平均供需契合度为 81.45%,略低于 10 种知识的平均契合度,总体上处于中高度契合的状态。契合度排名最后的三种能力分别是:创新能力(80.22%)、创造力(80.40%)、团队协作和在多学科团队工作的能力(80.72%)。可见,在企业看来,工科研究生迫切需要提高创新创造能力和团队协作能力。

深入剖析其背后原因,一方面,工科研究生培养存在“重论文轻实践”的弊端,培养过程过于重视理论知识学习和学术论文产出,在国家战略需求领域的工程实践历练相对不足。受访者 B01 提到:“卓

越工程师不能满足于只写一篇‘纸上谈兵’的论文,一定要做一些改变人们看法和思维的发明创造。”受访者 A01 也强调:“国家卓越工程师学院研究生的创新是在国家急需领域里的创新和创造,这是 we 和一般创新创造的区别。”另一方面,学校没有为工科研究生提供充分的团队合作机会,对他们沟通能力、情商等软技能的培养也以通识课程为主,形式比较单一,成效有待提升。受访者 B02 提到:“学校很多的课程和活动都是观众型的,学生只是观众,没有在参与、互动的过程中去深化、提升这种团队合作能力。”

表 5 卓越工程师 13 种能力的供需契合度

	需求得分	实际水平得分	差异度 (%)	契合度 (%)
自我驱动和激励的能力	5.41	4.78	18.78	81.22
好奇心和持续学习的渴望	5.37	4.80	18.14	81.86
创新能力	5.38	4.69	19.78	80.22
创造力	5.33	4.66	19.60	80.40
灵活性和适应快速变化的能力	5.32	4.73	18.26	81.74
团队协作和在多学科团队工作的能力	5.42	4.75	19.28	80.72
良好的个人和专业判断力	5.32	4.76	17.96	82.04
处理歧义和复杂性的能力	5.24	4.61	19.23	80.77
技术直觉和元认知能力(自觉性、能动性的反思认知能力)	5.18	4.64	17.84	82.16
创业能力	4.86	4.46	17.50	82.50
冒险能力	4.88	4.52	17.72	82.28
所有权和负责的能力	5.17	4.63	18.87	81.13
情商	5.16	4.69	18.18	81.82

(五)卓越工程师核心素养的需求度—契合度分析

将 36 种核心素养的需求得分作为横坐标,契合度得分作为纵坐标,分别以二者的平均值作为坐标

轴,建立一个二维四象限的散点图,将核心素养需求度和契合度的关系进行可视化呈现(见图1)。结果

发现,36种知识、技能和能力可划分为以下四种类型。

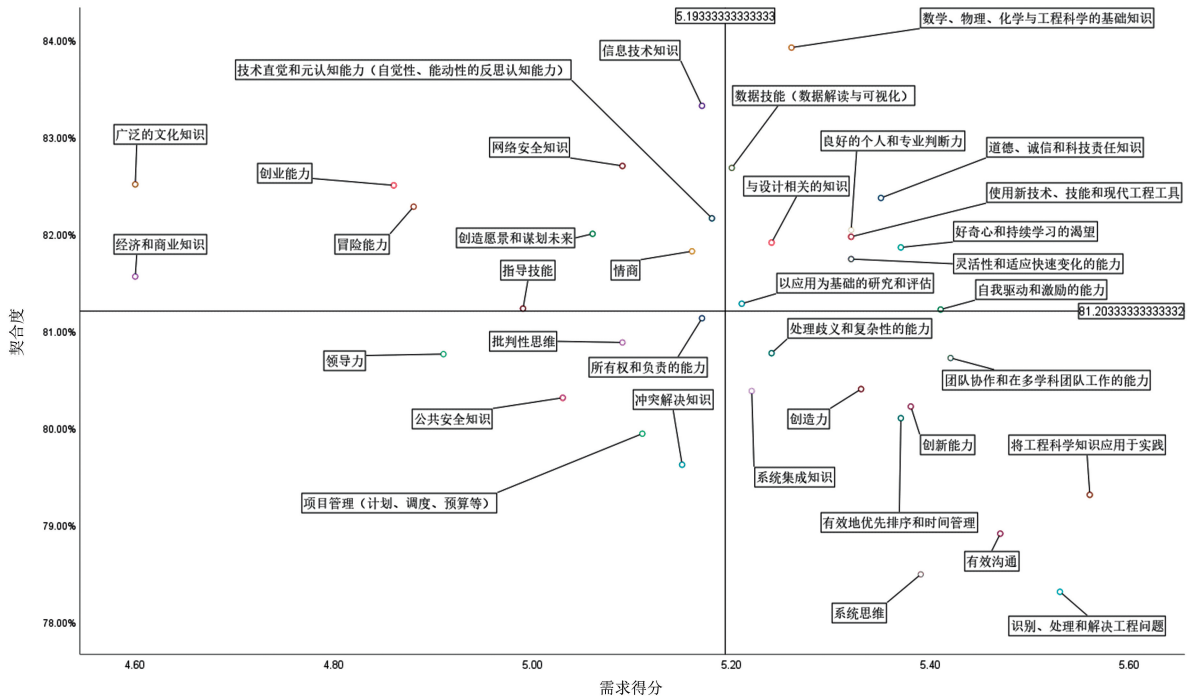


图1 36种核心素养的需求度—契合度分析图

1. 核心适配型

位于第一象限的10种知识、技能与能力是“高需求—高契合”的核心适配型素养,即企业对其有较高的需求,研究生的掌握水平也较高。这10种素养主要包括基础知识、数据技能以及自我驱动和激励的能力等,它们既体现出企业对卓越工程师核心素养的重点需求,也反映出当前研究生在核心素养培养上的适配性优势。高校要在保持供需高度适配的基础上,厘清其契合机理,为契合度较低的核心素养培养提供借鉴。

2. 未来潜能型

位于第二象限的10种知识、技能与能力是“低需求—高契合”的未来潜能型素养,当前企业对这类素养的需求偏低,但研究生的掌握水平比较好地满足了企业需求,具备向核心适配型素养转化的潜能。对于这类素养,一方面,要认识到由于文化知识、经济和商业知识、创业能力等素养普遍不具备硬技术的价值,因此不是企业的核心需求。高校可以采取在线课程、课后实践等更加灵活的教学方式,在保障培养质量的同时,适当降低这类非核心需求素养的培养成本。另一方面,应保持一定的前瞻性,对于信息技术知识和网络安全知识等与数字化密切相关的前沿知识,要看到其潜在的应用价值,适度超前储

备,帮助研究生提前掌握应对未来产业变革需求的数字能力。

3. 双维滞后型

位于第三象限的6种知识、技能与能力是“低需求—低契合”的双维滞后型素养,企业对这些素养的需求相对较低,研究生的实际掌握水平也偏低,难以满足企业的需要。要客观看待这些素养,突破功利逻辑来评判其价值。以公共安全知识、所有权和负责的能力为例,对企业而言,这些素养的重要性远低于“硬知识”(hard knowledge)、“软技能”(soft skill)和“巧能力”^[13](smart ability)的显性价值。对研究生而言,它们既不是学业考察的重点,更不是自主探索的兴趣点,在繁重的学习压力下,研究生很难主动提升这类素养。但是,工程安全与伦理是卓越工程师不可或缺的素养,这种素养的掌握程度直接关系到工程的公共利益和安全保障。开展工程伦理教育可以助力各类实际工程在伦理安全和道德安全的双重标准约束下有效开展,是现代工程教育的重中之重^[14]。

4. 战略瓶颈型

随着战略性新兴产业的不断发展和我国经济结构不断优化升级,人才供需不匹配的问题愈发凸显^[15]。位于第四象限的10种知识、技能与能力正

是“高需求—低契合”的战略瓶颈型素养,企业对其需求程度较高,但研究生的掌握水平难以契合企业需求。具体包括:系统集成知识,系统思维,将工程科学知识应用于实践,识别、处理和解决工程问题,有效地优先排序和时间管理,有效沟通,创新能力,创造力,团队协作和在多学科团队工作的能力,处理歧义和复杂性的能力。可见,整体而言,系统思维不足、实践能力欠缺、创新能力不强是我国高校工科研究生普遍存在的问题,也是当前卓越工程师培养中应着力补齐的短板。高校应面向产业需求,加强对卓越工程师战略瓶颈型素养的培养,提高其支撑产业发展的能力,实现卓越工程师核心素养培养与用人单位需求的同符合契。

四、结论与启示

(一)结论

研究发现,研究生所具备的卓越工程师核心素养实际水平尚难以满足企业需求,二者的平均供需契合度为 81.15%,差异度为 18.85%,且每一种核心素养的掌握水平平均得分都低于企业需求的平均得分,总体上仍存在明显的偏差。这种偏差集中体现为卓越工程师在知识整合广度、实践技能强度、创新能力高度、高阶思维深度上的结构性短板。

1. 研究生的基础知识扎实,但知识整合能力不足

研究生具备扎实的基础知识,他们的数学、物理、化学和工程科学的基础知识在实际水平和供需契合度上都位居 36 种核心素养的首位,为开展工程实践积累了坚实基础。但是,他们在冲突解决知识和系统集成知识方面的供需契合度较低,这两种复杂性知识都是以问题解决为导向的跨学科知识。这体现出卓越工程师的知识体系尚未突破单一学科边界,多学科知识的高质量交叉整合能力仍有待提升。

学科范式隔离和课程资源匮乏是造成工科研究生知识整合能力不足的重要原因。一方面,不同学科由于研究对象、研究角度、研究方法以及研究载体不同,各自形成相对独立封闭的知识体系^[16],工科研究生作为正在成长中的年轻学者,专注自身专业学习时,难以跨越范式藩篱,灵活运用不同学科的知识。另一方面,交叉学科特有的知识体系尚未建立,高校很难在短时间内开发出符合交叉学科学生所学专业课程资源^[17],使得课程这一人才培养的基本

载体未能充分发挥作用,难以支撑研究生形成交叉融合的系统集成知识。

2. 研究生的实践技能较为薄弱,沟通协作素养缺乏

在 36 种核心素养中,“识别、处理和解决工程问题”“将工程科学知识应用于实践”的供需契合度分别排名倒数第一和倒数第四,反映出研究生难以将所学的理论知识有效转化并运用于工程实践,陷入了“纸上谈兵”困境。同时,他们在有效沟通和团队协作上的供需契合度也相对较低,难以满足企业开展复杂产品系统研究的需要。

究其原因,从教师的角度而言,他们在求学期间普遍缺乏工程实践经历,现有学术评价体系又把论文发表作为高校教师晋升的主要标准^[18],使得部分工科教师在入职后对参与工程实践活动、开展产学研合作缺乏兴趣,这既造成了教师自身与产业前沿需求的脱节,又无法对研究生进行有效的实践指导,研究生自然也难以提升实践技能。此外,研究生也缺乏深度参与工程实践情境的体验,学术学位研究生无强制实习实践要求,而专业学位研究生普遍存在走马观花式实习^[19],实践教学也脱离真实生产一线,只满足了工程硕士的认知与知识需求,却偏离了工程实践的实际需要^[20]。这既无法提升研究生运用专业知识解决工程问题的能力,也难以以为研究生提供团队合作、沟通交流、项目管理等方面的机会。

3. 研究生的创新能力存在短板,高阶思维有待提升

研究生创新能力的供需契合度偏低。工程师只有突破传统思维框架的束缚,才能进行创造性的实践和改造活动^[21],系统思维和批判性思维正是其开展创新创造工作必备的高阶思维。这两种素养的供需契合度同样处于较低水平,对创新能力提升形成了双重制约。

培养模式滞后和评价方式单一是导致工科研究生创新能力和高阶思维存在短板的重要原因。一方面,当前研究生的培养仍以知识传授和方法训练为主,缺乏对他们创新能力和高阶思维的系统化培养,学生只能通过参与科研项目或实习实践等途径,在自我总结中碎片化地提高这些能力。另一方面,研究生学业评价方式较为机械,以标准化测试和知识考察为主要形式,课程考核对高阶思维能力的考察不够^[22],综合测评存在突出的唯论文导向,其他同样具有原创性或广泛应用价值的创新成果比重较

低^[23],无法鼓励和引导研究生主动学习、提升高阶思维 and 创新能力。

(二) 启示

1. 打破传统学科边界,构建研究生系统集成的知识体系

工程实践中,开展复杂产品系统研究需要卓越工程师具备大局观念和系统集成知识。因此,高校要打破学科边界,培养研究生掌握跨学科和交叉学科的理论知识和研究方法,构建系统集成的知识体系。一方面,交叉学科是不同学科知识通过相互融合而形成的新学科,各类学科存在自身的知识边界,应探索建立新兴交叉学科自身的知识体系,由该领域的研究者和产业代表组成学科委员会,划定知识范围,联合编写教材,推动相关领域交叉学科知识体系的系统化和规范化。另一方面,跨学科知识不涉及新学科的建设,只是运用不同学科的理论和方法而实现的知识整合,高校要探索基于项目的工程人才培养模式,组建跨学科教学团队^[24],为研究生打造多学科的课程体系,鼓励其选择与自己研究领域相关的其他学科的导论课与核心课,筑牢研究生的跨学科知识基础。

2. 深化校企协同育人,以真实情境培养研究生的实践技能和沟通协作素养

应通过深化校企协同育人来为研究生提供学习实践的机会和平台,用真实的实践情境助力高素质人才培养。一是与企业代表联合制订培养方案,结合产业的真实需求共同确定培养目标、课程设置、实践环节、论文选题等,确保将产业需要有机融入人才培养的全过程。二是落实校内外双导师制度,以项目合作为载体,企业根据需要提供工程实践项目,企业导师与校内导师共同指导研究生开展项目攻关,将企业导师的工程实践优势与校内导师的科学研究专长相结合,帮助研究生在解决真实工程问题的过程中有效提升各种实践技能。三是强化实践的质量管理,通过建立校企联合实践监督小组等方式,明确实践的目标任务,在实践结束后进行成果审核和答辩,保障研究生高质量参与实践并在沉浸式的工程实践体验中把握行业需求,实现各类发展性资源的相互渗透与融合^[11],提升研究生的有效沟通、团队协作等非技术素养。

3. 改革教学模式和评价方式,提高研究生的高阶思维 and 创新能力

教学模式是研究生构建知识体系、提升科研能力的重要支撑,而教育评价是研究生学习和发展的

指挥棒,发挥着关键的引导作用。高校要改革研究生的教学模式和评价方式,一方面,改进传统研究生课程的知识传授和方法训练模式,引入翻转课堂教学、研究性教学等高阶教学模式,引导研究生在课前学习的基础上,开展小组讨论和案例分析,鼓励他们提出方案、相互质疑并验证,从而锻炼批判性思维、系统思维 and 创新能力。另一方面,改革研究生学业评价方式,在课程考核方面,结合所在学科专业课程特点,采用文献述评、科研设计、论文撰写及课堂研讨等多元化模式进行考核^[25],重点考察研究生高阶思维能力的运用。同时,改变研究生综合测评中论文比重过高的倾向,建立创新性成果清单,将企业采纳的咨询报告、技术方案纳为有效成果,提高授权专利、学科竞赛、企业横向课题在评分体系中的比重,通过建立科学多元的评价方式,引导研究生重视高阶思维 and 创新能力的训练与提高。

参考文献:

- [1] 中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定[M]. 北京:人民出版社,2024:14.
- [2] 余静,闫广芬,杜剑涛. 卓越工程师素养的校企认知间隙与弥合[J]. 中国高教研究,2025(3):42-49.
- [3] 鲍威,何元皓,何峰,等. 工程专业学位研究生综合能力的供需适配结构及其影响要素[J]. 高等教育研究,2024,45(12):40-53.
- [4] 林健. 工程师的分类与工程人才培养[J]. 清华大学教育研究,2010,31(1):51-60.
- [5] 约翰·W. 克雷斯维尔. 混合研究方法导论[M]. 李敏谊,译. 上海:上海人民出版社,2015:17.
- [6] 约翰·W. 克雷斯维尔,薇姬·L. 查克. 混合方法研究:设计与实施(原书第2版)[M]. 游宇,陈福平,译. 重庆:重庆大学出版社,2017:56-59.
- [7] American Society for Engineering Education. Transforming Undergraduate Education in Engineering Phase I: Synthesizing and Integrating Industry Perspectives (2013)[EB/OL]. [2025-03-15]. <https://www.asee.org>.
- [8] Edward J R. Person-Job Fit: A Conceptual Integration, Literature Review, and Methodological Critique[J]. International Review of Industrial and Organizational Psychology,1991(6):283-357.
- [9] 余晓,宋明顺,张月义. 产业视角的工程人才实践能力框架及其产学契合度研究[J]. 高等工程教育研究,2013(5):36-40,70.
- [10] 张建功,杨诚,黄丽娟. 基于企业需求的全日制工程硕士实践能力校企契合度研究[J]. 研究生教育研究,2016(6):73-79.

- [11] 刘怡,何雪铭.工学硕士学习适应画像:群像描绘、影响机理与纾解之策[J].研究生教育研究,2025(1):57-65.
- [12] 钱学森,于景元,戴汝为.一个科学新领域:开放的复杂巨系统及其方法论[J].自然杂志,1990(1):3-10.
- [13] 刘怡,张炜.一流大学卓越工程师核心素养构成与发展状况调查:基于学生视角的探索性研究[J].高等工程教育研究,2023(6):59-65.
- [14] 胡德鑫,刘晓蝶.面向新工科的工程伦理教育:意义、矛盾与重构[J].自然辩证法研究,2025,41(1):132-138.
- [15] 袁雯,毛丹,张继龙,等.基于劳动力市场适配性的高等教育人才供需机制研究[J].教育发展研究,2024,44(17):1-9.
- [16] 陈伟斌.“双一流”建设背景下新兴交叉学科建设路径思考[J].中国大学教学,2021(9):80-86.
- [17] 王宝玺,杜蕾.从“学术孤岛”到“耦合网络”:交叉学科博士生培养模式的断裂与弥合[J].研究生教育研究,2025(1):50-56.
- [18] 韩双森,庞淑杰.我国研究型大学“工科不工”现象及其成因探析:基于学科分类的视角[J].高等工程教育研究,2024(5):31-36,57.
- [19] 刘坤.高校工科学生实习实践制度完善对策[J].中国高等教育,2024(23):30-34.
- [20] 甘宜涛.基于情境学习理论的工程硕士工程实践教学体系构建[J].研究生教育研究,2023(6):46-51,62.
- [21] 杨院,范媛媛.从工科生到工程师:工程教育体系的核心指向、现实困境及变革路径[J].教育发展研究,2024,44(19):78-84.
- [22] 王青.批判性思维导向的研究生生成教学模式研究[J].学位与研究生教育,2024(9):30-37.
- [23] 阮平章.“超限”理念引领研究生创新人才培养的实践探索[J].学位与研究生教育,2023(11):9-14.
- [24] 符杰,钟周,乔伟峰.如何培养新时代卓越工程师?——美国工程教育“戈登奖”获奖项目的启示[J].清华大学教育研究,2024,45(3):77-86.
- [25] 熊玲,卢开聪,许勇,等.分类发展视角下研究生课程建设的现状及路径优化:基于某“双一流”建设高校的实证分析[J].研究生教育研究,2025(2):51-60,108.

How Well Do the Supply and Demand for the Cultivation of Core Competencies of Outstanding Engineers Match? A Mixed Study from the Perspectives of Enterprises and Teachers

LIU Yi, XIAO Yintai

(*Institute of Higher Education, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China*)

Abstract: Based on 14177 enterprise staff questionnaires and 15 teacher interview data, the supply-demand fit of 36 core qualities of excellent engineers was analyzed from three dimensions: knowledge, skills, and abilities. According to the two-dimensional four-quadrant model of demand and fit, these core qualities were divided into four types: core fit, future potential, dual lag, and strategic bottleneck. The survey found that the actual level of core qualities of excellent engineers still falls short of meeting the demands of enterprises; they have solid basic knowledge but lack integration of complex knowledge; their practical skills are relatively weak, and they lack communication and collaboration qualities; their innovation capabilities have shortcomings, and their higher-order thinking needs to be improved. To improve the supply-demand fit of the core qualities of excellent engineers, it is necessary to break through the traditional disciplinary boundaries and build a systematic and integrated knowledge system; deepen the collaborative education between schools and enterprises, and cultivate the practical skills and communication and collaboration qualities of graduate students in real contexts; and reform the teaching model and evaluation methods to enhance the higher-order thinking and innovation capabilities of graduate students.

Keywords: outstanding engineers; core competencies; supply-demand fit; mixed research