

多元一体：认证背景下工程非技术能力评价新发展

钟颖梅

湖南大学,湖南省长沙市,410000;

摘要：2021年，《华盛顿协议》进行了最新修改，在毕业要求中加强了对毕业生团队合作能力，沟通能力，职业规范能力，终身学习能力等非技术能力的要求。评价是教育教学质量的重要保障。为解决非技术能力评价的评价内容多、难评价的问题，国际上，学者试图在一项评价中同时考虑多元评价者、多元评价内容、多元评价方法，形成多元一体化的评价方案。在我国发展多元一体化非技术能力评价工具时，需要同步课程优化，引入真实情境；结合真实案例，引导学生反思。

关键词：专业认证；非技术能力；非技术能力评价；多元一体

DOI：10.69979/3041-0673.24.11.050

工程教育专业认证是国际通行的工程教育质量保障制度，也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础。工程教育专业认证的核心就是要确认工程专业毕业生达到行业认可的既定质量标准要求，是一种以培养目标和毕业出口要求为导向的合格性评价。2021年，《华盛顿协议》进行了最新修改，在毕业要求中加强了对毕业生团队合作能力，沟通能力，职业规范能力，终身学习能力等非技术能力的要求。非技术技能是与人类情感方面更密切相关的个人属性和品质。这些技能也被称为人际交往或软技能，它们对于补充硬技能和为蓬勃发展的职业轨迹铺平道路至关重要。但如何在工程教育专业认证体系中有效评价这些能力，仍然是一个待解决的问题。这不仅因为非技术性能力本身具有高度的主观性和模糊性，难以量化和标准化，而且因为其与文化、教育背景和个人经验等多种因素密切相关。本文旨在探讨工程教育专业认证中非技术能力评价研究国际进展，以期为我国相关工作提供借鉴。

1 非技术能力的界定

非技术技能是一种行为技能，它对个人的形成至关重要。与包括技术技能在内的硬技能不同，非技术技能更难定义和衡量。国内外学者们对于“非技术技能”一词有各种不同的定义。阮(ThiThuyAnNgo)^[1]认为非技术技能是“基于个人能力和人际交往能力”的技能，包括“沟通、团队合作、谈判、自我意识、自我激励、自我控制、决策、解决问题、批判性思维和时间管理技能”。而立根(Tribble)^[2]则在此基础上扩大了非技术技能的范围，认为非技术能力包括“自我提升、人际关系、沟

通、职业准备、领导能力、团队合作、自律、自信、良好的职业道德和礼貌。”曼格诺(Mangano)^[3]关注了八种技能：“解决问题、分析和综合信息、自主批评、有效沟通、终身学习、团队合作、组织和计划以及主动性。”西马提(Cimatti)和文兹(Wentz)^[4]等几位作者指出，非技术能力与社交、情感和行为技能(例如，团队合作、弹性、时间管理、情商[EI]、直觉思维)有关。国内工程教育领域尚未形成对非技术能力统一且明确的定义。不过，诸多学者在工程教育专业认证的毕业要求下，对非技术能力包含的内容进行了归纳。王秀彦^[5]等认为我国工程教育专业认证的通用标准的12条毕业要求中，5条有关技术能力(工程知识、问题分析、设计/开发解决方案、调查研究、现代工具应用)，4条有关非技术能力(职业规范、个人和团队、沟通、终身学习)，3条融合了技术和非技术能力(工程师与社会、可持续发展、项目管理)。研究发现，软技能对个人成就感、就业能力、社会参与、职业发展、社会能力和生活满意度至关重要。

基于上述学者的总结及结合我国实际，本研究将运用王秀彦等学者对非技术能力给出的内涵：职业规范、个人和团队、沟通、终身学习四项能力作为非技术能力的具体内容进行后续的研究。

2 非技术能力的重要性

2010年，教育部启动并组织实施了“卓越工程师教育培养计划”，目的是培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量多类型工程技术人才，为建设创新型国家、实现工业化和现代化奠定坚实的人力

资源基础。卓越工程师的培养，既要注重技术能力，也要注重非技术能力。随着近300年工业化进程发展起来的现代高等工程教育已经走到了历史的转折点，工程教育要进行更深刻的变革^[6]。

高等教育中的工程专业学生面临复杂的个人和专业挑战，如自然资源的可持续管理、减缓气候变化、全球健康问题（如COVID-19大流行）、自然风险管理等。应对这些挑战需要来自不同学科领域的广泛知识和技能，特别是工程和经济学，以实现可行和可持续的解决方案。非技术技能是专业成长的必要条件，也是任何职业成功的必要条件。此外，发展非技术技能以及其他能力对于自主创业毕业生满足国际需求和实现人力资本开发至关重要。考虑到这一目标，非技术能力的评价变得越来越重要，不仅在学术界，而且在劳动力市场。这种评价需要评价个人的行为以及他们固有的知识。

3 非技术能力评价的多元一体化发展

评价是教育教学质量保障的重要方式。相比技术能力，非技术能力的评价面临特殊的挑战。一是非技术能力包含多项能力，如沟通能力、合作能力等，且能力间有交叉。如良好的合作能力需要良好的沟通能力。二是非技术能力属于高阶能力，更难评价。针对非技术能力评价特点，学者试图在一项评价中同时考虑多元评价者、多元评价内容、多元评价方法，形成多元一体化的评价方案。

3.1 评价内容多元一体的非技术能力评价

2007年，华盛顿州立大学开发了一种基于表现性评价的工程非技术能力评价工具——EPSA (Engineering Professional Skills Assessment)。EPSA以基于情景讨论的表现任务为主，要求学生群体面对面，就一个开放式、未解决且与工程学科相关的问题进行讨论，随后由评价者根据量规的不同维度和指标点对其表现进行分析和评价，是工程领域内首个可以同时测量多项非技术能力的评价工具。EPSA由三个核心部分组成，分别是情景（scenario）、指示性问题（prompt）和量规（rubric）。

情景通常是一篇简短的文章，为讨论创造条件并提供背景信息，展现的是真实、多维度且跨学科的工程问题，具有地方和全球相关性。虽然情景包含引自正规期刊杂志的可靠信息，但它并不是关于特定主题的全面论

述，而是仅供学生开始讨论的一个起点。学生需要在小组互动中根据其理解和假设对材料进行进一步的分析与阐释，从而深入理解情景呈现的问题，并给出解决问题的方案或思路。

评价实施过程中为了给学生创造一个自由发挥空间，通常会让学生根据情景信息学会独立发现、提出、分析与解决问题，但整体时间有限，没有人引导学生并把控流程的话评价效果可能会达不到预期。这种情况下，EPSA通过列举一系列指示性问题作为讨论的提示，为学生提供一定指导，帮助其有效管理讨论时间并解决问题。

EPSA量规是一种分析性量规，它将要评价的能力分别分解成一个或多个指标点并附上详细的语言描述，供评价者对每一条指标点的质量作出分析性判断。该量规在表现性评价中具有突出优势，因为它能让学生直观地感受到自己的表现处于何种水平，并明确自身存在的不足以及未来要努力的方向。

虽然EPSA可以成功地评估技能，但也有人质疑这种方法的严密性，因为它是基于45分钟的面对面讨论。2014年，阿拉伯联合酋长国的扎耶德大学与EPSA的研究者合作，将EPSA从工程背景改良为适用于该国及计算机领域的计算机非技术能力评价（Computer Professional Skills Assessment，后文缩写为CPSA）工具^[7]。CPSA是一种基于团队的绩效评估，学生在线环境中讨论、分析和提出解决当前复杂区域技术问题的方法。随后，由经过校准的教师团队使用CPSA标准对讨论记录进行评分。绩效评估的目的是通过要求学生解决真实的问题来解决学习中更复杂的方面。绩效评估通常有三个组成部分：(1)引出绩效的任务；(2)绩效本身（即要评估的事件或工件）；(3)一个标准参考工具，如量规，用来衡量绩效的质量。CPSA包括(1)一个场景和讨论提示作为绩效任务；(2)学生团队讨论作为对绩效任务的回应（成绩单来自学生使用的在线讨论板工具，在12天的时间内进行异步讨论）；(3) CPSA量表作为衡量学生目标专业技能团队表现质量的标准参考工具。场景主题包括但不限于网络安全、加密、大数据、物联网和大脑植入。从根本上讲，CPSA和EPSA的评价方法相似，都是创设真实情景供学生讨论，并通过相应的量表同时测量其多项非技术能力的工具。但是两种工具在情景、评价方式及评价量表方面存在些许差异。虽然在工程教育领域里，EPSA属于一个新兴工具，还需要持续的完

善和改进，但是已有的研究证明了它在非技术能力评价中的有效性^[8]。

3.2 评价方法多元一体的非技术能力评价

也有部分学者通过结合多种评价方法对非技术能力进行测量，如斯拉弗杰（Csilla Fejes）等人开发的数据三角测量法结合了自我评估、观察、问卷调查和技术测量四种评估方法^[9]。在活动前和活动后阶段分别评估学生自我效能感、内在动机和对正规教育的态度。

自我效能采用班杜拉（Bandura）的《自我效能量表构建指南》^[10]进行测量。自我效能感与人们对自己达到既定成就的能力的信念有关。参与者被要求在几种与工作相关的情况下评估自己的能力（例如，“我能够遵循简单的命令”）。该量表由多个陈述组成，参与者必须根据10分制对每个陈述做出反应，范围从1（完全无效）到10（完全熟练）。

使用内在动机量表（IMI）来评估内在动机。IMI是一种多维度测量装置，旨在评估实验室实验中参与者与目标活动相关的主观体验。它已被用于几个与内在动机和自我调节相关的实验中^[11]。该工具评估参与者在执行给定活动时的兴趣/享受、感知能力、努力、价值/有用性、感觉压力和紧张以及感知选择，从而产生六个子量表得分。活动前阶段调查学生对传统讲座的态度和动机，而活动后阶段评估学生对实践经验学习的态度和动机。评估过程如图1。

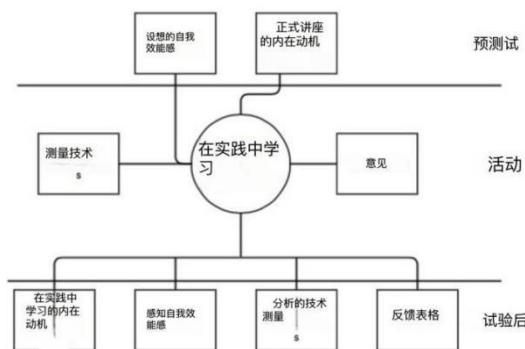


图1. IMI评估过程

活动期间会进行技术测量和实地观察。技术测量由绘图板的集成单片机完成。控制器记录活动和非活动时间，抽屉的移动和位置，以及发送和接收看板标志的时间戳。记录的数据被传输到计算机，并形成性能指标。获得的性能指标随后与构思和感知的自我效能结果以及教师对学生记录和评估的观察结果进行核对。

活动后阶段包括自我效能感问卷、后内在动机量表

（IMI）问卷、绩效指标的形成与评价、学生反馈表的收集。反馈表包括学生在实践中学习的五个问题。反馈表格作为家庭作业的一部分在课外进行评估。活动完成后，由教师对收集到的数据进行整理分析，得到学生非技术能力达成的反馈结果。

4 启示与借鉴

我国的工程教育认证工作开始于2006年，是全国工程师制度改革工作的基础和重要组成部分。目前我国工程非技术能力评价方式大多还停留在基于指标点的由教师主导的考核方式，这种方式会导致学生对自身能力认知不足，在考核过程中也缺乏对自身表现的反思，并且只由教师给出的分数作为学生能力达成的最终证据也会受到教师主观因素影响，例如，在小组汇报中不一定每个人的学习成果都得到了充分的展现，也并不代表每一个成员都付出了百分百的努力，小组最终成果的合格与否并不代表小组中每一个人的能力都同等合格。更为重要的是，非技术能力与文化、教育背景和个人经验等多种因素密切相关，意味着我国工程教育中的非技术能力评价要进行本土化研究。结合国际经验，我国发展多元化非技术能力评价方案需要着重强调真实性。

一是同步课程优化，引入真实情境，多元一体评价非技术能力。面对非技术性能力评价的挑战，单纯的增加评价方法或调整现有的评价方法或许是治标不治本。而想要更为深入而可持续性强的解决方法，应该把非技术能力培养与评价进行同步优化，从课程设计及教学方法的层面进行深度的创新和优化。传统的课程设计往往侧重于知识的灌输与技能的训练，对于非技术性能力的培育则略显疏忽。与传统的以教师为主的被动学习模式相比，互动式、参与式和以学生为中心的教学方法更能为学生提供真实情境中的学习机会。例如，通过组织小组讨论、项目合作以及实地考察等活动，教师不仅能够观察和评价学生的团队合作、沟通以及问题解决能力，同时也为学生创造了一个真实且具挑战性的学习环境。

二是结合真实案例，引导学生反思，多元一体评价非技术能力。教学需求旨在提高学生的技术和非技术能力，使他们能够理解现实世界的问题，并为这些问题制定精确的解决方案。在技术技能方面，学生必须知道需求引出技术，使他们能够选择最适合每种情况的模型和工具。此外，他们应该利用非技术能力技能，从客户的

角度分析问题及其背景，了解他们的需求和日常活动，提出有效的解决方案。如果在非技术能力评价的过程中，结合真实案例让学生以团队合作的方式去解决实际问题，满足合作伙伴需求，这样可以使学生可以准确了解合作伙伴对员工的非技术能力要求，同时在实际问题解决过程中学生可以进一步理解相关的职业规范和道德，培养与同伴的沟通合作能力，也能从案例中了解社会真实情况和专业发展方向，为学生以后的学习奠定基础，找准方向。在这个过程中引起学生对自身非技术能力是否达到要求的反思，能够帮助学生建立自我认知，从而促进学生及时地认识自身能力的不足，并在之后的学习中有意识地去锻炼和提升自己的能力。

参考文献

- [1] Ngo, Thi Thuy Anh. The Importance of Soft Skills for Academic Performance and Career Development—From the Perspective of University Students[J]. International Journal of Engineering Pedagogy, 2024, Vol. 14(3): 53–68
- [2] L. S. Tribble, “The importance of soft skills in the workplace as perceived by community college instructors and industries,” Ph.D. Dissertation, Mississippi State University.
- [3] S. Mangano, “Soft skills in Italian University: First results from CT3 survey,” in Soft Skills and Their Role in Employability New Perspectives in Teaching, Assessment and Certification, Workshop in Bertinoro, FC, Italy, 2014.
- [4] Cimatti, B. (2016). Definition, development, assessment of soft skills and their role for the quality of organizations and enterprises. International Journal for Quality Research, 10 (1), 97 – 130.
- [5] 王秀彦, 单晴雯, 张景波, 等. 工程教育专业认证指
标赋权研究——基于技术能力与非技术能力指标的实证分析[J]. 中国高校科技, 2022, (Z1): 82–86. DOI: 10.16209/j.cnki.cust.2022.z1.010.
- [6] 王耀东, 逢奉辉. 论卓越工程师的非技术能力[J]. 国家教育行政学院学报, 2012, (11): 23–26.
- [7] Kranov A A, Danaher M, Schoepp K. A direct method for teaching and measuring engineering professional skills for global workplace competency: adaptations to computing at a university in the United Arab Emirates[C]//2014 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL). Dubai: IEEE, 2014: 29–36.
- [8] Kranov A A, Zhang M, Beyerlein S W, et al. A direct method for teaching and measuring engineering professional skills: A validity study [C]//2011 ASEE Annual Conference & Exposition. Vancouver, BC: American Society for Engineering Education, 2011: 1–21.
- [9] Fejes, Csilla1; Ros-McDonnell, Lorenzo1; Bajor, Péter2. Enhancement and Assessment of Engineering Soft Skills in a Game-Based Learning Environment. [J]. Proceedings of the European Conference on Games Based Learning, 2015, Vol. 1: 178–185
- [10] Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. New York: Freeman.
- [11] Ryan, R. M. (1982). Control and information in the intrapersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory. Journal of Personality and Soc.

作者简介：钟颖梅（出生年—1997），性别：女，民族：汉，籍贯：湖南岳阳，学历：在读硕士研究生，职称/职位：无，研究方向：教育学。