

工程教育：从“知识传授”走向“能力建设”

——访联合国教科文组织国际工程教育中心秘书长王孙禺

本刊记者 朱芙蓉 特约记者 田慧君

编者按

2026年，联合国教科文组织国际工程教育中心迎来成立10周年。该中心由中国工程院和清华大学联合申请，经联合国教科文组织（UNESCO）第38届大会批准设立，并于2016年6月在北京举行签约及揭牌仪式，是联合国教科文组织框架下聚焦工程教育的重要二类中心。10年来，中心持续推动工程教育国际合作、能力建设与知识共享。在新一轮科技革命和产业变革深入发展的背景下，工程教育正面临新的转型命题。

围绕国际工程教育趋势、中国工程教育发展、清华大学的改革探索，以及智能时代工程人才培养等话题，《水木清华》专访了联合国教科文组织国际工程教育中心副主任兼秘书长、清华大学教授王孙禺。

国际工程教育的趋势与挑战

记者 当前全球工程教育面临哪些关键机遇与挑战？各国在工程人才培养模式上有何新动向？

王孙禺 当前全球工程教育正站在一个新的历史节点上。最突出的背景，是新一轮科技革命和产业变革加速推进，人工智能、大数据、先进制造、绿色能源等技术快速演进，正在深刻改变工程活动的知识结构、组织方式和价值逻辑。与此同时，气候变化、能源转型、公共卫生、基础设施韧性等全球性问题更加复杂，也对工程人才培养提出了更高要求。联合国教科文组织（UNESCO）在2021年发布的报告《工

王孙禺

清华大学教授，博士生导师。1982年清华大学电机工程系毕业。长期从事高等工程教育、教育经济与管理研究。现任联合国教科文组织国际工程教育中心副主任兼秘书长，曾任清华大学教育研究所所长、清华大学人文社会科学学院党委书记等职。长期参与我国工程教育改革、工程教育认证及国际互认等相关研究与实践，曾参与我国加入《华盛顿协议》等重要工作。



程——支持可持续发展》特别强调，工程对于实现17项可持续发展目标具有基础性作用，而工程教育与能力建设必须同步转型。

从国际上看，近些年的工程教育出现了几个比较明显的新动向。

第一，人才培养目标正在从“知识掌握”进一步转向“复杂问题解决能力”。这与国际工程教育认证体系的发展方向是一致的。比如《华盛顿协议》本身就是围绕工程毕业生应具备的能力展开，其核心不只是教了什么课程，而是学生最终学到了什么，是否具备分析复杂工程问题、设计解决方案、开展团队协作并理解工程伦理与社会影响的能力。国际工程联盟也一直将跨境资格互认与工程能力标准衔接作为重点。

第二，工程教育正在更加注重跨学科融合。今

天很多工程问题，已经不再是传统单一学科能够独立解决的问题，而是技术、产业、社会、环境相互交织的系统性问题。因此，各国都在推动工程与计算、生命、材料、环境、管理乃至人文社会科学的交叉。

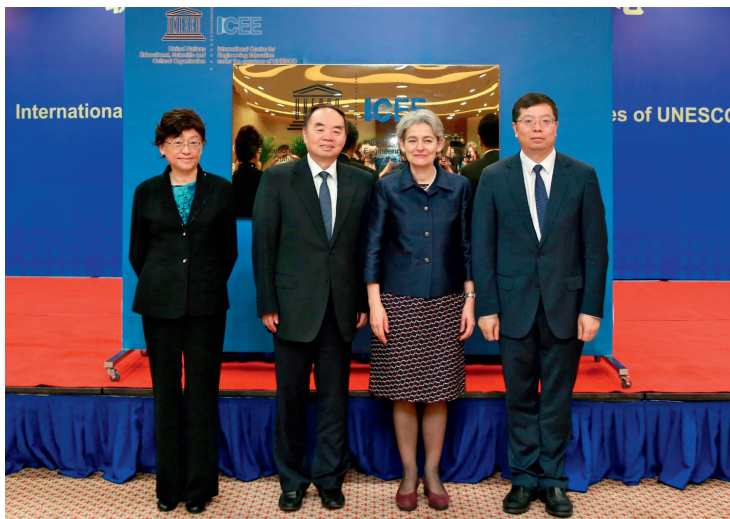
第三，产学合作和真实场景育人越来越受到重视。工程教育的有效性，很大程度上取决于它能否进入真实工程场景、真实组织场景和真实社会场景。UNESCO关于ICEE续约评估的文件，也明确把产学合作、质量保障、教育创新、面向发展中国家的教师与技术人员能力建设等，列为中心的重要目标。

当然，机遇和挑战总是并存的。现在最大的挑战，我认为主要有三方面：一是技术迭代过快，教育供给调整相对滞后；二是全球工程教育发展不平衡，特别是发展中国家在师资、资源、平台方面仍然存在明显短板；三是工程活动与社会运行结合越来越紧密，工程伦理、技术风险、数据安全、算法偏差等问题正在成为工程教育无法回避的新议题。

记者 深入探讨和发展“工程教育”，就需要进一步明确它的概念和内涵，相比于人们更熟悉的“工科教育”，两者的核心区别是什么？完整的“工程教育”应包含哪些维度？

王孙禹 这是一个很好的问题，触及了工程教育转型的本质。我们通常所说的“工科教育”，更多是指基于学科分类的专业教育，比如机械、电子、土木、化工，这可以看作是工程领域的“四大支柱”。它的目标主要是培养学生在特定领域的专业知识与技术能力。

而“工程教育”的内涵要更宽广、更系统。它不仅仅是传授某个工科专业的知识，更是培养一个



2016年6月6日，ICEE揭牌仪式在北京举行，吴启迪、周济、博科娃、邱勇（从左至右）共同为中心揭牌

人承担完整工程活动所需的综合素养。基于我们的研究与实践，我认为现代工程教育应当涵盖四个不可或缺的维度：

第一个维度：工程科学。这是工程活动的根基，关乎认识世界的客观规律。比如，你想把飞行器送到太空，必须遵循牛顿力学和万有引力定律等自然规律，这与谁设计、哪个国家做无关。它解决的是“为什么”和“原理是什么”的问题。

第二个维度：工程技术。这是在科学原理基础上改造世界、为人类服务的方法与手段。世界上本没有汽车、手机，是人类掌握了技术后创造出来的。它体现了“如何做”的能力，是将科学原理转化为现实生产力的桥梁。

第三个维度：工程管理。现代工程，如航天工程、大型基建，动辄涉及成千上万人协作。这不一个人埋头钻研就能解决的，它涉及到资源的配置、进程的协调、团队的组织，是将技术构想大规模实现的“组织学”。

第四个维度：工程文化。这是工程活动的价值层和约束层。一项工程应不应该做？是否符合伦理？会不会对环境造成深远影响？是否尊重当地的



2019年7月1日，国际工程教育援外培训班开班合影



外国学生与清华学生在基础工业训练中心交流



培训班学生走进清华校史馆参观学习

文化与习俗？这就涉及到可持续发展、工程伦理、社会责任等议题。它回答的是“为谁做”、“是否符合人类福祉”的根本性问题。

记者 您认为中国工程教育在国际工程教育体系中处于怎样的位置？有哪些特色与可提升空间？

王孙禹 总体上看，中国已经从工程教育大国稳步走向工程教育强国建设的新阶段。

一方面，中国工程教育规模大、体系全、实践导向鲜明，这是非常重要的基础。另一方面，中国这些年在工程教育改革、专业认证制度建立、创新创业教育等方面取得了积极进展，并通过参与国际互认和国际合作，不断增强与全球工程教育体系的对接能力。一个标志性成果是，我们经过长达十余年的努力，推动中国在2016年正式加入了《华盛顿协议》。这个过程很不容易，我们在教育部、中国工程院的支持下，以中国科协作为窗口，最终成功加入。这为工程人才的国际流动做出重要贡献。

中国工程教育的另一个鲜明特色，是始终与国家现代化进程、产业升级和重大工程实践紧密结合。我们的优势在于应用场景丰富、组织动员能力强、工程实践土壤深厚，这使得中国工程教育在服务国

家战略需求方面具有独特条件。

当然，也要看到差距。比如，在工程教育原创理论建构、国际规则参与、全球议题设置和高水平工程教育研究成果输出方面，我们还有进一步提升的空间。简单说，就是我们不仅要把工程教育办大、办强，还要在国际工程教育话语体系中更有发言权，在规则制定中发挥更大作用。

清华大学工程教育的实践与创新

记者 清华大学在工程教育改革方面有哪些重点举措？近年来在交叉学科、产学研融合等方面取得了哪些代表性成果？

王孙禹 清华大学在工程教育改革方面，近些年有一条比较清晰的主线，即面向未来科技发展和国家需求，不断推进“工科+”、学科交叉和教育创新。

早在2019年学校就出台《关于持续深化改革提升工科发展水平的实施意见》，提出“工科+”发展思路，从强化工程基础研究、促进学科交叉、提升工程教育三方面发力，并明确了2030年、2050年的阶段性目标。这说明清华并不是把工程教育改革当作局部调整，而是把它放在学校整体工科发展和人才培养战略中统筹推进。



王孙禺荣获 2019 世界工程联合组织（WFEO）主席特别致谢奖章，WFEO 主席马琳·坎加为其颁发奖章



2021 年 6 月 27 日，王孙禺在“全球教育治理”跨学科研讨会上发言，提出要形成中国特色的实质等效的工程教育认证

在交叉融合方面，清华这些年持续推动工科与信息、生命、环境、管理等领域深度联动。

在教育教学层面，随着人工智能快速发展，清华又进一步推进 AI 赋能教学。在 2023 年秋季，学校启动人工智能赋能教学改革计划，从试点建设 8 门课程做起，逐步扩展到更多课程学科和教学场景；到 2025 年，学校已累计建设 400 余门人工智能赋能教学课程，并发布《清华大学人工智能教育应用指导原则》，从“技术先行”走向“制度护航”。我觉得这很有代表性，它体现的不是简单把 AI 当作工具接入课堂，而是在重新思考人与知识、教师与学生、教学与技术之间的关系。

如果从工程教育角度看，清华的探索至少有两点值得注意：一是强调真实问题导向，让技术工具进入复杂认知任务，而不只是停留在表层应用；二是同步建立制度规范，处理好技术应用与教育价值的关系。学校的改革，对未来工程人才培养具有很强的理论意义和实践意义。

记者 清华在培养学生的工程伦理、国际视野与创新能力方面，形成了哪些特色模式？

王孙禺 我一直认为，工程教育不能只培养“会做技术的工程师”，还要培养“能负责任地做技术的工

程师”。现代工程活动已不是孤立的技术行为，而是深嵌在经济社会系统中的实践活动。工程师所做的每一个判断，往往都关系到安全、效率、公平、环境乃至代际责任。因此，工程伦理不是工程教育的附加项，而应当是核心组成部分。我们团队也一直在推动工程伦理、工程哲学课程的建设。近年来，教育部先后发布了工程伦理、工程哲学教材，清华社会科学学院的教师学者在其中做了很多工作。这正是弥补传统工科教育在“工程文化”维度上的不足。

在这方面，清华重视把工程哲学、工程伦理和社会责任等纳入培养过程。同时，学校也通过国际交流、联合培养、国际会议、暑期学校等多种形式，帮助学生建立全球视野。工程问题越来越全球化，工程人才如果缺少国际理解和跨文化沟通能力，很难真正适应未来发展。

创新能力的培养，则要把学生从“被动接受知识”转向“主动解决问题”。这就要求课程体系、实践体系、评价体系都相应变化。创新不只是提出一个新点子，而是在不确定条件下，能够综合运用知识、工具和资源，形成可行的工程解决方案。

记者 您如何看待工程教育中“通识教育”与“专业精深”之间的平衡？清华是如何实践的？

王孙禺 这是工程教育中的一个老问题，但今天比过去更重要。

因为在智能时代，工程人才面临的不是知识太少，而往往是知识太多、变化太快、边界太模糊。如果缺少通识教育，一个人很容易成为“技术很强但视野很窄”的专才；如果缺少专业精深，会流于空谈，缺乏真正解决工程问题的能力。

所以我们更倾向于认为，通识教育提供认知视野、价值判断和沟通能力，专业教育提供扎实的专业知识、思维方法和技术能力，而交叉融合则帮助学生把知识真正转化为解决复杂问题的能力。工程教育真正要避免的，不是通识太多或者专业太深，而是两者彼此割裂。我个人认为，素质教育的主要任务应在中学完成。大学的核心任务是“研究高深学问”，进行专业领域的深度训练。当然，这并不意味着大学忽视人的全面发展。工程教育中的“通识”部分，应该强调扎实的基础知识训练，服务于培养能够解决复杂系统问题的、有战略思维的“专门”人才和领军者。

ICEE 的作用与价值

记者 2026 年是 ICEE 成立 10 周年。当时是在怎样的背景下成立的？中心秘书处设立在清华大学，体现了怎样的考量？

王孙禺 ICEE 的成立，有着非常明确的时代背景和现实需求。其起源可以追溯到更高层次的人文交流与国家合作。当时，联合国教科文组织总干事博科娃希望中国能在工程与教育领域给予 UNESCO 更多支持。经过双方高层沟通，最终确定由中国工程院和清华大学联合申请，建立一个聚焦工程教育的二类中心。

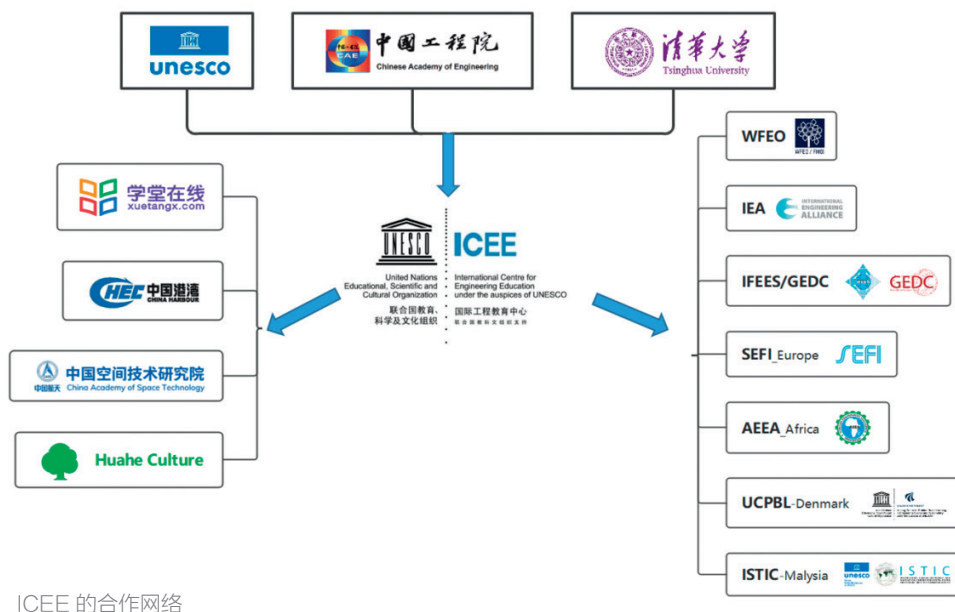
从国际层面看，工程越来越被视为推动可持续发展、应对全球挑战的重要力量，工程教育国际合作的需求不断上升。UNESCO 也一直高度重视工程



UNESCO 报告《工程——支持可持续发展》四种语言的封面

与工程教育在实现可持续发展目标中的作用。正是在这样的背景下，中国工程院和清华大学联合提出申请，经 2015 年 11 月联合国教科文组织第 38 届大会批准，于 2016 年 6 月正式签约揭牌。

中心秘书处设在清华大学，我理解至少有三方面考虑：一是清华长期以来在工程教育方面见长，工程学科设置、工程教育研究和国际交流合作方面具有综合优势；二是中国工程院与清华大学有长期的合作基础；三是中国工程教育快速发展，本身就为国际工程教育合作提供了重要实践场景和经验资源。UNESCO 有关 ICEE 的文件中也明确指出，中心的重要任务之一，是开展工程教育的国际研究与政策咨询，并为发展中国家工程教育能力建设提供平台支持，特别是支持非洲科技人才培养和促进性别平等等等。这个定位非常清晰。



记者 10 年来，ICEE 在推动全球工程教育合作、标准对接、知识共享等方面发挥了哪些关键作用？是否有具体案例可以分享？

王孙禹 十年来，ICEE 主要在三个层面发挥作用。

第一，作为国际交流合作平台，坚持大学 - 企业 - 政府的联系与合作，推动工程教育理念、标准和经验的交流互鉴。ICEE 长期参与世界工程日（每年 3 月 4 日）等国际活动，并围绕全球工程教育议题开展论坛、研讨和合作项目。

第二，作为知识生产与传播平台，推动工程教育研究、政策咨询和成果共享。2021 年发布的《工程：支持可持续发展》报告，就是由 UNESCO 与 ICEE 共同推出的重要成果之一。这份报告不仅讨论了工程在实现联合国可持续发展议程 SDGs 中的关键作用，也分析了大数据、人工智能等新技术背景下工程教育和能力建设的转型方向。ICEE 共同主导出版《联合国教科文组织工程报告 II》，系统探讨工程在可持续发展中的作用，成为全球重要参考文献。这份报告是多语种发布的“旗舰”出版物，其编纂过程本身就是一场复杂的国际合作与博弈，既保证

了学术严谨，也维护了原则。

第三，作为能力建设平台，尤其重视面向发展中国家的支持。UNESCO 关于 ICEE 续约的官方文件明确写到，中心的重要职责包括支持发展中国家的工程教师、学生和技术人员培养，特别强调面向非洲的工程专业人才培养、女性工程人才发展和终身学习。我们开展了很多具体工作。例如，通过“微专业”项目，选拔“一带一路”沿线国家特别是非洲的优秀学生，先让他们在线学习清华课程，再选拔佼佼者来清华进行为期一周的线下培训。再如，我们专门在中国工程院组织过在华学习工作的非洲女工程师座谈会，分享共同经验。曾有一位参加培训的肯尼亚女孩，后来成为中资高铁项目的高级管理人员，这是非常落地的成果。

总的来说，ICEE 并不是单纯办会议、做交流，而是在努力把“国际合作”“研究咨询”“能力建设”结合起来，形成一个更有持续性的工程教育国际平台。

记者 作为秘书长，您认为 ICEE 在促进发展中

国家工程能力建设、推动工程教育公平发展方面做出了哪些贡献？

王孙禹 我觉得最重要的贡献，是搭建了一个更可进入、可分享、可协作的平台。

很多发展中国家在推进工程教育时，最缺的并不只是单项资源，而是同时缺少高水平师资、课程资源、质量保障经验和国际合作网络。ICEE 的意义就在于，它尝试把这些原本分散的资源，通过国际合作平台连接起来，为发展中国家提供培训、交流、研究和知识共享支持。UNESCO 的续约文件中对此有比较清晰的表述，特别强调通过开放与在线学习、高质量教育资源、产业链培训项目等方式支持发展中国家。

此外，工程教育公平不只是“让更多人进大学”，还包括让更多不同地区、不同性别、不同发展阶段的人群，通过不同开放形式（包括网络、电视、广播、函授等等），有机会接触高质量工程教育。UNESCO 相关文件特别强调性别平衡、女性工程人才发展，这也是未来必须持续推进的方向。

记者 面向未来，ICEE 在下一个十年有哪些重点规划？将如何进一步推动工程教育支持可持续发展目标？

王孙禹 未来十年，我想至少有三条主线。

第一，继续围绕可持续发展目标深化工程教育合作。工程教育不能脱离人类社会面临的真实挑战。能源、气候、城市、健康、治理，这些都要求工程教育更主动地回应全球议题。

第二，更加重视智能时代工程教育转型。人工智能、大数据和数字平台正在改变工程教育的内容、方法和组织方式。未来 ICEE 应进一步推动国际层面的经验交流、案例研究和政策研判，呼吁和推动更多国家特别是发展中国家更好地应对这一轮转型。我们目前在承接“AI for Engineering”等相关课题，

研究人工智能究竟是一种强大的工具，还是一种具备学习能力的智慧体，以及它将对工程教育的范式产生何种根本性影响。这其中的伦理风险必须警惕，比如算法偏见，甚至不良信息诱导，这都要求我们将工程伦理和文化教育提到更高位置。

第三，进一步提升全球工程教育治理参与度。今天国际竞争越来越体现在规则、标准和平台上。今后，ICEE 不仅要继续做合作平台，也要努力成为更有影响力的研究平台和智库平台。我们已经在筹划与 UNESCO 合作编撰第三本全球工程教育报告。同时，在标准层面，我们不仅加入了针对本科的《华盛顿协议》，还在积极推动建立研究生层次的国际互认协议，希望能在工程硕士、博士的培养标准上，发出中国声音，贡献中国方案。

中国工程人才的培养建议

记者 在科技革命与产业变革背景下，中国工程教育应如何调整，以适应未来社会需求？

王孙禹 我觉得可以概括为三个关键词：重构、融合、协同。

所谓“重构”，是要重新理解工程人才培养的逻辑。过去我们更多强调知识体系的完整性和专业训练的系统性，这当然仍然重要，但在智能时代，仅靠知识堆叠已经不够了。因为很多标准化、程序化的知识性工作，未来会越来越多地由智能工具承担。工程人才真正稀缺的，是那些机器难以完全替代的能力，比如系统性判断能力、跨领域整合能力、面向不确定性的创新能力，以及对工程后果的责任意识等等。

所谓“融合”，就是打破学科、专业和培养环节之间的壁垒。比如，清华大学的“工科+”发展思路，把强化工程基础研究、促进学科交叉、提升工程教育作为工科发展计划的重要着力点。这实际上反映出基本判断：未来工程教育不能局限在传统专

业框架之内，而要在更宽的学科交叉中培养人才。

所谓“协同”，就是工程教育不能只靠高校单独完成。高校负责基础知识传授、工程能力培养和价值体系塑造，企业提供技术前沿、工程场景和实践平台，政府与国际组织则提供政策引导、规则平台和公共资源支持。尤其是在国际层面，工程教育越来越需要通过开放合作来回应全球共同挑战。



2023年6月3日，王孙禹教授（左2）获颁“工程教育研究杰出贡献奖”

记者 您认为智能时代的优秀工程人才应具备怎样的核心素养？高校、企业、社会应如何协同支持这类人才成长？

王孙禹 青年工程师要把终身学习当成职业需求。当今的技术世界变化太快，靠一次性教育不可能支撑整个职业生涯的发展。要始终保持开放心态，既学新技术，也学如何与他人协同、与社会对话。如果用比较简洁的话来概括，我认为智能时代的优秀工程人才，至少应当具备五种核心素养：

第一是扎实的工程基础。技术再发展，工程的基本原理、分析能力和实践规范不能丢。

第二是系统思维。未来的工程问题往往不是局部优化问题，而是多目标、多主体、多约束的复杂系统问题。

第三是人机协同能力。也就是说，要善于把人工智能等新工具转化为认知和创造的助手，而不是简单地被工具牵着走。

第四是伦理意识和社会责任。越是在技术能力增强的时候，越需要工程师具有价值判断能力。

第五是全球视野与沟通协作能力。未来工程活动越来越跨组织、跨专业、跨文化，单打独斗式的人才很难胜任。

这类人才的培养，不可能只靠课堂。高校要重

构课程体系和培养方式，企业要提供真实问题和实践环境，社会和政府要完善制度环境和公共支持。

工程教育工作者要始终把握一个基本原则：教育不能被技术牵着走。技术很重要，但教育的根本还是育人。我们要积极拥抱新技术，同时也要坚守教育规律、工程规律和人的发展规律。真正好的工程教育，不是把学生训练成技术系统中的一个部件，而是帮助他们成长为有能力、有担当、有判断的工程人才。工科思维和文科思维各有优势。工科思维像链条，一环扣一环，严谨完美；文科思维更发散，擅长联想和创新。未来解决复杂问题，需要两者结合。

记者 您最期待看到中国工程教育怎样的变革或突破？

王孙禹 这些年中国工程教育实践发展很快，改革探索也很多，但相对来说，理论提炼、概念建构和国际表达还可以进一步加强。我们特别期待，中国能够从“国际标准的跟随者”变成“共同制定者”，中国工程教育的贡献将不仅体现在能够培养出规模庞大的优秀工程师，更在于能向世界输出一套源于中国实践、解决全球可持续问题的工程教育“中国模式”。🌱