

高校实验教学示范中心的现实诉求

——基于“新工科”视域

南余荣

浙江工业大学信息工程学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年12月8日; 录用日期: 2026年1月6日; 发布日期: 2026年1月19日

摘 要

从示范中心的特征出发, 探讨了示范中心在教学过程中的作用。以此为依据, 揭示了示范中心在人才培养方面的两大现实诉求, 一是应该“做什么”? 即教育诉求; 二是“怎样做”才能更好地培养人才? 即改革路径。通过改革, 更好地为新产业发展培养人才。

关键词

示范中心, 现实诉求, 新工科

The Realistic Appeals of the Experimental Teaching Demonstration Center of Colleges and Universities

—Based on the View of “Emerging Engineering Education (3E)”

Yurong Nan

College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou Zhejiang

Received: December 8, 2025; accepted: January 6, 2026; published: January 19, 2026

Abstract

Starting from the characteristics of the demonstration center, the role of the demonstration center in the teaching process is discussed. Based on this, the two realistic appeals of the demonstration center in talent cultivation are revealed, one, “what should be done”? That is, education appeal; two, “how to do” to better train talents? That is, the path of reform. Through reform, we can better train talents for the development of new industries.

Keywords

Demonstration Center, Realistic Appeals, Emerging Engineering Education (3E)

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

新技术的发展和重大战略的实施必然对工程创新人才的培养提出新的要求,为此,2017年教育部推出“新工科”建设,旨在探索并形成工程教育的新模式,为中国的创新发展注入了新动力,推动高等教育强国建设。在新工科建设背景下,高校实验教学示范中心(下称“示范中心”)应积极参与新工科建设,坚持成果导向(OBE),以学生最终学习成果为核心,反向设计课程与教学,推动教育从知识灌输转向能力培养,确保学生毕业后具备社会所需的实际技能与综合素养,提升人才培养质量。示范中心应利用自身优势,更好地培养新工科人才。论文在三个方面展开论述:第一,示范中心的特征与作用;第二,示范中心在数智时代人才培养方面应该“做什么”?即教育诉求;第三,“怎样做”才能更好地培养人才?即改革路径。其中,教育诉求和改革路径是示范中心的两大现实诉求。

2. 高校实验教学示范中心的特征与作用

2005年以来,国家和各省市陆续在高校中建立了大量实验教学示范中心,示范中心在教学改革与培养学生实践能力方面具有鲜明特征,并起着重要的作用。

2.1. 示范中心是教学改革主力军

示范中心在师资、条件、环境、教学理念等多方面具有优势或相对优势,是高校教学改革的主力军。在教学改革的过程中,教师逐步树立了以能力培养为核心,以知识、能力、素质协调发展为目标,对理论课堂教学方法、实验课堂教学方法、实验内容及实验体系改革等方面深挖细究,推陈出新,使教学按预设的方向运行。

2.2. 示范中心具有示范效应

通过多年运行,示范中心已经被证明具有运行效率高、制度先进、教学改革成果多等共同特征,为高校实验教学提供了示范经验,带动了区域、甚至全国高校实验室的建设和发展,具有示范效应和辐射效应。

2.3. 示范中心参与新工科建设的作用

新工科的内涵包括三个方面:第一、以立德树人为引领,以应对变化、塑造未来为建设理念;第二、以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径;第三、培养未来多元化、创新型卓越工程人才[1][2]。在新工科战略的引领下,示范中心应主动适应新形势,努力培养具有国际化视野、战略胸怀、系统化思维的技术创新型人才。

2.3.1. 示范中心参与新工科建设符合教育的本质规定

实施新工科人才培养的“新理念”“新结构”“新模式”“新质量”“新体系”等“五新”需要教育

过程来证明、改正、提高。示范中心的实验计划、实验课堂、教学活动、教学改革围绕“五新”展开，是教学过程的具体体现。过程本性是教学的基本属性。

新工科“天大行动”中指出：“推动教师将研究成果及时转化为教学内容……”。教师的研究成果只是教学素材，如何加工成教学内容是需要基于教育情境的，教育情境是复杂的。教师的智慧体现在对教育情境的适应与设计，捕捉教学对象的反应，适时调整教育活动进程或方式，展现教育教学效果与教育艺术。

新工科对不同高校进行分类，分别要求对工程科技创新和产业创新发挥主体作用、引领作用和支撑作用，给出了不同的实施目标，体现教育的差异属性。差异特性给示范中心教师的教学提出了挑战，教师经验越丰富、水平越高，教学活动越合理，越能促使个体自主发展。

示范中心参与新工科建设具有过程本性、情境特性与差异属性，反映了教育的发展性、动态性和多样性，是教育的本质规定[3]，也是更好地实现教育目标的依据。

2.3.2. 示范中心在新工科建设中的作用

示范中心是新工科人才培养方案、教学计划的执行者，是学生实践能力培养的主要责任人。它在新工科建设中，推进如下变革：整合优质硬件资源和优质师资资源；推动实验室软硬件资源的建设与共享；加强学生动手能力、实践能力和创新能力的培养体系建设；对实验内容进行整合、对实验方法进行规划，提升实验教学改革水平。

示范中心拥有一定规模的实验课程与师资队伍，易于统一协调、统一实施新工科人才培养方案；具有很强的教改能力，易于产生适应情境特性、差异特性的教学方法。教师具有先进的教学理念，易于理解新工科内涵；掌握先进的现代化教学工具，易于实施教学计划和教学过程；示范中心的新工科建设成果具有区域或全国的影响力，有示范与辐射作用。

3. 示范中心在新工科建设中的教育诉求

高校工程教育应与产业发展紧密联系、相互支撑，突出行业特色。基于示范中心的特征与作用，它应坚决贯彻新工科建设部署，培养知识结构合理、视野宽广、核心素养高的技术创新型人才。

3.1. 示范中心应优化实验知识结构

随着工程知识爆炸性增长和工程知识门类成倍增加，学生为解决工程问题而要掌握所必需的全部工程知识是不现实的，也是完全不可能的，所以，掌握哪些知识使知识结构合理化已日显重要。例如，工程课题研究时，课题组成员可以借助网络展开异地讨论；当课题组无法解决工程难题时，可以通过文献检索，快速发现拥有相关知识的场所，把各种知识汇通起来而得到启示。如果学生在知识结构中拥有文献检索知识和互联网知识，那么就能够相对顺畅地解决问题。因此，合理的知识结构在工程教育中显得尤为重要。

示范中心优化学生实验知识结构要遵循四个原则：一是整体原则。实验知识之间以及与理论知识之间相互联系，通过它们之间的相互作用，形成一个有机的整体。二是比例原则。实验课程与理论课程、不同实验课程、同一课程的不同实验之间必定存在着一个优化的比例，比例大小随教育目标不同而有所变化。三是层次原则。实验类型不同是为建构知识层次服务的，由低到高层次配合适当，有利于整体的发挥，并使实验知识结构健康而迅速地发展。四是动态原则。随着新技术、新产业的迅猛发展，示范中心必须能够自我调节、不断更新实验体系，使学生知识结构符合产业变化的要求，自我完善，适应国际社会和未来社会方方面面的不断变化。

“聪明人不是具有广博知识的人，而是掌握了有用知识的人。”古希腊戏剧家埃斯库罗斯早就指出

了这一点。合理的知识结构是为了更好地运用知识，掌握知识并运用知识才是教育之道。

3.2. 示范中心应面向创新能力培养

中国目前正面临着社会转型、新产业变革、全球经济一体化等诸多问题，形势之复杂，历史罕见。在此复杂的形势下，创新人才已成为应对复杂形势、走出发展瓶颈的迫切需求[4]。

示范中心在推进创新能力培养进程中，既要重视知识的运用，又要兼顾知识的融合；既能有效应对现实变化，又能兼顾将来发展；既能有效应对本土产业需求，又能兼顾国际发展。根据这些理念创立的新型实验教学模式向传统实验模式提出严峻挑战，挤压传统实验模式的生存空间，迫使实验教学改革进行创新。曾几何时，高校实验课程之间壁垒森严、人为鸿沟难以逾越。唯有通过改革，面向创新能力培养，才能扭转僵化的教育局面。

示范中心应建立充满活力、激励创新的实验教学生态，培养创新能力是示范中心应有之责。除知识量外，创新能力还体现在创新人格、创新思维、批判性思维、创新方法等[5]，这几个方面相互关联、相互促进。实验创新能力培养应定位于创新思维和批判思维的引导以及创新方法的训练。示范中心应增加设计应用型、综合创新型实验，协调实验类型比例，加强实验教学内容的系统性与应用性，优化创新生态。

3.3. 示范中心应为学生的未来发展服务

人的教育具有过程特性与情境特性，示范中心应在实验环节提高学生探究“未知”、推理“可预见”的能力，不能让“长大后自然会明白”来推卸当下教育的责任。基于新工科视域，示范中心可以在以下几个方面为学生的未来发展服务。

第一，探究未知事件的实践。已知结果的实验验证只能培养学生的实验操作技能，长期从事机械化实验操作的学生，会形成按部就班进行操作的条件反射，这对学生的成长是不利的。示范中心应设置一定比例的“未知”或有多种结果的设计型实验、综合型实验，加强探究“未知”的实验训练。

第二，探究未来的思维方式。通过长期的探究性实验的训练，将会提高学生的探究意识。意识是进行深入科学研究的第一反应，但意识不等同于思维方式，探究性的思维方式具有科学性、逻辑性，要经过各个实验环节的科学锤炼，在实践中不断得到修正与优化。

第三，未来工作所需的技能。掌握未来工作所需的技能，是为了未来能够更好地工作。培养未来工作所需的技能是教育目标之一，比如在未来社会里，信息量急剧增长，需要科研工作者在海量信息中披沙拣金，这种信息处理能力在实验课前预习、课后总结中应得到训练。

3.4. 示范中心应参与人才国际化视野的培养

随着全球经济一体化、产业国际化的不断推进，国际人才的需求日趋迫切，《国家中长期教育改革和发展规划纲要》对国际人才有三点要求，其中，国际化视野是国际人才的首要标准，示范中心应参与培养具有国际化视野的人才。

第一，在师生交往中拓宽国际化视野。“学高为师，德高为范。”教师的言行对学生的思想与行为有着重要的影响，示范中心教师的国际化视野对学生的影响是多方面的：在实验课堂中、在实验指导中、在实验体系中、在实验指导书中以及在平时交流中。因此，拓宽国际化视野要从教师做起，学生在学习过程中从教师身上得到启示，逐渐拓宽国际化视野。

第二，以国际化教育理念培养学生。以开放包容为核心，以人为本，以素质教育为中心，这些国际化办学理念，已经被我国大部分教育工作者所接受，示范中心教师更应付诸行动，将国际上先进教育理

念体现在教学过程的点点滴滴中。所谓以人为本，就是强调学生在教学过程中的主体作用与地位，它是一种价值取向，强调尊重学生、为了学生；它也是一种思维方式，从学生的发展角度出发，分析和解决教学问题。

第三，培养跨文化能力，拓宽国际化视野。在经济全球化背景下，跨文化能力是国际人才的基本要求，也是扩大国际化视野的有效路径。提高跨文化能力不仅要树立本土“文化自信”、坚持“文化认同”、接受“文化多样性”、善于展开“对话”等几个方面；而且在国际交往中必须具备健康的心理和较高的政治素养，能抵抗多元文化的冲击。示范中心从融合国外教材、实验内容、实验体系、实验方法、实验课堂做起。善于学习国外技术，也是跨文化能力的体现，通过吸收国外技术，拓宽国际化视野。

4. 高校实验教学示范中心的改革路径

新工科建设关键在于落实，基于在新工科建设中的教育诉求，示范中心应通过改革促进教学水平的提高，培养新工科人才。示范中心是推动“从知识传授到能力生成”这一教育范式转变的核心枢纽与关键载体，其承载作用主要体现在以下四个关键维度：一是重构教学内容与模式，让学生主动建构并整合知识。二是打造开放创新的实践平台，使能力培养从课堂延伸到课外，从模仿升级为创造。三是改革评价与引导机制，推动评价体系从关注“实验报告结果”向聚焦“过程表现与能力达成”转变，引导学生自觉地追求能力的生成与提升。四是营造能力本位的育人文化与国际视野，将成果导向教育(OBE)理念渗透至整个教学体系，持续推动教师教学理念和学生重心向“能力生成”这一根本目标迁移。根据示范中心的现实情况，重点在以下几个方面进行改革。

4.1. “两个转变”促实验内容改革

我国高校绝大多数的理论课程内容是完整的，但实验内容一般作为理论内容的补充，仅与理论课程几处重要内容相关联，造成了实验知识结构的缺陷；同时，实验类型以验证为主，实验只是培养操作能力的手段，极大阻碍了学生探究思维的发展。示范中心应实现“两个转变”，促进实验内容改革。

第一，将零散性的实验内容转变为系统性的实验内容。示范中心应与理论课程教师充分合作，开发计算机(虚拟)仿真实验，补充每门课程缺失的实验，这样，使每门课程的主干内容都有对应的实验，实物实验和计算机(虚拟)仿真实验一起构成了课程实验知识体系。

新开发的计算机(虚拟)仿真实验可以作为理论课堂的课后作业；也可以作为实物实验课前预习的基础实验。这样，对学生的实验训练是全面的，即认识主体及认识活动的整体性得以保证。所设计的计算机(虚拟)仿真实验应具有两个特点，一是有多个途径或方法得到实验结果，使学生有更多思考的空间；二是重点突出，提供必要的基础仿真模型或模块，节约实验时间，让学生的主要精力花在重点要解决的问题上。还有，示范中心应开发移动端实验，使学生在碎片时间里就能在手机上完成一个(虚拟)仿真实验。

第二，将依附型的实验转变为应用型的实验。现有的实验按其类型分为验证、设计、提高、综合四类，但其实验内容往往是依附于课程的。在新工科背景下，并充分参考国外著名高校的具体做法，以工程应用为目标，将上述四类实验转变为“基础实验”“设计实验”“扩展实验”“综合实验”。

“基础实验”以培养基础知识、基本能力为目标，摒弃纯操作且古板的实验步骤；“设计实验”在某种原理下给出设计任务，学会设计和研究方法；“综合实验”适当调用不同课程知识，进行综合设计与实验；“扩展实验”属于创新型应用实验，在产教融合的基础上，依据产业的实际需求，将典型的应用需求分解或直接作为实验内容[6]。

示范中心充分利用信息技术为教学服务；充分考虑实验内容的完整性与科学性，使学生能够逐渐熟练地运用知识、惯于思考，提高探究思维能力。

4.2. “两线融合、三段评价”促授课方式改革

随着“互联网+”教育的推进，线上丰富的教育资源得以有效利用，教育方式与方法有了更多的施展空间。

第一，“两线融合”指的是线下线上融合。线上线下融合教学模式是针对性地设计每个实验教学环节，学生可以利用碎片化时间将知识加工、处理来完成实验预习任务或实验总结任务，进而生成自己的知识，逐步从“接受”知识走向“整合”知识，进而构建知识体系。张大良指出：推动信息技术与教育深度融合，将成为新一轮本科教学改革的重点之一[7]。

线上线下融合的关键在于两者内容上的交融，线上教育资源应具有针对性、科学性与合理性。以较复杂的设计型实物实验为例，在预习阶段学生就需要完成网上基础实验，观看实验设备实物照片和视频，阅读与该实验相关的文档资料，课程网站应提供这些有针对性的教育资源，为实物实验服务。为了更好地完成实验，达到较好的实验效果，设定目标任务。在目标任务的激励下，学生有意愿去完成实验预习任务。在此过程中，学生既复习了知识、又运用了知识解决问题，激发了学生的探究思维。

第二，“三段评价”指的是实验预习阶段评价、实验课堂过程评价、实验总结评价。实验预习阶段评价包括网上作业评价和预习报告评价，网上作业主要指的是基础实验，考察重点为所采取实验方法的合理性、实验结果性能指标的达成度。至于网上资料的观看与学习情况，则通过预习报告来衡量。预习报告评价包括多个方面，除方法、实验路线外，还要考察预习报告的完整性，它反映了学生对实验目标的理解深度。

实验课堂过程评价即对学生在实验过程中表现进行评价，包括教师评价与同组学生互评。

实验总结有两个部分，一是总结与体会，二是实验课后作业。课后作业与该实验内容相关或类似的设计题，但仅需写出设计方案，尽量选用学科竞赛真题或分解后的产业应用题。评价这两部分的优劣，作为该实验总结的总体评价。

评价是一种激励机制，也是督促学生学习的有效手段，评价机制运用得当，可以激发每位同学的学习内驱力，将时间与专注力更多地投入到富有成长性的学习探索中，让课堂成为启迪思维的主场，让知识获取的成就感胜过短暂娱乐，良好的教学设计会使学生取得更高的学习效率。

4.3. 构建“一体两翼”创新机制

“一体两翼”含义为：以培养创新能力为主体，打造项目创新翼和实验创新翼的创新机制。示范中心建设要求较多，其中开放、实验创新能力培养是比较重要的两个方面。在新工科背景下，示范中心不仅要坚持实验室开放，而且还要赋予开放功能新的内涵；不仅要理解由实验到创新能力培养的意义，而且要主动设计实验创新能力培养的高效路径。

第一，项目创新翼指的是引导学生积极参与各类项目研究，建立管理机制。创新项目类型很多，包括学生自主申请到的专业、学院、学校创新项目或产教融合项目，也包括学科竞赛、国家创新创业课题等。示范中心肩负着学生实验实践能力培养的任务，有责任对人、事、物进行统一管理，统筹规划学生的实践创新能力培养。制定规章制度，以制度化的方式运行，向管理要效益。

管理中，为学生创造一个得以发挥才能的研究环境，可以使学生更好地完成项目；同时，充分了解项目研究过程，及时表扬与鼓励取得阶段性成果的学生，可以提升学生的“士气”，提高研究效率。总之，示范中心对创新类项目以目标管理为主，粗放与集约相结合。在申报参赛或申报项目阶段，提出数量目标与总体内容方向，发挥学生与各部门教师的主动性；而在实施过程中，全面参与管理、跟踪进度、提供保障。

第二，实验创新翼指的是以实验促进创新能力提高，建立更有利于学生创新能力培养的机制。不断建设具有产业背景、不同难度、围绕学科知识体系的创新实验，以递进的方式激发学生创造思维。根据实验类型，将各种设计内容扩充到实验内容中，使产教融合成果和理论研究成果转化成优质的教学资源。

在基础训练中，丰富实验课程内容，以知识运用与迁移为手段，加强实验技能与探究思维的训练；在设计训练中，跟踪学科的前沿，收集综合设计题、学科竞赛真题，纳入设计型实验中，提高创新设计能力；在综合实验中，重视实验前后的能力培养。预习后对设计报告进行开题答辩、完善设计，在实验过程中，发现问题，解决问题，实验后及时分析、总结等，在各个阶段，借助仿真验证和理论推导，完成阶段目标，通过各方面的锻炼，提高综合能力。在扩展实验中，分解并提炼企业开发研究课题，根据市场需求，紧跟技术进步，提高创新能力。

通过“一体两翼”机制，将创新能力的培养从一门课、一项活动，升维为整个教育过程的“底色”。学生不再需要“挤出时间”去创新，而是在完成高质量项目或实验过程中，自然而然地锻炼并展现出创新能力。课业为创新提供知识基础和问题来源，创新为课业赋予意义感和实践出口，两者在同一条培养路径上合二为一。

4.4. “四个举措” 拓宽国际化视野

国际化人才须具有国际化视野，拓宽国际化视野对于产业国际化竞争具有重要的作用。示范中心采取三个举措，拓宽国际化视野。

第一，促进国际和本土学生的相互合作。随着我国高等教育国际化的推进，许多高校有一定规模的留学生，许多留学生与国内学生一起上课、一起学习，但他们之间很少有共同任务进行必然的交流。而示范中心可以有意识地安排本土学生与留学生同组实验，恰恰能促进国际和本土学生的相互合作，为了共同的目标，进行深入的探讨，相互了解思维方式、文化内涵，相互提高。

第二，注重综合能力的发展，推进国际化的实验室建设。高校实验室建设没有国际标准，但国际一流高校的实验室有基本统一的做法：完整性、综合性是它们共同的特点，而且善于利用信息技术和信息资源，有大量的计算机仿真实验，虚实结合。示范中心应根据学时适量购置实物实验平台，组织课程组教师以知识运用、探究性思维和综合能力培养为目标，以高效为原则，结合科研成果，多开发计算机仿真实验用于理论教学和实验教学。

第三，加强外文的实验语言训练。在仪器上一般都有英文标识，在实验设备一般有国际流行的符号语言，但在实验指导书上往往仅以中文说明。示范中心应统一规划，在指导书中，除了关乎实验室安全的采用双语说明以外，其它全部采用英语编写；同时，采用双语或全英语教学，加大学生学习外语的比重。通过提高外语水平，便于获取国际信息、理解他国文化、展开国际交流。

第四，拓宽教师的国际化视野。教师以访问学者身份、合作研究身份到国外高校实地考察、学习、展开国际交流，不断拓宽国际化视野，提高教学水平。在教学过程中，教师的言行对学生起着潜移默化的作用。

示范中心教师还可以帮助学生加强学术交流、参加国际会议、提高交流能力，开阔学术视野；鼓励学生到国外继续深造、校际合作的游学，逐步扩大国际化视野。

以浙江工业大学电工电子实验教学示范中心为例，通过改革，取得了一些成绩。2018 年~2025 年基本数据如表 1~4。与八年前对比，表 1 中的扩展实验和综合实验数量、表 2 中的全英语授课的课程数量、表 3 中的国家级课程数量、表 4 中的年均学科竞赛获奖数量都是成倍地增加，证明了教学改革的有效性。

Table 1. The demonstration center has offered experimental courses over the past eight years
表 1. 示范中心八年开设实验

项目	年均实验个数	年均受益人数	年均人时数
基础实验	388	3250	180,000
设计实验	133	1200	70,000
扩展实验	77	450	课内 + 课外
综合实验	98	560	课内 + 课外

Table 2. Experimental courses taught entirely in English
表 2. 全英语授课实验教学

项目	年均实验个数	全英语课门数	年均受益人数
自动化专业	15	3	320
电气专业	23	4	156
通信专业	18	3	182
电子信息专业	5	1	30

Table 3. Total number of first-class courses over the past eight years
表 3. 八年来一流课程总数

项目	虚拟仿真项目个数	线上课程门数	线下/混合门数
国家级	1	2	2
省级	5	11	17
校/院级	8	30	50

Table 4. Average annual number of awards in disciplinary competitions over the past eight years
表 4. 八年来年均学科竞赛获奖

项目	智能小车	机器人	其它
国家级一等奖项数	7	8	3
国家级二等奖项数	2	5	15
省级项数	12	15	21

5. 结语

新工科建设不仅需要顶层设计，而且需要基层教学组织的积极响应，阐明示范中心在新工科建设中的现实诉求，可以更好地展开教学组织与教学改革，为新产业发展培养人才。

参考文献

[1] 何锋, 张有光, 李峭. 新工科背景下“数字电路与系统”课程系统观实践[J]. 高等工程教育研究, 2025(4): 61-67.
[2] 顾佩华. 新工科与新范式: 概念、框架和实施路径[J]. 高等工程教育研究, 2017(6): 1-13.
[3] 方展画. 发展性、动态性、多样性——对教育的重新理解[J]. 教育研究, 2002(10): 6-12
[4] 陆国栋, 李拓宇. 新工科建设与发展的路径思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 20-26.

-
- [5] 陈光. 创新思维与方法——TRIZ 的理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2016.
 - [6] 南余荣. 电力电子技术[M]. 第 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2021.
 - [7] 赵宝莹, 李传锋, 朱烨行. 智慧教学新生态赋能高校教师数字化转型发展的研究[J]. 中国高校科技, 2024(9): 93-96.