

文章编号: 2095-1663(2019)05-0026-05

# 基于智能技术的“新工科”研究生学习环境设计研究

逯行<sup>a,b</sup>, 沈阳<sup>a</sup>

(北京师范大学 a. 互联网教育智能技术及应用国家工程实验室; b. 教育学部, 北京 100875)

**摘要:** 传统的工科研究生培养, 学习环境主要包括实验室、产学研结合实践场景等, 基于这种认识的学习环境设计与评价, 过于重视社会效益而忽视学生个体体验。本研究通过强调学习环境应当与“新工科”研究生培养需求之间动态平衡, 分析产业发展需求、交叉融合实践需求、科研发展需求、个人需求中包含的六种主体需求: 贡献性、连接性、确定性、增长性、意义性、多样性; 通过引入智能技术提供的智能化认知有效功能、智能化情感功能、智能化物理情境功能、智能化社会支持功能, 解决“新工科”研究生培养的需求冲突, 提出了适用于“新工科”研究生培养的学习环境设计策略。

**关键词:** 新工科; 研究生培养; 学习环境; 智能技术; 交叉融合; 需求冲突

**中图分类号:** G643

**文献标识码:** A

近年来, 新一轮科技与产业革命要求从国家发展层面提出战略性应对策略。中国提出了“中国制造 2025”等一系列国家顶层发展战略, 全国各个高校积极响应时代发展的号召, 推进“新工科”建设, 形成了“复旦共识”(2017年2月)、“天大行动”(2017年4月)、“北京指南”(2017年6月)等战略文件。同时教育部等部门多次发布文件支持和鼓励开展新工科研究。研究生阶段的人才培养是国家培养创新型人才的重要阶段, 基于“新工科”提升我国工科研究生培养质量, 提升我国综合竞争国力被提升到了国家战略高度。另一方面, 新时代“新工科”研究生培养对学习 environment 提出了新的需求。智能技术发展变革“新工科”研究生培养学习环境, 提升研究生培养效率提供了技术基础。人类需求的不断满足是时代进步的内驱动力, 技术服务于人类需求是技术创新与发展的重要维度<sup>[1]</sup>。技术的快速发展是推动学习环境研究的重要驱动和支撑<sup>[2]</sup>, 技术融入教育环境, 通过变革环境表征更好地满足于空间用户

的需求是智能技术在教育场景的重要切入点。“新工科”研究生培养中, 学习者和培养者越来越不再满足于传统的学校建筑、教室布局、环境设计, 从形式到内容不断地诟病旧工业时代发明出的这种现代学校模式。新时代的工科教育要求迈向未来教育之路, 要求在教学空间和学习环境的设计上有所突破, 以承载更加具有创新意义的教学内容和课程活动。本研究关注如何将智能技术融入“新工科”学习环境设计中, 探讨智能技术在新工科院校的学习环境设计中承担着何种角色、以及智能技术如何变革“新工科”研究生培养的学习环境等问题。

## 一、“新工科”研究生培养

### (一) 人才培养战略布局

时代发展对工科人才培养提出了新的需求。当前新工科建设的内涵基本清晰, 有研究认为需要将重点放到人才培养实践上, 如在体制机制方面树立

收稿日期: 2019-05-20

作者简介: 逯行(1989—), 女, 河北邯郸人, 北京师范大学教育学部在读博士研究生。

通讯作者: 沈阳(1985—), 女, 北京市人, 北京师范大学博士后研究员。

基金项目: 教育部科技司委托项目“中国智能教育推进路径研究”(教技司[2018]477); 北京师范大学教育学部学生科研基金“具身认知视域下未来学习空间设计与测评模型研究”(项目编号: 1812203)

以点带面的理念,加强顶层设计与学科专业发展,开展通识教育体系课程,建立多维度的评估制度,营造协同育人的管理文化<sup>[3]</sup>。我国从国家战略层面提出“中国制造 2025”后,对工科人才的培养路径产生了重要影响,如工科研究生教育发展路径需要依据制造业的结构调整与优化工科研究生教育结构,包括学科结构对接产业布局、人才结构对接市场需求、课程结构对接职业发展等<sup>[4]</sup>。近年来,“新工科”建设重点进行了四个方面的布局,专业布局、项目布局、高校布局和资源布局<sup>[5]</sup>。全国各地增设了多种新兴工科专业,如机器人工程、数据科学与大数据技术、智能制造工程、网络空间安全等;组织开展研究与实践项目,以项目群为平台,定期组织交流、积极吸纳社会资源、推进校级间的协作;汇聚产业界资源,支持“新工科”建设,深入实施产学研协同育人机制,通过政府—企业—高校相互衔接的方式培养新时代工科人才。可以发现,“新工科”的人才培养模式已然区别于传统的工科人才培养,更加强调多元主体协作,一些地方还成立了现代产业学院、未来技术学院等,通过落地实践探索新时代工科人才的培养。

## (二)工科研究生培养

工科研究生教育的已有研究较多关注了工科研究生认知能力培养,如数学能力培养,关注学生数学建模、几何直观等能力培养<sup>[6]</sup>;也有从创新能力培养层面探讨了工科研究生的各种能力要素,如研究生深度参与科研的能力、基础理论水平、学术研讨和学术报告能力、团队合作和组织能力等<sup>[7]</sup>;从工科人才选拔的视角来看,工科研究生培养重视科研能力培养、科研课程体系建设、开展学科间交叉和渗透的科研实践等<sup>[8]</sup>。当前工科研究生的主要学习场所是校园实验室、产学研的实践场景等,既具有开放性,又具有一定的封闭性。反观已有研究,工科研究生培养的空间环境承载鲜有研究展开探讨。智能技术冲击下的工科院校研究生学习环境发生了巨大变化,学习环境的设计能否满足研究生学习、实践的需要直接关乎研究生培养的质量。

## 二、工科研究生学习环境设计现状与问题

### (一)工科研究生培养的学习环境建设

已有研究较多地在探讨工科教育的内容,较少关注工科研究生培养的学习环境设计。工科人才的培养过程通常伴随实验教学、科学探索等活动发生,

较为强动手实践等能力的培养,这一点上与人文学科教学形成鲜明的差异性。工科的教与学活动往往需要依赖于具体的空间环境、基于一定的软硬件设备。随着技术的发展,工科研究生培养的教与学环境发生了变化,互联网、智能技术等对工科研究生培养环境产生了巨大的冲击。较早时候有研究者探讨了基于建构主义学习理论与分布式虚拟现实技术构建工科研究生培养的开放式教育系统,以创新教学模式、支持学生自主探究、协作学习等<sup>[9]</sup>。这些都是通过变革教室、实验室等学习环境,创新学生的学习体验,以期提升研究生培养的质量和效率。以工科院校的实验室为例,作为学生学科、科研最重要的场所之一,实验室在学生的毕业设计、实践能力培养、操作训练等教与学活动中扮演着非常重要的角色<sup>[10]</sup>。但是传统实验室的学习环境设计过于封闭,只是将各种实验或科研需要的软硬件设备进行了罗列,并没有很好地考虑到学生的需求,因此学生使用起来体验较差。“新工科”研究生培养面临学习环境单一、线性设计思维严重、忽略学生用户体验等问题,直接影响了研究生培养的效率和质量。

### (二)工科院校学习环境设计的主客观之争

“新工科”教育具有目的性强、操作性高、注重效率、注重社会效益等基本特征,因此人才培养单位在进行学习环境设计时,往往优先考虑了学习环境的社会效益,忽略了学生的个性化偏好和需求,这往往直接导致培养质量和效率的降低。学习环境设计需要在“新工科”研究生群体(学生)和其他利益之间不断平衡。每一个学生都有其个性化的环境偏好,但是由于年龄、性别和个人特征不同,当前“新工科”研究生学习环境设计时很少考虑学生的个性化需求,同时,社会效益等因素总会凌驾于学生体验之上。工科学术的设计者和建设者的服务对象与对话方都是学校管理者,但是学习环境的最终使用者却是从事工科专业学习和研究的学生,学校从最开始的设计阶段就容易忽略学生的生理诉求和心理诉求,这种设计和“新工科”研究生群体的脱节直接导致了学习环境设计进展的缓慢。学校设计需要在“新工科”研究生群体和社会利益之间、在传统和创新之间不断平衡。但在当前的学习环境设计中,不平衡严重存在,直接影响了工科院校学生的学习表现,如操作技能、理论实践等能力跟产业需求的脱节。

### (三)学习环境对“新工科”研究生需求的满足

“新工科”院校的学习环境的设计者不能盲目遵

从社会效益导向,直接引入企业的学习环境解决方案,在设计前期应当与学生尽可能多地交流,了解学生对学习环境设计的想法以及他们结合自身学习支持条件对学习环境提出的诉求。设计师李亮聪认为,实体环境是周遭环境与人类需求的表达<sup>[11]</sup>。由于忽视了主体的主观需求,传统学习环境的设计以学校教室等建筑设计作为代表,长期以来忽视教育愿景、教育理念、课程、活动等与学习环境一体化设计的结合,不能站在学习者的视角进行设计,也就无法在教育目标与物理环境之间有效转化<sup>[12]</sup>。有研究者认为,从建筑学的视角看,学校除了有可持续性的要求,还应当具有健康、体现现代技术、满足使用者群体需求与个性化需求等属性,同时还应该是灵活且能够适应变化的<sup>[13]</sup>。设计者需要做的主要的工作之一,就是平衡学生的主观需求与客观质量等指标,其中需要指出的是,学生的生理需求和心理需求同样重要,都不可忽视,主观心理需求对环境设计具有重要的影响和价值<sup>[14]</sup>。

### 三、智能技术驱动“新工科”研究生学习环境的变革

#### (一)学习者内外需求与学习环境的动态平衡

人类内外需求的动态平衡机制是“新工科”研究生培养学习环境设计的重要原则。学习者需求与学习环境形成交互,环境通过满足学习者需求来获得改变,学习者需求通过影响学习环境来获得满足。以物理学习环境为例,“新工科”研究生所接触的学习环境中的物理材料(如书桌材料、形状及表面温度)和社会情境(如师生交互)都有助于满足学生在特定

的物理学习环境中的一种或多种需求。

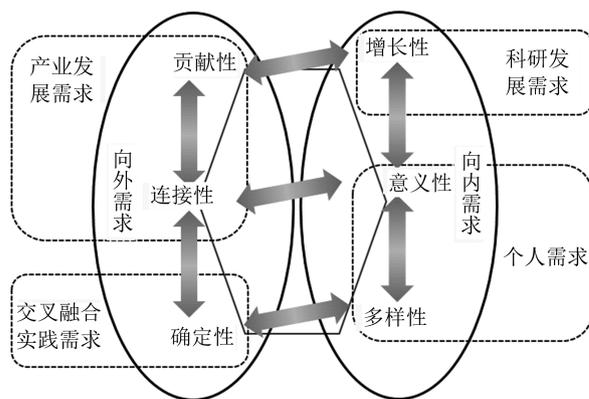


图1 工科学习与环境需求的交互依存:向内与向外

学生的主观体验、物理环境和社会情境形成连续统一体,一同作为“新工科”研究生学习环境设计的重要指标。Moll 等人提出了一种基于不同人类需求理论的六边形通用人类需求模型,用以说明人类和空间环境之间的交互依存关系<sup>[15]</sup>,如图1所示。这一以需求为中心的框架提出了六个核心需求,即确定性、多样性、连接性、意义性、贡献性、增长性,与学习环境设计的物理环境和非物理环境均有关,解释了学习环境设计的根源问题,并通过分析潜在行为相关模式,为解决学习环境设计中的问题提供了新范式,在工科学习环境中各核心需求可表现如表1所示。这一设计原则遵循层次化且相互关联的生长路径,以实现内在需求与外在需求的交替满足。Moll 认为,这种需求框架与多种物理学习环境有关系,如课桌、教室、走廊、外观设计、游乐场、学校以外的拓展空间等,其中每一种学习环境均不同程度地与现代信息技术进行了结合。

表1 工科研究生学习环境中各核心需求的表现

| 方向   | 工科研究生对学习环境的需求 |      | 表现举例                 |
|------|---------------|------|----------------------|
|      | 类别            | 核心需求 |                      |
| 向外需求 | 产业发展需求        | 贡献性  | 如解决超越实验室经验的社会真实问题;   |
|      |               | 连接性  | 如社交联系、强化交互体验、交互临场感等; |
|      | 交叉融合实践需求      | 确定性  | 如自然材料或结构的同质性;        |
| 向内需求 | 科研发展需求        | 增长性  | 如多元实践经验获得;           |
|      |               | 意义性  | 如理解原理、实践的深层含义;       |
|      | 个人需求          | 多样性  | 如个性化程度。              |

#### (二)以智能学习环境解决“新工科”研究生培养的需求冲突

智能技术变革“新工科”研究生学习环境最重要

的作用之一是平衡不同需求之间的冲突。智能化学习环境是学习环境发展的未来阶段,包含物理学习环境、网络学习环境等空间形式。有研究者认为,未

来学习环境的设计具备无线传感网络、智能计量、物联网等智能技术多点并行的显著特点,对于传统学习环境来说是一个革命性的变革<sup>[12]</sup>。“新工科”研究生培养的学习环境缓慢向技术驱动的转变体现在环境设计的各个方面,如建筑、软硬件设施、光线管理、湿度管理等。此外,通过可穿戴设备等智能设备

收集个性化数据,不断提高“新工科”学习环境的异质性适应性,是未来智能技术切入学习环境设计的重要角度<sup>[16]</sup>。智能技术作为中介调节力量,通过提供智能化认知有效功能、智能化情感功能、智能化社会支持功能、智能化物理情境功能,不断平衡“新工科”研究生不同需求之间的冲突(如表 2)。

表 2 “新工科”研究生学习环境需求冲突与智能技术平衡机制

| 智能技术解决机制  | 需求冲突                            | 举例  |
|-----------|---------------------------------|---|
| 智能化认知有效功能 | 贡献性 VS 增长性                      | 基于跨媒体协同处理、群体智能开放,构建智能机器与学习者一体的认知主体,加强学习知识获取与生成、协同共享、知识图谱构建与学习等能力(如建立科研学习和产业生产不同场景之间的知识图谱,辅助学习者实现场间转换) |
| 智能化情感功能   | 连接性 VS 意义性<br>意义性+多样性<br>VS 增长性 | 智能机器人科研伴侣在研究生科研活动中承担辅助功能,帮助学习者解决底层认知活动中的记忆型问题,同时提供高阶思维的训练平台(如智能学伴平台)                                  |
| 智能化社会支持功能 | 连接性 VS 多样性<br>确定性 VS 贡献性        | 利用增强现实技术提升研究生对产学研结合实践场域的适应能力;提供虚拟环境中的操作、试错等交互(如 AR 潜水艇理论与实践课程)  |
| 智能化物理情境功能 | 确定性 VS 增长性<br>确定性 VS 多样性        | 利用智能可穿戴设备,提高学习者对智能环境的适应性,同时与环境开展多模态数据交互,激发环境的应激反应能力(如智能手环辅助学习者与实验室环境进行互动)                             |

#### 四、“新工科”研究生培养学习环境的设计策略

##### (一)构造线上线下相结合的智能学习空间

利用线上线下相结合的智能学习空间记录“新工科”研究生在科研、学习、娱乐、实践等不同活动中的过程性数据,形成适配性、个性化的数据库。基础数据为智能环境识别学习者特征、教师及在线平台提供合适的学习资源与便利的互动工具提供了依据。在科研和学习过程中,依据基础数据预测出的学习者特征,利用线上平台提供课程、数据等,同步定向推送科研与学习资源。同时,为学习者提供基于在线平台的学习社群、教学社群等,建立“研究生—导师—信息—环境”等多极之间的相互作用。

##### (二)利用智能技术提升学习环境的沉浸体验

在研究生实验室、产学研实践培养等环境设计中,充分利用 AR、VR 等智能技术,增强研究生学习者的沉浸式体验。尤其在航空航天、土木工程、桥梁建造等相关专业的实践与科研中,教学资源强调直观性和可视化、思维培养强调空间想象、设计思维等。这类专业对于智能技术变革学习环境的需求较为旺盛,应当在设计与实施中着重考虑学习环境的沉浸式体验。此外,搭建电子书包环境,同步整合云计算、学习分析技术等,创新性构建智能交互、沉浸

体验的智能化学习环境、科研环境、产学研实践场景。增强立体化学习资源、虚拟教具、多为互动、电子档案袋等在个性化学习、个性化科研、个性化实践中的支持作用,推动智能技术对工科学习环境的变革与创新。

##### (三)基于多模态数据提升学习环境的交互功能

“新工科”学习环境承担着科研与实践的双重属性,因此,包含的信息量加大、学习者与环境之间的交互成本较高,如需要处理物体、虚拟实体等不同类型的交互数据。在基于智能技术设计“新工科”研究生学习环境时,强化多模态数据的利用,增强研究生学习对科研环境、产学研实践环境的感知识别能力,从而匹配相应的态度、知识、技能等。例如,为“新工科”院校的研究生提供场景切换能力较强的智能手环、智能可穿戴设备,实时收集实验室仪器设备、实践场所等的物理环境信息、认知加工信息等,为进一步的人工信息处理或机器智能处理奠定数据基础。

#### 五、总结与展望

从可持续发展的角度来看,当今世界的发展瞬息万变,在“新工科”研究生培养学习环境中运用越来越多的智能技术将会是未来发展的趋势。而且随着智能技术的不断发展,人们对于利用智能技术变

革未来学习环境更有信心。有学者曾经就未来学习环境的确定性进行过发问:教室可能是学校会保留到最后的学习环境吗?<sup>[17]</sup>可以看出,教室作为学习环境的重要组成部分,是所有研究未来学习环境的学者避不开的内容。不可否认的是,教室作为当下时代最重要的学习环境的一部分,确实发挥着无可替代的作用,承载着教师的教学活动和学生的学习活动,但随着智能技术的发展,类似于教室这类较为固定范式、可转换性较差的实体空间是否会永存,这是一个值得争议的话题。或许,利用智能技术取代任何实体的学习环境可以作为智能时代研究的未来方向。其次,抛开智能技术单纯考虑“新工科”学习环境的进化和发展,除了考虑空间用户的体验和需求,还可以衍生出基于设计者偏好的多种设计模式,如以生物适应性为核心的模式、以高科技技术应用为核心的模式、以社会体验为核心的设计模式、以群体需求满足为核心的需求模式等,可以作为“新工科”学习环境研究者的下一步关注方向。

#### 参考文献:

- [1] 荀琳,贺善侃. 人类需求:技术创新的重要维度[J]. 东华大学学报(社会科学版), 2010(01):1-5.
- [2] 塔卫刚,张际平. 我国学习环境研究的进展与前瞻——兼论“人工智能+教育”视域下学习环境未来发展[J]. 远程教育杂志, 2018(06):31-40.
- [3] 蔡映辉. 新工科体制机制建设的思考与探索[J]. 高教探索, 2019(01):37-39.
- [4] 肖凤翔,邓小华. “中国制造 2025”与工科研究生教育发展的路径选择[J]. 研究生教育研究, 2017(4):13-18.
- [5] 吴爱华,杨秋波,郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究, 2019(01):1-7.
- [6] 周少波,孙祥,徐晟. 工科研究生数学能力的培养研究——基于科技创新的视角[J]. 研究生教育研究, 2013(04):42-47.
- [7] 卢毅屏. 工科研究生创新能力培养要素初探[J]. 研究生教育研究, 2012(04):54-56.
- [8] 向智男,王应密. 工科直博生培养体系的创新与思考——基于 M 大学工科直博生培养的调查分析[J]. 研究生教育研究, 2014(01):29-34.
- [9] 李文宏. 分布式虚拟学习环境下工科开放教学模式的设计[J]. 教育与职业, 2010, 29:99-101.
- [10] 佟大鹏. 实验室在工科毕业设计中的应用[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2017(05):36-37.
- [11] 李亮聪,席坤. 建筑:周遭环境的产物和人类需求的表达[J]. 设计家, 2013(04):66-73.
- [12] Mumovic D. Designing intelligent teaching and learning spaces: what do we know? [J]. Intelligent Buildings International, 2015, 7(2-3):61-63.
- [13] Clementsroome D. Intelligent Buildings: An Introduction [J]. Crc Press, 2013.
- [14] Oseland, Nigel. The impact of psychological needs on office design [J]. Journal of Corporate Real Estate, 2009, 11(4):244-254.
- [15] De Vrieze R, Moll H C. Crisis in Dutch primary school-building design solved by paradigm shift? [J]. Intelligent Buildings International, 2015, 7(1):36-60.
- [16] 刘海韬,尚君,吴旭. 可穿戴技术对智慧教学环境构建的启示[J]. 中国电化教育, 2016(10):57-61.
- [17] Brasters, J., I. Grosnevor, etc. The Black Box of Schooling[M]. Brussels: P. I. E. Peter Lang s. a, 2011.

## Research on the Design of Study Environment for New Engineering Postgraduates Base on the Intelligent Technology

LU Hang<sup>a,b</sup>, SHEN Yang<sup>a</sup>

(a. National Engineering Laboratory for Cyberlearning and Intelligent Technology;

b. Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)

**Abstract:** At present, the learning environment for postgraduates in engineering mainly includes laboratories, practice sites in the context of collaboration involving production, teaching, and research, etc., which may easily lead to over-emphasis on social benefits and neglect of the experience of individual postgraduates in the design and evaluation of learning environment. By emphasizing the dynamic balance between the learning environment and the needs of the “new engineering” postgraduate education, this study analyzes the six main factors embodied in the industrial development demand, integrated interdisciplinary practice demand, scientific research development demand, and individual demand, namely, the demands for contribution, connectivity, certainty, growth, significance and diversity. Based on the analysis, the authors proposes a strategy to design learning environment more suitable for “new engineering” postgraduate education, featuring effective intelligent cognition function, intelligent emotional function, intelligent physical situation function and intelligent social support function provided by intelligent technology, so as to solve the demand conflicts in the education of “new engineering postgraduates.

**Keywords:** new engineering; postgraduate education; learning environment; intelligent technology; integration of cross-curricular interests; demand conflict