

# 新时代下轨道交通行业“三维五阶”产教融合发展模式解析

姚哨峰 徐晓斌 焦程龙 董勤喜 黎剑华\*

广州铁路职业技术学院 广东 广州 511300

**【摘要】**：在新时代智能建造技术快速发展的背景下，轨道交通行业对高素质技术技能人才的需求发生了深刻变化。智能建造技术的革新推动轨道交通行业对复合型人才需求升级，传统职教模式已难以适配行业发展。本文构建“三维五阶”产教融合模式，通过主体、要素、机制的协同联动与五阶段递进式培养，探索高职院校与产业深度融合的路径，研究表明，通过构建动态适应技术变革的多维度育人体系，可为智能建造背景下轨道交通行业高质量发展提供人才保障。

**【关键词】**：智能建造；轨道交通；产教融合；三维五阶；高职教育

DOI:10.12417/2705-1358.25.18.063

## 1 行业变革与人才需求转型

BIM、物联网等技术在轨道交通领域的深度应用，重构了工程建造全生命周期的技术逻辑。设计阶段三维协同使地铁站设计变更减少30%以上；施工阶段智能监控系统与预制装配式技术让现场效率提升40%；运维阶段传感器网络实现基础设施健康状态的实时监测。这些技术变革催生了BIM工程师、智能运维工程师等新兴岗位，人才需求呈现“数字化技能+跨学科素养+创新协同能力”的复合型特征。在建筑行业，当前行业人才供给存在结构性矛盾：70%企业认为高职毕业生智能建造技术应用能力不足，相关岗位人才缺口年增长率达25%，而院校培养仅能满足30%需求。在智能建造背景下，轨道交通行业对技术技能人才的需求呈现“高素质、复合型、创新型”特征，然而经过调研发现，多数传统的轨道交通高职院校仍采用以学校为主体的人才培养模式，这已难以满足轨道交通行业发展需求，更紧迫的是，传统教育模式存在数字化课程占比不足、实训设备滞后、校企协同浅层化等问题突出，导致人才培养与产业需求出现断层。通过探讨智能建造背景下轨道交通行业产教融合的内在规律，丰富了作为培养高素质技术技能人才的主阵地的职业教育产教融合理论体系，特别是针对特定行业技术变革的产教融合模式创新研究，研究成果可为高职院校优化专业布局、创新人才培养模式、提升服务产业能力提供决策参考，对推动轨道交通行业高质量发展具有重要的实践意义。

## 2 产教融合现存问题剖析

在智能建造与职业教育的融合研究方面，国外学者较早关注技术变革对职业教育的影响，国内的教育改革研究为智能建

造背景下轨道交通行业的产教融合提供了理论基础和实践借鉴，但多停留在理论层面，在实际的产教融合方面，仍存在以下不足：（1）校企协同表层化困境。多数校企合作停留在实习派遣层面，企业参与课程开发的院校占比仅35%。企业受短期效益驱动，对人才培养长期投入积极性不足；院校受教学周期限制，难以及时响应技术迭代需求，形成“学校教传统、企业要创新”的脱节局面。（2）师资结构适应性短板。智能建造多学科交叉特性对“双师型”教师提出更高要求，但轨道交通类院校中具备企业实践经验的教师占比不足15%。教师缺乏技术培训渠道，知识体系更新滞后，导致课堂教学与行业前沿技术脱节。同时，企业技术人才进入高校后，又要适应学校的人才考核与职称评审规则，难以将精力全部用在双师实践教学上，不利于学生实操知识培养。（3）实践体系的滞后性问题。校内实训基地多基于传统建造技术，BIM实训平台、智能监测设备配置不足。模拟化实训项目与真实工程场景存在差距，学生缺乏复杂项目的实战经验，难以理解技术应用的底层逻辑。同时，教学评价仍以理论考试为主，对实践能力、团队协作等职业素养考核不足。智能建造领域缺乏统一认证标准，院校课程与行业资格衔接松散，人才培养规范性和认可度受限。

## 3 三维五阶融合模式构建

该模式以“教育-产业”协同创新为核心，通过真实工程场景的沉浸式学习，遵循“认知-筑基-实训-实战-创新”的技能形成规律，推动人才培养与技术变革的动态适配，其本质是打破院校与企业的要素壁垒，构建人才、技术、设备等资源高效流动的生态系统，三维协同框架方面主要从主体、要素和机制三个维度进行建设。

第一作者：姚哨峰，男，1990年11月生，河南汝州人，博士研究生，高级工程师，研究方向为轨道交通、土木工程减灾防灾与应急救援。

通讯作者：黎剑华，1967年9月生，工学博士，教授，高级工程师，硕士生导师，主研轨道交通、智能监控、安全工程和应急救援。

基金项目：广州铁路职业技术学院新引进人才科研启动项目（编号暂无）

### 3.1 主体维度

建立“政府-行业-企业-院校”四方协同机制。政府通过政策引导资源统筹，行业协会制定人才标准，企业提供项目场景，院校负责教学实施，形成闭环育人体系。

### 3.2 要素维度

促进“人才、技术、设备、资金、信息”的有机整合。通过校企人员互聘、技术联合研发、设备共建共享，实现要素的双向流动与优化配置。

### 3.3 机制维度

构建“动力-运行-保障-评价”四位一体机制。以利益分配激发参与动力，以项目驱动规范流程，以政策制度提供保障，以多元评价衡量成效。在三维的基础上，通过五阶递进培养智能建造下的优秀技能型人才以适应新时代下的用人市场环境。

(1) 认知阶：通过企业参观、行业讲座与虚拟仿真，建立学生对智能建造技术的初步认知，明确行业发展趋势。

(2) 筑基阶：开设 BIM 技术、工程数据分析等核心课程，引入企业兼职教师授课，夯实数字化技能基础。

(3) 实训阶：在校企共建实训基地开展项目化教学，如基于 BIM 的车站设计、装配式施工模拟，提升实操能力。

(4) 实战阶：学生参与企业真实项目，在工程师指导下完成智能监测、运维数据分析等任务，积累工程经验。

(5) 创新阶：以毕设或创新项目为载体，解决行业实际问题，如优化 BIM 应用流程，培养创新思维与综合能力。

## 4 实施路径与实践成效

### 4.1 关键路径创新

(1) 专业群动态重构：以轨道交通产业智能建造技术演进为导向，推动传统专业集群的智能化升级。在铁道工程技术、城市轨道交通工程技术等传统专业基础上，拓展智能建造技术、建筑信息模型应用、工程智能检测等新兴方向，构建“传统根基+智能羽翼”的专业生态。建立“行业需求雷达”机制，每季度联合轨道交通协会、头部企业开展人才需求画像分析，当智能运维技术在行业渗透率突破 60%时，即时启动课程模块迭代，例如增设《轨道交通智能诊断系统操作》《故障预测与健康监测》等课程，并将原运维课程课时压缩 20%用于新课程。

(2) 二元课程体系构建：基于智能建造岗位核心能力要素，打造“岗课赛证”四维融通课程矩阵。把 BIM 技能等级认证的 12 个考核模块、装配式建筑施工作业标准的 8 项实操要求拆解为课程单元，同步对标全国职业院校技能大赛“轨道交通工程检测”等赛项。推行“校企双主体育研”模式，组

建校企专家课程研发组，开发《智能装配式轨道施工》等模块化课程，以城际铁路装配式轨道铺设项目为教学载体，将墩身预制、轨道精调等施工环节转化为学习任务。

(3) 协同育人机制升级：实施“双导师共生”培养制度，校内导师侧重理论体系建构与学习方法指导，企业导师每周驻校 2 次，负责实训指导、实习考核及毕业设计答辩，将盾构机智能掘进参数优化等前沿技术融入教学。与中铁局等企业共建“现代学徒工坊”，推行“工学交替”模式，结合在校学习基础课程，在企业完成“轮岗实训+项目实战”，学生入学时即与企业签订“人才共育协议”，享受企业发放的学徒津贴。

(4) 虚实融合实训建设：打造“三位一体”智能实训基地，校内建成 BIM 协同中心、配备全自动钢筋绑扎机器人的装配式实训车间，引入搭载 5G 传输模块的智能监测终端、毫米波雷达检测设备硬件集群；开发轨道交通全生命周期虚拟仿真平台，通过 VR 技术模拟地铁暗挖施工突水突泥应急处置、AR 技术呈现轨道扣件三维装配过程。实训基地实行“项目制运营”，承接市域铁路桥梁 BIM 轻量化建模、既有线智能监测方案设计等中小型项目，解决工程问题的同时提高学生参与度。

(5) 双师团队锻造工程：构建“三维赋能”师资成长体系，从中国铁建、上海申通等企业引进具有盾构施工、BIM 总监等实战经验的技术骨干担任产业教授，承担实践课程教学；实施教师“技术淬火”计划，每年选派教师进驻企业项目一线，参与智能建造项目的方案设计与现场管理；设立“轨道交通智能建造院士工作站”，带领团队完成《基于数字孪生的轨道变形监测》等教研课题，研发智能教学专利。

(6) 多元评价体系革新：建立“过程追踪+多维认证”的评价闭环，在教学过程中植入企业化考核指标，将智能施工项目中的方案通过率、设备调试准确率、团队协作贡献率等纳入阶段性评价；毕业考核采用“双盲评审”模式，由企业技术负责人与校内教授共同评审毕业设计，重点考察技术方案的工程可行性。联合中国铁道工程建设协会开展专业认证，通过认证的专业毕业生可直接获得企业面试绿色通道，增加学生就业率。

### 4.2 案例实证

某市交通职业技术学院联合轨道交通企业成立产业学院，通过上述模式改革，新增《轨道交通 BIM 应用》《智能监测技术》《装配式轨道施工》等课程，学生智能建造岗位就业率从 30%提升至 65%，企业满意度达 90%，校企合作完成 5 余项科研课题，开发的虚拟仿真系统解决了高危实训以及智能巡检难题，面向行业开展技术培训效益超 60 万元。

## 5 结论与展望

智能建造背景下,轨道交通行业产教融合需实现从“校企合作”到“生态协同”的升级。“三维五阶”模式通过主体协同、要素流动与阶段递进,有效解决了技术迭代与教育周期的矛

盾。轨道交通高职院校未来应进一步加强数字化平台建设,引入国际人才培养标准,通过产教融合机制创新和校企深度合作完善体制机制,实现教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接,推动职业教育与产业协同发展,为轨道交通行业输送适应智能建造技术发展、具有全球竞争力的技术技能应用型人才。

## 参考文献:

- [1] 徐建国,李小明.智能建造技术与职业教育人才培养模式创新[J].中国职业技术教育,2020(09):5-10.
- [3] 王树森,张伟.智能建造背景下高职院校产教融合模式探索[J].职业技术教育,2021,42(20):25-29.
- [4] 杨晓东,陈晓明.轨道交通行业产教融合的动力机制与实现路径[J].中国高等教育,2019(16):43-45.
- [5] Staab,R.The Dual Education System in Germany:Challenges and Opportunities in the Context of Industry 4.0[J].European Journal of Vocational Education Research,2017,5(2):112-125.
- [6] Dougherty,K.J.,Reddy,R.W.The Promise of Community Colleges in the Age of Artificial Intelligence[J].Community College Review,2016,44(3):255-275.
- [7] Edwards,P,et al.Smart Construction:Integrating Digital Technologies into Construction Education[J].Journal of Construction Engineering and Management,2019,145(8):401-424.
- [8] 中国城市轨道交通协会.人才发展蓝皮书(2023)[M].北京:中国铁道出版社,2023.