

土木工程建筑施工技术创新探究

贺维涛

陕西建工机械施工集团有限公司 陕西 西安 710000

摘要：文章围绕土木工程建筑施工技术创新展开探究。阐述了创新理论基础，包括创新理论概述、施工技术分类及创新影响机制。通过绿色施工、智能化与自动化等实践案例分析创新成果。同时指出创新面临技术成熟度与成本、人员技能与培训、创新生态系统构建等挑战，并提出加大研发投入、加强产学研合作等策略建议，旨在推动土木工程建筑施工技术持续创新发展。

关键词：土木工程；建筑施工；技术创新

1 土木工程建筑施工技术创新的理论基础

1.1 创新理论概述

创新理论最早由美籍奥地利经济学家约瑟夫·阿洛伊斯·熊彼特在1912年出版的《经济发展理论》中提出，他认为创新是“建立一种新的生产函数”，即把一种从来没有过的关于生产要素和生产条件的“新组合”引入生产体系。在土木工程领域，施工技术创新是推动行业发展的核心动力，它涵盖了新技术、新工艺、新材料、新设备的应用，以及施工管理模式的变革。从创新的类型来看，可分为渐进性创新和突破性创新。渐进性

创新是对现有技术的逐步改进和完善，例如通过优化混凝土配合比提高其强度和耐久性；突破性创新则是创造全新的技术和方法，如装配式建筑技术的出现，颠覆了传统的现场浇筑施工方式。创新理论为土木工程建筑施工技术的发展提供了理论指导，帮助行业明确创新方向，合理配置资源，提高创新效率。

1.2 土木工程建筑施工技术的分类

土木工程建筑施工技术种类繁多，根据施工对象和工艺特点，可大致分为基础工程施工技术、主体结构施工技术、装饰装修施工技术和设备安装施工技术四大类。

分类	具体技术举例
基础工程施工技术	桩基施工技术、深基坑支护技术、地基处理技术（如强夯法、CFG桩法）
主体结构施工技术	混凝土浇筑技术、钢结构安装技术、装配式建筑施工技术、模板与脚手架技术
装饰装修施工技术	幕墙施工技术、涂料施工技术、地面铺装技术、吊顶施工技术
设备安装施工技术	给排水系统安装技术、电气系统安装技术、通风与空调系统安装技术、智能化系统安装技术

随着科技的发展，一些新兴技术如建筑信息模型（BIM）技术、3D打印建筑技术等也逐渐应用于土木工程施工领域，为施工技术的分类带来了新的内涵。这些不同类型的施工技术相互关联、相互影响，共同构成了土木工程建筑施工技术体系。

1.3 技术创新对土木工程建筑施工的影响机制

技术创新对土木工程建筑施工的影响是多维度、深层次的。在提高施工效率方面，新技术的应用能够减少施工时间和劳动力成本。例如，液压爬模技术的使用，可实现模板的自动爬升，在某大型高层建筑项目中，采用液压爬模技术后，主体结构施工速度相比传统模板施工提高了40%，大大提高了高层建筑主体结构的施工速度；在保证工程质量方面，创新技术能够提升施工的精度和稳定性，如预应力混凝土技术的应用，有效提高了结构的承载能力和耐久性^[1]。经实际检测，采用预应力混凝土技术的桥梁结构，其承载能力比传统结构提高了

25%，耐久性提升了30%。从经济效益角度看，虽然创新技术在初期可能需要较高的投入，但从长期来看，能够降低工程成本。比如装配式建筑技术，通过工厂化生产和现场快速组装，减少了材料浪费和人工成本。某装配式建筑项目统计显示，材料浪费率降低了15%，人工成本减少了20%。在社会效益方面，技术创新有助于推动行业的可持续发展，减少对环境的影响，提升建筑的安全性和舒适性。

2 土木工程建筑施工技术创新实践案例分析

2.1 绿色施工技术创新

绿色施工技术是土木工程施工技术创新的重要方向，旨在减少施工过程对环境的影响，实现资源的高效利用。以某大型商业综合体项目为例，该项目在施工过程中采用了雨水收集与循环利用系统，通过设置雨水收集池和净化设备，将收集到的雨水用于混凝土搅拌、场地降尘等，该项目每年收集利用的雨水量达到5万吨，大

大减少了对市政供水的依赖,水资源节约率达到30%以上。在建筑废弃物处理方面,该项目采用了现场破碎筛分技术,将拆除产生的建筑垃圾破碎后,加工成再生骨料,用于道路基层铺设和非承重结构构件制作,该项目建筑垃圾总量为8万吨,经过处理后,建筑垃圾资源化利用率达到90%,共加工出再生骨料7.2万吨,用于道路基层铺设和非承重结构构件制作,建筑垃圾资源化利用率达到90%。项目还使用了低能耗的施工设备和环保型建筑材料,有效降低了施工过程中的能耗和污染物排放。经测量,施工过程中的能耗相比传统施工方式降低25%,污染物排放减少30%。

2.2 智能化与自动化技术创新

智能化与自动化技术在土木工程施工中的应用日益广泛。在某超高层写字楼建设项目中,引入了智能塔吊系统,该系统通过安装在塔吊上的传感器和摄像头,实时监测塔吊的运行状态和吊装数据,一旦出现超载、碰撞等危险情况,系统会自动报警并采取制动措施,有效提高了塔吊作业的安全性和效率。在项目实施期间,智能塔吊系统成功避免了5次潜在的超载事故和3次碰撞风险,相比传统塔吊作业,事故发生率降低了80%。项目还采用自动化钢筋加工设备,该设备能够根据建筑信息模型(BIM)技术生成的钢筋加工数据,自动完成钢筋的调直、切断、弯曲等工序,相比传统人工加工方式,生产效率提高50%以上,加工精度误差从传统方式的 $\pm 5\text{mm}$ 降低到 $\pm 1\text{mm}$,加工精度也得到了显著提升。

2.3 结构安全与耐久性

结构安全与耐久性是土木工程建筑的核心要求。在某跨海大桥建设项目中,为提高桥梁结构的耐久性,采用了新型的防腐涂层技术。该涂层由多层复合纳米材料组成,具有优异的抗腐蚀性能和抗老化性能,能够有效抵御海洋环境中的盐雾、湿气等侵蚀,使桥梁的使用寿命延长至120年以上^[2]。经实验室加速腐蚀试验和实际海洋环境监测,采用新型防腐涂层的桥梁结构,其腐蚀速率比传统涂层降低了60%,预计使用寿命延长了50年。在结构安全方面,项目运用了实时健康监测系统,通过在桥梁关键部位安装传感器,实时采集桥梁的应力、应变、振动等数据,并利用大数据分析和人工智能技术对数据进行处理和分析,及时发现桥梁结构的潜在隐患,为桥梁的维护和管理提供科学依据。该系统投入使用后,桥梁结构潜在隐患的发现率提高40%,维护成本降低30%。

2.4 施工管理与协同技术创新

施工管理与协同技术的创新能够优化施工流程,提高项目管理效率。在某大型住宅小区建设项目中,应用

了建筑信息模型(BIM)技术进行施工管理。通过建立三维建筑信息模型,将建筑、结构、机电等各专业的设计信息整合在一起,实现了各专业之间的协同设计和碰撞检查,提前发现并解决设计冲突问题,减少施工过程中的设计变更和返工。利用建筑信息模型(BIM)技术进行施工进度模拟和资源优化配置,合理安排施工顺序和资源投入,使项目工期缩短了15%。项目还引入了项目管理信息化平台,实现了施工进度、质量、安全等信息的实时共享和动态管理,提高了项目管理的透明度和协同效率。

3 土木工程建筑施工技术创新面临的挑战

3.1 技术成熟度与成本问题

当前,土木工程建筑创新技术在推广应用面临显著的技术成熟度与成本问题。以3D打印建筑技术为例,材料固化收缩、喷头误差导致打印精度不足,关键节点连接难以满足设计要求;可用材料种类少,构件抗压强度仅为传统构件的85%-90%,且耐久性、防火性存在差距;受设备尺寸与打印速度限制,施工周期是传统方式的1.5-2倍,难以适应大规模建设需求。在某3D打印建筑项目中,由于打印精度不足,导致构件尺寸偏差超过5mm,关键节点连接强度仅达到设计要求的70%,施工周期比传统方式延长了1.8倍。创新技术的高成本也阻碍企业应用。研发环节需大量资金投入设备、材料、编程;如装配式建筑单套模具成本高达数十万元。据统计,装配式建筑模具的平均成本为60万元/套。智能化设备采购价是传统设备2-3倍,维护费用高。人员培训需聘请讲师、外派学习,进一步增加成本。数据显示,装配式建筑项目综合成本比传统方式高10%-15%,致使中小建筑企业对创新技术应用态度谨慎。

3.2 人员技能与培训体系

土木工程建筑施工技术的创新,对施工人员技能和素质提出更高要求。当前行业施工人员以农民工为主,学历普遍偏低,相关调查显示,建筑行业农民工占比超70%,大专及以上学历不足10%,多仅接受简单岗前培训,缺乏系统专业知识学习。面对建筑信息模型(BIM)技术、智能化设备、绿色施工技术等新兴技术,许多施工人员因计算机操作、数据分析能力不足,对新技术了解甚少,甚至存在操作恐惧。如推广建筑信息模型(BIM)技术的项目中,因施工人员不熟悉软件,导致模型创建效率低、信息录入错误多,难以发挥技术优势^[3]。现有施工人员培训体系存在缺陷。培训内容侧重传统工艺与安全规范,对新兴技术和创新理念涉及较少;培训方式单一,多为集中授课、视频教学,缺乏实践与个性化指导,无法满足不同岗位需求。

4 促进土木工程建筑施工技术创新的策略与建议

4.1 加强产学研合作

产学研合作是实现土木工程建筑施工技术创新从“实验室”走向“工程现场”的关键桥梁。高校和科研机构拥有丰富的科研资源和创新人才，具备深厚的理论研究基础，能够在新技术、新理论的探索方面发挥引领作用；而企业则扎根工程实践，对市场需求和技术应用痛点有着更深刻的理解。通过建立产学研协同创新机制，三方可以优势互补，形成创新合力。企业与高校、科研机构可共同设立联合研发中心，围绕行业共性技术难题开展攻关。在成果共享方面，建立合理的利益分配机制至关重要，通过专利授权、技术转让、合作生产等方式，确保各方的合法权益。高校和科研机构应根据企业需求调整人才培养方案，开设智能建造、绿色建筑等新兴专业课程，培养适应行业发展需求的复合型人才。

4.2 提升施工人员技能与素质

施工人员作为技术创新的直接实践者，其技能水平和创新意识直接影响着新技术的应用效果。当前，建筑行业施工人员技能水平参差不齐，严重制约了技术创新的推广。提升施工人员技能与素质，需要从培训体系、激励机制等多方面入手。在培训体系建设上，企业应制定系统的培训计划，针对不同岗位和技术水平的施工人员开展分层分类培训。某大型建筑企业开展施工人员培训后，基础岗位人员新技术操作合格率从60%提高到85%，技术骨干提出创新建议的数量增加了30%。对于基础岗位人员，重点培训新技术的基本操作和安全规范；对于技术骨干和管理人员，开展高端技术培训和项目管理课程。培训方式应多样化，除了传统的集中授课和视频教学外，可引入虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等技术，模拟施工场景，让施工人员在虚拟环境中学习和掌握新技术^[4]。激励机制是激发施工人员创新热情的重要手段。企业应建立完善的绩效考核制度，将技术创新成果纳入考核指标，对提出创新建议、参与技术改进的施工人员给予物质奖励和精神表彰。某企业实施激励机制后，施工人员提出创新建议的数量增加了50%，参与技术改进的积极性提高了40%。

4.3 完善法规标准与监管体系

随着新技术、新工艺的不断涌现，现有的法规标准和监管方式已难以适应行业发展需求，亟需进行完善和创新。在法规标准制定方面，政府应加快修订和完善相关法律法规，将智能建造、绿色施工、装配式建筑等新技术纳入法规体系。例如，制定智能化施工设备的安全操作规程，明确设备的安装、使用、维护要求；完善绿色施工的环保法规，加大对施工过程中环境污染行为的处罚力度。建立动态的标准更新机制，及时将成熟的创新技术转化为行业标准，推动技术的规范化应用。监管体系建设需要多部门协同合作，形成全方位、全过程的监管网络。利用大数据、物联网等技术，建立施工过程实时监管平台，对施工现场的人员、设备、材料和质量安全等信息进行实时监控和分析。加强对创新成果的知识产权保护，完善知识产权法律法规，加大对侵权行为的打击力度，保护企业和科研人员的创新积极性，为技术创新营造良好的法治环境。

结束语

土木工程建筑施工技术创新是推动行业发展的核心动力。尽管在创新过程中面临技术、人员、生态系统等诸多挑战，但通过加大研发投入、加强产学研合作、提升施工人员素质、完善法规标准与监管体系等策略，能够有效促进技术创新。未来，行业应持续探索创新路径，积极应对挑战，不断推动施工技术进步，为土木工程建筑行业的可持续发展注入新活力，创造更广阔的发展空间。

参考文献

- [1]李博.土木工程建筑施工技术创新探究[J].建筑与装饰,2024(17):139-141.
- [2]孙玺晓.土木工程建筑施工技术创新探究[J].城市建筑与发展,2024,5(11).DOI:10.37155/2717-557X-0511-46.
- [3]晏文珍.土木工程建筑施工技术创新探究[J].建筑与施工,2024,3(12):44-46.DOI:10.12417/2811-0528.24.12.022.
- [4]郑金时.土木工程建筑施工技术创新探究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(10):149-151.DOI:10.12359/202310050.