

建筑工程数字化转型升级路径分析

孟立明

济南市保障性住房服务中心

摘要：建筑工程作为第二产业和实体经济的主力军，在为社会经济的发展和技术的推动过程中，发挥了重要的作用。面对国家政策和市场经济的要求，参与数字经济时代的转型升级，践行高质量发展，融合科技创新，成为客观现实。本文在诠释建筑工程数字化转型升级的基础上，分析建筑工程数字化转型升级的社会、经济、管理和技术需求，探索发展过程中存在的主要问题，研究未来建筑工程数字化转型升级的前景和发展方向，对破解当前建筑工程的困境，优化管理模式和生产方式，实现可持续发展，提供借鉴和参考。

关键词：建筑工程；数字化；转型升级

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.07.011

国家“十四五”规划和二〇三五年远景目标纲要明确指出：充分发挥海量数据和丰富应用场景优势，促进数字技术与实体经济深度融合，赋能传统产业转型升级，催生新产业新业态新模式，壮大经济发展新引擎。建筑业作为传统产业，面临城市更新行动和智慧城市建设的发展机遇，需要积极适应数字经济时代的需求，加快智能建造与新型建筑工业化协调发展，走出一条内涵集约式发展新路，将现代化数字手段融合建筑工程项目管理实践，提升建筑工程管理的科学性和时效性，为将来全新的数字化技术应用做好铺垫。

一、建筑工程数字化转型升级的内涵分析

建筑工程也被称为房屋建筑工程，是建设工程的一部分，涉及大量的人力和物力，也是建筑行业最普遍最常见的业务活动。在建筑业资质标准施工总承包序列中，建筑工程施工总承包被排在最前面的位置，具有广泛的代表性。因此，建筑工程的数字化转型升级，关系国计民生，也影响着建筑企业的生存和发展前景。建筑工程的数字化应用一般包括建筑设计、建筑施工、建筑竣工和建筑运营等阶段，建筑工程的数字化转型升级是以数字化为基础，对核心业务进行数字化转换、数字化治理，从而实现改革创新和数智质效的过程。

随着数字经济的深度融合，建筑工程的数字化转型升级具有标准化、绿色化、集成化、信息化、工业化、产业化等特征。目前，住建部正在积极开展工程建设项目全生命周期数字化管理改革试点工作，主要涉及全流程数字化、建筑单体赋码落图机制、全生命周期数据归集共享、层级数据共享、图纸全过程数字化、BIM和管理模式创新共7个方面，为建筑工程的数字化转型升级提供可行性研究方向。

二、建筑工程数字化转型升级的需求分析

数字化是现阶段市场经济发展的潮流，是增强建筑工程核心竞争力的关键要素，是科技创新保障建筑工程有序开展的重要动力。建筑工程的数字化转型升级需要从社会、经济、管理和技术方面进行客观分析，是实现现代化和精细化管理必由之路。

（一）社会背景

随着人工智能、区块链、云计算等新一代信息技术的普及，政府主导建筑工程数字化建设的改革发展，成为现实的必然驱动。数字中国建设需要加快数字社会步伐，助力城乡发展和基础设施建设。随着新型智慧城市的推进，完善城市信息模型（CIM）平台和运行管理服务平台，构建城市数据资源体系，开展智慧社区建设，打造数字家庭，丰富生活体验，利用物联网感知设备和通信系统，推动基础设施建设，完善数字化治理，实现建筑工程数字化转型升级。

（二）经济因素

从本质上看，建筑工程是调动资源要素，优化社会配置，实现项目增值的一项经济活动。在数字化技术的辅助下，建筑工程的管理成本能够实现全面的控制和有效的节约，在缩短工期、高效协作、避免浪费和重复施工、提升工作质量、缩短供应时间，减少损耗等方面，具有强大的优势。建筑工程的经济效益来自降本增效和素质固安，通过数字化的手段，广泛作用于设计转化、工地测量、机械控制和数据管理，建筑工程的目标成本能够得到有效的控制，建筑工程领域被赋予更深层次的意义。

（三）管理方式

传统意义上的建筑工程，由于劳动和资源密集型的特征，形成粗放式的管理，不利于现场管控。随着土地资源的规划和合理利用，高层和超高层建筑的出现，建筑工程面临前所未有的挑战。现场管理涉及的内容要素相对较多，交叉作业和施工碰撞造成实际管理的困扰，如果不能得到妥善解决，容易带来管理风险。基于数字化转型升级的科学算法，能够有效应对相关问题。人工智能系统、身份识别程序和实时监控预警，最大限度的助力建筑工程施工管理，推动各项环节的顺利进行。

（四）技术层面

新一代信息技术和建筑工程的深度融合，催生建筑工程施工技术的新模式。智能建造新技术的推广，促进建筑信息模型（BIM）技术的快速发展，广泛应用于建筑工程施工的各个环节，能够实现数字化协同，全生命周期的集成应用和全过程数字化成果交付。加强核心技术研究，实施标准化和产业化应用，为建筑工程的后续

发展注入新的科技活力。同时，推动数字科技和建筑工程数字模式的创新，促进物理空间和数字空间的意识融合，不断丰富建筑工程数字化转型升级的新内涵，把数字建筑推行新的维度。

三、建筑工程数字化转型升级的问题分析

数字化发展带来的飞跃，造成社会整体产业的深刻变革，作为建筑工程行业面临诸多复杂和困难的考验。但是，数字化转型升级也是建筑工程行业生存和发展的机遇，建筑工程的数字化刻不容缓。

（一）管理模式问题

原有固化的管理模式，造成思维的僵化和体制的惰性。一般管理模式的创新，需要从自上而下的宣贯和推动，高层决策的意志力和中层的执行力度，对建筑工程的数字化转型升级影响至关重要。组织层面制定的数字化改革方案，还会触及相关方的利益，造成实施过程中的抵触心理，需要在内部寻求平衡和有利的时机。此外，原有的管理是面向人员的管理，工作内容的管理，更多的是组织范畴内以手工形式完成信息收集和整理的业务活动，与数字经济时代倡导的信息管理、数据管理、精细化管理存在差距。数字化背景下的建筑工程项目信息化管理体系建构，能以数字化管理方法，对建筑施工设计阶段的信息产生和信息加工、信息检索和信息利用等进行全局管理，以在竞争性的发展环境中，为提升建筑工程建设项目的施工管理水平，并保障施工中数字化管理的应用符合预期^[1]。

（二）人员素质问题

随着老龄化社会的来临，社会整体面貌和从业人员分工也出现很大的改变。目前，建筑工程施工面临的实际情况，建筑产业工人队伍逐渐缩减，具备高水平、高素质的建筑工程技术人员更是稀缺。但是国家施工技术规范和相关质量标准不断提升，对建筑工程的细部处理和详细做法都提出更高的要求。从业人员满足于现状的消极因素和数字化应用的机会成本之间的矛盾，是建筑工程数字化转型升级不能回避的问题。关于数字化人员队伍建设的激励政策缺失，数字化技术培训工作的错位，都限制了建筑工程数字化转型升级的推动和发展。从专业知识的角度分析，现行的建筑工程技术人员比较单一，缺乏继续教育和持续学习的动力和环境；数字建筑虽然在一定程度上受到前所未有的重视，但现有的教育体系没有形成沉浸式体验，实践性不强，造成人才培养与现实需求的差距。

（三）资金投入问题

建筑工程数字化转型升级，需要硬件和软件设备的投入，需要资金的支持。目前，数字建筑所需的配套设备无法满足建筑工程数字化转型升级的需要。建筑工程项目实践中，基于BIM技术开展的三维建模和虚拟仿真，对计算机的硬盘、主板、内存、处理器、图形显卡等配置参数要求较高，否则无法带动驱动软件的使用。从数量上分析，建筑工程的数字化转型升级需要整个技

术团队的有效协作，才能达到科学的效果，无形中加大了计算机硬件的数量需求。同时，数字建筑从二维平面向三维立体、四维时间的动态演变，对软件的专业化和先进性提出更高的要求。BIM软件业不是孤立的存在，需要实现建筑工程各类数据在线化、智能化的综合处理，相应的软件成本费用比较昂贵。由于建筑工程的成本结构组成，对人工、材料和机械设备的比重较高，在实际成本管控中造成对数字化的投入偏低。

（四）数字应用问题

从技术程度上分析，建筑工程的数字化应用覆盖多个方面，包括设计、施工和运维的过程控制，包括经营、财务、质量技术、安全、劳务、档案、协同办公等具体环节应用，同时，建筑工程施工的组织架构和流程设计的负责性，对建筑工程数字化的某些节点形成不可避免的约束，造成效率的拖延和时间成本的流失。同时，建筑工程的数字化技术应用范围较广，产生的大量数据，需要现实和虚拟空间的存储，在数据传递、处理、交流和共享过程中，容易导致信息泄密、数据价值流失和外界入侵的风险，为数字化应用带来困扰。过度的数字化应用还会造成僵硬的解决方案，不具有灵活性，因此关注人性化的解决方案，开提前预防或细致的调整，提升和完善建筑工程的最佳实践。当然，建筑工程数字化应用在理论上是一种理想化的状态，当不可预见的风险因素冲击时，缺乏韧性挑战。

四、建筑工程数字化转型升级的发展分析

建筑工程的数字化转型升级，不是简单的数字化应用，也不是一蹴而就，需要循序渐进的发展历程，需要在建筑工程项目管理中，协调各方资源，综合多种因素，实施科学有效的管理，引进适应数字化转型升级需要的人才队伍，进行必要的合理的资金投入，强化各系统之间的联系，提高建筑工程的综合实力和整体价值。

（一）精细化管理理念

强化精细化管理，不是应急之策，是助力建筑工程数字化转型升级，实现可持续发展的重要手段。尤其是数字化发展的快速时期，建筑工程项目管理过程中，容易掩盖很多问题，对本来复杂程度较高的建筑工程项目管理提出更高的要求。因此，实施建筑工程的全寿命周期管理，以科学严谨的数字化手段，以数字赋能的智慧化优势，有力推动各个环节的有效衔接和整合。

在设计决策阶段，基于BIM技术的服务框架体系，为精细化管理创造了优势条件。在正向设计、虚拟场景、碰撞检查、方案优化、概算编制、全方位管理等方面，具有全面的技术优势和便捷的管理效率。在实施管理阶段，基于5D可视模型的自动生成技术，基于5G和物联网的智慧工地云，实时监测和无线传感，对建筑工程的从业人员、作业活动、风险预判和安全预警进行数字化采集，开展数字基建底座建设；在危险性较大的生产活动中，还可以利用无人机和遥控机器人开展替代工作，规避人工活动容易出现的风险，解放生产力，提高

施工效率；利用AI视频算法，规范从业人员行为，进行区域感应和紧急处置。在项目运维阶段，搭建数据中心和协同信息平台，依靠流程化管理，实现视频会议，远程控制 and 线上操作。

（二）高水平人才建设

建筑工程数字化应用过程中，对管理人员、技术人员、现场施工人员和操作工人提出全过程全员的信息化要求。针对施工人员普遍素质不高的情况，开展集中专业化的数字化培训迫在眉睫。在建筑工程的项目管理实践中，组织岗前教育培训，建立内部数字化交流平台，为员工提供良好的学习氛围和环境。

建筑行业从业人员的短缺，是客观现实。要求做好人力资源规划，加大招聘和培训力度，必要的时候进行人才交换和人才挖掘。数字化建造需要不断引进专业的、高水平的数字化技术人才，还可以和建筑和信息类的高校建立产学研联系或人才输送合作，结合建筑工程实践，制定科学合理的数字人才培养计划，及时了解和掌握数字化建造的最新技术，做到与时俱进的有效应用。同时，要开展行业之间的交流，积极参加主管部门和行业组织组织的数字化知识竞赛和优秀成果创新活动，适应数字经济时代建筑工程的数字化发展。注重理论联系实践，加大BIM技术的宣贯和推广，利用激励化的措施鼓励从业人员勇于挑战和积极进取的心态，提高认识和理解，提高服务和支撑，提高认可和选择。分享人才建设的成功案例，提高从业人员的技术水平和工作习惯，加强人才之间的协同合作，创建知识型团队。要制订一系列科学合理的人才培养计划，为数字化建造技术人才提供良好的发展平台，确保数字化建造技术人才能够及时了解和掌握数字化建造技术的最新发展趋势，以便更好地发挥数字化建造技术的作用，进而不断提高数字化建造技术在建筑施工管理中的应用水平，进而推动我国建筑行业的健康发展^[2]。

（三）前瞻性财务规划

数字化产生经济和社会价值，数字化技术对建筑工程催生大数据的增值服务。以技术为核心的数字化转型升级带动建筑工程行业和内部项目管理的创新发展，在财务资金方面，引导建筑工程实施前瞻性的财务规划和超前的潜力投资，具有全新的商业价值，能够促进建筑工程的可持续发展和良性循环。以数字化创新和规模化业务驱动创造，实现价值跨越和资产增值。

建筑工程的前瞻性投资以数字化转型升级为重点，以构建资源共享、融合发展为主要内容，以产业运营和数字化运营位为主体，调配核心资源，开展投融资活动，利用BIM、ERP等数字化工具，为建筑工程提供数字化增值的新生态。鉴于建筑工程的数字化转型升级，不会取得立竿见影的效果，首先要摒弃狭隘的投资思维，具备长远的战略眼光，坚定财务支持，做好顶层设计；其次要迅速转变观念，更新思想，加强调查研究，明确

数字化转型升级所处的位置和发展阶段，深化财务改革，优化财务布局，建造“数字化+建筑工程+金融平台”的财务服务模式，在发展建筑工程数字化的同时，建立财务的数字风控投资模型，分阶段实施，依据客观真实的数字化体验，建立互信氛围，优化资源，降低成本，提高效率。

（四）全方位价值应用

要建立涵盖建筑工程项目全寿命周期的集成平台，汇集人员、流程、数据、技术和业务系统资源，以全局视野打造数字化技术的整体体系，实现全面的价值应用。构建完善的数字化高标准建设体系，实现建筑工程在现场进度、成本控制、成本核算、质量安全检测、扬尘治理等环节的管理办法，指导数字化应用，全面释放数据价值。

例如，在能耗管理方面，基于ESG系统减少排放，提高能效，实现绿色环保和绿色施工；基于全自动的数字化产线或3D打印技术，实现建筑工程项目所需的原材料快速供应和工程建造流程的效率，同时还能降低成本和失误；基于数字孪生和BIM技术，对建筑设计、工程规划和施工进度进行控制，实现建筑工程全寿命周期的数字化治理；基于ERP技术开展数字化管理，辅助项目管理，优化经营方案；基于智慧工地的北斗系统典型应用和“机器狗”的有效尝试，为施工现场监管的数字化升级赋予智慧化应用联动和科技化协同；在建筑施工中，无人机还可以进行安全监测和巡视。无人机可以在建筑物高空和危险区域进行巡视和监测，以便发现和解决潜在的安全问题。无人机还可以进行建筑物材料和构件的检测和监测，以便及时发现和处理质量问题^[3]。在建筑工程的古建筑修复方面，三维激光扫描技术的应用，还可以提供数字化的保护和修缮；建筑工程竣工后的工程资料通过3D数字档案建设，实现了共享共建的历史文化价值。

综上所述，建筑工程的数字化转型升级成为数字经济产业化应用的重要组成部分，随着科技的发展和数字化工具的涌现，建筑工程的数字化技术也会不断的进步，数字化技术的应用也会越来越广泛。建筑工程在数字化浪潮的指引下，将会迎来持续创新的发展环境，持续为国民经济的高质量发展作出新的更大的贡献。

参考文献

- [1] 陈友文, 颜俊辉, 龙团友. 基于数字化建设的项目管理体系构建与实施[J]. 数字技术及应用, 2023, 41(06): 194-196.
- [2] 周园, 姚汉臣, 戴君. 数字化建造技术在既有建筑改造过程中的运用分析[J]. 科技资讯, 2023, 21(21): 137-140.
- [3] 陈卓尧. 数字化技术在建筑工程中的应用[J]. 佛山陶瓷, 2023, 33(06): 56-58.