

数字化技术在建筑项目全过程中的应用分析

朱明江

新疆金正建设工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 845350

【摘要】：数字化技术正在对建筑行业的管理模式和运行方式产生深刻的改变。本文以建筑项目全过程管理为研究对象，对数字化技术在项目决策、设计、招投标、施工、竣工验收、运维等各个阶段的应用价值和实现路径进行系统的分析。从研究结果来看，数字化技术最本质的价值就是打通各个阶段的信息壁垒，使数据在项目全生命周期里可以持续传递、被有效复用。BIM技术是数据集成和可视化分析的主要手段，在投资决策阶段对准确的估算和方案比较起到支撑作用，在设计阶段促进协同设计和碰撞检测，在施工阶段实现进度、质量、安全、成本的综合控制，在运维阶段给设施管理赋予全面的数字资产。新疆维吾尔自治区已经明确要求，在符合规定的政府投资项目中全生命周期应用BIM技术，阿克苏地区开展了国家工程建设项目全生命周期数字化管理改革试点，兵团企业研发的智慧工地管理系统在300多个项目中得到应用，为数字化技术在建筑项目全过程中的应用打下了实践基础。本文根据新疆地区政策环境和实践探索，研究了数字化技术各个阶段具体的应用途径以及它给管理效率带来的提高。

【关键词】：建筑项目；全过程管理；数字化技术；BIM；智慧工地

DOI:10.12417/2811-0528.26.20.081

1 引言

建筑项目全过程管理包含投资决策、设计、招投标、施工、竣工验收、运维等各个环节，各个环节的信息传递是否连续、完整，直接影响项目的最终经济效益和建筑质量。但是传统的管理模式各个阶段是由不同的主体来完成的，信息传递依靠纸质文档和人工交接，数据断裂、信息失真、标准不统一的问题一直存在^[1]。设计阶段方案调整不能及时传达到造价测算环节，施工阶段变更不能追溯到设计依据，运维阶段设施管理缺少准确的竣工数据支撑，本质上是各个阶段之间没有统一的数据载体和协同机制所造成的^[2]。

数字化技术的加入给以上问题提供了技术上的一种可能。BIM技术用创建建筑项目三维数字模型的方式，把几何信息、物理属性、时间维度和成本数据整合到同一个平台上，使得各个阶段之间信息传递由原来的点对点的分散交接变为中心化的连续共享^[3]。物联网技术使施工现场人、机、料、法、环等各方面的实时监测和数据采集成为可能，给进度控制、质量监督和安全预警赋予了动态的数据支撑。大数据、人工智能技术给项目管理带来预测分析和智能决策的能力。

近年来，新疆维吾尔自治区就建筑数字化展开过系统的制度安排和技术推广工作。自治区住房和城乡建设厅提出，自2026年7月1日起，符合条件的政府投资项目必须在设计、造价、施工、运维全生命周期使用BIM技术^[4]。阿克苏地区是全国27个工程建设项目全生命周期数字化管理改革试点地区之一，已经完成6项改革试点任务，在全国试点地区处于前列。兵团企业的研发成果“北新数字化智慧工地管理系统”形

成了以1个中心、7个平台、N个项目为架构的管理体系，在300多个工程项目中得到应用^[5]。这些政策和实践给数字化技术在建筑项目全过程中应用创造了良好的制度环境和实践基础。

2 决策和设计阶段的数字化应用

2.1 投资决策阶段的精准估算和方案比选

投资决策是项目全过程管理的开端，投资估算是否准确会直接影响到后面各个阶段造价控制的效果。传统的模式下，投资估算大多依靠历史工程的经验数据以及简单的单位面积造价指标来进行，而这种估算的精确度会受到数据样本是否足够、可比性的制约。数字化技术利用BIM建立造价指标数据库，把完成过的项目工程造价数据、材料价格信息、设计方案参数等进行结构化存储和系统化分析，给新建项目投资估算提供准确的数据参照。

数字化技术给方案比选提供多方案经济性比选的实时化、可视化。利用BIM模型快速得到各个设计方案的工程量及造价信息，决策者可在同一个平台上直接比较不同的设计方案在建筑形态、功能布局、结构形式以及造价水平等方面的对应关系，从而将决策由依靠经验判断转变为依靠数据驱动。新疆工程建设领域的数字化转型，其主要目的就是创建起全生命周期信息化平台，达成可控数字化业务决策和改进。

2.2 设计阶段的协同设计和碰撞检测

设计阶段对工程造价影响大，达到70%以上，是全过程管理的重要部分。数字化技术在设计阶段的应用主要是从以下

几个方面入手的。

协同设计冲破了传统设计模式里各个专业各自为政、后期汇总的旧有流程。基于 BIM 的协同设计平台使得建筑、结构、给排水、暖通、电气等各个专业的设计人员在同一个三维模型上并行工作，任何一个专业的修改都会立即反映到模型上，其他专业的可以及时感知到变更并做出相应的调整。兵团建工集团创建的以 BIM 技术应用为依托的基础数字技术平台，就是依靠协同设计来发现项目设计过程中存在的问题。

碰撞检测属于 BIM 技术在设计阶段最有应用价值的功能之一。传统的二维图纸设计当中，各个专业的管线、结构构件之间的空间冲突一般会在施工过程中才被发现，造成设计变更和返工。BIM 技术依靠三维模型的空间分析功能，在设计阶段就能自动发现土建和机电、结构和设备之间的硬碰撞和软碰撞，施工前就能解决。乌鲁木齐机场改扩建航站楼工程是全疆首个 BIM 全专业正向设计工程，利用 BIM 技术和机场地理信息系统数据相结合的方式，为智慧运营奠定基础。新疆自然资源资料档案库（馆）建设项目全过程施工使用 BIM 智能建造技术，装配率 50%，提高施工精度和效率。

2.3 限额设计和造价前置管理

限额设计是联系设计和造价的管理手段。数字化技术把限额设计由原来的“事后核算”变为现在的“过程控制”。BIM 模型不但可以承载几何信息，还可以把各个构件的工程量和造价信息一起关联起来。设计人员对构件尺寸、材料或者结构方案进行调整的时候，相关造价信息可以即时更新，从而达成“设计即算量、算量即造价”的即时回馈。造价人员可以利用 BIM 模型快速计算出各个设计方案的工程量和造价，进而对方案进行比较选择，开展经济性分析工作，从而给限额设计赋予准确的数据支持。

3 招投标与施工阶段的数字化管控

3.1 招投标阶段精准算量及清单编制

招投标阶段属于设计成果转为施工任务的重要环节，工程量清单是否准确直接影响到招标控制价是否合理、投标报价是否具有竞争力。传统的工程量清单编制方式是依靠人工识图计算来完成的，因此效率低，容易出错。基于 BIM 的工程量提取可以从三维模型的构件上直接获取数量、尺寸、材料属性等信息，从而使得清单编制有了统一的来源、统一的标准。新疆 BIM 技术应用相关标准中已经对 BIM 模型在造价环节的应用提出了具体的要求，造价机构要以 BIM 模型为基础进行准确的算量和全过程的成本控制。

3.2 施工阶段的集成化管控

施工阶段为项目资金使用最集中的时期，也是管理要素最繁杂、应用最广的阶段。兵团企业研发的智慧工地管理系统，已经形成了人员、安全环境、质量进度、物料、机械设备、绿色施工等各方面管理的“1+7+N”管理体系。

进度控制依靠 BIM 模型同施工进度计划的联系，产生四维（3D+时间）的管理视图。项目负责人可以对各个施工区域的施工进度完成情况进行直观的了解，当实际进度与计划有差异的时候，平台会自动检测出偏差并发出预警。兵团建工集团依靠智慧工地平台把施工过程和远程监管的数据链打通，从而达到降低成本的目的。

质量控制上用数字化技术把质量验评变成在线的、可追溯的。利用移动终端对各个分项工程的检验数据、验收影像和整改记录进行记录，从而得到完整的质量档案。新疆双河工建公司实行的混凝土试块唯一性标识二维码植入工作，可以保证检测数据的准确性以及可追溯性。

从安全角度来讲，物联网同人工智能技术相结合，把施工现场的安全管理由原来的“人防”变成现在的“技防”。塔机安全监测、深基坑监测、AI 隐患识别系统等技术的综合使用，可以实现安全隐患的及时发现和自动报警。智慧工地系统投入使用后，安全生产事故降低 35%到 50%。乌鲁木齐在建项目使用的无人机+AI 智能巡检系统，可以很好地克服人工巡检盲区多、风险大、反应慢等缺点。

成本控制上用数字化技术实现了施工过程造价的实时监控。利用 BIM 模型同进度计划相联结，按月汇总已完工程合同内产值、变更签证金额以及材料价差调整等信息，形成持续的造价数据台账，当累计完成投资 and 合同价款存在差异的时候发出警报。兵团建工集团使用 BIM 技术实现成本控制的数字化。

4 竣工交付和运维阶段的数字化延伸

4.1 数字化竣工交付

竣工验收属于项目从建设阶段迈向运维阶段的节点，是完成数字化信息传递的最后一步。传统的模式中，竣工交付是以纸质图纸、文档为主，信息量大但可利用性低，运维阶段经常需要重新测绘和录入数据。数字化竣工交付把施工期间不断更新的 BIM 模型作为竣工模型交付，使得竣工模型不但包含建筑的几何信息，而且包含了设备参数、材料信息、施工记录、变更签证等完整的数据资产。

自治区住建厅要求施工单位依靠 BIM 模型改良施工方案，同步更新竣工模型，达成数字化交付。阿克苏地区试点工

作中,采用“设计方案标准制图+单体建筑坐标系”对建筑单体矢量信息进行采集,在工程规划许可办理时对建筑物单体进行落图,实现对房屋建筑物“身份证”的应用以及全生命周期数字化管理。

4.2 运维阶段的智慧管理

运维阶段是建筑全生命周期中最长的一个阶段,也是最贵的阶段。数字化竣工模型给运维阶段提供了一个完备准确的建筑信息基础,把运维管理由被动响应转变为主动预见。根据BIM运维管理平台可以对设备台账信息、维修保养记录、能耗监测数据、空间使用情况进行整理,从而达到快速定位故障、自动安排维护计划、精细管控能耗的目的。

新疆已经编制完成建筑信息模型运维应用标准,使BIM由设计、施工阶段向建筑运维、物业管理延伸。自治区智慧住建体系中“时空动态一张图”功能把全生命周期数据放在一个统一的空间框架里,给建筑设施智能监控、运维协同、应急支撑提供了一个信息化平台。

5 数字化技术推广的障碍及对策

5.1 技术标准统一、数据互通

数字化技术在建筑项目全过程的应用越深入,就越要保证各个阶段、各个参与方的数据可以顺利地交换、相互认可、加以利用。但是目前各个软件平台的数据格式、接口标准还没有完全统一,BIM模型在不同的阶段、不同的软件之间信息传递会存在丢失和失真的情况。新疆开始推进BIM同城市信息模型(CIM)的互通融合,要求做到一模到底、数据贯通和智慧管控。推进跨阶段、跨平台数据标准的一致化,是数字化技术大范围应用的基础工程。

5.2 专业人才的培养和能力的提升

数字化技术应用给项目管理人员知识结构、技能水平提出

新的要求。BIM建模、智慧工地平台操作、数据分析与决策支持等都需要复合型人才。自治区已经提出创建产教融合人才培养体系,培养复合型BIM人才。创建分层分专业的培训体系,把数字化能力当作项目管理人员的岗位胜任标准之一,这是打破人才瓶颈的重要途径。

5.3 中小企业的数字化转型路径

大型建筑企业有数字化投入的资金和技术实力,中小企业受资源、能力所限,数字化转型的进程较慢。自治区对优秀的服务商进行扶持,给中小企业提供数字化转型低价产品和服务。利用平台化、模块化的数字化方案来削减中小企业开展数字化转型所遭遇的技术障碍和经济压力,这对于推动整个行业数字化水准的改善来说,具有十分重要的意义。

6 结语

数字化技术在建筑项目全过程管理中应用之后,建筑行业由原来的依靠经验来管理变为依靠数据进行管理。BIM技术把各个阶段的信息隔绝开来,达成建筑信息在项目整个生命周期内连续传递并有效利用的目的;物联网加AI让施工现场可以做到实时感知、智能预警;数字化竣工模型给运维阶段的智慧管理赋予了全部的数字资产根基。

新疆维吾尔自治区在工程建设项目全生命周期数字化管理改革、BIM技术全生命周期应用推广、智慧工地管理系统建设等各方面已经形成了一套比较系统的政策框架和实践基础。阿克苏地区试点的完成、智慧工地管理系统的规模化应用、BIM技术全生命周期应用时限的明确,都给数字化技术在建筑项目全过程管理中的落地提供制度保障和技术验证。随着技术标准不断完善、人才培养体系逐步形成、中小企业数字化转型路径日趋明晰,数字化技术在建筑项目全过程管理中将发挥出更加系统深入的作用,给建筑行业高质量发展赋予强有力的科技支撑。

参考文献:

- [1] 黄翼.BIM技术在建筑工程项目全生命周期管理中的应用及优化[J].四川水泥,2025(7):41-43.
- [2] 王俊.数字化技术在建筑设计施工中的应用[J].居舍,2025(16):119-122.
- [3] 李斌,李德良.现代建筑工程项目管理中的数字化技术的应用与效益分析[J].科技尚品,2024(11).
- [4] 王晨宇,刘笑飞.数字技术在建设工程项目管理中的应用研究[J].房地产世界,2025(8).
- [5] 解廷龙.BIM技术在建筑项目管理中的应用与效益分析[J].江苏建筑,2026(002):002.