

传统基础设施数字化改造：机遇、挑战与路径选择

张磊 闫艳艳

中国地质大学（武汉）

摘 要：党的二十届三中全会首次将“推进传统基础设施数字化改造”确立为关键改革任务，标志着我国基础设施建设进入以数字化赋能传统升级、促进新旧基建深度融合的新阶段。在深入分析传统基础设施数字化改造对于构建现代化基础设施体系、服务中国式现代化的重大战略意义与核心内涵，系统分析了当前基建管理信息化建设在技术与业务融合、标准规范体系等方面面临的挑战，以及数字经济战略与数字基础成效带来的历史机遇的基础上，从加强顶层设计、优化政策引导、推动行业联动三个维度，提出了系统性推进基建管理数字化转型的路径与保障措施，旨在为提升我国基建领域治理能力、培育新质生产力、实现高质量发展提供理论参考与实践指引。

关键词：传统基础设施；数字化改造；基建管理；管理数字化；数字治理

当今世界，新一轮科技革命和产业变革深入发展，以人工智能、大数据、物联网为代表的新一代信息技术正深刻重塑全球经济格局和竞争范式。基础设施作为经济社会发展的重要支撑，其现代化水平直接关系到国家综合竞争力^[1-3]。党的十八大以来，我国基础设施建设取得了历史性成就，但面对高质量发展的新要求，传统基础设施体系在运行效率、服务品质、精细化管理等方面仍存在提升空间。如何将规模庞大的传统基础设施存量优势转化为未来发展的增量优势，成为亟待解决的重大问题。

在此背景下，《关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》首次提出“推进传统基础设施数字化改造”的改革任务，其核心在于通过数字技术对交通、能源、水利、市政等传统基础设施进行全方位、全链条升级，使其与新基建同频共振、融合发展，从而健全现代化基础设施建设体制机制。这一过程不仅是技术的革新，更是管理理念、组织模式和产业生态的深刻变革。其中，基建管理自身的数字化转型是确保传统基础设施改造成功的基础性和先导性工作，要紧紧抓住信息技术变革机遇，加强顶层设计，以信息化培育新动能，加快实施基建管理数字化转型，充分发挥数据的基础资源作用和创新引擎作用，提升基建管理科学化、精准化水平，助力传统基础设施数字化改造。本研究旨在系统探讨其意义、现状与实施路径，为相关政策的落地与实践提供学术支撑。

1 实施传统基础设施数字化改造的意义及内涵

1.1 战略意义：构筑经济社会高质量发展新基石的必然选择

1.1.1 构建现代化基础设施体系的核心环节

经济社会高质量发展离不开现代化基础设施体系，现代化基础设施体系并非“另起炉灶”，而是对传统体系的升级与融合。习近平总书记强调，要优化基础设施布局、结构、功能和发展模式，构建现代化基础设施体系，为全面建设社会主义现代化国家打下坚实基础。党的十八大以来，我国在重大科技设施、水利工程、交通枢纽、信息基础设施、国家战略储备等方面取得了一批世界领先的成果，基础设施整体水平实现跨越式提升，新质生产力持续发力，助推我国现代化产业体系建设迈入新阶段，产业迈向中高端发展。其中在基础设施建设方面，5G 网络、数据中心、人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施逐渐成为投资和建设热点，其占比在基建总投资中逐渐上升。同时也要看到，新型基础设施不是当前基础设施建设的全部内容，传统基础设施建设仍然占据大量份额，构建现代化基础设施体系不是抛弃传统基础设施这些“老基建”另立“新基建”，通过数字化改造，可以打破其“信息孤岛”状态，将其接入统一的数字网络，实现资源的高效统筹与协同联动，从“单点高效”迈向“整体智能”，系统提升整个基础设施网络的安全性、韧性和效率。

课题基金：2024年中国地质大学（武汉）信息化研究专项——信息化标准编制立项项目“智慧校园背景下校园基础设施信息化标准规范编制”

作者简介：张磊（1988—），男，硕士研究生，高校行政管理，研究方向为教育数字化、高校基建管理。

闫艳艳（1992—），女，硕士研究生，高校行政管理，研究方向为高等教育管理、高校基建管理。

1.1.2 培育新质生产力、建设现代化产业体系的重要抓手

传统基础设施数字化改造能产生巨大的“乘数效应”。智能交通网络可优化物流效率,降低社会运行成本;数字化电网能高效集成新能源,支撑能源结构调整;智慧水利系统能提升水资源调配和防灾减灾能力。这些都将直接赋能现代化产业体系,为新技术、新产业、新业态提供高质量的底层支撑,激发新的经济增长点。为此,2022年4月中央财经委员会第十一次会议研究全面加强基础设施建设问题,强调构建现代化基础设施体系,要加快新型基础设施建设,提升传统基础设施水平。2022年10月党的二十大提出优化基础设施布局、结构、功能和系统集成,构建现代化基础设施体系的战略部署。2024年7月党的二十届三中全会《决定》将健全现代化基础设施建设体制机制作为60条要点之一单独阐述,并首次提出“推进传统基础设施数字化改造”的改革任务,体现了党中央对现代化基础设施建设的高度重视,更反映出实施传统基础设施改造升级的紧迫性,为发挥好、利用好传统基础设施指明了方向。

1.1.3 应对全球科技竞争、抢占未来发展制高点的战略举措

全球主要发达国家均将基础设施智能化作为国家战略。现代化基础设施体系中,生产工业化是核心、产品标准化是基础、业务数字化是关键、管理平台化是支撑、发展低碳化是目标^[4]。推进数字化改造,关乎国家长远发展安全和战略主动权,是我国在新一轮国际竞争中掌握主动权、打造数字时代国家竞争新优势的必然要求。当前我国传统基础设施存量巨大,实施传统基础设施数字改造,一是要从规划设计理念、实施标准、运行机制、管理方式等方面进行全方位的改革,补短板、强基础,将信息技术嵌入到传统基础设施的物理空间,以信息为媒介接入新基建网络空间,以数据为血脉融入现代基础设施体系,实现传统基础设施与新基建互联互通、共建共享、协调联动,形成系统集成。二是要贯彻新发展理念,运用创新思维,科学规划、着眼未来、合理布局,立足全过程监管、全生命周期使用,统筹各类基础设施布局,助力构建系统完备、结构优化、高效实用、智能绿色、安全可靠的现代化基础设施体系。

1.2 核心内涵:一场系统性的深刻变革

1.2.1 传统基础设施数字化改造的重点在于提升数据处理与信息联通能力

传统基础设施数字化改造远非简单添加传感器或

开发一个应用软件这么简单,其内涵深刻而广泛。在新一轮信息革命和产业变革背景下,要提升对数据的感知、采集、传递、融合、分析、决策、执行等各环节的能力。要物理空间与数字空间的深度融合(数字孪生)。利用BIM、GIS、物联网等技术,构建与物理基础设施完全镜像的“数字孪生体”^[5]。通过对孪生体的模拟、分析、预测,实现对物理设施的全生命周期管理、精准调控和智能决策。要数据驱动的业务模式重塑。改造的核心是将数据作为新的生产要素。通过对海量运行数据的采集、融合与分析,驱动基础设施的规划、建设、运营、维护和服务模式从“经验驱动”转向“数据驱动”,实现精准化、科学化和智能化^[6]。

1.2.2 实施传统基础设施数字化改造需要基建管理能力提升和体系化集成

改造的目标是实现跨领域、跨层级的系统集成。它要求从顶层设计入手,统一标准规范,打破行业壁垒,实现不同基础设施网络(如车路协同、能源互联网)间的互联互通和协同联动,最终形成“一体化”的现代化基础设施体系。因此在传统基础设施设计、生产、施工、管理和运行全过程中,需要充分发挥数据的基础资源作用和创新引擎作用,应用各种数字化管理手段,推动管理决策由经验驱动向数据驱动转变,构建与现代化基础设施体系相适配的现代化基建管理能力,充分运用数字治理优势提升规范管理能力、科学决策水平,全面支撑传统基础设施数字化改造^[7]。

2 基建管理信息化建设现状和机遇

近年来,面对产业升级带来的压力,传统基建行业主动应变,在基建管理信息化领域不断开展探索实践,实施管理与业务的理念再造、组织重构和流程优化,提升管理效能,驱动产业价值链重塑与传统商业模式创新。基建管理的数字化转型是传统基础设施改造能否成功的关键前提,其发展机遇与挑战并存。

2.1 现状与挑战

2.1.1 技术与业务融合不充分,供给侧难与需求侧匹配

信息技术不断取得突破,深刻影响了要素资源配置方式、产业发展模式,基建管理信息化建设也在不断引入和吸收新的信息技术,以期提升管理服务效能。在此过程中,信息技术与管理业务的融合尤为重要,这也成为了管理信息化建设的难点和痛点。一方面基建管理信息化建设具有跨行业、跨专业的特性,需要即懂管理又懂技术的专业人员在供给侧与需求侧之间牵线搭桥,然而在传统基建行业中,信息化部门往往存在受重视程度不够,资金投入不足、人才队伍建设

缺乏等现象,基建管理信息化建设难以跟上信息技术发展前沿,造成管理系统的更新迭代慢、使用体验差,与期望值差距大等情况,无法与现代化管理服务需要匹配。另一方面基建管理信息化要融入基础设施建设、管、用全过程,需要软件开发方深入基建行业全产业链,但开发方在软件系统开发过程中缺乏与需求侧的深入互动,对需求点不了解,信息技术与关键业务结合不紧密,造成新技术用了,但应用场景不适用、不常用、难落地,并由此带来实用性不足、数据价值难以有效发挥等问题。

2.1.2 标准和规范体系不完善,缺乏共建共享的内生活力

无规矩不成方圆。基建领域通过法律法规、强制性标准规范等技术法规体系,统一了标准,确保了基建工程的质量安全。基建管理信息化建设,同样作为一项复杂的系统工程,涉及不同行业、不同平台间的系统集成,也亟需一套标准体系规范工程实施,提升建设质量。目前,信息化领域内政务数据的采集存储、产权认定、流通交易、开发利用、安全保护等环节的基础制度建设不够健全,相关技术法规体系、监督评价体系还在建设阶段。管理信息化建设的开发商基于各自不同的发展历程、上下游产业和技术路线等采取了不同的技术标准和规范,造成不同系统间整合难、数据共享难、开发利用难,形成大量的“数据孤岛”和“系统烟囱”,甚至出现为实现某些功能不得不重复建设的现象。随着管理平台的应用向纵深发展,业内竞争愈发激烈,壁垒更加严重,力量分散、资源浪费,难以形成共建共享业态,缺乏内生活力,制约了产业生态圈的良性发展。

2.1.3 组织架构与人才储备不足,成为数字化转型的核心内生障碍

传统基建行业的数字化转型绝非单纯的技术引入,而是一场深刻的组织变革。当前,绝大多数传统基建企业的组织架构和人才体系仍植根于工业时代的项目管理模式。主要表现一是在传统的基建企业中,核心业务部门(如工程、施工、预算)通常占据主导地位,而信息化部门常被定位为“成本中心”和“技术支持”角色,而非“价值创造中心”和“战略驱动中心”,这种定位导致其在企业地位边缘、资金投入受限、战略决策缺乏话语权等。二是数字化转型最关键的要素不是技术本身,而是能驾驭技术解决业务问题的人。传统基建行业正面临严峻的人才危机,行业亟需的是既深刻理解土木工程、项目管理等专业领域知识(Know-What),又能熟练掌握大数据分析、人

工智能算法、物联网应用、BIM深度开发等数字技术(Know-How)的复合型人才。然而,高等教育体系中此类交叉学科培养刚刚起步,企业内部原有的工程师队伍虽业务精湛,但数字技能转化难度大、周期长。组织架构与人才储备不足的问题,本质上是传统工业管理模式与数字经济发展要求之间的系统性错配。它无法通过简单地购买一套信息管理系统来解决,而是需要企业进行一场从战略认知、组织重构、文化重塑到人才机制创新的“脱胎换骨”式的自我革命。

2.2 机遇与优势

与此同时,数字化潮流深刻重塑人类社会的各方面,数据赋能效应更加凸显,为基建管理数字化转型提供了机遇。

2.2.1 经济数字化成为大势所趋,实施基建管理数字化转型成为国家战略选择

国家高度重视数字经济发展战略,从“数字中国”到“数字经济”,从“新基建”到“数据要素化”,国家层面推出了数字资产、数字经济、数字政府等一系列针对性、组合性、协同性强的政策措施和发展规划,为基建管理数字化转型提供了前所未有的政策环境和方向指引。2021年,国家出台“十四五”规划,专题作出加快数字化发展,建设数字中国的战略部署。2023年,中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》指出,全面赋能经济社会发展,要发展高效协同的数字政务,提升数字化服务水平。实施传统基础设施数字化改造,加快数字技术创新应用是恰逢其势,要以数字化转型为契机,不断提高基建管理决策科学化水平和管理服务效率,以数字化催生发展新动能。

2.2.2 数字基础建设成效显著,为基建管理数字化转型提供有力支撑

随着数字中国战略持续推进,数据基础制度和基础设施不断完善,数字技术领域更加活跃,数据要素市场日趋活跃,全国已有数十个省市上线公共数据运营平台,有二十多个省市成立数据交易机构^[8]。坚实的数据底座为各领域产业数字化发展提供支撑,也为管理信息平台化发展、数字化转型提供了基础保障。就基建管理信息化建设而言,国家持续推进智能制造与建筑工业化协同发展,以数字化和智能化为载体,加大智能建造在工程建设环节中的应用,在决策、规划、设计、施工和运营的全过程加大建筑信息模型(BIM)、物联网等新技术的集成与创新应用,进一步引导、鼓励基建领域的参建各方实施管理数字化转型^[9-10]。例如,上海等地区为提高城市建设管理智能化水平,加

强推广应用建筑信息模型等信息技术,并在上海世博会博物馆等项目的辅助管理决策上取得了较好的应用示范^[11]。

3 加快推进基建管理数字化转型的路径与保障措施

基建管理数字化转型是提升基建领域治理能力和治理体系建设的重要举措,是推进传统基础设施数字化改造,构建现代化基础设施体系的基础性和先导性工作,要整体谋划、系统推进。

3.1 加强顶层设计与标准建设

3.1.1 发挥国家和行业发展规划战略导向作用

在国家层面制定基建管理数字化转型的专项规划和实施路线图,明确阶段目标、重点任务和责任主体。构建“数字孪生驱动、智能决策主导、全程闭环管理、跨界协同融合”的现代化基础设施管理体系,实现基础设施规划、设计、建设、运营、养护的全生命周期数字化、智能化,为国家宏观经济决策、社会民生服务和重大战略实施提供坚实支撑。加快规章制度建设,建设全国一体化基建数据中心,加强跨部门、跨行业的统筹协调机制,营造人人重视、全员参与、全过程融入的管理数字化转型新局面,引导行业发展。

3.1.2 构建管理数据标准体系和数据治理体制机制

持续完善基建管理相关数据标准规范体系,细化通用标准和各专业应用标准,加快制定覆盖数据采集、接口、质量、安全、交易的全链条标准规范体系。优先推动BIM与GIS融合、项目全过程数据交互等关键标准的统一,为建设全国一体化的基建大数据中心奠定基础。

3.1.3 创新数字治理体制机制建设

加快推进基建管理数字治理能力和治理体系建设,促进基建管理信息系统互联互通、数据按需共享、业务高效协同,构建基建项目全过程、全生命周期的数据监管模式,释放管理数据要素价值,凸显赋能传统基础设施数字化改造效果,以数字治理倒逼基建管理数字化转型应用,同时注意“自上而下”的政策引导与“自下而上”的探索实践之间的双向互动。

3.2 优化政策引导与能力建设

3.2.1 注意政策引导,加强典型案例推广和人才培养力度

制定配套的激励政策,引导传统基建行业参建各方实施管理数字化转型。积极普及管理数字化转型相关政策制度、技术标准,不断拓展应用场景,在政府投资的基建项目中优先考虑基建管理数字化建设的试点,选树一批基建管理数字化转型的典型案例,开展应用成效宣传,提高行业重视度和社会认可度,推进

基础设施建设领域广泛应用。

3.2.2 注意复合型人才培养,积极开展技能培训

设置设计、造价、施工和运维管理、物业管理人員等全链条关键岗位人員的信息技术应用能力要求和考核标准,开展关键岗位考核认定和持证上岗。鼓励高校设立交叉学科,培养“基建+数字”人才,鼓励企业开展大规模、多层次的在职培训,全面提升行业数字化素养。支持社会组织通过举办学术成果研讨等多种形式,开展全方位、多层次的交流宣传。

3.3 推动行业联动与生态构建

3.3.1 实施行业联动,持续推动产业数字化和数字产业化发展

深化产业数字化,推动传统基建企业“向内看”,利用数字技术对全业务流程进行重塑和升级,将数据资源成为重要的生产资料,激发建设、设计、施工、咨询和社会组织等市场主体转型发展的内在需求。加快数字产业化,鼓励传统企业和科技公司“向外看”,将数字化转型中积累的知识、技术、数据和能力转化为新的产品和服务,对外输出,不断催生新产业、新模式、新业态,生成新的经济增长点培育供需市场。

3.3.2 制定准入政策,营造开放共赢的良好产业生态环境

为高效推动基建管理数字化转型,必须充分发挥市场在资源配置中的决定性作用和更好发挥政府作用。创新准入机制,实施“负面清单”与“能力导向”相结合的管理模式,建立基于绩效和能力的动态评估机制,定期对服务商的数据治理能力、技术迭代能力、项目实施效果等进行综合评估和公示,实现“优胜劣汰”,持续净化市场环境。由政府或行业联盟牵头,深入调研后精准发布“卡脖子”技术攻关清单和典型应用场景需求清单,通过“揭榜挂帅”等模式,引导社会资本投向数字化转型的关键技术攻关和场景应用,聚焦数字化转型关键领域和薄弱环节,通过市场竞争机制,推进技术创新,激发市场活力,提升基建管理数字化建设和应用水平。通过上述“准入—揭榜—金融”的政策组合拳,需求牵引供给、供给创造需求,构建一个主体多元、竞争有序、协同共进的产业生态环境,实现质的有效提升和量的合理增长。

4 结论与展望

推进传统基础设施数字化改造,是顺应全球数字经济浪潮、构筑中国式现代化物质技术基础的战略抉择。而基建管理的数字化转型,则是实现这一宏伟目标的“牛鼻子”和“先手棋”。它是一项复杂的

系统工程,不可能一蹴而就,必须坚持“顶层设计与基层探索相结合”、“技术创新与制度创新相协同”的原则。

未来,随着数据基础制度的不断完善、人工智能技术的深度融合,基建管理将向更加智能化、自治化的方向发展。通过构建覆盖全国的现代化数字基础设施体系,我们不仅能极大提升经济社会发展效率,更能应对气候变化、保障国家安全、提升国家治理能力提供强大支撑,最终为全面建成社会主义现代化强国打下坚实基础。

参考文献:

- [1] 钱文博,熊建斌,岑健,等.建筑电气系统故障诊断综述[J].计算机工程与应用,2021,57(16):27-39.
- [2] 周宇,曹英楠,王永超.面向大数据的数据处理与分析算法综述[J].南京航空航天大学学报,2021,53(5):664-676.
- [3] 毕天平,佟琳,高振东,等.基于BIM与3DGIS的城建信息化平台构建研究[J].计算机应用与软件,2019, 036(8):21-24.
- [4] 王海怀.加快构建现代化基础设施体系[N].学习日报,2023-9-13(A2).
- [5] 隗静宇,黄慧颖.基于COBie的BIM信息管理系统[J].计算机应用与软件,2021,38(4):1-5.
- [6] 马智亮,李松阳.“互联网+”环境下项目管理新模式[J].同济大学学报(自然科学版),2018,46(7):991-995.
- [7] 张晨,王建东,罗宵,等.工程管理数字化关键技术研究进展[J].计算机应用,2023,43(S1):187-195.
- [8] 国家数据局.数字中国发展报告2023[R/OL].(2024-06-30)[2025-10-05].https://cif.mofcom.gov.cn/cif/html/upload/20250318132722447_%E6%95%B0%E5%AD%97%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%8F%91%E5%B1%95%E6%8A%A5%E5%91%8A%EF%BC%882023%E5%B9%B4%EF%BC%89.pdf.
- [9] 王海瑛,冯东梅,姚梦璠,等.财务管理与工程管理系统集成建设研究——以北京大兴国际机场国家重大工程项目实践为例[J].会计之友,2024(6):21-28.
- [10] 方昱楚.基于BIM的建筑工程管理智能化研究[J].建筑科学,2024,40(1):173.
- [11] 吴强.全过程BIM+项目管理模式在上海世博会博物馆项目中的实施[J].建筑经济,2018(3):4.