

关于城市基础设施建设管理数字化转型的思考与研究

赵妍妍 孙博超 田园园
华航环境发展有限公司 北京 100071

摘要：十四五以来，我国倡导行业、企业数字化转型，建筑业的数字化也在快速发展。城市基础设施建设的数字化转型对于进一步推进城市的集约式管理，实现产业的数字赋能具有十分重要的意义。随着科技的发展，城市基础设施的数字化转型已经超越了以往的模式，它旨在将各种业务的操作变得更加高效、精准，从而提高整个生态圈的效率和可持续性，从而促进基础设施的整合和改造。

关键词：基础设施；建设数字化转型；智慧建造

1 城市基础设施建设的基本范畴与管理特征

城市基础设施主要是指城市保障城市运转的道路、桥梁、交通枢纽、水暖电管线、环保设施、通讯工程、水利工程等等设施。由于其具备极高的科学性、可持续性、可操作性、可扩展性等特点，大型基础设施建设项目具有极强的战略意义，其中包括由政府牵头、企业协同、专家共同努力、全面协调、综合评估、科学分析、可持续改善等。这些都将直接关乎到国家的可持续发展，同时还将给当地的社会经济带来深远的影响^[1]。

城市基础设施项目与普通单体项目相比，具有非常直观的复杂性，比如建设规模巨大、参建单位众多、对技术要求非常高、受周围环境影响因素多具有差异性、建设周期较紧等特点，另外从管理视角还具有多种明显特征：一是建设过程存在着复杂的组织行为，建设方必须具备驾驭复杂系统的能力，具备可以科学化组织的管理系统。二是信息采集面广、分析复杂，信息化管理系统对高层决策支撑更为重要。三是目标具有多元性，由于各参与方的组织形态各不相同，目标需求各异，即使要完成同一进度、质量目标也彼此存在约束和冲突。在整合各种资源的过程中，建设方可能因缺乏必要的知识和经验而无法有效地控制和掌握这些资源。五是建设过程中存在着不断演化的过程及路径的改变，需要不断学习进行控制和优化。六是具有社会性，关注度高，对建筑行业或者当地经济、社会、环境都有着一定的影响，有的甚至影响深远。

通过全局视野，采用多元化的管控手段，结合组织、任务、技术、流程、成本、质量、人力资源的优势，形成一套完善的、具有高度灵活性的、具有可操作性的、具有可持续性的、具有可操作性的、具有可持续性的管理模式，来更有效地完成项目，并获得良好的经济和社会效果。综上所述，由于大规模的基础设施建

设所涉及的系统性工程管理，以及对于复杂的集成性工程的要求，已经超越了以往依赖于简单的流水线式、机械式的管理模式。

2 城市基础设施建设在传统管理模式下面临的问题

在传统管理模式中，政府承担了绝大多数城市基础设施项目的投资。政府既是项目的主要投资者，也是建设者和监督管理者。在建设管理模式上实行“条块分割”，地方政府向行业主管部门分权、行业主管部门向建设单位集权的“分散集权”管理方式，该模式下政府并无控制权，而是由行业主管部门直接成立“总指挥部”“城市基础设施国有资产管理委员会”或直接委托项目的经营单位作为业主，由行业专业承包公司建设，因此行业主管部门拥有实际控制权^[7]。尤其在管理较为复杂的大型基础设施项目时，尽管常用的指挥部模式在总体控制、信息集成、现场协调等方面具备一定的项目管理优势，但是如何根据不同项目的实际背景和组织管理特征，合理规划、设计和运行一套体系化的机制模式，在实际管理中仍然较为缺乏。

一般来说，建造一个完整的城市基础设施需要考虑许多因素，包括但不限于：建造公共道路、建造人行天桥、建造地铁系统、建造综合管线、建造轨道交通车辆停靠点、建造广场、建造送变电工程、建造长途汽车中转运站。这些工程的规模可能会很庞大，而且需要承担的费用也非常高。在城市基础设施项目实际推进中，经常会遇到以下组织管理特征与问题：

2.1 目标分解缺乏科学性，资源配置效率不高

大型复杂工程管理，初始阶段往往不够规范，没有秩序，随着多方合作日益加强，日久磨合，逐渐走向相对结构化的过程。对城市基础设施项目而言，在项目前期规划阶段，由于项目的计划分解不够科学，工作内容不够清晰，使得项目后续进展过程中，工作颗粒度过于

粗糙,参与方工作出现了工作界面模糊,或者资源测算不够,超概问题层出不穷,导致项目后期不得不做变更或者调整,从而增加了不可预见的成本。在任务分解的过程中,由于目标分散,很难将重点放在关键方面,这可能会导致项目的整体控制能力下降,组织之间的联系不够紧密,资金投入不集中,建设资源的浪费。

2.2 信息传递链条长,沟通协调工作复杂

由于城市基础设施的建设,其中的核心是由业主单位来进行管理和协调,这就导致了信息的传输缺乏有效的联系,造成了双向交流的减弱,以及信息的不均衡,进一步增加了沟通和协作的难度。由于缺乏有效的监管和管理,在遇到紧急情况和意想不到的情况下,可能无法迅速做出适当的调整,从而给项目的实施、各部门之间的合作带来负面的后果。

2.3 多头管理责权不清,统筹管控效果不佳

随着城市基础设施建设项目的发展,由于缺乏系统性的设计,多个部门的管理和责任分工不够清晰,导致项目管理存在着诸多问题^[2]。传统的管理模式,政府和“总指挥部”之间的双重管理,使得管理专家和技术专家的能力受到了限制,无法有效地协调资源,从而影响了项目的顺利实施^[5]。为了确保项目的有效实施,节点控制法被广泛采用,但这种方法只能在事后控制,容易导致项目的延误或资源分配不均,从而忽略了控制的本质意义。

3 城市基础设施建设进行数字化转型的必要性

当前,数字化转型不仅是建设企业顺应社会变革、提升竞争能力的必然选择,也为政府加快基础设施建设项目管理文化、管理组织架构、项目管理流程等方面的变革提供了新路径。以数据驱动为主要特征的数字化手段在改善基础设施建设项目管理的宏观统筹协调、项目管理流程优化、项目组织模式创新等方面影响深远。

在宏观统筹协调方面,会更基于全局视野整合项目多个利益相关方的信息资源,并通过政府协议约定、购买服务、依法提供等方式对基础设施建设主体形成的大数据进行分析研判,有助于形成高效的联动管理,减少决策周期,增加决策的准确性。

在项目组织模式创新方面,数字化转型带来的新特点、新技术,将不断推动组织模式变革、提高组织效率。一方面通过数字化手段可优化组织管理流程,标准化管理职责和内容,实现规范化管理。另一方面通过借力数据分析完成工作,会逐步减少项目现场相关岗位和人员数量,伴随着数字化的知识积累,可同步提升项目管理人员的水平。

通过采用数字化技术,可以有效地改善项目管理流程,将工作量的变动、资源的分配以及有效的数据交换,使得项目团队可以更加有效地协调,从而更好地满足施工的需求,确保施工的高效完成。采取可视化技术,将所有相关的材料和建造流程实时呈现,有助于更好地管控和控制施工现场的人员和财务,从而大大提升了施工的整体质量和效率。

4 推进城市基础设施建设管理数字化转型的路径

如果把数字化转型比作新应用与新场景的需求侧,那么涵盖了大数据、人工智能的新基建就是多种场景与手段的供给组合。比如基于BIM技术和数字孪生技术,构建涵盖时间维、信息维和种类维的多维多尺度数字孪生模型,通过共享交互施工过程中施工人员、机械设备、物料、工法、环境等原始数据,实现城市基础设施建设项目全过程数字化管理,为工程进度监测、预算调整、工人安全监测、建筑质量评估、提高设备使用率、资源分配和废物跟踪等提供决策支持。再比如,基于区块链技术,以防篡改、全覆盖、可回溯、可信任的方式,构建建筑产业工人信息管理框架,实现对建筑工人信息、建筑材料和构件部品等信息的有效集成、共享和可持续追踪等。总的来说,城市基础设施建设管理数字化转型可以从标准化、数字化、智能化、智慧化四大维度着手推进。

4.1 标准化维度:打造智慧建造标准体系

为了满足大型综合交通枢纽项目的BIM技术要求,我们将对其相关的模型数据进行整理,并制定相关的标准。这些标准包括:BIM模型的架构、分组和编码、资源的生产和使用、BIM的管理、实现的精确性和最终的产品^[3]。我们将努力打造一个完整的BIM技术标准体系,以支持这些项目的顺利运营。

4.2 数字化维度:打造智慧建造全过程数字化系统

通过构建一个完整的数字化体系,可以将建筑物的整个生命周期的信息进行可视化,并且可以通过这种可视化的数字模式,使得不同的参与者可以轻松地访问到他们的资料,以便更好地完成整个建造过程。BIM技术的应用使得多个利益攸关者都有机会进行有效的沟通与合作,以便将他们的权限有效地分配。另外,BIM技术还需要确保所采用的数据是持久、准确、稳定的,以便于对整个建筑物的使用寿命进行有效的监控。

4.3 智能化维度:打造智慧建造全过程管控系统

在以数字化为核心、数据驱动为基础的前提下,应突出以信息化手段,加强对建造现场人员、机器、物料、方法、环境多源异构数据的全面采集和深度分析,

通过不断优化升级系统的自感知、自学习、自决策、自执行、自适应功能,发现并消除导致效率瓶颈与工程缺陷的深层次原因,减少建造过程中的不确定性,不断提高生产效率及工程质量,实现降本增效。特别是在生产建造环节,通过对建造现场仪器设备和机械设备进行智慧跟踪、数据采集以及智能预警,可降低现场因不规范操作引发的质量和安全事故问题。

4.4 智慧化维度:打造数字化决策辅助系统

利用物联网、BIM、人工智能、互联网、虚拟化、手机通信或者虚拟现实等先进的数字技术,包括自动化机器人,有助于实现更加有效的劳动管理,实现更加精准的施工管理,并且有助于更好地激活劳动者的潜在潜力,实现更加有序的施工管理,实现更加精准的施工管理,实现更加有效的施工管理,实现更加精准的施工管理^[4]。

5 城市基础设施建设数字化转型的深远影响

随着时代的变迁,中国正在迈向城镇化的中后期,从以往的快速扩张型发展,逐渐演变成以优化资源配置、实现可持续性发展、促进社会公共服务均衡、推动社会公益事业可持续健康发展的全面小康社会。

2020年8月,七个主要国家机构共同发出《关于促进新兴城镇发展的指导意见》,强调了在互联网、数据分析科技、人工智能技术的支持下,促进新兴城镇发展的重点任务,其中包括:完善智能化的公共服务体系,构筑城镇运营管控系统,以及促进智能社会的发展。当年,住建部UN家发展改革委公布《“十四五”国家城市基础设施建设计划》,旨在大力发展以数据为中心、以互联互通为特征的先进科学技术,实现城市基础设施的智慧化建造,以适应人类对更高质量生活的需要。

《规划纲要》强调,为了更好的建立城市信息建模网络平台,构筑完整的数据资源体系,推进都市数字大脑的发展,探索构筑一个具有双重功能的”建设智能化城镇需要建立在具有重要意义的、可靠的、可持续的数据基础。

6 华航在城市基础设施建设数字化转型方面的探索

华航环境承接了北京通州副中心综合枢纽的智慧建造平台项目,智慧建造平台初期作为京投集团数字化转

型试点,后续在集团中其他轨道交通项目实行推广。

平台主要以BIM模型为基础,以工程管理为主线,以物联网设备为辅助,强强关联,最终形成以BIM模型为基座的工程数字化模型,并在竣工后提供给业主的运维平台,作为车站的基础运维数据,实现工程数字化交付。在北京市建筑行业率先实现数字化转型,并树立典范,目前已申报并通过国家发改委数字化转型示范项目初审^[6]。还在通州区科委和京投集团成立课题项目,为平台提供图模量价和厂区协调等技术的创新科研。

结语

通过北京通州副中心综合枢纽的智慧建造平台项目的数字化应用,探索了一条数字化转型的可行之路,通过建设过程中的所有BIM构件将模型数据和过程数据的整合,形成了枢纽的资产数字化,对于后期的运营起着至关重要的作用,而每个工法总结出的建设时间和建设成本及质量安全管控要点又成为了数字化资产,对于其他枢纽工程的前期策划起到很好的指导作用,城市基础设施的数字化将更有效的推动建筑行业的高质量发展。

参考文献

- [1]罗晟.基础设施群体项目建设现场指挥部运行机制下的项目管理研究[J].建设监理.2015(05)
- [2]王辉, 赵文忠.大型基础设施建设项目风险界面管理整合模式探讨[J].石家庄铁道大学学报(社会科学版).2015(03)
- [3]建设CIM基础平台助力智慧城市建设——部建筑节能与科技司相关负责人解读《城市信息模型(CIM)基础平台技术导则》(修订版).安装.2021(07)
- [4]杨晶, 韩军徽, 李哲.促进科研管理数字化转型的对策[J].科技导报.2020(06)
- [5]朱启超, 陈英武, 匡兴华.复杂项目界面风险管理模型研究[J].科研管理.2004(09)
- [6]赵文忠.大型基础设施建设项目界面风险管理整合模式探讨[J].改革与战略.2015(01)
- [7]郜建人, 程亚鹏.城市基础设施建设管理模式的探讨[J].重庆建筑大学学报.2004(09)