

浅析基于工程数字化的新一代管理信息化理论建构及实践展望

杨文广¹ 张 茜²

(1. 深圳高速工程顾问有限公司, 深圳 518000; 2. 中建科工集团有限公司, 深圳 518000)

【摘要】工程数字化与新一代管理信息化简称工程两化。当前对工程数字化提的较多,但是新一代管理信息化的提法尚属首次。加之以 BIM、GIS、ICT、IOT 等数字化相关内容的普及,更加混淆了工程管理信息化、工程数字化这些概念。任何理论的发展不能离开对概念的定义与说明,我们先要认识工程与管理、数字化与信息化这些概念的意义,以及工程数字化和管理信息化的不同,才能去认知、实践新技术下工程建设的转型升级。本文从工程、管理、数字化、信息化等角度出发,以工程数字化的理解为核心,构建了新一代管理信息化理论,并结合相关实践经验,对新一代管理信息化进行了分析,最后以基于工程数字化的新一代管理信息化,对行业未来从智慧化管理、行业治理现代化、大政府大集团大机构数字化管理等方面进行了展望。

【关键词】工程数字化; 新一代管理信息化; 理论体系构建; 工程数字化实践

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录,被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版,严禁侵权转载。

1 工程数字化与管理信息化

1.1 数字化与信息化

(1)数字化是信息化的一部分,这就意味着没有数字化也可以进行信息化。最简单的例子,在淘宝没有建立信用大数据、交易大数据和供应链大数据之前,淘宝就是一个物品交易的信息整合平台,只有信息化,没有数字化。

(2)数字化更加聚焦数字价值,数字价值和信息价值是有区别的,信息化更多的是一种规范、习惯、现有的信息通过互联网工具在线化,数字化则更多的是将物理世界或已有信息进行重新解构,以得到原来所没有的信息资源,并创造数据独有的价值。

(3)信息化是数字化的有效延伸。单纯地进行数字化往往只是一种数据处理的过程,只有通过信息化渠道,将数字信息进行有效表达,才能实现数

字价值的应用。

1.2 工程的数字化表达

(1)工程数字化的理解

这里的工程主要是指以实体为主的,是可以分解和组合的,可以用数字、文字等进行信息化表达,但主要以数字的表达为核心。工程的数字化表达,就是要对工程这个对象进行数字解构,通过新一代的信息技术,将对象用数字信息进行表达,实现了基于几何数据信息,对工程实体进行虚拟转化,使其完全变成数字可以表达的虚拟体。

工程数字化对工程对象进行数字解构,最重要的基础工作是工程实体结构分解^[1],即 EBS(Engineering Breakdown Structure)。EBS 是属于工程实体单元的标准化、结构化数字表达。EBS 的分解一般要确定基准分解单元或最小单元,这个单元的分解标准随着管理的需要,在越来越完善和细化。目前关于分解单元的标准,已经有质量管理需求、成本

【作者简介】 杨文广(1992-),男,工程师,主要研究方向:交通基础设施数字化、BIM 等新一代信息技术工程应用、工程管理现代化等;张茜(1989-),女,高级工程师,主要研究方向:BIM 等新一代信息技术工程应用、工程管理现代化等。

管理需求、进度管理需求、BIM 建模需求、运营管理需求等几大维度,远期还有智慧城市建设和实景三维地理建设、万物互联与设施智能需求等。

(2) 工程数字化特征

一是解构对象。解构对象是数字化最重要的一步,如果不解构,面对海量的信息,则无法进行数字特征的描述。解构的步骤一般有分类、排序、最小单元、属性数字等。

二是计算机语言。数字化的根本目的是将结构对象用计算机语言表达并通过计算机技术进行展示和应用。

三是逻辑算法。数字化表达后更容易进行高端和广泛的算法设计,通过符合特定目的的逻辑分析,设置合理的算法,进行数字价值挖掘,实现数据分析是数字化的最终目的。

1.3 管理的信息化表达

1.3.1 管理信息化的理解

管理是主体对客体的行为过程,可以是创造客体也可以是改变客体,工程管理就是创造客体。而这种创造,主要是通过对客体属性信息的干涉,不断完善和改变客体属性信息来实现包括技术、业务、组织等要素的管理。工程管理的过程,核心是对创造客体的全过程的信息处理,而信息的形式有文本、语音、视频、图表、数据等,数据只是信息的一种形式,而不是全部。例如最典型的管理审批流,可能就包含了文本、表格、数据、图片等。所以管理是以综合信息的管理为主的,这个过程的形式不仅仅是数据的,更多的可能是图片、语音、视频等,所以不能用数字化进行全部表达,但可以用信息化进行全部表达。

1.3.2 管理信息化的特征

管理信息化,是实现实体结构(固定资产投资)建设目标和运营效益的活动过程^[2],致力于产生明显的经济或社会效益,因此而进行组织在线化、业务规范化、流程标准化的三化管理。

(1)组织在线化。对组织进行结构分解,形成 OBS(Organizational Breakdown Structure),建立符合信息化目标、符合当前组织体系、符合当前业务现状的组织结构,形成角色、岗位、权限三位一体的信息化组织结构,组织结构在线化是管理信息化的前提和基础。

(2)业务规范化。与工程分解结构相对应,业

务的规范化过程也可以称之为工作分解过程,即 WBS(Work Breakdown Structure),是工程管理要素的标准化、结构化进行数字表达的过程。业务规范化有几个方面:一是按照国家、行业或地方相关规范、标准、制度而进行的规范化工作,简单来说就是要“合规”;二是按照客户要求或习惯进行业务建模,满足业务场景需要;三是企业按照自身的专业理解和经验,提供某一解决方案,满足某个业务场景需要,一般是通用、常用做法的规范化。业务规范化最主要的内容是明确业务职责、梳理业务内容、准备业务资料、确定业务流程、完善业务表单、厘清业务数据、管理业务档案等。

(3)流程标准化。流程标准化是管理信息化的核心工作,流程的标准化是在业务规范化的基础上,进行符合软件开发的算法设计。软件开发有三大核心工作,算法设计、代码编程和软件测试,算法就是流程标准化的过程,通过以流程为主导的标准化工作,实现角色、职责、权限、表单、资料、成果的有机统一。狭义上,流程以审批流为主,例如开工审批、变更审批、验收审批等;广义上,对数据、文本等信息资料的传递和汇总、分析处理过程,也应属于流程标准化的过程。

2 基于工程数字化的新一代管理信息化理论构建

2.1 新一代管理信息化内涵

新一代管理信息化是在工程数字化的基础上实现的。我们可以这样定义新一代管理信息化:区别于碎片化、应用少、价值低、效率耗损的传统工程项目管理信息化,新一代项目管理信息化基于融合新一代信息技术的工程数字化,实现工程项目管理组织、要素、流程等的更高程度信息化,给工程项目管理带来真正的降本增效价值,并带来工程管理数据决策、数据生产、数据监管的全新变革和超级价值。

基于工程数字化的新一代项目管理实现了:

- 1)管理主体明确:就是项目实体;
- 2)信息打通不断层:基于数字化模型实现全生命周期信息流转;
- 3)数据流通不独立:基于数字化模型实现全生命周期数据流动,明确数据标准和数据管理模式,打破数据孤岛;

4) 系统精细化不粗放:新一代项目管理系统打破传统 CS 架构笨拙粗放形态,积极采用开放生态的微服务架构开发,融合云技术和可视化 BI 界面,让管理更加精致;

5) 无需线上线下两条腿,不做重复工作:新一代项目管理信息化借助工程数字化,充分利用移动网、物联网实现数据一次填报,全过程有效。

2.2 新一代管理信息化的内容要点

(1) 全生命期信息化。新一代管理信息化不仅是工程建设阶段的管理信息化,同时也可以延伸到策划期的规划立项和建成后的运营养护阶段。

(2) 解决传统信息化难题。传统的管理信息化在信息利用和数据价值上是碎片化、应用少、低价值、损耗效率的。碎片化是指各个信息技术的应用分割的,例如质量、安全、进度、档案这些管理系统是严重独立的,很难有效整合;应用少是指传统的二维手段,没有新一代信息技术的辅助,信息来源少、数据采集效率低、管理内容少等;低价值是指只能实现部分工作线上化,数据孤独严重,数据价值不高,利用率低;损耗效率是传统管理信息化在实施和落地过程中技术手段有限、信息化方式有限,不仅没有真正提高工程管理效率,降低成本,反而在一定程度上成了管理人员的负担,工程资料要线上线下两遍走、线上流程要在线下督促、线上资料要在线下修改等。

(3) 融合新一代信息技术。融合 BIM、GIS、IOT、云计算、5G、VR/AR、人工智能等新一代技术的工程数字化,是实现新一代管理信息化的基础,没有这个基础,新一代管理信息化就无法落地。新一代管理信息化,管理的对象是工程,没有对象的数字化,无法进行有管理的信息化。

(4) 核心价值是降本增效。只有降本增效,提高行业生产效率,提供行业利润空间,才是管理信息化的根本初衷。目前以 BIM 为核心的工程数字化创新给工程行业建设带来了明显的建设成本,但是效益却很难说清楚,这是因为 BIM 不能单独地以工程数字化模型存在,让模型发挥管理价值,才是根本解决之道。新一代管理信息化要实现的是提高沟通效率、提高在线协同效率、提高组织动员效率、提高知识共享水平、提供数据流畅传递通道以提高效率;减少不必要的岗位人员、减少工程变更和工程风险、减少决策的周期、减少信息传递的链

条、减少资料等信息管理的复杂性以降低成本。

(5) 根本目的是挖掘数据价值。新一代管理信息化实现工程建设的数据决策、数据生产、数据监管。在工程数字化基础上,一切信息有了更加丰富的维度和广泛的内涵,数据的格式化、标准化、结构化程度更加提高,进行工程大数据处理分析成为真实可能的动作。在这种情况下,数据治理可以发挥远超出传统管理模式的价值,具体表现在利用数据进行工程建设的决策、生产和监管这三大工程建设的工作。

2.3 基于工程数字化的新一代管理信息化架构

基于以上理解,我们提出了基于工程数字化的新一代管理信息化架构,该架构由两大系统组成,第一部分为工程数字化体系,第二部分为项目管理信息化体系。

(1) 工程数字化体系。主要是以工程实体为基本对象,进行 WBS 分解^[3],形成数字化编码的实体单元,在此基础上进行参数化设计,直接形成三维 BIM 模型,结合 IT 技术,满足数字平台管理需求。

(2) 项目管理信息化体系。新一代项目管理信息化体系是基于工程管理的需要,充分结合新一代信息技术而实现的工程管理组织在线化、业务规范化、流程标准化,从而实现工程行业项目级、项目群级、行业级、政府监管治理四个级别的工程管理,并以此支撑未来国家的数字中国、智慧城市^[4]、万物互联^[5]、国家实景三维计划、车路协同等战略。

2.4 新一代管理信息化与传统管理信息化的区别

管理可能有其共性,而工程自有其特点。工程行业的管理信息化早于数字化开始多年,直到 BIM 等新一代信息技术的兴起,通过推动数字化,新一代管理信息化的价值才开始真正凸显。在新一代信息技术引入工程建设领域并进行工程数字化之前,工程建设行业的管理信息化存在信息断层、数据独立、管理对象模糊、数据管理粗糙等问题,借助新一代信息技术,传统管理到新一代管理实现了本质飞跃,参见表 1。

3 推动两化融合并落地实施

在明确了工程数字化与新一代管理信息化的基本框架后,应重点从工厂数字化与新一代管理信息化的融合角度入手,挖掘其在工程领域的应用价

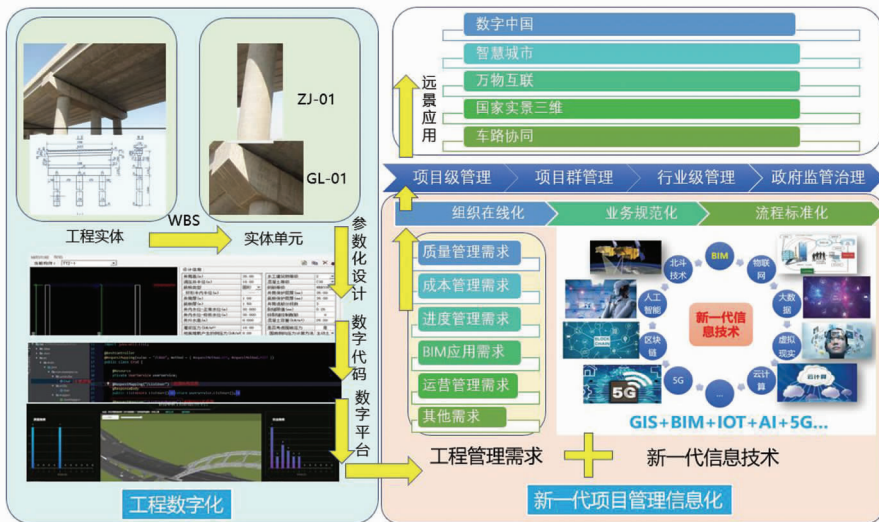


图 1 基于工程数字化的新一代管理信息化架构图

表 1 传统管理信息化与新一代管理信息化的关系

传统管理信息化	引入数字化技术	新一代管理信息化
管理对象数字化水平低	BIM	工程解构实现数据流管理
管理对象维度单一	GIS	融合实景地理信息数据
数据管理粗糙,价值丢失	大数据	挖掘数据新价值
以办公、审批流协同为主	云计算	实现设计在线协同
信息来源以人工录入为主	物联网	实现信息智能化采集
信息数据传输慢,不支持现场	ICT(5G)	实现数据高速传输,支持监控和现场实测

值。结合当前工程数字化发展趋势,量化融合主要从以下六个方面进行实施。

3.1 全面借助新一代信息技术,做好工程数字化

当前物理世界的发展已经离不开新一代信息技术的支持和应用,尤其是随着5G、人工智能、区块链等技术的普及和发展,以及数字中国、智慧城市、国家实景三维、天眼工程、天网工程等重大战略的推进,工程数字化已完全具备了可实现的技术基础,也是数字经济发展的必然要求。工程数字化能有效地应用在工程建设和运营阶段,当下应全面借助新一代信息技术,通过做好工程结构分解、工程BIM技术应用、数据流建模和大数据应用等工作,完成工程数字化升级,为新一代管理信息化做好铺垫。

3.2 全面借助工程数字化,实现新一代管理信息化

在工程数字化的基础上实现新一代管理信息化,才能发挥工程数字化的价值。降本增效减风险,作为工程建设和运营的最终目标,光有数字化

是无法完成的,只有通过管理手段的信息化才能有效完成。在新一代管理信息化的发展目标下,应紧扣工程数字化基础,充分挖掘数据信息,拓展数字价值,打造数字经济新活力,实现助力全社会数字经济新发展。

3.3 突破重点关隘,构建工程数字化与新一代管理信息化多维统一体系

当前在工程数字化和新一代管理信息化领域面临诸多落地难题,主要有三个方面:一是新技术与工程建设、运营、养护全生命期的深度融合;二是工程建设、运营、养护全生命期数据逻辑标准化体系建设;三是新技术推动工程行业变革时期工程各行为主体方的不配合。前者典型地反映在BIM技术方面,BIM技术作为工程数字化和管理信息化的核心载体和手段,存在图纸翻模增加工作量、模型出图条件不成熟、基于BIM的项目管理应用程度浅、BIM协同设计形式化、BIM动态变更与管理两条线等问题。后者的典型问题反映在工程建设、运营、养护全生命期业务、数据、管理分割,以及对实

体和设施分类编码不标准,基础数据量大难处理,变更频繁难管理等方面。新技术推动工程行业变革,带来了技术手段、管理方式、组织行为、工程文化的大不同,对传统工程各行为主体的转型提出了要求和挑战,这其中以建设单位、设计方、承包人、咨询方等各方的不同表现和反应为特征,需要较长时间的适应和演进。

3.4 问题为导向,解决工程管理和项目运营薄弱环节

在当前工程建设中,普遍存在管理手段落后、管理对象行为控制难、管理内容标准化程度不高、管理人员缺少必要决策依据、管理过程透明度低、管理结果缺评估验证,管理效益缺少量化,管理数据缺少互通共享和分析等问题。在项目运营中,存在资产量统计缺失、维护费用支出量化难、隐蔽空间缺少监测、单次健康维护费用高、重大事件应急处置能力待提高、运营风险管控薄弱等问题^[6]。两者结合方面,还存在管理分阶段信息传递衰减、设计不合理对建设与运营造成困扰、两阶段信息不共享等问题。

3.5 目标为导向,实现物理世界数字化全息管理

工程数字化的最终目标是实现物理真实世界的全息三维化,从外形的几何到内在的信息,将全人类生存的地理世界、工程活动的建筑物和设施物全部迁移到虚拟空间,并在虚拟空间进行新的规划、设计、建设和运营模拟工作,以找到最优的现实方案,以及在虚拟世界实现对物理世界的监测^[7]、控制和数字化管理。

3.6 从源头和过程管控,形成数据动态流动,提升决策治理能力

从工程实践的角度而言,设计是项目实施的最重要阶段,决定了投资、进度、技术等一系列项目因素。而准备工作也应该是项目管理实施的最重要阶段,包括合同、计划、目标、考核、图纸、施工准备等,做好这些工作是项目顺利实施的保证。但是反观当前的工程管理,因为进度要求高,准备工作往往不充分,变更、索赔、资源配置不合理、管理信息不充分等问题频发。实施新一代信息化管理,是从源头上加强信息管理工作,充分做足做好基础数据,支撑项目建设过程实施的有效手段。信息化管理的首要内容就是工作标准化、流程化、数据化的处理,这里面包括了制度建设、工作机制、工程信息

等各方面的内容。当然这样会大大增加前期的工作量和难度,但是这种源头管控十分有利于过程监管,这种精细化的准备工作,本质上就是过程工作的前期再现,这样能极大提高过程管控水平和防止重大风险的出现^[8]。

4 某省高速公路智慧公路试点两化融合应用要点

2018年2月,交通部发出《关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知》(附件1),决定在北京、河北、吉林、江苏、浙江、福建、江西、河南、广东等九省份加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点。广东省在某新建高速公路项目上,以基础设施数字化为抓手,全面推进基于工程数字化的新一代项目管理信息化落地,主要应用如下:

4.1 标准先行,构建项目 EBS 数字化标准

数字化、信息化的前提是标准的统一。在本项目建设之初,就紧密结合工程数字化需求和管理要求,完成了 BIM 标准体系、数据标准体系建设,包括但不限于 BIM 设计交付、施工应用系列标准;数据存储、数据传输系列标准;EBS 标准、WBS 标准等。其中,项目各方一致认为 EBS 属于项目基础标准、核心标准,基于真正的 EBS 标准才能实现工程的彻底数字化。在 EBS 拆分细度上,拆解到构件级,甚至零件级,例如一根桩、一个支座等。项目 EBS 标准的主要编码结构如图 2 所示。

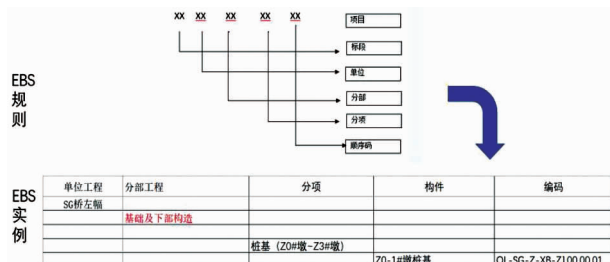


图 2 EBS 规则及实例

4.2 以标准为基础,构建以工程数字化为核心的数字共生世界

在 EBS 基础上,在本项目试点中,工程数字化的主要表现形式是以 GIS + BIM 为主体的信息模型,通过专用 BIM 标准,实现了全路段模型与信息的有机统一,建模精度达到零件级(如螺栓、焊缝),

在全部工程实体分解下,做到了物理世界与数字世界的共生。

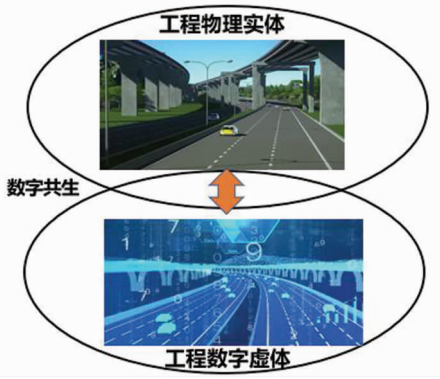


图3 数字共生体系

4.3 基于工程数字化开展一系列新一代管理信息要点

(1)全在线流程。2020年这场全球大疫情让更多企业认识到了信息化的重要性,在线办公慢慢成为一种必须的方式,甚至是一种必然的趋势。未来的政府事务办理、企业人财物事管理、工程各项审批业务必然会随着数字基础设施和数字平台完善而不断进入到线上流程。工程行业各项开工审批、计量支付申报、问题发现与处理、工程验收等各项工作在试点项目实现了全面在线化。

息技术如人脸识别、二维码信息标识、车辆轨迹定位等技术进行了应用。

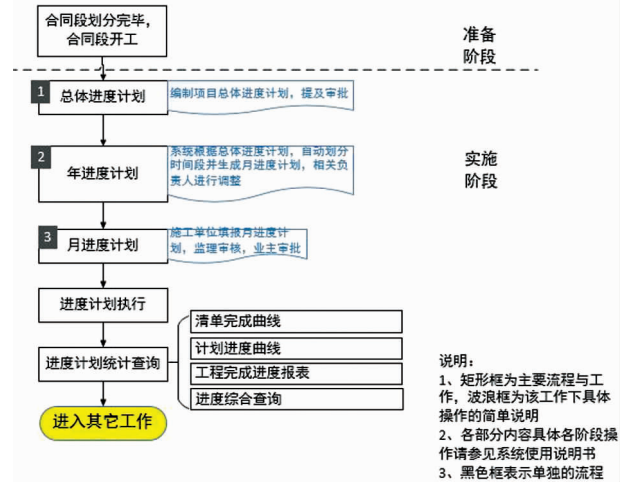


图5 开工管理流程

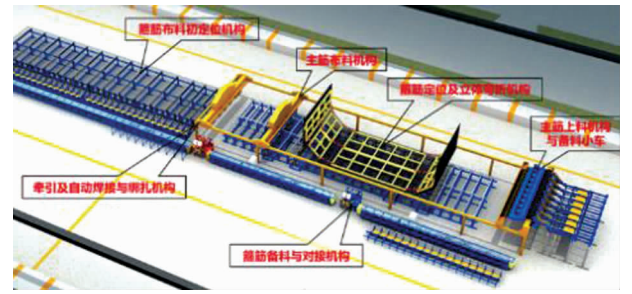


图6 钢筋智能化加工

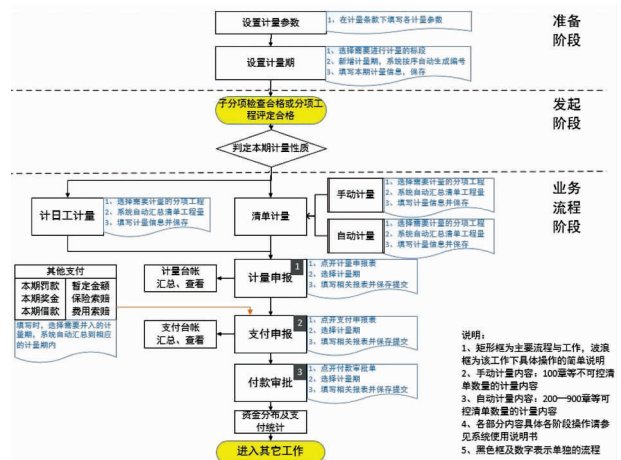


图4 计量支付流程



图7 自动架桥机

(2)智能施工^[9]。以智慧工地、装配式建筑、工厂化生产为应用重点的智能施工技术在试点项目展开了广泛应用,比如放线机器人、路面智能摊铺、隧道智能监测、智能化钢筋加工车间、护栏自动施工、湿喷智能控制等,同时试点项目也对通用性信

(3)无人监管。无人监管是指在现有监控系统、物联网监测系统、自动巡检设备下,利用人工智能技术,进行的对现场的远程在线监督管理。试点项目在全路段重点部位布设了监控视频,并能进行安全着装、安全行为等的基本监测;结合北斗技术,在危大边坡部位进行了变形监测;未来将在路段上

试点无人巡检车,自动进行交通事故报警、结构安全扫描等。



图 8 现场无人监管监控系统

4.4 管理的数据化决策、可视化决策、智慧决策

(1)数据决策。试点项目建立了数据中心,对项目一线数据进行全方位汇总展示,包括但不限于项目信息统计、投资进度、施工进度、质量问题统计、安全问题统计、扬尘监测、温湿度监测等。



图 9 数据化决策视窗

(2)可视化决策。可视化决策主要是基于工程数字化模型,能形象直观展示项目进度、存在质量安全隐患的施工部位、需要进行复杂结构的施工模拟、项目建设过程各部位的施工信息等的应用。

(3)智慧化决策。智慧决策是数字化时代人工智能技术的最高级形式,主要体现在决策的自动化、多维化。自动决策是系统基于预设的算法模型,在触发一定条件的时候可以自动做出决策,例如边坡变形、预应力突变、事故识别等情况下的短信通知、预警响应等;多维决策是数字平台下,管理者的决策不仅仅是自身的原有视角,同时也覆盖了真实一线的信息和数据,相当于从原来的领导视角

和经验视角延伸到了一线员工视角和现场视角,进行多维的时空决策。

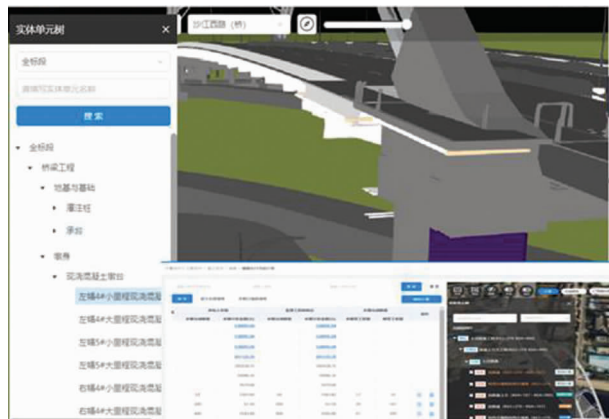


图 10 可视化决策界面

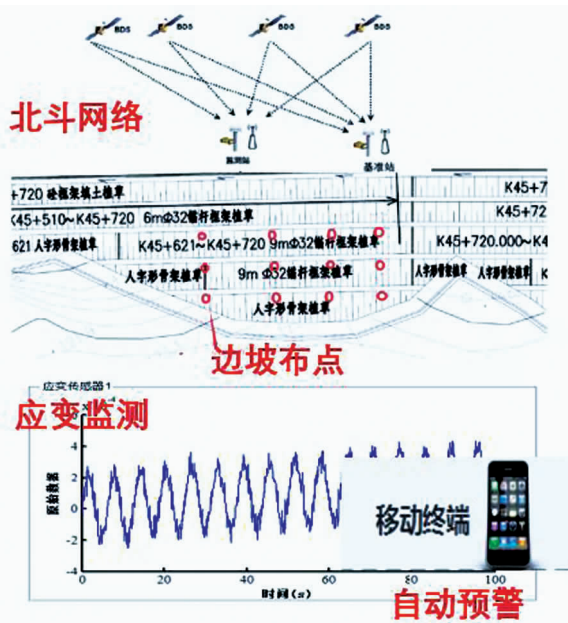


图 11 基于北斗边坡变形监测自动预警

5 工程新一代管理信息化展望

5.1 为智慧化管理奠定基础

智慧化管理是智能化管理的升级,工业时代的智能管理升级到信息时代的智慧管理,可视化管理、大数据决策支持、自动预警与应急处置、全面扁平化管理^[10]、透明化穿透式监管、物理世界信息属性显性化、数据采集传收^[11]等。

5.2 推动行业治理、运行、发展的新智能

近些年来,我国一直在致力于推进国家治理体

系的现代化,而国家治理体系的现代化不仅仅是政治体制等的顶层设计,也更多地体现在各行各业治理的现代化。当前阶段,随着5G、VR、物联网、云计算等技术的迅速发展,各行各业的数字化进程如火如荼,数字中国、数字城市、数字政府、数字工程已经带动全社会各方面资源参与,数字交通、数字医疗、数字制造、数字金融、数字农业等已经可以明显看出各行业在数字化方面的努力。

以工程数字化为基础的工程新一代管理信息化将成为工程建设行业治理现代化的重要基础和手段。以工程数字化为基础,可以实现海量实体世界,如房屋建筑^[12]、交通基础设施等固定资产的数字化管理,以GIS和BIM技术为依托,实现真实地理环境和工程实体的在线展示、管理、统计和分析^[13],以此全面展开对人类工程活动的在线化决策,为更加科学有创新的决策和计划提供平台。除此以外,新一代管理信息化,彻底解决了传统管理信息化低下、线上线下重复工作、在线业务量低、数据无法全面在线的问题^[14],让管理从底层直接投现到顶层,决策信息前所未有的完善、实时,治理现代化提供了全面可能。

5.3 加速数字世界建设,形成新经济动力

随着疫情下全球经济各方面的一些新情况新变化,在线化正在成为我们生活的主流。在线办公、在线教育、在线医疗、在线政务等开始全面展现无与伦比的生产力,以5G、云计算、大数据中心为核心的新型信息化基础设施建设为在线化的再一次飞跃发展提供了有效助力。我们看到,以在线化为表象的数字经济正在蓬勃崛起,替代传统行业产业成为势不可挡的趋势。在此基础上,一个数字化的世界正在形成,国家三维实景计划丰富了整个地理信息的数字化程度,推动了原生态世界的数字化;建筑业、交通基础设施领域、城市治理领域大力推进的BIM技术应用^[15],不断推动人造生态的数字化。同时,以工业制造为代表的核心生产力正在全面智能化,工业互联网平台、工业智能化控制、产业交易生态在全面形成^[16];物流服务智能化、车路协同技术进一步发展,一切我们都能看到数字世界下的数字经济在强劲发展。

5.4 全面提升大集团、大政府、大机构的管理能力

数字化也存在一个和规模相关的效益曲线,一

般而言,组织规模、经济规模越大,数字化效益越好。

组织规模与数字化效益的关系。数字化能有效提高组织的协同效率,提高沟通效率,加速信息流转,保障信息真实准确无衰减。

经济规模与数字化效益的关系。数字化的目标本身是降本增效的,但是数字化本身也有成本,组织的经济规模越大,降本增效带来的正效益越高,而数字化本身的成本也就相对越低。另外,经济规模越大,进行数字化的可行性越高,因为规模经济往往意味着经济体系内容规章制度完善、标准化程度高,也就越契合数字化要求。同时,经济规模越大,数据量越大,数字化以后可以进行大数据决策和大数据可视化管理,在对原有管理方式进行可视化、数据化的变革基础上,还可以挖掘新的管理手段,为智能决策甚至智慧决策奠定基础。

参考文献

- [1] 郑国勤,邱奎宁. BIM 国内外标准综述[J]. 土木工程信息技术,2012(1):32-34.
- [2] 刘晴,王建平. 基于 BIM 技术的建设工程生命周期管理研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2010(3):44-49.
- [3] 陈远,李洪欣. 设施管理信息化研究[J]. 土木工程信息技术,2010(1):77-81.
- [4] 李德超,张瑞芝. BIM 技术在数字城市三维建模中的应用研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2012(1):51-55.
- [5] 田佩龙,李哲,胡振中,等. BIM 与建筑机电设备监测信息集成的研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2015,7(1):8-13.
- [6] 满延磊,谢步瀛,张其林,等. 基于 OGRE 和 BIM 的建筑物运行维护可视化系统平台研发[J]. 土木工程信息技术,2013,005(1):1-5.
- [7] 曹立新,魏然,骆汉宾. 建设工程监管信息系统的设计与应用[J]. 土木建筑工程信息技术,2012(3):110-116.
- [8] 杨文广. 基于大数据的城市空间设施建设安全风险智能管理[J]. 土木建筑工程信息技术,2019(1):120-124.
- [9] 黄颖,高杰. “智慧工地”在公路工程项目中应用研究[J]. 土木建筑工程信息技术. 2019,11(4):33-38.
- [10] 杨晓毅,李立洪,陆建新,等. 基于 BIM 技术的特大型多方协作智慧管理[J]. 土木建筑工程信息技术. 2018,10(5):16-24.
- [11] 孙文侠,王志文. “智慧工地”在公路工程中的应用研究[J]. 公路,2019,64(8):353-355.

- [12] 于亮, 张新. BIM 技术在建筑工程全生命周期的应用[J]. 智能城市. 2018,4(19):25-26.
- [13] 刘晴, 王建平. 基于 BIM 技术的建设工程生命周期管理研究[J]. 土木建筑工程信息技术. 2010,2(3):40-45.
- [14] 丰亮, 陆惠民. 基于 BIM 的工程项目管理信息系统设计构想[J]. 建筑管理现代化. 2009,23(4):362-366.
- [15] 尚春静. 基于建筑生命周期的建筑业管理信息化研究[D]. 北京交通大学,2007.
- [16] 李永奎. 建设工程生命周期信息管理(BLM)的理论与实现方法研究[D]. 同济大学,2007.

Analysis on the Theoretical Construction and Practical Prospects of the New Generation of Management Informationization Based on Engineering Digitization

Yang Wenguang¹, Zhang Qian²

(1. *Shenzhen high speed engineering consultant Co., Ltd., Shenzhen 518000, China;*

2. *China Construction Science and Industry Co., Ltd., Shenzhen 518000, China)*

Abstract: Engineering digitization and the new generation of management informatization are referred to as "two-izations" of engineering. At present, there is much discussion about engineering digitization, but it is the first time to put forward the new generation of management informatization. Moreover, the popularity of BIM, GIS, ICT, IOT and other related contents further confuses the concepts of engineering management informatization and engineering digitization. The development of any theory cannot be separated from the definition and explanation of concepts. We first need to understand the meaning of the concepts of engineering and management, digitization and informatization, and the difference between engineering digitization and management informatization, so as to recognize and practice the transformation and upgrading of engineering construction under the new technology. From the perspective of engineering, management, digitalization and informatization, this paper constructs a new generation of management informatization theory with the understanding of engineering digitalization as the core. Combined with relevant practical experience, this paper analyzes the new generation of management informatization. Finally, based on the new generation of management informatization based on engineering digitalization, it looks forward to the future of the industry from the aspects of intelligent management, modernization of industry governance, and digital management of big government, big group and big organization.

Key Words: Engineering Digitization; A New Generation of Management Informatization; Construction of the Oretical System; Practice of Engineering Digitization