

# 给建筑业装上“数智”大脑

◎特约评论员

建筑业是实体经济的重要构成、带动就业的重要支撑。国家统计局数据显示,2022年全国建筑业总产值31.2万亿元,同比增长6.5%。当前,建筑业数字化改造前景广阔,加快发展智能建造,关键在于以数字技术赋能建筑业发展。

智能建造是现代信息技术、先进建造技术融合应用形成的新型建造方式。随着物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术和实体经济深度融合,以及建筑工业化水平的不断提升,工程建造的数字化、智能化发展需求持续提高,智能建造进入发展黄金期。2022年底,住房和城乡建设部公布了24个智能建造试点城市,我国智能建造步伐加快迈进。然而,仍有不少掣肘因素制约发展。例如,核心设备工具和技术自主能力依然较弱,信息化平台主要依赖于企业自主开发,形成独立且不兼容的信息“孤岛”。再如,智能建造普及深度广度不够,钢梁智能制造、混凝土智能温控、智能钢筋加工厂等缺乏统一标准,等等。

对此,要加快形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营等全产业链的智能建造体系。数字化是智能建造的灵魂所在。要紧扣市场需求,加快以建筑信息模型(BIM)为代表的数字化设计体系建设,推进在工程全寿命期的集成应用,强化设计、生产、施工各环节数字化协同,推动数字化成果交付和应用。要推进工业互联网

平台在建筑领域融合应用,围绕BIM与数字设计、智能工地、无人施工系统等具体方向开发应用程序。鼓励建筑企业、互联网企业和科研院所等开展合作,加强物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等新一代信息技术应用。

聚焦智能生产,发展装配式建筑,加强共性技术和关键核心技术攻关。推动建立以标准部品为基础的专业化、规模化、信息化生产体系。针对不同建筑类型开发多样化装配构件,加大高性能混凝土、高强钢筋和消能减震技术集成应用。

加快建筑机器人研发和应用,推广绿色建造方式。智能施工是在数字设计、智能生产基础上的应用集成。可重点推进与装配式建筑相配套的建筑机器人应用,辅助和替代“危、繁、脏、重”施工作业。推广智能塔吊、智能混凝土泵送设备等智能化工程设备。加快加强新型传感、智能控制和优化、多机协同、人机协作等建筑机器人核心技术研究,形成一批建筑机器人标志性产品。

此外,绿色建造是智能建造的应有之义,其重头在施工环节。提高施工精细化、集约化水平,推进施工现场建筑垃圾减量化,推动建筑废弃物高效处理与再利用,探索建立生产、施工、资源回收再利用等一体化协同的绿色建造产业链。要进一步明确绿色建造内容,完善全过程绿色建造标准体系。

# 武汉建筑业

编印单位 武汉建筑业协会

编印领导小组

组长 陈华元

副组长 刘庆

组员

蒋再秋	刘自明	由瑞凯
文武松	陈志明	刘光辉
程理财	吴海涛	汪小南
高林	刘先成	刘炳元
王建东	匡玲	叶佳斌
孔军豪	尹向阳	劳小云
程曦	张向阳	柯刚
李红青		

封面题字 叶如棠

(原城乡建设环境部部长)

印刷时间 2023年2月25日

## 卷首语

给建筑业装上“数智”大脑

特约评论员 01

## 瞭望台

2023年中央一号文件公布 提出做好2023年全面推进乡村振兴重点工作	04
国资委:继续谋划和推动国企改革 聚焦重大工程建设扩大有效投资	04
工信部、住建部等十七部门联合发布行动方案 “机器人+”时代将至	05
发改委:鼓励减免政府投资项目投标保证金 实行差异化缴纳投标保证金	06
三部门联合发文:金融支持交通物流领域再发力	06
湖北省住房和城乡建设工作会议召开	07
湖北:今年计划完成公路水路交通投资1500亿元	07

## 封面人物

执着梦想 追求卓越 勇于奉献

08

## 专题策划

智能建造新产业、新业态、新模式

10



### ●行业展望

智能建筑发展的问题与对策分析	陈孝凯 12
融入智能建造大潮 推动建筑业高质量发展	徐保国 14
浅谈 GPU 算力在建造行业数字化转型升级中的作用	肖杨雄 15
智能建造助推建筑业转型升级	余涌江 17
以人为中心 以信息化为动力 实现建筑企业高质量发展	朱德祥 朱牡丹 19

### ●项目应用

工地“尖板眼”为建造插上“智慧的翅膀”	张婵娟 21
深化BIM应用 推进数字化转型——广盛集团项目BIM应用实践	黄超 23

BIM+智慧工地助力中国一冶城市滨江核心区地下空间环路项目高效智能管理 张一帆 25  
基于 BIM 技术的月亮湾城市阳台 UHPC 幕墙装配式施工应用研究 胡 贝 31

## ●技术探究

BIM 环境下的智能建造研究 郑志远 34  
基于BIM技术的市政桥梁工程质量精细化管理应用初探 蔡子健 吴诗海 于 鹏 37  
BIM+ 智能建造如何帮助企业及项目高质量发展 谢步云 41  
基于HoloLens的BIM+MR施工验收系统研究  
刘学胜 张新猷 白 皓 刘海成 武丰杰 柳 健 赵鑫宗 史鹏磊 46  
基于 Revit 的可视化编程技术在室内净高分析中的研究  
吴 军 邢超波 周良朋 张 磊 王立红 51  
基于实时云计算BIM引擎施工协同平台研究 刘学胜 刘 勇 刘海成 柳 健 54  
BIM 技术在地下车库中的应用 王禄毅 王 浩 侯景硕 陈小先 59  
BIM技术在工程机电安装中的应用 徐 序 邓纪洲 杨 雄 石 鑫 62  
BIM技术在施工安全中的应用 常晓博 程洪彬 关兵辉 王广康 66  
湖北工程建造集团数字化升级改造研究 肖杨雄 陈佳媛 68

## 科思顿·洞见

为什么要开展战略中期评估与修编 郭 刚 73  
建筑企业数字化转型的四个方向 包顺东 76

## 装配专家 论剑江城

79

## 会员之家

“面对挑战,必须把自己摆进去” 张路路 郑传海 80  
以赛促学,推动党的二十大精神入脑入心 晏维华 82

## 行业论坛

数智化转型与行业实践探索 陈 晨 83  
土耳其“豆腐渣工程”震中夺命 工程质量底线谁来守护? 韩 冰 86  
关于数字化技术助推绿色建筑高质量发展的思考 杨 岚 87

## 光影视界

89

## 文苑

希望 蔡青华 90

## 武汉建讯

协会领导赴一网万联公司调研 91  
中建三局党委书记、董事长陈卫国拜会江苏省委常委、苏州市委书记曹路宝 92  
鸣辰集团党委组织学习中央经济工作会议精神 93  
国铁集团副总经理、党组成员王同军检查调研中铁十一局福厦高铁 94  
中国一冶党委书记、董事长陈阳拜会陕西交通控股集团党委书记、董事长张文琪 95  
宝业湖北建工集团部署施工生产力争良好开局 96



# P08>>>

执着梦想  
追求卓越 勇于奉献

封面人物 肖世波

### 编印工作小组

组 长 刘 庆

副 组 长 李红青

### 主要编印人员

周 俊 陶 凯 李霞欣

李明强 韩 冰

### 其他编印人员(以姓氏笔画为序)

邓小琴 王 雁 安维红

陈 钢 李凌云 李胜琴

汪惠文 张汉珍 张红艳

张 雄 周 攀 周洪军

姚瑞飞 何洪普 程 诚

周水祥 雷 勇 陈金琳

地 址 武汉市汉阳区武汉设计广场一栋  
十一楼

邮 编 430056

电 话 (027)85499722

投稿邮箱 whjzyxhyx@163.com

网 址 http://www.whjzyxh.org

印刷数量 1500 册

发送对象 会员及关联单位

印刷单位 武汉市凯恩彩印有限公司

# 2023年中央一号文件公布 提出做好2023年全面推进乡村振兴重点工作

21世纪以来第20个指导“三农”工作的中央一号文件13日由新华社受权发布。

这份文件题为《中共中央 国务院关于做好2023年全面推进乡村振兴重点工作的意见》，全文共九个部分，包括：抓紧抓好粮食和重要农产品稳产保供、加强农业基础设施建设、强化农业科技和装备支撑、巩固拓展脱贫攻坚成果、推动乡村产业高质量发展、拓宽农民增收致富渠道、扎实推进宜居宜业和美乡村建设、健全党组织领导的乡村治理体系、强化政策保障和体制机制创新。

文件指出，全面建设社会主义现代化国家，最艰巨最繁重的任务仍然在农村。世界百年未有之大变局加速演进，我国发展进入战略机遇和风险挑战并存、不确定难预料因素增多的时期，守好“三农”基本盘至关重要、不容有失。党中央认为，必须坚持不懈把解决好“三农”问题作为全党工作重中之重，举全党全社会之力全面推进乡村振兴，加快农业农村现代化。



文件提出，坚决守牢确保粮食安全、防止规模性返贫等底线，扎实推进乡村发展、乡村建设、乡村治理等重点工作，加快建设农业强国，建设宜居宜业和美乡村。

中央农村工作领导小组办公室有关负责人表示，要全面贯彻落实党的二十大精神，

深入贯彻落实习近平总书记关于“三农”工作的重要论述，全面落实乡村振兴责任制，真抓实干做好2023年重点工作，不折不扣完成好既定目标任务，推动全面推进乡村振兴不断取得新进展、农业强国建设开好局起好步。

## 国资委：继续谋划和推动国企改革 聚焦重大工程建设扩大有效投资

2月6日，国资委党委召开会议，认真传达学习习近平总书记在中央政治局第二次集体学习时的重要讲话精神，传达学习全国国有企业改革三年行动总结电视电话会议和国务院国企改革领导小组第八次会议精神、全国安全生产电视电话会议精神，紧密结合国资央企实际，研究贯彻落实工作措施。国资委党委书记、主任张玉卓主持会议并讲话。国资委党委委员出席会议并结合分管工作作了发言。

会议认为，要进一步深入学习领会习近平总书记的重要讲话精神，牢记“国之大者”，不断增强责任感使命感紧迫感，谋

划务实举措、形成工作合力、强化督导落实，扎实推动中央企业争做扩大内需和深化供给侧结构性改革的排头兵，助力扩大内需战略实施，聚焦新型基础设施、新型城镇化、交通水利等重大工程建设和短板领域扩大有效投资，实施一批强基础、增功能、利长远的重大项目；争做高水平科技自立自强的国家队，打造创新联合体，汇集优势资源加大关键材料、核心元器件、基础软件等重点领域攻关力度，加快原创技术策源地建设；争做畅通国民经济循环的先锋队，制定重点行业布局结构调整指引，大力发展战略性新兴产业，深化现代

产业链链长建设，以链带面、织链成网，助力构建有序链接、高效畅通的现代化产业体系；争做服务国家重大战略的主力军，积极推进重点区域产业合作，加大国防军工、粮食能源资源、骨干网络等重点安全领域布局，提升支撑保障能力；争做高水平对外开放的引领者，以高质量共建“一带一路”为重点，完善面向全球的生产服务网络，不断提升在全球产业分工中的地位作用，在构建新发展格局中发挥更大作用。

会议指出，全国国有企业改革三年行动总结电视电话会议和国务院国企改革领导小组第八次会议充分肯定了国有企



业改革三年行动取得的显著成效。要深入学习贯彻习近平总书记关于国有企业改革发展和党的建设的重要论述,贯彻落实党中央、国务院决策部署,确保国企改革始终沿着正确方向前进。要系统全面做好三年行动的总结评估,将改革成果制度化、规范化、长效化,深化对国企改革的规律性认识,加大典型宣传推广力度,营造改革良好环境。要坚持问题导向,聚焦国企功能作用和历史使命,继续谋划和推动国企改革,不断提高企业核心竞争力、增强核心功能,加快打造具有全球竞争力的世界一流企业,更好发挥国有经济战略支撑作用。

会议强调,要深入学习贯彻习近平总书记关于安全生产的重要论述,坚持“人民至上、生命至上”,统筹发展和安全,始终把安全生产工作摆在重要位置,继续毫不松懈抓好中央企业安全生产工作,以高水平安全支撑高质量发展。要深刻认识当前



前安全生产的形势任务,进一步强化风险意识,采取有力措施解决问题,提升重点行业领域安全风险防范水平,确保中央企业安全生产形势持续向好。要深入开展中央企业安全管理强化年行动,进一步完善

出资人安全监管机制,健全安全生产组织机构,指导督促企业补短板、堵漏洞、提水平,全面加强安全能力建设,全面防范各类安全风险,全面提升本质安全水平,筑牢安全生产底线。

## 工信部、住建部等十七部门联合发布行动方案 “机器人+”时代将至

近日,工业和信息化部、住房和城乡建设部等十七部门印发《“机器人+”应用行动实施方案》(以下简称《方案》)。《方案》提出到2025年,制造业机器人密度较2020年实现翻番,服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升,机器人促进经济社会高质量发展的能力明显增强。聚焦10大应用重点领域,突破100种以上机器人创新应用技术及解决方案,推广200个以上具有较高技术水平、创新应用模式和显著应用成效的机器人典型应用场景,打造一批“机器人+”应用标杆企业,建设一批应用体验中心和试验验证中心。

在深化重点领域“机器人+”应用方面,《方案》提出,要面向社会民生改善和经济发展需求,遴选有一定基础、应用覆盖面广、辐射带动作用强的重点领域,聚焦典型应用场景和用户使用需求,开展从机器人产品研制、技术创新、场景应用到模式推广的系统推进工作。支持一些新兴



领域探索开展机器人应用。

建筑领域,研制测量、材料配送、钢筋加工、混凝土浇筑、楼面墙面装饰装修、构件安装和焊接、机电安装等机器人产品。

制造业领域,研制焊接、装配、喷涂、搬运、磨抛等机器人新产品,推动在汽车、电子、机械、轻工、纺织、建材、医药等已形成较大规模应用的行业,卫浴、陶瓷、光

伏、冶炼、铸造、钣金、五金、家具等细分领域,喷涂、修胚、抛光、打磨、焊接、喷涂、搬运、码垛等关键环节应用,推进智能制造示范工厂建设。

农业领域,研制耕整地、育种育苗、播种、灌溉、植保、采摘收获、分选、巡检、挤奶等作业机器人,以及畜禽水产养殖的喂料、清污、消毒、疫病防治、环境控制、畜产品采集等机器人产品。

## 发改委:鼓励减免政府投资项目投标保证金 实行差异化缴纳投标保证金

2月6日,国家发展改革委等部门发布关于完善招标投标交易担保制度进一步降低招标投标交易成本的通知,通知提出:

严格规范招标投标交易担保行为。依法必须招标项目的招标人不得强制要求投标人、中标人缴纳现金保证金。

全面推广保函(保险)。鼓励招标人接受担保机构的保函、保险机构的保单等其他非现金交易担保方式缴纳投标保证金、履约保证金、工程质量保证金。

规范保证金收取和退还。任何单位不

得非法扣押、拖欠、侵占、挪用各类保证金。

鼓励减免政府投资项目投标保证金。2023年3月底前,各省级招标投标指导协调工作牵头部门应当会同各有关行政监督部门,制定出台鼓励本地区政府投资项目招标人全面或阶段性停止收取投标保证金,或者分类减免投标保证金的政策措施,并完善保障招标人合法权益的配套机制。

鼓励实行差异化缴纳投标保证金。于政府投资项目以外的依法必须招标项目和非依法必须招标项目,各地要制定相应



政策,鼓励招标人根据项目特点和投标人诚信状况,在招标文件中明确减免投标保证金的措施。

## 三部门联合发文:金融支持交通物流领域再发力

从中国人民银行获悉,人民银行、交通运输部、银保监会日前联合印发通知,就进一步做好交通物流领域金融支持与服务提出一系列举措要求,助力交通物流业高质量发展和交通强国建设。

人民银行、交通运输部、银保监会印发的《关于进一步做好交通物流领域金融支持与服务的通知》要求,银行业金融机构要完善组织保障和内部激励机制,创新丰富符合交通物流行业需求特点的信贷产品,切实加大信贷支持力度。鼓励银行合理确定货车贷款首付比例、贷款利率等,在疫情及经济恢复的特定时间内适当提高不良贷款容忍度,细化落实尽职免责安排。

此前人民银行宣布,交通物流专项再贷款将延续实施至2023年6月底。此次通知进一步明确,将道路货物专用运输经营者、道路大型物件运输经营者、道路危险货物运输企业、道路货物运输站场经营者、中小微物流仓储企业纳入支持范围。同时,运用支农支小再贷款、再贴现支持



地方法人金融机构等发放交通物流相关贷款,并鼓励交通物流企业发行公司信用类债券融资。

在交通物流基础设施和重大项目建设方面,通知提出,加强政策性开发性金融工具投资交通物流项目的配套融资支持。鼓励金融机构为完善综合交通网络布局、落地“十四五”规划重大工程、加快农村路

网建设、水运物流网络建设等提供支持。

此外,通知还提出,要建立健全信息共享机制,各地交通运输主管部门要推动健全交通物流“白名单”机制,与辖内银行建立信息共享和批量核验机制,降低银行、市场主体操作成本。同时,发挥各方合力,做好配套支持与服务,鼓励有条件的地方加大贴息、担保增信等配套政策支持。



## 湖北省住房和城乡建设工作会议召开

近日,湖北省住房和城乡建设工作会议召开。会议总结了 2022 年工作,分析面临的形势任务,提出下一个时期工作要求,安排部署 2023 年全省住房和城乡建设工作。

会议提出,2023 年,全省住房和城乡建设工作会议要坚持稳中求进工作总基调,完整准确全面贯彻新发展理念,重点抓好 8 个方面的工作,全力推动住房和城乡建设事业高质量发展。

会议要求,增信心、强担当、压责任、抓落实,确保 2023 年全省住房和城乡建设领域投资增长 10% 以上,力争达到 15%, 建筑业总产值要增长

10% 以上。

毫不动摇坚持房子是用来住的、不是用来炒的定位,因城施策、精准施策,全力稳地价、稳房价、稳预期,推动房地产高质量发展。

加快建立多主体供给、多渠道保障、租购并举的住房制度,持续推进解决基本公共服务人员住房困难,大力解决城镇老旧小区住房改善需求,优化“一老一小”住房供给,更好发挥住房公积金作用。

统筹推进新型城镇化建设,全面开展城市更新行动,不断提高城市治理能力,切实加强城市运维管理,着力推进历史文化保护传承。

深入开展乡村建设评价,推进农房和村庄建设现代化,着力改善人居环境。

做大做强建筑业支柱产业,推进建筑业工业化、数字化、绿色化转型升级,推动城乡建设绿色低碳发展,抓好建筑市场管理,推行工程总承包和全过程工程咨询,打造“湖北建造”品牌。

降低制度性交易成本,加强市场监管服务,优化法治环境,推进科技创新,着力破除各类机制性梗阻和体制性障碍。

抓紧抓牢建筑施工安全生产管理、城市运行安全管理、农房质量安全管理、行业综治维稳,以新安全格局保障新发展格局。

## 湖北:今年计划完成公路水路交通投资1500亿元

近日召开的湖北省交通运输工作会议传出消息,今年该省计划完成公路水路交通固定资产投资 1500 亿元,其中高速公路 1000 亿元,投资总额再创历史新高。包括建成高速公路 186 公里,建设一级、二级公路 1100 公里,新改建农村公路 1 万公里,新增港口吞吐能力 1500 万吨。

今年该省将加快推进三大都市圈交通一体化建设,全面实施省道网规划修编,加快制定三大都市圈公路水路重点项目清单。同时,谋划沪渝、福银等高速公路主骨架拥挤路段扩容改造,力争建成武汉至阳新高速公路等项目,新开工鄂州花湖机场高速二期等一批交通重点工程,加快推进武鄂黄黄核心区快速通道建设。

交通运输重大项目建设,是扩大有效投资重要一环。今年该省将重点推进高速公路扩容提质,加快 29 个续建高速公路项目建设进度,新开工 10 个重大项目,重



点推进京港澳鄂豫界至军山段等 5 个高速公路重点路段扩容。同时抓普通公路提档升级,开展普通公路养护提质三年攻坚行动。2023 年计划实施普通国省道大修

1200 公里、中修 2400 公里。水运方面,将加快汉江 8 级梯级开发,确保雅口、碾盘山、孤山枢纽建成运营,同时新开工 6 个水运重大项目。

# 执着梦想 追求卓越 勇于奉献

——记中铁大桥局集团有限公司副总经理、新能源指挥部指挥长肖世波

◎文 / 中铁大桥局 廖远

肖世波,男,42岁,汉族,中共党员,教授级高级工程师,全国五一劳动奖章、中华全国铁路总工会火车头奖章获得者。现任中铁大桥局副总经理、新能源工程指挥部指挥长。先后主持了澜沧江特大桥、港珠澳大桥、平潭海峡公铁两用大桥等多座大型桥梁的建设。他学桥梁、干桥梁,始终坚持建桥报国的理想,多次临危受命,攻坚克难,是平潭海峡上世纪工程建设的中流砥柱;他热爱深海、建功深海,始终走在交通强国的前列,打造大国重器,运筹帷幄,是落实国家战略推动新能源事业发展的定海神针;他舍小家,顾大家,始终牢记入党誓词使命,扎根基层、扑在现场,是践行大国工匠精神、彰显家国情怀的建桥楷模。



## 一、多次临危受命,攻坚克难,矢志“建桥报国”

从桥梁专业的高材生到负责桥梁施工的工程师,再成长为桥梁领域的专家能手,建桥报国的理想是他战胜前进困难的源动力。在港珠澳大桥、平潭海峡公铁大桥这两项世纪工程施工任务最艰巨的时候,他毅然接过管理的接力棒,以务实的行动推动项目有序建设,交出了满意答卷。在港珠澳大桥第一个承台墩身架设时,他始终坚守在施工一线,提前计算结构的最佳受力点,亲自参与预制件的运输、架设、架设全过程,跟随预制件从陆地的运梁车转战到海上的“小天鹅”号运输,三天三夜从未合眼,最终确保了重达2300吨、价值500万的承台墩身的顺利就位,确保了整座大桥建设的正常推进。历经艰辛,凝聚万千桥梁建设者智慧与汗水的港珠澳大桥最终顺利建成通车。从此,香港、澳门、珠海,这三座在世界上极具活力的城市一桥相连,“一国两制”下的港澳实践也在新时代开启了新篇章。在平潭海峡公铁大桥施工时,他带着团队在这片全年6级以上大风超过300天、最大施工水深达45米、最大流



速达到3.09米/秒、最大潮差7.09米,每年有效作业时间不足120天的建桥“无人区”中,在海床强度高达213兆帕的光板岩上完成了直径为4.9米的世界最大桩径桥梁桩基础施工,创造了国内首次采用斜拉桥钢桁梁两节间全焊接结

构工艺、88米简支钢桁梁整孔全焊、首次采用导管架辅助建立平台技术等多项记录。他攻坚克难、担当奉献,在解决问题中总结形成的一项项工法专利与科技成果,记录着施工过程的艰难,也丰富着我国在海上桥梁施工的经验。



## 二、紧盯战略需求,敢于创新,引领行业发展

平潭桥是一座突破“禁区”的中国桥,在浩瀚大海上再次书写了新的奇迹,成为建桥史上难以逾越的里程碑。在平潭桥建设期间,已经熟悉海上桥梁施工的他,学习了习近平总书记提出的“四个革命、一个合作”能源安全新战略,总结发现了海上风电施工在技术、人才、装备方面与深水桥梁施工极度相似。于是,他坚持“桥梁+”发展战略,转战海上风电、立志征服深海,成功进入海上风电市场。面对“抢装潮”和行业并网压力,作为国内首个“双40”海上风电项目的负责人,作为中铁大桥局风电施工的总舵手,他将安全生产和技术创新齐抓共管,对外寻求优质资源、对内统筹协调,在成功解决船机设备对工程进度的制约问题后,海上风电施工创造

了3天完成5套吸力筒导管架施工、16小时连续下放3套四桩导管架等系列海上施工奇迹。2021年,大桥局7个风电项目(9个标段)合计79亿施工合同,全部诚信优质履约。为进一步扩大市场规模,提高核心竞争力,服务于国家新能源发展战略,他提出研制具备深水施工能力的“大国重器”船机群的方案已如期启动,进一步擦亮了大桥局海上风电的招牌,展现了在风电市场的硬实力,推动了大桥局海上风电事业的发展,为中国中铁进军新能源市场,实现企业效益“第二增长曲线”立下了汗马功劳。在他的带领下,大桥局先后中标海上风电项目22个,累计金额高达135亿,所有项目投入运营后,年发电量超37亿度,与同等规模的燃煤火电机



组相比,每年可节约标煤超112万吨,减少排放温室气体二氧化碳超284万吨,对助力“双碳”目标实现具有重大意义。更为重要的是,他为跨越更深的海峡、建设更长的桥梁,实现交通强国梦在深海领域里做出了有益的探索与实践。



## 三、始终默守初心,舍家为业,彰显家国情怀

出生在湘西的贫寒子弟、业成于江西鄱阳湖,从大西南澜沧江上主导油气资源运输线建设成功,再到伶仃洋上的“一桥连三地、唇齿更相依”美景实现,在台湾海峡再立桥梁丰碑,哪里有困难他就到哪里去。二十年如一日扎根基层、扑在现场,他始终坚守入党初心。作为领导干部,他是名副其实的“先行者”,坚持干在施工一线,走在前列、当好引擎、勇做表率。在日常工作中,他坚持以身作则,带领全体员工不断学习行业的新知识新要求,开展“每周一课”“知识测试”“技能竞赛”等比赛,以赛促学,培养了一支学习能力强、实践水平高的团队。工作之余,他也能照顾

到团队中的每位成员,及时解决他们的困难疑惑,让每名成员开心工作、快乐生活。在他的精心培养下,孙国光等20多名职工已经走上领导岗位,程细平等30多次获评高级及以上职称,成为各自领域的专家能手。一系列岗位楷模与技术尖兵获省部级科技奖14项,取得专利超过100项,纷纷获得了社会或行业好评。他所负责的项目荣获全国五一劳动奖状、全国青年安全生产示范岗、中华全国铁路总工会火车头奖杯、中国建筑业协会第四批全国建筑业绿色施工示范工程、福州市工人先锋号等荣誉。长期对工作的忘我投入,大桥好几郎心存愧疚,但他从未后悔过,只

为了完成最初的梦想,他将小我完全融入大我,将自己的小家始终排在企业的大家庭之后,以实干担当诠释着大国工匠精神。

肖世波同志是对工作高度负责和追求极致的新时代匠人,是无数桥梁工程师的代表。他把桥梁建设视为一种信仰与修行,用工匠精神抵御工作的枯燥感和压力,在平凡的岗位上做出了不平凡的业绩。大国崛起,匠心筑梦,回望中国共产党领导的百年征程,正是这一批批执着卓越、勇于奉献的能工巧匠们,用奋斗与追求树立起一面面光辉的旗帜,为社会主义建设事业做出了杰出贡献。

# 智能建造新产业、

党的二十大报告明确提出，坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，促进数字经济和实体经济深度融合。建筑产业既是实体经济的典型代表，也是数字化程度较低的产业。以标准体系建设为引领、以科技创新为动能、以信息技术为支撑、以新型建



# 新业态、新模式

筑工业化为载体，促进建筑业与数字经济深度融合，推动新城建，培育智能建造新产业、新业态、新模式，大力发展数字设计、构建智能生产、智能施工和智慧运维，形成有特色的智能建造产业体系，是新时代数字技术赋能建筑业高质量发展的破局之道。





# 智能建筑发展的問題与对策分析

◎ 文 / 中交第二航务工程局有限公司 陈孝凯

近年来,建筑行业越来越强调数字化、信息化、智能化的应用,也取得了比较大的进步,“数字+建筑”、“智能+建筑”等等都成了一些建筑行业内的热词。但是,作为粗放式管理较为普遍、信息技术应用较为缓慢的建筑行业,智能建筑确实还存在一些问题亟需解决,笔者以管窥豹谈些浅见。

## 一、問題明显待改善

1.“概念式”问题较为普遍。有些建筑行业的人擅长于紧跟信息化时代的新名词,兜售了不少新名词与建筑行业相结合,“信息化+建筑”还没有讲热,很快又换上了“互联网+建筑”、“大数据+建筑”,没几天又改口为“数字化+建筑”、“智能化+建筑”,概念是一个比一个新潮,而且文章也写得非常高端新颖,让人觉得建筑行业的信息化、数字化、智能化指日可待。但是,大家却难以看到什么有实际使用价值的软件产品能够与建筑行业有效嫁接;难以看到什么高度智能化的成果在建筑行业应用。大家犹如看着一个与信息化各种概念相关的万花筒,与建筑业的各种概念进行组合,总是觉得那些概念很好,对未来建筑发展提出的信息化的理念也很好,但总是感觉到这些概念飘在空中,有人戏称,建筑行业的信息化就是“像雾像雨又像风”,不是上了“云”,而是在“云端”,说着听着很美好,就是见不着、用不上。

2.“盆景式”问题较为普遍。建筑行业的有些单位在信息化建设过程中,要么缺乏顶层设计,要么缺乏具体实施,要么是顶层设计过于庞杂让人望而生畏,这样就会产生比较多的“盆景式”信息系统的开发或应用。如:某个职能部门或是技术部门想要开发一个系统用于本部门的业务管理或技术工作,便提出一个开发需求,信息化部门要么自行开发要么外购一个信息系统供该部门使用,职能部门或者技术部门的需求与信息化部门的想象之间



隔着很远的距离,即便最后反复优化并应用起来,也只是满足了该部门的信息化需要,在开发之初不曾想过与其他部门开发的信息系统有效对接,于是便在信息化开发中出现了“信息孤岛”或是“信息烟囱”,系统之间不能兼容,数据无法共享。

3.“应付式”问题较为普遍。有些建筑行业的单位也采取了一些信息化、数字化技术,但是因为前期没有做好至下而上的信息系统开发需求的调研分析,没有做好需求开发的系统研究,导致开发出来的系统从上到下应用起来总是磕磕绊绊,用起来效果不好、效率不高,或者是实际操作者体验感极差。个别建筑企业除了财务信

息系统稍稍开发得成熟一点,应用比较好,其他的很多系统都应用或者开发得很一般,甚至因为用户体验差渐渐成了一个摆设。另外,因为系统开发应用是一个反复优化迭代的过程,只有在系统应用中不断迭代升级才能让使用者的用户体验越来越好,但是由于很多建筑企业没有自己的信息技术开发团队,外来的开发团队开发完后就撤出或者开发过程中因为怕麻烦而按照本团队的理解进行系统开发,导致后期系统应用不畅也不愿意优化完善,或者只要迭代升级系统就要求建筑企业另行支付高额开发费用,导致建筑企业难以承受。



## 二、前景广阔需融合

不论建筑行业的信息化、数字化多么艰难,存在的问题多么难处理,但是信息化、数字化和智能化是一个不可逆转的潮流,尤其是现在,国家层面在建设数字中国、交通强国,很多城市在建设智慧城市、智慧交通、智慧社区,建筑行业也必须跟上这个大势,跟不上的单位和个人迟早会被社会或市场淘汰。在迎接并拥抱信息化、数字化和智能化的过程中,如下几个方面的融合不可或缺。

1.建筑全产业链与信息化的融合不可少。建筑产品从规划、咨询、策划到勘察、设计,再到建造、检测、运维,全产业链都需要与信息化融合好,这样才能使一个建筑产品能够做得更加智能化,完成一次完美的智能建造,建造一个完美的智能建筑。否则,即便是想要建造一个智能建筑也难以实现,我们试想一下:首先,得要有懂得信息技术的人将一些信息化、数字化、智能化的理念付诸建筑规划之中,做好咨询策划,才有可能将一个智能化建筑的构想设计出来;设计人员也必须熟谙信息技术和市场正在使用的智能化产品和设备,才能完成智能建筑的具体设计,通过无数的碰撞试验和设计优化才能完成最终的图纸;建筑企业也必须有足够的技术管理人员和施工人员,才能将设计图纸变成施工图,才能将一个智能建筑建造出

来,在建造的过程中还会出现对各个智能系统的反复测试和检测,直到最终将智能建筑办理竣工验收;智能建筑的使用者如果对智能化的设备和系统管控不熟悉,在使用的过程中可能也会经常出现问题甚至故障,或者出现问题后运维也难以跟上。一个智能建筑产品尚且如此,现在很多城市综合体建筑要求实行一定区域内的多个建筑功能更加全面更加高效的信息化、智能化,建造的智能化水平要求就更高;有些城市要求的智慧城市、智慧交通更是一个多系统、多业态的智能建造技术的融合应用,标准和要求就会更高。

2. 建筑供应链与信息化的融合不可少。建筑业的供应链很庞杂,而且很多还是些小微企业甚至个体工商户,这个供应链上的智能化、信息化水平参差不齐,但是随着智能建筑产品的要求越来越高,对建筑供应链上的各企业的信息化要求也会越来越高,如果不愿融入信息化、数字化、智能化的大潮之中,久而久之必定会被淘汰。近年来,建筑产品大型化、综合化、规模化的趋势越来越明显,对信息化、数字化、智能化的要求也越来越高,建设单位的智能化要求,会迫使设计、施工、监理、检测等单位必须快速适应,他们为了满足建设单位的需求,就会到市场上去寻找满足需要的建筑材料、设备、仪器或是

技术服务,结果就是建筑产业链与信息化的不断深度融合。

3. 建筑技术与信息技术的融合不可少。传统的建筑技术主要是土木工程(公路、桥梁、市政、港口航道、隧道、铁路、采矿)、给排水、岩土工程等等,这些传统的建筑技术,在智能建造的大势之下,必须做好与信息技术的融合,否则技术人员难以满足项目施工管理需要。这就出现了三种建筑技术与信息化融合的趋势:一是,很多高校的土木工程、机械工程等等与建筑相关的专业都开设了智能建造、智能建筑类的专业,以便在教育阶段就实现传统的建筑技术与信息技术实现融合,直接培养出智能建造人才。二是,很多企业将原来的传统建筑技术人员(包括技术工人)组织开展信息化、数字化、智能化知识的培训,培养懂信息化、数值化、智能化技术的施工技术管理人才。三是,很多建筑企业同时培养储备两类人才,一支是传统的建筑类技术管理人才,一支是信息化人才,让这两类人才在智能建筑产品的建造过程中都学习一定的对方专业的知识,在智能建筑产品的施工管理过程中反复沟通、互相协同,共同完成智能建筑产品的建造。不论是哪一种形式,最终都离不开建筑技术与信息化技术的有机融合。



# 融入智能建造大潮 推动建筑业高质量发展

◎ 文 / 新十建设集团 徐保国

党的二十大报告提出“加快发展数字经济,促进数字经济和实体经济深度融合,打造具有国际竞争力的数字产业集群”的任务。数字经济的崛起与繁荣,赋予了经济社会发展的“新领域、新赛道”和“新动能、新优势”,正在成为引领中国经济增长和社会发展的新力量。伴随数字经济大潮,智能建造发展成为大势所趋。建筑业是实体经济的重要构成,带动就业的重要支撑。国家统计局数据显示,2022年全国建筑业总产值31.2万亿元,同比增长6.5%。当前,建筑业数字化建造前景广阔,加快发展智能建造正当其时,也是贯彻新发展理念的必然要求。

建筑业实现高质量发展,必须完整、准确、全面贯彻新发展理念。新发展理念作为高质量发展的指导思想,也直接规定了高质量发展的基本内涵和方向。新发展理念包括创新发展、协调发展、绿色发展、开放发展、共享发展五大方面。建筑业推动数字经济发展,加快智能建造步伐必须体现新发展理念各方面的要求。

智能建造一头连着数字技术,一头连着建筑工程,是两者互相发展的“融合体”。2022年底,住房和城乡建设部公布了24个智能建造试点城市,我国智能建造步伐加快迈进。相对于传统的建筑业劳动密集,耗能高,效率低来说,建筑业发展智能建造就是创新发展,它为建筑业发展开辟了新赛道,拓展了新领域,它将促进建筑业加快形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营等全产业链的智能建造体系,加快数字设计、智能生产、智能施工的步伐,推动建筑业高质量发展。

在协调发展方面,智能建造的发展将持续打破空间限制,引导各类要素充分流动,推进在工程全寿命期的集成应用,强化设计、生产、施工各环节数字化协调,推动数字化成果交付和应用,这就形成了建筑业发展的新动能,为推动各类建筑业企业协调发展提供了难得的契机。大多数民营建筑企业是发展数字技术,推动智能制造的后发群体。坚持思想先导,认清发展潮流,抢抓智能建造发展机遇,为民营建筑企业提供了“变道超车”的新机遇。民营企业要转变思想观念,深刻认识智能建造是建筑业转型升级的必然趋势,高度关注建筑业数字化和绿色化,研究解决技术革新、经济成本、业态变革、社会认知等突出



问题,全面提升建筑工业化、信息化、智能化、数字化水平,迎头追赶先行企业。

在绿色发展方面,绿色建筑是智能建造的应有之义,智能建造在施工环节能大幅度替代人工操作,这是推动生产方式绿色化的重要路径,会带来更大的节能减排效果,这有助于在实现生产效率和节能减排“双提升”的过程中,实现各种资源要素的充分利用,进一步提升资源配置效率,从而更好地促进绿色建筑发展。建筑企业要抓住这一契机,提高施工精细化、集约化水平、推进施工现场建筑垃圾减量化,推动建筑废弃物高效处理与再利用,探索建立生产、施工、资源回收再利用等一体化协同的绿色建造产业链。要进一步明确绿色建造内容,完善全过程绿色建造标准体系。

在开放发展方面,建筑企业在推进智能建造时能够通过开放式创新,数据开放等方式,从技术层面构建更为开放的创新生态。要充分利用以数字技术为支撑的开

放平台,推进智能建造在建筑领域融合应用,围绕BIM与数字设计、智能工地、无人施工系统等具体方向开发应用程序。建筑企业、互联网企业和科研院所要积极开展合作,加强物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等新一代信息技术应用。通过不断发展,培育一批技术领先、实力雄厚的建筑产业互联网平台,推动建筑业高质量发展。

在共享发展方面,共享汽车、共享房屋、共享办公等共享经济的发展都是数字经济共享发展的缩影,在提高社会资源利用效率的同时,也从节能减排角度促进了经济发展的绿色化。以数字技术为支撑的智能建造通过促进企业公平竞争、降低生产成本、减少信息不对称等推动各类企业共享发展。实力雄厚的建筑企业要先行一步,示范引导,对照一流标准,打造智能建造试点项目和应用场景,形成可推广、可复制的经验,其它企业可以借鉴经验,不断完善,少走弯路,以利形成各类企业一起共享发展,推动建筑业不断进步的合力。



# 浅谈GPU算力在建筑行业数字化转型升级中的作用

◎ 文 / 中南建筑设计院股份有限公司 肖杨雄

**摘要:**随着企业数字化进程的快速发展,整个产业链中的各个建筑相关参与方,已经在数字化转型中,在这个过程中,数据价值和数据的可获得性,数据割裂、数据连接、数据使用和数据协同的问题存在整个建筑产业链,本文将从在算力时代下借助 GPU 算力实现数据的“有、连、用、协同”几个方面提供参考。

**关键词:**GPU 算力;数据割裂;应用协同

人类生产力发展进入第四个时代——算力时代,以芯片和软件平台为主的计算能力改变了人类的生产方式、生活模式和科研范式,算力越来越成为科技进步和经济社会发展的底座,代表着人类智慧的发展水平。伴随数字经济持续发展,算力已成为国民经济发展的重要基础设施,随着国家“东数西算”工程的全面启动,算力已成为数字中国、信息社会的核心生产力,加快推动算力建设,将有效激发数据要素创新活力,加速数字产业化和产业数字化进程,催生新技术、新产业、新业态、新模式,支撑数字经济高质量发展。

一直以来,建筑行业都是我国经济支柱产业之一。伴随着数字化浪潮的兴起,建筑行业也迎来了全新的变革,《“十四五”建筑业发展规划》提出“十四五”时期建筑业产业链现代化水平明显提高,装配式建筑占新建建筑的比例达到 30%以上等发展目标。中国建筑业正走在以新型工业化变革生产方式、以数字化推动全面转型、以绿色化实现可持续发展的创新发展新时代。

## 一、建筑行业的发展现状

第一个现象,实现行业信息化、数字化以及智能化这些目标,先要有这些数据,而不是现在的大家“各说各话”的状态。当这些分散的数据从设计,到施工,到运维一直传递下去,数据才能够体现出在这个行业当中丰富的价值。现在数据仅仅只是有,但没有统一标准,也没有真正往下面传递,比如说现在很多从软件的角度有各种各样的格式,从设计到下方的传递,基本上是断点的状态。

第二个现象,随着企业数字化进程的快速发展,整个产业链中的各个建筑相关参与方,已经在数字化转型中,在采购或者自研各种数字化产品,更加关注数据价值以及可获得性,但在这个过程中,我们看到一个现象,整个建筑产业链,在数据流动过程当中出现严重的数据割裂现象。建筑行业里面这么多生产的场景和碎片化的生产的情况,其实是需要好的平台软件,拉通数据、拉通管理、拉通工厂、拉通工人等各个节点。

第三个现象,可能有两个点,一是连,



二是用。在这个状态上,我们刚刚强调了数据一开始是有的一个状态,数据是标准化的,在这个基础之上,数据往下方的传递以及如何使用,将成为在现阶段中的突破点。用,如何用,各个企业有各个企业不同的用法,设计企业提高设计质量,施工企业提高施工效率等等。

第四个现象,数据协同,从设计的角

度来看,建筑的数据从上到下,如果从前端到后端讲,设计、施工、运维是纵向的范围,横向的范围,各相关专业(建筑、结构、水、暖、电)又是横向的范围。在横向和纵向范围,现在其实没有办法基于现有的工具进行完整的协同,而且它的需求是强耦合性的需求,在强耦合性需求下大家没有办法做到这种协同。

## 二、算力时代数字技术对建筑行业的影响

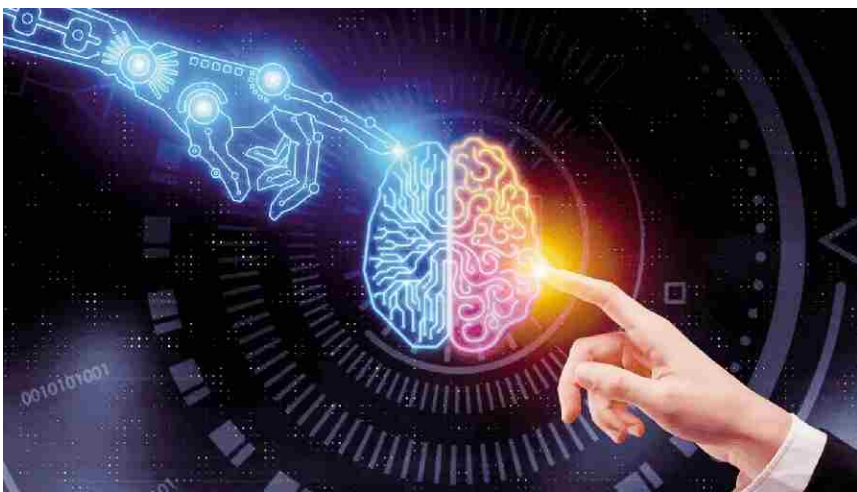
数字技术以前所未有的方式影响着建筑行业,带来了许多好处,例如提高安全性、降低成本、提高利润率、时间效率、改进协作和提高生产力。实施技术不再是可选的;它正逐渐成为一种必需品。随着数字化技术的进步和日趋完善,计算机媒介对建筑设计方法以至建筑观念的发展革新起到了至关重要的作用。数字技术承载着当今建筑形态语言的演进,从单一的后设计阶段绘图工具发展到覆盖设计全过程的关键媒介和研究手段,数字化技术极大地推动了建筑设计的发展。

将建筑设计领域内应用数字技术,产生改变了创作思维和建筑形体等多个方面,衍生出来了虚拟建筑空间。VR 和 AR 技术在建筑中都有很多用途,这些范围从模拟现实世界物理和条件的高级培训模拟器,再到生成交互式、详细的项目 3D 模型。一种常见的做法是将 VR 和 AR 与建筑信息模型(BIM),它允许以 3D

形式而不是传统的蓝图对结构进行数字表示,以实现更高的效率。

在建筑设计中应用一系列先进技术,也促使建筑现象得到了较大程度的更新

和拓展,设计可能性得到了丰富,创作出来更加优美和科学的建筑形态,在其过程中,会产生更加复杂的数据,需要更重度的算力再来支撑广泛的应用实现。



## 三、GPU 算力加持下的数字化设计云平台

数字化设计云平台是武汉兴和云网针对建筑设计施工企业应用场景推出的一站式解决方案,采用 CPU+GPU 异构及自研 GPU server 集群动态共享技术,统一应用中心,实现设计数据统一、数据共享、应用协同、复杂计算的全新远程云化设计平台。

### 1、建立设计与施工之间的桥梁

依托云平台,设计模型可以直接保存在云端,同时将客户端设计软件的计算工作移到云端进行,解放了客户端,使得用户可以通过任意移动终端(包括浏览器、手机、Pad 等)访问到设计模型数据,施工现场的信息能够被及时采集并与设计模型进行集成,从而在数字模型与物理模型间建立了一条链路,建立起设计与施工之间的桥梁。

### 2、实现多方信息共享与设计协同

云平台为设计模型的多方信息共享与协同设计提供了基础环境,专业应用软件部署在云端,业务数据也能够便捷地在

多个协作者之间共享,总部与分部,不同企业、不同地域的设计人员都能够安全、受控、对等地访问保存在云端共享的模型、文件和数据,能够随时随地访问到相应的业务数据,实现多人协同工作。

### 3、低成本硬件投入

企业无需投入大量的资金购置昂贵的图形工作站或造成昂贵设备的闲置,借助云平台可实现对信息化基础资源的分配和利用,一台机器可扩展为多个应用空间共享使用,其资源的动态分配与回收体系可实现高性能计算资源的多人动态地共享使用,不仅可大幅度提升设计效率,同时帮助企业降低硬件成本投入。

### 4、软件分时共享使用

企业设计人员,除了一部分需要每天较长时间使用 CAD 软件来进行绘图设计外,其余的设计人员更多的则是使用 CAD 来查阅或者校对图纸等。这些人员对 CAD 软件的使用频率低,且每次使用的时间也不长,如果采用 1:1 的授权,企业

就需要为这些人员也购买单独的授权许可。但这些授权大多时间都是闲置的,无形造成了软件资源的浪费。

云平台通过监控云端运行的应用软件状态,可以及时释放长时间闲置的软件用户许可,通过分时共享的方式提高软件用户许可的周转率,可降低企业采购或订阅软件用户许可数量,帮助企业节省软件投入成本。

### 5、数据安全保密

工程文件中包含很多机密数据信息,在日常工作交往中非常容易造成数据泄露,影响信息安全。兴和云网平台核心技术可实现数据不落地,权限灵活设置,确保数据安全。同时,兴和云网提供的多副本分布式存储方案可为数据存储和管理提供更加经济、安全、弹性且可动态扩展的新方式,使用者能够聚焦于发挥数据的价值,而不再受数据备份、扩容保障、安全防护等因素的困扰。

# 智能建造助推建筑业转型升级

◎文 / 湖北昆仑建设集团 余涌江

最新一款新的社交软件火爆全网、风靡全球。

2022年11月30日美国人工智能研究实验室 OpenAI 发布 ChatGPT,这是一款基于人工智能技术驱动的自然语言处理工具,拥有语言理解和文本生成能力,可实现与真正人类几乎无异的聊天场景进行交流。ChatGPT 不单是聊天机器人,还能进行撰写邮件、视频脚本、文案、翻译、代码等任务。自发布短短5天时间,

注册用户数就超过100万。截至2023年1月末,ChatGPT的月活用户已突破1亿,成为史上增长最快的消费者应用。

比尔·盖茨在接受福布斯采访时也评价:“ChatGPT的意义不亚于PC和互联网诞生。”

一时间媒体界众说纷纭,各执一端:“人工智能时代真的来临了……”“多个行业将会被完全颠覆,大量人员将会面临失业下岗……”“人类将会被高级智能所取代……”

……

科技领域的高级人工智能技术已日臻成熟,发展愈发迅猛,甚至引发人们“人工智能是否将会取代人类”之忧虑,作为国民支柱产业建筑业,一直以资源能耗大、科技创新能力不足、劳动力依赖型、粗放式发展而广受诟病,近些年国家高层重点推行的智能建造应用前景又当如何呢?!

## 一、智能建造内涵

智能建造是指在工程建造过程中充分依托智能技术、建筑信息模型(BIM)、物联网等先进技术,借助应用智能化系统,通过技术创新和管理创新,提高建造过程的智能化水平,减少对人的依赖,以实现安全建造和工程项目提质增效之目的的一种理念和模式。

智能建造的本质,不仅仅是生产工具的升级,而是代表了一种新型生产力,这与党和国家关于“中国特色社会主义的根本任务是解放和发展社会生产力,特别是发展先进生产力”的重要思想不谋而合。建筑业要实现高质量发展,需充分借助数字化技术,以新型建筑工业化为核心,以智能建造手段为有效支撑,通过绿色化、工业化、数字化的“三化”融合,将建筑业提升至现代工业级的精益化水平。

## 二、智能建造的政策支持和发展现状

2020年7月,住建部发布的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》提出,要围绕建筑业高质量发展总体目标,以大力发展建筑工业化为载体,以数字化、智能化升级为动力,创新突破相关核心技术,加大智能建造在工程建



设各环节应用,形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营等全产业链融合一体的智能建造产业体系,提升工程质量安全、效益和品质。

2022年1月,住建部发布的《“十四五”建筑业发展规划》中也明确,到2025年,初步形成建筑业高质量发展体系框架,建筑市场运行机制更加完善,营商环境和产业结构不断优化,建筑市场秩序明显改善,工程质量安全保障体系基本健全,建筑工业化、数字化、智能化水平大幅提升,建造方式绿色转型成效显著,加速建筑业由大向强转变。在产业链现代化方面,基本建立智能建造与新型建筑工业化协同发展的政策体系和产业体系,装配式建筑占新建建筑的比例达30%以上,打造一批建筑产业互联网平台,形成一批建筑机器人标志性产品,培育一批智能建造

和装配式建筑产业基地。

但我国目前建筑行业的信息化水平不高,智能建造推进整体滞后。其主要原因在于,一方面实施智能建造需要自主研发或购买各种智能化系统,并持续开发和完善智能化系统,充分集成应用各项新技术,以满足智慧工地、智能建造的需求,受经费投入或短期无法看到收益等影响,企业投入意愿不强;另一方面,借力智能建造实现企业转型升级认知不够,意识不强。

## 三、常见的智能建造应用场景

智能建造已经逐步、慢慢渗透到我们当前的建筑行业中:

### 1、智慧工地

智慧工地是指运用信息化手段,通过三维设计平台对工程项目进行精确设计



和施工模拟,围绕施工过程管理,建立互联互通、智能生产、科学管理的施工项目信息化生态圈,并将此数据在虚拟现实环境下与物联网采集到的工程信息进行数据挖掘分析,提供过程趋势预测及专家预案,实现工程施工可视化智能管理,以提高工程管理信息化水平,从而逐步实现绿色建造和生态建造。

像笔者所在公司当前承建的工程项目,普遍都安装了智慧工地系统,可协助完成安全着装、环境风险和人员行为识别,实施作业人员实名制、VR 安全教育体验馆、VA 质量工业馆、WIFI 安全教育和人员定位等模式的人员管理、人工智能机械化管理和绿色施工管理,有效提施工现场作业效率,增强工程项目的精益化管理水平。

## 2、BIM 技术

BIM (Building Information Modeling) 技术是一种应用于工程设计、建造、管理的数据化工具,通过对建筑的数据化、信息化模型整合,在项目策划、运行和维护的全生命周期过程中进行共享和传递,使工程技术人员对各种建筑信息作出正确理解和高效应对,为设计团队以及包括建筑、运营单位在内的各方建设主体提供协同工作的基础,在提高生产效率、节约成本和缩短工期方面发挥重要作用。

其典型的五大应用包括:

### (1)碰撞检查

BIM 最直观的特点在于三维可视化,降低识图误差,利用 BIM 的三维技术在工程项目前期进行碰撞检查,直观解决空



间关系冲突,优化工程设计,减少在施工阶段可能存在的错误和返工,进一步优化建筑物净空,完善管线排布方案;同时,施工人员可以利用碰撞优化后的方案,对内进行现场施工交底、施工模拟,加深对设计图纸的理解,提高施工质量,对外提升与业主沟通的能力和效果,促进项目顺利推进。

### (2)模拟施工

BIM 技术的三维可视化功能,在不同的时间维度下,可实现施工进度模拟,直观、快捷、实时了解与计划进度的偏差情况,从而及时制定纠偏措施,确保工程进度的顺利推进。与此同时,BIM 技术结合施工方案、施工模拟和现场视频监控,可发挥数字孪生技术的优势,减少建筑质量问题和安全问题的发生,避免或降低返工和整改率,实现资源节省之目的。

### (3)三维渲染

宣传展示三维渲染动画,可通过虚拟现实让客户有代入感,给人以真实感和直接的视觉冲击,配合投标演示及施工阶段调整实施方案。

构建完善的 BIM 模型可以作为二次渲染开发的模型基础,大大提高了三维渲染效果的精度与效率,给业主带来更为直观的宣传介绍体验,提升中标几率。

### (4)数据共享

互联网技术的应用和发展,为大数据搜集和数据共享提供机遇和平台,进一步挖掘大数据潜能,实现数据的价值创造。借助 BIM 搭建信息交流平台,可以使业主、管理公司、施工单位、施工班组等众多单位在同一个平台上实现数据共享,使沟通更为便捷、协作更为紧密、管理更为有效。

(5) 积累经验 保存信息模拟过程可以获取施工中不易被积累的知识和技能。



## 四、推广智能建造的必要性及意义

### (一)必要性

#### 1、解决劳动力供应问题;

传统建筑业属于劳动密集型产业,对劳动力依赖程度高。近些年多地出现民工荒的问题,很大一部分原因是源自于传统建筑业在人们心中所固化的“脏乱差”的形象严重影响到现在年轻一代人的择业观。他们宁愿选择送外卖、跑滴滴,也不愿意沾染农民工的头衔,而上一代农民工如

今慢慢进入退休年纪,身体和精力大不如前,不得不逐步退出建筑市场的历史舞台。

依托智能建造发展出机器人,可很大程度替代施工作业人员,解决劳动力紧张的问题。

《“十四五”建筑业发展规划》明确,到2025年,形成一批建筑机器人标志性产品,实现部分领域批量化应用,如应用于混凝土预制构件制作、钢构件下料焊接、隔墙板和集成厨卫生产等工厂生产关键环节;应用于测量、材料配送、钢筋加工、混凝土浇筑、构部件安装、楼面墙面装饰装修、高空焊接、深基坑施工等现场施工环节;与此同时,积极探索运维机器人,包括建筑安全监测、安防巡检、高层建筑清洁等运维环节。

#### 2. 解决劳动力成本问题;

如以上所述,市场劳动力供应减少,在需求不变的情况下,现有劳动力自然开始紧俏,供需失衡的格局下,劳动力价格上涨成为必然。如今建筑市场的“稀有”工种计日工单价已由前几年的五六百/天上涨到八百甚至一千,这对于原本薄利的建筑市场而言无异于雪上加霜。

行业推广智能建造技术,可很大程度上缓解劳动力供应问题,降低劳动力成本的提升。

#### 3. 降本提质增效;

“资源最终流向效益和价值最大化领域”,这条经济学准则同样适用于建筑业。

作为逐步回归理性和正常发展轨道的地产业和建筑业,降本提质增效是企业始终要面对的命题和接受的考验,如何在竞争激烈、枪林弹雨的市场中杀出重围,依托科技创新和管理创新是不二之选。

#### 4. 响应政策。

推广和应用智能建造技术,是对住房和城乡建设部等9部门联合印发《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》等政策的积极响应,通过推进建筑工业化、数字化、智能化升级,加快建造方式转变,推动建筑业高质量发展,从而打造具有国际竞争力的“中国建造”品牌,为国家繁荣和民族兴旺贡献力量。

#### (二) 意义

从国家层面上讲,推广和应用智能建造,是国家打造“中国建造”名片的战略发展需要。“十四五”时期,高质量发展是建筑行业的“关键词”,如何突破行业发展瓶颈,打造高品质建筑,实现企业提质增效,是建筑业当前面对的课题和挑战。作为高科技创新的代表,智能建造技术可实现建筑行业中的设计、生产、施工、管理等环节信息化、智能化和工业化,逐步引领建筑业迈上新征程。

发展智能建造,是稳增长扩内需的重要抓手。受新冠疫情和地缘政治以及经济周期规律影响,当前世界局势风起云涌,波诡云谲,在风高浪急的国际形势下,“稳定”成为国家政策和战略制定的压舱石。智能建造产业本身具有科技含量高、产业关联度大、带动能力强等属性,既有巨大的投资需求,又能为新一代信息技术提供庞大的消费市场。发展智能建造,不仅能够带动人工智能、物联网、高端装备制造等新兴产业发展,还能培育建筑产业互联网、建筑机器人、数字设计等新兴产业新业态新模式,进而培育新的经济增长点。

发展智能建造,正如人民日报在《智能建造助力“中国建造”》的时评中提到,也是助力实现碳达峰碳中和目标的重要举措,借助先进的建造技术,能够推动建筑业绿色低碳转型。

## 结语

发展智能建造,推动智能建造和建筑工业化协同发展,意义重大,潜力巨大:于国家而言,可实现“中国建造”核心竞争力的不断提升;于行业而言,可助力建筑业实现高质量发展;于企业而言,可实现降本增效和转型升级。

# 以人为中心 以信息化为动力 实现建筑企业高质量发展

◎ 文 / 武汉市黄陂第二建筑工程有限公司 朱德祥 朱牡丹

党的二十大报告明确提出,坚持把发展经济的着力点放在实体经济上,促进数字经济和实体经济深度融合。建筑产业既是实体经济的典型代表,也是数字化程度较低的产业。以标准体系建设为引领、以科技创新为动能、以信息技术为支撑、以新型建筑工业化为载体,促进建筑业与数字经济深度融合,推动新城建,培育智能建造新业态、新模式,大力发展数字设计、构建智能生产、智能施工和智慧运维,形成有特色的智能建造产业体系,是新时代数字技术赋能建筑业高质量发展的破局之道。





## BIM 与智能建造的概念

BIM 是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为模型的基础,进行建筑模型的建立,通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。它具有信息完备性、信息关联性、信息一致性、可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性八大特点。

智能建造是以 BIM、物联网、人工智能、云计算、大数据等技术为基础,可以实时自适应于变化需求的高度集成与协同的建造系统。智能建造技术是在全球行业“智能化”的大趋势下,建筑行业通过“智能建造”方式实现整个产业的升级换代,采用国际最新的数字技术架构,同时基于建设项目全生命周期管理的理念,对城市建筑、市政工程(道桥)、交通工程(包括地铁工程设施)的建造与运营管理实现“智能建造”与“智能运维管理”。智能建造不是一个面向单一生产环节的技术,而是一个高度集成多个环节的建造系统,即融合了设计、生产、物流和施工等关键环节。

BIM 技术在建筑建设工程中是信息化技术应用的代表,因此要想快速实现建筑工程数字化就必须科学的运用 BIM 技术。

## 国家对智能建造的重视

早在 2017 年 2 月 21 日《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》中指出,推广智能和装配式建筑。坚持标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理、智能化应用,推动建造方式创新,大力发展装配式混凝土和钢结构建筑,在具备条件的地方倡导发展现代木结构建筑,不断提高装配式建筑在新建建筑中的比例。力争用 10 年左右的时间,使装配式建筑占新建建筑面积的比例达到 30%。在新建建筑和既有建筑改造中推广普及智能化应用,完善智能化系统运行维护机制,实现建筑舒适安全、节能高效。

2023 年湖北省住房和城乡建设工作会议指出,推进建筑业工业化、数字化、绿色化转型升级,推动城乡建设绿色低碳发展,抓好建筑市场管理,推行工程总承包和全过程工程咨询,打造“湖北建造”品牌。

加快培养智能建造人才。毛主席说过,人民,只有人民,才是创造世界历史的动力。智能建造离不开人,人才是智能建造的关键。我们建筑企业要积极培育既有国际视野又有民族自信的建筑师队伍以及智能建造的人才。比如通过大力校企合作的模式,培养建筑业的智能建造专业人才。加强工程现场管理人员和建筑工人的教育培训。大力弘扬工匠精神,培养高素质建筑工人,建一项工程树一项丰碑。

加强企业经营战略目标管理。组织制定新一年发展战略,将 BIM 技术与智能建造作为发展的目标之一,使之推动企业发展壮大。企业战略制定以后,需要全体成员积极有效的贯彻实施,正是企业文化具有凝聚、激励、塑造、推动等作用,激发了员工的热情,统一了企业全体成员的意志及欲望,为实现企业的目标而努力奋斗,从而使企业战略得到有效地贯彻和实施。根据当前建筑企业面临的形势和社会需要,制订出新的一年企业经营活动所要达到的总目标,然后层层落实,要求组织各部门主管人员以至每个员工根据上级制订的目标和保证措施,形成一个目标体系,并把目标完成情况作为考核的依据。企业目标就是实现其宗旨所要达到的预期成果,没有目标的企业是没有希望的企业。

以建设工程管理信息化为动力。建设工程管理信息化指的是建设工程管理信息开发和利用,以及信息技术在建设工程管理中的开发和应用。信息化是人类社会发展过程中一种特定的现象,它表明人类对信息资源的依赖程度越来越高,信息化是人类社会继农业革命、城镇化和工业化后迈入新的发展时期的重要标志。

特别是中小建筑企业探索施工项

目信息化管理,实行信息化建设的“一把手责任制”,建立相应的领导机构和实施机构,以岗位培训和继续教育为重点,对施工人员进行不同类型和不同层次的信息技术教育,培养一批精通信息技术和业务的复合型人才,为企业提升质量竞争力培养动力。各工程建设项目部搭建 BIM 私有云平台,满足项目模型及图纸深化工作,为项目现场管理、BIM 技术开发应用、信息化集成系统的应用,提供信息支撑和资源储备,有效保证了各项先进技术在平安机电项目上的应用,实现工程建设项目全生命周期数据共享和信息化管理,为项目方案优化和科学决策提供依据,促进企业提质增效。

将 BIM 技术应用在装配式建筑设计、生产、运输、施工、运维等全流程,提高设计效率,优化生产流程,提高施工水平,优化工序和成本,提升运维能力。发挥各专业协同能力,实现产业链各流程的数据信息共享,进一步促进装配式建筑的智能升级,使项目真正做到质量可控、成本可控、进度可控。

坚持绿色施工做好疫情的防疫。施工企业应根据国家、相关部门的法律法规,制定切实可行的绿色施工管理规章制度、绿色施工目标等。明确项目经理是绿色施工的第一责任人,根据需要项目部还应设置专职或兼职的绿色施工专员,具体负责绿色施工的实施。施工企业在编制施工组织设计时,应编制绿色施工方案,绿色施工方案应包括:环境保护措施、节材措施、节水措施、节能措施、节地与施工用地保护措施等。绿色施工方案是进行绿色施工的前提。按照建设工程文明施工、绿色施工管理有关规定,结合项目实际,制定施工方案。积极开展工地环境清洁、消毒防疫工作,营造良好的卫生环境。严格落实工地文明施工“8 个 100%”和绿色施工规范要求,在高标准做好卫生防疫保障的前提下,实现节能、节材、节水、节地和环境保护。

我们要推动智能建造高质量发展,提升建造水平和建筑品质,带动建筑业转型升级,实现全行业绿色低碳发展。



## ●项目应用

# 工地“尖板眼”为建造插上“智慧的翅膀”

◎文 / 中建三局总承包公司 张婵娟

全流程 BIM 建造技术,如建筑的“孪生兄弟”,可实现工程可视化,并行使调节、管理功能;VR 技术逼真模拟火灾救援、安全巡检等多种场景,体验者仿佛置身于各种真实场景中,淬炼救援所需的“十八般武艺”;隧道内有害气体浓度过高时,系统自动声光报警;每隔 5 分钟,系统自动对大体积混凝土进行测温……这是华中地区当前规模最大的地下车库联络道工程——中建三局武昌滨江地下空间环路项目的“尖板眼”,数字化、智能化的管理系统、技术装备给传统的建筑工地注入了满满的“智慧元素”。

## BIM 技术给工程造个“孪生兄弟”

“盘根错节。”在接到任务的刹那,该项目总工邱昌感到并不轻松。由于工程都在地下进行,且道路纵横,结构复杂,这给施工带来巨大挑战。

“通俗地说就是需要完成大量‘暗箱’里的工程,难度陡增。”项目负责人蒋少武打趣道。建设者们想到了一个新奇的办法,使用 BIM 数字化技术,给项目造一个“孪生兄弟”——虚拟的“云上模型”,它是工程的电子克隆版,可以随着工程“实时生长”。

邱昌自豪地说,虽然,项目在深约 10 米的地底空间内,但借助“孪生兄弟”,施工过程中的每一个细节都精准可控。这个 BIM 建设管理平台,果然不负众望,集全景 3D、协同办公等 11 项功能于一体,管理人员可随时通过手机 APP 和电脑端口登录后台,将现场施工进度尽收眼底。

“小到每根桩基的长度、施工时间,都可以‘秒查’。”邱昌轻点鼠标,随着模型放大细化,基坑中已完成的一处钻孔灌注桩型号、成品日期、验收日期等都一一呈现出来。

更为神奇的是,这个“孪生兄弟”还搭建了“CT 问诊平台”,碰到质量不过关的地方,铁面无私地指出来,督促整改,有效提升项目管理效率。

## VR 虚拟战场“炼”实战硬功

隧道内突发火情,水喷雾喷头及时喷水灭火、风机风阀同步开启、人员有序按指示疏





散,灭火救援任务圆满完成……与以往救援行动或演练不同的是,这些操作都是利用VR虚拟现实技术设备完成的。

戴着VR眼镜,站在屏幕前,眼前出现了一处虚拟的隧道“失火”的场景,体验者实时了解火灾发生具体位置,并做出相应的应急措施:进入虚拟火灾现场,启动隧道里的排风、消防水泵、喷头等各类消防设备设施,车道指示灯及可变情报板提示隧道外车辆切勿进入,疏散指示灯引导操作人员通往最近的消防通道等,一整套完整的消防演练过程,救援所需的“十八般武艺”得到一一淬炼。

VR技术还可逼真模拟现场设备安全巡检,体验者通过智慧运维平台,对地下环路中摄像头、消防电话、声光报警器、消防报警模块箱等设备一一进行检查,过程中会弹出相应设备的情况,若发现设备有故障,立即进行异常上报。与传统运维方式相比,大幅提升运维效率。

项目安装经理吕晓继介绍,该项目目标是打造国内技术领先的地下空间环路智慧运维指挥中心,实现地下空间的全智慧化运营、管理和服务。为直观展示后期平台运维方式,该项目利用VR和地下环路BIM模型相结合,制作了火灾逃生和现场设备安全巡检以上两个模拟体验场景,让体验者身临其境置身于运维及火灾场景中,增强体验感与交互感。

## 大体积混凝土“智能”测温

“混凝土中心温度52℃、51.9℃……”施工现场,每隔5分钟,大体积混凝土智能测温系统自动对浇筑的大体积混凝土进行测温,其主机将传感器测量的不同点位的温度传回终端设备平台。当监测到温度异常时,平台会立即进行报警,提醒管理人员对现场混凝土采取措施,确保大体积混凝土各处温度均衡,减小温度应力,防止裂缝产生。

“按照传统施工方式,管理人员要从混凝土终凝后开始,在1-4天内每2小时测温一次,5-7天每隔4小时测温一次,7天以后8小时测温一次……其过程繁琐,耗时耗力。”项目质量总监刘尊勇解释,“有了自动测温系统,不但可节省人力物力,每隔5分钟测温一次的频率,也有利于提高工程质量。”

## 安全帽长出“千里眼”“顺风耳”

小小安全帽长出“千里眼”、“顺风耳”,看得见周边的危险,听得见工人的求救。在武昌滨江地下空间环路项目现场,一个个装备先进的安全帽让作业工人更安全。

“由于项目施工线路长、人员流动大、周边环境复杂,安全管理难度大,我们

决定在安全帽上装上‘雷达设备’。”项目安全总监李洪周说。

“过去,判断工人是否遵循安全生产规则,通常是通过管理人员的眼睛去‘巡逻’。”李洪周解释,但这显然是个笨办法。科技的革新,让工地变得智慧起来。现在,采用人员定位系统,在施工现场设置基站,通过安全帽上的定位标签,系统每两秒钟就可以自行实时采集工人的位置信息,并传导给项目总平台。管理人员通过手机或电脑端,可实时查看作业人员分布及信息情况,包含人员定位、轨迹回放、危险时段预警等,如同给工地安全管控装上了“千里眼”。

“看着工地变得越来越聪明,我们心里更踏实了。”在工地打拼了30多年的工友刘师傅笑着说。

为了助力“绿色施工”,防护地下有限空间作业中有毒有害气体侵害,该项目配备了有毒有害气体监测设备,实时监测地下空间施工甲烷、一氧化碳、二氧化碳、氧气等数据,并通过无线传输在工地值班室LED屏上显示,出现异常情况施工现场自动声光报警,防范因隧道有害气体浓度过高,导致安全隐患。另外还安装了一套扬尘噪音监测系统,详细记录施工现场的天气、空气质量及水电能源的适用情况,集中体现项目绿色施工、文明施工的建设理念和社会担当。



# 深化BIM应用 推进数字化转型

## ——广盛集团项目BIM应用实践

◎ 文 / 湖北广盛建设集团有限公司 黄超

近日,湖北省住建厅发布 2022 年度全省工程建设工法(房屋建筑工程类)评审结果公告,湖北广盛建设集团有限公司 5 项成果获评省级工法。其中基于 BIM 深化设计的卯榫结构装配式胎膜施工工法、异形钢结构雨棚 BIM 技术运用与安装施工工法两项工法为公司最新 BIM 应用实践成果。

自 2016 年成立 BIM 技术中心以来,广盛集团已在宜昌市委党校、宜昌市中医院、公共卫生中心、鄂西南重大疫情救治基地等近 20 个大型公建项目应用 BIM 技术,取得国家、省、市级获奖成果 10 余项。深化 BIM 应用不仅解决了施工现场诸多难题,更通过前期策划、辅助优化、质量追溯等全过程施工管理促进了项目提质增效,推进了企业数字化转型。

### 聚焦前期策划,解决施工难题

由广盛集团承建的宜昌市中医院项目在基础阶段施工就面临“三大难题”:一是施工现场紧邻长江,地下负三层,基坑深至 22 米,低于长江水位 15 米,地下室施工如何预防江水倒灌;二是施工场地狭窄,建筑总面积 60920 平米,占地面积 8600 平米、基坑开挖面积 7765 平米,深基坑只能垂直开挖;三是深基坑之外无处安装塔吊,只能悬于基坑之上,如何在基坑开挖前安装塔吊。

为解决“三难叠加”问题,公司 BIM 技术中心与总工办、质量技术部、项目部等通力协作,成立技术攻关小组,共同探讨解决方案。探索应用深基坑截水子母咬桩界面后注浆抗渗施工工法预防江水倒灌,保障深基坑支护;采用 BIM 三维场布策划、方案模拟,对现场机械设备、施工区、办公区进行规划比选,最终确定高桩承台塔吊方案,解决了场地狭小无法进行材料周转及周边建筑限制塔吊初装高度难题。同时还利用 revit 基坑模型提出栈道出土、土坡出

土、传送带出土三种方案,并通过可视化模拟对比选定了既满足工期要求、又符合技术操作的栈桥出土方案,在保障施工安全的同时,也为项目节约成本费用约 98 万元,缩短工期 77 天。

为保障深基坑安全,公司 BIM 技术中心利用 Revit 建立了周边建筑物沉降观测点、支护桩内力观测点、基坑位移监测点、支撑梁内力观测点、立柱桩沉降观测点、地下水位监测点等共计 94 个观测点,将监测数据与基坑模型进行关联,采用 4D 技术实现基坑实时监控预警达到提前消除风险。经第三方沉降观测表明,建筑物沉降均匀已稳定。

目前,该项目已投入使用,并获得湖北省建设优质工程、全国绿色建造施工水平三星工程、中国建筑工程装饰奖等荣誉。项目 BIM 应用获评第五届中国建设工程 BIM 大赛综合应用三类成果、湖北省建设工程 BIM 大赛综合应用一类成果。



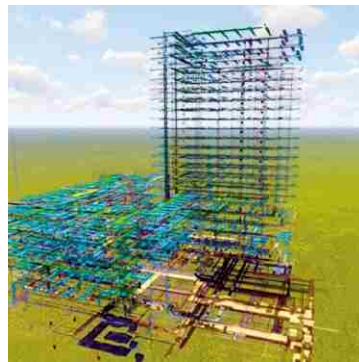
宜昌市中医院项目 建筑模型



宜昌市中医院项目 结构模型



公共卫生中心项目 实景图



宜昌市中医院项目 机电模型



## BIM 全过程应用，促进项目降本增效

宜昌市公共卫生中心建筑面积42700平方米，是公司首个实现BIM全过程应用的项目，由中南设计院与广盛集团EPC联合体共同开展。

该项目开工前2个月联合体双方就成立BIM攻坚团队，明确各方角色和职责，制定设计阶段BIM标准，统一成果交付条件。同时还确定了符合BIM正向设计要求的CEBIM机电设计软件，为所有BIM数据定义通用坐标系。实现多专业、多用户数据访问，并通过模型联动性直接导出图纸实现一模多用，减少变更或反复修改，使得双方工作更为协调、高效。结合该项目特点，BIM攻坚团队还通过对场地日照、风、声音等环境及地质条件三维建模分析，选定了日照时间和辐射量适中、有利于自然通风、满足医疗卫生建筑类声环境功能要求、抗震达标的设计方案，合理优化建筑布局。策划及设计阶段共节省费用120万元，节省工期35天。

施工主体阶段，利用BIM技术对模板



公共卫生中心项目现场 BIM 技术应用展示

脚手架设计优化比选最佳方案，降低了采购、运输、管理成本和材料损耗；使用BIM可视化模拟砌体排砖施工并导出CAD图和下料单进行集中采购，不仅提升了砌筑质量还减少了材料浪费；利用Revit软件碰撞优化性、可出图性等功能提前对1338个管道洞口预留，避免了二次返工；在机

电安装时，优化机电专业、深化综合支架节省了耗材。该阶段累计节省费用约55万元，节省工期约20天。

精装修阶段，对复杂节点建立BIM模型，提前进行工艺及材料优化，节约材料、人工20万元；对精装修实验室等进行3D放样，合理排布，提升施工效率，节省工期约10天。



鄂西南重大疫情救治基地项目 外墙脚手架 BIM 设计效果图



鄂西南重大疫情救治基地项目 外墙脚手架实景图

## BIM 标准化,交付高品质工程

鄂西南(宜昌)重大疫情救治基地是湖北省“六个工地”建设示范工程，建筑面积67000平方米，在第六届全国“最美工地”BIM场布策划大赛中荣获二等奖。

该项目坚持“策划先行、样板引路、过程控制、一次成优”理念，不断通过标准化设计、模型对比、仿真模拟等确定最优方案。先后建立建筑、结构、幕墙、大门、门禁系统、围墙、防护棚、加工区等1:1尺寸样板模型8个，进行了场地策划、土方外运、塔吊施工、文明施工、材料堆场等多个仿真

模拟。现场对比发现，办公区、大门及九牌一图、外墙脚手架、宿舍花园等建设基本与效果图保持一致。

主体施工阶段，该项目还借助BIM模型精准定位ABS抗金属芯片位置，并载入芯片ID、构件尺寸、生产日期、混凝土标号、责任人、构建检测信息等，将ABS芯片嵌入混凝土中，采用手持端设备即可读取芯片信息。通过BIM5D平台将信息模型中构件ID与芯片ID进行统一，实现虚拟模型与真实混凝土构件的信息集成，实现项目质量可追溯。

当前，该项目正处于装饰装修施工阶段，还将通过全景3D放样，复杂节点BIM三维建模等方式进一步优化施工工序和工艺，提升精细化管理水平和工程品质。

未来，广盛集团将依托甲级设计院、省级企业技术中心等，充分发挥全产业链协同作战优势，积极探索全过程BIM一体化正向设计，推动BIM技术、大数据、人工智能等新一代信息技术在工程建设中的应用，不断朝着新型建筑工业化、数字化、绿色化转型发展。

# BIM+智慧工地助力中国一冶城市滨江核心区地下空间环路项目高效智能管理

◎文/中国一冶武昌滨江项目部 张一帆

## 项目概况

武昌滨江核心区地下空间环路工程地处武昌滨江,本区域作为武昌滨江商务区,与华中金融中心、武昌古城同属武昌三大核心功能区。本工程地下环路主线依次沿经二路、武车二路、武车中路、纬二路道路下方布置,局部穿越越江隧道、轨道交通,单向三车道规模,首尾闭合形成环路,采用逆时针交通组织,主线全长约3.0km,共设置“六进七出”13条接地道、2条匝道联系越江隧道、纬三路下方设置2条联络道形成两个地下小环路和19处地块出入口。项目开工日期:2020年8月30日,竣工日期:2023年8月29日,总工期:1095日历天。

## 应用目标

结合项目施工组织难度大、基坑施工风险高、施工工期紧的重难点,项目充分借助 BIM+智慧工地信息化手段,旨在实现建筑工程可视化串联建设运营全生命周期管理的平台化 BIM 解决方案,打通信息孤岛,最终形成滨江地下环路全生命周期数字资产,为武昌滨江商务核心区总体开发、运营及大数据应用提供必要的数据基础。并为公司打造一支能够独立实施市政工程 BIM 应用技术团队。

## 应用内容

### 1、BIM 应用标准

为了实现这些目标,项目策划一套 BIM 应用实施路线,建立一套完整的标准体系,围绕工程设计建立可视化模型、在设计及施工阶段落实 BIM 应用,在使用过程中进行创新研发。依据住建部与湖北省相关的 BIM 政策与标准,结合武昌滨江 BIM 应用要求,参照了 12 项方案及标准以及 4 项课题研究并在实施过程中不断更新 BIM 技术应用编制标准。



序号	名称	主编	参编	备注
1	统一编码体系	中国一冶	中国一冶	
2	统一建模标准	中国一冶	中国一冶	
3	统一应用交付标准	中国一冶	中国一冶	

序号	名称	主编	参编	备注
1	统一编码体系	中国一冶	中国一冶	
2	统一建模标准	中国一冶	中国一冶	
3	统一应用交付标准	中国一冶	中国一冶	

序号	名称	主编	参编	备注
1	统一编码体系	中国一冶	中国一冶	
2	统一建模标准	中国一冶	中国一冶	
3	统一应用交付标准	中国一冶	中国一冶	

BIM 技术应用标准

### 2、BIM 技术应用

本项目建立一套完整的 BIM 技术应用标准,其中包括分类编码标准、建模标准、应用标准、交付标准。其中项目编制统一的 BIM 编码体系,结合施工分部分项结构,充分考虑设计到施工阶段的编码

体系的沿用性,做到更有利于现场施工的精细化管理。并建立 BIM 标准化构件库,大幅提高建模效率和共享复用能力。根据建模标准和分类编码标准,定制化开发 3 款 DYNAMO 插件,主要功能包括,施工深化、施工编码添加、施工编码复核



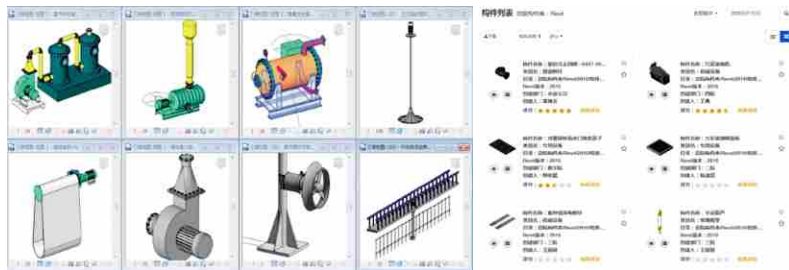
等功能。

### 3.施工深化

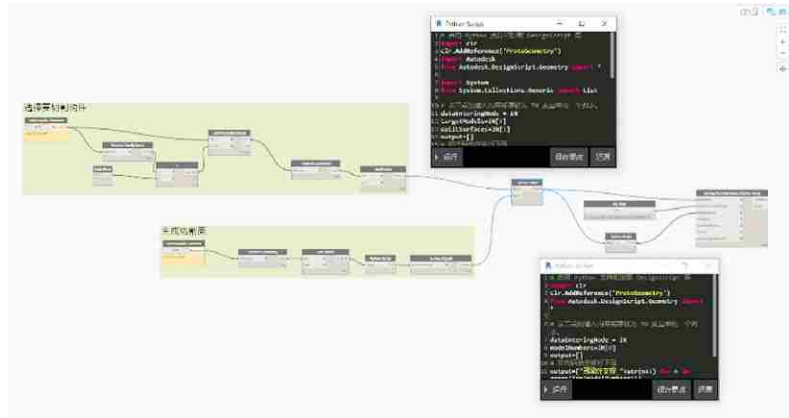
在项目建模初期，充分发挥了 Bentley 软件和 Revit 软件的优势，初设阶段采用 Bentley 软件建模，施设阶段采用 Revit 软件建模。项目施设阶段的建模成果采用 Revit+Dynamo+Excel 参数化建模模型，包括围护结构模型、主体结构模型、机电管线模型，以及项目周边的环境模型，如地铁 5 号线、7 号线、8 号线、长江公铁隧道、地上建筑等。在施工深化期间，通过施工深化插件，根据施工组织计划和分部分项对设计模型进行施工深化。根据图纸上的分段画出参照线，插件会根据参照线的位置自动切割模型构件。并根据建模标准制定的要求，自主编写模型编码、标签、挂接属性及查询 Dynamo 程序，对桩编号信息进行批量自动添加，减轻编码及属性导出工作量。之后基于 BIM 模型信息传递的全过程进行最后的信息复核，完成模型属性检查、编码、属性导出、查重的自动化工作流程。每道流程环环相扣，使得项目建模更加便捷化、精准化。

### 4、BIM 模型应用

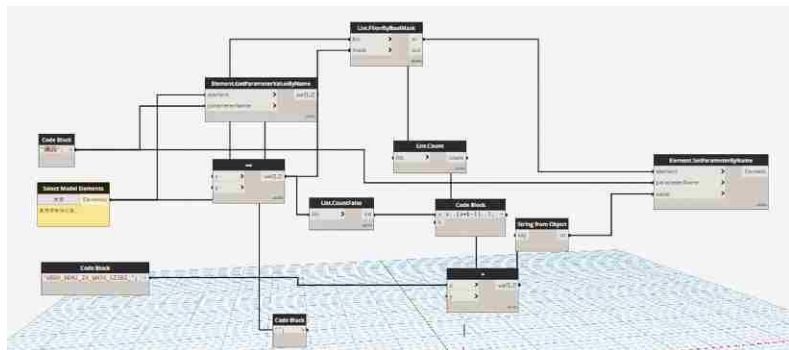
BIM 模型应用，项目通过在建设过程中创建场布模型，对围挡、施工区域、办公区域、生活区域、材料堆场、钢筋加工棚、临时道路等进行场地优化布置，利用 BILMFIM 对主要桩型包括三轴搅拌桩、高压旋喷桩、钻孔灌注桩的施工工艺进行动画模拟三维交底。项目为全区域段基坑并临江，基坑深度大，且部分区段属于共建段，施工难度大，项目部利用 BIMFILM 对土方开挖进行模拟更好地指导施工，极大的缩短了土方开挖工期。



建立 BIM 标准化构件库



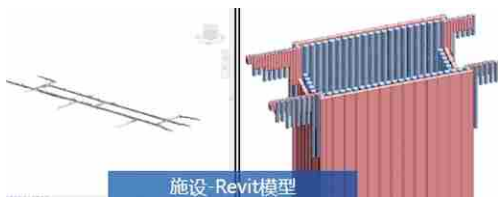
DYNAMO 插件:施工深化



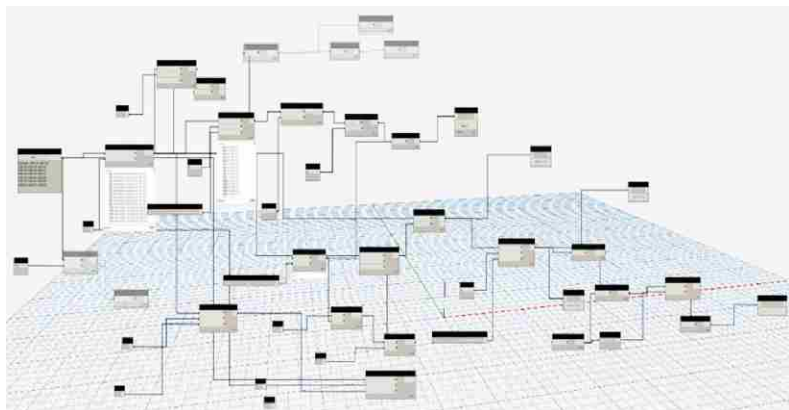
DYNAMO 插件:施工编码添加



初设-Bentley模型

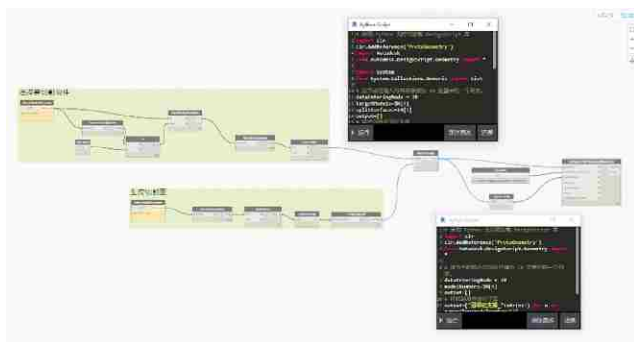


施设-Revit模型

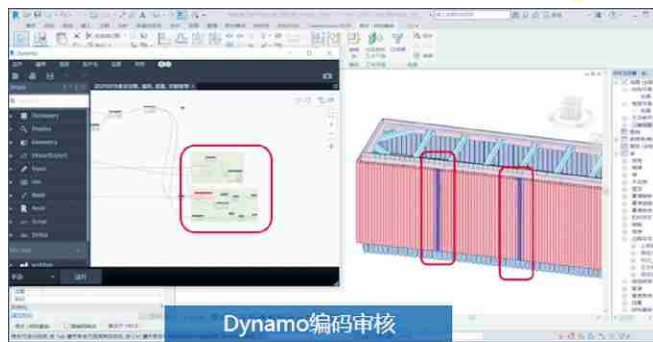


DYNAMO 插件:施工编码复核





自动切割模型构件



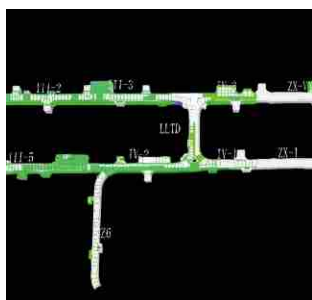
Dynamo编码审核



场布模型及无人机航拍



三轴搅拌桩及土方开挖施工模拟



BIM+IOT+GIS 集成模型



## 5. 项目智慧平台

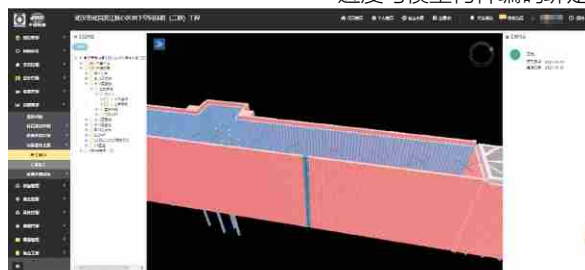
BIM+IOT+GIS 集成,项目确定统一的 GIS 坐标数据,由设计单位建立设计模型,施工单位进行模型深化、BIM 咨询小组复核模型,模型集成导入超图软件、发布至 Web 端可视化平台,无人机航拍 & 倾斜摄影,项目定期用无人机进行项目周边航拍,记录项目建造过程;同时基于无人机航拍倾斜摄影技术,定期形成项目的现场实景三维模型。

## 6. 生产管理系统

项目通过智慧化平台进行进度管理,项目使用 WBS 计划进度与相应模型构件编码绑定并入库。项目实际进度填报利用可视化信息模型进行进度直观体现,施工人员根据实际进度对工程部位进行工序报工,监理人员进行审批,以提供现场实际进度,进度数据自动关联模型,实现现场进度的可视化展示。通过颜色区分展示施工构件施工状态,并可自由选择时间段内现场施工进度。并可进行形象进度量的统计,工期百分比展示及投资进度展示。查询任一构件的计划开工 / 完工时间;实际开工 / 完工时间;进度报验过程资料。

序号	构件名称	构件编码	计划开工	计划完工	实际开工	实际完工	状态
1	1#楼一层柱	101010101	2020-03-01	2020-03-05	2020-03-01	2020-03-05	完成
2	1#楼一层梁	101010102	2020-03-01	2020-03-05	2020-03-01	2020-03-05	完成
3	1#楼一层板	101010103	2020-03-01	2020-03-05	2020-03-01	2020-03-05	完成
4	1#楼二层柱	101010201	2020-03-06	2020-03-10	2020-03-06	2020-03-10	完成
5	1#楼二层梁	101010202	2020-03-06	2020-03-10	2020-03-06	2020-03-10	完成
6	1#楼二层板	101010203	2020-03-06	2020-03-10	2020-03-06	2020-03-10	完成
7	1#楼三层柱	101010301	2020-03-11	2020-03-15	2020-03-11	2020-03-15	完成
8	1#楼三层梁	101010302	2020-03-11	2020-03-15	2020-03-11	2020-03-15	完成
9	1#楼三层板	101010303	2020-03-11	2020-03-15	2020-03-11	2020-03-15	完成
10	1#楼四层柱	101010401	2020-03-16	2020-03-20	2020-03-16	2020-03-20	完成
11	1#楼四层梁	101010402	2020-03-16	2020-03-20	2020-03-16	2020-03-20	完成
12	1#楼四层板	101010403	2020-03-16	2020-03-20	2020-03-16	2020-03-20	完成
13	1#楼五层柱	101010501	2020-03-21	2020-03-25	2020-03-21	2020-03-25	完成
14	1#楼五层梁	101010502	2020-03-21	2020-03-25	2020-03-21	2020-03-25	完成
15	1#楼五层板	101010503	2020-03-21	2020-03-25	2020-03-21	2020-03-25	完成
16	1#楼六层柱	101010601	2020-03-26	2020-03-30	2020-03-26	2020-03-30	完成
17	1#楼六层梁	101010602	2020-03-26	2020-03-30	2020-03-26	2020-03-30	完成
18	1#楼六层板	101010603	2020-03-26	2020-03-30	2020-03-26	2020-03-30	完成
19	1#楼七层柱	101010701	2020-03-31	2020-04-04	2020-03-31	2020-04-04	完成
20	1#楼七层梁	101010702	2020-03-31	2020-04-04	2020-03-31	2020-04-04	完成
21	1#楼七层板	101010703	2020-03-31	2020-04-04	2020-03-31	2020-04-04	完成
22	1#楼八层柱	101010801	2020-04-05	2020-04-09	2020-04-05	2020-04-09	完成
23	1#楼八层梁	101010802	2020-04-05	2020-04-09	2020-04-05	2020-04-09	完成
24	1#楼八层板	101010803	2020-04-05	2020-04-09	2020-04-05	2020-04-09	完成
25	1#楼九层柱	101010901	2020-04-10	2020-04-14	2020-04-10	2020-04-14	完成
26	1#楼九层梁	101010902	2020-04-10	2020-04-14	2020-04-10	2020-04-14	完成
27	1#楼九层板	101010903	2020-04-10	2020-04-14	2020-04-10	2020-04-14	完成
28	1#楼十层柱	101011001	2020-04-15	2020-04-19	2020-04-15	2020-04-19	完成
29	1#楼十层梁	101011002	2020-04-15	2020-04-19	2020-04-15	2020-04-19	完成
30	1#楼十层板	101011003	2020-04-15	2020-04-19	2020-04-15	2020-04-19	完成

进度与模型构件编码绑定



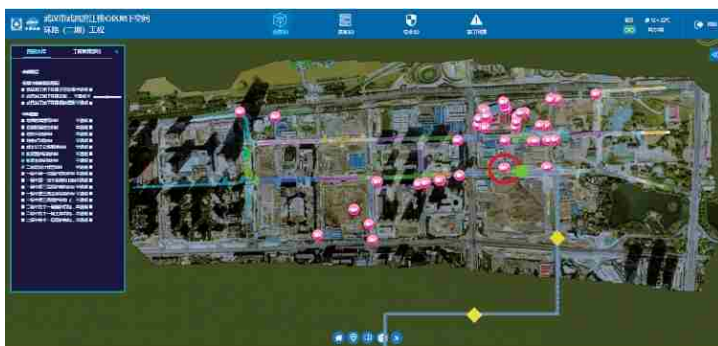
模型对应工程完成部位进行工序报工



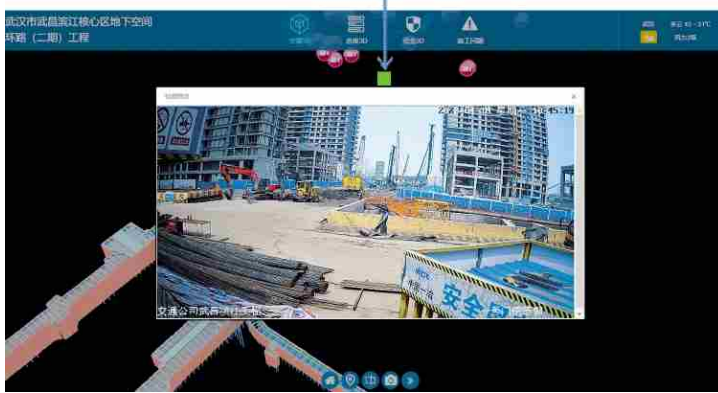
项目进度可视化展示



平台基坑监测数据管理



平台模型多屏监控



## 7、质安管理

项目接入现场视频监控,可通过平台多屏监控中,并对应在 BIM 模型上实际位置点查看监控画面,能更直观掌握现场危险源实时影像。平台对基坑监测数据进行管理,对基坑支护变形和位移、桩顶位

移沉降、地表沉降、地表裂缝进行监测并将数据可视化展示,包括日变化值和累计变化值,形成日变化和累计变化折线图,对超过预警值的点位进行报警提醒。传统质量管理模式相比,智能管理具有手段丰富、云端记录、检查闭环等特点,项目材料

管理水平显著提高。

## 8、人员管理

项目打造集实名制、考勤、人员防疫、人员行为规范管理于一体的人员信息管理系统。利用实名制人脸识别和视频 AI 相结合的方式,实现考勤防疫二合一,并

批次号	规格	批次数量	单位	供应商	用途	质检报告	状态
ZWK92835/1	C40	88	m³	武汉一治建筑劳务工程	ZKX3+932.00-ZKX0+961.600	抽检合格	抽检合格
ZVW56436/1	C30水下	19	m³	湖北利建建材有限公司	主线ZKX2+465--ZKX2+638变	抽检合格	抽检合格
ZVQ19905/1	C35水下	13	m³	武汉一治建筑劳务工程	匝道ZKX0+049.023-	申请抽检	申请抽检
ZVD16509/1	C30	40	m³	武汉一治建筑劳务工程	匝道ZKX0+169.000-	A1242109-	抽检合格
ZUW2851/1	C30水下	23.5	m³	湖北利建建材有限公司	匝道匝道LL1K0+083.205-	申请抽检	申请抽检
ZUR76577/1	C30水下	19	m³	湖北利建建材有限公司	主线ZKX2+465--ZKX2+638变	抽检合格	抽检合格
ZTO03057/1	C30水下	19	m³	湖北利建建材有限公司	主线ZKX2+465--ZKX2+638变	抽检合格	抽检合格
ZTL09896/1	C35水下	24.5	m³	湖北利建建材有限公司	匝道匝道LL1K0+083.205-	申请抽检	申请抽检
ZSQ15259/1	C30水下	24	m³	武汉一治建筑劳务工程	匝道ZKX0+049.023-	申请抽检合格	申请抽检合格
ZSN02750/1	C30水下	19	m³	湖北利建建材有限公司	主线ZKX2+465--ZKX2+638变	抽检合格	抽检合格
ZSL78179/1	C35水下	11	m³	湖北利建建材有限公司	主线ZKX2+465--ZKX2+638变	申请抽检	申请抽检
ZS192775/1	C40	500	m³	武汉一治建筑劳务工程	ZKX0+991.600-ZKX1+020.000	申请抽检合格	申请抽检合格

质量管理:材料检验



劳务实名制平台及防疫监测





实现项目劳务人员的实名制信息、考勤记录、人员行为规范管理数据的实时统计和分析。

### 9. 智慧工地应用

在基于 AI 视频监控的现场管理方面，系统以视频摄像头、语音播报与 AI 算法为依托，整合现场定位信息，同时支撑 AI 算法对于安全帽佩戴，反光背心穿戴等现场问题的自动管控，与管理者对重点施工区域进行主动监控。针对扬尘监测、降尘控制等内容，项目通过体系化的数字设计实现绿色施工。

## 亮点应用

### 1. 管线综合应用

管线综合项目结合 Revit 与 Navisworks 软件，Revit 导出 NWC 文件在 Navisworks 中添加碰撞测试，碰撞检查及预留孔洞复核，一键生成碰撞检查报告，通过构件 ID 号精准找到碰撞部位，随后进行管线综合调整解决碰撞问题。

### 2. 装配式施工应用

装配式施工，本项目消防栓系统体量大，消防栓支管沿侧墙安装，考虑到消防栓支管可复制性强，利用预制装配技术对消防栓支管装配式设计，通过导出装配图纸，在场外预制加工，指导现场拼装，大大缩短施工工期。

### 3. 漫游模拟 + 行车模拟

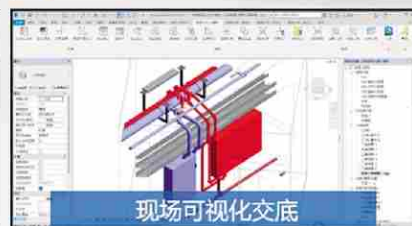
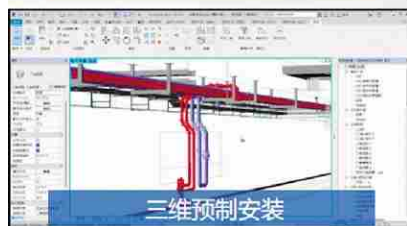
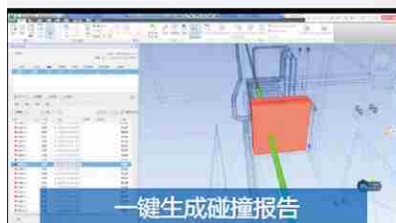
项目整合 BIM 土建模型和机电模型，通过第一人称视角模拟“匝道 - 主线 - 附属用房”的漫游过程，提前感受通车体验。通过软件 (SMEDI-VDBIM) 驾驶车辆进行行车模拟，熟悉项目行车路线，增强工程项目的互动体验和趣味性。

### 4. 倾斜摄影 + 房屋征迁

项目红线区域内拆迁房较多，通过对倾斜摄影模型的深度应用，对所有拆迁房进行单体化，从而将征迁信息添加在房屋上，实现对房屋征迁信息的动态化管理，并集成在平台上形成房屋征迁的管理流程。

### 5. 水文监测

项目位于临江 500m 范围内，汛期对于施工影响较大，及时获取长江水位数据信息对项目有及时预警的作用。通过 Python 爬虫技术获取长江水文网的水位数据，并集成在项目管理平台上形成水情预警机制。



漫游模拟 + 行车模拟





## 倾斜摄影+房屋征迁

## 应用总结

## 1、项目效益

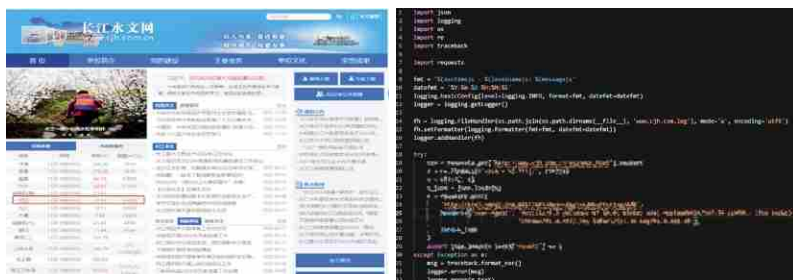
项目通过 BIM+GIS+OIT 对场地进行可视化分析,将建设速度偏慢,区域始终未能进行场地移交的经二路与联络通道通过设计优化新增栈桥板,为项目提前进场施工,节约工期 30 天,保证经二路及联络通道汛前节点;增加合同收入约 42 万元,实现利润 9 万元。通过三轴搅拌桩施工模拟,提前发现现场 Z6 匝道场地工作面受限,且存在 10KV 高压线杆影响,通过设计优化,调整为施工设备体积较小的高压旋喷桩,为项目节约工期 45 天,保证 Z6 匝道汛前节点;增加合同收入约 106 万元,实现利润 18 万元。

## 2、社会效益

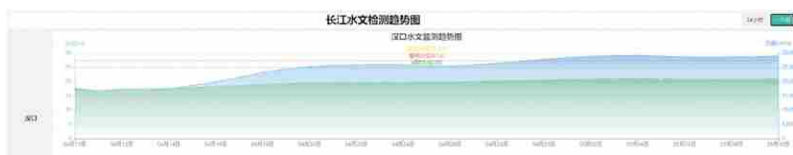
武昌滨江核心区地下空间环路项目是湖北地区第一个线性工程项目,项目智慧工地建设后,多次接待项目参观,已落地两场高规格观摩会,成为2021年度江城最受关注交通基建类型项目之一。项目在大力推行BIM技术应用的同时,也收获了较大的社会效益,为公司带来荣誉的同时,也促进了BIM技术发展。

### 3、下一步总结

我们将利用无人机航拍、倾斜摄影技术、延迟摄影，记录现场施工进度合成影像，导入 BIM 平台，使得现场管理人员更加清晰的了解到现场实际情况。同时，我们将在市政道路领域不断开拓探索应用 BIM 技术。



平台水文监测



# 基于BIM技术的月亮湾城市阳台UHPC幕墙装配式施工应用研究

◎文/汉阳市政 胡贝

## 【摘要】

装配式建筑施工能有效地提高施工质量、缩短工期、提高经济效益、减小环境污染。因此被我国建筑行业大力推广。而BIM技术能为装配式建筑施工提供可靠完整的加工数据,对整个建筑周期范围内的施工过程进行动态把控。本文以月亮湾城市阳台一期工程UHPC幕墙为例,利用BIM技术将装配式施工的板块划分、模板规整、定位数据等过程的问题解决于施工之前,从而提高其施工效率和质量。

【关键词】装配式;BIM技术;月亮湾;UHPC幕墙

## 1引言

随着我国建筑行业的迅猛发展,我国正大力推进装配式建筑智能化发展。装配式建筑是整个建筑行业未来发展的趋势,具有高质量、有效缩短工期、经济效益好、对环境污染小等一系列优点。武汉市月亮湾城市阳台工程UHPC幕墙造型独特,多为变曲率弧形造型,似水流动态与长江水的建筑环境相呼应。故施工的难度系数高。本文通过BIM技术对UHPC幕墙进行三维建模,对划分单元板块进行加工预制,同时对龙骨、预埋件等构件进行深化,从而提高UHPC幕墙装配式施工效率和精度。

## 2工程概况

月亮湾城市阳台工程地处武汉市武昌区临江大道,沿长江岸线长度约1100米。总建筑面积为174510m<sup>2</sup>(如图1)。由英国扎哈·哈迪德建筑师事务所设计。其下沉广场部分变曲率UHPC幕墙所形成的建筑外立面造型灵动,整体呈现与周边景观融为一体的“流动性”曲线。营造出人与江的和谐相处美好空间。UHPC幕墙所营造出来的轻盈美感,依赖于材料本身的强度和塑造能力。但其施工精度要求高,



图1 月亮湾城市阳台项目 UHPC 幕墙外观效果图

施工难度大。

## 3 UHPC幕墙复杂曲面参数化设计

### 3.1 参数化设计概念

参数化设计是一种设计范式,通过其中构成元素之间的逻辑关系、限制条件等,来进行数字化操纵复杂的几何和结构设计。参数化设计师目前新兴设计方法中的一种较为笼统的一种说法。它还包括了数据生成设计、算法集成、模型关联性设计等核心概念,但是其核心思想还是对于建筑模型信息的集成和逻辑分析。在参数

化设计的过程中,主要是将其设计的核心理念、设计原则、规范以及规则等通过设计函数或者算式的方式以数据的形式关联起来,以达到输入变量即可自动生成对应的模型。在设计方案成熟之前,模型需要经过不断的形态元素的变幻,在确保设计整体性能稳定、结构安全的同时,保证建筑整体的外观达到我们的预期,再进一步考虑所需结构构件是否能顺利完成施工。BIM参数化能够实时导出构件相关参数,随时进行定位参数、用量统计等数据分析。采用参数化设计能显著减少重新放工绘制所消耗的时间和精力,同时有效地降低因二度建模不可避免的不精确性。

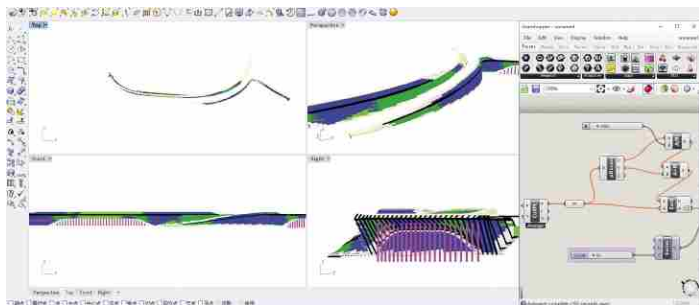


图2 UHPC 面板单元重构图

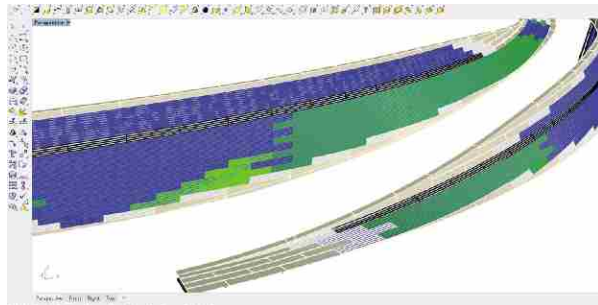


图3 UHPC 幕墙分单元板块排布优化图



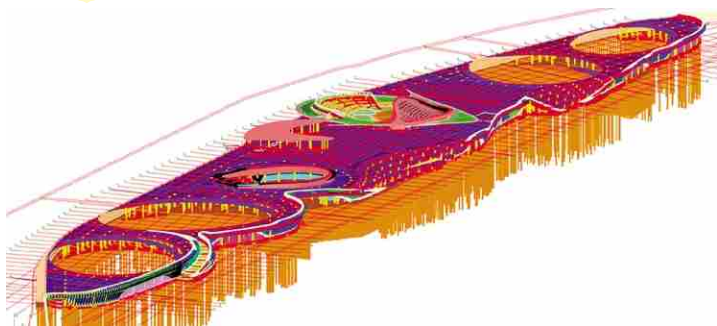


图4 Rhino 幕墙主龙骨、预埋件、单元板分块模型图

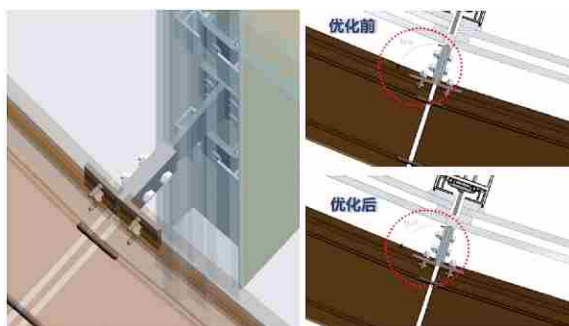


图5 月亮湾城市阳台项目 UHPC 幕墙倾角深化图

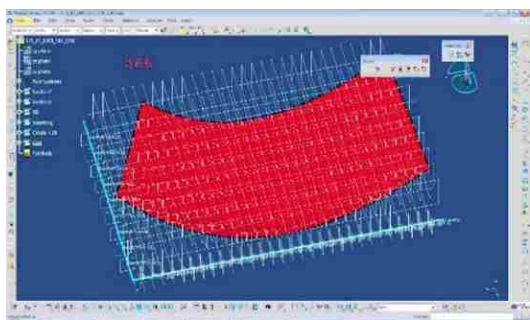


图6 母模雕刻制作图

### 3.2 UHPC幕墙参数化设计深化

UHPC幕墙目前在国内非常稀有,而双曲面UHPC幕墙则更为罕见,它是一种具有超高的流动性的超高强水泥基材料,可以很好的复制模具的造型,塑造复杂的线条,丰富建筑的造型,但国内的UHPC幕墙施工的经验缺乏,加工和安装成为了施工的重难点。而参数化BIM技术强大的曲面造型把控能力以及一键式调整、修改功能使其成为解决双曲面UHPC幕墙设计和施工难题的有效手段。

UHPC幕墙参数化设计深化主要是结合现场施工实际需求,对UHPC幕墙板块进行深化设计,指导预制加工及安装定位,提高其生产及安装精度,从而减少投入成本,节省施工工期。切实指导现场施工。

## 4 UHPC幕墙参数化施工

### 4.1 UHPC面板单元数字化重构

月亮湾城市阳台下沉广场幕墙整体覆盖面积大,大量非线性结构的出现,赋予了建筑新的美学意义,是整体建筑形似贝壳,“会流动,会呼吸”的设计理念关键组成之一,为了保证最终施工完成后所呈现的效果,项目部技术团队采用装配式的形式进行UHPC幕墙的工厂加工预制、现场定位安装。

在设计曲面参数化的基础上,项目部根据专项施工方案上的施工要求,再次对曲面幕墙UHPC面板单元块进行重构。尽可能的规避现场放点难度大的标点作为划分坐标点,将各个单元板块进行模型信息自动比对,相同板块进行统计,减小预制开模费用。对幕墙线条不顺畅的局部进行了进一步的优化,降低了施工难度。使幕墙曲面形态与设计更加契合相符。将优化后的各单元板块的参数数据导出,以此为依据,指导预制施工。

### 4.2 幕墙转接件深化

UHPC幕墙的异曲面弧形结构部分,其UHPC幕墙转接件需沿建筑外墙弧线提前布置,结构上的预留位置是否准确将直接影响后期UHPC幕墙安装。项目部技术团队采用Rhino软件进行幕墙系统模型的建立,通过对幕墙预埋件、转接件的细部调整,提高UHPC幕墙异形曲面的观感效果,同时通过模型提取点位参数,提高定位精度。一键生成BIM模型点位图并进行施工现场三维交底,指导预留预埋件施工。

施工难度降低的关键在于龙骨、预埋件等主要支撑节点的位置的微调深化、转接件的模拟深化。BIM技术的参数化功能对模型进行参数调整修改使用快捷、高效。参数化模型可实现一调整即生成三维

模型,剖、切等相应图纸造型、尺寸自动修改。模型数据实时更新给数据推演、施工模拟提供了巨大的便利。在进行龙骨、预埋件的动态调整时,技术人员对模型的外观效果变化不断进行对比确认,直到整体模型效果与原设计效果无限贴近,同时通过对实时构件参数进行数据统计和分析,最多程度上减少施工难度。

BIM团队在进行施工模拟时发现UHPC幕墙交界处转接件的安装距离过近、现场安装操作面小等问题,容易出现预埋件碰撞、没有施工操作面等情况。BIM团队适当调整转接件倾斜角度,同时进行三维施工模拟,对施工工序进行调整,确保施工过程的操作能有足够的作业空间,满足现场施工要求。

### 4.3 幕墙预制、安装

因UHPC幕墙的双曲面图纸中CAD既无圆心无半径,也没有固定的调整基线,导出数据精度达不到要求,进行常规预制容易出现拼接不严、对接不上等情况。故需要对幕墙模型进行结构深化,确认预制参数。

项目采用精度更高的solidworks软件进行UHPC幕墙建模,对优化龙骨尺寸、间距、节点连接件定位点等进行深度确认,因双曲面预制构件比传统的单曲面



预制构件定位复杂。要求单元板块的制作精度、主龙骨的深化、板块安装的空间定位要结合精密。整个过程都对模型数据的精度提出了极高的要求。提取相关参数后建立3D双曲模台数控模型，将提取数据直接传递到大型三轴CNC进行加工雕刻，形成母模。

在喷射第一层基层完成后放置热镀锌预埋件，喷射3~5层基层后，按照施工要求完成钢架安装，保持12小时以上的静养时间，过程中需进行浇水养护、铺设塑料薄膜，确保UHPC的凝固强度达到设计要求。

运用3D扫描技术对现场机构边线和预埋件位置进行复核，将信息输入到模型中，将提取的单位板块三维参数与龙骨支座坐标进行拟合，对出现的误差进行误差分析以及最后的数据进行修正，问题闭合，对模型进行校核，确认龙骨支座、牛腿的最终安装尺寸和位置。

幕墙主龙骨按定位坐标数据进行安装定位，定位准确后采用焊接牛腿将龙骨与预埋件进行固定。过程中进行定位复核，借助龙骨调整工具车对其进行微调，确保安装效果。龙骨焊接完成后，应采用含锌量较高的环氧富锌底漆进行焊缝防腐涂刷。整个安装过程自下而上，板块的安装按照构件编号依次进行。就位后着重检查相邻两块板的过渡是否平顺，利用钢托及转接件上的螺栓进行四向实时调整。确认后采用放线机器人激光扫描幕墙单元四个角点位置，符合要求后再用螺栓固定。

安装完成后报监理单位复核验收，依据UHPC进场是提供的板块单元信息二维码使用放线机器人复核，由设计、监理、业主对板块实际三维坐标与模型坐标进行比对。安装位置复核无误、转接件锁定加固处理符合设计要求后涂刷保护剂，形成稳定均匀的保护膜，且能体现原产品表面的机理效果。

## 5结语

双曲面UHPC幕墙作为一种超高强、高韧性的特种工程材料，是建筑施工领域的新宠儿。因此，利用BIM技术对双曲面UHPC幕墙板块曲面参数优化及单元板块、主龙骨定位点坐标提取技术应用研究显得越来越重要。根据降本增效的实际施

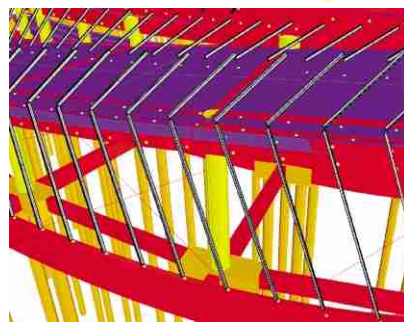
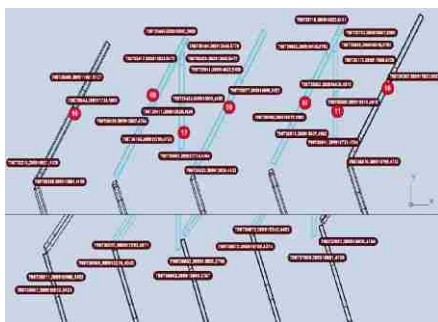


图7 主龙骨模型图

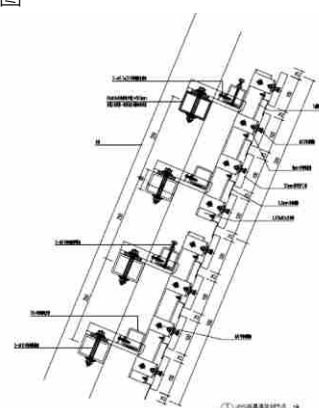
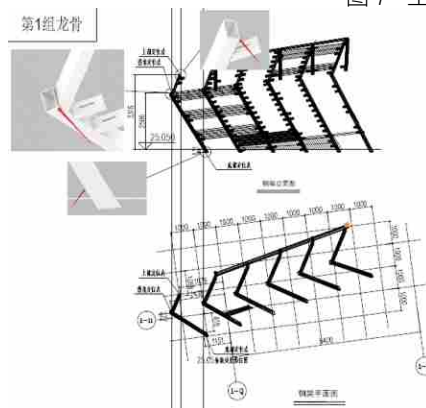


图8 UHPC幕墙solidworks模型示意图

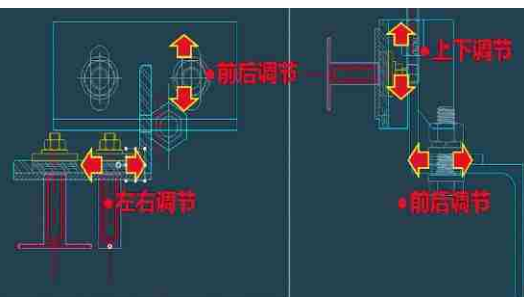


图9 UHPC幕墙板块安装调节图



图10 月亮湾城市阳台项目 UHPC 幕墙现场实景图

工需要，提高双曲面UHPC幕墙生产及安装精度，节约工期，提升功效。同时，数据化的施工为后期运营维护提供了可靠的

数据支撑，实现了BIM数字化全生命周期运用。

# BIM环境下的智能建造研究

◎文 / 中建三局科创产业发展有限公司 郑志远

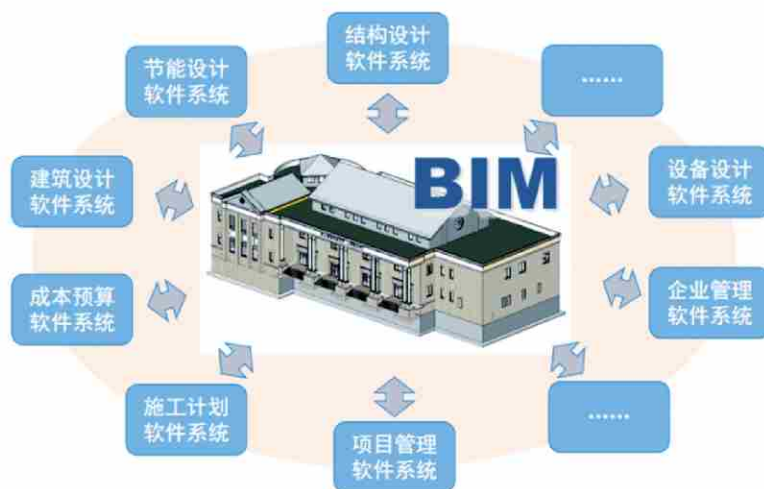
本文梳理 BIM 技术与智能建造模式的概念及特征,总结 BIM 技术对智能建造模式的推进作用。对农村装配式住宅的特点、发展依据及优劣势进行分析,总结 BIM 环境下的智能建造模式运用于村镇装配式住宅建设的契合性。

## 一、BIM 技术的应用

### (1) BIM 技术的概念

建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM) 这个概念最初是由美国佐治亚理工大学的 Chuck Eastman 教授提出的。二十世纪七十年代初,被誉为“BIM之父”的伊士曼教授便提出“将整个建设过程中的所有信息,包括材料信息、施工进度、管理和维护等,都整合到一个三维的数学建模之中。”的想法,只是没受到当时学者的关注和重视,到了2002年, Autodesk 公司发表的《Building Information Modeling》一书,让 BIM 重回大众视野,这才有了接下来软件厂商对这个领域的研究。我国也是近十年才开始广泛研究和应用 BIM 技术。

BIM 技术是包括建筑工程项目从规划决策、设计、生产、施工到后期运维的可视化工具,通过对建设工程项目的有效整合,可以将信息模型运用到整个建设过程中,从而达到对项目各参与方的有效分享;通过信息传递及添加,使得项目的技术人员和管理者能够对有关的建筑信息根据实际情况进行控制,并依托综合信息对项目做出正确决策,为各项目相关人员的协同工作奠定了良好的基础。对 BIM 技术概念的确切定义是根据美国国家 BIM 标准(NBIMS)制定的,即“BIM 是一个设施(建设项目)物理和功能特性的数字化表达;是一个共享的知识资源,是一个分享有关这个设施的信息,为该设施从概念设计到拆除的全生命周期中的所有决策提供可靠依据的过程;在设施的不同阶段,不同利益相关方通过在 BIM 中插入、提取、更新和修改信息,以支持和反映



### 多参与方、多专业间基于开放的信息标准的信息共享

其各自职责的协同作业。”

BIM 的核心是信息,载体是模型,所针对的对象是建筑。BIM 利用数字化技术为整个模型提供了完整的数据信息库,在整个施工过程中,各个参与者都可以对三维建模信息进行及时的更新,从而提高了整个施工过程的信息整合能力,同时为项目各方提供信息流转、交互和共享的平台。BIM 技术集成的功能主要涵盖:建筑全过程信息集成、全专业协同集成和核心指标数据集成三个层面。

### (2) BIM 技术特点

BIM 技术基于项目运行中的所有信息数据,利用三维模拟建筑物的实际信息,对建筑施工的整个流程进行了逻辑的刻画,这是一种将信息化技术运用于建筑业的直观方法。其应用特征重点涵盖如下6个方面:

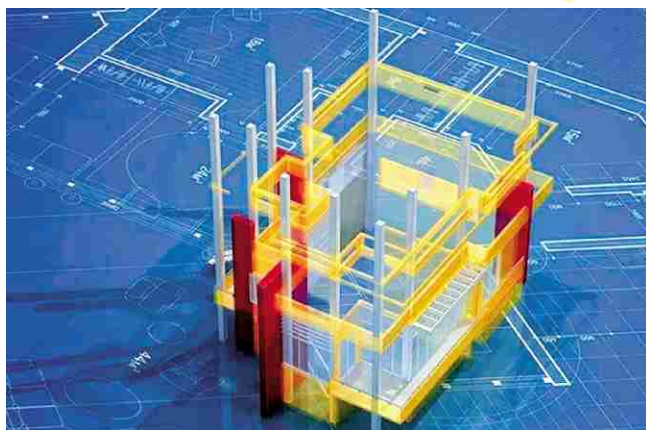
1)三维可视化:可视化是 BIM 与常规技术不同的最明显特征,即“所见即所

得”。BIM 技术突破了传统的二维设计模式,将二维点线面的形式升级为了三维的建筑构件,使整体项目模型一目了然。BIM 的可视化能够将构件之间形成互动与反馈,可视化的结果可以展示出各类效果图,可将项目使用构件、材料等物料信息生成报表,更重要的是,可视化使项目全生命周期过程中各参与方的沟通、讨论、决策显得格外便捷。

2)模拟性:模拟演示是 BIM 技术的亮点之一,能够对项目全过程进行动态模拟,包括了节能模拟、紧急疏散模拟、施工工艺模拟、施工进度模拟、日照模拟、热能传导模拟等,这些模拟技术运用于施工及运维阶段,能够有效指导施工,降低项目风险,是传统二维模式无法达成的。

3)协同性:传统的工程项目各参与方各自为战,使得项目信息难以高效互换,导致项目进展过程中出现碰撞问题,耽误工期。BIM 技术支持各专业同步协同设计





并集成共享设计信息,除解决专业间碰撞冲突以外,还可以处理诸如升降机井口布局以及空间需求的协调、防火分区协调、地下排水布置等。

4)参数化设计:参数化设计通过参数变量建模,利用可变参数建立并分析模型,维护其他不变参数的模式来创建各种模型。BIM 参数化设计也是 BIM 软件进行二次开发的重点,掌控住参数便能使很多重复繁琐的工作得到简化,从本质上提高建模的效率。

5)信息的完备及联动:BIM 技术能完整描述项目对象设计、施工、运维

等的所有信息及逻辑关系,并且 BIM 技术通过信息联动的特征可直接创建项目三维模型,对某一处做出修改可以同步到各视图中,去除了二维建模三视图不能联动修改的弊端,提高了设计效率的同时也降低了错误率。

6)优化性:利用 BIM 技术的整个项目的过程都是一个在不断查漏补缺的优化升级过程,全生命周期过程中 BIM 模型的不检查、升级,能让设计、施工方案不断优化,对项目工期及造价带来明显改进。

### (3)BIM 模型深度划分

BIM 模型是建筑构件最基本的技术数据,其全部的运行与应用均以此为依据。BIM 建模首先是由设计单位在设计过程中建立的;在生产过程中,建筑单位根据设计模式实现了更深层次的深化建模,增加了建筑的施工信息获取建筑的施工模型;在运维期,运维单位根据之前阶段的所有模型制定运营与维修规划及空间规划。

由于每个阶段的项目任务及模型成熟度不同,BIM 模型的范围和深度呈现了

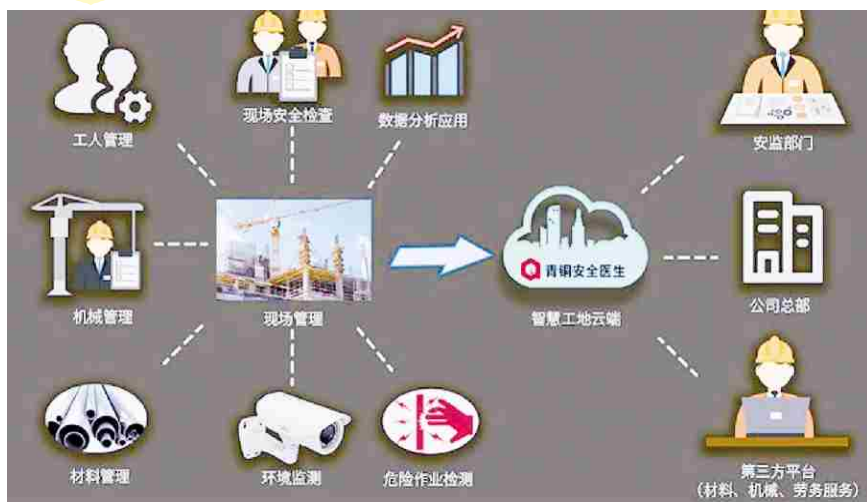
由浅入深的发展趋势。根据功能划分 BIM 模型共分为包括概念模型、设计模型、施工模型、构件预制模型、局部细节模型、实时施工模型和竣工模型的七大类型。根据信息粒度和建模精度划分,《建筑工程设计信息模型交付标准》将 BIM 的模型深度划分为 LoD100、LoD200、LoD300、LoD400 和 LoD500 五大类。其中 LoD100 的模型中只有建筑的基本尺寸和形状,适用于项目方案设计阶段;LoD200 添加了建筑的大致尺寸、形状和方向,还包括构件材质、产品信息等,适用于项目初步设计阶段。LoD300 的 BIM 模型适用于施工图设计阶段,模型需准确反映出物体的实际形状,不影响施工模拟及碰撞检测。并用于进行专项评审及报批、对耗能的初期评价、工程造价估算、施工许可、施工准备、施工招标方案、施工图纸招标投标报价等;LoD400 BIM 模型在

建筑设计中的应用,含有详细的模型实体信息及构件生产、运输及安装信息,用于施工模拟、产品选用、集中采购、施工阶段造价控制等。LoD500 除了以上所有信息,还包含了竣工时建筑和构件的所有信息,用于运维阶段[40]。国际常用美国的 BIM Forum 在五大类的基础上增加了 LoD 350,主要定义了构件和其他构件或系统之间的交互关系,如节点连接方式等。

## 二、智能建造技术应用

智能建造是指集成融合传感技术、通信技术、数据技术、建造技术及项目管理等知识,对建造物及其建造活动的安全、质量、环保、进度、成本等内容进行感知、分析、控制和优化的理论、方法、工艺和技术的统称,以促进安全、优质、绿色、高效建造。智能建造是信息技术与建筑工程相





融合的建造新模式,数字化技术是智能建造的基础,在数字化的基础上,建造需要规范、可视化的建筑模型,数字的网络交互平台及贯彻建造从决策到运维全产业链的一体化数字链驱动。

建筑业是促进我国经济发展支柱产业,但在强调建筑业数字化、智能化转型的当下,我国的发展脚步仍落后于发达国家。由于我国建筑业科技发展起步较慢,智能建造所带来的技术及思维上的创新显得尤为重要,智能建造的落实既能使建筑业实现科技赋能,又能实现建筑业向制造业成功转型,使得建筑业在走向工业化、数字化的基础之上,向智能化方向迈进。

智能建造的发展需要包括全产业链一体化工程软件、智能工地工程物联网、人机共融工程机械及工程大数据驱动的智能决策四个方面的技术进步。工程软件即以BIM为核心的软件体系,软件功能包含了设计、分析、施工模拟、管理及运维等类型,贯穿于工程项目全生命周期。工程物联网是指在工程项目中应用到各种不同类型的传感器,利用各种不同的传感器来实现对工程元素的状态进行感知,并利用统一的数据界面和中间件来建立相应的数据信道。工程物联网主要运用于项目施工阶段,通过移动互联实现所有工程要素的有机互联,高效整合工程信息,实现智慧工地对“人的不安全行为、物的不安全状态、环境的不安全因素”的全面监管。智能化工程机械是以传统的工程机器为基础,将多个信息的知觉与故障检测与之结合,使其实现自感应、自适应、自学习和

自判断,是一种具有高精定位和导航技术的新型建筑设备。工程大数据则依托对数据的分析,从技术层面升级项目决策,使传统的决策者经验决策升级为数据驱动的智能决策。

智能建造的特征包括数据驱动、在线连接、闭环调控、持续优化、认知反应、协作共享六个方面。数据是智能建造的核心,也是核心竞争力;连接是智能建造的基础,通过物联网技术实现项目的万物互联;闭环调控以工程中的项目对象、人、设备、环境,使其在感知、分析、控制和优化方面实现闭环;持续优化既依托大数据对决策方案进行优化,也对项目进程进行纠错;认知反应对建筑行为和建筑目标的重要资源和经营要素进行全面的感知、识别和调整,从而使得所建设的智能系统或智能装置具有与人的思想和精神相适应的行为;协作共享是人机协作行为的实现,通过多专业协同共享项目信息。总的来说,智能建造贯彻于建造项目的全生命周期,推进建筑业实现工业化升级,最终走向智慧化建造。

### 三、运用BIM技术推进智能建造发展

BIM技术是工程建筑领域信息化技术应用的代表,拥有强大的数据处理及分析能力,BIM以信息为基础,利用数字化技术为整个模型提供了完整的数据信息库。而数字化是建筑走向智能化的基础,因此要想快速实现建筑工程智能建造就

必须科学的运用BIM技术。

在当下的工程项目中,已经开始运用了许多科学技术,包括无线射频识别技术、物联网、三维扫描等,这些技术能够快速搜集项目信息,对项目进行质量检测,但单一的某项技术并不能完全发挥出它的能力,将BIM作为这些技术的基础及载体,实行BIM+智能技术的模式,利用BIM的信息集成能力便能使智能技术发挥更大作用,使智能建造高效运用于项目。

目前,BIM技术在项目智能建造中已经开始实现全生命周期各阶段的应用,尤其是施工阶段及时效最长的运维阶段。施工准备阶段运用BIM技术可以使现场施工场地布置更加合理,BIM模型对工程量、材料用量的计算统计能够优化物料管控,对施工工艺的模拟检测,可以发现并解决工艺问题,减少错误率。维阶段BIM技术与设备管理技术的有机融合,使得系统能够精确的将各装置的细心进行详细的记载,便于管理者随时了解其状态,并及时进行维修,减少维修成本,防止出现问题,并及时规划出特定的定期维修方案。

BIM技术在项目建设中的运用,有利于提高项目的建设质量和效益。运用BIM进行工程核算分析及科学控制,可以减少项目成本问题发生率,达到科学管理工程的目的。BIM技术中的项目成本管理是指在施工过程中,充分兼顾技术可靠性和科学管理要求,对项目费用进行动态管理,建立一个数据库,以保证施工项目造价管理的有效性,防止造价问题的影响范围进一步扩展。BIM技术在工程建设中的效果也得到了充分的反映,比如利用BIM技术,可以使永临结合技术得到大规模推广运用,从而大大降低了临时设施成本费用。

总的来说,BIM技术是智能建造发展中密不可分的一部分,没有BIM技术的智能建造,其应用模式及效果都将大打折扣。





# 基于BIM技术的市政桥梁工程质量精细化管理应用初探

◎文 / 武汉建工市政工程有限公司 蔡子健 吴诗海 于鹏

**【摘要】**本文以友谊大道北段快速化改造工程一标段为研究对象,以BIM技术为依托,利用Revit、Naviswork等软件建立项目三维模型,基于模型进行三维图审、碰撞检查、工程提量、细部构造分析、模型轻量化应用、施工工序模拟等应用点研究,并结合工程质量精细化管理,为项目节约了成本,节省了工期,为项目高品质建造提供了强有力的技术保障。

**关键词:**市政工程;BIM 仿真技术;三维施工模拟;质量精细化管理

## 一、研究背景

当前形势下,我国的城市化进程日益加快,市政设施建设如火如荼,城市面貌日新月异,主要得益于科技的进步,市政工程施工技术的不断革新。但是城市市政设施不断增多,市政工程施工环境复杂,新建工程与已有市政设施参差交错,施工作业面狭窄,传统工程建设模式已不能很好的满足新的管理需要。

根据国家住建部《2016-2020 年建筑业信息化发展纲要》的要求,“十三五”时期全面提高建筑业信息化水平,着力增强建筑业与信息技术集成应用能力。因此,加快推动信息技术与建筑业发展深度融合,实现工程建设行业的标准化、智能化,是本行业发展至下一阶段的必经之路。基于此,BIM 概念越来越为人们所熟知和重视。

BIM 是英文 Building Information Modeling 的缩写,意即建筑信息模型,即利用三维仿真技术,将目标建筑物在软件中进行预先实体建模,模型包含建筑物大量的真实信息,通过合理运用 BIM 模型从中提取各种信息,从而达到提高生产效率、降低建设成本、低碳环保的目的。

友谊大道北段快速化改造工程一标段是城市道排+高架桥的综合性市政工程,包括道路、桥梁、排水、绿化等多种专业分项工程,专业门类多,各专业工程施工区域存在交叉,现场组织管理难度高。友谊大道作为城市主干道,日常交通需求旺盛,东西走向车流量大,交通导行复杂



图1 友谊大道北段一标段现状航拍图

多变,施工过程中扩围方案复杂,施工作业面狭小,施工部署困难。梁体内钢筋数量多而杂乱,细部构造复杂,施工质量要求高,给现场安装过程带来了困难。

基于此,我司近年来开始对BIM技术进行了逐步研究。研究着重于BIM与实际施工环境相结合,着眼于解决施工过程中的实际问题。以提高实际效益为准绳,依托施工现场,立足具体需求,确定BIM应用点。若在此项目的施工过程中引入BIM技术,能根据设计方案提前模拟施工过程,找出设计不合理及设计方案无法实现的地方,尽早预测错漏碰缺,让设计方提前修改设计方案,避免设计施工中的重复劳动。并利用BIM技术制定可视化的施工方案,对重要施工工序进行4D模拟。对细部构造一比一还原建模,从而对现场进行具象化的技术交底,提高复杂

部位一次浇筑成功率。综上所述,BIM能使施工协调形象具体,规避设计风险;模拟施工方案,减少返工,做到对施工进度有效管控;综合协调设计和施工,提升施工效率;可见,BIM对实现绿色施工和科技施工具有重大意义,能够创造看得见的实际效益。

## 二、研究过程

### 1、初定应用点

根据项目实际情况,采用定制化的BIM实施方案,制定BIM实施目标,并选取应用点。

#### 1.1 实施目标

项目BIM技术从项目准备、BIM建模、专项应用、施工阶段应用进行整体规划,并在各阶段制定详细的组织计划,保

证项目利用 BIM 技术能够解决现场问题,切实把 BIM 技术用到实处,给项目管理带来价值。

(1) 利用 BIM 技术辅助进行施工图审查,建立全局性 BIM 模型,及时发现设计图纸有不符合实际的问题,减少由设计问题对施工进度和质量的影响。

(2) 利用 BIM 模型的可模拟性,对各专业施工复杂节点的施工工序进行模拟,并进行可视化交底,确保复杂部位安装一次成功,提高施工的技术、安全、质量管理水平。

(3) 将 BIM 模型与施工现场管理紧密结合,实现基于 BIM 的进度、成本、质量、竣工交付等现场管理工作,提高对各专业分包的管理水平和现场协调管理能力。

## 1.2 应用点

基于本工程施工过程的重难点分析以及上述 BIM 应用目标,梳理出 BIM 的主要应用点如表 1 所示。

## 2、建立全专业模型

### 2.1 建模标准制定

根据本工程的特点,在建模前编制本项目的建模标准,对道路、桥梁、排水专业进行拆分,明确命名规则、编号、模型深度等内容。

#### (1)建模依据

根据当前阶段施工所用的图纸为数据来源进行建模。

#### (2)模型基本要求

依据 BIM 应用目标,BIM 模型分为施工 BIM 模型和竣工 BIM 模型;施

工 BIM 模型依据建模标准进行建模,项目部相关 BIM 技术人员在施工阶段对施工 BIM 模型进行数据信息维护,在项目竣工时形成竣工 BIM 模型。

#### (3)模型精细度

根据项目 BIM 应用需求,友谊大道项目施工阶段模型精细度为 LOD300,即有精确定位和几何尺寸,能用于工程量提取、施工可视化交底、现场平面布置等。

#### (4)构件拆分

桥梁工程模型按桥梁类型分为钢箱梁和现浇混凝土小箱梁,每座桥的模型按照桩基、承台(桥台)、墩柱、预制钢梁、现浇小箱梁、铺装层及防撞设施进行建模。

道路工程模型按道路横截面及铺装层进行拆分,每段道路的模型按照基层、面层、及附属设施等构件进行建模

管线工程模型按管道类型分为两大类(包括雨水箱涵、污水管),管线主要按照检查井区段长度进行拆分。

#### (5)建模要求

总体原则:族按照构件名称、类型命名,与图纸说明一致,所有构件均需有以下表格中规定的注释信息;模型需保证几何信息和非几何信息准确、完整,满足明细表提取要求。

桥梁模型自建族的完整命名由两部分组成:族名称+族类型,分别按照工程实体结构编码中的构件名称及构件类型进行命名;构件几何信息主要包括长度、宽度、高度、厚度、标高、体积等

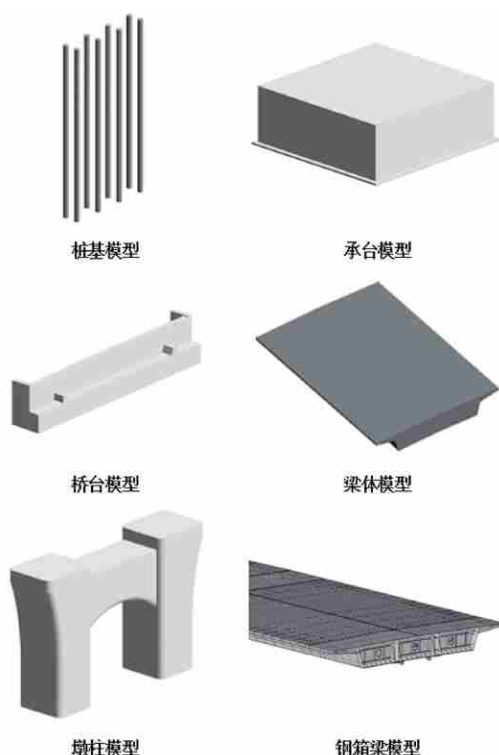


图 2 桥梁构件模型图

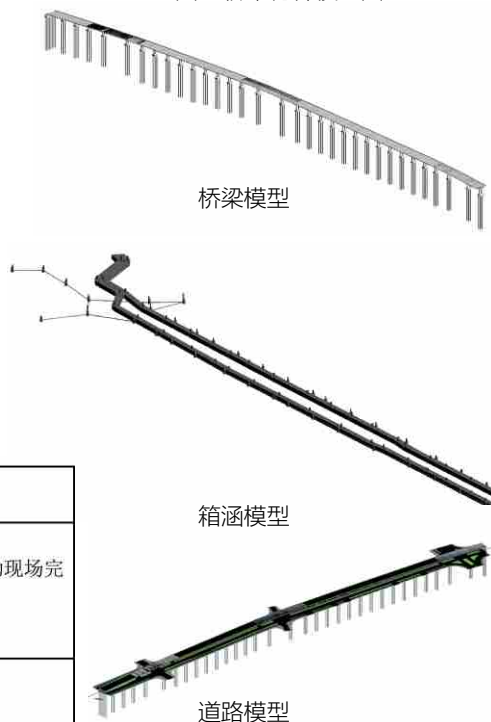


图 3 项目整体模型图

表 1

序号	应用点	应用内容
1	三维审图及碰撞分析	利用三维模型进行审图及碰撞分析,生成视点模型,输出问题报告,辅助现场完成对图纸的全面审查。
2	细部构造分析	建立钢筋、支座、预应力管道等细部模型,结合精细化施工管理。
3	工程量统计核算	根据 BIM 模型,提取桥梁及地下通道工程实物量,并对图纸量、现场预算量进行对比,输出对比报告。
4	施工工序模拟	创建项目整体模型,结合动画制作,输出重要工序施工动画,模拟施工过程。



参数,非几何信息主要包括构件类型、构件编码、起始里程、终止里程、材料(混凝土强度等级)及里程桩号(吊装口等构件几何中心对应的里程桩号)等其他信息。

## 2.2 建立各构件族模型

本工程包含道路、桥梁、排水等分项工程,专业较多,桥梁墩柱、梁体为异形结构,现有的默认族无法满足建模要求,因此需要根据建模标准和现有图纸,利用 REVIT 软件构造单个构件的族模型。

## 2.3 组建完整模型

设计图纸导入软件后,将各部分构件导入,与图纸一一对应进行放置,将单个族文件进行组合,建立完整的项目模型,从而完成 BIM 建模工作。

采用此方法建模后,每个构件都是单独的个体,并可以作为一个单独的工序进行划分,方便统计工程及进行施工工序的模拟。

## 3、应用点研究

### 3.1 三维审图及碰撞检查

由于当前设计图均为相对独立的二维平面图,建立空间模型时发现图纸有诸多标注尺寸与模型尺寸不符合,缺少关键部位图纸、平立剖不对应等问题,且模型中存在空间碰撞、连接部位错台等现象。通过 BIM 图审及碰撞检查,得以提前发现图纸问题,以提前联系设计方更改图纸,避免施工过程中的返工。

#### (1) BIM 三维审图

在本次建模过程中,共发现整理了图纸问题共 77 处,其中桥梁上部结构 71 处,下部结构 6 处,均整理入问题记录表,并及时向设计院反馈修改。

#### 审查要点如表 2

籍此要点进行审查,发现有 78 处影响后续施工的图纸问题,均已向建设单位

项目	子项	序号	核查内容	内容说明
综合检查	设计类	1	图纸不完善	各专业图纸缺失、漏画、标注错误,平立剖表达不一致等
		2	设计疑虑点	设计错误、不合理,需要方案进行调整等
	专业协同类	1	结构碰撞	存在结构构件与构件之间碰撞、不交圈等问题
		2	多专业碰撞、不交圈	存在钢筋工程、预埋件工程之间碰撞、不交圈等问题
		3	空间体验不合理	通过三维可视化对结构内部进行虚拟,提前发现结构内部空间问题
		4	其他	通过模型反应各专业间标注信息不交圈,图面表达不一致等问题
	模型质量	1	模型规划不合理	存在模型未按规划标准搭建情况
		2	各专业模型缺失,构件遗漏	未按图纸搭建模型,存在漏画现象,未按设计拆分构件
		3	模型与图纸表达不一致	未理解图纸意图,模型搭建错误
		4	各专业模型综合排布未达到要求	未对模型进行综合排布,未达到理想控制效果
易出错点检查	坐标	1	模型定位不符合设计要求	模型定位基点与设计不一致,模型整合错位
		2	上构梁体未考虑偏移	对于匝道等曲线部位,未按设计要求考虑梁体偏移值
	高程	1	模型标高错误	模型标高未按照设计绝对标高定位
		2	模型未考虑坡度	桥梁未按设计考虑平纵曲线,墩柱标高错误,梁体标高与设计不对应
	空心类	1	空心未剪切	空心箱梁腔体未做空心剪切或剪切遗漏,导致工程量不准确
		2	空心路径错误	对于拱形空心箱梁,内部空心未按照设计设置拱度
	斜交类	1	角度错误	斜交桥梁体端部斜交角度与设计不符

表 2

和设计院反馈修改。

#### (2) 碰撞检查

桥梁工程钢筋量较大,普通钢筋、预应力筋错综复杂交织在一起,容易造成碰撞,给安装带来困难。因此,本项目制定了 BIM 钢筋专项技术研究,通过建立钢筋空间模型,分析钢筋及预埋件碰撞,提前发现钢筋碰撞位置,并能利用模型对钢筋空

间排布和绑扎进行三维技术交底,提高钢筋绑扎质量。为减少工作量,仅对第一联进行钢筋建模。

经过认真对比排查,共发现有多处存在钢筋碰撞现象。

通过结合 BIM 技术进行三维图审,提前发现了一批图纸问题,并对原设计进行优化,从而避免了后续施工因返工带来

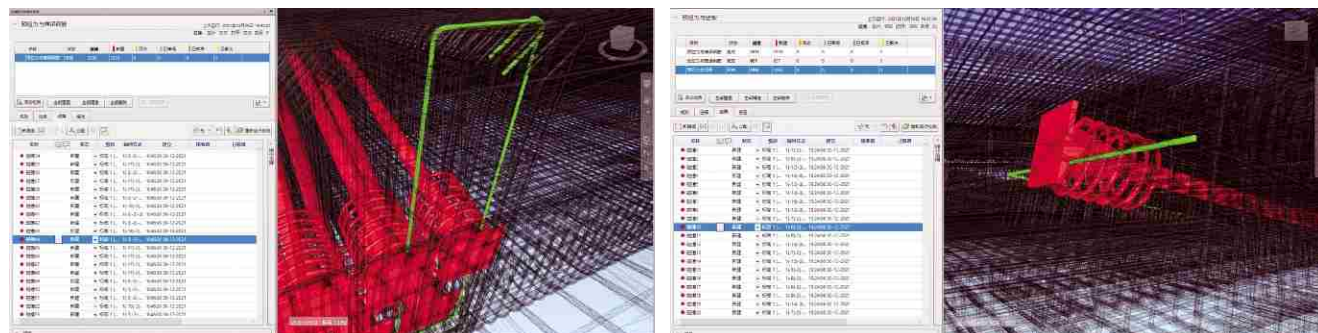


图 4 钢筋碰撞检查结果

的损失,节省了成本。

### 3.2、工程量统计

建立 BIM 模型后,可以通过 Revit 软件自动统计本项目的材料工程量,工程量统计工作变得更加精确、快速、高效。将统计的工程量与图纸工程量、实际工程量进行对比,有助于优化施工工序,节省造价,为后续物资调配采购起到了一定的指导作用。

### 3.3 模型轻量化应用

模型整体较大,查看需要电脑安装相关软件,且配置要求较高。为满足项目使用方便,满足各方查看模型的需求,将钢筋及预应力模型进行轻量化处理,可实现网页端及手机端快速查看模型,快速查询钢筋分布、钢筋型号等参数,查看当前模型的各部分细节。

### 3.4 施工工序模拟

利用建好的项目模型,制作相关工序的施工动画,进行施工策划和技术交底。对于复杂的施工方案,可以结合工序安排进行真实的工序模拟,通过模拟动画展现复杂施工方案的施工顺序组织、各工种配合,便于现场的方案交底。

### 3.5 细部构造分析

本项目混凝土梁体内既存在大量普通构造钢筋,同时存在纵向和横向预应力管道,构造复杂,细部构造质量和精度要求高。为提高质量精细化管理能力,提高重要部位一次成型率,对各个细部结构进行一比一建模,完全还原图纸构造要求。对钢筋、预应力筋、齿板、钢箱梁各板块等部位进行了三维建模。

### 三、结论

本文以友谊大道北段快速化改造工程一标段项目为依托,以 BIM 技术为载体,对工程信息化进行了初步探索。通过建立项目全专业模型,对三维图审、碰撞分析、工程提量、施工工序模拟、细部构造分析等应用点进行研究。结果显示 BIM 技术优势明显,效果显著,实用性强,针对复杂现场条件,充分运用 BIM 技术到复杂工艺研究、施工方案编制、现场施工、造价控制等环节中来,有效的提高了施工效率,节约了成本工期。得出了如下结论:

(1) 通过整合现有 BIM 技术理论和

A 原考察類型		B 底型	C 砂泥
第一站第三海線堤	第一站第三海線堤	501.18 m <sup>2</sup>	
第一站第二海線堤	第一站第二海線堤	459.17 m <sup>2</sup>	
第一站第一海線堤	第一站第一海線堤	501.13 m <sup>2</sup>	
第二站第三海線堤	第二站第三海線堤	501.32 m <sup>2</sup>	
第二站第二海線堤	第二站第二海線堤	511.30 m <sup>2</sup>	
第二站第一海線堤	第二站第一海線堤	459.00 m <sup>2</sup>	
第三站第三海線堤	第三站第三海線堤	459.38 m <sup>2</sup>	
第三站第二海線堤	第三站第二海線堤	468.14 m <sup>2</sup>	
第三站第一海線堤	第三站第一海線堤	468.70 m <sup>2</sup>	
第四站第三海線堤	第四站第三海線堤	468.11 m <sup>2</sup>	
第四站第二海線堤	第四站第二海線堤	460.54 m <sup>2</sup>	
第四站第一海線堤	第四站第一海線堤	501.18 m <sup>2</sup>	
第五站第三海線堤	第五站第三海線堤	518.05 m <sup>2</sup>	
第五站第二海線堤	第五站第二海線堤	459.26 m <sup>2</sup>	
第五站第一海線堤	第五站第一海線堤	459.25 m <sup>2</sup>	
第六站第三海線堤	第六站第三海線堤	501.32 m <sup>2</sup>	
第六站第二海線堤	第六站第二海線堤	501.26 m <sup>2</sup>	
第六站第一海線堤	第六站第一海線堤	459.39 m <sup>2</sup>	
第七站第三海線堤	第七站第三海線堤	459.32 m <sup>2</sup>	
第七站第二海線堤	第七站第二海線堤	511.49 m <sup>2</sup>	
第七站第一海線堤	第七站第一海線堤	459.57 m <sup>2</sup>	
第八站第三海線堤	第八站第三海線堤	459.57 m <sup>2</sup>	
第八站第二海線堤	第八站第二海線堤	491.56 m <sup>2</sup>	

[illegible]

图 5 部分材料量表



图 6 模型轻量化应用成果

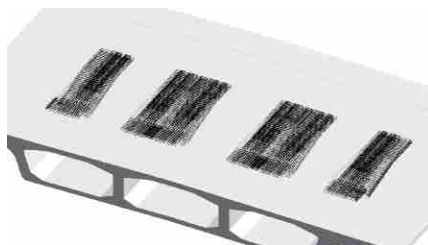


图7 施工工序模拟

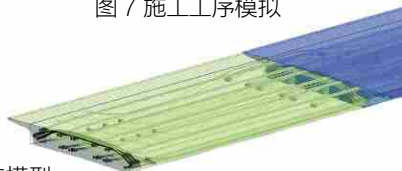


图 8 桥梁细部构造模型

方法,从市政桥梁工程施工的实际出发,提出了基于 BIM 技术的桥梁施工可视化技术研究方法和实施流程。

(2) 基于 BIM 的桥梁可视化施工技术应用在施工前进行三维图审、碰撞检查, 有助于项目图纸查漏补缺, 消除后期临时修改设计的损失和结构缺陷。通过 BIM 施工可视化进行虚拟施工工序演示, 使施工人员对施工工艺流程和标准有

更清晰的认识,提高施工人员的技术水平,提高技术交底实施水平,提高质量精细化管理水平。

(3) 基于 BIM 的工程量统计有助于现场技术人员合理制订施工方案和计划、精确掌握施工进度、优化施工资源,对整个项目的进度、资源进行动态管理和控制。



# BIM+智能建造 如何帮助企业及项目高质量发展

◎文 / 武汉广联达三山软件技术有限公司 谢步云



建筑业规模增速放缓

总产值持续增长的情况下，  
增速连续9年下滑；  
2015~2019年，  
年平均增长率5%。



建筑施工用工难

劳动力老龄化现象严重；  
壮年群体数量逐步减少；  
高技术工一人难求。



工程质量要求逐渐增高

政策督导要求提质节能；  
生活质量提升导致需求提升；  
房地产企业要求提升。



建筑企业生存难度加大

经济下行，  
建企转型、生存压力大；  
市场分配不均衡，  
7%龙头企业占据70%市场份额。

## BIM+ 智能建造的背景

世界正在经历新一轮的科技革命和产业变革，我国社会经济发展也进入新阶段，这给建筑业发展带来了新的战略机遇，无论是从国家战略，还是建筑产业自身的发展方面，从新型智慧城市的目标来看，建筑行业的转型升级已经成为大势所趋，企业急需把握数字竞争力，优化经营管理，重塑业务模式，迈入数字化的快车道。

数字化转型是推动建筑产业高质量发展的重要途径，通过人工智能、大数据等新一代信息技术与建筑行业深度融合，智慧建造、智慧工地、全产业链互联网平台等技术的逐步推广，在智能、绿色、互通的建造水平不断进步的同时，也为建筑业信息化转型升级、创新发展模式带来机会，建筑行业全过程将发生“新设计、新建造、新运营、新生态”的变革，逐步实现项目、企业和产业的生态体系的全新建立，“数字建筑”最终将成为建筑产业转型升级的核心引擎，成为新的发展方向。

从另外一个方面来看，当前建筑行业面临着竞争激烈，企业利润持续走低；能源消耗过大，质量要求也越来越高；人口逐渐老龄化，人力成本高居不下；施工现场执行低效，管理决策及风险防范问题越来越突出，这些建筑行业发展中固有的痛点难点，在数字经济浪潮下更为凸显。

利用“云、大、物、智、移”等先进的信息化技术在建筑施工类企业的融合和应用，打造行业领先的“BIM+ 智慧建造一体化”平台，实现企业资源整合、上下游贯通、产业互联，实践高效率的数字化运营方式，提升企业的价值创造力，将成为为企业高质量发展的核心竞争力。

## 国内外相关领域技术现状、发展趋势

由于“互联网+”给建筑业发展也带来新机遇，阿里、华为、腾讯、广联达等互联网公司，都在积极“跨界布局”智慧建造、智慧园区、智慧城市新业态。

阿里巴巴以智慧城市模式参与建设，与中国城市规划设计研究院联合体中标

雄安新区 BIM 管理平台规划建设项目。

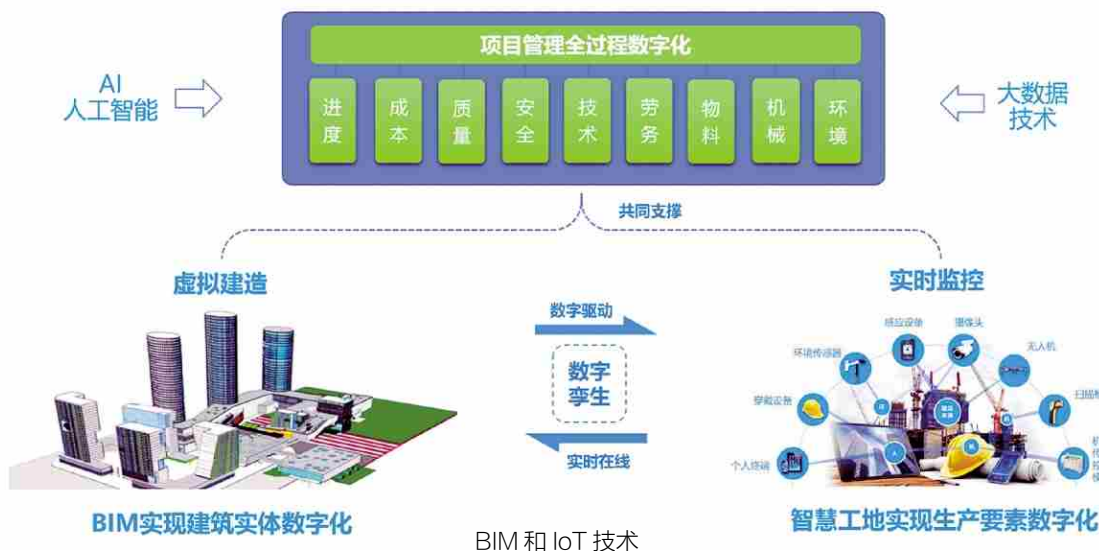
华为致力于打造城市神经系统，做智慧城市建设使能者与推动者。目前，华为正在基于“平台+生态”的理念构建“+AI 的智慧城市数字平台”，以华为 ICT 基础设施为基础，联合合作伙伴构建平台生态系统。

腾讯推出微瓴数字开放平台，通过对工程建造领域 IoT 数据、业务数据、空间数据的融合，为工程建造提供数据共建共用、模型共建共享、应用共建共生的一站式建筑产业互联网平台。

广联达推进新一代信息技术与城市战略、规划、建设、运行和服务全面深度融合，以信息化为引领的城市发展新形态。以 BIM+ 智能建造和“数字孪生”技术为代表的新技术，为城市形态和发展模式提供了新的思路 and 方向。

## BIM+ 智慧建造管理整体架构

在项目的数字化过程中，两项核心的支撑技术就是 BIM 技术和 IoT 技术。首



BIM 和 IoT 技术

先通过 BIM 技术支撑建筑实体数字化,实现虚拟建造。其次利用智慧建造及 IoT 技术,在现场布置各类监控硬件,实现施工现场劳动力、机械、材料、环境的实施监控。这两项核心技术实现建筑项目的虚实结合,数字孪生,共同支撑项目管理过程各项业务,如进度、成本、质量、安全、技术等数字化。同时,在具体应用过程中,还会结合到人工智能(AI)技术和大数据技术。

BIM + 智能建造是全方位的施工项目管理,是面向集团、分子公司和项目的,采用三级管理架构,支持多项目管理,实现不同层级的管理功能和数据应用。通过对业务、数据的整合,实现一体化的解决方案。

## BIM+ 智慧建造管理:集团层

在集团层需要实现基于业务需求,能够将各业务相关的数据抓取到同一个系统平台中,形成数据互通,数据自动获取,能够实现针对领导关注的核心数据进行汇总和分析。企业领导决策层最关注经营方面,比如合同、产值、成本、利润等相关数据,通过同期对比、趋势走向的分析来辅助决策,使决策层能够一目了然工程项目总体情况;通过呈现进度、质量、安全等指标数据,帮助决策层直观掌握公司项目发

展状况,以及各组织经营、生产、质安等管理现状,使能及时发现问题,为管理决策制定提供充分依据。

调度指挥管理是通过采集和分析各个项目有效的数据,建设以集团总部为中心,以数据决策为主要手段进行项目的调度指挥,实现对工程项目的全过程监控管理,利用 AIOT 等数字化技术结合智慧工地,围绕工程管理的核心场景:计划、进度、质量、安全等,提升集团内部的日常沟

通效率,实现集团总部指令传达、远程指挥及项目监控等目的。通过数据 + 视频会议 + 视频监控(无人机 + AR 全景)等各项新技术,实现集团总部对项目的直接远程联动。

风险预警管理可建立检测整个项目业务管理过程的风险预警体系,建立对成本、进度、质量、安全、变更、设备等各方面的风险防范规则(即风险知识库)。在每个业务处理流程的关键环节上设立风险自



BIM+ 智慧建造架构

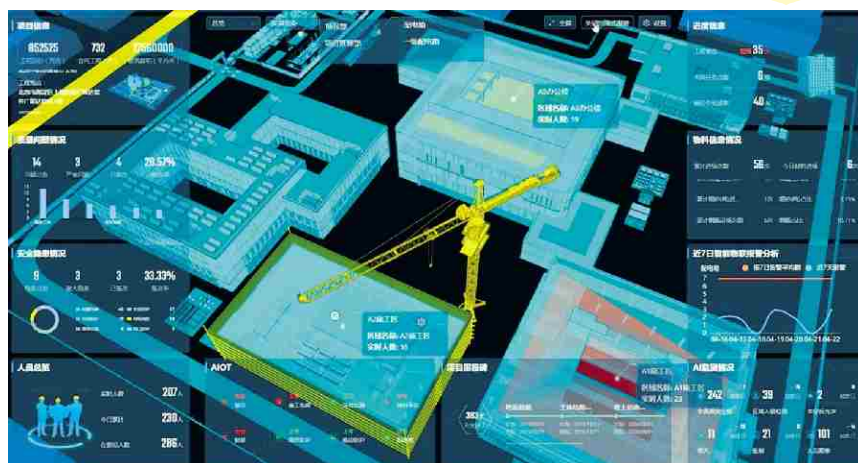


动监测机制,如项目里程碑节点的计划进度和实际进度、项目实际进度和资金支付进度、项目概预算和投资完成额等,对关键环节的对比结果进行监测,如发生与预警模型相符合的问题时,系统自动报警。向相关负责人发出提示和警报,从而将项目的各项指标控制在预期的目标之内。

## BIM+ 智慧建造管理:分子公司层

分子公司层重点关注的项目管理涵盖了项目准备阶段、施工阶段到工程回访和保修阶段,贯穿了项目全生命周期的管理。内容包括投标管理、收入合同、支出合同管理、产值管理、成本管理、物资管理、机械设备管理、劳务分包管理、专业分包管理、资金管理、竣工管理等。以计划管理为龙头,以成本管理为核心,以全过程业务管理为基础。

投标管理主要对项目备案调查跟踪、投标过程管理和市场开发业务进行综合管理。集团能够实现积累竞争对手资料,做竞争对手分析,以及管理企业人员证书;能够进行项目备案跟踪信息维护更新,投标过程管理以及资料审核,合同策略制定以及标后总结等,为以后类似项目的投标工作提供参考依据。实现对项目前



基于 BIM 的虚拟建造

期运作、报名及资格预审、招标文件评审、投标文件评审、开标、投标总结等投标全过程进行综合管理;建立履约保函回收提醒预警,确保资金及时回收,能够实时跟踪每个工程的当前进展情况。

合同管理是对项目合同的整个生命周期,包括合同评审管理、往来函件管理、合同交底管理、以及过程资料和收尾管理,将合同审批、合同签订、合同执行、合同变更、合同结算、合同收款等纳入过程化、规范化管理,实现合同的建档、审批会签、归档全过程履约资料集中化管理,以及对各个工程项目的合同金额、变更金额、完成产值、甲方确认、开票申请金额等

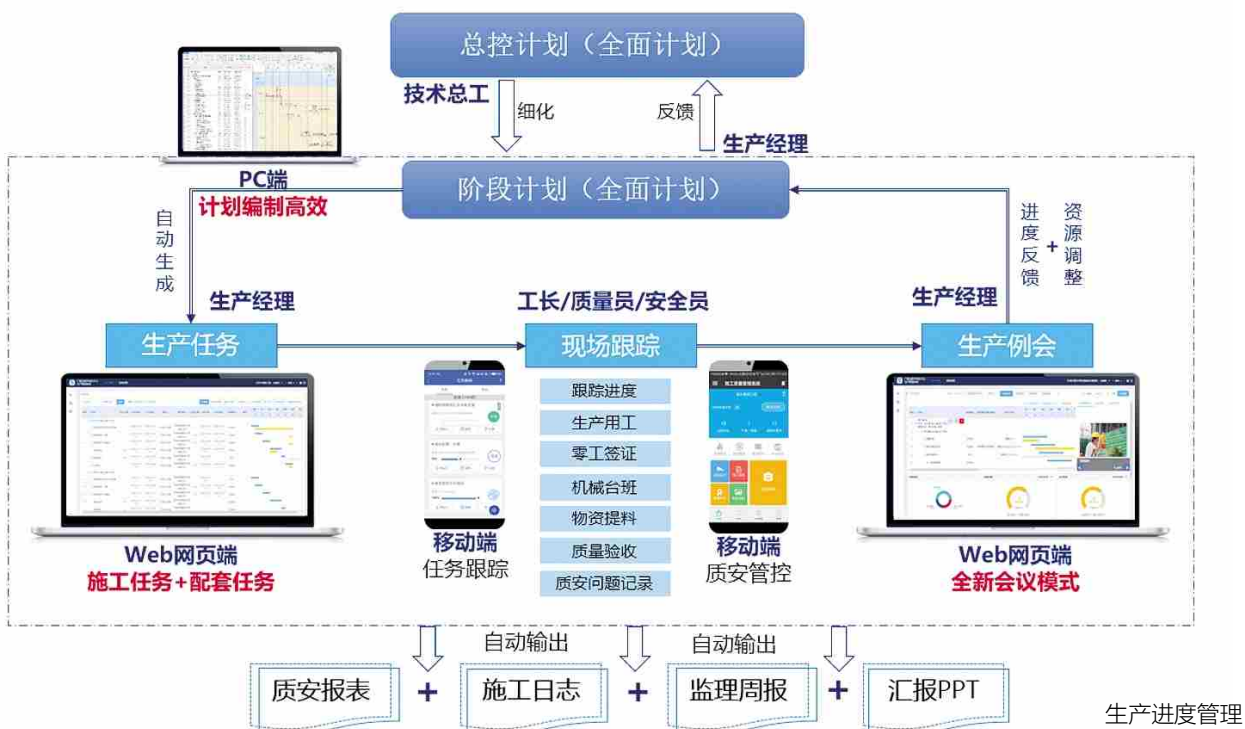
进行管理。

物资管理是对项目的物资采购、供应、储存、使用、处置等全过程管理,确保按时、按质、按量满足项目物资需求,控制物资成本。物资管理包括供应商管理、资源管理、计划管理、采购管理、库房管理、周转材料管理、商混管理、处置管理、台账管理等业务环节。对材料数量实现按计划管控,并实时掌握各个项目真实的采购价格;对合同、入库、结算等业务环节,实现价税分离,满足营改增后无税价进材料成本的需求。

机械设备管理是对项目机械设备的购置、租赁、供应、使用等全过程管理,确



物联网支撑多智能制造场景需求



保机械设备满足项目要求。机械设备管理包括供应商管理、资源管理、购置管理、固定资产管理、调配管理、租赁管理、维修管理、安拆管理等业务环节,对自有机械,实现从设备购置到固定资产上账,以及内部调配管理,能够掌握设备的动态分布情况,对租赁机械,实现从签订租赁合同到设备进场、停租、出场、结算、付款等租赁管理环节。

分包管理主要包括分包商的准入以及合格名录管理,以及对分包合同的审批、签订、变更、过程结算、最终结算、付款等全过程管理。可以控制结算量,避免结算时结超;能够实时掌握各个项目真实的分包价格,实现价格共享和对比。

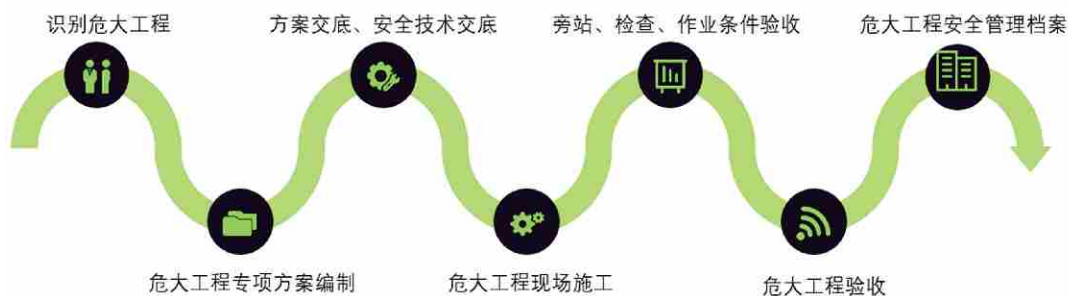
成本管理主要包括成本管控目标设定、过程成本管控,成本核算及成本分析等全过程管理,在项目前期,根据中标预算和本项目的施工方案,确定本项目的目标责任成本或计划成本,形成成本管控的控制目标,在施工过程中,实际成本从各个业务口(如材料、设备、分包、费用等)自动进行归集,当实际成本超预算时进行风险预警,项目竣工后,进行成本指标分析,为后续新项目积累成本管控经验

## BIM+ 智慧建造管理:项目层

项目层的核心内容包括三个方面:

(1)建筑实体数字化:通过 BIM 技术创建建筑、结构、机电等各专业的的设计模型,实现建筑实体数字化;(2)生产要素数字化:主要是我们施工现场的人、机、料、法、环各生产要素的数字化,比如劳务、材料、机械等方面的数字化管理;(3)管理过程数字化:通过软件,对施工项目的技术、生产、质量、安全、成本等各方面的现场管理活动进行数字化。

利用 BIM 技术、物联网技术以及数据分析平台技术,构建一个虚拟的数字工地,以现场所有硬件作为观察点,串联整个现场生产,实现与硬件相关的所有生产信息监控、预警报警、实时监控,以及人机料法环等生产要素关联分析。构建企业的



危大工程管理



项目指挥中心和预警中心,项目管理者通过大屏、PC-WEB端、移动端三类端口实现数据的查看和应用,并且实现视频AI自动分析,生产安全问题。

生产进度管理汇总项目的进度情况,项目生产状态是否为正常、提前、延期,以及延期天数,通过数据追溯了解具体延期项目情况,辅助管理人员及时了解各项目进度情况。

质量管理采集各个项目的各类质量问题进行汇总、整理、分析,通过项目、问题类型、重要程度、整改率等维度进行对比分析,并对超期未整改情况进行预警,辅助管理人员及时发现问题并督促整改,提升工程质量。

安全管理采集各个项目的各类安全问题进行汇总、整理、分析,通过项目、问题类型、重要程度、整改率等进行对比分析,对超期未整改情况进行预警,辅助管理人员及时发现问题并督促整改,保证项目安全。

人员管理实时掌握各项目部人员分布及出勤情况,迅速定位人员异常

问题,帮助项目了解情况,提高对项目部的综合管理效果。

技术管理对于项目变更信息的及时传递,对其状态进行实时追踪,能确保变更内容在施工过程中落实;对于每项变更(图纸会审、设计变更、工作洽商、工作联系)的进展及落实情况进行跟踪;对项目所有的技术变更情况进行汇总,并实现对每个变更的执行情况进行把控。

能耗监测实现水电精细化管理,查看项目总用水用电情况,以及各项目用水用电情况对比,从而做到整体能耗的管理,针对重点项目进行监管。

环境管理针对政府监管部门重点关注的的环境情况,可实时查看各环境情况,协助项目对管辖区域内项目部的环境监测情况进行管理及督促。

视频监控可随时远程查看企业下所有项目的现场视频,巡视项目现场施工状况,可接入现场枪机、球机、全景相机、车载摄像头、执法记录仪、无人机等多种视频源,对现场视频画面全面管控。内嵌AI算法,智能分析现

场异常行为,第一时间给出预警并对视频留痕,保障工程质量和人员安全。AI识别有安全帽识别、反光衣识别、群体事件检测、吸烟检测、烟雾检测、火焰检测、人脸识别、人员周界入侵、车辆进出场、材料品类识别、施工工序识别、混凝土非法注水等,可以跟智能广播联动,预警抓拍的同时直接联动广播及时提醒人员纠正。

通过BIM+智能建造的应用,加快信息整合,实现互联互通、信息共享和业务协同。运用大数据技术,着力推进数据汇集和挖掘,以移动终端为载体,开展智能化、可视化应用,满足集团层、分子公司、项目部等各级应用,使企业数据资源“纵向贯通”、“横向互联”,实现通过数字创新来重塑企业管理模式,并通过打通上下游的产业,进行产业资源整合,帮助企业的快速升级及产业链企业的快速数字化融合,助力打造“互联网+”时代的数字化企业,最终实现企业及项目的高质量发展。



视频监控

# 基于HoloLens的BIM+MR 施工验收系统研究

◎文 / 中国建筑第七工程局有限公司 刘学胜 张新献 白皓 刘海成 武丰杰 柳健 赵鑫宗 史鹏磊

**摘要：**建筑行业一直是世界上数字化程度最低的行业之一，BIM 的出现使该局面有所改善，越来越多的人开始使用 BIM，但是却很少有人将 BIM 与现场真正的结合起来。一项工程的建成是非常复杂的，中间可能生成上千页的二维图纸，而图纸的表达是不直观的，容易造成空间上的误解，通过混合现实(MR)将 BIM 可视化映射到现场的每一个角落，可以有效地实现这一愿景。

**关键词：**HoloLens;混合现实 MR;BIM 技术



(a)HoloLens



(b)Meta 2 Glasses



(c) Magic Leap

图1 MR 硬件

## 1 技术背景

### 1.1 MR 的基本概念

MR (Mixed Reality) 混合现实技术是一种将真实世界信息和虚拟世界信息“无缝”集成的新技术，是把原本在现实世界的一定时间空间范围内很难体验到的实体信息(视觉信息，声音，味道，触觉等)，通过电脑等科学技术，模拟仿真后再叠加，将虚拟的信息应用到真实世界，被人类感官所感知，从而达到超越现实的感官体验。真实的环境和虚拟的物体实时地叠加到了同一个画面或空间同时存在。如图1所示。

### 1.2 国内外 BIM+MR 技术现状

BIM 技术与 MR 技术都不是最近才发展起来的，随着基础设施的不断完善，BIM、VR、5G、云计算、物联网等技术的发展促进了 BIM+MR 以更紧密的方式相融合，在此之前，国内外均有不少软件公司研发相关软件，但大多数为项目定制型产品，没有办法形成统一的工作流。如图2所示。

近几年互联网的兴起将改变现状，基

于云服务的 BIM+MR 平台将成为未来的主要趋势，同时 5G 的推广也将有利于移动端实现大数据、低延迟的流畅体验。

### 1.3 研究意义

整理施工管理流程，形成一套集 MR 场景漫游、虚拟放线、三维交底、过程管控、质量验收、信息录入与维护的施工验收管理系统，用以在任意地点对施工现场中的场景进行展示、观察、调整、优化、管理的工具，并通过可视化、交互性的呈现方式方便工程人员之间对施工现场中的各种问题进行交流、协商。提高工作效率，

减少不必要的返工，节省资源。

通过 MR 技术实现工程实体与模型间的互动，确保竣工模型信息与工程实体信息一致，提高竣工模型的完成效率和精度。为建筑数字的转型提供良好的数据支撑。如图3所示。

## 2 技术内容

### 2.1 平台技术框架

BIM+MR 软件平台整体技术框架如图4所示，由三个部分组成：数据接口、BIM+MR 云平台、MR 客户端软件。



图2 市场主流软件





(a) 协同交互场景



(b) 模型交付场景

图3 应用场景

## 2.2 技术框架

在通用层,平台具备数据同步、备份和版本管理等基本数据管理功能模块。同时,平台需要对接收的数据做相应的处理翻译和轻量化工作,以适配各个端口的MR应用需求。

在业务逻辑层则主要处理与前端各个端口应用对应的底层功能集成。比如基于模型构件 GUID 的版本管理与增量同步,以及将 IOT 数据与模型挂接。另外还存储和处理前端的大量质量验收工单数据和流程控制。

在用户界面层,平台除了与移动端设备的数据交互,还需要有一个 Web 端 BIM 管理操作台来对业务逻辑层的功能做部署操作。比如,用户注册、新建项目、上传/更新/删除模型、模型构件与 IOT 数据关联操作、导出/打印工单数据等等。

平台软件的用户使用流程如图5所示,分为三个部分:插件端数据导出、平台端数据协同、移动端现场应用。

## 2.3 主要研究内容

### 2.3.1 BIM 转 MR 插件

Revit 端 BIM-MR 插件(BIM-MR Plugin)—BIM 模型转换功能。将 Revit 模型转化为可以被 Unity 识别的模型格式,同时提取并保留模型信息。Revit 端插件需要对模型面数进行优化,降低模型面数到 HoloLens 可以承载的要求。受限于 HoloLens 机能,在模型导出后或者 Revit 端导出前,可能还需要进行模型的手工调整,比如剖切模型后开始转换等。

用户通过 Revit 端 BIM+MR 插件,导出模型和属性数据,保存为特定格式。数据导出的过程是对 Revit 模型数据进行解析、提取、组合、封装、加密的过程。设计端 BIM 插件保证了上传平台的数据的



(a) 数据框架



(b) 层级框架

图4 平台框架

安全性,只有本系统的平台和移动端能够识别经过处理的数据,即便数据被非法劫取,也只是一堆乱码,没有任何用处。插件界面如图6所示。

### 2.3.2 BIM+MR 数据云平台

BIM-MR 协同服务器(BIM-MR Server)—BIM 数据传输与同步功能。搭建网络服务器,连接用户 PC 端 Revit 软

件与 HoloLens 设备端,以及实时获取智慧工地硬件采集回来的数据,并同步显示在 HoloLens 的 MR 场景中去。数据协同的复杂做法是搭建网络服务器,简单做法是建立局域网,在局域网内实现数据通信功能。

用户通过 Web 页面实现对数据协同服务器平台的操作。用户注册账号,并获得平台空间的使用授权;然后新建项目管理空间,上传导出的 BIM 模型;在 Web 端,可以对多个项目及各个项目内的所有文件、BIM 模型构件、IOT 数据、用户提交的工单数据和流程进行统一的管理和协同处理。比如,将现场硬件采集的 IOT 数据端口与模型中对应的 BIM 构件名称和编号进行绑定,在移动端体验时,点击相应的构件,即可调取实时的 IOT 设备数据。项目管理员还可以将平台内的其他使用者拉近项目组,并依据不同人员的职能分工,对其进行功能授权,实现多项目的多人协同管理。

HoloLens 端施工质量验收软件(BIM-MR Client)——基于硬件的软件应用功能实现。首先通过模型定位功能,将 BIM 模型与现实坐标系进行定位对应,实时查看 1:1 的 BIM 模型。然后通过质量验收模块,在 BIM+MR 技术的帮助下,方便现场管理人员对工程全过程进行质量管控,简单快捷。

用户通过同一个账户登录到移动端,然后同步其在施工现场所需要的数据,每个用户在移动端只能做其权限范围内的交互操作。移动端基于设备 MR 的功能支持度,集成了大量标准化的 BIM+MR 应用功能,工程师通过这些基本功能交互,实现在现场的工程验收和施工指导目的。移动端还可以离线使用,等到在有网络的情况下再进行数据的同步操作。用户通过 MR 功能对现场进行质量验收的考察;发现问题时,在移动端新建工单;用户通过测量功能、录屏功能、截屏功能、录音功能以及文字编辑等操作,完成工单的编辑和提交,设置工单的状态并指定相应的责任人;在相应责任人的客户端和 Web 前端页面上可以收到相应的工单提示,并对工单状态进行更新;直到完成一个完整的质量验收和管理的业务流程。



图 5 整体架构



图 6 插件界面

#### 2.4 研究清单

### 3 技术重难点、创新点分析

#### 3.1 技术难点

#### 3.2 创新点分析

##### 3.2.1 特定 MR 数据转换插件研究

(1)在 Revit 端,通过特定 MR 插件,导出 Revit 模型及属性数据。对 Revit 软件进行二次开发,使 Revit 端的 \*.rvt 格式文件转换为特定文件格式,同时保留模型的相关信息。在 Revit 模型导出时可以设定模型导出详细程度,导出的模型保留有专业、楼层、构件信息等基本属性。

(2)Revit 插件端,主要通过调用 Revit 开放的 API (Application Programming Interface),对其数据进行读取,解析,转换和存储,转换成的特定格式数据,属于加密数据格式,只能在本软件平台体系内打开。所以当用户将特定数据文件上传到平台端,或拷贝给他人,离开了平台,数据没有任何利用价值,从而保证了工程设计文件的安全性。

##### 3.2.2 BIM+MR 云平台功能研究

##### (1)模型解析

模型解析是对特定格式数据文件进行解析,在后端将文件解析成可供查询和交互操作的数据库,在前端可通过树状图进行查看。如果集成了 Web 前端三维可视化引擎,还可在 Web 前端渲染出模型

和图纸文件。

##### (2)账号及权限管理

转换后的数据文件,同步到云端有多种方式,可直接集成到 Revit 端的 BIM-MR 插件端,也可通过平台前端页面对数据文件进行统一的上传、更新、删除等的管理功能。由于一个项目可能有多个模型,所以本次技术实施方案,通过在平台的 Web 前端来完成数据文件的同步功能。

##### (3)数据管理

1)IoT 数据需要结合相应的智慧工地管理平台接口做开发。将 IOT 数据接口链接到相应编号的模型构件,在移动端点击选择相应的构件时,便可实时去获取 IoT 服务端的数据。比如配置摄像头操作简单方便,自由度高。用户只需在 web 管理端的 BIM 模型中点击任意的目标位置,即可在该位置添加监控摄像头,调整朝向、角度、焦距等多项参数,然后与施工现场所布置的摄像头视频流关联,即可将视频流画面与 BIM 模型精准匹配,开始远程管理。

2)对于特定数据的管理,主要为模型和图纸的版本管理。可查看历史版本,用新版本模型替换老版本。在后续升级功能的开发中,可实现模型数据的增量式更新,即每次更新模型时,即检查所有构件的 GUID。本次版本主要是对模型文件的



表1 研究清单

序号	开发模块	功能模块分项	包含内容
1	BIM-MR-Plugin	Revit 模型轻量化及转换功能开发	插件将 Revit 模型转换为 U3D 可以识别的模型, 同时有选项对面数进行控制。将 CAD 图纸通过 Revit 端插件进行转换, 并与模型位置进行关联, 可将图纸转换为模型格式或图片格式信息。插件将模型的常用属性信息进行提取, 通过 ID 与模型进行关联。
2	Revit-HoloLens 通信及数据服务器开发	局域网下 Revit-HoloLens 通信传输功能开发模型资源及数据同步服务器开发	基于 Revit 端, 开发 Revit 导出数据与 HoloLens 的通信功能, 在局域网下将数据同步到 HoloLens 上。用户账户管理, BIM 数据网络端同步。
3	HoloLens 客户端 BIM-MR 功能开发	HoloLens 端模型定位标记码 (Positioning Marker) 功能开发	通过预制在模型中的二维码标记, 实现 BIM 模型与现场实体空间的二维码标记进行坐标定位, 并实现定位后的漫游交互式功能。多步定位的实现有待验证。可以设置多个定位标记码, 用户每走一段距离, 就重新定位一次, 实现模型位置的校正。
4		质量问题识别及标记功能开发	用户通过肉眼观察+手动点击标记的方式进行质量问题的识别及标记记录的功能。用户不用输入问题, 只需要从下拉菜单中选择质量问题的类别, 同时保存当前视图的 MR 场景截图, 即可完成标记。
5	HoloLens 客户端 BIM-MR 功能开发	BIM 信息数据的可视化显示功能	手势选中构件, 即可弹出标准信息框, 显示 BIM 构件属性信息。
6		图纸、模型图层可见性控制功能	通过菜单选项, 手动控制模型和图纸的显示样式, 选择性地加载图纸和模型, 可在相应的轴向方向上调整图纸的显示位置。可以设置分专业、分楼层显示模型和图纸, 实现打开和关闭显示的功能。
7		距离测量功能	通过手势选择点的方式, 可以实现空间距离的测量。可用于测量实际空间中的距离、直径、长度等, 以与模型数据进行比对, 实现对质量问题的精确考察。
8		模型按比例缩放功能	查看模型沙盘, 可通过手势条件模型显示的比例, 对模型进行等比例缩放。
9	10	模型的的步进式加载	此功能涉及到对模型的拆分, 拆分开的模型, 可通过算法实现对模型渲染显示范围的限定。
10		HoloLens 多机互联	在局域网下通过 HoloLens 的锚点同步功能, 实现多机互联的协同体验。

版本管理。

3) 工单数据管理, 此部分为业务数据。包含丰富的多媒体数据类别。文档、文字、图片、现场录音语音、短视频等, 这些在施工现场采集的工单数据, 将通过质量、安全工单流程完成传递。

#### 4) 图纸集管理

在国内, 通过 Revit 的 2D 视图导出图纸的应用还不太普遍, 主流的图纸生产方式还是基于 CAD 平台。所以有必要提供给用户自行导入 CAD 图纸的功能, 并允许用户将图纸附加在

模型相应的楼层平面、立面的视角方向。具体位置的校对,则允许用户在移动端进行调整。在平台前端具备模型可视化渲染引擎的基础上,可直接在前端实现图纸和模型位置的核对,这样在施工现场就不用再调整了。后续根据技术实现复杂程度进行选择。在导入图纸时,需要先将图纸转化成 PDF 或者 PNG 等格式,且保证图纸清晰度。

### 5) 业务流程管理

质量验收工单业务流程及通信功能,结合项目组的账号和权限管理完成。在后端完成数据的存储和通信,在 Web 前端,完成一些工单的审批和处理功能。工程师除了可在手机移动端新建发起和处理工单,还可在 Web 前端完成。BIM+MR Cloud 的 Web 前端就是一个管理控制台 (BIM+MR Management Portal)。工单处理状态查看及更新:不同权限可进行不同的权限操作。设置质量员、安全员、质量总监、安全总监、技术总工程师、项目经理、监理员、业主方代表等岗位职能。各个岗位可根据业务流程权限和负责的模型区段,自动完成信息的推送和状态更新。在管理控制台,可在项目下细分分项工程、施工段,以及对岗位权限和职能范围进行设置和调整;在后台,则有一套业务流程驱动引擎。文档资料上传:上传项目质量验收文档、相应部位的技术交底和质量交底文档、安全交底文档等等,并将文档与相应的模型构件挂接。工单数据文档导出:导出工单数据表格,以供后续线下会议或其他书面审批用途等。

### 3.2.3 BIM+MR 现场应用研究

#### 1) 数据同步

用户登录系统后,可选择进入到其所参与的项目中,并查看项目组成员情况。相关项目的信息,可通过一键同步功能,自动将最新的模型和图纸信息同步到用户端,方便在施工现场离线查看。在施工现场,很多地方往往没有网络,所以离线时的正常使用功能是必要的。数据同步功能支持数据在本地的存储,在有网络环境下会自动完成工单数据的实时推送。由于模型、图纸文件占用较大下载流量和存储空间,用户可根据需求,选择性的进行本地同步。

#### 2) 2D/3D 模式

设备长期处于MR模式下,实时调用相机和传感器,将耗电特别快,能耗较高。在施工现场,并非所有时候都需要进入到MR模式,常规的2D/3D模式也是必须的。信息查看:用户在2D/3D模式下可查看模型和图纸及文档资料,或完成对工单信息的管理。3D/MR模式切换:用户在浏览3D模型时,可一键切换到MR模式,然后通过扫码定位功能,完成MR模型的精确定位和加载。同样,在MR模式下,也可一键切换回3D模式,如图7所示。

#### 3) MR 定位漫游功能

通过扫描识别平面来放置模型,确认模型位置。模型定位可以采用放置定位点(两个参照点)或扫码二维码来确认模型位置,

表 2 研究难点

序号	难点分析
1	移动端设备不同于电脑,性能与电脑差异很大,而 BIM 模型数据庞大,需将 BIM 模型进行轻量化处理才可以在设备端流畅运行。
2	BIM 模型编码各异,难以统一的将 BIM 数据进行集中管理,需制定统一规范。
3	BIM+MR 云平台数据接口的多样化,包括 BIM 数据、物联网数据、业务流程的梳理,开发难度大。
4	BIM+MR 应用程序功能的实现,BIM 模型需与现场位置统一才可以实现最大效益,定位功能的开发精度要求高。



图 7 转换界面

流程如图 8 所示。放置参照点方法:首先扫描楼层地面,选择模型要加载对齐的施工现场平面;然后加载模型,在模型中现在所在模型平面中的两个模型定位点;最后在 MR 模式下确定施工现场的两个点,第一个定位点用来确认模型位置,第二个定位点用来确认模型方向。在开发程序中选择虚拟模型中的二维码放置点,通过 Vuforia 开发平台识别并调整模型与图像的相对位置实现定位。

## 4 结语

通过探索 BIM 模型与工程实体的结合方式,提高施工过程管理的精度和人员间的沟通效率,并辅助工程实体的验收。将 BIM 技术与 MR 技术相结合应用于安全管理、质量管理、技术管理、运维管理之中可实现虚拟信息与真实场景的实时交互,避免设计阶段与施工阶段的信息断裂,有效的提高施工效率。通过 MR 技术实现工程实体与模型间的互动,确保竣工模型信息与工程实体信息一致,提高竣工模型的完成效率和精度。



图 8 定位流程



# 基于Revit的可视化编程技术在室内净高分析中的研究

◎文 / 中建八局西南建设工程有限公司 吴军 邢超波 周良朋 张磊 王立红

**摘要:**室内净高分析是设计和施工阶段都必须进行的工作,净高大小会直接决定机电管综排布方案,同时影响室内空间大小,室内美观,对工程甲方策划房屋装修布局至关重要。本文通过可视化编程技术,对施工阶段的 BIM 模型进行室内净高大小分析,参数化生成每个楼层房间的净高数据,一键导出所有房间的净高色块图,提高建模效率,极大方便施工技术人员收集、整理多房间楼层的净高数据。

**关键词:**净高分析;空间大小;可视化编程;参数化;BIM 模型;

## 1 研究背景

在工程建设过程中,建设甲方对于建筑室内的净高要求往往会有比较明确的要求,一方面为了控制整个建筑单体的高度,保证投资效益,另一方面也为了保证每个室内房间个体的空间大小以及美观效果。工程设计单位,通过对其楼面结构的合理选型,不仅有利于结构受力和构造,而且有利于在相同的建筑层高的条件下取得最有效的使用净高 1。施工总包方在满足结构设计要求的基础上,为了达到建设单位对于室内装修吊顶和室内空间大小的控制要求,会通过 BIM 技术对所有楼层的房间净高数据进行统计分析,策划合理的净高控制方案。

在 BIM 施工图设计过程中,Revit 作为主要软件,目前普遍采用的方法并不能满足国内的制图标准,而人工处理效率低,违背了 BIM 的初衷 2,基于 Revit 的可视化编程技术是在常见的 BIM 模型中通过 Dynamo 插件对模型文件进行二次编译解析,按照用户需求设定程序,最终生成成果文件,可以极大的提高施工图的设计效率。与传统文本语言编程相比,使用可视化语言编程具有简单直观、无需代码工程、开发周期短、不易出错和易于调试等特点,可以让没有编程基础的人也可以进行程序设计,大大降低了编程的门槛,避免了使用传统文本语言编程过长的学习成本 3,可视化编程技术可以将程序文件进行复用,并且推广到其他类似项目,给 BIM 建模人员进行模型整理和数据提取带来方便,同时为施工技术人员进行净高分析和方案对比带来极大好处。

## 2 研究方法

### 2.1 理论基础

#### (1)净高定义

室内房间净高数据是以楼面或地面至上部楼板底面之间的垂直距离,即

$$h=H_n-H_{n-1};$$

$h$ ——第  $n-1$  层楼的净高值;

$H_n$ ——第  $n$  层楼的结构楼板底面高层;

$H_{n-1}$ ——第  $(n-1)$  层楼的楼板顶面高程;

考虑到结构楼板上会做建筑找平层,计算净高时候以建筑楼面高层进行计算。

#### (2)净高计算

由于房间楼面板不可能都处于同一标高位置,如卫生间区域往往要比其他区域楼板标高低 3~5cm,若单纯采用结构或建筑楼层标高来计算所有房间显然不合理。为了准确进行计算,研究采用反射法进行计算空间区域的数值,即在房间内设定一个点(质心),从该点往上面楼板和下面楼板投射垂直反射光线,射线与楼板相交的点位之间的距离就是净高值,如图 1 表示。

在模型实体中,反射光线和楼面相交的点  $point1$  和  $point2$  坐标信息通过 dynamo 插件进行提取,其  $x$  轴  $y$  轴坐标相同,  $z$  轴坐标不同,净高值等于上下点  $z$  轴数据之差,即

$$h=z_1-z_2;$$

$h$ ——净高值;

$z_1$ ——上反射点  $point1$  的  $z$  轴坐标数值;

$z_2$ ——下反射点  $point2$  的  $z$  轴坐标

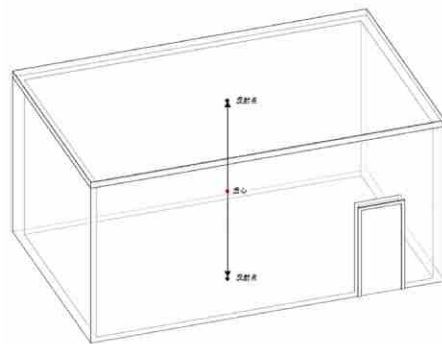


图 1 点位反射光线路径

数值;

如  $point1(x=74948.505,y=145696.475,-50.0)$ ,

$point2(x=74948.505,y=145696.475,5830.0)$ ; 则净高  $h=5830-(-50)=5880mm$ 。

### 2.2 研究流程

为了此次研究的正常开展,预先设定一套标准化的实施流程,选取一个项目作为研究案例,收集项目所有设计图纸,只对主体结构、建筑、装饰装修专业进行模型创建,模型创建完成必须要审核,避免出现楼板凸起,吊顶斜坡而影响净高数据分析的准确性,创建完成的模型再通过 dynamo 可视化编程技术进行程序设计、解析,若解析报错,不能生成成果,再返回模型文件检查模型是不是设置存在问题,程序设计是不是存在差错,若能够正常进行成果输出,才能进行下一步的分析工作,如下流程图 2。

### 2.3 研究工具

Dynamo 软件是基于 Revit 开发的可视化编程软件插件,可以辅助 Revit 创建软件不能实现的曲线异形体模型创建

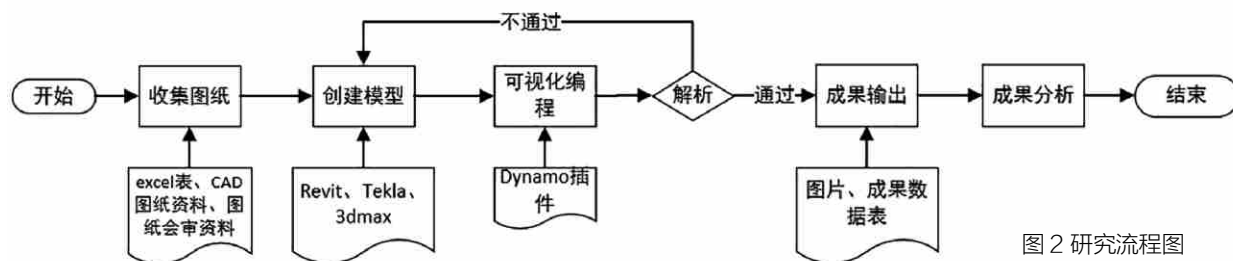


图2 研究流程图

4, 在净高分析中采用此软件作为分析的主要插件软件, AutodeskCAD 作为设计图工具软件, 主要做设计二维图纸查阅, 翻模使用, 净高信息需要人为去查找提取, 单纯使用效率低, Revit 软件作为房间三维建模工具, 需要结合设计图纸对项目进行模型创建, Civil3D、Takela 用作建模辅助工具, 主要用于场地布置和钢结构建模, 模型的整合在 Revit 创建的模型文件中进行, 具体软件工具如表 1。

### 3 研究案例

#### 3.1 案例介绍

此次研究以武汉汉南全民健身中心项目为研究对象, 针对本项目综合馆和游泳馆地下室和地面以上所有房间的净高要求来进行分析。

武汉汉南全民健身中心项目总占地 70677.46, 总建筑面积 32110m<sup>2</sup>, 其中, 地上 20610m<sup>2</sup>, 地下 11500m<sup>2</sup>。主要分为两个部分, 综合馆单元和游泳馆, 综合馆单元地上三层, 地下一层, 平面尺寸约 56m×150m, 综合馆每层房间数目众多, 其中地上一层面积达 1.2 万 m<sup>2</sup>, 共 36 个房屋空间(包括走廊区域), 二层、三层共分别为 13 个和 16 个, 结构层高为 6m, 如图 3。由于室内运动场馆的功能不同, 结构楼板有较大的升降起伏, 导致房间净高不一致。业主要求负一层净高必须达到 4.0m 高度以上, 一、二、三层净高控制分别为 4.55m、4.3m 和 4.3m 以上, 尽可能扩大室内场馆的净高空间, 施工总包方在主体结构施工完成后机电安装之前必须整理所有楼层, 所有房屋空间的净高数据, 进行对比分析。

#### 3.2 模型创建

为了避免后期模型修改, 图纸变更带

来的影响, 在创建模型过程中一定是以最终版的施工图来做模型, 结构梁、板、柱, 建筑地面找平, 装修吊顶构件几何信息等创建完成, 模型精度达到 LOD400, 不同专业的模型整合, 边界条件确认以结构模型边界为基准, 机电管综洞口预留预埋不需要创建, 待净高分析完成之后再做策划, 模型构件中需要给房间实体和楼板实体构件定义一个净高参数(整型 int), 目的是为了后面做程序设计时将计算的净高数值写入模型中。

基于每个楼层室内房间分布不一致, 净高起伏较大, 为了更好区分和可视化分析, 在房间命名过程中, 严格进行唯一标识, 比如一楼房间有几个同样名称的体育配套室, 设计出图中只进行一个名称的命名, 在模型中按照体育配套 1, 体育配套 2 等进行区分, 精确到每个房间、每个门厅区域有唯一的标识名称。模型创建完成后

表 1 净高分析软件汇总

类型	名称	作用
画图软件	CAD	设计图纸
	Revit	
建模软件	Civil3D	模型创建
	Takela	
	Dynamo	
分析软件	Excel	数据提取
数据整理软件	Word、PPT	数据汇总
方案编写		方案汇报

经过复核评审, 保证模型的质量满足要求方可投入应用。

#### 3.3 可视化编程

在已评审完成的模型文件中进行可视化编程设计, 依据需求分析, 为了进行净高差异对比, 采用颜色图元给每个房间进行上色处理, 颜色数值介于(0,1)

之间, 程序节点为 ColorRange, 如图 4, 净高数据最小的房间为红色图元(数值 0), 最大的房间为绿色图元(数值



图3 项目俯瞰效果图



1)。净高计算采用的程序节点在可视化编程中是 RayBounce。ByOriginDirection,如图 5,该程序是在房间内拾取房间实体的质心点坐标,以质心点为基准,给质心设置一个 z 轴的法向量 Vector.ZAxis 进行光线发射,分别往上和下发射两条反射光源,与上下楼板相交的点坐标只有 z 向坐标数值不同,z 坐标数据之差就是净高数据,若出现个别净高数据偏差太大或者计算返回空值(null)的情况,需要对该处房间模型质量进行检查,一般属于房间墙体连接和结构楼板脱空问题,为了将每个房间所对应的唯一名称信息和光源反射坐标点信息进行提取,在编程时需要设置一个列表(List)函数。

为了对吊顶高度进行上下调节,验证净高大小是否满足控制要求,在程序设计中每个吊顶板进行节点 Offset 设置,实现参数化控制,通过手动调节数据大小,选择最优化的吊杆高度数据,以楼顶板的底部平面到吊顶板之间的距离为参数调节的范围进行优化选择,达到最终的优化目的。

整个程序设计过程需要不断测试、验证,出现的解析报错问题,dynamo 会进行提示,由于房间数量过多,程序运行会出现卡顿情况。

### 3.4 成果输出

根据编写的程序对每个楼层进行净高数据输出,一共输出反射点位(point0、point1、point2……point173)174个,每个房间对应上下楼板两个坐标点位,共87个房间,所有反射点坐标未出现结果为空值(null)的情况,坐标数据准确。考虑到净高控制要求,为了减少施工成本,将施



图 4 图元颜色程序



图 5 光线反射程序

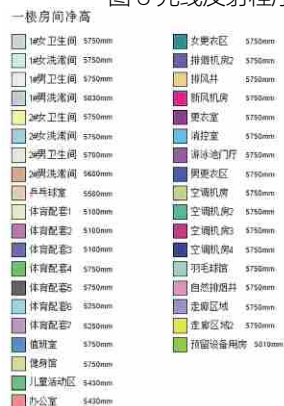
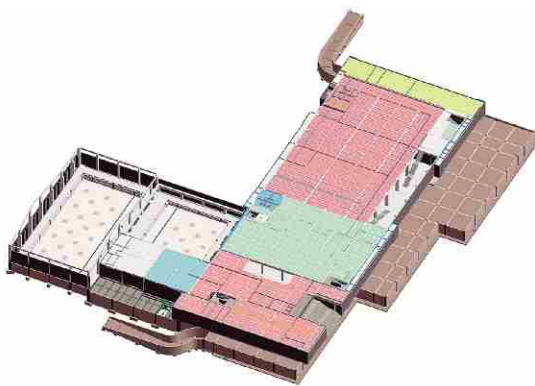


图 6 一楼屋面净高数值和图元

吊顶高度控制在 1.5m 内(规范要求大于 1.5m 必须设置反向支撑),其中大于 1.5m 高度的房间有负一层 5 个,一楼 2 个,二楼 1 个,三楼 3 个,不满足净高控制要求的房间总建筑面积共 673m<sup>2</sup>(灰色区域),通过优化对比,将不满足净高控制要求的房间吊顶板进行平移设置,当符合要求时模型中会有颜色显示,同时对吊顶板的高度信息进行提取,高度大于 1.5m 的房间调整到 1.5m 以内,同样检查是否满足净高控制要求,如图 6 是综合馆一楼的净高分析成果,图中深红色表示净高数值最小的区域(值班室),绿色表示净高数值最大的区域(羽毛球馆),灰色表示不满足净高控制的区域,需要进行吊顶高度优化。

### 3.5 成果分析

由软件导出的净高数据和房间信息,做对比分析表,项目一共 87 个房间,其中不满足净高高度控制的有 11 个房间区域,如下表 2 所示。

### 3.6 效益对比

### (1)直接效益

以每平方米 45 元的反向支撑钢材为造价基准,减少安装面积共 1018m<sup>2</sup>,共节约材料成本 45810 元,按照每个工人每台班安装 30m<sup>2</sup>的反向支撑进行计算,一共减少安装工期约 35 天,人工成本约 6000 元,合计约 5.2 万的直接经济价值。

### (1)间接效益

汉南全民中心项目 87 个房间净高数据,若采用 cad 图纸进行提取查找,结合结构和建筑图纸,excel 导出进行计算整理,需要花费至少 2 天时间 并且还不能

表 2 数据统计表

楼层	房间数	反射点数	净高值/mm (名称)		控制高度	吊顶高度/个		可调面积/m²	减少成本/元
			最大	最小		≤1.5m	> 1.5m		
负一	22	44	4600 (停车位)	3800 (新风机房)	≥4000	17	5	760	34200
一层	36	72	4700 (羽毛球馆)	4400 (值班室)	≥4550	34	2	108	4860
二层	13	26	4510 (体育配套 2)	4100 (男、女卫)	≥4300	12	1	31	1395
三层	16	32	4660 (活动室)	4320 (门厅 3)	≥4300	13	3	119	5355
总计	87	174				76	11	1018	45810

保证数据的准确性和后期方案策划的素材信息,若采用 Revit 单独进行模型数据提取,进行标高整理手算,需要 4h 时间,若采用 dynamo 插件进行程序设计,结构化程序文件,整个项目房间所有净高数据提取计算,只需要 5min,并且可视化展现效果良好,如对比表格 3。

## 4 研究总结

通过此次研究主要有以下两点总结。

### 一、优点

(1) 按照一个项目 5min 的分析效率计算,本公司在建项目一共 112 个,每个项目的 BIM 模型文件都已完成,目前所有项目的室内净高分析仍以 CAD 图纸辅助 Revit 软件进行,若全部采用可视化编程技术的方法进行室内净高分析,会给公司节省约 450 小时(56 工日)的时间成本,约 3 万元的经济成本,以及无法量化的方案交底效果和技术产生的衍生价值。

(2) 通过可视化编程技术辅助项目进行净高分析,对项目装修吊顶的优化,

吊杆高度的控制,耗材的减少会给项目带来了直接的经济效益。

(3) 通过 dynamo 可视化编程技术进行房间净高分析,不仅可以辅助后期机电管线施工提供数据参考,为方案的编制,成果总结汇报带来良好的展示素材。研究形成的 dynamo 程序包,以及分析的方法给公司在建的所有施工项目形成一套结构化的成果文件,程序包的复用在其他所有模型中同样能够有效应用,大大提升技术人员对 BIM 模型的分析应用能力,也提升了技术人员对可视化编程技术的兴趣,探索其他应用方向的能力。

### 二、不足之处

(1) 对于有坡度的斜屋顶结构,在屋面层进行净高分析此研究方法不可取,存在部分局限性,需要单独拿出来进行计算分析。

(2) 对于软件操作不熟,Dynamo 编程技术不懂的技术人员无法进行研究,专业性较强,项目要进行大量的净高分析工作必须配备专业人员进行实施。

(3) 部分房间区域存在楼底板高低起伏变化,可能一个房间内出现几块高低变化的部位,但是采用质心反射法分析只能拾取一个质心的坐标信息,计算出的净高数据不准确,需要在模型中单独进行计算,做重复工作。

表 3 不同分析方法效果对比表

方法	时间	数据	有/无三维
CAD 提取	2d	不准确	无
Revit 提取	4h	准确	有
Dynamo+Revit	5min	准确	有

# 基于实时云计算BIM引擎施工协同平台研究

◎文 / 中国建筑第七工程局有限公司 刘学胜 刘勇 刘海成 柳健

**摘要:**目前的主流 BIM 平台均采用基于 WebGL 网页的轻量化模型技术,但无法有效支撑大项目、机电项目模型的加载和实时交互,且现场人员的电脑硬件配置普遍偏低,用户体验极差,空有 BIM 平台却无法落地使用起来。本文基于以上背景,研发探索基于实时云计算架构的 BIM 引擎的技术,从根本上解决施工 BIM 平台落地应用的用户体验问题,提高平台的用户和应用使用范围。

**关键词:**云计算;GPU 虚拟化技术;WebRTC 技术;5G 通信技术;



阿里云“无影”云电脑



华为鲲鹏云手机



云游戏

## 1 技术背景

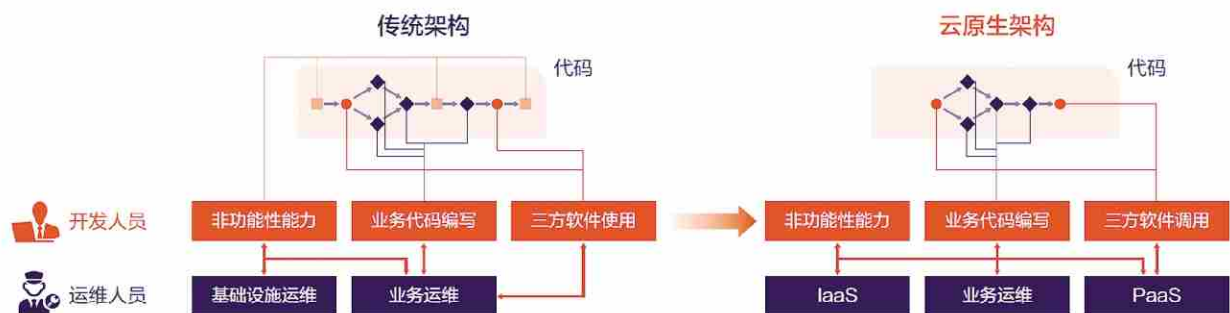
### 1.1 云计算现状和发展趋势

实时云计算技术最先应用落地的场

景不是建筑业,而是游戏行业,就是云游戏(Cloud Game)。其技术底层本质是渲染逼真的三维游戏场景或三维模型,运行在云端GPU服务器上,通过GPU虚拟化技

术实现一卡多并发,共享一台服务器的算力;并通过WebRTC实时视频流、指令流,让客户端可以与云端的游戏场景或三维模型进行实时数据交互。目前云游戏技术已





系统方案	最低配置 (入门级配置)	通用配置 (中高级配置)	推荐配置 (专业级配置)
操作系统	MICROSOFT WINDOWS 7 SP1 64位	MICROSOFT WINDOWS 7 企业版、旗舰版、专业版	MICROSOFT WINDOWS 8 64位
浏览器	MICROSOFT INTERNET EXPLORER 11	MICROSOFT INTERNET EXPLORER 11	MICROSOFT INTERNET EXPLORER 11
内存	8GB	16GB	32GB
CPU	Intel Core i5-4590	Intel Core i7-4770	Intel Core i9-7900
显卡	NVIDIA GTX 750	NVIDIA GTX 750	NVIDIA GTX 750
显示器	24英寸	24英寸	24英寸
网络	有线网络	有线网络	有线网络
其他	无	无	无

经发展成熟,国内国外均开始大量应用。随着 5G、高带宽光纤网络深度覆盖,数据中心广泛建设,未来实时云计算技术应用的带宽成本、网络延迟、服务器成本将进一步降低,综合使用成本将远低于传统客户端模式。工程行业同样如此, WebGL BIM 引擎开始借鉴云游戏技术,往实时云计算的 BIM 引擎方式转型,即 Cloud BIM。

### 1.2 云计算转型

近几年,云计算技术发展迅猛,很多传统行业的客户端应用软件,也都在逐渐往云端迁移,“云原生”成为新流行的技术架构模式,并在工业互联网领域遍地开花。建筑业与制造业一样,也是工业的一大分支,建筑产业互联网的落地发展,同样可参照工业互联网的技术模式,开展云原生的建筑业互联网平台的研究与应用。

### 1.3 BIM 平台现状

目前市面上充斥着各类 BIM 施工协同平台产品及 BIM 引擎产品,但这些 BIM 平台均采用基于 WebGL 网页的轻量化引擎技术,但无法有效支撑大项目以及 MEP 机电项目模型的加载和实时交互。且现场管理人员的电脑硬件配置普遍偏低,用户体验极差,空有 BIM 平台和 BIM 模型,却无法落地使用起来,致使 BIM 模型只能停留在专业 BIM 工程师的电脑里,没法进一步发挥施工协同的价值。

1.4 实时云计算架构的 BIM 引擎及优势  
基于实时云计算架构的 BIM 引擎,是指 BIM 引擎运行在云端服务器,不消耗客户端的电脑和手机性能,就能让管理人员与之进行实时 BIM 交互和数据协同。目前这一技术实现模式,已经相对成熟。

基于以上背景,提出基于实时云计算架构的 BIM 引擎的技术模式,从根本上解决施工 BIM 平台落地应用的用户体验问题;并基于此开发面向施工管理的细分领域应用,提高平台的用户和应用使用范围。

BIM 推广应用的主要技术问题是用户体验 (User Experience), 5G、云计算技术采用云端计算、实时交互视频流分发的模式,能从根本上解决 BIM 用户的模型体验问题。如此推广,我们就不必给每位工程师都配置高配的 BIM 工作站,只需共享云端服务器的算力,即可让所有工程管理人员,直接用现有的设备,就能

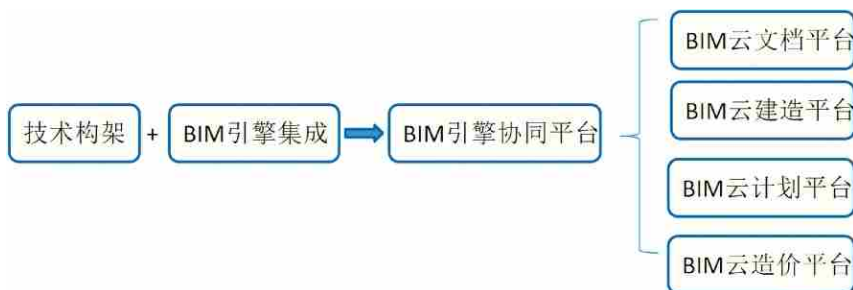
参与到基于 BIM 的协同工作流程中去。

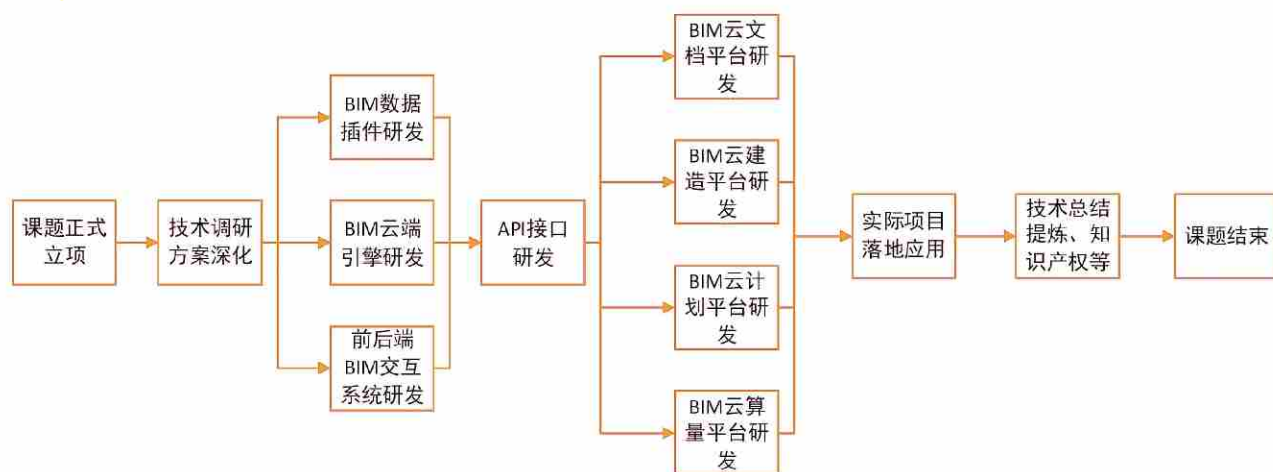
## 2 技术内容

### 2.1 技术路线

构件实时云计算技术的技术架构,研究与 BIM 引擎的集成方法,开发出基于实时云计算技术的云端 BIM 引擎平台。基于实时云计算 BIM 引擎平台,开发出面向工程施工现场管理的 BIM 协同管理平台,此平台不再是大一统的面面俱到型的平台,而是直接面向施工管理人员的岗位级的平台产品,包括 BIM 云文档平台、BIM 云建造平台、BIM 云计划平台、BIM 云造价平台。对以上两大类技术成果进行总结,申请知识产权,并扩大在本公司的推广应用。

本平台涉及大量的研发工作,包括实时云计算 BIM 引擎平台的研发、BIM 施工协同平台的研发,还需要在多个项目进行落地应用,对软件功能和性能进行打磨优化。





## 2.2 技术框架

结合目前最新的5G、WebRTC、GPU虚拟化、容器等基础性技术,与开源游戏图形引擎结合,开发出一款实时云计算的BIM引擎平台产品。整体架构图如下:

### 2.3 主要研究内容

2.3.1 实时云计算BIM引擎技术与产品开发

2.3.2 基于实时云计算BIM引擎的施

## 工协同管理平台开发

实时云计算BIM引擎平台属于底层的支撑性技术,还需要基于实时云计算BIM引擎平台,开发出面向工程施工现场管理人员的终端产品。这里我们摒弃传统开发大一统平台的模式,面向工程具体业务领域和岗位,开发岗位级的平台,降低各个业务口施工人员的学习和上手难度。

## 3. 技术重难点、创新点分析

### 3.1 重难点

3.1.1 BIM实时云计算引擎平台的研发难度较高

图形引擎的开发需要对计算机图形学有较高的认知和人员投入,目前绝大多数WebGL BIM图形引擎,多是基于开源WebGL框架进行开发,难度很低。但本平





台摒弃了传统WebGL技术路线，而是采用云计算引擎，这块因为技术刚刚成熟，学习和上手难度相对较高。

3.1.2 WebRTC、GPU虚拟化等基础技术集成难度较高

WebRTC技术在视频直播、远程会议程序中有大规模的应用，GPU虚拟化技术在AI人工智能训练场景中有大规模的应用。本课题采用此两项相对成熟的技术，引入到BIM领域，属于技术的跨界应用，同样学习和上手的难度较高。

3.1.3 BIM编码体系繁多，需要总结提炼，选择合适的编码体系

BIM编码体系是进行BIM构件分类和工程量计算的基础。目前国内外充斥着各种BIM分类编码体系，有行业标准，有国家标准及国际标准。平台面临标准选择的问题，需要多方调研，选择适合施工项目管理需求的编码体系，并对其做完善补充工作，以满足BIM云算量平台的数据需求。

### 3.2 创新点分析

3.2.1 可视化自动渲染引擎研发思路创新

基于基础引擎研发一套标准化的自动渲染平台，搭建渲染材质库，实现对导入的BIM数据进行自动识别，自动映射材质，自动识别光照等，实现BIM模型自动渲染。

3.2.2 WebRTC实时双向信息流送

技术跨界应用

部署在GPU云服务器上的BIM云渲染引擎集成WebRTC相关的技术，可实现在网页端以实时视频流的方式访问服务器上的BIM模型，且不需要任何网页插件。用户在网页端的所有键盘、鼠标或触屏操作，与BIM模型构件的互动，也以实时信号传递给云渲染引擎，驱动引擎做出即时的交互响应。

3.3.3 GPU虚拟化与集群技术集成应用

经过渲染后的超大体量且逼真写实的BIM模型，需要依靠高性能的GPU显卡来进行实时的渲染计算，并传输给前端实时显示，本平台需要在服务端深度集成GPU虚拟化技术能力，实现对BIM算力的动态调度管理。

3.3.4 5G大带宽网络商用，移动端BIM体验升级

云端服务器渲染好的大体量BIM，要实现在移动端与服务器进行模型交互，IoT物联网设备实时数据双向交互等，都对网络传输实时性有苛刻要求；平台需要研究基于5G通信技术的延迟优化，进一步提升终端的用户体验，甚至可以支持VR、AR等移动终端的实时BIM浏览和交互。另外对于施工现场物联网设备的远程控制，在5G网络的加持下，延迟可以忽略不计，远程控制也将变为现实。

序号	开发子项	开发内容
1	多元数据接入	平台能够接收主流 BIM、GIS 建模软件的 BIM 数据（如 Revit），进行数据解析、提取、标准化。
2	BIM 云数据中心	云数据中心负责对数据进行标准化的管理、建立 BIM 构件和数据分类编码体系，并对所有导入的 BIM 数据进行编码。同时实现数模分离，将多元 BIM 数据进行结构化处理。
3	BIM 云计算引擎	主要负责对 BIM 模型进行预渲染，基于 BIM 模型构件信息和模型几何信息，自动对模型进行转换和渲染，实现逼真的三维可视化效果。同时引擎具备标准化的交互能力，支持指令输入并实时交互响应。
4	开放应用 API	引擎通过通用性的 API 对外提供数据和交互接口服务，以支撑上层各类施工协同管理应用；引擎同时提供多终端设备的支持，包括 PC 端、Web 端、移动端 APP 和微信端小程序等，实现在任意终端皆可接入到 BIM 业务流程中去。

## 4 结语

基于实时云计算BIM云平台研究，能够实现能在无独立显卡、低内存(2G)的





WebGL 网页渲染效果



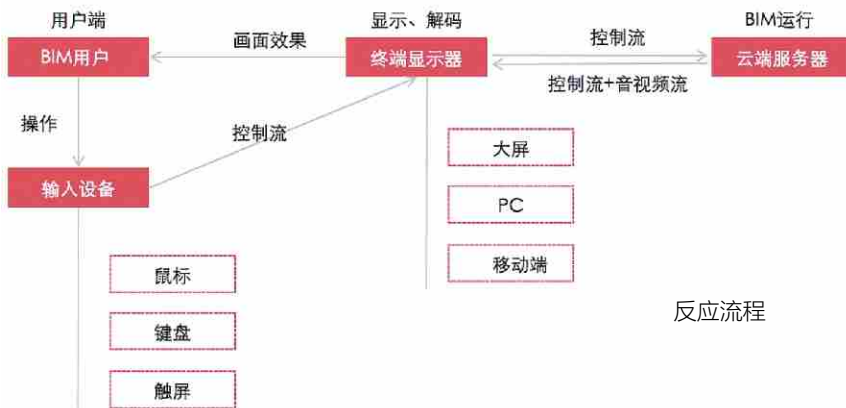
云渲染网页效果

WebRTC		
网页即时通信 (Web Real-Time Communication)	支持网页浏览器进行实时语音对话或视频对话	音视频的采集、编解码、网络传输、显示等
开源API	支持Windows, Linux, Mac, Android系统	视频会议、网络直播

WebRTC技术

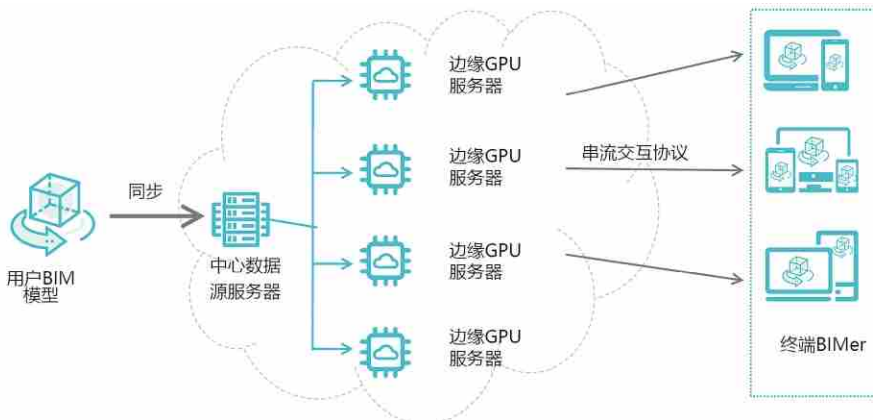
CPU虚拟化	GPU虚拟化
中央处理器，由专为串行任务而优化的几个核心组成	GPU是由数以千计的更小、更高效的核心组成的大规模并行架构，这些核心专为同时处理多任务而设计
实现单个CPU的多并发访问，支持的并发渲染程序实例数量有限。	还可实现多个GPU的集群，算力共享，对外提供集群后的超强渲染算力。

CPU与GPU的区别



反应流程

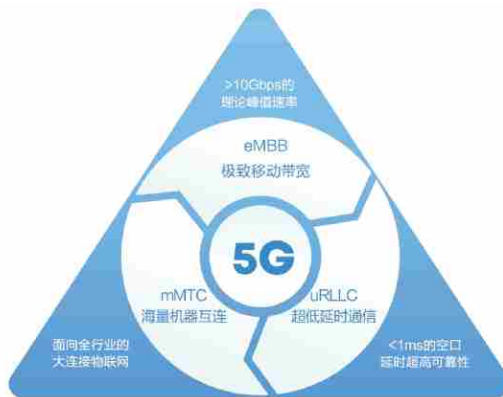
低配电脑端通过浏览器即可加载任意超大规模BIM和倾斜摄影模型（模型体量1G-100G）；扩展研发面向施工现场管理的BIM协同管理平台，实现BIM云文档平台研发与应用，BIM模型、图纸、文档的在线管理、浏览和分享；BIM模型集成物联网智慧工地的现场实时数据看板，施工质量、施工安全管理在模型中直接标注和跟踪；基于BIM模型和Project文档进行在线的4D可视化进度管理及偏差识别管理；基于BIM模型进行在线的5D工程量计算，本次研究实现对混凝土结构工程的自动量算和清单导出等。



GPU虚拟化(vGPU)技术原理图



5G 智慧工地



5G 网络超高带宽、超低时延、海量连接的特性示意图

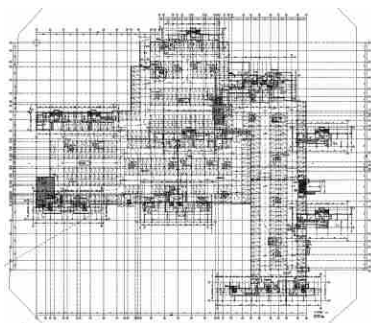


# BIM技术在地下车库中的应用

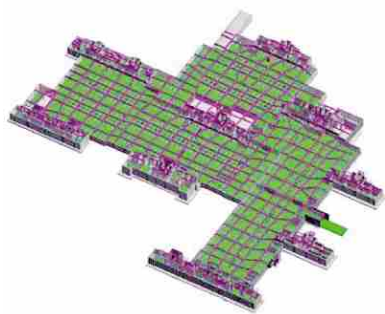
◎文 / 王禄毅 王浩 侯景硕 陈小先

**摘要:** 本文通过 BIM 建立起可视化的模型,突破二维图纸的限制,使施工作业人员更直观、简单、清晰明了的进行施工、有效的减少了因理解错误而导致的施工损失,通过 BIM 管线综合优化,出具了复杂管线平剖面图,强有力的指导施工,降低了材料浪费,提高了施工效率。

**关键词:** BIM 设计优化 管线综合优化



(地库一)二维平面图纸



(地库一)土建模型



(地库一)机电模型

## 第1章 工程概况

### 1.1 工程性质

工程名称:新乡市长垣玖华台一标段

建设单位:河南锦华置业有限公司

设计单位:广东博意建筑设计有限公司

勘察单位:机械工业第四设计研究院有限公司

监理单位:中新华都国际工程咨询有限公司

施工单位:华南建设集团有限公司

### 1.2 工程地理位置及周围环境

本工程位于新乡市长垣市博爱路西侧、华瑞南路、卫华北侧、德邻大道东侧,原卫华公司老厂房内西侧。

### 1.3 工程规模

地库建筑面积为 46088.09m<sup>2</sup>(其中 A-10-01 地块地下建筑面积 13768.19

m<sup>2</sup>; A-08-01 地块地下建筑面积 19104.71m<sup>2</sup>; A-11-02 地块地下建筑面积 13215.19m<sup>2</sup>), 层高: 非人防地库: 4.7m, 人防地库: 4.8m。

## 第2章 BIM 应用目标

### 2.1 项目主要工作

#### 2.1.1 模型搭建

利用 Navisworks Manage 2018 土建、机电模型搭建、解决各专业间“错漏碰缺”等问题。

#### 2.1.2 管线综合

管线方案确定、关键区域(含车位、车道、走道、坡道、电梯前室等)净高分析,针对复杂节点提出解决方案

#### 2.1.3 施工安装指导

协助施工现场解决在现场施工过程中遇到的其它困难,为施工现场提供 BIM 技术支持。

### 2.1.4 问题报告

汇总整理各专业及专业间的问题报告、一次报告,减少不必要的损失。

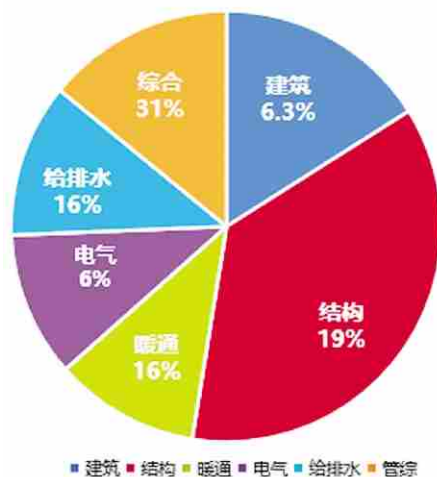
### 2.2 BIM 实施工作流程

模型搭建→问题核查及报告整理→专项检查分析→管综方案制作→管综深化→管综出图

## 第3章 BIM 成果展示

### 3.1 模型

BIM 信息化模型: 根据图纸, 完成了



专业	报告数量	已销项	未销项	合计
建筑	25	24	1	156
结构	57	57	0	
给排水	18	18	0	
暖通	17	17	0	
电气	17	17	0	
管综	22	22	0	

土建、机电等各专业基础模型的搭建,并进行整合,形成整体模型,完成二维图纸到三维模型转化

### 3.2 问题报告

通过专业设计师根据设计强规强条,BIM 工程师通过三维可视化技术对各专业模型进行三维核查,发现问题并形成报告。对前期图纸审查、设计变更提供极大帮助,减少因变更造成的返工损失和工期延误。

#### 3.2.1 图纸问题

#### 3.3 净高分析

BIM 为设计检测出净高较低处位置共 2 处,在发现净高存在问题后,立刻沟通设计院并形成净高专项分析报告,提出优化建议,与设计院一同沟通协商解决难题。

## 第 4 章 BIM 管线综合

### 4.1 管综方案

由模型检测普遍最大梁至完成面净高以把控管线安装完成净高,综合考虑施工工艺、经济、美观等确定排布方案。

1.层高按照  $H=3400\text{mm}$  考虑,如图中①所示。

2. 梁高按照  $h=800\text{mm}$  考虑,如图中②所示。

3.喷淋支管、风管(底平)、桥架(底平)贴梁底敷设。

4.管道走次梁方向时,管道考虑在主次梁高差空间内敷设,以充分利用净高

5.给排水、消防栓管道、热力管道、喷淋主管同层敷设,水管与桥架同层敷设。

6.整体原则保证“电上水下”,喷淋支管与桥架交叉时喷淋支管上翻,如图中③所示。

7. 喷淋支管与风管交叉时喷淋支管上翻,风管宽度  $B > 1200\text{mm}$  时须增设下喷。

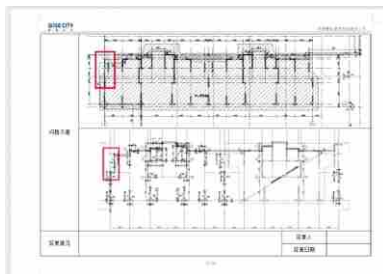
8. 管线及支吊架安装完成后净高: $h=2250\text{mm}$ ,如图中④所示。

### 4.2BIM 图纸

使用 BIM 软件对设计图纸进行深化设计及管线综合优化,完成后导出 CAD 图纸,精确定位管线位置、标高,来指导现场施工。

下图为剖面图、三维节点图,使模型三维立体呈现,对难点部分进行解析。使用 BIM 软件对设计图纸进行深化设计及管线综合优化,完成后导出 CAD 图纸,精确定位管线位置、标高,来指导现场施工,可便于现场施工人员对综合管线的核对与避让。

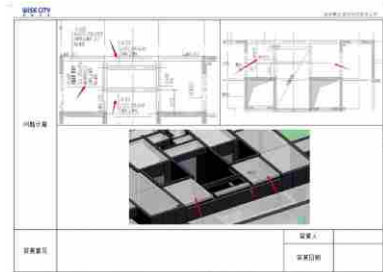
通过三维模型核查专业间的“碰撞”,优化管线路由或尺寸,以达到相互协调,相互独立的效果。



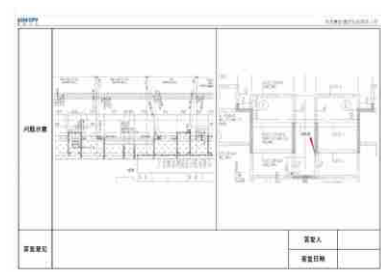
地库外墙与塔楼地下一层外墙不一致



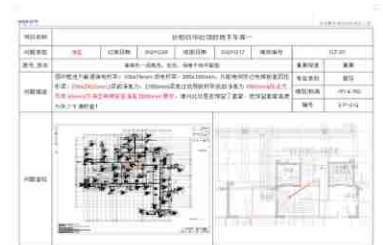
此处四跨梁仅一跨梁表示抬高,其余三跨未抬高,出现板悬空



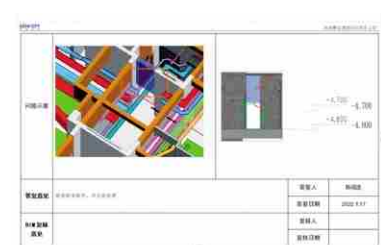
图示处梁与板标高不一致



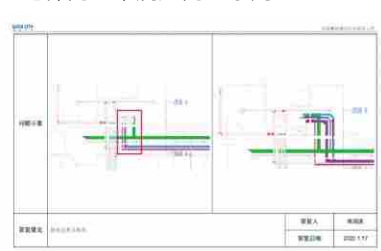
图示位置塔楼位置梁注明详地库,地库无此梁标注



图中桥架因梁高过低穿入电梯前室不满足前室净高



图中桥架穿风井进入电井,与风管立管碰撞建议优化路由





优化前:原设计各专业管道相互冲突,排布不整齐。优化后:通过标高调整、翻弯避让、路由优化等方式,让成果美观且避免了各专业的碰撞。

通过三维模型核查专业间的“碰撞”,优化管线路由或尺寸,以达到相互协调,相互独立的效果。

## 第5章 BIM 服务价值

通过 BIM 技术应用有效减少传统二维图纸的错漏碰缺问题 156 余处,降低了成本,节约了工期。

通过 BIM 管线综合优化,出具了复杂管线平剖面图,强有力的指导施工,降低了材料浪费,提高了施工效率。

通过管线综合进行了净高分析,直观展示了各个区位的空间净高,为项目设计及施工的方案决策提供前置条件。

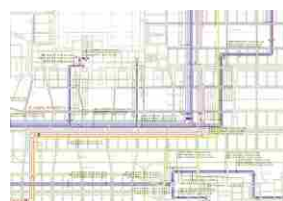
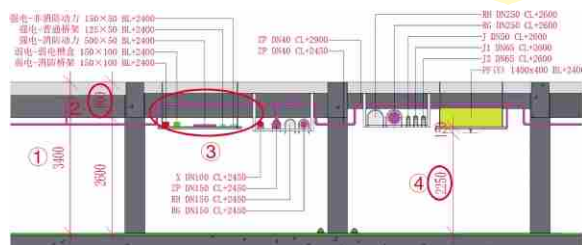
通过运用 BIM 进行管道与管道附件、阀门等在 BIM 模型上等比例展示,避免出现附件、阀门等现场无法安装的情况。

通过运用 BIM 技术进行机房等比例建模,对机房的管道进行排布,保证美观、避免管道交叉,确保正常流畅的施工。

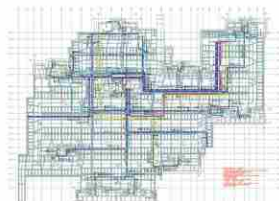
通过建立起可视化的模型,突破二维图纸的限制,使施工工人更直观、简单、清晰明了的进行施工、有效的减少了因工人理解错误而导致的施工损失。

管线与土建洞口预留,在最终管线综合时,预防未能及时更新土建洞口而影响施工。

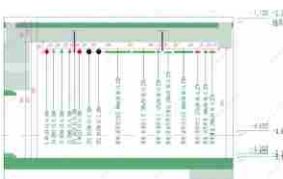
通过 BIM 技术,实现了设计质量检查,设计优化,使设计产品更严谨更完美的展现给业主。



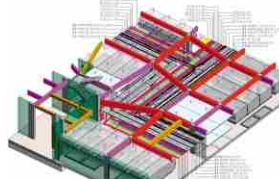
BIM 图纸输出



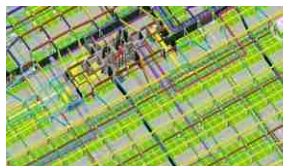
局部 BIM 图纸



BIM 剖面图



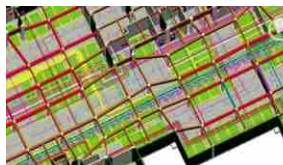
BIM 三维节点



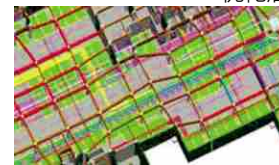
优化前



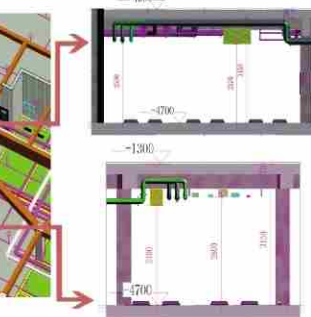
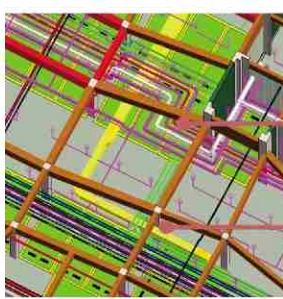
优化后



优化前



优化后



复杂区域优化

类型	子项	数量 个	均单价 万元	总费用 万元	典型内容描述
专业 交圈 问题 BIM 校核	建筑与 结构交 圈问题	20	0.5	10	结构梁与建筑门窗冲突、梯柱与建筑门窗冲突、缺少结构梁布置、集水坑定位不一致、标高不一致、休息平台净高过低、建筑和结构洞口不一致等
	机电专 业间交 圈问题	75	0.04	3	平面与系统图表达不一致、风管与水管等机电专业间碰撞、缺少附件等
	机电与 土建交 圈问题	17	0.5	8.5	水管穿风井、管道穿梁未预留套管、立管穿梁、消防电梯基坑排水管放置与电梯门碰撞、集水坑穿楼梯休息平台、净高超规范等
防火 卷帘	卷帘门 尺寸影 响安装	6	3	18	卷帘侧装影响车位、梁底净高不满足顶装等
图纸 问题 校核	图面表 达问题	45	0.01	0.45	图纸标注不清、各专业间修改版本不一致、平面与大样表达不一致、缺少节点大样等
小计 (万元)		157		39.95	

# BIM技术在工程机电安装中的应用

◎文 / 中铁建设集团有限公司 徐序 邓纪洲 杨雄 石鑫

**摘要:**建筑机电安装具有一定的特殊性和设计施工的复杂性,施工中科学合理地应用 BIM 技术能够有效提高机电安装的质量和工作的效率。本文主要讲述了九江市公安局项目的机电安装 BIM 应用总结,验证了 BIM 技术的优势作用,并在复杂设备用房中引入 VR、AR 技术进行精装做法确认与施工验收,为后期项目 BIM 机电创优提供了技术参考。

**关键词:**BIM 技术;机电管理;管综排布;泵房深化;BIM 出图;BIM+VR/AR

## 1 前言

工欲善其事,必先利其器;BIM 技术作为近年来广泛推广的一项信息化技术,因其具有可视化、模拟性、优化性、可出图性、协调性的功能特点,是项目施工生产的一项利器。BIM 机电管综排布、施工过程管理以及 BIM+VR/AR 等技术辅助施工应用,在机电安装精细化施工管理中有着重要的意义。

## 2 工程概况

九江市公安局项目位于九江市八里湖区,北临八里湖大道,南临永泰路与康泰路交叉口;项目建筑整体呈对称分布,4 栋裙楼分布四周拱卫主楼,工程总建筑面积为 75636.89 平方米,其中地上总建筑面积 44436.89 平方米,地下建筑面积 31200 平方米。

项目给排水专业包含给水、消防、喷淋、压力排水、压力污水、重力排水、重力污水、通气系统;暖通专业包含空调供回水、排烟、排风;电气专业包含低压桥架、消防桥架、防火桥架;共 15 类管道系统。

## 3 BIM 技术应用思路分析

### 3.1 确认 BIM 应用内容

按照中标书内容完成对 BIM 技术应用阶段进行确认,并按照 BIM 技术当前的应用目标确认施工多个阶段具体的应用内容,最终确认 BIM

技术的合理应用。

### 3.2 明确 BIM 应用主线

按照项目建设进度涉及到的时间轴线完成对 BIM 技术应用主线的确认,把项目 BIM 应用涉及到的全部内容按照相对内容完成进度时间轴相对阶段的放置,同时确认具体的应用顺序。因为当前现场施工存在的不确定性,不能完全依照设定好的计划去完成 BIM 技术合理应用的确认,所以项目要求按照实际的进度情况和生产安置提出的要求完成对 BIM 应用顺序的调整。

### 3.3 明确各阶段 BIM 数据输入及输出

本项目进行施工中需要即时把产生信息输入到建筑信息构建的模型,多个阶段收录信息精准性以及有效性会对 BIM 技术实际的应用效果产生影响,所以施工中多个阶段信息输入和输出所具备的精准性是不可忽视的。

### 3.4 明确 BIM 应用责任职能体系

为了让 BIM 技术在当前案例里可以依照预期实施去执行,以往的职能体系一定要按照项目 BIM 建筑信息模型针对本系统平日的管理工作给予确认,所以保证多个阶段涉及到的责任主体也是不可忽视的内容,BIM 实施流程图见图 1。

## 4 BIM 技术在机电管线中的应用流程

### 4.1 项目样板创建

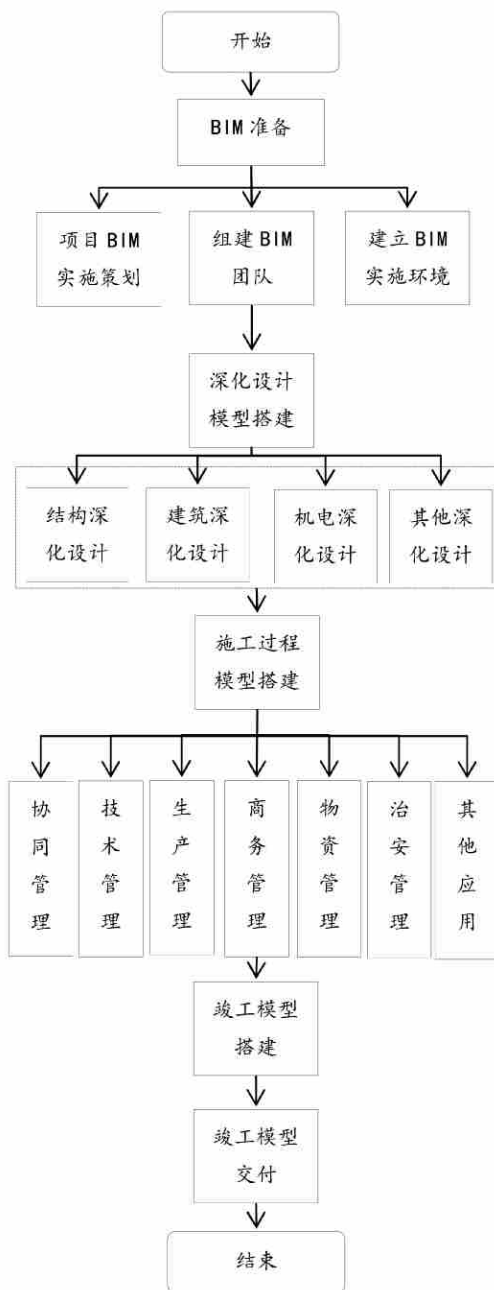


图 1 BIM 实施流程图





图 2 三维可视化模型

在完成项目图纸审查工作以后,需要由 BIM 土建工程负责人与 BIM 机电负责人结合二维图纸,完成工程模板的建造工作。不管是土建样板,还是机电样板,都要根据相同标高、轴网、项目基点要求进行建造。其中,在土建项目样板中,包含标高、轴网、族库等内容。在机电项目样板中,包含标高、轴网、专业系统、过滤器等。对于文件格式的选择,应以 .rte 格式为主。

#### 4.2 视图样板的创作

在建造土建项目样板中,涉及的类别相对较少。样板创建通常是在土建样板建造完成以后,机电负责人在项目传递平台上把土建样板标高、轴网等信息传递给机电样板,保证土建项目与机电项目使用相同样板,确保机电模型与土建模型在后期使用过程中一一对应。九江市公安局项目创建的部分三维可视化模型如图 2 所示。

#### 4.3 中心文件的创建

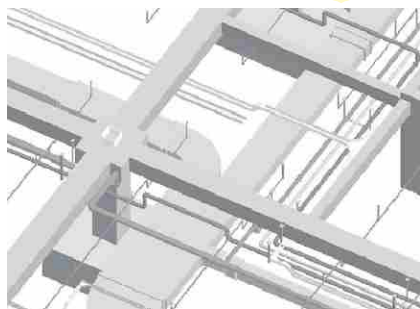
在编制中心文件的过程中,BIM 所有相关工作人员需要在相同模板文件中进行操作,结合各个工程项目的专业要求和操作流程,设定中心文件操作权限,同时细化工作范畴。在此情况下,各个专业都要独立完成本职工作,并且在汇总过程中,把完成的工作内容移交给中心文件。在此环节中,每个工作人员都能够在中心文件中寻找所需信息,关注各个成员工作情况,查看是否存在问题。

#### 4.4 工作集的使用

工作集对元素进行分组,以便显示在视图中,或对一组元素执行操作。工作集就像 CAD 中的图层,但又不仅仅是图层的含义。因为 BIM 包含了一个协同工作的概念,工作集就像各专业设计团队集中在一起作业,但又将各团队之间负责的工作进行明确的区分,以便在以后的模型拼装中,起到隔离与区分的作用。在完成中心文件创建工作以后,各个专业应该把原有 BIM 设计成果保存在新创建的模型中,通过使用副本功能,将信息传递到中心文件中(不允许直接在中心文件中操作)。在中心文件使用中,不可开启无关工作集。无权限的工作人员要想获取文件信息,需要向相关部门提交申请。

#### 4.5 模型构建

模型构建就是将各项因素输入系统软件中,变成具体的项目。这是一项比较



复杂的工作,需要结合各专业工作要求,做好分工,然后采取协同方法,利用中心文件来协助完成模型创建。在使用中心文件时,应第一时间做好保存工作,防止出现由于保存不当而造成模型未能及时保存的状况。在模型构建中,墙、梁、机电等需要提前命名,并保证命名的合理性;严格控制好各个专业模型建设的质量;做好图纸会审工作,及时找出图纸中存在的问题,这也是二维图纸审查中不能做到的。为了能够及时找出存在的问题,在机电模型建设中,需要采用插入-连接功能,把土建模型与机电模型充分连接起来。在梳理图纸前,技术人员需要对机电与土建的实际情况进行深入了解,机电技术人员应梳理各专业管道的分布情况,土建技术人员则应该梳理标高等参数。该工程变配电设备如图 3 所示。

#### 4.6 模型整合

在 Revit 软件中,能够对土建模型与机电模型采取插入-连接等方法进行整合处理,将整合以后的模型转变为 .nwc 格式,并且利用 Navisworks 平台,检查机电工程与土建工程的连接情况,最终确定管道碰撞点及管道密集区。



图 3 变配电设备

## 5 BIM 技术在机电管理中的应用

### 5.1 BIM 模型创建与辅助图纸会审

运用 Revit 软件对车库机电管线进行建模,对梁、板、柱、剪力墙、集水坑、汽车坡道等管综排布所必要的土建构件进行建模并链接进机电模型。对水泵房、风机房内部机电管道附件、机械等进行精细化建模。车库样板区 BIM 模型见图 4。建模过程中我们发现了管线标高不明确、管道系统分散、管道之间以及管道与梁柱之间碰撞、管线跨区不合理、水泵房内水管位于配电柜正上方等问题,并在图纸会审前提出了问题报告,制作出机电净高分析图。由于在 CAD 设计图纸中专业间相对位置不够直观、较多碰撞问题难以处理,因此运用 BIM 技术提前发现并优化图纸在施工中尤为必要。

### 5.2 BIM 管线综合排布

#### 5.2.1 BIM 机电管综排布原则

项目综合管线设计按照满足项目验收要求、施工方便、维修容易、避免返工、减少造价的总指导原则,在保持设计意图不变的基础上,依据施工及验收规范进行深化设计。项目施工前期对 BIM 机电管综排布原则进行了研讨,各专业管线在平面排列及标高设计发生冲突时,按以下原则进行处理:

- (1)尽量利用梁板下空间;
- (2)有压管道避让无压管道;
- (3)小管避让大管,小管造价低易安装;
- (4)附件少的管道避让附件多的管道,利于施工操作和检修;
- (5)低压管避让高压管,节省造价;
- (6)临时管线避让长久管线,以保证长久管线使用的稳定性;

- (7)各专业管线尽量错开、并排、向上、紧凑安装,留有安装检修空间。

#### 5.2.2 BIM 机电管综排布优化方案

通过对项目 BIM 模型分析发现,本项目地下室建筑标高为 -5.8m,地下车库低区(主楼投影外)地下室顶板标高为 -1.8m,板厚 250mm,板底净高 3750mm;喷头设置标高 3650mm(喷头溅水盘距

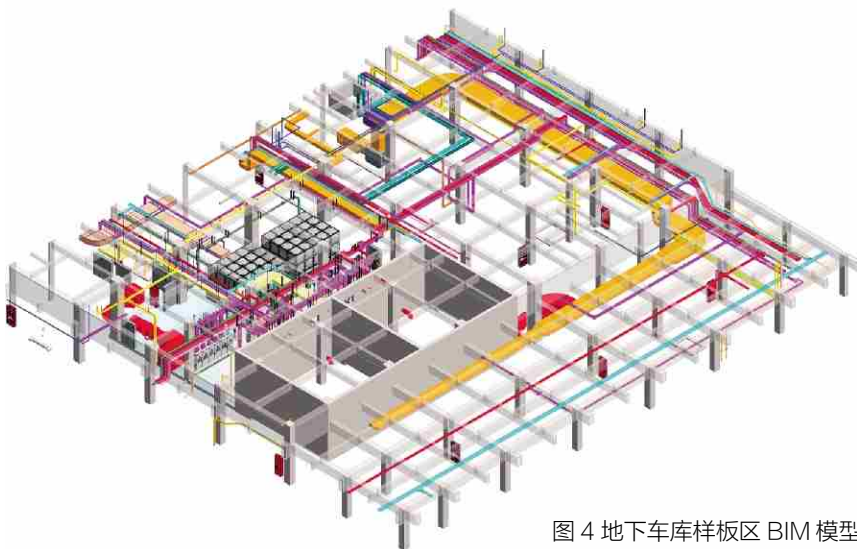


图 4 地下车库样板区 BIM 模型

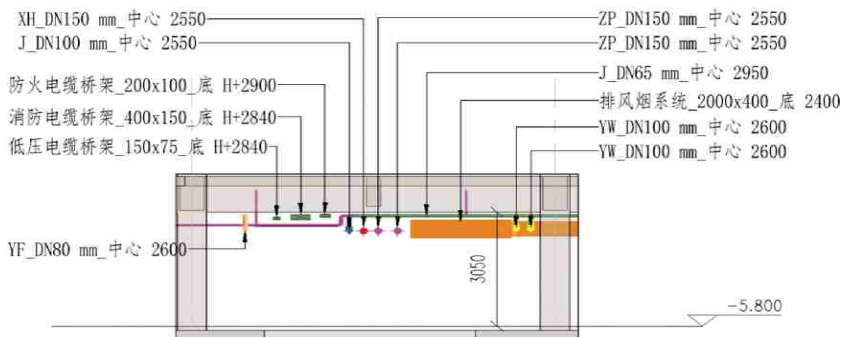


图 5 低区 BIM 管综剖面图

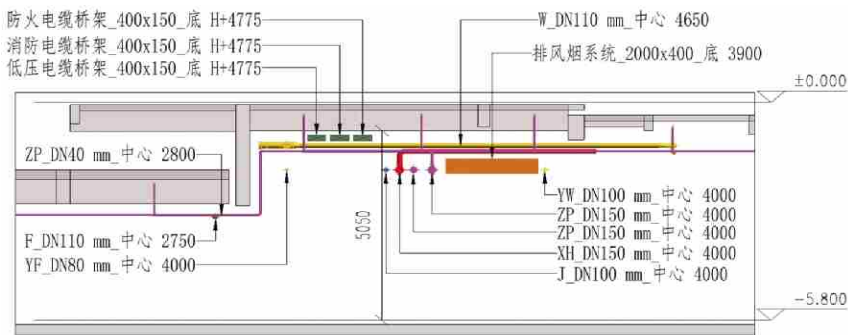


图 6 高区 BIM 管综剖面图

离顶板 75~150mm)。最大梁高度为 1000mm,梁底净高为 3m,排烟风管厚度最大为 500mm,最大桥架厚度为 200mm;对上述系统进行 BIM 建模分析决定,桥架贴梁底敷设,风管贴桥架支架底敷设,水管与风管同层敷设,遇风管转弯,具体排布方案见图 5。

地下车库高区(主楼投影内)顶板标高为 -0.05m,板厚 160mm,板底净高

5590mm,喷头高度 5490mm。最大排烟风管厚度为 500mm,最大桥架厚度为 200mm,最大梁底净高为 5.05 m;对上述系统进行 BIM 建模分析决定,桥架贴梁底敷设,喷淋支管贴桥架下皮敷设,风管贴喷淋支管敷设,水管与风管同层敷设,遇风管转弯;具体排布方案见图 6。

泵房是项目施工的重点,本项目水泵房是消防泵房与生活泵房共用。管综排布



过程中提前规避了水泵房原始设计图纸不合理的相关问题,在模型中加入了公司相关创优做法,并出具详细的平面、设备基础定位、剖面、轴侧等 BIM 图纸,方便项目水泵房创优施工,其中消防泵房 BIM 轴测图见图 7。

### 5.3 BIM 机电出图、交底、安装

导出 BIM 管综图、单专业图、剖面及轴侧图,辅助以手机轻量化模型,使项目管理人员以及施工班组能够方便查看整体管综方案;运用 BIM+VR 技术能够从多个视角直观展示,精装方案见图 8,为后期项目创优施工提供了模拟深化依据,将 VR 全景链接制作成二维码能够方便方案的交底与储存。

由于项目分包较多,对于 BIM 综合支吊架无法确认由哪家队伍施工的问题。项目经过研究,首先制作出综合支架样板确定施工标准,然后积极协调消防、给排水、暖通、桥架等分包队伍根据合同比例对综合支架进行分配,每个队伍进行一定施工段的综合支架制作安装并据实结算。运用综合支架起到了节约工期成本、提升观感效果的作用。

### 5.4 现场施工验收及问题反馈

#### 5.4.1 BIM+AR 辅助施工验收

AR 技术是一种增强现实技术,通过上传 BIM 模型到一见 AR 施工助手平台,将虚拟 BIM 模型与现实空间叠加显示,提升人们的感官体验。在泵房施工过程中运用 AR 技术对施工现场进行复核,能够提前检查预留信息,演示 BIM 方案在项目现场施工的落地性,检查安装过程中的偏差度,并能据此对方案进行及时调整。

#### 5.4.2 现场施工反馈

经过对现场的实施跟踪,我们发现运用 BIM 机电管综排布能够提前解决较多施工问题,但仍有一些情况需要重点关注。如部分施工现场条件与 BIM 模型存在误差,在施工前期如果不提前进行土建施工条件复核,可能导致需要修改 BIM 方案的情况,建议在做 BIM 管综排布的时候,要考虑一定的空间富裕。对于有坡

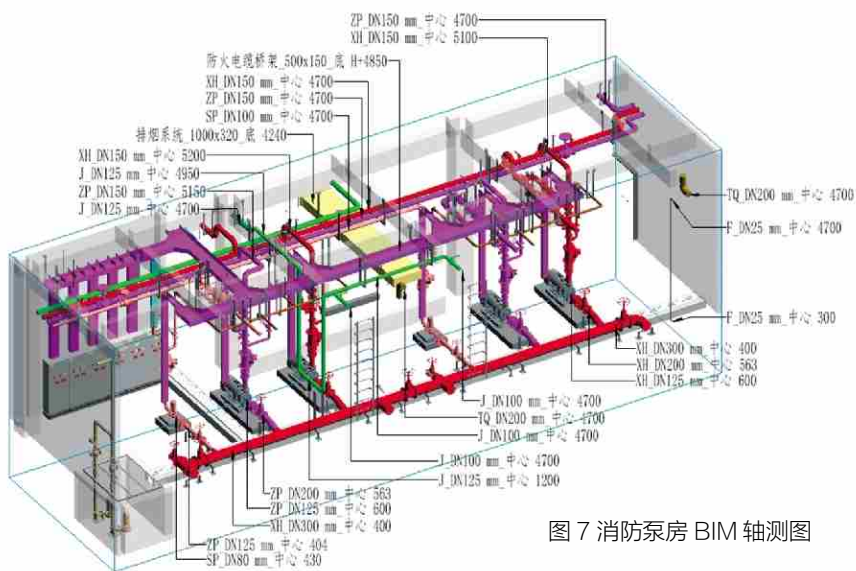


图 7 消防泵房 BIM 轴测图



图 8 水泵房 BIM 精装修方案

度要求的管线,采用 Revit 建模时候一般不绘制坡度,但是一定要考虑坡度对于净高的影响。

## 6 结束语

(1) 前期对 BIM 管综方案进行的多方面研讨确认,过程安装中运用多种软件技术辅助施工,对各专业分包队伍积极协调管理等均为 BIM 方案落地的重要因素。

(2) 项目通过对车库进行整体 BIM 管综方案排布,能够提前模拟优化施工方案,节省项目施工工期,提升项目机电安装的观感,在工程建设项目中具有较强的推广意义。

(3) BIM+VR/AR 技术在车库水泵房中的探索使得 BIM 方案能够以第一人称视角与现场实际环境进行交互、叠加,对项目可视化交底和施工验收帮助较大,在工程项目中具有较为广阔的发展前景。

# BIM技术在施工安全中的应用

◎文 / 常晓博 程洪彬 关兵辉 王广康

**摘要:** 本文通过分析塔吊、爬架施工的要求,结合 BIM 技术的直观性对具体施工做专业性指导,总结两者结合应用时产生的优势。

**关键词:** BIM 塔吊防碰撞 爬架机位的设置

## 引言

随着施工要求的日益精化,对施工安全的要求也越来越高,尤其是大型机械对安全系数的要求也越来越高。BIM 技术的兴起,带动建筑行业从二维向三维空间转变,凭借三维可视化与数据集成,可以更为直观的对大型机械位置、安全性、可靠性进行更为严谨与完整的分析。



## 1. BIM 技术的应用

推行 BIM 技术应用,发挥其可视化、虚拟化、协同管理、成本和进度控制等优势,将极大地提升工程决策、规划、设计、施工和运营的管理水平,减少返工浪费,有效缩短工期,提高工程安全性,减少安全隐患的发生。随着国家对 BIM 技术的重视,积极推广 BIM 的应用,BIM 必将迎来大变革时代。对我们工程施工关系密切的

主要是三维方式的设计理念,能够使我们对于施工结果有直观的认识;以及本身自带的计算功能,能使我们了解是否通过安全性验算,对现场安全,尤其是大型机械的施工提供了更好地保证。

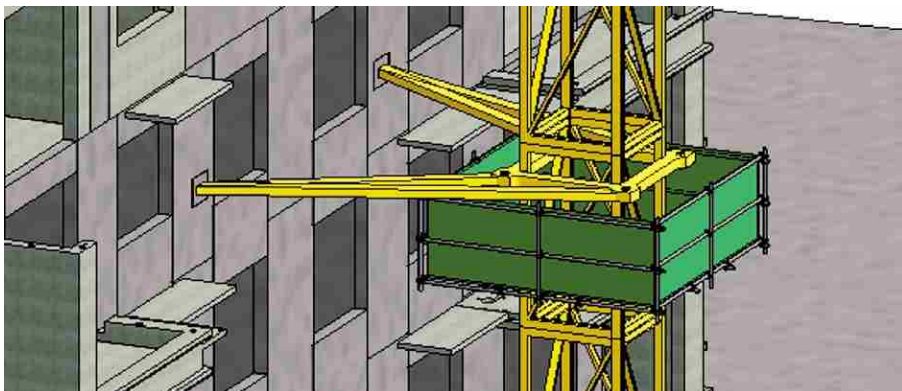
## 2. BIM 在大型机械中的应用

目前,在社会大环境下,越来越多的项目采用了铝膜+爬架的施工方式。爬架涉及到机位的选择及爬架的排版能够使

用 BIM 技术完美地呈现出来,避免与主体节点出现碰撞。同时,塔吊是施工必不可少的工具,我们要根据楼层高度及施工过程最大起重量,大臂旋转半径进行初步选择,提前做好三维规划,避免出现与建筑节点出现碰撞,保证大型机械的安全。

2.1 BIM 在布置大型机械平面布置图中的应用

在一个项目落地,进场施工后将面临







一个最重要的任务,就是绘制施工平面布置图,除了生活区的布置,就是施工现场的大型机械的位置布置,例如:塔吊、钢筋加工区、施工升降机,水电加工区,材料堆放区等等。这些大型机械的定位对后期施工有很大的影响,对于一些节点由于塔吊或施工升降机的安装造成一定的工序滞后,后期修补造成一定的困扰。

## 2.2 BIM 在机械安装方案模拟优化方面的应用

使用 BIM 软件后,对于使用平面图纸无法发现的问题,能有一个更为清晰的表现,是我们的方案设计,能够更加贴合现场实际施工的便利。在制定方案时,要考虑很多内容,各种规范。人的精力毕竟有限,容易忽略一些能避免的细小问题,从而为后续施工造成了很大的麻烦。

### 2.2.1 BIM 在塔吊位置的选择,扶墙位置的选取

塔吊位置的选取要考虑很多因素,例如:1)附着最小距离不小于 3.8 米,最大附着长度不大于 20 米。2)附着安装高度距基础距离,第一道附着 31 米,第二道附着 53.4 米,第三道附着 75.8 米,第四道附着 95.4 米,自由端高度不大于 34 米。3)大臂长度 60 米,后臂长度 12.6 米,标准节高度 2.8 米、宽度 1.8 米。4)附着安装数量 4 根,长宽不小于 20cm,采用 M30 加强国标螺栓,预埋板单耳板厚度不小于 2cm,双耳板厚度不小于 1.3cm。5)附着角度控制在  $45^{\circ}$  ~ $60^{\circ}$  之间。

根据 BIM 模型就可以很好地按照规范,建立切实可行的模型,指导现场施工。在建立模型时输入一些数据,按照标准要求数据调节塔吊位置选择合适的位置上,

最终确定塔吊及扶墙的合理位置。例如:塔吊的位置一般是建筑物南侧阳台位置,我们的扶墙位置,应避开构造柱的施工,防止出现外架、塔吊拆除后补浇构造柱的情况,这样会造成很大的安全隐患,使用 BIM 技术就可以避免出现与工序需求相违背的情况出现。在满足大型机械安全验算的前提下,最大程度上的为施工提供便利,达到我们预期的目标。

### 2.2.2 BIM 在附着式升降脚手架排版、固定导向支座点位的选择

爬架属于超危大工程,安全系数要求高,同时要符合国家规定的各种规范要求例如:1)架体结构高度不应大于 5 倍楼层高;2)架体宽度不应大于 1.2m;3)直线布置的架体支承跨度不应大于 7m,折线或曲线布置的架体,相邻两主框架支承点处架体外侧距离不得大于 5.4m;4)架体的水平悬挑长度不得大于 2m,且不得大于跨度的 1/2;5)架体全高与支承跨度的乘积不应大于  $110\text{m}^2$ ;6)当某一机位荷载超过设计值的 15%时,应采用声光形式自动报警和显示机位,当超过设计值的 30%时,应能自动停机并显示停机机位。

目前,虽这设计楼层高度的逐渐增加,使用爬架这种外架形式显得更加经济实用的外架形式,伴随出现的就是爬架机位的确定,以往都是在二维平面图上确定机位,在现场安装的时候出现与现场实际施工出现冲突的情况,利用 BIM 可以很好的解决这个矛盾,在对机位排版时能够符合国家规范要求,充分考虑到建筑物上的节点、造型、飘窗等相对薄弱的地方,如何解觉这个矛盾,就体现出 BIM 软件的优势,定好尺寸,交于爬架单位制作成品,

也为现场工人组装交底提供了便利,使工人在未进行施工前,就已经在脑海里形成模型,避免工人按照以往的施工经验造成返工或组装完成后不符合规范要求的,减少后续施工修补,真正达到降本增效的目的。

## 3. 新技术在建筑行业的应用趋势

当前,随着社会的不断进步,BIM 技术不断发展,对施工现场的要求越来越严,但目前施工现场施工人员的综合素质不高、综合型技术人才匮乏,不能在项目上很好的推动 BIM 技术在项目上的应用,虽然现在某些 BIM 软件的开发商在推广时强调其软件的简便性,但软件的操作还是需要一定专业知识与操作能力的。同时,BIM 技术在项目上推广,不能短时间内获得明显利益,造成 BIM 技术推广的困难,一些项目尝试推广使用 BIM 技术,但与现场施工人员缺少配合,不能达到预期效果,BIM 软件的应用也不能满足不同类型项目质量安全的管控措施,具有一定的单一性。

随着建筑行业的不断发展,BIM 技术将会迎来新的发展,逐步的增加相应的功能,伴随着人员素质的提升,相信 BIM 的三维空间应用将会迎来巨大的飞跃。BIM 技术的兴起只是时间问题,通过解决现场一些短期能够实现的安全验算、技术交底等降本增效的方式,推动 BIM 技术在项目的应用,实现“智慧工地”的目标。

# 湖北工程建造集团数字化升级改造研究

◎文 / 中南建筑设计院股份有限公司 肖杨雄 中国建筑第七工程局有限公司 陈佳媛

## 一、项目研究背景

### 1.1 国内外研究水平的现状和发展趋势

#### (1) 传统基于 CAD 的协同设计

传统基于 CAD 的协同设计主要是一种线性的协作流程,其核心均为对工程文件夹内图纸文件、文本文件进行一定程度的管理,并采用规定统一文件名、图层名称、图纸外参等一系列辅助方式进一步提高文件协同过程中的规范性与便捷性。采用该方式时,建筑设计过程中的各类信息仍旧分存在不同 CAD 文件内对应的图层中,各类功能的二次开发难度极大。基于 CAD 的工作模式其优点主要在于平面表达方便、制图效率高。设计与施工协同作业需设计完成 CAD 施工图后,其他参与单位才可根椐 CAD 施工图中的平、立、剖图纸综合以后解读设计信息,另外因为不同专业的工作成果实质上限于 CAD 图纸,导致不同专业的图纸汇总后难以避免“错漏碰缺”的问题。设计图纸二维图纸信息的表达不够完整,也会导致现场施工错误。

#### (2) 基于 BIM 的协同设计

目前,大多研究基于 BIM 的设计与施工协同工作模式,将整个设计环节与施工环节串联起来,实现设计阶段和施工协同阶段协同工作的信息共享及传递。(如图 1)

协同工作是 BIM 的优势,各专业、各阶段参与方可基于同一个模型“同步”开展工作,基于统一的信息标准,实现实时协同作业,区别于传统二维离散的、点对点的协同模式。在 BIM 协同作业模式下,每一位设计师的工作内容变为整体模型的一部分,各参与者基于共同的建模标准,完成整体设计

模型,各阶段参与者可“同步”开始,从设计开始就参与其中,提供建设性意见,即在设计阶段便可进行全过程的模拟预演,生产和施工阶段在设计阶段的工作基础上进行本环节各要素信息的丰富和完善,通过 BIM 实现项目过程中的综合管控。(如图 2)但目前国内建筑 BIM 应用还未真正实现 BIM 的全生命周期应用,设计到施工环节还存在一定的脱节现象,无法有效协同。BIM 模型包含建筑构件精确的几何信息和丰富的非几何(属性)信息,一个项目的全专业模型可能达到几百 MB 甚至几 GB,BIM 模型本身的

可视化表达效果也不是很好,需要借助于渲染软件进行渲染,重型的模型难以在单机上实现轻量的可视化。

#### (3) 基于元宇宙理念的协同设计

建筑工程设计涉及多专业、多团队协作作业。随着计算机和网络技术的高速发展,基于云计算支持下的协同设计可快速完成信息交互、提升协作效率,是当今设计行业技术更新的一个重要方向,也是设计技术发展的必然趋势。

为了实现基于互联网的各参与方实时在线协同交流工作可将 BIM 模型通过云平台技术(见图 3)提供给每位用户通过轻量化终端登陆个人设计工作空间,利用 NVIDIA GPU 技术,无需 BIM 模型“轻量化”,模型可继续添加建筑工程信息。实现实时建筑可视化、多维度协同创作。

### 1.2 国外研究机构对本项目的研究情况

#### (1) 微软 VR 协同设计

微软推出 SharePoint spaces,支持所有的 VR 头显,允许用户从任意角度浏览内容并与之进行交互,同时能够实时可视化和操作数据与产品模型。SharePoint spaces 包含两个重要的组



图 1 BIM 模型信息对接





图2 BIM模型信息对接

成部分:首先是通过点击式操作来简单地创建沉浸式体验。微软为用户提供了智能模板,其包含不同的环境,生效,以及丰富的纹理和照明。借助它们,用户可以添加自己的内容,包括 SharePoint 中已有的企业文件;其次,创建的沉浸式内容可以支持任何设备,如桌面浏览器,移动浏览器或头显。

这款工具无需编程知识,不再需要通过像 Unity 等 3D 引擎实现的中间步骤,用户的操作完全实时且可在数秒钟内完成。另外,控件完全基于指针,并支持所有 XR 控制器。另外,这项工具可以帮助你创建视觉上引人入胜的空间,支持任何人,任何设备。

## (2)NVIDIA Omniverse 协同设计

Omniverse 整合了 NVIDIA 在图形、仿真和 AI 领域突破,是全球首个基于 NVIDIA RTX 的 3D 仿真模拟和协作平台。该平台融合了物理和虚拟世界,能够实时模拟出细节逼真的现实世界。使设计师、艺术家和评论家能够在共享的虚拟世界中,使用各自不同的软件应用程序进行实时协作。

通过 NVIDIA Omniverse 和 NVIDIA RTX,KPF 建筑事务所实现了同步设计协作和交互式设计审核。在设计审核期间,KPF 建筑事务所依靠 Omniverse 协作环节来让其团队、客户和利益相关者能够与方案互动并进行实

时反馈。具体做法是基于 Omniverse 平台,让设计师们在同一个平台中工作。设计师们使用不同的软件应用创建模型,Omniverse Enterprise Nucleus 服务器能够同步来自不同设计应用的所有数据,并将文件转换为 USD(通用场景描述)格式。在同一个应用中查看最新内容,而不是查看来自不同团队的单独数据,Omniverse 成为了‘真实数据的唯一来源’。将内容放在一个地方可以避免从每个单独的应用中导出大文件,从而大大节省整个项目的时间。使用 Omniverse 来传输实时几何图形集,且文件不会过大。

Omniverse 还助力 KPF 建筑事务所使用 VR 和 AR 进行设计审核。AR 在未来的设计体验和决策中可以发挥强大的作用,KPF 建筑事务所把所有计算、几何和可视化工作传输至云端,让员工可以在笔记本电脑和平板电脑等设备上运行复杂的计算功能。而向云端的迁移将使得计算资源共享变得更加高效和可扩展,并使 KPF 建筑事务所能够更加灵活地升级和维护基础设施。

## (3) 游戏引擎 UE4 的 Twinmotion 协同设计

Twinmotion 是一款能够全程帮助建筑师的实时建筑可视化的工具。TW2020 将 Rhino 添加到了直连插件支持的软件包列表中,与 SketchUp Pro、Revit、ARCHICAD 和 RIKCAD 并列。只需要

点击一下就能将 Rhino 和 Grasshopper 数据同步到 Twinmotion 中,并且保留组织和层级。Twinmotion 还能够快速而方便地交换、修改和组合多种设计与 3D 模型,并且通过 VR 技术让甲方能够以完全实时沉浸的方式看到自己的设计,大大地降低了双方沟通成本,极大地提高了项目通过率。

## 1.3 国内研究机构对本项目的研究情况

国内建筑协同设计有两个分支方向:一是主要适合于大型公建,复杂结构的三维 BIM 协同,二是主要适合普通建筑及住宅的二维 CAD 协同。

目前,国内在整个建筑工程设计行业内,CAD 和 BIM 协同设计的普及率及协同程度都还比较低,标准也尚不完善。2020 年由中国勘察设计协会启动协同设计标准立项、中国建筑标准设计研究院有限公司和深圳市四方智源科技有限公司共同主编的《协同设计技术标准》已完成编制总体说明。

国内 BLC360 社团陈光推动,基于元宇宙理念的开元协同设计正处于前期研究阶段,建筑界领军企业也正式开始尝试,我们处于国内首批尝试企业。

## 二、该领域的现状和存在问题

- ①正向协同设计在方案阶段推行难;
- ②建筑设计软件对电脑性能要求高,

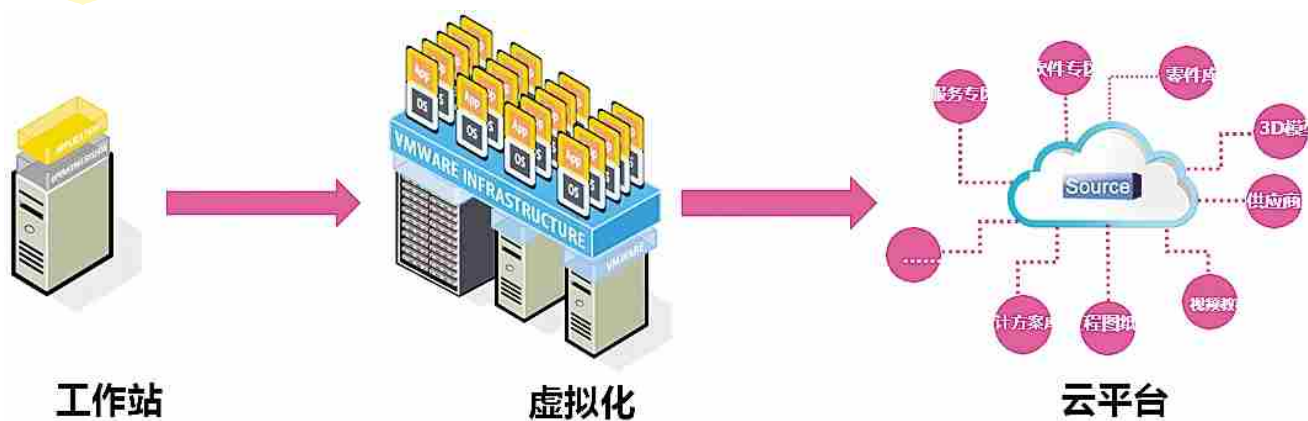


图3 云平台技术架构

现有云端协同平台不能满足对 GPU 算力要求高的计算、渲染场景的应用需求;

③不同专业设计软件多样,而现有以 revit 为主的工具软件,没能很好解决多源数据流转的问题,束缚了设计应用。

#### 2.1 研究必要性

①契合数字化转型升级发展战略,积累元宇宙建筑设计经验,奠定行业领先地位;

②要全面实施正向设计,首先要实现全员 3D 协同设计,本成果探索了基于 Omniverse 的 3D 实时协同设计;探索了 3D 成果 BIM 化技术,给公司全面实施正向设计工作提供了技术路径和参照样本。

#### 2.2 主要技术路线和建设方式

技术路线:原型测试,验证技术可行性→实际项目与传统协同方法同步测试→总结制定工作流程与标准→实际项目测试→迭代改进。

建设方式:采用多单位合作实证研究模式。湖北工程建造集团牵头,负责实际项目测试、反馈和流程标准制定;湖北工业大学 BIM 工程研究中心负责原型测试和技术验证;兴和云提供虚拟云桌面支持;英伟达共提供 NVIDIA Omniverse 企业版和技术支持。

#### 2.3 创新点、预期成果

基于新一代超算云服务平台,攻克了 GPU 集群共享关键技术,形成了软硬一体化设计云平台解决方案。融合 omniverse 和 GPU 集群共享技术,形成了一套 3D、BIM 混合的协同设计工作模式整体解决方案,可实现全员正向 BIM

设计。

### 三、项目成果对该现状和技术发展的作用(意义)

Omniverse 创新性地打通了跨行业跨软件应用的开发与制作流程,本成果的实现会形成一套基于 Omniverse 的建筑设计阶段高效 3D 协同工作模式以及施工图设计阶段高效 BIM 协同工作模式,把全员正向 BIM 设计落到实处。具体作用与意义如下:

建筑设计团队愈发需要在设计期间开展高效协作,并在渲染作业中加快迭代速度,并且对准确仿真和逼真度的期望也越来越高。当团队分散在各地时,这些需求可能会变得越发难以满足。

团队无需准备数据或抽取模型,便能轻松制作物理级准确的精美视觉效果。尝试将 Omniverse 更加广泛和深刻地应用到公司业务当中,进而创造长远的商业价值,提高创作效率,将渲染时间从几小时缩短至几秒钟。

目前建筑设计领域,传统的三维设计制作流程需要从基础的建模开始,再进行材质贴图、灯光、渲染到最后再出图等,往往有很多专门的部门和角色负责人,比如建模师、动画师、灯光师、特效师、渲染师等等,需要按照流程的顺序先后分工协作,用不同的专业应用程序导出不同格式的文件数据,再互相传阅到下一个步骤,最后出成品。如果某个环节突然要修改,则有可能导致整个流程重来。

NVIDIA Omniverse 是一个开放式平台,专为虚拟协作和实时真实仿真而构建。NVIDIA 推出的 Omniverse 平台既可以解决数据传输问题,还可以统一应用软件格式,让建筑师、工程师和开发人员可以展开不同地点地协同设计,这大大地提高了设计的效率。

### 四、理论(技术)研究

#### 1)技术现状和不足

目前主要有基于 CAD 的二维设计协同和基于 BIM 的设计协同两种工作方式;这两种方式都很难满足设计团队跨软件协作、高品质渲染和快速交流设计的需求。

#### 2)研究思路、技术路线及研究内容

研究思路:引入一个革新产品——跨行业跨软件、超写实物理仿真的实时协作平台 Omniverse;引入一个革新技术——高性能显卡 GPU 集群算力共享技术;把这两个新技术和现有的 CAD、BIM 协同工作模式融合,形成新的协同工作模式,大幅提升设计沟通效能,全员普及 3D+BIM 的非破坏性数字化设计工作流。

技术路线:搭建高性能显卡 GPU 集群共享的本地局域网协同设计云平台环境,利用 Omniverse 作为实时合模、渲染和仿真的协同设计平台,先测试各专业常用软件和 Omniverse 的联动功能,再测试多专业多软件和 Omniverse 的联动功能,再测试 3D+BIM 的非破坏性数字化设计工作流。制定协同工作流程、和阶段成果交付标准、实施指南,并在项目中应



用,最后迭代改进、推广应用。

研究内容:平台环境维度——针对建筑设计过程中各专业各环节对算力的不平衡需求,研究性价比高、安全稳定、易用的云端协同设计环境配置方案;软件维度——研究各专业常用设计软件与 omniverse 之间的协同方法、优势和局限;流程维度——针对协同设计中的不同阶段不同专业多源数据流转难题,研究基于元宇宙理念的非破坏 BIM 协同设计工作流;标准维度——聚焦协同工作效率,研究全过程各环节协同设计交付标准和工作标准。

### 3) 成果预期应用前景

本成果可以实现不同 3D 设计软件的协同设计,实现沉浸式交互体验,解决目前正向 BIM 解决方案在方案前期设计中的局限;融合现有 3D、BIM 工作方式,实现演进式、非破坏工作流,大幅提升数字化设计效能。同时,本成果采用的 GPU 共享技术、设计软件虚拟化应用技术,实现了集中管理、远程协同设计。这两项成果如在全院推广,将有力促进我院数字化设计与管理水平上台阶,产生明显的经济效益和社会效益。

#### 4.1 示范应用

##### 1) 示范工程

选取建筑面积 1 万平方米左右的实际建筑设计工程作为协同平台的示范工程,总结协同平台在示范工程应用中的技术问题和收获。

##### 2) 预期技术指标

实现多专业不同软件、多参与方在云平台上的协同。

##### 3) 预期示范效应

在示范工程的方案投标、对业主的成果汇报、设计交底等工作中,协同效率显著提高、项目可视化效果大幅度提升。

#### 4.2 主要技术难点

##### 1) 技术研究难点

难点:方案阶段以 3D 协同为主,初步设计和施工图阶段以 BIM 协同为主,各专业形成的 3D 成果如何转化为 BIM 成果并快速出图,实现全过程全员正向 BIM 设计是行业公认技术难点。

解决思路:拟引入 bricscad 产品作为 3D 成果到 BIM 成果的转化工具,或开

发插件解决。

##### 2) 开发及试点应用预期技术难点

难点:omniverse 对显卡要求很高,英伟达推出了 omniverse cloud 云计算服务,以减少用户对本地电脑显卡性能的依赖;考虑到数据安全可控,国内项目数据不宜放在国外服务器上,我们面临云计算服务和数据安全两难问题。

解决思路:设置本地服务器保障数据安全,本课题合作单位兴和云公司有能力攻克 GPU 集群共享关键技术,降低设备投入成本,新的解决方案可实现人均投入硬件设备成本不高于现有人均投入。

##### 3) 示范过程预期困难

难点:主要困难在于设计师的习惯不容易改变,如习惯了本地单机工作不习惯基于云平台设计。

解决思路:在技术测试阶段,留存能体现新工作方式优势的数据、视频证据,在示范应用前做好宣传工作、培训工作。

## 五、项目研究拟采用的技术路线的详细说明

### 5.1 基于超算云的一体化协同平台环境搭建

测试阶段,在合作单位兴和云公司仙桃电信机房部署数块高性能英伟达显卡,运用公司 GPU 集群共享核心技术,搭建新一代超算云服务协同设计平台。平台上安装部署 omniverse 以及常用设计软

件,通过软件虚拟化技术,可以远程实现各专业软件和 omniverse 之间的协同工作测试。项目应用示范阶段,则在我院局域网上部署超算云的一体化协同平台。

### 5.2 基于 omniverse 的 AEC 主流工具软件测试和全过程 BIM 设计协同工作流测试

测试工作以合作单位为主,具体测试内容有:

① 建筑结构水电暖、景观、室内各专业设计软件虚拟化应用测试;

② 现有以 revit 为协同设计核心软件的 BIM 工作流在云端一体化协同平台上的应用测试;

③ sketchup、rhino、revit、3dsmax 等常用设计软件与 omniverse 协同测试;

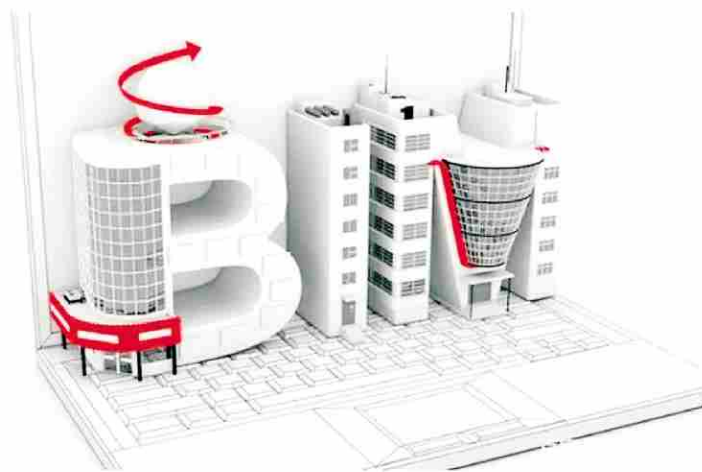
④ omniverse 暂时不直接读取的其他设计软件,通过 revit 或 3dsmax,在 omniverse 中合模、渲染与仿真测试;

⑤ 测试效果图公司提供的 3dsmax 3D 成果 BIM 化的技术;测试设计师提供的 sketchup、rhino 3D 成果 BIM 化技术;

⑥ 模拟不同阶段设计师和业主进行设计沟通的场景,测试基于 omniverse 的沟通展示交底技术。

### 5.3 协同设计方案与工作标准制定

根据测试反馈结果,构建基于云端一体化协同平台的 3D+BIM 的协同设计整体解决方案,并对各阶段各环节各专业的



工作流程、工作标准、交付标准进行梳理规范,形成能落地指导的实施文件。

#### 5.4 项目应用示范

选择一个本项目负责人牵头的项目,全过程全专业应用新的协同设计方法。项目应用示范前做好项目组人员宣传培训、工作,过程中跟踪辅导、迭代反馈,完善工作标准。

## 六、理论研究和试验内容与项目总目标的因果关系

①要实现远程协同设计,首先需要搭建远程协同设计环境,即需要研究软件虚拟化部署技术;

②建筑设计软件对显卡性能、CPU 等要求高,一般云桌面技术不能满足建筑行业需求,研发高性能显卡 GPU 集群共享技术,可以在满足使用的前提下大幅减少人均硬件投资成本,有利于落地推广;

③对 Omniverse 在建筑设计领域的表现进行研究与测试,把 Omniverse 纳入到我们设计工作流程中来,可提高协同创作效率、和业主的沟通决策效率。

④研究 3D 模型 BIM 化的技术,不改变现有工作习惯,扫清了正向 BIM 设计

实施的障碍;(效果图公司的 3dsmax 成果,如遵循一定建模规则,其成果也可以 BIM 化,则将是一大突破)

⑤引入新的技术,必然会导致流程重组,研究新技术新流程下的工作标准、交付标准有利于推广应用。

## 七、预期目标

预期目标 1: 不同专业不同软件在 NVIDIA Omniverse 上协同设计,解决现有 BIM 解决方案统一平台统一软件难的问题,大幅降低协同难度,大幅提升协同效率。

预期目标 2: 利用 NVIDIA Omniverse 实现游戏级别的体验,提升向业主传达设计意图的能力;增强与施工方、材料补品产品供应商的协同工作能力;促进数字孪生建筑的建设能力。

#### 7.1 创新点

创新点 1: 融合 omniverse 和 GPU 集群共享技术,形成了一套 3D、BIM 混合的协同设计工作模式整体解决方案,可实现全员正向 BIM 设计。

创新点 2: 基于新一代超算云服务平台,攻克了 GPU 集群共享关键技术,形

成了集图形图像加速、协同设计共享、数据安全管控的软硬一体化设计云平台解决方案。

#### 7.2 主要经济指标

项目完成后 1-3 年内预期经济效益,如成果产业化数量、经济效益,节能减排、降本增效,以及社会民生发展等指标。(条目式填写)

项目完成后 1-3 年内,公司内推广基于元宇宙理念的 BIM 设计协同方法,在重要项目的方案投标、施工图设计、咨询项目等环节中提高协同工作的效率和质量。在公司全技术部门、全专业范围内推广,降本增效。

#### 7.3 试点应用指标

(1)建筑面积 1 万平方米左右的实际设计工程;

(2)设计阶段应用基于元宇宙理念的 BIM 设计协同方法;

(3)建设方、设计方、施工方共同参与;

(4)建筑、结构、给排水、暖通、电气、装修等专业参与;

(5)可视化展示、方案汇报、远程会议、协同设计、设计交底、仿真模拟等具体应用。

## 会刊 2023 年第 3 期专题策划约稿 深化工程领域改革,促进全咨业务高质量发展

全过程工程咨询指项目全生命周期工程管理咨询服务,它是国际上一种较成熟和先进的项目管理模式。2017 年国务院办公厅出台了《关于促进建筑业持续健康发展的意见》(国办发[2017]19 号文),要求加快推行 EPC 与全过程工程咨询模式。随后,全国各地开始了紧锣密鼓的全咨试点,两年试点期结束后,积累了大量成果经验。紧接着国家发展改革委、住房城乡建设部出台《关于推进全过程工程咨询服务发展的指导意见》(发改投资规[2019]515 号)要求各地发改、建设部门大力推进全过程工程咨询,实现建设工程高质量发展,标志

着全过程工程咨询工作在全国范围正式推行。

为加快推进我市建筑业转型升级和高质量发展,《武汉建筑业》杂志 2023 年第 3 期专题策划确定为“深化工程领域改革,促进全咨业务高质量发展”。请各会员单位围绕主题,认真思考,探索总结全咨业务推行以来的实施路径、成功经验、不足和教训,思考未来发展的前景并提出建议。具体要求如下:

1. 契合主题,1000-3000 字左右为宜,最多不超过 5000 字;
2. 内容原创,文责自负;
3. 配图要求自行提供,与文稿内容

相关,图片清晰,像素高;

4. 2023 年 3 月 18 日前投稿;

5. 文末留下作者的联系方式、通讯地址及邮编;

6. 投稿联系人及联系方式:

封面人物、封底工程、专题策划、行业论坛及会员之家:陶凯,电话 18672937026,邮箱 13389662@qq.com 或 whjzyxhyx@163.com。

文苑、光影世界:韩冰,电话 18171464909,邮箱 807606404@qq.com

武汉建讯(会员新闻):李霞欣,电话 15172399524,邮箱 506907881@qq.com



# 为什么要开展战略中期评估与修编

◎文 / 科思顿企业管理咨询(上海)有限公司合伙人 郭刚

2022年初突然爆发的俄乌战争硝烟未散,年底奥密克戎又以排山倒海的气势席卷全国。2022年注定是不平凡的一年,活下去成为很多建筑企业的纲领。2023年是“十四五”的中坚之年,也是广大建筑企业开展战略中期评估和修编的时间。企业需要对当初制定的战略规划进行重新审视,也需要对发展目标进行修正调整。面对复杂多变的外部环境,我们需要保持战略方向大致正确,强化执行,在调整中推动战略落地。开展战略中期评估与修编,需要围绕三个关键词:对比、评估和改进。

## 一、纵向和横向对比战略规划实施情况

对比战略规划实施情况不仅需要关注财务指标的达成率,也需要关注包括市场布局、人才队伍、科技创新、资质建设等在内的综合指标达成情况。对比不仅是和自己比,也要和行业比以及和标杆比。通过全面的纵向和横向对比,清醒判断自身的发展成绩,为战略规划修编提供基础。

根据国家统计局数据,2022年我国建筑业实现新签合同36.6万亿元,实现总产值31.2万亿元,新签合同和总产值都取得了同比增长6.4%的成绩。不过,在经济下行、地产暴雷影响下,建筑业发展和前些年相比已经放缓。2016到2021年期间,建筑业新签合同年均增长率10.1%,总产值年均增长8.7%。

中长期来看,建筑业发展放缓是必然。2022年,我国常住人口城镇化率已达65.2%。根据发达国家例如美国、日本的城镇化进程经验,城镇化率超过65%后建筑业发展增速下降,而城镇化率超过75%后建筑业相关投资面临下滑。伴随着我国步入后城镇化时代,我国建筑业还有增长空间,但发展增速将逐步下降。

2022年对于很多建筑企业是艰难的一年,但是对于头部企业而言仍是突飞猛进的一年。从2018年起,八大建筑央企的新签合同市场占有率快速提升,强者恒强的“马太效应”在宏观经济调整背景下表现得更加突出。2022年前三季度,八大建筑央企新签合同已占建筑业的42.5%,市场占有率再创新高。根据发达国家建筑业发展经验,头部企业市场集中度

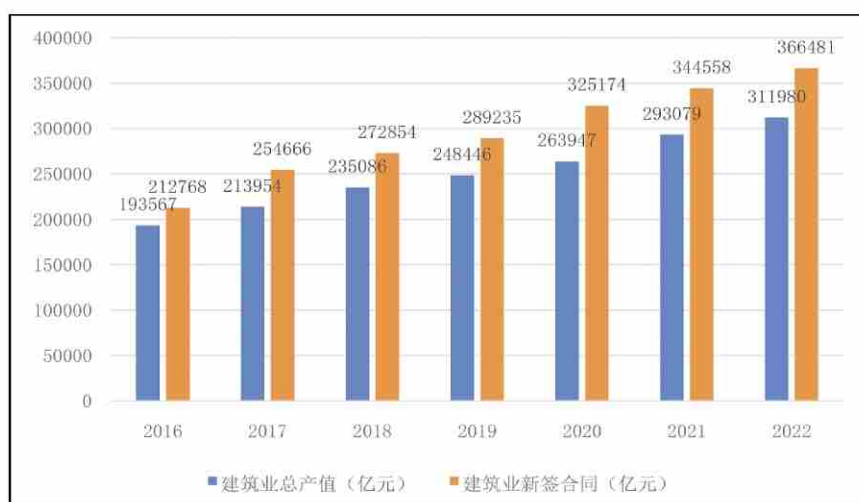


图1: 2016到2022年建筑业经营情况

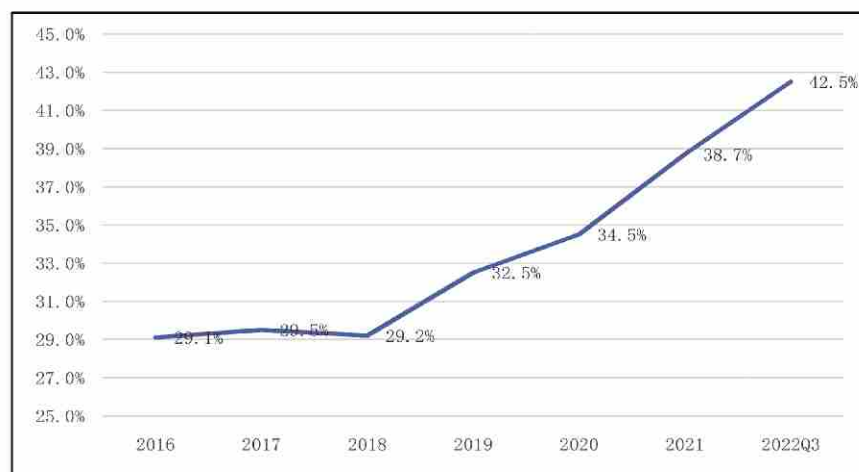


图2: 八大建筑央企新签合同市场占有率

度会经历快速上升而后缓慢下降的变化过程。缓慢下降更多出现在城镇化进程后期,随着本土大型新建基础设施需求的大量减少,基础设施更新改造和小型建设需求会促进市场的分散。

## 二、内外评估能力建设和环境变化情况

在对比战略规划实施情况的同时,对内需要评估能力建设情况,对外需要评估

环境变化情况。通过内部和外部评估相结合,为战略规划修编提供输入。

能力建设评估需要重点关注企业自身发展带来的一系列变化。根据科思顿企业核心竞争力模型,建筑企业核心竞争力包括战略管理、组织体制、人才队伍、科技创新、市场营销、项目管理等六大方面,全面覆盖建筑企业价值链的各主要环节。如果说对比侧重于量化分析,评估则更多是定性评价。通过能力建设评估,判断企业的战略适应能力和核心竞争力建设成效。

环境变化评估需要分析当前宏观环境、行业环境、区域和业务市场环境的变化情况,并对未来投资和竞争环境做出趋势判断,以此审视战略规划的适用性以及战略规划修编的可行性。

2022年,面对复杂严峻的国内外形势和多重超预期因素冲击,国民经济顶住压力持续恢复。根据国家统计局初步核算,2022年实现国内生产总值121万亿元,同比增长3.0%。2022年,三驾马车对于经济增长的贡献发生明显变化。2021年,消费是我国经济增长的主要动能,对经济增长贡献率为65.4%;投资对经济增长贡献率为13.7%;净出口对经济增长贡献率为20.9%。2022年,消费对经济增长贡献率为32.8%;投资对GDP的贡献度明显上升,对经济增长贡献率为50.1%。

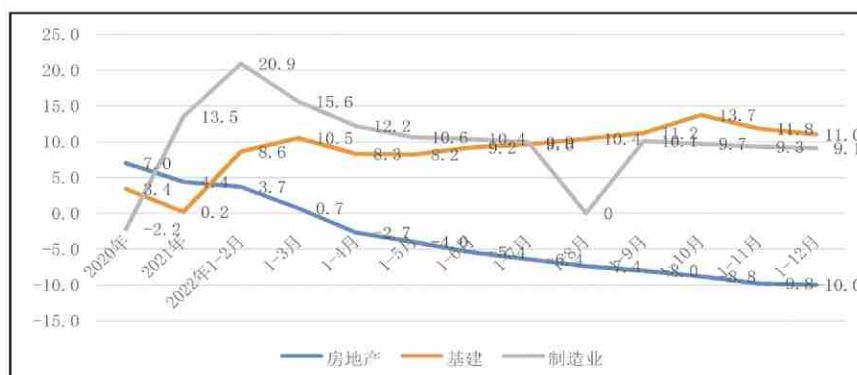


图3: 2022年固定资产投资三大领域同比增速

2022年,全国固定资产投资(不含农户)57.2万亿元,同比增长5.1%。投资领域分化明显。房地产投资下滑10.0%;制造业投资增长9.1%;基础设施投资大幅增长11.0%,成为稳经济的主要抓手。

二十大开启了中国式现代化的新征程。二十大报告指出,高质量发展是首要任务,推动高质量发展,必须依靠科技、人才和创新。对于基础设施,二十大报告把基础设施定位于建设现代化产业体系的重点之一,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。”同时,二十大报告在推动高质量发展的其他重点任务包括全面推进乡村振兴、促进区域协调发展、推进高水平对外开放等章节都提到了基础设施建设的要求。二十大报告保持了加强基础设施建

设的基调,基础设施建设从托底经济的工具转变为扩大内需、保障国家安全的基础,中长期发展空间可期。从基础设施各细分领域来看,传统基础设施提质,新型基础设施增速,安全基础设施加量。预计2023年我国基础设施投资仍旧保持高强度,增速在8%左右。

对于房地产,二十大报告中在健全社会保障体系章节中提出“坚持房子是用来住的、不是用来炒的定位,加快建立多主体供给、多渠道保障、租购并举的住房制度。”在坚持“房住不炒”政策下,房地产将进入市场归市场、保障归保障的“住房双轨制”时代,即在房价高企的一二线城市兼顾市场化商品住宅供应与保障性住房建设,满足不同收入人群的需求;而三四线及更低能级城市以市场化供应为主、保

### 传统基础设施提质

- 从总量上看,以铁公基为代表的传统基础设施建设投资预计保持平稳增长,更注重质的提升,主要是存量更新改造以及补短板。
- 预计“十四五”期间铁路投资仍保持在8000亿元左右。公路投资“十四五”期间仍旧保持平稳增长,但传统公路建设已经接近顶峰,未来以改扩建为主。在城乡建设领域,建设重点从新建城镇逐步转向城市更新(包括老旧小区改造、市政基础设施补短板等)、县城建设和乡村振兴。

### 新型基础设施增速

- 狭义新型基础设施包括特高压、轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、5G、人工智能、工业互联网这七大领域,广义新型基础设施则包括信息基础设施(大数据中心等)、融合基础设施(传统基础设施智慧化改造等)、创新基础设施(科研基地等)这三大类别。
- 狭义新型基础设施七大领域投资总量约占整体基础设施建设的10%左右,年均增速预计在15%左右。广义新型基础设施建设方面,智慧交通、智慧水利、智慧城市等智慧化建设正在全面推开并逐步深入,以传统基础设施智慧化改造为代表的融合基础设施具备更大的发展前景。

### 安全基础设施加量

- 二十大报告中指出“积极稳妥推进碳达峰碳中和。加快规划建设新型能源体系,确保能源安全。”以风电、光电为代表的新能源建设投资已经占到电源建设投资的近60%,未来10年年均增速为8.5%。抽水蓄能中长期规划落地,2030年装机规划达到1.2亿千瓦,未来10年年均增速为15%。
- 水利建设对于保障我国防洪安全、供水安全、粮食安全、生态安全及能源安全具备重要作用。“十四五”期间水利建设投资继续延续高景气。伴随着长江大保护、黄河生态治理上升为国家战略,水生态、水环境建设投资将持续上升。

图4:基础设施投资展望



障性住房建设为辅。房地产行业进入新的发展阶段。从房地产投资区域看,区域发展分化明显,经济强大和人口流入地区发展潜力更好。从房地产投资产品看,商品住宅投资比例将减少,政府和产业投资领域有长期增长潜力。预计 2023 年下半年房地产行业企稳复苏,全年投资增速在 4% 左右。

### 三、从思维、业务、活力三方面寻求改进

在分析和评估基础上寻求改进是战略中期评估与修编的目标。

首先需要改进思维。一是摒弃增长思维。过去 20 年,我国建筑企业没有经历过大的周期,2008 年、2015 年两次房地产行业的调整是昙花一现,让人产生了“狼不会来”的错觉。2022 年,很多建筑企业要缩表瘦身。企业领导者要调整过去的增长思维,从做规模转向提能力,从粗放型增长转向精细化运营,经过危机的洗礼企业才会更具韧性。二是完善战略思维。建筑企业所处的内外环境已经发生深刻变化,战略不再是画延长线,需要摒弃思维惯性,摆脱路径依赖,通过创新思考、系统学习、对标交流等方法持续探索企业高质量发展的路径。三是调整经营思维。建筑企业未来的竞争一定是能力的竞争,企业需要从营销驱动转向产品驱动,只有专业,才能创造价值、留住客户。市场营销上需要从摘桃子转向种树,扎实做好区域深



图 5: 建筑业结构展望

耕和客户关系管理,努力成为客户的长期合作伙伴,企业才有未来。

其次需要改进业务。一是找准定位。未来建筑业结构可能会分化为四个层次,综合产业集团、工程公司、工程咨询公司以及专业公司,分别定位于做生态、做产品、做环节和做支撑。建筑企业需要根据自身的资源和能力情况找准定位,做自己最擅长的事,专注才能专业。在定位清晰的基础上,以解决客户痛点为出发点,整合内外资源,加强协同,追求共赢。二是防控风险。2022 年的地产暴雷拖垮了一批建筑企业。2023 年的中央企业考核从“两利四率”调整为“一利五率”,增加了净资产收益率和营业现金比率两个新指标,也是为了更好地体现业务经营质量和风险防控要求。建筑企业在新时期需要高度重视标准化和内控体系建设,在提升运营效益的同时规避业务风险。三是投资未来。

我国建筑业正在向智能建造转型升级,人才和技术是企业持续发展的根本。有质量的活下去不是一味收缩,事关未来的人才培育和技术创新需要坚决持续投入。

第三需要改进活力。我们正处于一个高度不确定性的时代,战略方向只能大致正确,企业必须充满活力,高活力的组织在面临行业变化时具有更强的韧性。根据科思顿组织活力模型,可以从生产力、创新力、成长力、领导力、凝聚力五方面来评价企业活力。如何改进企业活力?一是共启愿景。优秀的企业都是胸怀大志,只有建立了明确的愿景,才能够激发成长力。战略规划的设计和修编便是一项形成愿景的重要工作,需要通过广泛讨论、形成共识才能让其真正落地。二是开放合作。故步自封的组织都是活力不足的。无论是业务开展还是管理提升,企业都需要保持开放心态,对外加强学习,对内兼听则明,提高创新力。在开放的基础上加强企业内外合作,提高生产力。三是保持压力。保持压力就是保持企业发展的动力。通过适度的压力设计,破除组织的惰性,促进生产力的提升。四是动态管理。动态管理不仅体现在对组织的调整上,也体现在员工的使用上。通过组织调整为员工提供更多更大的发展平台,通过员工岗位调整在流动中实现对员工的赋能,有助于领导力和凝聚力的提升。

VUCA 时代,黑天鹅事件仍将层出不穷,谁也无法预见未来。面对高度的不确定性,企业唯有保持定力、修炼内功,方能坦然拥抱变化,促进企业穿越周期、持续发展。

评价维度	评价指标
生产力	<ul style="list-style-type: none"> <li>净利润率</li> <li>人均合同</li> <li>人均营业收入</li> </ul>
创新力	<ul style="list-style-type: none"> <li>创新投入</li> <li>创新成果数量和质量</li> <li>创新成果市场转化成绩</li> </ul>
成长力	<ul style="list-style-type: none"> <li>业务增长速度</li> <li>“四新”(新客户、新市场、新业务、新模式)的开拓</li> <li>人才成长空间</li> </ul>
领导力	<ul style="list-style-type: none"> <li>核心骨干队伍的梯队建设</li> <li>组织结构的权责利统一</li> <li>激励约束机制的有效性</li> </ul>
凝聚力	<ul style="list-style-type: none"> <li>骨干人才流失率</li> <li>核心价值观认同度</li> <li>业务内部协同度</li> </ul>

图 6: 科思顿组织活力模型

# 建筑企业数字化转型的四个方向

◎文 / 科思顿企业管理咨询(上海)有限公司合伙人 包顺东

党的二十大报告指出,加快发展数字经济,促进数字经济和实体经济深度融合。数字化转型已经成为中国建筑业增长的新动能,全面推进企业数字化转型是建筑业高质量发展的内在要求。从实践的角度讲,建筑企业数字化转型主要包括管理数字化、生态数字化、生产数字化、数字化业务四个方向。

## 一、管理数字化

管理数字化是建筑企业 ERP 系统的升级版,通过大数据技术对企业管理过程进行仿真模拟、实时监测分析,进而实现自我控制和智能决策,提升企业建筑企业管理水平、提升管理效益、控制风险、提升客户满意度。

从管理角度来看,管理数据化实际上是企业管理标准成果的线上化,实现无文本管理。管理标准化包括管理制度化、制度流程化、流程表单化。而管理数字化的过程就是将管理表单形成信息化、进而形成数字化以及智能化。

当然,实际上数字化与标准化是相互促进的,数字化技术对管理标准化,特别是组织和流程的影响也是巨大的。建筑企业在大量积累工程管理的数据库基础上,形成“大数据池”,通过大数据可赋能技术、工程、成控、物资等业务部门,将企业转型为大后台小前端的平台型组织。技术部门根据数字中台积累的技术方案库,完成深化设计、施工组织方案以及技术方案的选择;物资部门从数据池中分析合格供应商的材料品类、供应能力、材料价格的历史数据,并结合各项目的施工进度及物资需求计划,从而确定项目物资采购计划。数据中台能够让企业更多地能力沉淀在企业,企业会承担更多的项目的施工方案策划、合约规划等重要决策,进一步提升企业的集约化管理水平。在不久的将来,建筑市场竞争格局将会改变,未来竞争不再是单个项目的竞争,更多的是组织竞争。

当前,建筑企业推行管理数字化应重点解决标准化以及数据治理两个难题。

### 1、标准化方面

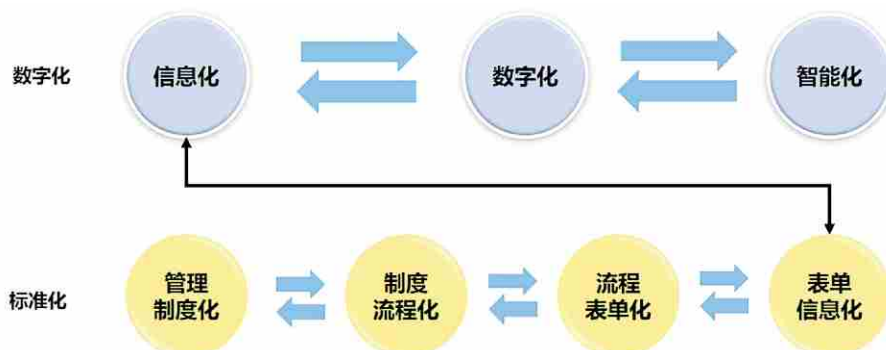


图 1: 管理标准化与管理数字化的关系

要想数字发挥价值,就务必要精准采集有效的数据,有效的数据来源于有价值的行为和活动。而什么是有价值的行为和活动,这就需要树立“标准”。建筑企业目前在商业模式、组织体系、市场营销、项目履约、施工现场等方面的“标准化程度”与数字化技术的契合度不高,大大削弱了大数据的价值发挥。一是商业模式标准化不足。商业模式不固化,导致管控的要点不清晰、业务运营的重点不明确,这种情况下,利用数字化提升管理就失去了目标和靶子。二是组织体系的标准化不足。纵向上,组织各层级的职责没有贯穿、打通,有些职责可能在总部有人负责,到分公司就找不到人负责,或者有些职责在分公司有人负责,在总部就找不到对口部门了。横向上,各分子公司规模大小不一致、管理方式不一致、组织架构不一致、部门设置不一致、岗位设计不一致。这种情况下,通过统一模块开发出来的数字化系统无法满足这么多的“个性化”需求。三是市场营销的标准化不足。大多数建筑企业立体化的市场营销体系尚未建立,市场营销的商务能力弱,需求挖掘的深度不足,客户开发和维护的粘性弱。在这种情况下,即便上了数字化系统,数字化系统也无法做到利用大数据对客户进行分析、进而深度挖

掘需求信息、开拓客户,保障签约数据和质量。四是项目管理的标准化不足。公司管理项目没有统一的标准,项目部管现场没有统一的标准,项目管理的各条线存在大量的交叉、冲突,接口的标准不统一。这种情况下,推行数字化,导致关键数据抓取不到,或者数据填写不真实,存在人为造假问题。五是施工现场的标准不足。对于建筑企业而言,现场才是企业的第一战场,也是“信息”的源头,所以施工现场的标准化不足,导致“信息”采集的效率不高、大量信息失真。因此,标准化是建筑企业推行数字化的前提条件,只有“标准”程度达到了数字化要求的颗粒度,数字化技术的巨大效益才能正在发挥。

### 2、数据治理方面

建筑企业存在大量填报数据现象,违背“数出一源”原则,数据无法真实、准确、及时传递,导致数字化运作“徒有其表”,更谈不上“大数据”的挖掘与应用。而数字不真实的原因有两个,一个是建筑企业有多套账,项目部有项目的一套账、公司有一套账、报税有报税的一套账、提供给行业主管部门的又是一套账。另一个原因是通过人工采集数据,数据填报的随意性较大。另外,数字篱严重。由于部门之间分条线的管理惯性,导致建筑企业众多



管理系统林立,系统不贯通,数据转换难、数据集成、数据交互难,没有实现管理协同、提质增效。经营数据、商务数据、工程技术数据以及财务数据的贯通是建筑企业数字贯通的关键。因此,建筑企业开展数字化转型,数据治理是关键,通过构建“数据创建、数据存储、数字迁移、数字使用、数字停用”等全生命管理机制和措施,采集有价值的数据,形成数据资产,才能发挥“大数据”价值。

## 二、生态数字化

原重庆市长黄奇帆在 2021 年中国数字建筑峰会上提出以客户需求为出发点和归宿点,打通上下游企业,实现信息协同与产业效率升级是建筑企业数字化的关键要求。这里的产业效率升级就是生态数字化的价值所在。数字化不仅能提升组织内部运行的效率,也能提升企业与企业之间合作效率,通过建筑业 + 数字化的方式,大幅度改进目前建筑业专业与专业割裂、企业与企业割裂的现状。

生态数字化目前主要有三种应用场景。一是实现多方的协同作业,二是供应链服务,三是工程机械检测服务。

### 1、实现多方的协同作业

通过数字技术将建造过程标准化及数字化,并通过云服务将建筑生态中的行业管理部门、建设企业、设计院、材料和劳务供应商链接到一起,一方面,数字化技



术明确定义了建造的内容、技术标准、时间、质量标准,提升了各方协同的工作效率和质量,另一方面为建设方、供应商创造更多服务。在深圳平安金融中心机电总承包项目中,中建三局通过对整个项目价值链进行整合进而提供统筹化的服务,从深化设计到物料报审,从现场施工到检查验收,为整个项目提供了全方位、多通道的品质管理。设立深化设计、BIM、科技三大技术核心,全面统筹管控机电分包单位的图纸、模型及一切技术类相关工作;严格审核各类专项方案、规范物资报审要求;在现场施工中,机电专业间协调,机电与建筑结构和精装修的配合是机电总包的核心工作;编制整体机电施工计划,积极与土建和装饰单位沟通,严控机电施工工作面的移交节点。针对超高层垂直运输

紧张,设备吊装难度大的特点,机电总包组建垂直运输小组,对机电各类物资编排吊运计划并排专人督促实施。所有大型设备如冷却塔、板换、配电柜等均由机电总包统一安排吊运,既为分包提供服务,又大大提高了吊运的效率和安全性。

### 2、供应链服务

数字化的供应链服务实际上是一个 B2B 的服务平台。大型建筑企业或第三方公司提供工程物资采购和供应链服务平台越来越多。供应链服务一方面提升了物资采购的透明度,实现了采购过程的可控;另一方面为建筑企业寻找供应商提供便捷性。再者,供应链服务为建筑上下游企业提供供应链金融融资创造了可能性。例如筑材网是国内首创基于信用交易的建筑行业 B2B 电子商务平台。致力于提高交易透明度、降低交易风险、提高交易效率,为企业增信、降低融资成本和资金风险等提供有效数据支持,为建筑企业提供材料资源、采购、交易、支付的平台。目前入驻供应商达 5.4 万家,线上招标项目达 11.4 万,签约金额 1299 亿元,提供融资 26 亿元。

### 3、工程机械检测服务

工程设备检测服务目前在建筑企业应用比较广,它是利用大数据和通信技术实时检测工程机械运行状态,并根据分析结果提供风险预警、维修提示等服务。Uptake 被公认为该领域的标杆创业公司。它创立于 2012 年,其公司运营的逻辑是平台 + 应用,它主张通过工业物联网的数据分析,实现高效的资产性能和运营



效率的提升，提供的方案也是平台加应用。在平台层，不仅提供相应工业的基础能力，也提供 AI 和机器学习引擎，把算法变成目录和订阅的方式以快速实现数据分析，并在上面实现快速应用编译和部署，最后形成应用和行业解决方案。应用主要有两类，一类是通过数据科学、人工智能的方式实现资产性能的提升，另一个是通过提升资产性能来提升运营效率，据统计，通过购买 Uptake 的服务，每年每辆机车节省 14 万美元，配置机车时间可缩短一小时。

### 三、生产数字化

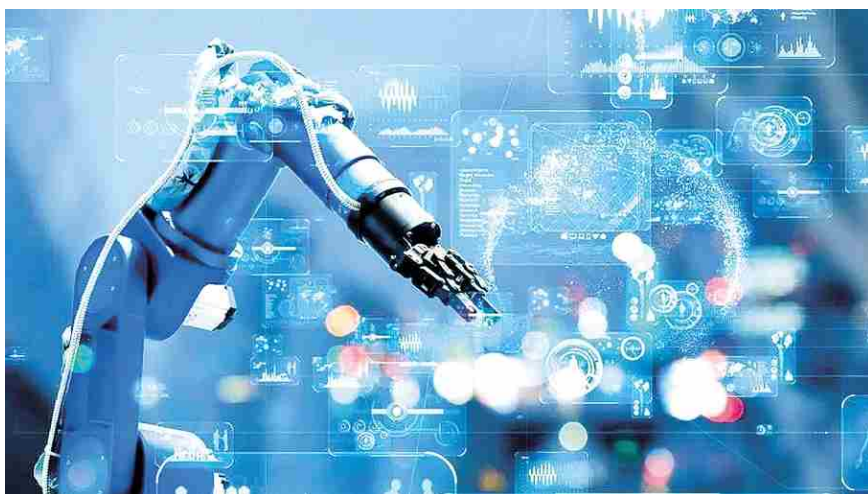
生产数字化是指利用 BIM、GIS、大数据等数字化技术，将其与现有生产过程进行深度结合及应用，以提高生产的质量与效率。具体地说，生产数字化主要发生在三个场景：第一个场景是利用 BIM 技术实现工程项目的虚拟建造；第二个场景是以虚拟建造为基础，实现构件的工业智能生产；第三个场景是将数字建造形成的数据输送到施工现场，指导现场生产活动，同时运用物联网、AI 等技术采集现场施工的信息，即智慧工地。

#### 1、虚拟建造

虚拟建造(BIM)是生产数字化的关键场景，通过虚拟建造，对建筑产品进行仿真，从而实现建造过程的虚拟现实，改变工程建造方式和流程。虚拟建造(BI 主要做两方面的工作，一方面是设计深化和专项技术方案，B1M 在结构深化和机电深化、场地布置、脚手架设计等方面已经取得很广泛的应用；另一方面是施工策划，在设计深化的基础上，利用 BIM5D 技术完成施工场地布置、施工计划、资源计划的整合，完成数字化的施工组织设计。

#### 2、工业化智能生产

建筑业“十四五”规划明确指出在建筑业与先进制造业、新一代信息技术深度融合发展方面有着巨大的潜力与发展空间，并将“加快智能建造与新型建筑工业化协同发展”作为首要任务进行阐述。智能建造与建筑工业化协同融合能更快速地推进工程建造方式变革。智能建造是利用 BIM 和云计算、大数据、物联网、移动



互联网、人工智能等信息技术，结合先进的精益建造项目管理理论方法，形成以数字技术驱动的行业业务战略。随着智能建造的推广，规模化定制交付工业级品质产品成为可能，部品部件生产机器人、施工机器人以及运维机器人将会大量的投入使用。

#### 3、智慧工地

智慧工地，是根据虚拟建造的方案，去指挥现场的每一个劳务工人完成工作，并且运用大量的物联网设备，采集现场作业数据，包括人、机、料、环的数据，生产、质量、安全的数据，也包括模型信息量使用的数据。最后将这些现场数据与云端建造的数据进行比对，为进一步决策提供数据支撑。例如，通过手机端 APP，可以让每个劳务工人看到今天要做什么工作、什么样的方案、要达到什么样的质量标准。通过智能安全帽可以收集工人每天的工作信息，比如说考勤、工效分析、安全预警等。另外还有深基坑、高支模的物联网监测等，随着智慧工地的普及，这些都将变得常规化。

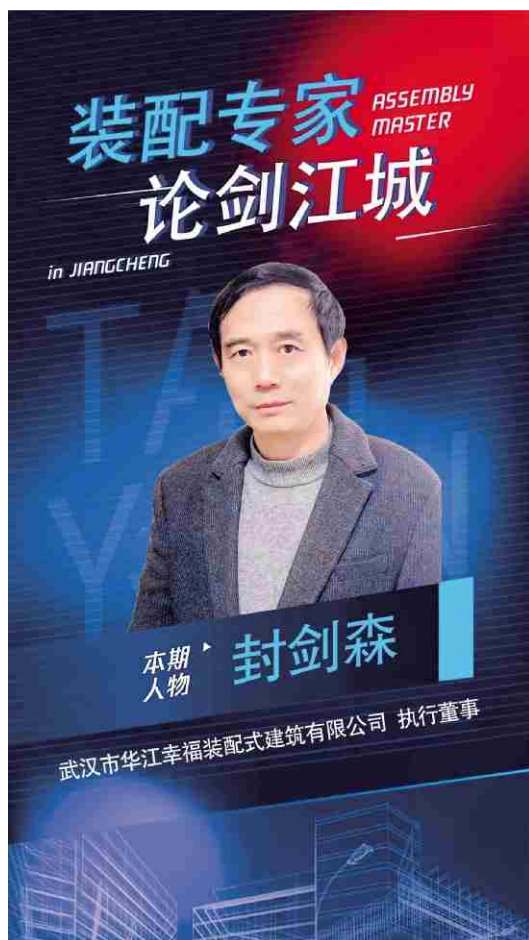
### 四、数字化业务

数字化业务是传统建筑产品数字化需求，通过数字化技术，赋能建筑产品新功能，从而打造企业新的业务增长点。很多建筑企业将数字化业务打造作为“十四五”规划的重要内容。例如中国建筑将数字产业作为新兴业务培育发展，未来重点

打造智慧业务。中国建筑将抢抓国家推行城市楼宇、公共空间、地下管网等“一张图”数字化管理和城市运行一网统管机遇，积极对接各省市 CIM 平台；以市场需求为导向，以核心技术为支撑，整合并购数字科技企业，打造“智慧城市、智慧建筑、智慧园区、智慧路桥、智慧管廊、智慧工地”等新产品；创建具有中建特色的“智慧”体系，为投资建设运营提供系统解决方案。

在企业实践层面，上海城建开始数字化业务的探索已有 10 多年，以 BIM 咨询为主。上海城建在抓住二维图纸转为三维设计的行业机会，对外开展 BIM 咨询业务。以上海市城建信息科技有限公司为经营单位，为业主提供制定标准、选择工具、确定流程、进行 BIM 培训等服务。到 2021 年数字化业务的人员规模达到 220 人、营业收入约为 2 亿元。在开展 BIM 咨询的同时，上海城建正在积极打造更多数字化业务。2017 年，城建集团组织了智慧交通公司，开展智慧交通业务。智慧交通业务目前已有软件支撑，以做可实施方案为主，现正和外部软件开发合作无人驾驶项目。未来计划新成立两家公司做智慧管网、智慧停车业务。新成立的智慧停车公司将采用投建营一体化模式，由城建信息提供运营平台并负责配备所有业务点需要的相关软件，依托城建集团内新规划的停车场项目进行研发，培育好产品后再去市场上进行复制。





## 专家简介

封剑森:武汉市华江幸福装配式建筑有限公司执行董事

中国科技产业促进会标准化工作委员会专家委员

国家技术标准创新基地(建筑工程)装配式建筑专业委员会委员

高级工程师、国家一级注册建造师。

## 主要贡献

主编国标、CECS 标准、行标、省标各 1 部,参编国标 1 部、CECS 标准 2 部、行标 1 部、省标 4 部;

获得授权专利 35 件,其中作为第一发明人,获授权发明专利 1 件、实用新型 17 件;作为其他发明人,获授权发明专利 6 件、实用新型 12 件;

发表 EI 论文 1 篇,在《硅酸盐通讯》(北大核心)发表论文 2 篇,《东南大学学报》(南大核心)发表论文 1 篇,在其它核心期刊发表论文 5 篇;

编写江苏省住建厅编著、东南大学出版社出版《装配式混凝土建筑构件预制与安装技术》著作 1 部;

主持编写国家住房和城乡建设部“十四五”规划教材《装配式混凝土建筑应用构件制作技术》一部;

主持江苏省重点科技研发计划(产业前瞻与共性关键技术)项目 1 项及参与江苏省重点科技研发计划(面)项目 1 项,主持江苏省住建厅科技项目 1 项;主持湖北省建设科技计划项目 1 项,主持武汉市城建局科技计划项目 2 项;

荣获江苏省扬州市科技进步一等奖。

## 专家见解

装配式建筑在我国建筑业急需转型升级的内因和国家大力支持推广的外因共同作用下,经过了多年的发展,取得了不少成绩,也产生了很多问题。尤其是叠加“碳达峰、碳中和”、“高质量发展”、“智能制造与新型工业化”等新元素,又恰逢经济下行、疫情反扑的“戴维斯双击”,建筑业和房地产低迷成为必然,装配式建筑发展也进入了瓶颈期。

最近武汉市 15 家部委联合发布的“武汉建规(2022)2 号”体现了政府对装配式建筑产业的支持和呵护,是一个纲领性的指导文件,但也需要全行业相关部门及企业的积极响应和共同行动,一起走出目前困境。个人管见:

### 1. 培育扩大市场覆盖,做大增量市场

政府和国有企业投资项目、医院、学校等公益性公共建筑,机场、车站、商场等大型公共建筑以及工业建筑、市政基础设施工程、地铁隧道围护结构、城市道路人行道、管网、高架路桥、综合管廊、水利建设项目采用装配式方式建造,建立目标考核和检查制度。

### 2. 信息发布,舆情引导

政府相关部门和行业协会团体经常组织政策解读和信息宣传活动,涵盖全产业链的设计、制造、施工、监理、质检等各环节,使整个行业形成共识和共鸣。

### 3. 严格质控体系

完善装配式建筑标准体系,严格构件和部品部件生产工艺的质量保证体系的监督和管控,响应政府关于建筑品质与质量发展的转型战略,满足人民群众对于舒适型高品质建筑的实际需求。

### 4. 行业自律

靠降低品质、低价竞争只会形成“劣币驱逐良币”,不利于行业发展。这就要求全行业各方建立自律信条,政府相关部门有序引导、加强质量检查,建立品质零容忍制度,监督行业动向,引领行业健康发展。

### 5. 科技创新

加大科技研发力度,建立跨领域跨行业协同创新体系,激发企业创新活力,促进科技成果转化应用,让创新成为引领产业发展的第一动力。加快新型建筑工业化与高端制造业深度融合,搭建建筑产业互联网平台,推进智能建造技术发展。

# “面对挑战，必须把自己摆进去”

——记中铁十一局四公司保定大水系项目经理王文波

◎文 / 张路路 郑传海

11月9日，河北省保定市政府给中铁十一局集团有限公司发来的感谢信中称，由该集团四公司参与承建的保定市大水系建设项目，严格按照市政府、业主及总包部相关工作部署，紧盯“5.15完成涉水工程”和“8.31完成赛道工程”节点目标，通过劳动竞赛等形式，快速推进工程进度，保质保量地完成了各节点目标，赢得了业主及相关各方的认可。面对当地政府的赞誉，项目经理王文波坦然地说，面对挑战，必须把自己摆进去，拼搏进取，奋勇争先！

该公司保定大水系项目负责施工的1标段，线路总长4.823公里，主要施工任务有风谷智慧休闲公园、西堤带状公园、3座拆除新建桥梁、2座景观提升桥梁、1座水坝和4.823公里堤顶路、水利、水生态、景观工程等。原计划工期2年，最终仅用了8个月就顺利完成了各项工程任务。

今年2月上场以来，面对工期紧、任务重、疫情和其它不利因素叠加的影响，王文波率领项目团队，充分发挥党组织的战斗堡垒作用和党员的模范带头作用，科学组织，坚持以劳动竞赛为抓手，不断丰富劳动竞赛内容和形式，各种形式的劳动竞赛一环紧扣一环，现场施工不断掀起新高潮，优质、安全、快速地完成了各项施工任务。

## 拼搏进取，首先要把自己摆进去

保定大水系项目上场后，王文波经过对现场情况仔细摸排后，对项目员工进行动员教育时说，从表面上看，保定大水系工程事关当地宜居城市建设，是一项民生工程。从保定所处的战略位置和生态责任看，保定大水系工程位于白洋淀上游府河水系，关系着千年大计的绿色雄安、生态雄安新区建设。也就是说，保定大水系工程就是生态环境综合治理，有效实现流域综合治理，建成水清、河畅、景美的生态环城水系，确保府河水系清澈干净地流向白洋淀。在确保安全和质量的前提下，必须昼夜突击往前赶，施工进度越快越好。

动员大会一结束，他就安排办公室起草劳动竞赛通知，要充分体现顽强拼搏、勇争第一的铁军精神，施工现场就是项目领导班子和各部室的办公室，现场施工必须24小时不间断。项目管理服务团队要以靠前服务、零距离服务、第一时间服务和优质服务，确保现场指挥零失误、施工零误工、作业零返工。以“三零”换“三保”（即保安全、保质量、保节点），以“四以”（即以天保周，以周保旬，以旬保月，以月保季）保提前完工。

王文波对项目团队是那样要求的，自己更是以身作则，率先垂范。在水系工程清淤、景观桥和水坝施工以及其它分项工程关键时刻，他始终24小时坚守在工地，发现问题随时处理。2月的保定大水系施工现场，到处还是寒冷刺骨，到了凌晨两

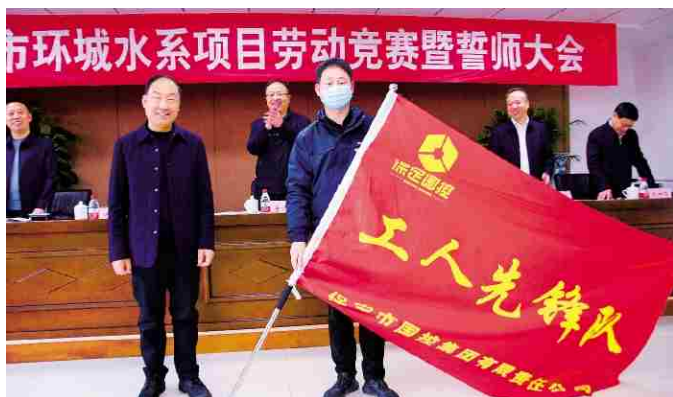


2022年9月17日，中铁十一局四公司保定大水系项目部在吊装人行钢桥。（张路路摄）



2022年9月27日拍摄的由中铁十一局四公司承建的保定大水系西堤带状公园的两个篮球场（张路路摄）





2022年3月10日，在保定市召开的保定大水系工程劳动竞赛启动仪式上，王文波从有关领导手中接过“工人先锋队”的授旗。（张路路供图）



2022年8月27日，项目经理王文波在现场与监理单位技术人员探讨如何优化施工方案和工艺，进一步提高工程质量和施工效率。（张路路摄）

点，最低气温降到零下10℃以下，王文波白天在现场坐镇指挥，晚上披着一件军大衣，在工地来回巡察，实在是瞌睡撑不住了，就在工地指挥车里打个盹。为了把回项目部吃饭的时间节省下来，他索性让办公室给自己买了十几箱方便面，放在工地指挥车里，饿了就用水泡一包方便面，就这样，一坚持就是30多天。

### 用好激励工具，一周一汇总一周兑现奖励

长期在一线从事隧道施工管理的王文波深知，越是任务艰巨、挑战极限的时候，劳动竞赛是最好的“激励工具”，而用好这个激励工具往往能起到事半功倍的效果。

今年3月10日至4月30日，项目部组织开展第一阶段劳动竞赛的时候，王文波提出，将考核奖励办法从原来的“秋后算账”，改为每天汇总、每天通报、每周按统计通报情况，下达考核奖罚文件。借此实现以天保周，以周保旬，以旬保月，以月保季，如期实现每个节点目标。

在此基础上，又分别设立了河道1、2、3推进组和后勤保障组，按照划定的区域范围，靠前服务，破解难题，随时随地地做好零距离、零时限服务，并依据节点时限，同奖同罚，把不同节点完成任务和优化服务考核情况，与年中和年底考核联系起来。竞赛考核办法修改后，竞赛的激励效能发挥到了最佳，管段内工程进展真正做到了一天一个样。

在王文波带领下，历经8个月，保定大水系项目1标成功完成了水利工程河道治

理4.823公里、赛道（堤顶路）工程4.823公里和路基绿化种植任务。风谷智慧公园，西堤带状公园工程的园路、广场、停车场和专业廊道、多功能球场、弈棋空间、健身器械等基础设施，以及观鸟盒钢结构、2#驿站主体钢结构和廊架钢结构工程基本完成，每天前来健身锻炼、休闲娱乐的百姓络绎不绝。在绵延数公里的保定大水系工程河道两岸的一座座单体圆场，犹如藏在公园里的“健身打卡地”，在当地百姓心中，这种绿动融合的人文乐园，正是不同年龄段百姓日常运动健身、休闲娱乐的好处去。

### 把单体优势，集成为项目团队竞进优势

从组织第一阶段竞赛开始，到整个工程基本收尾，不同形式、不同主题的劳动竞赛过程中，党团员和青年技术骨干始终是竞赛的中间力量，在一环紧扣一环的竞赛中充分发挥了共产党员的模范带头作用、工人先锋号的典型示范、青年突击队的冲锋陷阵作用和专业骨干能工巧将作用。

竞赛考核期间，除了坚持实行安全一

票否决，同时还把工期目标、质量目标、信誉目标、防疫目标、环保目标等纳入考核体系，其中有一项目标不达标的小组里的党员先锋岗、工人先锋号和青年突击队，不能授予先进称号和推荐参加上级组织的表彰，有一项目标不达标的小组，不能授予相应的红旗责任区、先锋岗（工人先锋号）和突击队。

项目部党工委、工（会）委和团支部命名的各个组织和先锋岗、（工人先锋）号、（青年突击）队，你追我赶，比拼着干，全部优质快速地完成了各自承担的施工任务和明确的各项目标。在半年多时间里，先后2次成功举办了全线现场观摩和经验交流会；在全标段绿化带评比中取得第一名；在总承包部组织的九月份“质量月”评比活动中，被授予“先进组织单位”称号；在二、三季度信用评价中，分别取得了第二名、第一名的成绩；在中铁十一局集团四公司60多个项目部参加的“大干60天，完成产值35亿元”、“奋战50天，完成产值30亿元”劳动竞赛中，保定大水系项目部分别获得了二等奖和优秀奖。



当地百姓和小孩在中铁十一局四公司承建的西堤带状公园—松鼠主题游乐场玩耍。（张路路摄）

# 以赛促学,推动党的二十大精神入脑入心

——中铁大桥局党校举办学习党的二十大精神知识竞赛

◎文 / 中铁大桥局集团有限公司 晏维华



党的二十大报告科学擘画了全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴的宏伟蓝图,全面部署了新时代新征程经济社会发展和党的建设一系列大政方针和重点任务,具有极强的思想性、战略性、前瞻性、指导性,激励着全党全国各族人民砥砺奋进、勇往直前,朝着实现第二个百年奋斗目标奋勇前进。

为持续掀起学习、宣传、贯彻党的二十大精神热潮,营造“比学赶超”的学习氛围,中铁大桥局党校于2023年1月17日举办了“学报告 悟思想 开新局”学习贯彻党的二十大精神答题竞赛活动,旨在以赛促学,推动党的二十大精神入脑入心,努力使党的二十大精神在党校校园落地生根、开花结果,让精神之花绽放美丽校园。

比赛题目由必答题、共答题、抢答题、风险题四种题型组成,竞赛内容重点围绕党的二十大精神中的新观点、新论断、新思想,同时融入企业改革发展相关知识,集思想性、知识性、专业性于一体,内容全面、重点突出。题目由易到难分层次、分阶段,对参赛人员的学习成果、临场应变能力和团队协作精神进行了综合考察。来自中铁大桥局党校机关三个支部的16名党员组成4支代表队展开激烈角逐。

赛场上,4支队伍都做了充分准备,参赛队员密切配合、踊跃作答。必答题、共答题环节选手们发挥稳定、对答如流,抢

答题环节不仅考验选手对党的二十大精神报告的熟悉程度,还是勇气和运气的比拼,每次抢答都扣人心弦,风险题更是对选手心理的考验,每一次选择都至关重要,比赛过程紧张激烈、精彩纷呈,引得现场观众掌声和喝彩声不断,充分展现了党校员工扎实的理论功底和精诚团结、勇争一流的团队协作精神。经过个人必答、小组共答、团队抢答等比赛环节,最终决出一等奖一名,二等奖一名,优胜奖二名。第四组参赛选手魏静获得最佳风采选手奖。

赛后,中铁大桥局党校机关党委书记、管理研究院常务副院长刘洪程对本次活动进行总结,希望大家以本次知识竞赛活动为契机,以赛促学,以学促行,持续深化学习成果,自觉把思想和行动统一到党的二十大精神上来,在深学中悟原理、明方向,在细悟中找答案、谋对策,在笃行中长本领、练作风,切实把党的二十大精神贯彻落实到党校(管理研究院)工作各方面全过程,为推进企业高质量发展贡献力量。

一要在学深悟透上下功夫。比赛只是起点,学习没有终点,深入学习宣传贯彻党的二十大精神是我们企业党校的使命所在、责任所在、未来所在,需科学谋划、精心组织、统筹安排。要原原本本学、逐字逐句学,学懂弄通、全面领会报告精神内涵和核心要义,在学习过程中感悟思想伟力,汲取前行力量。

二要在学结合上下功夫。要制定详细培训方案,把学习宣传贯彻党的二十大精神与党校各类培训班的具体课程结合起来,把学习党的二十大精神纳入干部培训、党员教育“必修课”,切实把党的二十大精神真正落实到党校教学培训和管理研究的具体工作中。

三要在学形式上下功夫。要采取送课下基层、支部“三会一课”、主题党日活动、邀请宣讲团等多种方式,持续学、深入学、反复学,真正让党的二十大精神进校园、进课堂、进基层,切实推动党的二十大精神入脑入心、落实落地、见行见效。

四要在课题研究上下功夫。要按照集团公司《关于征集“学习宣传贯彻党的二十大精神”党建思想政治工作和管理工作研究成果的通知》要求,紧紧围绕党的二十大精神确定重点研究选题,组织开展理论研究,力争推出一批理论水平高、实际应用强、转化效果好的优秀研究成果,为企业高质量发展提供坚实的智力支持和思想保证。

五要在能力提升上下功夫。要紧密围绕党校中心工作、企业改革及生产经营实际,深入理解全面把握二十大报告的深刻内涵,把党的二十大精神切实转化为提升教学研究水平和管理研究能力的强大动能,转化为“开启党校事业新征程、服务企业高质量发展”的生动实践。



# 数智化转型与行业实践探索

◎文 / 中冶南方工程技术有限公司 陈晨

中冶南方以习近平新时代中国特色社会主义思想,以及党的十九大会议精神为指引,认真贯彻落实中冶集团总体部署,持续强化战略定力,在世纪疫情和百年变局相互叠加的背景下,奋力推进“市场开拓再突破、管理水平再提升”,着力增强市场竞争能力、全流程项目管控能力、国际化发展能力,全面深化“3+N”业务协同发展,综合竞争力、发展驱动力、社会影响力不断提升,圆满完成了“三五”战略发展目标,彰显出企业发展的强大韧性和蓬勃生机。2021年,中冶南方全面开启“四五”战略规划发展,发挥能力升级、生态发展的两轮驱动,聚焦新型城市建设,不断夯实科研创新,推进数智化转型,瞄准韧性发展的核心目标,实现卓越南方、精益南方、数智南方、美好南方的四大发展目标,实现企业的新一轮高质量发展。

中冶南方围绕“三场(市场、现场、内场)、三资(资源、资产、资本)、三链(价值链、产业链、供应链)”培育数字化产品和服务,共建产业生态圈。由集团从顶层设计层面引导数字化转型,推动产业上下游协同,执行层面子公司发挥各自专业优势;推进产业数字化,围绕企业业务能力建设的数字化设计、数字化管理等,提升企业竞争力;实现数字产业化,打造面向行业客户的数字化产品、数字化服务,培育新的业务增长点,持续探索全流程数字化发展道路。



中冶南方数字化转型路线图

## 数据业务化夯实企业数智化转型基础

随着人类社会步入信息化时代,信息的增量为企业和行业发展带来了巨大挑战,运营效率的低下带来的运营成本居高不下,已经成为一个时代性难题。为突破这一时代困局,早在2008年中冶南方便开启了信息化转型之路,依照“诺兰模型”理论构建了公司信息化发展的长远规划,确定“以集团战略与业务需求”为核心的信息化体系,明确了未来信息化工作应建立在以企业的企业综合管理平台、工程项目管理平台、工程设计管理平台为基础的三大平台发展思路。

依据统一信息化规划,在三大平台发展思路指导下,中冶南方在信息化系统的

实施上采取了分步实施的战略。在原有的基础信息系统的基础上,根据统一规划,为了达到信息化建设体系更加的统一目标,又扩展了适应工作协同和项目管理的信息化系统,通过这些信息化系统的实施,不断打破不同组织间的信息壁垒,使得企业的信息化水平进一步提高,也使得企业进入到需要对数据进行管理的一个阶段。2010年中冶南方率先在工程设计行业成功实施ERP系统,迈出了向数字化转型的重要一步。

近年来,公司相继上线文档和设计过程管理系统、项目管控平台和数智化一站式门户,全面实现了企业信息化建设的战

略发展目标。

建立以文档和设计过程为核心的工程项目全生命周期管理,实现从项目策划、成果设计、成果验证、设计会签到图纸归档、外发登记的工程设计全过程管理;搭建设计及档案管理平台来实现数据存取,使设计管理部门和设计业务部门有机的集成在一起,实现设计信息共享及设计管理一体化;通过文档的管理和不断积累,突破制约企业发展的瓶颈,推动企业信息化建设向前发展。

以公司项目管理体系为基础,构建了集成化、标准化和知识化的项目全流程运营管控平台,是统一的项目管控中心、数

据中心和运营中心。建设工程项目管控平台是一个管理体系，通过对项目管控实现有效控制、对项目实行“透明化”、“集约化”管理，全面实现由粗放管理向集约管理、由规模效应向质量效益的转变。这个管控平台既是项目管理实施体系，也是项目管理的支撑环境。

数智化一站式门户通过集成化的数据门户开发，实现业务数据集中、信息集中、流程审批集中，达到化繁为简，促进员工高效使用信息系统的目标。

通过三大平台的建设，有效提高了企业内部流程的处理效率，显著提升了项目管理能效，为公司进一步向数智化转型夯实了基础。同时，中冶南方也积极向业内其他企业推广成功经验和产品，携手推进行业的数智化转型，促进行业的高质量发展。



三大信息化管理平台

## 智慧化解决方案引领未来城市建设

“四五”时期，中冶南方将聚焦数智南方的建设，推进大数据和数字孪生系统开发与应用，全面提升面向各场景的智能化、绿色化技术水平，构建面向工程服务全生命周期的智慧制造、智慧基础设施整体解决方案。

中冶南方致力于工程建设全过程的数字化，在基础设施板块基于 Bentley 构建 BIM 协同设计环境，在民用建筑板块基于 Revit 打造统一的 BIM 协同设计平台；采用自主研发的项目管控平台赋能施工管理；基于微思·智慧城市云平台打造市政路桥、园区建筑、海绵城市、综合管廊等业务领域

的智慧应用，实现了建设项目全生命周期管理，满足各种场景下的数字化交付要求。

以数字孪生为引擎构建集综合监控、智能诊断、应急处置于一体的微思·智慧城市系列云平台，拥有多项国际先进的自主知识产权，多次获得省部级科技奖和工程奖。结合项目类型和特点，量身打造各具特色的智慧化平台，为项目建设增添亮点，也为后期运营、维护带来高效、便捷的增值服务体验。

聚焦“智慧+”市政，“智慧+”房建，“智慧+”水环境解决方案，覆盖智慧街区、智慧道路、智慧交通、智慧管廊、智慧

园区、智慧楼宇、智慧海绵等多个智慧城市细分领域。并在建设过程中提供“智慧+”建设增值服务，实现工程建设的科学化、精细化和智慧化，助力安全、文明、智慧、绿色的工程建设。

打造以高新大道、光谷中心城低密度路网为代表的一系列智慧道路，其设计理念是把街道本身看成一个生态系统，街道中的行人、交通工具、公共设施、各类智能终端以及通信设施等构成了一个个生态子系统，这些子系统形成一个普遍联系、相互促进、彼此影响的整体。借助新一代的物联网、云中心+边缘计算、数据挖掘

### 1) 方案设计阶段

方案调整与优化  
环境及能耗分析

### 3) 施工图设计阶段

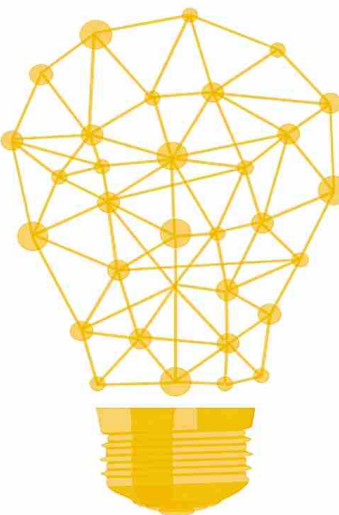
参数化设计  
管线综合与碰撞、错漏碰缺检查

### 5) 施工执行阶段

工序工艺模拟、可视化技术交底、深化设计  
质量管理、安全管理、人员管理、分包管理  
模型变更管理、材料细化管理、物料运输管理

### 7) 运维阶段

模型移交、空间管理、资产管理、维护管理  
能耗管理及公共安全管理等



全流程数字化交付

### 2) 初步设计阶段

空间可视化分析、模型优化、结构分析  
风、光、噪声等性能分析  
消防、交通性能分析

### 4) 施工策划阶段

模型辅助图纸会审、施工进度模拟  
施工场地布置、工程量快速提取、BIM成本策划

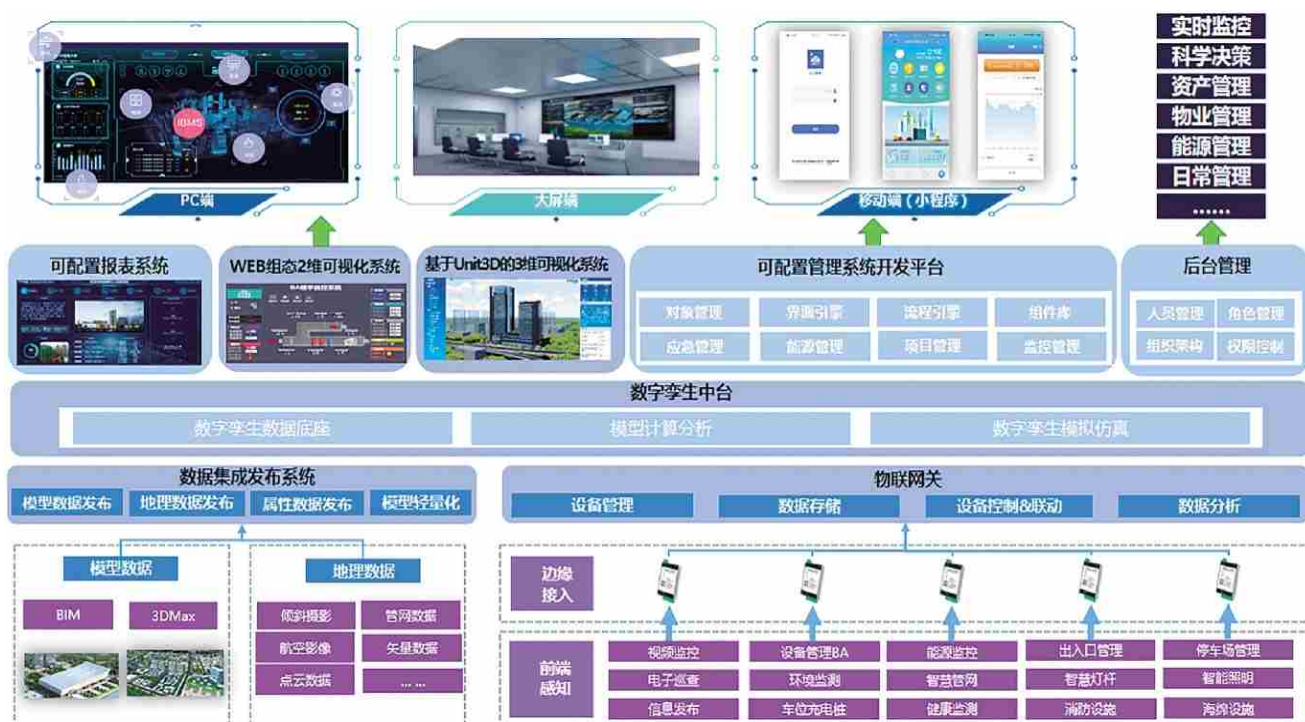
### 6) 施工可视化应用

倾斜摄影技术、点云技术、VR融合、移动端管理、3D打印等

### 8) 前期营销阶段

模型成本评估、方案对比、可视化方案展示





微思·智慧城市云平台架构

及决策分析优化等信息技术,将这些各自独立的子系统进行领域间的深度融合,使数据相互贯通,以期提供“以人为本、全息感知、协同管控、科学决策”的深度融合服务。使街道成为承载信息采集、信息发布、信息共享的智慧城市重要节点;为市民提供安全高效、绿色低碳、生态和谐、科技智慧的出行服务。

建成武汉未来科技城青年社区、武汉生物创新园等新型智慧园区典范,基于

BIM+GIS+IoT 的数字孪生时空大数据底座平台,打造安全、绿色、高效、科技的智慧园区,提高园区的可持续运营能力。智慧园区是智慧城市的重要表现形态,亦是智慧城市建设的缩影,智慧园区建设将高度融合到智慧城市的体系中,以进一步提升园区乃至城市的区域竞争力。智慧园区把人类智慧和智能化技术融入到园区发展与管理之中,体现在园区基础设施、安全保障、管理和服务等各个方面,是信息化不断纵

深发展的一个综合性表现。智慧园区将走上网络全覆盖、平台集约化、应用智慧化、运营简单化和节能环保的发展道路,透过核心和关联产业的聚集、人才和知识聚集,达到规模效应,以促进生产力提升。

签约知名院士,系统诊断城市水安全、水环境、水生态、水资源问题,提出综合调控策略和具体管理措施,共同探索未来城市群的智慧海绵管理。搭建海绵城市一体化综合监控系统,通过对雨水调蓄重



智慧城市业务领域



武汉生物创新园数字孪生平台



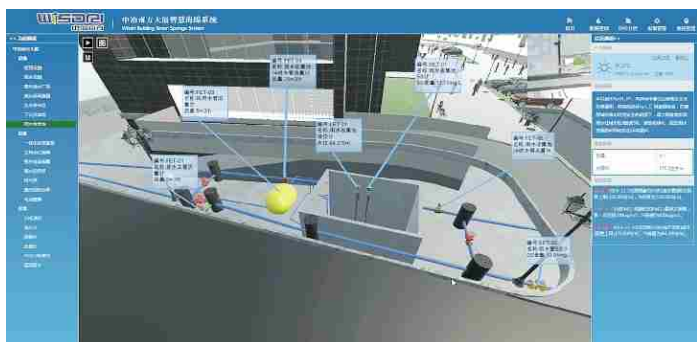
武汉市首条 5G 智慧道路 - 高新大道

要节点、排水口、河流断面、水库等重要位置进行监测,用实际监测数据来反应海绵城市的建设成果,为海绵城市建设成效的评定提供数据支撑。

将互联网+的理念和技术引入建筑工地,充分运用物联网、大数据、云计算等新一代信息技术,紧扣工程建设过程中的人、机、料、法、环等关键要素,构建基于“云

+网+边+端”架构的智能管控系统,满足公司精细化管理的要求,辅助科学决策,实现项目现场安全、文明、智慧、绿色施工。目前,智慧工地系统已全面部署在中冶南方所有在建项目,实现了建设阶段的绿色建造,智能管控和科学决策,生动诠释了中冶南方全生命周期项目管理理念,让生产更安全,管理更精细,环境更宜居。

惜别过往,竭力前行。中冶南方将全面践行“四五”规划,通过科技创新和数智化融合发力,双轮驱动推进中冶南方加快构建新发展格局,着力推动高质量发展。中冶南方将持续传承“专业 专注 致恒 致远”的企业理念,保持战略定力和耐心,奋楫扬帆,勇毅笃行,以必胜信心和昂扬斗志开启高质量发展的新篇章!



海绵城市综合监控平台



远程调度指挥中心

## 土耳其“豆腐渣工程”震中夺命 工程质量底线谁来守护?

◎文 / 武汉富思特创新信息技术有限公司 韩冰

土耳其地震伤亡巨大,检察院签发逮捕令,大范围抓捕“豆腐渣工程”建筑负责人,建筑工程质量安全问题再次引发关注!工程质量的底线究竟谁来守护?谁才是工程质量的最后一道防线?

2月6日,土耳其及叙利亚边境发生7.8级大地震,强震已造成两国超3.7万人遇难。有专家认为,不规范建筑造成此次土耳其地震的巨大伤亡。

另有报道显示,2月12日,土耳其检察院当天签发134份逮捕令,抓捕对震区劣质建筑负有直接责任的承包商和工程师,在受地震影响的10个省份设立“地震犯罪

调查局”,彻查地震中大量建筑倒塌问题。目前土警方已拘捕至少12名相关责任人。

据了解,1999年,土耳其伊斯坦布尔曾发生7.6级地震,造成约1.8万人死亡。现行的土耳其建筑规范便是1999年地震后的产物。尽管如此,1999年地震后的建筑规范常常未得到应用,承包商的偷工减料行为包括在混凝土中掺料、用更廉价的

金属条来缠绕支柱等,这些行为可让承包商获得更多的利润,也为众多建筑质量安全埋下隐患。

所以,此次地震造成如此多的人员伤亡,不应该只归结于天灾,而是天灾与人祸双重作用的结果。

教训是惨痛的,不能总是等到造成恶劣影响后才开始反思。



在我国社会主义市场经济条件下,建筑行业取得了很大成就。实践证明,建筑行业中,质量就是生命,工程质量得不到保证,建筑业难以发展,它关系的是投资者和客户的切身利益,同时也关系到居住人的生命财产安全问题,因此不容小觑。

伴随着我国建筑业体制改革的不断深化,建设规模的持续扩大,现代建筑业正在朝规模化和现代化方向发展,已经初步形成属于建筑业自身的质量管理要求。但是在社会主义市场经济发展的影响下,我国建筑业仍存在着一些质量和安全隐患,部分企业为了利润最大化偷工减料,严重影响到建筑工程的质量,给国家和人民造成巨大损失。

那么,到底要如何守住工程质量的底线?谁来守?怎么守?这是值得全行业深思的问题。

作为工程检测机构而言,检测工作与工程质量息息相关,甚至可以说是工程质量安全的最后一道防线。不管施工单位如

何偷工减料,检测机构都应该以第三方的立场严把工程质量关,实事求是,公正客观地出具检测报告,不让违法违规行为有可乘之机。作为检测从业者,应深知自己的岗位是神圣的,是要肩负起相应社会责任的,而不能一味地追求利益最大化,为了蝇头小利,丧失了职业道德底线。因为你永远不知道,一张虚假的检测报告单会造成怎样不可挽回的损失。

近日,中共中央、国务院印发了《质量强国建设纲要》,其中提到要深化检验检测认证机构资质审批制度改革,优化规范检验检测机构资质认定程序,加强检验检测认证机构监管,落实主体责任,规范从业行为。同时提出要加强检验检测技术与装备研发。可以看出,国家对于检测机构资质规范提出了更高的要求,侧面也反映出了要通过规范检测市场来提高对工程质量的把控力度,同时也要让检测机构认识到自身的从业性质和应该发挥的社会价值。

国家对于检测行业健康有序发展提



供有力支持及政策引领,检测机构更应该审时度势,修炼内功,严把工程质量关,提高自身的市场竞争力和社会公信力,把“工程质量卫士”的招牌擦亮。

当然,维护工程质量安全肯定不能完全依赖于检测机构,而是需要建筑行业各方主体通力配合,作为建筑从业者,绝不能只把“质量安全”四个字挂在嘴边,而是要切切实实放在心里,并付诸行动,给自己一份安心,给人民一份放心。

## 关于数字化技术助推绿色建筑高质量发展的思考

◎文 / 武昌区建设局 杨岚

在过去的人类历史中,人类对生态的认知先后经历了两个阶段(无知生态和征服生态)。现在正经历着第三阶段——可持续发展生态。无知生态时期的人类对自然充满若敬畏之心,人与自然的关系更多地表现为人类对自然生态消极地适应,在建筑上因为技术落后,而表现为利用被动的方式来抵抗自然条件中不利的因素,建筑因此具备了地方性特色。在征服生态时代,人类经过了工业革命,积累了大量的技术手段,人类改造自然的能力迅速增强。人类与自然的天系王安石现为人相信利用技术可以对自然生态进行主动的、随意的改造。在建筑领域,人们对建筑的功能需求逐渐复杂,建筑类型变得更加丰富。并且解决了照明、电力供应、供水等问题,居住环境得到了很大的改善。特别是暖通空调设备等技术的发明,使得建筑室内冷热环境可以被人类自由地调控,建筑设计可以完全不考虑气候因素,而用技术与自然界中的不利因素进行对抗。但是往后的历史发展表明,这种用技术对抗自然的行为显然让人类付出了巨大的代价——环境的日益恶化使人类的生存环

境受到威胁。经历征服生态阶段后,随之而来的就是自然环境被破坏和能源枯竭等问题,面对人类自身生存环境遭到威胁,人类不得不作出应对。1992年人类提出走可持续发展之路,全力维护人类赖以生存的地球环境。在建筑领域为应对环境恶化问题,建筑先驱们开始探寻一条建筑适应气候的道路,实现向无知生态阶段的高级回归。建筑业作为一个高能耗的行业,建筑在其全寿命周期中都向自然索取和交换着大量物质和能量。在可持续发展的大背景下,建筑业的相关从业人员应当担负起相应的时代责任。可持续发展背景下,绿色是时代话题,绿色建筑是建筑业的时代话题。绿色建筑自提出以来,国内外已经有了较多成熟的研究成果,随着社会的发展,绿色建筑的内涵也必将被不断地丰富。

### 1 绿色建筑

#### (1) 绿色建筑的起源与定义

“生态建筑”自20世纪60年代提出后,生态与建筑融合的相关理论得到了建筑学界建筑先驱们的广泛响应,他们积极

地投入到新的建筑领域的探索当中。十年后的能源危机造就了“节能建筑”,而后逐渐发展成绿色建筑的概念。国内对绿色建筑(Green Building)的定义为:“在全寿命期内,节约资源、保护环境、减少污染,为人们提供健康、适用、高效的使用空间,最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑。”

#### (2) 绿色建筑设计

绿色建筑设计不仅强调在建筑设计过程中各方面的绿色决策的实施,更强调在全寿命周期中全面地贯彻绿色建筑理念以及被动适应气候的设计策略。在计算机辅助设计技术出现之前,绿色建筑设计与数字技术联系并不紧密,通常是建筑设计师依照个人经验和认识来针对建筑所处的气候区域实施绿色建筑措施,这种设计方式往往在建筑节能方面无法进行精确的定量分析,例如杨经文的生态建筑设计理论

### 2 绿色建筑发展中的制约因素

#### (1) 建筑生产成本的增加

既往的研究成果表明,相较于传统建筑,绿色建筑生产成本的增加主要在绿色建筑施工技术使用方面”。将“绿色建筑”关键词在中国知网中文文献库进行检索,使用VOSviewer软件对检索数据进行数据可视化。国内绿色建筑生产需要获取成熟的技术研究成果的成本因此而增加。由于房地产开发的趋利性,开发者并不愿意看到建筑造价被提高,现行的法律法规也并没有强制业主要增加前期的投入成本来换取建筑后期使用和报废时节约成本的效益。这就使得相关单位对绿色建筑建设的积极性往往建立在相关的政府补贴政策上,当得到政府补贴政策时,其绿色建筑建设的积极性更高。此外,绿色建筑技术的盲目堆叠使用也是绿色建筑建造成本增加的一个原因。有的绿色建筑项目为了达到绿色建筑评估标准,在不考虑适用性的情况下将能够采用的绿色建筑技术都应用到建筑项目中,技术的堆叠虽然能够提升建筑的绿色性能,但建造的成本也随之上升。

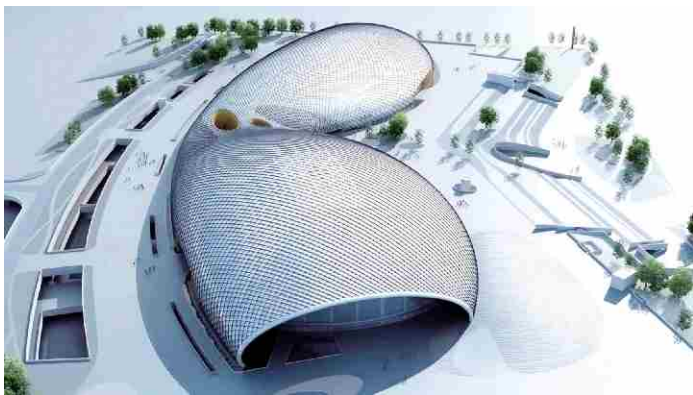
#### (2) 相关技术要求高

由于绿色建筑在我国的发展历史相对较短,因此相较于传统的建筑,绿色建筑的建造过程更加复杂,在建筑设计和施工阶段都对相关人员的技术水平有更高的要求。尤其在绿色建筑生产的过程中,设计处于领导性的地位,建筑设计师需要控制整个设计过程,综合考虑各种因素和要求来实施绿色策略。这个过程往往会涉及多个专业领域,这就使得绿色建筑设计要求建筑设计师有更加广泛的业务能力,并且花费大量的时间进行跨领域协作。但是在实际实践当中,由于全球化进程带来的进一步分工细化,大部分建筑设计师无论是在学校接受专业教育或是在从事建筑设计的过程中都很少会与其他领域产生交集。导致在绿色建筑设计过程中,虽然对节能环保有很强烈的意识,但是却常常因为知识储备不足而无法应对复杂的绿色建筑设计。

### 3 绿色建筑数字化设计

#### (1) 绿色建筑数字化设计

20世纪计算机技术迅猛发展,计算机辅助设计逐渐出现在建筑师的视野,并在建筑行业掀起了一场技术革命。而如今计算机辅助设计与绿色建筑结合已经成为一个热门话题。依靠计算机辅助设计,绿色建筑设计不再过分依赖建筑设计师个人的经验和认识来实施绿色建筑措施,而



是以数据为导向,可以将很多绿色措施定量化,提前预测建筑节能效果。其中数字生成设计与性能数值模拟技术相结合是绿色建筑数字化设计的重要领域。此类设计方法可以辅助建筑师快速有效地对建筑设计方案进行生成和演化,并且在后期方便建筑师对建筑方案进行深化性的定量调整。近些年来,数字技术节能设计研究受到国内学者的关注,如以风环境为导向的建筑节能设计研究。此类实验以建筑通风防风设计为目标,制定一系列建筑自生成的规则。风环境模拟数据全部可以由实际测量得来,在计算机中驱动建筑形态的生成,得到一系列建筑设计解集。这类实验对提高建筑被动式节能有极大的促进作用,比如建筑在夏季时可以有更多的自然通风,冬季时有更强的保温和防风效果。并应用遗传优化算法——在众多的解空间中搜索相对最优的解集,根据解空间中不同节能设计方案体现出来的节能性能水平,不断地进行叠加计算,保留有利因素至下一次计算中,如此周而复始地迭代使得建筑绿色性能不断被提高,建筑师最终可以得到一个最优的绿色性能设计方案。数字技术的应用使得绿色建筑设计过程中可以通过模拟实验来对建筑性能进行定量的分析,进而不断地改善节能措施以及加强建筑被动式节能设计,避免增加技术成本。此外,定量的性能分析还使得绿色建筑评价结果更加直观,建筑师可以根据业主确定的绿色建筑等级来考虑具体的决策。

#### (2) 绿色建筑数字化设计协作平台

建筑信息模型 (Building Information Modeling,简称BIM)对设计师在操作绿色建筑设计上有很大的帮助。建筑信息模型技术集成了从建筑设计方案到建筑施工再到建筑运行管理的所有建筑信息,有利于各个专业系统之间在建筑设计方案和优化过程中进行协同以及

建筑信息的储存、管理和交流,从而使建筑设计师与跨领域的从业人员联系更加密切,解决建筑师花费大量精力在多个专业领域的问题,并且减少施工过程中因设计错误而发生反复协调导致工期延长,从而节约施工成本。BIM在建筑信息方面的完备性、协调性、互动性等特征,使其在建筑设计的实践层面得到广泛应用。

#### (3) 绿色建筑数字装配助力全产业链升级

产业化是发挥规模效应的有效手段,绿色建筑产业化是大力发展绿色建筑的最终结果。建筑产业化使得绿色建筑将属性优势充分发挥出来,逐渐形成绿色低碳的城市空间。数字装配技术集合了数字设计工具和建筑生产机器人,使得设计和建造同时进行,在数字设计工具当中,每一个构建都可以进一步导出为机床或者是机器人可识别的生产加工语言。数字技术的应用丰富了建筑预制装配的内涵,并且能够拓宽传统建筑预制装配的范围。传统的建筑预制装配往往针对标准化的构建进行大批量生产,一定程度上难以满足建筑差异性的要求,而借助数字装配技术可以较好地解决此类矛盾。

### 结语

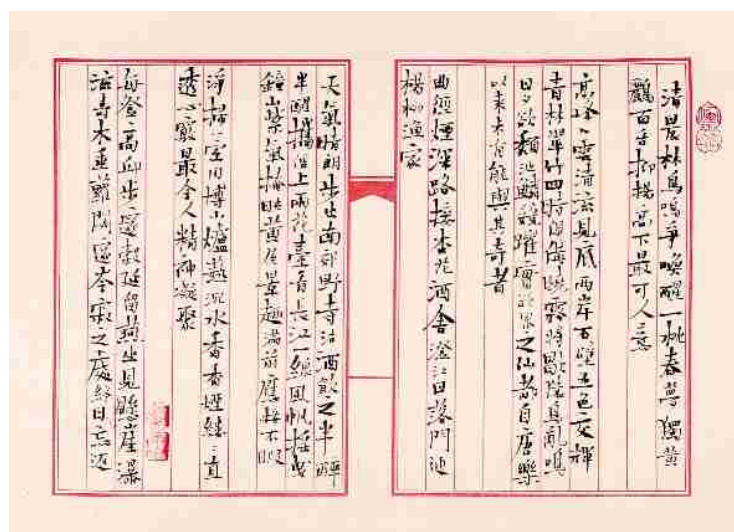
数字技术推动下的绿色建筑设计,改变以往依靠建筑设计师基于经验认识来进行绿色建筑中的各项设计决策以及调整建筑的形态、形式和材料的设计思路。首先,数字技术使得绿色建筑可以从精准量化的角度出发,实施准确的、有效的绿色建筑决策;其次,数字技术可以为绿色建筑设计提供管理、交流的多领域协作平台,加强建筑设计与其他各领域的交流合作,优化设计流程;最后,数字技术的数据流使绿色建筑的数字装配成为可能,进一步促进绿色建筑产业化升级,全面提升绿色建筑的应用价值。



## 武汉建筑业庆祝建党 100 周年书画大赛获奖作品欣赏



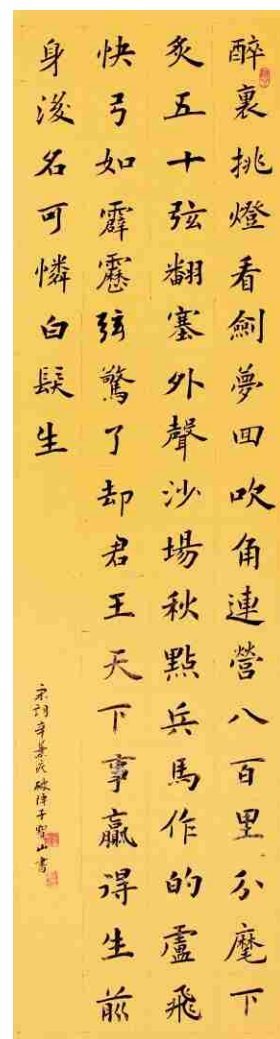
不忘初心·红船精神 刘荣  
中交第二航务工程局有限公司 三等奖



小楷长篇 周世平 中铁七局集团武汉工程有限公司 三等奖



事业的核心力量是共产党的领导 曾令延 中铁十一局集团第一工程有限公司 三等奖



毛主席诗词《西江月·井冈山》 潘宝山 湖北省工业建筑集团有限公司 三等奖

## 希望

◎ 文 中 交 二 公 局 蔡 青 华



我还记得小时候踮着脚从屋子后墙的窗户看雨的情景。那是后墙上唯一的窗户，只用一根或两根嵌进土墙的粗木支撑，或者只能称其为一个方形的洞。下雨时，和浑黄的土墙一样颜色的土路上流动着浑黄的雨水，带走了地上散落的杂物，还有我的童年。

这大概是我记忆里最早的路的模样。有时泥泞遍地，走不了几步鞋子上就坠满沉甸甸的泥巴；有时尘土飞扬，比沙子还要细碎的薄土几乎要淹没了脚背。被太阳晒得干硬的车辙深深地印在土地里，又在下一场雨水浸泡中消弭、重组。这样的路汇成一道四通八达的网，连接起记忆中华北平原农村最初的模样。

土路在数不清的岁月里沉淀，终于在某个时刻变成了宽阔的柏油路。记不清具体的日期，只在薄雾一般的机器轰鸣声中，看到全村人自发聚集在道路两旁，目送一个时代的远去，迎接新生活的到来。

一条路，默默改变着家乡的面貌。

走出童年，走进大山，我走过更糟糕的道路，见过更需要改变的“家乡”。我曾跟随项目车辆行走深山，在只能依稀辨别轮廓的“山路”上，有些地方甚至连轮廓也没有，我更愿意称之为“小道”。无处不在的水坑能吞进大半只车轮，溅起的泥水几乎要淹没车顶，坐在车厢中被颠簸到飞起来。道路的尽头，车辆失去了作用，前方的山林掩映在翠色欲滴中，只有目光能够触及边缘。

我曾到过深山中几乎孤立的村寨，低矮的房屋背后是几乎要跌进悬崖的农田。几位老人带着满脸鼻涕的孩童在寥落的茶田、苞谷地中劳作。满是尘土的脸上镌刻着一道道岁月的山谷，弯曲的脊背承受着世世代代困守的生活。

我曾穿过密不透风的山林，层层叠叠的枝干中的缝隙是行走的通道，落叶覆盖的土地饱含水分，潮湿闷热的空气夹杂着蚊虫的歌唱。项目部的勘测队深陷其中，遗失了物资，人力不能及，只有通过无人机空中投送救急。

我曾在宽阔的江边等待渡船，从拥挤的码头站到更拥挤的甲板，生活在水面上浮沉飘荡；我曾在破旧的山间小站搭乘每天往返一次的小火车，车厢里挤满各式各样的包裹和生灵，绿色的车身发出对生活的叹息……

闭塞，是群山叠嶂、峡谷秀丽的另一面。

在那些鲜为人知的地方，有几代人共同仰望了数百年甚至更长时间的时空，压抑着一个个对新生的渴望，回荡着“山的那边是什么”的追问。唯独，没有通向山外的路。

我不知道这里是谁的“家乡”，但我知道这里渴求改变。

这种改变从未停止。

站在坑坑洼洼几乎看不出轮廓的山路旁，我曾看到一条泛着光亮的道路掩映在远处的苍翠之间，一台又一台施工机械

的奔走中，这条道路正蜿蜒向前。草木葳蕤，山川相映，它仿佛就应该出现在这里，与周遭环境相衬如一。

站在峡谷边的田埂上，我曾为一对祖孙拍了一张合照。他们眼神淳朴，流露着像祖祖辈辈一样的期待。他们的背后，即将通车的大桥横跨峡谷，打通了阻隔生活的壁垒。在一老一少的传承中，一座大桥打开了新的生活画卷。

行走在弯弯曲曲的便道上，我看到桥梁、公路、隧道在不同区域繁忙施工，各类机械发出轰鸣，响彻山谷。一条条宽阔的道路正在穿越密林，将一颗颗散落在深山里的村落拾起，串联成璀璨的珠链。

我曾看到通车的道路两旁“中交二公局”的刀旗猎猎，欢乐的人群爆发出欢乐的呼喊，身着盛装的少数民族姑娘们热情歌舞，新的生活破开迷雾终于来到近前。童年时村里修路万人空巷的场景正一幕幕上演。

时空变换，这条带来“改变”的路一直在延伸。一个个曾经在新路上看热闹的孩童接过担子，成为新的筑路人。“这条路将我们送到远方，我们要让它铺到更远的地方。”

在山间披荆斩棘，在江海搏击风浪，在人迹罕至之处立高塔、架长龙。我们或许面庞黝黑，满身泥泞，但当你抬头远眺，就会看到一列列名为“希望”的火车正在欢快的鸣笛声中飞驰向远方。