

“玩”转“BIM+” 驱动建筑业向新而行

◎特约评论员

在全球经济向信息产业主导转型的大背景下，建筑业正经历着从传统模式到智能化、绿色化和装配化的深刻变革。党的二十届三中全会强调了“健全因地制宜发展新质生产力体制机制”的重要性，并提出了通过国家标准提升传统产业优化升级的目标。住建部倪虹部长也明确指出，建筑业应以科技赋能提高发展质量和效益，加快新一代信息技术与建筑业的融合。

武汉，这座历史与现代交织的城市，其建筑业“BIM+”智能建造大赛已历经八载春秋，累计吸引超500个项目、近4000名参与者共襄盛举，线上线下学习热潮涌动，参与人数突破3万大关，赛事影响力与日俱增，成为业界公认的品质标杆与荣耀象征。

从“宝业杯”“汉阳市政杯”“高启达杯”“三品杯”“三局科创杯”“雷霆三实杯”“中建科工杯”“武汉市政杯”……该比赛作为武汉市引领性劳动竞赛示范项目，不仅紧扣了时代发展脉搏，而且也成为专属于建筑人的“试炼场”。比赛不仅为参赛者提供了一个展示才华和技术实力的平台，更重要的是，它激发了行业内对于如何建设“好房子”的思考。在这里，“好房子”不仅仅是关于美观或功能的设计，更是关乎质量、效率、环保等多方面的综合考量。

随着社会对环境保护意识的增强以及对工程质量要求的提高，省级层面出台了一系列支持建筑业转型升级的政策文件。例如，《湖北省推进建筑业供给侧结构性改革加快培育新型建筑工业化实施方案》明确提出要大力推广应用BIM技术，这不仅是为了提升项目的管理水平和工程质量，更是为了响应国家“双碳”目标，促进绿色建筑的发展。这些政策的出台，无疑为BIM技术在湖北乃至全国范围内的推广提供了强有力的支撑。

为了更好地落实上述政策精神，可以从以下几个方面入手：优化人才培养。人才是推动任何行业发展的第一资源。当前，尽管市场上对于掌握BIM技能的专业人才需求旺盛，但供给却相对不足。因此，有必要加强高校与企业的合作，共同开设针对BIM及相关智能建造技术的专业课程或培训项目。比如，可以邀请企业专家进校园授课，让学生在校期

间就能接触到最前沿的技术知识；也可以组织学生到企业实习，增加实际操作经验。通过这种方式，培养出一批既懂建筑又熟悉信息技术的复合型人才，为行业发展注入新鲜血液。

完善技术标准，标准化是保证BIM技术广泛应用的前提条件。目前，虽然国内已经制定了一些相关的国家标准，但在具体实施过程中仍然存在一些问题，如不同软件之间的兼容性差、信息交换困难等。为此，地方政府可以联合行业协会、科研机构等多方力量，进一步完善符合本地实际情况的BIM技术标准体系。特别是要注重解决跨平台、跨系统的数据交互难题，确保各个项目之间能够实现无缝对接，降低因技术差异带来的额外成本。

加大资金投入，技术创新离不开资金的支持。政府可以通过设立专项基金的方式，鼓励和支持企业进行BIM技术研发和应用实践。对于那些积极开展BIM试点项目的企业，可以根据其贡献大小给予一定的财政补贴或税收优惠。此外，还可以引导社会资本参与进来，形成多元化的投资格局。比如，可以建立BIM技术创新联盟，吸引风险投资、私募股权等金融机构的关注，共同推动BIM技术的进步与发展。

深化产业链协同，建筑业是一个复杂的系统工程，涉及多个环节和众多参与者。为了充分发挥BIM技术的优势，必须打破传统的部门壁垒，构建一个开放共享的技术生态系统。在这方面，可以借鉴国外先进的经验做法，如德国的“工业4.0”战略，通过打造数字化平台，促进产业链上下游企业的交流合作。具体来说，可以在平台上发布最新的技术和市场信息，举办线上线下的交流活动，甚至开展联合研发项目。这样不仅可以提高行业的整体竞争力，也能为企业带来更多的商业机会。

BIM技术的应用不仅是建筑行业的一次技术革新，更是一场深刻的管理革命。它让每一个参与其中的人都感受到了科技进步的魅力，也为行业带来了无限可能。在未来，随着更多政策的落地生根和技术的不断进步，我们期待看到一个更加智慧、绿色、安全的建筑世界展现在世人面前。

武汉建筑业

编印单位 武汉建筑业协会

编印领导小组

组长 周圣

副组长 戴运华 李红青

组员

刘自明	陈志明	陈德柱
刘俊山	罗洪成	文武松
程理财	王洪伟	高林
陈常青	刘先成	刘炳元
王建东	匡玲	叶佳斌
孔军豪	尹向阳	程曦
朱小友	余祖灿	华国飞
邹勇	胡汇文	柯林君

封面题字 叶如棠

(原城乡建设环境部部长)

印刷时间 2025年1月25日

卷首语

“玩”转“BIM+”驱动建筑业向新而行

特约评论员 01

瞭望台

国务院发文 固定资产投资项目审批责任到部门	04
我国核电在运在建规模升至世界第一	04
326501亿元 2024年全国建筑业总产值公布	05
第五次全国经济普查结果出炉 建筑业企业法人单位272.2万个	06
全国财政工作会议明 2025年重点做好六方面工作	07
两大荆楚特色城乡建设指南正式公布	07

封面人物

精业笃行铸实绩 锐意进取展担当 以科技创新引领高质量转型发展

08

专题策划

“BIM+八年” 成绩斐然

10



●项目风采

BIM技术在特大型体育场馆建设中的创新应用

王帅 游建华 于义楠 武泽兴 12

BIM技术在光谷人民医院项目建设中的综合应用

张华 纪维人 徐文双 刘枫 17

BIM技术在住宅项目室外管网综合排布当中的应用研究

李锐 20

智能建造在光谷科学岛科创中心一期项目中的应用

朱紫汉 程震 周伟 杨刚 24

●专项成果

基于BIM技术的双曲弧形金属幕墙施工技术 姜玉豪 戴黄广 邱峰 符洪刚 30

BIM 技术在双坡双跨螺栓球网架安装整体顶升施工中的应用

黄 兴 杨明瀚 张彦平 严 磊 32

基于 BIM 的桥梁工程全生命周期管理平台建设及应用

刘 凯 38

基于 BIM 技术的预埋槽道在某实验室项目的应用

戴黄广 邱 峰 符洪刚 彭汉林 黄天平 李朋飞 41

● 精细应用

基于建筑信息模型的数据治理研究

程 鹏 43

复杂超高层建筑轻量化造楼机集成平台设计与应用

章博睿 杨 菊 陈 攀 张松波 48

精细化化工行业工艺管道安装智能建造技术

郝荣文 51

基于异型曲面钢桥三维快速建模模板库封装案例

潘 鼎 56



P08>>>

精业笃行铸实绩
锐意进取展担当
以科技创新引领高质量转型发展

科思顿·洞见

建筑企业国际化的进击之路

胡 建 61

中央经济工作会议对建筑业的解读:九大机会

包顺东 64

员工经验分享

66

会员之家

在“马蜂窝”里修地铁

蒋正鹏 67

建功湾区,筑就南粤通途

代广鑫 杨 耀 68

封面人物 陈镇

行业论坛

基于绿色建造理念的装配式建筑技术应用

崔 发 71 组 长 戴运华

浅议建筑工程施工管理效能提升之路

余涌江 74 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

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 王 琼 周洪军
姚瑞飞 何洪普 程 诚
周水祥 陈金琳 王丽峰
余 昶 刘杨威 吴雪莉
曹 伟

光影视界

77

文苑

铁路工地的女工

王漫漫 78

武汉建讯

“三局科创杯”武汉地区首届智能建造标杆项目竞赛活动圆满落幕

79

协会组织召开2024年度通联工作会暨表彰大会

80

协会组织召开第五届危大工程专项施工方案大赛策划与研讨推进会

81

协会联合武汉市总工会开展“情系农民工工友 温暖过年回家路”活动

82

武汉建工新增2项科学技术奖

83

宝业湖北建工集团有限公司党委书记、总经理高林参加湖北省政协十三届三次会议

84

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

国务院发文 固定资产投资项目审批责任到部门

近日，国务院办公厅发布关于印发《“高效办成一件事”2025年度第一批重点事项清单》的通知，《通知》明确了固定资产投资项目审批、建设项目开工的具体事项及对应责任部门。

《通知》指出，各地区各部门要认真贯彻党中央、国务院关于优化政务服务、推动“高效办成一件事”的决策部署，在不断优化2024年度两批重点事项服务的基础上，统筹做好2025年度第一批重点事项清单实施工作，进一步促进政务服务标准化、规范化、便利化，持续提升企业和群众满意度、获得感。

各地区要加强组织领导，围绕“高效办成一件事”合力攻坚，依托全国一体化政务服务平台强化有关业务系统集约整合和互联互通，不断完善线上线下服务，压茬推进重点事项落地见效。国务院有关部门要加强行业指导和数据共享支撑，推动涉及本行业本领域“一件事”标准统一、



业务协同，及时解决各地区面临的难点堵点问题，在更多领域更大范围实现“高效办成一件事”。

在固定资产投资项目审批方面，《通知》明确，固定资产投资项目节能审查由发展改革部门负责；建设项目用地预审与选址意见书核发由自然资源部门负责；建设

项目环境影响评价由生态环境部门负责。

在建设项目开工方面，《通知》明确，建筑工程施工许可证核发、建设工程消防设计审查、建设工程质量监督手续办理、城市建筑垃圾处置核准、城镇污水排入排水管网许可（临时）由住房城乡建设部门负责。

我国核电在运在建规模升至世界第一

国家能源局近日发布的最新数据显示：截至2024年，我国核电在运在建规模升至世界第一。2025年，我国将核准开工一批条件成熟的沿海核电项目，稳步推进在建核电工程建设。

国家能源局党组书记、局长王宏志在日前举行的2025年全国能源工作会议上介绍，2024年江苏徐圩等5个项目的11台机组获得核准，全国在运和核准在建核电机组102台、装机1.13亿千瓦，我国成为世界第一核电大国。2025年我国将核准开工一批条件成熟的沿海核电项目，稳步推进在建核电工程建设，建成“国和一号”示范工程等机组。到2025年底，在运核电装机将达到6500万千瓦。



与此同时，新型电力系统加快构建。2024年，我国累计建成新型储能超6000万千瓦，新型储能技术创新不断涌现，调度运用持续增强。截至2024年，我国充电基础设施累计建成超过1200万台，95%

以上的高速公路服务区具备充电能力。

据介绍，2025年，将继续实施煤炭清洁高效利用行动计划，全年煤炭产量力争达到48亿吨左右，大型煤矿基本实现智能化。同时，大力推进风电光伏开发利用，

全年新增风电光伏装机2亿千瓦左右，可再生能源消费量超过11亿吨标准煤。并核准建设一批重点电力互济工程，积极推动蒙西至京津冀、藏东南至粤港澳大湾区等输电通道核准开工。

326501亿元 2024年全国建筑业总产值公布

日前，国家统计局公布2024年国民经济运行情况。经初步核算，2024年全年国内生产总值1349084亿元，按不变价格计算，比上年增长5.0%；全国建筑业总产值326501亿元，同比增长3.9%。

在同日举行的新闻发布会上，国家统计局局长康义表示，2024年，国民经济运行总体平稳、稳中有进，高质量发展取得新进展。

初步核算，全年国内生产总值1349084亿元，按不变价格计算，比上年增长5.0%。分产业看，第一产业增加值91414亿元，比上年增长3.5%；第二产业增加值492087亿元，增长5.3%；第三产业增加值765583亿元，增长5.0%。分季度看，一季度国内生产总值同比增长5.3%，二季度增长4.7%，三季度增长4.6%，四季度增长5.4%。从环比看，四季度国内生产总值增长1.6%。

康义表示，2024年，各地区各部门深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，坚持稳中求进工作总基调，完整准确全面贯彻新发展理念，加快构建新发展格局，扎实推动高质量发展，国民经济运行总体平稳、稳中有进，高质量发展取得新进展，特别是及时部署出台一揽子增量政策，推动社会信心有效提振、经济明显回升，经济社会发展主要目标任务顺利完成。

2024年全国建筑业总产值326501亿元，同比增长3.9%；全国建筑业房屋建筑施工面积136.8亿平方米，同比下降10.6%。

去年统计局公布数据显示，2023年全国建筑业总产值315912亿元，同比增长5.8%；全国建筑业房屋建筑施工面积

151亿平方米，下降1.5%。与2023年建筑业相关数据相较，2024年建筑业总产值增长放缓，建筑业房屋建筑施工面积进一步下降。

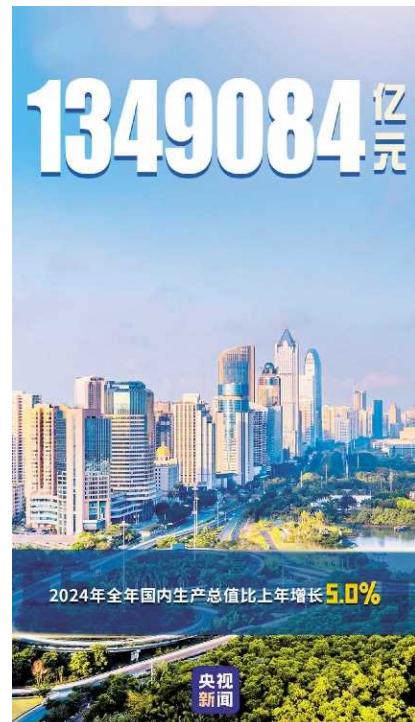
固定资产投资方面，2024年全国固定资产投资（不含农户）514374亿元，比上年增长3.2%，其中，民间固定资产投资257574亿元，下降0.1%。从环比看，12月份固定资产投资（不含农户）增长0.33%。

分产业看，第一产业投资9543亿元，比上年增长2.6%；第二产业投资179064亿元，增长12.0%；第三产业投资325767亿元，下降1.1%。

第三产业中，基础设施投资（不含电力、热力、燃气及水生产和供应业）比上年增长4.4%。其中，水利管理业投资增长41.7%，航空运输业投资增长20.7%，铁路运输业投资增长13.5%。

分地区看，东部地区投资比上年增长1.3%，中部地区投资增长5.0%，西部地区投资增长2.4%，东北地区投资增长4.2%。分登记注册类型看，内资企业投资比上年增长2.9%，港澳台企业投资增长4.2%，外商企业投资下降10.0%。

全国房地产市场方面，2024年，全国房地产开发投资100280亿元，比上年下降10.6%，其中，住宅投资76040亿元，下降10.5%。2024年，房地产开发企业房屋施工面积733247万平方米，比上年下降12.7%。其中，住宅施工面积513330万平方米，下降13.1%。房屋新开工面积73893万平方米，下降23.0%。其中，住宅新开工面积53660万平方米，下降23.0%。房屋竣工面积



73743万平方米，下降27.7%。其中，住宅竣工面积53741万平方米，下降27.4%。

针对下一阶段房地产市场走势，康义在会上表示，总的来看，近期房地产市场在政策组合拳作用下积极变化增多，市场信心在逐步提振。随着存量政策和增量政策的有效落实，下阶段房地产市场有望继续改善。从中长期来看，我国新型城镇化还没有完成，刚需和改善性住房需求还有潜力，更多安全舒适、绿色智慧的好房子的需求还会增加，房地产市场发展的新模式也将逐步的构建，这有助于房地产市场平稳健康发展。

第五次全国经济普查结果出炉 建筑业企业法人单位272.2万个

日前,国家统计局、国务院第五次全国经济普查领导小组办公室发布第五次全国经济普查公报。普查显示,2023年末,全国共有建筑业企业法人单位272.2万个,比2018年末增长123.5%;从业人员5115.9万人,比2018年末下降11.9%。

根据《全国经济普查条例》,经济普查每五年开展一次,分别在逢3、逢8的年份实施。第五次全国经济普查的标准时点为2023年12月31日,普查的时期资料为2023年度,普查对象是我国境内从事第二产业和第三产业活动的全部法人单位、产业活动单位和个体经营户。

国务院第五次全国经济普查领导小组副组长、国家统计局局长康义当日在国新办发布会上表示,普查全面摸清了我国经济家底,客观反映了我国经济高质量发展取得的进展,获取了经济总量、结构、效益等关键指标信息。

康义介绍,五年来,面对国际环境的深刻复杂变化和疫情带来的巨大冲击,我国坚持稳中求进工作总基调,开展科学有效的宏观调控,战胜了前所未有的困难挑战,综合国力得到了明显提升。普查修订后,2023年国内生产总值已经接近130万亿元,经济总量稳居世界第二,五年来我国对世界经济增长的贡献率平均在30%左右,是全球经济发展的最大增长源。产业发展的基础更加夯实,普查结果显示,2023年末,第二产业和第三产业法人单位数比2018年末增长52.7%,法人单位资产总计增长57.4%,实现大幅增长。

其中,从第五次全国经济普查(第三号)公报公布的建筑业主要数据来看,五年来建筑业企业数、从业人员以及主要经济指标等也出现了新的变化:

2023年末,全国共有建筑业企业法人单位272.2万个,比2018年末增长123.5%;从业人员5115.9万人,是第二产业和第三产业法人单位人数第三大行业,但从业人数比2018年末下降11.9%。

建筑业企业法人单位中,内资企业



271.9万个,占99.9%;港澳台投资企业0.2万个,占0.1%;外商投资企业0.1万个,占0.03%。

建筑业企业法人单位从业人员中,内资企业5102.6万人,占99.7%;港澳台投资企业7.9万人,占0.2%;外商投资企业5.1万人,占0.1%。

建筑业企业法人单位中,房屋建筑业79.7万个、占29.3%,土木工程建筑业55.4万个、占20.4%,建筑安装业28.4万个、占10.4%,建筑装饰、装修和其他建筑业108.7万个、占39.9%。

建筑业企业法人单位从业人员中,房屋建筑业2586.9万人、占50.6%,土木工程建筑业1126.2万人、占22.0%,建筑安装业384.0万人、占7.5%,建筑装饰、装修和其他建筑业1018.8万人、占19.9%。

2023年末,建筑业企业法人单位资产总计522994.4亿元,比2018年末增长52.8%;负债合计366726.5亿元,比2018年末增长64.4%。

2023年,建筑业企业法人单位全年实现营业收入370931.8亿元,比2018年增长44.7%。其中,房屋建筑业186206.8亿元,土木工程建筑业114031.3亿元,建

筑安装业25574.8亿元,建筑装饰、装修和其他建筑业45119亿元。

另据了解,本次普查还首次增加了数字经济的相关普查内容。从普查数据来看,我国数字经济蓬勃发展,数字产业化和产业数字化稳步推进,为经济社会发展注入了新动能。这几年通过应用云计算、物联网、人工智能和工业互联网等数字技术,实现产业转型升级和生产效率提升,正在日益成为我国数字经济发展新亮点。数据显示,2023年,47%的规模以上企业应用了云计算、物联网、人工智能和工业互联网等数字技术。作为国民经济支柱产业之一的建筑行业,通过数字化转型,也将迎来更加广阔的发展前景。

国务院第五次全国经济普查领导小组办公室主任、国家统计局副局长蒲涛表示,下一步将聚焦经济高质量发展、新质生产力、数字经济等经济社会发展和统计改革的重点关注领域,充分利用五经普数据,深入开展课题研究分析,并将陆续发布有关研究成果。同时,还会深化普查数据的共享与服务,依法依规为政府相关部门和社会各界提供普查资料的信息服务,推动普查数据取之于民、用之于民。

全国财政工作会议明确 2025年重点做好六方面工作

日前,全国财政工作会议在北京召开。会议总结2024年财政工作,研究布置2025年重点任务。财政部党组书记、部长蓝佛安作工作报告。

会议强调,2025年要重点做好六方面工作:

一是支持扩大国内需求。适当提高退休人员基本养老金,提高城乡居民基础养老金,提高城乡居民医保财政补助标准,大力提振消费。加大消费品以旧换新支持力度,健全公共文化服务财政保障机制,推进实施新一轮国家综合货运枢纽补链强链提升行动。积极扩大有效投资,合理安排债券发行,以政府投资有效带动更多社会投资。

二是支持现代化产业体系建设。着力提升科技创新能力,全力支持关键核心技术攻关。加快推动产业转型升级,深入实施专精特新中小企业奖补政策。加强对企业的纾困支持,坚决防止乱收费、乱罚款、乱摊派等问题。

三是支持保障和改善民生。突出就业优先导向,支持教育强国建设,健全人口发展支持政策体系,促进卫生健康事业发展,织密扎牢社会保障网,推动解决人民群众急难愁盼问题。

四是支持城乡区域融合发展。确保国家粮食安全,持续巩固拓展脱贫攻坚成果,有序推进乡村发展和建设,大力推进新型城镇化,促进区域协调发展。

五是支持生态文明建设。深化横向生态保护补偿机制建设。加强生态保护和修复,继续支持打好蓝天、碧水、净土保卫战。稳



步推进碳达峰碳中和,推动重点行业领域绿色低碳转型。

六是支持高水平对外开放。积极参与全球经济治理,深入参与多双边财经议题讨论。完善关税等进出口税收政策,深化与“一带一路”国家合作。

会议指出,2025年要实施更加积极的财政政策,持续用力、更加给力,打好政策“组合拳”。一是提高财政赤字率,加大支出强度、加快支出进度。二是安排更大规模政府债券,为稳增长、调结构提供更多支撑。三是大力优化支出结构、强化精准投放,更加注重惠民生、促消费、增后劲。四是持续用力防范化解重点领域风险,促进财政平稳运行、可持续发展。五是进一步增加对地方转移支付,增强地方财力,兜牢基层“三保”底线。

两大荆楚特色城乡建设指南正式公布

为贯彻习近平总书记视察湖北提出的“城乡建设应体现湖北特色和荆楚文化”“系统推进历史文化遗产保护传承和活化利用”等重要指示精神,落实省委、省政府有关部署安排,湖北省住建厅组织中南建筑设计院股份有限公司、华中科技大学、武汉大学、武汉理工大学、湖北美术学院等单位编制了《荆楚派城镇建筑设计指南》和《荆楚派乡村建筑设计指南》,两部指南已于2025年1月10日正式印发。

该指南是《“荆楚派”建筑风格设计导则》和《“荆楚派”村镇风貌规划与民居建筑风格设计导则》的升级版,用于指导全省荆楚派建筑设计,将为湖北省持续推进荆楚特色城乡建设提供科学指引。

指南起草过程中,参编单位深入研究近十年荆楚建筑传承创新案例,分类提取荆楚派建筑特色符号,拓展当代荆楚派建筑传承创新思路,为各地荆楚派建筑设计提供典型案例和设计建议。

该指南由“设计原则、群体布局、建筑形态、细部构造、建筑装饰、景观特色”六个部分组成,提出荆楚派城乡建筑设计应遵从因



地制宜、突出特色、传承创新、以人为本、绿色生态的设计原则。

本指南实施后将进一步促进荆楚派城乡建筑守正创新,塑造荆楚派城乡特色,指导各地提升城镇文化品位,完善美丽乡村特色,建设具有荆楚风格的美丽城乡,助推美丽湖北建设。

精业笃行铸实绩 锐意进取展担当 以科技创新引领高质量转型发展

——记武汉市市政工程机械化施工有限公司党委副书记、副董事长陈镇

◎文 / 武汉市市政工程机械化施工有限公司 李瑞

陈镇，男，汉族，1979年8月出生，大学学历，高级工程师，现任武汉城市发展集团下属市政建设集团武汉市市政工程机械化施工有限公司（以下简称机施公司）党委副书记、副董事长。从事建筑行业22年，他始终秉持开拓进取、攻坚克难的决心和勇气，做优市场，做精工程，做实创新，做强品牌，凭着无怨无悔的坚定、廉洁自律的严谨、掷地有声的态度和精诚为开的服务，赢得了市场的高度赞誉，在苦干实干、善作善为中擦亮了企业名片。



公司市场开发专题培训



西马项目工地检查进度(右二)

紧盯市场拓思路 千方百计促经营

“市场就是生命线，是企业经营的源头活水。”这是陈镇反复强调的一句话。市场环境风云变幻，他时刻保持敏锐的经营嗅觉，科学研判，带队冲锋，敢闯敢拼，敢试敢为，巩固本土，拓展外埠，公司市场份额不断扩大。

2018年初，已经入职机施公司16年的他时任公司副总经理，主要负责对外经营工作。适逢全国建筑行业整体稳中趋降，基建投资大幅回落，市场竞争压力持续加大，如何实现企业高质量发展的问题摆在他面前。他苦下功夫仔细研究政策环境、经济环境及市场环境对经营工作的影响，不断加强对新业务、新政策、新业态前瞻性的研究与学习，大胆拓展经营思路，加强项目信息收集，优选重点跟踪项目，合理谋划公司全面经营目标任务，实现全方位发展战略部署。2019年，他带领经营团队抢抓四水共治、军运会及国家大力推进EPC、PPP模式的城建新重点，主动发挥能动性，积极参与市场竞争，坚持传统业务、专业化发展并重，实现区级市场经营新提升。连续两年，公司中标项目和经营产值屡破新纪录，实现了飞跃式

发展，企业终于突破增长瓶颈。

2020年，陈镇调入武汉市市政建设集团经营开发公司主持工作，此时的市场环境不确定性显著增强，他坚持在深化经营工作体制机制改革上动脑筋、想办法、抓实效，加强经营前期策划，深度跟踪重点项目，优化经营市场布局，加大资源整合力度，不断深化机构改革，提升经营队伍素质，为企业持续健康发展探索新思路、新方案、新动能。2020年-2022年，新增合同额屡创集团历史新高。每一个项目的成功承揽背后无不战战兢兢，如履薄冰的决策、无不饱含辛勤耕耘、呕心沥血的付出。

2023年，疫后复杂的经济环境、新旧动能加快转换、发展能级加快提升，都对机施公司战略决策和改革发展提出了不小的考验。再次回到机施公司担任主要负责人的他，一以贯之紧盯市场，全力搏击，持续开拓，精准发力，攻坚有为，在市场环境愈发严峻的形势下，承压奋进，逆势而上，完善“三级市场”经营网络，将“全员经营”理念深度融合公司高质量发展战略，探索新模式，市内区域市场持续巩固，“走出去”的步伐稳步加速，十堰、宜昌、咸宁、黄冈、安徽、海南、陕西等市外省外市场得到拓展，各项经济指标稳步提升，企业品牌影响力有了质的提升。

恪守匠心致初心 秉持精工铸精品

在深耕行业的道路上，陈镇从项目建设一线的管理人员做起，历经多岗位锻炼，作为一名复员军人，他将部队磨砺的硬朗作风带到了工作中，一点一滴，学习图集，熟悉规范，计算工程量，大到钢筋混凝土结构，小到预埋件，不断积累管理经验，为走上管理岗位奠定基础。

“做一个项目，树一座丰碑。”他深知：“不出众就出局”的严酷现实，只有用心做好每一个项目，才能保证企业的稳步加速发展进程。对每一个重点项目，他都率先垂范、身先士卒地倾注大量的心血。除了开会，绝大部分时间不是在东奔西走地跑市场，就是在工地与基层员工们在一起。

天鹅湖雨污水及周边环境综合治理工程项目地理位置敏感，位于二环线（武汉大道）以东，省博物馆以南，东湖国际会议中心以西，是东湖的一个子湖，彼时东湖水环境生态保护工作备受各界关注，而天鹅湖原为鱼塘，水质非常差，急需进行综合整治。同年年底，湖北省老年大学选址于天鹅湖以北并开工建设，天鹅湖雨污水综合整治作为其配套工程紧随其后开工建设，工期非常紧张。当时的湖北省政

府领导调研项目，对项目建设进度提出了较高要求。面对种种压力，陈镇带领项目团队“钉”在一线，精心组织，统筹施工，形成每天小调度、每周大调度的协调调度机制，解决与老年大学交叉施工的若干问题，同时调集公司内部人力资源，加快制约总体节点目标的工作进度，最终保质高效完成建设。项目建成后解决了污水直排问题，改善了天鹅湖及东湖周边环境，提升了滨湖周边居住环境，达到了“开放绿契、天鹅回归”的美丽设计愿景，受到社会各界的一致好评，是公司在生态领域获得的第一个全国市政金杯示范工程奖。

在此后，他带领干部职工又相继打造多个机施精品。2024年元月，公司承接的光谷足训项目（华师-光谷汤逊湖学校高中部）自开工就受到社会各界的广泛关注，项目建成可新增学位3000个，为高新区解决部分升学问题。面对工期紧、施工环境复杂、冻雨极端天气影响、资金紧张、人材机调度难度大等困难，陈镇带领管理团队科学编制施工计划、合理调配资源、积极协调材料供应，战雨天，抢晴天，严格落实节点工期，经过200多个日夜的鏖战，确保了9月1日按时开学的目标顺利达成，得到了业主和教育部门的高度认可。

近年来，公司优质高效建设了一批以东沙连通、阅马场地下通道、江城大道、地铁二号线广阜屯站、雄楚大街高架、武汉市首条BRT、江北快速路、南湖联通渠、江北快速路、光谷南延线、湖溪河综合整治、古田垃圾转运站、华科大康园、黄陂平战结合医院等为代表的“地标”工程、民生工程，为武汉城市发展贡献企业的力量。

科技赋能助卓越 创新引领谋转型

在企业发展进程中，陈镇始终牢记质量精益求精，科技引领发展，唯有时刻保持危机意识，紧跟紧随技术前沿，不断攀登科技创新的高峰，锤炼高素质技术人才队伍，才能在行业发展浪潮中不掉队。

近年来，随着生产规模扩大和技术实力的进一步增强，公司呈现多元化发展的趋势，从传统道排、大型桥梁拓展到高速公路、地铁隧道、房建、环境整治、污水治理等多个方向，通过了国家“高新技术企业”认定，获评“武汉十大科技创新企业领跑者”“武汉科技创新领跑这十年突出贡献企业”，依托市政集团博士后工作站、科研工作室，成立了劳模创新工作室、博士技术团队，在雄楚大街、南泥湾等多个项目中，通过创新工艺、创新技术、创新管理全面提升工程质量、管理效能，受到政府

各级领导部门、业主的一致好评。公司竣工项目质量合格率100%，4项工程获国家级金奖，获省市级科学技术奖项3项，省级工法40余项，专利120余项，国家、省、学会科学技术成果10余项，论文等其他成果共计150余项。

陈镇始终将科技创新摆在企业发展战略的突出位置，大力实施创新驱动，公司在大型城市高架、复杂城市地下空间、BIM数字化施工等方面都取得了亮眼的技术突破，专门成立了公司级的BIM项目管理平台，大大提高了数字化施工和信息化管理水平。针对未来一路地标性工程“光谷之珠”钢塔分段拼接吊装施工环境复杂、技术难度大、精度要求高的特点，与武汉理工大学合作成立《基于北斗定位的大型复杂钢结构智能吊装关键技术研究与应用》科研课题攻关小组，成功开发了基于北斗的可视化吊装辅助系统，采用三维激光扫描技术进行预拼装过程模拟以保证构件制造质量，创新了大型钢塔构件快速、精准制造安装的施工方法和工艺。西马项目严格执行首件验收制度、三检制和举牌验收制度，积极落实集团“三化”工作要求，将BIM技术充分用于项目实践，运用BIM技术替代“线性内插法”逐一计算，高效完成6300余根工程桩桩顶标高数据的精准提取。依托南泥湾、额头湾等项目开展《表面波探测浅部地下空间关键技术研究及应用》完善了市政工程施工前地下管线物探成果的分析方法，极大的减小施工周边环境和民生的影响，获中国施工企业管理协会2023年工程建设科学技术进步奖二等奖。

“技术创新、质量攻关工作想得远、做得细、走得稳，必须要培育高素质的技术人才梯队。”曾担任过公司工会主席的陈镇高度重视对技术人才梯队的培养，他科学制定目标管理考核办法，注重创新工作方法，围绕“六比一创”开展专项检查，以“全面、全员、全过程”成本管理为抓手，培养、发掘先进典型，为公司技能传承和青年人才培养起了强有力的推动作用。在行业转型升级的大趋势下，机施公司积极适应市场需求，坚持探索创新，以国有企业改革为突破口，全面深化改革，强化资质管理，提升公司硬实力，优化人员结构，加强人才队伍建设，盘活存量资产，实现保值增值，企业日益呈现出现代化、产业化、集团化发展趋势。

使命在肩办实事 追星赶月不停留

坚持忠诚奉献、践行使命担当，身为国有企业负责人，只要国家需要、人民需

要，无论面对怎样的急难险重，陈镇都能做到闻令而动、向险而行，带领团队冲锋在前，以实际行动彰显国企听党号召、履行使命的责任与担当。

2020年1月24日凌晨1点，正是大年三十，接到火神山紧急任务，陈镇第一时间集结随时待命的8支应急党员突击队火速赶赴火神山一线，与作业人员一同坚守在施工现场，统筹部署人员入驻、物资协调、施工计划、工序穿插等工作。连续7天7夜的热血鏖战，终于完成5万平方米场地平整以及2.3公里配套管道建设。随后，他率领的团队作为抗疫主力军连续作战，完成武汉体育馆、新华印刷厂、第一聋哑学校、江汉大学等16项方舱突击任务。战场遍布武汉三镇，他带领团队冲锋陷阵，积极承担了硚口、洪山、东湖高新、江汉、江夏等片区“方舱医院”、隔离区等共计38项抢建任务，累计搭建完成救治床位16000余张。

从助力脱贫到乡村振兴，从防汛抗旱到融雪除冰，处处都有他的身影。在武汉市防汛救灾、除雪保畅行动中，他带领抢险突击队在雄楚大街、森林大道、江北快速路、沌口污水处理厂、地铁六号线博览中心站、光谷金融港、洪山区严西湖大堤、汉江江堤等地第一时间集结，抢险救援。近年来，陈镇坚持为群众办实事，致力于把城市建设与民计民生结合起来，深入武汉三镇各区整治老旧小区居住环境，领导实施完成了江汉、洪山、经开、硚口片区老旧小区改造，华科大康园小区、黄陂人民医院、后湖水环境、汉南二污、硚口区第二福利院等惠民项目建成后进一步完善城市基础设施功能，提升公共服务水平。以南泥湾、高新大道等一批重点项目为依托，充分践行绿色施工理念，全力以赴筑精品工程，给老百姓带来实实在在的幸福感和获得感。公司先后获评湖北省文明单位、守合同重信用企业、抗击新冠疫情先进集体，涌现出湖北省劳模、武汉市五一劳动奖章获得者等一批先进典型。

凯歌而行，不以山海为远。乘势而上，不以日月为限。2024年是机施公司成立70周年，作为一个将自身发展与武汉城市建设深度绑定的老牌国有企业，要面临的挑战还有很多，市场的严峻形势没有丝毫减弱，转型升级的步伐更需踏稳，作为企业负责人，陈镇始终保持着沉着冷静的头脑与热烈的干事创业劲头，坚持创新驱动，科技引领，积极适应环境变化，激活转型发展新动能，为企业扬帆致远提供了有力支撑。

“BIM+八年”

自 2025 年起，从“宝业杯”“汉阳市政杯”“高启达杯”“三品杯”“三局科创杯”“雷霆三实杯”“中建科工杯”“武汉市政杯”……“BIM+”智能建造大赛已经成为武汉市乃至湖北省建筑业的一张亮丽名片，它不仅仅是一场比赛，更是一个汇聚智慧、激发创新、引领未来的舞台。每一次比赛的成功举办，都标志着行业向前迈出了一大步，也为所有参与者留下了难忘的记忆。

成绩斐然

●项目风采

BIM技术在特大型体育场馆建设中的创新应用

◎文 / 中建三局第三建设工程有限责任公司 王帅 游建华 于义楠 武泽兴

摘要:随着智能建造的高速发展,BIM技术的应用价值愈发显著,在大型体育场馆建设中成为了必不可少的信息化工具。基于杭州余杭国际体育中心项目的创新拓展应用基础,对BIM技术应用的实施规划、主要应用进行了系统总结和阐述,有机结合了包括AI、AR、无人机、点云扫描、3D打印等前沿技术。主要结论为:大型体育场馆的建设中,BIM应用是一个整体工作,全周期实施规划十分重要,全过程全专业集成管理可大幅降低管理成本,显著提升精细化管理水平;基于模型的可视化开展模拟分析、设计方案优化和施工部署比选,可有效助力智能建造,提高设计与建造质量;深化设计与优化须全专业协同,一次成优,深度融合,BIM与AI、点云扫描、3D打印等前沿技术的创新结合,能给项目带来极大方便和效益,是未来的较优发展方向。

关键词:BIM;体育场馆;深化设计;信息化;项目管理

BIM技术是一种实用的信息化工具,在建筑设计、施工和运维全周期都具有重要价值,伴随智能建造的发展,BIM技术的价值愈加凸显。“十四五”是落实《体育强国建设纲要》的第一个五年,体育场馆建设是体育强国建设的重要支撑,对全面提升我国体育发展质量意义非凡。体育场馆有功能多、规模大、建造难和要求高等特点,应用BIM技术解决建设难题十分必要。

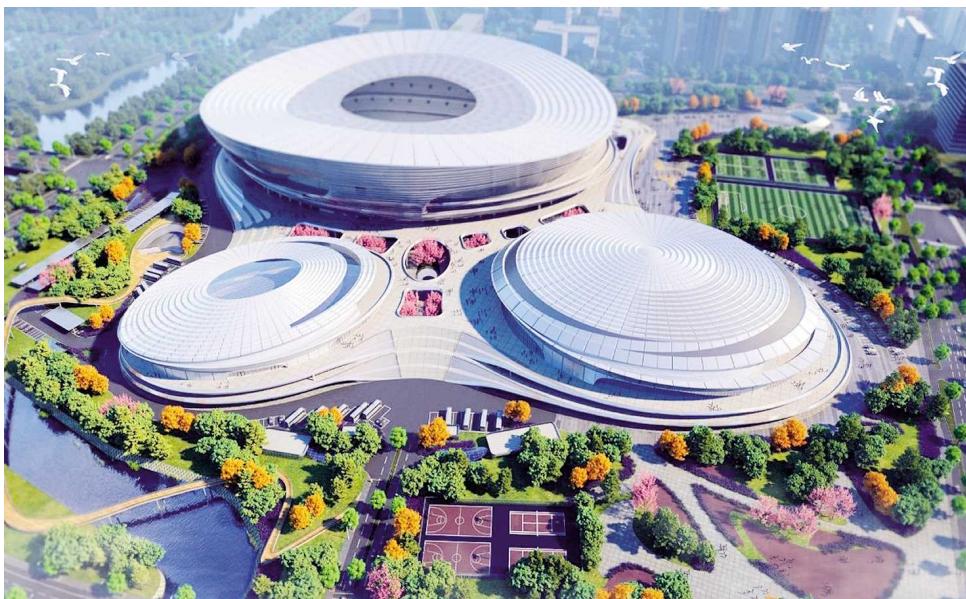


图1 项目效果图



专业足球场

综合体育馆

游泳跳水馆

图2 主体结构BIM模型

1 项目重难点

杭州余杭国际体育中心是杭州国际性新一代城市公共中心首发项目，建筑面积 53.4 万 m²，包含一场两馆及配套设施，其中足球场是世界跨度最大的轮辐式双层索膜结构，建筑效果如图 1 所示。

足球场为框架 + 空间桁架 + 索桁架结构，综合体育馆为框架 + 网架结构，游泳馆为框架 + 钢桁架结构，如图 2 所示，钢结构用量超 5.7 万吨，单个钢构件最大吊装重量达 122 吨。足球场索结构包含 40 塔轮辐式索桁架，径向索最大悬挑跨度为 44.0m；膜结构为正高斯曲面造型进口 PTFE 膜，找型质量要求高；幕墙种类丰富，以曲面、异型幕墙为主，安装精度要求极高，多数区域施工作业难。

项目包含土建、专业工程、装饰装修、园林绿化等全专业建造内容，专业间、工序工艺间、作业面间等均需高效协同，协调量大且难。包含 8000 余张设计图及 15 万余张深化图，管理复杂。BIM 在全生命周期均有应用需求，涉及内容多，BIM 应用标准须符合 LOD400 级要求。

2 BIM 实施规划

2.1 BIM 应用目标

在设计与施工阶段深度应用 BIM 技术，践行全生命周期管理理念，一模多用，平台共享。结合物联网等技术，形成一套 BIM 模型、一张场区地图、数字空间与实体空间交融、设计施工运维全周期应用、安全质量工期成本四大目标、人机材法环五要素并行的 BIM 综合应用体系。

2.2 BIM 协同管理

构建设计院、总承包部、BIM 团队及技术员一体的 BIM 管理架构，精细分工，对全周期的建模、审查、实施等协同管理。所有 BIM 模型均进行数据格式和软件版本统一，必要的模型须同时出具 RVT、NWC、IFC 等格式文件以便浏览、分析与审查。建立项目数据中心和网络云平台，对图纸和模型统一管理，使信息在业主、设计、建设单位间高效互通。

2.3 BIM 技术标准

根据项目特点，以国家标准、地方标

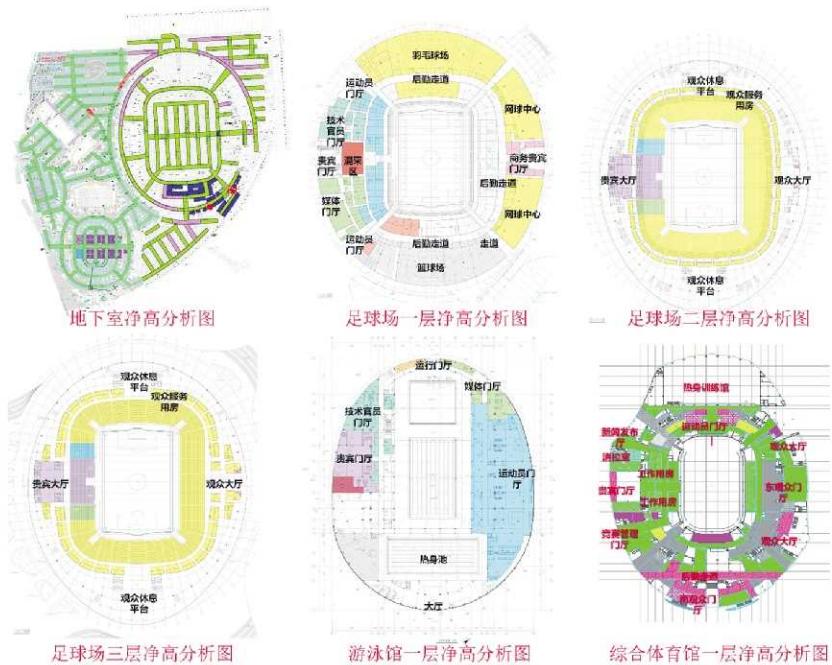


图 3 基于 BIM 模型的可视化分析

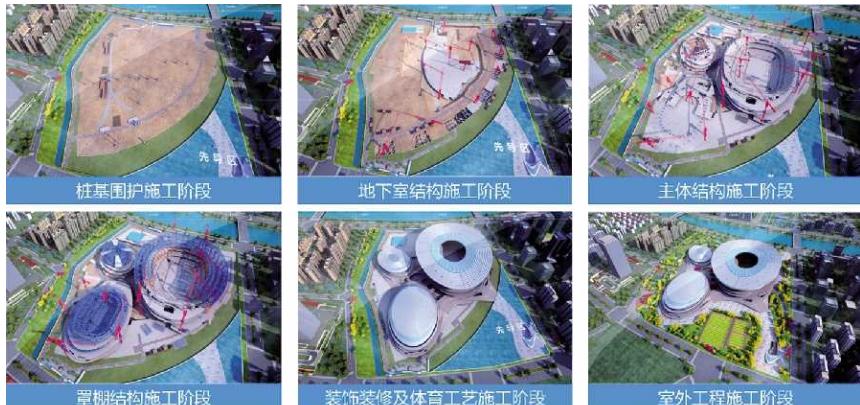


图 4 主要阶段的施工平面部署模拟

准、行业标准为基础，以企业标准和项目标准为更高要求，形成统一的 BIM 规范体系，确保所有 BIM 模型规范、标准、精细、实用，提高项目在设计、建造、运维阶段的高质量管理水平。

3 BIM 技术应用

3.1 基于 BIM 的可视化分析与优化

基于 BIM 模型，进行日照、热能传递、节能、消防疏散等模拟分析，寻找设计遗漏点和重点，优化设计方案和施工方案。利用 BIM 模型统计分析技术经济指标，核查建筑设计中的房间面积、空间净

高、功能分区等设计参数，根据项目需求创建明细表和统计分析图，分析图与模型参数关联，随模型变更而更新。统计模型中主要构件的体积(面积)和数量，辅助工程量计算。部分基于 BIM 的可视化分析实例如图 3 所示。

3.2 基于 BIM 的施工部署

创建场地布置与交通组织模型，模拟现场布置，帮助平面布置优化和合理性验证，确保交通组织流畅，减少不必要的转运，提高场地利用率和经济性。对基础、主体、屋盖、幕墙等 12 个施工阶段进行全过程总平布置模拟，图 4 为其中 6 个阶段。

利用 Navisworks 进行进度管理,将进度计划、资源配置与 BIM 模型关联,按施工段划分和流水施工安排,模拟施工进度计划,分析进度偏差和原因。

3.3 基于 BIM 的深化设计

3.3.1 钢结构

项目钢结构节点复杂,样式多变,利用 BIM 进行深化设计和优化十分必要。创建 tekla BIM 深化设计模型,对焊缝、螺栓、节点、预留孔洞、预埋件等进行深化,输出节点深化图、安装指导图、专业协调分析报告等,进行多专业碰撞检查。构件加工前,利用 BIM 进行拆分、模拟下料、放样、模拟加工,生成满足数字化加工要求的图纸,以三维图纸指导现场安装,钢结构典型深化案例如图 5 所示。

3.3.2 幕墙系统

基于深化设计幕墙 BIM 模型,如图 6 所示,对幕墙构件平立面布置、墙材与龙骨、各向龙骨间、主龙骨与主体结构等连接构造、节点构造、交接接收口构造、预埋件等深化设计,形成有非几何信息的 BIM 模型、全套深化设计图纸、设计说明书、安装指导图、专业协调分析报告等。

3.3.3 机电管线综合

项目管线种类多样,净高要求高,弧形管道多,管综深化难,建立机电管综 BIM 模型,按综合支吊架的深化思路,对过道、功能用房、机房等位置深化,输出机电管综总图、单专业施工图、预留预埋洞口图等,图 7 为项目中典型复杂管线综合深化实例。根据规范及设计要求进行机房管线综合,出具高精度的机组模块加工图、管道分段加工图、支吊架加工图,工厂加工及预拼装,运输至现场,依据测量放线快速装配,提高施工质量,节约工期。

采用智能支吊架设计软件,出具高精度支吊架图,工厂加工及预拼装,该装配式支吊架具有安全环保、节能降耗、灵活高效等特点,如图 8 所示。

3.3.4 复杂梁柱节点

针对复杂梁柱节点,构建精细 BIM 模型进行碰撞检查,识别潜在问题,优化方案,优化过程直观且精确。在 BIM 模型中详细描绘节点的结构形式、连接方式和材料属性,实现对复杂节点空间布局的精确控制,如图 9 所示。技术交底中直观地

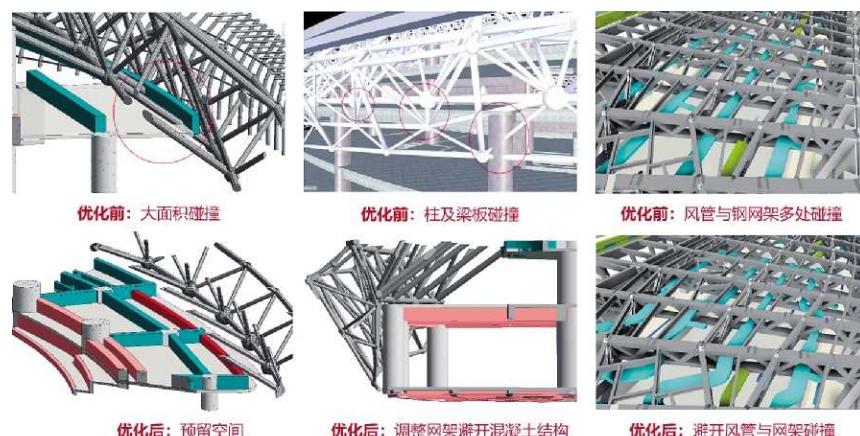


图 5 可视化与设计优化

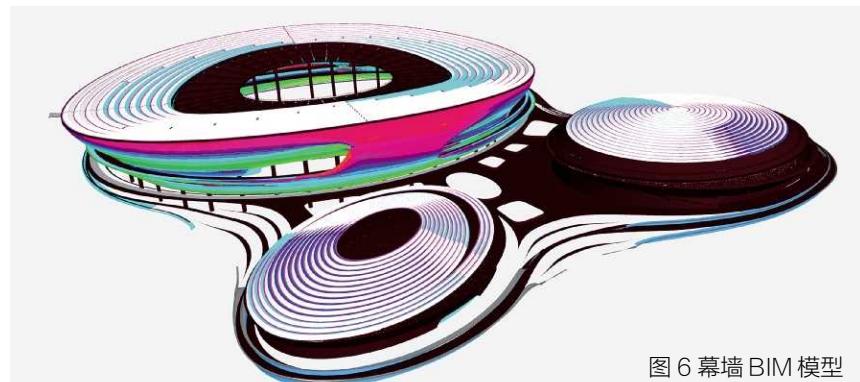


图 6 幕墙 BIM 模型

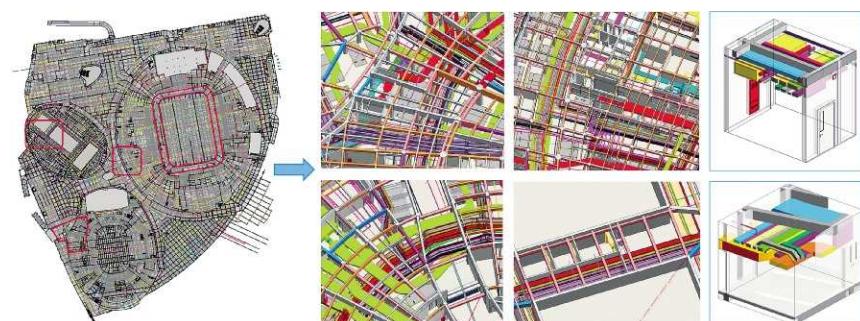


图 7 复杂管线综合实例



图 8 支吊架设计深化

展示节点详细构造和施工顺序,帮助工人理解节点的复杂性和特殊性,提高施工质量和工效,降低沟通成本。

3.3.5 装饰装修

创建装饰装修BIM模型,优化地面、墙面等排砖,以模型输出图纸,确保立面、节点等图纸一致;同步输出材料工程量清单,精确到面积和块数,为现场施工提供依据;通过BIM模型对排风口、喷淋点位、灯具、开关插座等末端点位深化,制作三维房间装修指导手册,指导现场施工。

3.4 质量、安全方面的BIM技术应用

创建虚拟质量样板,对关键工序进行三维技术交底,指导实体质量样板制作,按分部分项、施工工艺、危大施工方案等进行质量可视化交底,二次结构深化后进行排砖设计,优化砌体排布,选择最优方案并出具工程量,辅助工程造价及现场管理。

建立BIM安全模型,提前识别临边洞口、有限空间等危险源,联动广联达BIM模板脚手架设计软件,自动识别高支模,对支撑体系进行深化和优化,生成模板脚手架排布方案、计算书、施工图、工程量统计表等,辅助施工方案的编制,对支架进行受力分析与有限元分析,验证方案安全性。

4 BIM技术的创新应用

4.1 BIM与AR的结合应用

AR技术可与BIM模型结合进行进度模拟、方案模拟、隐蔽工程验收及查看、预安装等工作,将BIM模型与现实互动,用模型指导现场施工。土建支模阶段,对穿梁洞口的位置、尺寸、数量等进行校核,确保不少埋漏埋。室外施工阶段,将给排水BIM模型直接定位到场地,通过BIM模型的管线走向在场地上对应划线,指导现场开槽。管线安装完成后,再次使用BIM模型复核安装情况,及时校准偏差,避免返工,使用场景实例如图10所示。

4.2 BIM与GIS土石方测算的结合应用

采用无人机进行寻迹航拍,将航拍图像进行数据三维处理,得到三维地形表皮模型,通过BIM结合倾斜摄影,提高空间地理分析能力。无人机可迅速准确地获取长度、高差、坐标、面积、体积等大量数据,在Revit中生成地貌模型,绘制基坑开挖

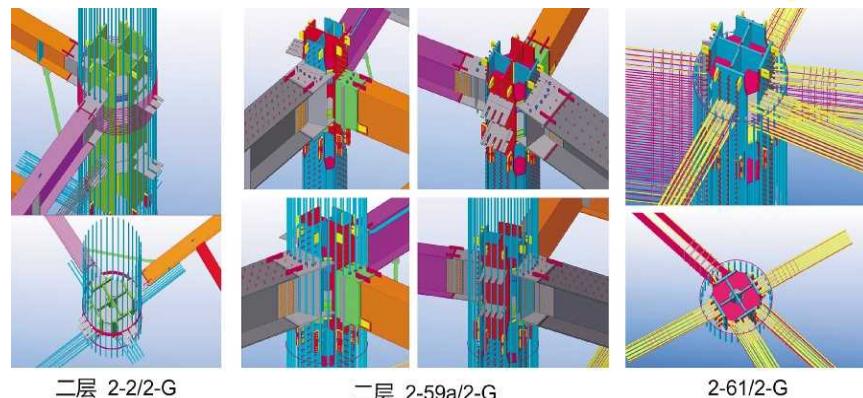


图9 复杂梁柱节点深化

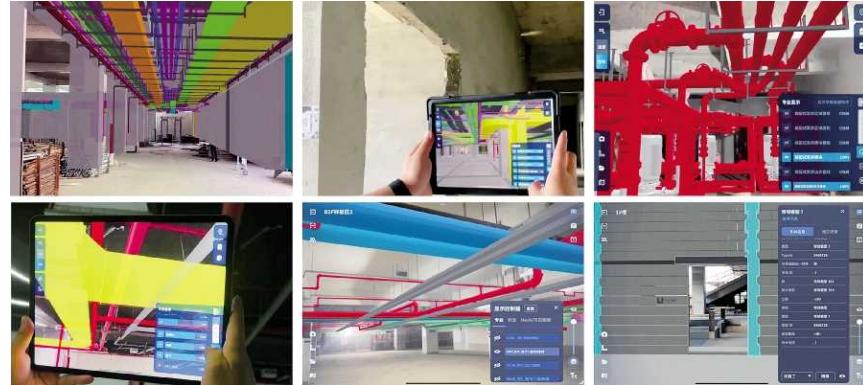


图10 BIM+AR 技术应用场景

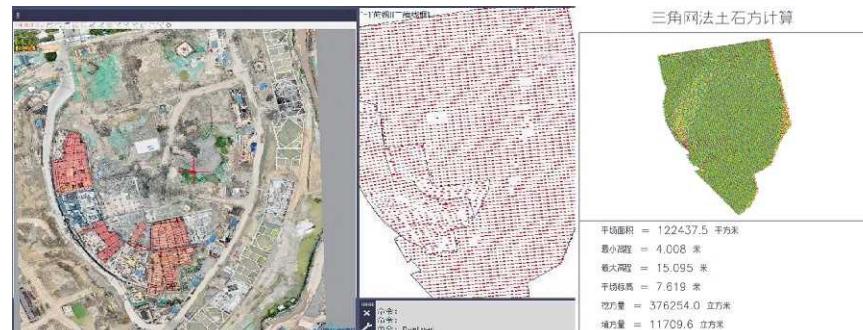


图11 基于 BIM 的土石方测算

模型后可得土石方开挖模型和开挖量。链接到CASS和Context Capture中可进行土石方智能测算,生成土方调配图,通过RTK辅助测量,指挥施工机械行驶,使土方平衡施工按照最优路线和最优弃排土量进行,如图11所示,大大提高了测绘效率,降低了人工测绘的风险和成本。

4.3 BIM与AI图模管理平台的结合应用

为解决项目专项设计单位多、专业接口多、“错、漏、碰、缺”易发等难题,采用数

智化管理,统一存储,数出一源,建立基于AI的数智化图模管理平台,如图12所示。平台支持AI智能分图、在线会审、图纸内容快速查找、AI智能问答等功能,做到了图模关联、版本统一、变更闭环,彻底解决图纸多、专业协同难的问题,既能减少成本,又能推动图纸管理向数字化和智能化转型。

4.4 BIM与场区地图的结合应用

以场内交通组织为出发点,开发了基于BIM的“场区地图”,包含人员管理、塔

吊监控、升降机监控、基坑检测等内容。实时掌握场内车辆行驶、停泊动态，合理规划卸货、吊装、布泵等停靠点，开展交通运力分析，实现场内交通无梗阻，达到有限空间100%的动态利用，显著提升了工地的管理效率和质量。

4.5 BIM与点云扫描的结合应用

基于BIM与倾斜摄影，周期性构建影像图和实景三维模型，将点云模型与BIM模型进行可视化对比分析，进行进度监测与管理，如图13所示。

为应对大型曲面异型幕墙成型效果要求高的难题，结合BIM与激光扫描技术，扫描钢桁架实际点位，依托实景模型进行幕墙深化，通过钢桁架及幕墙的实景点云模型与BIM模型对比分析，对幕墙深化设计动态反馈，识别偏差，联动工厂精准下料、定位、安装，确保建筑立面的完美呈现。

4.6 BIM与3D打印的结合应用

项目涉及大量复杂网架节点、桁架节点、索节点，传统方法很难控制质量和精度，且成本很高。对复杂节点精细化建模，提高设计精度，将BIM模型由RVT格式转化为3D打印软件可以识别的STL格式，快速精确地制作3D打印切片模型。本项目中较为复杂的索桁架与钢桁架的连接节点为例，如图14所示，对复杂节点拓扑优化，得到较优节点形式，结合3D打印进行定制化智能制造，优化了屋盖钢结构体系关键节点的受力性能，降低了施工难度，节约了工期成本。

5 结论

基于BIM创新性地结合前沿新技术，促进了项目高质量智能建造，效益显著，



图 12 BIM 与 AI 图模管理平台



图 13 施工现场点云模型

主要结论如下：

- 1) BIM应用步步紧扣，须提前做好全周期规划，前期策划是支撑后序工作的基础。
- 2) 体育场馆建设阶段的深化设计与优化对高质量建造作用巨大，需要全专业协同，一次成优。

3) BIM与激光扫描、3D打印、AI、无人机等技术的创新结合，能给项目带来巨大的方便和效益，是未来的较优发展方向。

4) 全过程、全专业的集成管理，可提高工效，降低成本，对体育场馆的精细化管理和智能化、信息化、数字化建设促进作用显著。

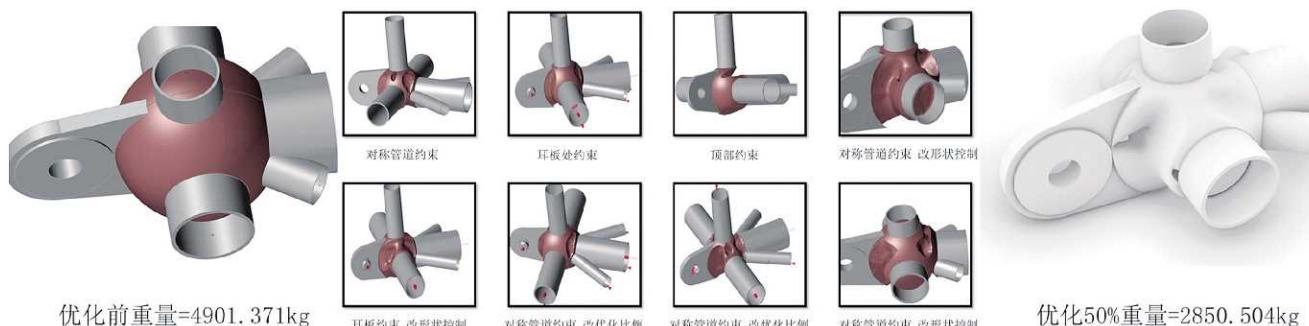


图14 BIM与3D打印的结合应用

BIM技术在光谷人民医院项目建设中的综合应用

◎ 文 / 湖北省工业建筑集团安装工程有限公司 张华 纪维人 徐文双 刘枫

BIM技术在我国建筑业中从初步探索迈向深度融合与创新发展。湖北省工业建筑集团安装工程有限公司为行业先锋,积极参与并推动了这一进程。2025年,武汉建筑业协会BIM+智能建造大赛以“科技赋能、创新驱动”为主题,湖北省工业建筑集团携光谷人民医院项目展示了最新成就。本文旨在回顾发展历程,总结经验,探讨未来趋势,为建筑业智能化、工业化协同发展贡献力量。

一、BIM技术的八年蜕变

八年前,BIM(建筑信息模型)对于大多数建筑业从业者而言,还是一个新鲜而陌生的概念。那时,设计图纸仍以二维为主,项目管理多依赖人工经验,施工过程中的信息传递效率低下,错误和延误时有发生。然而,随着BIM技术的引入和推广,这一切开始悄然改变。

从最初的模型展示到如今的全程应

用,BIM技术已经渗透到建筑项目的每一个阶段。在设计阶段,BIM使得设计师能够创建更加精确、直观的三维模型,不仅提高了设计效率,还大大减少了因设计错误导致的后期变更。在施工阶段,BIM技术的运用更是实现了施工模拟、碰撞检测、进度管理、成本控制等多方面的智能化管理,显著提升了施工效率和

质量。

武汉建筑业协会通过举办BIM+智能建造大赛,激发了行业内的创新活力,涌现出了一批批优秀的BIM应用案例。这些案例不仅展示了BIM技术在单个项目中的深度应用,更体现了BIM+智能建造技术在推动建筑业转型升级中的巨大潜力。

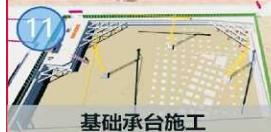
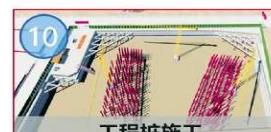
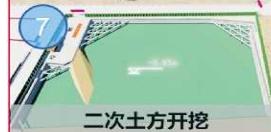
二、BIM+智能建造的创新实践案例分享

项目简介:光谷人民医院是东湖高新区第一家区属公立医院,选址花山生态新城中心区域。项目按照三级综合医院设置,总规划床位1000张,预计配备医护人员不低于1500人,项目总建筑面积约24万平方米。

1.项目施工前BIM工作提前介入,模拟动线分析、流线分析、方案分析、协同设计同步优化。在施工阶段,针对施工过程中存在的痛点问题,项目制定了详细的BIM应用策划。创建联投湖北工建数字化



序号	存在问题	应用点	应用效果
1	所有BIM工作的基础	模型维护	根据设计院等参建方要求及时更新模型,保证所有应用成果的时效性,持续更新模型 18余次 。
2	场地布置方案不直观,不利于找出最优方案	三维施工总平面布置设计应用	通过三维场地布置和企业VI标准化相结合,并同时按照公司安全文明标准化要求对施工场地布置,对不同阶段的场地布置进行优化,有效 减少二次布置 。
3	专业多,各专业间问题难以发现,严重影响施工	图纸会审	通过BIM技术三维可视化检测及展示项目全专业中的冲突点,改变传统二维图纸校核的不直观性、发现隐藏在设计中的问题,有效 缩短工期 。
4	部分设计不符合现场实际	深化设计	1、基坑开挖;2、外架布设;3、管线综合。根据不同应用类别,达到 提升工程效率、质量、美观 的目的。
5	计划制定没依据;做多做少全凭分包说	工程算量	通过全专业模型可以按阶段、按类别等进行工程量的快速提取,避免图纸量不准确、计算繁琐等问题,做到 招标、结算有依据 。
6	图纸、方案不直观,交底效率低、质量难保障	可视化交底	包含三维节点、工序动画两种类型,按照具体使用需求采用,保证工程 质量,确保安全 。

现场实景记录

BIM+施工管理体系,做到全员信息化、全过程追踪、全专业深化三个全覆盖以及模型精细度和应用颗粒度两个管理维度。

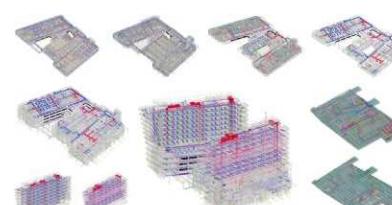
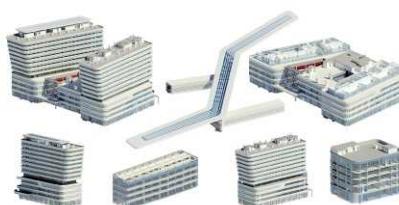
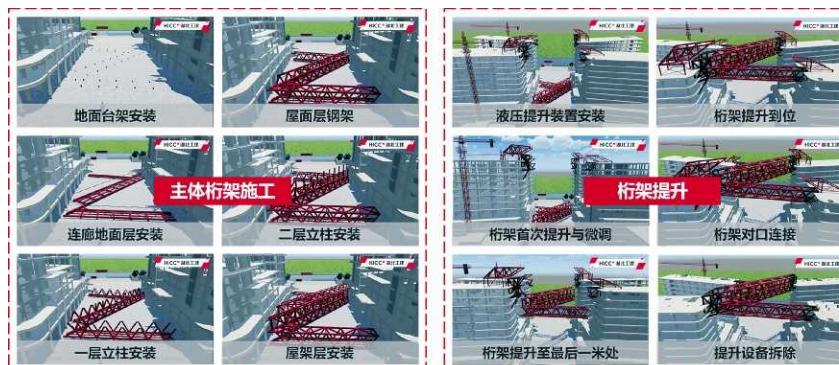
2、实现了BIM项目管理,利用BIM软件,生成可视化成果,对现场进行交底、指导现场施工,实现精细化施工管理。

虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术:通过BIM模型与VR/AR技术的结合,施工人员可以在虚拟环境中进行模拟施工,提前发现并解决潜在问题,有效避免了实际施工中的错误和返工。空中连廊结构采用Tekla建模,为了保障施工质效,对提升反力架进行精确安装定位和固定,以保证提升过程稳定和合拢对口精度。采用高精度测量设备和控制系统,对提升过程钢结构应力、变形、空间位移均进行实时监测和调整。模拟施工过程,对施工人员进行交底。

3、全专业建模与优化,综合考虑各专业施工顺序,利用BIM优化空间管理,保证构件与现场的高度契合,该项目在施工过程中,全面应用了BIM+智能建造技术。通过BIM模型进行施工模拟,提前发现了多处设计冲突和施工难点,有效避免了施工过程中的碰撞和延误。

4、利用BIM技术,通过材料优化、永临结合、施工方案优化等措施,助力项目实现精益建造。项目认质认价文件对样板卫生间进行墙地砖铺排,综合考虑卫浴设备位置、给排水末端点位,最终确定最优铺排方案,出具CAD铺贴图,指导现场施工。

项目安装专业设备系统多,通过BIM技术对管综排布问题进行了深入审核,以确定优化方案。



5、通过BIM数字化机房加工及BIM数字化管理的手段,实现了项目的数字化转型。为了保证综合支架安装质量,项目通过软件预排、受力计算、现场校核,确定支架形式及材料选型,出具支吊架深化图

纸,辅助指导现场施工。

审查模型并完善管道附件、管道设备及管道末端的建立,生成管道与管件工程量明细表,便于现场进行算量统计与工程造价把控。

三、面临的挑战与未来展望

尽管 BIM+ 智能建造技术在过去八年中取得了显著的成绩，但仍面临着一些问题。例如，技术普及程度不够、专业人才短缺、模型标准紊乱等。为了克服这些挑战，我们需要持续加大技术研发投入，加强人才培养和引进，同时建立完善的数据安全管理体系。

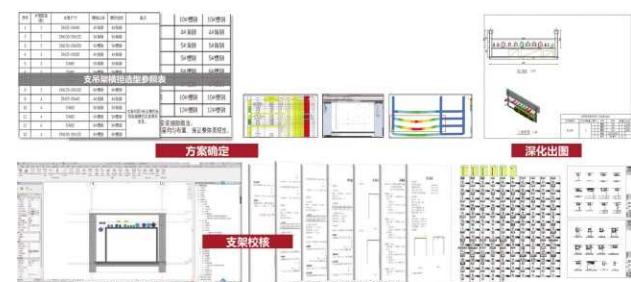
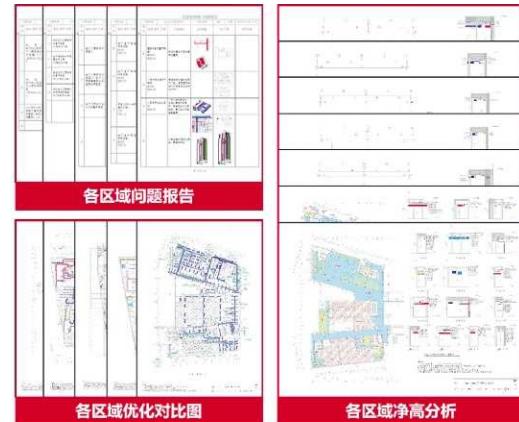
展望未来，BIM+ 智能建造技术将继续引领建筑业的转型升级。随着 5G、人工智能、物联网等新技术的不断发展，BIM 技术将与更多前沿技术融合创新，为建筑业带来更加广阔的发展空间。我们有理由相信，在不久的将来，BIM+ 智能建造将成为建筑业的主流模式，为构建更加高效、绿色、智能的建筑环境贡献力量。

管线综合深化

利用 Revit 自带碰撞检测系统，结合结构和建筑模型对管线进行碰撞检测，检测出碰撞问题 893 项。

深化原则

1. 小管让大管；
2. 有压管让无压管；
3. 低压管让高压管；
4. 常温管让高温、低温管；
5. 可弯管让不可弯管线；
6. 分支管线让主干管线；
7. 附件少的管线避让附件多的管线；
8. 检修空间 ≥ 300mm；
9. 穿梁开洞尺寸必须小于 1/3 梁高度，且小于 250。开洞位置位于梁高度的中心处。在平面的位置，位于梁跨中的 1/3 处。



结语

八年的探索与实践，BIM+ 智能建造技术已经在武汉乃至全国的建筑业中留下了深刻的印记。这些成绩的取得离不开行业内外各界的共同努力和支持。展望未来，让我们携手并进，继续推动 BIM+ 智能建造技术的创新与发展，为打造建筑业新质生产力而不懈奋斗。

A	B	C	D	E
Y0001	Y0002	Y0003	Y0004	Y0005
Y0006	Y0007	Y0008	Y0009	Y0010
Y0011	Y0012	Y0013	Y0014	Y0015
Y0016	Y0017	Y0018	Y0019	Y0020
Y0021	Y0022	Y0023	Y0024	Y0025
Y0026	Y0027	Y0028	Y0029	Y0030
Y0031	Y0032	Y0033	Y0034	Y0035
Y0036	Y0037	Y0038	Y0039	Y0040
Y0041	Y0042	Y0043	Y0044	Y0045
Y0046	Y0047	Y0048	Y0049	Y0050
Y0051	Y0052	Y0053	Y0054	Y0055
Y0056	Y0057	Y0058	Y0059	Y0060
Y0061	Y0062	Y0063	Y0064	Y0065
Y0066	Y0067	Y0068	Y0069	Y0070
Y0071	Y0072	Y0073	Y0074	Y0075
Y0076	Y0077	Y0078	Y0079	Y0080
Y0081	Y0082	Y0083	Y0084	Y0085
Y0086	Y0087	Y0088	Y0089	Y0090
Y0091	Y0092	Y0093	Y0094	Y0095
Y0096	Y0097	Y0098	Y0099	Y00100
Y00101	Y00102	Y00103	Y00104	Y00105
Y00106	Y00107	Y00108	Y00109	Y00110
Y00111	Y00112	Y00113	Y00114	Y00115
Y00116	Y00117	Y00118	Y00119	Y00120
Y00121	Y00122	Y00123	Y00124	Y00125
Y00126	Y00127	Y00128	Y00129	Y00130
Y00131	Y00132	Y00133	Y00134	Y00135
Y00136	Y00137	Y00138	Y00139	Y00140
Y00141	Y00142	Y00143	Y00144	Y00145
Y00146	Y00147	Y00148	Y00149	Y00150
Y00151	Y00152	Y00153	Y00154	Y00155
Y00156	Y00157	Y00158	Y00159	Y00160
Y00161	Y00162	Y00163	Y00164	Y00165
Y00166	Y00167	Y00168	Y00169	Y00170
Y00171	Y00172	Y00173	Y00174	Y00175
Y00176	Y00177	Y00178	Y00179	Y00180
Y00181	Y00182	Y00183	Y00184	Y00185
Y00186	Y00187	Y00188	Y00189	Y00190
Y00191	Y00192	Y00193	Y00194	Y00195
Y00196	Y00197	Y00198	Y00199	Y00200
Y00201	Y00202	Y00203	Y00204	Y00205
Y00206	Y00207	Y00208	Y00209	Y00210
Y00211	Y00212	Y00213	Y00214	Y00215
Y00216	Y00217	Y00218	Y00219	Y00220
Y00221	Y00222	Y00223	Y00224	Y00225
Y00226	Y00227	Y00228	Y00229	Y00230
Y00231	Y00232	Y00233	Y00234	Y00235
Y00236	Y00237	Y00238	Y00239	Y00240
Y00241	Y00242	Y00243	Y00244	Y00245
Y00246	Y00247	Y00248	Y00249	Y00250
Y00251	Y00252	Y00253	Y00254	Y00255
Y00256	Y00257	Y00258	Y00259	Y00260
Y00261	Y00262	Y00263	Y00264	Y00265
Y00266	Y00267	Y00268	Y00269	Y00270
Y00271	Y00272	Y00273	Y00274	Y00275
Y00276	Y00277	Y00278	Y00279	Y00280
Y00281	Y00282	Y00283	Y00284	Y00285
Y00286	Y00287	Y00288	Y00289	Y00290
Y00291	Y00292	Y00293	Y00294	Y00295
Y00296	Y00297	Y00298	Y00299	Y00300
Y00301	Y00302	Y00303	Y00304	Y00305
Y00306	Y00307	Y00308	Y00309	Y00310
Y00311	Y00312	Y00313	Y00314	Y00315
Y00316	Y00317	Y00318	Y00319	Y00320
Y00321	Y00322	Y00323	Y00324	Y00325
Y00326	Y00327	Y00328	Y00329	Y00330
Y00331	Y00332	Y00333	Y00334	Y00335
Y00336	Y00337	Y00338	Y00339	Y00340
Y00341	Y00342	Y00343	Y00344	Y00345
Y00346	Y00347	Y00348	Y00349	Y00350
Y00351	Y00352	Y00353	Y00354	Y00355
Y00356	Y00357	Y00358	Y00359	Y00360
Y00361	Y00362	Y00363	Y00364	Y00365
Y00366	Y00367	Y00368	Y00369	Y00370
Y00371	Y00372	Y00373	Y00374	Y00375
Y00376	Y00377	Y00378	Y00379	Y00380
Y00381	Y00382	Y00383	Y00384	Y00385
Y00386	Y00387	Y00388	Y00389	Y00390
Y00391	Y00392	Y00393	Y00394	Y00395
Y00396	Y00397	Y00398	Y00399	Y00400
Y00401	Y00402	Y00403	Y00404	Y00405
Y00406	Y00407	Y00408	Y00409	Y00410
Y00411	Y00412	Y00413	Y00414	Y00415
Y00416	Y00417	Y00418	Y00419	Y00420
Y00421	Y00422	Y00423	Y00424	Y00425
Y00426	Y00427	Y00428	Y00429	Y00430
Y00431	Y00432	Y00433	Y00434	Y00435
Y00436	Y00437	Y00438	Y00439	Y00440
Y00441	Y00442	Y00443	Y00444	Y00445
Y00446	Y00447	Y00448	Y00449	Y00450
Y00451	Y00452	Y00453	Y00454	Y00455
Y00456	Y00457	Y00458	Y00459	Y00460
Y00461	Y00462	Y00463	Y00464	Y00465
Y00466	Y00467	Y00468	Y00469	Y00470
Y00471	Y00472	Y00473	Y00474	Y00475
Y00476	Y00477	Y00478	Y00479	Y00480
Y00481	Y00482	Y00483	Y00484	Y00485
Y00486	Y00487	Y00488	Y00489	Y00490
Y00491	Y00492	Y00493	Y00494	Y00495
Y00496	Y00497	Y00498	Y00499	Y00500
Y00501	Y00502	Y00503	Y00504	Y00505
Y00506	Y00507	Y00508	Y00509	Y00510
Y00511	Y00512	Y00513	Y00514	Y00515
Y00516	Y00517	Y00518	Y00519	Y00520
Y00521	Y00522	Y00523	Y00524	Y00525
Y00526	Y00527	Y00528	Y00529	Y00530
Y00531	Y00532	Y00533	Y00534	Y00535
Y00536	Y00537	Y00538	Y00539	Y00540
Y00541	Y00542	Y00543	Y00544	Y00545
Y00546	Y00547	Y00548	Y00549	Y00550
Y00551	Y00552	Y00553	Y00554	Y00555
Y00556	Y00557	Y00558	Y00559	Y00560
Y00561	Y00562	Y00563	Y00564	Y00565
Y00566	Y00567	Y00568	Y00569	Y00570
Y00571	Y00572	Y00573	Y00574	Y00575
Y00576	Y00577	Y00578	Y00579	Y00580
Y00581	Y00582	Y00583	Y00584	Y00585
Y00586	Y00587	Y00588	Y00589	Y00590
Y00591	Y00592	Y00593	Y00594	Y00595
Y00596	Y00597	Y00598	Y00599	Y00600
Y00601	Y00602	Y00603	Y00604	Y00605
Y00606	Y00607	Y00608	Y00609	Y00610
Y00611	Y00612	Y00613	Y00614	Y00615
Y00616	Y00617	Y00618	Y00619	Y00620
Y00621	Y00622	Y00623	Y00624	Y00625
Y00626	Y00627	Y00628	Y00629	Y00630
Y00631	Y00632	Y00633	Y00634	Y00635
Y00636	Y00637	Y00638	Y00639	Y00640
Y00641	Y00642	Y00643	Y00644	Y00645
Y00646	Y00647	Y00648	Y00649	Y00650
Y00651	Y00652	Y00653	Y00654	Y00655
Y00656	Y00657	Y00658	Y00659	Y00660
Y00661	Y00662	Y00663	Y00664	Y00665
Y00666	Y00667	Y00668	Y00669	Y00670
Y00671	Y00672	Y00673	Y00674	Y00675
Y00676	Y00677	Y00678	Y00679	Y00680
Y00681	Y00682	Y00683	Y00684	Y00685
Y00686	Y00687	Y00688	Y00689	Y00690
Y00691	Y00692	Y00693	Y00694	Y00695
Y00696	Y00697	Y00698	Y00699	Y00700
Y00701	Y00702	Y00703	Y00704	Y00705
Y00706	Y00707	Y00708	Y00709	Y00710
Y00711	Y00712	Y00713	Y00714	Y00715
Y00716	Y00717	Y00718	Y00719	Y00720
Y00721	Y00722	Y00723	Y00724	Y00725
Y00726	Y00727	Y00728	Y00729	Y00730
Y00731	Y00732	Y00733	Y00734	Y00735
Y00736	Y00737	Y00738	Y00739	Y00740
Y00741	Y00742	Y00743	Y00744	Y00745
Y00746	Y00747	Y00748	Y00749	Y00750
Y00751	Y00752	Y00753	Y00754	Y00755
Y00756	Y00757	Y00758	Y00759	Y00760
Y00761	Y00762	Y00763	Y00764	Y00765
Y00766	Y00767	Y00768	Y00769	Y00770
Y00771	Y00772	Y00773	Y00774	Y00775
Y00776	Y00777	Y00778	Y00779	Y00780
Y00781	Y00782	Y00783	Y00784	Y00785
Y00786	Y00787	Y00788	Y00789	Y00790
Y00791	Y00792	Y00793	Y00794	Y00795
Y00796	Y00797	Y00798	Y00799	Y00800
Y00801</				

BIM技术在住宅项目室外管网综合排布中的应用研究

◎文/中国一冶集团有限公司 李锐

摘要:住宅园区地下管网在平面位置和竖向高度上都需要选择合理的布置方案,但因各专业管线通常由不同单位设计和安装,且施工空间存在极高的隐蔽和复杂性,使管道在建设、运营、管理和维护过程中都具有较大的难度。基于此,本文以上海市嘉定区黄渡大居(一期)11A-06地块共有产权保障住房项目为例,利用BIM技术进行建筑室外综合管线排布,梳理实施流程,找出影响施工的重难点及常见问题进行研究,并给出相应的解决措施,为相关技术人员提供参考。

关键词:BIM技术;室外管网;施工管理;住宅园区;

1 前言

住宅小区道路布设管线的地下空间极其有限,室外管网合理布设将直接影响到管线施工和后期运维管理,如果各专业施工队之间缺乏足够的沟通,势必造成管道间的大量碰撞,易出现管线覆土深度不足、排水管坡度不够等问题。且室外管线主要敷设在地下,管径较大且多为非压力管道,无法翻弯,对施工工艺要求高,施工过程中常见问题主要为以下三个方面:1)各专业管道埋设厚度不够;2)管道碰撞,各专业管道间距离不足;3)水电井、箱站等设施的布置位置与景观工程相冲突。

针对以上问题,本文以上海市嘉定区黄渡大居(一期)11A-06地块共有产权保障住房项目为例,通过将BIM技术运用到住宅园区内管线优化设计中去,合理布局各类管道及其附属设施,最大限度地利用地下空间,建立一个完善的室外管网信息模型,从机电安装专业BIM技术的实施应用角度出发,分析BIM技术在住宅项目室外管网排布实施流程,对其过程执行进行详细介绍,为今后类似工程应用提供参考。

2 工程概况

上海黄渡大居保障住房项目总建筑面积92733.18m²,地上面积27003m²,室外管道包含雨水、给水、电力、污水、热力、燃气、通信等专业。项目通过BIM技术应用,有效检查管线之间的碰撞,在满足各类地下管线的安装前提条件下,合理解决室外管网设计中产生的问题,对管道位置进行精确定位,统筹合理安排管线的埋设深度,综合考虑覆土厚度、管道间距及管道坡度等因素,减少施工返工,达到提质增效的目的。



图1 BIM室外管网综合实施流程

表1 住宅园区内各专业管道覆土埋深要求

专业	管道敷设位置	管顶最小覆土
重力雨污排管道	绿化地带	0.3m
	小区支道路	0.5m
	小区主道路	DN≤200 0.6m DN>200 0.7m
	车行道	0.7m
电力排管	小区内	0.5m
压力给水、消防管道	小区内	0.7m
通信、有线电视管道	小区内	0.7m



图2 室外场地模型

表 2 机电室外设施模型

3 管综实施流程

项目在施工之初，即采用 BIM 技术辅助管综深化设计，实施流程如图 1 所示，通过建立管综模型进行排布，保证室外管线安装顺利进行。

按照管网综合实施流程，项目的初始阶段，应搜集设计资料，包括建筑总平面图、景观图及建筑物详图等，通过分析室外管线安装要求制定模型标准，依据现场安装条件创建 BIM 模型，结合场地实际情况，在软件中绘制管线模型，对碰撞部分进行综合调整，并配合景观工程优化、出图，组织技术交底，指导施工。

4 管线埋深需求

住宅项目室外管道数量繁多、规格不一，其埋设原则依据专业不同，规则也不尽相同，各专业管道覆土深度要求如表 1 所示。

管道布置除满足上述管道覆土埋深要求外，还应满足管道平行和竖向交叉布置时的最小间距要求，详细要求应参照 GB50289—2016《城市工程管线综合规划规范》。

5 模型创建

5.1 室外场地模型搭建

在项目室外管综方案设计之初，通过收集土建及景观专业资料，对照 BIM 建模标准，搭设出完整的室外场地模型，将构件按照尺寸、材质、标高等设计要求表示清楚，后续机电管线模型可在此基础上完成。

如图 2 所示，本项目通过链接室外场地模型进行室外管网模型搭建，可以很直观地观察现场实际情况，避免了繁琐的计算过程。

5.2 标准制定

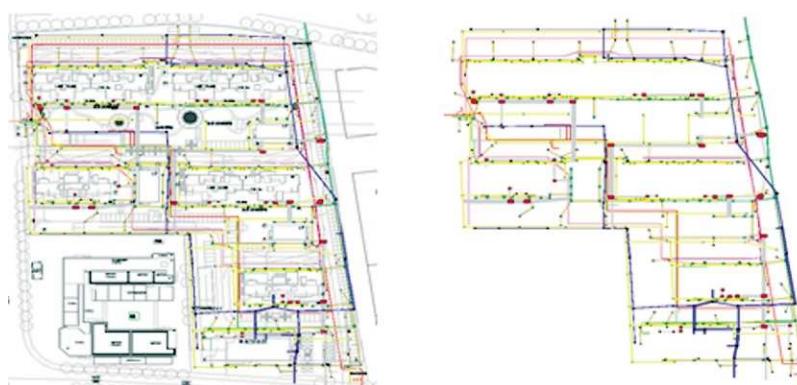
室外管网系统规模庞大，各种型号规格的管道管件及附属设施数量多，因此需要在建模之前制定好模型标准，以便对构件进行清晰、规范的命名。统一的标准有助于提高模型标识理解的效率和准确性，标准通常包含数据格式、分类编码、图层、颜色、精度、代号、视图、标注等内容，为了

机电专业室外设施与模型对照表

三维模型	检查井	集水井	弱电井	水表井	雨水口	强电井
名称	检查井	集水井	弱电井	水表井	雨水口	强电井

表 3 专业管道标准划分

专业	代号	颜色	模型精度	最大管径
雨水排水系统	YS	蓝色	LOD300	DN500
污水排水系统	WS	黄色	LOD300	DN500
给水系统	J	绿色	LOD300	DN200
消防系统	XH	红色	LOD300	DN200
电力系统	DL	灰色	LOD300	DN150
燃气系统	RQ	橙色	LOD300	DN100
通信、有线电视	TP、TV	青色	LOD300	DN150



(a)室外各专业 CAD 平面图 (b)室外机电 BIM 三维管综模型

图 3 项目室外管综模型

保障 BIM 技术应用实施效果，本项目机电管线建模标准依据相关规范进行制定，将机电模型精度制定为 LOD 300，如表 2 所示。

室外管线包括污水管道、雨水管道、消火栓管道、市政管道、电力管道、智能化管道、天然气管道等，涉及众多相关专业。LOD 300 精度下机电设备模型满足室外

管网深化及施工协调的应用需求。因此，本项目还结合需求制定各专业管道划分标准，如表 3 所示。

项目建模之前通过制定符合需求的标准，可统一相关信息，避免因建模依据的不同而导致返工和重新建模的现象发生。

5.3 管道模型创建

在制定好本项目的建模标准后,BIM 工程师即可依据施工图搭建模型,建模阶段的管线布设可暂不考虑实际工作面和空间需求,依据场地模型来搭建管道模型即可,所建立的给水、雨水和电力模型等构件特性应反映出实际材质、尺寸以及功能,便于后续相关应用展开。如图 3 所示。

6 综合管网排布

本项目室外管网规模大、种类多,管线在地下空间布设后需要进行管网深化设计。首先采用 BIM 技术,链接室外场地模型,分析地下室结构标高。

由图 4 可知,室外管线主要敷设在地下室顶板之上,地下室顶板标高 -1.95m,覆土面标高为 -0.45m,经计算实际覆土厚度仅为 1.5m,安装空间紧张,数据如表 4 所示。

结合本项目的设计资料,分析项目的道路上有自来水管、雨水管、污水管、燃气管、电力管和电信管。项目的格栅井位于项目的西侧,在初步调整道路的重力流排水管后发现,地下室单边长度为 150m,按最小坡度 0.003 计算,坡降为 0.450m,且雨污排水管直径多为 De300,地下室顶板标高为 -1.950m。考虑 100mm 垫层厚度,计算管道出地下室顶板范围时的管道底标高为 -1.850m,管道起端的管内底标高为 $-1.850 + 0.450 = -1.400$ m,地面高度为 -0.45m,则覆土厚度为 $1.400 - 0.45 = 0.950$ m,雨污排水管一端总管位于小区两侧绿化地带,因此满足管道最小覆土厚度要求。

其他管线均借助场地 BIM 模型,结合雨污排水管道位置,进行路由调整,要点如下:1)不影响主干管情况下,减少管线转弯。将走向相同的管线尽量调整至同一沟槽中,分顺序、层次布设管线。2)考虑现场施工顺序,电力管线设计在雨污排水管之上,减少交叉施工的情况,确无法分隔开时,管道碰撞处增设电井穿管。3)给水、消防等压力管道之间标高定在 -1.1m ~ -1.2m 之间,与其他管线碰撞可直接上翻。同时为避免给水管的二次污染,给水管线与雨污水管线避免临近平行敷设,保证管间的安全距离。4)智能化、通信、有线电视等弱电管线,管材为 PVC,管径较小,标高设计在 -1.3m 处,通过电井布设位置进行移动和避让调整。

如图 5 所示,本项目利用 BIM 技术进行管网排布,不但可以消除管网碰撞,而且还可以优化管线设计排布方案,在工程实施之前解决问题。

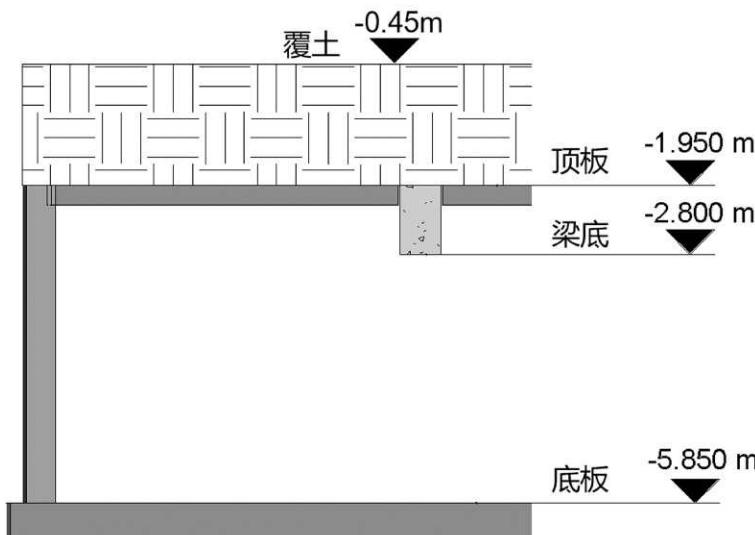


图 4 室外覆土标高示意图

表 4 住房项目室外各项标高参数

项目	相对标高	绝对标高	覆土厚度
室外正负 0	0m	5.25m	1.5m
覆土顶标高	-0.45m	4.8m	
顶板顶标高	-1.95m	3.3m	

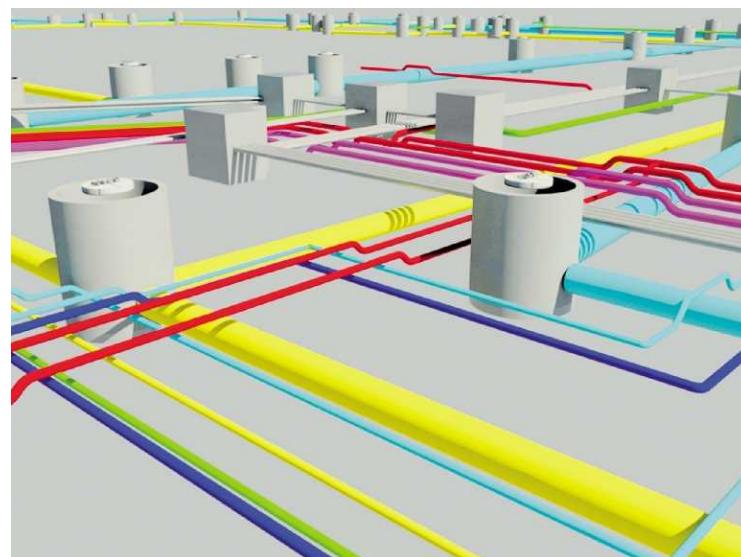


图 5 住宅园区室外管综模型区域展示图

7 景观工程优化调整

管网综合排布后还需考虑专业管线对景观工程造成的影响,本项目室外场地多为硬质石材铺装和绿植,易出现井盖、箱站与原景观设计冲突的问题,需进一步优化调整,使室外构筑物安装美观且合理。

7.1 管网对景观工程的影响及调整

结合景观图纸,项目在进行室外管网综合排布过程中,除满足管道正常使用功能和安全性外,还要与景观道路、绿化相结合,根据室外综合管网和景观图纸的比对结果进行调整,判断管线排布是否与景观布置相冲突,主要调整内容包括:1)井盖部分在绿化,部分在硬质铺装上;2)检查井布置在台阶、外墙等位置,与地上构筑物冲突;3)因排水管道标高问题导致的景观水池的水无法排干;4)雨水口位置不统一,不在汇水点,影响景观布置和使用功能;5)燃气、电力管道周围不能种树,行道中易出现缺株现象。

依据所述要点,本项目通过对比找出二者互相冲突的地方进行调整,确定最终方案。如图 6 所示,用红框表示井道优化

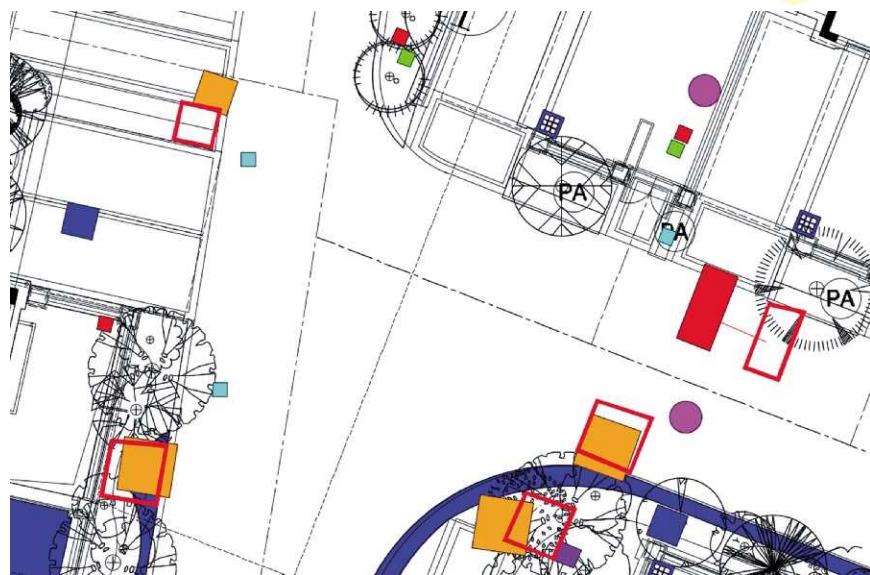


图 6 配合景观调整专业井道位置

后的位置,减小管网对室外景观的影响,同时对确无法调整布局的设施,应考虑采取景观优化措施减小其影响。

7.2 景观优化措施

室外景观施工的灵活性可以有效弥补管网对施工区域造成的影响,提高景观整体美化效果,且不影响正常管网功能。

景观施工时可考虑对管网附属构筑物采取美化处理,如图 7 所示,包括:1)井盖采用与小区铺装相同材质的隐形井盖;2)小区内的雨水收集采用隐形排水沟代替穿透的雨水收集口,降低雨水管线的埋设深度;3)对于外露的箱站,可通过植物等遮挡弱化方式处理。



a) 隐形井盖

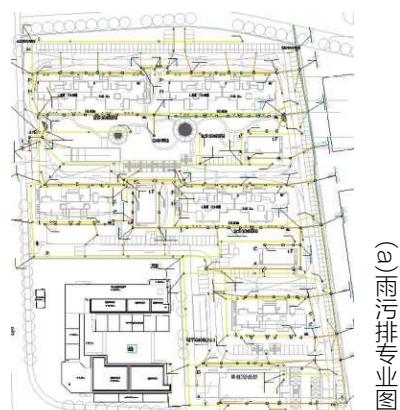


b) 箱体美化



c) 隐形排水沟

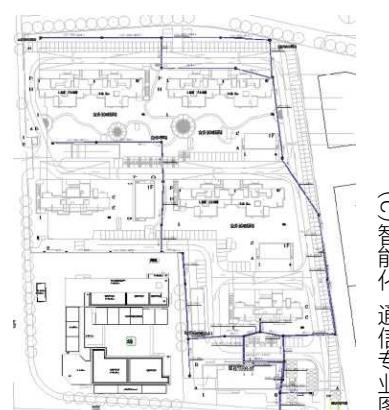
图 7 室外设施美化措施



(a) 雨污排专业图



(b) 电力管道专业图



(c) 智能化通信专业图

图 8 黄渡大居项目住宅园区室外管综专业图

通过调整管道布置和景观优化的方式,住宅小区室外管网对景观的影响问题是完全可以避免的,此协调工作需要在施工前期完成,而合理的室外管网排布是保证施工质量的关键。

8 深化出图

模型优化调整完成后,即可做好出图准备。室外机电模型对照传统 CAD 图纸,可分别导出单专业平面图及综合平面图,如图 8 所示,在图中详细标注管线专业、尺寸信息以及位置。

出具好的图纸经设计人员审核后,应将模型、图纸、图片上传至软件平台,现场人员在移动端查看这些数据。发现问题后,通过平台在线反馈,由 BIM 技术人员进行调整和复核,以此形成闭环流程,提

高项目协作效率。

9 技术交底

为了能够适应施工要求,模型在管综排布完成之后,施工从业人员还应根据优化后的三维模型进行施工模拟、进度模拟、场地模拟以及可视化交底,保证施工质量,缩短工期。将设计意图更加直观的传递给技术人员,同时施工班组必须严格按深化图纸执行,过程中由专人监督与管理,确保工作按交底方案进行。

10 经济效益分析

上海黄渡大居保障住房项目利用 BIM 技术对室外机电管线进行布置优化,对现场施工指导的作用明显提高。

经综合估算,项目室外管网应用 BIM

技术进行综合排布,共缩短工程建造工期 8d,各专业间协调时间减少约 35%,降低约 5% 的材料成本,每平方米节约成本率在 10%~15%。BIM 技术在本项目中的应用取得了良好的经济效益,在同类工程领域中也具有一定的典型性和可示范性。

11 结论及建议

本文基于实际案例研究,引用上海黄渡大居保障住房项目为例,研究证明,住宅小区室外机电管线采用 BIM 技术进行管综排布是非常必要的,但软件自带的族库文件对于住宅小区地下管道设备构件均未涉足,为保证 BIM 技术应用效果,建议通过多个项目积累和整理,形成一套功能完整、数据细分的机电构件族库,以提高公司同类项目建模效率和质量。

智能建造在光谷科学岛科创中心一期项目中的应用

◎ 文 / 中建三局第一建设工程有限责任公司 朱紫汉 程震 周伟 杨刚

摘要:智能建造是新一代信息技术和工程建造深度融合形成的创新模式,BIM 技术、物联网、大数据、AI、智能机器人等与施工现场管理深度融合,打造“智慧工地”促进传统建造方式升级。以光谷科学岛科创中心一期项目为例,项目以一“软”一“网”一“硬”一“平台”的智能建造体系对精益建造管理全方位赋能,创新研发应用 5G 塔机远程控制技术与工地数字地图技术推动建筑工程管理升级,为同类工程建设提供参考。

关键词:智慧建造;BIM;物联网;大数据;机器人

近年来,我国建筑业保持平稳增长,国民经济支柱产业地位更加稳固。但建筑业主要依赖资源要素投入、大规模投资拉动发展,工业化、信息化水平较低,生产方式粗放、劳动效率不高、能源资源消耗较大等问题较为突出。2022 年住建部发布《住房和城乡建设部关于公布智能建造试点城市的通知》,将北京等 24 个城市列为智能建造试点城市。要求加快推进科技创新,提升建筑业发展质量和效益。重点围绕数字设计、智能生产、智能施工、建筑产业互联网、建筑机器人、智慧监管六大方面,加强对工程项目质量、安全、进度等全要素数字化管控,形成高效益、高质量、低消耗、低排放的新型建造方式。武汉市作为智能建造试点城市之一,2023 年武汉市人民政府发布了《武汉市智能建造试点城市建设实施方案》:从培育智能建造产业、建设试点示范工程等方面实现武汉建设为国家智能建造试点城市。以武汉市第一批智能建造试点项目光谷科学岛科创中心一期项目为例,为房屋建筑工程智能建造实施提供参考。



图 1 地下室管线综合及层高优化

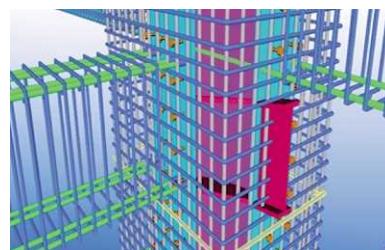


图 2 钢 - 混节点

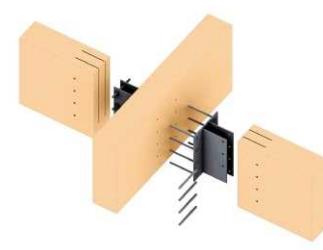


图 3 钢 - 木节点

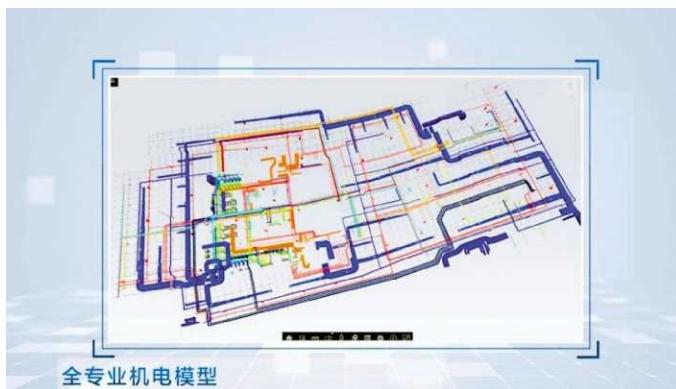


图 4 基于 BIM 的三维图纸会审

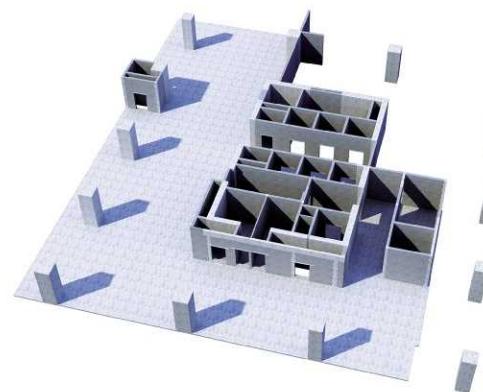


图 5 基于 BIM 辅助二次结构排版

1 智能建造概述

智能建造是指在建造过程中充分利用数字化、网络化、智能化技术,对工程项目全过程信息进行规范化建模,实现规划 - 设计 - 施工 - 运维一体化的建造与服务,提高建造和资源利用效率、交付高性能工程产品、实现工程项目全生命周期增值和生态可持续建造。智能建造的实施对工程生产体系与组织方式进行全方位赋能,促进工程建造过程的互联互通、线上线下融合、资源与要素协同,并积极推动建筑业、制造业和信息产业形成合力。

2 项目简介

光谷科学岛科创中心一期项目总建筑面积 22.6 万平方米,包含 8 个建筑单体和一层地下室,集办公、酒店、公寓、厂房于一体,打造为集大科学装置预研平台、新型研发机构集聚平台、科技共享服务平台、科技展示交流中心、公共配套服务中心为一体的服务载体,是光谷科学岛的启动区、门户区和示范区。

3 智能建造赋能精益建造管理升级

项目以智能建造为抓手,通过应用信息化管理平台、智能装备、BIM 技术等 35 项智能建造技术,推动项目工程质量、安全等各业务版块管理升级,助力项目高品质履约。

3.1 —“软”



图 6 基于 BIM 安全文明标准化设计

一“软”即 BIM 软件应用,项目建立全专业 BIM 模型,通过碰撞检查和净空分析,梳理图纸问题 273 条。

优化钢 - 混 - 钢 - 木组合结构特殊复杂节点,建立各施工阶段三维场地模型和安全防护模型,指导现场施工,提高管理水平。

通过 BIM 技术将机电设备的参数信息进行信息汇总,利用 3D 数字化技术为运维管理提供虚拟模型,直观地展示机电设备系统的空间布局和逻辑关系,并快、全、准、省地检查出模型中错、漏、碰、缺等设计问题,减少现场返工,节约成本。

利用 BIM 技术对砌块进行排版深化

及小型预制构件的布置,以及对砌块布置的协调及优化,并统计不同规格砌块和 PC 构件的数量,集中加工,提升工厂化制造水平。

利用 BIM 技术提升项目各类策划精细化水平,如在平面布置中进行三维场地与楼层安全防护标准化布置,危大方案策划中进行模板脚手架三维排布,实现精益建造的目的。

3.2 —“网”

“一网”即物联网技术,项目将检到位、智能化实测实量工具、智能化验收平台、劳务实名制及系统性安全监测装置等 30 余项前端物联网技术数据与系统整

合,全面推进智能建造,释放管理效能。

(1)环境管理

以 BIM 模型为前端,数据与模型关联,通过环境检测仪、智能水表等物联网设备实时采集环境及能耗数据并自动上传至云平台,实现施工现场扬尘、噪声、污水、用水、用电的自动化监测,并与水泵、喷淋降尘系统自动联动启停,实现项目环境、能耗实时监测及智能化管控,提高环境管理水平。

(2)质量管理

将智能化设备终端与智能建造平台接口互通。通过智能化实测实量工具、质检宝等采集工程数据并实时上传,平台自动整理、分析采集数据,确保管理动作真实可靠,工程数据可溯源。

混凝土试块运用二维码标识技术,全程追踪混凝土来源、取样、制作、送样、检测等情况。利用物联网和信息技术对试块恒温恒湿控制的远程监测以及全生命周期管理,提供更加精确的温湿度数据。

(3)安全管理

在基坑、塔吊、施工电梯、卸料平台、高支模等危险性较大工程的关键部位设置专用安全监测系统,实现基坑、架体、机械设备等全时段智能化监控,减小安全隐患。

使用安全移动巡更、慧眼 AI、智能安全帽等工具,使安全监管更规范、更便捷。通过智能广播、安全教育培训箱等智能培训工具,实行安全教育无纸化、全覆盖、可查询。

(4)材料管理

使用云筑网集采平台、移动点检技术、智能地磅,进行收发货数据管理维护



图 7 智能路灯



图 8 智能喷淋系统



图 9 智能回弹仪



图 10 智能实测实量工具



图 11 塔吊智慧螺母



图 12 高支模监测系统

与统计分析。根据云筑网的订单发货单,延伸到线下的收验货流程。系统由“端 + 云”模式构成,以信息化管理为核心,结合物联网设备,实现工程物料验收环节全方

位管控,实现物资管理标准化、信息化、精益化。

(5)设备管理

大型设备采用自主研发的“检到位”



图 13 慧眼 AI 应用



图 14 安全移动巡更

智慧巡检系统，该系统集成物联网、云服务、大数据等全新思维和算法，融合现场安全管理操作实务，实现了施工现场一线作业行为的标准化、信息化，显著降低安全事故发生概率。

通过塔吊、施工电梯人脸识别，塔吊吊钩可视化，塔吊、施工电梯运行监测，提升安全监管水平。

(6) 劳务管理

采用劳务实名制管理平台 + 智能硬件来对现场进出人员进行管理，通过工人实名登记，记录工人基本信息、特种证书、奖惩记录等关键信息，每人一档。实现一次登记，总承包、政府监管部门等多方数据互通，信息共享。

劳务工资代发全上线，系统线上生成工资表，与考勤绑定一一对应，通过在线审核、代发，银行自动回执，实现工资过程管理透明化，共同确认，全业务流程可监管、可预警。

3.3 — “硬”

— “硬”即硬件设备应用，项目推广使用智能抹灰机器人，可基于 3D 环境提取、自制导航、自动供料等功能自动完成砂浆均匀上墙作业，具有免除脚手架搭设、避免高处作业；减少人工依赖、促进产业升级、培养新型产业工人、便于管理等优势。

数控钢筋切割设备利用控制器提供的切割技术，切割速度快、质量好，整机协作加工、节约人工。

机电焊机作业采用六轴弧焊机器人集机器人。用于碳钢、铝、不锈钢、合金钢等材料焊接。焊缝的成型观感、强度等效果以及产品的一致性和产能大大增加。辅助以激光及弧压跟踪系统，其 3D 焊接及切割功效可进一步拓展，最终实现工厂智能化管理。

3.4 — “平台”

— “平台”即智慧建造平台，项目运用自主研发的六大“智能建造”平台，实现项目管理、数据可视化、统计分析、风险预警四大功能。

智慧管理平台通过整合前端智慧运行设备及各业务系统，涵盖所有板块管控职能，全面实现管理在线，对进度、质量、安全、履约、能耗、劳务、物资、设备、管理行为、在线巡查等业务进行实时管理。各层级管理人员可在线查阅、督办、过程线上复查。积累一定数据后，分类别研究制定项目优劣模型，系统根据业务管理情况，自动对项目进行画像，判别项目实施健康状况，为企业层面及时介入找准时机。

智慧指挥平台通过视频会议 + 现场视频 + 语音集群 + 视频集群，实现多层级远程协同指挥，广泛适用于方案远程评审、疑难问题专家会诊、应急指挥等。包括全景监控、单兵巡检、远程协同、线上飞检等。

设计建造平台提高设计、深化工作效率和质量，打通全产业链数据，实现全生命周期、全产业链的数字业务协同。

智能设备平台对施工现场质量、安全、物资、劳务人员等管理数据、设备监测数据等自动采集，实现生产过程智能化管控，利用智能工具解放生产力，实现多场景业务替代。



图 15 “检到位”智慧巡检系统



图 16 抹灰机器人



图 17 数控钢筋切割设备

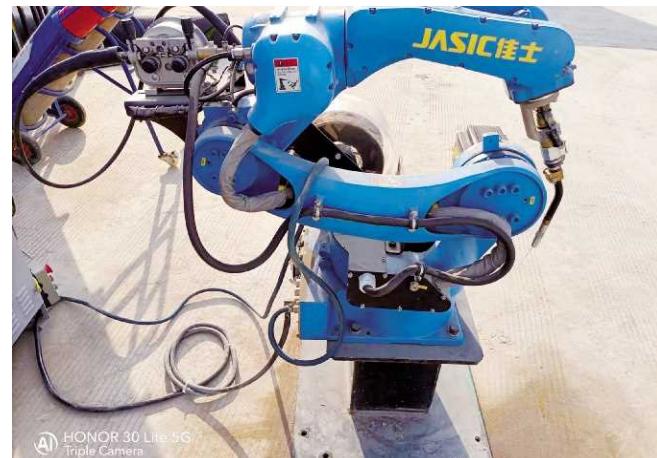


图 18 焊接机器人

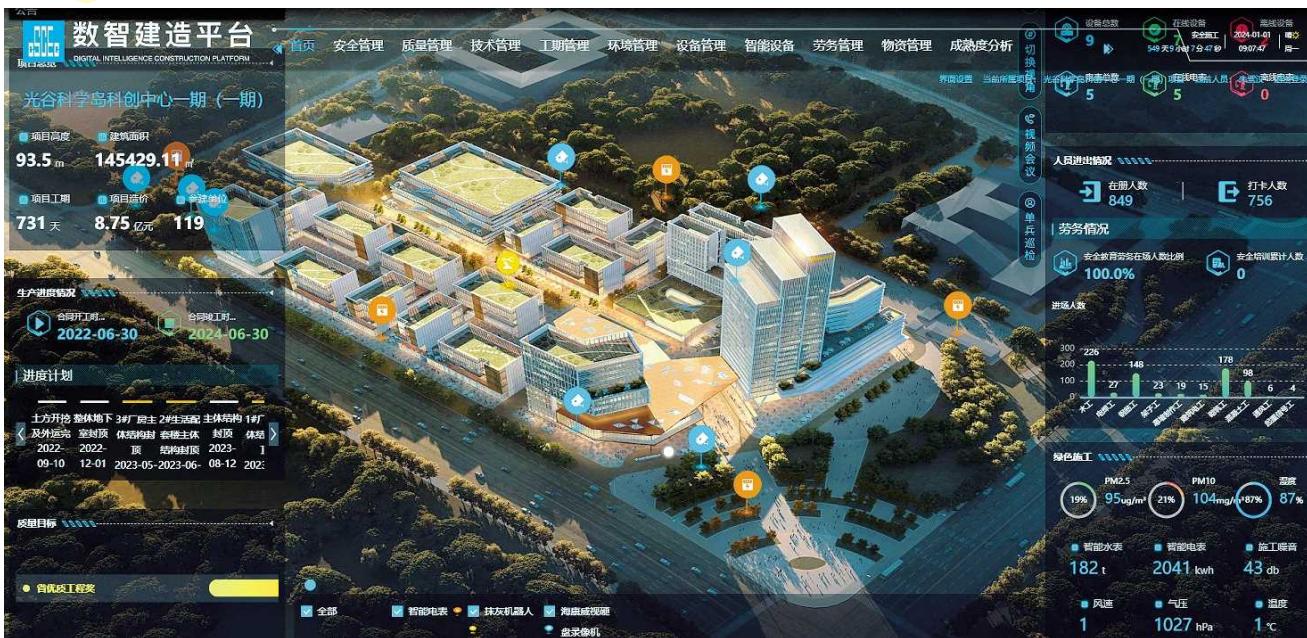


图 19 智慧管理平台

智能运维平台通过集成化统一管理，集成智慧社区下的设备、能源、人员管控，同时聚焦疫情防控、安全保障、物业服务等，实现工程文档管理、楼宇维保管理、机电设备监测、绿色建筑能耗与环境管理、结构健康监测等功能，促进公共服务智能化、便利化。

知识共享平台借助“云、大、物、移、智”等信息技术的支撑，搜罗项目建设过程中产生的报表、图像、文字、语音、视频等生产数据资料，累积形成优秀做法、工艺标准化、优秀方案库、优秀施工组织设计等专业数据库，打造不同层级、不同板块的建造数据集成平台。实现经验、案例快速积累共享，快速提高管理人员业务水平，推进成功案例复制。

4 智能建造创新应用

项目首次实现了建筑行业 5 台塔机集中远程控制及常态化应用，操作人员在任意一个操作端登录后，可操作任意一台空闲塔机进行远程操控，一个人可分时操控多台塔机，有效提升运行效能。同时利用三维重建技术建立塔机工作场景的数字模型，实现吊装过程中碰撞信息的自适应实时监控，提高安全性能。



图 20 智能设备平台集成

首创工地数字地图技术，通过以通信网络全覆盖为载体，结合实景三维、视频融合、地图关联技术，搭建“实时”“实景”“实地”的地图平台，解决传统视频监控的零散、画面分割、视角狭隘等问题，达到高度还原现场施工环境及实时检查进展，以数字化方式实现跨时空、多个工地同时监管、一个工地多个部门协同监管。

5 结语

光谷科学岛科创中心一期项目在建

设过程中首次实现了塔机集中远程控制及常态化应用，一个人能够分时操控多台塔机，有效提升运维水平。同时利用三维重建技术建立塔机工作场景的数字模型，实现吊装过程中碰撞信息的自适应实时监控，提高安全性能。推广抹灰机器人、六轴弧焊机器人、数控钢筋切割锯床等智能装备，提升工效 6~8 倍，匀质化作业提高工程品质。使用 BIM 技术助力建造可视化与精细化，通过 BIM 技术进行信息汇总，利用 3D 数字化技术建立全专业 BIM 模型，为运维管理提供虚拟模型最大限度



图 21 绿色建筑能耗与环境管理



图 22 5G 塔机远程控制

降低施工返工，节约成本。通过整合前端智慧运行设备及各业务系统，涵盖所有板块管控职能，全面实现管理在线，对进度、质量、安全、履约、能耗、劳务、物资、设备、管理行为在线巡查等业务进行实时管理。

项目先后举办了由中国建筑业协会主办、中建三局承办的“数字化赋能项目管理 驱动精益建造升级”项目管理能力培训暨建设工程项目数字化管理标杆观摩会以及由湖北省住房和建设厅主办的“绿色建造、智能建造、品质建造，科技创新融合发展现场观摩暨技术交流活动。”项目大量推广智能建造技术，赋能项目管理，提升管理效能，取得显著的社会和经济效益。通过观摩交流迭代推动建筑业智能建造的提升，为行业智能建造贡献示范引领作用。



图 23 工地数字地图

●专项成果

基于BIM技术的双曲弧形金属幕墙施工技术

◎文 / 中建八局华中建设有限公司 姜玉豪 戴黄广 邱峰 符洪刚

摘要:襄阳全民体育运动中心项目体育场及健身馆大面积采用铝板金属幕墙,双曲面弧形铝板金属幕墙由于空间结构复杂,常规的施工措施存在定位难、空中焊接误差较大及质量难以把控等问题。实践证明通过BIM技术的应用将金属幕墙模块化加工,并基于BIM技术现场定位安装,有效地保证了建筑外立面的施工效果,同时达到了缩短工期、节约成本的效果,本文将对襄阳全民项目金属幕墙实际施工过程进行分析总结,阐述BIM技术对双曲弧形金属幕墙施工的关键作用。

关键词:体育馆;金属幕墙;模块化施工;BIM技术

1、引言

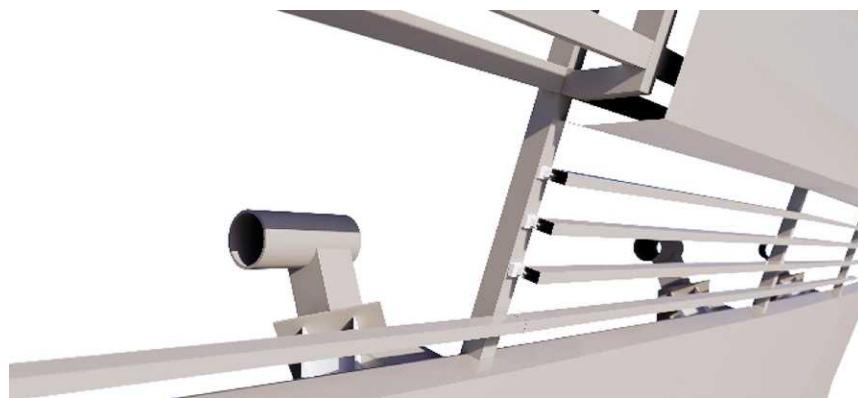
随着建筑技术的不断发展,体育场馆建筑在满足使用功能的前提下,越来越追求灵动的曲线和丰富生动的外立面造型。金属幕墙结构作为一种建筑幕墙面板材料在体育建筑中大量应用。弧形幕墙灵动的外观能更好体现建筑的精神内核,但是也存在着设计困难和施工难度大的问题。

双曲面弧形金属幕墙的测量定位、龙骨加工及安装、面板安装,远比常规的矩形、圆形等几何图案复杂,对现场施工要求更高,放线的精准度、龙骨加工和安装的偏差、面板安装的偏差都是施工中的控制要点。本文将结合襄阳全民体育运动中心项目金属幕墙施工经验,通过归纳总结,形成以下弧形金属幕墙施工技术总结。

2、工程概况

襄阳全民体育运动中心EPC项目位于湖北省襄阳市东津新区核心区域,是由中建八局牵头与中南建筑设计院组成联合体的EPC项目,建成后体育馆满足省运会比赛要求,具备承办国际大型体育赛事的条件。项目总用地面积52.2万m²,总建筑面积13.7万m²。

体育场建筑面积4万m²、3.3万座,按照国家乙类中型场馆标准设计,修建9道400m国际标准跑道和天然足球草坪;全民健身中心3.25万m²,



图一 三维模型深化

包含乒乓球、羽毛球、网球、篮球等健身体休闲空间;商业配套2.1万m²,生态平台4.35万m²,包含标准泳池、停车场、酒店、商业配套。一场一馆通过西侧生态平台进行连接,生态平台顶部设计为人流疏散平台,并结合绿地形成露天景观平台。

本项目场馆外立面为倒锥曲面造型,完成面倾角变化较大,幕墙沿高度方向波浪起伏,在测量、吊装、单元拼装和安装上均存在较大困难。

3、双曲弧形金属幕墙施工工艺流程

本工程双曲弧形金属幕墙的施工工艺流程为:三维参数化BIM模型建立→深化设计→犀牛模型导出埋件、龙骨安装坐标点→安装后置埋件→单元骨架焊接、制作→搭设拼装平台→单元骨架预拼装→单元骨架吊装→满焊、防腐、防火涂

料施工→避雷安装→隐蔽工程验收→铝板面板安装、调平→清洁、验收。

本项目采用BIM先行的深化思路,针对复杂节点及周边收口部位进行先建模、后深化的流程。将平面无法展示的建筑效果通过BIM三维模型进行展示,并在模型上进行深化工作的推进。同时结合其他施工单位模型,进行碰撞自检,发现并解决问题。

4、工艺应用

4.1 测量放线

本项目摒弃传统测量放线方案,采用多段式测量方案,平面图纸、三维模型以及现场实际三方面相互核证:

(1)根据前期原始坐标点,在CAD中索引出平面坐标点。

(2)将CAD坐标导入到犀牛模型中,以此为主龙骨基础点位开始建立三维模型

(3)在模型完成后,每根主龙骨上索引出测量点位。

(4)测量点位导入全站仪内,由项目专业测量人员进行实际测量。

(5)导出实际坐标点,与模型进行核对,直至发现无偏差,则开始施工。

(6)龙骨全部安装完毕后,在龙骨上贴上反光贴,再次进行点位复测,确保安装精度的控制。

4.2 制作、安装单元钢骨架

(1)基于模型将金属幕墙钢龙骨拆分为单榀组件模型。

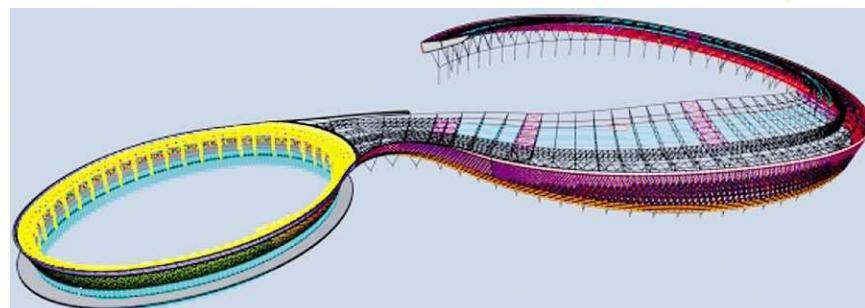
(2)将单榀组件模型发至工厂,采用数控等离子相贯线切割机进行高精度加工,下部立柱及横梁在工厂分散件加工。

(3)单元钢骨架在工厂搭设胎架进行预拼装,确认拼装无误后,拆散运输至施工现场,在现场分单元安装就位。

(4)单元共设置 9 个控制点,控制点三维模型坐标 (X,Y,Z) 转化为卧拼(X,Y)坐标,在拼装胎架上将坐标位置定好,将杆件吊装到拼装平台进行拼装。根据拼装坐标体系定出的控制点,摆放桁架主弦杆,用码板固定,连接上、下弦杆间的腹杆,拼装过程中,全站仪全程跟踪复测。

4.3 铝板面层安装

以横平竖直原则标识中心轴线,按设计分格尺寸缝隙调整铝板,采用 4mm 铝合金固定组件固定的安装方式,从室外侧安装,通过螺钉连接固定,安装到龙骨上。铝板安装完后整体校正,保证上下分格、



图二 三维参数化 BIM 模型

垂直与平整度误差在 2mm 以内,并将所有螺丝补齐。铝板安装使用直臂车,汽车吊在地面配合进行铝板的吊运。

5、质量控制

(1)材料及设备的运输应制定专门的搬运计划,并形成策划书。垂直运输采用汽车吊吊运,层间转运使用手推式液压车。

(2)测量放线成立专门的小组,参数化建模,使用 3D 扫描技术进行误差分析,必要时进行逆向建模。点位放样全程使用全站仪,保证测量放样符合三维模型导出的空间坐标

(3)吊装时采用 X-STEEL 标注出重心,采用 3 点吊装就位,在电脑上模拟工况,计算三根钢丝绳的长度。

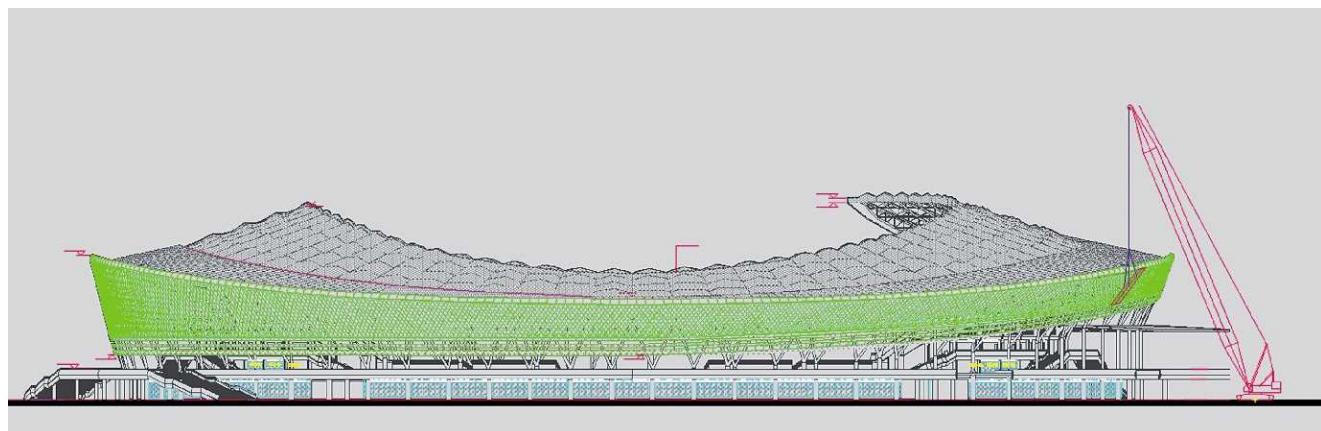
(4)拼装时把铝板幕墙立面分为主、次方向,沿主方向龙骨贯通。每三个主龙骨拼装成为一个整体,拼装过程全站仪放点并跟踪监测。

(5)严格执行骨架安装工序,确保安装进度:加强杆件→立柱及横梁→每个区域横梁安装完成后,斜面吊装单元依次安装→上部天沟位置弧形支架安装。

(6)注重成品保护。及时沟通,了解现场动态,避免重复搬运;安排专人巡视,制定成品保护奖罚办法;在已施工完成的部位采取保护措施,进行遮挡保护,防止破坏。

6、结语

本文以襄阳全民项目为背景工程,分析了双曲面铝板金属幕墙施工的技术要点。通过 BIM 技术的运用将双曲面铝板幕墙钢骨架进行单元板块划分,实现双曲面铝板幕墙的模块化施工,解决了施工技术难题,有效地控制了施工质量,同时相较于传统施工方法节约成本,缩短工时,降低安全隐患。本项目双曲铝板金属幕墙模块化施工在实际施工中成果应用,相关经验值得相似工程借鉴。



图三 龙骨单元吊装图

BIM技术在双坡双跨螺栓球网架安装整体顶升施工中的应用

◎文 / 中国核工业第二二建设有限公司 黄兴 杨明瀚 张彦平 严磊

摘要:本文以中联重科重庆基地随车起重机智能制造项目为例,通过BIM技术,建立双坡双跨螺栓球网架三维模型,构建真实可视化、数字化空间。作为一种基于现实物体与虚拟模型的结合,BIM技术为网架安装工程整体顶升施工提供了更全面、更高效、更智能的解决方法。在实际应用中,优化管理手段,提高施工效率,降低施工风险,为双坡螺栓球网架安装施工提供了一种新的思路和方法,具有较高的推广应用价值。

关键词:BIM技术;螺栓球网架;整体顶升

1 BIM 技术应用背景

建筑行业正经历从传统模式向数字化、信息化的转变能有效提升工程效率与质量。双坡双跨螺栓球网架结构,由于其优秀的空间利用性、建筑美观性以及施工周期短等优点,在大型公共建筑、体育场馆、展览中心等领域得到了广泛应用。然而,双坡双跨螺栓球网架的安装精度要求高,施工过程复杂,对施工技术与管理水平提出了更高的挑战。传统的网架安装方法,如高空散装法、分块安装法等,存在工效低、安全风险大、质量控制难等诸多问题。在众多现代化建筑技术中,BIM(建筑信息模型)技术以三维可视化指导,模拟网架安装过程,确保大型网架结构安装位置精确无误,提升整体协同效率,降低工程风险,确保项目按期完成,为网架安装施工提供了新的解决方案。

2 工程概况

中联重科重庆基地随车起重机智能制造项目联合厂房-3#车间钢结构网架工程位于重庆市两江龙兴工业园,该网架平面(梯形)投影面积11562.47m²,屋面为网架结构,跨度为24m+21m~44.3m,长度204m,柱高14.2~16.4m;基本柱距8m、9m、10m,上弦支撑。网架主要为螺栓球结构,采用四角锥螺栓球节点形式,结构找坡,双坡双跨,网架材质Q235B,高强螺栓选用40Cr10.9s;螺栓球选用45#钢,屋面采用矩管型檩条,总重量约90T,最重杆件为Φ245*14,长度为3.1m,重量为246KG,最重螺栓球为BS 280,重量约90KG,最重焊接球规格为WSR 6030,重量约287KG。网架含檩条整体重量约443T。

3 常见网架安装方法及比选

3.1 高空散装法

该方法主要适用于施工区域内不具备脚手架搭设条件或脚手架数量过大时的工况。首先将一个单元节点用起重机械从地面吊入空中指定位置,再对单元节点进行人工拼装,反复多次,最终实现网架的整体安装。

优点:主要适用于施工区域内不具备脚手架搭设条件或脚手架数量过大时的工况,机械要求不高、施工成本可控、单节点施工速度快,能



图 3.1-1 高空散装法



图 3.2-1 分块安装法



图 3.3-1 整体顶升安装法

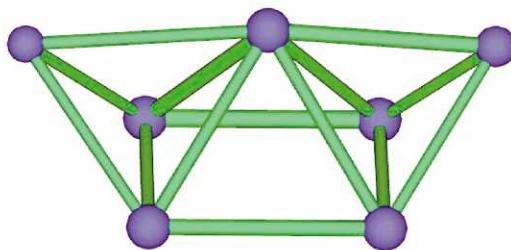


图 4.1-1 螺栓球网架三维模型

及时发现问题。

缺点:基本全程高处作业、施工风险高,网架变形控制难度大,整体施工周期长。

3.2 分块安装法

该方法是将网架分成条状或块状单元在地面上进行预制和组装,然后将这些单元吊装到其最终位置进行拼接,组成整体的安装方法。

优点:由于大部分工作是在地面完成,该方法允许与其他室内工种如电气、管道等平行施工,缩短了总工期。

缺点:尽管可以减少误差累积,但在组装过程中仍可能产生轴线积累偏差,需要通过试组装和各种控制措施来进行精确调整。此方法在拼装和定位上的难度较大,需要较高的技术水平来保证施工质量。

3.3 整体顶升安装法

该方法首先在地面上进行网架整体组装,与此同时同步安装顶升架系统,网架组装好后借助顶升架将其安全稳妥地整体顶升到提前设计的标高区域,更适宜点支承网架的工况。

优点:整体性好、综合成本较低、精度高、施工进度快且安全性有保障。

缺点:前期准备工作量较大,因顶升形式限制,不适合顶升超过 30m 的结构。

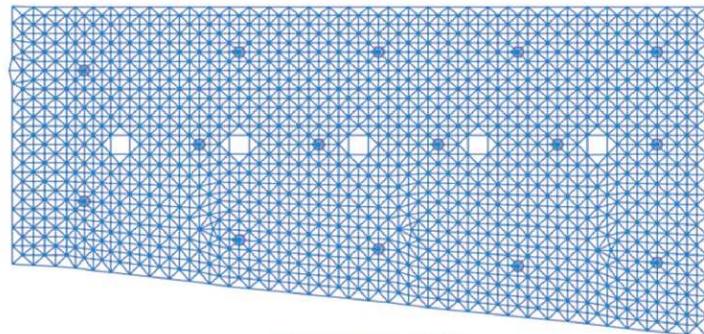
3.4 安装工艺选用对比

结合安全性、工期、安装质量、深化难度、成本等多方面对比中联重科重庆基地随车起重机智能制造项目联合厂房 -3# 车间钢结构网架安装综合考虑选用整体顶升安装法。

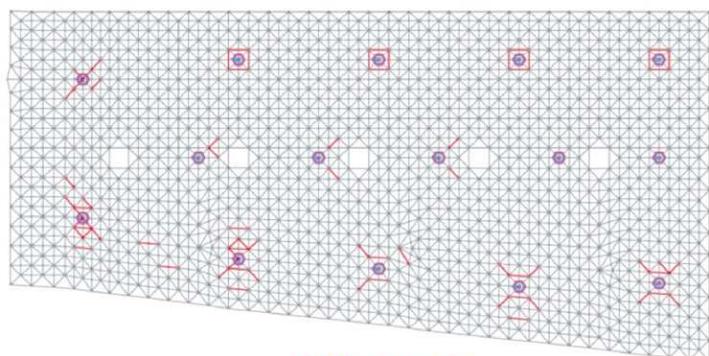
4 BIM 技术的实际应用

4.1 三维实体建模 助力深化设计

利用 BIM 软件创建双坡双跨螺栓球网架的三维模型,确保每个组件的几何精度。所有的杆件、节点连接、螺栓焊缝等信息通过三维实体建模导入整体模型,确保模型和实体一致。其次,将所有加工详图(包括布置图、构件图、零件图等)利用三视图原理投影生成,图纸中所有尺寸包括杆件长度、断面尺寸、杆件相



确认顶升点位



确认深化杆件

图 4.1-2 模型验算

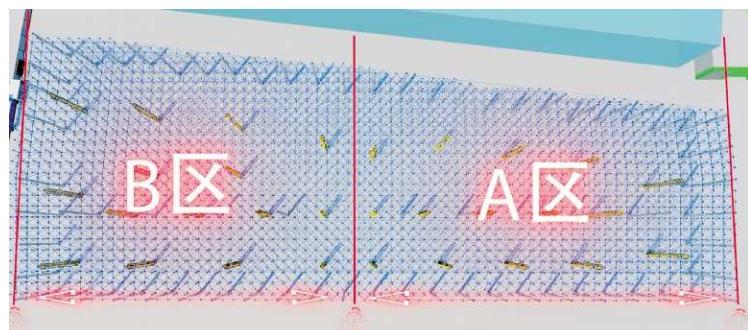


图 4.1-3 分区布置图

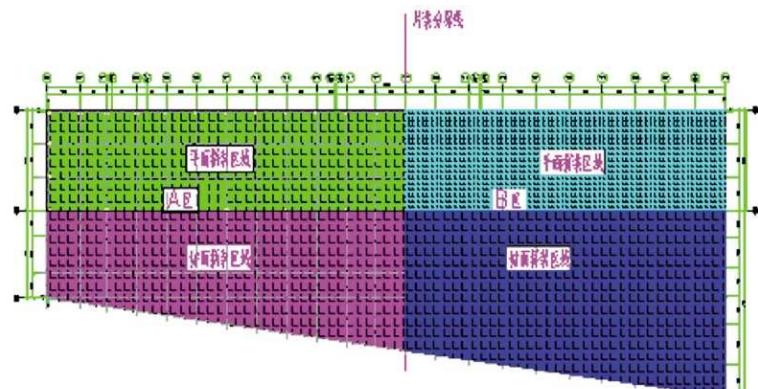


图 4.1-4 平面与坡面拼装区域示意图

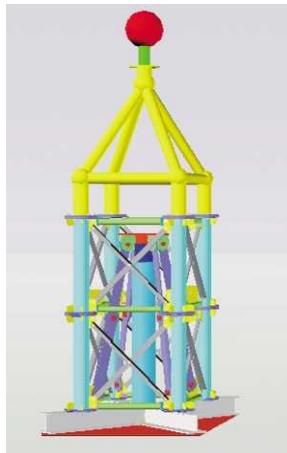


图 4.2.1-1 支架座模型



图 4.2.2-1 模拟网架试顶升

交角度等均从三维实体模型上直接投影产生。再根据结构施工图,建立轴线布置和搭建杆件实体模型,导入 AutoCAD 中的单线布置,并进行相应的校核和检查,保证软件设计出来的构件数据理论上完全吻合,确保构件定位和拼装精度。

再采用空间网架设计软件(MST 2023)进行网架深化设计,通过软件计算顶升点的设置对网架进行验算,得到杆件的应力分布、顶升支点反力、网架挠度。如有超应力杆件或提度超差,则重新选择顶升点或加大超应力杆件的截面。

最终确认最合理的顶升点位分布,分片大小。将 3# 车间屋面网架结构分 A、B 区,以 3#-1~13 轴为 A 区,3#-13~22 轴为 B 区。

每个区布置 15 个顶升点,每组顶点布置 1 台液压顶升器,共计 30 台。

网架 A、B 区域拼装分别分平面拼装区域与坡面拼装区域,网架拼装时先将下弦球节点定位完成,然后从分块中间向四周扩散拼装。

4.2 施工方案模拟 提升作业精度

以 1 轴 ~13 轴、13 轴 ~22 轴分别为 A、B 区的网架在地面上拼装后顶升就位,基于 BIM 模型进行风险评估,确保大型网架结构安装位置精确无误。通过 BIM 技术提前模拟网架整体顶升安装施工过程,对重要部位的安装进行动态展示,落实高精度施工指导,更加直观化地传递施工意图,避免二次返工,进一步的验证整体顶升安装的可行性。

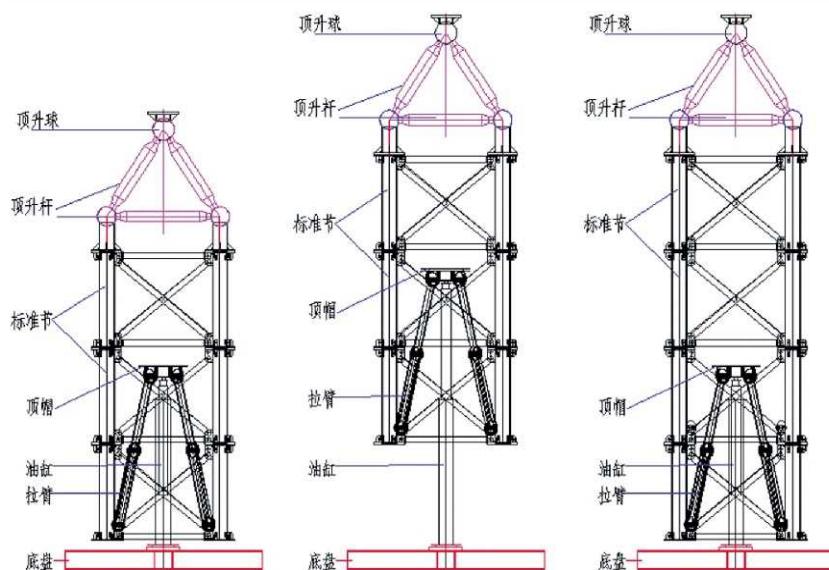


图 4.2.3-1 网架顶升流程

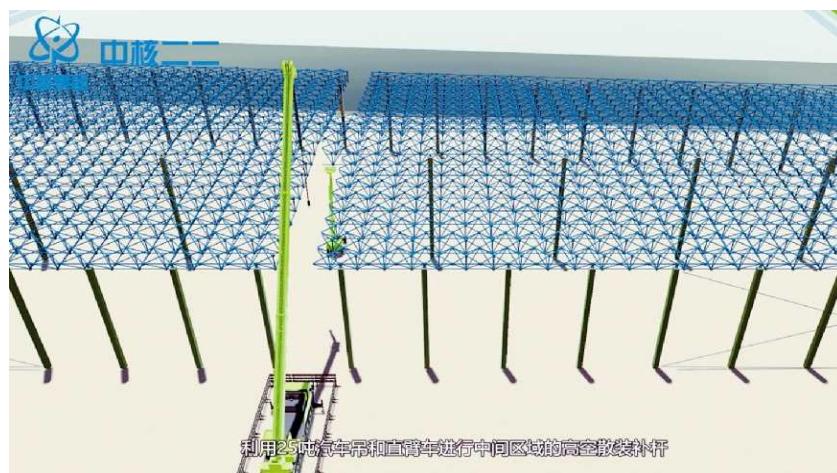


图 4.2.4-1 模拟局部高空散装补杆

4.2.1 将顶升设备安放在已安装好的网架球节点下方,找出顶点中心位置。安装顶升支架支座和液压顶升器,支架底座用规格为 HW200*204*12*12 的 H 钢组合制作的十字架,用 6 颗 M20 的螺栓与十字底座固定,支座下部铺设 14mm 厚 1.5*1.5m 钢板,使顶升荷载传递至地面。

4.2.2 顶升初期,网架每次升高 100mm,待行动统一后顶升至试顶高度 500mm,停滞 4~8 小时无异常后按每次 1005mm,略大于标准节的高度进行顶升。

4.2.3 整体同步顶升网架至脱离一个标准节,安装一个标准顶升支架,油缸下落;如此往复,直至安装最后一段标准节,把网架顶升至设计标高以上 200mm 高度。

4.2.4 千斤顶回油卸载,网架顶升力转移到顶升支架上,然后取出钢销,收回活塞,再连接下面支架耳朵,再次顶出,依次循环,将网架顶升至就位高度。

顶升到位,补装制作周边杆件,网架顶升单元与上部支座连接,合拢形成整体。再下落顶升架使结构钢柱上的钢支座受力;进行最终网架标高、位置检查工作,确认无误后进行顶升架卸载拆除。

网架支座与杆件连接完毕,并检测合格后方可进行卸载作业,通过计算机控制千斤顶同步回油,将力转换至设计支座上。一切就绪后调整所有液压千斤顶支架高度,使其慢慢回落到就位高度,支座和网架均匀受力后停止支架回落,复查就位高度和偏差,符合要求后进行网架卸载。

4.2.5 卸载顶升系统

网架对接工作完毕之后,液压顶升系统各点逐点卸载,使网架自重转移至主体结构上,达到设计状态。整个卸载过程保持平稳缓慢。在卸载过程中,对网架及顶升系统进行检查,复测,保证指标正常,如有顶升点标高不均衡部位,及时进行千斤顶调整,如此循环直到卸载完成为止。

4.3 资源管理与成本控制

BIM 模型可以精确记录和管理项目中的各种资源,辅助精准算量,可以帮助施工团队精确计算所需材料的数量和尺寸,从而避免过度采购或材料不足的情况,降低材料成本,实现资源的优化配置,控制成本,提高经济效益。

4.4 施工进度与质量管理

利用运用 BIM 技术模拟顶升,建立质量控制体系,实时监控施工进度和质量,确保项目按计划顺利进行。

4.4.1 顶升过程中将上弦球作为顶升点,支架与顶升点球连接后利用规格为 4*Φ14 的钢丝绳将网

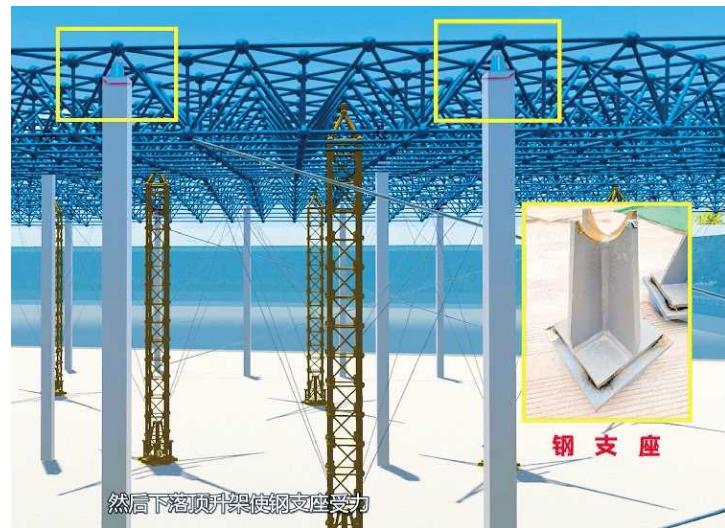


图 4.2.4-2 模拟钢支架回落

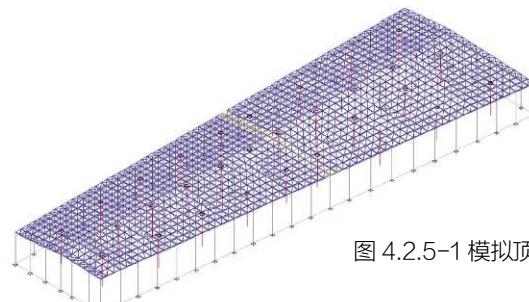


图 4.2.5-1 模拟顶升完毕

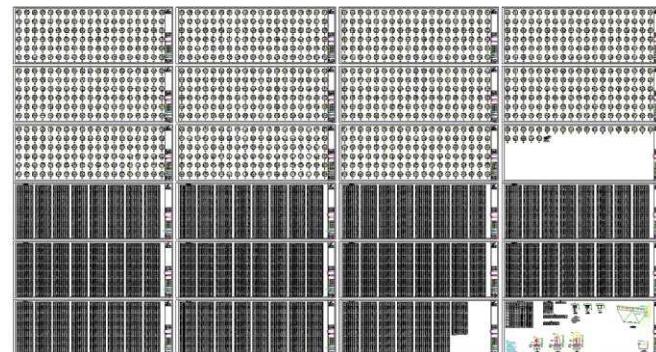


图 4.3-1 模型算量

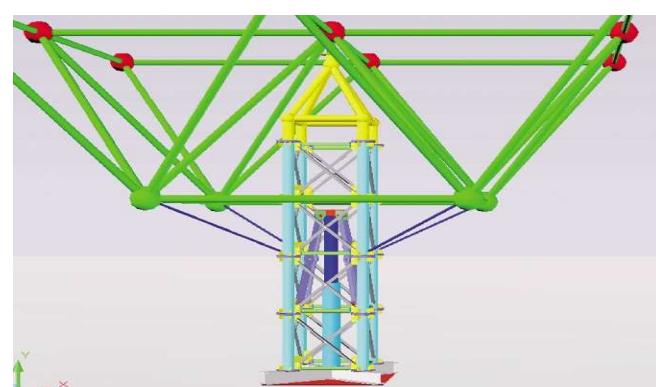


图 4.4.1-1 模拟顶升架体与网架顶升点连接

架下弦球与顶升支架进行连接，形成一个稳定的体系。

4.4.2 顶升架每 5m 增设缆风绳 4 根 / 层，一端提前连接至网架下弦球上，另一端连接在顶升架上，采用 2T 倒链，直径 14mm 钢丝绳，采用 2T 卸扣固定，根据高度依次增加。

整体网架水平位移控制采用在四个侧立面方位加设十字交叉 $\Phi 22$ 直径的钢丝绳(6*37 型号)共计 8 根，上方与网架下弦球节点处采用卸扣连接，下端与钢柱脚使用钢丝绳加卸扣(5T)抱锁，使用 5T 手拉葫芦与其连接，制整体网架的稳定。钢柱脚成品保护采用 4 条柔性反光带包裹。

顶升操作员(15 个)在顶升过程中控制主缆风绳的拉力，采用对讲机时时进行沟通、指挥，保证顶升的顺利进行。

4.4.3 再针对整体网架 A 区域、B 区域的中柱加设钢制限位，在顶升过程中进行轴线限位，防止网架整体偏移，在顶升过程中起引导作用。与钢柱壁预留 20 毫米间隙使在网架上升的过程中不卡顿，再则顶升过程中观察位移量，出现偏差及时使用主缆绳进行牵拉复位，让整个网架保持顶升原始位移数值吻合，达到网架的整体稳定与不偏移。限位如图：

钢柱限位具体做法如下：使用 76mm 直径圆管在网架的下弦焊接管箍，使管箍锁抱钢柱，四周间隙预留 20mm 以便灵活滑动，在顶升过程中观察位移量，出现偏差及时使用主缆绳进行牵拉复位，让整个网架保持顶升原始位移数值吻合，达到网架的整体稳定与平衡。管箍与网架下弦高差为 1.5m 高度，使之达到网架到达就位标高后，网架始终处于与钢柱锁定状态，如图所示：

4.5 安全与风险管理

BIM 模型深化设计精确的网架结构分析，在施工前识别潜在的安全隐患，实施安全规划和应急预案，减少事故发生。提前规避风险。通过 BIM 模型的三维可视化，为工人及管理人员提供更为直观的安全教育培训，也能提升工人及管理人员对大型网架结构安装的理解。

5 效益分析

5.1 经济效益

通过 BIM 模拟施工，相比传统高空散装和分片安装，本工程使用整体顶升法工期节约了 15 天，降低了人力和设备的租赁成本，间接提升经济效益。精确计算材料需求，减少浪费，降低成本约 1.8%。



图 4.4.2-1 顶升架增设缆风绳示意图

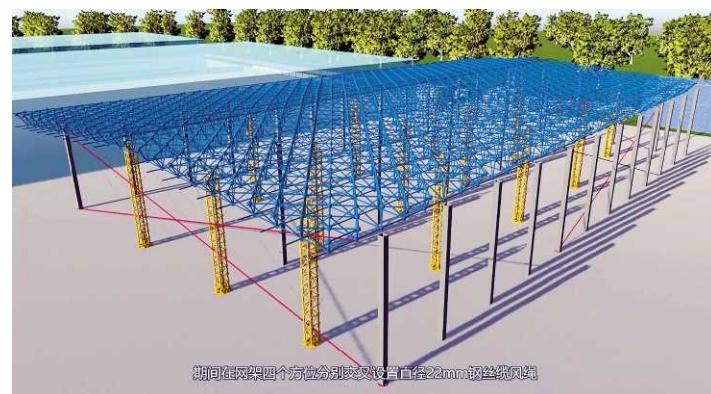


图 4.4.1-2 缆风绳设置布置图

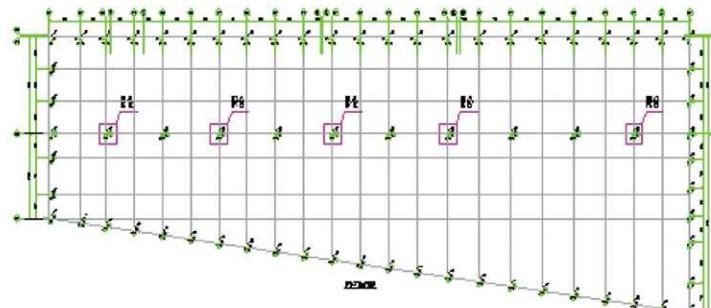


图 4.4.3-1 钢柱限位平面布置图



图 4.4.3-2 模拟管箍定位

5.2 社会效益

钢结构安装工程的模拟施工以及准确就位获得了包括建设、监理、设计单位的认可和好评。也为后续工程施工创造了有利条件。同时其安装方式为整体顶升，形成的质量、安全、成本管理经验，应用 BIM 技术示范引领，推动公司数字化转型，提升公司核心竞争力。

5.3 项目管理

BIM 技术推动管理流程数字化，提升整体信息化管理水平，通过中联重科项目工程历练技能和经验有了提升，已培养钢结构建模人员 2 名，管理团队日趋成熟。

5.4 科技成果

中联重科项目钢结构整体顶升法，安装过程中组织开展多种形式的技术创新、包括预埋螺栓质量管理活动。荣获重庆建筑协会 QC 一类、二类成果；已完成编制工法 2 篇，技术总结 2 篇，已完成科研立项大跨度钢结构工程安装和大跨度网架结构整体液压同步顶升施工技术研究的费用归集，科技成果取得了实质性进展。

8.3.1 强度应力比

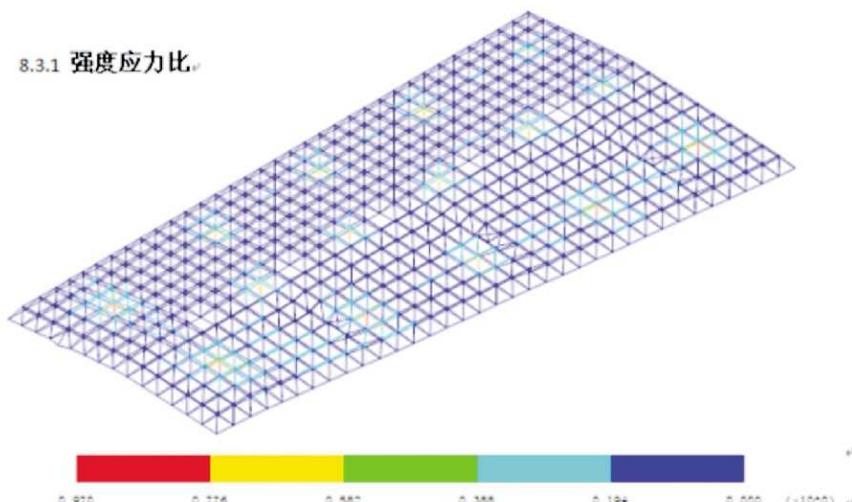
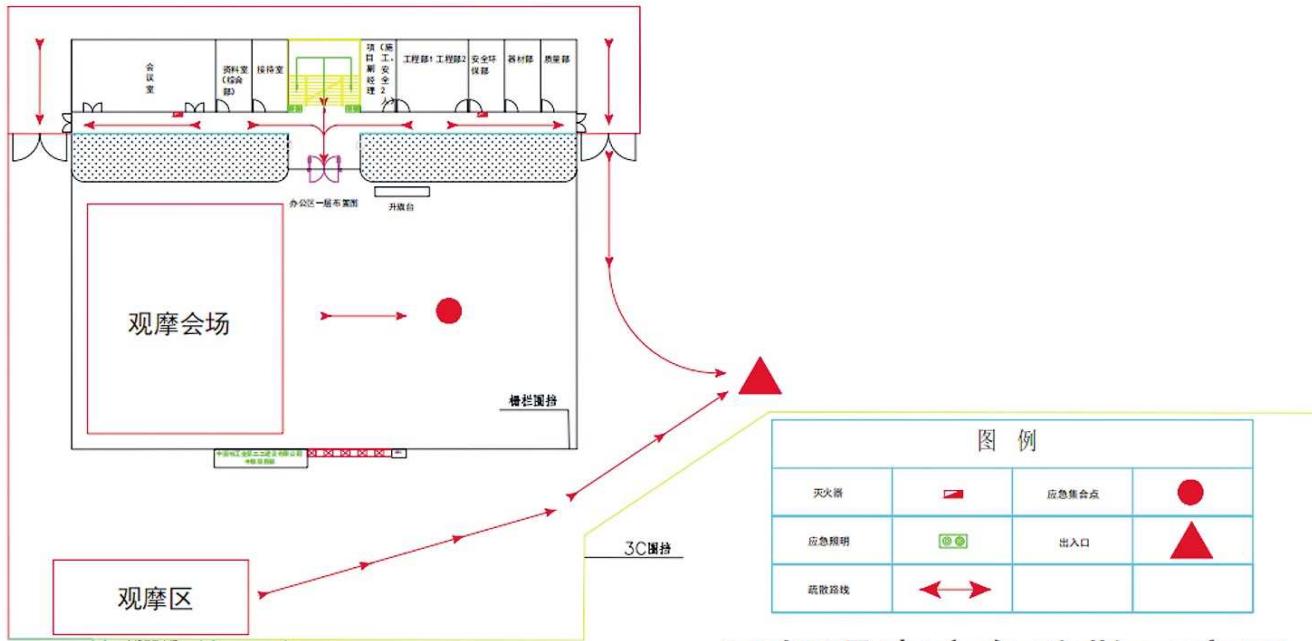


图 4.5-1 网架结构分析

6 结语

BIM 技术在双坡双跨螺栓球网架安装整体顶升施工中的应用，为工程项目的实施提供了全新的视角和方法。项目将继续围绕工程建设实际情况，以点带面，大力探索 BIM 技术在进度、质量、安全、成本等方面的应用。未来，随着 BIM 技术的不断成熟和发展，其在建筑工程领域的应用将更加广泛和深入，为整个行业的创新发展提供强大的技术支持。同时，我们也期待 BIM 技术能够与更多的新技术融合，如人工智能、大数据、物联网等，为建筑工程的智能化、数字化和绿色化发展注入新的活力。



网架观摩应急疏散示意图

图 4.5-2 应急疏散预案

基于BIM的桥梁工程全生命周期管理平台建设及应用

◎文/中铁大桥局 刘凯

基于BIM的全生命周期管理是指在建筑项目的不同阶段使用BIM技术进行信息整合与管理,实现项目全程数字化、智能化管理的一种方法。它打破了传统建筑管理模式的局限,实现了从研究、设计、施工到运营维护的全过程数字化、信息化管理。通过BIM技术,建筑项目能够在全生命周期内优化资源、提升效率、降低成本,并最终实现更高的建筑质量和可持续性。随着BIM技术的不断发展,越来越多的建筑项目将受益于全生命周期管理,推动建筑行业向智能化和绿色化方向迈进。

多年来,中铁大桥局以在建桥梁工程为载体,综合运用物联网、大数据、云计算、无人机倾斜摄影等新兴信息技术构建了基于BIM技术的桥梁工程全生命周期信息管理平台,平台包括电脑端的WEB应用系统、智慧沙盘和移动智能终端APP等可视化交互方式。研究阶段,通过引入BIM三维模型,辅助研究桥梁施工方案。设计阶段,对桥梁进行参数化BIM建模,建立桥梁周边环境三维实景模型。施工阶段,通过统一的构件编码串接施工进度、安全质量、物资机械、施工监控等项目信息,实现各方协同管理。运维管养阶段,在BIM模型上集成了设计、施工阶段与运维管养相关的关键信息,对健康监测和巡检管养实现三维可视化管理。

一、在研究阶段,应用BIM技术辅助桥梁设计方案研究

进入21世纪,工业化的快速发展给交通工程的建设带来新的挑战,各类桥梁工程的数量和规模不断攀升,大跨度、高强度、多功能桥梁成为现代桥梁的主要结构形式。如果仍然采用传统的二维设计方式,就难以准确表达和描述复杂空间结构在设计与施工中的相互关系和矛盾之处,从来带来桥梁工程量计算不准、各专业图纸信息孤立、项目管理系统化程度低等一系列的问题,从而造成不必要的设计变更,直接影响项目的工期、成本和质量。随着BIM技术价值的发掘和在房屋建筑领域应用逐渐成熟,BIM技术逐渐被引入市政、道路、桥梁等交通基础设施领域。

2012年,在渝黔铁路新白沙沱长江特大桥建设时,为了解决项目面临的一些复杂技术难题,提高项目管理数字化水平,中铁大桥局以该项目为试点,开始研究和应用BIM技术,并成为国内最早应用BIM技术的桥梁建设企业之一。从此,BIM技术在桥梁建设中的应用逐渐增多,成为工程师们提高桥梁工程质量、降低风险和成本的利器。



新白沙沱长江特大桥桥墩位于长江重庆侧岸边,临近既有成渝线、川黔线和小梨线,施工环境狭小、干扰因素多。为了保证既有线安全营运,按时完成项目建设任务,通过引入BIM三维模型,辅助研究主墩及钢梁施工方案,对施工工艺进行模拟,实现了施工安全的动态管控,研发了第一代BIM协同管理平台,开启了中铁大桥局运用BIM技术提升桥梁工程质量的探索之旅。

2017年-2019年,中铁大桥局先后在沪通长江大桥、五峰山长江大桥、张吉怀铁路西水桥、香溪长江大桥、安九铁路鳊鱼洲长江大桥、深中通道、甬舟铁路西堠门跨海公铁大桥、昌九高速铁路西支主航道桥等多个重大桥梁建设过程中研究和应用BIM技术,项目应用成果丰硕,多次获得全国BIM应用大赛奖项,连续三年获得“联盟杯”铁路工程BIM应用大赛一等奖。

二、在设计阶段,应用BIM技术提升桥梁设计质量

在建筑项目的规划与设计阶段,BIM能够提供一个三维可视化的建筑模型,帮助设计团队更好地理解建筑物的结构、功能和布局。利用BIM,设计人员可以更准

确地进行空间布局、材料选择、结构分析和碰撞检测等工作,提前发现设计缺陷,避免后期出现重大修改,从而减少项目的设计成本和时间。此外,BIM模型还可以

与其他相关数据(如气候、环境、施工可行性等)相结合,支持更智能的设计决策,确保建筑物的功能性、可持续性和经济性。

BIM技术在引入我国之初,设计阶段

的应用一直以“翻模”的形式存在。也就是用传统的二维设计工作模拟结构设计，然后再根据设计图纸建立结构 BIM 模型，进行后续应用，这种设计模式存在着大量的重复工作。为了突破国外 BIM 技术在中国水土不服的问题，2014 年 7 月，中铁大桥局专门成立了 BIM 技术研发工作组，对 BIM 技术在桥梁结构设计过程中的软件、设计方法进行系统研究。

首先研究的是如何应用 BIM 技术辅助钢结构桥梁设计、制造与加工的问题。2016 年，在建设温州瓯江北口大桥时，技术人员运用 BIM 技术对中塔钢沉井建造的系列问题进行研究，采用 Tekla 建立沉井 BIM 模型，对沉井节点进行深化设计，建立钢结构加工分块模型，生成钢结构加工文件辅助钢沉井加工制造；此后还建立沉井局部加固结构、浮运、吊装附属设施 BIM 模型，对沉井施工过程进行方案研究、施工模拟，通过 BIM 技术运用提高了结构设计和方案研究的质量，减少项目潜在风险因素。

在研究深化设计应用的同时，工作组人员也一直在思考直接运用 BIM 技术进行结构设计的问题。研究分析认为：BIM 技术正向设计应用不顺利，在于核心建模软件对于桥梁结构设计的支持力度不够。先后对国内主流 BIM 设计软件进行分析：2013 年依托新白沙沱长江特大桥对美国 Autodesk 软件公司 Revit 软件、法国达索软件公司的 Catia、DEMILA 软件；2016 年依托温州瓯江北口大桥、五峰山长江大桥、香溪长江大桥等项目，采用芬兰的



TEKLA 软件；2018 年依托安九铁路鳊鱼洲长江大桥采用美国 Benetly 软件；2019 年 5 月，依托常泰长江大桥项目采用美国 Autodesk 软件公司的 Inventor 软件。

经过几年深化研究，2016 年采用 TEKLA 软件对五峰山长江大桥锚杆定位架、主墩围堰等施工结构进行正向设计，2019 年，采用 Inventor 软件参与了常泰长江大桥主塔钢沉井、钢梁等结构的正向设计，实现了围堰、主塔劲性骨架、栈桥等结构的参数化和可视化。基于 BIM 三维正向设计，通过碰撞检查设计人员能直观把握设计效果，精确表达复杂造型桥梁的几何特征，掌握设计结果与设计意图之间的关联，大大提高了设计质量。今后，利用 BIM 设计模型全方位展示结构细部构造，并使用此技术进行桥梁施工模拟，技术交

底，有效达到指导工程施工，保障工程质量的目的。

在甬舟铁路西堠门跨海公铁大桥的设计施工过程中，创新性地实现了三大应用亮点：一是基于 BIM 的“模数一体、正向设计”，实现桥梁 90% 以上构件的 BIM 出图；二是实现基于 BIM+GIS 的模数一体化平台，向前承接二维、三维设计成果，向后进行施工过程资料归集，实现施工过程人机料的综合管理；三是实现基于 BIM 的“模数驱动、数字孪生”系列应用，首次尝试了海洋深水裸岩下自浮式钢桁架钻孔平台施工，建立复杂海域 BIM 数字孪生系统，编写智能调索算法，确保直径 6.3 米的桩基施工质量，提升了围堰施工效率，实现主塔液压爬模施工数字孪生、智能振捣与养护，以及对风浪流潮的预测。

三、在施工阶段，应用 BIM 技术助力施工过程质量管理

在施工阶段，BIM 为施工团队提供了清晰的三维模型，帮助他们更好地进行施工组织、工序安排、施工进度管理和成本控制。通过与施工进度表、物资管理系统的对接，BIM 可以实现施工过程的精确监控，确保工期和预算的有效执行。BIM 模型还可以帮助施工团队进行施工模拟，优化施工工艺，提前识别施工过程中的潜在问题，减少施工过程中的返工和延误。

2013 年建设新白沙沱长江特大桥时，中铁大桥局联合国内高校研发了第一代 BIM 协同管理平台，首先实现了施工

过程物料信息化管理和安全质量问题协同管理等功能。2016 年建设五峰山长江大桥时，加入了可视化交底的相关内容。2017 年建设张吉怀铁路酉水桥时，BIM 协同管理平台集成了智能识别系统、搅拌站系统、人员、设备管理系统等，逐步实现项目综合信息化管理。2018 年建设安九铁路鳊鱼洲桥时，加入了施工过程的质量卡控管理系统。2019 年底，中铁大桥局自主研发的企业级 BIM 管理平台问世，已完全实现基于 BIM 的桥梁施工信息化、智能化管理。

在张吉怀铁路建设过程中，由于该项目两边边坡陡峭，地形复杂，线路较长，各工点分散，造成项目安全、质量、进度管理难度非常大。为此，研发团队将智能监控系统、可视对讲系统、智能识别系统等与 BIM 管理平台进行集成，通过 BIM 协同管理平台，及时了解项目设计和计划情况，通过智能监控系统实时了解现场生产实际情况，通过对讲系统，智能识别系统达到对施工现场安全、质量全程监督和管理的效果。从而实现生产过程可视化和智能化。

在马鞍山长江大桥建设过程中，为了

保证大桥超大型施工围堰科学高效、安全平稳下沉到位,运用BIM技术进行监控监测。针对施工围堰研发了大桥云监测平台并布置监测点,平台模块包含围堰受力管控、倾斜姿态管控、河床冲刷及围堰取土管控、施工进度管控四大主要模块,实行全天候的实时管控和智能预警。在围堰上布置了结构应力传感器和土压力传感器,对围堰取土下沉过程的受力进行智慧监测。利用自动化采集设备,围堰关键部位结构应力、土压力等数据能在第一时间反馈到检测平台,有助于施工人员及时掌握围堰受力状态及土压力反力状态。开发BIM手机客户端,实时监测围堰平面位置、姿态、下沉状态。

在常泰长江大桥建设过程中打造BIM沉井监测云平台,实现沉井施工可视、可控、可测。为确保沉井精准对接,下沉可控,利用BIM技术,对沉井主体、施工现场、大临设备以及施工机械设备进行建模,深化局部模型,实现碰撞检查,快速发现图纸问题;强化BIM系统运用,对沉井浮运、沉井注水着床及下沉、钢沉井接高、

井壁混凝土浇筑、外围堰安拆、承台、塔座施工等重难点进行4D施工生长模拟,不断优化施工方案;通过BIM智能监控系统,实时监测沉井的姿态、应力和挠度等数据,适时调整施工部位、顺序,确保钢沉井姿态平稳,结构安全,实现沉井施工可视、可控、可测。

在桥梁箱梁生产方面,中铁大桥局研发了箱梁钢筋BIM信息模型,打造钢筋智能加工流水线,每条流水线设数控钢筋剪切线和数控弯曲中心,通过建立生成钢筋代码,将数据直接导入钢筋加工设备,实现从钢筋下料到设备自动加工成型的数字化智能控制流水线生产,确保钢筋加工质量。

在施工原材料质量管理方面,研发了BIM协同管理平台,对原材料的进场、检验、使用等各环节进行实时监控,严格落实质量控制流程,从而达到原材料质量管理的目的。材料进场时,通过拍照、扫描二维码等方式对进场材料的信息进行采集,形成材料进场报表;对材料进场后的收货、检验申请、试验、入库、出库等流程严

格落实质量管理流程,全程监控,同时记录进场时间、批次、责任人、完整留存过程信息;材料使用过程中,及时跟踪材料领用、混凝土搅拌浇筑等过程的时间、人员、设备等信息。

在质量隐患排查方面,施工管理人员发现存在安全质量问题时,可随时随地通过手机APP发起安全质量问题整改流程,BIM协同管理平台中模型工程部位会显示存在的问题,相关问题同时通过手机端发送至相关责任人进行整改,系统完整记录安全管理过程,实现施工过程质量管理可追溯。此外,通过对记录安全质量问题进行分析总结,通过大数据分析,指导项目管理侧重点。

总之,在项目施工过程中,运用BIM技术将桥梁生产要素“人、机、料、法、环”等都纳入平台信息化管理,并与施工监测、视频监控、搅拌站控制系统、安全质量隐患排查系统等集成,对施工过程中的信息、资料进行整合、分析、处理,形成结构分明的数据库,确保施工过程留痕,实现质量追溯管理。



四、在运维阶段,应用BIM技术赋能桥梁运营管理

建筑完工后,BIM技术依然发挥着重要作用。在运营与维护阶段,建筑信息模型提供了关于建筑物各个部分的详细数据,包括设备信息、系统操作、保养记录等。通过BIM,桥梁管理和运营团队能够更高效地管理桥梁设施,进行定期检查、故障诊断和设备维护。此外,BIM还可以集成建筑物的能源管理系统,通过实时监测能源使用情况,帮助管理人员优化建筑的能源消耗,提升建筑的运营效率和可持续性。

多年来,中铁大桥局构建了基于BIM

技术的桥梁建造运营管理系统平台,大幅提升桥梁建造运营管理水平与精准度,实现桥梁建造运营可视化、信息集成化的高效管理。通过桥梁数字化管养平台对接BIM施工数字化平台,能够对桥梁结构的受力、变形情况实时监测,并将监测数据及时上传至服务器,保证桥梁结构处于正常运营状态。如果发现危险,系统能及时发出安全警报,让桥梁管理人员及时通知相关责任人和技术人员到场排查,及时排除危险因素。

平台主要包括:智慧桥梁巡检养护系

统,实现巡检员利用手机便可智能采集桥梁表观病害数据;桥梁实时在线监测系统,通过在桥梁关键部位安装物联网传感器,智能监测桥梁运营安全状况;桥梁维护实时技术交互系统,采用高清视频监控及视频会议,实现后台专家、管理人员与前端技术人员的远程实时连线,“面对面”技术交流;桥梁管理养护大数据系统,采用智慧化的分析及挖掘手段挖掘海量数据中的有价值信息,为桥梁管养提供决策支持,让桥梁“会说话”。共同构建专业化、绿色化的桥梁智慧管养综合服务体系。

基于BIM技术的预埋槽道在某实验室项目中的应用

◎ 文 / 中建八局华中建设有限公司 戴黄广 邱峰 符洪刚 彭汉林 黄天平 李朋飞

摘要:通过BIM技术的三维模型定位优势,将机电管线综合进行精准排布后生成支吊架模型及定位图,再根据支吊架定位图确定结构预埋槽道的定位图。结构预埋时将成品预埋槽道按图纸定位预埋,机电管线安装阶段利用预埋槽道即可免打孔安装支吊架,使工程施工加快推进、施工质量明显提高。基于BIM技术的预埋槽道及支架体系是机电安装的未来趋势。

关键词:BIM、预埋槽道、支吊架

随着BIM技术在国内的迅猛发展,BIM在建筑机电安装中的应用比重越来越大,也能发挥明显的效果。利用BIM技术的可视化、可出图性可在模型上将机电模型进行优化排布,使机电安装排布效率及准确性有极大的提升。

预埋槽道在市政管廊等项目上应用较为普遍,因市政管廊管线相对单一,支吊架形式及位置可锁定。而房建项目因管线复杂,管道路由、标高等参数较多因此使用预埋槽道较为不便。

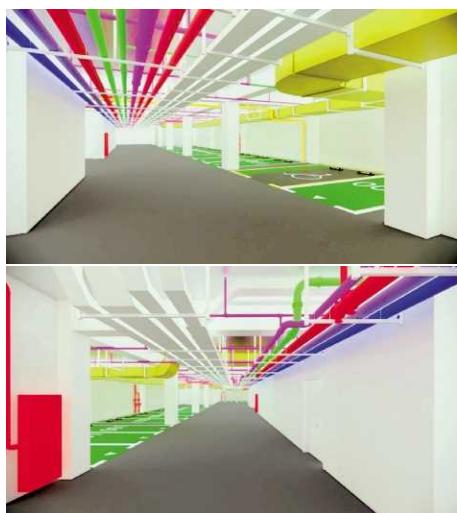
文章以某实验室项目为例,探索预埋槽道与成品支架结合的形式在房建项目上使用的可行性及利弊,为后续的机电安装支吊架安装提供一种新的思路。

1 项目概况

该实验室项目分为装置区与公寓区,建筑面积5万平米,4栋单体。每栋单体管线均极为复杂,且项目工期较为紧张,从底板施工到工程竣工交付仅130天。项目策划时考虑到工期要求、工序穿插的便利性以及为了更好的工程质量,决定采用BIM技术结合预埋槽道及成品支架的形式,为保质保量的完成工程任务提供技术支撑。

2 基于BIM技术的机电管综排布

2.1 机电建模



根据各专业的设计图纸,建立完善的revit建筑结构机电模型,对机电模型进行碰撞检查,并基于施工角度进行可施工性讨论,对机电模型进行管线间距、标高、位置等优化,生成可指导施工的BIM模型。

2.2 生成支吊架

在完善的机电模型基础上生成管道支吊架,管道支架综合考虑管道保温、间距等情况,按照最优间距生成支架,并考虑支架荷载情况进行受力计算选择合适的支架型号。

2.3 预埋槽道设计

根据完成好的管线综合布局以及设计好的综合支吊架,设计预埋槽的安装

预埋位置及型号。根据管线的分布情况,分区分段的设计,考虑管线的载荷和密集程度,合理选择预埋槽的长度尺寸及相应的承载能力,秉承横平竖直的原则进行排布,本项目综合考虑受力及安装便利性,采用50cm一段的形式进行预埋槽布置,也方便支吊架间距的现场适当调整。

同时,预埋槽道的设置需考虑机电安装中各种管线的支吊架间距规范要求(如单根小水管等即可不设置预埋槽道),不同类型的管线其支吊架设置间距要求不同,需根据现场实际情况选取后,可根据情况采用现场打孔的形式适当增补部分吊架。



2.4 预埋槽道现场预埋

根据审核通过的预埋槽道图纸,提前预制好预埋槽(50cm一个,带2个螺钉)。紧跟土建进度,在土建结构模板施工完成后底部钢筋铺设前,进行预埋槽道的预埋施工工作,在混凝土浇筑前进行检查。在混凝土拆模后,机电管线安装前清理掉预埋槽内的泡沫填充物。预埋槽道拆模后应与混凝土面层平齐,便于支架施工。

2.5 支吊架安装

本项目采用成品支吊架进行快速组装,利用BIM生成支吊架加工大样图纸,现场采用成品镀锌槽钢切割加工组装,无需焊接作业。支吊架与顶板无需打孔,

直接用T型螺栓与成品支架底座安装,施工速度快、施工过程较为安全,安装完成后观感较好。



裁剪下料



现场定位



预埋固定



定位复核



钢筋绑扎



拆模效果



3.预埋槽道的优势

- 1、在楼板内形成加强的整体线形结构,不是单点受力,受力均匀。
- 2、有利于控制施工误差,前后可调节不会因为钢筋等影响支架成排成线
- 3、有利于管道的精确安装、调整、施工方便简单无灰尘。
- 4、能够承受动态的疲劳荷载(200万次)和地震荷载
- 5、火灾高温时承载变化小,防火等级高。
- 6、能够简单并快速安装,一把扳手就可以将所有预制支架安装完毕。
- 7、相比传统膨胀螺栓形式,综合造价更低。
- 8、不需要额外的焊接和钻孔,对混凝土和钢筋无伤害,不会产生噪音、粉尘、震动,更不会引发火灾、清洁、安静并安全的施工环境。

4. 预埋槽道的劣势

- 1、对BIM技术要求较高,需提前确定预埋槽道的位置及支架形式。
- 2、施工过程中需要精细化管控,避免预留错位导致无法使用。
- 3、相对房建项目属于新型施工工艺,前期工人安装支架时需要做好交底,并严格按照预埋位置施工。

5结语

预埋槽道在市政管廊工程及地铁等项目中应用比较广泛,受制于房建项目机电较为复杂所以推广受阻。现阶段利用BIM在国内发展前景大好的前提,

将预埋槽道引用在房建机电项目中,对机电安装支吊架的发展带来新的机会,让机电安装的BIM在创新应用上有新的突破,既有利于房建建筑行业的发展,也为BIM在国内发挥更大作用奠定基础。

●精细应用

基于建筑信息模型的数据治理研究

◎文/中建东方装饰有限公司 程鹏

1 建筑信息模型管理模式的概述

1.1 建筑信息模型的定义

建筑信息模型(BIM)作为现代建筑行业的核心数字化工具,不仅代表了技术的革新,更引领了建筑行业从传统的二维设计施工模式向三维、四维乃至多维度的转变。其根本在于通过高度集成的三维模型,将建筑设计、施工、运营等全周期内的信息数据进行统一管理与协同,实现信息的共享与高效利用。

1.2 建筑信息模型管理的重要性

随着建筑行业的发展和技术的进步,建筑信息模型在设计、施工和运营阶段的应用越来越广泛。由于建筑信息模型涉及多个参与方的数据输入和共享,BIM数据质量暨数据的一致性、准确性、及时性和完整性成为了关键问题。因此,建筑信息模型管理的重要性日益凸显。

建筑信息模型管理可以帮助解决以下问题:

BIM涉及多个参与方的数据输入和共享,如何确保各方数据的一致性成为关键。有效的BIM管理能够建立一套统一的数据标准和规范,确保各方在相同的框架下进行工作,减少信息误差和冲突。

提高数据准确性:BIM数据需要准确反映建筑的实际情况,以支持后续的决策和操作。通过严格的数据审核和验证机制,BIM管理能够确保数据的准确性和可靠性。

保障数据完整性:BIM模型需要包含全面的建筑设计和施工信息,以满足项目全周期的需求。BIM管理能够建立一套完善的数据收集、整理和存储机制,确保所有必要的信息都能够被完整记录并易于查询。

实现数据及时性:建筑工程是一个动

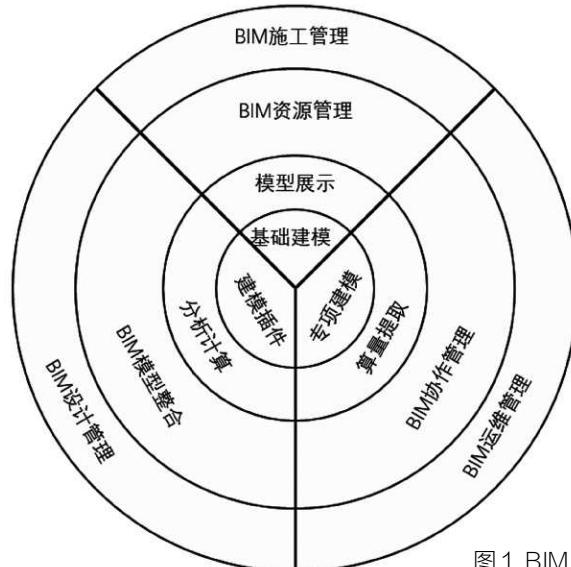


图1 BIM 软件分类

表1 BIM 数据质量评价维度

BIM 数据质量维度	描述
准确性 (Accuracy)	表示 BIM 模型的几何准确性及非几何信息的准确性。包括建筑工程信息的技术准确、功能准确等技术管理特征。
完整性 (Completeness)	表示具备各阶段完整的 BIM 模型数据。包括各相关专业齐全、必须记录的信息完整。包括同一阶段下图纸与 BIM 模型的一致性,现场与 BIM 模型的一致性的反映。也包括设备参数等非几何信息的一致性。同时应与 BIM 标准的要求相一致。
一致性 (Consistency)	提交的 BIM 模型及数据需要满足工程进展及工程阶段的计划要求。
及时性 (Timeliness)	

态变化的过程,BIM数据需要能够及时反映工程的现状情况。通过定期的数据更新和同步机制,BIM管理能够确保数据的时效性和有效性。

2 数据治理在建筑信息模型管理中的应用

2.1 数据治理的概念与原则

2.1.1 数据治理的定义

数据治理,作为现代数据管理的重要方法,其核心在于通过一套系统性的规则和流程,确保数据在整个生命周期内得到有效管理和利用。这涉及到数据的收集、处理、存储、共享等各个环节,目标是实现数据的质量保障、安全性保障和有效利用。

2.1.2 数据治理的原则

数据治理原则在建筑信息模型管理中尤为重要。首先,数据质量原则要求

BIM 数据必须准确、完整、一致且及时,这是确保模型有效性的基础。其次,数据可信度原则强调数据来源的可靠性和追溯性,以提高决策者对模型数据的信任度。此外,数据安全性原则要求采取必要措施保护 BIM 数据不被非法访问或篡改,确保数据的安全性和完整性。最后,数据共享原则提倡数据的开放性和协同性,促进不同参与方之间的数据交流和合作。

2.2 数据治理在建筑信息模型管理中的作用

在实践中,数据治理在建筑信息模型管理中的应用体现在多个方面。例如,在数据收集阶段,通过制定明确的数据收集标准和流程,确保数据的准确性和完整性。在数据处理阶段,采用先进的数据清洗和验证技术,提高数据的质量和可信度。在数据存储和共享阶段,利用云计算和大数据技术,实现数据的高效存储和快速共享。

同时,数据治理还需要与建筑信息模型管理的其他环节紧密结合。例如,在项目规划阶段,数据治理可以帮助制定合理的数据需求和收集计划;在设计阶段,数据治理可以确保设计数据的准确性和一致性;在施工阶段,数据治理可以监控施工过程中的数据变化,确保数据的实时性和准确性;在运营阶段,数据治理可以支持数据的分析和挖掘,为决策提供有力支持。

3 建筑信息模型管理模式应用实践

3.1 项目简介

该工程是由 S 市 XX 企业承建的一套保障性住房。由 5 幢高层住宅组成,从南到北依次排列,再加上底层的商业服务中心及配套设施,形成一个由 13 层、24 层、25 层、2 栋 26 层的组合体。该工程占地面积为 3.51 公顷,规划用地为 28598.76 平方米,建筑面积为 98073.58 平方米。

3.2 项目设计阶段

在项目设计阶段需要明确项目各参与方在项目各阶段的职责,以基于 BIM 的信息交互平台为中心,进行协同工作。



图 3.1 建设用地规划许可图



图 3.2 项目 BIM 模型效果图

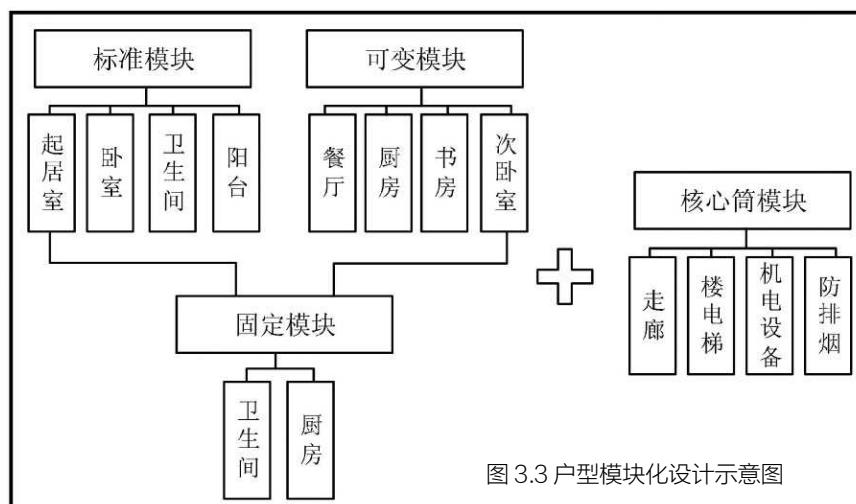


图 3.3 户型模块化设计示意图



图 3.4 建筑、结构、机电并行设计模型图

能耗分析对比图

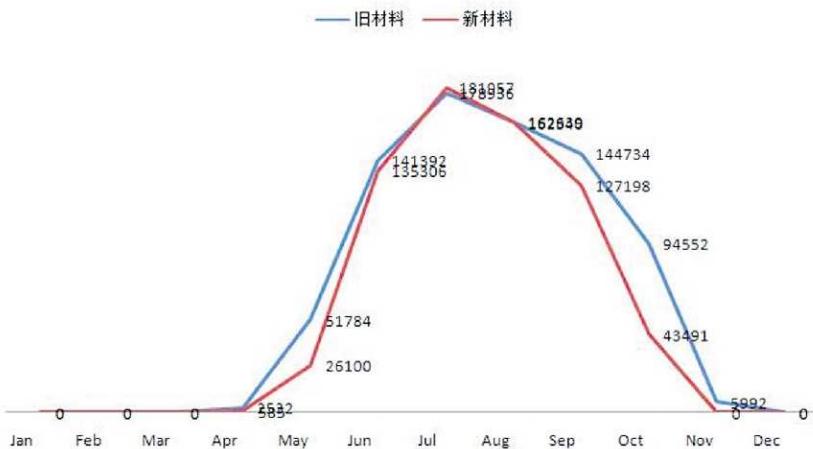


图 3.5 Echotect 能耗分析对比图

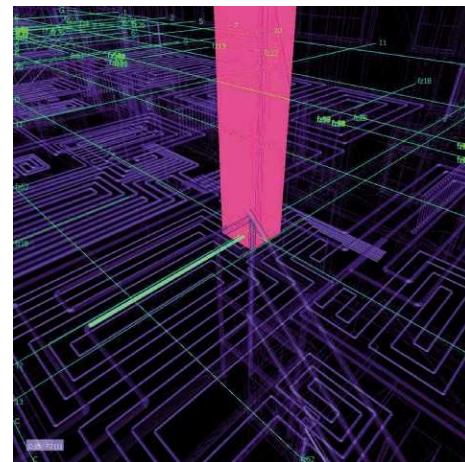


图 3.6 机电管道和框架柱的碰撞图

序号	专业	清单列项	系统	区域	材质	规格型号	数量m	面积m*m	保温层厚度	保温层材料
1	暖通风工程	风管	通风系统	一层	镀锌钢板	100x100	4.0	2	30mm	防火的发泡橡塑隔热材料
2	暖通风工程	风管	通风系统	一层	镀锌钢板	120x120	34.0	16	30mm	防火的发泡橡塑隔热材料
3	暖通风工程	风管	通风系统	一层	镀锌钢板	150x150	11.7	7	30mm	防火的发泡橡塑隔热材料
4	暖通风工程	风管	通风系统	一层	镀锌钢板	160x120	110.8	62	30mm	防火的发泡橡塑隔热材料
5	暖通风工程	风管	通风系统	一层	镀锌钢板	200x120	38.4	25	30mm	防火的发泡橡塑隔热材料
6	暖通风工程	风管	通风系统	一层	镀锌钢板	200x200	4.9	4	30mm	防火的发泡橡塑隔热材料
7	暖通风工程	风管	通风系统	一层	镀锌钢板	250x120	26.9	20	30mm	防火的发泡橡塑隔热材料
8	暖通风工程	风管	通风系统	一层	镀锌钢板	250x160	4.1	3	30mm	防火的发泡橡塑隔热材料

图 3.7 管材工程量清单部分截取

3.2.1 方案设计

(1) 价值工程

为提高 PC 大楼的预制率,PC 大楼可以尽可能地采用标准化的户型模块来进行装配设计:

如图 3.3 所示,通过标准化模块、可变模块、固定模块、核心筒模块等模块的结合,构建了海量的户型库,并根据不同的产品,将其划分为:保障房标准户型、商品房标准户型系列。图 3.3 就是根据这一标准,根据有关标准,对保障性住房进行工业化改造,可以极大地解决中低收入家庭的居住问题。另外,还为公司内部的整体厨卫、预制楼板和建筑预制库等创建了标准图库,提升了设计的规范化水平,保证了设计的质量。模块化的户型设计成果多样,还能满足不同使用者群的需要,提高了建筑的产品价值。

3.2.2 深化设计

(1) 并行工程

工程的前期估算是由企业根据详细设计方案编制的,所以,在对工程进行深

化设计时,应在满足工程使用要求的前提下,尽量降低工程造价。目前我国现行的装配式施工技术标准主要有 JGJ1-2014、《混凝土结构设计规范》、《建筑抗震设计规范》、《装配式混凝土结构技术规程》等。在严格遵循规范的前提下,运用 BIM 的三维可视化和专业协作平台,在多个专业的信息共享的基础上,进行了建筑、结构、机电和装修的一体化平行设计。

在建筑设计阶段,通过 BIM 并行工程中心平台,实现了结构、建筑和机电等多个专业的同步建模,见图 3.4。并通过 Autodesk Echotect 等函数分析软件对建筑物的日照和能耗进行了分析。由置换墙材料得出的各种能源消耗的比较图表见图 3.7。

在深化设计阶段,每个专业的设计者都要进行造型,当一个确定的设计方案被建立起来之后,可以对其进行完整、可靠的检验,并进行碰撞检测。

在此基础上,利用 BIM 建模,既实现

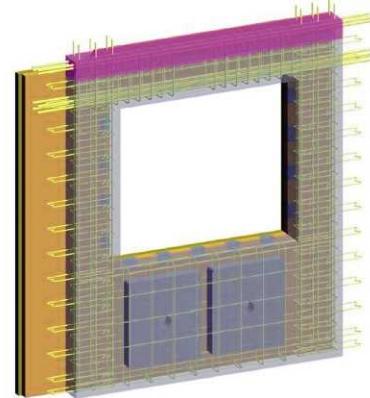


图 3.8 预制墙体附加钢筋透视图

了多个专业设计人员的协作,又实现了对设计模型的碰撞检测,及时修正和优化模型。同时,在深化设计阶段,也能对工程造价进行测算,从而实现工程量清单的编制。在以 BIM 为基础的 PC 建设工程中,可以将建筑模型直接输入到相关的软件中,从而得到工程量清单。图 3.7 显示了 BIM 软件中的管道数量:

(2) 设计与施工整合

在工程的深化设计中，也包含了对PC部件的深层次设计，确保设计、制造和施工一体化，提高生产效率。在此基础上，不仅要完成零件的尺寸和材质等基本信息的设计，还要对零件的组装方法作具体的阐述。PC部件的设计是PC建筑的一个关键步骤，在确定了PC建筑设计方案之后，能够与PC部件的生产方进行及时的沟通，对部件的生产进行安排，实现设计、生产、施工一体化的产业链。与此同时，PC部件的设计不再被限制在某一特定的结构部位，而是将PC建筑的设计由单体的装配拓展到整体的装配，将工厂的优点充分利用起来，让PC部件的流水线生产得以实现。

图3.8为本工程中一个标准层的装配式墙体组件的简图。目前的组装工艺，也就是能够完成单件零件的吊装。在PC结构的设计阶段，设计者要统筹好生产、建设部门的工作。设计人员受生产、建造环境等因素的限制，在设计时应结合工程的实际条件来进行设计。所以，设计和建造一体化是非常重要的。精益化管理要求设计方、生产方、施工方在同一信息平台上进行实时沟通与沟通，以防止因三方信息不对称造成的设计结果与生产、组装不匹配。

在确定了设计方案后，将在组件中嵌入RFID、包含组件的全部参数和代码。表3.1列出了编码规则：

采用BIM软件对构件代码进行插入式生成，并对各构件进行标识，使其具有唯一编号，从而方便对构件进行自动标识、合理调用，并对相关信息进行追踪。PC大楼的精益管理，不仅是指设计和建造的一体化，还包括了设计、生产和施工的一体化，形成了一条完整的产业链，可以大大地提高生产效率，减少浪费。

3.3 构件生产阶段

建筑工业化对PC房屋的组装比例提出了逐步提高的要求，构件标准化，构件制造的工厂化。因而，PC零件的制造倾向于在工厂内完成。

已完成的零件必须在厂房内整齐排列，同类零件按顺序码放，并将识别信息放在通道一侧。零件从工厂到工地，都要用肉眼检查零件有无破损，不合格的零件不准进场。在PC组件中嵌入电子

表3.1 PC构件RFID编码统一规则体系表

项目阶段	设计阶段	生产阶段		施工阶段
		深化设计生产存放		
编码规则	aa-bb-dd	-ee-ff-gg	-cc-hh-ijjkk-pp	
编码说明	编码中aa-bb为项目基本信息；后面为PC构件规格信息	-ee编码为深化设计编码，为细分规格编码； -ff编码为模台序列信息，通过模台可建立生产； -gg编码为堆场信息，通过堆场信息编码可实现出入库和运输的调度管理。		编码为具体位置信息，包含单体栋号、楼层、轴线号

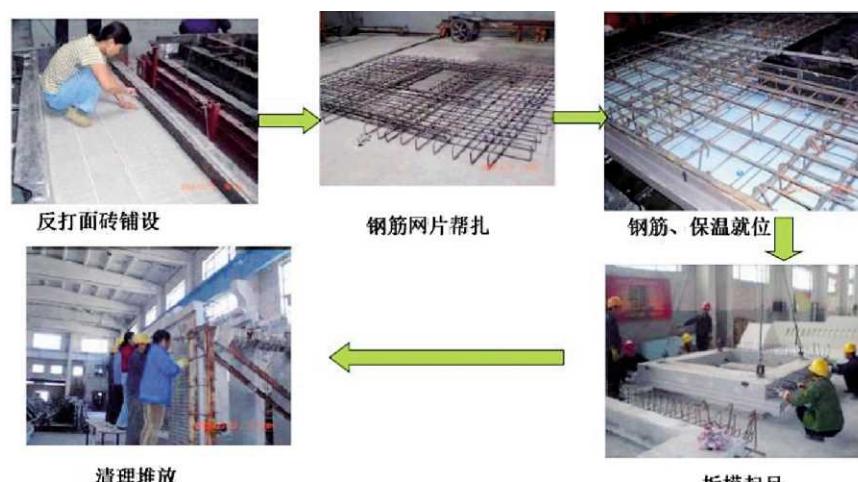


图3.9 PC构件生产过程

标签，可以对组件代码进行扫描，从而确定组件的位置、吊装位置等相关信息。在PC大楼的精益管理中，零件生产采用准时制，最好能达到零件自动生产的目地。根据工程项目的进度安排，获得相关的相关资料，并对各零部件的生产进行安排。准时化的目的就是要在

规定的时间内达到零存货和准时交货。在建设过程中，除了利用BIM中心数据库查找建设项目的进度安排信息，在建设过程中，还需要与供应商的数据库进行对接，保证供应商具有足够的物资和运行能力来支持生产车间的PC零件的生产。

利用 BIM 技术的云计算能力,可以在各个物料供应商之间建立起一个虚拟的仓储系统,从而达到对供应链的可视化管理。同时,利用 BIM 技术开发的软件,实现了对物料和部件的实时跟踪,保证了即时、有序的生产。

3.4 施工吊装阶段

3.4.1 构件运输

利用预先嵌入的组件芯片,以组件为基础,分享设计、生产、运输、装配等信息,并根据装配方案,确定相应的零部件的生产、装车和运输计划。根据现场构件的吊装要求及运输状况,将构件的装配计划与装车、运输计划相结合,确定装车、运输部件的种类和数量,实现对各部件的配送装车、协同配送运输的协调,确保构件在现场的及时、精确安装要求。供应链管理不仅对生产设备、材料实行严格的管控,而且对成品 PC 零件的物流进行调度与追踪,从而建立起一套完善的品质管控追踪系统。

3.4.2 施工吊装

如图 3.10 中所显示的那样,利用 BIM 可视化平台,可以实现与现场的进度管理、质量管理和现场管理,加快了整个生产流程的进程。除了可以在工地上进行实时的质量控制之外,在 PC 建筑工程中,还需要有一种完善的质量管理标准文档和规章制度,并与建筑物的信息模型建立起独有的、有效的联系,方便对其进行统一的管理。

如图 3.11 所示,利用 BIM 来进行工程仿真,不但可以在前期为项目的总体进度安排提供基础,而且在项目的施工阶段,还可以对整个施工过程进行逐一的对比,保证生产活动能够按照正常的进度开展,按照相关的操作标准来执行施工步骤,保证工程的高品质。

3.5 运营维护阶段

在运行维护阶段,利用 BIM 技术对建设运行过程中的运行进行有效的管理与控制。在此阶段,更加可以根据构件、设备的电子标识对其进行记录,并将其记录到档案中,利用 BIM 技术可以实时把握建筑物的使用状态。以 BIM 数据库为核 心,实现了建筑吊装和运行维修两个阶段的信息交互,为后续运行管理提供了相应 的数据支持。在运营期,BIM 数据库和施

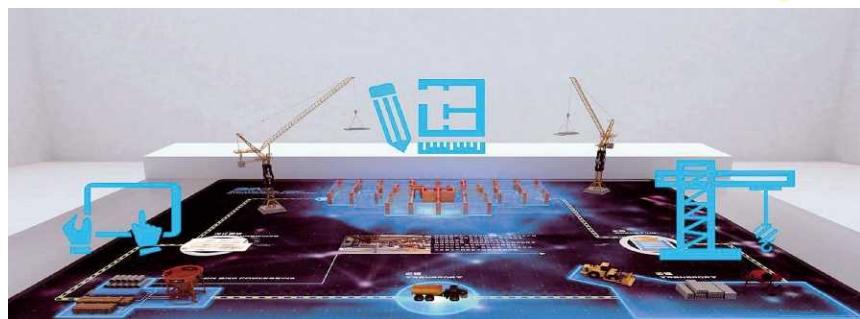


图 3.10 BIM 施工现场布置 + 施工模拟系统示意图

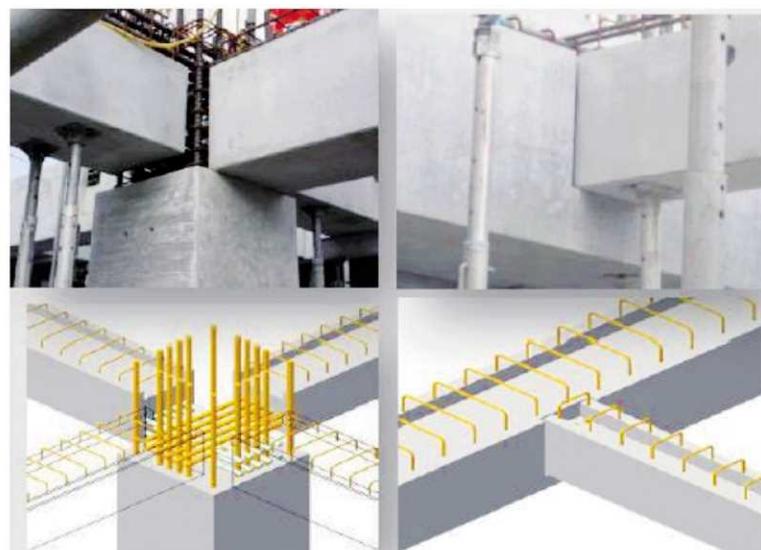


图 3.11 现场施工和软件模拟对比图

工装备之间建立了联系,可以实时监控设备的运行状态。在 BIM 模型的基础上,构建了运行维护阶段的数据库,实现了运行状态的自动生成,为管理者提供了依据。管理者可以查看嵌入在设备中的零部件的数字化信息,便于零部件的维护、更换,并记录在档案中。利用 BIM 技术建立的信息化管理平台,可以有效地提高管理者的工作效率。

4 结语

本文以数据治理视角为基础,研究了建筑信息模型管理模式。通过对建筑信息模型的定义与特点进行概述,认识到基于建筑信息模型管理面临着诸多挑战,如数据一致性、数据准确性、数据完整性和数据及时性等问题。为了解决这些问题,引入了数据治理的概念和原则,并探讨了数据治理在建筑信息模型管理中的应用。

在研究方法的选择与设计中,强调了研究方法的目标明确、数据可行、可重复性和综合性等原则。通过选择适合的研究方法,可以构建并验证建筑信息模型管理模式的有效性和可行性。在建筑信息模型管理模式的构建与验证中,提出了建筑信息模型管理模式的构建过程和验证方法,以进一步探讨数据治理视角下的建筑信息模型管理模式。

在数据治理视角下的建筑信息模型管理模式研究中,建立了建筑信息模型管理模式的理论框架,并介绍了数据治理视角下的建筑信息模型管理模式的要素。通过案例研究,验证了建筑信息模型管理模式在实际建筑项目中的应用效果,并评估了模式的有效性和可行性。这些研究结果表明,数据治理视角下的建筑信息模型管理模式可以提高建筑信息模型数据的质量和可信度,促进建筑行业的数字化转型。

复杂超高层建筑轻量化造楼机集成平台设计与应用

◎ 文 / 中建三局集团公司工程总承包公司 章博睿 杨菊 陈攀 张松波

摘要:针对泰康金融中心超高层项目,T3塔楼采用轻量化造楼机集成平台。作为项目智能建造“工业化”应用的重要载体,可实现施工设备、施工工序的高度集成化。过程中,为适配特殊半月形平面布局、25层以上的平面收进以及钢结构内柱吊装洞口预留等项目特殊需求,本文对该“造楼机”开展了专项设计与优化。结果表明,设计优化后的“造楼机”大大提高了施工过程的便捷性,保障了使用过程的安全可靠性。

关键词:超高层建筑;造楼机器;设计优化;智能建造

随着超高层建筑的大量涌现,其塔楼核心筒施工安全性、便捷性等问题广受业界学者、工程从业人员关注。针对超高层建设的痛点问题,中建三局自主研发的“空中造楼机”,即超高层施工作业集成平台,历经低位支撑顶模,微凸支点顶模等的迭代,现正在向轻量化、装配化升级迭代,为具有特殊项目需求的超高层建筑施工提供新的解决方案。

1 工程概况

1.1 项目概况

泰康金融中心是集办公、酒店、公寓为一体的综合性建筑,项目位于武汉二七沿江商务核心区北片22号地块,总建筑面积为266700m²,属于多塔连体结构,底部裙房上T1、T2与T3三座塔楼的最大建筑高度(含塔冠)达270.8m,对应地上53层、地下3层。

设计上,三座塔楼外形均沿高度先外扩后收进,其中1至22层平面逐渐扩大,而后至塔顶则平面缩小,整体高宽比约3.1。T1、T2与T3三座塔楼均采用单侧弧形钢框架+钢筋混凝土核心筒的结形式,单塔通过沿竖向不同高度的三道钢连桥相连接而形成整体,三道连桥分别位于17层、28层与39层,见图1。

1.2 造楼机应用背景

随着国家、省市智能建造的呼声越来越大,诸多利好政策的提出与执行,建筑业的新发展随之而来。其中,中建三局长期以来积极致力于促进数字科技和建筑业深度融合,不断探索建筑业高质量发展新路径,提出工业化、标准化、数字化、智能化与绿色化“五化一体、一体推进”的智能建造发展方向,并力担武汉市超1/3智能建造试点任务。

为推动智能建造在超高层项目建设中的示范引领作用,以泰康金融中心项目为试点,大量应用智能建造新技术,积极组织技术攻关和科技创新。其中,项目T3塔楼施工采用高层建筑施工轻量化施工作业集成平台(简称“造楼机”,又称“顶模”),是项目在智能建造“工业化”实践中的重要载体与组成部分。

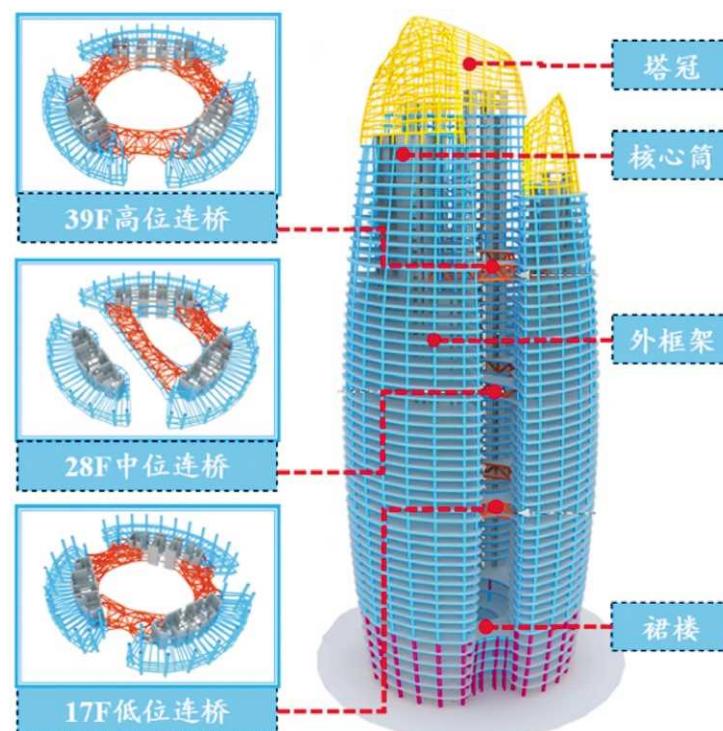


图1 泰康金融中心结构示意图

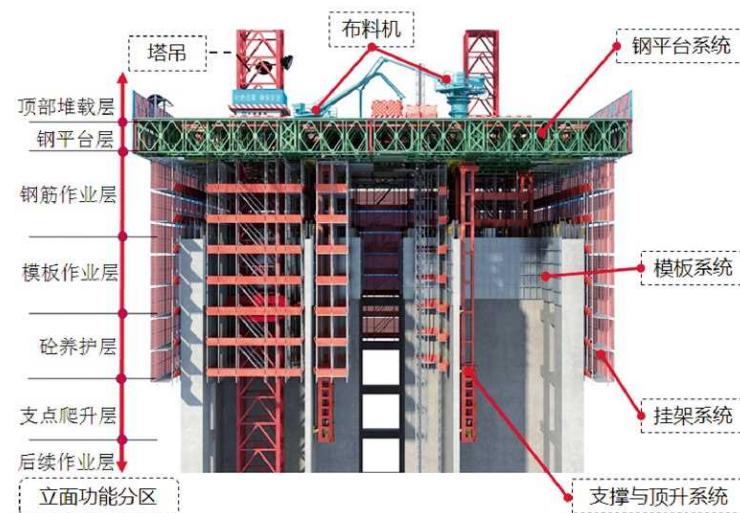
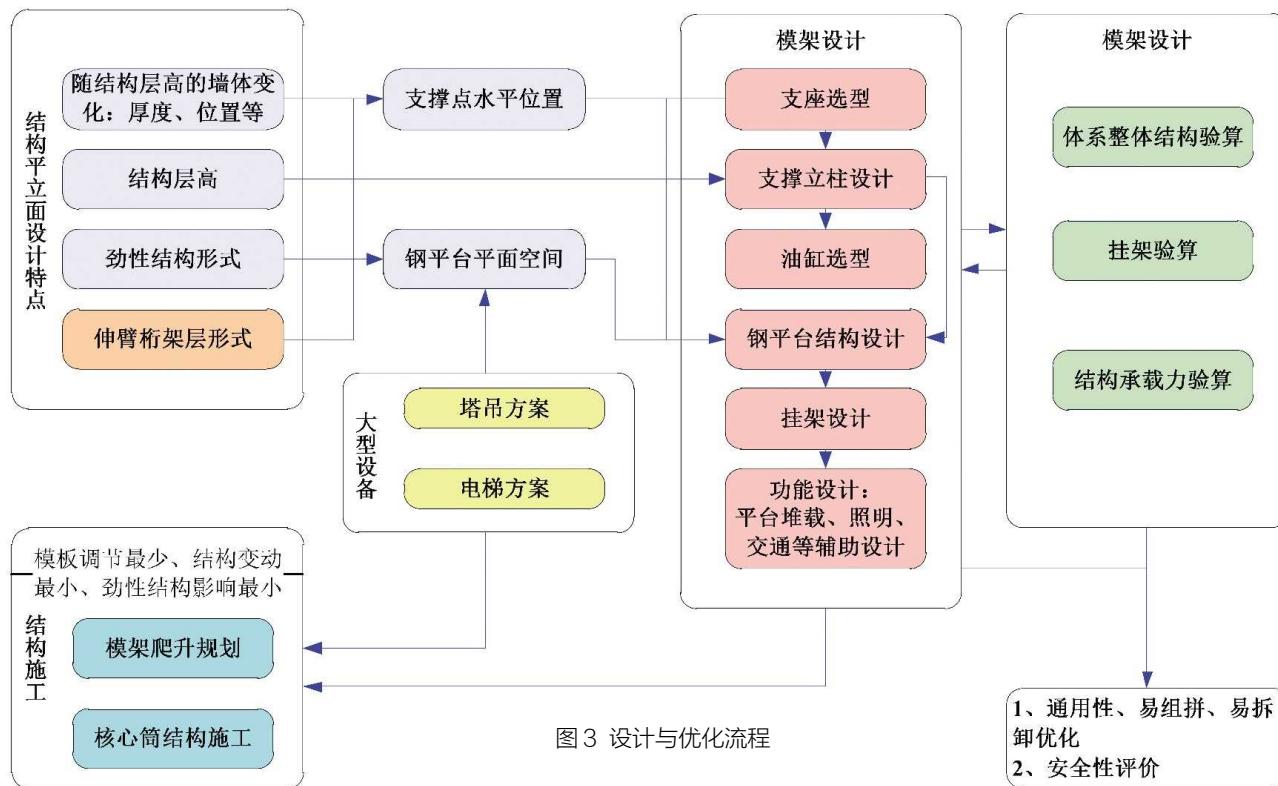


图2 顶升模架系统组成剖切示意图



2 泰康金融中心项目“造楼机”设计应用

2.1 概述

T3塔楼施工采用高层建筑施工轻量化施工作业集成平台（“造楼机”），该套模架体系主要由支撑与顶升系统、钢平台系统、挂架系统、模板系统、附属设施系统组成，集成作业机具与材料堆场的整体性的多层作业平台。支撑部位采用低位支撑，中部支座为主要承力层，低于在施浇筑层两个楼层，有充足的混凝土龄期。

立面功能分区从下往上依次为后续作业层、支点爬升层、混凝土养护层、模板作业层、钢筋作业层、钢平台层、顶部堆载层，从而构成三层立体交叉作业，如图2所示。相较于传统施工模架降低了安全风险，改善了作业环境，实现全天候施工作业场景。

造楼机支撑系统由支撑立柱、支座、顶升系统、可周转预埋螺杆组成。其中，顶升系统采用新型电液直驱液压油缸，其动力泵站与液压油缸一体化，可在电脑上实现“一键顶升”。顶升过程分步分幅，并采用传感器实时智能监测。同时，造楼机附属配备AI视觉智能行为分析系统，可针对

作业环境内工人安全帽、反光背心等穿戴，及烟火行为进行视频识别，对不合规行为发出语音警示与安监系统记录，为智慧工地的作业安全管控提供技术保障。

2.2 设计与优化

为适配特殊半月形平面布局、25层以上的平面收进以及钢结构内柱吊装洞口预留，本项目“造楼机”需进行定制化、装配化升级。

根据本项目T3塔楼结构特点和智能顶升模架的工作原理，综合机械设备使用情况及施工要求，T3塔楼“造楼机”模架设计的基本关系和流程如图3所示。

具体地，对轻量化造楼机整体结构安全性与稳定性，以及局部关键部位结构（附墙可周转埋件等）可靠性，综合项目T3塔楼结构平立面设计、施工需求与设备应用特点，开展造楼机的钢平台系统、支撑系统、挂架系统等深化设计服务其安全性评价，旨在保障造楼机通用性、易拆卸拼装的特点。

最终，造楼机平台采用焊接桁架+贝雷片的组合形式，而连接部位则采用标准化型钢件进行装配式连接，减少焊接，提高部品周转率。

2.3 深化设计实施

(1) 整体模型验算

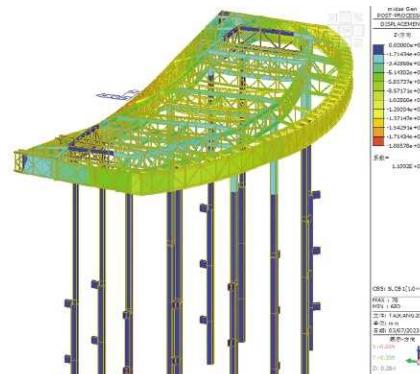


图4 整体模型设计验算

建立T3塔楼“造楼机”三维模型，通过模型转化获取对应有限元分析模型。采用MIDAS GEN有限元软件对初步造楼机设计进行验算，考虑整体平台在施工、顶升等多种工作状态下的结构安全性与稳定性。同时，利用生死单元技术对其25F以上造楼机拆改情况进行深化校核。

(2) 主要受力部位校核

采用专业翻模软件，对造楼机附墙可周转埋件进行三维深化模型建立，并对其细部尺寸进行图模一致性审核，再将三维模型导入ABAQUS有限元软件，开展局

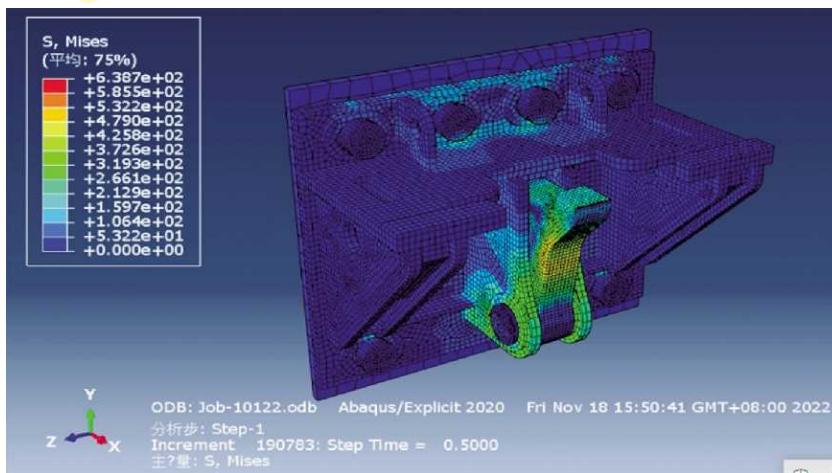


图 5 主要受力部位设计验算

部关键部位结构在复杂工况下,可靠性深化验证。

(3) 部品设计优化

造楼机钢平台系统在设计时除需满足一定的承载力需求、挂架悬挂等的基本要求,还要避开竖向剪力墙及劲性柱,不影响竖向墙体施工,遇到弧形等异形结构平面时,还应能适配墙体造型设计,采用 BIM 对其焊接桁架 + 贝雷片组合结构进行数字预拼接与拆改深化。

3 泰康金融中心项目“造楼机”应用

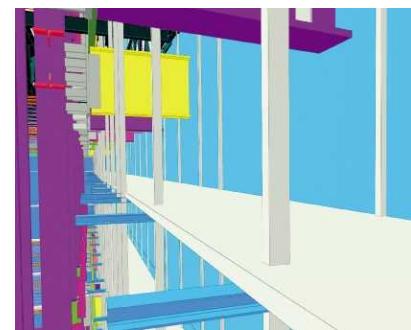
标准层施工时,首先进行当前施工楼层混凝土浇筑,其次待竖向结构混凝土强度拆模条件后,拆除竖向结构模板,进行造楼机的顶升,顶升一个楼层后,绑扎下一层竖向钢筋的同时可以进行下层外墙结构清理及修补等,也可以进行结构清理及修补层再下一层的落水管支架、门窗及栏杆等的安装,竖向钢筋绑扎完成后合模并开始支设水平结构模板并进行钢筋绑扎,最后浇筑混凝土,从而完成单层施工全部流程,依次循环向上,从而完成全部楼层的施工,具体施工流程如表 1 所示,从序号 1 至序号 6 循环交替施工。

4 结语

1)区别于传统的超高层爬模施工,T3 塔楼“造楼机”延续了打造“空中智造工厂”的理念,由钢平台系统、支撑系统、动力及控制系统、挂架系统及附属设施组成,其内部可提供“工厂化”流水线式施工环境,逐层完成钢柱吊装、钢筋绑扎、模板支设、混凝土浇筑、养护等工作,大大提高生产资源与施工作业效率。

2)相比于前几代,造楼机进行了轻量化、装配化的迭代升级。整体面积约 525 平方米,整备重量仅 360 吨,减重超 30%以上。为适配特殊半月形平面布局、25 层以上的平面收进以及钢结构内柱吊装洞口预留,“造楼机”平台采用焊接桁架 + 贝雷片的组合形式,而连接部位则采用标准化型钢件进行装配式连接,减少焊接,提高部品周转率。

3)造楼机支撑系统由支撑立柱、支座、顶升系统、可周转预埋螺杆组成。其中,顶升系统采用新型电液直驱液压油缸,其动力泵站与液压油缸一体化,可在电脑上实现“一键顶升”。顶升过程分步分幅,并采用传感器实时智能监测。同时,造楼机附属配备 AI 视觉智能行为分析系统,可针对作业环境内工人安全帽、反光背心等穿戴,及烟火行为进行视频识别,对不合规行为发出语音警示与安监系统记录,为智慧工地的作业安全管控提供技术保障。



(a) 模型深化



(b) 实体应用

图 5 部品设计优化

表 1 施工流程顺序表

序号	对应状态	作业内容
1	初始状态, n 层混凝土施工	作业内容: n 层墙体及顶板混凝土浇筑, 同时进行 n+1 层劲性柱吊装及部分竖向钢筋绑扎;
2	n+1 层竖向钢筋施工	n 层模板拆模,n+1 层劲性柱安装完成, n+1 层竖向钢筋绑扎, 搭设 n+1 层顶板支模架;
3	n+1 层钢筋及模板施工	n+1 层顶板模板支设及钢筋绑扎; n 层墙体模板脱模, n+1 层内墙及顶板模板支设;
4	模架顶升	模架顶升一个层高;
5	n+1 层模板施工	n+1 层竖向模板合模加固;
6	n+1 层混凝土施工	n+1 层墙体及顶板混凝土浇筑, 同时进行 n+2 层劲性柱吊装及部分竖向钢筋绑扎(完成一个循环)。

精细化工行业工艺管道安装智能建造技术

◎ 文 / 中国机械工业第二建设工程有限公司 郝荣文

摘要:精细化工类生产车间工艺机电安装工程普遍存在工艺流程复杂、工期紧张且安装工作量大、安装作业空间狭小、管道排布密集且数量种类多,施工面有限且交叉作业多以及专业性强等特点,对施工组织和策划要求高。我公司结合多个项目的成功实施,逐步总结和提炼形成了精细化工行业工艺管道安装新技术,相较传统工业管道安装,该技术经济创效明显,不但大幅提升安装效率,缩短施工工期,而且施工质量也得到了明显提高,具有很好地推广价值。

关键词:BIM、批量化预制、智能自动化

1 应用背景

《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》中提出,石油化工产业发展模式正在从以规模扩张为主的产能建设转向以“精耕细作”为主的精细化、专用化、系列化细分市场拓展渗透,未来精细化工产业发展前景巨大。

面对市场新机遇,这些年来公司也积极响应,将精细化工和生物制药产业园区建设作为特色优势业务进行重点培育,并先后承接了万华化学合成香料项目技改工程、弘元氨基酸项目和中节能万润项目,在精细化工项目建设过程中,积累了一定的实施经验,尤其是在精细化工项目工艺设备和工艺管道安装方面,不但很好地继承和发扬了公司工业机电安装传统优势,而且还结合当下建筑业智能建造发展趋势,逐步总结和提炼形成了精细化工行业工艺管道安装新技术,相较传统工业管道安装,该技术经济创效明显,不但大幅提升安装效率,缩短施工工期,而且施工质量也得到了明显提高,具有很好地推广价值。

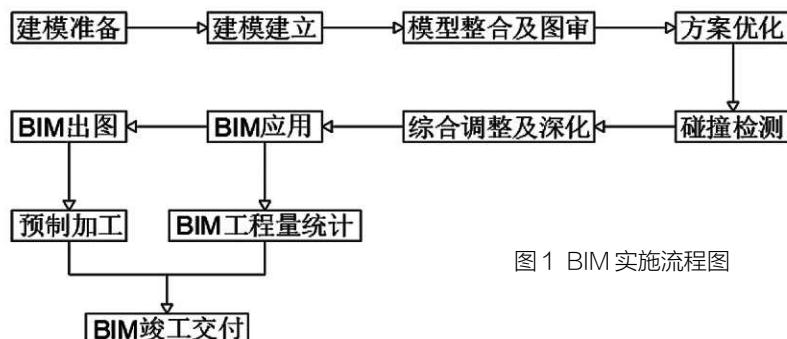


图1 BIM实施流程图

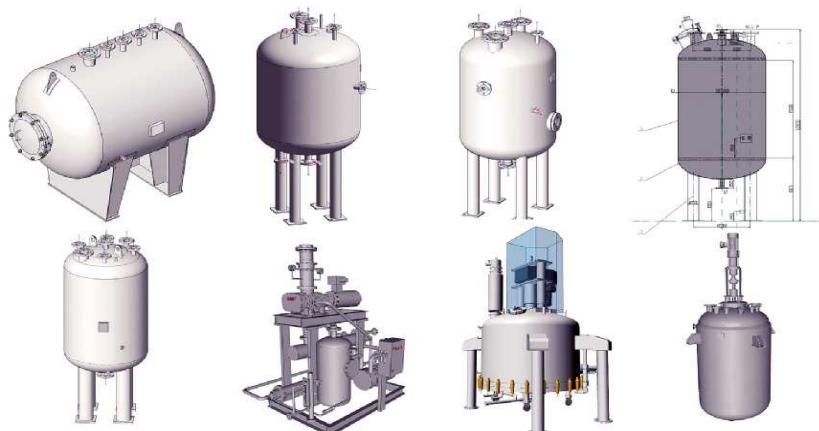


图2 Revit自建部分设备族库文件

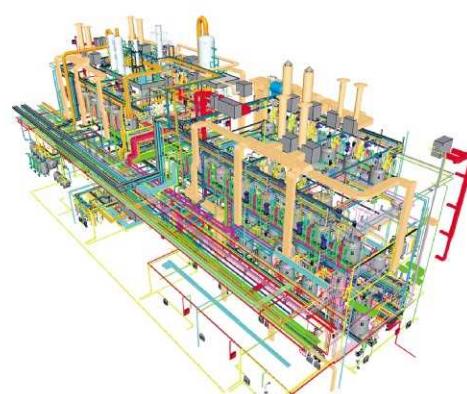
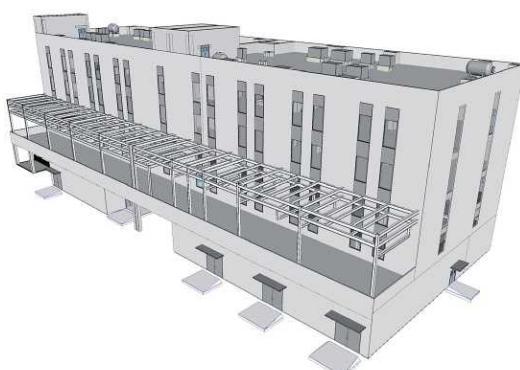


图3 9号车间建筑结构和工艺BIM模型

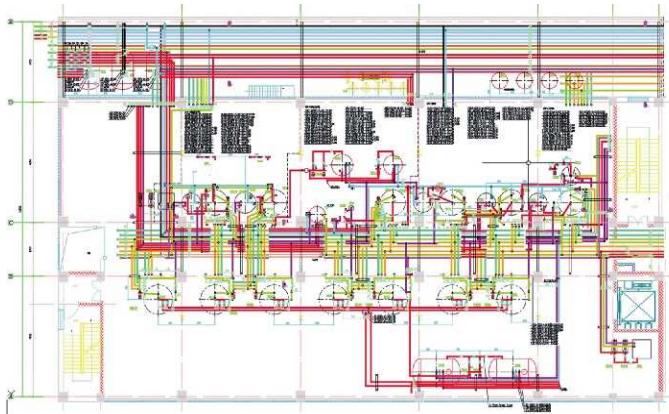


图 4 传统二维 CAD 图纸工艺平面布置图

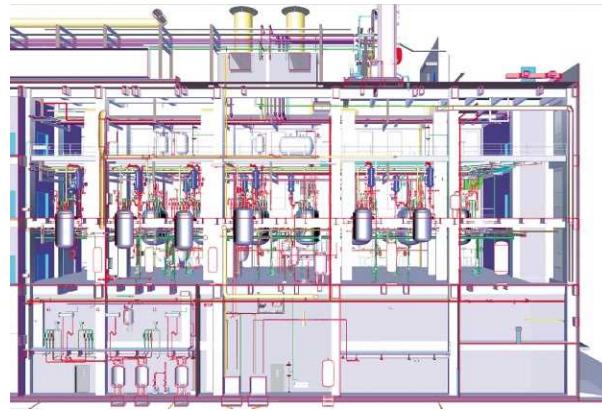


图 5 BIM 三维模型全专业剖面图

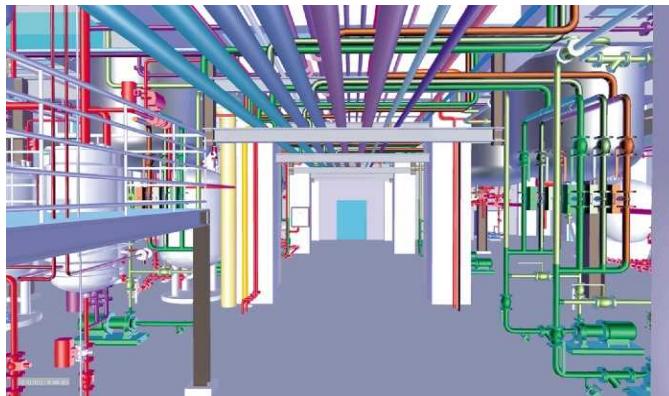
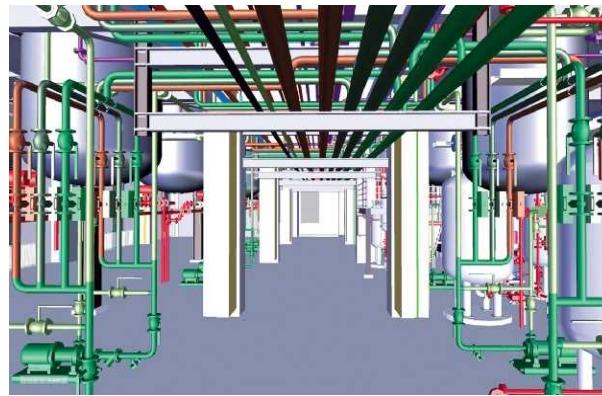


图 6 10 车间二层局部 BIM 三维模型



2 项目概况

中节能万润(蓬莱)新材料一期建设项目安装工程(第二标段、第三标段)位于山东省烟台市蓬莱区北沟镇,安装范围包括厂区标段内各单体的工艺专业、公用动力专业、暖通专业、电气专业和室外管廊等,具体内容为设备及钢平台、工艺管道、电气、弱电自控、公用动力和室外管廊工艺管线等的采购、安装和调试等。

具体工作量为各类工艺设备安装1500台套,工艺管道约13万米,桥架3.5万米,各类线缆约95万米。

3 实施难点

(1)项目工期紧张且安装工作量大,对于施工组织和策划要求高;

(2)安装作业空间狭小,施工面有限且交叉作业多;

(3)生产工艺流程复杂,且相对不完善,过程中变更频繁;

(4)工艺管道输送介质高达60余种,管道材料种类繁多,化工管道专业性强。

(5)由于涉及剧毒及高压性介质,管道焊接要求高,该类工艺管道均要求一级焊缝且100%探伤。

4 主要技术创新点

(1)基于BIM技术的工艺管线深化设计及综合排布;

(2)工艺管道的批量化预制,预制率可提升至70%以上;

(3)自动化、智能化设备的投入使用,提升安装效率和质量。

5 主要技术内容

5.1 BIM 技术应用

(1)BIM 实施流程

(2)BIM 建模

根据工程特点,结合BIM协同原则,统一选取Autodesk Revit2018作

为建模软件。BIM建模按照各建筑单体、分专业(总图场地、建筑、结构和工艺)、分楼层、统一标高、轴网和基准点单独建模。

需要说明的是,该类精细化工厂房工艺专业包含大量非标设备(各类反应釜、罐槽和容器类),管道种类繁多,管材和连接方式复杂多样,工艺专业建模工作量繁重,需要提前规划,合理做好分工和协同工作方式。在正式建模前必须熟悉工艺专业相关图纸和技术参数等资料,包括工艺设备和管线平面布置图、工艺流程图、管道特性表和各设备厂家提供的设备加工详图,建立各类非标设备族文件,制作完善工艺专业样板文件。

(3)模型整合及设计图审查

利用Revit2018软件完成各专业建模后,通过软件链接Revit文件功能进行各专业模型合并,合并后的模型文件比较大,可以导入Navisworks或Fuzor软件进行模型轻量化处理,在全专业环境下进行BIM审图及碰撞检查。



图 7 9号车间工艺配管



图 8 批量预制加工的管段



实施步骤图

组织各专业工程师和 BIM 建模工程师,对照施工图和三维模型,对施工图存在的错、漏、碰、缺等各种设计问题进行审查。施工技术人员应结合施工经验,充分考虑施工中的安装难度、管道净距、阀门操作位置、大型设备安装空间等各类问题,并提出优化建议。

(4) 管线碰撞检查和综合排布

精细化工厂房生产区域设备多,管线密集,受工艺流程复杂限制,传统二维施工图纸无法准确表达各管线错综复杂的空间排布情况,引入 BIM 技术建立全专业的三维模型来进行管线综合排布和深化设计,通过利用 BIM 三维模型进行碰撞检查和管线综合,提高管线安装质量和效率,缩短施工工期,达到降本增效目的。

本项目通过建立模型,可更直观地查看管线之间、管线与建筑之间是否发生碰撞,在施工前通过管线碰撞检测和通过模型进行“模拟施工”,校核设计中存在的管线交叉碰撞及空间排布不合理等问题,预先发现图纸管线碰撞冲突问题,提前跟设计院沟通解决,保证图纸质量,为后期施工奠定基础。在建模和管线碰撞检测过程中,检查发现并处理了多处设计冲突的问题,包括硬碰撞、尺寸标注错误,缺少阀门、单向阀流向错误、管线号和设备号不一致等一系列问题。避免在后续施工过程

中暂停施工甚至是返工的风险,不仅大幅提高了施工效率,减少了修改频率,同时也为项目节约了施工成本。结合调整后的 BIM 管综模型,进行综合支吊架深化设计,利用 Magicad 支吊架插件功能,进行支吊架的选型和受力计算,并出具支吊架加工图和材料表,指导现场管道安装。

(5) 优化设计

根据 BIM 审图结果和各部门意见,对各专业模型进行综合优化调整。对于有较大变更时,应由建设单位和设计单位签字确认调整方案。管道优化应遵循管道让结构、低压让高压、支管让主管以及便于安装和检修的原则。

重点设计优化部位为室外管廊工艺管线入户、管道井、主管线集中部位以及设备的二次配管等。优化内容主要包括设备位置、管线平面路由、空间走向和支吊架形式等。

(6) BIM 工程量统计

根据优化调整后的模型,按区域导出管道及管件材料明细表,整理成材料清单,经过项目部审核后提交给材料部门进行采购管理。

5.2 工艺管道的批量化预制

(1) 管道预制必要性

本工程属于精细化工类项目,同一工艺生产线上包含多台套相同反应釜和罐

类设备,各设备支管配管完全相同,支管工程量大且管线均相对较短,阀门管件多,存在大量焊接作业,尤其适合进行大批量的预制加工作业。结合 BIM 深化模型,预制深度可达 70%以上。

(2) 预制加工的安装优势

预制加工最大的好处就是在加工厂集中进行大批量的管道安装作业,不受现场施工条件制约和环境影响,安装效率大幅提升。尤其是对于那种工期紧、任务重的项目,优势格外突出。大批量的工厂化预制加工也符合目前建筑业智能建造的发展趋势,不仅实现了管道安装的集约化、精细化和智能化,在效率提升的同时,也极大提高了安装质量。

(3) 实施步骤

(4) 管段预制加工要求

1) 充分利用现有加工设备、工装及集中作业环境的优势,本着预制“工厂化”、预制成品“产品化”的原则组织加工班组进行预制。充分考虑设备加工能力、运输条件、吊装能力、安装条件等因素,确保预制深度达到 65%以上;

2) 工艺管道预制内容主要包括阀组、框架及设备配管、管廊膨胀弯等。主要型式有:直管—弯头—直管、法兰—直管—弯头、直管—三通(异径管)—直管等;

3)划分管道预制长度时,应充分考虑原材料的规格长度,尽量减少废料,减少焊口;

4)管道支架,包括管托、承重及导向组合支架(带位号)、垫板、管式支架等;

5)考虑到预制加工场地与现场之间的道路运输条件及现场作业条件,室外管廊管线预制时直管宜两根相连,预制段长度不宜超过14米;

6)在单线图绘制时对于12"以上重要部位管线及高压厚壁管线提前标出需要进行现场实际测量的管段,预制前由现场施工人员对现场情况进行核对,对封闭段尺寸进行实际测量并进行计算,保证管段预制尺寸与现场情况相符;

7)管道预制加工的每道工序,均应核对组成件的标识,并做好标识的移植工作;

(5)预制加工流程

5.3智能自动化设备的投入使用,大幅提升安装效率。

针对该类精细化工和生物医疗项目工艺管道安装特性,引进管管自动焊机和管道坡口工作站,不但大幅提升管道作业安装效率,也进一步提升了安装质量,相较传统工业管道作业方式(手工焊接和人工坡口作业),在自动化和智能化方面优势明显。

一、MGG系列开放式TIG管焊设备

(1)设备介绍

该设备由全位置TIG管管焊枪、一体化控制电源、外置送丝机、操控器、焊接附

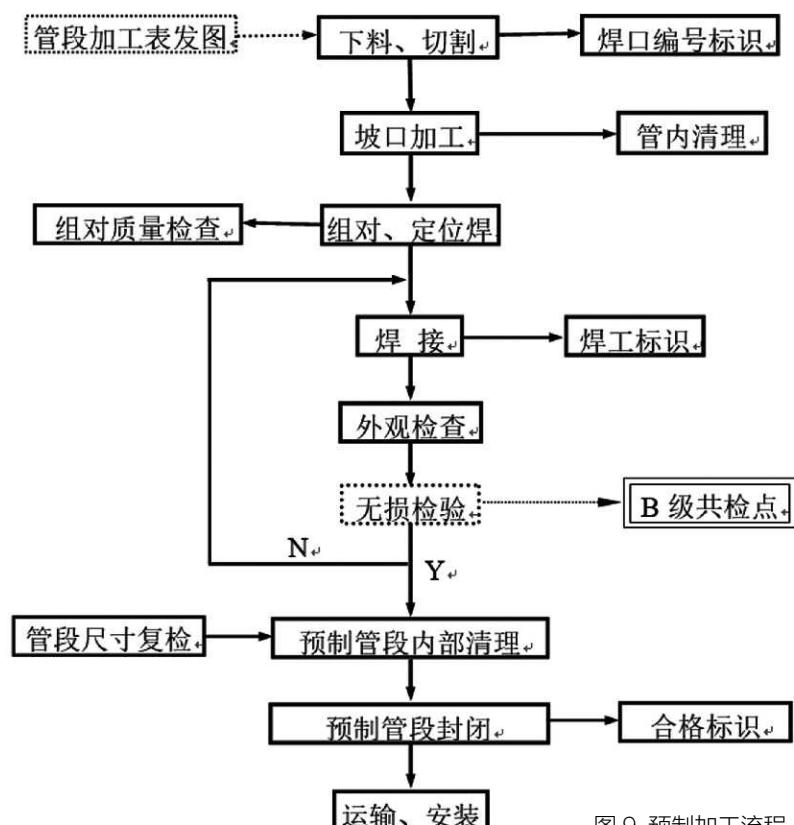


图9 预制加工流程

件组成。适用于碳钢、不锈钢等的管道材质焊接,配备外置送丝机构。

(2)焊接特点

焊接方式为全位置钨极氩弧焊接方式,即焊接枪头固定在管件上,焊枪沿着管件旋转一周的焊接方式,包括平焊、上坡焊、下坡焊和仰焊四个不同位置。

单面焊双面成型,外观成形美观、无

裂纹、未熔合、未焊透缺陷,一次性焊接合格率98%以上;不锈钢管件内件须填充保护气体(氩气或其他保护气体),该设备可加丝或自熔焊接,客户可根据管件的工艺要求进行选配,采用加丝焊接,钨极与焊缝中心高度保持在3~5mm。

(3)适用范围

MGG系列开放式管管自动焊机主



图10 TIG 管管自动焊枪和一体化控制电源

要应用于化工、石油、海工、天然气、食品、工程安装、锅炉、军工和核电等行业的碳钢和不锈钢管的管/管、管/弯头、管/法兰焊接。

适用管径范围为： $\phi 19-\phi 325$ ，管道壁厚范围为：3-10mm。

二、管道切割坡口一体机

精细化工和生物医药工艺管道输送介质存在大量易燃易爆、高压剧毒等特殊介质，管道安装要求高，对于大口径，厚管壁的无缝钢管焊接而言，坡口的加工质量显得尤为重要。

坡口加工中切割方式对焊接质量的影响也较为明显，传统的管道切割方式依旧为火焰气割和机械切割，但火焰切割高温催化下钢管容易发生氧化反应，而等离子切割方法则切割断面凹凸不平，都很难保证坡口加工质量。鉴于此，项目引进深圳盟豪 OTP 系列管子切割坡口机，同时完成管子的切割和坡口加工，提升管道下料加工效率。

切割坡口机是一种高精度的金属加工设备，主要用于制作金属管道的末端坡口。切管坡口机能够高效地制作出各种类型的坡口，包括 V 型坡口、U 型坡口、平面坡口等。该设备具有结构简单、加工效率高、操作方便等特点，广泛应用于石油、化工、制药、造船、管道工程等行业。

OTP 管子切割坡口机通过机体上的多个夹紧爪卡住管子外壁，采用电动方式，驱动旋转圆环，带动两个刀架绕管子切线方向运动，与机体上的进刀架配合，实现管子的同时切割与坡口。

通过配备不同材质的刀具，能实现外径为 20mm-720mm 范围间的各种碳钢和不锈钢管材切割坡口，且该设备自动化程度高，采用全自动控制系统，具有自动供料、自动切割、自动夹紧等功能，操作简便，劳动强度低，提升管道下料切割坡口作业效率。

6.项目应用情况

本项目通过应用 BIM 技术进行工艺管线的综合排布和深化设计，利用 BIM



图 11 TIG 管管焊接过程

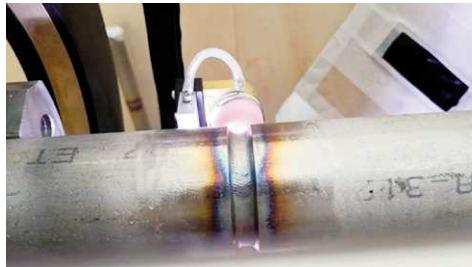


图 12 TIG 管管自动焊接焊缝成形



三维模型进行碰撞检查和管线综合，大幅减少由于管道碰撞冲突带来的返工拆改作业，不但缩短施工工期，还保证了安装质量。

另外通过引入智能自动化设备（数字化自动焊接和管道切割坡口数控一体机），替代传统的管道手工焊接和火焰切割下料，管道安装焊接质量和作业效率均得到极大提升。

针对精细化工管道安装特点，进行

工艺管道的批量化预制作业，不但符合目前建筑业智能建造的发展趋势，实现了管道安装的集约化、精细化和智能化，在效率提升的同时，也极大提高了安装质量。

通过上述举措，本项目经济效益明显，管道安装工期较传统安装模式缩短 10%，安装质量提升 12%。项目通过开展精细化工管道安装智能建造技术应用，大幅提升安装作业效率和整体质量水平。

基于异型曲面钢桥三维快速建模模板库封装案例

◎ 文 / 中铁九桥工程有限公司 潘鼎

摘要:纵观国外钢结构桥梁深化技术与BIM技术在融合发展上的快速进程,我国钢结构桥梁领域在该方面还处于缓慢发展阶段。从细节中看,钢结构桥梁三维快速建模技术在国外已经开始推广,而国内还未真正广泛地在实际工程中应用起来。因此本文基于BIM在钢桥项目中开展过程中的痛难点,从“异型曲面钢桥”这一分点出发,打通具体实施路径中的堵塞点,进一步提高BIM技术在钢结构桥梁深化设计中的应用深度。具体来看,本文依托凤来大溪河特大桥项目,从快速建模流程、模型创建、二维零件展开、图纸审核、工程模板库五个方面展开研究。

一方面利用BIM软件设计模块的优势与便利,基于创成式思维设计复杂曲面,实现了主桥模型的精确构建,并且通过三维模型的直观展示,使得设计人员对关键节点的复核更为直观、清晰,减少不必要的返工;另一方面通过对知识工程理念的深入解析,开发了曲面零件自动展开与钢桥零件自动建模功能,实现了异型曲面钢结构桥梁系列产品模板库的建立,解决了异型曲面钢桥在曲面展开上的痛难点,为钢桥梁三维快速建模的发展提供新的思路。

关键词:钢拱桥;深化设计;自动建模;曲面展开;三维校核

1 引言

随着现代CAD技术的发展,三维CAD技术在航空航天、汽车制造、造船、电子、电器、消费品等行业得到了广泛应用,并逐渐取代了二维CAD技术。那么在钢结构桥梁行业,目前越来越多的机构也开始运用BIM技术来进行深化设计,其前景是广阔的。但是其发展也有一定阻碍,例如:异型曲面钢拱桥在设计阶段所涉及的任务较为复杂、其骨架线曲率要求高、组成构件多为不规则曲面结构、且重复建模较多,大大增加了建模时长。异型曲面钢桥的BIM发展困境不仅仅如此,进入BIM深化设计阶段后,其构件建模精度要求高,若仅停留在展示应用阶段,对于后期的应用意义不大。如何突破这样的困境,目前也出现了一些方法和技术,例如:市面上的BIM软件结构设计模块有专门针对钢结构的设计功能,这些模块中含有自带的模板文件,在使用过程中,只需将模板赋予到事先建立的骨架线上即可生成三维模型。基于此,本文有理由站在此研究基础上进行异型曲面钢桥的模板库研究。

另一方面,异型曲面钢桥在后期零件处理时,曲面展开问题一直是困扰整个领域的难点。为便利复杂曲面钢拱桥二维出图的过程,将BIM软件中的模板设计理念引入到钢拱桥领域,采用VB语言编写复杂几何曲面信息的核心脚本,多个曲面进行快速展开,提高异型曲面钢结构桥梁后处理效率。

2 二维、三维钢桥深化流程对比

2.1 二维深化中的劣势分析

(1)现代钢结构桥梁造型追求新颖,结构、连接复杂,施工工艺精细而又繁琐,仅凭传统的二维设计表达力有限。具体表现在整体设计布局、异型设计表达精确度、零件出图效率、传达设计思想完整度等方面局限。而采用以三维模型为核心的BIM技术能够很好地传达设计意图,在设计阶段精确展示其结构尺寸、空间位置等信息。实例应用表明:通过三维建模方法可以有效提高钢拱桥的设计效率和质量。

(2)传统设计主要通过二维CAD的图形设计成果,对构建参数进行较为繁琐的层级设计,该过程需要人工对相关联部分加以修改。应用三维BIM建模软件的参数化设计方式设计,可以很轻易地对构件尺寸加以调整,模型会自动做出关联性修改,方便构件尺寸的不断优化。

2.2 二维到三维转化过程中的可优化项

(1)节省时间:相比传统的二维方法,基于三维模型的出图方式能减少大量人工放样时间,并且具有同类特征的模型可做成模板,调用后直接导出工程图,方便快捷;另一方面,三维模型参数化控制能快速适应新项目,首次建模约需一周,参数控制模型适应新项目需2~3d,与传统方法相比可大幅提高工作效率。

(2)提高精度:二维图纸中绘制的结构

图通常没有考虑到结构实际拼接所需要的空间,同时一个构件的几个视图是分开绘制的,某一处尺寸出现问题也难以察觉。BIM软件中三维建模能够很好地处理上述问题,不同平面的图纸与模型相互关联,只要模型正确图纸尺寸便不会出现问题,同时三维曲面直接展开成平面图,在平面图中可直观看到拼接处细节,避免近似处理的偏差。

(3)碰撞检测:各零件经过三维虚拟预拼装,可很大程度上减少干涉或间隙。

(4)利用BIM技术的模型可视化特点,相比传统二维施工图纸,在制造、安装阶段通过图纸表达的组装位置关系有歧义时,可以通过查看BIM模型直接解决问题。

3 凤来大溪河特大桥三维快速建模实例

以拟建凤来大溪河特大桥建模为实例。大桥全长1136.70 m,主拱拱肋采用双片变高度钢桁架式结构,上、下游主桁平行布置,横向中心间距为20.2m。拱顶桁中心高为13.5m,拱脚桁中心高为16m。综合看来,本桥属于较为复杂的异型曲面钢桥,可作为本文的案例分析项目。

3.1 工程模板——骨架输入

本桥的骨架线由数量众多的点、线组成,如图1。其中关键点均设有坐标系,构件可发布自身的轴系,并与骨架线中的对应轴系实现耦合,实现骨架线与弦杆、撑杆、斜杆等构件的实例化作业。

3.2 工程模板——矩阵处理

(1)横隔板建模:根据桩位建立好的三维空间曲线定位横隔板草图位置,并设置好“定位里程”参数,通过绘制草图将其填充面制定为UDF,并设置控制参数,例如板件厚度h,以公式控制横隔板尺寸;另外需设置规则:let sur1,sur2 (surface);let i (integer);i='加厚方向';sur1=‘填充.1’;if i=1; set`曲面.1=invert (sur1); else;‘曲面.1=sur1。该规则用于确定顶底板变厚规则是否是向外加厚,通过控制规则,利用参数确保隔板的互异性。

纵梁外轮廓建模:绘制钢箱梁外轮廓方法与横隔板基本相同,但由于超高变化导致顶底板、腹板成为空间曲面,因此对于不同超高段需要单独处理;如图3,对于超高段,以多截面曲面在前后断面接续,形成精确外轮廓曲面;对于超高有转折段,需要在转折点处增加断面草图,然后以两段多截面曲面耦合形成实体。

加劲肋建模:可根据定义相应的“特征”,并根据需要来添加这个自定义特征的组成要素以及参数,通过添加用户特征来实现。首先设定先后参照点、布置线等来定位加劲肋的大概位置,然后通过调整宽度、厚度等精确参数来生成所需的加劲肋。

拱肋、联结系建模:本工程重点关注拱肋曲线部位的建模精度及效率。针对主桁的曲率控制要求,进行整体线形以及节点位置的转角曲线信息参数化处理。结合本工程的应用特点,需要考虑上下节点板在发生线形变化后的整体变形情况以及端部转角变化。为此在模型中添加弯折参数,并依据线形变化情况修改弯折参数,实现整体模型弯折“可参化”。

纵梁建模:本工程纵梁为带预拱度的异型截面,先根据道路中心线输入截断参数,将纵梁划分为多个节段;然后根据标准截面的高程创建参考平面,道路中心线的分割曲线与参考平面的交点即为各节段的输入点坐标。然后在绘制纵梁截面时,以控制高程为基准,通过偏移创建平面方法可以生成一系列不同高程的草图参考平面;随之在各个草图中根据顶点坐标、预拱度、交点距离,给定模型特征参数;以VB语言通过API调用BIM软件实例化主体,快速得到纵梁的二维截面;最后生成好纵梁的各里程的异型曲面后,即可通过多截面生成实体。

3.3 工程模板——拟合与展开

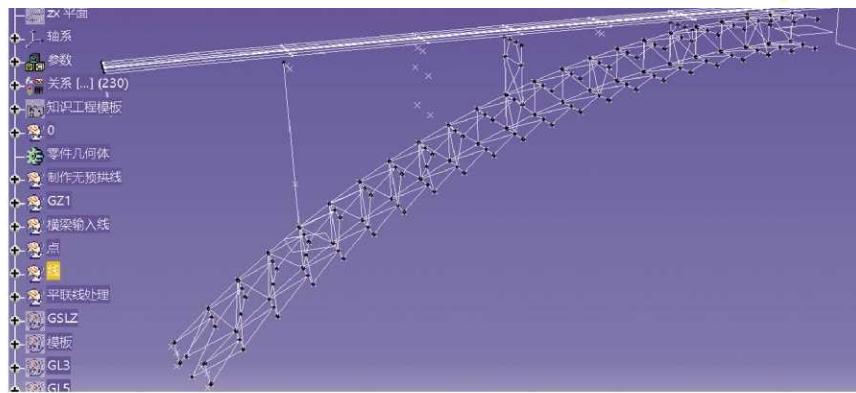


图1 骨架兼模板输入的点、线示意

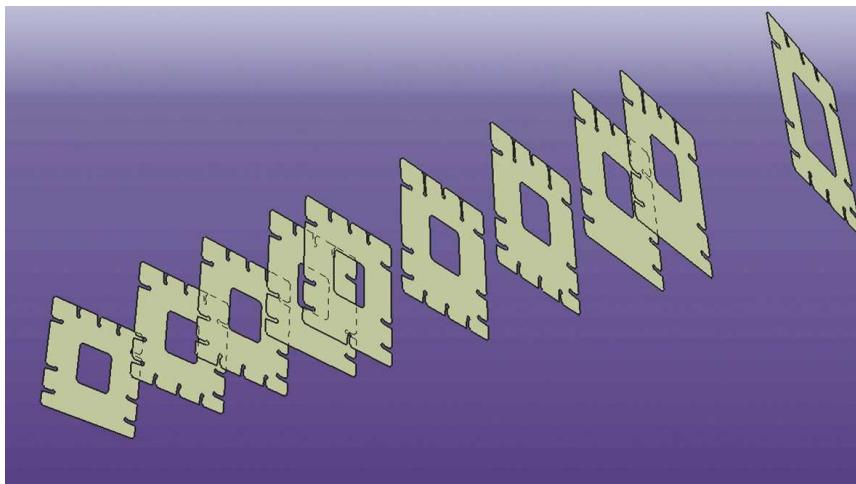


图2 不同尺寸的隔板矩阵示意

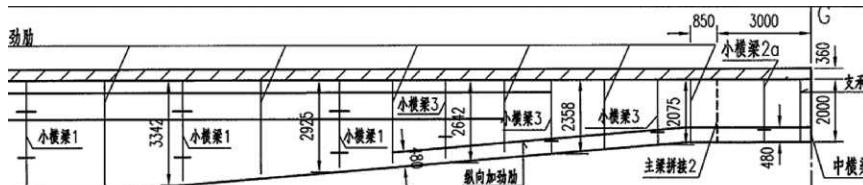


图3 多截面梁

针对二维设计中复杂造型的节点板以及拱肋曲面,可利用模板做放样检查分析后,在模板的基础上进行人工修改,同样可大大提高建模效率。例如,分别采用不同的放样方式对代表两种类型的两处节点板进行建模对比,该过程需建立适用于肋板带圆角弧的节点板快速建模模板,测算不同约束形式的材料截面比,并进行对比,如下表。表中可看出不同的约束方法,直接影响了材料利用率,对成本有着一定影响,因此采用BIM软件的约束语句进行关联后,可按照最优约束进行建模,提高模型的实际利用率。

另一方面,在弦杆的放样创建中,多

截面放样发挥了主要作用,其可以指定多个截面,考虑了被指定截面的约束关系,故原则上比多次指定两截面生成实体更加合理。但由于截面间相互约束,容易造成形态扭曲或曲面生成失败。因此在进行圆角及多截面参数输入时,需选择合适的耦合方式。结合包络体体积对比,认为多截面放样的模型中各截面相互约束程度高,表现为曲面较为平滑,且与凹凸程度较为合理的指定引导线放样模型体积相近,故将多截面放样的放样方式认定为适合于空间形态较为规则的节点板,如图4、图5所示。

因此针对本项目而言,选择顶点的拟

表1 四种约束形式的节点板表面面积一览表

节点板约束形式	截面面积/m ²
相切	1233
对称	1280
距离	1230
辅助线	1250

表2 不同耦合方式的包络体体积一览表

耦合形式	比率	曲率	顶点
包络体体积/m ³	355.2	367.1	357.1
光滑程度	较混乱	平滑	较平滑

合方式更能再拱肋变截面模板上的应用。基于以上两例在本项目中进行曲线、面放样的探索,如何利用有限的截面,在软件中选择最合适的方式进行实体构建,是进行拱肋通用模板创建的关键。在实际项目中,通过观察对比建成模型的扭曲程度和倾斜状态,确定最适合于两处节点板的放样方式,并通过VB中的判断语句针对具体的项目选择合适的方式进行模板循环,从而形成符合实际需求的放样效果。

展开与放样是相对的,不同的放样方式其展开的方法也不同,最终得到的展开图形是方法与模板的共同作用。具体的,BIM软件中自带的展开功能需要输入展开样式与路径,这里结合模板的思路。首选创建一个通用的展开模板,将参数进行封装起来,在结合VB脚本将不同放样方式的路径方法进行定义与区分,再通过输入各种不同的曲面后,可一键得到展开后的零件图形,如下图所示,即是批量展开曲面后的示意。

3.4 拱肋、联结系异型模板库封装

调用模板是本案例常见的工程矩阵类型实施方法,通过软件的自定义特征(UDF)功能,创建各类型构件自定义特征库,并使用参数驱动Catalog管理自定义特征库。自定义特征可以封装钢桥部分构件模型的创建过程,并根据构件类型,生成不同的构件参数。(1)和(2)是本案例中利用同类型模板进行通用快速建模的方法举例;(3)和(4)是基于通用模板方法上的异型曲面快速建模模板:

(1)快速开孔模板。图7、图8为本工程中较通用的连接板开孔自定义特征及其部分输入参数,根据对开孔定位的规律编写以及对定位数据的转换,可针对工字、箱型杆件中拼接板的螺栓孔,进行参数化的螺栓孔定位,并开孔。

(2)小横梁快速实例化模板。图9为横

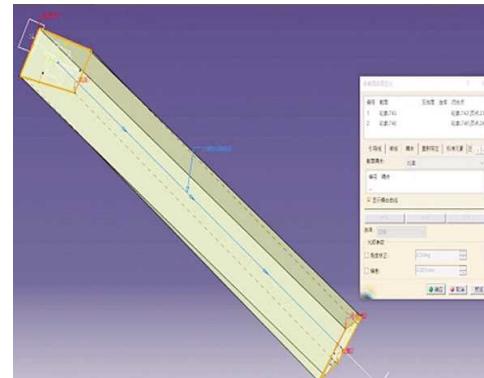


图4 拟合错误示意



图5 耦合方式

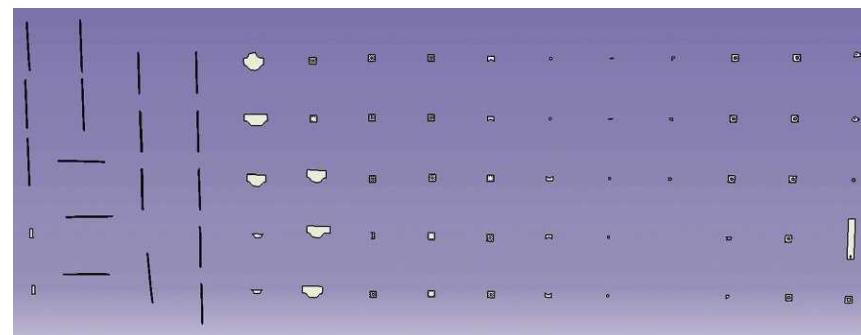


图6 批量展开示意图

梁工程模板快速建模示意,全桥共计28处横梁,通过建立具有特征参数的通用模板后,运用矩阵实例化进行全桥的小横梁生成。在Excel中对横梁的各参数进行汇总,在封装时进行特征输出,即可在模板库中实现调用。

(3)带异型曲面的拱肋快速建模模板。图10是拱肋中普通曲线弦杆和变截面曲线弦杆的通用模板,其同样具有输入和输出特征,结合软件本身的二次开发特点,对空间三维操作进行模仿记忆,形成适用于拱肋系列的快速建模模板。该系列模板包括弦杆、腹杆、节点板,人孔加劲肋及隔板的快速建模内容。在实际操作过程中,该技术路径虽自动化程度较高,但某些参数的设置合理与否,会直接影响到所建模型的精度。据多次的应用实践经验,发现

异型曲面接合处的参数值是十分重要的,表3是对不同的接合参数设置与其建模精度进行的统计。

从表3可知:合并距离设置为0.001mm、角阈值设置为1deg时,平均表面误差小于0.015mm(单位与建模前所选择的尺度应匹配),建模精度大于90%,所建的曲面模型最贴切实际的曲面设计规则,建模质量最好。

(4)联结系快速建模模板。该系列的杆件主要为工字和箱型两种,并且其节点板需要进行弯折处理,属于同一异型规律的不同曲面零件,建模人员需要根据弯折角度的设计原则和骨架线的里程定位进行关联,并将此规律封装进模板中。具体方法:在已有骨架线及节段局部坐标系的基础上,通过加入“弯折线距离”这一参数变

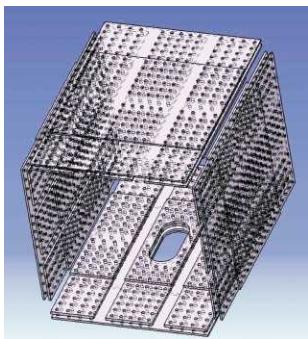


图 7 模型开孔示意图

节点	编号	材质	板厚	板宽	板长	横向定位	纵向定位	孔径
A6	P1	Q500qD	20	1680	2630	50+3*120+230+4*100+230+3*120	50+10*100+200+10*100	33
A6	P1a	Q500qD	20	1680	1430	50+3*120+230+4*100+230+3*120	50+5*100+200+5*100	33
A6	P1b	Q500qD	26	460	2300	50+3*120	50+10*100+200+10*100	33
A6	P1c	Q500qD	22	460	1300	50+3*120	50+5*100+200+5*100	33
A6	P1d	Q500qD	22	500	2300	50+4*100	50+10*100+200+10*100	33
A6	P1e	Q500qD	22	500	1300	50+4*100	50+5*100+200+5*100	33
A6	P2	Q500qD	22	1680	2500	50+3*120+230+4*100+230+3*120	50+11*100+200+11*100	33
A6	P2a	Q500qD	20	1680	1300	50+3*120+230+4*100+230+3*120	50+5*100+200+5*100	33
A6	P2b	Q500qD	30	460	2500	50+3*120	50+11*100+200+11*100	33
A6	P2c	Q500qD	26	460	1300	50+3*120	50+5*100+200+5*100	33
A6	P2d	Q500qD	30	500	2500	50+4*100	50+11*100+200+11*100	33
A6	P2e	Q500qD	26	500	1300	50+4*100	50+5*100+200+5*100	33
A6	P3	Q500qD	18	1680	2230	50+3*120+230+4*100+230+3*120	50+10*100+130+10*100	33
A6	P3a	Q500qD	18	1680	1230	50+5*100+130+5*100	50+3*120+230+4*100+230+3*120	33
A6	P3b	Q500qD	22	460	2230	50+3*120	50+10*100+130+10*100	33
A6	P3c	Q500qD	22	460	1230	50+3*120	50+5*100+130+5*100	33
A6	P3d	Q500qD	22	500	2230	50+4*100	50+10*100+130+10*100	33
A6	P3e	Q500qD	22	500	1230	50+4*100	50+5*100+130+5*100	33

图 8 开孔参数表

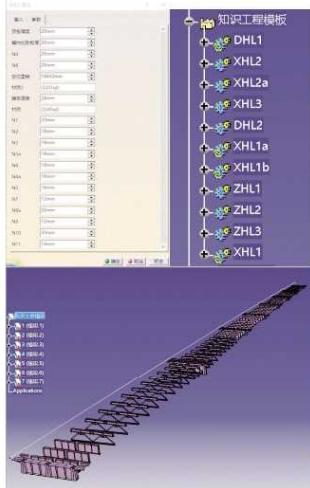


图 9 横梁快速建模示意

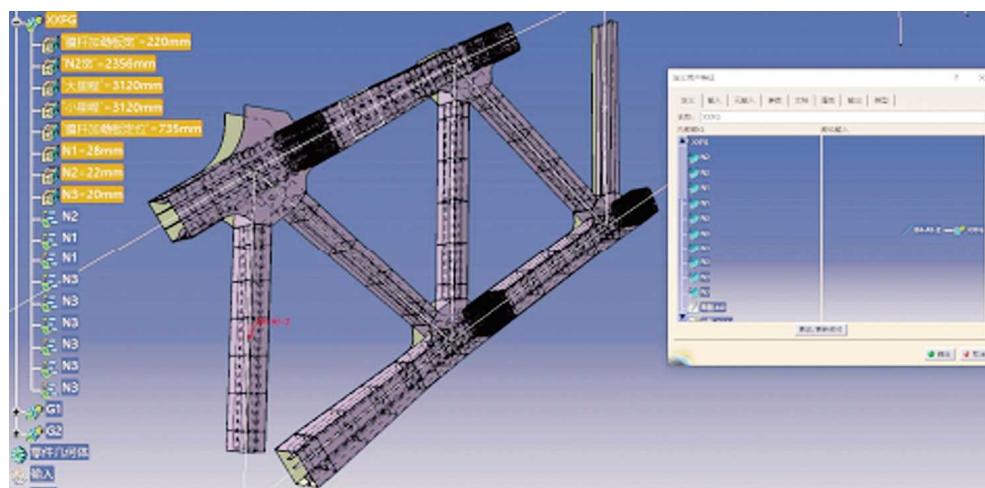


图 10 弦杆快速建模模板示意

量,对横撑局部坐标系方向和斜撑局部坐标系方向进行控制;在设计原则的基础上,对节点板的弯折程度进行控制,并进行模板封装。下图为节点板弯折模板示意。接着编写脚本将模板进行调用,以下为撑杆的模板调用程序语句:

```
let str,str1,str2,str3,str4(string) —(定义变量)
let dt(DTSheet)—(定义变量)
let fea(feature)—(定义变量)
```

表 3 接合参数与建模精度

合并距离/mm	角阈值/deg	精度/%	平均表面误差/mm
0.001~0.005	1~10	>90	0.015
0.005~0.009	0.5~1	80	0.09
0.009~0.01	0.2~0.5	70	0.1
0.01~0.05	0.1~0.2	50	0.5
0.05~0.1	0.01~0.1	30	1
0.1~1	0.001~0.01	0	不耦合

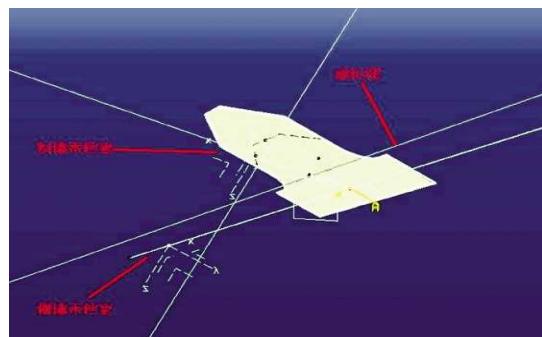


图 11 节点板弯折模板示意

```

str2=dt.CellAsString(j,1)——(读取
Excel)
str3=dt.CellAsString(j,2)——(读取
Excel)
str4=dt.CellAsString(j,3)——(读取
Excel)
if str4==str1    ——(判定循环)
j=2000
if str2==""
j=2000
}
fea=CreateOrModifyTemplate
(str3,输出\面`，关系\撑杆实例化\列表.
1,i)   ——(调用模板)
fea.SetAttributeObject("轴系",axi)
fea.SetAttributeObject("c",cur)
fea.SetAttributeObject("x",curl)
fea.SetAttributeString("名称",str2)
EndModifyTemplate (fea)  —
(结束实例化)
fea.Name=str4+"-"+str3 ——( 构
件命名)
}

```

基于此，通过BIM软件Catalog Editor(库编辑器)对各个快速建模模板进行目录封装。以联接系模块举例，将平联和横联的连接杆件编号、顶底板变厚定位、腹板变厚定位、弯折线距离以及各类板件的厚度进行参数关联并发布，通过宏

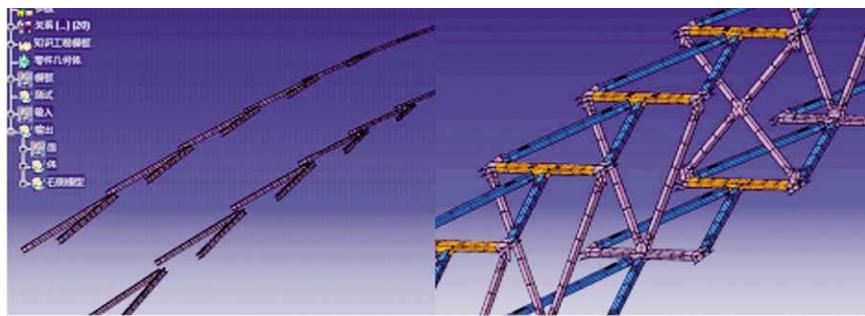


图 12 连接系快速建模

进行模板库的封装，形成具有特定几何规律的模板集合，存储在前期创建的文件夹中。用户可以通过工具条自定义设置，将宏命令设置到工具条中，方便使用。并且可以显示模型具有的参数总数并在模型所在文件夹内生成一个记录所有参数名及参数值的文本文件。基于该方式建立的中间文件库可实现对导出数据的管理，提供于BIM模型基于VB下的钢结构桥梁三维模型二次开发接口的使用，协调出一个能够联系两个系统的数据组织形式，为异型曲面钢桥二次开发的三维数据接口及流转打下基础。

4 结论

通过对具有异型曲面的钢拱桥中二维图形绘图原理的分析，以及结合BIM软件的快速建模模块的研究得出以下结论：

(1) 在凤来大溪河特大桥项目的深化设计过程中，通过BIM软件完成了全桥三维参数化设计，最终交付的模型具有高精度、全构件、可修正的优点；同时，基于二次开发和分节段建模的骨架——模板设计方法，对凤来大溪河特大桥设计过程中的异型曲面零件进行模板设计；并且对二、三维异型构件放样校核三个关键点进行总结。其中采用的三维参数化设计模式以及相应的校核方法，对快速建模体系下，模型整体精度提高具有一定意义。

(2) 通过三维深化设计过程中的各构件中参数与几何规律的探究，形成了以拱肋、联结系为主的异型曲面零件快速建模的工程模板库，并利用BIM软件的二次开发，对其进行曲面展开，发布参数库，为钢结构桥梁二次开发的三维数据接口及流转打下基础，以及为类似的异型曲面钢拱桥快速建模提供新思路。

会刊 2025 年第 2 期专题策划约稿 开新局 启新程 谱新篇

回首 2024，武汉建筑业攻坚克难、稳中求进，取得了骄人的成绩。展望 2025，今年是“十四五”规划收官之年，也是为“十五五”规划开好局打下基础的关键之年。我们要坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚定信心，实干担当，团结奋斗，奋力谱写武汉建筑业高质量发展新篇章。

协会下期会刊专题策划“开新

局 启新程 谱新篇”为题约稿，希望广大会员单位回顾过往，总结成绩，展望新年，积极投稿。具体要求如下：

1. 契合主题，2000–3000 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. 2025 年 2 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、武汉建讯(会员新闻)：韩冰，电话 18171464909，邮箱 807606404@qq.com。

建筑企业国际化的进击之路

◎ 文 / 科思顿企业咨询管理(上海)有限公司合伙人 胡建

2024年建筑业的好消息不多,坏消息不少,大家也习惯了各种降薪、裁员、倒闭的新闻。无论是经济形势,还是建筑业形势,大家似乎都处于一个混沌的状态——传统主业竞争惨烈且增量见顶、战新业务路径不清且前景不明,未来何去何从。遵循行业发展的必然趋势,建筑行业将步入外循环阶段,也即推动建筑企业的国际化进程。若要有效拓展国际业务,建筑企业需要全面规划布局,构建完善的产品体系、市场体系、组织体系、标准体系、资源体系及人才体系这六大核心体系。

一、国际化是建筑企业突破困境的选项之一

从行业发展规律来看,一国建筑业的发展必然会经历三个阶段。

阶段一,即内循环为主阶段。这一阶段以非洲、亚洲等经济相对落后的国家为代表,其典型特点是由于这些国家经济欠发达,建筑业处于发展的启动期,建筑业基础薄弱,企业的技术能力弱、人才数量不足,受国际大型工程企业的挤压较大。

阶段二,即内外双循环阶段。这一阶段以中国、俄罗斯、巴西、印度等国家为代表,其典型特点是国内建筑业处于相对高速发展阶段,建筑业规模较大,建筑企业规模化扩张,面对国内国际两大市场,建筑企业具备一定的竞争力。

阶段三,即外循环为主阶段。这一阶段以欧美、日韩等国家为代表,其典型特点是是国内建筑业处于低速发展阶段,但在全球建筑市场占比居多,在高端、复杂项目中占据较大优势,建筑企业历史悠久,



技术能力强,在国际市场中的影响力大,全球化扩张发展引领了建筑工程先进模式。

我国建筑企业当前正处于第二阶段,固定资产投资的增速放缓、资金支付的压力剧增以及普遍的消费信心减弱,建筑业

下行趋势明显,建筑市场正处于过剩产能出清的震荡期,且未来3-5年是行业调整的关键期,大量的企业可能看不到2030年的太阳。从行业发展规律来看,我们必然要进入第三阶段,也就是说,建筑企业当前相对明确的方向就是国际化。

二、建筑企业国际化是少数者的游戏

建筑企业大规模的国际化是从改革开放开始的,主要的拓展方式是以窗口企业为主,实施援外项目、劳务分包项目(主要为西方和日韩公司的项目服务)、国际招标项目(主要是世界银行等国际金融机构贷款项目等)。进入二十一世纪后,一批工程公司、设计院和装备制造企业纷纷“走出去”,实施项目规模越来越大,市场国别也从第三世界国家向相对发达的地区扩展,并开始尝试BOT项目。

表1:八大建筑央企海外业务统计

企业	2023年			2024年上半年	
	合同金额 (亿元)	同比增长	占企业合同 比例	合同金额 (亿元)	同比增长
中国建筑	1860	12.3%	4.3%	1291	107.4%
中国铁建	2528	-17.4%	7.7%	724.7	12.3%
中国中铁	1998	8.7%	6.4%	823.8	-2.3%
中国交建	3197	47.5%	18.2%	1960.7	38.9%
中国能建	2807	17.1%	21.9%	1753.8	9.9%
中国电建	2152	11.9%	18.8%	1205.7	16.0%
中国中冶	634	43.7%	4.4%	435.4	92.1%
中国化学	1006	165.5%	30.8%	413.4	132.5%

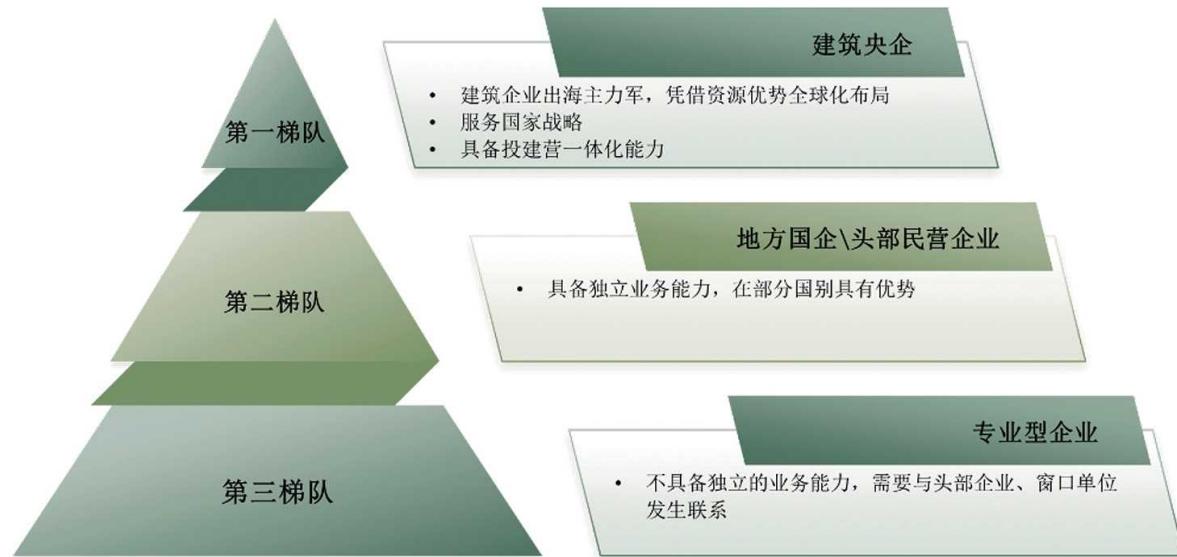


图1:建筑企业国际化的三个梯队

海外业务具有距离远、风险大、环境复杂、业主要求多变、不确定性因素多的特点,对建筑企业的业务拓展、人才培养、管理体系以及风险管控提出了更高的要求,注定是少数者的游戏。

建筑央企是我国建筑业国际化的主力军。以2023年为例,中国交建、中国建筑为代表的八大建筑央企合计海外新签合同16182亿元,占我国对外承包工程新签合同的86.8%。其中,中国交建的新签合同金额最大,以3197亿的成绩一枝独秀;中国电建、中国铁建、中国能建也站上

2000亿的平台;中国化学虽然体量相对较小,但增速最快,达到了惊人的165.5%,后劲不容小觑,尤其是其下属的转型较早的化工设计院。

当然,随着我国建筑企业纷纷走向海外,虽然八大建筑央企的主力军地位不可撼动,但其他企业也有机会,未来建筑企业国际化拓展可分为三个梯队。

第一梯队为建筑央企。建筑央企毫无疑问是第一梯队,其海外业务拓展起步早、布局广、投入大,吃过大亏也赚过大钱,人才培养与管理体系相对健全,第一

梯队的地位短期来看无人能够撼动。

第二梯队为地方国企与头部民营企业。这部分企业由于规模较大,可以调动更多的资源投入海外业务。当然,与建筑央企相比,一般不太会实施全球化布局,但在某些国别市场形成了比较优势,进而能够持续地深耕国别市场,形成稳定的业务。

第三梯队为专业型企业。这部分企业通过与央企、地方国企以及其他窗口单位进行合作或者分包,抓住了在部分国别市场的业务机会。

三、建筑企业国际化拓展需要做好六项工作

国际化道路并不好走,虽然以八大建筑央企为代表的行业先驱者在国际化进程中取得了一定的成绩,但学费也没少交,网上充斥着大量的海外项目失败的案例,甚至有些项目的失败,如果操作其他企业,一个项目便能导致企业的消亡。所以,作为后来者,如果要进行国际业务的拓展,必须要借鉴前人经验,发挥后发优势,主动布局、系统筹划,做好六项体系建设工作。

(一)建立产品体系

“千企一面”是当前国内建筑企业的

普遍现象,建筑企业同质化现象比较严重,差异化、特色化不足,要在国际市场上进行业务拓展,必须要构建差异化的产品体系,只有有特点的企业(无论是技术层面,还是业绩层面,抑或管理层面)才能在国际业务拓展中生存下来,原因很简单——资源方的可选项多如牛毛,唯有专业化、差异化、特色化才能打动客户。

(二)优化市场体系

建筑企业国际化不能盲目进行,首先应该要明确国际化的方向问题,第一步很重要,开弓没有回头箭,市场选择了、资源

投入了,效果不好再走回头路,弱了信心也失了人心。

1. 建筑企业国际市场的选择,应该遵循三大原则

(1)原则一,优选“一带一路”沿线国家。“一带一路”是国家战略,也是我国建筑业走出去的主战场。2015-2023年,对外承包工程新签合同额稳定在2500亿美元左右,2023年“一带一路”沿线国家新签合同额占比提升至86%。选择“一带一路”国家,既响应国家战略,同时“一带一路”沿线国家的工程市场机会也高于其

余的国际工程市场。

(2)原则二,优选周边国家。亚洲市场与我们地理相近、文化相通,并且亚洲市场经济活跃,已经取代非洲成为中国企业最重要的区域市场。亚洲国家的发展也得益于政治稳定,经济持续发展,城市化对基础设施的需求大。

(3)原则三,优选有资源的国家。我们很难进入欧美国家发展建筑业市场,建筑企业往外走的主战场是经济欠发达国家。没钱不可怕,没钱又没资源才可怕,有资源就有资金,政府就有实力在基础设施领域进行更多的投入,即使资金暂时有所不足,也可以依托资源向金融机构进行融资。

2. 从实际操作来看,建筑企业走出去,笔者建议考虑三大市场

(1)东南亚市场。东南亚市场具有地理优势,且东南亚地区多为人口密集的发展中国家,区域经济规模加速增长,基建市场吸引力较强。印度尼西亚、马来西亚、越南、老挝、泰国是建筑企业可以考虑的重要市场。

(2)中东市场。中东地区是万亿美元建筑工程和建材市场的重要区域,这一地区有丰富的石油资源和积极的经济多元化战略,正在经历着快速的基础设施建设和城市发展。沙特、阿联酋、埃及是建筑企业可以考虑的重要市场。

(3)非洲市场。非洲国家是“一带一路”的重要参与方,是我国建筑企业传统优势市场。非洲各国积极构建跨境跨区域交通互联互通体系,陆续推出《非洲基础

设施发展计划》以及《中部非洲地区一体化战略文件(2019-2025)》等规划,基础设施领域蕴含大量机会。同时电力基础设施建设需求旺盛,可再生能源发展势头强劲。并且,非洲国家对中国标准接受程度更高,有利于建筑企业国内经验的无缝复制。

3. 从国际市场进入方式上,有“借船出海”“造船出海”与“买船出海”三种方式

(1)“借船出海”主要通过合作伙伴拓展国际业务,经营重点是在国内完善的“借船”资源和渠道。

(2)“造船出海”主要是通过构建属地化经营网络,主动参与工程招投标来拓展业务,要求企业对当地市场具有深刻理解,需要投入精力维护良好的社区关系和企业形象,在当地拥有一批长期合作伙伴。

(3)“买船出海”主要是通过并购国际企业或者在当地设立合资企业拓展业务,要求企业具有长远的战略眼光、充足的财务资源和强大的整合能力。

(三)明确组织体系

组织体系主要包括两个层次,总部组织体系和国别组织体系。

总部组织体系主要是总部国际业务部门的定位问题。一般总部国际业务部门有三个定位:业务部、事业部、管理部。业务部模式的主要特点为揽干分离,国际业务部门的主要功能是市场营销;事业部主要特点是揽干一体,国际业务部门主要功能为营销履约一体化;管理部的主要特点是管干分离,国际业务部门的主要功能是

国际业务总体布局与国际业务的宏观管理,不承担具体业务。

国别组织的发展一般也有三个阶段:营销窗口、属地化运作与实体化运作,国际业务的终极目标是当地业务、当地管理,所以属地化、实体化是大方向。

(四)重构标准体系

当前国际业务的主流承包模式是投建营一体化下的工程总承包模式(DB、EPC、LSTK等),并且通常伴随着技术标准的差异。为此,建筑企业拓展国际业务,就要重构自身的技术标准体系与管理标准体系,学习并运用国际标准、欧美标准以及所在国标准。同时,构建适应工程总承包项目管理需要的管理标准体系,形成全过程、全生命周期覆盖、以WBS定额为基础的集成管理系统。

(五)搭建资源体系

国际业务的开展需要建筑企业系统思考并规范管理资源体系,该体系包括客户资源、政府资源(所在国、国内)、相关方资源以及供应链资源,这是一个系统工程,没有资源的有效保障与持续保障,拿再多的项目也是徒劳,甚至项目越多风险越大。

(六)细化人才体系

国际业务条件艰苦、模式复杂、周期较长、协调困难,对国际业务人才提出了较高的要求。加之近年来国内经济形势较好,国内机会多,业务量大,导致了建筑企业的人力资源管理体系以国内项目为构建基础与重点,国际业务人力资源管理处于从属地位。建筑企业要开展国际业务,需要正视国内国际业务的差异,根据国际业务特点从岗位配置、职业发展、薪酬绩效、培训体系等方面构建国际业务人力资源体系,形成国内、国际双体系,真正形成“高看一眼、厚爱三分”的国际业务人才,解决国际业务人才的梯队建设与后顾之忧。

建筑企业国际化是大势所趋,但也是少数者的游戏,希望所有有志于国际化拓展的建筑企业不因眼前的困难而冲动行事,唯有借鉴前人之所长,系统谋划、统筹布局才能行稳致远。



中央经济工作会议对建筑业的解读：九大机会

◎ 文 / 科思顿企业咨询管理有限公司合伙人 包顺东

2024年12月11日至12日，中央经济工作会议在北京举行，会议明确了2025年经济工作的总基调为“稳中求进、以进促稳、守正创新、先立后破、系统集成、协同发展，充实完善政策工具箱，提高宏观调控的前瞻性、针对性、有效性”。

对建筑业，这意味着什么？

似乎没有太多的惊喜，也没有太多的失落，企业需要在痛苦中前行。

一、建筑业形势依然严峻

会议指出，“我国经济运行仍面临不少困难和挑战，主要是国内需求不足，部分企业生产经营困难……风险隐患仍然较多。”这段话用来描述建筑业现状也比较贴切。建筑业国内需求不足，产能过剩，部分建筑企业，特别是民营建筑企业生产经营困难，行业现金流紧张、风险隐患仍旧较多，2025年仍有更多的建筑企业面临破产。

建企“破产”的现象需要引起大家关注。

2024年6月，重庆中科建设(集团)有限公司(房建特级)提出破产清算申请。

2024年1月，河南省国基建设集团有限公司(房建、市政特级)进入破产重整。

2023年12月，中国能源建设集团山西省电力建设二公司严重资不抵债，于2023年11月28日裁定宣告破产。

2022年1月，南通六建(房建特级)进



入破产重整。

2021年12月，成龙建设集团有限公司(房建特级、市政一级)，在阿里拍卖破产清算处置平台以1亿元底价起拍。

2021年8月13日，中国云南路建集团股份公司(公路工程特级资质)申请破产重整。

.....

二、政策氛围有利于建筑业发展

从中央经济工作会议内容来看，政策氛围是有利于建筑业发展的，特别是“更加积极的财政政策”和“适度宽松的货币

政策”。一个是加大投资。建筑业发展与投资息息相关，基础设施的投资约有80%转化为建筑业产值，房地产投资约有30%转

化为建筑业产值，工业投资约有20%转化为建筑业产值。另一个是资金支持。这正好可以纾解建筑业的现金流之困。

三、建企发展机会

从政策来看，建筑企业有9大发展机会。

1、房地产工程

会议提到，“持续用力推动房地产市场止跌回稳，加力实施城中村和危旧房改造，充分释放刚性和改善性住房需求潜力。合理控制新增房地产用地供应，盘活存量用地和商办用房，推进处置存量商品房工作。推动构建房地产发展新模式”。

从房地产最近三年的走势及2024

年新政之后的市场反应，预计2025年后房地产销售企稳，逐步带动新增投资和新建项目增长。中期来看，民生改善、经济发展、三大工程为主要热点。长期来看，高品质住宅、健康养老建筑有大量需求。

房地产行业仍是支柱产业，区域市场差异显著，房地产投资商将从民营企业为主转为国有企业为主。

2、两重工程

会议提到，“加大财政支出强度，加强

重点领域保障。增加发行超长期特别国债，持续支持‘两重’项目和‘两新’政策实施”，“更大力度支持‘两重’项目。适度增加中央预算内投资。加强财政与金融的配合，以政府投资有效带动社会投资。及早谋划‘十五五’重大项目。”

“两重工程”，即国家重大战略实施和重点领域安全能力建设，涉及的领域包括低空经济的基础设施、民生工程、能源安全的基础设施、水利安全的基础设施、国

防和粮食安全的基础设施等。估计2025年上述领域仍会得到良好发展。资金方面,据国家发展改革委消息,截至12月份,用于“两重”建设的7000亿元超长期特别国债已分三批全部安排到项目,另安排3000亿元用于大力支持“两新”工作。至此,全年1万亿元超长期特别国债已全部安排完毕,正在加快推进实施。

3、工业工程

会议指出,“加强基础研究和关键核心技术攻关,超前布局重大科技项目,开展新技术新产品新场景大规模应用示范行动。开展‘人工智能+’行动,培育未来产业。”

未来产业发展需要厂房、基础设施支撑,在新质生产力的推动下,构建现代化产业体系,必然要发展工业工程。2023年厂房及建筑物竣工面积为6.9亿平方米,同比增长率11.9%,而且已经连续三年实现两位数的增长。中国建筑2024年1-9月工业厂房新签合同额为4118亿元,同比增长了26.4%,极大地弥补了住宅施工业务的下滑。

4、工程出海

会议指出,“扩大高水平对外开放,稳外贸、稳外资”“推动高质量共建‘一带一路’走深走实,完善海外综合服务体系。”

虽然逆全球化现象时有发生,地缘冲突时有发生,中国工程出海势在必行。2024年1-11月,我国对外承包工程完成营业额1402.3亿美元,同比增长3.4%;新签合同额1987.9亿美元,同比增长11.9%,增长态势喜人。中国建筑2024年上半年对外合同额同为1231亿元,同比增幅105%。



5、城市更新

会议指出,“大力实施城市更新”。“大力”说明2025年会谋划更多的城市更新项目,有更多的资金支持发展城市更新。

城市更新包括老旧小区改造、市政基础设施补短板等。

“十四五”期间,我国将基本完成2000年底前建成的21.9万个城镇老旧小区改造。根据住建部数据,2021-2023年已经完成16.1万个。根据住建部计划,2024年在继续推进城市更新工作之外,还将推进地下管网改造(2024年计划改造10万公里以上)和排水防涝能力提升(2024年启动100个城市、1000个以上易涝积水点治理)。

6、县域工程

会议指出,“大力发展战略性新兴产业”。

近几年县域的投资增速大于全国固

定资产投资。2022年中国百强县固定资产投资平均增长10.5%,比全国高5.6个百分点。2022年中国百强县、中部百强县、西部百强县城镇化率分别比上年提高1.0、0.9、0.8个百分点,分别比全国城镇化率上升百分比高0.5、0.4、0.3个百分点。

7、绿色低碳工程

会议指出,“加紧经济社会发展全面绿色转型。进一步深化生态文明体制改革。营造绿色低碳产业健康发展生态,培育绿色建筑等新增长点。推动‘三北’工程标志性战役取得重要成果,加快‘沙戈荒’新能源基地建设。建立一批零碳园区,推动全国碳市场建设”。

相关工程,特别是低碳园区、低碳建筑、“三北”工程“沙戈荒”新能源基地建设、固废处理基础设施等项目值得重点关注。

8、海洋工程

会议指出,“大力发展海洋经济和湾区经济”。

海洋工程、海上风电等项目值得关注。

9、有序竞争

会议指出,“综合整治‘内卷式’竞争,规范地方政府和企业行为”,“出台民营经济促进法。开展规范涉企执法专项行动。制定全国统一大市场建设指引。”

预计2025年将会出台更有利的政策和法律,引导建筑业健康发展,民营企业将有更多的机会赢得市场份额。





本期“员工经验分享”专栏，我们荣幸地为大家介绍李明强同志，来自湖北省建筑科学研究设计院培训中心的负责人兼科技质量部总工程师（检测），多年建设工程质量检测从业经历，2018年进入协会工作，担任建筑检测分会副会长兼秘书长。



工程质量检测是工程质量安全管理的眼睛和重要抓手，真实、准确、客观、公正的检测数据是控制和评定工程质量、保障工程施工安全的重要依据和基本前提。建筑检测分会是行业主管部门、会员单位之间的桥梁纽带，分会目前有139家会员单位，从业人员超过5000人。我自2018年从湖北省建筑工程质量监督检验测试中心来到协会工作，担任武汉建筑业协会建筑检测分会副会长兼秘书长，已超过6年时间。近年来，检测分会的工作得到了行业主管部门和协会领导以及会员单位的肯定，很荣幸在此与大家分享我个人的工作心得和体会。

一、加强交流 搭建行业桥梁

我们通过线上线下各种渠道及时了解国家有关检测行业的方针政策，特别是住建部和省住建厅关于检测机构的相关管理办法，加强与省建设工程质量安全监督总站、市建筑工程质量安全中心交流，充分了解并广泛宣传行业主管部门的最新管理举措，在线上开展“武汉市建筑工程质量检测行业现状”“武汉市建筑工程质量检测信息化工作实施情况”“武汉市工程检测机构营商环境”等一系列调研工作，利用走访企业、接待来访和线上交流等多种形式，了解检测行业的动态、需求和痛点，充分利用调研成果，为主管部门献计献策，指导检测机构提高经营管理水平。分会还为行业主管部门提供技术服务，积极参与相关管理政策和措施的研讨，委派技术专家参加行业的“双随机”和专项检查。

二、多措并举 直击行业痛点

近年来，检测机构数量迅速增加，但存在数量多而不强、业务广而不精、市场过度竞争和虚假检测等问题，检测机构在市场上逐渐变成了弱势群体，承接业务难，收费标准低，一味迎合委托单位不合理要求，企业生存和发展比较艰难。针对以上行业痛点，我们组织出台了《关于持续关注、跟踪督查高风险项目检测工作的通知》《关于进一步加强行业自律 实施检测工作红线管理的通知》和《检测分会行业

自律投诉管理办法（试行）》等一系列文件，提醒约谈存在问题的检测机构，引导检测机构规范检测行为，加强行业自律，依法合规经营；组织编制了《武汉市建筑工程检测合理成本和技术服务收费参考标准》《武汉市建设工程检测合同示范文本》为检测机构提供维护自身权益的手段和工具。

三、主动发力 引领行业发展

随着物联网、大数据、人工智能等技术的蓬勃兴起，检测行业的信息化、数字化、智能化先进技术不断涌现。我们提前把握行业发展方向，举办了武汉市工程检测科技创新经验交流暨现场观摩会；组织了行业主管部门和会员单位相关专家赴广州、深圳、常州和南京开展调研；开展包含建设单位、施工总承包单位、监理单位和检测单位在内的全行业检测信息化管理培训，近4500人参

加培训，参训企业数达2250家；推动依据工业级机器人系统研发的全自动检测先进技术首先在武汉落地；召开工程检测监管数字化工作座谈会、推进会，举办结构实体检测数据自动采集及实时传输检测技术现场测试交流活动，检测人员使用便携、智能的

新型数显设备，成功实现了数据自动存储和现场实时上传的功能，并能通过专用软件实现随时查看数据结果、数据分析处理、自动生成检测报告，为加强工程检测监管和后续检测机构提质增效奠定了良好基础。

四、表彰先进 树行业公信力

为树行业公信力，改善工程检测行业的社会形象，表彰行业内的先进企业和人物，我们组织举办了“建设工程质量检测知识竞赛”“武汉市工程建设基桩检测技能比武大赛”“武汉建筑工程质量检测机构星级评定”以及“武汉建设工程质量检测行业优秀检测项目和优秀检测人员评定”等活动，评定工作对于进一步总结经验，树立榜样、鼓励先进和引领行业发展都起到了积极作用，得到了主管部门和会员单位的充分肯定。



在“马蜂窝”里修地铁

◎ 文 / 中交二航局广州建设 班品木 蒋正鹏

冬日的暖阳斜照进 25.5 米的基坑内,工人们正利用施工黄金期加紧进行第 34 块底板钢筋绑扎,手中的对讲机,不时传来葵大区间(葵涌站至大鹏站区间)左右线掘进情况,站在施工现场,项目常务副经理陈斌脸上露出喜悦:“今天能顺利施工,主要原因在于我们及时铲除了车站溶洞‘马蜂窝’”。

中交二航局承建的深圳市深惠城际大鹏支线五工区项目包含一站一区间,其中葵涌站为地下 2 层岛式超长车站,全长 741 米,被称为“溶洞上的车站”。早在 2022 年 11 月 20 日,工点负责人邓秋霖就已经将图纸上标示的车站下 235 个溶洞全部注浆完成。2022 年 12 月 18 日,邓秋霖正指挥着工人开始首幅地连墙施工。这是他特地挑选的车站中部图纸上标注没有溶洞的地方。

首幅地连墙长 6 米,深 25.5 米。旋挖钻开始引孔,12 小时后,孔内泥浆量竟然不增反降。邓秋霖很吃惊,立即安排人员不断加注泥浆,同时组织团队讨论,经分析,该处存在溶洞,与图纸情况不符。于是,项目团队立即调整泥浆比重,增加粘度。

然而,当施工到 18 米深处时,槽段内的泥浆浆面突然从 18 米下降到了 5 米。邓秋霖立即下令停止施工,紧急向项目部汇报。该地段外侧是商铺和住宅区,如果发生大面积沉降可能会造成房屋开裂破损,后果不堪设想。项目部技术负责人喻青儒火速赶到现场,判断是槽内与溶洞贯通,导致大面积漏浆,立即要求撤走 130 吨重的钻机设备,将槽段回填,确保设备及人员安全,同时采用旋喷桩对该段区域进行注浆处理。

未探明的溶洞,不仅是车站施工的巨



大隐患,也是盾构始发掘进的巨大隐患。项目部停止所有地连墙施工,在业主的组织下进行“补勘大会战”。

喻青儒带领项目团队对车站进行全面“体检”,通过 CT 扫描,在 1.7 万平方米车站范围内,共发现 1148 个溶洞,比图纸上多出 913 个,如果平铺的话,相当于车站下面约每 15 平方米就有一个溶洞。“以往车站施工,从来没发现这么多溶洞!”喻青儒感叹说,“溶洞在基坑底板以下均有分布,其中垂直高度超过 5 米的溶洞有 166 个,最大溶洞高达 19 米,单个溶洞体积最大达到 1.2 万立方米,就像一个地下‘马蜂窝’,给施工带来巨大安全隐患。”

眼下,虽然探明了溶洞位置,但要填补这些“蜂窝”,还要过一关。葵涌站位于老城区坪葵路之上,坪葵路在 2016 年经历扩建,地下管线十分复杂,涉及既有管线总长 11 万米,涵盖军缆、中高压燃气、长途光缆、中高压给水管等。这些管线埋深一般在 2 米左右,也有的达到 4 米,像守护“蜂窝”的坚固防线。

陈斌安排专人积极与政府职能部门沟通,多次组织召开管线迁改协调会。施工前,他先带领工人探挖,用洛阳铲向下探 2 米,探出深度后一一作出标记。对于直埋的通信光纤,在正常的埋深下探挖不到,只能邀请产权单位到现场反复确认,有的探挖达到 5 米才能找出管线。经过一

番艰苦努力,项目部终于揭掉了这层“防护网”。

经过补勘,邓秋霖心里有了底,同时也让他更加警觉,注浆时绷紧神经。“这些溶洞是串珠状的,有大有小,外形跟羊肉串差不多,有竖状的,也有平放的,最怕溶洞之间的联通。”在给车站大里程一个溶洞注浆时,工人们注了约 5 立方米水泥浆依然看不到效果。突然,一位在外围巡查的工人向邓秋霖汇报:“在西边洋河出现了泥浆水冒泡的情况!”

西边洋河是紧挨车站的一条小溪。有了以前的经验,邓秋霖知道,肯定是溶洞通到小溪底部,浆液流过去了。他立即要求停止注浆,组织人员清理河道,避免环境污染。河道清理结束后,邓秋霖用水泥水玻璃双液浆代替水泥浆,加快固化,提高封堵速度,最终保证了浇筑效果。

在填补“马蜂窝”过程中,项目部积累了丰富的经验。为了把耽误的工期抢回来,项目部开展了大规模地填补工作。“最高峰时 83 台地质钻孔机,摆满车站施工区域。”陈斌介绍说,“一共钻了 5400 多个孔,施工形成的钻孔及注浆资料,摆满了办公室。”

随着一个个溶洞被钻穿注浆填固,车站基础终于形成了一个坚固的屏障,为车站施工及后续盾构掘进提供了坚实的安全保障。



建功湾区，筑就南粤通途

◎ 文 / 中铁十一局集团有限公司 代广鑫 杨耀

风拂岭南，潮涌湾区。打开广东省地图，可见京港澳高速贯穿这片17.98万平方公里的热土，精心编织着“世界级湾区”立体交通网，广东“再造一个新广东”愿景加速推进。

广州段首个新泽西护栏围蔽施工拉开序幕、全线超百人到项目施工一线观摩学习、开累完成产值比率全线领跑、施工质量获建设单位高度赞扬、实现安全“双零”目标……一项项成绩，是中铁十一局七(桥梁)公司广韶高速公路改扩建项目推动重点改革任务落实落细的真实写照。

自开工建设以来，该项目坚持以“提升价值创造能力”为主线，充分发扬“三实”精神，积极落实集团公司各项重点改革决策部署，扎实推进项目精细化管理、班组建设等重点改革任务落实落细，着力为粤北、粤港澳大湾区互联互通作出更大贡献。

建好“小班组”，激活“大动能”

走进广韶高速公路改扩建项目施工现场，道路一侧车流涌动，另一侧工友们正干得火热，俨然一幅繁忙而和谐的劳动图景。向体系要管理，向管理要效益。自集团公司大力推进班组标准化建设以来，该项目部立足“一包双进三环四管”理念，依托班组标准化建设加快推动项目穿透式管理，紧盯约法三章、过程实施、考核兑现等环节，构建包含桥梁下构、灌注桩、交通组织维护等班组的管理架构。

“道路由双向六车道扩建为双向十车道，既要保证现有道路正常通行，又要确保施工现场正常作业，因此采用设置新泽西护栏的方式进行隔离。同时，为保障行车、施工安全，建设标准化交通组织维护班组也十分必要。”该项目安全总监介绍。

为此，该项目结合交通组织维护班组作业特点，制定涵盖“班前安全讲话及交底、占道施工前机具安全检查、上路施工前人员防护检查、作业中行为环境安全巡查、作业后杂物废料清理”的全过程“小立法”。由进驻人员、班长共同负责督导落实，并每日由项目进驻人员带头，对班组当日安全、质量、进度及文明施工情况考核打分，以复盘补短板，推动项目



广韶高速公路改扩建项目



新泽西护栏围蔽施工

部管理、班组作业水平共同提升。

考核兑现是班组标准化建设的“核心”。该项目坚持以正向激励形式开展“差异分配”，班组成员有小发明小创造被项目部采用，当日给予考核加分，定期评选“安全之星”“质量之星”等，着力打破兑现考核“大锅饭”，激发班组人员自治自管内生动力。为实现“共建共享共治”目标，项目严格履行“四管”责任，常态化组织技术讲堂、技能比武等班组素质提升活动，并开展“夏送清凉、冬送温暖”慰问，极大丰富班组日常生活，切实提升班组凝聚力、向心力。



班组长带领交通组织维护班组检查作业环境

做实“精细化”，紧盯“重难点”

广韶高速公路改扩建项目作为国家高速公路网首都放射线 G4 的重要组成部分，对推动“百千万工程”，促进县、镇和村庄全面高质量发展具有重要意义。

项目沿途经过铺锦村、胡宅村等村镇，针对高速扩建需占用部分村道情况，该项目制定并实施永临结合方案，将部分村道进行拓宽、混凝土硬化升级，施工期间作为物料进场的临时便道，施工结束后移交地方作为永久村道。该方案一经实施，既减少了临时附属设施的建设、拆除等重复投入以及时间消耗，又极大便利属地居民，减少后期修建的资源、时间投入。

该项目坚持将精细化贯穿至安全管理全过程，将防风险、保安全责任压实到管理终端，提升本质安全水平。项目部下设 24 个基层班组，共 239 人，安全管理面临一定挑战。为此，该项目与班组签订安全管理奖惩协议，更换作业人员后需在一小时内通知项目部，并简化“一人一档”内容，依托电子台账系统进行人员进出场管理，定期复核盘点，



项目实施永临结合方案后扩建的村道

抓实进场培训、安全交底、现场管控等关键环节。

由于广东雨季较长，项目施工现场易积水，导致传统连梁施工工艺难以实施。针对这一情况，该项目创新采用石灰或细石混凝土进行垫层施工，在积水较浅且土

质相对稳定的区域铺设石粉垫层，利用其良好透水性创造干燥作业面；在积水严重或土质松软的区域铺设细石混凝土垫层，依托其高强度加固地基，巧妙克服雨季施工难题。该方法得到建设单位高度认可，并在其他标段推广应用。



项目班子带头开展班组班前安全教育



党员进班组帮扶指导

举好“引领旗”,绘就“新图景”

“党建工作做实了就是生产力，做强了就是竞争力，做细了就是凝聚力。”该项目党支部书记说。长久以来，该项目坚持以高质量党建引领工程高质量建设，赋能施工生产、安全质量管控、班组建设等重点工作，深入推进“铸魂工程”。

创新党建融合手段，该项目从重点改革任务抓起。“请组织给我机会，我愿以党员身份进班组。”该项目党员大会上，一名党员举手表示。除项目指定业务人员进班组外，该项目党支部还将班组

建设纳入“党员突击队”责任范围，根据不同责任区工点、责任班组，指派党员进驻班组，配合管理人员、班组长推动班组建设。

此外，该项目依托“党建+网格+积分”模式，在鳌头互通、铺锦枢纽互通等6个重难点工点设立“党员责任区”，对区域内安全、质量、进度等进行包保，并建立“安全生产示范岗”“质量管理示范岗”“文明施工示范岗”，由党员定期向党支部书记汇报反馈，月度评比上榜表彰，切

实激发党员争先创优热情。近期，该项目举办了格梁施工质量提升现场观摩会，建设单位、全线各参建单位超百人到现场观摩交流。

粤地新颜展画屏，匠心筑梦步未停。一年多来，道路建设不断推进、属地面貌焕然一新，建设者们扎根南粤热土、服务地方发展的初心信心恒心未曾改变。接下来，他们将继续投身粤港澳大湾区融通发展的时代浪潮，砥砺同行、矢志争先，建好“幸福路”，铺就“新通途”。



建设单位、
全线各参建方
代表到场观摩
格梁施工

基于绿色建造理念的装配式建筑技术应用

◎ 文 / 武汉建工集团有限公司 崔发

当前,建筑行业正处于快速发展阶段,而装配式建筑数量较少,分布不均匀,区域分布不平衡,但在筑因其高效、节能、环保等优点而被越来越多地采用。社会、经济和科技的持续发展中,国家对绿色建筑的关但由于装配式建筑的制造和安装特性,其在工艺安排注程度也在不断提高,在技术研究、政策法规和制度建上有别于常规现浇,存在着大量的交叉施工、碰撞等问设等方面都有了长足的进步,这为绿色建设的迅速、平题,容易造成在安装过程中的二次处理和返工,从而降衡发展打下了坚实的基础。低了工程的进度,提高了工程的造价,同时也存在着安全和质量方面的隐患。要想解决这些在制造和安装中 2 装配式建筑技术在绿色建筑工程中出现的问题,成功地使其达到预期的结果,就需要将施工工艺的精细程度作为基础,这也是整个装配结构建的应用优势设都需要面对的一个问题。

一、提高施工效率

1.装配式绿色建筑概述

在主体构件的安装中,主要采用机械设备进行,这就能减少人力的使用,提高生产效率,并能将人员用工成本降到最低。在进行整个安装施工的时候可以将湿工作作业的工作量降低到一定的程度,因此,工程不会受到季节和温度的限制,可从这一点来看,装配式绿色建筑中的“绿色”并不是一般意义上的园林绿化、植树种草等,它是一种对居住环境进行的无害化处理。在工程建设中,要尽可能应用各类“绿色”工艺及“绿色建筑材料”,以防止对周边生态环境的破坏。同时,由于绿色建筑所具备的科技感、生态性,也使其具备了一定的教育性与人文性。总之,“绿色建筑”是指在不对生态环境造成破坏的情况下,将各类天然资源与现代科技相结合而形成的一种现代建筑。从发展的观点来看,目前我国的绿色装配式建筑是指将预制好的部件在厂房内组装成建筑物的主体结构以让工程时间的安排更合理,从而有效提高了建筑施工效率。

2.节能减排与绿色环保

绿色装配式建筑的预制板均采用标准化的生产工艺,这样既保证了产品的质量,又降低了原材料的损耗,实现了节能减排的目的。除此之外,在施工现场进行组装预制件,不需要使用骨料和水泥等原料,可以有效地降低对周围环境的污染,



实现对环境的保护。

3.加快绿色建筑材料的发展

绿色装配式建筑在建造过程中,大量采用了“绿色建材”。其最大的特征是材料的轻质化,实现了材料的轻质,并且对施工的质量没有任何的负面影响,因为材料的特性很好,所以能够获得更好的防火效果、抗震效果和隔音效果,此外材料防腐能力也比较好。通过对各种构件的结合和调节,使得它们能够紧密结合,从而提高建筑物的整体性能,并且能够最大限度的发挥材料的灵活性,从而提高建筑物的抗

震性能;由于采用的是低导热材料,所以能够更好地发挥建筑的隔热性能。绿色装配式材料既满足了施工的质量标准,又不会对环境造成二次污染,在拆除后,还能对材料进行二次使用,从而推动建设环保型社会。

4.施工和管理更加方便

绿色装配式建筑的施工过程主要包括预制件的制造和预制件的拼接两个过程。采用装配式建筑可以有效地避开传统的建设项目,使整个项目的建设更为便捷和快捷。此外,假若在这个项目的建设中,

如果出现了问题，只要把有问题的组件拆卸下来，然后再重新安装就可以了，这不仅方便了施工和运营管理，还可以大大缩短维护的时间。

5. 极大提升施工安全性

从传统的建筑工程来看，大多数的施工作业都是在户外进行的，因此，当遇到恶劣的天气时，就会被迫停止，这不仅会影响到施工进度的正常进行，还会给后面的施工带来很多的安全问题，给工地上的工人们带来生命和财产上的危险。然而，采用这种新的装配式建筑建造模式，可以在工厂内预先完成所有的施工部件，并对其进行预配工作。这个时候，在施工现场，只需要有适当的专业人员，就能按照装配式建造的规范来进行有关的安装工作，从而对安装质量进行有效的保障。在这种情况下，它不仅可以有效地节省施工时间，



还能增强施工现场的安全，还能防止户外作业中所面临的各类施工风险，让现场的

施工人员能更好地保证自己的生命和财产安全。

二、装配式建筑技术在绿色建筑工程中的具体应用

1. 预制叠合楼板后浇板带支模技术

在工程建设中，出现了楼板尺寸过大，超过了预制楼板尺寸的现象。这时，就需要将楼面分割开来，楼面将是多个预制面板一起组装起来的。为确保整层结构的完整性，一般都是通过装配式叠合板后浇带模板模板来实现的，为达到降低造价、提高效益的目的，本工程采取“吊模”的施

工方法。在进行后浇板带混凝土的浇筑作业中，施工人员首先要将施加在模板上的荷载成功传递到结构的主体部分。随后，这一荷载便被转移到了纵向背楞以及横向背楞之上，确保了整个结构的稳定性和安全性得到充分保障。接下来，通过精心设计的吊杆螺栓系统，这些承载力得以准确而高效地传递到后浇带两侧的预制叠合

板之上。采用这种先进的施工技术，不仅使得后浇板两侧的预制叠合板能够成为受力的支点，而且还避免了传统模板底部需要搭设独立支撑架的繁琐过程。由于这种支撑体系的简化，荷载传递路径变得更为直观与清晰，从而大大提高了工作效率。

2. 保温一体化外墙施工技术

在预制整体式外墙的装配中，一般主要采用200mm厚的内叶板、60mm厚度的混凝土外叶板和50mm厚度的隔热板来制造墙体，从而确保了整个墙体具有良好的隔热性能，而无需另外设计外叶板，便可以有效地控制墙壁的尺寸，同时降低了墙壁的负载。
①根据设计要求，对XPS平板进行开槽，使开槽形状呈等腰梯形，并能有效地控制其误差；
②将阻燃材料精确地粘合起来。根据最初的设计规划来决定阻燃带的尺寸和具体数量，使用专业的粘结剂进行施工，确保XPS板与防火条之间形成牢固的结合；
③构建侧模，确保侧模与XPS板牢固结合，并对侧模尺寸误差进行有效控制；
④当侧模拆除完毕后，利用吊车吊挂部件，合理布置墙体部件的位置，并在部件落地之前，将其铺在地上；
⑤



铺上玻纤网，按照设计要求，将网格布切成小块，确保平整；⑥涂刷装饰层。在粉刷装饰面前，先用封闭底漆进行填充，以确保墙面平整，干净，无突起。

3.套管灌浆施工技术

首先，对灌浆、排浆孔进行了检验。若套管内堵塞，则可能使注浆不能填满套管，从而使钢筋接头达不到规范的要求。因此，在灌浆前，必须对灌浆孔和排浆孔内的杂物进行检查，以确保孔内的畅通。在施工的时候，通常会用一根很细的钢丝从上面的排浆孔里延伸到套管里，如果钢丝可以从下面伸出来，下面的注浆孔里可以看见细细的铁丝，那就说明灌浆孔是畅通的。如果是相反的，那就说明里面有杂质，需要清理。

其次，待项目分仓完毕后，对底缝部位进行封闭。仓体分仓，机器注浆时，单仓长度不得超过1m；人工注浆时，单仓间距不宜超过0.3m，能有效地避免因体积太大而造成的注浆不密的现象。在施工过程中，对底板接缝部位采用预埋锚固螺栓和模板封闭的方式，提高了施工效率。

在注浆施工时，称重灌浆料和水，并按照该批次成品出厂检查报告中的有关规定及比例进行，然后完成灌浆料，搅拌后静置3~5min，清除浆液中的气泡。用注浆机从PC部件下部注浆孔加压注浆，根据注浆顺序，用与孔相匹配的塑胶塞进行注浆，然后终止注浆。当全部注浆完毕，浆液固化前，要对接缝部位进行巡查，发现有漏水现象，要及时进行补灌。

最后，检查接缝是否饱满。当浆液固化后，将灌注排浆孔位置的橡胶塞拆除，检查钻孔中已固化的浆液，并确保它的顶面高于排浆孔下缘5mm。

3.装配式建筑施工质量控制措施

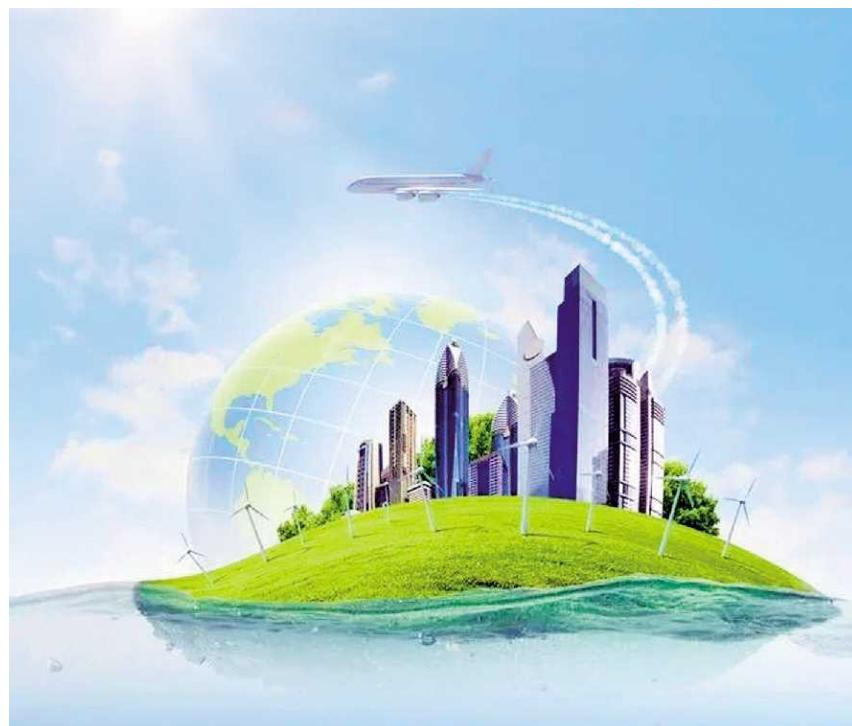
在进行装配式建筑时，应注意宏观的指导性，同时也应注意微观的执行与可操作性。建立从调查、规划、设计、施工、检查、生产、测试等多个方面的标准，编制技术规范、产品规范和图集手册等；制造企业应制定适合于装配式建筑的工艺方法体系；加强对标准和标准实施的监管和管

理，建立严密、高效的监管体制。在实施装配式建筑的过程中，必须对项目的报建流程、图纸审核、施工许可证申请以及工程竣工验收等各个关键环节进行严格把关。这样做是为了确保每一项工作都能按照既定的规范和标准执行，从而保障建筑质量和施工安全。监督管理部门需要建立起定期的专项检查机制，这不仅有助于及时发现问题，还能够促进信息的透明与共享。此外，为了进一步提升装配式建筑的发展水平，监督管理部门还应当加快管理措施的制定进程，并且确保这些措施能够有效落地实施，真正发挥出它们应有的作用。

在选择塔式起重机时，应先考虑各部件的重量，然后算出各部件的最大重量和各边部件的重量，然后按照群塔布局的原理，进行塔式起重机的选型和位置设计，以及臂长的选取。在着手设计塔式起重机的安装方案时，首要任务是精确地绘制塔式起重机附着平面图以及竖向布置图。这些图纸不仅需要详细标出起重机附着的确切位置，还必须确保其位置与建筑物结构之间不会产生任何潜在的冲突。此

外，塔吊与建筑物其他部分的相互作用也不容忽视。因此，在设计时要特别注意塔吊与楼梯、阳台、空调板等可能发生碰撞的区域保持足够的距离，以免造成不必要的损害或安全隐患。如果与阳台护栏网发生冲突，应将阳台护栏网改造成现浇式或开孔；如果和阳台的横梁有冲突，可以和设计人员商量一下，把阳台改造成现在的样子；若与楼梯发生冲突，则应调节垂直连接距离，若有需要，可加设连接点，避免楼梯的位置。同时，在设计爬架的时候，还要考虑到塔吊的附连，防止碰撞。

总而言之，随着社会经济与科学技术的进步，环境污染所造成的消极后果也日益严重，要想使社会更好地发展，就要必须树立“绿色、节约、环保”的发展理念思想。而要使绿色建筑在整个寿命周期中达到与自然的和谐共存，就需要扩大其核心技术在绿色建筑中的运用，并根据具体的建造环境，采取科学合理的措施，将装配式技术与绿色建筑进行有效的结合，既能有效地解决整个过程中的生态环境问题，又能极大地提高绿色建筑的品质和美化，进而提高绿色建筑的整体质量。



浅议建筑工程施工管理效能提升之路

◎ 文 / 中工武大设计集团 余涌江

最近在读海尔集团创始人、董事局名誉主席张瑞敏的新作《永恒的活火》，印象最为深刻的是作者就“人单合一”模式进行了大量的阐释和说明：“人”，指员工；“单”，指用户价值；“合一”，指员工的价值实现与所创造的用户价值合一，试图让读者能明白其推广和践行的“以用户为目标，通过激发员工的创造力和自驱力，从而实现价值创造和共享共赢”的管理模式。当前建筑行业正处于寒冬，破产和倒闭的建筑企业比比皆是，在如此举步维艰的困境下，本文试图从管理的角度聊聊建筑工程施工管理效能提升之路。

一、传统建筑工程施工管理之问题

1978 年改革开放后，建筑业作为最早实行改革和开放的行业之一，迅速发展。1988 年完成总产值达到 1132 亿元，突破千亿大关；1990 年代以来，随着经济建设的加速，建筑业继续保持快速增长。1998 年完成总产值达到 10062 亿元，突破万亿大关；进入新世纪后，建筑业继续保持快速增长。2011 年完成总产值达到 11.6 万亿元，突破十万亿大关；党的十八大以来，建筑业继续保持较快增长。2023 年完成总产值达到 31.6 万亿元，年均增长 12.9%。新中国成立 75 年来，建筑业增加值稳步增长，建筑业支柱产业地位巩固，对国民经济的发展做出突出贡献。2023 年，全国建筑业企业实现增加值 8.6 万亿元，占国内生产总值的 6.8%。伴随着建筑业的高速发展，建筑企业因其门槛低、市场需求量大、回报高而广受青睐，其数量也犹如芝麻开花节节高，据统计，截至 2024 年 6 月底，全国有施工活动的建筑业企业数量高达 151901 个。正所谓“滚滚洪流，泥沙俱下”，这其中业绩相当优秀的一批企业脱颖而出，稳占鳌头；当然也有一批企业因管理和经营不善，尤其是近些年地产市场处于低迷期和调整期而导致此类企业游走于崩溃和破产的边缘。如此天差地别，除开企业背景、企业性质等客观因素外，管理水平也成为制约企业生存和发展的核心要素，笔者结合过去十六年的工程经验，谈谈建筑企业管理中最为关键的要素。

1. 成本管理

众所周知，决定企业生存和发展的一个关键因素，就是企业的盈利能力，这其中涉及到企业的成本管控。早些年建筑业处于野蛮、高速发展阶段，其利润率较为

客观，那时市场供求关系失衡，供远大于求，在这种情况下，成本管理的重要性尚未充分体现出来，企业只要开展业务，往往都会日进斗金，赚到盆满钵满；但随着越来越多参与者的加入，市场竞争越来越激烈，利润率逐步下滑，近几年普遍反映，建筑安装施工业务的利润率能达到 5% 就已经相当不错了。但就是在当前如此竞争白热化的阶段，笔者身边仍有开建筑公司的朋友，其利润率可以得到 8-12%。我想这其中很大一部分因素应归功于企业的成本管理水平，突出表现在以下几个方面：

(1) 选择性承接业务类型。当前受国家宏观政策影响及供求关系影响，房建项目的利润率较低，但与此同时，类似于政府的公共设施项目和基础设施项目，如大型体育馆、图书馆、公园及水利设施等，其利润率较高。当然，这其中也涉及到资金来源和工程款拿款的难易性问题。

(2) 人力资本投入。

工程项目往往体量大，专业性强，工期长。其需配置和投入的人员较多，对于传统 30 万方的房建项目，单单项目经理部的人员设置就需达到 30 多号人，每年的工资和奖金支出高达五六百万，这还不涵盖公司职能部门的管理费用摊销，加起来是一笔不小的开支。对于企业而言，在人员配置方面，如若没有科学的统筹、精细的考量权衡及丰富的实践经验参考，往往很难确保项目正常运转。从项目履约上看，项目经理部是履约主体，其组织架构、人员职责分工及人员专业水平直接关乎到项目最终的盈利水平。

(3) 分包班组的选择、计价模式以及付款方式问题。



对于总承包项目而言，在具体实施过程中，往往会涉及到多个分包班组的选择和参与问题。当然，从管理角度看，选择合适、专业能力强、有实力的分包班组，对顺利推进项目、节省工程成本、提高项目收益都大有裨益。但这个“选择”将非常考验企业决策者的管理水平和管理艺术。这其中涉及到分包模式的确定、分包队伍的选择、分包单价的计取和付款方式的商定问题。笔者之前参与的大型房建及公建项目，对于参与建设的分包班组，往往都跟公司有过多年合作经历，甚至部分班组与公司的合作年限高达二十多年，这些班组早已适应公司的管理模式和企业文化，犹如在一块生活多年的夫妻，早已建立深厚的“合作感情”和“信任”基础，如此在项目推进过程中，自然轻车熟路，合作无间，在他们的心目中，早已是公司的一份子，

当然，达到这种境界，离不开双方基于“双赢”的合作前提、“共谋发展”的经营理念以及“感恩包容”的合作情感。或许这也是开办企业除开挣钱之外的另一种收获吧。

2、安全管理

安全风险是从事施工企业最大的风险之一，因为这关乎到生命价值考量问题。所以，在施工行业，对于进度、安全、质量和成本的排序中，往往将“安全”放在第一位。与此同时，针对安全管控，无论从国家法律法规层面，还是从行业安全规程层面，抑或从企业的安全管理制度方面，都将安全与“敬畏生命，生命至上”放在一起进行强化和宣传，不断加强施工项目的安全教育和安全管理。当前若发生一起死亡事故，赔偿金高达 150 万，真金白银需要掏出去，还不包括政府层面的行政处罚，甚至有可能会吊销企业的安全生产许可证，禁止企业参与市场经营活动，如此对企业的市场形象和声誉带来的负面影响将无法估计，甚至是毁灭性的。

3、工期管理

在施工合同中，往往会对工期有明确的要求，甚至还涉及到超工期后的巨额索赔。由于建筑工程涉及到的工期都较长，动辄几年。对于项目管理人员而言，往往会有种错觉，就是如此之长的施工作业时间，工期应该不会超。但殊不知，建造期间，往往会受天气因素、不可抗力因素、政

府行政管制因素、资金因素、验收流程等等，都会造成工期不同程度的延误，而且这其中会涉及到多个专业单位的交叉作业，也会对工期有影响。基于此，从项目开始，就应该对工期有整体的部署和安排，通过编排总工期计划表，过程中实时对比和动态纠偏，如此才能保证工程如期完成。当然，对其中涉及到非施工方引起的工期延误，应及时与建设方进行确认，作为后续工期顺延的依据。

4、质量管理

对于施工企业而言，质量是企业发展的根基。从法律层面上讲，企业是工程质量的终身责任人者，这意味着质量直接关乎到

企业的命运和前途，是企业立身市场的根本。在工程实施过程中，特别是材料的质量问题更为关键。在日常培训过程中，我经常引用“面粉和鸡蛋”的例子。“做面包，如果原材面粉和鸡蛋有问题，那做出来的面包怎可能是健康的呢”。对于钢筋混凝土结构而言，近些年混凝土质量频频出问题，这其中一方面是混凝土公司自身的质量问题，为保证效益，私自调整配合比，降低水泥用量，导致配合比无法满足要求；另一方面则是施工现场的养护问题，这就涉及到现场的管理问题，养护不到位，甚至不养护，最终的结果就是结构实体检测过程中不达标，影响到整体的房屋安全。

二、新时代下建筑工程管理革新之路

近两年,尤其是今年,随着国家“房住不炒”政策的持续发力,全国各地房价出现剧烈波动,拿武汉地区为例,降价幅度达到30%的比比皆是,更有甚者,房价腰斩。今年武汉地区新开房建项目大幅缩减,曾经业务忙得不可开交的建筑施工企业,如今几乎没办法承接新业务,日子过得举步维艰,捉襟见肘。行业正处于加速调整阶段,预计未来这种局面还将持续一段时间,在这种背景下,建筑企业如何进行管理效能提升,以适应新时代下的行业发展,是作为我们工程人都需要深度思考的课题。

1、转变观念，提高认知。

所谓“危机”，可解读为“危”中有“机”。在当前行业处于深度调整阶段，“大



“浪淘沙”，必然是“适者生存”。在这场“淘沙”大赛中，最终留下来的必将是行业的

佼佼者。作为建筑企业决策者，更应在这个时候沉着冷静，认清市场走向，剖析自

身的优势和长处,精修内功,寻找合适的机会出击。目前中国在建房屋已远远满足现有国民的居住需求,房产必将脱去时代发展过程中为其赋予的金融属性的外衣,逐步回归其“居住”属性,在这种大的时代背景和认知下,房屋品质必将成为市场关注的重点。

2、以市场为导向,以用户价值为目标。

企业能立足于市场,能生存和发展下去,最关键的是为市场所认可,为用户创造价值,为社会解决痛点,这是企业生存之法则。随着时代的发展和科技的进步,未来好房子的内涵已发生巨大变化,“绿色化”、“智能化”、“科技化”、“节能型”已逐步成为新时代下好房子的标签。作为建筑企业而言,应将这些新趋势内化为企业的发展战略,依据市场走向和发展趋势,寻找切入点,为企业的转型发展注入新动力。像笔者所在的中工武大设计集团有限公司,这些年公司紧抓市场热点,紧跟国家政策,以国企应有的责任与担当,走“特色化、专业化”和“差异化”之路,不断开疆辟土,如今在新能源、生态环境、水务工程、智慧农业与节水工程、房建市政领域都广有涉猎,业务类型涵盖项目管理、EPCM、EPC 工程总承包及 PPP,足迹遍布全国及拉美、东南亚、非洲等地区,公司秉承“客户首选的工程建设综合服务商”的企业愿景,以“服务好业主”为宗旨,努力为业主创造最大化价值。

3、依托智能建造技术,践行绿色建筑理念。

笔者在第 11 期刊物上《赋能绿色发展助力低碳发展》的专题文章,已详细阐述在新时代背景下,智能建造和绿色建筑是建筑企业实现自身转型发展的不二之选。

智能建造和绿色低碳发展是当今时代科技革命和产业变革的鲜明特征,是实现经济社会高质量发展的内在要求,是实现城市可持续发展的必然选择。作为建筑企业而言,唯有紧跟时代步伐,把握行业发展脉络,以绿色建造为发展契机,实现低碳发展,方可实现企业自身的涅槃重生。

4、提升人员专业素质,发挥员工主观能动性和创造性。

笔者最近读的另外一本心理学书籍《深度关系》,印象最为深刻的有这么一句

话“任何人都渴望被看见,希望被认可,希望得到尊重”,正如康德所言“人是目的,而非手段”。马云在刚刚过去的蚂蚁集团 20 周年庆典会上也讲,“AI 会改变一切,但不会决定一切”。

人作为这个星球最高等生物,其能动性和创造性是其他一切生物和高科技所无法替代的。正因如此,在改造社会和创造价值过程中,人应始终作为最宝贵的财富和价值所珍视。

对于建筑业而言,更应如此。

建筑业迈过高速、野蛮发展阶段后,未来将逐步进入理性和健康发展阶段,未来取胜的不再是规模,而真正依赖于人才力量和管理效能,如此才能在竞争丛林中脱颖而出。

三、管理效能提升之意义所在

管理效能提升的意义在于提高组织效率、促进目标实现、增强竞争力和应对不确定性。具体来说,管理效能提升能够通过规范行为、提高决策质量、提升组织协调性、加强绩效管理、优化资源配置、鼓励创新与改进、强化风险管理以及提升员工满意度等方面,显著提升组织的整体效能。

对于建筑工程而言,其施工时间跨度大、参建队伍多、各方利益博弈激烈

且安全风险高,在此一个系统性、复杂度高的环境下,管理所扮演的角色将会非常重要。如何组建合格项目经理部并进行科学合理的职责分工,如何甄选优秀的分包单位和劳务队伍,如何在市场瞬息万变的环境下采购满足要求的设备和材料,如何进行签证管理和成本管控,都依赖于管理效能的不断提升。从某种程度上讲,工程项目能否出效益,唯“管理”不二法宝。



结语

尽管行业的高潮已过,但建筑业未来依旧在国民经济中扮演不可或缺的角色,作为仍然坚守且未来依旧坚守的工程人,我坚信,不断提升管理效能,紧跟时代发展步伐,始终秉持“为用户创造价值”的发展理念,终有一片天地属于我们的。

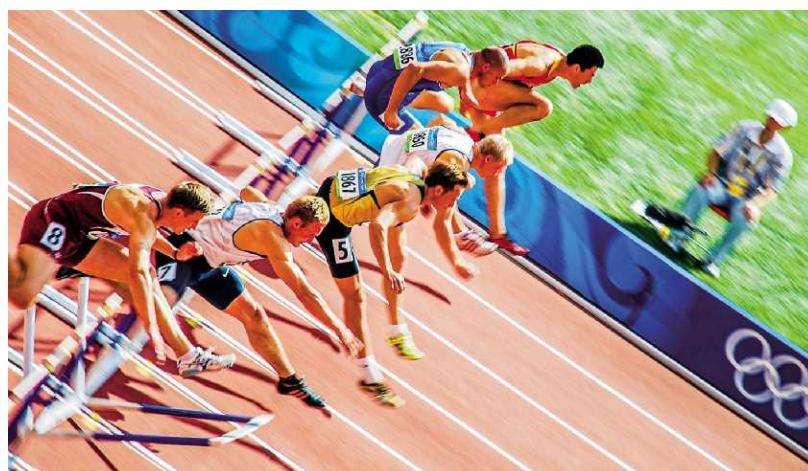
与 2024 岁末依旧坚守信念的工程人共勉。



巴黎圣母院 黄石光摄



北海银滩
黄石光摄



北京奥运 -110 米栏
黄石光摄

铁路工地的女工

◎文 中铁建电气化局集团南方公司淮宿蚌三电迁改项目部 王漫漫



成就感涌心头暖，智趣情融意里长。
题解佯装费周章，引得雏凤绽光芒。
暮返转承育子长，课业相陪岁月长。
晨曦微露铁轨旁，工程妈妈画面忙。

距离远隔情难忘，母爱暖阳系心房。
铁路女工藏柔情，爱如星辰恒闪亮。
岁月奔波路且长，初心熠熠绽光芒。
轻言慢语解惆怅，关怀切切似暖阳。
千里情丝一线长，母爱悠悠暖心房。

成长之路共守望，情坚如磐岁月长。
难题纷扰皆可挡，方法倾囊助翱翔。
视频开启话家常，抚慰疏导添力量。
儿行校园意飞扬，偶有波澜心莫慌。

铁路建设一女工，用爱驮起新辉煌。
每个小小的故事，都有宏大的梦想，
隧桥飞架越沟壑，道砟铺就强国路。
铁龙驰骋通八方，轨枕相偎向远方。

上接封二

胡海云 湖北省建工第二建设有限公司
胡钢亮 武汉建工科研设计有限公司
王立国 湖北新菱机电工程有限公司
程华强 武汉市桥梁工程有限公司
鲁志刚 银翰工程建设有限公司
刘江 湖北天宇泓源建设有限公司
陈江红 中三信工程管理(湖北)有限责任公司
李全鹏 武汉市天时建筑工程有限公司
喻俊 武汉洪东方建设工程质量检测有限公司
刘颖聪 武汉洪东方建设工程质量检测有限公司
陈新 武汉恒信德嘉检测技术有限公司
李成海 湖北万钧工程技术有限责任公司
张祖俊 中建东方装饰有限公司武汉分公司
黄耀和 武汉一冶钢结构有限责任公司
吴俊 武汉汇科质量检测有限责任公司
曾君 武汉天创建设集团有限公司
殷玉华 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
吕松 武汉华中岩土工程有限责任公司
成刚 武汉金涛岩土工程有限公司
吴飞 中铁十一局集团电务工程有限公司
李爱君 武汉市政环境工程建设有限公司
颜佳 武汉致远建设集团有限公司
姚传宝 广东天衡工程建设咨询管理有限公司
龙中成 武汉建开工程总承包有限责任公司
廖飞 中建一大成建筑有限责任公司
彭君波 九方安达工程技术集团有限责任公司
殷武 武汉鸣辰建设集团有限公司
薛劲 中德华建(北京)国际工程技术有限公司
刘鹏展 中德华建(北京)国际工程技术有限公司
邓涛 创领智控科技有限公司
马建 武汉建工集团股份有限公司
张超武 武汉建工集团股份有限公司
刘天宇 新七建设集团有限公司
程正一 鼎正工程咨询股份有限公司
王如川 中铁大桥局集团第六工程有限公司
毛志丹 湖北省精量建设工程质量检测有限公司
吕仕才 湖北省工业建筑集团安装工程有限公司
刘高峰 中国建筑第二工程局有限公司

李鹏 中南建筑设计院股份有限公司
聂钢 中南建筑设计院股份有限公司
王年球 至高建设集团有限公司
王斌 中城联建实业(湖北)有限公司
刘国勇 浩伦建工集团有限公司
范国杰 武汉双杰防水工程集团有限公司
蔡亮 武汉网信安全技术股份有限公司
洪国胜 武汉恒昊建设有限公司
肖丽芳 浙江省建工集团有限责任公司
肖俊 光谷技术有限公司
王宽 达明科技股份有限公司
贺新顺 湖北中怡建筑工程有限公司
强加栋 湖北中怡建筑工程有限公司
朱红明 湖北省路桥集团有限公司
殷源 湖北省路桥集团有限公司
曾纪文 武汉地质勘察基础工程有限公司
张海军 中交二航局建筑工程有限公司
陈建珍 武汉市建筑工程质量检测中心有限公司
刘辉 中国机械工业第二建设工程有限公司
余怡 湖北天健建设集团有限公司
邓章铁 中建三局安装工程有限公司
何春隽 中建三局安装工程有限公司
彭文川 中建三局安装工程有限公司
何朴 中建三局安装工程有限公司
刘娇 中建三局安装工程有限公司
罗坤 湖北青牛建设工程有限公司
陈庆敏 湖北省建筑工程质量监督检验测试中心有限公司
管世玉 中建三局第一建设工程有限责任公司
洪健 中建三局第一建设工程有限责任公司
黄飞 中建三局第一建设工程有限责任公司
黄志强 中建三局第一建设工程有限责任公司
王震 中建三局第二建设工程有限责任公司
李常钦 武汉谦诚桩工科技股份有限公司
朱传林 武汉中晟通市政工程有限公司
金晖 中建三局集团有限公司工程总承包公司
邓运生 中建三局有限公司工程总承包公司
张童 中建三局集团有限公司工程总承包公司

2022年—2023年度武汉地区建筑业 优秀项目经理

(共 719 名, 排名不分先后)

方群英 武汉东方建设集团有限公司
邓彪 广东建星建造集团有限公司
姚伟 武汉振业建设集团有限公司
陈乔 武汉振业建设集团有限公司
黄旭中 浙江东源建设有限公司
刘长俊 武汉科诚基础工程有限责任公司
杜金平 武汉科诚基础工程有限责任公司
刘非 湖北工程建设总承包有限公司
严国大 湖北工程建设总承包有限公司
曾照亮 湖北工建集团第三建筑工程有限公司
叶慧 湖北工建集团第三建筑工程有限公司
成建新 武汉鼎吉建筑工程有限责任公司
盛芸 武汉华中科大检测科技有限公司
肖宏笛 武汉华中科大检测科技有限公司
陈旭飞 武汉华中科大检测科技有限公司
操抗 武汉华中科大检测科技有限公司
苏宏渡 十一冶建设集团有限责任公司
许胜 中天建设集团有限公司
陈钊 中天建设集团有限公司
王俊 中天建设集团有限公司
李晗阔 中天建设集团有限公司
鲁辰龙 中天建设集团有限公司
许中正 中天建设集团有限公司
韩旭 中天建设集团第六建设有限公司
付勇 中天建设集团第六建设有限公司
秦永刚 陕西建工集团股份有限公司
余盛武 天马建设集团有限公司
孙安鹤 湖北地矿建设工程承包集团有限公司
关宏钊 湖北地矿建设工程承包集团有限公司
方小龙 湖北地矿建设工程承包集团有限公司
张威 浙江省二建建设集团有限公司
刘金龙 湖北诚信建筑工程质量检测有限公司
魏继想 武汉路达建设工程检测有限公司
胡旗 湖北筑河建筑工程有限公司
殷铭翌 湖北筑河建筑工程有限公司
付艳 湖北筑河建筑工程有限公司
胡正超 湖北筑河建筑工程有限公司
龙腾 湖北筑河建筑工程有限公司
范远 武汉常发建设集团有限公司
杨琴 武汉常发建设集团有限公司
王韬 武汉常发建设集团有限公司

徐文涛 武汉常发建设集团有限公司
叶金林 武汉常发建设集团有限公司
李勇 武汉常发建设集团有限公司
杨冬传 新八建设集团有限公司
赖松才 新八建设集团有限公司
朱又祥 新八建设集团有限公司
李金彪 新八建设集团有限公司
杨喜传 新八建设集团有限公司
杨桂传 新八建设集团有限公司
唐圣 湖北省建工第五建设有限公司
刘晟杰 湖北省建工第五建设有限公司
杨久林 湖北省建工第五建设有限公司
谢平贵 湖北省建工第五建设有限公司
胡钢 湖北省建工第五建设有限公司
郜洪洋 中永市政工程有限公司
裴学 湖北鄂东桩基工程有限公司
赵峻 新十建设集团有限公司
孙飞雄 新十建设集团有限公司
王平 新十建设集团有限公司
黄安民 湖北省建工工业设备安装有限公司
张国军 湖北省建工工业设备安装有限公司
王晨 湖北省建工工业设备安装有限公司
石魁文 湖北省建工工业设备安装有限公司
张伟 湖北省建工工业设备安装有限公司
顿锐 湖北省建工工业设备安装有限公司
曹学刚 宁夏伊地地质工程有限公司
王康 宁夏伊地地质工程有限公司
郑海 中国建筑第八工程局有限公司
王梦磊 中铁十一局集团建筑工程有限公司
高宪清 中铁十一局集团建筑工程有限公司
陈少博 中铁十一局集团建筑工程有限公司
秦文祁 中国一冶集团有限公司
曾凡林 中国一冶集团有限公司
张平 中国一冶集团有限公司
贾志昊 中国一冶集团有限公司
王林 中国一冶集团有限公司
王立国 中国一冶集团有限公司
胡非凡 中国一冶集团有限公司
高旭 中国一冶集团有限公司
肖祥 中国一冶集团有限公司
赵狄珣 中国一冶集团有限公司

杨胜文	中国一冶集团有限公司	胡 鹏	振发建设集团有限公司
王进林	中国一冶集团有限公司	向兴力	振发建设集团有限公司
黄 现	中国一冶集团有限公司	张子明	振发建设集团有限公司
刘泽勇	中国一冶集团有限公司	汪 洋	湖北建科国际工程有限公司
鲍云飞	中国一冶集团有限公司	贾 鹏	中交三公局第三工程有限公司
王 冬	中国一冶集团有限公司	张学峰	中电光谷工程建设(湖北)有限公司
孙 瑜	中国一冶集团有限公司	段大强	中电光谷工程建设(湖北)有限公司
张松军	中国一冶集团有限公司	曾祥毅	中电光谷工程建设(湖北)有限公司
刘艳梅	中国一冶集团有限公司	卢 兵	中电光谷工程建设(湖北)有限公司
冒佳琦	中国一冶集团有限公司	江 山	中电光谷工程建设(湖北)有限公司
陈晓东	中国一冶集团有限公司	谭梦杰	中电光谷工程建设(湖北)有限公司
张桂军	中国一冶集团有限公司	刘亚敏	中电光谷工程建设(湖北)有限公司
张宝华	湖北金青牛建筑工程有限公司	徐 伟	武汉天蝎建筑装备有限公司
殷家河	湖北金青牛建筑工程有限公司	宋华峰	湖北中恒健技术有限公司
占传奎	湖北金青牛建筑工程有限公司	雷彬彬	湖北中恒健技术有限公司
胡恒剑	宝业湖北建工集团有限公司	肖玉洁	湖北中恒健技术有限公司
张 炜	宝业湖北建工集团有限公司	陈奇峰	湖北中恒健技术有限公司
徐行杰	宝业湖北建工集团有限公司	尹仕侨	湖北中恒健技术有限公司
李小伟	宝业湖北建工集团有限公司	范剑锋	武汉马房山理工工程结构检测有限公司
万正军	宝业湖北建工集团有限公司	肖教国	大成科创建设集团股份有限公司
张稳泉	武汉市中心工程检测有限公司	赵文振	大成科创建设集团股份有限公司
张永年	武汉市中心工程检测有限公司	张尔学	大成科创建设集团股份有限公司
徐勇刚	湖北长安建设集团股份有限公司	徐胜龙	大成科创建设集团股份有限公司
陈 诚	湖北长安建设集团股份有限公司	鄢谷生	武汉中和工程技术有限公司
王任友	湖北长安建设集团股份有限公司	汪圣锋	武汉中和工程技术有限公司
胡立军	湖北长安建设集团股份有限公司	黄建业	武汉中和工程技术有限公司
石 柱	湖北长安建设集团股份有限公司	宋致辉	武汉中和工程技术有限公司
姚本炎	武汉市盘龙明达建筑有限公司	李 敏	武汉铭泽瑞建设工程有限公司
黄 力	武汉第五建工集团有限公司	陶俊伟	武汉铭泽瑞建设工程有限公司
邬 晗	武汉第五建工集团有限公司	范伟	武汉铭泽瑞建设工程有限公司
程志勇	怡翔建设集团有限公司	吴先庆	陆诚工程技术有限公司
袁新建	怡翔建设集团有限公司	王艳华	民族建设集团有限公司
肖 虎	武汉青扬建设有限公司	陈红祥	民族建设集团有限公司
张 宏	武汉青扬建设有限公司	柯 敏	民族建设集团有限公司
张 俊	武汉青扬建设有限公司	张喜华	民族建设集团有限公司
李 悅	武汉青扬建设有限公司	余良送	民族建设集团有限公司
郑龙飞	湖北烽火平安智能消防科技有限公司	陈 翔	民族建设集团有限公司
范红映	振发建设集团有限公司	晏雄兵	华天建设集团有限公司
靖双翼	振发建设集团有限公司	吴剑秋	华天建设集团有限公司
雷 思	振发建设集团有限公司	喻秋平	华天建设集团有限公司
廖 峰	振发建设集团有限公司	吴佩	华天建设集团有限公司
廖建钢	振发建设集团有限公司	奚雷	武汉博宏建设集团有限公司
刘学士	振发建设集团有限公司	李晖	武汉博宏建设集团有限公司
秦自忠	振发建设集团有限公司	纪成成	武汉博宏建设集团有限公司
邱小海	振发建设集团有限公司	姜昊	武汉博宏建设集团有限公司
周洁英	振发建设集团有限公司	王鹏	武汉博宏建设集团有限公司
邹长锋	振发建设集团有限公司	高展	武汉博宏建设集团有限公司

张佑明	武汉博宏建设集团有限公司
郑 娟	武汉博宏建设集团有限公司
陈前钦	武汉博宏建设集团有限公司
陈军华	武汉博宏建设集团有限公司
胡秋实	武汉博宏建设集团有限公司
童 威	武汉博宏建设集团有限公司
王 成	武汉博宏建设集团有限公司
王一红	武汉博宏建设集团有限公司
丁 庆	武汉博宏建设集团有限公司
刘国超	武汉博宏建设集团有限公司
柯岳阳	武汉博宏建设集团有限公司
熊道山	湖北华中城建集团有限公司
黄啟加	湖北华中城建集团有限公司
刘 立	武汉博理建筑工程质量检测有限公司
邵 琦	湖北广元岩土工程有限公司
胡亚汝	湖北罡泰建设集团有限公司
刘 辉	湖北罡泰建设集团有限公司
杨廷华	湖北罡泰建设集团有限公司
叶远秀	湖北罡泰建设集团有限公司
李怡胜	湖北罡泰建设集团有限公司
叶慧明	湖北罡泰建设集团有限公司
郑春华	湖北罡泰建设集团有限公司
蔡乐华	湖北罡泰建设集团有限公司
陈格林	湖北罡泰建设集团有限公司
刘与平	武汉二十一世纪基础工程有限公司
陈振亚	湖北广盛建设集团有限责任公司
王曙光	湖北广盛建设集团有限责任公司
王 炜	湖北天能地源科技有限公司
朱厚林	湖北天能地源科技有限公司
高诗凯	中国建筑第八工程局有限公司
周少华	中国建筑第八工程局有限公司
邢超波	中国建筑第八工程局有限公司
吴 浩	中国建筑第八工程局有限公司
宁 欢	中国建筑第八工程局有限公司
刘红林	中国建筑第八工程局有限公司
陈 伟	中铁十一局集团有限公司
冉贵猴	中铁十一局集团有限公司
明 月	中铁十一局集团有限公司
谈 超	中建五局土木工程有限公司
彭 岸	中建五局土木工程有限公司
余西洋	中建五局土木工程有限公司
马 龙	陕西建工集团股份有限公司
殷耀斌	武汉鑫地岩土工程技术有限公司
彭 伦	湖北工建基础设施建设有限公司
李 闻	湖北工建基础设施建设有限公司
吴绪玉	湖北工建基础设施建设有限公司
谢 文	湖北工建基础设施建设有限公司
李 哲	湖北昆仑建设集团有限公司
李冠朋	中国水利水电第四工程局有限公司
谢振峰	中国水利水电第四工程局有限公司
邓爱民	中国水利水电第四工程局有限公司
段朝杰	中铁七局集团武汉工程有限公司
孙利军	中铁七局集团武汉工程有限公司
文 斌	中铁七局集团武汉工程有限公司
王洪敏	中南勘察基础工程有限公司
晏 磊	中南勘察基础工程有限公司
熊 欢	中南勘察基础工程有限公司
张卢东	中南勘察基础工程有限公司
胡 蝶	武汉市武昌市政建设(集团)有限公司
田 翔	武汉市武昌市政建设(集团)有限公司
赵晓庆	武汉市武昌市政建设(集团)有限公司
汪永飞	武汉武建机械施工有限公司
杨艳军	武汉武建机械施工有限公司
关宏涛	中建铁投路桥有限公司
周 华	中建铁投路桥有限公司
李北阳	信义兄弟建设集团有限公司
朱天闻	武汉市黄陂第二建筑工程有限公司
刘军涛	武汉市黄陂第二建筑工程有限公司
陈 凯	武汉市黄陂建筑集团有限公司
周 欢	武汉市黄陂建筑集团有限公司
甘 泉	武汉市黄陂建筑集团有限公司
张兰波	武汉市黄陂建筑集团有限公司
丁卫国	武汉市西城建筑工程公司
程 敏	武汉鑫源建筑工程有限公司
廖小红	武汉鑫源建筑工程有限公司
徐 瑞	武汉鑫源建筑工程有限公司
易三华	武汉鑫源建筑工程有限公司
陈 锐	武汉市十建集团有限公司
李 娟	武汉北永盛建设工程有限公司
万雄文	湖北辉玲建设集团有限公司
栾建军	湖北辉玲建设集团有限公司
方拥军	湖北辉玲建设集团有限公司
杨春平	湖北辉玲建设集团有限公司
李 冲	武汉科正工程技术有限公司
杨文杰	武汉科正工程技术有限公司
翟玉龙	武汉科正工程技术有限公司
罗俊	武汉科正工程技术有限公司
吴海燕	武汉建诚工程技术有限公司
李 凯	武汉建诚工程技术有限公司
孟黎斌	武汉建诚工程技术有限公司
范 星	武汉建诚工程技术有限公司
龚 李	武汉建诚工程技术有限公司
享 高马力	武汉市昌厦基础工程有限责任公司
文	武汉市昌厦基础工程有限责任公司

杨卫国	武汉市昌厦基础工程有限责任公司
汪刚	湖北华鹏程建设集团有限公司
汪闻	湖北华鹏程建设集团有限公司
陈姣	湖北华鹏程建设集团有限公司
汪池丽	湖北华鹏程建设集团有限公司
程书杰	湖北华鹏程建设集团有限公司
黄宽	湖北华鹏程建设集团有限公司
张丽	湖北华鹏程建设集团有限公司
蔡俊梅	湖北华鹏程建设集团有限公司
顾海涛	中建三局集团有限公司
赵德军	中建三局科创产业发展有限公司
孙飞	中建三局科创产业发展有限公司
简希超	中建三局科创产业发展有限公司
芮帅	中建三局科创产业发展有限公司
李松坡	中建三局科创产业发展有限公司
黄志	中建三局科创产业发展有限公司
郭一鹏	中建三局科创产业发展有限公司
周鹏飞	中建三局科创产业发展有限公司
张波涛	中建三局科创产业发展有限公司
余红斌	湖北中睿建设有限公司
刘倩倩	湖北中睿建设有限公司
陈志	湖北省建工第二建设有限公司
赵阳松	湖北省建工第二建设有限公司
邓聰	湖北省建工第二建设有限公司
王勇	湖北省建工第二建设有限公司
顾兵	湖北省建工第二建设有限公司
唐凯锐	湖北省建工第二建设有限公司
张海波	武汉市桥梁工程有限公司
李跃鹏	武汉市桥梁工程有限公司
李晓明	武汉市桥梁工程有限公司
严超	武汉市桥梁工程有限公司
杨李	武汉市桥梁工程有限公司
许超	武汉市桥梁工程有限公司
李晖	武汉市桥梁工程有限公司
孔思民	武汉市桥梁工程有限公司
尤国强	武汉市桥梁工程有限公司
张明军	武汉市桥梁工程有限公司
张中阳	武汉市桥梁工程有限公司
曹巍	银翰工程建设有限公司
黎维武	银翰工程建设有限公司
王靖	银翰工程建设有限公司
魏东	银翰工程建设有限公司
杨忠	湖北天宇泓源建设有限公司
宋杰	湖北天宇泓源建设有限公司
上官韵衡	湖北天宇泓源建设有限公司
谢凯	湖北天宇泓源建设有限公司
李小光	中三信工程管理(湖北)有限责任公司
刘俊	中三信工程管理(湖北)有限责任公司
高翔	中三信工程管理(湖北)有限责任公司
刘彪	中三信工程管理(湖北)有限责任公司
严勤	中三信工程管理(湖北)有限责任公司
樊卓伟	武汉市天时建筑工程有限公司
何园	武汉市天时建筑工程有限公司
许意	武汉市天时建筑工程有限公司
樊世豪	武汉洪东方建设工程质量检测有限公司
李玉龙	武汉洪东方建设工程质量检测有限公司
许丹	中铁十一局集团有限公司
张文	中铁十一局集团有限公司
崔文涛	中铁十一局集团有限公司
胡子侨	中铁十一局集团有限公司
李明	中铁十一局集团有限公司
张桥	中铁十一局集团有限公司
罗建军	中铁十一局集团有限公司
欧阳钦	中铁十一局集团有限公司
刘彦兴	中铁十一局集团有限公司
胡跃	中铁十一局集团有限公司
叶杜平	中铁十一局集团有限公司
陈学林	中铁十一局集团有限公司
黄小星	中铁十一局集团有限公司
朱江	中铁十一局集团有限公司
刘伏心	中铁十一局集团有限公司
罗泉	中铁十一局集团有限公司
蔡红波	中铁十一局集团有限公司
陈焕志	中铁十一局集团有限公司
杨燕青	中铁十一局集团有限公司
赵国玉	中铁十一局集团有限公司
赵占强	中铁十一局集团有限公司
郑志勇	中铁十一局集团有限公司
雷荣	湖北万钧工程技术有限责任公司
瞿军恒	湖北万钧工程技术有限责任公司
汪应伦	武汉嘉洋机电设备有限公司
刘枫	武汉安利系统工程有限公司
吴伟	中建东方装饰有限公司武汉分公司
廖盛忠	中建东方装饰有限公司武汉分公司
方磊	中建东方装饰有限公司武汉分公司
王博	中建东方装饰有限公司武汉分公司
陈俊杰	中建东方装饰有限公司武汉分公司
李汉洲	武汉市市政工程机械化施工有限公司
黄忠良	湖北亚太建设监理有限责任公司
郭红斌	湖北亚太建设监理有限责任公司
李龙	湖北亚太建设监理有限责任公司
胡伟	湖北亚太建设监理有限责任公司
向汉丰	湖北亚太建设监理有限责任公司
胡钊仑	湖北亚太建设监理有限责任公司

江 威 武汉汇科质量检测有限责任公司
张亚云 武汉汇科质量检测有限责任公司
周 翔 武汉汇科质量检测有限责任公司
聂 帅 武汉汇科质量检测有限责任公司
肖志峰 武汉汇科质量检测有限责任公司
方彦武 中交第二航务工程局有限公司
李 健 中交第二航务工程局有限公司
王 友 中交第二航务工程局有限公司
陈 成 中交第二航务工程局有限公司
田 野 中交第二航务工程局有限公司
肖三秀 武汉天创建设集团有限公司
杜小燕 武汉天创建设集团有限公司
曾 君 武汉天创建设集团有限公司
刘吉祥 武汉天创建设集团有限公司
朱 波 武汉天创建设集团有限公司
方向升 武汉天创建设集团有限公司
江 巍 武汉天创建设集团有限公司
李子豪 武汉天创建设集团有限公司
林志刚 武汉天创建设集团有限公司
刘开齐 武汉天创建设集团有限公司
徐 敏 武汉天创建设集团有限公司
徐 骞 武汉天创建设集团有限公司
杨 欢 武汉天创建设集团有限公司
张 显 武汉天创建设集团有限公司
赵锦丽 武汉天创建设集团有限公司
周 纯 武汉天创建设集团有限公司
李叔禹 武汉天创建设集团有限公司
梁 勇 武汉天创建设集团有限公司
刘 彦 武汉天创建设集团有限公司
张冰洁 武汉天创建设集团有限公司
李朝晖 武汉天创建设集团有限公司
户俊 俊 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
陈 锋 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
邓建红 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
邹 新 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
邵明明 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
张 安 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
盛洪武 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
夏顺生 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
昌 明 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
蔡利辉 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
亢洪亮 湖北省路桥集团天夏建设有限公司
吕海艳 武汉华中岩土工程有限责任公司
桂 军 武汉华中岩土工程有限责任公司
詹天云 武汉华中岩土工程有限责任公司
曹世强 武汉华中岩土工程有限责任公司
刘 浩 顺泰建设有限公司

陈 东 武汉金涛岩土工程有限公司
黄泽宽 中铁十一局集团电务工程有限公司
胡 聰 中铁十一局集团电务工程有限公司
莫尚军 中铁十一局集团电务工程有限公司
陈克忠 中铁十一局集团电务工程有限公司
袁承全 中铁十一局集团电务工程有限公司
郝 懿 武汉天鑫山江建设有限公司
李 乐 武汉天鑫山江建设有限公司
韩文元 武汉步兴建设有限公司
胡 莉 武汉步兴建设有限公司
罗志龙 武汉步兴建设有限公司
周景滨 武汉步兴建设有限公司
舒飞超 武汉市市政建设集团有限公司
柯书高 武汉市市政建设集团有限公司
刘林林 武汉市市政建设集团有限公司
高一鸣 武汉市市政建设集团有限公司
欧阳龙 武汉市市政建设集团有限公司
周新红 武汉市市政建设集团有限公司
肖 胜 武汉市市政建设集团有限公司
王 张 武汉市市政建设集团有限公司
陈 长 武汉市市政建设集团有限公司
曲 来 武汉市市政建设集团有限公司
周 杰 武汉市市政建设集团有限公司
龚太涛 武汉市市政建设集团有限公司
郭云云 武汉市市政建设集团有限公司
刘 益 武汉市市政建设集团有限公司
刘 显 武汉市市政建设集团有限公司
王 鹏 武汉市市政建设集团有限公司
黄仁鹏 武汉市市政建设集团有限公司
李再彪 武汉市市政建设集团有限公司
肖小进 武汉市市政建设集团有限公司
陈志刚 武汉市市政建设集团有限公司
程 功 武汉市市政建设集团有限公司
胡传维 湖北省工业建筑集团天华建筑工程有限公司
张 亮 湖北省工业建筑集团天华建筑工程有限公司
韩东波 武汉市政环境工程建设有限公司
李 云 武汉市政环境工程建设有限公司
余子廷 武汉市政环境工程建设有限公司
黄诗文 武汉市政环境工程建设有限公司
胡道敏 武汉致远建设集团有限公司
易晓辉 武汉致远建设集团有限公司
陈 隆 武汉致远建设集团有限公司
黄先进 武汉致远建设集团有限公司
杜 勇 武汉致远建设集团有限公司
韩裕山 武汉致远建设集团有限公司
吴 敏 武汉致远建设集团有限公司
董 元 广东天衡工程建设咨询管理有限公司

李长林	广东天衡工程建设咨询管理有限公司
高 侃	广东天衡工程建设咨询管理有限公司
冯 涛	广东天衡工程建设咨询管理有限公司
鲁君逸	广东天衡工程建设咨询管理有限公司
李 磊	广东天衡工程建设咨询管理有限公司
邓 霖	武汉建开工程总承包有限责任公司
彭 惠	武汉钟鑫建设集团有限公司
汤传标	武汉钟鑫建设集团有限公司
宋建国	武汉钟鑫建设集团有限公司
冷凯凯	武汉钟鑫建设集团有限公司
丁 祥	武汉钟鑫建设集团有限公司
李 鹏	武汉钟鑫建设集团有限公司
魏 伟	武汉钟鑫建设集团有限公司
毛兴江	武汉钟鑫建设集团有限公司
陈敬烽	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
陈 明	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
胡海燕	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
李艳娥	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
王 娅	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
曹元鑫	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
董寅寅	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
王 燕	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
王峥嵘	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
陈 利	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
韩 梅	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
龚小龙	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
余志刚	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
江成义	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
牛永强	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
范 涛	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
夏云贵	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
李国新	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
周 游	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
蔡晓东	武汉市汉阳市政建设集团有限公司
张旭军	武汉鸣辰建设集团有限公司
武文好	武汉鸣辰建设集团有限公司
梁 军	武汉鸣辰建设集团有限公司
高明清	武汉鸣辰建设集团有限公司
蔡星君	武汉鸣辰建设集团有限公司
林 贡	武汉鸣辰建设集团有限公司
邢海涛	中德华建(北京)国际工程技术有限公司
李忠新	中德华建(北京)国际工程技术有限公司
赵 曼	中德华建(北京)国际工程技术有限公司
甘元超	创领智控科技有限公司
曹中权	创领智控科技有限公司
何 新	创领智控科技有限公司
熊 劲	创领智控科技有限公司
任世博	创领智控科技有限公司
陈 雷	创领智控科技有限公司
田 姜	创领智控科技有限公司
建明	湖北恒久建设工程有限公司
赵 易	湖北恒久建设工程有限公司
宏 成龙	湖北恒久建设工程有限公司
余 新	武汉建工集团股份有限公司
乐 杨志	武汉建工集团股份有限公司
杨 青	武汉建工集团股份有限公司
浩 王	武汉建工集团股份有限公司
伟 王	武汉建工集团股份有限公司
勤 杨	武汉建工集团股份有限公司
滨 喻	武汉建工集团股份有限公司
伟 杨	武汉建工集团股份有限公司
杰 张	武汉建工集团股份有限公司
潮 吴	武汉建工集团股份有限公司
华 王	武汉志和岩土工程有限公司
连 连	武汉安振岩土工程有限公司
华 方	武汉武钢绿色城市技术发展有限公司
赣 邢	武汉武钢绿色城市技术发展有限公司
忠 志	武汉武钢绿色城市技术发展有限公司
云 张	武汉武钢绿色城市技术发展有限公司
楷 陈	新七建设集团有限公司
龙 锋	鼎正工程咨询股份有限公司
君 陈	中铁大桥局集团第六工程有限公司
程 陈	中铁大桥局集团第六工程有限公司
光 王	中铁大桥局集团第六工程有限公司
毅 周	湖北省精量建设工程质量检测有限公司
军 李	湖北省精量建设工程质量检测有限公司
辉 万	湖北省精量建设工程质量检测有限公司
雪 敦	湖北省精量建设工程质量检测有限公司
洁 宋	湖北省精量建设工程质量检测有限公司
人 玉	湖北省精量建设工程质量检测有限公司
太 维	湖北省工业建筑集团安装工程有限公司
诚 纪	中国建筑第二工程局有限公司
范 维	中国建筑第二工程局有限公司
诚 郑	中国建筑第二工程局有限公司
勇 李	中国建筑第二工程局有限公司
鑫 周	中南建筑设计院股份有限公司
飞 王	中南建筑设计院股份有限公司
权 韩	青开建设集团有限公司
洲 旺	青开建设集团有限公司
法 张	青开建设集团有限公司
萍 李	青开建设集团有限公司
清 王	青开建设集团有限公司
梦 韩	青开建设集团有限公司
立 徐	青开建设集团有限公司
维 蔡	湖北苏茂建设工程有限公司
帅 赵	湖北苏茂建设工程有限公司
安 李	湖北和翔建设工程有限公司
勇 钱	至高建设集团有限公司
勇 钱	至高建设集团有限公司

周攀	至高建设集团有限公司	贾珺	武汉中科岩土工程有限责任公司
王超	至高建设集团有限公司	彭亚东	湖北省工业建筑集团有限公司
王斌	中城联建实业(湖北)有限公司	陈杰	湖北省工业建筑集团有限公司
张涛	浩伦建工集团有限公司	李文杰	湖北省工业建筑集团有限公司
岳军文	武汉双杰防水工程集团有限公司	朱一南	湖北省工业建筑集团有限公司
高光华	湖北钻晨市政工程有限公司	郭明洲	湖北省工业建筑集团有限公司
陈冬	武汉网信安全技术股份有限公司	廖龙	湖北省工业建筑集团有限公司
陈华明	武汉城乡建筑工程有限公司	刘文武	湖北省工业建筑集团有限公司
孟华	湖北华丰冶建建设工程有限公司	盛铭	湖北省工业建筑集团有限公司
梁英天	武汉恒昊建设有限公司	徐景文	湖北省工业建筑集团有限公司
胡宝平	武汉市万科房地产有限公司	杨德健	湖北省工业建筑集团有限公司
于飞	武汉市万科房地产有限公司	张安柱	湖北省工业建筑集团有限公司
邓先涛	武汉市万科房地产有限公司	张广鹏	湖北省工业建筑集团有限公司
许凯	武汉市万科房地产有限公司	张翔	湖北省工业建筑集团有限公司
邹阿鸣	武汉市万科房地产有限公司	肖旭阳	湖北省工业建筑集团有限公司
陈佳正	浙江省建工集团有限责任公司	汪磊	武汉建工新兴建材绿色产业科技有限公司
吴旭阳	浙江省建工集团有限责任公司	邓君忆	中国机械工业第二建设工程有限公司
万亿成	浙江省建工集团有限责任公司	成龙	武汉创佳兆业建设工程有限公司
熊雄	浙江省建工集团有限责任公司	任栋梁	湖北天健建设集团有限公司
蔡志飞	光谷技术有限公司	盛志学	湖北天健建设集团有限公司
卢丽娟	光谷技术有限公司	王昱	湖北天健建设集团有限公司
周健	光谷技术有限公司	姚明华	湖北天健建设集团有限公司
刘林涛	达明科技股份有限公司	李咏堂	湖北天健建设集团有限公司
杨灿	达明科技股份有限公司	陈威	中建三局安装工程有限公司
孙睿	达明科技股份有限公司	程相涛	中建三局安装工程有限公司
黄山	湖北中怡建筑工程有限公司	何平辉	中建三局安装工程有限公司
程龙祥	湖北中怡建筑工程有限公司	刘琪	中建三局安装工程有限公司
周乐木	湖北省路桥集团有限公司	罗志成	中建三局安装工程有限公司
郭勇	湖北省路桥集团有限公司	王述鹏	中建三局安装工程有限公司
鲁攀	湖北省路桥集团有限公司	张永亮	中建三局安装工程有限公司
李俊峰	湖北省路桥集团有限公司	赵国优	上海宝冶集团有限公司
王军	湖北省路桥集团有限公司	王伟	上海宝冶集团有限公司
李文权	湖北省路桥集团有限公司	罗鹏	湖北青牛建设工程有限公司
许龙	湖北省路桥集团有限公司	涂希	湖北青牛建设工程有限公司
郑凯	湖北省路桥集团有限公司	蔡蓉	湖北青牛建设工程有限公司
彭磊	湖北省路桥集团有限公司	吴杰	中冶武勘工程技术有限公司
刘明阳	湖北省路桥集团有限公司	程威	中冶武勘工程技术有限公司
吴迪	武汉地质勘察基础工程有限公司	李会	中冶武勘工程技术有限公司
陈锋	武汉地质勘察基础工程有限公司	段鹏飞	中冶武勘工程技术有限公司
毛治国	中交三航局建筑工程有限公司	王丽斌	中冶武勘工程技术有限公司
李兴旺	中交二航局建筑工程有限公司	何健	中冶武勘工程技术有限公司
吴森	中交二航局建筑工程有限公司	王勇	中冶武勘工程技术有限公司
朱炜烽	中交二航局建筑工程有限公司	江政敏	中冶武勘工程技术有限公司
邓士贵	中交二航局建筑工程有限公司	王晓东	中冶武勘工程技术有限公司
朱志明	中交二航局建筑工程有限公司	王振志	中冶武勘工程技术有限公司
方声斌	中交二航局建筑工程有限公司	刘超	湖北中科网络科技股份有限公司
黄巍	中交二航局建筑工程有限公司	陈彩云	湖北中科网络科技股份有限公司
刘赤远	湖北宝义中晟建设工程有限公司	王仕祥	湖北省建筑工程质量监督检验测试中心有限公司