

# 检测赋能 守好城市安全“第一道防线”

◎特约评论员

2025年7月召开的中央城市工作会议明确提出，我国城镇化已从高速增长迈向高质量发展的稳定期，城市发展重心由“增量扩张”转向“存量提质”。这一深刻变革，标志着中国城市建设步入以更新、提升、优化为核心的新阶段，不仅重塑了建筑业的战略定位，更对城市更新提出了全新的时代命题。在既有建筑安全鉴定、抗震加固、节能改造、功能提升等新需求的推动下，检测行业正从幕后走向台前，成为城市更新的“关键支点”与“核心引擎”。

城市更新的本质，是对城市生命体的深度体检与系统修复。随着上世纪八九十年代建成的大量建筑逐步进入“中老年期”，其安全隐患、功能滞后、能耗高企等问题日益凸显。数据显示，全国既有建筑中，约30%的房屋存在不同程度的结构老化或功能缺陷。若不及时干预，这些“沉睡的风险”可能演变为城市运行的“慢性病”。

长期以来，检测行业在建筑产业链中常被视为“配角”或“程序性环节”，其价值被严重低估。项目前期“为过审而检”、报告“千篇一律”、数据应用浅表化、技术手段滞后等问题屡见不鲜。许多检测机构仍停留在传统的人工采样、静态评估阶段，缺乏对建筑全生命周期的动态监测能力，更遑论与BIM、物联网、大数据等新技术深度融合。这种“重建设、轻维护，重形式、轻实效”的行业惯性，已难以匹配城市更新对精细化、科学化、智能化治理的迫切需求。

城市更新的本质，是“以人为本”的空间再造。它要求我们对每一栋建筑进行“精准画像”：它的结构健康如何？抗震性能是否达标？能耗水平是否符合绿色标准？内部功能能否满足现代生活需求？

当前检测行业面临三重挑战：技术滞后，传统检

测手段依赖人工经验，难以应对复杂建筑结构的安全评估需求；数据孤岛，检测结果多为“一次性报告”，缺乏与设计、施工、运维环节的数据联动；服务碎片化，检测机构与设计、施工企业协同不足，难以形成“检测—诊断—改造—监测”全链条服务能力。这些问题的背后，是行业标准不统一、技术投入不足、复合型人才匮乏等深层矛盾。

因此，检测行业必须实现从“被动执行”到“主动赋能”的战略转型。这不仅是技术升级，更是理念革新。我们亟需构建覆盖“检测—诊断—设计—施工—监测”全链条的服务能力，推动非开挖修复、结构加固新材料、智慧监测预警系统等前沿技术的集成应用。例如，利用BIM技术建立既有建筑数字孪生模型，实现改造方案的可视化模拟与性能预测；通过传感器网络对老旧房屋进行长期健康监测，提前预警结构风险；借助人工智能分析海量检测数据，识别潜在隐患模式，提升决策科学性。

与此同时，检测机构也应主动参与城市更新的顶层设计与政策制定，成为政府决策的“智囊团”、企业实施的“导航仪”、公众信任的“守门人”。唯有如此，检测才能真正从“合规性工具”升华为“价值创造引擎”。

当前，全国多个城市已启动大规模城市更新行动，既有建筑安全鉴定与改造市场正迎来爆发式增长。机遇前所未有，挑战同样严峻。行业亟需打破壁垒、整合资源、提升标准，推动形成一批技术领先、服务专业、信誉卓著的综合性检测与咨询机构。唯有以“转型”为驱动，以“检测”为支点，方能撬动城市更新的深层变革。我们相信，在高质量发展的时代命题下，检测不仅是城市安全的“第一道防线”，更将是城市迈向现代化、智慧化、绿色化的关键推手。

# 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8月25日

## 卷首语

检测赋能 守好城市安全“第一道防线”

特约评论员 01

## 瞭望台

国家多部门发声 事关下半年经济工作

央视新闻 04

国务院国资委:带头抵制“内卷式”竞争,加强重组整合

国务院国资委 05

项目中标额快速增长 下半年基建投资有望再发力

汪子旭 06

超1.2万个项目 10万亿元项目向民间资本推介

孟竹 07

## 封面人物

坚守检测匠心 做城市更新的质量守护者

08

## 专题策划

转型驱动 检测赋能城市更新

10



### ●发展展望

工程检测技术的发展及展望

刘自明 12

检测机构在城市更新过程中的机遇和挑战

余林 15

以检促新 以质赋能 拥抱建工检测转型升级新蓝海

叶阳 17

转型升级背景下工程检测行业发展路径思考

刘凯 18

科技深度融入检测行业 赋能城市更新健康发展

余涌江 22

### ●专项研讨

基于CCIWQA-BP神经网络的移动荷载参数识别研究

万李兴 25

转型驱动 检测赋能城市更新

罗俊 30

机载激光雷达在地形图测绘中的应用

胡鹏 31

建筑工程深基坑安全智能监测应用探讨

江峰 李书彬 35

压水试验技术分析	明胜兴 39
<b>●参考案例</b>	
中小建筑企业如何借助设计和检测赋能提升施工能力观察	郑传海 42
转型驱动 检测赋能城市更新	瞿为 47
绿色建筑检测 智慧赋能城市更新	周晶晶 徐蕾 49
检测赋能城市更新:省建科院的实践与探索	崔小敬 51

## 科思顿·洞见

建筑企业“十五五”发展思路探讨	胡建 54
三步打造建筑企业核心竞争力	彭宏 56

## 项目总工说

58

## 会员之家

铁肩担使命 匠心铸丰碑	陈维克 姜恒亮 60
马道枢纽:创新之笔绘就“工笔画”	杨怀鹏 62

## 行业论坛

地铁下穿区支护桩底过渡段玻璃纤维筋施工质量控制	冯健刚 杜保军 王晓帅 陈岳华 陈舟 64
建筑业的“荣光”与“黯淡”	伍颉 67

## 城市更新

铁路遗址涅槃记——武汉四美塘铁路遗址公园的更新蝶变	周俊 71
---------------------------	-------

## 光影视界

73

## 文苑

鱼塘识雾	郑传海 74
------	--------

## 武汉建讯

协会检测分会召开2025年会长办公会	75
协会组织召开《武汉市危险性较大的分部分项工程施工方案编制指南》推进会	76
《建筑弃料运输车辆技术要求》标准发布会暨现场观摩活动成功举办	77
宝业湖北建工秭归县排水防涝工程预制箱涵首次安装顺利完成	78
上跨天桥12小时拆除 联投湖北路桥京港澳高速吹响应急攻坚冲锋号	79
二航局安徽池州长江公铁大桥北边跨顶推区钢桁梁吊装完成	80



P08>>>  
坚守检测匠心  
做城市更新的质量守护者

封面人物 王康

### 编印工作小组

组长 戴运华

副组长 李红青

### 主要编印人员

周俊 陶凯

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 余旸

张盟 曹伟 陈玲

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

# 国家多部门发声 事关下半年经济工作

◎文 / 央视新闻

近日召开的国务院常务会议强调，要锚定全年发展目标任务，加力提升宏观政策效能，持续攻坚破解难题，下更大力气抓好党中央决策部署的贯彻落实，多部门近期对下半年工作进行部署：

国家发展改革委

加大力度稳投资促消费，着力激发民间投资活力。高质量推动“两重”建设，提质增效实施“两新”政策，激发市场活力提振消费。

因地制宜培育壮大新质生产力，推动“人工智能+”行动走深走实，推进低空经济高质量发展，激发数字经济创新活力。

纵深推进全国统一大市场建设，破除“内卷式”竞争，促进民营经济健康发展、高质量发展。

坚定不移扩大高水平对外开放，统筹做好“引进来”和“走出去”，高质量共建“一带一路”。以碳排放双控全面转型推动绿色低碳发展。

全面推进区域城乡协调发展，深入实施区域协调发展战略，高质量开展城市更新，深化农业转移人口市民化，推进乡村全面振兴。

工业和信息化部

加快加力推进清理拖欠企业账款行动，建立健全涉企收费长效监管机制，推动惠企纾困政策落地落细。

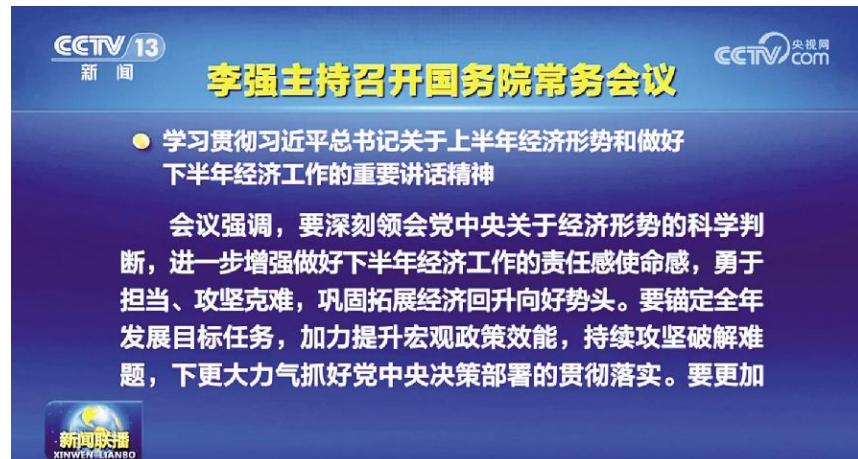
制订构建促进专精特新中小企业发展壮大机制政策文件，修订高新技术企业认定管理办法，探索建立优质企业主动发现机制，推动建立优惠政策免申即享机制。

财政部

加快发行和使用超长期特别国债、地方政府专项债券，尽早形成实物工作量。

落实好助企帮扶各项财税政策，有效改善经济微观循环。

统筹运用专项资金、税收优惠、政府采购和政府投资基金等政策工具，支持传统产业改造提升、新兴产业发展壮大和未来产业前瞻布局。



持续推进“两重”项目建设。

支持加快构建房地产发展新模式，实施城市更新行动，促进房地产市场持续健康发展。

人力资源社会保障部

扎实开展大规模职业技能提升培训工作。

加强专业技术人才队伍建设。修订职称评审管理规定。研究出台养老服务师、修订社会工作者等职业资格制度文件。深入实施专业技术人才知识更新工程。开展专业技术人才人工智能通识继续教育。

加强技能人才队伍建设。大力推动“新八级工”职业技能等级制度落实落地，

推进企业自主评价提质扩面。会同有关部门制定修订一批国家职业标准。

中国人民银行

用好科技创新和技术改造再贷款政策，推动科技型中小企业贷款较快增长，加大“两重”“两新”等重点领域的融资支持力度。支持化解重点产业结构性矛盾，促进产业提质升级。合理保障外贸企业融资需求。

中国证监会

精准防控资本市场重点领域风险。统筹化解处置房企债券违约风险和支持构建房地产发展新模式，稳步推进融资平台债务风险化解和市场化转型。

# 国务院国资委： 带头抵制“内卷式”竞争，加强重组整合

◎文 / 国务院国资委

日前，国务院国资委在京举办地方国资委负责人研讨班，总结上半年工作，交流做法经验，研究部署下一阶段重点任务。国务院国资委党委书记、主任张玉卓出席并讲话强调，要深入学习领会习近平总书记关于国有企业改革发展和党的建设的重要论述，科学把握国资国企在新征程上的功能定位，因地制宜大力发展战略性生产力，加快开启增长的“第二曲线”，坚定不移做强做优做大国有资本和国有企业，不断增强核心功能、提升核心竞争力，更好发挥国有经济战略支撑作用。国务院国资委党委委员参加研讨。中央财办秘书局负责同志应邀作专题辅导报告。

今年以来，各地国资委和国有企业认真贯彻党中央、国务院决策部署，按照地方党委、政府和国务院国资委工作安排，主动作为、拼搏进取，各项工作取得明显成效。上半年地方监管企业实现增加值3.7万亿元，完成固定资产投资2.7万亿元，为维护宏观经济稳定作出重要贡献；加强科技创新，加大研发经费投入和协同创新力度，更好服务支撑了科技强国建设；优化布局结构，新兴产业发展势头强劲，传统产业转型升级步伐加快，在推进现代化产业体系建设上取得新成效；国企改革深化提升行动走深走实，市场化经营机制不断完善，企业活力动力进一步激发；强化国资监管，牢牢守住不发生重大风险的底线，进一步坚定了推动高质量发展的决心信心。

会议强调，要切实把国资国企工作放在习近平总书记和党中央赋予的新使命新定位上、放在全球科技和产业变革的大趋势下、放在促进经济社会发展的大格局中进行谋划和推进。要当好党和国家战略部署的坚定践行者，推动企业统筹履行好



经济责任、政治责任和社会责任；当好发展新质生产力的坚定践行者，推动企业在科技创新、产业创新融合发展中奋勇争先；当好积极保障和改善民生的坚定践行者，指导企业始终坚持以人民为中心的发展思想，让改革发展成果更多更公平惠及人民群众；当好进一步全面深化改革的坚定践行者，着力打造有本地鲜明特色的国资国企改革样板；当好以高质量党建引领和保障高质量发展的坚定践行者，把提高企业效益、增强企业竞争力、实现国有资产保值增值作为国企党建工作的出发点和落脚点，以全面从严治党新成效为企业高质量发展提供坚强保证。

会议强调，要以编制和实施“十五五”规划为契机，指导推动地方国有企业始终坚持战略导向、长期主义，以培育壮大新质生产力重塑未来核心竞争力。要增强科技创新第一动力，突出抓好关键核心技术攻关、科技成果转化运用、科技创新能力提升。要加快建设现代化产业体系，做好传统产业转型升级、战略性新兴产业布局、产业投融资体系建设大文章，大力培育更多引领产业升级的新兴支柱产业。要加强对发展新质生产力的统筹推动，着力

探索出资人推动科技创新、产业创新的有效方式，营造鼓励创新、宽容失败、允许试错的良好氛围。

会议要求，要高质量完成国有企业改革深化提升行动，高起点谋划下一步改革举措，着力打造创新领先、功能突出、治理高效、充满活力的现代新国企。要紧紧围绕“三个集中”，优化国有资产增量投向，调整存量结构，带头抵制“内卷式”竞争，加强重组整合，推动国有资本优化配置，形成新的国有资本布局结构。要坚持“两个一以贯之”，推动公司治理更加科学规范、市场化经营机制更加灵活高效、企业管理更加与时俱进，形成新的国有企业治理和经营机制。要坚持“放得活”与“管得住”相统一，形成新的国资监管手段和方式，不断提升专业化、体系化、法治化、高效化监管水平。

会议强调，做好国资国企工作，最根本的是要坚持党的全面领导、加强党的建设，纵深推进全面从严治党。要在强化政治建设、建强干部人才队伍、夯实党建基层基础、正风肃纪反腐上再加力，为企业高质量发展营造风清气正的良好环境。

# 项目中标额快速增长 下半年基建投资有望再发力

◎文 / 汪子旭

日前,从国家信息中心大数据发展部获悉,政府投资力度持续增强,1至7月项目中标金额累计同比增长31.9%。工程建设强度也边际改善,7月工程机械开工率较上月上升0.7个百分点,反映道路建设情况的石油沥青装置开工率连续4个月环比、同比“双升”。专家表示,下半年,在项目充裕及专项债等资金加快发行等利好条件下,基建投资增速有望提升。

中标是项目落地的“第一步”,项目中标金额是观察投资热度的一项先导指标。国家信息中心对招中标数据监测分析显示,项目落地保持较快节奏,1至7月项目中标金额累计同比增长31.9%。

“特别是经济大省积极推进重大项目,7月,江苏、广东、浙江、四川、山东等省项目中标金额占全国合计金额近四成,继续发挥投资‘主力军’作用。”国家发展改革委国家信息中心大数据发展部数据分析处处长杨道玲说。

新项目蓄势发力,在建项目进度加快。近日,国家重大水利工程——贵州省铜仁市花滩子水库枢纽工程大坝首仓混凝土顺利浇筑,较批复的节点工期提前186天,标志着水库主体工程建设正式迈入填筑施工阶段。滇中引水工程、海太长江隧道工程、沪渝蓉高铁、甘肃永昌抽水蓄能电站等一批交通、能源、水利重点工程也正加快建设。

从工程建设强度来看,国家信息中心数据显示,7月工程机械开工率较上月上



升0.7个百分点,混凝土、吊装、挖掘、桩工、路面等各类型设备开工率较上月分别上升1.2、1.4、0.4、1.8、1.5个百分点。反映道路建设情况的石油沥青装置开工率也连续4个月环比、同比“双升”。

宏观数据也显示,今年以来,基础设施投资稳定增长。根据国家统计局数据,上半年,基础设施投资同比增长4.6%,增速比全部投资高1.8个百分点,拉动全部投资增长1.0个百分点。

展望下半年,专家表示,在项目充裕及专项债等资金加快发行等利好条件下,基建投资增速有望进一步提升。

新增专项债是撬动基础设施项目投资的重要资金来源。据企业预警通数据,7月单月新增专项债发行额再创年内新高,同比增长近120%。从投向看,资金重点

用于土地储备、市政和产业园基础设施、农林水利、交通设施等领域。

“从专项债发行进展看,二季度新增专项债发行提速,上半年累计完成全年限额的49.11%。伴随传统基建相关实物工作量逐渐形成,叠加三季度专项债发行继续提速,基建对投资的支撑仍然不弱。”中诚信国际研究院院长袁海霞说。

此外,今年我国增加超长期特别国债发行规模,更大力度支持“两重”建设。“下半年,在一系列支持政策的推动下,预计非地产投资扩张节奏稳健。受益于特别国债和地方政府专项债的发行和资金持续投放,基建投资将继续发挥托底的作用。预计全年基础设施建设投资增速有望扩大。”广开首席产业研究院院长兼首席经济学家连平说。



# 超1.2万个项目 10万亿元项目向民间资本推介

◎文 / 孟竹

今年以来,从中央到地方持续加力向民间资本推介项目。从国家发展改革委搭建的“全国向民间资本推介项目平台”获悉,截至8月7日,全国正在向民间资本推介项目12013个,总投资额10.16万亿元。

近期,云南、河南等多地也在集中推介面向民间资本的重点项目。8月4日,云南省2025年第二批向民间资本推介项目对外公布。其中,第一期包括怒江中下游航道建设工程项目、漾濞县清河水库、谷川光伏发电项目等项目25个,计划总投资151.8亿元。

在河南省2025年向民间资本公开推介项目清单中,75个重大项目总投资330亿元,重点集中于交通、能源、水利等领域。“这些项目中,投资规模在1至5亿元的46个,5至10亿元的15个,10亿元以上的7个,区间分布较均匀,大、中、小兼备,适宜各类民间投资主体参与。”河南省发展改革委有关负责人介绍。

今年以来,从中央到地方,对民营经济的相关支持力度进一步加大。政策支持和营商环境优化是民间投资增长的重要因素。下半年的政策方向已经明确,7月底召开的中央政治局会议提出要“激发民间投资活力”。

“发展出题目,改革做文章。下一步,我们将加快推动一些标志性改革举措落地见效。”国家发展改革委体制改革综合司司长王任飞近日在新闻发布会上透露,将研究促进民间投资发展的政策举措,总结核电领域引入民间资本的经验,加大交



通、能源、水利等领域向民间资本推介力度,促进民营经济发展壮大。

8月8日,甘肃省发展改革委召开的上半年发展改革形势通报会提出,积极扩大有效益的投资,拓展投资增量,着力激发民间投资活力。

“海南自由贸易港建设必须支持民营企业发展,鼓励更多经营主体和社会主体投身创新创业。”海南省发展改革委相关负责人表示,海南省将促进民营经济发展作为海南自由贸易港建设的重要抓手,陆续出台一系列文件,取得一定成效。

今年5月,国家发展改革委副主任郑备表示,2025年将在交通运输、能源、水利、新型基础设施、城市基础设施等重点领域,推出总投资规模约3万亿元的优质项目,支持民营企业参与。

参与方式和投资回报是民营企业参与工程项目最为关心的问题。当前对民间资本的引入方式既有传统的参股、代建,

也有特许经营、委托运营等方式。

“工程建成运营后,收益来源有哪些?投资回报率如何?”在日前举行的引大济岷工程引入民间资本投资推介会上,有民营企业提出问题。引大济岷工程是四川省级水网骨干工程,这场推介会会有四川省内外近百家民间资本投资企业及机构报名参与。

四川省水利发展集团有限公司相关负责人介绍,引大济岷工程建设资金由政府投资、企业投资(含民间资本投资)和银行贷款组成,后期运营收益主要是供水和发电收入。根据规划,引大济岷工程供水价格将按照“准许成本加合理收益”核定。

上述负责人表示,水利投资是长线投资,考虑到引大济岷工程的引水量和供水区的巨大用水需求,工程后期收益会比较稳定。

对于面向民间资本推介的项目,河南省发展改革委有关负责人介绍,民间资本可通过控股、组建联合体等多种方式灵活参与。“这些项目有的属于建成项目拟委托民营企业运营,有的属于在建项目,有的正有序开展项目前期工作,计划于今年或明年开工建设,民间资本可作为投资主体参与建设。”

业内人士表示,重大工程项目通常具有建设运营周期长、长期收益稳定等特点。进一步激发民间资本在这些领域的投资活力,还需进一步完善长效机制,确保项目在建设阶段顺利推进、在运营阶段可持续运行,同时提高资金的投入效率。



# 坚守检测匠心 做城市更新的质量守护者

——记湖北省建筑工程质量监督检验测试中心有限公司总经理王康

◎文 / 湖北省建筑工程质量监督检验测试中心有限公司 崔小敬

王康，男，硕士研究生学历，高级工程师，一级注册计量师，现任湖北省建筑工程质量监督检验测试中心有限公司总经理、中国工程建设标准化协会检测与试验专业委员会委员、湖北省工程建设标准化技术委员会委员、湖北省建设工程检测专业委员会委员、湖北省土木建筑学会建筑幕墙专委会副主任委员，同时在建筑节能、建筑防水、建筑装饰等领域的省级协会与主管部门担任技术专家。王康深耕工程检测领域，主持完成6项省级科技项目，获10余项专利，发表学术论文10余篇，参编各类国家及省级标准，获湖北省团工委“青年岗位能手”、“首批湖北省建设工程质量检测行业杰出工程师”、“武汉地区优秀项目经理”、“武汉市建筑业协会突出贡献奖”、“第四届湖北省土木工程科学技术奖”、“第五届武汉市装配式成果推进奖”、“中南建院优秀共产党员”、“中南建院优秀标兵”、“中南工程咨询设计集团首批专业技术骨干人才”等荣誉。他始终坚守“以检测守质量、以技术筑安全”的匠心使命，用专业检测为建筑行业转型持续赋能。



## 智慧检测：以数字化转型引领品质升级

作为省检测中心负责人，王康紧扣数字经济脉搏，以技术赋能行业升级为核心抓手，积极推进中南智能监测数字服务平台、基于BIM的绿色建筑检测监测平台等关键信息管理系统建设，全面推动建筑工程检测监测领域从传统模式向数字化、智能化转型。

2020年，亚洲第一的专业货运枢纽机场鄂州花湖机场开工，其项目建设规模宏大，高峰时近3000名工人、数百台机

械同时作业。省检测中心被选中为鄂州花湖机场检测服务单位。作为工程检测实施总负责人，王康带领团队为这座集“大数据仿真、智能跑道”于一体的智慧工程提供全周期检测服务。数百个日夜中，他带领团队创新检测技术方法，攻克一个又一个检测技术难关，实时提供质量数据支撑施工决策，积累海量数据助力“数字孪生”建设，出色的完成了该重点工程的检测工作，团队也被鄂州花湖机场建设专班授予

“党员示范集体”称号。

近年来，省检测中心聚焦行业前沿与发展需求，设立智能监测中心、工程诊疗中心等新型业务部门，持续培育发展排水管网缺陷探测及非开挖修复技术应用、重点领域节能降碳等新质生产力。同时积极拓展智慧检测新赛道，将低空经济监测、工程测绘数字化等新业务纳入发展版图，构建起“技术引领+多元拓展”的业务新格局。

## 破壁攻坚：以技术创新护航装配式建筑

装配式建筑作为新型建筑工业化的核心载体，其节点连接质量直接关乎建筑物的结构安全与整体性能，是保障工程质量的关键环节。

王康深切感受到，我省在装配式混凝土建筑领域存在诸多亟待解决的问题：一方面，可依据的质量验收标准规范不够完善、内容不够明确；另一方面，装配式混凝土结构节点连接质量的分析手段普遍存在适用性不强、实际操作难度大等问题。这些问题已成为制约我省装配式建筑发展的重要瓶颈。2019年起，王康积极组建科

研团队研发节点质量检测方法，模型设计、现场试测、理论推导、方法迭代成为团队的日常。节假日的实验室里，灯光常常彻夜通明；项目现场的灌浆套筒旁，总有俯身试验的身影。经过不断研究探索，成功研发出“一种激光标尺内窥式套筒灌浆缺陷检测装置及其制备方法”，并顺利获得发明专利授权。这项发明在不损坏灌浆套筒的前提下，无需预埋，实现随机抽检，能够对灌浆缺陷定量分析，让隐蔽工程质量“看得见、可量化”，检测结果直观准确、不损坏被测对象，具有较高的经济和社会效益。

如今，这些技术已为武汉百万平方米装配式建筑项目护航，而创新脚步从未停歇：4项专利、1项软件著作权落地生根，《装配式建筑浆锚灌浆质量的相控阵超声检测》等10余篇论文为行业提供理论支撑；主持的《装配式混凝土结构连接节点检测关键技术研究》获湖北土木建筑科学技术奖三等奖，编制了武汉市《装配式混凝土结构质量验收指南》，2项成果被评价为“国内领先”。这些技术与标准，为装配式建筑装上“质量安全阀”，推动建筑工业化从“规模发展”迈向“品质提升”。

## 绿色建材:以低碳实践赋能城市更新

随着城市更新政策的深入推进,绿色建材已成为驱动行业低碳转型的新引擎。城市更新既要筑牢“安全底线”,更要提升“品质内涵”,而节能降碳是绿色建材赋能城市更新的关键路径。

王康主持的湖北省建设科技项目“多种固废协同制备低碳建筑结构材料混凝土的技术研究”,聚焦固废资源化与低碳材料研发,为城市更新提供了源头减碳的建材解决方案;湖北省科技厅计划项目“基于消防评估的构件燃烧行能检测实验室”则筑牢绿色建材的安全屏障,实现节能与安全的双重保障。他带领团队研发的《一种新型泡沫混凝土防火板》《一种水面浇筑回填陶粒泡沫混凝土及其制备方法》等4项专利技术,通过材料革新让建筑在实现显著节

能效果的同时,大幅提升结构安全性与施工便捷性。

在标准体系建设方面,获批立项主编的湖北省地方标准《钢渣类固废基胶凝材料混凝土应用技术规程》(T-Z-03-2024147),以及参与编制的国家标准《水泥胶砂强度检验方法(ISO)法》(GB/T 17671-2021)、《超高强钢绞线预应力混凝土结构技术规程》(T/CECS 1734- 2024)、《混凝土外加剂匀质性试验方法》(GB/T 8077-2023)、中国建协标准《绿色建材评价 - 保温系统材料》(T/CECS 10032-2019)、《门窗框填缝用轻质水泥基砂浆》(T/CBMF 250-2024),为绿色建材的节能降碳性能评估与规范应用提供了技术准则。发表的“Study

on carbonation behavior and carbon footprint of steel slag-calcium carbide slag-desulfurization gypsum composite system” “Polyaluminum enhanced dehydrated cement paste activated slag: Mechanical performance and microstructural analysis” 等核心期刊论文,从理论层面深化了绿色建材的低碳机理研究。

其中,《一种水面浇筑回填陶粒泡沫混凝土及其制备方法》在武汉某旧改项目中成功应用,不仅通过轻质材料特性破解了场地狭小的施工难题,更凭借固废掺配技术减少了建筑垃圾排放,实现了“绿色施工降碳”与“工程质量保障”的双赢,成为绿色建材助力城市更新的生动实践案例。



王康参加行业论坛



鄂州顺丰机场

## 专业坚守:以标准化建设实现精准计量

工程检测离不开精准的数据支撑,而数据的生命在于计量准确。从计量检测“新兵”到省检测中心计量标准负责人,王康在标准化建设领域的脚步始终坚定。

在他的带领下,团队完成了省检测中心46项计量考核标准建立和复查,66项共300余个参数的CNAS校准资质认可的

初次申请和复查工作,涉及到力学、温度、长度、几何量、电磁学、建工专用设备等6个专业,共164个主计量标准器和配套设备。在此基础上成功申请并主持完成了省科技厅科技计划项目《建设工程设备计量特性校准实验室及数字管理平台》,并通过该项目建立了建设工程领域专业的校准试验室

及仪器设备数字管理平台,不仅能做到对建设工程仪器设备计量校准的全覆盖,解决大吨位试验机的校准问题,也可通过仪器设备数字管理平台对企业的仪器设备从采购到服役结束的全寿命周期进行管理,为企业提供仪器设备计量特性管控和再校时间智能预警等服务,有效提高了计量准确性。

## 薪火相传:以初心担当汇聚企业内生动力

作为授课专家,王康常年活跃在省住建厅、市城建局组织的技术培训课堂,将装配式检测、建材检测等实战经验倾囊相授;在团队培养中,指导员工参与2021年湖北省建设工程质量检测知识竞赛,斩获一等奖;2022年湖北省检测实操技能

大赛中,带领的代表队勇夺现场检测项目组第一名;2024年指导的参赛团队获全国建设工程质量检测专业人员技能竞赛决赛一等奖。

从标准构建到技术攻坚,从智慧检测到绿色建材,王康用创新与坚守诠释

着“检测人”的责任与担当。在城市更新的浪潮中,这份深耕实践的探索印证着:检测技术唯有恪守专业初心、永葆创新活力,才能真正成为城市更新的“赋能者”,为中国特色城市现代化筑牢质量根基。

# 转型驱动 检测

中央城市工作会议提出,要以“安全”为底线,以“绿色”和“智慧”为高质量发展的双轮驱动。这意味着,城市更新不再是简单的“拆旧建新”,而是通过科学诊断、精准施策、系统优化,实现建筑全生命



# 赋能城市更新

周期的安全管理与价值提升。这一目标的实现，离不开检测行业的深度参与。从“被动执行”到“主动赋能”，从“单一技术”到“系统服务”，检测行业正在经历一场深刻的自我革命。



## ●发展展望

# 工程检测技术的发展及展望

◎文/中铁大桥局 刘自明

## 一、工程检测的发展历程

工程检测一直以来都是工程建设不可或缺的重要环节,工程建设的质量安全发挥了重要作用。只是在不同时期,这种作用不同罢了。根据企业对工程检测的需求,检测工作大体上可以分成这么几类。一类是施工企业根据自身需要,为进行工程质量内控,自发开展的检测工作,这种检测是施工企业自身的手段。比如1953年成立的大桥工程局,一开始就配备了自主检测的力量。(比如工程桩质量是否满足要求,施工承包商要进行成孔质量检验、进行桩身质量检验,甚至进行桩的承载力试验,总之通过这样的检验,来判定施工质量存在什么问题。这是施工承包商自身的需要,为了确保不把次品移交给下一道工序。)第二类,施工承包商为了给自己保留质量证据,在建造过程当中采取的一种保全措施。比如混凝土结构在混凝土拌合时留下试块,这既可以随着养护时间的推移判断混凝土结构的强度是否达到设计要求,也可以为日后一旦发生什么质量纠纷,为自己保留一些必要的证据。第三类是为了保证施工过程的安全,对工程结构建造过程当中安全防护措施进行检测。比如工程现场高边坡的安全防护措施是否到位,深基坑的防护措施都需要进行必要的检测。第四类是针对那些高耸结构或者长大结构进行施工监控和健康监测。第五类是为工程能够为用户提供智慧服务进行的一些必要检测。这几类检测是随着时间的推移逐渐在工程建设当中推广开的,特别是最近这些年有了新的发展。

检测对工程建造来说,它就是一种技术服务。能提供这种技术服务的主要单位有这么三类。一是工程承包商凭自己的专门检测人员完成这些检测工作,可以说这



些检测工作是内循环。二是一些高等院校或者科研院所成立的检测机构,他们专业为施工承包商提供技术服务,有时还受政府质量监督部门的委托代表质量监督部门对工程质量进行独立的抽查检验。三是少数大型工程承包商成立的检测机构除对自己的股东提供服务外,还会为其它承包商提供服务。

检测是检验工程质量的重要手段,新中国成立到现在已走过70多年,工程检测也经历了一个逐渐被重视、检测范围被不断拓展的过程,不同行业对检测工作的开展还是存在着差距的。桥梁工程建设领域对工程检测的重视程度就要高一些,比如1950年代武汉长江大桥开工建设,就引入了少量的质量检测手段。那个时候除了必需的工程测量以外,武汉长江大桥上部结构的建设就进行了铆钉铆接质量的检测。铁道部在武汉长江大桥建成通车之后不久的1958年,就成立直属铁道部的桥梁科学研究所。1960年为便于直接为桥梁建设服务,把这个研究所划归铁道部大

桥局直接管理,成为大桥局下属的处级单位。这个研究所刚刚成立之后除了开展工程技术试验研究以外,更多的工作就是在桥梁建设过程当中进行必要的质量检测。

在国家层面一直到1980年,包括桥梁工程在内的其他大型建筑业企业开展质量检测工作并不全面。对质量的评估基本上是靠现场老工程师或者管理人员凭着自己的经验进行判断把关。

1980-1990年代,包括电子检测技术在内的先进检测技术逐步引入。工程检测的水平也有了明显的提升。比如大桥局桥梁科学研究所,就在六七十年代手工测试的基础上开始应用应力应变传感器对关键工程的敏感部件进行应力应变测试,逐渐开展对大型桥梁工程的成桥性能鉴定,对桥梁结构的动力响应进行测试评判。铁路桥梁管理部门以路局为单位甚至先后成立了桥梁鉴定队,从此在役桥梁的整体性能鉴定评价。中铁大桥局的桥梁科学研究所从那个时候开始也发生了明显进步。

上个世纪 90 年代以后，大跨度桥梁的建设和超高层建筑的需求越来越多。这种建筑结构，线形的控制和施工过程当中内力的积累甚至动力特性的变化，都需要进行精准的计算，并且要根据这些计算结果对下一步的施工下达指令。这就要求施工单位，能够对大跨度桥梁的建设，下达控制指令。但是在那个年代，由于单跨度桥梁和超高层建筑结构建设并不多施工单位，基本上没有这些经验。尤其是大跨度和超高层带来的非线性，施工技术人员来说，是一个全新的概念。因此有生命的大型承包商，一边建设，一边安排，工程技术人员学习研究施工监控工作，这边配备相应的设备，配合监控进行必要的监测，甚至进行相关软件的研发。中铁大桥局桥梁科学研究院就是在那个阶段，对大跨度桥梁的施工监控进行了全面的研究，并取得了相应的成果。比如武汉长江公路二桥的建设，就全面开展了施工监控工作。90 年代中期以后在长江上建设的大跨度桥梁特别是公路桥梁，跨度已经超过千米，铁路桥梁的跨度也在向 500 米发展。为了应对大跨度桥梁的建设和建成之后的安全运营，大桥局桥梁科学研究院和同济大学、西南交通大学、铁道科学研究院等等一些研究所，开展了桥梁结构健康监测研究和实践。先后在一些长大跨度桥梁上安装健康监测系统，比如芜湖公铁两用长江大桥、江阴长江大桥等。



在那个年代，除了企业自身发展需求之外，国家相关规范也对工程检测甚至健康监测有了具体的规定，比如深基坑的开挖以及高耸结构的建造过程，该进行什么检测工作都有相应的要求。

高耸建筑结构和长大桥结构的建设兴起之后，承包商除进行质量自检以外，对工程建设过程当中的安全防护体系也自觉进行监测。比如深基坑的安全防护，高边坡的安全防护以及高耸结构长大结构大型临时设施都进行安全监测。检测的目的就是为了确保施工过程的安全，和永久工程结构的安全。

进入 90 年代之后，桥梁工程和工业与民用建筑等建设迅速开展。工程检测的

需求也越来越大，这个时候高等院校和一些研究机构，瞅准机会成立了检测队伍参与检测工作。逐渐的施工监测的竞争性强起来，竞争不是坏事，竞争对提升这方面工作的质量起到了很好的作用。虽然这方面的工作非常重要，可是并没有真正引起大型施工承包商的重视，有些施工承包商宁可花钱把自己的这些工作委托社会机构进行，也不愿自己成立单独自有的机构执行这些工作。直到最近，一些大型工程承包商除了自己的施工队伍以外，几乎没有自己的研究机构、监测机构和设计机构。这也就使得这些承包商的竞争力不那么全面，使得这些机构甚至不能够单独开展工程或者施工总承包。

## 二、工程检测取得的成就和存在的问题

工程检测工作包括桥梁工程、铁路工程、公路工程以及工业民用建筑工程等等，最近这些年取得了长足的进步。无论是检测手段，检测技术和检测的成果都发生了根本的变化。早年的人工检测，机械式、接触式的应力应变检测到现在的电子测试技术和非接触式的传感信息技术应用，测试精度也越来越高，测试效率也有大大的提高。在有些方向已经把数字技术转化为相应的软件，而且已把这些软件安装在信号接收

设备当中，对采集的数据进行自动分析、判断工程结构的状态，这大大的提高了检测效率。

最近这些年工程检测技术的发展，已经完全超出施工承包商的质量自检需要。随着一些高层建筑和大跨度桥梁结构建设的发展，施工过程当中的安全防护是必须采取的措施，这些措施的安全防护效果如何也都要通过试验检测，特别是通过一些非接触式的甚至空天地一体化的检测技术，才可以判断这些安全防护

是否更加有效。有些方面的检测不仅是施工承包商自身所需要的，已经被建设业主在建设合同当中加以规定，比如钢结构的焊缝探伤，材料的内部缺陷检验等等，都写在合同文本上，甚至要求出具第三方的检验报告。

这些年国家也不断的提高工程检验验收标准，而这些标准所依据的数据就是实验检测数据。检测技术的发展，为工程质量品质的提升，对安全风险的降低都起到了至关重要的作用。

在发展进步的同时，毋庸讳言工程检测也存在着一些问题值得关注。一是检测机构众多，单个机构的检测能力有限，技术水平的进一步提升存在障碍。二是目前的检测技术和手段数字化程度还比较低，要向数字化方向转型。三是相关部门对检测工作的重视程度还不够。

### 三、工程检测今后的发展

1，工程检测要适应工程建造数字转型的需要。

工程检测除了传统的方法之外，要与工程建造的数字转型保持一致，要适应数字建造的需要。因为目前工程建造正在向数字建造转型，也许要不了多久，传统的建造工艺工法将会由数字技术甚至智能技术所替代。而数字建造所需要大量的数据是靠自动检测传输过来的。因此检测技术的应用要随着建造工艺工法的转变而转变。与此同时，检测技术要不断的创新，以适应数字技术的发展应用，要实现检测技术的数字化转型。第一个是工程结构产生的大量数据要能够及时采集并储存，二是确保这些数字的安全可靠，尤其是要防止数字安全事故的发生，确保这些数字不能被人随意篡改。三是这些数据要同工程结构的数据信息实现贯通，减少人为传输的误差，提高传输的效率。

2，检测技术的应用要适应工程智慧服务的需求。

未来高速铁路运行速度更快更高，长大桥梁工程、高层建筑等对荷载环境的敏感性更强，需要动态采集相应的数据并进行分析，以判断这些结构所处的安全状态。并根据这些状态发生的变化，随时为用户提供服务甚至报警。

检测技术还要适应内部无损探伤的需求，研发适应表面缺陷检测和图像识别专门技术。比如对内部缺陷，特别是一些微裂缝的发生以及存在的表面缺陷，都能够通过无损探伤和图像识别加以判断。

3，检测技术的发展需要传感技术、数字分析技术的进一步发展，需要跨界融



合。工程承包商提出工程检测的需求，信息技术服务单位、数字检测单位，根据用户的需求研发相应的传感设备，研发图像识别的算法以及把一些技术转化成为软件等等。通过这样的联合研发，才可以确保数字技术的可靠性，确保传感设备采集信号的可靠性。

检测单位还要学会利用无人机并研发专用的机器人进行检测，特别是对于一些复杂结构，仅凭现有的检测手段达不到，就需要通过专用的检测设备进行无损探伤。

4，检测技术的发展需要工程承包商尽早培育自己的检测队伍、检测机构。因为他自己的队伍最了解工程应用场景，最容易把工程应用场景和相关的技术紧密结合。大型工程承包商即便是没有自己专用的检测队伍，也应该主动和社会上的一些检测机构进行某种方式的合作，形成利益共同体。这种共同体，一方面可以实现利益共享，另外一个方面可以互相促进技术的进步。

5，工程检测还要适应未来工程建设市场的变化，比如我们国家现有的在役工程有些已经使用几十年甚至更长时间了，

这些工程与新建造的工程几世同堂在为用户提供服务，那么对这些使用期限已久的工程必然有一个维修和更新改造的过程，工程检测要为这种维修改造提供技术服务。一些工程检测单位要主动的与大型工程承包商结合，作为人家的长期合作伙伴，进行专项服务，定向服务。

6，从事设计研究的工程技术人员要善于由检测得到的工程结构数据，没有检测的数据通理论分析数据进行对比，已经通过对比要和理论数据甚至修改理论计算模型，对设计进行进一步的优化。

从事检测的工程技术人员，要设计评判工程结构质量优劣的综合评价指标。要改变过去用单一指标评价结果，优劣的状况。

7，政府的质量监督部门要高度重视建筑行业的检测工作，用好监测数据，把检测数据作为评价工程产品和服务质量水平的重要依据。

工程检测和工程建设严密不可分，可以说检测技术伴随着工程本身的全寿命周期，检测为工程服务，工程为检测提供应用场景，二者互相促进共同发展，才能够确保工程结构全寿命周期的安全。

# 检测机构在城市更新过程中的机遇和挑战

◎ 文 / 武汉科正工程技术有限公司 余林

随着城市发展从增量扩张转向存量更新，既有建筑安全检测与监测市场迎来爆发式增长。城市更新不再局限于简单的修缮改造，而是对建筑全生命周期安全、功能、可持续性的系统性升级。这一背景下，工程建设检测行业面临技术迭代、服务模式转型与行业格局重构的重大机遇。本文尝试着结合行业趋势与实践案例，探讨检测机构如何通过技术创新、全链条服务能力构建与数字化转型，在赋能城市更新的过程中实现自身转型升级，为建筑业高质量发展提供关键支撑。

## 一、城市更新浪潮下的检测行业新机遇

### 1. 政策驱动

2025年7月中央城市工作会议的召开，标志着我国城市发展正式迈入以存量提质增效为核心的新阶段。会议明确指出，“安全”是城市现代化的底线要求，“绿色”与“智慧”是建筑业高质量发展的核心驱动力。在此背景下，对数亿平方米老旧建筑的安全鉴定、抗震加固、节能改造与功能提升，已从辅助性需求升级为关乎城市韧性与民生安全的战略性任务。政策红利下，既有建筑安全鉴定、抗震加固、节能改造等需求呈指数级增长，检测行业作为城市更新的“安全哨兵”，迎来历史性发展机遇。

### 2. 市场转型

检测行业作为建筑安全的“第一道防线”，其角色正发生深刻转变：从“事后验证”到“前置诊断”：检测鉴定从竣工验收环节前移至改造全周期，成为方案设计的科学依据；从“单一服务”到“全链赋能”：需打通检测 - 评估 - 设计 - 施工 - 运维



全流程数据链；从“人工经验”到“智能决策”：依托物联网、AI 算法实现风险预警与寿命预测。

传统检测业务以竣工验收为主，服务链条短、技术门槛低。而在城市更新中，检测需求贯穿建筑全生命周期：前期需通过 BIM 建模与结构健康监测评估建筑现状；中期需利用非开挖修复技术、新型加固材料实现微创改造；后期需搭建智慧监测平台实现动态安全预警。检测机构正从“事后质检员”向“全过程技术顾问”转型，服务附加值显著提升。

### 3. 技术升级

目前建筑检测行业正在进行一场检测工具的智能化革命。5G、物联网、人工智能等技术的融合应用，推动检测行业向“智慧化”跃迁。例如，无人机倾斜摄影技术可快速完成建筑外立面缺陷扫描；红外热成像仪能精准定位墙体渗漏点；基于机

器学习的结构安全评估系统可自动生成加固方案。技术迭代不仅提升检测效率，更重构了行业价值链条。

智慧检测让建筑隐患“无处遁形”。在某大型体育馆改造中，通过在结构内部预埋光纤传感器网络，实时监测混凝土裂缝发展，预警精度达 0.1mm；武汉某老旧小区外墙空鼓检测中，无人机集群作业效率较人工提升 8 倍，缺陷识别率达 95%；基于深度学习的裂缝分析算法，自动标注病害位置并评估风险等级，诊断速度提升 90%。

绿色检测护航低碳更新。构建碳足迹云平台，集成材料检测数据、能耗监测信息，自动生成改造项目碳排报告；非开挖修复技术应用，采用紫外光固化 CIPP 工艺更新地下管网，减少开挖量 85%，降低扬尘污染 90%；在某政府办公楼改造中，通过红外热像仪监测相变储能墙体，验证夏季空调能耗降低 32%。



## 二、检测机构转型升级的三大核心路径

1、技术赋能，构建差异化竞争力。比如针对地下管网老化问题，采用管道内窥镜、声呐成像等技术实现无损检测，结合CIPP(原位固化法)等非开挖修复工艺可大幅缩短施工周期，降低成本。武汉某检测机构通过该技术完成东湖风景区污水管网改造，获评“湖北省城市更新示范项目”。将建筑信息模型(BIM)与地理信息系统(GIS)深度融合，构建三维可视化城市更新数据库。上海某检测企业为黄浦区外滩历史建筑群开发的数字孪生平台，实现改造方案模拟、施工碰撞检测与运维预警一体化，项目效率提升35%。新型材料检测体系建立，随着碳纤维板、形状记忆合金等智能加固材料的广泛应用，检测机构需建立涵盖材料力学性能、耐久性、与基材协同工作能力的全维度评价体系。

2、服务延伸，打造全链条解决方案。头部检测企业正通过并购、战略合作等方式拓展业务边界，形成“检测-设计-施工-运维”一体化服务能力。这种“一站式”服务闭环，有效解决了传统模式下检测结果与应用脱节、责任分散、效率低下的痛点。企业凭借前端检测积累的海量精准数据与深厚技术理解，深度赋能后续环节：在



设计阶段提供基于实测数据的优化建议与风险预警；在施工阶段实施精准的质量控制与过程监测，确保设计意图落地；在运维阶段则通过长期监测、诊断评估和预测性维护，保障设施安全、延长使用寿命、降低运营成本。这不仅大幅提升了项目的整体质量和效率，实现了风险前置管控与全生命周期价值最大化，更成为企业构建差异化竞争优势、提升客户粘性、开辟稳定收益新增长点的核心战略。行业格局正因此加速重塑，具备一体化服务能力的企业将在市场竞争中占据显著优势。

3、数字化转型，重构行业生态。智慧

检测云平台：通过物联网传感器实时采集建筑振动、倾斜、裂缝等数据，利用边缘计算进行初步分析，异常情况自动推送至管理终端。区块链技术应用：利用区块链不可篡改特性，建立检测报告溯源系统。杭州“链上检测”平台将检测数据上链存证，实现建设单位、监管部门、业主多方共信，有效遏制虚假报告乱象。AI辅助决策系统：训练基于深度学习的结构安全评估模型，输入建筑基本信息后自动生成风险等级与改造建议。广州某实验室开发的“AI检测师”系统，在老旧小区改造项目中的应用准确率达92%，较人工评估效率提升10倍。

## 三、破局挑战，检测行业转型升级的三大瓶颈

1、技术人才断层风险。城市更新对复合型人才需求激增，但当前行业存在“技术空心化”现象：既懂传统检测工艺又掌握BIM、物联网技术的跨界人才稀缺，高校相关专业设置与市场需求脱节严重。检测机构需与职业院校共建“城市更新检测学院”，实施“订单式”人才培养。

2、标准体系滞后困境。既有建筑改造缺乏统一技术标准，例如历史建筑抗震鉴定仍沿用新建建筑规范，导致改造方案保守或过度。建议由行业协会牵头，联合科研院所制定《城市更新检测技术规程》《智能加固材料应用标准》等团体标准，填补规范空白。

3、数据安全治理难题。智慧检测产生海量建筑敏感数据，但行业数据分类分级保护制度尚未建立。检测机构需参照《数据安全法》要求，构建“技术防护+管理机制”双保障体系，例如采用国密算法加密传输数据、设立专职数据安全官岗位。

## 四、未来展望，检测行业与城市更新的共生演进

绿色检测将成为新赛道，随着“双碳”目标推进，检测机构需将碳排放监测纳入服务范畴。例如，开发建筑改造全生命周期碳足迹核算系统，为业主提供节能改造方案比选依据。县域市场潜力将大量释放，城镇化率提升带动县域既有建筑改造需求，但县级检测机构普遍存在技术薄弱、设备陈旧问题。头部企业可通过“技术输出+品牌加盟”模式下沉市

场，例如建立区域性检测联盟，实现设备共享、技术互通。全球化技术合作将进一步深化，在“一带一路”倡议下，中国检测标准与技术服务正走向国际。例如，中建科工集团将智能监测预警系统应用于新加坡滨海湾金沙酒店改造项目，实现中国技术“出海”。未来需加强与国际检测认证机构的规则对接，提升全球竞争力。

城市更新是检测行业转型升级的“试金石”，更是建筑业高质量发展的“新引擎”。面对万亿级市场蓝海，检测机构需以技术创新为矛，以数字化为盾，在赋能城市安全、功能、品质提升的过程中，实现自身从“传统服务”到“价值创造”的跨越式发展。唯有如此，方能在城市更新的时代浪潮中勇立潮头，书写行业新篇章。

以检促新 以质赋能

# 拥抱建工检测转型升级新蓝海

◎ 文 / 武汉科正工程技术有限公司 叶阳

自改革开放以来,我国的城镇化进程进展迅猛,是现代化建设的重要一环。近年来,随着经济发展进入新常态,城镇化也进入了稳定发展阶段,即由规模扩展时期转向存量提质时期。

基于此背景,建设工程检测机构的新建项目业务板块不断萎缩,面临着业务板块亟需转型的压力和挑战。与此同时,老旧既有建筑的存量大,建设技术标准要求较低,在“安全”、“绿色”、“智慧”等新型城镇化指标方面的升级潜力巨大,是新时期的一片蓝海。

工程建设检测机构如何迎接挑战、把握机遇,建议从以下几个方面作为切入点:

首先,围绕新型城镇化战略和城市更新政策,加紧树立技术、业务转型观念,以全员参与的紧迫感促进机构迈出升级探索的第一步。

第二,整合优势资源,提升机构资质和人员能力水平,在转型中建立机构核心竞争力。例如,在老旧既有建筑的“安全”领域,检测机构可补齐在结构体系层面的短板,提升技术人员对建筑结构的整体把握能力和结构安全的调查和验算能力;在产业链配套方面,可逐步拓展检测服务的内涵和外延,为产权人和使用人提供定期检测巡检、体检鉴定、结构劣化预警、维修养护、加固改造咨询等特色服务。

第三,抢占创新高地,针对新建建筑与既有建筑的检测条件差异和工况差异,总结优秀经验,研究相匹配的创新型、改进型检测方法,对接国际技术标准,解决既有建筑检测过程中的难点和痛点,开辟技术优势。

第四,积极接纳和应用无人机巡检技术、相控阵无损检测技术、智能监测预警技术、空间三维模型扫描技术、数据成果与BIM及CIM融合交汇技术等高新技术,助力检测行业在建筑存量时期走向智能化、高端化,赋能城市更新,加速实现行业高质量发展目标。

第五,以技能培训为抓手,边实践、边总结、边培训,强化检测人员素质,促进专精人才成形,打造更加专业、能力水平更强的人才队伍。

第六,“深度服务化”转型。检测机构



图1 标准赋能产业升级



图2 城市信息模型(CIM)平台

需改变传统的数据结果思维,以服务意识和更好促进城市更新为导向,做好产业链前后环节的衔接和润滑,为城市更新持续提供强有力的技术支撑。

第七,深挖市场需求。既有工程建成年代不同,所采用的建设标准也不同,检测机构可依托主管部门数据,挖掘不同建造年代、不同建设标准、不同情景的建筑

物细分市场需求，例如环境保护需求、延长工作年限需求、改变使用功能需求、提升抗震能力需求等等。针对这些需求，提前做好技术储备工作。

第八，抵制“内卷式”竞争。检测机构可在协会等团体框架下，自发组织开展抵制“内卷式”竞争的倡议和行动，优化行业市场环境，避免行业生态被破坏，为检测行业未来的健康发展铺平道路。

第九，建设深度诚信体系。诚信是检测机构的立身之本，采取强有力的诚信保证措施，树立诚信口碑，扭转负面评价，需要行业集体做，长期坚持做。

第十，提升智能化管理水平，采用自动化技术降低内部管理成本，提升工作效率，减少工作失误。例如，原始记录电子化、设备出入库管理和定位追踪自动记录，设备异常使用风险智能提醒等。

以上建议在各个落实层面都存在着不同程度的困难。然而，当前建设工程检测机构的传统检测项目面临这同质化严重、检测技术迭代缓慢、市场份额低迷等不利情况。值此转型关键期，只有一鼓作气、发挥钉钉子的精神、真抓实干，建工检测机构方能迎来峰回路转。

“谁无暴风劲雨时，守得云开见月

#### 附录 B (资料性) BIM交付模型样例

房屋安全鉴定BIM建模工作，可参照图B. 1至图B. 13进行操作。

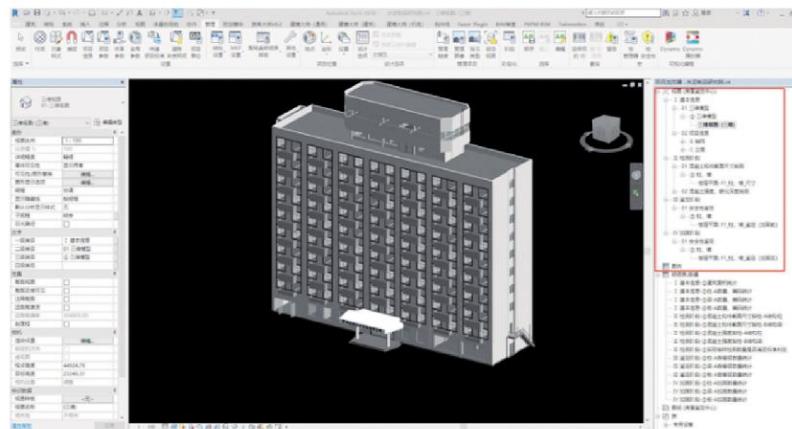


图 B. 1 项目信息

图 3 房屋安全鉴定建筑模型(BIM)

图 3 来源:苏州市地方标准房屋安全鉴定服务规范(DB3205/T 1105-2024)

明。”

业务转型，要有冲锋陷阵的勇气；质量提升，要有攻坚克难的决心；破茧重生，要有风雨无阻的坚韧！

“长风破浪会有时，直挂云帆济沧海！”

面对行业新前景新业态，建设工程检测机构的转型升级是大势所趋。各位检测同仁，新蓝海就在眼前！让我们一起携手并进，筑牢旧根基，紧跟新趋势，以检促新，以质赋能——拥抱检测转型升级，收获属于自己的新蓝海！

## 践行城市更新行动 推动城市高质量发展 转型升级背景下工程检测行业发展路径思考

◎文 / 中铁大桥局 刘凯

**摘要：**本文探讨了转型升级背景下工程检测行业在城市更新行动中的发展路径。随着城市更新行动的推进，既有建筑存量增大以及城市更新对检测鉴定需求进一步提升，检测行业迎来政策支持、市场规模扩大等机遇。然而，行业也面临商业地产发展平缓、人才短缺、区域发展不平衡等挑战。通过对这些机遇和挑战的分析，对检测行业在城市更新行动中的发展路径进行认真思考，以促进其更好地适应市场变化，为推动城市高质量发展作出积极贡献。

**关键词：**转型升级；检测行业；城市更新行动；机遇与挑战

### 一、引言

城市更新是城市发展到一定阶段的必然需求，它不仅关乎城市的物质环境改善，更注重经济、社会、文化和环境的均衡、可持续发展。在我国，老旧小区改造已成为城市更新的重要着力点，全国数以万计的老旧小区亟待改造，涉及居民上亿人，这一庞大的民生工程背后，蕴含着无限的发展潜力与商机。而检测行业作为城市更新行动中的重要一环，在转型升级的背景下，既面临着诸多机遇，也遭遇了不少挑战。深入研究检测行业在城市更新行动中的机遇和挑战，对于推动检测行业的发展以及城市更新行动的顺利实施具有重要意义。

## 二、城市更新行动中检测行业现状分析

### (一) 检测行业重要性日益凸显

在城市更新行动中,工程检测行业扮演着至关重要的角色。随着城市化进程的加速和人们对建筑质量、安全要求的日益提高,工程检测不仅成为确保城市更新项目顺利进行的关键环节,也是保障居民生命财产安全的重要手段。通过对老旧建筑、基础设施等进行全面、细致的检测,可以及时发现并解决潜在的安全隐患,为城市更新提供科学依据和技术支持。

### (二) 检测行业市场规模持续增长

随着城市更新行动的深入推进,工程检测行业的市场规模也在持续增长。一方面,大量老旧建筑需要进行检测、鉴定和加固处理,以符合现代城市生活的需求;另一方面,新建的城市更新项目也需要进行严格的质量检测,以确保工程质量 and 安全。这些因素共同推动了工程检测行业的快速发展。

### (三) 检测行业技术创新不断加强

在工程检测行业中,技术的应用不断创新和发展。智能化检测技术、无损检测技术等先进技术的应用,使得检测过程更加高效、准确。例如,通过集成传感器、大数据分析和人工智能算法,智能化检测系统能够实时监测建筑结构的健康状况,预测潜在的安全风险。这些技术的应用不仅提高了检测效率,也降低了检测成本,为



城市更新行动提供了更加便捷、高效的检测服务。

### (四) 检测市场竞争格局呈现多元化

工程检测行业的竞争格局呈现出多元化的特点。国有龙头企业、民营新锐和外资企业等不同类型的市场主体共同参与市场竞争。这些企业各自拥有不同的优势和特点,共同推动了行业的快速发展。同时,随着市场竞争的加剧,企业也在不断加强技术创新和服务质量提升,以赢得更多的市场份额。

### (五) 检测行业的挑战与机遇并存

在工程检测行业参与城市更新行动的过程中,也面临着一些挑战和机遇。一方面,技术手段和方法上存在一定的滞后性,需要不断更新和完善以满足复杂工程的检测需求;另一方面,信息化程度低、专业人才和设备资源相对不足等问题也需要行业内外共同努力加以解决。同时,随着绿色建筑、智能建筑等新兴领域的兴起和发展,工程检测行业也将迎来更多的市场机遇和挑战。

## 三、转型升级背景下检测行业在城市更新行动中面临的机遇

### (一) 政策支持带来的机遇

#### 1. 国家层面制度确立

2025年5月印发的《关于持续推进城市更新行动的意见》首次在国家层面确立“房屋全生命周期安全管理制度”,将房屋体检师角色纳入城市安全治理的核心架构。上海等22城试点“强制定期体检”,推动检测需求从“事故驱动”转向“制度驱动”。住建部最新印发的《城市更新规划编制导则》明确要求“先体检、后更新,无体检、不更新”,并将体检结果作为申请中央资金、专项债和更新贷款的核心依据。这些政策使房屋检测从可选服务变为法定动作,为检测行业带来了巨大的市场需求。



## 2. 相关制度形成闭环生态

国家出台的一系列政策文件鼓励和支持检验检测行业发展,包括《国家标准化发展纲要》《关于进一步深化改革促进检验检测行业做优做强的指导意见》等。这些政策为工程检测行业的快速发展提供了坚实保障。同步推进的房屋养老金制度,通过专项账户破解维修资金困局,使体检师的“诊断报告”可直接触发维修资金使用,形成“检测-维修-保险”的闭环生态。在房企债务重组加速的背景下,“保交楼”“交好楼”更将质量检测列为交房前置条件,进一步拓展了检测行业的业务范围。

### (二) 市场需求增长带来的机遇

#### 1. 既有建筑存量增大及城市更新需求

近几十年来,随着我国经济飞速发展,房地产、市政工程、公共交通工程等建设量位居世界前列,既有建筑的保有量越来越大。随着时间的推移,受自有缺陷、改造、灾害影响、使用寿命、环境影响等因素影响,既有建筑暴露的问题越来越多,一旦出现工程质量事故,将会对人民的生命财产带来巨大的危害。既有建筑改造、城市更新将是未来一个新的发展方向和研究课题,对应的检测、鉴定与评估市场有着巨大的潜力。仅老旧小区改造领域每年就催生超千亿检测需求。

#### 2. 检测行业市场空间广阔

随着城市化进程的加速,城市更新已成为城市发展的重要方向。这一过程中,老



旧城区、危旧房等需要进行全面改造和升级,而房屋检测作为城市更新的重要前置环节,其需求也随之持续增长。通过房屋检测,可以及时发现并消除房屋存在的安全隐患,为城市更新提供科学依据,确保改造工程顺利进行。因此,面对年均8万亿元的城市更新市场,检测行业的市场空间广阔。

### (三) 技术发展带来的机遇

#### 1. 数据驱动的发展趋势

随着物联网、大数据等技术的应用,建设工程项目中的数据采集和分析将会更加便捷高效,为质量检测提供更精准的数据支撑。检测行业可以利用这些数据,进行更深入的分析和评估,为城市更新项目提供更科学的决策依据。

#### 2. 数字化转型升级趋势

工程检测行业正经历从传统测量工具向数字化、智能化技术体系的革命性跨越。无人机测绘、三维激光扫描等新兴技术

的应用,将进一步提升检测效率和准确性。工程检测行业必须适应数字化、智能化产业转型升级趋势,组织开展检验检测数字化技术攻关和示范应用。数字化转型将提升检测效率和准确性,降低检测成本。

### 3. 智能化发展趋势

城市更新不仅推动了检测行业市场规模的扩大,还促进了技术的革新与智能化应用。随着人工智能、机器学习、物联网等技术的发展,检测行业逐渐实现了自动化和智能化。例如,利用机器视觉进行结构外观检测;利用大数据和云计算进行数据分析;利用无人机航拍、BIM建模等技术,可以更全面、准确地对建筑物进行检测和评估,减少人工检测的误差和工作量。这些新技术不仅提高了检测的精度和效率,还降低了人力成本和安全风险。因此,技术革新与智能化应用成为检测行业市场规模扩大的重要推动力。

## 四、转型升级背景下检测行业在城市更新行动中面临的挑战

### (一) 商业地产等行业发展趋势趋于平缓的挑战

虽然政府依然重视基建等工程项目的开展,但是在工程领域中占据重要地位的房地产行业的扩张在近年受到了较大的限制。中国的房地产市场调控仍然处于相对紧缩的状态,在房地产购置、土地供应等方面仍有较多限制。从2013年以来,新开工房屋面积虽呈现上涨的态势,但地产企业购置土地面积已经呈现下降的趋势,各大地产商对于土地的购入也趋向于保守。尽管政府保障房、棚户区改造等项目某种程度上会填补房地产市场下滑所带来的投资缺口,但总投资规模相较



于地产行业的体量还是相对较小。因此，地产行业投资的变化有可能会对工程类检验检测市场带来一定不利影响。

#### (二)人才短缺的挑战

市场爆发性增长遭遇人才供给的断层。据行业预测，未来五年全国房屋体检师岗位缺口将超 50 万人，覆盖政府监管、第三方检测、物业运维等 12 类场景。这种短缺已直接影响城市更新进程，如东部沿海某省危旧房改造因检测人员不足，项目被迫延迟两个月启动。而且现代房屋检测需融合红外热像、无人机航拍、BIM 建模等技术，传统建筑检测员缺乏 AI 算法与数字孪生技术的交叉能力，难以满足行业发展的需求。

#### (三)区域发展不平衡的挑战

以我国西南地区一省份建设工程质量检测行业为例，区域发展不平衡问题突出。省会等大城市聚集了优质资源，而部分地市机构数量少、技术能力弱。市场竞争加剧导致价格战频发，尤其是见证取样类业务利润率偏低，制约行业良性发展。



同样，中部地区建设工程质量检测行业市场规模相对较小，且竞争水平相对较低，虽然有转型升级的机遇，但也面临着科技创新投入不足、技术水平和服务能力有待提升等问题。

#### (四)新技术应用尚未普及的挑战

尽管一些新的检测技术和设备不断涌现，如无损检测、红外线检测、电磁波检测等。这些技术具有不同的特点和适用范

围，在城市更新行动中已得到广泛使用。但 AI、物联网等新技术在检测行业的应用尚未普及，科研成果集中在少数地市。如西南地区一省份全年全区检测机构参编标准 35 项、发明专利 60 项，主要来自省会城市等经济发达地区，技术研发整体投入不足。这使得检测行业在智能化、数据化发展方面受到限制，难以充分发挥新技术带来的优势。

## 五、转型升级背景下检测行业应对挑战的策略

### (一)抓住政策支持机遇，拓展行业业务领域

检测行业应密切关注国家和地方政府出台的相关政策，积极响应政策要求，参与到城市更新行动中。例如，根据“先体检、后更新，无体检、不更新”的政策要求，加大在房屋体检业务方面的投入，拓展相关业务范围。同时，利用房屋养老金制度形成的闭环生态，与维修、保险等行业加强合作，提供一站式服务。

### (二)加大人才培养力度，提升专业技能水平

针对人才短缺的问题，检测行业应加强与高校、职业院校的合作，开设相关专业课程，培养适应行业发展需求的专业人才。此外，还可以通过开展培训课程，对现有从业人员进行技术培训，提升他们的专业技能和综合素质。例如，中国灾害防御协会的培训课程精准对接市场需求，面向验房机构、房地产中介、物业服务、建筑检测等 12 类从业人员，通过系统化教学提升学员在材料评估、结构诊断、设备设施

诊断等核心环节的检测能力。

### (三)推动区域协调发展，加强技术合作交流

对于区域发展不平衡的问题，各地检测行业应加强合作交流，实现资源共享、优势互补。发达地区的检测机构可以通过技术输出、人员培训等方式，帮助欠发达地区提升检测技术水平和服务能力。同时，行业协会可以发挥协调作用，组织开展区域间的合作项目，促进区域检测行业的共同发展。

### (四)加大科技创新投入，推动技术创新发展

检测行业应加大在科技创新方面的投入，积极引入和应用物联网、大数据、人工智能、机器视觉等新技术，提高检测效率和准确性。例如，利用大数据分析技术对检测数据进行深度挖掘，为城市更新项目提供更有价值的决策建议；利用人工智能技术实现检测过程的自动化和智能化，减少人工干预，提高检测质量。

## 六、结论

2025 年 7 月 14 日，中央城市工作会议提出，坚持因地制宜、分类指导，以建设创新、宜居、美丽、韧性、文明、智慧的现代化人民城市为目标，以推动城市高质量发展为主题，以坚持城市内涵式发展为主线，以推进城市更新为重要抓手，大力推动城市结构优化、动能转换、品质提升、绿色转型、文脉赓续、治理增效，牢牢守住城市安全底线，走出一条中国特色城市现代化新路子。

面向未来，在转型升级背景下，检测行业在城市更新行动中既面临着政策支持、市场需求增长、技术发展等诸多机遇，也遭遇了商业地产发展平缓、人才短缺、区域发展不平衡、新技术应用尚未普及等挑战。检测行业应充分认识到这些机遇和挑战，采取有效的应对策略，抓住政策机遇，加强人才培养，推动区域协调发展，加大科技投入，在实现自身可持续发展的同时，以实施城市更新行动为抓手，为推动城市高质量发展作出积极贡献。

# 科技深度融入检测行业 赋能城市更新健康发展

◎ 文 / 中工武大设计集团 余涌江

今年4月底,母公司山东高速集团公司组织一次题为《外部市场开拓进城业务专题培训》的市场人员培训活动,主要针对近些年越来越受国家政策支持和行业关注的城市更新业务,企业如何进行破冰和布局,从而加快企业自身的转型升级,提升市场核心竞争力,为期三天密集封闭式培训学习,让我收获颇丰。6月初,大学一位非常好的同学,毕业后一直深耕保险行业,如今也是行业大咖,在出差路经武汉时,约我见个面,聊聊行业发展的趋势问题。从聊天中,获知保险行业正在与现今发展如火如荼的AI产业进行深度融合和战略合作,通过AI技术和机器人应用大力发展城市更新检测、监测业务,发展势头非常迅猛,这让我印象非常深刻。本期就来聊聊城市更新中检测监测业务这个话题。

## 一、房屋检测概念及内涵

房屋检测,也称房屋质量检测、房屋安全鉴定或房屋状况评估,是指由具备专业资质的机构或人员,运用科学的方法和技术手段,对房屋的物理状况、结构安全、使用功能、环境影响等方面进行系统、全面、客观的检查、测试、分析和评价的活动。其首要目的,是评估房屋的结构安全。这是房屋检测最核心的内涵。判断房屋的主体结构是否安全可靠,是否存在影响整体稳定性的隐患,是否能承受设计荷载;其次,评估其使用功能与性能是其重要目的。检查房屋的围护结构、设备设施是否完好,功能是否正常,是否存在影响正常使用的缺陷。此外,还可以用于明确房屋现状与价值,从而为房屋交易、抵押贷款、保险理赔、改造装修、司法纠纷、历史建筑保护等提供客观、权威的现状依据和价值判断基础。



## 二、房屋检测类型

房屋检测是保障建筑安全、维护资产价值的重要环节。根据检测目的、对象、深度和时效性,可分为多种类型。

序号	类型	适用场景	检测重点
1	常规验房(购房检测)	二手房交易、新房交付前	可见缺陷(裂缝、渗水、空鼓)、设备功能(水电、门窗)、装修质量、基本安全隐患
2	专项检测	针对特定问题(如漏水、裂缝、沉降)	深入分析单一问题成因与影响(如裂缝走向、渗水源、结构变形量)
3	房屋完损性检测	老旧房屋定期检查、灾后(火灾/地震)评估、装修改造前	结构损伤程度(裂缝宽度/深度)、材料老化(混凝土碳化、钢筋锈蚀)、非承重构件损坏
4	房屋安全性检测	存在明显安全隐患(倾斜、异响)、改变使用功能(住宅改商铺)、加层/拆改承重墙后	结构承载能力、整体稳定性、抗震性能、损伤对安全的影响等级(A/B/C/D级)
5	房屋抗震鉴定	位于地震区的老旧建筑、重点保护建筑、学校/医院等公共设施	结构体系合理性、材料强度、构造措施、抗震薄弱环节、综合抗震能力指数
6	应急检测	自然灾害(地震/台风/洪水)、事故(爆炸/撞击)后	快速判定结构危险程度(倒塌风险)、划定危险区域、指导应急加固或拆除
7	长期健康监测	超高层建筑、大型桥梁、历史保护建筑、存在慢性病害的建筑	实时采集振动、位移、应变、裂缝变化等数据,预警异常状态

### 三、房屋检测的实施路径

上表列出房屋检测的常见类型,那对于如何进行业务开展,其实施途径往往包括以下几种:

#### (1)传统人工检测

所谓传统的人工检测,即检测机构专业人员和技术人员利用如卷尺、裂缝观测仪、回弹仪(测混凝土强度)、钢筋扫描仪、空鼓锤、湿度仪、望远镜等检测工具,通过目视检查、敲击听音、手动记录、绘制损伤草图等方法进行房屋安全检测和诊断,其适用于常规验房、简单专项检测和表面缺陷排查。由于检测人员自身专业能力和业务经验的局限性,这种检测方法存在较明显的短板,如依赖经验、效率低、高空 / 隐蔽部位难覆盖、主观性强、数据量化不足等。

#### (2)仪器辅助精密检测

随着检测技术的发展和精密仪器的应用,借助仪器辅助检测,可提升检测的精密性和准确度,如使用红外热成像技术,可检测渗漏、空鼓、保温缺陷(通过温度差异);利用超声波探伤技术,可探测混凝土内部空洞、裂缝深度;采用冲击回波法,可检测评估板厚以及内部缺陷;借助雷达探测,可定位钢筋分布、保护层厚度、管线走向。

#### (3)智能化检测(AI + 硬件)

随着智能技术的发展和AI技术的应用,检测智能化已成为趋势,最典型的代表为无人机检测、机器人检测、三维激光扫描和AI视觉识别:



**无人机(UAV)检测:**其主要应用于外墙裂缝扫描、屋顶破损排查、倾斜摄影建模等领域,优势体现在覆盖高空危险区域、快速生成高清全景图、AI自动标注缺陷。

**机器人检测:**可利用机器人完成如高空、受限空间等作业人员无法抵达或风险较大的检测工作,如利用爬墙机器人检查玻璃幕墙、瓷砖空鼓;借助管道机器人来探查排水管堵塞、破裂。

**三维激光扫描:**快速获取建筑毫米级点云模型,用于变形分析(对比历史数据)、工程量核算、BIM逆向建模。

**AI 视觉识别:**自动分析无人机 / 摄像

头拍摄的图像,识别裂缝类型、尺寸、渗水区域,生成数字化报告。

#### (4)结构健康监测系统(SHM)

该系统主要集成传感器高敏感度性能和物联网技术,通过数据的实时监测和分析,24小时守护结构安全:

**传感器网络:**安装位移计、倾角计、应变计、加速度计等实时采集数据。

**物联网(IoT):**数据无线传输至云平台。

**AI 数据分析:**自动预警异常振动、沉降加速、裂缝扩张等风险,实现预测性维护。

### 四、AI 技术在房屋检测中的应用

今年科技领域最热门的话题自然离不开AI。AI也正在建筑检测行业掀起一起旷古绝今的革命浪潮:

#### 1. 自动化视觉检测与缺陷识别:

利用无人机 / 机器人 +AI 视觉技术,搭载高清摄像头、热成像仪、激光雷达等传感器,自动采集建筑(外墙、屋顶、桥梁、大型结构内部如管道)的图像 / 视频 / 点云数据,通过AI模型自动分析这些数据,从而识别如结构裂缝、腐蚀 / 锈蚀、渗漏 /

潮湿、空鼓 / 剥落以及变形 / 沉降等缺陷和问题。其优势体现在大幅减少人工登高、进入危险区域的风险;覆盖范围广、速度快;检测结果客观、可量化、可追溯;生成详细的缺陷分布图。

#### 2. 结构健康监测与预测性维护:

整合来自安装在结构上的传感器(如加速度计、应变计、倾角计、温湿度传感器)的实时数据流,借助AI模型(时间序列分析、机器学习、深度学习)分析这些数

据,从而获得检测对象的异常情况、状态评估、损伤诊断、剩余寿命预测以及荷载识别信息。其最大的优势体现在实现7x24小时不间断监测;早期发现潜在问题,避免灾难性事故;从被动维修转向预测性维护,优化维护计划和成本。

#### 3. 建筑材料性能评估:

建筑材料性能的破坏或退化往往会导致质量问题或事故的发生。利用红外热成像、超声波、冲击回波、探地雷达等无损

检测技术获取数据，实现非接触式评估。AI 分析这些数据，可获得混凝土强度 / 内部缺陷、钢筋锈蚀程度、木材腐朽 / 虫蛀和材料退化分析信息。其优势主要体现在提供更深入、更客观的材料内部状态信息，从而减少破坏性检测的需要。

#### 4.施工质量监控与验收：

将 AI 技术应用于施工阶段，可实现进度与合规性检查、缺陷实时发现和自动化验收报告，从而提高施工过程质量控制效率，减少返工成本，确保最终成果符合要求。

#### 5.历史建筑与文化遗产保护：

历史建筑与文化遗产最大的价值体现在因时间不可逆转而产生的不可复制性。借助 AI 技术，采用高精度扫描和摄影



测量生成精细 3D 模型，形成精细测绘与损伤记录；定期扫描对比，监测古建筑的微小形变或损伤发展，完成变形监测，有了详尽的损伤分布和量化数据，可辅助保护专家制定修复方案。

AI 正成为建筑检测行业转型升级的核心驱动力，通过自动化、智能化手段，解决了传统检测方法的诸多痛点，在提升效率、精度、安全性和数据价值方面展现出巨大潜力。

## 五、检测之于城市更新的意义所在

所谓城市更新，其核心在于“更”，即“变”，哪些需要变，是进行城市更新首先要确定的，而这主要依赖于检测工作，其在城市更新中扮演着基础性、先导性和保障性的关键角色，其重要性体现在以下几个方面：

### 1、精准诊断：为城市更新决策提供“科学依据”

(1)结构安全“把脉”：通过专业仪器（如钢筋扫描仪、裂缝测宽仪、应力波检测）精准识别老旧房屋的结构损伤裂缝、倾斜、沉降、材料老化），从而提供“检测报告”，避免盲目进行改造。

(2)隐蔽隐患“透视”：利用红外热成像检测墙体空鼓，地质雷达探测地下管线渗漏，避免施工中突发塌陷、管线爆裂等次生灾害。

(3)历史建筑“体检”：对历史保护建筑进行无损检测（三维激光扫描、微钻阻力仪），量化木结构虫蛀、砖石风化程度，为“修旧如旧”提供精准修复方案。

### 2、降本增效：优化更新方案与资源分配

#### (1)精准分类施策

检测数据将房屋分为“拆除重建类”（结构严重损坏）、“改造提升类”（局部加固 + 功能升级），“保护修缮类”（历史价值

高），避免“一刀切”浪费资金。

#### (2)延长建筑寿命

检测后针对性加固可使老旧房屋寿命延长 20-30 年，减少重复投资。

#### (3)减少法律风险

提供第三方检测报告作为改造依据，规避因房屋损坏引发的居民维权纠纷。

### 3.技术赋能：驱动城市更新智能化

#### (1)数字孪生底座构建

通过 BIM+ 三维扫描生成房屋“数字孪生体”，在虚拟空间模拟改造方案。

#### (2)动态监测预警系统

在施工阶段植入传感器，实时监测振动、位移数据，及时预警风险。

#### (3)材料循环利用指导

检测、评估、拆解材料的强度与污染状况，指导钢筋、砖块等回收再利用。

### 4.民生保障：守护居民安全与权益

#### (1)破解“改不改”争议

用检测数据客观展示房屋隐患（如出具渗水率、钢筋锈蚀图谱），从而更好说服、推动居民支持改造活动。

#### (2)预防安全事故

安全事故重点在于“预防”。最典型的是 2021 年苏州酒店坍塌事故后，全国强化老旧建筑强制检测，仅 2023 年就排查出危房 12.7 万栋，转移居民超百万。

### (3)提升居住品质

通过仪器检测室内甲醛、隔声性能等指标，从而推动城市更新后健康住宅标准落地。

### 5.推动可持续发展

任何行业的发展，能冠以“健康”二字，其衡量原则离不开“正循环”和“可持续”。对于建筑行业而言，更是如此。当前行业已从传统爆炸式扩张的增量市场转换到精细化发展的城市更新存量市场。只有依托科学、高效的监测数据、检测资料和诊断报告，才能“对症下药”，达到预期的更新改造目标，从而实现行业的可持续性发展。

## 结语

房屋检测是城市更新从“经验驱动”转向“数据驱动”的核心枢纽，在城市更新中扮演着核心支撑角色，是保障更新过程安全、科学、高效和可持续的关键环节，它如同城市的“听诊器”，在安全底线、成本控制、文化传承与技术创新之间建立精密平衡。未来随着 AI 视觉检测、无人机群普查等技术的普及，房屋检测将进一步成为城市有机更新的智慧引擎，让每一寸更新都建立在“可知、可控、可续”的科学基石之上。

## ●专项研讨

# 基于CCIWOA-BP神经网络的移动荷载参数识别研究

◎文 / 武汉汇科质量检测有限责任公司 万李兴

**摘要:**准确获取桥梁移动荷载参数是桥梁结构健康监测的关键环节,对桥梁耐久性研究、活载效应评估、超载超速管控及交通量统计具有重要意义。本文提出了一种基于混沌映射和自适应权重优化的鲸鱼算法(CCIWOA),并建立了桥梁有限元模型,通过正交实验方案完成瞬态分析,构建了具有代表性和遍历性的参数识别样本库。在此基础上,发展了基于 CCIWOA-BP 神经网络的移动荷载参数识别方法。研究结果表明,该模型对桥梁上方行驶的车辆荷载参数具有较高的识别精度和敏感性。

**关键词:**桥梁工程;移动荷载参数识别;BP 神经网络;数值仿真

## 1 引言

桥梁移动荷载参数的准确识别是桥梁健康监测的核心问题之一。目前,车辆速度监测主要依赖雷达微波测速和视频监控测速技术,但这些方法存在设备成本高、安装维护复杂等问题。车辆载重识别则主要采用动态称重技术,如路面动态称重(Pavement-based WIM)和桥梁动态称重(B-WIM),但这些方法受限于路面刚度和不平整度的影响,识别精度有限。

近年来,基于神经网络的移动荷载参数识别方法逐渐受到关注。然而,传统 BP 神经网络存在收敛速度慢、易陷入局部极小值等缺陷。为此,本文提出了一种改进的鲸鱼优化算法(CCIWOA),并结合 BP 神经网络,构建了高效的移动荷载参数识别模型。

## 2 改进的鲸鱼优化算法(CCIWOA)

### 2.1 鲸鱼优化算法

鲸鱼优化算法(简称 WOA)是由 Mirjalili 于 2016 年提出的一种新型群体智能优化算法。该算法的背景为座头鲸包围猎物、Bubble-net 攻击方式和随机搜索猎物三种捕食行为。

#### (1)包围猎物

“包围猎物”表示鲸鱼可以识别猎物的位置并将其包围。这种行为的数学原理如下:

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}^*(t) - \vec{A} \vec{D} \quad (2.1)$$

$$\vec{D} = |\vec{C} \square \vec{X}^*(t) - \vec{X}(t)| \quad (2.2)$$

$$\vec{A} = 2|\vec{a}| \vec{r} - \vec{a} \quad (2.3)$$

$$\vec{C} = 2\vec{r} \quad (2.4)$$

上式中,  $\vec{X}$  为鲸鱼位置,  $\vec{X}^*$  为鲸鱼当前最佳位置,  $\vec{A}$  和  $\vec{C}$  为系数向量,  $t$  为迭代次数,  $\vec{a}$  在迭代过程中从 2 线性减少到 0,  $\vec{r}$  为  $[0,1]$  内均匀分布的随机向量, “ $\parallel$ ” 表示绝对值运算, “ $\square$ ” 表示点乘。式 2.1 针对 2 维的基本原理如图 2.1 所示。

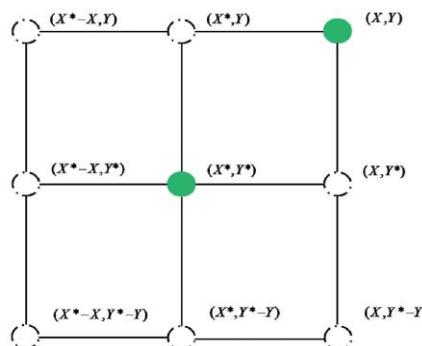


图 2.1 搜索空间

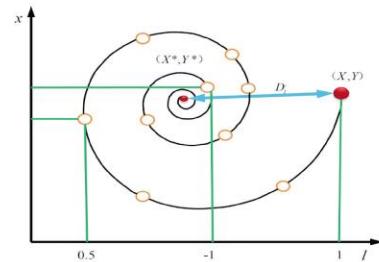
#### (2)Bubble-net 攻击方式

“Bubble-net 攻击方式”表示座头鲸在一个不断缩小的区域内绕着猎物游动(收缩包围机制)和沿着螺旋形路径游动(螺旋位置更新)。假设有 50% 的可能性在收缩包围机制和螺旋模型之间进行选择,以便在优化过程中更新鲸鱼的位置,其数学模型如下:

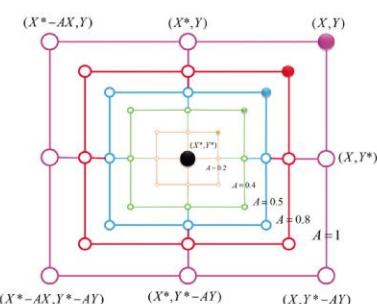
$$\vec{X}(t+1) = \begin{cases} \vec{X}^*(t) - \vec{A} \vec{D} & \text{if } p \\ \vec{D} e^{b l} \cos(2\pi l) + \vec{X}^*(t) & \text{if } p \end{cases} \quad (2.5)$$

$$(2.5)$$

上式中,  $\vec{D} = |\vec{C} \square \vec{X}^*(t) - \vec{X}(t)|$  表示第  $i$  头鲸鱼与猎物(当前最佳解)之间的距离,  $b$  为常数表示螺旋更新曲线形状,  $l$  是  $[-1, 1]$  之间的随机数。鲸鱼螺旋位置更新和收缩包围机制图例如图 2.2 所示。



a) 螺旋位置更新



b) 收缩包围机制

图 2.2 Bubble-net 攻击方式

(3) 随机搜索猎物

“随机搜索猎物”表示鲸鱼根据同伴之间的位置对猎物进行随机搜索,这种行为可增强 WOA 算法的全局搜索能力并在一定程度上避免 WOA 算法陷入局部极小值。其搜索代理更新位置的数学模型如式 2.6 所示。

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}_{rand} - \vec{A} \square \vec{D}^*$$

(2.6)

上式中,  $\vec{D}^* = |\vec{C}(\vec{X}_{rand} - \vec{X}(t))|$ ,  $\vec{X}_{rand}$

为当前迭代中随机选择的鲸鱼个体。

## 2.2 混沌映射和自适应权重优化

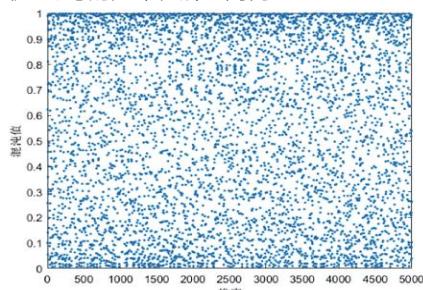
尽管鲸鱼优化算法(WOA)具备鲁棒性良好、收敛速度快等优点,但近年来国内外学者研究表明传统的鲸鱼优化算法在处理复杂问题时仍然存在求解精度不佳、收敛速度缓慢以及易陷入局部最优等缺陷。为了减少算法性能因素所导致的移动荷载参数识别误差,本文将从鲸鱼算法的种群初始化和捕食策略这两个方面对 WOA 进行改进。

(1) 混沌映射优化初始种群

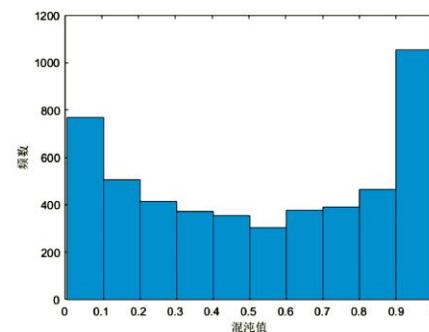
混沌映射能够增强种群的遍历性和随机性,提升鲸鱼算法的全局搜索能力和收敛速度,本文采用 Cubic 映射初始化种群,其中 Cubic 映射数学原理见式 2.7。

$$x_{k+1} = \rho x_k (1 - x_k^2) \quad (2.7)$$

上式中  $\rho$  表示映射因子,  $k$  表示映射次数,  $x_k$  表示第  $k$  次映射函数值。假定  $x_1$  为 0.1、 $\rho$  为 2.595、映射次数为 5000 次,Cubic 混沌映射图如图 2.3 所示。表明 Cubic 混沌映射能够在 [0,1] 随机、遍历的分布,可采用 Cubic 映射初始化鲸鱼算法的种群,使得鲸鱼初始位置尽可能随机、均匀的分布在解空间内。



a) 维度 - 混沌值



b) 混沌值 - 频数

图 2.3 Cubic 混沌映射分布图

(2) 非线性收敛因子优化搜索能力

如式 2.3 所示,鲸鱼算法(WOA)的全局搜索和局部寻优能力主要取决于收敛因子  $\alpha$  的变化。在标准的鲸鱼算法中,收敛因子  $\alpha$  与算法的迭代次数线性相关,但此种线性调整策略无法充分体现鲸鱼种群的实际狩猎行为,并且在迭代后期由于收敛因子线性变化至 0,算法易因收敛因子较小而陷入局部最优解。为了平衡鲸鱼算法迭代前期全局搜索能力和后期局部寻优能力,本文受文献的启发,在鲸鱼算法中引入了非线性收敛因子  $\alpha$ ,如式 2.8 所示。

$$\alpha = 2 \left[ 1 - \sin \left( \mu \frac{t}{t_{max}} \pi + \varphi \right) \right] \quad (2.8)$$

上式中,  $\alpha$  为非线性收敛因子、 $t$  为当前迭代次数、 $t_{max}$  为最大迭代次数、 $\mu$  和  $\varphi$  均为相关系数,在本文研究中分别取 0.5 和 0。假定迭代次数为 1000 次,则收敛因子随迭代次数非线性变化关系图如图 2.4 所示。

随着迭代次数的增加而非线性递减。迭代初期  $\alpha$  的衰减程度较高,鲸鱼能够以较大步幅进行全局搜索,在提高全局搜索能力的同时,也提升了算法的计算速度;迭代后期,  $\alpha$  的衰减程度逐渐减小,鲸鱼的移动步幅降低,能够更加精确地寻找最优解,并且由于收敛因子的减小速度逐渐降低,亦可避免因收敛因子速降导致算法陷入局部最优解。从而高效的实现了全局搜索挖掘能力和局部搜索开发能力的平衡。

(3) 自适应权重优化搜索机制

鲸鱼算法的连接权重对于算法的全局搜索和局部挖掘能力直接相关,一般而言,较大的连接权重能够增强算法的全局搜索能力,较小的连接权重能够提升算法的局部寻优能力。在标准鲸鱼算法的捕食策略(收缩包围机制)中,连接权重为不变常量,受到粒子群算法(PSO)的启发,本文提出了一种自适应权重策略,自适应权重表达式如式 2.9 所示:

$$\omega = \sin \left( \frac{\pi \square t}{2 \square t_{max}} + \pi \right) + 1 \quad (2.9)$$

上式中,  $t$  为当前迭代次数,  $t_{max}$  为最大迭代次数,假定迭代次数为 1000 次,则自适应权重随迭代次数非线性变化关系图如图 2.5 所示。

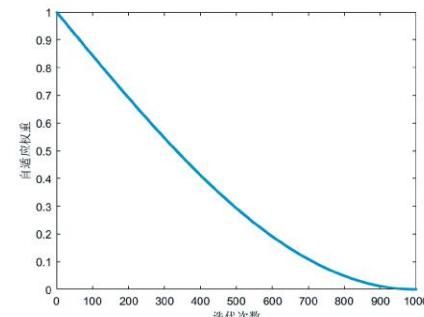


图 2.5 自适应权重分布图

在每个鲸鱼个体进行包围猎物或螺旋更新位置时采用自适应权重策略更新当前鲸鱼位置,前期较大的权重能够加速种群收敛,后期较小且变化速率缓慢的权重能够有效防止算法陷入局部最优解。鲸鱼种群经过自适应权重优化后的捕食策略表达式如式 2.10、2.11 所示:

$$\vec{X}(t+1) = \omega \square \vec{X}^*(t) - \vec{A} \square \vec{D} \quad \text{if } p \leq 0.5 \quad (2.10)$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{D}^T e^{b_1} \cos(2\pi t) + \omega \vec{X}(t) \quad \text{if } p > 0.5 \\ (2.11)$$

如上所示,通过在鲸鱼算法中引入混

沌映射和非线性收敛因子以及自适应权重策略后,提出了一种基于混沌映射和自适应权重的鲸鱼优化算法(命名为CCIWoa),该算法首先通过Cubic混沌

映射初始化鲸鱼种群,再通过引入非线性收敛因子和自适应权重策略平衡鲸鱼算法的全局搜索能力和局部挖掘能力。使得算法的求解精度和收敛速度得到提升。

### 3 基于 CCIWOA-BP 神经网络的移动荷载参数识别

#### 3.1 移动荷载参数识别原理

##### 3.1.1 移动荷载参数识别基本原理

在利用BP神经网络识别移动荷载参数(车道、速度、载重)时,需先根据桥梁反应特征提取敏感信号作为输入,待识别参数为输出。为提高精度和简化结构,采用分阶段识别技术。首先,通过主梁响应峰值差异建立车道识别模型;其次,利用车辆通过桥梁不同截面时间差建立车速识别模型;最后,将已识别的车道和速度与桥梁响应作为输入参数,建立车辆载重识别模型。此过程通过选择适当网络结构和学习算法训练神经网络,调整连接权值以匹配期望输出,实现移动荷载参数的精准识别。

##### 3.1.2 参数识别样本库

以某预应力简支箱梁桥为例,根据车辆行驶车道、速度、车辆重量的不同在ANSYS中对不同组合下的工况进行数值仿真模拟,以数值仿真的结果作为参数识别的样本库。本文采用正交实验设计方法[64]的原理来创建特征代表性强、类别均衡高效的样本库。本文在正交实验方案中分别考虑了三个因素,分别是车道、车速和车辆载重,每个因素考虑四个水平数。为了更加贴切实际工程,车道水平分别为车道1、车道2、车道3和车道4,车速水平分别为15m/s、20m/s、25m/s和30m/s,为了模拟实际运营的车辆重量,使得车辆重量水平能够包含绝大多数车辆,依据《道路交通管理机动车类型》车辆重量分别考虑2000kg、5000kg、10000kg和20000kg。对车道、车速以及车辆载重在SPSS中创建正交实验方案,如表3.1和表3.2所示。

上述表3.2中16组实验方案,I、J、K分别表示车辆作用车道、行驶速度和载重

表3.1 因素与水平表

因素和水平	车道	车速(m/s)	载重(kg)
1	车道1	15m/s	2000
2	车道2	20m/s	5000
3	车道3	25m/s	10000
4	车道4	30m/s	20000

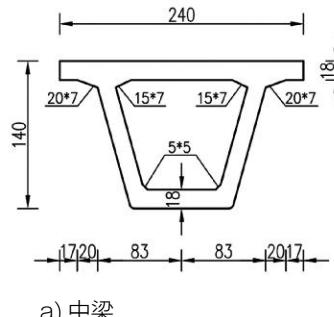
表3.2 正交实验方案

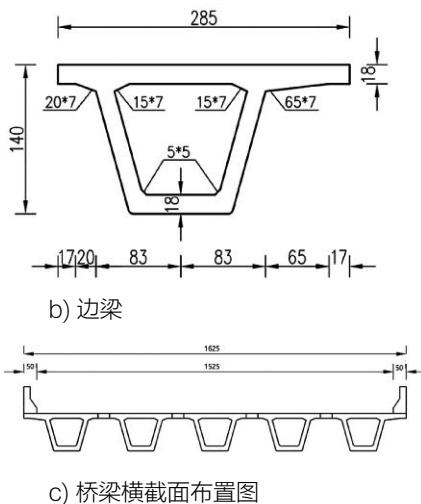
实验编号	作用车道(I)	车速(J)	车重(K)
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	1	4	4
5	2	1	2
6	2	2	1
7	2	3	4
8	2	4	3
9	3	1	3
10	3	2	4
11	3	3	1
12	3	4	2
13	4	1	4
14	4	2	3
15	4	3	2
16	4	4	1

三个因素,每个因素包含4个水平。每一行表示一组实验方案,以第1组实验为例,表示为I1J1K1,其含义为:第一组实验是重量为2000kg的车辆以15m/s的速度从车道1上驶过桥梁,其余各组实验含义以此类推。

本文选取跨径为25m的装配式简支箱梁桥作为数值模拟对象,该桥梁由五片小箱梁装配而成,箱梁的中、边梁尺寸图及桥梁横截面布置图如图3.1所示。梁体采用C50混凝土,其弹性模量E=3.45×

1010N/m<sup>2</sup>,泊松比=0.2,密度=2600kg/m<sup>3</sup>。





c) 桥梁横截面布置图

图3.1中边梁及桥梁横截面布置图

在 ANSYS 中依据简支箱梁桥的结构参数建立有限元模型如图 3.2 所示。如图 3.3 所示, 选定桥梁的 1/4 截面 (A-A)、1/2 截面 (B-B) 和 3/4 截面 (C-C) 作为控制截面, 并以每片梁 (1# 梁、2# 梁、3# 梁、4# 梁、5# 梁) 梁底中心线与控制截面相交的节点作为数据采集点, 合计 15 个数据采集点。数据采集点以“梁号 #- 控制截面号”命名, 以 1#-A 为例, 表示 1# 梁在 A-A 控制截面的数据采集点。

为了简化计算, 假定车辆在行驶过程中不会出现加速、超车和刹车等行驶行为, 并将车辆模型简化为一个移动的集中力沿车道中心线匀速通过桥梁。对表 3.2 中 16 组实验方案分别在 ANSYS 中进行瞬态动力分析, 得到各组方案条件下桥梁控制点动挠度响应。



图 3.2 简支箱梁桥有限元模型

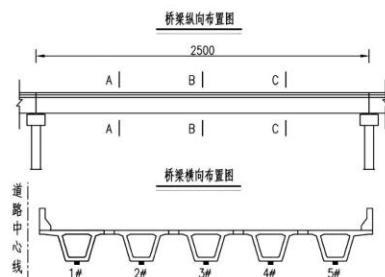


图 3.3 主梁和控制截面布置图

### 3.1.3 移动荷载参数识别

#### (1) 移动荷载参数识别原理

移动荷载参数(车道、车速、载重)采用分阶段识别方法, 其车道识别原理为当车辆通过桥梁时, 桥梁控制点的位移时程曲线数值大小与移动荷载位置之间的相互关系, 即车辆行驶位置处主梁的位移时程曲线数值在同一时间条件下均大于其他主梁, 且距离车辆行驶位置越远的主梁位移时程曲线数值越小; 车速识别原理为依据匀速行驶的车辆通过桥梁不同控制截面的时间差来间接识别车辆行驶速度, 如图 3.4 所示。当移动荷载的车道与速度识别完成后, 桥梁控制点在移动荷载作用下的挠度响应大小仅与移动荷载大小(车辆载重)相关, 如图 3.5 所示, 当车辆速度和作用车道保持不变, 桥梁控制点的位移时程曲线数值随着车辆载重的增加而增加, 故依据此规律识别车辆载重。

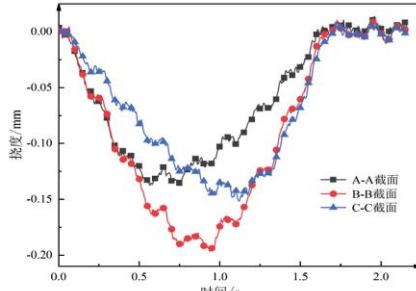


图 3.4 位移时程曲线图(车速)

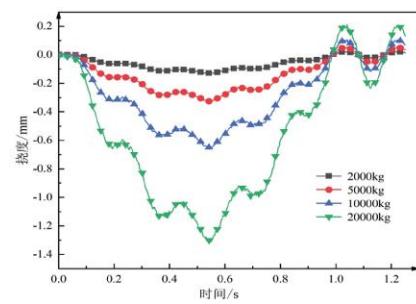
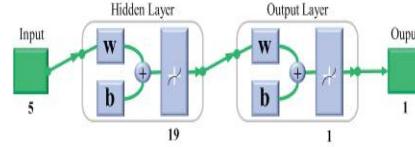


图 3.5 位移时程曲线图(载重)

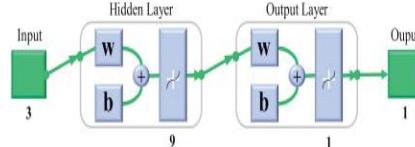
#### (2) 移动荷载参数识别模型

基于上述移动荷载参数识别原理通过 MATLAB 别以 ANSYS 数值模拟的每片梁 B-B 控制截面的位移时程曲线为输入参数, 以同一时刻下的车道所在主梁的位移值作为输出参数构建 CCIWOA-BP 神经网络车道模型、以主

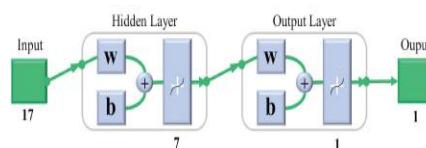
梁的不同控制截面时间差  $\Delta T_{AB}$ 、 $\Delta T_{BC}$  和  $\Delta T_{AC}$  为输入参数, 以车辆速度作为输出参数构建 CCIWOA-BP 神经网络车速模型和以及桥梁各信号采集点的位移时程曲线作为输入参数, 以车辆载重作为网络模型的输出参数建 CCIWOA-BP 神经网络载重模型。各参数 CCIWOA-BP 神经网络识别模型如图 3.6 所示。



a) 车道识别模型



b) 车速识别模型



c) 载重识别模型

图 3.6 CCIWOA-BP 神经网络识别模型

#### (3) 移动荷载参数识别结果

为验证模型的有效性, 将本文建立的 CCIWOA-BP 预测模型对样本库的预测结果与传统的 BP 神经网络进行对比实验。将上述样本库预测集数据作为对比实验的输入, 以验证模型在获得不同数据情况下对移动荷载参数的预测效果。

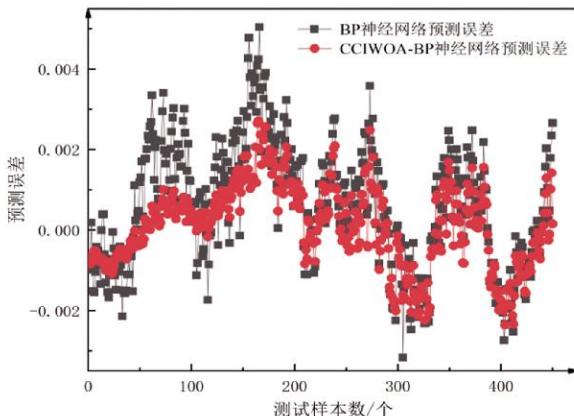
本文采用均方根误差(RMSE)、平均绝对百分比误差(MAPE)、决定系数( $R^2$ )和相关系数(Correlation Coefficient, CC)作为移动荷载参数识别模型的预测结果评判指标, 经预测集数据对比, 车道、车速及载重的性能预测结果如表 3.3 所示:

表 3.3 车道、车速及载重的性能预测结果

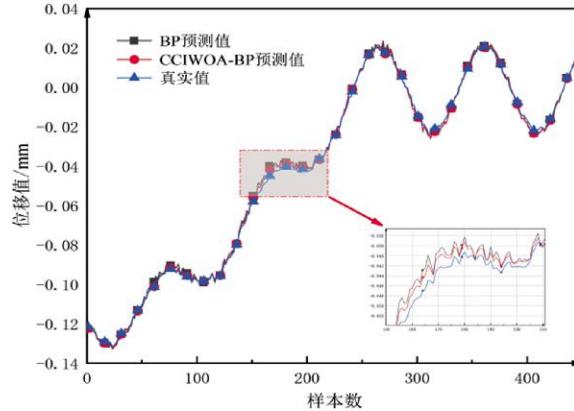
表 3.3 车道、车速及载重的性能预测结果

由表 3.3 可知, CCIWOA-BP 移动荷载参数识别模型的预测速度较快、误差较小, 鲁棒性强, 其预测值与真值对比如图 3.7 所示。

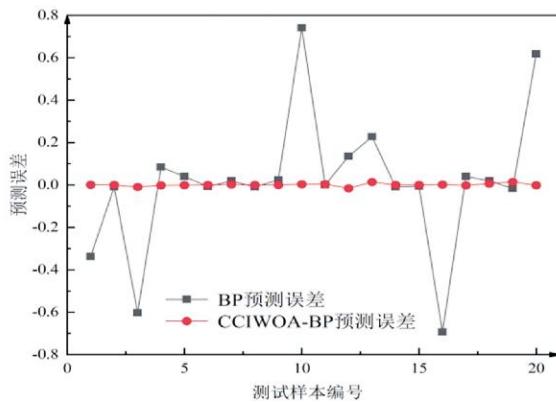
	<b>RMSE</b>	<b>MAPE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CC</b>
车道识别模型	0.0011	8.874e-04	0.9995	0.9997
车速识别模型	0.0065	0.0002	1.0000	1.0000
载重识别模型	0.0048	0.0018	0.9842	0.9734



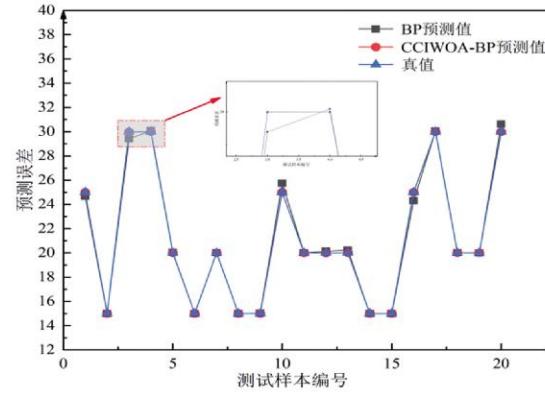
a) 预测误差对比(车道)



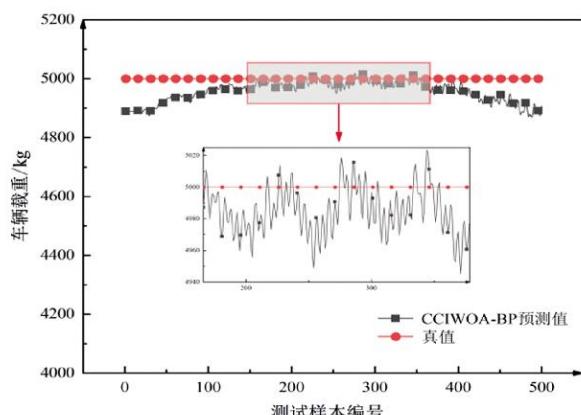
b) 真实值与预测值对比图(车道)



c) 预测误差对比(车速)



d) 实值与预测值对比图(车速)



e) 实值与预测值对比图(载重)

图 3.7 CCIWOA-BP 神经网络预测结果对比图

#### 4 结论

本文改进了传统鲸鱼算法, 提出了一种基于混沌映射和自适应权重优化的鲸鱼算法(CCIWOA)。基于改进后的鲸鱼算法发展了基于 CCIWOA-BP 神经网络的移动荷载参数识别方法。依托某简支小箱梁建立了数值分析模型, 建立了车道、车速及载重识别模型, 完成了移动荷载参数(车道、车速及载重)识别模型的识别研究, 为桥梁健康监测与时程可靠度分析提供了理论基础, 主要得出如下结论。

1) 采用混沌映射原理和自适应权重策略能够增强传统鲸鱼算法的全局搜索能力和局部挖掘能力, 提高传统鲸鱼算法的鲁棒性、收敛速度和计算精度。

2) 基于 CCIWOA-BP 神经网络的移动荷载参数识别方法能够较为准确的识别车道、车速及车辆载重, 同时各参数识别速度较快, 精度高, 鲁棒性强, 即本文所提构建的移动荷载参数识别模型能够较为准确的识别出桥梁上方的移动荷载参数。

# 转型驱动 检测赋能城市更新

◎ 文 / 武汉弘泰建筑工程质量检测有限公司 罗俊

**摘要:**随着城镇化进程从“新建扩张”转向“存量更新”,老旧房屋改造成为城市发展的重点,推动工程检测行业从单一材料检测向安全鉴定、抗震加固、节能改造等一体化解决方案转型。行业面临技术储备不足、服务链断层、人才结构单一等挑战,亟需构建覆盖“检测鉴定—评估诊断—方案咨询—施工监控—效果验证—长期监控”的全链条技术服务能力。

## 一、城镇化发展对检测行业的新挑战

随着近几年的社会环境和国家的宏观调控,建筑业也发生了重大的改变,城市的发展和更新,从推倒重建开始向老旧房屋改造开始转变。提升老旧房屋安全保障水平成为重中之重。此改变除了对建筑行业产生了影响也是对检测行业开启了转型的驱动。从原来的建筑原材料检测的简单附属环节向房屋安全鉴定、抗震加固、节能改造与功能提升等一体化解决方案改变。

这要求工程建设检测机构必须超越传统的单一检测要求,要覆盖工程检测鉴定—评估诊断—方案咨询—施工监控—效果验证—长期监控的全链条、高技术服务能力。我们需清醒认识,检测能力是基础中的基础。

## 二、构建技术体系

工程检测的行业转型,简单的说就是技术升级与人才组织构建和优质的服务。现有的问题就是技术储备不足、服务链不完整、人才结构单一。我们要从单纯发现问题向诊断根源、评估风险、提出方案、过程监控、成果验收来转变。

### (1) 技术升级

BIM 技术的应用:老旧建筑隐蔽危害多,历史资料缺失,改造条件复杂。这时候使用传统的检测手段就不是很方便了,可以使用 BIM 技术加快数据的收集。

BIM 技术是一种将建筑项目的物理结构、功能性能以及相关数据进行数字化



智能检测装备的应用:无人机、机器人、AI 智慧检测预警

建模的方法。其特点:信息集成、可视化、协作性、数据共享。

BIM 技术在房屋加固中可以建立建筑、结构、安装方面的模型,利用模型进行图纸会审,优化设计方案。利用 BIM 模型模拟施工,合理组织各系统施工顺序,提高功效,节约工期,提高沟通效率及准确度。打通了检测数据—信息模型—模拟分析—方案决策的闭环。

历史街区改造中可以采用无人摄影和三维激光扫描,快速建立建筑群高精度实景模型。结合 AI 图像识别算法自动筛查外墙开裂、脱落等风险点,覆盖率达 100%。可以满足传统人工无法检测的区域。同样管道及狭小空间可以有机器人爬行检测利用红外成像与雷达结合探测,对修复前后管道的缺陷、内部质量进行精准量化评估。在房屋沉降检测时在观测点位安装位移传感器连接互联网,通过前期采集数据对后期沉降结果进行 AI 算法可以对数据异常提出预警。

广东、安徽等地检测机构的数字化智

能化升级案例可以用于证实分析部分,展示技术创新升级的实际应用效果。攻克复杂环境、隐蔽工程、新型材料的检测评估难题,掌握核心技术与装备。

### (2) 人才组织构建

随着新技术的运用对检测人员也有了新的要求。在建筑业湖北建院联合中建三局、

展示网科技、宝业建筑等领军企业,成立全国绿色智能品质建造产教融合共同体,构建“四境课堂”联动教学模式。借助 VR+BIM 技术生产 3D 交互建筑模型,实现对建筑结构的触觉和视觉的双重感知。实现零风险练兵、低成本试错、高效率成长。

这种人才培养模式也适用于我们检测行业。原培养模式多数是老带新,看规范,对人员的素质要求很高,一旦中间环节出现问题就是造成检测数据的偏差。湖北省近几年由某培训机构开发了试验视频课程,确实解决了一部分试验人员的培训。但中小企业对人员培训的投入受到了资金

的约束,人员流动率大培训不彻底等问题。协会可以进行政策引导、技术联盟与人才培养的协同策略。与高校联合开设“城市更新检测”学科,加强在职检人员继续教育。培养既懂传统检测技术,又掌握BIM、数据分析、互联网应用的复合型人才。

### (3) 优质的服务

老旧房屋的更新、改造、加固后是需要长期监控的。政策的刚性需求是安全。政

府监管部门可以构建区域建筑安全数据库,对区域内改造后的老旧房屋数据进行动态监控。检测单位在不同时间点的监测报告实时上传数据库。检测数据不是一张报告纸,而是贯穿建筑全生命周期的核心资料。改造方案的长期优化成果具体化。

检测机构和业主可以签订长期监测

服务,提供建筑结构、设备设施的定期检测、在线监测与预防性维护,建立稳定客户关系,提供优质的服务,确保企业的可持续发展能力。

## 三、保障措施

### (1) 完善标准体系

加快立法,对于老旧房屋的检测评估要建立新的标准,明确检测方法。建立数据认

证机制,确保数据的可信度。建立检测数据库。加快对新技术的审核及运用,做到有法可依。

### (2) 人员培训

加强新老检测人员的继续培训机制,建立高校—行业团体联合培养中心。

### (3) 政策扶持

政府需完善政策,降低企业转型成

本。提出可操作的政策建议与企业转型线路图,

引导城市更新项目应优先采用检测一体化解决方案。

### (4) 检测机构

检测机构应聚焦技术创新与服务模式升级,支持人员培训,减少人员流动率。

## 四、结论

城市更新是国家战略,更是工程检测行业开启新目标的机遇。亿万级的存量市场摆在我

们的面前,只有主动积极的开始转型驱动,通过技术创新、扩展服务范围,通过管理升级保障服务品质,检测行业才能真正的完成转型。唯有通过系统转型,让检测行业以安全为基石,以绿色和智慧为双臂,成为城市更新安全的守门人。

# 机载激光雷达在地形图测绘中的应用

◎ 文 / 武汉汇科质量检测有限责任公司 胡鹏

**摘要:**机载激光雷达作为一种高效、精确的地形数据获取技术,近年来在地形图测绘领域得到了广泛关注。本文旨在探讨机载激光雷达在地形图测绘中的应用潜力,重点分析其技术原理、特点及工作流程,阐明了其在测绘中的有效性,其快速获取高精度地形数据的能力,在地形测绘领域有广泛应用前景。

**关键词:**无人机;机载激光雷达;地形图测绘;点云处理

## 1 引言

随着科技的飞速发展,地形图测绘技术也迎来了前所未有的革新。其中,无人机搭载激光雷达系统,通过发射激光脉冲并接收其回波信号,能够精确捕获地表的三维信息,这一技术不仅极大地提升了测绘成果的准确率,还显著提高了工作效率。相较于传统的测绘方式,机载激光雷达展现出了无可比拟的优势。本文深入探讨了机载激光雷达在地形图测绘中的应用潜力,详细分析了其技术原理、独特特点以及工作流程,进一步阐明了其在提升测绘精度和效率方面的有效性。结合实际应用案例,我们旨在展示机载激光雷达技术在获取高精度地形数据方面的强大能力,以及其在地形测绘领域中的巨大应用前景。这一技术的不断进步,无疑为测绘行业提供了强有力的技术支持,预示着地形测绘领域将迎来更加高效、精确的测绘新时代。

## 2 机载激光雷达技术概述

### 2.1 技术原理与特点

#### 2.1.1 技术原理

机载激光雷达(LIDAR)技术是一种利用激光脉冲测量与物体表面之间距离的高精度地形测绘方法。其基本原理是通

过发射激光脉冲,激光束在遇到地物时被反射,反射光信号被接收器接收,系统根据激光的发射时间和接收时间计算出距离。这一过程可以快速获取大范围区域的三维空间信息,因而在地形图测绘中得到

了广泛应用。

#### 2.1.2 特点

机载激光雷达技术具有多种显著特点。首先,其高精度和高效率使其能够迅速获取大面积地表的三维信息,相较于传

统测绘方法,激光雷达可以在较短时间内完成数据采集,特别适用于复杂和广阔的地形环境。其次,激光雷达能够穿透树冠,获取地表信息,这使得其在林区或植被覆盖较厚的地区尤为有效。通过激光脉冲的反射,激光雷达不仅可以获取地表的高程信息,还能提取出植被的高度,进而为植被分析和生境评估提供支持。

机载激光雷达技术还具备较强的适应性和灵活性。无论是在城市环境、山区、河流还是其他地形,激光雷达都可以有效地进行数据采集。这为地形图的制作提供了更为可靠的数据基础。

在信号处理方面,机载激光雷达技术也表现出色。激光脉冲的发射频率可以达到数十万次每秒,意味着在同一时间内可以采集到大量的点云数据。这些点云数据通过后续的数据处理与分析,能够生成高分辨率的数字高程模型(DEM)和数字表面模型(DSM),为制图和空间分析提供了丰富的信息。

## 2.2 系统组成与工作流程

### 2.2.1 系统组成

机载激光雷达系统的组成主要包括激光发射器、接收器、定位系统、姿态传感器以及数据处理单元等关键部分。这些组件相互配合,构成了一个高效的数据采集和处理系统。激光发射器通过发射激光脉冲,向地面目标发射光束。光束照射到地面后,部分光会被地面物体反射回来,接收器则负责捕捉这些反射光信号。信号的强度和返回时间可以用于计算目标的距离和特征。

定位系统通常采用全球定位系统(GPS)和惯性测量单元(IMU)相结合的方式,以确保在飞行过程中能够准确获取机载平台的位置和姿态信息。GPS 提供精确的地理位置数据,而 IMU 则能够实时监测飞行器的加速度和角速度,从而帮助计算出飞行器的姿态。这些信息对于后续的数据处理至关重要,因为它们直接影响到最终生成的三维点云数据的精度。

数据处理单元在系统中承担着至关重要的角色。它负责将接收到的反射光信号进行分析处理,提取出有效的测量数据。通常,这个过程涉及到多个步骤,包括信号去噪、回波分离、特征提取等。经过处

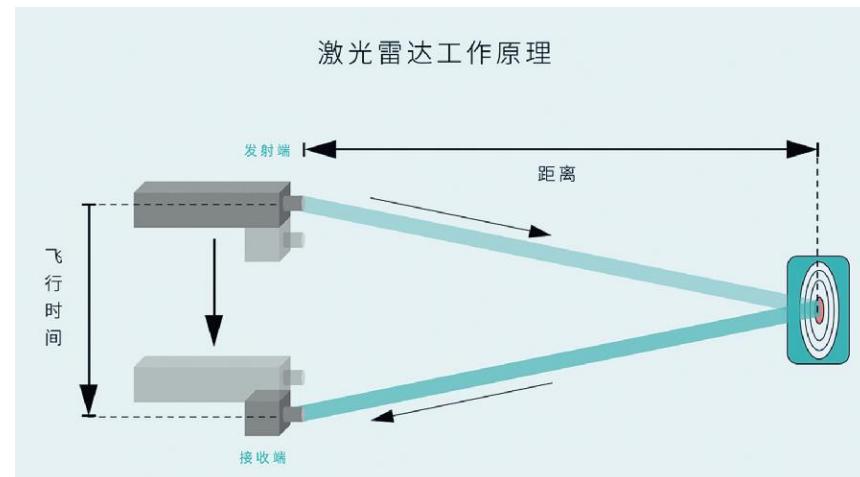


图 1 原理示意图

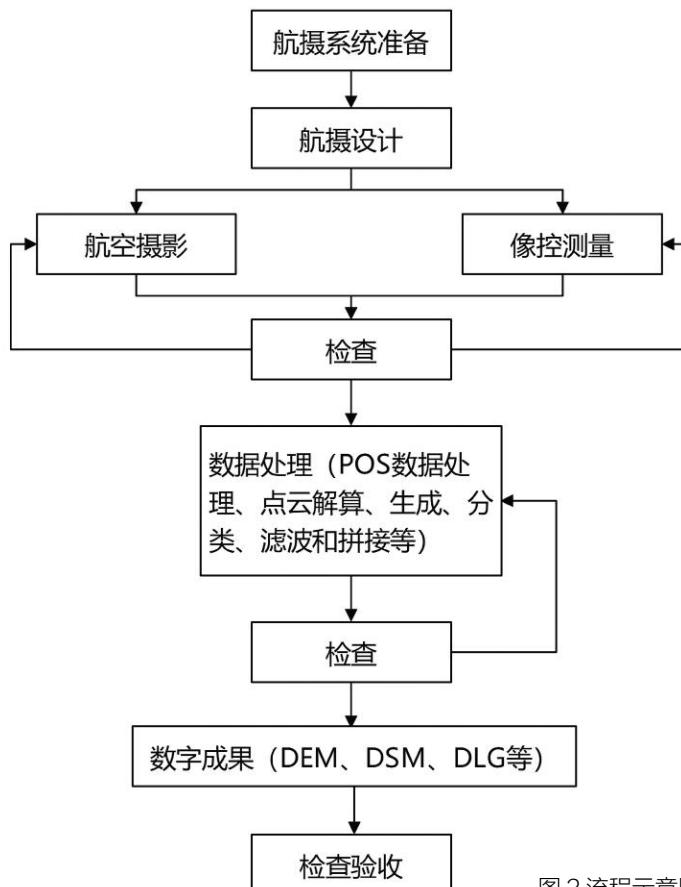


图 2 流程示意图

理后,最终生成的三维点云数据可以用于地形图的生成、特征提取和其他相关应用。处理的结果还可以通过不同的软件进行可视化展示,使得用户能够更直观地理解数据内容。

### 2.2.2 工作流程

机载激光雷达的作业过程通常分为几个阶段。首先,飞行器在预定的航线高度上进行飞行,同时激光发射器开始定时发射激光脉冲。每个脉冲的发射频率和脉

冲宽度会根据具体的测绘需求进行调整。发射的激光脉冲以光速传播，遇到地面物体后发生反射，返回的信号被接收器捕捉。接收器不仅记录光信号的返回时间，还会记录返回信号的强度，从而为后续分析提供必要的数据基础。

在数据采集过程中，定位系统和姿态

传感器不断更新飞行器的位置和姿态信息。这些信息会实时与激光测量数据进行结合，为每一个测量点提供准确的地理坐标。这种高精度的数据采集方式，能够有效降低因飞行器运动引起的测量误差，确保最终数据的可靠性。

数据采集结束后，所有的激光回波数

据将被传输至地面站进行进一步处理。处理阶段包括等。这些处理步骤旨在将原始的激光回波数据转化为可用于分析和应用的高质量三维点云。通过后续的分析，能够提取出地形特征、植被高度、建筑物轮廓等重要信息，为地形图的绘制提供基础数据。

### 3 机载激光雷达在测绘中的实际应用

#### 3.1 数据采集与处理

##### 3.1.1 数据采集

机载激光雷达(LiDAR)在地形图测绘中的实际应用，特别是在数据采集与处理方面，展现了其卓越的优势与潜力。激光雷达系统通过搭载在飞机、无人机或直升机上，利用激光束对地面进行高频率的探测，获取地形的三维信息。数据采集过程采用脉冲激光发射器，激光脉冲以光速传播并在遇到地面或其他障碍物时反射回来。系统通过测量激光脉冲从发射到返回所需的时间，计算出与目标物体之间的距离，从而生成高密度的点云数据。

##### 3.1.2 数据处理

在数据处理方面，点云数据的处理是至关重要的环节。原始的点云数据通常包含大量的噪声和误差，需经过一系列预处理步骤来提高数据质量。首先，进行点云的去噪和滤波处理，消除由于大气条件、设备误差或地形变化带来的干扰。接着，通过地面分类算法，将点云数据分为地面点和非地面点，以便后续的地形分析。常用的分类方法包括基于阈值的算法、聚类分析及机器学习技术，这些方法可以有效



图 3 机载激光雷达示意图

提高地面点的提取精度。

在完成分类后，对地面点进行进一步处理，可生成数字高程模型(DEM)或数字表面模型(DSM)。DEM 反映地面高程信息，而 DSM 则包括地表上所有物体的高度信息，这些高程模型为后续的地形分析、可视化和应用提供了基础数

据支持。

#### 3.2 成果精度与应用效果

##### 3.2.1 成果精度

机载激光雷达的数据处理还需考虑数据的精度与准确性。在数据处理过程中，常常需要进行精度评估与验证，确保生成的地形图满足相关的测绘规范。通过



图 4 雷达点云模型

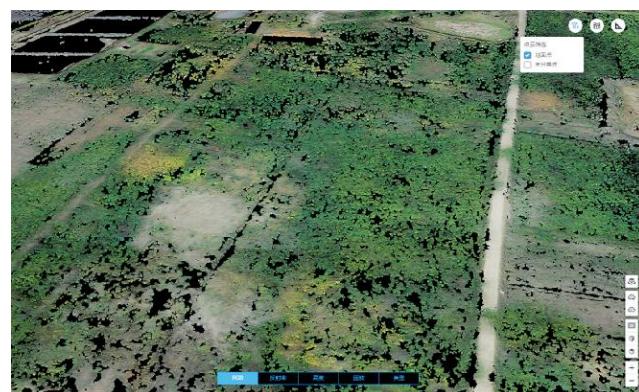


图 5 地表点云分类模型

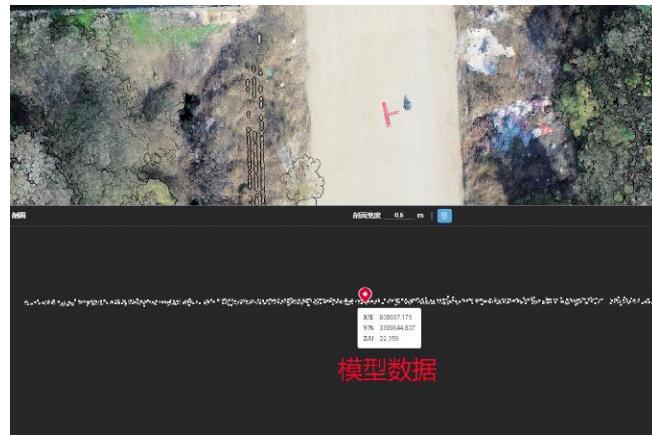


图 6 点云精度检查

与传统测量方法如 GPS 测量结果进行对比,能够有效评估激光雷达数据的可靠性和准确性。

在成果精度方面,机载激光雷达的点云数据通常具有较高的水平和垂直精度。根据不同的飞行高度和激光扫描密度,激光雷达的测绘精度可以达到几厘米甚至更高。通过后续的数据处理和滤波技术,可以进一步提高精度。

### 3.2.2 应用效果

机载激光雷达(LiDAR)在地形图测绘中的应用,已逐渐成为测绘行业的重要手段,其成果精度和应用效果备受关注。激光雷达技术通过发射激光脉冲并测量其返回时间,能够精确获取地表的高程信息。相较于传统测绘方法,机载激光雷达能够在更短的时间内覆盖更大的区域,提供高密度、高精度的点云数据。这些数据

经过处理后,可以生成数字高程模型(DEM)、数字表面模型(DSM)以及数字线划图(DLG)等。

机载激光雷达技术不仅能够快速获取大范围的地形数据,在复杂地形和植被下的测量也更加精准。通过高频发射、多回波技术的创新,激光雷达能够有效穿透树冠,获取地面和植物的高度信息,为后续的分析和应用提供坚实的基础。

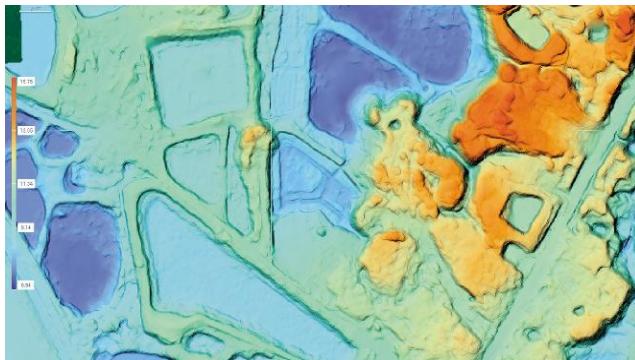


图 7 数字高程模型(DEM)

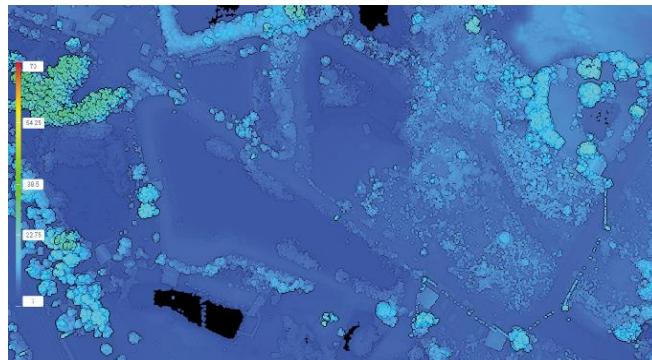


图 8 数字表面模型(DSM)

## 4 机载激光雷达的技术挑战与发展

机载激光雷达(LiDAR)在地形图测绘中的应用虽然具有广泛的前景,但在技术层面仍面临诸多挑战。一个主要的挑战是数据精度与密度的平衡。激光雷达系统能够提供高分辨率的数据,但在复杂地形和变化多端的环境中,数据的质量可能受到影响。在森林、城市和山区等复杂地形中,激光信号的反射可能被遮挡,从而导致数据缺失或不完整。这种情况常常需要后期的数据处理和补充,增加了测绘工作的难度和成本。

另外,环境因素对激光雷达系统的性能也有显著影响。天气条件如雨、雾、雪等都可能影响激光信号的传播,导致数据采集过程中出现误差或丢失。此外,光照变化、地表物体的动态变化等也会对激



图 9 数字线划图(DLG)

光雷达的测量结果造成干扰。这要求操作人员在实际应用中具备敏锐的判断能力，以选择合适的时间和条件进行数据采集。

在数据处理方面，机载激光雷达获得的数据量庞大，如何高效地存储、处理和分析这些数据是另一个技术挑战。激光雷达系统通常生成数十亿个点云数据，这对数据处理的硬件要求极高。同时，现有的软件工具在处理大规模数据时，可能会遇

到性能瓶颈，导致处理效率低下。这需要开发更为高效的算法和程序，以便能够快速处理和分析数据，确保测绘成果的及时性与可靠性。

虽然存在着诸多技术挑战，但随着科技的进步，许多技术难题有望解决，机载激光雷达技术在测绘领域将会进一步的发展。无人机携带激光雷达系统的灵活性使其在灾后评估、环境监测和城市管理等

领域表现出色，拓宽了机载激光雷达的应用场景。机载激光雷达的未来也将受到可持续发展理念的影响。环保、节能的技术设计将成为趋势，例如采用太阳能驱动的无人机激光雷达系统，使其在环境友好的基础上进行高效的数据采集。同时，随着对生态环境保护的重视，机载激光雷达在生态调查、植被监测等领域的应用也将愈加重要。

## 5 结论

机载激光雷达技术作为一种先进的地形数据获取手段，在地形图测绘领域展现出了卓越的性能和广泛的应用潜力。本文从机载激光雷达的技术原理出发，再到实际应用的分析，该技术不仅能够高效、

精确地采集地表三维信息，还能显著提升测绘工作的精度和效率，在提升地形测绘精度与效率方面发挥了重要作用。随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展，激光雷达将不再局限于传统的测绘工作，而

将成为未来智慧城市、环境监测和自然资源管理等多个领域的重要工具。通过不断创新与发展，机载激光雷达将在地形图测绘及相关领域中发挥越来越重要的作用，推动行业的现代化与智能化进程。

# 建筑工程深基坑安全智能监测应用探讨

◎ 文 / 武汉建工智能技术有限公司 江峰 李书彬

**摘要：**文章调研分析了目前深基坑自动化监测系统存在的一系列问题，基于 SaaS 模式开发了“远测云”智慧监测系统，从智能感知系统、智能采集系统、智能监测平台 3 方面系统介绍了“施工云”智慧监测系统的搭建。研究结果表明，以物联网为基础开发的“远测云”智慧监测系统，具有智能数据分析辅助、监测数据动态可视化、实时预警分析等优势，能够全面提升工程运行安全风险感知能力；智慧监测系统采集的深层水平位移、地下水位、支撑轴力等数据与人工实测数据变化规律基本一致，但数据波动范围较大，通过分析证明误差是在合理范围以内的。

**关键词：**BIM 技术；深基坑安全监测；智能监测系统

21 世纪以来，伴随经济全球化的持续推进，人口、资源与环境间的矛盾不断加剧，由此引发的城市规划、交通建设及环境保护等现实问题日益突出，推动地下空间开发逐步成为重要发展方向。深基坑工程因其固有复杂性与不确定性，施工难度较高且事故风险较大，为尽可能降低施工事故发生率，当前工程领域对施工信息监测给予了高度关注——通过实时监测深基坑施工过程中的环境响应，实现对施工安全的状态评估，因此确保监测信息的准确性、直观性与及时性至关重要。现阶段深基坑监测仍以人工采集为主，存在采集频率低、数据共享滞后等问题，管理人员需依赖个人经验与抽象逻辑梳理多源数据间的关联，这极大限制了监测数据的应用效能。尽管自动化监测技术近年得到广泛应用，但多数自动化监测平台由设备厂商基于自身仪器特性开发，普遍存在数据处理能力薄弱、系统集成困难、维护成本高昂、用户交互体验不佳等短板。随着基坑工程施工产生的数据信息向复杂化、多元化、高维化演进，如何将采集的监测数据深度解析并精准、及时、直观地呈现给工程管理人员，同时充分挖掘已有监测数据的价值潜力，已成为工程实践中亟待解决的突出难题。

## 1 传统自动化监测平台弊端

相较于传统人工监测，自动化监测在增强数据时效可靠性、提高监测连续性、提升测试便捷性等方面具备明显优势，并随着传感信息技术的发展、安全监管要求及政策法规支持，得到了迅速发展与广泛应用。各个单位也积极开发了一系列自动化监测系统，一定程度上推动了基坑监测信息化和智能化的发展。然而目前各单位的自动化监测系统在实际应用过程中主要存在以下几个问题：

- ①海量监测设备，数据采集困难；
- ②多类型监测方法，集成困难；
- ③测点安全风险状态不直观；
- ④无法随时随地查看监测数据；
- ⑤缺乏统一的监测数据标准和接口，无法与基坑监测监管系统对接。

为应对前述行业痛点，本平台依托 SaaS 模式构建“施工云”智慧监测系统，采用微服务架构设计，实现服务资源按需获取、动态扩展，并具备海量数据并发处理能力。该系统通过云端整合，将数据采集、分析、监控功能集成为一体化平台，从多维度支撑工程精细化管理。基于数据融合与共享机制，促进监测数据互通与协同利用，构建纵向贯通、实时交互、高效运转的安全防控体系，显著提升工程运行安全风险感知能力，为基坑工程安全施工提供坚实保障。

智慧工地管理平台通过集成多个先进的子系统，实现了对施工过程的全面管理和优化。这不仅提高了施工效率和质

量，还降低了施工成本和风险，为工程项目的成功实施提供了有力保障。

为有效应对深基坑工程监测领域面临的实时性不足、数据孤岛严重及风险预警滞后等挑战，本平台依托软件即服务(SaaS)架构理念，自主研发了“施工云”智慧监测系统。该系统采用业界领先的微服务架构设计，通过容器化部署实现服务资源的按需分配与动态扩容，构建了高可用、高并发的弹性计算平台，可支撑百万级传感器数据的同时接入与实时处理。

系统通过云端深度整合，将多源异构数据采集、智能算法分析、三维可视化监控三大核心功能模块有机融合，形成覆盖“感知—传输—处理—展示”全链条

的一体化解决方案。在工程精细化管理方面，系统从空间定位、时间序列、物理参数等多维度构建精细化管理模式，支持基坑变形、支护应力、地下水位等关键指标的分层分级管控。基于数据中台架构，系统创新性地实现了监测数据与 BIM 模型、GIS 地理信息的深度融合，通过数据标准化治理打破部门壁垒，构建了纵向到底、横向到边的数据共享通道。这种跨平台、跨系统的数据互通机制，形成了实时响应、智能分析、闭环处置的高效防控体系，显著提升了工程运行安全风险的早期识别能力与动态跟踪水平，为深基坑工程全周期安全施工提供了强有力的智能化保障。

## 2 “施工云”智慧监测系统搭建

“施工云”智慧监测系统是一款集硬件、软件与云计算于一体的高科技物联网解决方案，“施工云”智慧监测系统主要由 3 大部分构成：智能感知系统(传感器)、智能采集系统(采集仪)、智能监测云平台，如图 1 所示：

施工云平台总体架构遵循分层式设计原则，依次由采集层、传输层、数据处理层及应用层构成。其中，采集层基于智能传感技术，通过部署高精度传感器实现基坑变形参数、支护结构受力状态及周边环境指标的实时采集；传输层依托物联网技术，采用有线(如光纤)与无线(如 5G、LoRa)混合组网方式，将传感器采集的原始数据加密传输至数据服务层；数据处理层运用云计算架构，结合分布式计算引擎与大数据存储技术，对海量监测数据进行清洗、整合及深度分析，通过机器学习算

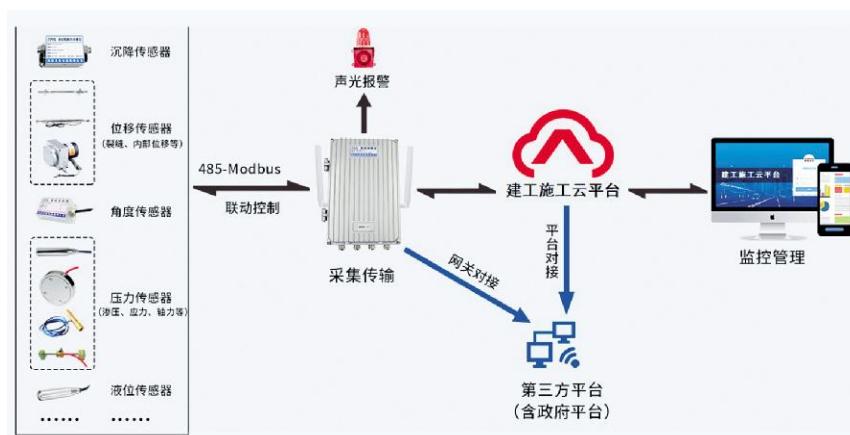


图 1 智慧监测系统组成

法构建风险预测模型，及时发现潜在基坑安全风险；应用层则通过可视化图表、三维数字孪生模型及动态趋势曲线等形式呈现监测数据，为管理者提供直观的数据

洞察界面，辅助其快速了解基坑变化情况并作出决策，最终形成“数据采集—传输—分析—决策”的全流程闭环管理体系，如图 2 所示。

## 3 智慧工地平台在建筑施工中的应用优势

### (1) 施工效率的大幅提升

通过精细的人员、设备和物料管理，智慧工地有效减少了施工中的等待时间和资源浪费。设备管理系统能根据施工进度灵活安排设备进出场，避免闲置；物料管理系统则依据实际需求精准调配物料，减少库存压力。这些措施显著提升了施工

的协同性和工作效率。

### (2) 施工质量的坚实保障

质量管理系统对施工关键环节进行实时监控与数据采集，确保问题一经发现即得整改。同时，通过对质量数据的深入分析，为后续施工提供宝贵经验，推动施工质量水平的持续提升。

### (3) 施工安全的全面加强

安全管理系统凭借敏锐的隐患发现能力和高效的预警机制，有效防范了安全事故的发生。人员管理系统则强化了施工人员的安全教育与培训管理，提升了他们的安全意识和自我保护能力。

### (4) 绿色施工理念的践行

环境监测系统实时监测施工现场环境参数,一旦环境指标超标,立即采取降尘、降噪等措施,将施工对周边环境的影响降至最低,实现了绿色施工的目标。如图 3

#### (5)企业管理水平的显著提升

智慧工地管理平台为施工企业提供了全面、实时、准确的信息支持,助力管理者科学决策,进而提升了企业的管理水平和市场竞争力。如图 4 所示。

## 4 智慧工地管理平台实际应用案例

武汉广电全媒体中心设计及施工总承包(EPC)项目成功运用了智慧工地管理平台,并取得了显著成果。如图 5 所示,在深基坑监测领域,项目通过物联网技术实现了高效精准的考勤,有效规避了人工考勤可能带来的误差与漏洞。同时,施工人员的培训情况也被全面信息化管理,确保了每位施工人员都具备所需的专业技能和安全知识。

在设备管理方面,项目借助物联网技术对塔吊、升降机等关键设备进行了实时监控,能够迅速发现并解决设备故障,从而避免了因设备问题引发的施工延误。

在物料管理上,项目采用了扫码入库与出库的方式,实现了物料的精细化管控,极大地减少了物料的浪费与丢失。

施工进度管理上,项目将施工计划与实际进度进行实时对比,并根据对比结果灵活调整施工安排,确保了工程的按时交付。

在质量管理方面,项目通过实时监测混凝土浇筑过程,有力保障了混凝土质量符合设计要求。

安全管理上,项目利用视频监控系统和传感器,有效监测到了施工现场的安全隐患,如临边防护缺失、工人未佩戴安全帽等,并及时进行了整改,从而避免了安全事故的发生。

在环境监测方面,项目还配备了自动喷淋系统,当扬尘超标时,系统将自动启动进行降尘,有效降低了施工对周边环境的污染。

## 5 深基坑变形观测的改进措施

在深基坑监测领域,传统光学测微仪虽精度较高且成本低,但存在显著缺陷:其测量结果易受温度、湿度、振动等环境因素干扰,且每次测量均需重新标定,无法实现实时数据获取。以武汉广电全媒体中心 EPC 项目深基坑工程为例,施工过程中因雨雾天气导致光学测微仪多次出现数据漂移,需人工干预调整,严重影响了监测效率。



图 2-1 平台架构图



图 2-2 平台效果图

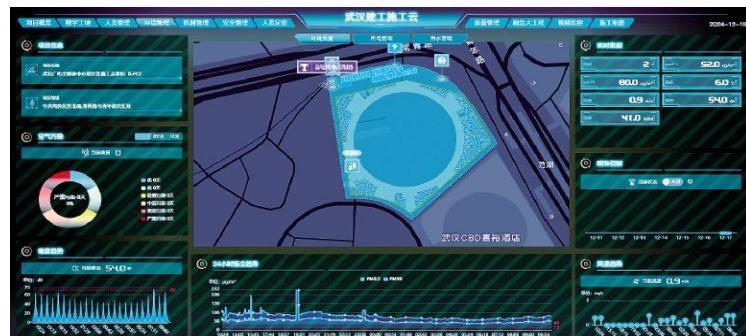


图 3 绿色施工效果图

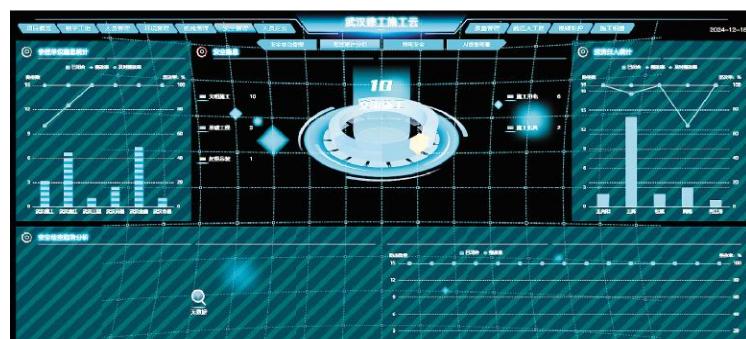


图 4 施工安全数据分析示意图

为解决上述问题,需采用更高精度的传感器替代传统设备。磁传感器虽具备高灵敏度和低噪声优势,但存在无法连续采集数据、恶劣环境下实时性差等问题。相比之下,光纤传感器和激光测距仪在深基坑监测中表现出更优性能。

**光纤传感器:**通过光纤光栅技术实现分布式监测,抗电磁干扰能力强,适合高湿度、强震动等恶劣环境。在武汉广电全媒体中心项目中,光纤传感器被用于地下水位和土压力监测,有效解决了传统设备在复杂环境下的稳定性问题。

武汉广电全媒体中心EPC项目通过构建“传感器网络+边缘计算+云计算”的智慧工地管理平台,实现了深基坑监测的智能化升级。通过集成光纤传感器、激光测距仪等新型设备,并结合施工云平台的实时数据处理能力,可显著提升深基坑监测的精度与效率。武汉广电全媒体中心项目的实践表明,该方案在恶劣环境下仍能保持高稳定性,且通过多传感器融合与预测算法,实现了从被动监测到主动预警的转变。未来,可进一步探索AI算法在监测数据深度挖掘中的应用,构建更智能的基坑安全评估体系。

## 6 智慧工地系统在深基坑监测中发展前景

在“互联网+”的东风下,智慧工地早在2019年就已经打开百亿级市场新空间,并且随着互联网科技的不断进展,国内的建筑业数字化市场规模预计可达千亿元级别。如图6所示,根据数据显示,中国智慧工地市场规模逐年上涨,从2016年的62.1亿元上涨至2021年的155.7亿元,同比2020年上涨12.34%,年复合增长率为20.18%。

智慧工地下游主要为建筑业企业,根据数据显示,中国建筑业企业数量呈现逐年上涨的态势。如图7所示,从2013年的7.8919万家上涨至2021年的12.8743万家,随着下游企业数量的上涨,对智慧工地需求也随之增加。

近几年来,随着我国施工安全管理日趋严格,人力成本逐渐提升,人力成本压力逐渐增加,建筑企业对智慧工地行业各

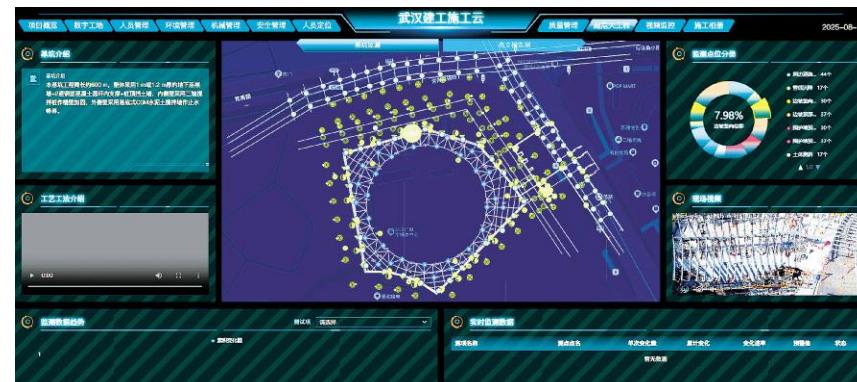


图5 实际应用效果示意图

## 2016–2021年中国智慧工地市场规模变化情况



图6 中国智慧工地市场规模变化情况

## 中国建筑企业智慧工地应用占比情况

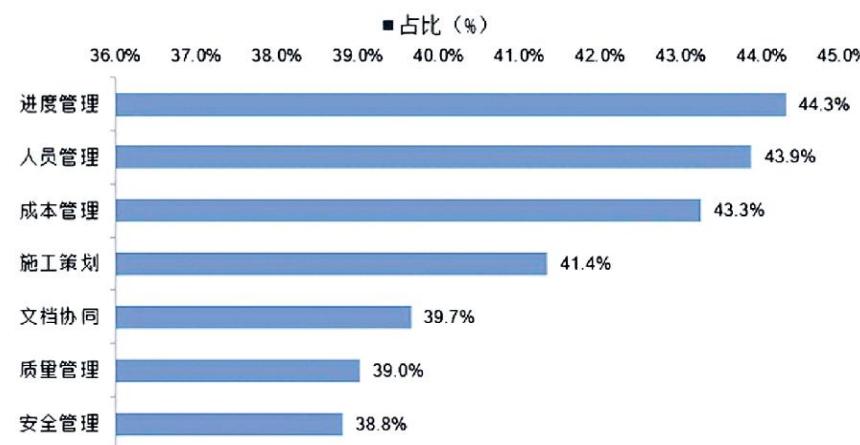


图7 中国建筑企业智慧工地应用占比情况

类产品需求持续增加,推动行业规模持续增长。其中计价软件达到了62.2亿元,同比增长13.1%,占比39.94%;管理软件规模达到了55.8亿元,同比增长12.5%,

占比35.83%。如图7所示,智慧工地市场集中度较为分散,市场竞争激烈。

随着传感器技术、物联网及云计算的突破,深基坑监测正从传统人工巡检向智

能化、实时化转型。光纤传感器、激光测距仪等高精度设备的应用，结合边缘计算与BIM模型融合，实现了对地下水位、土压力、支护结构位移等关键指标的毫米级监测。例如，武汉广电全媒体中心项目通过部署光纤传感器网络，结合施工云平台的三维可视化预警系统，将基坑变形预测精度提升至90%以上，响应时间缩短至分钟级。未来，5G通信与AI算法的深度集成将进一步优化数据传输效率，推动监测从“被动预警”向“主动防控”演进。建筑工程管理中应用智慧工地系统，近年来，我国社会经济的不断发展，极大地促进了各行各业的发展，并且也使得建筑行业得到了长足的发展与进步。在建筑工程管理中，应用智慧工地系

统，能够使工程施工现场的安全管理工作有效性得以提升，对于建筑行业的可持续发展有着十分重要的现实意义。

当前智慧工地市场集中度较低，但龙头企业已通过技术整合与生态布局抢占先机。广联达等企业依托“BIM+云大物移智”技术栈，构建了覆盖岗位、项目、企业的三级管控平台，其深基坑解决方案在超高层建筑、复杂地质工程中渗透率逐年提升。未来，随着行业标准化进程加速，具备全链路服务能力(硬件+软件+平台)的企业将主导市场，而中小玩家或通过细分领域(如专用传感器、AI分析模块)形成差异化竞争。市场集中度有望从目前的分散状态向“龙头引领+专业细分”的格局演变。

## 7 结语

深基坑变形观测是保障工程安全的核心环节，但传统水准测量、激光测量等方法在精度、稳定性及实时性上存在局限。随着智慧工地理念的普及与技术发展，通过整合高精度传感器、智能数据分析系统及多手段联合监测技术，可显著提升监测效率与风险响应能力；同时，智慧工地作为项目全生命周期管理的重要载体，依托丰富的信息技术手段，实现了对施工过程的全方位、立体化实时监管，不仅为深基坑等关键工程的安全管理提供可靠保障，更为高速公路建设等领域的绿色施工、信息化管理及科学决策奠定了坚实基础，推动工程建设向更智能、更高效的方向发展。

# 压水试验技术分析

◎文/武汉汇科质量检测有限责任公司 明胜兴

**摘要：**压水试验是岩土工程中广泛应用的一种测试方法，主要用于测定地下水渗透性和岩土层的水力特性。本文基于压水试验的基本原理和方法，探讨其在不同岩土环境中的应用，分析了实验数据的处理与解读方法，评估了试验结果的可靠性和适用性。通过对不同实验条件下压水试验的分析，提出了在实际工程中使用压水试验时的一些注意事项，并对未来的研究方向进行了展望。

**关键词：**压水试验；渗透性；透水率；压力损失

## 1 引言

人保武汉金融中心项目位于武汉市汉阳区汉阳大道与鹦鹉大道交汇处西南角，4号线、6号线钟家村地铁站C出口西侧，原人民保险大厦及其停车场区域。受代建单位武汉市建元建设工程项目管理有限公司委托，我司于3-4月份完成了该项目初步设计和施工图设计阶段勘察工作。本项目主要拟建建筑物为1栋地面38层金融中心塔楼和整体4层地下室。本项目基坑开挖深度约21.40m~25.00m，基坑东侧为地铁4号线、6号线，红线距离地铁边界约为5.80m；东北侧为地铁钟家村站C出口，红线距离外轮廓线约6.50m；基坑开挖深度大，紧邻地铁，周边环境复杂，故本项目基坑工程是重点，基坑勘察尤为重要，而地下水处理往往是基坑工程难点也是基坑安全事故的频发点。为进一步查明地下水在岩体的渗透性，我公司进行了压水试验。压水试验是本项目勘察重点、难点，也是我公司首次进行该试验，为确保试验的准确性、可靠性，我司邀请具备水文地质勘察资质单位合作完成。本技术总结旨在全面回顾和总结压水试验在地质勘察中的应用情况，分析其优缺点，提出改进措施，并为今后的工作提供有益的参考。本报告将详细阐述压水试验的原理、分类、试验过程、设备要求、数据分析与结果解读等方面，并结合人保武汉金融中心项目，对压水试验技术的应用效果进行评估。

## 2 压水试验概述

压水试验是一种重要的地质勘察手段，通过对钻孔进行加压注水，测定岩体

的渗透性，进而评估其工程地质性质。压水试验具有操作简便、数据直观等优点，在水利勘察、公路勘察、房建勘察等领域得到了广泛应用。人保武汉金融中心项目场地岩溶裂隙水主要赋存于灰岩裂隙中，

根据本次勘探结果显示，场地灰岩溶蚀现象发育中等，钻探过程中在部分钻孔地段严重漏浆，说明拟建场地岩溶裂隙局部地段有一定连通性，有一定水量，勘察期间于钻孔CK01、CK04、CK08、CK09、

ZK07、ZK13、ZK32、ZK35 分别测得岩溶裂隙水位 11.50m、9.06m、8.00m、8.10m、8.10m、8.30m、8.50m、8.20m，绝对标高 16.84~18.26m。为测算岩体渗透性等级，进一步查明场地水文地质条件，于 2024 年 5 月 13 日至 5 月 16 日在人保武汉金融中心项目进行了压水试验，试验历时 5 天，完成钻孔 2 个，3 个压力阶段，4 个试验段，涉及所有关键节点均顺利完成。

### 3 压水试验原理与分类

压水试验的原理是通过向钻孔内施加压力，使水通过孔壁周围的裂隙向岩体内渗透，根据渗透水量的变化情况来推断岩体的渗透性。根据不同的试验目的和条件，压水试验可分为多种类型，如分段压水试验、综合压水试验、全孔压水试验等。人保武汉金融中心项目采用的是分段压水试验，每孔完成 2 段压水试验，每段长度为 5m，试验按三级压力、五个阶段进行 (P1-P2-P3-P2-P1)，P1、P2、P3 三级压力分别为 0.3MPa、0.6MPa、1MPa，多阶段试验的目的是为了了解试段岩体渗流量随压力的变化关系。

### 4 试验设备及试验方法

本次压水试验投入的仪器设备有：XY-150 型工程钻机、压力表、胶塞止水器、套管、灌浆泵、水表、电测水位计及其他辅材若干，所胶塞止水器、套管、灌浆泵、水表、电测水位计及其他辅材若干，所用仪器设备均校检合格且在有效期内。

试验方法：1、本次试验五点法，按三级压力、五个阶段进 (P1-P2-P3-P2-P1)，P1、P2、P3 三级压力分别为 0.3MPa、0.6MPa、1MPa，试验随钻孔施工自上而下分段进行，止水方法采用双栓塞。现场试验主要步骤：成孔、清孔、下胶塞止水器、压水洗孔、仪器管路安装、水压及流量观测。本次试验洗孔采用清水，试验过程中，通过调节阀调整压力、流量使压力达到预定值并保持稳定，流量观测每隔 5 分钟进行 1 次，当流量无持续增大趋势，且连续

检测孔压水试验结果汇总表

孔号	试验段编号	试验段距孔口深度 (m)	地下水位距孔口深度 (m)	试验段长度 L (m)	试验时压力表指示压力 Pp (MPa)	试验段全压力 P (MPa)	试验段流量 Q (L/min)	透水率 q (Lu)	岩体透水性	
YS01	YS01-1	20-25	8.5	5.0	0.30	0.39	2.96	1.52	弱透水	
					0.60	0.69	10.4	3.01	弱透水	
					1.00	1.09	16.64	3.05	弱透水	
					0.60	0.69	10.04	2.91	弱透水	
				5.0	0.30	0.39	2.98	1.53	弱透水	
	YS01-2	25-30		5.0	0.30	0.39	4.04	2.07	弱透水	
					0.60	0.69	10.08	2.92	弱透水	
					1.00	1.09	31.08	5.70	弱透水	
					0.60	0.69	9.42	2.73	弱透水	
				5.0	0.30	0.39	3.8	1.95	弱透水	
YS02	YS02-1	20-25	8.3	5.0	0.30	0.39	25.32	12.98	中等透水	
					0.30	0.39	60.58	31.07	中等透水	
	YS02-2	25-30		5.0	0.30	0.39	23.88	12.25	中等透水	
					0.60	0.69	37.12	10.76	中等透水	
				5.0	1.00	1.09	60.82	11.16	中等透水	
					0.60	0.69	38.26	11.09	中等透水	
					0.30	0.39	23.02	11.81	中等透水	
					5.0	0.30	0.39	23.02	11.81	中等透水

注：YS02-1 段压力升至 0.6Mpa 时，压力不稳，直降至 0.3Mpa，稳压 0.3Mpa 后得 Q 为 60.58L/min。

5 次流量读数中最大值与最小值之差小于最终值的 10%，或最大值最小值之差小于 1L/min，结束试验，取终值作为计算值。水柱压力计算零线，根据地下水位确定。

地下水水位位于试验段以下时，以通过试验段 1/2 处的水平线作为压力地算零线；乙地下水位位于试验段之内时，以通过地下水位以近的试验段到 25 处作为压力计算零线；地下水位位于试验段之上时，且试验段在该含层中时，以地下水位线作为压力计算零线。

### 5 数据分析与结果解读

压水试验的数据分析是试验过程中的关键环节。通过对渗透水量、压力等数

据的分析，可以计算出岩体的透水率，了解岩体的渗透特性。同时，结合地质勘察资料，可以对岩体的裂隙发育程度、渗透性等特征进行综合分析。

#### 1. 透水率计算

试段透水率采用最大压力阶段的压力值(PS)和流量值(Q)按下式计算：

$$q=Q/L*1/PS$$

式中 q—试段的透水率，Lu；

L—试段长度，m；

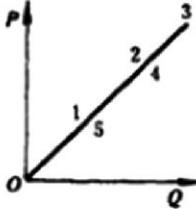
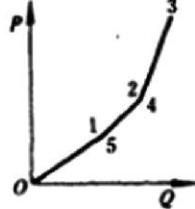
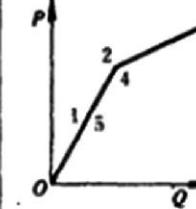
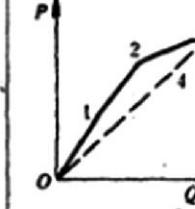
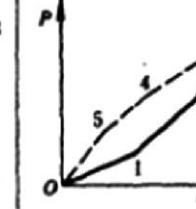
Q—流量，L/分钟；

Ps—试段压力，Mpa。

#### 2. 管路压力损失

本试验应考虑管路压力损失对试验结果的影响，压力表显示压力值小于压水试验段压力值，忽略管路的压力损失，造

表 5.0.3 P-Q 曲线类型及曲线特点表

类型名称	A (层流)型	B (紊流)型	C (扩张)型	D (冲蚀)型	E (充填)型
P-Q 曲线					
曲线特点	升压曲线为通过原点的直线，降压曲线与升压曲线基本重合	升压曲线凸向Q轴，降压曲线与升压曲线基本重合	升压曲线凸向P轴，降压曲线与升压曲线基本重合	升压曲线凸向P轴，降压曲线与升压曲线不重合，呈顺时针环状	升压曲线凸向Q轴，降压曲线与升压曲线不重合，呈逆时针环状

成试验结果偏小，应根据工作管径进行压力修正。

(1)当工作管内径一致，且内壁光滑度变化不大时，管路压力损失可用下式计算：

$$Ps = \lambda * L/d^4 u^2/2g$$

式中  $\lambda$  — 摩阻系数， $\lambda = 2 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-4}$  MPa/m；

L—工作管长度，m；

d—工作管内径，m；

V—管内流速，m/s；

G—重力加速度， $g=9.8m/s^2$

(2)当工作管内径不一致时，管路压力损失应根据实测资料确定。

3、本次压水试验各试验段试验结果汇总表如表。

拟建场区 YS01 检测孔下伏灰岩裂隙较发育，透水率范围值为 3.05~5.70 Lu；YS02 检测孔下伏灰岩裂隙整体较发育，局部溶蚀发育，岩土交接处岩体破碎，透水率范围值为 11.16~31.07 Lu，根据《水利水电工程钻孔压水试验规程》(SL31-2003)拟建场地岩体透水性为中等~弱透水性岩体，P-Q 曲线类型主要为 A (层流)型。

## 6 经验总结

通过本次勘察项目的实践应用，我们积累了一定的压水试验经验。

在水压试验前应先检查水压试验设备和管道的安全性，确保其能够承受所施加的压力。

在进行水压试验前，应将被试管道内的异物清除干净，以避免对结果产生干扰。

水压试验时，应依据相应的标准或规范确定所需施加的压力，并保持一定的压力持续时间，以确保测试结果的准确性。

在进行水压试验时，应确保测试设备和测试对象之间的连接牢固可靠，以防止压力泄露。

在水压试验期间，应密切观察被试管道和连接部位是否有漏水现象，并及时处理，避免压力过高或漏水导致的安全事故发生。

水压试验结束后，应按照规范要求，及时排空被试管道内的水压，避免可能的压力冲击和危险。

止水塞保证足够压力，过程中如发现漏压应进行补压，避免止水效果不理想，导致试验数据存在误差。同时可考虑加强止水设备的研发和改进，提高其止水效果和使用寿命。

本次注水试验，注水水泵采用钻机自带水泵，注水过程中易产生水压不稳，对数据准确性、可靠性存在一定影响，建议下次试验采用性能稳定专用水泵。

本次试验注水水量较小，当出现岩溶通道漏水、较大裂隙漏水时，由于注水水量有限无法保证目标压力，建议下次试验可采用不同规格水泵和不同尺寸注水管。

## 7 结论

本次勘察项目压水试验技术的分析总结报告，全面回顾了压水试验在地质勘察中的应用情况，分析了其优缺点，并提出了改进措施。通过本次实践应用，我们积累了一定的经验，也发现了存在的问题和不足。在今后的工作中，我们将继续加强对压水试验技术的研究和应用，推动其不断创新和发展，为地质勘探工作提供更加准确、可靠的数据支持。

## ●参考案例

# 转型驱动的背后有考究

## ——中小建筑企业如何借助设计和检测赋能提升施工能力观察

◎文 / 中铁十一局 郑传海

### 不具备设计和检测试验能力的企业出路何在？

建筑工程施工与检测鉴定和方案设计，好比孪生姊妹，三者之间血源相通，手足情深，你中有我，我中有你。它们仨，离了谁都无法孤立存在，更成不了事。

不信请看：

如果只有工程设计图纸、设计方案和检测试验机构，仅仅是缺少施工企业。设计图纸难以变成实景，好比挂在墙上的画，中用看不中用、水中的月亮，任凭怎么打捞都上不了岸；

如果施工企业也有，设计图纸和设计方案都有，就是没有检测试验机构，建材无法检测试验，如若硬要摸着石头过河——坚持干下去，工程质量自然无法从根本上得到安全没保障。这样的建筑产品，且不说能否保证百年大计，三年、五年、八年、十年……能否做到不出现质量和安全问题，谁都不敢说！

所以说，建筑企业的施工能力和检测鉴定与施工方案之间的关系，就是你中有我，我中有你的辩证关系，三者之间相互支撑，相互作用，相互依存。

我们再从组织单元结构，或专业化、全链条服务能力看：

它们分别属于相对独立的三家不同形式的企业或机构。比喻在武汉，除了像中建三局、中铁十一局、中交二航局、中国一冶等特大型建筑企业集团，一般的中小建筑企业，就是单纯依靠施工而存在。

从设计和检测专业名词看：

这两个机构（企业）的专业化、科技化、机械化、智能化程度较高。在建筑业，它属于高科技企业或机构。具备一定的专业化能力、科技实力和扎实的业绩为基础，不是头脑一热，想申请注册，市场监管和建设行政监管等部门就予以批准的。

就城市建设工程建设而言：



由中铁十一局二公司河北廊坊市南尖塔村棚户区改造工程项目部负责施工的已经基本完工的单体楼栋一角。2025年8月7日摄。  
(杨飞供图)

它们所承担的建筑工程任务，与民众的生活质量、安全、便捷、智能和城市形象的可塑性，都有直接关系。与铁路建设、高速公路建设、一般的市政工程和单纯的商业建筑，又有着很大的不同。对设计、施工的细节要求特别讲究，对各种建材的质量和安全性要求很高。每个分项工程、每个细节、每个关键节点、每个隐蔽环节，都必须按照要求，先行检测试验，再选配建材、组织施工、加强过程监管。

从一定程度上讲，这些流程落地，需要勘测设计和检测试验专业技术人員伴随着现场施工一起，提供贴身服务。由此可见，勘测设计、检测试验和现场施工三位一体，携手合作的过程，实

质就是专业分工，各司其职，严格履责尽责的过程。

那么，是不是说，不具备设计和检测试验能力的施工企业，或者说缺乏这两种资源要素合作的施工企业，面对转型驱动和城市更新的新业态，就不能参与施工了？

答案：NO！

既然如此，对于绝大多数不具备设计和检测能力企业来说，怎么办才能参与市场竞争？

透过转型驱动的大势，可以发现，转型驱动的背后是大有考究。这个考究就，就是如何下好借船出海、合作共赢这盘棋！



2010年3月16日,山西阳泉,太阳高速公路大南山隧道左进口掘进班一组工人们正用风镐排除洞石。

(本图与本文无关。安剑承摄)



2018年12月12日,中铁十一局四公司贵南项目部超前地质预报中心员工,在二级风险隧道都安隧道通过TSP仪器监测隧道两侧的地质情况。

(郑传海摄)

## 怎样走好借船出海、合作共赢这盘棋?

借船出海、合作共赢,是我国各行业企业之间携手联合,战胜复杂多变的市场环境,优势互补,抱团取暖最常用的经营模式。

这里所说的借船出海,是指施工企业在施工现场中,借助专业检测机构的法人认同优势和专业技术优势,与之联合,补齐施工企业缺乏这方面要素的短板,配合企业解决现场施工中遇到的实际困难。为现场施工安全有序地进行,积极稳妥地向前推进提供及时服务。

以中铁十一局四公司在广西贵南高铁隧道施工时的案例为例。

该公司负责施工的贵南高铁6标,位

于广西河池市都安瑶族自治县境内,都安又是我国十分典型的喀斯特地质结构地区,地下溶洞、暗河、泥石流不胜其数,有的地段,溶洞与暗河连为一体,给隧道安全施工带来了巨大的挑战。

在一年多的时间里,贵南项目部先后遇到了大小溶洞200多个(不包括隧道施工中遇到的突泥和发现的暗河),项目部组建的超前地质预报检测中心在严格执行隧道安全施工管理制度基础上,又从西安聘请了第三方专业检测机构的技术人员,帮助项目部进行技术指导和现场把关。

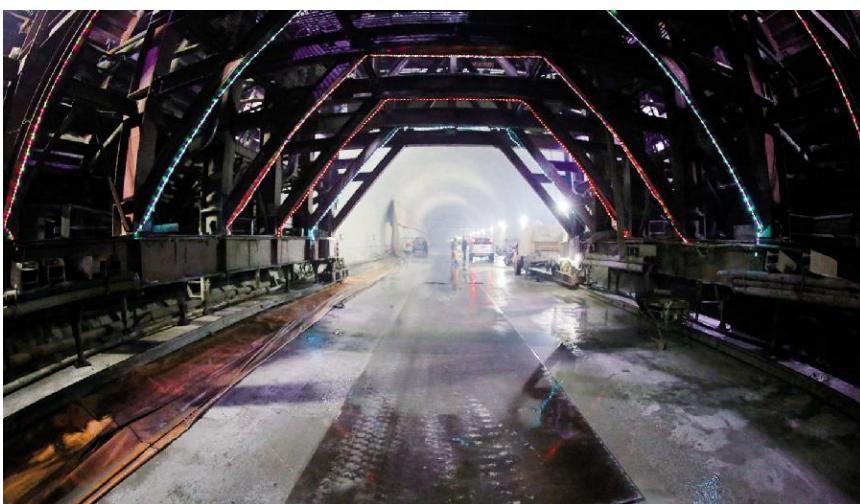
从项目上场组建超前地质预报检测

中心,到2019年9月初开始在第三方检测机构派出的现场技术人员的指导下,他们先后在15个隧道(包括泄水洞)掌子面检查出大小溶洞300多个。由于提前发现隧道前方存在的安全隐患,及时组织排除,不但确保了现场施工人员和设备无一损伤,而且避免了遇到隧道开挖过程中发现溶洞或裂隙,非得等待设计院驻项目的技术人员赶到现场分析确认,拿出处理变更方案之后,再出具施工组织方案,才能开展施工的尴尬现象。

项目部通过与外聘的第三方超前地质预报检测企业达成协议,由第三方派出的技术人员必须长驻项目部,工作重心由原来的超前地质预报探测,为现场督促和指导现场超前地质预报为主。协助项目部超前地质预报中心按照要求做好现场施做物探(地质雷达、地震波反射发和瞬变电磁法)检测工作,配合项目超前地质预报中心和安全部,指导检查隧道工班做好超前水平钻、加深炮孔和地质素描等一系列现场安全监测。通过物探和钻探合出具的综合检测报告准确引导现场施工。

时任项目经理李俊介绍,“贵南高铁隧道施工,能够做到安全快速,项目部及时聘请第三方检测技术人员现场指导和把关,遇到问题及时果断地采取行之有效的措施予以处理,有密不可分的关系。”

对于湖北善利建筑工程有限公司(以下简称湖北善利)来说,他们通过与中铁



2017年12月4日,中铁十一局四公司黔张常铁路现场,交班前,工人们把隧道清理得干干净净。

(本图与本文无关。郑传海摄)



2019年5月11日,中铁十一局四公司贵南项目部超前地质预报团队成员利用瑞典ProEx地质雷达在都安隧道掌子面探测地质情况。  
(郑传海摄)



2019年5月11日,中铁十一局四公司贵南项目部防灾减灾测量小分队成员在都安隧道2号横洞复测掌子面。  
(郑传海摄)

十一局二公司建立战略合作关系,在河北廊坊南尖塔村棚户区改造工程施工中,借助二公司和的资源优势、良好市场口碑和项目管理团队的精心管理指导,积极参与到该公司和项目部推行的标准化班组建设活动中来。“在项目部精心策划、大力支撑和悉心帮助下,从劳务队伍日常管理到现场规范施工监管,严格执行二公司和项目部印发的标准化班组建设各项制度,现场施工管理发生根本性、转折性变化。”湖

北善利现场负责人杨飞说,以钢筋加工和混凝土浇筑为例,钢筋下料精确度和钢筋绑扎误差都控制在1cm以内。混凝土使用量、浇筑方量精确到0.5m<sup>3</sup>以内,工程质量明显提高,施工成本也得到有效控制。

中铁十一局二公司河北廊坊南尖塔村棚户区改造工程项目经理李安宁介绍:通过开展标准化班组建设,湖北善利收获的不只是规范施工和现场管理上了一个

台阶,更重要的是,劳务工人的标准化、规范化作业意识大大增强,职业操守发生明显变化,个人的收入也得到不同程度地增长。在业主单位、中铁十一局京津冀区域指挥部、二公司和项目部多次检查考核中,得到了一致好评,2024年10月,在公司组织召开的标准化班组建设经验交流会上,湖北善利作为二公司的劳务公司和房建项目标准化班组建设唯一代表介绍了经验做法。

### 三方共同面临着“解扣子”的难题

对于更多央企以外的建筑企业,尤其是一些中小企业,就没有中铁十一局、中铁大桥局、中交二航局等建筑央企那种业已形成的上下游产业体系战略资源。如何借助第三方专业技术优势,产业链优势,加强合作,在转型发展和城市更新的赛道上,借力支撑,走得更稳,行得更远,发展的更好,是大家梦之所盼。

相对于施工企业,专业化勘测设计和检测试验机构(企业),是一种比较稀缺的战略资源,设计和检测资源显得尤为金贵,对它的刚性需求和无限性的矛盾,是长期存在的客观现实。能够得到这些资源的加持,既是企业最大的幸运,更是企业难得的机遇。

其实,面向市场,服务市场主体,在服务市场主体中发展壮大,是所有设计院所



2020年8月5日,吉林省延边州敦化市敦白高铁牵引变电所,中国铁建电气化局项目部的员工在清理以长白山风景名胜瀑布为背景的防火墙的卫生。

(本图与本文无关。郑传海摄)

和检测机构(企业)共同选择。他们同样面临着找市场和借此搭建新的服务桥梁,拓宽经营渠道,绘就新的增收创效曲线,结成长期合作战略联盟的经营构想。

笔者曾经与一家口碑不错的勘测设计单位的朋友在一个小区生活多年,经常听到他和他的家人抱怨,年复一年地面临着承揽任务的压力,给平日的生活,平添了不少烦恼。不仅如此,上哪找和怎么才能找到信用良好、建设工程任务饱满的战略合作伙伴?同样困扰着勘测设计和检测企业。

还有一家央企,通过改革,把原来专门服务企业自身的检测试验室完成申请注册独立的法人检测公司后,对检测公司实行两条腿走路的策略(即在服务企业自身需求的基础上,每年下达一定指标的对外承揽检测业务)。这对于习惯了生活在企业怀抱里工作的检测试验室的员工来说,要想迈开这一脚,不只是勇气,还有经验。曾经,我与试验室主任多次聊天谈到这个问题时,他总是感叹:再艰难的任务,只要交给我们,我们都能按要求如期完成,但是,让我们走出企业,面向市场去接单,这对我们来说,真的是一个小小挑战,一方面因为缺乏这方面的经验,不知怎么与人张嘴谈,另外就是担心,万一人家当场拒绝了怎么办。

看来,学好全员经营这一课,并不是一天两天就能上道的。

而信息不对称的矛盾,并不是在一两家企业身上孤立存在,在不少建筑企业和设计、检测单位同样存在。如何解开这个“扣子”,是多方需要通力合作来解决一个棘手难题。

## 解开“成长烦恼”的“扣子”,需要多方共同努力

从一定程度上讲,在网络遍布天下,“信息高速公路”十分发达的今天,勘测设计、建材检测试验和施工企业之间,出现这种信息不对称的“孤岛现象”,是一个十分尴尬的现象。

要从根本上改变这种现象,仅靠企业自身努力是远远不够的,需要政府、协会



2020年8月5日,吉林延边州敦化市敦白高铁万宝牵引变电所,中国铁建电气化局项目部工人,往往以长白山著名旅游景观桦树林为背景的防火墙上安装“新时代、新使命、新思想、新征程”的宣传标语。  
(本图与本文无关。郑传海摄)



2024年8月7日,湖北善利公司泥工钢筋工班施工的廊坊市南尖塔村棚户区4号楼第10层完成板钢筋和模板支撑体系,经监理单位现场验收确认后,施工人员、监理工程师和项目技术人员现场合影。  
(杨飞摄)

和涉及当事的企业(单位)通力协作,共同发力。

首先,要充分发挥建设行政主管部门、市场监管部门和建筑业联合会的作用,对勘测设计、检测试验和建筑施工企业的信息进行归类整理,建立面向行业企业的网上档案信息查询服务系统,打通信

息不对称造成的“孤岛阻隔”,方便三方检索和选择合作对象。

从专业细划分类和行政隶属关系上讲,虽然勘测设计、检测试验和建筑施工企业都属于广义上的建筑行业,但是,有些属于高校、科研院所主管企业化管理的事业单位,有的则属于独立的法人实体,

如何从中选择合作对象，并不是所有施工企业都如鱼得水般地自如。绝大多数施工企业连它们的“门从哪儿开”都不清楚，更不要说战略合作了。这就要求市场监管部门、建设行政主管部门和建筑业联合或建筑业协会，发挥审批注册、行政监管和行业联络的职能优势，由建设行政主管部门出面协调，市场监管部门提供相关信息，建筑业协会或建筑联合会负责收集三方信息资源，建立信息总汇，搭建信息平台，破除“信息孤岛”的阻隔，方便方便三方随机选择或菜单式选择。

其次，建筑业协会要充分发挥桥梁纽带作用，定期不定期地组织开展联谊交友活动，广泛动员施工企业、勘测设计和检测试验机构（企业）参加联谊活动，加入到协会大家庭中来，为三方搭建交流互动的平台和机会，通过联谊会，见面会、经验交流会、专题研讨会、重大课题发布会、揭榜挂帅、区域协作促进会等形式，方便三方相识相知，增进联络，互助互惠，携手合作，结伴而行。

再次，勘测设计、检测试验和建筑企业要积极主动地与需求对象联系，按照互通信息、战略互惠、合作共赢、点单下菜等方式或合作模式，加强与需求对象的联系和合作，解决自身施工中遇到的难题或资源闲置等问题。

第四，勘测设计和检测试验机构或院所要按照互利互惠的原则，因事制宜，科

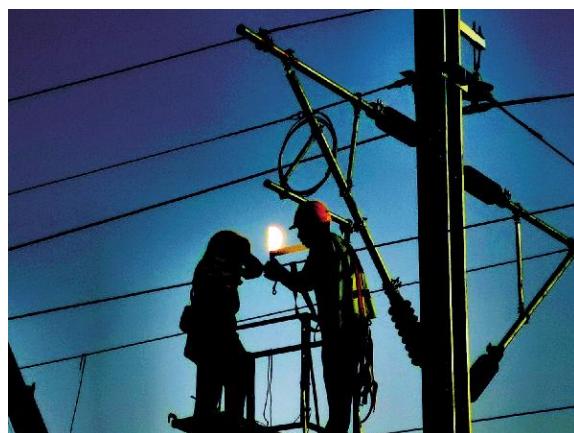


2024年8月8日，中铁十一局二公司河北廊坊市南尖塔村棚户区改造项目部，正在开展以标准化班组建设为主题的劳动竞赛。湖北善利劳务公司的经验在二公司召开的经验交流会上介绍经验。  
(杨飞供图)

学合理、透明公证、着眼长远，灵活制定服务取费价格，为建立长期合作的战略伙伴创造机会。

第五，税务部门对勘测设计和检测试验机构（企业）服务中小建筑企业，要采取免税和税费优惠，以及递进减税等措施，鼓励他们热情主动地为中小施工企业服务，方便中小施工企业吸纳人员就业，壮大企业实力，参与市场竞争。

另外，建设行政主管部门、社会工作部门要加强对行业协会对为三方服务情况的关注，把行业协会对三方合作情况，纳入引导市场主体或院所充分利用市场资源、科研资源（成果）、服务和转化利用情况作为考核协会服务企业的依据之一，以此推动协会、企业和院所之间的紧密联系，在助力三方转型发展过程中，健康稳妥地向前发展。



2024年8月13日，中铁建电气化局集团三公司员工在莘亚线披星戴月赶工期，迎接即将在哈尔滨举行的体育比赛盛会。  
(本图与本文无关。潘瑞强摄)



2025年8月7日傍晚，橘红色晚霞，与弥漫的乌云和冷色的空际交织在一起，使静卧在铁路线上的沈白高铁接触网与橘色的晚霞和冷色的空际浑然一体，美不胜收。  
(本图与本文无关。潘瑞强摄)

# 转型驱动 检测赋能城市更新

◎ 文 / 武汉市东西湖区建设工程质量检测中心 龚为

2025年7月,时隔十年再次召开的中央城市工作会议为我国城市发展指明了新方向。会议明确指出,我国城镇化正从快速增长期转向稳定发展期,城市发展正从大规模增量扩张阶段转向存量提质增效为主的阶段。这意味着城市建设的重心将从新建为主转向存量更新为主,“安全”成为城市发展不可逾越的底线,“绿色”和“智慧”则成为建筑业高质量发展的核心动能。在此背景下,全面提升既有建筑安全保障水平成为当务之急。大量老旧房屋需要进行安全鉴定、抗震加固、节能改造和功能提升,这不仅是城市更新的重要任务,也催生了巨大的既有建筑安全市场。建筑企业和检测机构必须抓住这一机遇,通过技术转型和服务升级,为城市更新赋能。本文将围绕既有建筑安全检测与改造这一主题,探讨市场现状、政策驱动、技术趋势以及检测机构的转型路径。

## 1.既有建筑安全检测与改造市场现状

经过数十年的高速发展,我国城市中累积了大量建成年代久远、安全性能退化的老旧建筑。据统计截至2012年我国既有建筑面积已超过500亿平方米,其中绝大部分为非绿色、高耗能的存量建筑。许多老旧房屋由于设计标准低、材料老化

和维护不足,存在结构安全隐患和抗震性能不足的问题。近年来各地相继发生的老旧建筑垮塌事故敲响了警钟,加强既有建筑安全管理迫在眉睫。

在政策推动和市场需求双重作用下,既有建筑安全检测与改造市场呈现

出快速增长的态势。一方面政府部门加大了对老旧建筑安全排查和治理的力度,另一方面业主和社会公众对建筑安全和品质的要求不断提高,可以预见既有建筑安全检测与改造将成为建筑业新的重要增长点。

## 2.政策驱动与城市更新

中央和地方政府高度重视城市存量更新和既有建筑安全管理,出台了一系列政策文件和指导意见,为市场发展提供了有力的政策驱动。早在2016年中共中央、国务院就发布了《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》,提出要全面排查城市老旧建筑安全隐患并限期整改,严防发生垮塌等重大事故。这一文件明确将老旧建筑安全排查整治上升为政

府职责,为后续行动奠定了基础。

近年来,“城市更新”上升为国家战略,各地纷纷制定城市更新行动计划。2021年,“实施城市更新行动”首次写入国家“十四五”规划纲要,要求加快转变城市发展方式,统筹城市规划建设管理,推动城市空间结构优化和品质提升。住房和城乡建设部也多次强调,要加快推进城镇老旧小区、街区、厂区和城中村改造,做好

存量提质增效的大文章,让老城区焕发新容颜。在具体政策方面,住建部等部门发布了《关于在实施城市更新行动中防止大拆大建问题的通知》等文件,规范城市更新中的拆除重建行为,鼓励通过微改造、综合整治等方式提升存量建筑品质。各地也因地制宜出台了既有建筑改造的支持政策,如财政补贴、简化审批等,引导社会资本参与老旧小区改造和既有建筑抗震加固。

## 3.技术趋势:绿色、智慧与专业化升级

面对城市更新和既有建筑改造的新形势,一系列新技术、新工艺不断涌现,为提升检测效率和改造质量提供了有力支撑。绿色化和智慧化成为行业转型的两大关键词,同时专业化服务能力也在不断升级。

### 1.绿色改造技术

既有建筑的绿色改造旨在降低能耗、改善环境性能,实现可持续发展。其中节能改造是重点领域,包括外墙保温、更换节能门窗、加装遮阳和通风系统、照明节

能改造等。这些措施可以显著降低建筑能耗和碳排放。我国已将建筑节能设计纳入强制性要求,新建建筑节能标准不断提高,可以预见既有建筑节能改造也会有序推进。

### 2.智慧监测与预警

随着物联网、大数据和人工智能技术的发展,智慧监测预警系统在建筑安全管理中扮演越来越重要的角色。传统的人工巡检难以实时掌握建筑结构的健康状况,而安装传感器和监测设备可以实现对建筑

结构的实时监控。这种智慧监测系统相当于为建筑装上“健康传感器”,实现由被动检测向主动监测的转变,大幅提升了建筑安全管理的及时性和准确性。

### 3. BIM 在旧改中的应用

建筑信息模型(BIM)技术在既有建筑改造中的应用,为项目带来了更高的效率和精度。传统的老旧建筑改造往往面临图纸缺失、现场情况复杂等难题,而BIM可以通过三维扫描和建模,建立既有建筑的数字模型,直观呈现隐蔽工程和结构构

件信息。这不仅有助于检测人员全面了解建筑现状,也方便设计团队进行改造方案的模拟和优化。

#### 4.非开挖修复技术

城市地下管网的老化问题同样突出,传统开挖维修方式不仅成本高、工期长,还会对交通和环境造成较大影响。为此,非开挖修复技术在市政管网改造中得到广泛应用。非开挖技术是指在地表不开挖(或少开挖)的情况下,对地下管线进行探测、修复或更换的一系列技术方法。常见的非开挖修复方法包括管道内衬(CIPP翻转内衬、UV固化内衬等)、管道局部修复、爆管法更换等。这些技术利用原有管道作为载体,通过树脂固化、膨胀贴合等方式,在不挖开地面的情况下修复管道的破损和渗漏。可以预见随着城市地下管线普查和更新改造的推进,非开挖修复技术将成为市政工程领域的重要发展方向。

### 4.转型路径探索:技术升级与服务延伸

面对既有建筑安全检测与改造市场的新机遇和新要求,建设工程检测机构需要主动转型,不局限于提供单一的检测报告,而在城市更新背景下提供“检测+诊断+治理”的综合解决方案,以我中心为例,中心领导班子通过大量市场调研及开会研讨一致认为,在新时期检测机构应沿着技术升级和服务延伸两条路径实现转型升级(图1)。

首先在技术升级方面,我中心在硬件层面大力引进和应用先进设备,提高检测的准确性和效率,如引入先进型号的大疆无人机进行航拍和三维激光扫描,对大型复杂结构进行快速检测和建模(图2);新购置一批绿色建筑评价所需的仪器设备,为新兴的绿色建筑评价市场做好铺垫(图3);正在洽谈引入基于物联网的在线基坑监测系统,为重点建筑基坑提供持续的监测服务(图4)。在软件层面,中心不断更新新检测能力范围。中心目前正在申请绿色建筑评价、装配式建筑检测等新兴领域相关检测资质,努力实现转型升级。

其次在服务延伸方面,中心领导班子正在构思将检测中心从单纯的第三方检测拓展为全过程技术服务提供者。具体思



图1 中心领导班子举行市场调研研讨会



图2 无人机航拍



图3 新购置绿建设备



图4 中心举行自动化监测技术实操培训

路如下:①向前端延伸,为主业提供检测鉴定加咨询诊断一体化服务。即在完成检测报告后由专业技术人员对报告进行解读,分析建筑存在的问题,提供整改建议和加固方案咨询。这种增值服务帮助业主更直观地理解检测结果,明确下一步行动方向。②向后端延伸,中心可以参与到加固改造的质量监督和效果评估中。例如在加固施工过程中提供现场检测服务,验证加固材料和施工质量,或者在改造完成后

进行验收检测，评估结构安全性能是否达到预期目标。

此外我中心一直非常重视公信力建设，确保中心出具的每一份报告、每一个检测数据真实可靠。目前中心通过进一步完善相关制度等方法加强质量控制和内部管理，杜绝出具虚假报告等行为。后期中心会将工作重点放到品牌建设上，如积极参与到行业协会和标准制定，提升在业内的话语权和影响力，并考虑引入专业机构帮助中心树立专业、诚信的品牌形象，以期能在激烈的市场竞争中脱颖而出，赢得客户和政府的信任（图5）。

中心领导班子通过大量市场调研及开会研讨一致认为，未来检测机构的转型方向是从“单一检测者”转变为“综合技术服务商”，这不单需要在技术上与时俱进，掌握先进的检测和监测手段，同时也要在服务上延伸链条，提供从诊断到治理的全过程支持。唯有如此检测机构才能在既有建筑安全市场中把握机遇，实现自身的可持续发展。



图 5 MCN 公司营销团队为中心介绍业务流程

## 5. 结语

当下城市更新已成为我国城市发展的主旋律，而既有建筑的安全检测与改造则是其中不可或缺的重要环节。展望未来，随着新型城镇化的推进和城市治理的精细化，既有建筑安全检测与改造

市场将持续扩大。我们检测机构应顺势而为以转型驱动发展，以检测赋能城市更新。我们有理由相信，转型驱动，检测赋能，我们终将书写出城市高质量发展的新篇章。

# 绿色建筑检测 智慧赋能城市更新

◎ 文 / 武汉洪东方建设工程质量检测有限公司 周晶晶 徐蕾

历经数十年的快速城镇化规模扩张，我国城市发展正迎来深刻的历史性转变。在党的二十大提出的“加快城市更新行动，建设宜居、韧性、智慧城市”战略引领下，曾经依赖大规模土地增量扩张的粗放型增长模式已难以为继。面对资源紧张、空间瓶颈以及提升人居环境品质的迫切需求，当前我国城市发展正全面转向“存量提质改造”与“增量结构调整”并重的新阶段。这一战略转型不仅关乎城市空间的优化与资源的高效利用，更承载着推动城市高质量发展、满足人民日益增长的美好生活需要的时代重任。而绿色建筑检测作为城市更新的关键技术支撑，正以其科技之力破解更新难题，为城市焕新注入安全、低碳、智慧的基因。

“城市更新”于 2019 年 12 月在中央经济工作会议上首次提出，并于 2021 年 3 月首次写入 2021 年政府工作报告和



“十四五”规划文件，由此上升至国家战略层面。党的二十大报告更加明确提出，实施城市更新行动，加强城市基础设施建设，打造宜居、韧性、智慧城市。再到 2025

年 5 月，中共中央办公厅、国务院办公厅《关于持续推进城市更新行动的意见》正式印发，这意味着“城市更新”完成了从概念提出、战略确立到顶层设计全面深化的



历史性跨越，进入了制度化、规范化、长效化推进的新阶段。这份由最高规格发布的《意见》，作为我国首部专门针对城市更新的国家级系统性、纲领性文件，标志着城市更新工作从过去局部试点、项目驱动的“探索期”，正式转向了覆盖全国、着眼长远、制度保障的“全面深化实施期”，同时也为各地城市更新行动按下了加速键。

在这一历史进程中，工程质量检测机构依托其在绿色建筑检测领域的专业技术能力与科技创新，正为城市更新行动提供不可或缺的额技术支持和科技助力。从绿色建筑预评价服务、绿色建筑检测服务、能效测评咨询服务、绿色建筑验收评估服务到绿色建筑评价服务全过程，检测机构能做的远不止单一环节的技术服务，而是构建起覆盖绿色建筑“全生命周期、全流程节点、全过程要素”的一站式技术支持体系。

在城市更新行动中，绿色建筑预评价服务作为项目启动的首个技术决策环节，是在施工图审查完成后，通过系统性核查、复合型校验与多维度性能模拟分析，对设计方案进行“绿色体检”，判断其与目标绿色星级的差距，识别技术漏项、技术冲突或实施风险，为设计优化提供科学依据，从源头规避竣工评价失败导致的整改损失与成本浪费。2025年，在由武汉洪东方检测承接的某商业、商务项目的绿色建筑一星级预评价过程中，通过对设计图的审查、综合专家意见，发现建筑幕墙图纸中部分围护结构没有保温设计，存在结露风险；景观图纸中室外吸烟区位置设置不

合理，且没有相关配套。团队提出进行变更，增加对应位置的保温设计，室外吸烟区域修改到地块南侧，合理配置座椅、烟头收集器和警示引导标识，为项目顺利进行绿色建筑验收奠定了坚实的基础。

在推动城市更新向绿色、低碳、高品质转型的关键进程中，专业检测机构扮演着不可或缺的技术支撑角色。它们凭借绿色建筑检测服务、能效测评咨询服务、绿色建筑验收评估服务三大核心服务能力，为城市更新提供贯穿全生命周期的技术护航，让“绿色”转化为可测量、可验证、可持续的品质提升。

绿色建筑检测服务如同项目的“体检仪”，通过科学严谨的现场测试与实验室分析，精确量化建筑场地周边的污染危害（如电磁辐射、土壤中氡浓度、环境噪声）、室内环境质量（空气、声环境、光环境、湿热环境）、可再生能源系统和供暖空调设备能耗等关键指标，将抽象的“绿色理念”转化为可测量的物理参数和性能数据，为绿色建筑方案提供精准的现状诊断和优化依据。在某高校创新创业实验实训中心建设项目中，洪东方检测团队采用先进的测氡仪、电磁辐射分析仪排查建筑场地内的土壤中氡浓度和建筑场地周边的电磁辐射危害；采用可见分光光度计、气相色谱仪、便携式红外线二氧化碳分析仪等对室内空气质量进行了全面“体检”，确认室内污染物浓度均优于国家标准限值；采用无线建筑声学测量系统对构件空气声隔声性能和楼板撞击声隔声性能进行了检验，确认了吸音板材等隔声设计的效果落

到了实处，显著改善了室内声环境质量；光环境检测则验证了照明系统的智能应用，在满足照明需要的同时，采用了节能控制，降低建筑的能源消耗；采用可再生能源建筑应用项目能效测试系统对太阳能热水系统的集热效率进行核查，确保了建筑的热水供应。为全体师生创造了绿色、健康、舒适的教学工作环境。

能效测评咨询服务则如同项目的“节能顾问”，基于检测数据，对绿色建筑模型进行深入地模拟分析，评估建筑实际运行过程中的能源消耗水平，预测其节能减排潜力，并针对性提出切实可行的能效提升策略与技术路线。这不仅服务于项目进行绿色建筑专项验收和申报绿色建筑标识，更核心的是确保建筑在实际运行的生命周期中，建筑能耗可以实现真正意义上的可持续降低。

绿色建筑验收评估服务是项目绿色目标达成的“守门人”。它依据国家及地方绿色建筑评价标准和项目设计说明，对项目竣工后的实际绿色性能进行全面、客观的核查与评估。组建建筑、结构、给排水、暖通和电气专业的专家团队，进行严格的现场核查和资料审核，验证各项绿色技术措施是否落实到位、性能指标是否达标，并最终出具专家团队验收通过的具有公信力的验收评估报告，确保绿色建筑实施到位。2024年，在某商业广场项目竣工验收阶段，洪东方检测团队承担了绿色建筑专项验收评估任务。团队依据《绿色建筑设计与工程验收标准》DB42/T 1319-2017 和《绿色建筑评价标准》

GB/T 50378-2014,组建了涵盖建筑、结构、暖通、给排水、电气专业的专家小组。查阅绿色建筑设计文件、施工过程和分部验收记录、绿色建筑检测报告、材料检测报告等资料，并随同专家组一起进行现场核查，对现场的无障碍设施（坡道、车位）、厨房止回阀、垃圾收集处理装置、下沉式绿地、电表、公区照明控制方式、电梯联动控制、可再生能源落实情况等。在绿建验收会议上，专家组提出根据图纸核查和现场施工情况修改部分绿建条文得分，要求建设单位限期整改并复验合格后，出具了符合二星级要求的验收评估报告，确保了项目的绿色承诺落到实处。

绿色建筑评价服务是检测机构赋能城市更新项目实现“绿色价值兑现”的关键环节。它致力于通过一套标准化、精细化、认证化的评价流程，对项目整体的绿色性能进行全面体检与等级认定。是确保城市更新项目“绿色基因”真正开花结果，并转化为长期经济、环境和社会效益的价值保障机制。

在湖北省锚定“双碳”目标、全力推动绿色建筑向更高质量迈进的战略机遇期，武汉洪东方建设工程质量检测有限公司紧跟政策导向，积极响应《湖北省绿色建筑发展条例》的全面实施，以高度的责任感和前瞻视野，持续优化与完善自身的资质结构与技术服务体系。现已构建起覆盖



绿色建筑检测全维度、全链条的核心检测能力，具备可再生能源系统检测（太阳能热利用系统、太阳能光伏系统、地源热泵系统）、场地专项检测（土壤氡浓度、电磁辐射、环境噪声等）、室内环境检测（甲醛、氨、氡、TVOC、苯、甲苯、二甲苯、二氧化碳浓度）、声环境检测（室内噪声、构件空声隔声性能、楼板撞击声隔声性能等）、光环境检测（照度计照明功率密度等）、热湿环境检测（室内温湿度等）、暖通空调系统检测（新风量、供暖空调系统能耗）等绿色建筑工程验收检测资质，涵盖了《绿色建筑设计与工程验收标准》DB42/T

1319-2021 标准要求中主要检测内容。同时将自动采集、远程监控、智能分析等智慧化检测技术融合到日常检测工作中，为城市焕新注入科学基因，让每栋建筑成为荆楚大地上践行“绿水青山就是金山银山”理念的生动载体。

未来，洪东方检测将紧跟政策导向，始终坚守第三方检测机构的公正性与专业性，严把绿色建筑工程质量检测核心关。我们将以更完善的技术能力、更高效的服务响应，为湖北省绿色建筑产业链的高质量发展提供强有力的技术支撑，以全链条的智慧检测，护航城市更新绿色品质！

## 检测赋能城市更新：省建科院的实践与探索

◎ 文 / 省建科院 崔小敬

在我国城镇化从快速增长转向稳定发展的新阶段，城市更新已进入存量提质增效的关键时期。中央城市工作会议明确提出，“安全”是城市发展的底线，“绿色”和“智慧”是建筑业高质量发展的核心动能。湖北省建筑科学研究院股份有限公司（以下简称“省建科院”）诞生于建设行业发展浪潮，现已发展成为一个拥有建筑科研、工程勘察、工程设计、工程质量检测检查及鉴定、结构加固、绿色建筑科研与咨询、能效测评等建筑工程配套服务功能齐全的综合性科研单位。七十载风雨兼程，七十载砥砺深耕，省建科院始终以科研基因铸魂，以专业积淀立业，在城市更新的时代命题中书写着专业机构的责任与担当。

### 绿色转型的“新生之旅”：办公建筑的低碳革新

在城市绿色发展领域，某市核心商圈既有办公大楼绿色改造项目，彰显了省建科院在低碳建筑领域的技术实力。这座始建于上世纪 80 年代的办公建筑，因岁月侵蚀逐渐失去光彩，亟需通过绿色转型重焕生机。

项目团队坚持“低碳改造”理念，在不破坏原有结构的基础上，注入绿色建筑的创新基因。团队前期通过能耗检测与环境评估，精准定位建筑节能短板；设计阶段融合前沿技术与环保材料，依托 BIM 技术优化管线设备布局，构建智能光感照明、高效隔热、雨水回收的绿色系统，同步增设变频多联机光伏空调系统及太阳能热水辅助空气源热泵系统，最大化利用屋面空间与日照资源；施工环节注重资源循环利用，将废旧钢筋、钢板、木材等用于场地围墙、花坛及铺路，实现“变废为宝”；同时打造室

内外垂直绿化景观与木结构健身房，既通过植物净化作用改善空气环境、调节温湿度、减少噪音，又为使用者提供健康舒适的活动空间。

项目最终取得显著成效，预期综合节能率48.93%，成功斩获三星级绿色建筑设计标识证书及三星级健康建筑设计标识证书，并入选住建部城乡建设领域碳达峰碳中和第一批典型案例。

作为湖北省首个获得绿色建筑与健康建筑“双三星级”设计标识的标杆项目，其成功实践为夏热冬冷地区既有公共建筑绿色改造提供了可复制的范本。

## 历史遗产的“逆生长”： 老旧工业建筑的改造实践

黄冈市某老旧工业建筑加固改造项目，是省建科院在历史建筑活化利用领域的标杆探索。这座建于20世纪60年代的工业建筑群，作为当地特定产业的重要载体，承载着半个多世纪的产业记忆。但因长期废置，23栋建筑普遍存在墙体开裂、结构垮塌风险，部分房屋甚至沦为危楼，安全隐患突出。黄冈市文旅专班计划将其改造为融合沉浸剧场、博物馆、文化体验店的市民休闲新地标。

该项目的核心难点在于如何在保留红砖黑瓦历史风貌的前提下，精准解决结构安全问题。省建科院团队以“检测先行”破局：通过深入现场检测主体材料强度、配筋、结构布局及现状等详细参数，并借助房屋建模精准掌握建筑结构现状，为改造提供科学依据。基于检测结果，团队创新提出采用高延性混凝土加固方案，既满足结构安全承载力要求，又避免大规模拆改，最大限度保留了原有建筑风貌。在施工过程中，面对场地限制、预算紧张等困难，项目团队发挥全链条服务优势，协调设计、施工、监理等多方力量，优化工期和造价，确保“旧建筑与新空间融合之美”的设计理念落地生根。

最终，这座老旧工业建筑成功实现“逆生长”，成为承载集体记忆的文化旅游新地标。



办公大楼改造前后照片



工业建筑改造



基于BIM技术的绿色建筑检测监测平台(办公大楼)

## 适老化转型的“破茧之路”:既有建筑的焕新升级

在城市功能更新领域,某地既有建筑改造为健康颐养综合体项目同样极具代表性。始建于 20 世纪 90 年代的该建筑位于城市核心地段,因功能老化、设施陈旧亟需转型。随着我国积极应对人口老龄化战略的推进,将其改造为集“医、养、康、护、娱”于一体的健康颐养综合体,成为顺应时代需求的重要举措。

该项目改造难点集中于三方面:一是既有建筑抗震标准不达标;二是梁柱构件存在先天设计缺陷;三是功能转型与安全保障需同步实现。

项目改造前,省建科院团队运用三维激光扫描等技术对这座 10 层框架结构建筑进行了全面的安全性及抗震鉴定,精准定位承载力不足的梁柱构件、开裂渗水的填充墙等隐患点,为资金精准投入明确方向。改造过程中,施工团队严格遵循规范化标准,多次组织现场踏勘测查,制定针对性施工方案。项目依托省建科院在检测鉴定、方案设计到加固施工的全链条服务能力,通过各环节深度协同的模式,有效打通了信息传递壁垒,显著提升了工程各环节衔接效率及跨专业沟通质量,有效缩



适老化改造

短了改造周期。该项目在保障结构安全的基础上,结合适老化需求,同步融入无障碍坡道、智能监测报警系统、防滑地面处理等一系列人性化设计,实现改造主体从安全保障到功能升级的无缝衔接,让老旧建筑在城市更新中真正适配民生需求、焕发时代价值。

改造后的健康颐养中心成为当地首个旗舰健康颐养综合体,为城市存量建筑功能更新提供了可借鉴的范例。

城市更新是一项系统工程,既需要尊重历史文脉,又需要满足现代需求。在既有建筑改造更新领域,省建科院积累了丰富的实践经验并形成了系统的解决方案,

能够实现从前期检测鉴定到后期方案设计、加固施工的全流程管控。此外,省建科院既有建筑工程纠偏方面也有一定技术沉淀,通过平台监测系统与定制化方案设计可以解决建筑物沉降不均、结构倾斜等难题,实现毫米级精准纠偏,让倾斜建筑“重回正轨”。面向未来,省建科院将紧扣城市更新“存量提质增效”的核心需求,进一步强化检测技术研发与成果转化,重点推进非开挖修复技术、建筑结构加固新材料、智慧监测预警系统等核心技术的创新突破,为既有建筑安全保障与功能升级提供更精准的技术支撑,助力建筑业迈向高质量发展新阶段!

## 会刊 2025 年第 9 期专题策划约稿 建设质量强市 共享美好生活

今年9月是我国第48个“质量月”,主题为“数智驱动 筑基强链 创新质量生态”。为深入贯彻落实《质量强国建设纲要》精神,践行“经济合理、安全耐久,以人为本、健康舒适,因地制宜、绿色低碳,科技赋能、智慧便利”等基本原则,本刊2025年第9期将以“建设质量强市 共享美好生活”为主题,开展专题策划。

我们诚挚邀请各会员单位结合自身实践经验,围绕主题踊跃投稿,分享经验、提出建议、交流观点,共同营造全社会关注质量、崇尚质量、创造质量的

良好氛围。

稿件内容可涵盖质量管理体系建设与实践、数智化技术在工程质量管控中的应用、绿色建筑与可持续发展、工程质量提升典型案例、质量建设与人才培养、行业政策解读与建议等多个方面。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 9 月 18 日前投稿;

5. 文末留下作者的联系方式、通讯地址及邮编;

6. 投稿联系人及联系方式:

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

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

武汉建讯(会员新闻):周俊,电话 13995511001,邮箱 287926275@qq.com。

# 建筑企业“十五五”发展思路探讨

◎ 文 / 科思顿企业咨询管理(上海)有限公司合伙人 胡建

## 一、建筑业当前面临的形势

建筑业处于下行通道。建筑业是被动依赖投资的行业，经济形势好则建筑业兴、经济形势下行则建筑业衰，这是客观规律。当前我国经济面临“有效需求不足，部分行业产能过剩，社会预期偏弱”的困难。专家判断建筑业正处于 U 型通道，但当前处于 U 型底部还是侧壁，众说纷纭。但可以肯定的是，2025 年建筑业面临的困难前所未有，今年上半年大量建筑企业的市场拓展成绩同比大幅下滑。

细分领域冷暖不一。建筑业总体下行，但并非所有细分领域同步萎缩。从细分业务领域来看，能源电力、水利、石油化工领域逆势上扬。“十四五”期间，在房建、市政领域困难重重的同时，这三个细分领域表现突出。以能源电力为例，截至 2024 年，其投资总额从 2020 年的 10189 亿元增长至 17770 亿元，年复合增长率达 14.9%。

“马太效应”显现。行业下行过程中，资源向头部企业集中，强者恒强。头部企业凭借资源多、品牌硬和管理好的优势，抗风险能力更强。以八大建筑央企为例，其新签合同市场占有率，从 2018 年的 29.2%，升至 2024 年的 48.7%。若加上上海建工、陕西建工为代表等地方大型建



筑集团，全行业市场集中度极高。

全行业资金承压。受经济下行、房地产暴雷、消费信心不足及地方政府隐性债务等多重因素影响，建筑业普遍面临资金问题。账面盈利但现金流紧张成为常态，“不要没有营收的合同、不要没有利润的营收、不要没有现金流入的利润”已成为行业共识。

行业内卷加剧。行业下行导致产能过剩矛盾更加突出、行业集中度提升导致很多中小建筑企业无米下锅，全行业进入内

卷时代。价格战首当其冲，随后演变为卷资源、卷服务、卷产业的全面内卷。业主需求被无限迎合，行业陷入非理性竞争。

行业老龄化加剧。建筑企业在人才市场受追捧的时代一去不返，一方面是由于行业下行，机会越来越少；另一方面，工作环境差、内卷严重导致新生代不愿入行。顶尖高校如清华、同济的建筑类专业招生困难，即是明证。与此同时，既有员工因技能固化、年龄偏大难以转行，导致行业老龄化趋势加剧。

## 二、建筑企业面临的四大普遍问题

当前行业形势严峻，建筑企业普遍面临以下四大问题：

问题一：焦虑感与无力感蔓延。焦虑源于对未来的不确定，包括对行业前途的焦虑、对企业前途的焦虑和对个人前途的焦虑。无力感源于应对手段的匮乏。建筑企业普遍存在“干企一面”的现象，许多企业没有核心竞争力，市场上行阶段可以掩盖很多问题，但市场下行时，“裸泳者”终将现形。

问题二：业务停滞但市场手段单一。多数建筑企业面临业务停滞甚至负增长，市场拓展能力当下显得尤其重要，但原有的市场体系是基于销售思维、工程思维、关系思维构建的，已不适应新环境。销售思维忽略用户需求，工程思维割裂整体诉求，关系思维过度依赖中间人。构建基于营销思维、产业链思维、客户思维的新型市场营销体系迫在眉睫，但管理惯性导致转型困难。

问题三：历史包袱较重，管理失据。许多建筑企业存在老项目亏损、新项目潜亏、盲目扩张遗留问题或国企改革包袱。市场下行时，这些问题集中爆发。与此同时，许多企业以承包制、联营合作等多种方式开展业务，企业规模虽然做大了，但对项目的掌控严重缺位，缺乏有效的项目管理体系与管理机制，出血点较多，管理尤其是项目管理失据。

问题四：转型难，坚守更难。“转型”

和“第二增长曲线”成为近两年的热词，许多建筑企业期望寻找一片蓝海，从而走出当前的困境，但从实际效果来看，大部分企业所谓的“转型”并不成功。绝大多数领导者都不是“雷军”，行业经验也好、人生经验也罢，都是基于建筑业，大部分企业的转型也是基于建筑业细

分领域的经验画延长线，并没有根据新业务特点进行有针对性的布局。举个简单的例子，许多建筑企业开拓新业务，投入了不少的资源，并加以考核，但考核还是基于主业的考核内容，新签、营收、利润一个不少，但往往就是对这三个指标的考核扼杀了新业务——新业

务需要孵化期，刚刚起步哪来的利润？这就导致了很多企业的新业务部门为了考核的压力不得不开展老业务。对于大部分中小建筑企业来说，坚守主业做出特色更加可行，不能盲目转型，不能盲信第二增长曲线，世界上没有那么多蓝海。

### 三、建筑企业“十五五”发展五点建议

“无论如何，生活还要继续，我们需要在不确定性中寻找答案，在迷雾中寻找微光。对于广大建筑企业来说，面对“十五五”，我们有六点建议：

**建议一：客观不悲观，解决问题比抱怨更重要。**客观认识行业发展趋势，基于对趋势的准确判断采取有效的应对策略，是负责任的企业管理者应该具备的素质，不要盲目悲观、不要盲目散布悲观情绪，正视企业的问题、找到解决问题的方法、练好企业内功更重要。环境好也有破产的企业，环境再差也有优秀的企业。建筑业作为千年行业，不会消亡，关键在于如何适应变化。

**建议二：将“活下去”作为“十五五”的主线。**建筑业已经过了高峰期，无论我们历史上取得了多么辉煌的成就，无论是国央企还是中小企业，要把“活下去”作为“十五五”的发展主线。在战略目标设定上，需要稳增长、保规模，大部分企业需要维持一定的规模才能保持现金流不断、人心不散。

**建议三：区别开展新业务布局。**大型央企承担着国家战略转型的责任，可以紧跟国家战略适度布局战略新兴业务。在开展战略新兴业务布局时要极力避免惯性思维——我们有太多的工程思维、大项目思维、大企业思维，还是要以开放的心态积极拥抱社会资源开展合作，一定要抑制自己亲自下场操刀的冲动。中小建筑企业应立足自身资源禀赋，走特色化、专业化道路，同时审慎考虑新业务布局。

**建议四：积极布局海外市场。**国内建筑业产能过剩已经是不争的事实，海外市场是建筑企业“十五五”的必答题，不是选择题。部分具备实力的建筑企业需要以国

别深耕为核心、属地化发展为基础，开展海外市场拓展，初期可以借船出海，待业务稳定后可以造船出海甚至买船出海。目前，海外市场布局方面，建筑央企的地位不可撼动，但中小建筑企业也不是没有机会，央企干大项目，中小建筑企业可以差异化专注于“小而美”的项目，各干各的。建筑企业在国际化的过程中一定要注意风险管控，需要系统构建市场体系、管理体系、人才体系、资源体系、供应链体系等五大体系。

**建议五：练好内功、提升能力。**建筑企业需要有针对性地优化组织、业务、人员，裁并低效机构，压缩低效业务，整合低效区域；强化现金流管理，对非核心资产、低

效资产、不良资产进行优化，改善资产负债表，降低财务杠杆；回归企业管理核心，向项目要效益，构建以策划管理为基础、以成本管理为核心、以进度管理为主线的标准化、精细化的项目管理体系。

**建议六：构建新型市场营销体系。**建筑企业市场体系严重依赖高层营销，与市场环境不匹配，管理惯性太大，旧市场体系难以满足业主资金、技术、质量、服务、产业等多种诉求融合的新市场需求，在市场需求的把握、市场研究布局以及新商业模式构建方面存在较多的缺陷，需要构建新型市场营销体系，从产品体系、市场体系、承揽体系、客户体系、资源体系、人才体系六个方面系统构建。



# 三步打造建筑企业核心竞争力

◎ 文 / 科思顿企业咨询管理(上海)有限公司合伙人 彭宏

行业下行已经成为不争的事实，市场竞争已经呈现出白热化的状态，身处其中的建筑企业正面临着前所未有的挑战，“十五五”真的是建筑企业生死存亡的关键时期。

在这样的行业背景下，究竟什么样的企业能够穿越行业下行的周期、生存下去、迎来黎明的曙光？笔者的观点是，建筑企业不必过于悲观，建筑行业每年有超过30万亿的庞大市场，足以承载大多数建筑企业的生存与发展，只要你在市场竞争中比你的竞争对手做得好一些，就会有生存空间。做得比对手好，就是企业核心竞争力的体现。

建筑企业如何打造自己的核心竞争力？其实企业的核心竞争力体现在企业管理的多个方面，是一个非常复杂的系统。本文从建筑企业的业务开展角度出发，从笔者认为比较重要的员工士气、市场营销、项目管理三个方面进行阐述。

## 一、提升员工士气

所有的事情都是靠人、靠团队干出来的，所有企业遇到的艰难险阻也都是需要靠士气高昂的团队去解决、去克服的。因此，拥有一个充满凝聚力、士气高昂、攻无不克、战无不胜的团队，对于企业来讲至关重要。

但是在当前的大环境下，员工普遍对经济环境与建筑行业持悲观态度，若再加之所在的企业经营状况不甚理想，那么员工就会对企业的未来缺乏信心，士气不振。甚至有些建筑企业正在经历降薪、裁员，员工的工资发放不及时。这种情况下，建筑企业员工的士气更是低落，人心不稳。那么，如何打造士气高昂的团队？

一是打胜仗。打胜仗主要体现在市场营销端和项目履约端。市场营销端是能够拿到项目，拿到大项目、优质项目，让员工看到公司是有活干的；项目履约端是通过有效的项目管理实现项目盈利，让员工看到公司是能挣到钱的。这样员工就会对公司未来的发展向好充满信心，认为在公司努力工作是有好的职业前景的。

二是树榜样。古有徙木立信以树立国民对国家的信心，企业在行业下行、公司艰难的时刻也需要通过树立榜样向员工传导一个理念，即积极努力、为公司创造价值的员工是能够获得较好的薪酬待遇的。树立榜样见效最快、最直观的两类人员是市场营销人员和项目履约人员，能够为公司拿到优质项目的营销团队，一定要按照公司的营销奖励规则及时、足额地发放奖励；项目兑现奖也是一样，经公司审核满足项目兑现条件的项目团队要



及时、足额开展兑现，让员工知道只要能给公司创造价值就会得到应有的回报，从而树立员工对公司的信心，激发员工的斗志。

三是差异化。行业下行时期，公司的支付能力是有限的，甚至有的建筑企业已经到了不得不降薪裁员的阶段。这里笔者要说的是，企业降成本时，需要先精简人员而非全员降薪，精简人员是裁减非优秀员工，留住优秀员工，员工的工作量饱满，有助于构建积极向上的工作氛围；而全员普遍降低工资是对所有员工的无差别伤害，会导致劣币驱逐良币，造成优秀人员的流失，留下的反而是非优秀员工。即使需要整体调薪、降低薪酬总额时，也不能够普降，要根据人员能力与业绩差异化拉开差距，重点保障优秀员工的薪酬竞争

力，让优秀者薪酬不降或者略升，让非优秀者薪酬降低，以此规避核心岗位、关键人才流失，激发员工成为优秀者的动力。当然，企业需要构建科学的绩效考核体系以识别真正的优秀者，构建合理的薪酬体系保障优秀者的薪酬待遇。

四是建文化。建文化是构建企业拼搏进取、积极向上的企业文化与工作氛围。领导带头示范、以身作则是最有效的方式之一。领导要全身心地投入到工作当中，在面对困难和挑战时，领导冲在前、干得多、干得好，这种带头作用不仅能增强团队的凝聚力，也为公司员工树立了榜样，提振了员工士气和信心，形成积极向上的良好工作氛围。全公司的团队成员自然会受到感染和鼓舞，面对行业的困难、企业的困难积极拼搏、不退缩。

## 二、强化市场营销

建筑市场营销在建筑企业中处于龙头地位，对于建筑企业的生存与发展至关重要。市场营销能力的打造主要从三个方面开展。

一是营销思维转变。现在市面上仍有很多的建筑企业在以工程思维开展业务，工程思维是以承揽建设项目为出发点，以干好项目、结算回收工程款为终点，零和思维。然而，当前的市场环境下，业主的需求早已发生了很大的变化，业主在项目的策划包装、资金、产业导入、后期运维等方面有着极大的需求，谁能够解决业主的这些痛点问题，谁就能拿到项目。这就是产业链思维，以业务发展作为出发点，以解决业主痛点为抓手，以共赢为目标，从产业链整体考虑能力布局。从工程思维向产业链思维转变需要企业构建全产业链管理能力，比如规划设计、融投资、产业运营等团队与能力的打造，以及社会资方资源

、外部策划规划资源、产业资源等的积累与整合等。

二是人员积极性激发。在建筑企业中，市场营销工作是非常重要的工作，也是非常难的工作，因此需要企业中最优秀的一批人来开展此项工作，而且要把这些人员的工作积极性给激发出来。营销人员的工作积极性激发主要从三个方面开展。一是让市场营销人员有英雄的荣耀感，公司在内部宣传方面、公司奖项设置方面、评优评先方面要向市场营销人员倾斜，以此体现公司对市场营销工作和市场营销人员的重视，让市场营销人员有英雄的荣耀感。二是让市场营销人员有薪酬收入的优越感，既然市场营销工作重要，那么从事市场营销工作的人员就要比从事其他职能工作的人员有更高的薪酬待遇；在市场开发奖励方面，符合奖励条件的人员和团队要及时、足额开展营销奖励，以此从薪

酬收入方面激发营销人员的工作积极性。三是让市场营销人员在职业晋升方面得到应有的重视，在干部提拔、基层员工选拔去公司总部等方面向市场营销人员倾斜，让市场营销人员的晋升通道更宽广、更通畅。

三是营销体系构建。营销体系主要是两方面，一是制度体系，二是组织体系。制度体系方面，培养一个成熟的营销人员需要较长的时间，这时候，就需要借助体系的力量来适度弱化营销工作对人员能力的要求，从工程信息的收集，到项目跟踪，到投标管理，再到合同管理等营销工作的全流程出发，构建营销工作开展的指导手册，指导市场营销人员的工作开展。组织体系方面，要构建立体化的，由公司领导、专职营销团队、项目部、公司其他人员组成的大营销团队，全员营销，各司其职，多层次团体作战，全员共同为市场营销工作贡献力量。

## 三、强化项目管理

一是构建项目管理体系。如果一个企业项目管理的好坏主要取决于项目管理团队，特别是项目经理的能力水平，那么这个时候项目管理是存在较大的不确定性的，因为人是很大的不确定性因素。项目管理体系的构建，是将企业内部先进经验予以归纳总结，将单个的、零散的成功做法予以组织集成，而后在企业内部进行推广，实现项目管理的规范化、标准化、均质化、高效化，并在实施过程中对项目管理体系进行持续改进，形成企业标准，储备企业管理技能，提高企业项目管理的核心能力，为企业可持续发展提供保障。

二是强化项目风险把控。项目风险的出现，很大一部分原因是公司层面没有对项目管控到位而造成的，“法人管项

目”的模式目前正在得到越来越多企业的认可，就是因为很多企业意识到了要在公司层面对项目的开展进行有效把控，公司要通过有效的管控手段以规避项目风险，提高项目管理效率。建筑企业需要强化对项目的管控以规避风险，主要可从资金统一支配、人员统一调配、策划统一组织、集采统一开展、结算统一部署等几个方面构建管控体系，明确各层级权责。

三是有效开展成本管控。项目盈利是企业业务开展的非常重要的目标，因此成本管控是项目管理诸多管理职能中非常关键的工作。首先要注重商务策划，可以在公司层面组织相关专家人员与项目部一起开展策划，提前识别项目的风险点与利润点，并制定针对性的应对举措。其次是做好成本

的过程管控，公司层面要及时、准确掌握项目成本数据，过程中发现偏差要及时介入开展纠偏工作，以确保项目成本整体可控。再者是要做好成本目标下达与考核兑现，准确测算项目的真实成本，下达项目团队跳一跳能够得着的合理目标，做好项目过程与完结的成本、收款的考核与兑现，有效激发项目团队的工作积极性。

建筑企业的核心竞争力打造还是要从业务的角度出发，回归到业务本质。有一帮攻无不克战无不胜的核心员工，有能够接到项目的市场营销体系与能力，有能够干好项目挣到钱、收到钱的项目管理体系与能力，这就是建筑企业的核心竞争力，具备这些能力的建筑企业就能在拼杀激烈的建筑市场上存活下来，占有一席之地。

本期“项目总工说”专栏聚焦中铁武汉电气化局西十高铁项目部总工程师刘磊。作为铁路电气化工程领域的“老兵”，他二十年如一日扎根国家重难点项目建设一线，从京沪高铁到西十高铁，用脚步丈量 169 公里线路，以“匠心守质量、创新筑精品”为理念，将技术难题化为创新成果，用数字赋能项目管理，在钢轨与电流交织的“钢铁脉络”中，书写着新时代电气化工程师的坚守与突破。让我们走近刘磊，聆听他用初心与技术谱写的“高铁交响曲”。

# 项目总工说

## 人物简介

刘磊，男，中铁武汉电气化局西十高铁项目部总工程师，深耕铁路电气化工程领域 20 年，先后参与京沪、兰渝、连镇、玉磨等近十条国家重难点铁路项目建设。他以“匠心守质量、创新筑精品”为理念，主导研发“整体腕臂安装工具”“无碴轨道模拟钢轨测量装置”等 10 余项创新成果，其中 6 项获国家实用新型专利，8 项在高铁施工中广泛应用，被誉为现场技术难题的“破解者”和青年团队的“领路人”。他带领团队首创高铁“数字孪生”管理模式，推动项目管理智能化转型，用毫米级精度与数字化技术诠释新时代电气化工程师的使命担当。



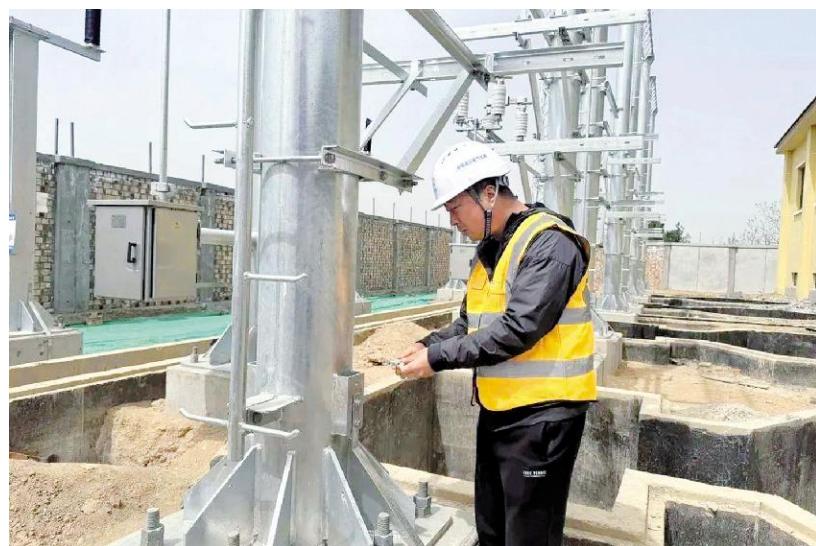
## 扎根工程一线，淬炼技术锋芒

2022 年初，刘磊临危受命担任西十高铁“四电”项目总工程师。面对前期仅 3 人常驻的困境，他化身“多面手”，白天踏勘 169 公里线路、协调接口问题，晚上编制施组方案，以“60% 工期压缩”的攻坚速度完成全线技术调研，被同事称为“刘铁人”。针对高铁精品工程建设目标，他创新提出“创优规划指引—首件定标先行—标准化作业推进”三步走策略，从设计源头规范工序标准，严格首件定标流程，确保已完工程全部达到样板工艺水平，方案获业主与监理单位高度认可。

在技术攻坚中，刘磊始终以现场需求为导向。海南东环铁路施工中，他针对日式结构腕臂安装效率低的问题，牵头研发“整体腕臂安装工具”，将安装时间缩短至原来的 1/3；创新“无碴轨道模拟钢轨测量装置”，将测量误差控制在

3mm 以内，破解无轨施工测量难题。推

“小发明”，看似简单却直击施工痛点，成为一线工人的“好帮手”。



## 数字赋能管理,创新驱动转型

“新时代工程师不仅要懂钢筋混凝土,更要有会玩转数据云。”这是刘磊常挂在嘴边的话。为破解西十高铁桥隧比高、施工协调难度大的难题,他引入集团自主研发的调度指挥大数据平台,整合机械设备、安全质量等8大业务板块40个子系统,推动项目成为全线首个实现“数字孪生”管理的标段。

通过实时数据与虚拟模型的虚实映射,他带领团队实现施工全流程动态调控,将安装误差控制在毫米级,大幅减少返工,为高铁电气化工程智能化建造树立标杆。



## 初心照亮征程,铁骨柔情筑梦

“我们搞技术工作的,一定要在现场,只有帮一线解决了问题,管理工作才能做下去。”这是刘磊对团队的要求,也是他20年扎根一线的真实写照。2023年中秋,他在隧道箱变安装现场接到儿子隔着围栏的呼喊,却因突发技术难题转身奔赴工地,深夜回到宿舍时,发现安全帽里藏着儿子的纸条:“爸爸的安全帽保护高铁,我保护妈妈。”

从西安开会归途,离家仅6公里的他,因工作通知选择留在项目部,电话里妻子的叮嘱“家里有我你放心”成为最坚实的后盾。月光下,手机屏幕里儿子画的“高铁爸爸”全家福,车头永远朝着家的方向。这位总说“今天不回了”的工程师,用20年的“咫尺天涯”,将“基建狂魔”的钢筋铁骨,化为千万家庭团圆路上的温柔月光,以行动诠释着“把论文写在祖国大地上”的初心使命。



刘磊,这位在铁路电气化战场上砥砺前行的技术尖兵,正以创新为笔、以实干

为墨,在新时代交通强国建设的画卷中,书写着属于中国工程师的智慧与担当。

## 湖北省五一劳动奖章获得者王凌飞： 铁肩担使命 匠心铸丰碑

◎ 文 / 中交二航局 陈维克 姜恒亮

1999年7月，王凌飞投身工程建设领域，自此，26年的光阴里，他的足迹踏遍了武汉乙烯工程、岱山跨海大桥、沙市基建EPC项目等十余个重大工程现场。如今，他是中交二航局黄石富水富池航道工程船闸项目书记。从东海之滨到长江腹地，他以行动生动诠释了“攻坚先锋”与“工程匠人”的双重角色。



王凌飞



王凌飞鄂州市劳动模范

### 匠心雕琢，筑牢工程安全防线

沙市基建EPC项目是荆州当时最大的基础设施项目，面对这个横跨6个乡镇、施工区域超100平方公里，且需多次穿越西气东输、川气东送等国家级能源管道的复杂项目，王凌飞神色凝重地对团队说道：“施工路线穿过这么多‘生命线’，容不得半点马虎！”

为破解难题，王凌飞带着技术团队开启“徒步勘测”模式。技术员小张回忆道：“那一个月，书记天天带着我们跋山涉水，白天用GPS定位仪记录数据，晚上研究管线图到凌晨。”最终，王凌飞创新提出“三单两图”管理法，即风险清单列清楚隐患，责任清单落实到人，整改清单追踪闭环，施工风险点分布图和应急处置图作为作战指南。他还编写了《项目

安全风险管理手册》，连工人防护装备穿戴步骤都有详细图示。现场工人老李表示：“按照这个手册施工，每个环节都明

明白白。”正是这份严谨，让项目实现了“零事故”竣工。

“王书记，我评上了先进个人能不能



中交蓝·党旗红二航先锋行之建工荆沙特色党建活动

不发现金,给我换成荣誉证书,我想拍照给女儿看一下她爸爸也拿到奖了,女儿学习不好,想激励一下她。”在现场巡查时,一名产业工人就积分制管理向王凌飞提出了自己的“意见”。王凌飞与班子商议后,每月对产业工人先进班组、先进个人在原有奖金基础上发放荣誉证书,并佩戴绶带,进行表彰拍照留念。“春风化雨润物无声”,参建人员的精气神被进一步激发,切实打通安全生产“最后一公里”。

### 铁肩扛责,冲锋一线保民生安

沙北实验学校项目因疫情工期压缩2个月,开学时间迫在眉睫。动员会上,王凌飞语气坚定地立下“军令状”:“9月1日必须开学!”那段时间,他每天5点准时出现在工地,深夜还在检查施工进度。技术员小李回忆道:“有次暴雨导致地下管网施工受阻,王总带着我们在雨里讨论方案,浑身湿透也顾不上。”

为攻克教学楼外立面施工难题,王凌飞组织技术骨干连续7天“泡”在会议室。经过反复论证,装配式幕墙技术被成功应用,将工期缩短了15天。当1600名学生如期入学时,王凌飞感慨地说:“听到孩子们的朗朗读书声,再累都值了。”

2024年6月,富水河特大洪水来袭,半壁山险段险情告急。“党员跟我上!”王凌飞一声令下,带领80余名工人奔赴现场。村民刘大爷心有余悸地说:“当时洪水都快漫过堤坝了,王书记冒着暴雨浑身湿透冲在最危险的地方扛沙袋抢险,我们看了都揪心。”连续48小时抢险,他仅靠在沙袋上小憩,最终筑起了196米长的“防汛长城”,守护了下游数万群众的安全。



官山大桥钢箱梁安装



沙北学校建成后全景



主缆架设完工



口袋公园

## 薪火相传,践行使命勇毅前行

在鄂州花马湖北侧产业园区配套基础设施 EPC 项目,高峰期有 20 余条市政道路和 1 座学校等同时在建,无人机倾斜摄影技术在该项目的成功运用,极大提高了生产效率。尝到甜头后,王凌飞切实发挥人才的孵化器作用,成立航飞小组,以点带面开展传帮带工作,要求项目人员应培尽培,熟练掌握该航飞技术,尽可能地推进该无人机技术在项目上实战运用。

“工程质量是用尺子量出来的,更是

用良心筑起来的。”在“导师带徒”活动中,王凌飞常对年轻工程师这样说。他牵头成立的“新业务创新工作室”,聚焦深基坑支护、超大跨度桥梁施工等难题。工程师小周说:“王总带着我们做实验、改方案,这几年我们团队拿了 12 项国家专利,他功不可没。”

在社会责任方面,王凌飞同样不遗余力。在疫情最紧张的时候,他协助当地政府开展新冠肺炎疫情相关人员转运实战

演练,紧急承建方舱医院等,带队到隔离点看望慰问被隔离的农民工,农民工们深受感动:“我们出来后还跟着中交二航局干!”

26 年风雨兼程,王凌飞先后荣获“中央企业优秀团员”“中国交建优秀党务工作者”等多项荣誉。他说:“荣誉是对过去的肯定,更是对未来的鞭策。”对他而言,最珍贵的是群众的认可、团队的成长,以及继续在工程建设道路上砥砺前行的初心。

## 马道枢纽:创新之笔绘就“工笔画”

◎ 文 / 中交二航局四公司 杨怀鹏

在平陆运河的第一梯级枢纽,一座世界上在建规模最大的内河省水船闸——马道枢纽正火热建设中。作为运河体量最大、人员投入最多的控制节点,该枢纽打通郁江与钦江流域的分水岭,通过双线船闸实现水位平稳过渡,是全线水运调度的“咽喉”。

二航局项目管理团队大力发展战略生产力,创新研发大体积混凝土管冷智能循环控制系统、超高边坡防护成套机械化施工关键技术、“空天地”一体化监测系统等先进技术,攻克船闸大体积混凝土浇筑、高陡软岩边坡开挖等难题,确保高标准、高质量、高效率推进项目建设。截至目前,马道枢纽已完成 200 万立方米混凝土浇筑,相当于填满约 800 个国际标准游泳池。

### 混凝土“退烧术”

2023 年 11 月 14 日,马道枢纽船闸主体结构首仓 13 号闸室右边墩浇筑现场笼罩在细雨中。二航局项目工区长张瑶蹲在浇筑完的混凝土平面上,手指划过测温仪屏幕,眉峰蹙蹙越紧——此处属于应力集中区,核心温度已飙升至 45 摄氏度,远超设计阈值,传统的控温措施根本无法满足温控需求。

马道枢纽船闸的体量是普通船闸的 10 倍,涉及混凝土浇筑方量达 336 万立方米。“马道枢纽船闸工程通航建筑物设计为双线船闸,长度为

300 米、宽度为 34 米、水深为 8 米,调节高差为 29.6 米。通航建筑物、泄水建筑物及两岸连接坝按 1 级建筑物设计,次要建筑物按 3 级设计,可通行 5000 吨级船舶。”项目负责人黄海波介绍说,“我们最高峰一天要浇筑 1.6 万立方米混凝土,已经是个世界纪录了。如何确保这个‘大家伙’顺利浇筑不开裂,前期我们做了不少工作。”

针对大体积混凝土水化热导致的开裂风险,项目团队研发了数字孪生智能温控系统。项目总工程师张帆介

绍：“我们通过预埋 6000 多个温度传感器和铺设总量约 130 万米的冷却水管，可以实时监测混凝土内部温度场变化，并自动调节通水流量和水温。”自适应通水温控系统是马道枢纽为防止大体积混凝土

浇筑出现开裂的一个保障措施，其利用“水换热”原理，通过在浇筑仓面里铺设水管，让流动水带走混凝土内部的热量，达到降温效果。

在后续浇筑施工中，项目管理团队使

用自适应通水温控系统，有效解决了大体积混凝土温控保障问题，该系统将混凝土内外温差控制在 20 摄氏度以下，裂缝发生率降低至 0.1% 以下，完全符合工程质量要求。

## 边坡施工“新秘术”

2023 年 2 月，随着边坡上的最后一根高压线被拆除，黄海波独自在山坡上坐了一下午，凝视着对面高达 188 米的 2 号边坡。马道枢纽 2 号边坡是国内在建运河最高航道边坡，开挖土石方量超过 770 万立方米，地质多以炭质泥岩为主，具有一定的脆弱性和易吸水性。如何在雨季到来之前完成 2 号边坡施工，是项目团队面临的一大挑战。

“时间紧任务重。采用传统施工方式，是无法赶在雨季到来之前完工的。雨季一来，边坡施工的风险就太大了。”技术会上，黄海波眉头紧锁。

传统的边坡施工方式来不及，那就想别的办法。经过多番论证，隧道施工的方式给了黄海波灵感。他提出借鉴隧道施工组织方式，打破传统的平面施工布置，实施多断面同步施工作业。

现场 70 多台机械设备、施工车辆和 350 多名作业人员被有序安排在一个“3D 格子空间”中，每名施工人员按照设



计好的合理步距，自主有序地移动到目标格进行作业。一套超高边坡防护机械化整套施工体系就此形成。

“这种施工组织方式的最大优势在于，它能够在 X、Y、T 轴上形成断面同步施工作业、不同工序流水作业和小班组

24 小时循环作业的立体施工状态，实现‘以空间换时间’的目的。”黄海波振奋地说。

2023 年 3 月，马道枢纽边坡施工完工，项目团队全面打开 5000 吨级内河航道作业面，比预计提前 95 天。

## 边坡“美颜术”

4 月，千竿滴翠掩映着“拔节生长”的马道枢纽。项目的建设者通过“剥离 - 修复 - 再生”三位一体生态治理体系，为 188 米高的边坡披上智慧“绿装”。

“这里就像是一所土方银行，每一捧表土都是生态修复的战略资源。”站在分级错落的边坡前，黄海波笑着比喻。项目管理团队创新实施“应剥尽剥”资源化存储，将 175 万立方米富含有机质的优质表土纳入智能调配系统。如今将近 12 万立方米的表土已精准回覆在 42.9 万平方米航道边坡上，部分表土回覆至堆存场顶面，通过抬填造地形成了 342 亩新增耕地，并与当地政府共建糖料蔗示范基地。

高耸的 2 号边坡到处都是绿色智慧：

在智能注浆机的调控下，锚杆内的注浆量、注浆压力精准可控，植入边坡的锚杆如同生态缝合线，和山体紧密结合，形成立体支护网。这种“外科手术式”的修复，极大提升了炭质泥岩边坡抗滑系数，并且通过湿喷机喷射混凝土将坡面封闭，进一步化解了雨季岩层软化的生态风险。

“卫星每 3 天为我们做一次‘CT 扫描’，无人机就是流动的生态医生。”项目测量部部长陈右东轻点监测平台，监测系统屏幕上立即呈现 13 个边坡的“生命体征”：卫星遥感捕捉毫米级位移、多光谱无人机分析植被郁闭度、埋入坡体的 500 个传感器实时回传含水率数据……

面对断层破碎带的特殊地质，项目管

理团队创新应用隧道三维施工理念，通过智能调度系统实现开挖、支护、复绿的时空接力。在北斗高精度定位引导下，智能削坡精度达到 2 厘米，为后续生态修复打下坚实基础。

山坳里的马道枢纽工人产业园，这个原本“深不见底”的山洼地被“巨额”土石方填平，形成一个可供 3000 人居住的运河小镇。产业园内，光伏板下培育的甘蔗试验育苗，见证着基建与生态的和谐共生。据项目生产管理部部长甘鹭介绍，园区总占地面积 670 亩，消纳土石方 636 万立方米。“每一块石头都找到生态归宿。碎屑与剥离表土混合制成植生基材，使边坡复绿周期缩短了 40%。”

# 地铁下穿区支护桩底过渡段玻璃纤维筋施工质量控制

◎ 文 / 北京广源惠峰建筑工程有限公司 冯健刚 杜保军 王晓帅 陈岳华 陈舟

**摘要:**本文聚焦地铁下穿区玻璃纤维钢筋支护桩底部过渡段施工工艺,深入探讨玻璃纤维钢筋在该特殊部位应用的必要性,详细阐述其施工流程,并精准剖析质量控制关键要点,旨在为同类工程提供翔实、科学的施工技术参考,保障下穿地铁工程的安全与质量。

**关键词:**地铁下穿区;玻璃纤维钢筋;支护桩;底部过渡段;施工工艺;质量控制

## 引言

近年来,国内外对于新型支护材料的研究和应用逐渐增多。玻璃纤维筋作为一种新型材料,在盾构直接切割方面具有显著的技术突破价值。由于玻璃纤维筋能与混凝土良好黏结,且具有较低的抗剪强度,可被盾构机直接磨削破碎和刀盘切割,减少了人工切割和凿除的工序,大大降低了盾构刀盘的切割损耗,提升了盾构进洞与出洞的效率,有效提高了地铁施工的安全性。

传统围护桩破除工艺存在明显的局限性。其施工过程复杂,需要投入大量的人力和物力,且施工周期长,对地面和环境的干扰较大。同时,人工破除过程中难以精确控制,容易对周围结构造成损伤,增加了施工风险。因此,玻璃纤维筋在地铁下穿区支护结构中的应用具有重要的现实意义和广阔的发展前景。

## 一、工程概况

本工程在武汉市江汉区,西临常青高架桥,设计有2层地下室,基坑形状近似矩形,面积约为9364 m<sup>2</sup>,周长约为412.0m,东西向约69.1m,南北向约146.1m,场地整平后标高为21.00m~21.70m,基坑开挖深度8.95m~11.50m,其支护形式为止水帷幕+支护桩+内支撑。

场地中间拟建地铁10号线下穿DE段(28根支护桩)和KL段(22根支护桩)支护桩,支护桩外侧设计有三轴搅拌桩A850@600止水帷幕,支护桩直径1000mm,桩间距1400mm,设计有效桩长20.1m,混凝土设计强度等级为C30水下,桩钢筋设计为HRB400C32钢筋,支护桩底距离拟建地铁隧道顶部0.3m~0.57m,支护桩玻璃纤维筋设置在隧道顶3.1m高度范围内。下穿地铁区域支护结构剖面见图1-1。

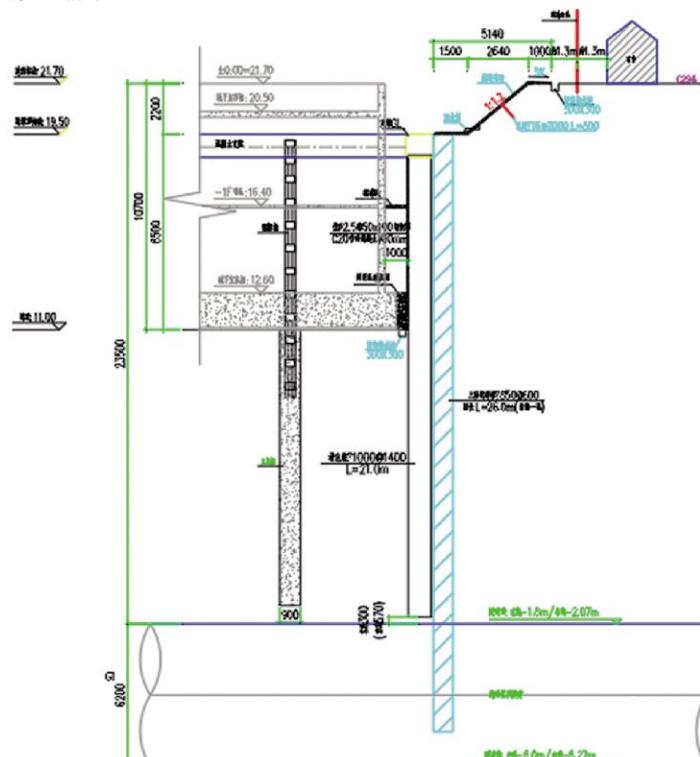


图1-1 下穿地铁区域支护结构剖面图

强度较高,能够满足支护桩在承受拉力时的性能要求。

### 2.2 抗剪强度

玻璃纤维筋的抗剪强度相对较低,这一特性使其在盾构刀具切削时更容易被破碎,减少了刀具的磨损。而普通钢筋的

抗剪强度较高,盾构刀具切割时需要更大的能量,容易导致刀具损坏。玻璃纤维筋在这一过程中具有明显的应力释放优势。

### 2.3 弹性模量

玻璃纤维筋的弹性模量比较低,受力时能有一定变形,这样就能更好地适应盾

## 二、玻璃纤维筋替代普通钢筋的优势

### 2.1 抗拉强度

从抗拉强度来看,玻璃纤维筋的抗拉

构施工时的应力变化。由于抗剪强度低,在切割盾构刀具时,易破碎,应力得以释放,对周围土体和结构的影响也减少了。

#### 2.4 耐腐蚀性

玻璃纤维筋的耐腐蚀性挺高的,这一点也是个重要的考量因素。普通钢筋于地下潮湿的环境里,易致锈蚀,进而致使力学性能降低,使用寿命也缩小。玻璃纤维筋耐腐蚀性能良好,能有效抵抗地下水以及土壤中化学物质的侵蚀。

玻璃纤维筋与普通钢筋关键性能指标对比见表 2.4-1。

玻璃纤维筋 GFRP 材料具有轻质、高强、抗疲劳、耐腐蚀性、可设计、易加工等诸多优点,可以合理代替钢材,特别是在盾构施工中,它更容易被盾构机磨碎或切割,从而显著降低了盾构机穿越围护结构时的阻力。因此,用玻璃纤维筋替代普通钢筋用于支护结构,可以省去人工凿除混凝土和切割钢筋的繁琐工序,同时减少盾构刀盘的磨损,提高盾构穿越支护桩等围护结构的效率。这不仅提升了施工的安全性,还缩短了工期,降低了整体施工成本。

### 三、重难点分析

玻璃纤维钢筋和普通钢筋属于不同材料,它们的物理和力学性能差别很大,主要是弹性模量、抗拉强度等指标。这让在连接处出现应力集中的情况,进而影响整个结构的稳定性。

施工工艺复杂,锁扣连接需高精度加工与安装,对施工人员的技术熟练度要求较高。连接部位的防护及施工过程中避免扰动是难点。

传统的钢筋连接质量检测法不适用于玻璃纤维钢筋与普通钢筋的锁扣连接,其连接段的可靠性检测也是个难点。

表 2.4-1 玻璃纤维筋与普通钢筋关键性能指标对比

材料	抗拉强度	抗剪强度	弹性模量	耐腐蚀性
玻璃纤维筋	较高	较低	相对较低	好
普通钢筋	较高	较高	相对较高	差

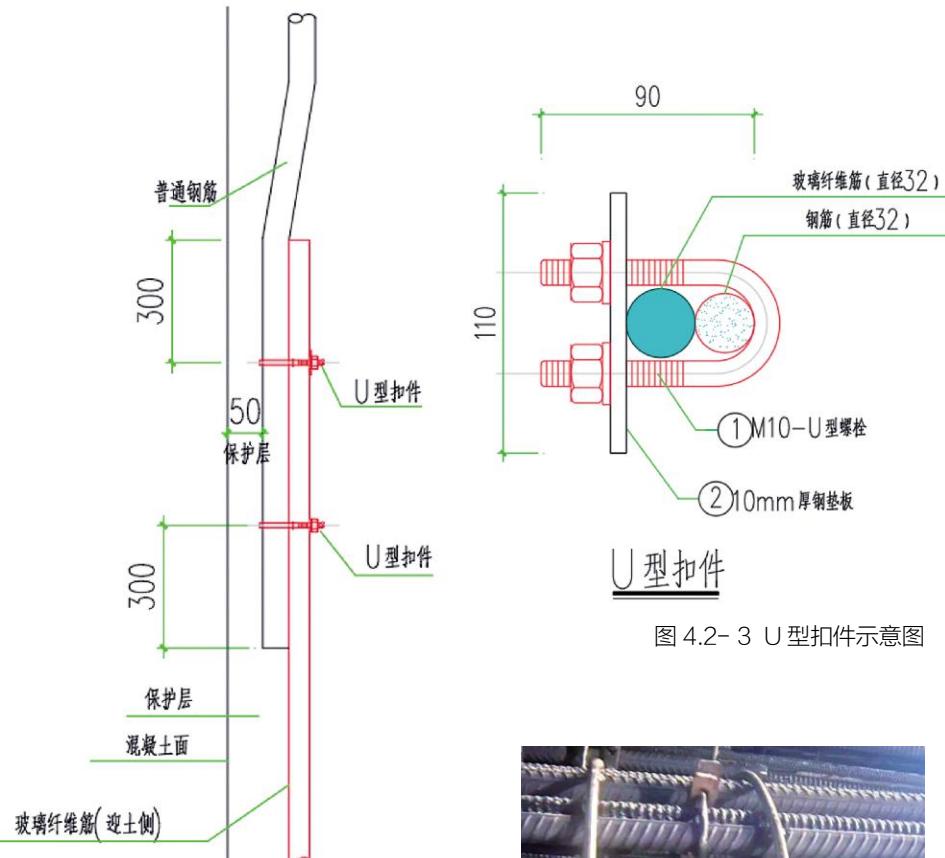


图 4.2-1  
普通钢筋与玻璃纤维筋连接示意图



图 4.2-2  
普通钢筋与玻璃纤维筋连接实景图

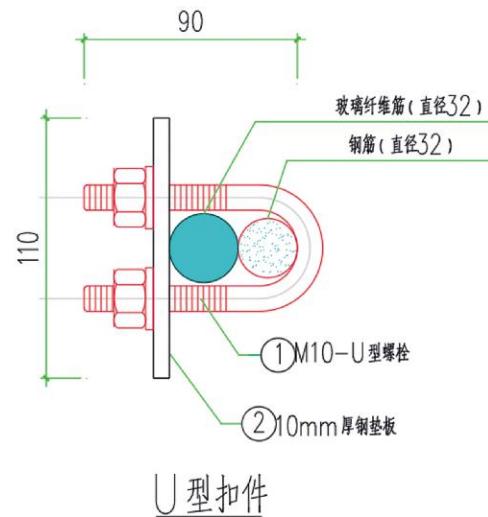


图 4.2-3 U型扣件示意图



图 4.2-4 U型扣件实景图

## 四、玻璃纤维钢筋笼制作安装

### 4.1 钢筋制作加工

普通钢筋按设计图纸要求进行加工制作,在钢筋笼内设置 C22 的加劲箍,间隔 2m 一道,螺旋箍筋按 C12@200 设置。

玻璃纤维筋长度应严格按照设计图纸要求下料,下料时应考虑结构构件的尺寸、连接方式等因素。玻璃纤维筋的切割应采用专用的切割工具,如无齿锯,以保证切割面平整,避免损伤筋材。在下料过程中,应避免对玻璃纤维筋造成碰撞、挤压等损伤,确保其完整性和性能。

### 4.2 钢筋连接

普通钢筋与玻璃纤维筋采用 U 型扣件连接,普通钢筋至于外侧,保护层厚度为 50mm,玻璃纤维筋紧贴于普通钢筋内侧,玻璃纤维筋与普通钢筋过渡段连接段长度为 2m,采用 2 个 U 型扣件连接,第一个 U 型扣件距离玻璃纤维筋端部 300mm,最后一个 U 型扣件距离普通钢筋 300mm,U 型扣件采用 M10U 型螺栓,10mm 厚垫板,纯玻璃纤维钢筋范围内不需要设置箍筋和内侧加劲箍筋。普通钢筋与玻璃纤维钢筋连接见图 4.2-1、图 4.2-2、图 4.2-3、图 4.2-4。

### 4.3 起重吊装

普通钢筋与玻璃纤维钢筋连接处经拉拔检测合格后方可进行吊装。

吊装前需采用专用尼龙带进行吊装,不得使用钢丝绳,防止因使用钢丝绳对钢筋笼造成损伤,钢筋笼设置 2 个吊点,吊点采用 A25 的一级钢,设置在最上一道加劲箍处,避免应力集中。

吊装前需将钢筋笼进行试吊,首先将钢筋笼提升 200mm-300mm,静止 3-5 分钟,观察钢筋笼是否变形、吊具的可靠性以及普通钢筋和玻璃纤维筋连接的可靠性。

正式吊装时应均速缓慢下降,避免急停和摆动,减少挠曲变形,吊装时应指派

专人指挥。钢筋笼下到指定标高后在两侧用钢支架进行临时固定,防止钢筋笼掉入孔内。

## 五、玻璃纤维钢筋支护桩底部过渡段施工质量控制要点

### 5.1 材料质量控制

**玻璃纤维筋性能:**玻璃纤维筋应具备良好的抗拉强度、弹性模量等力学性能,其性能指标需符合相关标准和设计要求。其抗拉强度不应小于 500MPa,弹性模量不应小于 40MPa。

**U 型锁扣的品质:**U 型锁扣得用上质钢材来制作,得有足够强度和韧性。其尺寸得跟玻璃纤维筋和普通钢筋主筋的直径对得上,这样才能保证连接可靠。U 型锁扣的表面不应有锈蚀、毛刺、裂纹这类缺陷。

### 5.2 连接施工控制

#### 5.2.1 U 型锁扣安装

U 型锁扣设置在玻璃纤维筋跟普通钢筋主筋的连接之处,安装时得保证 U 型锁扣的位置精准,还要和主筋紧密贴合,不能有松动或者空隙。每根主筋连接端的 U 型锁扣数量得不少于 2 个,U 型卡间距得按照设计要求来设置。

#### 5.2.2 搭接长度控制

玻璃纤维筋与普通钢筋主筋的搭接长度需满足以下要求:不得低于《混凝土结构设计规范》GB50010 中规定的同直径螺纹钢筋绑扎搭接长度的 1.35 倍;同时,该长度应不小于钢筋直径的 40 倍;此外,还需满足图纸设计的搭接长度要求。

#### 5.2.3 钢筋笼制作与安装控制

钢筋笼应在专门的加工平台上制作,以保证其尺寸和形状准确。玻璃纤维筋与普通钢筋主筋的连接得严格按照设计要求来,这样才能保证连接的质量和可靠性。

**钢筋笼整体性:**要保证钢筋笼整体且稳定,可在钢筋笼内部靠近普通钢筋之处设置玻璃纤维增强筋,以避免钢筋笼在吊装和运输时散架、变形等状况。该设计可

显著提升钢筋笼的结构完整性,保证施工过程中的安全与可靠性。

**钢筋笼的安装:**钢筋笼的安装得采用合适的起吊设备与起吊方式,起吊之前得进行试吊,要确定起吊可靠后再正式起吊。吊点处需采用加固手段,绝对不能把吊点直接固定在玻璃纤维主筋或者加强筋上。

### 5.2.4 保护措施

在施工时,要避免对玻璃纤维筋和 U 型锁扣造成碰撞、挤压等损伤,确保其完整且性能良好,这就是预防损伤的方面。

因 GFRP 筋笼自身重量轻,在混凝土灌注过程,操作不当会产生 GFRP 筋笼上浮。为保证成桩质量,开灌前导管应居中设置,严禁碰撞钢筋笼,导管底距离孔底控制在 200 mm 左右。导管连接要平直可靠,密封性好。混凝土灌注过程中导管应始终埋在混凝土中,严禁将导管提出混凝土面。导管埋入混凝土面的深度始终在 2.0~4.0m。必要时应采取笼底挂重物等其它措施,避免 GFRP 筋笼上浮。

**防腐要求:**U 型锁扣需做防腐处理,免得在使用时出现锈蚀,这样一来,连接性能也会受影响。

## 六、结语

本文对地铁下穿区支护桩底过渡段的玻璃纤维筋施工工艺进行了研究。通过分析材料特性、施工方法及质量控制关键点,提出了一些有效的质量控制措施。

施工时要严格检验材料,优化施工工艺,实施质量控制措施,如此就能保证玻璃纤维筋的施工质量,给地铁下穿区支护桩底过渡段的施工提供可靠的技术保障。本文的研究成果可为类似工程提供参考。

不过,玻璃纤维筋在实际应用里还是有一些局限。像材料性能能再优化一下、玻璃纤维筋和普通钢筋的受力分析、协调变形之类的,这些方面都有局限。以后研究的时候,能进一步探究这些,从而提高玻璃纤维筋在支护结构中的应用效果。

# 建筑业的“荣光”与“黯淡”

◎ 文 / 湖北工建集团有限公司 伍颉

近日，中央企业 2024 年度和 2022—2024 年任期中央企业负责人经营业绩考核 A 级企业名单、2024 年度中央企业科技创新优秀企业榜单对外公布。一石激起千层浪，迅速引起坊间广泛热议，无论主流媒体，还是社交空间，几乎同时都在进行各种解读。作为建筑业从业人员，笔者更多关注的是建筑央企的经营业绩和科技创新。遗憾的是，以建筑为主业的央企，只有中国建筑、中国化学、中国交建在 2022—2024 年任期中央企业负责人经营业绩考核 A 级企业名单中出现，分列第 35、40、47 位，处于中下水平，而在 2024 年度经营业绩 A 级企业和科技创新优秀企业的名单中，建筑央企“全军覆没”，令人唏嘘。

## 五个层面折射行业变局

一般而言，建筑央企在规模能级、综合实力、行业地位、竞争能力等方面具有广泛代表性，基本塑造了行业的主流生态，是行业发展的风向标，直接反映了行业发展态势。上述三份名单中建筑央企的“屈指可数”，几乎印证了这几年来大家一直深有感触的行业新趋势，即高速增长不可持续，过去那种干活拿钱的好日子“一去不复返”，幻想国家加大基建投入刺激经济增长的心态已经被蹂躏的快要粉碎。这不是危言耸听！

一是主要经济指标蹒跚前行。八大建筑央企中，2024 年营业收入同比增长的有中国交建、中国电建、中国能建、中国化学四家，其他 4 家均有不同程度下降，中国中冶下降达 12.91%；新签合同额上，有 5 家企业实现增长，其他 3 家下行趋势明显，最高超过 12.4%。主要经济指标的不同表现，既反映了行业增长乏力，又印证了即使作为建筑强企的代表，在严峻形势面前实现增长都难以为继，更不用说其他占据 90% 以上份额的中小建筑企业。

二是建筑强企倒闭现象不断涌现。资质等级作为建筑企业综合实力的重要象征和准入门槛的先决条件，一直为所有建筑企业趋之如鹜。所以，申报特级资质就成为所有建筑企业的战略抉择，不是要不要，而是一定要，不要也得要。但是，近几年来，特级建筑企业倒闭的新闻频频见诸报端。截止目前，据不完全统计，全国至少已有 14 家特级企业破产重整，曾经风光



无限的建筑强企，至此变得黯淡无光，也是令人心惊胆颤。

三是央国企裁员潮频见报端。大约是从 2023 年以来，谈论建筑央企裁员的消息逐渐多了起来。而 2024、2025 年，这已经不是个别现象，在社交媒体、朋友圈经常看到相关消息。曾经认为进入了央国企就是铁饭碗的传统认知，在现实面前撞得一头粉碎。中建集团 2024 年度工作会议披露的“降本增效二十条”明确要求，各工程局人均产值需提升 18%，人工成本占比控制在 12% 以内，这一硬指标倒逼各局采取多样化的裁员手段，如管理层“换血式”优化、总部机关“大瘦身”、人才沉淀

池、项目人员“双轨制”、劳务派遣“合规化”清退、项目管理“扁平化”、薪酬体系“市场化”重构、低效子公司“关停并转”等。据相关统计数据显示，建筑行业裁员占到全行业裁员总量的 32%，如果在百度或抖音搜索建筑企业裁员，相关内容和视频非常多，让人恍如隔世的感觉。

四是土木工程专业陆续停招。作为建筑业的王牌专业，土木工程曾经是很多学子心向往之的热门专业。但是近几年来，陆续有多所重点大学停招或撤销土木工程专业，如西北工业大学、山东大学、西南大学等，河南省宣布自学考试停考土木工程(本科)等专业，自 2025 年秋季起，不

再接受新生（包括其他专业在籍考生）报名报考这些专业。从 2029 年开始正式停止土木工程等 5 个专业的所有课程考试，并停止颁发毕业证书。这从另一个方面也反映出，传统土木工程因基建增速放缓、房地产低迷而面临转型，高校通过撤销、合并或升级专业应对生源下滑与就业压力，同时，也有部分院校将土木工程与智能化、数字化结合，如清华大学、中山大学开设“土木、水利与海洋工程”交叉学科，以适应新的社会需求。

五是行业集中度不断攀升。近年来，随着技术升级和制度变迁不断演进，建筑业进入成熟发展期，逐步转向质量效益型的集约增长方式，使得我国城市发展由大规模增量建设转为存量提质改造和增量结构调整并重转变，建筑业增势有所放缓。从具体数据看，2024 年全国建筑业总产值总产值 326501.11 亿元，其中八大建筑央企市占率超过 50%，行业集中度不断上升。与此同时，由于投建营运一体化、融资成本高企、建筑业管理合规化、项目规模增大以及新技术门槛提高等因素，中小建筑企业逐渐被边缘化，也使得



行业集中度不断提高。但是，行业集中度提高并没有带来新的增长，相反，从 2024 年度数据看，全国建筑业完成竣工产值、新签合同额、房屋施工面积、房屋竣工面积、利润等五大指标都呈下降趋势，直接从事建筑业相关生产经营活动的平均人数为 5962.07 万人，同比减少 12.26%。

不得不说，经历了过去 10 多年的高速增长，享受了“中国建造”的无上荣光之后，人们还没有从昔日辉煌的历史梦乡里苏醒，经济周期的下拉效应和社会变革的边际效应，就已经在逐步消解建筑业曾经的光荣和骄傲，进而演变成今天的纠结和黯淡，安全感已不复存在，恐慌情绪在持续蔓延。

## 深层根源剖析背后逻辑

曾几何时，“中国桥”、“中国路”品牌熠熠生辉，“基建狂魔”“中国建造”被誉为建筑业最生动的勋章。不得不说，就在过去二三十年的时间，高速路网深入中国城乡之间，物理距离的拉近升华为人们之间

的心灵契合，一座座超高层的耸立成为中国城市天际线最美的注脚，长江、黄河等大江大河上建立的一座座大桥，让天堑变成通途，进而让中国经济的脉络变得更加通畅，推动中国成为世界第二经济强国。

这一切的一切，都成为 60、70、80、90 后人成长中最深刻的记忆。那么，今天的建筑业，又是如何演变成很多人挥之不去的梦魇，吐槽之声、揶揄之声、自嘲之声不绝于耳。这背后的逻辑是什么？

一是城市化的长期红利在逐步递减。据相关统计，美国城市化率是 82.06%，英国城市化率是 83.14%，法国城市化率为 80.18%，德国城市化率是 77.26%，日本城市化率是 91.54%，而中国城镇化率从 2008 年的 46.99% 持续上升至 2024 年的 67%。城市化率的攀升，带来了建筑领域的庞大需求。曾记得，从 2008 年开始的大规模基建投资，成为很多建筑企业快速增长的引擎和驱动力。活好揽，活好干，钱好拿，待遇高，是过去建筑业从业人员最直接的感受，也使得一个曾经最被看



不起的行业，成为开始被中国社会刮目相看的行业。但是，这些都逐渐开始成为过去了。应该说，与西方国家相比，中国城市化率还有很大的增长空间，然而，行业仍然还是这个行业，但很多因素都变了，城市化率的红利开始不断递减，获得感不再那么强烈。总投资约2700亿元的川藏铁路和总投资约1.2万亿元雅鲁藏布江下游水电工程，确实给人们带来了一定的希望，但或许这只是行业最后的辉煌，并不可持续。

二是行业结构性矛盾在持续释放。不知从何时开始，要想承接到工程业务，垫资施工、带钱干活是必备的前提条件，甚至很多业主单位喊来建筑企业直接说能垫资多少，来决定是否把工程交给这家企业干的先决条件，这让很多招投标制度颜面何在。这也由此衍变出很多新的模式，如PPP、EPC、PMC、DB、DBB、CM、BOT等模式层出不穷。这些各种模式，其根本就在于帮助业主解决资金问题，而业主所能提供的只有一张规划图和一块地，在图上怎么画、在地上怎么建，其实都已经定好了。建筑企业没有主导权，但又要生存，只能硬着头皮接下来。自己掏钱、自己出力，自己又不能说了算，同时又面临资金回款周期长，导致财务成本居高不下，消解了企业的利润空间。于是找死，不干又是等死。像恒大、碧桂园等地产企业的暴雷，也同时让诸多建筑企业深陷债务泥潭而不能自拔，只能靠着曾经的积淀续



命，但又难以为继。倒又不能马上倒，死又不能马上死，最后在徘徊与惆怅中度日如年。

三是行业低门槛的本质决定了发展的被动。建筑业本质上是一个低门槛行业，鱼龙混杂，撑死胆大的，饿死胆小的。在过去四十多年的改革大潮中，随着建筑需求的快速攀升，水涨船高，在各地涌现出一大批建筑之乡，如河南林州、湖北新洲、山东平邑、广东开平、河南新乡、江苏如皋、安徽和县等，带动了当地的经济发展，创造了人们的致富之路。一大批勇敢者带领乡亲们走出乡村、走进城市，在一片片瓦砾堆里创造出属于自己的幸福和梦想。而这并不需要多大的成本、多高的技术，只需要自己的苦干和乡亲之间相互

提携，就能获得一定的财富。但行业增长不再，国家在转型，科技在进步，市场已变革，能够留下的就是一批知识型、技术型、创新型的从业者，更多的一线劳动者被淘汰。

四是行业发展的底层逻辑在逐渐改变。过去能够承揽到工程，很多时候靠的是关系，看谁认识谁，谁跟谁关系好。没有关系，找关系。有关系的，进一步巩固深化关系。大街小巷上很多的商务宴请，一大部分都是以维护关系展开的，由此也带来了餐饮业的繁荣和发展。当然，这里并不是否定关系的意义，而是否定关系背后的交易，很多的贪污腐败、行贿受贿等，就是要杜绝的。当今社会的运行规则在改变，靠吃饭喝酒去维护的时代，基本快要一去不复返。禁酒令的出台，不仅仅是对喝酒的禁令，而是对当下社会生态的一种纠偏，背后考量的是上层建筑和未来发展。挖空心思去找关系而不是提升自身，就显得越来越无法适应。

五是行业转型升级的步伐在逐渐加快。转型升级是一个行业发展的常态，过去很多年来，转型升级基本成为建筑业一个常谈常新的主题。今天再来谈论建筑业的转型升级，所涉及的内容已经发生改变。应该说，行业肯定不会在低水平重复建设上蹒跚前行，一定是向高质量发展、新质生产力发展上转型。过去那种在一个低水平下的增长模型，再重现昔日的辉煌，可能



已经成为一种历史的妄想。不可否认的是，今天的建筑业已经从追求数量的增长进入到追求质量的提升上转折，“好房子”已经成为国家行动方案。因此，要赋予行业更多的科技新质，不断地提高建筑质量，增强科技属性，让房子回归生活本真，真正成为人们幸福生活的载体，而不是去追求超高利润，成为人们背负一生的负担。

当然，没有谁能妄加判断，去定义一个行业未来行还是不行。也不能仅凭一年或一个任期就下结论，说这个行业不行



了，没有这样的简单。作为一个古老行业，建筑业见证了过去几千年的发展变化，起

起落落、莺歌燕舞、环肥燕瘦，这个行业依然在那。

## 新的行业需求昭示未来已来

既然行业已经发生了这么大的改变，那么，我们如何面向未来，如何能够在未来市场竞争中闯出一条新路，这是每个人需要思考的问题。

我们先来看几个新闻：

6月5日，中央企业新能源领域人才特训班；

6月10日，中央企业人工智能首席架构师特训班；

6月24日，中央企业新一代移动通信人才特训班；

6月27日，新能源汽车产业人才特训班；

7月上旬，中央企业工业母机领域人才特训班；

7月8日，中央企业基础软件及工业软件领域人才特训班；

7月中旬，中央企业新材料领域人才特训班。

上面7个培训班，都是由国务院国资委主办的，内容涉及新能源、人工智能、工业母机、新材料、信息通信等领域，这些领域都是当今国际竞争的前沿方向，谁取得了领先优势，谁就能在未来发展中站稳脚跟，而不至于受制于人。实际上，这也在一个侧面给我们指出了一条新路，就是要在科技创新、前沿领域上注入更多的精力，让我们的行业和企业具备更多的科技属性，向工业化、智能化、绿色化、信息化、科技化、数字化方向转型，不断增强核心能力，持续取得领先优势，才能抓住未来，也



才有未来。

这一点，在文章开头所提到的三份名单中，也得到了印证。一方面，在A级企业名单中，能源电力企业有9家，央企在风光大基地、抽水蓄能、新型储能等领域实现较快增长，另一方面，也有9家企业新进A级名单，基本是科技型企业，显示在科技新质领域，央企也实现了快速增长，以科技创新驱动传统产业高端化、智能化、绿色化转型，成为央企加快发展新质生产力、培育竞争新优势的必由之路。而这些都与国家的战略导向相关，国有企业是中国特色社会主义的重要物质基础和政治基础，是中国特色社会主义经济的“顶梁柱”，在未来发展中担任国之重任，是应尽的职责。

所以，对于建筑企业而言，如何推动

传统产业转型升级，如何在新赛道、新领域、新业务上取得新优势，如何打造经济增长的“第二曲线”，决定了未来的出路。而不是困守在行业中低端，一直被牵着鼻子走。改革开放40多年来，我国抓住技术换代机遇，发挥大市场的优势，打开国门引进和消化吸收再创新，建设起门类齐全的工业体系，拥有联合国产业分类目录中全部41个工业大类、207个中类、666个小类。在联合国统计的五百余种主要工业产品中，中国有二百二十多种产品产量位居全球第一。工业增加值从改革开放前占全球不足5%到制造业增加值占全球30.2%，这些都是建筑企业发展的强大后盾。未来以来，要紧跟国家战略导向，不断地改革转型，不断地拓展新的方向，不断地锻造核心能力，或许是未来发展之道。

本期城市更新专栏深度呈现武汉四美塘铁路遗址公园的更新蝶变实践。该项目不仅是唤醒百年工业记忆的文化工程,更淬炼出工业遗存活化的“武汉范式”。

项目通过“时空缝合术”设计策略实现新旧共生(80%历史肌理留存、15%现代语言介入、5%记忆场景再生),以弹性复合业态激活空间价值(全息运动天地、铁路艺术中心、自然疗愈区),并创新公众参与的治理模式精准对接民生需求。其设计哲学、功能再造与治理创新深度融合,为工业遗产更新提供了“外科手术式”精准介入、“人本流量”激活、“全民共创”共生的系统性经验与战略启示。

# 铁路遗址涅槃记

## ——武汉四美塘铁路遗址公园的更新蝶变

◎文/武汉建筑业协会 周俊

在武昌滨江核心区,锈迹斑斑的龙门吊与绿皮车厢静卧于林荫间,红砖厂房内传出Livehouse的音浪与运动场馆的欢呼——这里曾是武九铁路北环线机修车间,承载着1918年粤汉铁路的百年工业记忆。如今,这片18.7万平方米的铁路遗址,经中南建筑设计院与上海水石设计联合改造,蜕变为武汉首个铁路IP文化公园,不仅入围2024年世界景观建筑大奖,更以“新旧共生”的设计哲学,为武汉的城市更新书写了工业遗存活化的“现象级范本”。

### 一、设计破题:以“时空缝合术”唤醒城市记忆

面对工业遗址“孤岛化”困境,四美塘项目以分级拆改策略破解保护与创新的矛盾:

80%守旧:历史肌理原真留存

保留6栋1950年代厂房的钢架结构与红砖立面,将24米长的铁路桥混凝土T梁转化为文化景墙,200余台老旧机械设备重塑为艺术雕塑群,龙门吊化身“时光刻度”广场地标,铁轨枕石嵌入旱喷水景,形成“可触摸的铁路户外博物馆”。



15%拓新:现代语言对话历史

在1#、2#厂房外立面嵌入300m<sup>2</sup>巨型3D显示屏,滚动播放铁路发展史诗;新增钢结构游廊以“铁锈红”贯穿展陈空间,隐喻列车穿行轨迹;6号厂房改造为全息运动天地,激光投影在斑驳砖墙上演绎蒸汽机车奔腾画面。

5%共生:记忆场景沉浸再生

精准复原1938年徐家棚火车站双面月台、钟楼及绿皮车厢,结合AR技术打造“武九铁路时光走廊”,游客扫码即可目睹历史站台与现代公园的空间叠影。



设计启示:工业遗存更新需“外科手术式”精准介入——如中南设计院设计师所

述,“风貌结构更新需最大化保留工业遗迹,而内部尺度转换需重塑亲和力空间”。

## 二、功能再造:弹性空间激活“人本流量”

项目摒弃静态展览模式,以复合业态引擎重构空间价值:

全民共享的“铁路活力场”

体创社交核:1#-2#厂房变身华中首个“室内全息运动天地”,篮球场悬吊于桁车吊轨道下,击剑馆与锈蚀管道装置共生;配套Livehouse可容纳千人现场演出,工业轰鸣与电音声浪在此碰撞。

文化浸润带:4#厂房改造为铁路艺

术中心,常设武汉设计博物馆,陈列双年展干件作品;退役火车车厢植入梦幻灵境AI馆,观众可操控虚拟高铁穿越长江。

自然疗愈区:枕木铺就的轻露营草坪与水上运动码头衔接,驿站屋顶看台可眺望长江二桥夜景,旧水塔改造为景观民宿,实现“江风穿廊,铁轨枕星”的诗意场景。

数据驱动的可持续运营

招商仅启动一月,已吸引47家特色商户入驻,涵盖运动零售、宠物社交、Bistro酒馆等“松弛经济”业态。预计年接待游客超200万人次,夜间经济贡献占比达40%。

运营启示:规划中“预留弹性空间”理念落地为现实——旱喷广场白天是儿童戏水区,夜晚化身市集;龙门吊草坪周末举办艺术节,平日为都市瑜伽营地。

## 三、武汉范式:从“文化孤岛”到城市更新战略引擎

四美塘项目的溢出效应远超单一公园范畴,正成为武汉“百里沿江生态文化长廊”的核心支点:

缝合城市断点

项目串联青山公园、武昌滨江商务区,以“轨道绿链”贯通12公里滨江慢行系

统,推动武九铁路全线蜕变为世界级公共空间。

孵化产业生态

依托双年展国际影响力,吸引中南建筑设计院等机构成立“城市更新技术联盟”,专利转化率超80%;永续运营的武汉

设计博物馆,成为全球创意资源汇聚端口。

治理模式创新

公众参与贯穿更新全程:市民投票选定老站台复原方案;社交媒体征集“机械装置艺术化”创意;商户与居民共商夜间照明调控规则,破解“政府主导,百姓旁观”困局。

## 结语:铁轨尽头是“人文港湾”

“以前觉得废墟只是废墟,现在这里装着城市的灵魂。”——一位老铁路工人的感言,揭示四美塘更新的本质:工业遗产的重生不在砖瓦保留,而在集体记忆的持续生长。

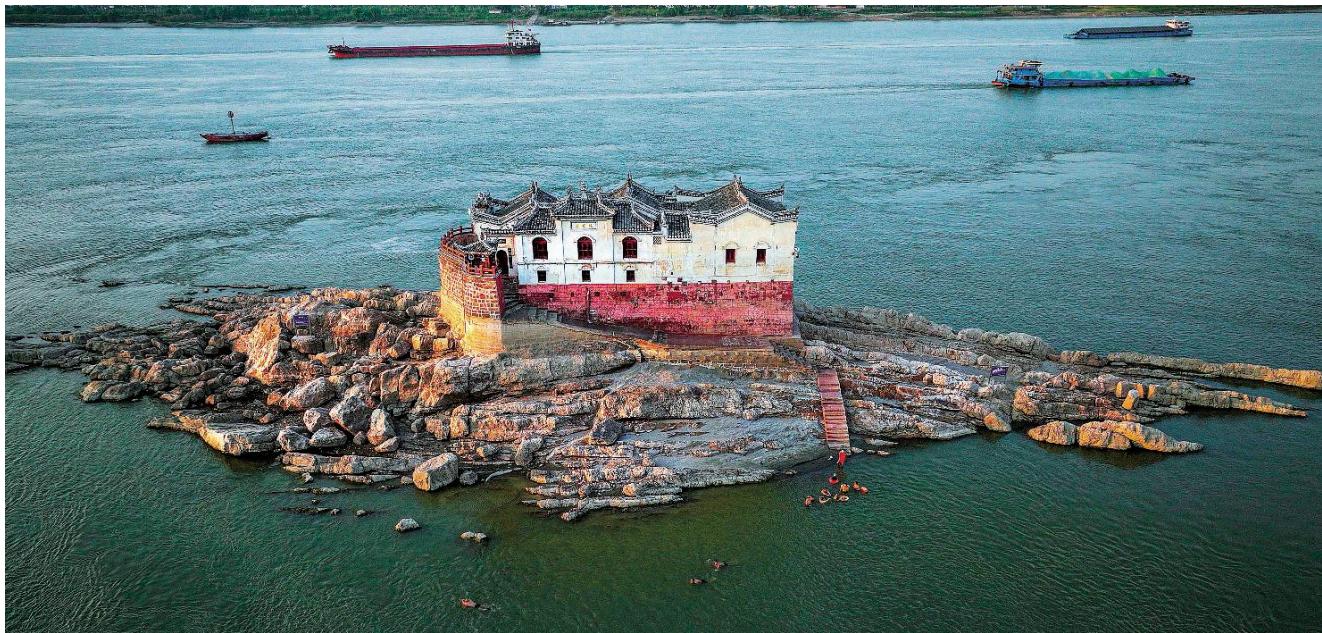
当武汉加速建设“设计之都”,四美塘以“新旧共生基因”为城市更新提供方法论:

历史锚点是根基,让铁轨、红砖成为文化认同的媒介;

功能杂交是血脉,运动、艺术、商业在厂房中裂变新物种;全民共创是灵魂,让市民从游客变“内容生产者”。

正如锈蚀的桁车吊托起现代篮球架,武汉的更新之路,亦在过去与未来的张力间,找到澎湃不息的平衡点。





观音阁(鄂州长江中) 黄石光摄



斗鸡石(越南下龙湾)  
黄石光摄



阳光下的老街(广西北海)  
黄石光摄

# 鱼塘识雾

◎文/ 中铁十一局 郑传海



云海中的中铁十一局玉磨铁路项目部一角。(郑传海摄)



雾团腾空处的中铁十一局玉磨铁路项目部。(郑传海摄)

到云南省普洱市墨江哈尼族自治县修建玉(溪)磨(憨)铁路(中老铁路国内段)之前,我只听说大理和保山的雾海景观吸引人,到了墨江之后方知,鱼塘的雾那才叫神奇,更能够让人体会到什么叫腾云驾雾。

说起腾云驾雾,相信很多人是从电视剧《西游记》里看到孙悟空经常腾云而起,破雾穿行……一幅幅腾云驾雾的神奇场景,令人惊叹不止。以至于不少小朋友幻想着啥时候也像悟空那样,携雾腾飞,扶云穿行,在空中来一次腾云驾雾的旅行。

从武汉乘飞机到昆明长水机场,转乘汽车前往墨江那天,正好是周六。在墨江吃过午饭,我和经理、副经理一行3人,离开墨江县城,走昆磨高速公路,在通关下高速,沿着蜿蜒崎岖的山路,一路向着东南方向的鱼塘镇行进。大约走了10公里左右,便是一个露天牲畜交易场地,这里也是通关镇与鱼塘镇的交界处。

车过牲畜交易场地不久,就爬上了山顶,顺山顶一路前行。透过车窗玻璃,从山顶往两边看去,不是一眼看不到边界的层层叠叠梯田泛着墨绿色的普洱茶,就是比碗口还粗的松树或其它树木。

就在我沉浸在天底下还有这样美好的生态场景之中的仙境般享受的时候,突然,好似浓烟一样的浓雾,闯入了我的眼帘。这时,车速也很快慢了下来。开车

的师傅说,今年的雨季来得早,鱼塘的雾团也就来得早。遇到这样的大雾天,看着雾好像是在半空中不停地跑,给人的感觉就像是在腾云驾雾一般,其实,它们是在前拥后推,就地翻滚,很多时候,一天也散不了。

在鱼塘,雾团一旦出现,行驶在路上的车辆窗外的能见度,有时连一米远的距离都没有,汽车前面的两只防雾灯,根本穿透不了雾团。这个时候,司机只能打开车窗,把头伸在外面,睁大眼睛看着前方,以最慢的速度开车慢慢地向前移动。在当地,有种说法叫:开车得赶在雾团的前面跑。意思是提醒司机,看到大雾要降临的时候,得赶紧开车跑,否则,就只能像蜗牛一样在雾团中慢慢地爬行。

在鱼塘住下来一段时间后,我发现还真是这样,雾团一旦下来,有时候一个星期都散不了。有好几次,我们接到墨江县和普洱市铁路建设协调办公室的通知,要前往参加会议,尽管提前两个小时就出发去了,可是,当我们赶到开会地点的时候,早已经散会了。

铁路建设工地,各项工作千头万绪,尤其是土建工程刚刚动工不久,项目管理团队主要负责人想说走就走,根本就由不得你。后来,我们就改变了对策,头天下午吃了晚饭,或开完第二天的工作碰头会之后,就连夜开车往墨江县城或普洱市里赶,免得耽误第二天的会议。实际上,不只

是去普洱和墨江参加会议,项目部的技术和管理人员每天去不同的现场检查指导工作和处理问题,都因为把时间耽误在漫漫雾海所笼罩的路上而烦恼。

在铁路建设者眼里,鱼塘的雾就像连阴雨,连阴雨一下,干啥都不方便。大家打心眼里讨厌它。正因为如此,即便是一年四季不下雨,也不会抱怨老天咋就不下雨呢?

在当地乡亲们的眼里就不一样了,那漫山遍野的普洱茶和烟叶等经济作物,之所能卖出价钱好,就是因为有了无任何杂质污染的漫漫浓雾生成的氤氲气息和她夹杂的各种营养元素,在它们需要的时候,时刻浸润着它、滋养着它、笼罩着它……

我渐渐地发现,雾团像人一样,也是有灵性的,她对鱼塘哈尼族乡亲们有很深的感情,在需要她出现的时候,她总会及时地守候在普洱茶、红米和烟叶等经济作物的身边,不肯离去。同样,鱼塘的哈尼族乡亲们对雾团也是寄托着深情,雾团一来,又会是一个好年景!

因为工作关系,在鱼塘住了一年,我被调回到武汉总部上班。可是,鱼塘的雾团在我心里扎下的根,怎么也难以忘却。有机会,我还想去那里,跟着当地的乡亲们一起去亲近鱼塘的雾团,拥抱鱼塘的雾团,分享雾团给鱼塘乡亲们带来那份丰收的喜悦。