

引子

地下2层、地上5层,总建筑面积约20万平方米,可同时容纳6000辆汽车——建造这样一栋大型停车楼,需要多长时间? “若按传统现场浇筑方式,工期在1年以上,实际仅用了3个多月。”作为济南融创文旅城停车楼项目施工方,中建八局第一建设有限公司项目负责人介绍。 工期何以缩短2/3以上? 秘诀在于采用了装配式建造方式:依

托标准化设计、工厂化生产、装配化施工等先进技术,将建筑的部品部件在工厂内预制生产,然后运输到施工现场,通过可靠的连接方式完成拼装。 中办、国办2021年印发的《关于推动城乡建设绿色发展的意见》提出,“大力发展装配式建筑”。住房和城乡建设部编制的《“十四五”建筑业发展规划》明确,“十四五”时期,装配式建筑占新建建筑的比例达

到30%以上。 2017年11月,住房和城乡建设部办公厅认定第一批30个装配式建筑示范城市,山东有济南等五市上榜。“十四五”以来,济南新开工装配式建筑面积,连续3年突破千万平方米,占新建建筑比例过半。目前,全市有国家级装配式建筑产业基地10家、省级装配式建筑产业基地29家,数量均居山东省首位。 党的二十届三中全会《决定》提出,“发

展绿色低碳产业”。近日,中共中央、国务院印发的《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》提出,“大力发展绿色低碳建筑。” 建筑领域是我国能源消耗和碳排放的主要领域之一。大力发展装配式建筑,是推动建筑领域节能降碳的重要举措。装配式建筑有哪些特点?怎样确保建筑质量?如何发展推广?请看记者发自济南的报道。

人民眼·城乡建设发展绿色转型

山东济南市全面提升装配式建筑工程质量——

装配式建筑节能降碳作业效率高

本报记者 李蕊

规范精准 提升效率
工厂生产预制构件,工地现场组装连接,省时省力省事

走进位于济南市章丘区的中建绿色建筑产业园,装配式建筑构件生产车间内,一条条全自动生产线高效运转:经钢筋绑扎、桁架焊接、混凝土浇筑等工序,重达1吨的预制叠合板生产下线。仓储区内,还垒着一层层预制楼梯、预制墙板。

以前,这类构件在工地上制作,施工人员露天作业,遇上刮风下雨,就会影响施工;如今,生产环节进工厂,流水线上预制构件,避开了天气因素等影响,提升了作业效率。

这个产业园由中国建筑集团有限公司投资建设,是山东省目前规模最大的装配式建筑产业园,主要开展装配式建筑研发设计、构件生产、产学研合作等。

在车间的生产线末端,记者看到,一块块叠合板“搭乘”流水线,有序“住”进蒸汽养护室。

“叠合板也需要‘养生’。”车间负责人曾庆弥形象地说,混凝土浇筑后,经过高温蒸养,能使构件尽快达到设计标准强度。养护作业如果在室外工地进行,养护期超过28天;现在,养护室智能控制温度,6至8个小时就能达到同样效果。

养护完成,预制构件被分批装车,运往建筑工地。工人按照安装说明书,将一个构件拼装组合、吊装搭建,直至成型。

一栋楼房由成千上万个构件组成,如何确保这些构件严丝合缝?规范、精准设计是关键。

在中建绿色建筑产业园机房,设计人员正在电脑前“沉浸式建房”:屏幕上,一间间小屋,轻移鼠标,便可看见每个构件的内部构造——框架纵横交错,材质清晰标注。得益于建筑信息模型(BIM技术)。

“通过BIM技术,每个构件的规格、安装说明等信息一目了然,相当于为建房画了张‘立体说明书’。”中建八局第一建设有限公司绿色建筑发展公司总工程师张爱军说,有了“立体说明书”,在后续生产、施工过程中,施工人员能轻松掌握相关流程。

如果“立体说明书”不精准,会影响后续施工吗? 会!不但影响工效,还增加成本。中建八局第一建设有限公司项目经理齐开春举例说,前期设计时,如未考虑到常规塔吊的最大起重量问题,等到构件运到施工现场,才发现重量过大、吊不起来,不仅增加来回运输成本,还会延长工期。

问题能解决吗? 能以BIM技术为基础,借助相关计算机应用技术,构件制作可以精确到毫米级,还有大数据算法帮助模拟生产、施工流程。一旦系统发现设计不符合后续生产、施工要求,会及时报错。

“纠错环节前移,能有效缩短工期,降低成本。”济南市城乡建设发展服务中心主任李善坤表示。

2024年3月,济南市住房和城乡建设局等15个部门联合印发《关于进一步推进装配式建筑产业发展的实施意见》,提出到“十四五”末,建立基于BIM技术的装配式建筑一体化综合应用平台,提高标准化、数字化、智能化水平。

“工厂生产预制构件,工地现场组装连接,省时省力省事。”济南市住房和城乡建设局二级巡视员张庆华介绍,济南市新建民用建筑已全面采用预制楼梯、楼板等装配式建筑部品部件。

稳定质量 有效监管
构建生产、施工、安装全生命周期质量控制体系

过去,高楼大厦由一砖一瓦砌成,如今装配式建筑施工如同搭积木,质量有保证吗?

在济南市济阳区崔寨街道一处住宅楼施工现场,施工人员刘玉才正专注地向构件连接处灌浆,并用灌浆饱满度监测器实时观察灌浆量。

搭好“积木”不容易,里面藏着大学问。刘玉才说,施工前,工地专门组织培训,讲解装配式构件安装和灌浆,通过培训考核的施工人员方能上岗。

干了大半辈子建筑工,刘玉才一开始对培训不以为意。随着培训老师的深入讲解,他才逐渐认识到,装配式建筑和以往现场浇筑的施工方式大不相同。

就拿灌浆这道工序来说,刘玉才起初认为只要浆料够了就行;但培训老师指出,灌浆还得饱满、均匀,否则构件间留了缝隙,将影响结构的稳定性。

“传统建造方式的精确度是厘米级,装配式建筑施工要精确到毫米。”通过考核,刘玉才顺利取得灌浆培训合格证,还掌握了注浆机、灌浆饱满度监测器等设备的操作方法,能精准控制灌浆量,体力活变成了技术活。

中共中央、国务院2023年印发的《质量强国建设纲要》提出,“鼓励企业建立装配式建筑部品部件生产、施工、安装全生命周期质量控制体系”。

建立全生命周期质量控制体系,有效监管是关键。工地入口处,一辆满载预制叠合板的货车缓缓驶来。要进场,预制件先要“过安检”——几名身穿绿马甲的检验人员走近货车,有人手持检验仪器,有人负责记录;册子记录详细,预制件的外观、尺寸等信息被一一标注。

在这片工地,记者看到有趣的一幕:一处施工点旁,验收人员拿出一块牌子,写下验收内容、结论、参与人员等信息后,把牌子抱于胸前,拍照“留念”……

“从入场开始,每一个构件、每一项操作步骤都要被严格验收;未经验收或验收不合格的,不得进入下一道工序。”济南市工程质量与安全中心主任张健介绍,对施工关键节点和关键部位实行举牌验收,以确保工程质量责任可追溯。

为全面提升装配式建筑工程质量,济南市出台系列文件,对施工全过程质量控制作出具体要求。制度有了,建设单位能否严格落实?

工地上,记者遇到一名与其他人员着装不同、戴着红色安全帽的工作人员,蹲在地上,手握仪器,小心翼翼地将探头探入已装好的墙体中。一打听,他是济南市工程质量与安全中心派来的监督员,正用内窥镜检查灌浆饱满度。如果随机抽查的钻孔位置没有浆料或浆料不均匀,则判定饱满度不达标。

严把重要施工节点质量关,监督人员定期深入工地。“一是规范审查,看装配式结构各项性能报告;二是随机抽查,倒逼建设单位规范施工,履职尽责。”张健说。

看建筑质量,不能只盯施工环节。

“在生产环节,我们力推标准化、智能化生产,确保构件产品质量稳定。”以混凝土振捣工序为例,张庆华告诉记者,为保证构件受力强度,浇筑混凝土后,要对混凝土进行振捣。以前,这项工序靠人工完成。如今,施工人员只需在设备控制系统中设定好振捣频率、时长等参数,机器自动振捣,避免了人工操作可能出现的振捣不均等问题。

降低成本 绿色低碳
既算经济账,也算生态账,装配式建筑全生命周期可减少碳排放近四成

翻看一张造价表,山东通发实业有限公司一项在建工程的两组报价一目了然:装配式建造,每平方米费用约1101.1元;现场浇筑建造,每平方米费用约1170.3元。

“低成本,是装配式建筑推广普及的关键。”身为山东通发实业有限公司总经理,张锋把账算得仔细:钢筋工程、混凝土工程、模板工程,采用装配式建造技术后,现浇部分的材料用量大幅减少,每平方米造价分别由传统模式的290.54元、235.93元、195.31元降至161.61元、127.58元、66.7元。

低成本优势并非一蹴而就。张锋坦言,企业试点装配式建造技术之初,综合成本一度高于现场浇筑方式。例如,在灌浆套筒连接工序,施工人员将钢筋插入灌浆套筒拧紧时,对用力大小把握不准,导致一些构件报废,增加了成本。

如何为装配式建筑降低成本? 2016年,济南市启动编制装配式建筑部品部件目录库,并持续更新,为相关建设、设计、施工单位提供指引,推广应用装配式建筑新产品、新技术、新设备等。

同时,济南市城乡建设发展服务中心牵头组建技术咨询专家团队,把新技术、新理念送到工地。

灌浆套筒连接时,关键部位如何操作?该用多大劲?……每个细节,专家都讲得清楚明白,施工人员很快便掌握技术要领,有效减少了报废件的产生。

在专家指导下,施工技术得到优化,工程成本随之下降。例如,一位专家实地考察后,建议企业使用钢筋弯箍机代替人工作业。单台弯箍机价格26万元,企业购置两台,花费52万元,设备可使用约10年,年均增加开支约5.2万元,但一年节省的人工费则在60万元左右。

“计算装配式建筑成本,不能孤立地看账面数字和单项成本,还要从全生命周期算账。”张爱军以济南融创文旅城停车楼项目为例解释:

生产一根预制柱,企业要建厂房、造模具,后期要运输、安装,综合造价约1500元,而现场浇筑一根柱子只需约1000元。如果只算构件费,装配式建筑成本的确有增加。

但从全流程看,成本实际下降了。采用装配式建造技术,得益于流水线规模化生产,节约了抹灰、砌体、搭建脚手架等开支;工期缩短半年多,节省了材料周转、设备租赁等费用,企业还能接新的工程项目。生产每根柱子多花的500元钱,早就省出来了。

“大幅降低的,还有用人成本。”张爱军感慨,由于构件提前生产,工地施工由原先动辄上百人的“大会战”压缩为10余人的“班组攻关”。即便施工高峰期,现场最多也不到30人。

既算经济账,也算生态账。与现场浇筑相比,装配式

建筑施工过程绿色低碳。

提起建筑工地,人们难免想起不绝于耳的噪声、遍地堆放的垃圾。但在中建八局第一建设有限公司一处装配式建筑施工现场,记者绕工地转了一圈,基本上看不到建筑垃圾,听不到刺耳噪声。

究其原因,现场浇筑使用的模板,大多由木质材料制成,易出现跑浆、漏浆等问题,可循环利用次数少,从而产生大量建筑垃圾。装配式建筑构件的工厂化生产、钢模具的循环利用等,有效减少了碳排放和建筑废弃物,安装过程中产生的噪声也明显降低。

据测算,与现场浇筑相比,装配式建筑在建造阶段可减少20%的碳排放,全生命周期可减少碳排放近四成。

积蓄势能 推广普及
产学研融合,数智化赋能,助推装配式建筑高质量发展

在山东城市建设职业学院实训教室,一堂特殊的装配式建筑课正在进行。

没有课桌,无需黑板,预制件生产车间被全景还原,做成了三维数字模型,“纤毫毕现”地呈于屏幕上;机器前,学生轻播电钮,一条虚拟流水线动了起来,备料、浇筑、蒸养……经过层层工序,破解种种问题,最终“制成”一块块预制墙板。

眼前这个数字孪生场景,与真实生产车间几乎一模一样,由山东新之筑信息科技有限公司研发,主要用于装配式建筑教学。目前,这套教学设备已在全国100余所高校推广应用。

2016年7月,山东万斯达集团有限公司专门成立子公司——山东新之筑信息科技有限公司,与院校合作,共同培育装配式建筑人才。

“专业人才是装配式建筑推广普及的基础。”万斯达集团董事长张波打开话匣,“装配式建筑推广之初,老师傅看不懂图纸、不会用新机器,监理人员也不能用以前的办法监督管理,整个产业链各环节都人才紧缺。”

2015年6月,万斯达集团与济南工程职业技术学院达成校企合作意向,共同设立相关专业,提升从业人员素质。

第一堂课就是张波讲授的。“80多名学生坐在台下,听到装配式建筑这个词,大家都很好奇。”张波说,那堂课以后,他决定牵头研发系列教材,让学生更好地了解这一领域。

济南市住房和城乡建设局牵线搭桥,企业与近30家院校、设计研究院、行业协会等开展合作。2016年9月,由万斯达集团牵头组织编纂的装配式建筑系列教材第一册《建筑产业现代化概论》付印发行,总结了装配式建筑的生产实践经验。

学好理论,还得联系实际。企业与多所学校共建产学研基地,问题也随之而来:学生经验不足,一旦操作失误,就会出现报废件,成本太高;学校也有顾虑,毕竟每一块预制件都是大物件,学生直接进工地,若防范不到位,可能出现安全问题。

能否做一套仿真软件,专门用于装配式建筑实训? 山东新之筑信息科技有限公司成立后,尝试引入数字孪生技术,最终研发出装配式建筑系列实训软件,从认知、实训到实习,实现递进式教学。近几年,一些全国层面的装配式建筑技能大赛也采用了这款软件。

校企合作,山东省累计培养装配式建筑相关技术人才6000余名。

产学研深度融合,数智化创新赋能,济南正着力打造装配式建筑产业集聚区,为产业未来发展蓄势助力。

2022年7月,中建八局第一建设有限公司与河北一所高校联合研发了智能钢筋绑扎机器人,能自动识别、精准高效绑扎钢筋,绑扎速度是传统人工绑扎的两倍。

不只有智能钢筋绑扎机器人,还有钢筋桁架焊接机器人、钢筋网片焊接机器人……这几年,中建八局第一建设有限公司还与山东大学、山东建筑大学等合作,探索智能制造,给自动化生产线装上“聪明大脑”。

“装配式建筑修补空间小,对施工质量要求高,每一个构件都要精确到毫米,才能严丝合缝地装到一起。机器人可以更好地把控精度。”张爱军说,在智能机器人辅助下,公司可生产上百种不同尺寸的预制混凝土构件。

“目前,济南市已有19家混凝土构件生产企业实现自动化生产。”济南市住房和城乡建设局局长元伟和同事们并不满足于此,而是瞄准未来:坚持以群众安居宜居为出发点和落脚点,支持更多装配式建筑企业高质量发展,以建造方式变革带动建筑业整体水平提升。



图①:济南市工程质量与安全中心工作人员在施工现场抽检预制构件。

图②:山东通发实业有限公司生产车间内,工人启动全自动钢筋桁架焊接机器人。

图①②均为本报记者李蕊摄

图③:在中建绿色建筑产业园机房,设计人员依托BIM技术设计装配式建筑图纸。

刘杉摄

图④:参加装配式建筑实训的学生在操作仿真软件。

山东万斯达集团有限公司供图

本版责编:杨彦孙 振 戴林峰

版式设计:沈亦伶

