

科技改变建造方式 创新引领产业转型

工业化智能建造新技术“空中造楼机”面世

建筑业、制造业的转型升级,是全世界关注的热点话题。建造产业工业化,中国制造2025、德国的“工业4.0”、美国的“工业互联网”等,都成为业界的热词,正在改变着建筑业、制造业的竞争格局。近日,历经八年研发,投入八千万元,我国自主知识产权的一套机械操作、智能控制、大型组合式机械装备——“空中造楼机”及建造技术研制成功,标志着建筑工业化将采用机器人代替人,探索出一条创新的建造施工途径。

近日笔者去北京市顺义参观“空中造楼机”工程试验场,令人感慨的是足有五层高的庞大金属架构在四层混凝土现浇结构的住宅上空。经了解,这就是能建造高层住宅的“空中造楼机”,它可将全部建造工艺安排在金属架构内完成,也就是将建造工厂从地面、从预制工厂搬到现场的空中去完成,从而简化了现场工地,使建筑工地更加安全文明。

这是个全现浇,整体模板整体吊装拆模工艺,泵送混凝土自流式灌注,具有强度高,表面光滑平整,经过简单的处理装修即可进入,整体施工工期(含内装)只要七天的工艺,体验了工业化施工工艺的突出优点。

这也是我国建筑行业在提升质量、加快工期、节约成本、减少垃圾量、绿色减排等方面多年追求的梦想目标,是几十年来提倡住宅产业化的追求目标。

八千万投入 八年磨一剑

“历经八年研发,投入八千万元,研制成功的‘空中造楼机’及建造技术,是一项在国内国外都没有的新型工业化建造技术,该项技术跨行业、跨部门、跨专业,涉及面广沟通与协调难度大。”专利技术发明者卓越置业集团有限公司总顾问董善白先生介绍,空中造楼机及建造技术是以机械作业、智能控制方式,实现高层住宅现浇钢筋混凝土的工业化智能建造。它的一个明显特点是将全部的工艺过程,集中、逐层地在空中完成。因此,也称作“空中造楼机”。

以现浇工艺为核心的工业化盖房的试验建筑——“空中造楼机”及建造技术施工现场,位于北京市顺义区马坡镇的国家住宅联盟示范基地。

“空中造楼机可实现‘工程质量可控、建安成本可控、建设周期可控、减少建筑垃圾排放’的目标,是我国住宅产业化现代化较好的技术路线之一。”空中造楼机制造总承包商、北京北起意欧替起重机械有限公司董事长孙诚说,空中造楼机由升降传动机组、升降柱、钢结构平台……等13项设备与部件高度集成,采用标准化设计,整套技术体系安全可靠。国家起重运输机械质量监督检验中心技术总监陶天华说:“我们参与了各阶段机械设备专家研讨会,承担了‘空中造楼机’足尺试验建造设备性能检测和建造过程安全与质量监控,认为该项技术先进,体系完善,高空作业安全可靠。”

今年4月17日,由国家住宅科技产业技术创新战略联盟组织专家,对2.0版空中造楼机第四层足尺示范建造成果进行预验收。全体专家在听取项目汇报和现场考察后一致认为:该项技术无需支拆模板,无需找平粉刷,从源头上消除了建筑垃圾,是实现绿色建造的有效途径。

据介绍,该项技术具有较大的成本优势。研究测算与示范建造表明,建造工法用量约为传统现浇工法的十分之一;空中造楼机循环使用三次以上,建安成本可以实现与传统工法基本持平。

“它的最大特点是用智能手段控制,使全部楼面房间的标准化模板,在浇筑20小时后,可以平行脱模,整体提升,并在45分钟内升高一个楼层。接着就是利用叠合板的原理,现场浇筑模板!全部工期(包括装修在内)7天就能完成!可以算是个奇迹了!”住建部住宅产业化专家委员会专家、中国房地产业协会人居环境委员会专家组长开彦,在国家住宅联盟基地空中造楼机示范现场看后留言:你们的事业前途无量,一定会发扬光大。

董善白介绍,八年来,验证了这项技术对建筑业转型发展,建筑机械产业转型升级,推动房地产业、建筑业、金融租赁业、装备制造业、设计与科研、物联网技术等跨行相互融合,共同可持续发展。促进商业运营模式、政府监管模式,转型与创新。

技术创新助力建筑业转型升级

从“空中造楼机”及建造技术的理念提出到2.0版的设备面世,前后经历了8年时间,对探讨我国建筑工业化发展路径具有重要启示意义。就国家政策层面,住宅科技产业技术创新战略联盟秘书长、国家住宅与居住环境工程技术研究中心主任仲继寿认为,绿色建筑是实现建筑业绿色发展的载体,建筑工业化是实现绿色建筑的手段,而装配式建筑只是建筑工业化的路径之一,今天的装配式建筑是狭义的装配式建筑。

“空中造楼机”及建造技术的创新研发给建筑工业化发展路径和建筑业转型升级带来更多的思考和启示。通过产业链联合创新改变今天的建筑业“包工头”思维,包括碎片化政府管理、碎片化工程服务和单专业技术路径,推行模块化、少规格、多组合、规模化的建筑工业化理念,开发以机器换人的质量控制技术。

通过工业化、标准化、信息化,实现建筑业与制造业、服务业和信息业之间的产业融合,转型传统建筑业和制造业,形成面向终端用户的成品交付模式的现代建筑服务业,部分消化钢铁等过剩产能,对接中国制造2025。通过产业转型、能源价格、污染偿还的市场规则和倒逼机制引导建筑工业化与住宅产业化、绿



空中造楼机全景

色建筑与生态城市的发展进程,并将安全、健康和绿色作为建筑的关键性能指标。

通过“成品住房”交付模式,从供给侧改革和需求侧引导两方面,建立住宅产品单一责任主体负责制,优化企业结构和业务链条,打造集开发、设计、生产、施工、安装、运维于一体的住宅工业化集团,从而销售成品住房而不是中间产品。同时,利用“互联网+”理念,促进“成品住房”产品生产与售后服务模式创新,建立部品部件生产与流通体系,专业化维修服务,实现“像造汽车一样建造房子”。

“空中造楼机”技术创新亮点多

“空中造楼机”模拟一座现代化的移动造楼工厂。由于装备标准化率大于95%,因此可在不同工地之间转移,实现重复和循环建造。2013年,住宅科技产业技术创新战略联盟组织10多家产业链技术企业,开展了“北京市公租房标准化产品示范建造与空中造楼机成套机械装备研发”的重大课题。

“空中造楼机”建造技术与装配式建筑技术一样,符合“工程质量可控、建安成本可控、建造周期可控和减少建筑垃圾排放”的绿色建筑目标,满足绿色建造节地、节能、降噪、减少建筑扬尘的要求。预制和现浇都需要格构钢筋承板或混凝土叠合板、楼梯等水平构件,剪力墙钢筋网架和门窗洞口等配套部品在工厂生产并被运输到建筑工地进行装配。

开彦介绍,与常规的预制构件厂相比,“空中造楼机”具有沿建筑高度方向运动,通过造楼机建造平台实现剪力墙的现场浇筑,在整体建筑建造完成后,“空中造楼机”在不同工地间转移重复使用的优势。“近期以提倡预制全装配式整体住宅的工业化的建造模式(简称PC),现浇工艺被视为现场湿作业的落后工艺,是要被取缔的说法,这完全是个误解。”开彦说,“空中造楼机”现浇体系,符合混凝土材料的基本特性,能够生产出抗震性能好、性价比高、适应高层住宅市场需求的高质量产品,符合国家现行钢筋混凝土设计验收规范,符合绿色施工要求。

“空中造楼机”技术适宜建造80—180米的高层住宅,与PC技术的适用高度互补,将在大中型城市棚户区改造中发挥更大优势。”董善白说,这也是建筑行业在提升质量、加快工期、节约成本、绿色减排等方面多年追求的梦想目标,也是住宅产业化多年来的追求目标。“在80米以上高层与超高层建筑领域,能生产出抗震性能好、性价比高、竞争力强的标准化产品。为我国建筑机械行业大批中小企业产品转型,提升和改造目前低端制造装备与工艺水平,避免价格恶性竞争提供了良好生产契机。”北京北起意欧替起重机械有限公司董事长孙诚说,“空中造楼机”现浇装配式建造成功实践,打破了只有PC才是建筑工业化方向的思维框框,证明现浇也是另一种方式的装配式建造,而且更贴近建筑工业化的涵义。这项技术不仅是技术创新,更是一种产业创新。

董善白介绍,“空中造楼机”还将实现生产安全运行自动化、信息化、智能化的数字化系统,生产出抗震性能好、性价比高、适应高层住宅市场需求的高质量产品,实现有效供给。

现浇工艺造楼好处多

我国的住宅产业化发展起步于上世纪60年代末70年代初。从1968—1978年10年期间,中国建筑

掀起了一场全国范围的建筑工业化运动,提出了“三化一改”的方针,即“设计标准化、构配件工厂化、施工机械化”和“墙体改革”的产业化行动。用装配式大板、大模板现浇、框架轻板、大型砌块4种体系替代砖混结构传统方式建造住宅。中国工业化建筑从此进入了“启动”发展的黄金时期。工业化是当时住宅建筑行业的整体发展方向。

进入21世纪,我国的建设量和建造技术已经有了突飞猛进的发展,我国的建造工艺与世界水平几乎不相上下,尤其是现浇混凝土的模板制造技术,工厂混凝土搅拌技术,泵送混凝土技术都达到极高的水准,工业化的建造方法已经很成熟,已经能适应现代住宅的建设需要。尤其是在当代商品住宅的多样化,功能需求多元化的需要的时代,灵活多变、快速施工,绿色减排的现浇工艺能较好的满足这种需要。

理清发展思路 做好顶层设计

“当前,产能过剩、结构转型、气候变化和绿色发展均对我国建筑业发展提出了新的挑战。质量、工期、成本及政策、技术、人才是整个建筑业发展不变的目标和约束条件。因此,研究发展现状,理清发展思路,做好顶层设计显得尤为重要。”仲继寿介绍,中国房协委托国家住宅与居住环境工程技术研究中心牵头对高层住宅建筑工业化技术体系和部品产业链现状开展调研。

由于剪力墙结构在高层住宅室内空间内无梁、柱外露等特点,适应居住功能要求,因此比装配式混凝土框架结构得到广泛认可,在北京、上海、深圳等诸多大城市中均有较大规模的应用。支撑装配式剪力墙结构发展的关键技术为预制构件可靠的连接技术和“等同现浇”的设计理念。我国通过引进欧美、日本等国家的先进技术并不断地消化、吸收,形成了预制剪力墙水平接缝竖向钢筋套筒灌浆和浆锚搭接等钢筋连接技术,这是影响结构安全的关键技术。

调研显示工厂生产的构件质量和精度很高,但现场装配质量尤其是竖向钢筋连接与灌浆质量令人担忧。技术工人严重缺乏导致大量现场装配的连接节点质量和可靠性不高。施工质量还无法完全实现装配式剪力墙结构的“等同现浇”设计原则,而我国大部分城市均属于抗震设防地区,会给建筑抗震性能留下安全隐患。

进入21世纪,我国的建设量和建造技术已经有了突飞猛进的发展,建造工艺与世界水平几乎不相上下。尤其是现浇混凝土模板制造技术,工厂混凝土搅拌技术,泵送混凝土技术都达到极高水准,工业化建造方法已经成熟,已经能适应现代住宅的建设需要。尤其能满足商品住宅多样化,功能需求多元化,灵活多变、快速施工,绿色减排的现浇工艺的需求。全预制装配可以适当存在,以满足多层保障房和公租房的要求,若是以此理由大规模发展,不顾成本,不顾产能效能,大量建造预制厂,占用土地和设备就是十分不足的。

值得注意的是,日本与美国没有把装配式剪力墙结构应用于高层及超高层住宅,原因是他们的住宅形态多以house和多层集合住宅为主,国情差异巨大。调查统计中还发现,目前装配式剪力墙结构平均造价高出传统建造方式的10%—15%,也是影响装配式高层住宅应用规模的客观因素。

目前,预制构件生产基本处于“自产自销、定制生产”状态,产量平均不到产能的20%。仲继寿认为,在推行预制装配式建筑时缺乏完整的技术路径规划和工业

化通用建筑体系,是造成产能严重浪费的因素之一。因此,在我国发展预制装配式建筑一定要从通用体系构建、建筑质量控制和技术工人资源的匹配度出发,在路径顶层设计,市场机制建立方面发挥引导作用,避免僵硬的预制率指标误导建筑工业化的发展方向。

住宅产业化是既定的发展方向

1980—1990年我国学习国外的产业化、工业化建造经验,在建筑体系化编制、住宅部品化、模数尺寸协调、内装部品集成、厨卫定型设计、功能设计理论等多方面进行了深入研究并取得多项成果,为推动住宅产业化发展奠定了坚实的理论基础。1994年前后在建设部几位部长和科技司、房地产司的倡导下,开展住宅产业现代化的全面规划,编制发展计划。1996年颁布《住宅产业现代化试点工作大纲》,选择10个省(市)进行住宅产业化试点。



自动开合模机构



现浇剪力墙成品局部