



# 全省首台！这个『造楼机』强在哪

五天能建一层楼，『天蝉』住宅施工机器人在青岛落地应用



扫码看视频

5天就能盖好一层楼，而且盖楼需要的工人大大减少，大约能节省60%的人力。这都得益于造楼机的应用，实现了住宅楼的高效智能建造。近日，“天蝉”住宅施工机器人系统在青岛落地，这也是山东省首台“造楼机”。该系统在主要工序中的智能装备化率超过60%，可以实现将传统的建筑施工工序，例如混凝土振捣、钢筋绑扎、浇筑养护等工序集成整合，一体化推进施工生产。

你一定好奇，这个系统是怎么研制出来的，它长什么样、是怎样工作的，来看本报记者的探秘。

赵波 李自强 青岛报道

## 蓝色“大箱子”加持 5天盖好一层楼

近日，记者在青岛黄埠岭片区棚户区改造项目现场看到，3号住宅楼正“拔地而起”。让人意外的是，这栋楼施工工人比其他楼栋明显要少，施工现场一改往日的繁忙嘈杂，变得井然有序。远远看去，包裹在楼顶的蓝色“箱子”格外醒目，而仔细看，这个“大箱子”似乎还在建筑的外立面移动。中建八局四公司项目部技术经理陈泽锋介绍，蓝色“箱子”就是中建八局自主研发的新一代住宅施工机器人系统，全名叫“天蝉”住宅施工机器人系统。据介绍，这个蓝色“大箱子”可是内含乾坤，这里面包含有混凝土振捣机器人、整平机器人、凿毛机器人、覆膜机器人等十几种智能装备，在智能控制系统的统一调配下，实现协同作业。而黄埠岭片区棚户区改造项目也是这套新一代住宅施工机器人系统在全国的首次落地。

“简单来说，我们可以把它理解为一个将传统的建筑施工工序集成整合起来的“大箱子”，这个“大箱子”可以覆盖整个的施工作业面，并实现自动爬行。”据中建八局项目技术负责人李红德介绍，在“天蝉”系统内部，不同分工的自动化机器人集群被悬挂在空间顶部的精密轨道上运行。与此同时，工人则在底部辅助作业，与机器人协同合作，共同完成放线、钢筋绑扎、支模、浇筑、振捣、养护等各项施工工序，实现流水化作业，待本层施工任务完成，“天蝉”系统仅用1小时即可准确爬升至下一层，实现工序的循环往复，直至整栋楼完成建造，该套系统的成功应用将用工数量缩减60%以上，工期缩短约30%，施工速度最快可达5天1层。

“首先，我们看到的红色立柱，就是天蝉自爬升系统最顶部的支撑柱部分，它克服了传统爬升方式误差适应性差、支点无法同步受力、埋件倒运困难等行业难题，1小时顶升一层，可调节50毫米误差。顶升过程有同步控制系统控制，避免不同步顶升。”陈泽锋告诉记者。

在以往的建筑工地上，尤其是高楼的外立面施工属于高空作业，施工安全是重点关注对象。而使用了住宅施工机器人系统之后，工人们心里就踏实多了。“外侧的围护体系和上部的折叠天幕，组成了作业围护系统。”陈泽锋告诉记者，因为这套系统是采用挂架与围护体系包裹在楼梯外围的，有些高空作业项目直接被机器取代，极大降低了施工危险性。同时，面对恶劣天气时，系统顶部的折叠天幕可覆盖整个作业面，将暴晒、下雨等恶劣天气隔离在外面，为内部的施工工人提供舒适的作业空间，同



青岛黄埠岭片区棚户区改造项目，3号楼正在使用造楼机进行建造，从外观看，就是一个蓝色大箱子包裹在楼顶。

时也为建筑成品质量养护提供可控的环境条件，改善了混凝土的养护环境。在这里，上有遮风挡雨的天幕，下有围挡，工人在里面风吹不着雨淋不着，两名工人只需要手持平板就能指挥造楼机工作。

## 五大系统紧密配合 实现高集成化、高智能化作业

陈泽锋告诉记者，“天蝉”住宅施工机器人系统主要由“天蝉”自爬升系统，“天成”分布式智能施工系统，“天测”轻量化作业系统，“天盾”作业围护系统，“天测”智能监测五大系统组成，通过这5个部分的紧密配合，系统可以实现高集成化、高智能化、高程序化作业。

记者在9层楼高的造楼机施工现场，振捣机器人、整平机器人、凿毛机器人、覆膜机器人等各种机器人一应俱全，该系统作业基本全部由机器人完成，可实现全流程标准化施工，施工质量更标准可控。这些智能建造机器人都被整合在这个“大箱子”的标准化集成基座上，系统在主要工序中的智能装备化率超过60%；配合智能布料系统、高精度放线系统、自动喷淋系统、物料提升系统、智能监控系统，高效协同完成建设目标。

“目前系统中有11个桁车，5个装备集成基座。智能装备可以在不同轨道中灵活变轨，无障碍自由行走，覆盖全部作业面，上方水平的结构就是天构轻量化作业平台。该系统还首创了天成分布式智能施工系统，采用标准化构件设计与模块化拼装模式，可以像积木一样轻松实现安装、拆卸，可以适应不同形式、不同大小的作业区域，并且能周转利用，助力资源节约与环境保护。装备集成基座采用标准化接口，可扩展接入各种智能装备，目前接入了悬挂式振捣机、整平机、覆膜机、凿毛机，配合液压布料机，打通混凝土施工场景工艺链。同时悬挂式装备在作业时可以最大程度降低建筑机器人自重对楼板的损伤，实现了“零负载”作业模式。”说起“天蝉”住宅施工机器人系统，陈泽锋如数家珍。

如果说这些系统和智能设备是人的“四肢”，保证“四肢”的高效配合，就少不了“大脑”的精准调配。中建八局工程研究院院长马明磊介绍，“天蝉”系统的高质高效运行，除了“灵活的四肢”，还得益于它的“智慧大脑”，“我们团队综合应用了BIM、虚拟现实、物联网等技术，自主研发出系统的智能控制系统，这就是它的“智慧大脑”了。而且，在

实体工地建设的同时，我们还会在虚拟世界通过搭建虚拟数字模型，实现对项目的实时监测与管理。比如，项目进展、施工进度，甚至有些工序正在进行，在控制系统里是一目了然。”

由于造楼机内部设置了多个传感器，在造楼机的监测屏幕上，可以实时查看“造楼机”的运行状态，比如“造楼机”承重点受力情况、支撑系统的垂直度、钢平台的水平度及现场风速风向、温湿度等。“一旦出现异常，偏差超出预定安全值，就会自动报警。”陈泽锋说，同时在整个系统中，设置了多款智能传感器，自动化全过程测量，将数据上传云端，集成在天测智能监测系统中，实现可视化实时监测与危险预警，确保施工过程的安全，这也使得造楼机的建造水平比普通的工人要更加稳定和标准。

## 10余位博士和50余位工程师 历时8个月研发成功

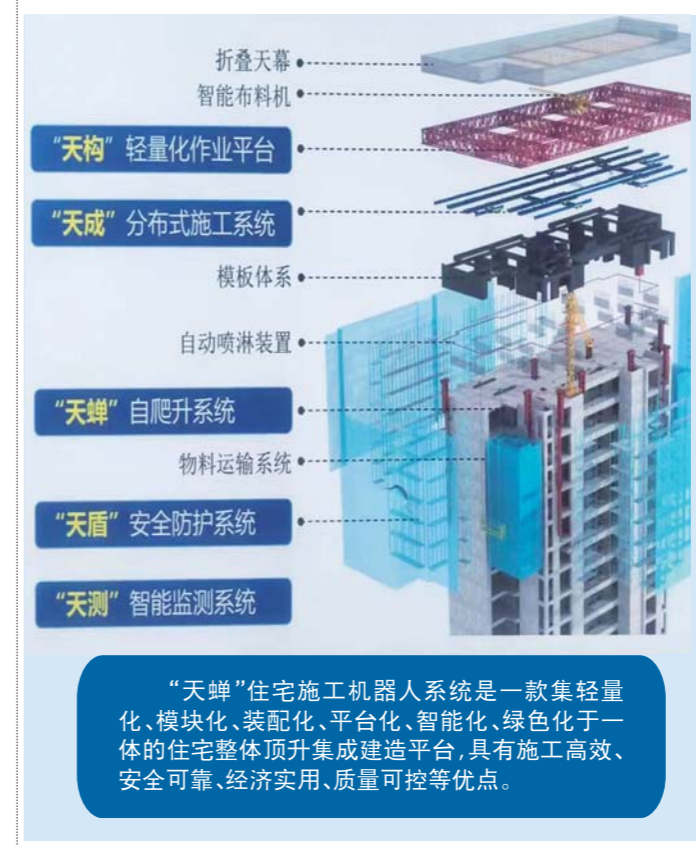
据介绍，为了研制“天蝉”住宅施工机器人系统，中建八局秉承自主创新的原则，组建了一支由十余位博士和50余位工程师组成的研发团队，团队历经8个月的持续攻坚与不懈追求，最终“天蝉”住宅施工机器人系统成功问世。研发过程中中建八局采用自研的技术平台和产品平台，通过模块复用和算法集成，大幅提高装备产品研发效率，降低开发及制造成本。据悉，目前一台“天蝉”造楼机的制造成本只有400万元左右，目前只在青岛黄埠岭片区棚户区改造项目3号楼进行了试点应用，效果得到验证后，后续有望在更多住宅楼上大面积推广应用。

小发明却有大成就。目前，山东省内诸多城市和建筑业企业已率先探索，深度推进智能建造的发展，以绿色、低碳的建造方式引领行业变革，开辟出经验可借鉴、可推广、可复制的发展模式。“天蝉”造楼机的出现可以说是恰逢其时。“天蝉造楼机全部过程采用的是非人工直接操作的手段，可以让住宅建造实现效率提升和质量保证，它的整体建造质量其实是可以过免检的，也让老百姓真正住上满意、健康的好房子。山东省发布首台套住宅施工机器人系统，应该是行业的第一步，也算新质生产力，得到了住建部和省住建厅的关注。”马明磊介绍，“天蝉”住宅施工机器人系统的应用，是传统住宅建造领域的一次突破性革新，“天蝉”作为更先进的生产工具，通过综合应用数字化、智能化建造技术，升级建筑行业的生产形式，把人从基础建造工作中解放出来，推动产业工人队伍由“操作型”向“技术型”转化，为建筑业转型升级提供了有力借鉴。



造楼机内部

## “天蝉”住宅施工机器人系统



“天蝉”住宅施工机器人系统是一款集轻量化、模块化、装配化、平台化、智能化、绿色化于一体的住宅整体顶升集成建造平台，具有施工高效、安全可靠、经济实用、质量可控等优点。

■现场探访

## 建筑工人告别日晒雨淋 还节省了60%的人力

赵波 李自强 青岛报道

“用上造楼机，我们省了很大劲，不用再考虑搬运物料了，而且在里面干活再也不用日晒雨淋，就像在室内干活一样，感觉也更安全了。”近日，记者在青岛黄埠岭片区棚户区改造项目3号楼的施工现场探秘造楼机时，一名建筑工人说，他在工地干了15年，这是第一次在“造楼机”里干活，感觉非常不错。

在这里，露天的工地变成了室内的“大棚”。“我们将传统的建筑施工工序集成整合，一体化推进施工生产。安装完毕后，需要附着在3-5层的墙体上，浇筑6层混凝土，养护12小时后，1小时顶升一层，顶升后6小时绑扎所有墙体钢筋，60小时完成模板支撑拆运、支设，36小时完成梁、楼板钢筋绑扎……重复该工艺步骤，5天就能盖好一层楼，又快又好，目前已经施工完成了3层，整体效果不错。”陈泽锋介绍。

陈泽锋说，过去要完成一层楼的施工，传统方式是将外部的爬架进行“加高”，即向上再加设一层脚手架，同时拆除已建好楼层所有的铝模板等材料，通过人工搬运或利用塔吊运往新楼层，耗时费力。运用“造楼机”后，施工所用材料和设备可实现自动爬升。“在施工过程中，通过天蝉自爬升

系统，平台1小时可顶升1层，最快能实现5天一层的高效建造，极大缩短了施工工期。而且相较于传统施工工艺，该系统配备了振捣机器人、整平机器人等多重智能施工装备，主要工序的智能装备化率超过60%。在施工效率方面，使用“空中机器人系统”代替了传统人工浇筑混凝土的施工方式，以前每层需要14人，现在只需要5人左右，大约节省了60%的人力。”全部施工机器人都可以通过统一的操作系统控制。智能装备协同作业，打造了一种全新的群体智能建造模式。

据悉，此次搭载“天蝉”的黄埠岭片区棚户区改造项目，规划建筑面积20.31万平方米，主要建设住宅楼、服务用房、停车场等公共设施，给排水等配套设施，项目建设是响应国家城市更新行动的重要举措，将建成一批高品质保障性住房，一改原有棚户区脏乱差的局面，对改善村民居住生活环境，提升周边配套水平及城市品质具有重要意义。

此外，项目还以“天蝉”住宅施工机器人为核心，利用数字化技术赋能设计、生产、施工和验收全过程，并应用了抹灰、开槽、钢筋、模板智能加工生产线等多种机器人和设备，形成了建造过程全场景的智能建造群体工地。

■相关链接

## 造楼机已发展到4.0版本

赵波 李自强 青岛报道

早前，“空中造楼机”主要运用于300米高度以上的城市地标性建筑。2020年7月，我国自主研发的首台“住宅造楼机”成功应用于重庆中建御湖壹号项目，标志着造楼机开始走向平民化。如今，中国建筑研发的第四代“造楼机”重量从1.4吨降低到了0.5吨左右，可适用于普通的高层住宅。其竖向覆盖5-8个结构层，能实现外立面的结构、砌体、保温、装饰等多工序高效立体流水化作业，大幅提升作业工效，有效提高现场作业环境、机械化程度、智能化水平。

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，中国建筑业掀起了一场全国范围的建筑工业化运动，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。

2004年，“空中造楼机”及建造技术的理念开始在国内提出。历经八年研发，投入经费8000万元，2016年空中造楼机2.0版设备面世，这在当时是一项国内国外都没有的新型工业化建造技术，对探讨我国建筑工业化发展路径具有重要意义。

2023年12月29日，中建八局自主研发的“空中造楼黑科技”——尺蠖仿生式造楼机3.0“天府号”在中海天府中心项目完成首次顶升，此次顶升历时2小时38分，造楼机爬升高度5.5米，刷新了国内同类型工程首次成功顶升速度的新纪录。中建八局尺蠖仿生式造楼机3.0继承了尺蠖仿生学理念，在上代造楼机的基础上创新性地增加了智能设备与机器人系统、智能控制系统等智能化模块，融合了传统造楼机智能顶升和建筑机器人辅助施工两大优势，构建了“移动式智能造楼工厂”。该装备覆盖四层作业区域，可高效完成钢结构安装、钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑和养护等流水施工作业。

中建八局四公司自主研发的“天蝉”系统是在尺蠖仿生式造楼机的基础上升级改造而来，属于空中造楼机的4.0版本。中建八局四公司项目部技术经理陈泽锋称，相比之前的造楼机，“天蝉”系统具有更智慧、更高效、更优质、更绿色的特点。



高空俯瞰“天蝉”住宅施工机器人系统。