

智造未来 “建”证无限

——中建八局四公司“天蝉”系统3.0引领建筑革命

在机械轰鸣与代码静默交织的新时代工地，一场“静悄悄的革命”正重塑中国建造的面貌。2024年5月29日，山东省首台住宅智能建造平台——“天蝉”住宅施工机器人系统在青岛黄埠岭片区棚户区改造项目成功落地，标志着我国住宅建造向智能化、工业化迈出了关键一步。

时隔一年，该系统已迭代至3.0版本，应用场景从住宅延伸至超高层建筑，两度登上央视荧幕，亮相2025年中国国际服务贸易交易会，并入选“2025工程建设行业十大先进工程装备”，成为展现中国建造新质生产力的亮眼名片。这不仅仅是一套设备的升级，更是一场由青年博士团队书写、以科技赋能“好房子”的产业变革史诗。



■天蝉3.0系统现场施工图。

从100到无穷 铸造“好房子”的无限可能

“天蝉”系统的成功，是“天时、地利、人和”的共同结晶。它顺应了国家发展智能建造与建造“好房子”的战略方向，依托山东、浙江等智能建造试点城市的政策沃土，更离不开团队上下同心、跨界协作的攻坚合力。系统汇聚了立体安全防护体系、智能施工机器人和数字建造中枢三大核心模块，首创“平台支撑—设备集成—机器人协同”的三位一体模式，打造出可自主爬升的“移动式智能建造工厂”。

其效益令人瞩目：用工数量缩减50%以上，工期缩短约30%，施工速度最快可达5天一层。混凝土振捣、整平、覆膜、凿毛等多道工序由机器人在智能控制系统统一调度协同完成，施工质量实现精益管控。系统顶部的折叠天幕不仅隔绝了恶劣天气，为工人提供了人性化的作业环境，也为混凝土养护提供了稳定条件。其模块化设计使得130吨的主体结构可像积木一样快速装卸周转，践行了绿色建造理念。

从青岛棚改项目到杭州“创新活力之城”，“天蝉”3.0版本实现了从住宅到多元施工场景的关键一环。初期曾被工友视为“花架子”的庞然大物，用实力赢得了信任。如今，已有9名工友转型为“操盘手”，通过平板电脑指挥“智能工友”高效作业。截至目前，团队已申请专利36项、省级工法6项、软件著作权14项，发布标准2项、SCI论文6篇，机器人无障碍悬挂行走技术达国际领先水平。

然而，故事的终点远未到来。研发团队负责人表示，智能建造的本质是为人服务。青年博士们正朝着“全机器人自主”的目标继续探索，致力于融合更智能的算法与视觉识别技术，让机器人具备环境感知与路径自主规划能力。他们正将智能建造的“科幻场景”转化为“施工日常”，在机械与水泥之间，浇筑中国建造更加高效、绿色、人性化的新未来，让世界见证中国智造的无限可能。

从中建八局四公司青年博士团队手中诞生的“天蝉”系统，不仅是一组先进装备的集合，更是一种新质生产力在传统行业的生动实践。它以科技之笔，重新定义了“建造”的内涵——不再是单纯的体力叠加，而是知识、数据与智能的深度融合。

正如普利兹克奖得主王澍所言，“以什么态度去做永远比用什么方法去做重要得多”。这群青年建设者正以工匠态度驱动科技创新，在追求“好住、好料、好看、好值”的“好房子”道路上，智造未来，建证无限。张海程

从0到1

博士团的“硬骨头”与“灵光一闪”

2023年初，中建八局科技系统做出了一项前瞻性决定：打造可以自动盖楼的住宅施工机器人系统，为人民建造“好房子”。然而，将分散的单体设备整合为高效协同的有机系统，在智能施工领域并无先例可循。同年7月，一支由15名来自土木、机械、自动化、计算机等不同专业的青年博士构成的核心研发团队临危受命，开启了这场“从零起步”的攻坚战。

施工场地环境复杂，空间狭小，障碍物多变，温湿度等外界因素干扰不断。首当其冲的难题是如何克服机器人自重对楼板施工质量的影响？团队中一名博士在工厂参观中看到吊车在桁架上行走，突发灵感：让机器人“悬挂”在轨道上行走。由此，“悬挂式轨道系统”的雏形诞生，结合可覆盖整个作业面的折叠天幕和立体围护体系，将露天工

地变为一座井然有序、安全可控的“空中工厂”。

移动问题刚解决，路径难题又至。如何在双轨上实现机器人的自由移动与避让？另一名博士从火车“换轨”中获得启示。研发团队创新设计了可移动的轨道横梁系统，相邻跨度的轨道梁可拼接成直线，让运载机器人的小车像火车换轨一样，灵活到达每个作业区域。历经46轮论证、查阅超1100篇论文与25部专著后，2023年末，“天蝉”首份设计图纸与系统方案终于落成，实现了从概念到蓝图“从0到1”的突破。

从1到100

代码与钢构写就的工地论文

蓝图绘就，仅是万里长征第一步。团队并未满足于基础遥控方案，而是将目标锚定在更高阶的自动化与人机交互上。系统涉及近30个子系统，需综合运用HTML+CSS+JS、Python、工业PLC等多种编程语言。团队中的博士们，在5个月内完成了常人需一年才能完成的工作量——编写

6万行代码、开发27个程序包，以及20版图纸和120次方案修订。参与代码编写的博士坦言，近20%的代码最终被弃用，但“不试试，怎么知道哪条路是正确的”。

2024年3月，样机运抵青岛黄埠岭项目现场，现实却给了满腔热忱的博士们当头一棒：机器人卡顿、避障失灵、系统不稳。团队没有退缩，毅然将实验室搬进工地活动板房，开启“驻场办公”模式。白天跟踪调试，晚上修改方案，红牛与藿香正气水成了标配。77个日夜，4版方案31次调试后，他们为运载小车加装了轴承回转装置与弹簧缓冲机构，彻底解决了“卡位”难题。

驻场期间，博士们脱下“学术外衣”，躬身向一线工人师傅学习。有的人常趁休息时间向工友请教支模、拆装等工艺细节；还有人从施工电梯的“滑触线”供电方式中获得灵感，优化系统供电方案，摒弃了存在安全隐患的暴露线路。正是这种将论文写在工地上的务实精神，以及对“安全第一”“精益求精”原则的坚守，推动“天蝉”从图纸上的“能用”，蜕变为现场“实用”“好用”的智能建造利器。

日照银行青岛分行创新推出“蓝色+可持续发展挂钩”双标签贷款

当金融遇见深海：一笔贷款背后的蓝色革命

在青岛，海浪不止拍打着岸边的礁石，也涌动着海洋经济转型的潮声。在这座向海而生的城市里，一家专注海上风电核心装备的国家高新技术企业——青岛云路特变智能科技有限公司（以下简称“云路特变”），正面临成长的烦恼：订单如雪片般飞来，生产线亟须扩张，技术亟待升级，而绿色转型的压力与日俱增。资金，成为横亘在理想与现实之间的一道坎。

传统银行的目光，往往停留在报表上的数字与厂房里的抵押物。但这一次，日照银行青岛分行的客户经理在企业车间里，听到的不仅是融资需求，更是一种更深切的渴望——“我们需要的不仅是输血，更希望金融能为我们向绿色深海迈出的每一步注入持久动力。”

正是这次倾听，催生了一场静默的金融革新。数月后，一笔看似普通的1000万元流动资金贷款，被贴上了两个开创性的标签：“蓝色”与“可持续发展挂钩”。这不仅是山东省内，更是全国范围内首笔兼具海洋属性与绿色绩效激励的对公贷款。它如同投入平静湖面的一颗石子，涟漪正从一家企业，扩散至整条产业链。



■企业生产电气成套设备，助力工业领域电力高效稳定供应，是绿色智能生产的基础配套。

破局：

从“资金补给站”到“转型合伙人”

海上风电，被誉为“蓝色油田”。其核心装备的可靠性，直接关系到海上风电机组能否稳定捕获每一缕风。云路特变生产的电抗器、变压器等，正是这些“海上巨人”的“动力心脏”。行业风口已至，企业却卡在了一个微妙境地：扩大再生产与持续进行节能减碳的技术改造，双重压力叠加，形成了转型的资金缺口。

“找银行贷款，我们当然能提供资产抵押。但我们更希望银行能看到我们在绿色投入上的决心和未来价值。”企业负责人的一句话，点出了传统信贷模式的局限——它善于评估过去，却难以定价未来；它能计量有形资产，却常常忽略绿色投资带来的长期效益。

日照银行青岛分行团队没有停留在既有产品的目录里，他们开始了一场“金融实验”：能否设计一款产品，既明确服务于海洋经济，又将贷

款条件与企业可量化、可验证的绿色绩效绑定，通过市场化的利率调节机制，成为企业绿色转型的“同盟军”？

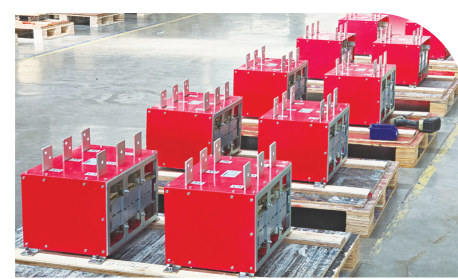
思路一转，天地豁然开朗。困扰不再是困扰，而成为了创新的起点。

变革：

一套精密协同的“航海系统”

全国首创，绝非标签的简单拼贴。其内核，是一套精密的、环环相扣的“航海系统”，从方向锚定到动力赋能，从路径校准到生态远见，每个环节相辅相成，确保始终行驶在正确的航道上。

第一个是导航仪，指标的“价值转译”。绿色转型，如何被清晰度量？日照银行青岛分行团队没有套用宏大的行业通用模板，而是扮演了“价值转译者”的角色，深入企业的运营肌理。他们发现，对于云路特变这样的先进制造企业，“万元营收综合电耗”是一个绝佳的“效能仪表盘”。这个指标直接、可追溯，与企业降本



■企业批量生产的电气元件，支撑电气系统可靠运行，为低碳生产场景提供硬件保障。



■企业生产线组装电气部件，标准化生产提升能效，是绿色制造产业链的关键环节。

增效的商业本能同频，与节能减碳的环境追求共振。它将抽象的“绿色”，转译成了财务与生产管理中清晰可读的数据语言。

第二个是推进器，激励的“柔性契约”。挂钩，不是惩罚性的枷锁，而是激励性的推手。方案设计得充满智慧：双方基于历史数据与行业前沿，设定一个既有挑战又可实现的科学目标。若年度评估达标，次年贷款利率便获得实质性下调，让企业省下的电费，再叠加降低的利息，双倍收获绿色红利；倘若未达标，利率保持不变。这个“奖励进步、包容过程”的推进器，巧妙地将银行的绿色金融导向，内化为企业主动追求节能降耗的内生动力，形成了“越绿色，越经济”的良性循环。

第三个是定位仪，验证的“独立坐标”。如何确保“绿色”的真实性与公信力，避免航向偏离？日照银行青岛分行引入了权威的“定位仪”——聘请中诚信绿金科技（北京）有限公司作为独立的第三方评估机构，每年由这家专业机构对企业“万元营收综合电耗”指标进行严谨核算并出具报告。

这一定位仪的加入，守护了规则的严肃性与公平性，使得利率的浮动建立在坚实可信的基础上，也让整笔贷款的“绿色轨迹”经得起风浪的考验。

第四个是望远镜，生态的“远见杠杆”。金融的智慧，在于洞察涟漪效应。云路特变是海上风电产业链上的关键一环。支持其进行绿色生产，意义远不止于一家企业。它生产的更高效、更低碳足迹的核心部件，将装配在数十台乃至上百台海上风电机组上，其绿色实践将通过产业链自然传导至下游。这笔贷款因而成为了撬动一整条产业链向绿而行的金融杠杆。

潮涌：

从一朵浪花到一片海洋

贷款落地，静水流深。对于云路特变，这1000万元是“及时雨”，更是“风向标”。公司开始系统审视每一条产线的能耗，投资于更高效的智能设备和能源管理系统。财务总监算了一笔账：“达成降耗目标，我们不仅直接节约电费成本，还能享受利率优惠，这部分额外收益可以再次投入到研发中，这是一笔越算越有信心的账。”

对于日照银行青岛分行而言，创新带来的回报远超预期。他们不仅收获了一家深度绑定的高成长客户，更锻造了一支懂产业、懂绿色金融的专业团队。这套成熟的模式迅速展现出可复制性：很快，另一家为风电项目提供塔架设备的青岛制造商，获得了3000万元同类型贷款。这次，关键绩效指标被设计为“风力发电装机容量”，同样由独立第三方验证。模式在迭代中愈发成熟。

这笔“蓝色+可持续发展挂钩”贷款，像一颗投入水中的石子。它激起的涟漪，正从企业的车间，扩散到产业的海洋，最终融入时代的大潮。在海洋强国与“双碳”战略交汇的宏大叙事里，金融不再仅仅是旁观者或简单的资金提供方。它正通过如此细腻而富有创造性的笔触，参与到一场深刻的蓝色变革之中。

日照银行青岛分行以这一笔开创性的贷款证明：最有力的金融支持，是能够读懂浪花的语言，与奔涌向前的海洋经济，同频共振，共赴深蓝。未来，这片蔚蓝之上，更多的金融创新航船，正扬帆待发。徐晶