

A 智能建造大势所趋

拥有深厚建筑业基础的江门，去年建筑业总产值达到384亿元，同比增长15%。今年，江门市将促进建筑业高质量发展，力争总产值达450亿元。

然而，江门建筑业各家企业普遍面临着人力资源方面的困难。一方面是现有建筑行业熟练技工年龄越来越大、人数越来越少、薪资越来越高；另一方面，年轻劳动力从事建筑业的意愿持续降低，具备一定技能的年轻行业工人普遍稀缺。

据国家统计局《2020年农民工监测调查报告》显示，2020年全国农民工总量为28560万人，

比前一年减少517万人，下降1.8%。其中，从事建筑业的农民工比重为18.3%，比前一年下降0.4个百分点。统计还显示，农民工平均年龄41.4岁，比前一年提高0.6岁；40岁及以下农民工所占比重下降；50岁以上农民工比重继续提高。未来，用工缺口、用工成本上升、用工安全等问题将进一步凸显。业界人士认为，传统建筑业属劳动密集型行业，随着人口红利逐渐退去，过去主要凭借丰富而廉价的劳动力实现规模扩张的方式将无以为继。

此外，建筑业发展还面临着

资源浪费巨大、安全问题突出、环境污染严重、生产效率低下等问题。

找到新的突破口，提高人效、降低成本，实现行业可持续发展，已经成为建筑业界的普遍心声。中国建筑业协会副会长刘锦章认为：“数字化转型是推动建筑业高质量发展的重要途径，从‘中国建筑’走向‘中国智造’是我国建筑业发展的大势所趋。”他表示，当下新基建加速数字化、智能化与建筑施工现场深度融合，促进传统建造方式升级，提高项目管理和生产效率，将助推我国建筑产业现代化进入“快车道”。



博智林机器人总部

数字技术及智能技术“赋能” 建筑机器人助推建筑业高质量发展

文/陈卓栋 谭耀广
图/受访者提供



测量机器人在作业

B 建筑工地有了“智能升降机”

在碧桂园·滨江天元施工现场，十多台广东博智林机器人有限公司研发的建筑机器人从去年7月开始投入使用。项目工程负责人魏龙强表示，碧桂园·滨江天元未来将有超过1/3的建筑面积使用机器人作业。

这些建筑机器人包括智能施工升降机、测量机器人、建筑清扫机器人、混凝土内墙面打磨机器人、混凝土天花打磨机器人、螺杆洞封堵机器人、地面整平机器人、地面抹平机器人、地库抹光机器人、室内喷涂机器人、地库喷涂机器人等。它们普遍拥

有伺服电机、驱动器、视觉传感器、导航融合模块、机械臂、底盘集成、舵轮等部件，辅以BIM、AI、导航、视觉、多机调度等技术“赋能”，可应用于地坪施工、混凝土修整、建筑清扫、室内外喷涂、工人及物料运输等场景。

日前，技术人员根据作业安排，准备将多部机器人部署于该项目6栋8层。在6栋一楼，智能施工升降机自动开启，技术人员和机器人随即进入舱内，驾驶员按下第8层按钮。电梯随之稳定升起。技术人员介绍，相比于手动开闭舱门、

驾驶员全程要摇杆操作的传统施工电梯，这款智能施工升降机配置自动门，可响应楼层外呼和舱内选层指令，在指定楼层自动平层停靠、自动开关门，安全性更强，能有效地解决传统施工升降机使用效率低下的弊端，提高垂直物流通道的运输效率，保障建筑工程施工进度。“在未来，随着相应操作规范的优化，智能施工升降机可以通过垂直物流调度系统响应智能机器人的搭乘请求，机器人或者施工物料‘自动’搭乘，免去驾驶员操作。”

C 墙面瑕疵一“看”便知

进入第6层后，在其中一户的客厅，技术人员在客厅中央放置配备脚架、类似激光测量仪的设备。原来，这是一台测量机器人，通过先进的AI测量算法技术，完成对整个房间的实测实量，能达到±1毫米高精度的全局成像，生成墙面垂平度、天花水平度、阴阳角、开间、进深等数据。在以往，这些作业需要两人的测量团队进行，按照设定好的路径有序自行移动，进行相应作业。

测量机器人通过运用虚拟靠尺、角尺等技术手段，在短短2分钟内就完成了用户客厅的测量。技术人员通过终端屏幕设备，还可以直观地查看到了实时生成的热力图，指导下一份作业工序：“这些标红色的区域是有凸出来需要磨平的，这些蓝色的区域是凹进去需要修补的。”

技术人员说，测量机器人相当于机器人“军团”中的参谋，“有了这些数据，我们就可以通过系统给其他机器人下达作业‘指令’。”

混凝土内墙面打磨机器人、混凝土天花打磨机器人、螺杆洞封堵机器人收到工单指令，按照设定好的路径有序自行移动，进行相应作业。

螺杆洞封堵机器人采用自研的砂浆封堵工艺系统，完成孔洞封堵，机器人封堵后孔洞填充密实，一致性好，平均13秒即可封堵一个螺杆洞，“相比人工操作，不仅快了很多，而且使用的砂浆经过精确计算，用多少拌多少，每个螺杆洞分配合适用量，避免了砂浆用料的浪费。”

混凝土天花打磨机器人则依靠压力感应、多级升降装置，实现天花缺陷区域的精确打磨，打磨后显著提高天花平整度，“以前的天花打磨需要工人踩着梯子用打磨机作业，先不说工人上下梯子、挪动梯子的

浪费时间和安全风险，工人打磨时需要仰着头，忍受着打磨产生的粉尘，不仅十分辛苦，而且作业平整度没保证。相比之下天花打磨机器人就省事多了。”而混凝土内墙面打磨机器人采用柔性打磨头，通过恒压控制技术 & 深度监控技术对墙面进行精准定量打磨，为后续腻子等装修施工提供良好的作业基面。技术人员还表示，这些打磨机器人同时配备了粉尘吸附设备，在打磨的同时将产生的粉尘吸入机器人内部的专用舱室，大大减少了以往作业时产生的粉尘污染，降低了对施工团队的健康危害。

而上述作业完成后，就轮到建筑清扫机器人登场。经

过技术人员一番设定，只见一台底下戴着两个圆形毛刷、睁着大眼睛的粉红机器人，自动在户型内移动，所过之处，地面上的粉尘、细沙等被清扫一空。技术人员介绍，建筑清扫机器人，通过自主研发的激光SLAM技术，3D视觉识别技术，具备自主清扫与自动倒垃圾的功能。建筑清扫机器人产品可长时间持续作业，直接节省清洁的人工成本，清洁效果比人工清扫更明显。产品效率高，整体工效为传统人工的3倍。

混凝土内墙面打磨机器人

混凝土天花打磨机器人

螺杆洞封堵机器人

地面整平机器人

地面抹平机器人

室内喷涂机器人

地库喷涂机器人

只需2分钟，就能“看出”墙面是否平整；依靠生成的路径数据，建筑清扫机器人就能自动运行“扫掉”积尘；13秒钟自动“堵”住一个孔洞，螺杆洞封堵机器人作业又快又干净……在江门市蓬江区华盛路的碧桂园·滨江天元施工现场，数字化、智能化的建筑场景展现在参观者眼前。

从去年开始，江门市加快推动建筑业发展。今年江门两会期间，江门更提出将建筑业打造成总产值450亿元的战略性新兴产业集群。然而，业界人士指出，江门建筑业要更进一步，人力成本、环保、效率、产业转型升级等方面的障碍将无可避免。要破解上述“难题”，必须引入“数字化”“智能化”思维。一个广泛应用于各个建筑场景的建筑机器人系统，将是最优的“解题答案”。

混凝土内墙面打磨机器人

混凝土天花打磨机器人

螺杆洞封堵机器人

地面整平机器人

地面抹平机器人

室内喷涂机器人

地库喷涂机器人

建筑清扫机器人

建筑机器人在车库进行地面作业

混凝土天花打磨机器人正在作业

18款机器人投入商用

据了解，研发出上述建筑机器人的广东博智林机器人有限公司，是碧桂园集团全资子公司，企业定位为行业领先的智能建造解决方案提供商，聚焦建筑机器人、BIM数字化以及新型建筑工业化产品的研发、生产与应用，打造并实践新型建筑施工组织方式。通过技术创新、模式创新，探索行业高质量可持续发展新路径，助力建筑业转型升级。

应用于碧桂园·滨江天元的建筑机器人，仅为该公司已投入商业化应用的其中一部分产品。截至2021年12月31日，博智林已有18款建筑机器人投入商业化应用，服务覆盖25个省份超过350个项目；累计交付超过730台，累计应用施工超过700万平方米。此外，该公司还有46款在研建筑机器人，其中绝大多数机器人通用于现浇混凝土工艺与装配式建筑施工，目前已形成混凝土施工、混凝土修整、砌砖抹灰、内墙装饰等12个建筑机器人产品线。

建筑废弃物处理移动制砖车

数字化转型是必然选择

曾经参观过上述建筑机器人作业的江门建筑业界人士认为，在安全性方面，建筑机器人可自主作业完成体力繁重或者有危险性的施工工序，从而增加工人作业的安全性，杜绝了工人因高空作业等而带来的安全风险；而且有着更稳定的施工质量和更高的施工效率，例如测量机器人，根据工程应用测试工效为人工的2~3倍，测量精度在±1毫米内，作业效率与测量准确率优于人工；此外如混凝土施工机器人产品线由智能随动式布料机及地面整平、地面抹平、地库抹光机器人组合而成，通过联动施工，整个混凝土施工班组人员可由传统的12人减少至8人。

值得一提的是，整套建筑机器人系统还实现了数字化、智能化的智慧工地管理，减少建筑材料的浪费，降低工业污染排放及碳排放。

例如，建筑废弃物再利用流动制砖车可提供建筑垃圾减量化、资

源化、无害化一站式解决方案，将建筑垃圾直接转化为园林路面砖、植草砖、盲道砖、各种实心混凝土砖等再生建材制品，即产即销，变废为宝，节省建废清运费、砖类建材采购费，减少粉尘污染和运输排放。

中国科学院院士、清华大学人工智能研究院院长张钹教授表示：“碧桂园集团在短短三年时间里，针对BIM、装配式建筑和建筑机器人领域投入了大量的研发资源和人才，开展全面的研发，目前已经交付了大批量的机器人，已走在了全国乃至世界智慧建造和建筑机器人领域的前列。”

江门市建筑业协会会长刘国熙认为，江门要促进建筑业高质量发展，必须要提档升级、切实增强江门建筑业核心竞争力、数字化转型，发展无接触式、智能化的盖楼方式已经成为建筑业可持续发展的必然选择。

</