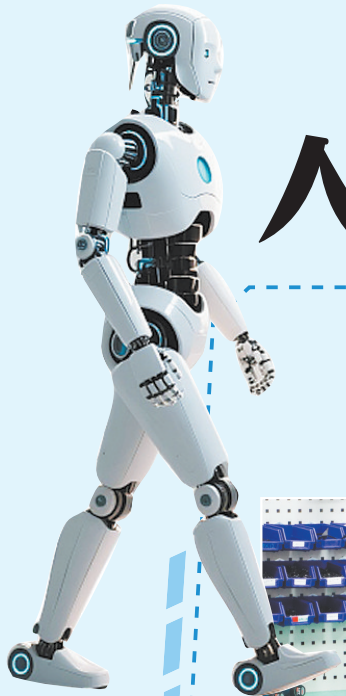


记者一线探秘机器人“智造”全流程——

## 人形机器人是怎样“炼”成的

“随着人形机器人技术能力、应用场景的不断拓展,我们看到了一个充满无限可能的未来。”在十四届全国人大四次会议新闻发布会上,大会发言人姜勤俭这样回答记者提问。对广大公众来说,通过线上观看视频、线下参观体验,已经或多或少对人形机器人有所了解。但人形机器人究竟是怎么生产出来的?

2026年1月29日,北京人形机器人创新中心中试验证平台正式启动,并下线了第1000台客户定制化样机。记者深入中试验证平台生产一线,探究人形机器人如何从图纸上“站”起来。



工作人员正在对机器人进行安装调试



AGV自动搬运、拣选和配送物料。



测试人员正在对机器人进行测试

## 物料入库

## 每个零件都有自己的身份证

东南五环外,北京经济技术开发区(简称“北京亦庄”),四通八达的机动车道,车流中不断出现正在测试、运营的无人驾驶车辆。非机动车道,无人配送车与自行车、电动自行车和谐并行。2025年4月,全球首个人形机器人半程马拉松在此举行。2025年8月,全球首家具身智能机器人4S店也在此开业。

在亦庄这座“未来之城”,北京人形机器人创新中心中试验证平台,是关于科技与创新的最新闪光。中试,是产品正式投产前的中间阶段试验,介于实验室研发与大规模量产之间,通过较小规模生产验证产品可生产性及工艺稳定性。中试验证平台生产制造负责人黄哲用通俗的话语解释:“我们把图纸上的设计变成人形机器人实物。”

“左转弯,请注意!”在平台一层的智慧库房,一辆AGV(自动导引车)一边发出语音提示,一边带着灰色料箱往4号电梯移动。通过信号控制,AGV无需接触电梯按钮,就能带着机器人生产所需的物料,自己“乘坐”电梯抵达想去的楼层。

中试验证平台建筑面积9700平方米,从一到六层分别是智慧库房、测试服务区、生产示范线、小批量试制线、关节生产示范线、办公区。所有物料都是从一层的智慧库房进入,哪怕是一颗螺丝钉,也是从这里开启它参与人形机器人生产验证的全过程。

库房占地面积只有300多平方米,但是立体仓高达6米,可容纳超过5000个标准料箱。和传统库房最大的不同,就是这里采用数字化运维方式。AGV在库房内来回穿梭,无需人为操控,自动搬运、拣选和配送物料。从库房里的监控屏幕上,可以实时看到它们上下左右忙碌的身影。繁忙但整洁安静,整个库房只听见轻微的电机声和AGV偶尔传来的语音提示。

黄哲说:“我们这个智慧库房平时只需要一两个师傅在场,但库容是传统仓库库容的4倍以上,出入库分拣效率是传统仓库的3倍以上。”

智慧库房只是整个中试验证平台一体化数字化运维系统的一个环节,可以实时监控库存状态、物料流动等信息,实现仓储数据的实时更新和分析,为生产计划和供应链管理提供数据支持。举个最直观的例子,AGV搬运的料箱上都有编码,料箱里的每个零件也都有编码,就像是身份证。料箱和零件从哪儿来、去向哪里,出现问题去哪儿找它们,全程可追溯。

## 生产调试

## 看着不起眼 精度却是毫秒级

中试验证平台五层是关节生产示范线,这里在进行人形机器人各类关节的生产与测试。

示范线上,工人们一会儿看着眼前的电脑屏幕,一会儿摆弄手里的黑盒子。毫不起眼的黑盒子,却是人形机器人的关键部件——关节。在外行看来,组装过程中的所有机器人关节,只有大小之分,形状上区分不明显,看不出来是用在机器人的哪个部位。

关节生产负责人石海光笑着说:“组装过程中,工人们手里拿着关节散件,当然看不出来,具体用在哪儿得看成品。”到了成品存放区域,贴着身份编码的关节分门别类。他一一介绍:“我们现在一共有11种型号的关节,可能看起来区别不大,无非是有的大一点,有的小一点。但其实它们都有明确的用处,有的装在头部,有的装在手部,有的装在腿部。安装部位不一样,对关节的要求也就不一样。”

石海光说,关节的外观看起来朴实无华,但其内部的核心科技都由中试验证平台工程师自研完成,“整条关节产线也都是我们自研的”。现在市面上所有的人形机器人关节,在这条生产示范线上都可以生产。

此前曾有媒体报道,人形机器人生产还依赖“手搓”。“在研发阶段,‘手搓’是非常正常的。研发意味着还没量产,怎么可能上自动化生产线呢?当然是先‘手搓’。”石海光简洁明快地破解了关于“手搓”的疑虑。

他进一步解释,公众们理解的自动化生产线,通常出现在量产阶段,“现在大家能看到在其他产业,比如汽车制造工厂实现自动化生产线。因为汽车产业经过了上百年的发展,市场规模也需要工厂采用自动化生产线”。

实际上整个中试验证平台,是一个高度柔性化、数字化、模块化的生产和验证枢纽。比如三层的生产示范线,机器人按照躯干、上肢、下肢、头部、髋部、电池……不同模块被分线装配,每个模块完成组装后先进行独立测试,合格后再进入整机集成。从墙壁上的宣传标语看,这条生产示范线在装配调试时,要达到毫秒级的精度。

四层是小批量试制线,这一层就可以实现小批量的机器人整机和关键模块的打样、装配与验证任务。

## 测试交货

## 帮助企业完成“最后一公里”

模块独立测试、整机集成之后,就会形成公众印象中的人形机器人。在二层的测试服务区,能看见最多集成完毕的人形机器人。

测试会模拟人形机器人在真实应用场景中可能遇到的各种工况,用来验证其可靠性。跑步能跑多久?稳定性高不高?低温环境能坚持多久?高温又能忍受吗?这个全能试炼场,就是要找出机器人身上存在的不足。经过反复测试和调整,最终顺利通过所有测试的机器人,便意味着可以交付了。

有测试人员正在遥控机器人进行爬坡测试,机器人很“听话”地在测试场地内上坡、下坡、平稳运行。目前的人形机器人完全可以在设定好的路线中自主行动,而且可以智能避开障碍物。

中试验证平台内,就有很多这样的机器人“员工”。比如在三层的生产示范线,就有人形机器人自主搬运物料箱,配合生产线上的装配工人。黄哲很有信心地说:“未来,还会有越来越多的机器人员工、数字员工加入我们的生产线中。”

目前,中试验证平台拥有试制生产和测试设备500台(套),具备具身智能机器人年产能5000台(套)的能力。而在此前很长一段时间内,对人形机器人有想法的高校、科研院所、初创企业经常需要面对没有生产线、缺乏场地、无法测试的问题。

从图纸到机器人的过程,有人称之为“痛点”,也有人说是“断点”,更夸张的说法是“鸿沟”“死亡之谷”。中试验证平台通过研发创新,“从0到1”搭建了生产检测流程,涵盖在线检测、静态检测以及装配完毕后的动态检测全流程。

跨越“鸿沟”有了“摆渡人”,卡住初创企业的“最后一公里”终于被打通。黄哲说:“尤其是大学生创业企业,从设计到实物会面临很多困难。而我们可以帮助他们,从图纸开始把想法最终落到实物上,推动整个人形机器人产业的发展。”

(《北京晚报》)