

人形机器人产业竞逐商业化量产之路

2月28日上午9时,北京北人亦创国际会展中心的展厅内早已热闹非凡。

参观者刚踏入大门,智元机器人便用合成语音热情打招呼;深圳逐际动力科技有限公司的双足机器人顶着圆脑袋,不断变换着眨眼、歪头的可爱表情,上下台阶、灵活旋转,忙得不亦乐乎;来自北京中科慧灵机器人技术有限公司(以下简称“中科慧灵”)的灵宝机器人乐队正在演奏,机器人吉他和贝斯手指尖翻飞,身体跟着音乐节奏晃动,一旁的小型机器人频频挥手致意,做好“氛围组”;还有两台机械臂正默契配合,完成递抹布、擦桌子的连贯动作。

这场充满科技感与生活气息的“热身秀”,拉开了人形机器人与具身智能标准化(HEIS)年会的序幕。来自全国多家人形机器人产业链企业以及科研院所的代表齐聚一堂,围绕技术突破、量产落地、标准构建三大核心议题,共绘人形机器人产业发展蓝图。



从“炫技”到“干活” 真人落地跑出加速度

“2025年是中国人形机器人行业非常值得纪念的一年。”工业和信息化部人形机器人与具身智能标准化技术委员会副主任委员、宇树科技股份有限公司创始人王兴兴表示,“我觉得在2026年或者未来几年,大家应该共同把行业做得更好,避免恶性竞争。同时,在人形机器人落地过程中,市场对其稳定性也提出了更多的要求。”

王兴兴透露,宇树机器人在2025年实现5500余台出货、6500余台下线,成为全球人形机器人出货量冠军。他表示,宇树机器人不仅能通过IL(模仿学习)训练学习人类任意动作,全身遥操作技术也已突破,今年将实现“远程参会”等实用功能,仅解决延迟和抖动问题。此外,在与吉利汽车、未来机器人合作的工厂落地项目中,机器人在单任务装配中的成功率已接近100%,但长序列任务仍待突破。

宇树机器人的亮眼数据,折射出行业爆发的大背景。人形机器人成为风口,其主要推手在于AI技术的突破性发展,同时,政策的强力支持为行业蓬勃发展保驾护航。

行业规模扩张步伐正在加快。2026年1月21日,工业和信息化部副部长张云明在国新办新闻发布会上介绍,2025年国内人形机器人整机企业数量超140家,发布人形机器人产品超330款。

在产业规模迅速壮大的同时,竞争格局也在悄然改变。工业和信息化部人形机器人与具身智能标准化技术委员会副主任、智元创新(上海)科技股份有限公司联合创始人彭志辉表示,整个人形机器人行业已正式进入工程化竞争和场景化竞争的下半场。他认为具身智能最终会成为像电力、网络一样的基础设施。“人形机器人本体是基础,运动、交互、作业三大智能是灵魂。人形机器人正加速实现从‘炫技’到‘干活’的转变。”

打通产业链堵点 从“样品”向“商品”跨越

当前,机器人加速从“样品”向“商品”跨越,但量产之路存在诸多挑战。“2026年是量产元年,人形机器人开始产业化落地,逐步实现量产,不过量产过程中还有许多难啃的骨头。”工业和信息化部人形机器人与具身智能标准化技术委员会副主任委员熊友军说。

深圳市众擎机器人科技有限公司创始人赵同阳坦言,尽管行业发展迅速,但目前相关产品仍处于小批量试制阶段。由于生产制造及研发销售端的参与企业数量有限,在应对模具制造和大规模投入时,各方往往因顾虑而“不敢放手做”,这在一定程度上致使供应链出现堵点,一致性等方面难题待解。

北京星动纪元科技有限公司创始人陈建宇分享了一个典型案例——一批人形机器人走路姿态不一致,排查后发现是电机组时胶水涂抹不均。他表示:“人形机器人产业链条长,从零部件到算法的任何微小变量都可能影响产品稳定性,我们公司通过设置多层质量闸门、建立‘错题本’快速迭代,应对挑战。”

北京加速进化科技有限公司创始人程昊表示,量产不仅是生产,更是找需求、控成本、做服务的综合考验。如何在扩大产能的同时保持人才密度,确保售后响应效率,是当前最大难题。他认为,用户需要持续的运维支持,这对企业综合能力是极致考验。

在清华大学教授汪玉看来,当前人形机器人智能量产的关键是标定,要让每台机器的传感器、机械结构与模型在统一数学空间联动,才能解决细微

差异被放大的问题。

标准化进程加速 破解产业“成长烦恼”

产业探索步履不停,而在资本市场上,人形机器人板块的热度同样居高不下,成为资金竞相追逐的焦点。受行业技术突破与应用落地预期驱动,投资机构纷纷抢筹布局,试图在这一“未来产业”的爆发前夜抢占身位。

中科慧灵创始人兼董事长张正涛表示,目前资本更为理性,将视野放在了人形机器人产业链细分领域,这有利于推动前端技术研究和商业化落地。

“人形机器人行业前景广阔。”国家人工智能产业投资基金副总裁张建华表示,资本对行业的关注度持续提升,且更看重技术落地能力和标准合规性。

为了破解“成长的烦恼”,行业标准化进程加速。此次人形机器人与具身智能标准化(HEIS)年会上,《人形机器人与具身智能标准体系(2026版)》正式发布,涵盖基础共性、类脑与智算、肢体与部件等六大板块。

“标准不是束缚,而是产业落地的加速器。”工业和信息化部人形机器人与具身智能标准化技术委员会秘书长梁靓表示,体系的建立将解决数据孤岛、接口不统一、安全无规范等核心问题。

在业内人士看来,行业标准化迫在眉睫。“最急需的是具身数据标准。”智源研究院院长王仲远直言,不同企业的动作数据、感知数据格式不一,导致模型训练效率低下。王仲远说:“我们正在牵头相关工作组,希望2026年能实现数据互通。”

安全标准的必要性同样成为共识。“去年出现过机器人踩掉小朋友鞋子、蹭到观众的情况,安全是行业生命线。”王兴兴说,硬件急停装置、软件预警机制都需要统一规范。海外客户对数据隐私安全要求极高,没有标准就无法打开国际市场。

陈建宇则呼吁建立工业场景通信标准:“人形机器人要与工业设备打通,统一接口能大幅降低部署成本。”

彭志辉表示:“标准的意义就是让行业既跑得快,也跑得稳。”随着技术突破、量产推进、标准落地,人形机器人正从实验室走向工厂、从春晚舞台走进生活。2026年或将成为行业进一步规范发展的关键转折点。

据《证券日报》作者:贾丽

建筑体抗震能力提高40%

可“塑”混凝土为建筑物抗震强筋

在地处8度抗震设防区的内蒙古金山热电厂,矗立着一座高达195米的冷却塔。建筑物下部的斜交支撑结构中,浇筑了一种特殊的钢管混凝土柱。

与平时使用的钢管混凝土柱不同,这种特殊的钢管混凝土柱应用了中南大学教授丁发兴团队自主研发的拉筋增强技术。现场原位测试、缩尺构件实验验证与整体结构模型分析显示,使用了这一技术的钢管混凝土柱,使得建筑体抗震能力提高了40%,抗震能力高于国家标准9度抗震设防要求。

“从理论研究到将技术应用在钢管混凝土柱中,我们花费了20多年时间。”近日,在中南大学天心校区土木工程学院一间办公室里,丁发兴说。

推演混凝土可“塑”理论公式

钢管混凝土柱由外层钢管和内部填充的混凝土组合而成,在我国超高层建筑、大型高铁站房和机场航站楼等大跨度建筑中有着广泛的应用。

在遭遇地震时,具有塑性特征的钢管部分可充当阻尼器,抵消震动的耗能。混凝土柱则因其脆性特征而无法承担阻尼器角色。因此,如果要想提高建筑物的抗震能力,往往需为建筑物添加阻尼器来增加其抗震性能。

2000年9月,丁发兴入读中南大学,师从中国工程院院士、中南大学教授余志武。在开展一项混凝土单方向受压实验时,他注意到在混凝土因受力增大而被压碎破坏的过程中,其在纵向和横向变形中都呈现出了少量的塑性行为。

虽然此前有大量实验显示,三向受压下的混凝土应力水平会大幅度提升,并呈现出明显的塑性特征。但百年来,学界对材料的脆性断裂和塑性屈服两种破坏模式,仍停留在强度理论的经验公式阶段。

“那次试验后,我想尝试推导出混凝土呈现塑性的精确公式。因为混凝土呈现塑性时,建筑体自身的抗震‘阻尼’效果将大幅提升。”他说。

基于实验,丁发兴提出了横向和纵向变形都可以分解为弹性和塑性变形的假设。考虑到混凝土具有抗压强度高、抗拉强度低的特点,丁发兴认为,传统塑性耗能率计算模型难以有效反映其拉压差异的影响,因此,他改用相对耗能率计算模型。

不到1年时间,丁发兴通过简洁的数学推导,创建了新强度理论的基础表达式,并将其命名为“损伤比理论”。但这一理论公式中最核心的关键参数,即反映材料在不同受力状态下,不同破坏模式的“损伤比指数”,却难以用公式的形式表述。

为推演出广适的损伤比指数表达式,工作后的丁发兴组建了自己的团队,继续开展相关攻关。不想,一干就是20年。

通过持续论证,团队将受压时的损伤比指数表达式简化为带4个经验系数的变量,并结合受拉损伤比理论,终于获得了相对成熟的理论模型。“损伤比理论作为一种解释材料破坏原理的理论,能成功解释高压下脆性材料(混凝土、岩石等)转变为塑性状态的物理现象。”丁发兴说。

丁发兴向记者展示了一个摆放在办公室里的“红心”立体模型:“这是我们根据最终混凝土损伤

比理论所表达的空间数学曲面,3D打印出来的模型。你看,它竟然是一个三面对称的爱心形状!根据我们的公式,可以计算出混凝土展现出塑性的‘点位’。”

团队通过收集不同材料在三向荷载下的强度实验数据并进行比较分析,发现损伤比理论不仅适用于普通混凝土,也适用于海水海砂珊瑚礁混凝土等其他新型混凝土,岩石、黄土、冻土等地球表面的自然材料,以及沥青路面、铸铁等。

开发钢管混凝土拉筋增强技术

在获得了损伤比理论后,丁发兴团队开始考虑如何将混凝土在理论上表征出的塑性行为应用于建筑工程领域。

“受到导师的一段亲身经历启发,我们想到了拉筋技术的优化。”丁发兴说。

2000年前后建设的台北101大厦,采用了钢管混凝土内拉筋做法。余志武曾在该大厦施工现场参观。不过,当时拉筋技术主要用于在混凝土浇筑时防止矩形钢管鼓曲。

在导师指导下,丁发兴带领团队开展了初步实验,模型验证、优化分析与再次实验验证的多次循环论证,明确了拉筋构造形式,深入量化了拉筋的用量和使用部位。模型分析结果显示,通过运用增强版的拉筋技术,拉筋钢管混凝土柱不仅承载能力增强,且具备了阻尼器效果。将其用于建筑结构抗震时,结构耗能能力可提升40%—100%,这意味着建筑抗震安全度提升一个等级。

此外,钢材具有受热膨胀的基本特性,而混凝土材料则具有收缩的基本特性。因此,钢管混凝土柱在使用过程中,钢管与混凝土之间的“界面”容易脱黏,影响建筑承载和抗震能力。

团队通过在实验室抗震试验、长沙西站和西安曲江文创中心超高层工程实测等多场景、多尺度条件下进行有效测试,进一步论证了合理的拉筋布局。

“拉筋增强技术下的钢管混凝土结构还能提高材料利用效率。”丁发兴解释,相同建筑在拉筋加持下,将可承受更重的荷载,实现更高的高度与更大的跨度,同时还可以减少钢材与混凝土用量,使建设工程更经济和低碳。

据《科技日报》作者:俞慧友

算力爆发催生电力缺口 美国AI巨头要自备电厂

去年底,山东最大民营企业、电解铝及纺织巨头魏桥创业集团结束了26年孤网供电接入大电网。

就在中国结束自备电厂的时代,大洋彼岸却要科技巨头大量兴建自备电厂。

据报道,美国多家技术巨头企业代表拟前往白宫面见美国总统特朗普,其间将签署书面文件,承诺自行供应或购买人工智能(AI)数据中心所需电力。不过,美国一些民主党籍议员和清洁能源组织认为,这类措施无法解决美国电网“技术过时”等真正问题。

这一举措意在回应大量居民对电价上涨的不满,但特朗普并未透露协议的具体内容。

美用电成本增高,影响外溢

据新华社报道,白宫发言人泰勒·罗杰斯表示此举“致力于确保美国在人工智能领域的主导地位,同时降低工薪家庭生活成本”。不过,美国一些民主党籍议员和清洁能源组织认为,这类措施无法解决美国电网“技术过时”等真正问题。

美国政府一直大力扶持本国人工智能产业,将其视为经济增长的引擎和美国国家安全的支柱,但当地电力供给却成为增长瓶颈。

极端天气、基础设施老化、投资积极性不足等问题导致美国电力设施频频出现差错,甚至出现了寒冬里大片居民断电的现象。根据国际能源署(IEA)的统计,2024年美国数据中心耗电量已达183亿千瓦时,约占全国总用电量的4%。而到2030年,这一数字预计将翻倍增长至426亿千瓦时,占比可能突破12%。

而美国电力危机影响已经开始外溢。PJM是美国最大的区域电网运营商,负责美国首都华盛顿特区及东部13个州的电网安全运行与电力市场服务,总用电量约占全美的六分之一。

在2025年末PJM的一场容量拍卖中,价格达到了惊人的每兆瓦333.44美元。“这次拍卖表明,数据中心的电力需求仍然远远超过新增供应,解决这个问题需要PJM、其利益相关者、州和联邦合作伙伴以及数据中心行业本身采取协调一致的行动。”刚刚上任的PJM首席运营官布雷斯顿表示。

而今年初,美国政府又敦促PJM举行“紧急”拍卖,让数据中心所有者可以竞标为期15年的购电协议,这将与电网运营商通常的运营方式截然不同,表明这些科技巨头对电力的需求更为紧迫。

市场监测机构Monitoring Analytics呼吁,PJM要求数据中心只能从新建能源获取电力,以免减少现有电力供应。该机构认为,数据中心无限限制发展会威胁电网可靠性,并对负荷预测的推测性和不确定性表示担忧。

巨头押注多元能源

更大的危机则是对这些科技巨头而言。微

软CEO纳德拉曾警示,若电力供应不足,AI芯片只能堆成库存。

事实上,在这场由AI驱动的全球能源大重构中,美国正要求科技巨头从单纯的能源购买者转变为能源基础设施的定义者甚至拥有者。

这种能源布局已进入新的实操阶段,包括在核电、燃气轮机和多元储能技术方面的政策鼓励与投资加速。

特朗普政府设定了2030年前开工10座新核反应堆的目标,该目标通过800亿美元战略协议与西屋电气合作,推动30年来最大规模核电建设,将核电定位为“AI算力的稳定能源基石”。

近日,谷歌同时在美国明尼苏达州和得克萨斯州宣布两项关键合作,分别与Xcel Energy和AES Corporation签订长期协议,启动新一代人工智能数据中心能源配套项目。

其中,总规模约1.9吉瓦的清洁能源电力项目最受关注,这是谷歌在配套储能中首次采用的100小时级超长时储能方案,这是一套来自Form Energy的铁空气储能系统,总容量达300兆瓦/30吉瓦时。

此外,谷歌与XcelEnergy设计“清洁能源加速收费”机制,由科技企业全额承担电网基础设施成本,避免将额外支出转嫁给普通用户,试图为行业树立标杆。

全球燃气巨头西门子能源、GE Vernova等得益于燃气轮机和电网设备需求持续旺盛,去年出货规模和在手订单数量创新高。杰瑞股份近日公告,其海外子公司与北美客户签署1.82亿美元(约12.65亿元)燃气轮机发电机组合同。业内分析指出,随着美国AI数据中心能源配套市场规模或突破千亿美元,中国燃气轮机、储能设备等产业链企业有望持续分食市场份额。

事实上,这一事件对中国而言,无疑是一面极具参考价值的镜子。在同样面临着人工智能大模型爆发带来的算力和电力需求爆发的当下,尽管“东数西算”工程已布局八大算力枢纽,推动算力向绿电富集区集聚,但电力市场的适配性仍有优化空间,需要相应的市场机制予以满足。

好在,一套多层次、系统化的市场与电价体系保障机制已经形成。2026年2月,国务院办公厅印发的《关于完善全国统一电力市场体系的实施意见》,再次明确到2030年基本建成全国统一电力市场体系的目标,重点完善容量市场、辅助服务市场等多层次机制,也为解决新型负荷供电问题奠定了政策基础。

从实践进展来看,中国电力现货市场已进入关键推进期,在借鉴国际经验的基础上,正结合自身电网结构与机制优势,逐步完善容量电价、优化电力交易机制、强化新能源与储能协同等方式,构建既能保障能源安全,又能适配新型负荷需求的市场体系。

供稿:《21世纪经济报道》作者:费心懿