

6G 正向我们走来！

——2025年6G发展大会描绘全球智联新蓝图

● 华凌

“预计从2030年起，6G将在中国及欧洲、印度、日韩、美国、越南等国家和地区率先商用；到2040年，全球6G连接数有望突破50亿。”11月13日，在2025年6G发展大会上，全球移动通信系统协会（GSMA）大中华区总裁斯寒发布的这一预测，让6G时代的轮廓愈发清晰。

本次大会以“智联全球，共建6G技术创新生态”为主题。与会专家认为，作为未来十年重要的数字信息基础设施，6G将实现通信、感知、智能多技术融合，服务对象从人、机、物拓展到智能体，服务空间延伸至空天地一体，最终实现“万物智联、数字孪生”的愿景。

终端与应用双升级

“今年是6G标准化研究全面启动之年。”工业和信息化部副部长张云明表示，“6G正处于技术创新加速、产业方向清晰的关键阶段，亟须全球产学研用各方凝聚共识、紧密合作。”

终端创新是6G生态构建的核心环节。中国工程院院士邬贺铨指出，AI手机将引领智能手机换代，其端侧大模型嵌入操作系统（OS）带来的革命性体验，将激活万亿元规模产业。预计2028年，全球AI

手机将占智能手机出货量的54%。在此基础上，具备感知、记忆、规划能力的智能体手机，以及解放双手的AI眼镜等外设将加速普及。

邬贺铨表示，AI与扩展现实（XR）的深度融合将成为6G的重要驱动力，推动用户从“观看视频”转向“进入视频”。在产业应用层面，6G将实现面向消费者（2C）与面向企业/行业（2B）协同发展。当前，移动运营商2B投入占比近2/3，年收入增长6%，已成业务增长点。6G时代，机床智能体、机器人智能体等行业专用AI模组将提升2B收入占比，其对网络高带宽、低时延、高可靠的需求，将推动通信技术持续升级。此外，智能网联车机、无人机载终端、直连卫星移动终端等多元化形态，正催生通感融合、空地互联等新型应用。

标准与频谱早布局

频谱资源是6G发展的“地基”。与会专家提出，未来五年全球移动数据流量持续增长，核心城市频谱需求大幅增加。2027年在上海举办的世界无线电通信大会上，将确定6G关键频谱资源。基于此，频谱规划与标准制定便成为6G发展关键支撑。

6G是5G的渐进式升级。斯寒介绍，GSMA倡

导“两步走”战略，即先充分释放5G潜力，筑牢网络基础，再通过AI原生网络、非地面网络等技术创新，实现供需协同跃升。中国通信标准化协会理事长闻库表示，6G发展是持续演进过程，第一版标准无需追求完美，需兼顾降本增效并预留迭代空间。他提出终端创新、通智融合、星地融合三大重点方向，呼吁全球协同攻关卫星网络部署、频率保障等短板，共建统一国际标准。

现场，中国信息通信研究院发布《6G技术试验成果及平台能力提升计划》。张云明透露，我国已形成超300项6G关键技术储备，构建了“技术攻关、试验验证、迭代优化”三位一体研发体系，通过IMT-2030（6G）推进组汇聚国内外百余单位协同创新，完成第一阶段技术试验。

截至2025年11月，中国6G专利申请量占全球40.3%。其中，北京已形成“1个总体组+1个实验室+2个研发基地+2个产业基地”的协同格局，正全力打造6G创新发展先导区，为6G商用落地与产业升级筑牢基础。

大会由中国信息通信研究院、IMT-2030（6G）推进组共同主办，北京市经济和信息化局、北京经济技术开发区管理委员会联合承办。

（据《科技日报》）

我科学家首次在植物中发现稀土成矿

● 叶青 孔令竹

记者近日从中国科学院广州地球化学研究所获悉，该院研究员朱建喜团队在一种名为“乌毛蕨”的蕨类植物体内，发现大量富集的稀土元素，并且首次观测到这些稀土在植物组织细胞间“自我组装”，形成了一种名为“钨独居石”的矿物。这是科学家首次在天然植物中发现稀土元素的生物成矿现象。研究成果日前在线发表于国际期刊《环境科学与技术》。

研究人员发现，乌毛蕨属于一类特殊的稀土“超积累植物”，仿佛土壤中的“稀土吸尘器”，能高效吸收并浓缩分散在环境中的稀土元素。研究显示，在其叶片的维管束和表皮组织中，从土壤中吸收的稀土元素会以纳米颗粒形式沉淀，并进一步结晶成磷酸盐稀土矿物。

“这一过程，实际上是一种植物的自我保护机制，就像是植物在体内‘打包封存’有毒物质，把可能伤害细胞的稀土离子，稳稳锁进矿物结构中，实现稀土的钝化和自然‘解毒’。”朱建喜说。

独居石是工业上重要的稀土矿石，但天然独居石中常伴生放射性铀、钍元素，给开采与应用带来挑战。而乌毛蕨在自然生长的常温常压条件下所形成的生物独居石纯净、无辐射，展现出极具潜力的绿色提取前景。

长期以来，植物界的“矿物制造能力”被低估。此次在乌毛蕨中发现稀土成矿，不仅刷新了人类对植物的生物矿化机制的认知，也为近千种已知超积累植物的研究打开了新窗口。

该研究不仅揭示了植物对稀土的“解毒”与生物矿化机制，也为未来稀土资源的可持续利用提供了新路径：通过种植乌毛蕨等超积累植物，可在修复污染土壤、恢复稀土尾矿生态的同时，从植物体中回收高价值稀土，真正实现“边修复、边回收”的绿色循环模式。

（据《科技日报》）

“AI数字员工”上岗，带来哪些变化？

● 刘乐艺 李许添

随着人工智能技术不断发展，AI大模型从研发走向应用，“AI数字员工”应运而生。它并非科幻意义上的“类人伙伴”，而是作为虚拟劳动力，实质参与生产、运营、服务等流程，为跨行业领域的数字化与智能化转型提供有力支撑。

“AI数字员工”作为一个在企业数字环境中工作的智能体，已超越传统自动化工具范畴，不再是模仿人类操作的机械工具，而是具备“感知—规划—行动—学习”闭环能力的“数字同事”。中国电子信息产业发展研究院人工智能产业研究室主任王宇霞说。

“AI数字员工”上岗后，带来哪些变化？笔者对此进行了采访。

赋能门店运营

在服务零售行业，很多小店商家线下服务能力很强，但因为不懂运营，错失大量线上生意机会。“AI数字员工”的出现，正帮助商家降低线上经营难度，充分享受技术红利。

“叮——您有新的预订单！”在江苏省苏州市的一家推拿店内，听到这声清脆的语音播报，经营者陆先生不慌不忙地放下手中的毛巾，与他的“排班专员”进行工作对接。

这名“排班专员”，其实是一名“AI数字员工”，为门店提供自动接单、管理库存等服务。“每当收到线上预订，‘排班专员’会第一时间通知我，特别是下班后，它照样24小时在线，从未漏掉任何一单。”陆先生告诉笔者，以往在忙碌的时段，常常需要店员确认同一时间是否会有重复预约，而现在有了“排班专员”，再也不用为此分神。

陆先生的店铺中，“排班专员”并不是唯一的“AI数字员工”。美团服务零售行业商家服务工具共为商家配备了4名“AI数字员工”——“生意店长”“运营专员”“排班专员”“客服专员”，覆盖线上店铺运营的方方面面。其中，“生意店长”为店铺提供经营诊断和增长机会识别，“运营专员”则是线上运营操盘手，既可以通过智能化定制店铺装修素材，也能一键帮办运营琐事。

“AI数字员工”的设计思路源于真实店员的日常工作内容，过去这些岗位负责经营分析、线上运营、绩效管理，但很多中小商家规模没那么大，很难招聘到专职人员。“美团服务零售商家产品负责人唐建军介绍，‘AI数字员工’正是针对这些痛点，用技术帮助商家处理重复繁琐或专业性较强的工作。”

唐建军举例说，过去的智能客服通常只能回答预设问题，很难针对复杂情况给出妥当答复，而“AI数字员工”则在这一方面实现了突破——不仅识别问题场景、解决问题，还能有效安抚用户情绪。

“区别于传统的自动化软件，‘AI数字员工’拥有更强大的工具调用与整合能力。”王宇霞说，它能根据任务情境，智能地选择、调用最合适的工具来执行操作，极大扩展了其能力边界，使其能够轻松连接不同系统，完成跨应用的复杂工作流程。

数据显示，中国服务零售行业市场规模已达到7万亿元，但线上化率仅为9%，预计服务零售行业到2030年线上化率将增长至25%，诞生300万个千店品牌。美团核心本地商业CEO王莆中认为：“‘数字员工’将在本地商家的日常经营中发挥重要作用，小商家也能借助AI做更大的生意。”

优化电力服务

技术的终极价值，在于化解民生痛点、提升用户体验。眼下，电力行业已将“AI数字员工”深度融入客户服务与供电保障环节，让科技更有温度。

上午10时，在国网武汉供电公司金银湖供电服务站，前来办理分布式光伏报装业务的张先生正戴着耳麦，与大屏中的“AI答疑助手”交流互动。面对张先生的各种提问，“AI答疑助手”不仅响应迅速，还将政策要点和办理条件逐一解读，整个过程条理分明、通俗易懂，之后又引导张先生去“智慧服务舱（微型无人营业厅）”自助办理业务。

在“智慧服务舱”，“AI业务专员”根据张先生的办电需求，引导他逐一扫描身份证明与房产证明等材料，并完成电子签名。无人工干预，即轻松完成所有业务办理。“喝杯咖啡的时间业务就办妥了，效率真高！”张先生由衷赞叹。

长期以来，办理用电业务存在服务标准不统一、排队时间长等痛点。为此，国网湖北电力组建攻坚团队，于今年5月在金银湖供电服务站推出全国首个基于光明电力大模型的供电营业厅“AI数字员工”。

国网湖北电力市场营销部运营处处长宋艳介绍，“AI数字员工”包含“引导员”“助手”“答疑能手”等5个具体角色，其与机器人、智能监控等硬件设施协同联动，实现了高频服务场景的全面智能化覆盖。相关数据显示，在“AI数字员工”赋能下，用户的等待时长减少超50%，服务效能显著跃升。

“AI数字员工”不仅优化了服务前端体验，也保障了后端供电的连续性与可靠性。

在国网武汉供电公司供电服务指挥中心，指挥大屏上，“AI虚拟调度员”正在派发调度操作指令。“它调度的内容包含人员、设备、工序，是一项比较复杂的工作。”供电服务指挥中心调控指挥班班长密威称，该中心负责调度的配电网线路有2400多条，人工调度员的计划检修工作量较大，调试时，与现场通话时长占工作总时长的50%以上。

为了将调度员从重复性高的工作中解放出来，国网武汉供电公司开发推出“AI虚拟调度员”——能同时对多个检修项目、多个工作人员同时发起会话，调度指令的流转时间由平均每项4分钟缩短至30秒，极大提高了调度效率。

不仅如此，“AI虚拟调度员”还是一个智能调度平台，可利用智能化技术手段，将海量电网数据整合，并基于数据作出迅速、精准的决策。“以前，我们每天确定检修方案、填写工作票可能需要8小时，使用‘AI虚拟调度员’后只需要4小时，效率提高了50%。”调度员周健飞分享道。

“在电力行业，‘AI数字员工’未来将进一步向应急事件智能调度、配网计划智能编制等复杂场景延伸。”密威相信，“场景化突破—规模化推广—全链条覆盖”的创新路径，将逐步渗透到发电、输电、配电、用电各环节，助力新型电力系统的建设。

加速人机协同

“AI数字员工”加速进入职场，是否会影响人类的就业机会？

“AI数字员工”对岗位的影响是‘替代与增强并存’的结构性重塑，其中增强的意义远大于替代。”在王宇霞看来，被替代的主要是高度标准化、重复性强或基于规则的工作，而更多岗位将在AI的辅助下实现效能提升。

在服务零售领域，这一“增强”效应尤为明显。针对视障人士开设的盲人按摩店，美团“排班专员”通过语音交互帮助店主完成数据播报等操作，有效降低了特殊人群的经营门槛；在评价回复环节，“客服专员”根据顾客评价内容可生成针对性回复建议，商家采纳率高达65%。

业内人士认为，未来将是“AI数字员工”与人类员工协同合作的时代。通过人机协同，企业能够充分发挥“AI数字员工”的高效、智能优势，并保留人类员工的创造力和灵活性，从而实现更高效、更优质的工作效果。

个人应当如何更好迎接这一新模式？对此，北京大学国家发展研究院副院长张丹丹指出，人类员工需重点培养以下两类能力：一是积极掌握AI工具使用能力，让技术为己所用；二是在软技能上持续提升，特别是在创新思维、自我管理、跨文化沟通等方面，从而在AI时代构建起人机协同的核心价值，实现更具韧性的职业发展。

尽管“AI数字员工”展现出巨大潜力，但其规模化应用仍面临安全、伦理层面的挑战。

尤其是在法律法规层面，责任界定仍存在空白。“当‘AI数字员工’自主调度的参数导致生产事故时，责任归属于谁？”王宇霞举例说，现有的法律框架难以明确划分开发者、数据提供方、部署企业乃至AI本身的责任，“在标准层面，行业也普遍缺乏统一的技术规范与安全评估标准，导致不同厂商的‘AI数字员工’难以互联互通，从而形成‘技术孤岛’，阻碍了产业链上下游的数据流通与价值协同。”

“系统应对‘AI数字员工’带来的挑战，需构建政府、企业、工会、劳动者、行业协会及专业机构等共同参与的协同治理体系。”中国劳动关系学院计算学院院长周百顺说，其中，政府应发挥宏观规划与制度保障作用，构建完善相关法律法规体系与行业标准，明确伦理底线与合规要求，“企业作为‘AI数字员工’技术落地的主体，需将合规与治理要求融入技术研发与应用全流程，建立算法影响评估、数据使用审计等自律机制，同时应主动与利益相关方沟通，切实履行好治理责任。”

（据《人民日报·海外版》）

我国科研团队发现金属「负能界面」

● 孝媛 文攝

近日，国际顶级学术期刊《科学》周刊发表了辽宁材料实验室与中国科学院金属研究所联合研究团队的最新研究成果。这项研究首次发现金属中存在“负能界面”，标志着金属材料的结构调控进入到亚纳米尺度，可将金属材料强度提升接近理论极限，为下一代高性能金属材料的设计开辟了全新维度。

提高金属强度是长期以来材料领域的核心研究目标，通过结构细化到纳米尺度形成高密度界面是金属的一种主要强化途径。几十年来，世界各国一直致力于探索稳定的界面结构，发展制备技术，持续细化金属结构。

2004年，卢柯研究员团队利用稳定的低能孪晶界在金属铜中获得纳米孪晶结构，使铜的强度提升10倍以上并保持高导电性，近年来在各类合金、半导体和陶瓷材料中均实现了纳米孪晶强化。但当孪晶层片厚度低于约10纳米时，孪晶结构就会失去稳定性导致材料软化，结构无法进一步细化。

近期，辽宁材料实验室与中国科学院金属研究所联合研究团队通过电化学沉积结合非晶化方法，发现金属中存在一种比孪晶界更稳定的界面——“负能界面”。

据辽宁材料实验室副主任李秀艳介绍，“负能界面”的平均界面厚度小于1纳米，比孪晶界面更稳定，达到了材料中的界面密度极限，从而将材料强度提升至接近理论极限。不同于传统金属强化方法通常会导致弹性模量的下降，“负能界面”在提高强度的同时显著提升材料的弹性模量，并且这种“负能界面”强化机制适用于多种合金体系。

目前，研究团队已与相关企业开展中试，探索将研究成果应用于提升高精度设备部件的耐腐蚀性。

（据《人民日报》）

图为研究团队成员在讨论实验参数。

