

互联网基础资源如何撑起 AI 时代的未来？

■本报记者 倪思洁 张双虎

“面对人工智能(AI)及智能体兴起的考验，互联网基础资源技术创新正当其时。”近日，中国工程院院士邬贺铨在第五届互联网基础资源高质量发展会议上说。

当天，一场以“筑基 AI，智联未来”为主题的会议在京举行，产学研各界代表聚焦互联网基础资源及其服务设施在 AI 时代的升级与变革展开研讨。

就在一个月前，工业和信息化部、中央网信办、国家发展改革委、国家数据局四部门联合印发《关于推动互联网基础资源高质量发展的指导意见》(以下简称《指导意见》)，首次以综合性政策文件对互联网基础资源高质量发展作出系统部署。

“互联网基础资源及其服务设施，不仅是互联网安全稳定运行的基础保障，也是互联网的基础设施，更是 AI 的基础设施。”互联网域名系统国家地方联合工程研究中心(ZDNS)主任毛伟说。

AI 时代互联网基础资源发展潜力大

2025 年 10 月，全球最大的云计算服务商亚马逊服务(AWS)发生核心服务中断，时间长达 15 小时，根源正是其自建域名系统(DNS)的一个局部故障持续扩散。当 AI 深入行业应用，智能体与算力、工具链之间正在形成远比“人上网”更复杂、更动态的连接网络，一旦基础资源

出现问题，影响的将是整个业务的连续运行。

“AI 是建立在互联网之上的创新应用。AI 的发展需要更安全、更高效、更智能的互联网来承载，没有互联网就没有 AI。”毛伟说。

邬贺铨从技术底层方面指出，传统 IP 地址只能定位到服务器或设备，却找不到图形处理器(GPU)算力卡、找不到云上的智能体实例，更找不到在封闭沙箱中运行的小程序。而在 AI 时代，一个推理任务可能需要调用数十个智能体协同完成，它们分布在不同云平台、不同算力节点，彼此之间需要发现、协商、任务委派。如果网络连“谁在哪里、能做什么”都看不到，智能协同就无从谈起。

“互联网基础资源潜力很大，其功能还有待进一步开发，以适应 AI 及智能体应用的发展。”邬贺铨说，AI 和智能体兴起，也是中国参与并有望引领互联网底层技术创新的难得机遇。

毛伟进一步指出，互联网实现互联互通，必须解决服务命名、服务编址、服务路由三大核心技术问题，而互联网基础资源及其服务设施解决的，正是前两个问题。AI 时代的智能体、算力、数据、工业设备等海量新要素涌入网络，它们如何被命名、如何被找到、如何实现互操作，都离不开基础资源能力的升级。

面向数智时代须增强“韧性”

与会专家指出，新型信息网络正在从“尽力而为”的简单互联互通，向“动态按需”的深度智

联融通升级。

毛伟用五个关键词概括了 AI 时代互联网基础资源和服务设施必须具备的能力：大规模，即支撑海量终端、海量连接、海量业务；高可靠，即能容灾自愈，安全攻击不能导致系统瘫痪；确定性，即服务要确定、时延要确定，故障恢复也要确定；泛在性，即天、空、地、海哪里都能联，终端、服务、工业设备、算力、数据、智能体什么都能联；融合性，即融合多种技术、多种网络。

ZDNS 总经理邢志杰指出，DNS 作为关键的基础设施，面向数智时代，需要体系化构建韧性 DNS。“韧性 DNS 追求的是一套系统自身的稳定，而是关键系统的稳定；在面对复杂风险时，能够提前感知、有效承受、快速恢复，不让局部故障演变为全局故障，不让技术风险演变为业务风险。”

推动技术优势转化为产业优势

《指导意见》首次系统定义了“互联网基础资源及其服务设施”的内涵，明确到 2035 年我国成为全球互联网基础领域重要创新策源地和引领者的目标。

会议当天发布的《2026 年互联网基础资源高质量发展报告》(以下简称报告)指出，互联网基础资源的高质量发展，核心在于实现从“资源供给”到“能力服务”的跃升。一方面，

要保障域名、IP 地址等基础资源的充足供给与安全可控；另一方面，要推动 DNS 等基础设施服务能力向更加智能、高效、安全、泛在、融合的方向演进。

毛伟建议，一是补短筑基，把网络命门握在自己手里，提前布局 IPv6 地址全生命周期治理和路由安全认证，向 IPv6 单栈演进；二是拓新发展，面向智能体互联网络，基于自主可控解析技术提供寻址与服务发现底座，面向算力网络建立智能调度能力；三是强保障，构建资源供给、运行、监测、应急全链条保障能力，利用 AI 运维从“事后救火”转向“主动预防”；四是建体系，健全覆盖传统资源和算力、数据、智能体等新标识的管理制度与标准，加强全生命周期技术管理平台建设。

报告同时指出，技术创新能力与产业转化能力同等重要。技术强是产业强的重要基础，产业强则是技术价值的集中体现，将技术优势更好转化为产业优势，是互联网基础资源高质量发展的关键命题。

“我国要在互联网基础资源上真正成为全球引领者，需要从技术创新能力、产业发展话语权、服务设施部署状况、基础资源体量、国际治理话语权、安全保障与应急能力六个维度综合衡量。”毛伟说，“站在 AI 时代的入口，互联网基础技术正面临连接智能体的全新任务。新一代‘筑基者’已经出发，推动技术优势转化为产业优势，就是我们这一代人的使命。”

“遥感科学与技术领域十大前沿问题”发布

本报讯(记者高雅丽)8 月 28 日，第二届全国遥感地理大会在新疆喀什开幕，会上正式发布“遥感科学与技术领域十大前沿问题”(以下简称十大前沿问题)。

十大前沿问题分别是：多维度遥感辐射传输机理与认知统一建模；地球表层系统物质与能量循环过程的遥感信息智慧提取；遥感卫星虚拟星座协同观测理论与方法；遥感大模型与智能体驱动地学关键参量定量反演；多模态遥感实时智能处理技术；宜居星球与宜居环境遥感探测；支持人地系统耦合过程认知的遥感与社会感知数据多模态融合；极地冰盖多尺度物理过程遥感透视探测；全球自然灾害遥感即时监测与预警技术；全球气候变化对区域生态系统影响的遥感探测。

十大前沿问题覆盖理论与建模、观测技术、系统应用三大方向，精准呈现出遥感从静态观测走向动态预测、从单一感知走向多源协同、从数据获取走向智能决策的发展趋势，全面彰显学科智能化、系统化、实用化的发展新格局。十大前沿问题由《遥感学报》和《国际遥感学报》(Journal of Remote Sensing)两刊编委会联合组织，经过广泛征集、编委会遴选和专家多轮研讨打磨最终确定。

大会主席、中国科学院空天信息创新研究院党委书记张兵表示，随着我国对地观测能力持续提升，遥感数据资源日益丰富，人工智能、大数据、云计算等技术快速发展，遥感正在从“看得见、看得清”向“看得懂、判得准、用得好”加速跃迁。面向国家重大需求，遥感地理科技工作者需要进一步挖掘多源数据价值，提升地理环境智能感知、综合认知、动态预测与决策服务能力。

按图索技 国产腔镜手术机器人力感知与力反馈技术临床试验成功

本报讯(记者陈彬)近日，由东南大学教授宋爱国牵头，联合南京佗道医疗科技股份有限公司共同研发的力交互腔镜手术机器人在郑州大学第一附属医院与新疆医科大学第一附属医院泌尿外科团队的密切协同下，成功完成两例肾部分切除术与一例前列腺癌根治术。本次临床试验成功，充分验证了力反馈技术在腔镜手术机器人超远距离远程手术场景下的稳定性、操作精准度与实时响应能力。

针对腹腔镜手术器械杆直径小于 9 毫米的狭小操作空间与高精度力感知需求，宋爱国团队基于电阻应变原理，自主研发新型结构的三维力手术提拉力传感器和夹持力传感器，攻克小型手术器械内集成多维力感知的难题。团队通过仿真优化结构设计、精确规划敏感器件布局、设计专用信号调理电路及温度补偿策略，搭建高精度标定平台进行解耦标定，实现了末端组织接触力的高精度测量。

这套小型化、高精度、低耦合多维力传感器，让手术机器人具备接近人手的精细力感知能力，填补了国产腔镜机器人力感知领域技术空白，具有重要的临床应用价值和产业化前景。在此基础上，团队进一步攻克腔镜手术机器人人力反馈控制技术与力觉临场感遥操作关键技术，相关成果在项目参与单位落地，已完成型式检验，经过多轮动物实验后正式进入临床试验阶段。



手术现场。 东南大学供图

近日完成的临床试验中，主刀医生坐于控制台前，借助搭载的 3D4K 荧光影像系统，可将患者体内组织纹理放大 10 至 20 倍实现高清成像；远隔 2400 公里外的机械臂能够实时同步响应手术操作指令，流畅完成分离、游离、切割等核心动作，全程定位精度完全满足临床手术规范要求。其中前列腺癌根治术全程仅用时 1 小时 09 分，有效缩短了患者麻醉时间，降低术后恢复

潜在风险。

据悉，这是国内首款实现临床落地应用的国产腔镜机器人力反馈技术。依托国家重点研发计划项目“手术机器人力感知与力反馈技术”科研成果，该设备与 3D4K 荧光内窥镜形成“视觉+触觉”双重感知升级，在清晰呈现手术视野的同时，为术者提供精细真实的术中触觉反馈，大幅提升操作手感与手术安全性。

向新向智求变，打印工业巨头谋求更确定的十年

■本报记者 赵广立

打印工业巨头爱普生，最近干了一件不那么“工业”的事儿。

通过与美妆公司合作，爱普生推出了一款“美甲机器人”。只需站在商场一角，它就能为顾客从数万种指甲油颜色中精准配色，调出独一无二的指甲。目前，这款机器人已经在某商场“上岗”。

爱普生超过 80% 的营收来自打印业务和工业制造领域。“美甲机器人方案”是爱普生机器人业务的一个“非典型”场景，但这款方案却浓缩了爱普生的技术底蕴：紧凑小巧的机器人运动控制、高精度的力学与视觉传感、精确的色彩识别，以及 24 小时不间断运行的工程化可靠性。

“如今大家所见爱普生的核心业务，涵盖工业机器人、喷墨打印、视觉解决方案等，均依托爱普生的‘省、小、精’核心技术基因延伸发展而来。”在近期的一场媒体走访活动中，爱普生公司董事、先进机器人解决方案事业部首席运营官吉野泰德告诉《中国科学报》，这是爱普生寻求未来增长的新叙事——作为一家技术型公司，如何让已有技术进一步迭代、进化，并且在社会上真正地发挥作用。

向新向智，爱普生筹谋未来 10 年

在很多人印象里，爱普生最大的标签是“打印巨头”。84 年前，爱普生从组装机械手表起家，后来靠打印机业务扬名天下——其英文名 EPSON 里的“EP”就是电子打印机的首字母缩写。

但打印机并不是爱普生的全部，它现在还拥有投影机、工业机器人、半导体元器件、打印头等多条业务线。这些布局全球的业务每年带来超过 14133 亿日元(约合人民币 594 亿元)的营收。

然而，一边是传统业务越来越逼近市场容量的瓶颈；一边是人工智能、大模型、人形机器人等新技术浪潮迭起，不断涌现新的创富神话。

“修练”一身软硬件技术功夫的爱普生当然不会作壁上观。今年 4 月，爱普生发布了展望 2035 年的“十年愿景”计划：ENGINEERED FUTURE 2035。在这一愿景中，爱普生希望把自己从“一家打印机公司”，全面升级为“技术革新×工程制造”。

为此，爱普生将业务重组为四大领域：精密技术创新、行业与机器人、办公与家庭打印、视觉与生活方式。其中，精密技术创新涵盖喷墨解决方案、电子元器件、高性能材料等业务，定位为“增长引擎”；行业与机器人涵盖商业与工业打印、机器人业务，是“发力重点”。

吉野泰德透露，爱普生希望到 2035 年，两类增长型产业在销售额中占比达到 50%，利润贡献达到 70%。

“打印业务、视觉解决方案业务，我们认为已比较成熟，它们将会贡献更多的盈利和现金流。而成熟业务所提供的盈利和资源，会被投入到‘增长’领域，以保证对今后有望取得大幅增长的板块的培育。”吉野泰德说。

“十年愿景”基于解决社会发展中的诸多问题而被提出。

吉野泰德说，在对所有问题进行分类后，他们决心着眼于“更好地保护、节约使用能源和资源”和“要让人类的力量得到最大程度的发挥”这两方面展开行动。“爱普生能够提供的价值在于，将先进技术进一步打磨、提升，使其真正落地应用、开花结果，也就是通过 Engineering(工程化)的手段实现工程“智”造。”

为机器人业务大爆发做准备

爱普生的“十年愿景”将未来增长押注在精密技术和机器人领域，尤其是机器人业务。在媒体采访时，爱普生丰科事业所一口气展示了 SCARA 机器人(一种圆柱坐标型的特殊工业机器人)、六轴机器人、力觉传感器、分光相机以及面向精密装配的多种解决方案。

从现场演示来看，爱普生机器人的技术实力已足够强悍。比如，机器人方案演示中，机器人仅凭力觉传感器就能准确寻找孔位、调整角度，完成细小螺丝和线缆接口的装配；拥有折叠臂的六轴机器人不仅能在狭小空间内完成复杂轨迹作业，还能通过多角度灵活运动完成涂胶等动作及应用。

然而，即便如此，爱普生也没有停止对机器人研发的投入。

“我们主要在两方面进行较大额度的投资，一是针对工业机器人硬件的投资，如 LA-A 系列、LA-C 系列以及全新研发的 N 系列，进一步充实我们的产品线，加快产品更新换代的速度；二是软件方面的投入，主要包括更好地发挥人工智能的作用，以及与云端连接等。”吉野泰德在回答《中国科学报》提问时说，对于工业机器人而言，软件以及人工智能的应用非常重要，尤其是在“如何让硬件和软件之间有更好的匹配”方面。

“爱普生机器人从组装手表起步，能够适应高精度、高密度、难组装的场景。因此，人工智能的出现将让爱普生如虎添翼。”爱普生表示，“今后爱普生的机器人有望在物流、服务等领域大显身手。”

爱普生的“省、小、精”哲学，让其有望在具身智能大潮下走出更务实的路。

“当今人形机器人人行其道，貌似取得了很大进展，但实际上让机器人做一些大动作并不难，真正的难点在细节之处，也就是最后一寸、一厘米、一毫米的精细动作上。”吉野泰德以爱普生的 GYROPLUS 技术(其自主研发的一项振动抑制技术)为例介绍，它让机器人臂不仅能精准定位并保持稳定，还拥有非常精准的控制能力。这种对“精度、力量、控制”恰到好处的拿捏，“是爱普生机器人技术的灵魂所在”。

“未来机器人要走进千家万户，我们认为这种微小、精准的传感与控制应成为它的底层技术，这也是我们的优势和持续不断努力的方向。”吉野泰德说。

爱普生“智”造，妙在“精微”

爱普生的全称是“精工爱普生公司”，其中“精工”二字与闻名世界的精工(Seiko)手表同源——1985 年，从事精工手表装配业务的“諏访精工社”与负责打印机等业务的“爱普生”合并，并成就了今天的精工爱普生。

爱普生将未来增长押注在精密技术和机器人领域，可谓再创“新精工”。而“新精工”真正让人惊心动魄的是细节——“省、小、精”的理念。

值得一提的是，爱普生生产打印头所需的薄膜压电技术、MEMS 制造技术、超高精度组装技术都是自有专利。这些技术所构筑的“更高精度、更高可靠性及小巧紧凑”的优势令友商颇感头疼。

正因如此，爱普生在其十年大计的第一个阶段——2026 到 2028 财年所进行的投入，聚焦于喷墨解决方案发挥的增长引擎价值。这项源于打印场景的精密材料沉积技术，正在跳出传统打印的边界，诠释“省、小、精”技术跨行业迁移的巨大潜能。

技术的终极意义，不在于概念有多炫目，而在于能否解决真实产业难题。这家源自手表制造的老牌科技企业，正以工程智造为抓手，把“省、小、精”的内核转化为面向产业、面向社会的实在价值。

比如，在钙钛矿太阳能电池的生产中，爱普

集装箱 “中花 29”创长江流域 丘陵山地花生高产纪录

本报讯(记者李思辉 通讯员张惠雯)日前，湖北省麻城市农业发展中心组织专家在宋埠镇示范基地对中国农科院油料所(以下简称油料所)培育的高油酸、高抗青枯病花生品种“中花 29”进行现场测产。该品种配套土传病害全程绿色防控集成技术，克服了雨水多、田间病害发生重等不利影响，平均亩产达 387.9 公斤，较当地常规种植品种增产 50.35%，创长江流域丘陵山地花生高产新纪录。

“中花 29”是油料所针对大别山花生青枯病区定向选育的高抗青枯病、高油酸优质花生新品种。该品种在大别山花生青枯病区发病率低于 5%，油酸含量高达 79.9%，蛋白含量达 29.5%，抗病优质的同时兼具抗旱、耐渍等优良特性，适配长江流域丘陵旱地，尤其是青枯病区种植。

“中花 29”同步配套应用油料所自主研发的花生土传病害全程绿色防控技术。该技术集成 ARC 菌剂施用、药剂拌种、起垄栽培、中后期精准施药等多项关键技术，可有效提升花生出苗率，降低苗期枯萎病害发生风险，减轻中后期土传病害，充分释放“中花 29”抗病、优质、高产的品种潜力，2022 至 2025 年连续 4 年入选农业农村部主推技术。

相关负责人介绍，该成果通过良种良法融合配套，破解了大别山丘陵山地青枯病区花生病害高发、产量偏低的痛点，有效提升了当地花生单产水平，推动了花生产业提质增效、农民增产增收。

《中国一碳生物技术发展路线图》在沪首发

本报讯(记者李媛)近日，由中国生物工学会一碳生物技术专业委员会组织编撰的《中国一碳生物技术发展路线图》(以下简称《一碳生物技术路线图》)在上海举行新书首发仪式。作为我国一碳生物技术领域首部系统性、全景式战略指引著作，该书为行业创新发展指明了清晰的技术路径与产业坐标。

《一碳生物技术路线图》由北京化工大学教授谭天伟、西湖大学教授曾安平、国投集团首席科学家李寅担任主编，西安交通大学教授费强担任执行主编，编委会汇聚了来自全国高校、科研院所、能源化工企业的数十位专家学者。

《一碳生物技术路线图》立足国家“双碳”战略目标与我国生物经济发展总体布局，系统剖析一碳生物技术现阶段发展格局与未来演进趋势，精准回应了“我国一碳生物技术当前发展水平、中长期发展目标、科研与产业落地路径”三大核心命题。全书内容覆盖一碳生物技术现状与发展趋势、二氧化碳生物转化、还原性一碳气体/液体及混合原料生物转化、人工智能(AI)赋能低碳生物制造、工程工艺与装备开发等六大关键领域，贯通基础机理、AI 智能生物制造、工程工艺与成套装备全技术链条。

书中全面汇总国内外政策文件、实验室前沿成果和工业化示范实践，打通“基础机理—菌株创制—工艺放大—成套装备—产业落地”的完整转化路径；客观剖析了国内外技术、产业、政策发展现状，梳理领域核心瓶颈，并按 5 年、10 年时间维度明确各方向攻关目标、技术方案与产业落地路径，兼具现状研判与中长期发展指引作用。



爱普生工业机器人。 爱普生供图

生通过其 PrecisionCore 打印头，能将钙钛矿材料形成的“墨水”，以极高的精度喷射在基板上，形成一层均匀的薄膜。用这种方式生产的钙钛矿电池组件，光电转换效率更高。

这一技术更令人期待的应用，是半导体制造。传统半导体的刻蚀工艺，需先大面积涂布昂贵材料(如贵金属)，再去不需要的部分，而喷墨可以按需沉积，用精准的“加法”制造，替代高成本的“减法”光刻工艺。福田俊也说，这项技术在半导体领域已进入验证示范阶段，前景广阔。

值得一提的是，爱普生生产打印头所需的薄膜压电技术、MEMS 制造技术、超高精度组装技术都是自有专利。这些技术所构筑的“更高精度、更高可靠性及小巧紧凑”的优势令友商颇感头疼。

正因如此，爱普生在其十年大计的第一个阶段——2026 到 2028 财年所进行的投入，聚焦于喷墨解决方案发挥的增长引擎价值。这项源于打印场景的精密材料沉积技术，正在跳出传统打印的边界，诠释“省、小、精”技术跨行业迁移的巨大潜能。

技术的终极意义，不在于概念有多炫目，而在于能否解决真实产业难题。这家源自手表制造的老牌科技企业，正以工程智造为抓手，把“省、小、精”的内核转化为面向产业、面向社会的实在价值。