

人工智能如何赋能千行百业

——访中国工程院外籍院士、清华大学智能产业研究院院长张亚勤



专家简介:

张亚勤，中国工程院外籍院士，美国艺术与科学院院士，澳大利亚国家工程院院士，清华大学智能产业研究院院长，数字领域和人工智能领域的知名科学家和企业家。12岁考入中国科技大学少年班，后留美深造，曾联合创立微软亚洲研究院并任微软中国董事长，曾任百度公司总裁，世界经济论坛达沃斯人工智能委员会委员。

■ 本报记者 吴晔 周宇晗

人工智能是引领科技革命和产业变革的战略性技术。作为第四次工业革命的核心驱动力，人工智能如何实现从“互联网+”到“智能+”的跨越，进而赋能千行百业？本报记者就此采访了中国工程院外籍院士、清华大学智能产业研究院院长张亚勤。

从“互联网+”迈向“智能+”是信息连接向知识创造的跃升

记者：早在2016年冬季达沃斯论坛上，您就提出“AI（人工智能）是第四次工业革命的技术引擎”，并提出“AI+”“智能+”战略。如今从“互联网+”到“智能+”的转变已深刻影响各行各业。能否请您谈谈这一转变的核心驱动力是什么？

张亚勤：差不多10年前，深度学习已经开始在人工智能领域应用了，但当时还没有大模型、算力，更多的是做语音识别、图像识别、人脸识别，比较基础。当时我意识到AI发展的潜力，坚信这会彻底改变整个经济社会的结构。当时大家都在谈“互联网+”，谈第四次工业革命，我提出，“AI+”“智能+”是下一个大趋势。

现在看来，从“互联网+”到“智能+”，其本质是技术范式从“信息连接”向“知识创造”的跃升，这是一次意义深远的变革。

数字化历经了三个阶段。数字化1.0聚焦于内容的数字化，将现实世界的信息转化为数字形式进行存储和传播，像早期的文档数字化、图片数字化等。数字化2.0则侧重于关系的数字化，互联网平台的兴起让人与人、人与物、物与物之间的关系得以数字化呈现，极大提升了交互效率。比如电商平台让商家与消费者的交易关系数字化。而当下我们正迈入数字化3.0时代，其核心在于物理世界和生物世界的数字化。这意味着不仅是信息的数字化，而是要对物理实体和生物机体进行数字化模拟与理解，进而实现深度交互与控制。

以制造业为例，“互联网+制造”主要是将生产环节的部分流程线上化，实现信息的互通有无，方便管理与监控。但“智能+制造”则截然不同，它借助人工智能技术，对生产流程进行全方位智能化改造。比如通过机器学习算法分析设备运行数据，能够提前预测设备故障，实现预防性维护，避免生产中断；利用计算机视觉技术进行产品质量检测，能够快速、精准地识别产品缺陷，提升产品质量。

这一转变的核心驱动力主要来自三个方面。首先，技术上有越来越大的突破是基础。深度学习算法的不断突破，让AI在图像识别、语音识别、自然语言处理等领域实现了质的飞跃。强大的算力为AI的发展提供了坚实基础，从传统的CPU计算到如今专门为AI设计的GPU、TPU等，算力的指数级提升使得复杂的AI模型训练成为可能。海量的数据更是AI发展的“燃料”。随着互联网的普及和物联网设备的广泛应用，数据量呈爆发式增长，为AI模型的训练提供了丰富素材。

其次，市场需求是重要的驱动

力。在全球经济竞争日益激烈的背景下，企业为了降低成本、提高效率、增强竞争力，迫切需要借助新技术进行转型升级。消费者对于个性化、高品质产品和服务的需求也促使企业利用AI技术，深入挖掘数据价值，精准把握市场需求，优化产品设计与服务流程。

最后，政策的支持也不可或缺。各国政府纷纷出台鼓励AI发展的政策，在资金投入、人才培养、基础设施建设等方面给予全方位支持，营造了良好的产业发展环境，加速了“智能+”时代的到来。

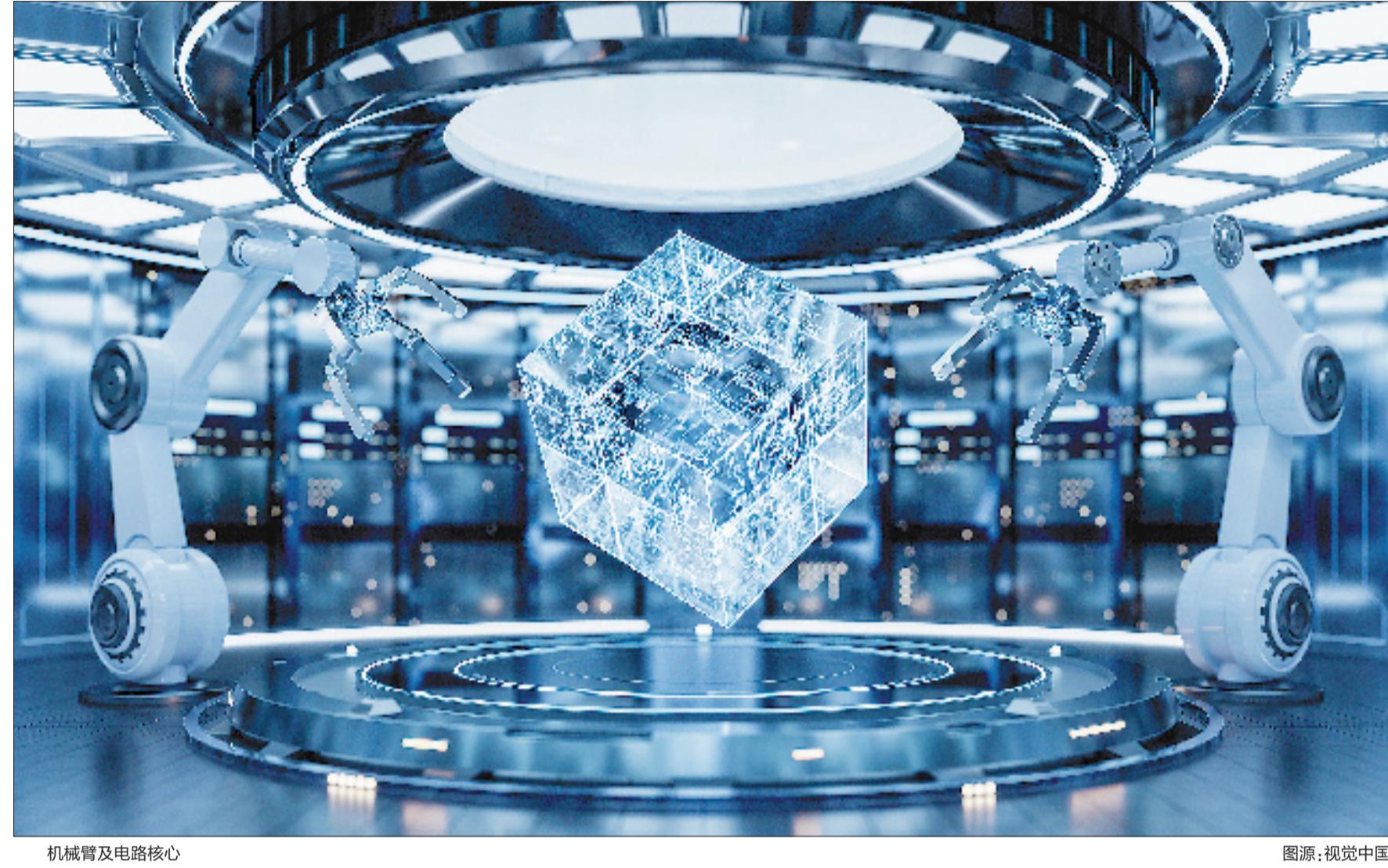
“人工智能+”将成为每个行业核心驱动力

记者：2025年的政府工作报告强调，持续推进“人工智能+”行动，将数字技术与制造优势、市场优势更好结合起来。AI如何赋能千行百业，最适合在哪些产业先落地应用呢？未来5年，“AI+”最值得关注的风向标是什么？

张亚勤：这些年，不管我在百度，还是到了清华，都是全身心在做AI这件事。比如百度云，实际上我们叫智能云（AI big data cloud，简称ABC），它不是一个简单的基础设施功能，其实是一个智能体系；我们做无人驾驶，没有AI不可能实现无人驾驶。到了清华之后，我选了三个垂直方向进一步研究，一个是智慧交通，一个是IoT智慧物联，一个是智慧医疗。

我有一个重要判断：2025年自动驾驶或将迎来“ChatGPT时刻”。我这里讲自动驾驶其实是指L4级别也就是高级别的无人驾驶。我的判断主要基于以下几点：第一，从美国的Waymo，到国内百度Apollo，无人驾驶已经做了差不多10年时间。这些年技术进展很快，特别是大模型出来后，无人驾驶中遇到的一些难点问题已经在加速解决，在技术角度突破了重要瓶颈。比如数据不足的问题，比如corner case（极端场景）长尾的问题。所以在技术方面，Waymo和百度，包括文远知行、小马智行这些公司基本上都过关了。我说的过关是指安全度已经提升了5倍到10倍，至少比人类驾驶更安全了。第二，从实际运营来看，Waymo在旧金山，百度在武汉，这两个都是大城市，交通状况十分复杂，如果在这两个城市能跑通，那别的城市就更加可以，证明自动驾驶可以规模化运营，同时又比人类驾驶安全很多倍。我还讲了无人驾驶既要做好司机，也要做老司机。目前无人驾驶在安全度上可能已经达到好司机水平了，但是与人类的司机共同驾驶的时候，在各种复杂场景里面，还要开得像老司机。“好司机+老司机”这个命题今年是可以证明的，证明之后就可以说达到了“ChatGPT时刻”。当然，要达到规模化还需要更长时间，这里面有政策法规，也有商业模式等一系列问题。我预测到2030年10%的新车会有L4+的能力，这个我就认为是规模化了。所以，我预测无人驾驶的“DeepSeek时刻”发生在2030年。

在生命科学领域，AI正带来前所未有的变革。通过生成式AI、多模态预训练等技术手段，AI加速了科学发



图源:视觉中国

机械臂及电路核心

记者：2025年的政府工作报告强调，持续推进“人工智能+”行动，将数字技术与制造优势、市场优势更好结合起来。AI如何赋能千行百业，最适合在哪些产业先落地应用呢？未来5年，“AI+”最值得关注的风向标是什么？

张亚勤：这些年，不管我在百度，还是到了清华，都是全身心在做AI这件事。比如百度云，实际上我们叫智能云（AI big data cloud，简称ABC），它不是一个简单的基础设施功能，其实是一个智能体系；我们做无人驾驶，没有AI不可能实现无人驾驶。到了清华之后，我选了三个垂直方向进一步研究，一个是智慧交通，一个是IoT智慧物联，一个是智慧医疗。

我有一个重要判断：2025年自动驾驶或将迎来“ChatGPT时刻”。我这里讲自动驾驶其实是指L4级别也就是高级别的无人驾驶。我的判断主要基于以下几点：第一，从美国的Waymo，到国内百度Apollo，无人驾驶已经做了差不多10年时间。这些年技术进展很快，特别是大模型出来后，无人驾驶中遇到的一些难点问题已经在加速解决，在技术角度突破了重要瓶颈。比如数据不足的问题，比如corner case（极端场景）长尾的问题。所以在技术方面，Waymo和百度，包括文远知行、小马智行这些公司基本上都过关了。我说的过关是指安全度已经提升了5倍到10倍，至少比人类驾驶更安全了。第二，从实际运营来看，Waymo在旧金山，百度在武汉，这两个都是大城市，交通状况十分复杂，如果在这两个城市能跑通，那别的城市就更加可以，证明自动驾驶可以规模化运营，同时又比人类驾驶安全很多倍。我还讲了无人驾驶既要做好司机，也要做老司机。目前无人驾驶在安全度上可能已经达到好司机水平了，但是与人类的司机共同驾驶的时候，在各种复杂场景里面，还要开得像老司机。“好司机+老司机”这个命题今年是可以证明的，证明之后就可以说达到了“ChatGPT时刻”。当然，要达到规模化还需要更长时间，这里面有政策法规，也有商业模式等一系列问题。我预测到2030年10%的新车会有L4+的能力，这个我就认为是规模化了。所以，我预测无人驾驶的“DeepSeek时刻”发生在2030年。

在生命科学领域，AI正带来前所未有的变革。通过生成式AI、多模态预训练等技术手段，AI加速了科学发

现的进程。以蛋白质结构预测为例，传统方法解析蛋白质结构耗时长、成本高，而AI技术如DeepMind公司的AlphaFold，能够基于氨基酸序列，快速准确地预测蛋白质的三维结构，极大地推动了药物研发进程。因为了解蛋白质结构是开发针对性药物的关键，这一突破使得我们能更高效地筛选潜在药物靶点，缩短新药研发周期。在基因编辑方面，AI可对海量基因数据进行分析，精准定位需要编辑的基因位点，提高基因编辑的准确性与安全性，为攻克遗传性疾病带来新希望。在临床诊断中，AI辅助诊断系统能够快速分析医学影像、病历等数据，帮助医生更准确地判断病情，实现疾病的早发现、早治疗，推动个性化与精准医疗的发展。

随着全球气候变化问题日益严峻，绿色计算成为实现碳中和目标的关键技术，而AI在其中的优化作用至关重要。在数据中心，AI可根据服务器的负载情况，智能调节服务器的运行功率，实现能源的高效利用，如通过对数据中心的温度、湿度等环境参数进行实时监测与智能调控，优化散热系统，降低能耗。在能源领域，AI能够对能源生产、传输、存储和消费全过程进行优化管理。比如，在风力发电场，AI可根据风速、风向等气象数据，智能调整风机的叶片角度和转速，提高发电效率；在电网调度中，AI通过对电力供需数据的分析预测，实现电力资源的精准调配，减少能源损耗，助力能源产业向绿色低碳转型。

展望未来五年，首先最大的、第一个受益者是IT产业，就是制造AI的这个行业。AI芯片、数据中心、大模型软件、各种智能体的发展，会给IT公司带来新的发展机遇。目前全球最大的五家公司全都是IT公司。英伟达在这一轮AI浪潮中成为主要的受益者，现在市值数一数二，微软、苹果、谷歌和亚马逊均属于IT科技领域。所以，人工智能发展的第一个受益者就是IT产业。

第二个受益者是高度数字化的企业。因为新一轮的AI是数据驱动的，需要大量数据。一个行业或者一个公司如果没有做好数字化这个基建，那就很难与AI结合。所以，为什么现在我们讲智慧交通、无人车，包括金融、

教育、医疗健康、高端制造，这些行业有了AI以后都会发生很大变化，但最先影响到的产业或者企业，一定是高度信息化、高度数字化的产业或者企业。现在有横向大模型，也有很多垂直模型，可以做RAG，做智能体，或者做微调，但是如果没数据，都不知道怎么使用AI。

从长远看，AI一定会影响到每个企业，就像互联网。早些年，很多人也问我互联网会影响哪些公司？我说互联网会影响每个公司，但可能层次不一样。AI也是如此，可能少数公司在做AI模型，在发明AI技术、工具，但所有公司都会用到AI，而且必须用，你不用，可能会被先用的公司拍死在沙滩上，谁率先使用，谁先成为受益者。当然，也不要太焦虑，因为它对每个行业、每个企业影响的程度不一样。我们需要拥抱新技术，但使用AI的最终目的还是解决问题。

行业AI大模型驱动产业升级的挑战与前景

记者：最近，浙江提出要做深做实AI赋能的文章，加快“人工智能+”行动步伐，争创全国行业应用基地，加速落地一批牵引力强、影响力大的应用场景。您曾预测中国将出现“数百数千种行业AI大模型”，这些模型在驱动产业升级时面临哪些挑战？未来突破方向是什么？浙江可以在哪些方面先行探索？

张亚勤：关于人工智能发展，我认为有5个核心趋势值得关注。

首先，生成式AI向智能体AI范式跃迁。未来的智能体不再局限于内容生成，而是具备更强的目标驱动性、自主决策规划能力，以及与环境的实时交互能力。这种能力的进化正以“任务长度每7个月翻倍、任务准确度突破50%”的速度推进，将深度重塑消费电子、医疗健康、智能汽车等众多领域，最终实现从“工具”到“智能伙伴”的质变。

其次，AI领域的规模定律正在发生深刻演变。预训练阶段的边际效应逐渐平缓，技术焦点已转向推理规模

定律和智能体规模定律。同时，多模态应用从语言、视觉向更多垂直领域扩展，带来“成本降、能力升”的剪刀差效应——模型推理单位成本以每年10倍速下降，而智能体综合能力与算力需求则以每年10倍速增长，推动AI从“能思考”向“能实干”的实用化阶段跨越。

第三，AI正突破数字世界边界，与物理和生物智能深度融合。

大语言模型正进化为“视觉—语言—行动模型”，为具身智能奠定基础；无人驾驶领域预计2030年迎来“DeepSeek时刻”，10%以上新车将具备L4+级能力；

机器人技术与AI融合下，2035年左右有望实现接近人类水平的灵巧操作。

更重要的是，AI在精准医疗、新药研发及基础科学中的应用，将成为未来十年最具颠覆性的突破方向。

第四，AI发展的风险攀升与治理挑战不容忽视。CBRN（化学、生物、放射性及核风险）领域的潜在恶意使用风险已从中级升至中级，模型欺骗、约束逃逸等安全威胁在新版本迭代中愈发突出，而自主智能体的普及可能引发不可预测的系统性风险。当前全球治理机制滞后于技术发展，地缘政治等因素也制约着国际协作，构建敏捷有效的治理体系面临严峻挑战。

最后，全球AI产业格局重塑，中国将在其中扮演重要角色。预计到2026年，全球通用大模型领域将整合形成8至10家头部企业，中国有望占据3至4席。中国将走出“极致效能优化、创新架构探索、低价格普惠”的特色路径，以垂直行业深度落地能力为核心竞争力。同时，产业将形成“80%开源+20%闭源”的生态格局，开源生态加速知识共享，与闭源模式互补推动技术繁荣。

浙江作为数字经济高地，已形成极具竞争力的互联网产业格局，为AI高质量发展奠定了坚实基础。阿里巴

巴、网易等行业巨头，依托阿里云、网易伏羲实验室等创新平台，在人工智能、云计算领域掌握众多核心专利，积累海量数据与强大算力。DeepSeek、强脑科技、宇树科技等科技新锐企业快速崛起，在大模型、类脑机器人、智能硬件等前沿赛道取得突破，与龙头企业协同发力，助力浙江抢占数字经济先机。

浙江还创新推出“AI产业飞地”政策，允许北京、上海的研发团队在杭州设立产业化基地，享受“双总部”税收优惠，这种“智力飞地+产业基地”的模式，吸引了清华、北大等高校的20余个AI团队落户。当前行业大模型发展面临“三元悖论”，模型精度、部署成本、数据安全难以兼顾，浙江的探索给出了创新性解决方案。我认为可以沿着现在的路子继续走下去，加快发挥优势、补齐短板。

在主体培育上，加强高校、科研机构与企业的协同创新。高校与科研机构专注于基础研究与前沿技术探索，为行业AI大模型的发展提供理论支撑与技术储备；企业则凭借丰富的业务场景与数据资源，将科研成果快速转化为实际生产力。通过产学研深度融合，加速行业AI大模型的研发与应用推广。

在生态建设上，要构建完善行业AI大模型生态体系。一方面，鼓励开源开放，促进模型、算法、数据等资源的共享与交流，降低行业创新门槛；另一方面，加强行业标准制定，规范模型的开发、评估与应用流程，营造健康有序的产业发展环境。同时，加大复合型人才培养力度，高校可开设跨学科专业课程，企业通过在职培训、产学研联合培养等方式，提升人才队伍素质，为行业AI大模型的持续发展提供坚实的人才保障。

在生态建设上，要构建完善行业AI大模型生态体系。一方面，鼓励开源开放，促进模型、算法、数据等资源的共享与交流，降低行业创新门槛；另一方面，加强行业标准制定，规范模型的开发、评估与应用流程，营造健康有序的产业发展环境。同时，加大复合型人才培养力度，高校可开设跨学科专业课程，企业通过在职培训、产学研联合培养等方式，提升人才队伍素质，为行业AI大模型的持续发展提供坚实的人才保障。

浙江作为数字经济高地，已形成极具竞争力的互联网产业格局，为AI高质量发展奠定了坚实基础。阿里巴

巴、网易等行业巨头，依托阿里云、网易伏羲实验室等创新平台，在人工智能、云计算领域掌握众多核心专利，积累海量数据与强大算力。DeepSeek、强脑科技、宇树科技等科技新锐企业快速崛起，在大模型、类脑机器人、智能硬件等前沿赛道取得突破，与龙头企业协同发力，助力浙江抢占数字经济先机。

浙江还创新推出“AI产业飞地”政策，允许北京、上海的研发团队在杭州设立产业化基地，享受“双总部”税收优惠，这种“智力飞地+产业基地”的模式，吸引了清华、北大等高校的20余个AI团队落户。当前行业大模型发展面临“三元悖论”，模型精度、部署成本、数据安全难以兼顾，浙江的探索给出了创新性解决方案。我认为可以沿着现在的路子继续走下去，加快发挥优势、补齐短板。

在生态建设上，要构建完善行业AI大模型生态体系。一方面，鼓励开源开放