

龙年

这些前沿科技令人期待

创新的浪潮如何掀起？回到最开始，投入科技之海的或许只是一颗小小的“石子”。我们关注这些“石子”，并期待着看到它掀起的“千层浪”。

日前，2024年度十大科技前瞻在四川成都重磅发布。此次发布由中国科学院文献情报中心联合长城战略咨询等机构，综合各大智库和权威媒体预测榜单、整理业界资源、采访业内人士，最终推选评出，试图找到那颗投入科技之海的“石子”。一起来看看，2024年有哪些令人期待的前沿科技吧——

1 探月访星 探索地球之外的空间

概念解读

2023年，中国载人航天工程办公室公布中国载人登月初步方案，计划2030年前实现登月开展科学探索。2024年上半年，嫦娥六号计划实施发射，将首次开展月球背面取样。此外，自20世纪70年代以来，美国宇航局再次启动载人登月任务，阿尔忒弥斯二号最早可能于今年11月发射，将进行为期10天的绕月飞行。月球之外，木星卫星、火星卫星也是人类在2024年的目的地，越来越多的地外空间正在等待探索。

前瞻分析

中国电子科技集团公司第十研究所项目总师杨海峰：2023年，我国多个航天员乘组进驻“天宫”，开展丰富的空间科学实验并完成多次出舱活动与舱外作业，中国空间站开启常态化运营。同年，中国载人登月初步方案公布，意味着中国深空探测在月球探测、行星探测、运载技术等领域将取得新的突破。

2 生成式人工智能 赋能千行百业

概念解读

生成式AI在2023年发展迅猛，2024年这一势头还将持续。ChatGPT的初创公司OpenAI预计推出下一代人工智能模型GPT-5。与医疗、教育、金融等多个领域相结合，生成式人工智能赋能千行百业已势在必行。在短期内，人工智能大模型将加速进入各类垂直行业领域；从中长期来看，人工智能和机器人产业融合发展是主要趋势，具备“身体”“小脑”和“大脑”的具身通用人工智能前景广阔。

前瞻分析

中国科学院成都计算机应用研究所副总工程师、研究员秦小林：2023年，经历了“百模大战”，生成式人工智能领域热闹非凡，科技巨头、行业龙头和初创公司纷纷加速创新应用，从研究、应用和监管多方面合力开辟生成式人工智能的发展之路，加快了中、欧盟和美国的监管和立法的进程。随着人工智能模型GPT-4的发布，标志着生成式人工智能进入了迈向通用人工智能创新应用的阶段。2024年，生成式人工智能热度未减，新一代人工智能模型GPT-5的发布让人期待。随着生成式人工智能大模型日益向多模态发展，或许就在不久的将来，人工智能将与机器人产业实现真正的融合。然而，目前的生成式人工智能技术也面临逻辑推理弱等不可信、不可控、不鲁棒（结果受提示词、提问的形式影响）等挑战，亟待提出新的解决方案。

3 超级计算机 走进“百亿亿次”时代

概念解读

多合算力强大的超级计算机将投入使用，它们每秒可处理的运算已来到“百亿亿次”——2024年，欧洲首台百亿亿次超级计算机“木星”将建成，美国的百亿亿次超级计算机也将启用。人们正以前所未有的规模打开科学之门，利用这些超级计算机，众多领域可望迎来新发展。

前瞻分析

国家超级计算成都中心常务副主任王建波：近年来，超级计算机在运算速度方面实现了历史性突破，达到每秒百亿亿次，已经成为一个国家科研实力的体现。超级计算机距离我们的日常生活并不遥远，小到每天看到的天气预报，大到国产大飞机C919研发设计，背后都有超算的身影。超算如今已广泛应用于气象预测、生物制药、航空工业等诸多领域，并在产业数字化过程中发挥着重要作用。我国超算实力处于国际第一梯队，根据去年11月发布的最新一期全球超算TOP500榜单中，我国有两台超级计算机位列前十，超级计算机总数更是达到了134台，位列全球第二。与此同时，由于超算的技术门槛高，且尚未形成丰富的应用软件生态，目前超算的应用仍局限于比较传统的高性能计算领域，如天气预报、大型工程设计、基础科学研究等。我国超算面临着算力设施分布不均衡、水平参差不齐、应用软件自主研发和推广应用不足等问题。



沃飞长空研发的AE200电动垂直起降飞行器(eVTOL)适航技术验证机日前完成首飞。



2024年上半年，嫦娥六号计划实施发射，将首次开展月球背面取样。



2023年年底，OpenAI首席执行官Sam Altman在社交平台大胆公布了2024年的雄心壮志，其中包括GPT-5。

为此，我们国家相关部门组建了超算互联网、中心算力网等算力网络基础设施，各行各业数字化进程持续加速，人工智能模型训练推理、动漫渲染和数字孪生等领域迅速发展，对算力尤其是高性能算力的需求呈爆发式增长，未来不可限量。

4 量子计算 商业应用加速到来

概念解读

量子计算正走出实验室，进入工业研发阶段——谷歌取得“量子纠错”方面的进展，达成其量子计算路线图的另一关键里程碑；IBM推出全新量子计算芯片；中国科学家成功构建量子计算原型机“九章三号”……年初，我国第三代自主超导量子计算机“本源悟空”也正式上线，虽然这些最原始的量子计算原型机还不能直接产生实际的应用，但它们展示了全新的可能性。

前瞻分析

电子科技大学教授、天府绛溪实验室量子互联网前沿研究中心主任周强：近年来，量子计算得到全世界范围内的密切关注，多国纷纷加大力度进行投资和研发，希望在这一领域取得领先优势，进而在随后的量子互联网时代拥有绝对的话语权。一方面，随着全球数字化经济的加速，量子计算在网络空间安全领域的应用备受瞩目，建立更加安全的量子互联基础设施将变得至关重要；另一方面，全球金融服务业对量子计算的需求也在不断增长，用以提高风险管理、投资决策和交易执行的效率，这将有望改变全球金融市场的运作方式，提高金融系统的稳定性。在制药和生命科学领域，量子计算的模拟能力则使其在新药研发、基因组学和生物医学研究方面具有潜在应用，有望为全球卫生和医学领域带来新突破。在大力推进量子计算工程研制的同时，全球多方竞相推动量子计算的商业化应用推广，企业和研究机构正密切合作，共同探索量子计算在人工智能、材料科学和能源领域的潜在应用。量子计算商业应用带来的造血能力也将在很大程度上决定该国家或地区在量子计算时代的实力。综合而言，各国正积极参与竞争和合作，以推动量子计算技术的发展和全球性问题的解决。同时，在众多的量子计算商业应用细分领域，要特别重视量子计算机网络（即量子互联网）在网络空间中的威慑作用。

5 飞行汽车 为“天空之城”筑地基

概念解读

在2024年巴黎夏季奥运会上，参赛者或将能够乘坐“飞行出租车”在城市上空移动。瞄准载人、运货、应急救援、森林消防等应用场景，飞行汽车将带来城市出行的革命。去年，中国民用航空局颁发全球首张无人驾驶航空器系统型号合格证。以飞行汽车为代表，随着人工智能、电气



化等发展，低空技术应用场景或将迎来爆发。

前瞻分析

沃飞长空科技（成都）有限公司CEO郭亮：当前飞行汽车以电动垂直起降飞行器（eVTOL）为重点发展方向，瞄准在2025年前后开始商业示范应用。依托汽车电动化的技术积累与民用航空器发展的进步，我国目前在该领域与欧美“并驾齐驱”，有望实现航空产业的“换道超车”，但为夯实飞行汽车商业运营的技术、法规与市场基础，仍需突破适航等级飞控、低成本航电、航空“三电”、特种结构与材料等领域技术并实现自主可控，持续开展飞行汽车自主适航审定，加强低空智能管控为代表的基础设施发展并培育低空应用场景。

6 基因编辑疗法 成为疾病治疗“突破者”

概念解读

2023年，基因编辑技术走出实验室，全球首个CRISPR基因编辑疗法获批应用，带来了镰状细胞病的治疗方法。全球还有多款CRISPR基因编辑疗法已经进入临床试验阶段，其中包含中国公司开发的产品。基因编辑的应用范围正在从治疗遗传性疾病扩展到慢性疾病，如心血管疾病、HIV感染等。更简单、更便宜的CRISPR方法有望在将来展现出更广泛的应用前景。

前瞻分析

长城战略咨询童隆杰：首个基因编辑疗法的获批应用，不仅拉开了基因治疗的新序幕，也揭示出基因编辑技术的无限可能。基因治疗作为一种复杂疗法，要想应用到临床来治疗更多更广泛的遗传性罕见病，仍然面临改善整合基因载体和脱靶效应带来的遗传毒性、控制靶基因体内的表达量维持在有效治疗疾病水平、在不降低其活性的基础上延长半衰期、解决伦理问题和高昂的治疗费用等问题。未来，随着新型基因编辑工具出现、监管政策的日趋完善，基因编辑技术的发展也将推动相关领域如细胞疗法、再生医学等的进步，加速商业化应用过程。

7 混合现实穿戴设备 实现虚拟与现实无缝衔接

概念解读

今年，苹果将正式推出首款混合现实头戴显示设备Vision Pro，助力人、机器和环境之间进行自然且直观的3D交互。娱乐、教育、医疗……以涉猎更广应用场景为契机，人们或将重新将目光投向AR/VR。尤其是混合现实领域，技术的不断发展将为未来创新埋下伏笔。

前瞻分析

长城战略咨询林惠：MR（混合现实）通过头戴显示器等设备将虚拟元素与现实相融，从而实现物理世界与数字世界的逼真联合，而苹果Vision Pro的颠覆性创新将为AR/VR产业迭代与突破注入全新活力。据国际数据公司IDC预计，AR/VR设备2027年出货量分别将达到680万台、2190万台，2023—2027年出货量复合增长率分别为96.5%、30.1%。“交互迭代+内容升维”是消费电子时代爆款产品的衍进“双擎”，相较于VR/AR，MR产品更具互动与沉浸感，强调由指尖交互转向行为交互，由二维平面图像转向三维空间视觉。显示技术、全彩透视、瞳距调节/眼动追踪、指环控制、全身动捕、激光雷达应用等六大硬件条线功能及配置升级，以及AI模型对内容生态的赋能，是突破现有MR头显设备“眩晕感、厚重感、内容不足”三大痛点从而实现快速增长的关键路径。

8 可控核聚变 加快走向现实

概念解读

美国科学家成功重现“核聚变点火”突破；我国全超导托卡马克核聚变实验装置（EAST）成功实现稳态高约束模式等离子体运行403秒的新世界纪录；日本和欧盟共同建设的大型核聚变实验装置开始运行……对聚变能源探索的脚步正不断加快。2023年底，由我国25家央企、科研院所、高校等组成的可控核聚变创新联合体正式宣布成立。可控核聚变在技术、产业、资本等方面将全面提速。

前瞻分析

长城战略咨询刘南岐：可控核聚变具有资源丰富、环境友好、固有安全等优势，是未来理想能源之一。目前，惯性约束和磁约束是国际主流的可控核聚变技术研究方向。其中，磁约束被认为是最有可能率先成功的方式——这也是世界最大的国际热核聚变实验反应堆（ITER）采用的技术路线。2023年8月，位于四川的新一代人造太阳“中国环流三号”首次实现100万安培等离子体电流下的高约束模式运行，标志着我国磁约束核聚变研究向高性能聚变等离子体运行迈出重要一步。我国在这一领域的突破尝试已展现出了技术前景，商业化应用进程有望加速。但同时，核聚变发电面临的技术挑战极为复杂，核聚变技术的商业化前景仍然充满不确定性。

9 增强型地热系统 挖掘地下的超级热能

概念解读

地热资源是一种清洁能源，与传统的化石能源相比拥有储量大、利用效率高、稳定性强等优势。为挖掘“脚下的能量”，人们一直致力于开发增强型地热系统。2023年，在美国内华达州，Fervo Energy公司开发的增强型地热系统成功运行。随着技术的突破，人们可以在更多地方获取地热，地热能将迎来大规模发展。

前瞻分析

西南石油大学副校长、西南石油大学地热能研究中心主任祝效华：增强型地热系统（简称EGS），是采用人工形成地热储层的方法，从干热岩低渗透岩体中经济地采出深层热能的地热系统，其最先由美国提出并实现地热发电，英国、法国、日本、德国和澳大利亚等国家也均开展了EGS研究，并建立了一批示范工程。目前全球范围内已陆续开展了60余项示范项目，仍运行和在建的近30个，但整体尚处于起步阶段，未实现规模化、商业化运行，主要原因是受技术和成本限制，如深部地层钻井成本高、可控人工造缝调控技术难度大、地下多场耦合机理认识不明确、井筒热介质高效提取技术缺乏、地面配套装备发电效率低等。四川省在深部地热层开发利用领域技术储备较强，已建成4个省级地热科研平台，如西南石油大学等在高温地热钻头、干热岩压裂、高效换热方向研究行业领先并参与国内外多个重大工程，东方汽轮机自主研发了300kW等级ORC地热发电机组。我国深层地热能潜力巨大，通过EGS核心技术攻关将释放中深部地热资源潜力，助力清洁能源发展。

10 超高效太阳能电池 将光伏发电推向新高度

概念解读

更具成本优势的超高效太阳能电池已崭露头角。2023年，由我国光伏企业自主研发的晶硅-钙钛矿叠层太阳能电池，以33.9%的光电转换效率刷新该领域世界纪录。目前，国内已经有数家企业开启100兆瓦级以上的钙钛矿电池产线，并将实现吉瓦级组件产能的目标定在2024年至2026年之间。如果可以实现大规模生产，便有望以更低的成本产生更多的电力。

前瞻分析

眉山旌升光伏科技有限公司董事长王新：光伏发电成本依赖于太阳能电池的光电转换效率，光伏电池技术正加速从传统的P型向N型电池技术迭代。目前，现有的工业生产能力的逼近晶硅单结太阳能电池光电转化效率的极限。因此，研发制备更低成本、更高效率的太阳能电池是实现光伏发电平价上网的关键，也将为实现“双碳”目标提供重要科技支撑。近些年来，HJT异质结太阳能电池和钙钛矿强势崛起。虽然钙钛矿电池已取得很高的转换效率，但大面积钙钛矿光伏电池的商业化进程依然面临诸多挑战。目前来看，HJT异质结太阳能电池，或许是能在短期内见到效果的电池产品。

川闻

