

# 人工智能科技革命推演

## ——人工智能如何影响宏观经济系列报告之一

### 核心观点

我们认为，人工智能科技革命是人类史上的第四次科技革命。科技革命爆发的标志就是新一代科技成果开始广泛应用生产生活，解放生产力、发展生产力，提高全要素生产率。在人口老龄化、劳动力短缺、用工成本上行的时代背景下，机器人因其具备移动和感知等性能有望成为人工智能科技革命的具体应用和最佳载体。人工智能科技革命的基础设施是云计算、物联网和算力支持，其所必备的“原材料”主要是半导体。

#### □ 人工智能科技革命是第四次科技革命

科技革命爆发的标志就是新一代科技成果开始广泛应用生产生活，解放生产力、发展生产力，提高全要素生产率。人工智能的发展将极大地替代人类重复的脑力劳动，重塑人和机器的关系，进一步解放人类的创造力，增加闲暇时间，拓宽人们生活休闲娱乐方式，社会面貌有望发生翻天覆地的变化，人工智能将广泛地、深刻地改变各行各业。

#### □ 人工智能科技革命的具体应用是机器人

机器人将成为人工智能科技革命的具体应用和最佳载体，这里包括广义机器人和狭义机器人两层含义。在人口老龄化、劳动人口出现拐点、用工难及用工贵的大背景下，机器替代人已经成为必然趋势。

广义机器人即具有一定脑力或体力的机器，可以取代或帮助人类完成人类不想或不能完成的工作，如无人驾驶车、扫地机器人等；狭义机器人（人形机器人）是指一种拥有人形外观、具备人类特征，以代替或辅助人类工作的机器人产品。我们认为，人形机器人可以自然地适应目前人类所处的环境，极有可能会成为第四次科技革命的代表性产品。

#### □ 人工智能科技革命基础设施是什么？

人工智能行业已发展近70年，理论突破固然重要，但促进人工智能行业发展的关键是在数据量、存储量、计算量、算力等硬件基础设施层面的提升。本轮人工智能科技革命是以生成式AI的出现为始的，随着人工智能自身演进及逐步扩展应用，与之相关的基础设施需求也大幅提升。我们认为，云计算、物联网和算力支持是人工智能基础设施，海量算力需求不仅需要先进芯片算力的提升，还催生了对云计算服务的广泛需求，特别是人工智能行业在生产生活的广泛应用，将进一步增加对云计算服务的需求；此外，物联网也是重要的基础设施，万物互联的物联网通过收集数据，提供给人工智能进行决策并将决策内容进行反馈响应，得以实现真正的“智能”。

#### □ 人工智能科技革命的“原材料”是半导体

人工智能引领新一轮科技革命，关键“原材料”是半导体。从人工智能行业发展角度来看，关键原材料在于半导体，需要半导体产业的全面支持。算法的突破是建立在拥有超强计算能力的芯片基础上，通过大数据“投喂”得以发现了大模型的“涌现能力”，大数据的存储和调用也是建立在不断迭代的存储设备之上，需要半导体产业不断技术迭代满足存储需求；而算力需求提升本身就对应着芯片技术和性能的提高。从产业发展角度来看，上游关注半导体材料的突破和半导体设备的创新；中游关注后摩尔定律时代，半导体设计、制造和封测技术路径的提升和创新；下游则在于发展人工智能，并拓展人工智能应用场景，推动半导体产业发展。

结合我国半导体行业发展现状，我们认为在新型举国体制的支持下，或持续加大对半导体科技创新的投入力度，缩小相关领域差距。回顾日韩等国家半导体行业

分析师：李超

执业证书号：S1230520030002

lichao1@stocke.com.cn

分析师：张迪

执业证书号：S1230520080001

zhangdi@stocke.com.cn

分析师：张浩

执业证书号：S1230521050001

zhanghao1@stocke.com.cn

### 相关报告

- 1 《8月金融数据：总量超预期，结构仍需改善》 2023.09.11
- 2 《8月通胀：CPI触底回暖，PPI同比改善》 2023.09.09
- 3 《8月外储：国际收支稳健，预计年内仍有降准降息》 2023.09.08

的崛起历史，在全球半导体行业相对低迷（当前全球半导体销售额处于周期底部）的阶段，更应积极加大资本开支，并积极通过收购、重组等方式吸收海外先进技术、设备和厂房等资源，通过吸收消化和自研创新推动半导体行业加速成长，缩小与领先国家的差距。特别是本轮由人工智能革命引领的科技革命方兴未艾，我国拥有庞大的终端市场和积极友好的政策环境，半导体行业的多点开花将成为我国人工智能行业发展的重要基石。

□ **风险提示**

人工智能技术发展不及预期；半导体下游需求不及预期等。

## 正文目录

<b>1 人工智能科技革命是第四次科技革命</b> .....	<b>5</b>
1.1 2010 年前后，新一轮科技革命开始孵化.....	5
1.2 科技革命爆发的标志是新一代科技成果开始广泛应用生产生活 .....	6
<b>2 人工智能科技革命的具体应用是机器人</b> .....	<b>8</b>
2.1 机器人是人工智能科技革命的最佳载体.....	8
2.1.1 用工成本上行的大背景下，机器替代人已经成为必然趋势 .....	8
2.1.2 人工智能加持下，广义机器人的应用能进一步提升生产效率 .....	8
2.1.3 机器人因其具有的移动和感知等性能，具备大规模应用于生产生活的条件.....	9
2.2 机器人具有广义机器人和狭义机器人两层含义.....	10
2.2.1 广义机器人将在生产生活领域广泛应用 .....	10
2.2.2 狭义机器人（人形机器人）有望成为人工智能科技革命的代表性产品.....	11
<b>3 人工智能科技革命基础设施是什么？</b> .....	<b>13</b>
<b>4 人工智能科技革命的“原材料”是半导体</b> .....	<b>17</b>
<b>5 风险提示</b> .....	<b>18</b>

## 图表目录

图 1: 人工智能与芯片、云计算、物联网等技术共同迭代升级.....	5
图 2: 2010 年之后, 机器学习算力增长明显加速, 2010-2022 年 12 年间增长了 100 亿倍.....	6
图 3: 人工智能是人类历史上第四次里程碑式的科技革命.....	7
图 4: 人工智能已经开始广泛应用于汽车、家居、家电等行业.....	7
图 5: 用工成本上升: 就业人员平均工资水平持续增长.....	8
图 6: 以特斯拉 Optimus 为例, 人形机器人感知、执行系统拆分.....	9
图 7: 特斯拉人形机器人: 从概念到原型机落地.....	11
图 8: 特斯拉机器人展示了行走、挥手、摇摆等动作.....	11
图 9: 数据、算力和算法是推动 AI 技术迭代和商业化落地的关键.....	13
图 10: 数据决定了生成式 AI 的性能和应用效果.....	14
图 11: 2022 年 GPU 芯片占中国人工智能芯片 89% 份额.....	15
图 12: 人类反馈强化学习的突破推动通用人工智能发展.....	15
图 13: 2021 年各国算力指数及排名.....	15
图 14: 2021 年各国算力发展水平涨幅 (%).....	15
图 15: 我国智能算力不断增长.....	16
图 16: 我国通用算力快速发展.....	16
图 17: 半导体产业链.....	17
图 18: 2021 年全球半导体产业链地域分布格局.....	18
表 1: 工业机器人、服务机器人、特种机器人对比.....	10
表 2: 国内外代表性人形机器人进展及特点.....	12

## 1 人工智能科技革命是第四次科技革命

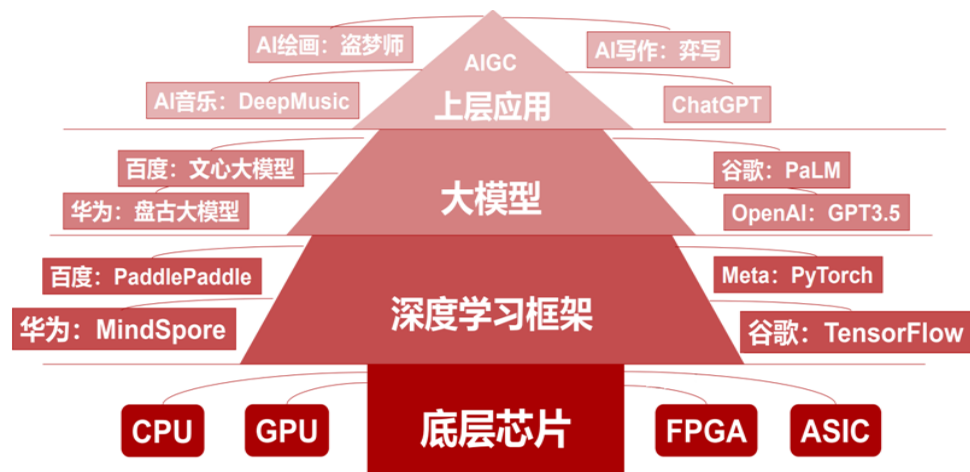
我们认为，人工智能科技革命是第四次科技革命。科技革命爆发的标志就是新一代科技成果开始广泛应用生产生活，解放生产力、发展生产力，提高全要素生产率。人工智能的发展将极大地替代人类重复的脑力劳动，重塑人和机器的关系，进一步解放人类的创造力，增加闲暇时间，扩宽人们生活休闲娱乐方式，社会面貌有望发生翻天覆地的变化。

### 1.1 2010 年前后，新一轮科技革命开始孵化

实际上在 2010 年前后，随着芯片、云计算、物联网等技术的不断发展，人类收集和處理大数据的能力极大地提高，算力大幅提升、算法不断改善，人工智能科技革命已经开始孵化、孕育和成长，ChatGPT 版本的快速迭代、智能驾驶技术的不断进步以及人形机器人雏形的出现等等一系列现象都是人工智能科技革命的缩影，我们已经可以预见到人工智能技术广泛地应用于生产生活的可能性。

随着芯片、云计算、物联网等技术快速发展，2010 年前后，人工智能科技革命开始孵化、孕育和成长，几项技术之间相互促进、不断迭代，使得超大规模的数据收集、信息处理和模型训练等过程变成现实。

图1：人工智能与芯片、云计算、物联网等技术共同迭代升级

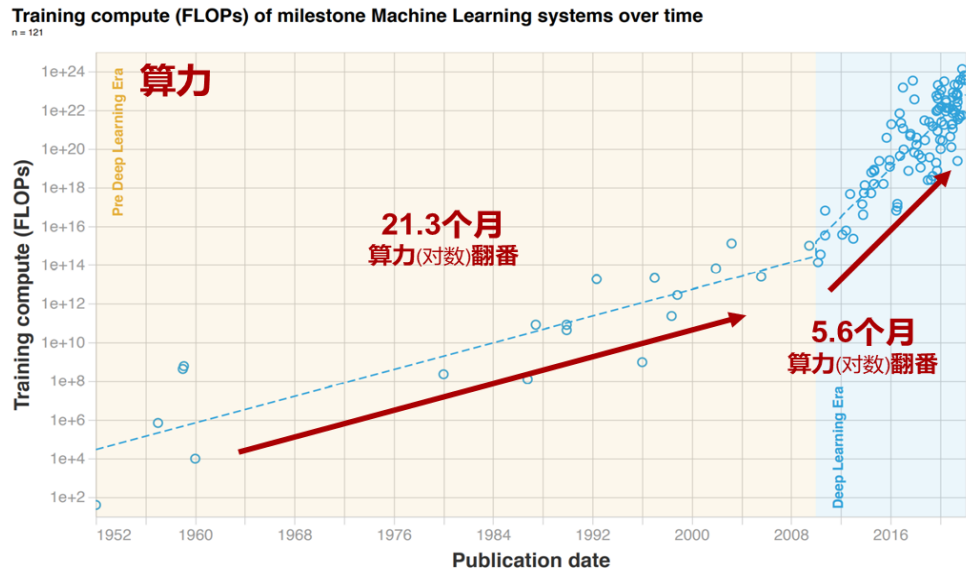


资料来源：浙商证券研究所整理

芯片是人工智能的“心脏”。人工智能芯片指的是针对人工智能算法做了特殊加速设计的芯片，可以处理人工智能应用中的大量任务，最早诞生于 2008 年，以英伟达重要的 AI 芯片 Tegra 芯片诞生为标志。2010 年，IBM 首次发布类脑芯片原型模拟大脑结构，该原型具有感知认知能力和大规模并行计算能力，芯片领域实现重大突破。

深度学习是目前实现人工智能的主流方法，即通过使用归纳和综合等手段使计算机具有智能，其应用遍及人工智能的各个领域，于 2012 年进入技术爆发期。2006 年，大规模深度神经网络学习的可能性首次被验证，随后在 2012 年，深度神经网络因错误率较低在比赛中脱颖而出，行业进入爆发期。

图2：2010年之后，机器学习算力增长明显加速，2010-2022年12年间增长了100亿倍



资料来源：Parameter, Compute and Data Trends in Machine Learning by Jaime Sevilla (2021)，浙商证券研究所整理

大模型是基于深度学习的人工智能网络模型，于2014年进入发展期。2014年，被誉为21世纪最强大算法模型之一的对抗式生成网络诞生，标志着深度学习进入了生成模型研究的新阶段。2018年，预训练（pre-trained）大模型成为自然语言处理领域的主流。大模型能够大幅缩减特定模型训练所需要的算力和数据量，缩短模型开发周期，还能得到更好的模型训练效果。

云计算是人工智能的基础计算平台，帮助人工智能实现应用落地，于2009年进入快速完善期。人工智能则不仅丰富了云计算服务的特性，更让云计算服务更加符合业务场景的需求，并进一步解放人力，催生了如AI绘画、AI写作等等的应用。2009年开始，云计算种类增多、功能逐步完善，相关企业通过兼并收购不断扩大规模，加速云计算市场的扩张。进入2010年后，云计算广泛推广，人工智能的研究人员可以通过云计算借助大量CPU和GPU进行混合运算。

另外，数据中心和新型电力系统也是人工智能发展的必要条件。深度学习需要大量的数据传输和运算，背后需要强大的电力支撑。由于需要大规模接入信息，电力结构、电力设备以及数据交互更加复杂繁多，调度等系统核心业务面临的不确定性问题日渐凸显。因此，支撑人工智能的数据传输和运算需要庞大的电力支撑，才能在较为特定的场景中进行相关的工作。此外，通过深度学习算法可以降低人工智能技术自身在数据中心运行、模型开发过程中的碳排放，从而辅助构建新型的电力支撑系统，实现“双碳”目标。

## 1.2 科技革命爆发的标志是新一代科技成果开始广泛应用生产生活

科技革命爆发的标志就是新一代科技成果开始广泛应用生产生活，解放生产力、发展生产力，提高全要素生产率。

第一次科技革命是以蒸汽机技术为基础的革命，以瓦特的蒸汽机诞生为标志，其广泛应用于生产生活发生于1830年，英国棉纺织业基本实现了以蒸汽机为动力的机器大工业，从

而大面积提高机器的工作效率。第二次科技革命是以电力技术为基础的电气革命，以内燃机和电气机械的出现为标志，内燃机等推动了钢铁、石油开采、石化工业和精密仪器仪表工业的发展，电话、家用电器大规模进入家庭。第三次科技革命是以计算机技术为基础的信息技术革命，以家用计算机和互联网为载体并在短时间内呈现出在企业 and 居民端快速渗透的特征，迅速提升了经济效率，即“互联网革命”。

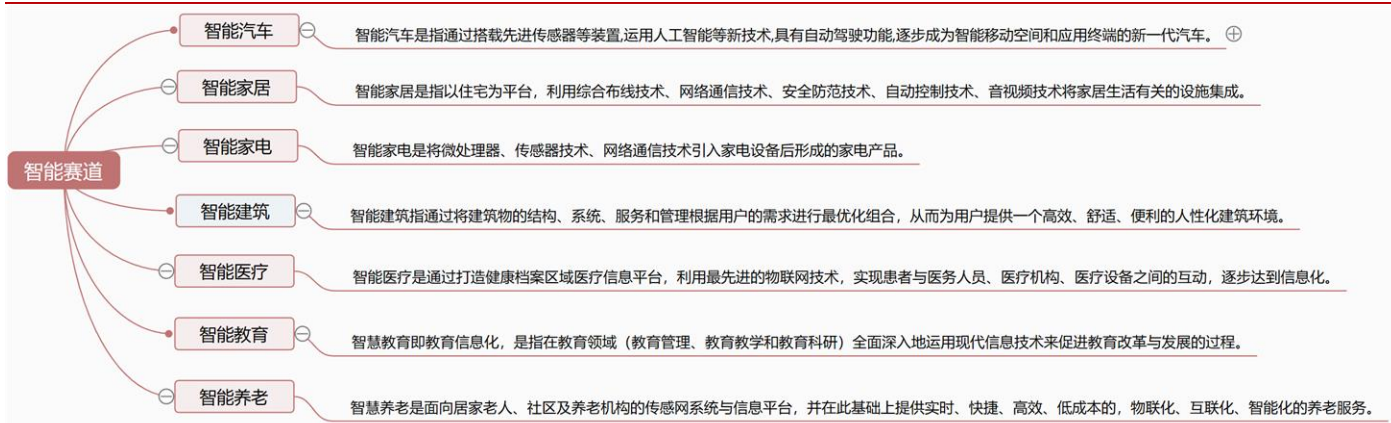
图3: 人工智能是人类历史上第四次里程碑式的科技革命

	时代	主要标志	对生产生活产生的深刻影响	代表公司
工业革命 1760s~1850s	蒸汽时代	蒸汽机发明及广泛应用	蒸汽动力替代手工劳动力，生产方式机械化，居民出行半径拓宽，开启城市化进程	
电气革命 1870s~1920s	电气时代	电力的发明及广泛应用	电力、内燃机的推广进一步提高了生产力，家用电器极大地提高了生活水平，电话的发明极大地提高了通讯效率	SIEMENS, GE, AT&T, Ford
信息技术革命 1950s~2000s	信息时代	电子计算机和互联网的广泛应用	计算机的发明使得科技革命从体力替代迈入脑力替代，互联网极大地降低了信息获取成本，全球化进程加速，居民生活水平大幅改善	Microsoft, Chrome, Apple, Facebook
人工智能革命 2010s~	智能时代	ChatGPT等AIGC及智能机器人的广泛应用	人工智能将在很大程度上替代重复的脑力劳动，进一步解放人的生产力和创造力，智能机器人的广泛应用将进一步提高生产效率，拓宽人们生活休闲娱乐方式	OpenAI, TESLA

资料来源：浙商证券研究所整理

第四次科技革命将再一次提高全要素生产率。人工智能将广泛地、深刻地改变各行各业。当前人工智能已经开始应用于汽车、家居、家电、建筑、医疗和教育等诸多方面。在可预见的未来，人工智能将在更多领域实现广泛的应用。

图4: 人工智能已经开始广泛应用于汽车、家居、家电等行业



资料来源：浙商证券研究所整理

## 2 人工智能科技革命的具体应用是机器人

机器人将成为人工智能科技革命的具体应用和最佳载体，这里包括广义机器人和狭义机器人两层含义。广义机器人即具有一定脑力或体力的机器，可以取代或帮助人类完成人类不想或不能完成的工作，如无人驾驶车、扫地机器人等；狭义机器人（人形机器人）是指一种拥有人形外观、具备人类特征，以代替或辅助人类工作的机器人产品。

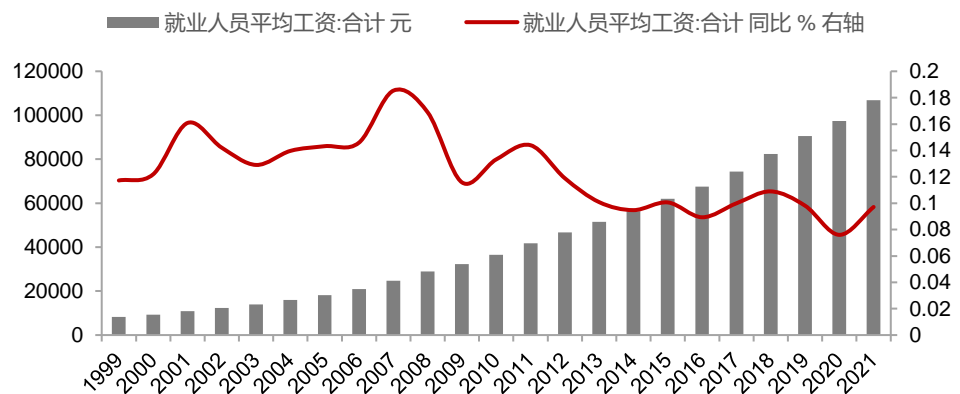
### 2.1 机器人是人工智能科技革命的最佳载体

我们认为，机器人将成为人工智能科技革命的具体应用和最佳载体。其一，从客观规律上来看，在人口老龄化、劳动力短缺、用工成本上行的时代背景下，机器替代人已经成为必然趋势。其二，从主观能动性上来看，科技革命成果的体现方式之一就是通过机器完成人类不想和不能完成的工作，切实提高生产效率，在人工智能技术加持下，传统的机器将被赋予大脑，进而成为广义机器人。其三，机器人因其具有的移动和感知等性能具备大规模应用于生产生活的条件，尤其是人形机器人可以自然地适应目前人类所处的环境，极有可能成为第四次科技革命的代表性产品，类似于第二次科技革命的电器或者第三次科技革命的电脑和手机。

#### 2.1.1 用工成本上行的大背景下，机器替代人已经成为必然趋势

从客观规律上来看，在人口老龄化、劳动力短缺、用工成本上行的时代背景下，机器替代人已经成为必然趋势。当前人口老龄化问题严峻，全球 65 岁及以上人口的增长速度超过年轻群体。《世界人口展望（2019 年修订版）》的数据显示，到 2050 年，全世界每 6 人中，就有 1 人年龄在 65 岁（16%）以上，而这一数字在 2019 年为 11 人（9%）；到 2050 年，在欧洲和北美，每 4 人中就有 1 人年龄在 65 岁或以上。人口老龄化所带来劳动力短缺和劳动成本上升，会驱动一个国家更多地将人工智能技术应用于经济生产，机器代替人在此背景下成为必然趋势。

图5：用工成本上升：就业人员平均工资水平持续增长



资料来源：国家统计局，浙商证券研究所

#### 2.1.2 人工智能加持下，广义机器人的应用能进一步提升生产效率

人工智能加持下，机器人可以替代人来完成人类不想和不能完成的工作，从而提升全要素生产率。在应用场景中，机器人可以替代人来完成人类不想和不能完成的工作。其中人类不想完成的多为负重或重复性的工作。例如黑灯工厂，又称智慧工厂，即从原材料到最终成品，所有的生产、存储、搬运和检测环节无需人工操作，主要由智能机器人或自动



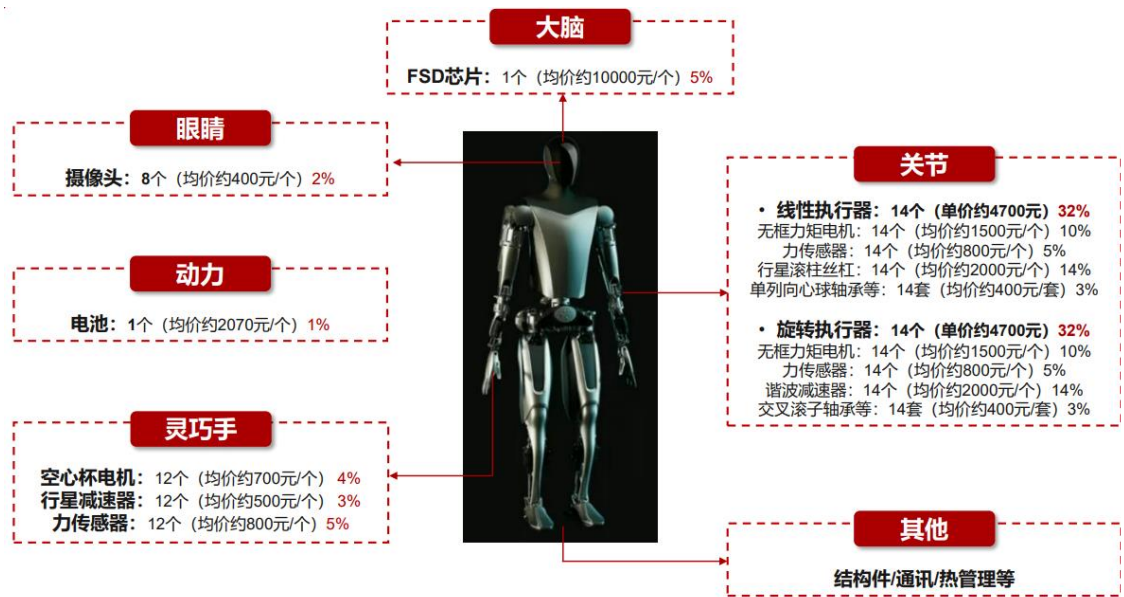
化设备按照软件系统的指令自行完成。黑灯工厂的自动化车间较传统车间总体生产效率提升 79%，生产运营成本降低 34%，能源利用率提升 17%，大大提高了生产效率，有利于制造业智能化进程的加速实现。人类不能完成的**多为高危工作，例如涉及辐射、高压、消防救援等危险场景的工作**。智能消防救援机器人接到指令后可以进入火场内部，代替消防战士完成危险环境下的侦查作业，其的激光雷达可以实时扫描周围环境，接收现场声音，通过相机获取现场实时画面，利用红外探测生命体征，将火情和被困人员位置发送给消防员。整体来看，机器人在替代人类完成工作的过程中，不仅实现了对劳动力的代替，也减少了不必要的人员伤亡，从而提高生产效率。

### 2.1.3 机器人因其具有的移动和感知等性能，具备大规模应用于生产生活的条件

机器人因其具有的**移动和感知等性能，具备大规模应用于生产生活的条件**。首先，机器人具备的体力和脑力功能，能够更好的移动、接收信息、完成和人的交互，人类也无需刻意学习机器人的语言来完成人和机器之间的沟通；其次，机器人自由度和灵活度更高，比其他形态能够更好的适应人类所处的环境从而顺利实施工作，这是由于当前生产生活中所有场景是根据人类的**身体特征来设计的**，无需改变场景就可以使机器人在现有场景中完成相应的工作；再次，机器人可以根据视、听、触等功能自主完成工作，形成工作循环。因此，能够完成接收信息、实施工作及自主工作的工作闭环的最佳形态是**人形机器人**。

此外，**机器人衍生出的数字孪生可以反哺人工智能促使技术更新迭代**。数字孪生，是通过对物理世界的所有要素数字化，在网络空间再造一个与之对应的“虚拟世界”，利用数字化方式为物理对象创建虚拟模型，由此来模拟其在现实环境中的行为。数字孪生反哺 AI 大模型，生成数据供以 AI 模型训练。不同于金融等其他行业，工业场景相对来说数据样本量较小，AI 训练相对困难，在此背景下，机器人衍生出的工业数字孪生可以通过仿真的方式生成大量数据帮助 AI 模型深度优化，从而更好地使 AI 应用于已知工业场景。

图6：以特斯拉 Optimus 为例，人形机器人感知、执行系统拆分



资料来源：2022 特斯拉 AIDay，浙商证券《人形机器人：聚焦“具身智能”，产业化提速》

## 2.2 机器人具有广义机器人和狭义机器人两层含义

据国际标准化组织（ISO），机器人是具有一定程度的自主能力，可在其环境内运动以执行预期任务的可编程执行机构。广义机器人一般指自动化控制机器，即有体力或脑力能力，拥有代替人的部分功能。狭义机器人指一种拥有人形外观、具备人类特征，以代替或辅助人类工作的机器人产品。在人工智能科技革命的进程中，广义机器人和狭义机器人都将得到极大发展和推广。

### 2.2.1 广义机器人将在生产生活领域广泛应用

广义机器人一般指自动化控制机器，即有体力或脑力能力，拥有代替人的部分功能。

在分类上，中国电子学会将机器人划分为工业机器人、服务机器人和特种机器人三类。其中工业机器人在汽车、电子、金属制品、塑料及化工产品等行业已经得到了广泛的应用，一般用于制造业生产环境，比如机床机器人、搬运机器人、焊接机器人等；而服务机器人应用场景和服务模式正不断拓展，推动市场规模逆势增长，服务机器人一般用于生活等非制造业环境，例如家用清洁机器人、餐饮服务机器人、医疗服务机器人等；现阶段，考虑到我国在应对自然灾害和公共安全事件中，对特种机器人有着相对突出的需求。中国电子学会发布的《中国机器人产业发展报告（2022年）》预计，2022年，全球机器人市场规模将达到513亿美元，2017至2022年的年均增长率达到14%。其中，工业机器人市场规模将达到195亿美元，服务机器人达到217亿美元，特种机器人超过100亿美元。整体来看，全球机器人应用场景不断拓展，已经大致覆盖汽车制造、电子制造等领域。

2021年机器人安装量创历史新高，机器人产业迎来升级换代、跨越发展的窗口。当前，新一代信息技术、生物技术、新能源技术、新材料技术与机器人技术加快融合，机器人产业发展日新月异，新技术新产品新应用层出不穷，新生态加速构建，为推动全球经济发展、造福人类提供更好的服务。2020年之后，各行业使用机器人的意愿进一步提升，全球机器人产业发展按下“快进键”，机器人产业迎来升级换代、跨越发展的窗口。据IFR统计，2021年，全球机器人市场规模持续扩大，工业机器人市场强劲反弹，安装量创下历史新高，服务机器人和特种机器人持续高速发展、创新活跃，有力促进全球经济的回暖。

表1：工业机器人、服务机器人、特种机器人对比

	工业机器人	服务机器人	特种机器人
特点	(1) 精度较服务机器人高 (2) 通过执行明确的程序进行重复性工作	(1) 精度相对较低 (2) 形态多样，模仿人类能力	(1) 精度相对较低 (2) 形态单一，处理危险任务居多
应用领域	代替人类执行危险任务，焊接、搬运、喷涂、装配、磨削等	主要协助人类工作，医疗，餐饮，酒店，物流等	涵盖医疗和军事等领域
形态典型	单臂机器人、双臂机器人、移动机器人、固定机器人	人形机器人、车型机器人、无人机、智能家居	一般具有躯干、头部
主要制造商	瑞典 ABB、日本 Fanuc、日本安川电机、德国库卡等	科沃斯、美国 iRobot、海康等	波士顿动力、Festo、VideoRay、Soil 等

示意图



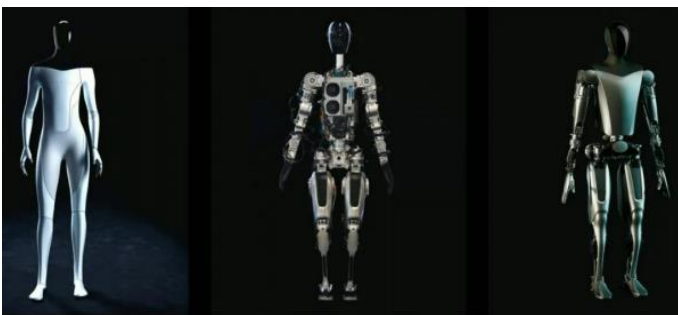
资料来源：ABB、Fanuc、安川电机、德国库卡、科沃斯、iRobot、海康、波士顿动力、Festo、VideoRay、Soil 公司官网，浙商证券研究所整理

### 2.2.2 狭义机器人（人形机器人）有望成为人工智能科技革命的代表性产品

狭义机器人多指同时具有体力和脑力能力的人形机器人，是人工智能、集成电路、新材料、先进制造等前沿技术系统集成化的产品。

当前海内外人形机器人的发展均处于中早期，且由于体力和脑力能力相关技术方面亟待提升，成本难以快速降低，暂时未得到大面积的普及运用。在国际上，人形机器人的技术研发以企业实验室为主，根据适用的工作环境，人形机器人分三大梯队。其中第一梯队是体力和脑力能力方面都有较强的技术支持，以美国的波士顿动力和特斯拉为代表；第二梯队是同时具备体力和脑力能力，但多数应用在非野外环境的人形机器人，以日韩为代表；第三梯队是仅适用于平滑路面的机器人。在国内，人形机器人的研究设计以高校实验室为主，此外也包含研究机构和高科技公司。目前国内在基础器件、新材料与新结构、控制理论、识别算法、智能理论等方面已经取得重要进展，各类专业机器人已经广泛应用于工业、医疗、农业、服务等领域。2023年8月17日，世界机器人大会现场发布《中国机器人技术与产业发展报告》，报告显示，我国机器人产业总体发展水平稳步提升，应用场景显著扩展，核心零部件国产化进程不断加快，协作、物流、特种机器人等产品优势不断增强，创新型企业大量涌现。我国人形机器人有望率先应用于真实场景，占据市场先机。

图7：特斯拉人形机器人：从概念到原型机落地



资料来源：2022 特斯拉 AIDay，浙商证券研究所

图8：特斯拉机器人展示了行走、挥手、摇摆等动作



资料来源：2022 特斯拉 AIDay，浙商证券研究所

相较于广义机器人，狭义的人型机器人的主要应用领域是在医疗和教育领域。当前人形机器人处于发展早期，在技术上仍存在软件与硬件相关瓶颈，暂时还不能更高效地帮助人类完成各种服务。但未来在人工智能相关技术的加持下，算法对机器人运动能力的控制、算法与硬件的匹配度等都有望提升。例如在机器人任务层，语音大模型对于机器人任务描述、分解、代码编程的作用有望改善，在实时控制层，人工智能大模型有望加速仿真虚拟训练，快速实现算法迭代，并扩大算法多场景处理能力。

表2: 国内外代表性人形机器人进展及特点

机器人	ASIMO	Altas	Walker	GingerXR-1	Ameca	CyberOne	Optimus	GR-1
厂商	本田	波士顿动力	优必选	达闼	Engineered Arts	小米	特斯拉	傅里叶
国家	日本	美国	中国	中国	英国	中国	美国	中国
发布时间	2000年	2013年	2016年	2019年	2021年	2022年	2022年	2023年
产品特点	实现小跑、单跳、上下楼梯以及踢足球等系列复杂运动	高动态的运动性能，能做高难度运动动作	突破了波动地形上的自平衡，力位混合控制，不平整地面行走等技术	具备抓取负载能力，能完成端茶倒水、穿针引线等高难度复杂工作	实现人类面部表情的高度模仿，但运动功能非常有限	可感知人类情绪，视觉敏锐，可对真实世界三维虚拟重建	具有自由行走和自我组装的能力；可以在不同的环境中自主导航	采用自研FSA高性能一体化执行器，拥有强大且灵活的运动性能
进展	其高昂的价格导致未进行商业化	很难找到成熟的市场落地场景	已实现成本控制以及稳定量产交付	可规模化量产	还不具备量产能力	还不具备量产能力	24年底量产	一两年内实现量产交付

示意图



资料来源: 本田、波士顿动力、优必选、达闼、Engineered、Arts、小米、特斯拉和傅里叶官网, 浙商证券研究所整理

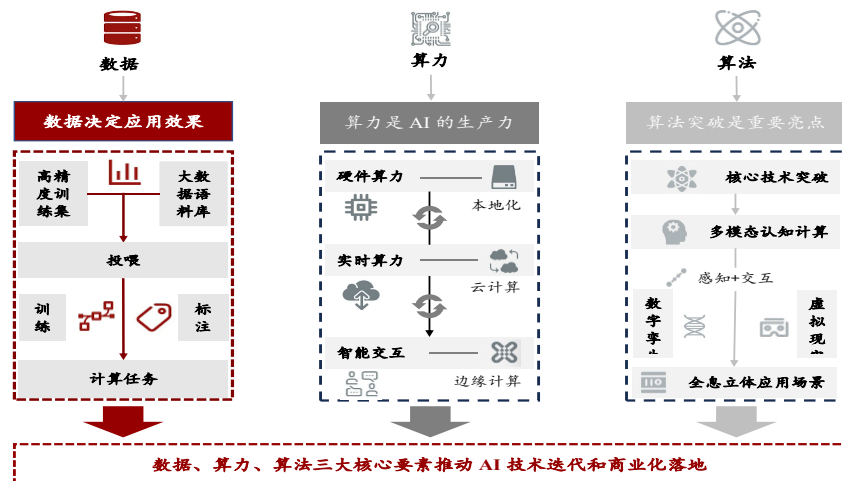
### 3 人工智能科技革命基础设施是什么？

**AIGC 开启人工智能新纪元。**罗马非一日建成，人工智能行业也并非新生事物。中国科学院院士谭铁牛表示，1956 年夏，麦卡锡、明斯基等科学家在美国达特茅斯学院开会研讨“如何用机器模拟人的智能”，首次提出“人工智能（Artificial Intelligence，简称 AI）”这一概念，标志着人工智能学科的诞生，自此近 70 年的历程中，人工智能行业不断发展，初期主要在于发展理论和用于文本识别、图像识别的感知式 AI，1960s 分析式 AI 开始以逻辑推理、数据挖掘等方式出现，1970s 开始出现决策性 AI 进行智能决策，1980s 后机器学习开始演进，其背后的向量机、神经网络、决策树等算法快速发展，同时在这一阶段芯片算力在硬件领域的大幅度提升，也为人工智能行业发展推波助力。进入 2010s，伴随着大数据、云计算和物联网等产业快速发展，人工智能行业在数据量、计算量、存储量和算力需求上以指数级增长，“量变”推动“质变”，生成式 AI（AIGC）得以出现，2023 年 ChatGPT 的发布进一步引爆了各界对生成式 AI 的关注，人工智能行业进入新纪元。

**人工智能基础设施是推动行业发展的重要力量，AIGC 科技革命对基础设施的要求进一步提升。**从人工智能行业的发展历程来看，理论突破固然重要，但更重要的是在数据量、存储量、计算量、算力等硬件层面的提升，早期以规则导向的感知式 AI 和分析式 AI 随着硬件水平的提升和算法层面的突破，实现了机器学习到深度学习的快速发展和应用，人工智能行业取得长足进步，2023 年 ChatGPT 引爆了新一轮 AIGC 科技革命，也使得我们可以对未来“自主学习”的超人工智能阶段一窥究竟。以 ChatGPT 为例，它需要以大量数据训练和海量存储需求为支撑，在多模态和大模型基础上，依赖巨大算力基础为用户提供持续性的服务，可以完成聊天、写邮件、编辑视频脚本、写文案、翻译和写代码等服务。

可以看到，考虑 AIGC 的背后需要多模态认知、大模型、海量数据、实时计算、智能交互与硬件算力等支撑，对科技基础设施的要求也将进一步提升。早在 ChatGPT 问世前，美欧等发达经济体早已开始布局，根据中国信通院《人工智能基础设施发展态势报告（2021 年版）》，2021 年 7 月，美国国家科学基金会计划投资 2.2 亿美元新建 11 个国家人工智能研究中心，覆盖人工智能和高级网络基础设施、人机交互与协作等研究领域；2020 年 2 月，欧盟委员会提出超过 40 亿欧元的“数字欧洲计划”来支持高性能计算和量子计算，包括边缘计算和人工智能、数据和云基础设施。我们预计，随着本轮人工智能科技革命的发展，相关基础设施的发展也将加速。

图9：数据、算力和算法是推动 AI 技术迭代和商业化落地的关键



资料来源：浙商证券研究所整理

人工智能产业发展的关键在于数据、算力和算法三大要素。本轮人工智能科技革命，从其技术演化和迭代到商业应用，关键在于数据、算法和算力三大领域的发展：

- 数据决定了生成式 AI 的性能、泛化能力和应用效果，在数据收集阶段需要从不同数据源（音频、视频、图像等）获取数据，通过人工或者半自动方式对原始数据进行标注，按照数据类型与需求进行数据清洗，然后根据算法需要进行存储，以备后续训练和测试使用。一言以蔽之，人工智能进行“反馈响应”的基础是数据，“投喂”数据的质量决定了其表现效果和泛化能力。

图10: 数据决定了生成式 AI 的性能和应用效果

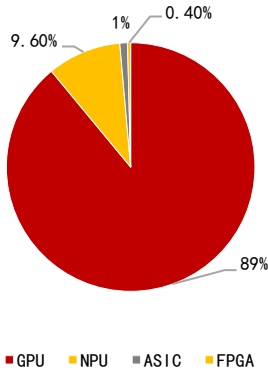
数据收集	<p><b>【定义】</b>通过爬虫、API接口、数据采购等方式，从不同的数据源中获取数据，例如文本、图像、视频、音频等。</p> <p><b>【特点】</b>数据来源：1) 公共数据库(API接口等)；2) 企业自行收集(爬虫、问卷、访谈等)；3) 第三方数据供应商采购；4) 经授权的客户数据；5) 平台模拟生成数据。</p>
数据标注	<p><b>【定义】</b>人工或半自动对原始数据进行标注，包括分类、语义分割(图像背景、物、人)、目标检测标注(边界框、关键信息)、序列标注(序列数据文本音频中，类别、实体、关键字等)。</p> <p><b>【特点】</b>1) 无监督学习无需数据标注，部分简单数据，机器学习平台可自动化标注；2) 监督学习仍需标注数据；3) 专业领域、图像等复杂数据基本仍需人工标注。</p>
数据清洗	<p><b>【定义】</b>根据数据类型和需求，进行缺失值处理、异常值处理、噪声处理、重复数据处理、数据格式转换等。</p> <p><b>【特点】</b>减少错误和不准确数据对模型的干扰，提高模型准确性和可靠性。</p>
数据存储	<p><b>【定义】</b>将机器学习算法需要用到的数据保存到磁盘或内存中，以便后续的训练、测试和预测。</p> <p><b>【特点】</b>数据分为训练集(约60%)、验证集(约20%)、测试集(约20%)；需要选择合适的数据格式存储，不同格式会影响读取速度、空间占比等；大规模数据集需要进行分割后存储。</p>

资料来源：浙商证券研究所整理

- 算力是人工智能的生产力基础。算力是人工智能的生产力基础，是实现人工智能产业化的核心。算力是通过对信息数据进行处理，实现目标结果的计算能力，其关联技术包括数据中心、分布式计算、边缘计算和高性能计算，与之对应的是对不同类型芯片的需求。根据 IDC 发布的《中国人工智能算力发展评估报告(2022-2023)》，2022 年我国人工智能芯片市场 89%是 GPU 芯片，NPU、ASIC 和 FPGA 分别占 9.6%、1.0%和 0.4%。随着人工智能科技革命的发展，面对数据攀升、算法和模型领域的突破，“大脑”需要尽可能快速、精准地处理大量数据或执行复杂的指令，这将对 AI 算力提出更高的要求。
- 算法突破推动通用人工智能发展。ChatGPT 引爆新一轮人工智能科技革命，关键在于“通用人工智能”的出现，这是多模态和大模型算法的胜利，本次算法的突破体现在大模型（当模型规模超过某个阈值后，对于通用任务的效果显著提升，也称为涌现能力）、人类反馈强化学习（能够凭借强化学习的方式不断优化人类反馈的语言模型）、思维链（该算法使得模型生产推理路径，并在敏感话题方面避免无法回答的问题）、无监督学习（可以在无人工标注的条件训练，数据更多、成本更低、模型返回能力更强）等方面，本轮算法突破是生成式 AI 出现和通用人工智能发展的重要基石。

图11: 2022年GPU芯片占中国人工智能芯片89%份额

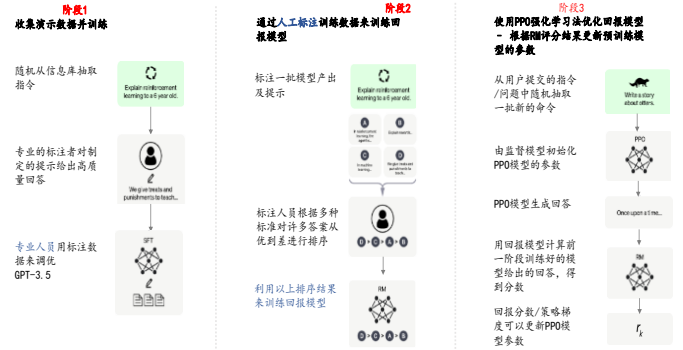
2022年中国人工智能芯片市场规模占比



资料来源: IDC, 浙商证券研究所

图12: 人类反馈强化学习的突破推动通用人工智能发展

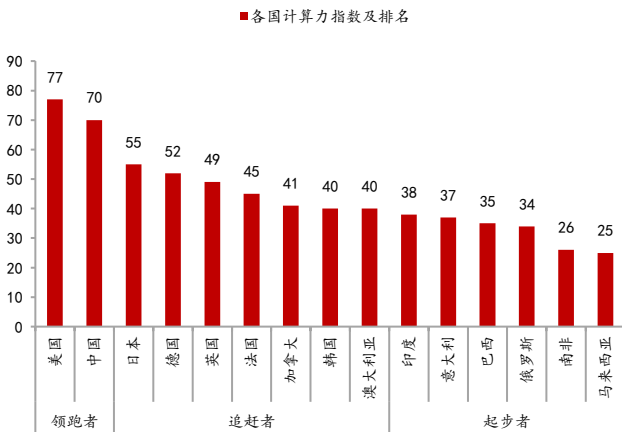
人类反馈强化学习 (RLHF) 学习机制



资料来源: OpenAI, 浙商证券研究所

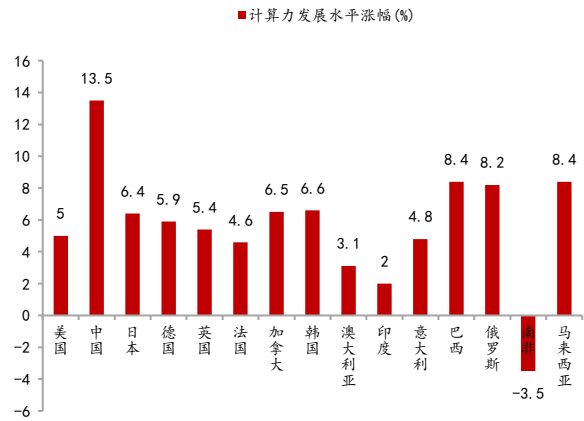
云计算、物联网和算力支持是人工智能基础设施。考虑数据、算力和算法三大要素之间的关系, 人工智能技术迭代与演进的历程对相关基础设施的需求提升, 我们认为, 云计算、物联网和算力支持是人工智能基础设施, 是未来推进我国人工智能行业发展的核心方向。

图13: 2021年各国算力指数及排名



资料来源: IDC《2021-2022年全球算力指数评估报告》, 浙商证券研究所

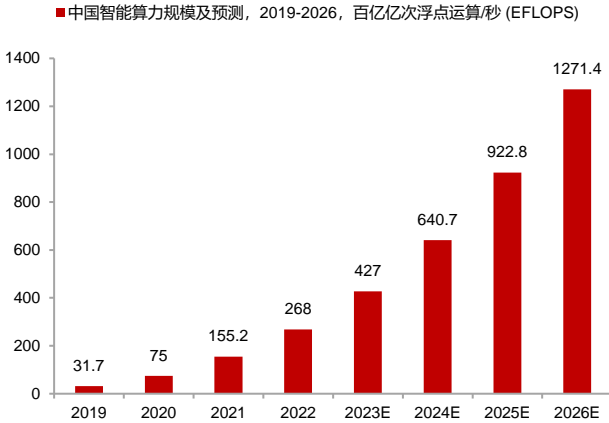
图14: 2021年各国算力发展水平涨幅(%)



资料来源: IDC《2021-2022年全球算力指数评估报告》, 浙商证券研究所

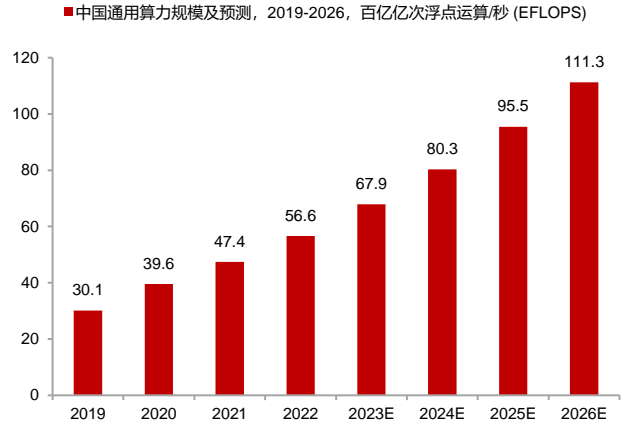
- 1) 算力支持: 我国算力水平处于全球前列, 根据 IDC、浪潮信息、清华全球产业院联合发布的《2021~2022 全球算力指数评估报告》, 我国算力指数达到 70, 排名全球第二, 仅落后于评分 77 的美国, 算力发展水平涨幅达到 13.5%, 印证我国算力发展较快。根据 IDC 发布的《中国人工智能算力发展评估报告 (2022-2023)》, 未来我国算力规模仍将保持高速增长, 预计 2026 年智能算力和通用算力规模将分别达到 1,271.4 (EFLOPS) 和 111.3 (EFLOPS)。具体来看, 芯片领域我国仍面临 GPU 的对外依赖和自研瓶颈, 服务器我国领跑全球, 未来关注绿色发展; 计算架构仍需进一步技术创新的支撑。

图15: 我国智能算力不断增长



资料来源: IDC, 浙商证券研究所

图16: 我国通用算力快速发展



资料来源: IDC, 浙商证券研究所

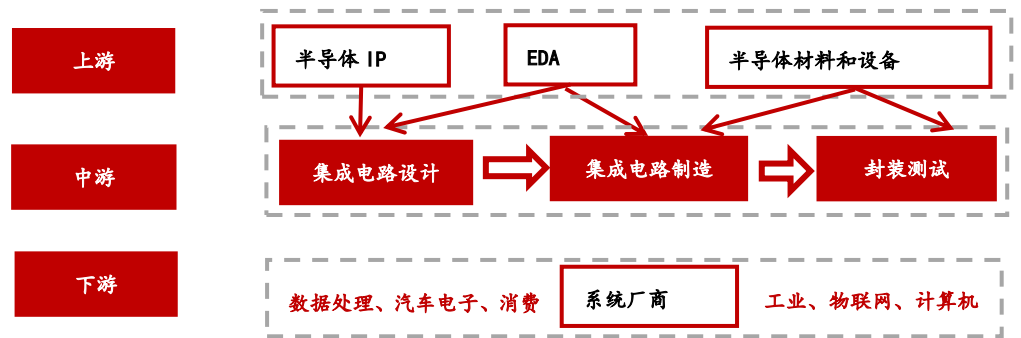
- 2) 云计算: 云计算是一种基于互联网、通过共享软硬件资源向用户提供大量计算资源和应用程序统一管理和调动的资源池, 以此实现资源最大化并降本增效。最常见的三种云计算服务方式是软件即服务 (SaaS), 平台即服务 (PaaS) 和基础设施即服务 (IaaS), 由于人工智能技术迭代和演进产生的巨量算力需求, 云计算需求显著增加, 此外随着人工智能商业应用未来的广泛扩展, 云计算的需求也将进一步提升。
- 3) 物联网: 物联网是一个由相互关联的计算设备、机械和数字机器、物体、动物或人组成的系统, 能够通过网络传输数据, 而不需要人与人或人与计算机的互动, 从而实现“万物互联”的状态, 全面感知、可靠传递、智能处理和人工干预最少, 是物联网独特而又重要的四大特征。在万物互联的基础上, 与物联网的结合是实现人工智能广泛应用于生产生活的关键。以人工智能农业为例, 通过各类温度传感器、湿度传感器、光传感器、CO2 传感器等物联网设备, 将农业涉及的温度、湿度、光照、土壤养分等数据进行记录和收集, 依赖人工智能进行决策, 做出增补水分、调升温度和增减光照等反馈, 进而服务于农业生产。2021 年我国发布的《物联网新型基础设施建设三年行动计划 (2021-2023 年)》明确提出, 致力于到 2023 年底在国内主要城市初步建成物联网新型基础设施, 社会现代化治理、产业数字化转型和民生消费升级的基础更加稳固。



## 4 人工智能科技革命的“原材料”是半导体

人工智能引领新一轮科技革命，关键“原材料”是半导体。结合人工智能三大要素数据、算法和算力，我们认为，人工智能科技革命的关键原材料在于半导体，算法的突破是建立在拥有超强计算能力的芯片基础上，通过大数据“投喂”得以发现了大模型的“涌现能力”，大数据的存储和调用也是建立在不断迭代的存储设备之上，需要半导体产业不断技术迭代满足存储需求；而算力需求提升本身就对应着芯片技术和性能的提高。因此，综合来看，我们认为，本轮由人工智能引领的新一轮科技革命，关键“原材料”是半导体。

图17： 半导体产业链



资料来源：中国电子信息产业发展研究院，浙商证券研究所整理

人工智能发展需要半导体产业的全面支持。半导体产业链包含上中下游，上游包括四部分：EDA、IP核、半导体材料和半导体设备；中游可分为设计、制造和封测三大环节，包含集成电路（IC）、传感器、光电子器件和半导体分立器件四大产品；下游广泛应用于消费电子、汽车电子、医疗、通信技术、人工智能、物联网、新能源和工业电子等领域。从人工智能行业发展角度来看，需要半导体产业的全面支持，上游关注半导体材料的突破和半导体设备的创新；中游关注后摩尔定律时代，半导体设计、制造和封测技术路径的提升和创新；下游则在于发展人工智能，并拓展人工智能应用场景，推动半导体产业发展。

中游可以视为核心产业链，包括设计、制造和封测三个环节。设计环节主要指根据终端客户需求设计出相应的电路图，并最终输出版图供晶圆制造企业使用，在设计电路中使用自动设计软件EDA，部分设计还需要使用授权的IP核。制造环节指由晶圆制造厂完成的前道工艺，包括氧化/扩散、光刻、刻蚀、离子注入、薄膜生长、清洗与抛光、金属化等七大工艺步骤，在制造过程中需要使用各类半导体前道设备和半导体材料。封测是封装与测试的简称，封测环节是指由封测厂完成的后道工艺，包括贴膜、磨片、贴片、划片、装片、键合、测试等，在封测过程中需要使用各类封装材料和半导体后道设备。

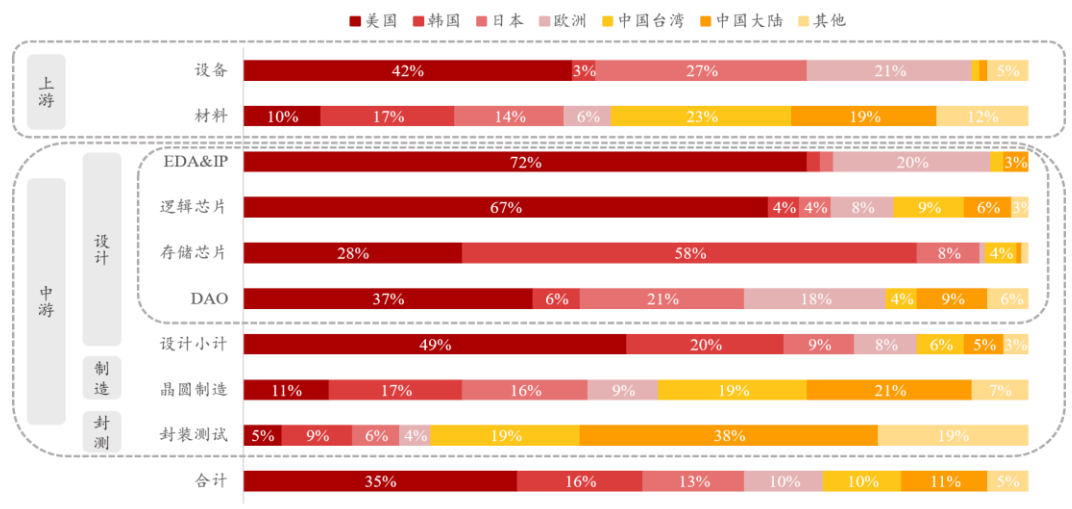
我国半导体设备仍待发展。半导体设备根据应用环节不同主要分为前道工艺设备(晶圆制造)和后道工艺设备(封装测试)两大类，细分又可以划分出百种不同的机台，占较大市场份额的主要有：光刻机、刻蚀机、薄膜沉积设备、离子注入机、测试机、分选机、探针台等。半导体设备方面，比如光刻机，目前高端光刻机(如 EUV 光刻机)被荷兰 ASML 公司垄断，中低端光刻机供应商有 Canon 和 Nikon 等，国产光刻机进展较慢，自主研发仍有很大空间。

推动我国人工智能行业发展，关键在于促进我国半导体行业多点开花。根据 SIA 最新数据，2021 年全球半导体产业链的区域分布主要集中在南美与亚太地区，其中美国市场份额占比最高，约占总市场的一半。韩国、日本、欧洲、中国台湾与中国大陆的市场份额分别占到 19%、9%、9%、8%与 7%。从产业链细分行业来看，不同国家/地区具有不同优势。半导体设备与半导体设计环节这类研发密集型细分行业主要由美国、韩国、日本和欧洲主导，半导

体材料这类资源密集型、以及半导体制造与封测等劳动密集型细分行业主要由中国台湾、中国大陆主导。关于我国人工智能行业的发展前景，我们认为，促进我国半导体行业多点开花较为重要，一方面利用在我国具备相对优势的封测等领域积极推进发展，缩小与海外半导体产品的差距；另一方面在中美博弈的大背景下，我国在半导体材料、设备及先进制造方面距离美欧日韩等国家仍有差距。

我们认为在新型举国体制的支持下，或持续加大对半导体科技创新的投入力度，缩小相关领域差距。结合日韩等国家半导体行业崛起历史，在全球半导体行业相对低迷（当前全球半导体销售额处于周期底部）的阶段，更应积极加大资本开支，并积极通过收购、重组等方式吸收海外先进技术、设备和厂房等资源，通过吸收消化和自研创新推动半导体行业加速成长，缩小与领先国家的差距。特别是本轮由人工智能革命引领的科技革命方兴未艾，我国拥有庞大的终端市场和积极友好的政策环境，半导体行业的多点开花将成为我国人工智能行业发展的重要基石。

图18：2021年全球半导体产业链地域分布格局



资料来源：SIA，浙商证券研究所

## 5 风险提示

**人工智能技术发展不及预期：**从技术层面来看，若人工智能基础设施建设不及预期，可能会拖累大模型训练进度；从市场层面来看，若 ChatGPT 等技术发展不及预期，人工智能相关产品渗透率未能持续提升、应用场景可能会受限，潜在市场规模较难充分释放；

**半导体下游需求不及预期：**半导体产业下游需求主要来自手机、电脑及其他消费电子产品。而消费电子是典型的可选消费品，其需求变动受经济景气的影响突出，因此半导体产业具备明显的顺周期属性，当前居民消费处于渐进修复阶段，消费电子产品需求可能不足从而使得半导体下游需求不及预期。

## 股票投资评级说明

以报告日后的6个月内，证券相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 买入：相对于沪深300指数表现 + 20% 以上；
2. 增持：相对于沪深300指数表现 + 10% ~ + 20%；
3. 中性：相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10% 之间波动；
4. 减持：相对于沪深300指数表现 - 10% 以下。

## 行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10% 以上；
2. 中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10% 以上；
3. 看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% 以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

## 法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

## 浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621)80108518

上海总部传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>