

景嘉微（300474）：军用人工智能战略兴起，公司迎来新机遇

——系列报告之二

2019年08月26日

强烈推荐/维持

景嘉微

公司报告

报告摘要：

1、美国军方提出利用 AI 保卫国家安全，引发全球 AI 军备竞赛。人工智能(AI)是一个快速发展的技术领域，也是这一轮科技革命和产业革命的关键力量，近年来备受关注。人工智能技术已经成为数字化转型的关键关键，对战略、作战和战术军事决策过程具有重大潜在影响。美国国防部(DoD)认为其正处于一场人工智能革命的前沿，这场革命可能会深刻改变其管理国防和发动战争的方式，制定了人工智能(AI)战略要求加速人工智能在军事领域应用，创造新时代的军事力量。当前已经建立了 JAIC 等组织，投资数十亿美元。同时 AI 也引起世界各国高度关注，其他国家纷纷推出 AI 国家战略，以抢占全球战略制高点。

2、我国政府将人工智能视为高度战略优先事项，相关底层半导体或成重点。我国认识到 AI 技术对全球军事和经济实力竞争至关重要，为抢占人工智能制高点，国务院关于印发《新一代人工智能规划》，要求到 2030 年达到世界先进水平，重点领域为类脑智能、自主智能、混合智能和群体智能等，AI 核心产业实现 1 万亿产值，拉动 相关产业 10 万亿；同时，我国应该在人工智能技术领域寻求自主地位，减少对国外技术的依赖。而人工智能的推广离不开硬件支持，我国目前半导体技术已经走到必须自主的阶段，人工智能底层硬件也必须自主。

3、景嘉微 GPU 及其与法国 KALRAY 公司合作芯片有望为我国军方人工智能服务。景嘉微公司作为国内 GPU 领导者，自主研发的 GPU 有望为我国的 AI 战略做出重要贡献。公司与法国芯片设计公司 KALRAY 进行合作，借助 KALRAY 公司的技术优势，实现弯道超车。景嘉微公司全资子公司长沙景美集成电路设计与法国 KALRAY 公司签署了合作协议，联合推进可编程通用芯片发展，有望助推人工智能在我国军工领域的应用。

财务指标预测

指标	2017A	2018A	2019E	2020E	2021E
营业收入(百万元)	306.25	397.22	578.05	851.06	1,115.09
增长率(%)	10.16%	29.71%	45.52%	47.23%	31.02%
净利润(百万元)	118.83	142.29	198.27	258.59	327.84
增长率(%)	12.86%	19.74%	39.35%	30.42%	26.78%
净资产收益率(%)	11.91%	6.43%	8.05%	9.51%	10.76%
每股收益(元)	0.44	0.53	0.66	0.86	1.09
PE	95.61	79.38	63.94	49.03	38.67
PB	11.40	5.73	5.15	4.66	4.16

资料来源：公司财报、东兴证券研究所

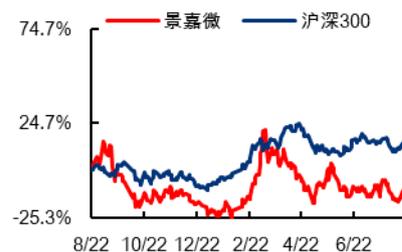
公司简介：

公司致力于信息探测、信息处理和信息传递领域的技术和综合应用，为客户提供高可靠、高品质的解决方案、产品和配套服务，是国内成功自主研发国产化图形处理芯片(GPU)并产业化的企业。公司主要从事高可靠电子产品的研发、生产和销售，产品主要涉及图形显控、小型专用化雷达和其他三大领域。

交易数据

52 周股价区间(元)	39.4-44.78
总市值(亿元)	118.74
流通市值(亿元)	52.98
总股本/流通 A 股(万股)	30136/13446
流通 B 股/H 股(万股)	/
52 周日均换手率	3.09

52 周股价走势图



资料来源：wind、东兴证券研究所

分析师：陆洲

010-66554142

luzhou@dxzq.net.cn

执业证书编号：

S1480517080001

分析师：王习

010-66554034

Wangxi@dxzq.net.cn

执业证书编号：

S1480518010001

研究助理：张卓琦

010-66554018

Zhangzq_yjs@dxzq.net.cn

执业证书编号：

S1480117080010

4、布局下一代产品，瞄准人工智能芯片。公司下一代产品瞄准广阔的人工智能硬件市场，2020年市场空间超过百亿。目前下一代芯片研发已进入工程研制阶段，目前已完成可行性论证和方案论证，正在进行前端设计和软件设计。为抢占在人工智能硬件行业中的领先地位，公司研发支出不断增加，2018年半年度、2019年半年度研发支出分别为3,564.34万元和5,642.75万元，占各期营业收入的比例分别为18.65%和21.95%，2019年半年度研发投入较2018年半年度研发投入增长58.31%。凭借高强度的研发投入和与KALRAY公司的深度合作，公司有望在人工智能硬件这一大蓝海中拔得头筹。

盈利预测：公司军工业务稳定增长，主动防御系统定型等提供新的业绩增量；新产品JM7200瞄准自主可控市场，已经完成与主流主机厂的适配工作，静待党政军业务订单出现。布局人工智能芯片产品，涉足百亿级别人工智能硬件市场。预计公司19-21年收入分别为5.78亿、8.51亿和11.15亿，归母净利润分别为1.98亿、2.59亿和3.28亿，EPS分别为0.66元、0.86元和1.09元，目标价格58.33元，维持“强烈推荐”评级。

风险提示：高性能通用图形处理器研发及产业化不及预期，JM7200量产进度不及预期。

目 录

1. 人工智能领域逐渐受到各国重视，有助于实现国防安全	5
1.1 人工智能备受各国关注、研究具有重大意义	5
1.2 人工智能应用于军事领域的迫切性	7
2. 美国军方提出利用 AI 保卫国家安全，促进经济繁荣	10
2.1 美国人工智能领导地位受到威胁	10
2.2 美国积极推进 AI 战略、纳入国家重点战略布局	11
2.3 美国联合人工智能中心（JAIC）	22
3. 人工智能引起世界各国高度关注，纷纷推出 AI 国家战略	24
4. 我国将人工智能列为高度战略优先项，相关半导体行业或成为重点	26
4.1 我国发展人工智能的重要性	26
4.2 我国人工智能发展如火如荼	27
4.3 人工智能大力推进，相关半导体行业提供物理基础	29
5. 景嘉微 GPU 及其与法国 KALRAY 公司合作芯片有望为我国军方人工智能服务	31
5.1 人工智能芯片市场一片蓝海	31
5.2 人工智能要实现安全可控、GPU 芯片国产自主极为重要	40
5.3 法国公司 KALRAY 在人工智能领域积累深厚	41
5.4 景嘉微与 KALRAY 开展合作，有望为我国 AI 战略做出重要贡献	47
6. 盈利预测与估值	49
7. 投资建议	50
8. 风险提示	51
相关报告汇总	53

表格目录

表 1：美国近阶段战略布局系列报告	12
表 2：美国 2019《科技战略》五大科技领域	16
表 3：美国 2019《科技战略》五大科技领域	18
表 4：美国政府开始优先对人工智能投资	19
表 5：美国政府开始优先对人工智能投资	19
表 6：JAIC 在 AI 应用程序生命周期中的角色	23
表 7：中国人工智能芯片行业新高潮 JAIC 在 AI 应用程序生命周期中的角色	39
表 8：法国 Kalray 公司智能车市场	44
表 9：景嘉微营收拆分	49
表 10：A 股核心部件国产替代公司估值情况	50

插图目录

图 1 每年按地区发表在 Scopus 的 AI 论文.....	6
图 2 国家空域系统的空域分类.....	8
图 3 AI 安全域.....	9
图 4 2016 - 2018 年启动的人工智能国家战略和政策举措数量.....	10
图 5 中国对人工智能的快速增长投资.....	10
图 6 《美国国防部 2018 年 AI 战略概要》.....	12
图 7 美国 2019-2022 战略计划技术路线图.....	15
图 8 《2017—2042 财年无人系统综合路线图》部分.....	15
图 9 《国防部数字现代化战略》总体布局.....	16
图 10 美国《国防部数字现代化战略》国防部目标.....	17
图 11 美国人工智能安全地图.....	18
图 12 美国 2019 《国家人工智能战略》.....	20
图 13 美国人工智能研发战略计划的组织.....	21
图 14 国际 AI 战略领域.....	24
图 15 中、日、英、法 AI 战略布局.....	24
图 16 中国人工智能公司的价值（十亿欧元）.....	25
图 17 中国 2010-2017 对美国 AI 公司的投资.....	27
图 18 世界及中国 AI 市场情况.....	28
图 19 我国新一代人工智能发展“三步走”战略计划.....	28
图 20 人工智能驱动的应用案例.....	30
图 21 全球人工智能芯片市场规模.....	32
图 22 国内投资 AI 初创公司数量.....	39
图 23 Kalray 公司产品处理器.....	41
图 27 Kalray 公司产品-板.....	42
图 28 2019 景嘉微主营业务收入.....	47
图 28 2019 景嘉微主营业务收入.....	48

2019年3月,全球安全研究中心劳伦斯利佛摩国家实验室(CGSR Lawrence Livermore National Laboratory)的扎卡里·戴维斯(Zachary Davis)高级研究员发布题为《战场上的人工智能》(《AI on the battlefield》)的文章。扎卡里·戴维斯也是加州蒙特利海军研究生院的教授,在情报和国家安全政策方面有着广泛的经验,并在美国政府的行政和立法部门担任过高级职务。

文章中指出,人工智能突如其来地闯入国家安全领域,并被视为一种革命性技术,与发现燃料、电力或核武器不相上下。人工智能技术在一定程度上对美国产生了变革效应(例如,在科学和社交媒体中),在一定程度上这是由美国潜在对手驱动的。俄罗斯总统普京宣称,统治人工智能的国家将是世界的统治者。

该如何看待革命性人工智能?其对美国安全和国际稳定的后果是积极的、消极的、还是双重的?随着对人工智能军事化逐步深入的认识,这些问题的答案将在未来几年内形成。

现阶段可以探讨以下问题:

1. 人工智能受到各国关注,其研究意义如何?人工智能在军事领域的应用有何迫切性?
2. 美国人工智能领域当前发展情况?美方又是如何推进其AI战略的?美国联合人工智能中心(JAIC)有何作用?
3. 除美国外,其他国家推出了何种AI战略?
4. 我国发展人工智能有何重大意义?发展现状如何?人工智能发展迅速,相关半导体行业随之会有怎样的变化?
5. 现阶段我国芯片发展现状如何,两大公司景嘉微与英伟达芯片有何进展?人工智能应怎样发展,又会起到怎样的作用?景嘉微与法国公司KALRAY开展合作,KALRAY公司具体情况如何?合作会有怎样的效果?

1. 人工智能领域逐渐受到各国重视,有助于实现国防安全

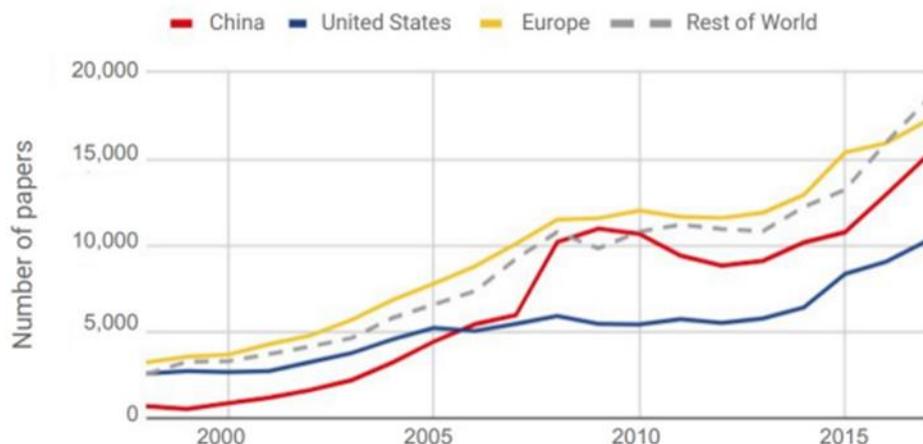
1.1 人工智能备受各国关注、研究具有重大意义

人工智能(AI)是一个快速发展的技术领域,也是这一轮科技革命和产业革命的关键力量,近年来备受关注。2017年7月20日,中国发布了一项战略,战略指出,我国计划到2030年在人工智能领域实现领先。同年9月,普京公开宣布,俄罗斯要大力发展人工智能,并称“这个领域的领导者将统治世界。”2018年1月,美国发布的国防战略将人工智能定位为“确保美国打赢未来战争的关键技术之一”。此外,加州大学伯克利分校网络安全长期研究中心于2019年2月发布报告《全球AI安全》,分析了全球10个国家的人工智能战略和政策,报告呼吁“各国应共同推进全球AI安全,迎接更有韧性的未来”。此外,各国对

AI 领域的研究近年来越来越深入，图 1 为每年按地区发表在 scopus 的 AI 论文（1998-2017），我们发现论文数量各国均显著增加。

图 1 每年按地区发表在 Scopus 的 AI 论文

Annually published AI papers on Scopus by region (1998–2017)
 Source: Elsevier



Note: We speculate that the increase in AI papers in China around 2008 is a result of The National Medium- and Long-Term Program for Science and Technology Development (2006–2020) and other government programs that provide funding and a range of incentive policies for AI research. Similarly, FP7 (2007–2013) and other science and technology research programs in Europe may have contributed to the small uptick in papers around 2008–2010.

资料来源：《人工智能指数 2017 年度报告》，东兴证券研究所

人工智能技术已经成为数字化转型的关键关键。因为组织将自己定位为对不断增长的数据生成和收集的利用。大数据和人工智能技术目前正在以惊人的速度发展，它对战略，作战和战术军事决策过程具有重大潜在影响。

实现规划调度智能化。利用人工智能算法进行典型作战场景特性分析和用户行为画像，判断作战场景、网络参数、用户指标之间的关联关系，自动进行作战需求和构网建链之间的精细匹配，提升各场景下的保障能力和服务质量。在实时监控流量、性能、拓扑、路由等运行控制信息基础上，利用人工智能算法进行路径计算、资源调度和流量调优，更加合理分配资源使用，做到网系资源“规划—调度—监控—评估—调优”的闭环管控，实现网络整体流量均衡高效。

实现运行维护智能化。通过人工智能综合分析挖掘网络 KPI、告警、配置、操作日志和业务关系等多维度历史数据，挖掘出依靠人工经验很难总结归纳的潜在特征规则，建立故障事件特性匹配库，依据规则自动进行故障诊断，给出判决处理建议，实现故障的精准定位和工单触发。依托人工智能的机器学习、深度学习能力，抽取总结海量运维数据中故障事件发生的隐形、共性和突变特征，对故障进行有效预测，变事后被动处理为事前主动防范。根据业务工单类型、优先级，以及人员技能要求、站点位置、运维车辆位置油量和物资耗材等信息，使用遗传算法自动规划车辆行驶的最佳线路，高效安排外线运维。

实现网络优化智能化。随着物联网、软件自定义网络、网络切片等新技术逐步运用，未来网络规模和复杂度持续增长，传统路径规划方法很难根据链路动态情况，实时给出最优流量调度和路径优化方案。人工智能可利用积累历史数据，进行流量预测和路径优化推理，如中长期流量增长预测、短期峰值评估、区域仿真等，根据网络情况动态优化路由策略，提高传输效率，满足对未来网络高吞吐、低时延、随需而动的应用需求。依托路测、呼叫跟踪、人工经验判断、投诉处理等手段解决网络弱覆盖、过覆盖、覆盖空洞等问题，时间长、成本高、效果差，且难以精准控制。人工智能技术通过历史覆盖数据关联学习，训练生成优化控制模型，自动输出无线参数规划和调优建议，实现无线覆盖的智能优化。

1.2 人工智能应用于军事领域的迫切性

人工智能（AI）技术的近期发展为许多传统人工智能应用带来了突破，比如计算机视觉、自然语言处理、机器人和数据挖掘等。因此，最近也有许多工作将人工智能的新发展用于军事应用，如监视、侦察、威胁评估、水雷战、网络安全、情报分析、指控、教育和训练。

人工智能大幅提升军事信息通信效用。人工智能技术带动世界新军事革命发展多年后出现新拐点，智能化、无人化战争作为信息化战争更高阶段将不可避免的到来，期间人工智能运用将历经3个阶段：第一，从理论到实践、从原型到验证；第二，渗透各领域、融入各业务；第三，从量变到质变，产生颠覆性作用。在信息通信领域，美等军事强国已经开始从第一阶段逐渐迈向第二阶段，迫切需要着眼科学设计和打赢未来战争，从军事理论、作战运用、业务组织等层面，研清人工智能技术对作战信息通信保障产生的颠覆性作用，引导领域发展和能力建设。

推动孕育新型作战理论。从美军网络中心战、联合信息环境、赛博空间等军事理论发展实践看，网络组织、信息运用对作战理论创新起着越来越重要作用。人工智能技术推动网络形态向智能化演进，不仅提升我军网络信息体系构建运用水平，更提供了军事理论创新的丰富素材和现实基础，将孕育出更多的新型作战理论，引导出现更深入、更复杂的军事斗争形式。例如，美军在实战性实用性强、体系完整规范的联合作战理论体系之上，近期，又围绕运用智能化网络和人工智能技术，提出了多域战、算法战等新型作战理念，针对性引领部队建设、指导联合作战行动。

有效承载智能作战样式。构建未来智能化作战体系，不仅需要人工智能与作战平台结合形成的智能武器平台、智能指挥终端等“智能端”，更需要按需构建、智慧运行的智能化网络，即“智能网”，进一步提升“依网聚能、信息赋能”水平，确保“智能端”的信息需求、算力需求得到有效满足，为人工智能进行判断分析提供有效支撑。例如，无人机编组、无人潜航器编组、无人有人作战单元协同编组等新理念出现，蜂群作战、无人作战等新作战样式的提出运用，均对网络的智能化水平提出一定要求；“云端大脑”“数字参谋”“虚拟仓储”等具有智能化的作战辅助要素，均离不开人工智能技术与物联网、大数据、云技术在军事领域的结合运用。特别是未来大规模智能化作战，所有作战要素全部在网运行并具备智能化特征，只有一张智能化的网络才可以支撑瞬息万变的入网终端数量、信息流转需求和计算能力需要。

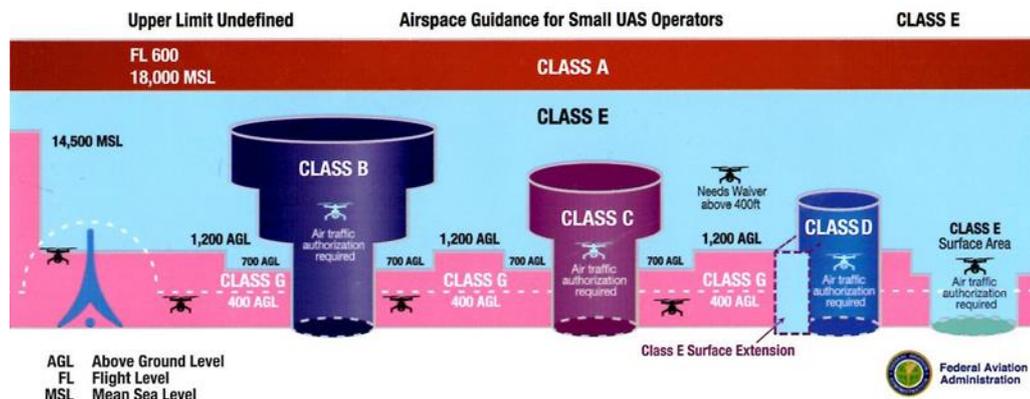
支撑创新指挥控制方式。随着战争形态演进，依托人工和现有信息系统已经难以满足情报侦察、作战规划、指挥控制等海量信息处理分析、高时效性研判决策要求，必须依靠智能化的指挥信息系统解决指挥决策的时效性、准确性、灵敏性问题。利用人工智能技术构建数据自主分析能力，优化指挥信息系统，有效提升数据处理挖掘效率，补偿人类在物理心理等方面缺陷不足，以“人在回路”或“人机协同”等

形式实现人和机器的优势互补，有效缩短观察、判断、决策、行动环的“OODA 环”时间，极大提升情况研判、趋势预测、任务规划、方案评估、计划生成、行动管控等能力，最终以智能化优势夺取战场主动权。

人工智能在很多领域有可以得到军事应用，具体的一些领域有以下几个方面。

1) 监视。海上监视可利用固定雷达站、巡逻机、船只完成，近年来还使用自动识别系统（AIS）对海上船只进行电子跟踪。这些信息源提供了大量船只运动信息，可能揭露非法、不安全、威胁性以及异常行为。然而，由于有关船只运动的信息量很大，人工检测此类行为十分困难，可利用机器学习方式根据船只运动数据生成正态模型。任何偏离该正态模型的船只运动都被视为异常行为，并呈现给操作人员进行人工检测。空域系统的监视需求同样迫切，图2为美国空域系统的空域分类。早期的海上异常探测方式使用 Fuzzy ARTMAP 神经网络架构基于港口位置建立正常船只速度模型。另一种方式是使用运动模式联想学习来预测基于船只当前位置和航向的船只移动。还有其他方式使用基于高斯混合模型（GMM）和核密度估计（KED）的无监督聚类。以上模型能够检测出改变方向、跨越航线、向相反方向运动或高速行驶的船只。较新一些的方式则使用贝叶斯网络探测虚假船只类型，以及不连贯、不可能和走走停停的船队运动。海上异常探测的未来发展也应当考虑周边船只以及多艘船只间的相互作用。

图 2 国家空域系统的空域分类



资料来源：“空域分类与通用航空论坛”，东兴证券研究所

水雷战。水雷会对海上船只造成重大威胁，用于引航或阻止船只通过管制水域。因此，反水雷（MCM）对抗措施则是要定位并消除水雷威胁，实现舰艇自由航行。水雷搜寻任务越来越多地利用装备有合成孔径声呐（SAS）的自主潜航器（AUV）执行，提供海底厘米级分辨率声波成像。由于自主潜航器会收集大量的 SAS 图像，因而可采用自动目标分类方式区分潜在水雷与其他物体。水雷自动目标分类已经研究多时，而将高性能深度神经网络用于图像分类的研究热潮也让军方开始关注如何将此类方式用于自动水雷探测。几项研究证明了深度神经网络用于水雷探测的潜力。例如，有研究进行了利用带 SAS 的自主潜航器探测海底的实验。结果证明，与传统目标分类器相比，采用深度神经网络方式检测到水雷形状的概率要高得多，虚警率则要低得多，因而性能更好。同样，还有研究阐述了如何生成柱状物体和各种海底地貌的合成 SAS 图像用于训练深度神经网络。未来研究可能探究如何从各类杂乱物体中区分出水雷，将探测与分类相结合，以及如何解决噪声、模糊性和遮挡问题。

网络安全。入侵检测是网络安全措施的重要组成部分，用于在恶意网络活动危及信息可用性、完整性或保密性之前将之检测出来。入侵检测通过区分网络业务是正常业务还是入侵行为的入侵检测系统（IDS）实现。然而，由于正常网络业务通常与实际攻击特征相似，网络空间安全分析人员需要分析所有入侵预警情境，判定是否存在真正的攻击。基于特征的入侵检测系统通常擅长检测已知攻击形式，无法检测以前没见过的攻击。再有，由于需要大量专业知识和技术，基于特征的检测开发通常缓慢且昂贵，降低了系统对快速变化的网络威胁的适应能力。许多研究使用机器学习和其他人工智能技术来提高对已知攻击的分类准确率，探测异常网络业务（因为这可能意味着偏离正常网络业务的新攻击类型），以及实现自动模型构建。然而，这些系统几乎没有运行使用。原因在于入侵监测带来的特定挑战，比如缺乏训练数据、网络业务中的巨大可变性、高差错成本，以及执行相关评估困难等。即使可采集大量网络业务数据，信息也通常是敏感的，且仅能部分实现匿名。使用仿真数据是另一种方法，但却通常真实性不足。然后必须标记数据，以实现监督学习，判定业务模式是正常活动还是入侵行为，或进行异常检测，保证可防范攻击的匿名探测，而这点通常很难实现。最后，模型需要透明，这样研究人员才能了解检测的局限性和特征的显著性。

图 3 AI 安全域

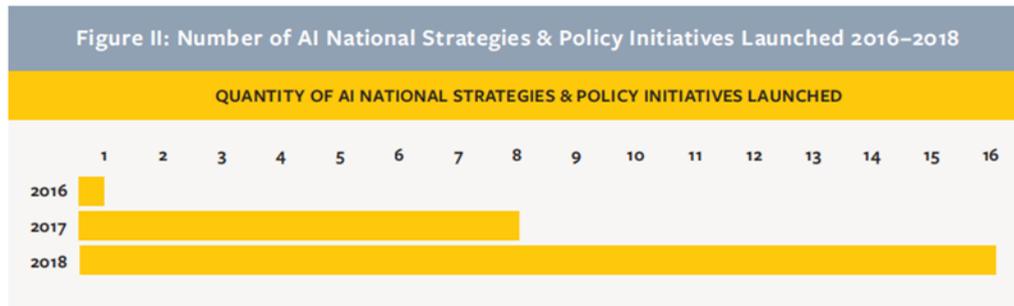
Figure 1. AI Security Domains			
DIGITAL / PHYSICAL	POLITICAL	ECONOMIC	SOCIAL
RELIABLE, VALUE-ALIGNED AI SYSTEMS	PROTECTION FROM DISINFORMATION AND MANIPULATION	MITIGATION OF LABOR DISPLACEMENT	TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY
AI SYSTEMS THAT ARE ROBUST AGAINST ATTACK	GOVERNMENT EXPERTISE IN AI AND DIGITAL INFRASTRUCTURE	PROMOTION OF AI RESEARCH AND DEVELOPMENT	PRIVACY AND DATA RIGHTS
PROTECTION FROM THE MALICIOUS USE OF AI AND AUTOMATED CYBERATTACKS	GEOPOLITICAL STRATEGY AND INTERNATIONAL COLLABORATION	UPDATED TRAINING AND EDUCATION RESOURCES	ETHICS, FAIRNESS, JUSTICE, DIGNITY
SECURE CONVERGENCE / INTEGRATION OF AI WITH OTHER TECHNOLOGIES (BIO, NUCLEAR, ETC.)	CHECKS AGAINST SURVEILLANCE, CONTROL, AND ABUSE OF POWER	REDUCED INEQUALITIES	HUMAN RIGHTS
RESPONSIBLE AND ETHICAL USE OF AI IN WARFARE AND THE MILITARY	PRIVATE-PUBLIC PARTNERSHIPS AND COLLABORATION	SUPPORT FOR SMALL BUSINESSES AND MARKET COMPETITION	SUSTAINABILITY AND ECOLOGY

资料来源：<Toward AI Security>，东兴证券研究所

另一种增强网络安全的方法是安全审计中的渗透测试，目的在于识别可能被利用的安全缺陷。基于网络的复杂性以及许多网络中主机数量庞大，渗透测试通常自动进行。一些研究研究了人工智能技术可能怎样用于使用网络逻辑模型而非实际网络的模拟渗透测试。网络通常用攻击图/树表示，攻击图/树描绘了对手如何利用网络脆弱性侵入某一系统。有文献则描述了不同模型在其表征方式上的不同：（1）攻击者不确定性，从抽象的成功和检测概率到网络状态的不确定性；（2）攻击者行为，从已知前置条件和后置条件到结果的一般感测和观测。另外，采用网络和主机形式模型，可以执行不同攻击减轻策略的模拟假设分析。未来渗透测试研究很可能使用攻击者和防御者之间相互作用的认知有效模型以及深度强化学习来研究可能发生攻击这一巨大问题空间。

图 4 显示了美国 2016 - 2018 年启动的人工智能国家战略和政策举措数量, 由图中数据我们清楚的看见, 近年来该国对 AI 领域的重视程度和迫切需求程度, 这也是美国及其他各国重视 AI 战略的原因。

图 4 2016 - 2018 年启动的人工智能国家战略和政策举措数量



资料来源: <Toward AI Security>, 东兴证券研究所

2. 美国军方提出利用 AI 保卫国家安全, 促进经济繁荣

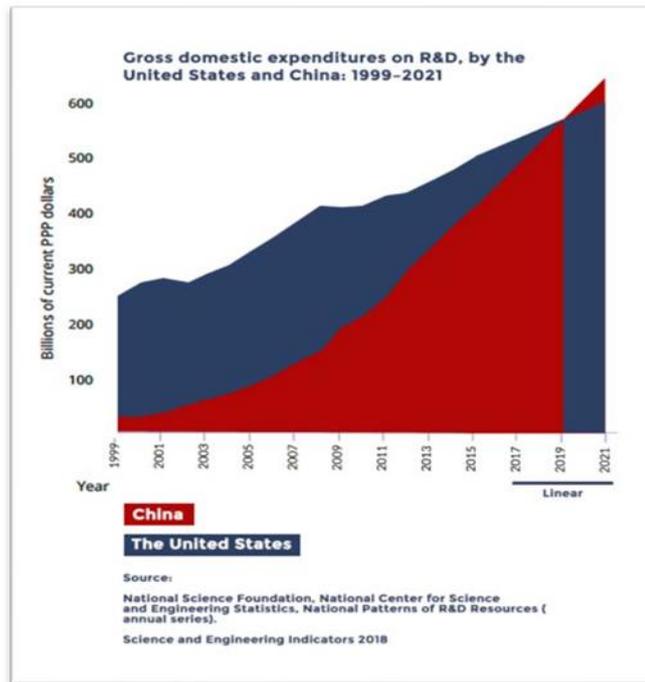
人工智能被普遍认为是具有像核能一样的军民两用性和改变国际实力对比的颠覆性技术。美国从国家安全战略层面出发, 积极布局和扶持军事领域智能化建设, 这对美国军事体系迈进稳定发展之路, 增强美国在军事体系人工智能化伦理和安全建设的国际话语权等方面具有重要意义。

2.1 美国人工智能领导地位受到威胁

传统上, 美国在人工智能驱动技术的开发和应用方面一直处于领先地位。这部分归功于其政府先前承诺大力投资研发 (R&D), 这反过来有助于支持人工智能的增长和发展。例如, 2015 年, 美国在国内总体研发支出中领先全球, 支出 4970 亿美元。

但是, 中国对研发资助的承诺一直在急剧增长, 有望超美国。从 2000 年到 2015 年增长了 200%。2018 年 2 月 7 日, 国家科学委员会 (理事会) 和国家科学基金会 (NSF) 主任, 联合声明如果目前的趋势继续下去, 董事会预计到 2018 年底“中国将在研发投资中超过美国”。

图 5 中国对人工智能的快速增长投资



资料来源：<Science and Engineering Indicators 2018>，东兴证券研究所

图表显示了中国对人工智能的快速增长投资，显示了中国在人工智能中超越美国的前景。对此，美方表示担忧，人工智能可能会对网络安全产生重大影响，美国在人工智能方面的竞争力对于确保美国不会失去其他国家的决定性网络安全优势至关重要。

对此，美国总统特朗普 2 月 11 日签署一份行政令，启动“美国人工智能倡议”。这份名为“维护美国人工智能领导力”的行政令称，将从国家战略层面调动更多联邦资金和资源用于人工智能研发，以应对来自“战略竞争者和外国对手”的挑战，确保美国在该领域的领先地位。

此外，关于人工智能方面论文情况，中国发展极为迅速，美国 AI 地位受到威胁。斯坦福大学发布的《2018 年度全球 AI 报告》显示：2016 年中国 AI 论文被引用的次数比 2000 年提高了 44%；2018 年 70% 的国际人工智能协会论文来自中美两国；2018 年中美被接收斯坦福大学的论文总量相近，但中国提交的论文数比美国多 30%；论文数据库 Scopus 的数据显示，今年发布 AI 论文第二多的是中国，发布论文占比达 25%，第一和第三分别是欧洲（28%）和美国（17%）；2017 年清华大学学习 AI 和机器相关专业的人数是上一年的 16 倍，而中国每年安装机器人数量自 2012 年已经增长了 500%；AI 综合实力美国最强，虽然美国的论文发布数仅排第三，但其被引用次数却是第一，比全球平均水平高出 83%。

美国人工智能领导地位受到威胁，美方对此高度重视，纳入国家战略布局，推动美国人工智能发展。

2.2 美国积极推进 AI 战略、纳入国家重点战略布局

2.2.1 美军加速推进军事体系人工智能建设步伐

今年来，美国发布了一系列战略布局，加速推进军事体系人工智能建设步伐。

表 1：美国近阶段战略布局系列报告

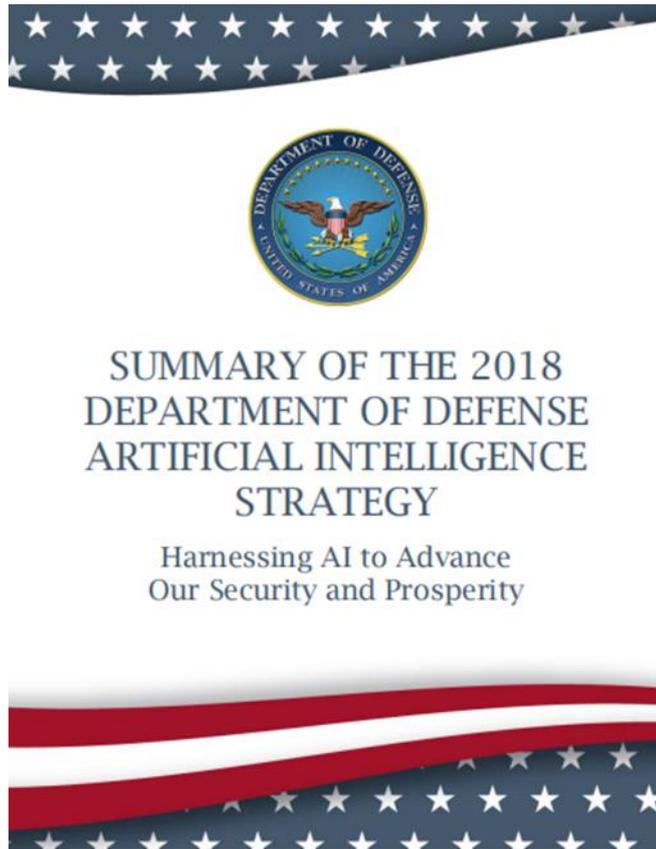
日期	事件
2018 年 1 月	美国防部在新发布的《国防战略》报告中提出，先进计算、大数据分析、自主性、机器人等新技术的发展是影响安全环境的重要因素。
2018 年 4 月	美国防部开始拟定《国防部人工智能战略》，希望借此推动人工智能技术和关键应用能力的发展，加快人工智能战略部署。
2018 年 6 月	美国防部宣布成立联合人工智能中心，旨在加快国防部交付人工智能的能力，开发能够为国防安全带来益处的工具和技术，将人工智能应用于“一系列密切相关的、紧迫的联合挑战”领域。
2018 年 8 月	美参议院通过《2019 财年国防授权法案草案》，批准额度为 7170 亿美元的军费开支，尤其在人工智能、机器学习等方面提供了额外资金以加速其研发和应用工作。
2018 年 11 月	美国设立人工智能国家安全委员会。委员会承担三大职责：考察人工智能技术在军事应用中的风险及其对国际法的影响，考察人工智能技术在国家安全和国防领域的伦理道德问题，以及制定公开训练数据标准和推动公开训练数据共享。
2019 年 2 月 11 日	美国总统特朗普签署《美国人工智能倡议》行政令。《倡议》使人工智能占发展主导地位成为美国的官方政策立场，并列出了指导未来行动的五大原则
2019 年 2 月 12 日	美国制定了详细的 AI 战略，并发布了《美国国防部 2018 年 AI 战略概要》，报告总结了美国 2018 年国防人工智能战略概要，并提出要利用人工智能促进其国家安全与繁荣。

资料来源：网络资料整理、东兴证券研究所

其中，2019 年 2 月 11 日签署的《倡议》中五大原则为：一是美国必须在联邦政府、工业界和学术界推动人工智能方面的技术突破，以促进科学发现、经济竞争力和国家安全。二是美国必须推动制定适当的技术标准，减少人工智能技术安全测试和部署的障碍，以便能够创建新的人工智能相关产业，并通过当今的行业采用人工智能。三是美国必须培养当前和未来的美国工人，使他们具备开发和应用人工智能技术的技能，为今天的经济和未来的工作做好准备。四是美国必须培养公众对人工智能技术的信任和信心，并在其应用中保护公民自由、隐私和美国价值观，以便充分发挥人工智能技术的潜力。五是美国必须促进支持美国人工智能研究和创新的国际环境，为美国人工智能产业开辟市场，同时保护我们在人工智能方面的技术优势，保护我们的关键人工智能技术免受战略竞争对手和敌对国家的收购。

此外，2019 年 2 月 12 日发布的《美国国防部 2018 年 AI 战略概要》报告指出：**美国国防部(DoD)人工智能(AI)战略要求国防部加速人工智能的采用，创造新时代的军事力量。**一个强大的、技术先进的国防部门对于保卫国家安全，促进市场竞争，改善生活水平以及保证下一代享有同样的自由至关重要。人工智能正在迅速改变各行各业，它还将改变未来战场的特征和我们必须面对的威胁的步伐。我们将利用人工智能的潜力积极转变国防部门职能，从而实现支持和保护美国军人，保护美国公民，捍卫盟友和伙伴，提高其作战能力。美国武装部队仍然是我们持久的力量源泉，我们将使用支持 AI 的信息，工具和系统来增强军队实力，而不是取代他们。**要实现这一目标，需要确定国防部人工智能的适当用例，快速试用解决方案，并在整个企业范围内推广。**这里总结的 2018 年国防部人工智能战略将推动这种转型所需的紧迫性，规模和统一性。联合人工智能中心（JAIC）是实施该联合人工智能中心的重点。

图 6 《美国国防部 2018 年 AI 战略概要》



资料来源：美国国防部，东兴证券研究所

2.2.2 美国高度重视 AI 战略、已列入国家战略布局规划

2019 年 3 月 11 日，美国公布国防部 2020 财年预算，预计用于人工智能（AI）和机器学习预算申请达到 9.27 亿美元。其中包括用于 Maven 计划的 2.5 亿美元，用于国防高级研究计划局（DARPA）AI 相关研发的 4.09 亿美元。

Maven 计划项目

也称为“算法战争跨功能团队”，由美国国防部前任副部长提出，于 2017 年 4 月启动。该项目寻求利用人工智能分析关于恐怖主义嫌犯的情报，主要通过梳理无人机监视图像，推断恐怖主义嫌犯的最新位置，为开展无人机打击或特种作战部队袭击提供支持。目标是开发一种软件算法，可以区分车辆、人和汽车，以及跟踪感兴趣的对象，最初的目标只是为了能在 2017 年将系统部署到战区，结果却很快就超越了这一目标——最新的系统可以在数字地图上突出显示观察对象，并迅速进行重新训练，以减少错误，以及跟踪新对象。尽管 Maven 计划遭到了负面宣传，但它的成功也激励了美国国防部将 2018 年的相关预算增加一倍至 1.31 亿美元。美国军方计划使用 Maven 项目的机器学习算法对突袭中捕获的材料进行分类，并有可能帮助军事和情报分析人员筛选出最重要的敌方目标。目前，研究人员正在对计算机视觉算法进行改进，这些算法在设计时考虑了更小、低空飞行的无人机，以研制像“全球鹰”(Global Hawk)这样的高空自动驾驶飞机。如果没有数据，人工智能就毫无用处。机器学习算法需要利用大量提前加好标签的数据进行训练。特种作战司令部为“Maven 项目”团队打开了信息“龙头”：该项目之所以取得成功，很大程

度上是因为特种作战司令部司令雷蒙德·托马斯允许项目团队利用特种作战司令部的数据训练算法, 后又允许项目团队将该技术应用于特战作战司令部部署在最前沿的部队。

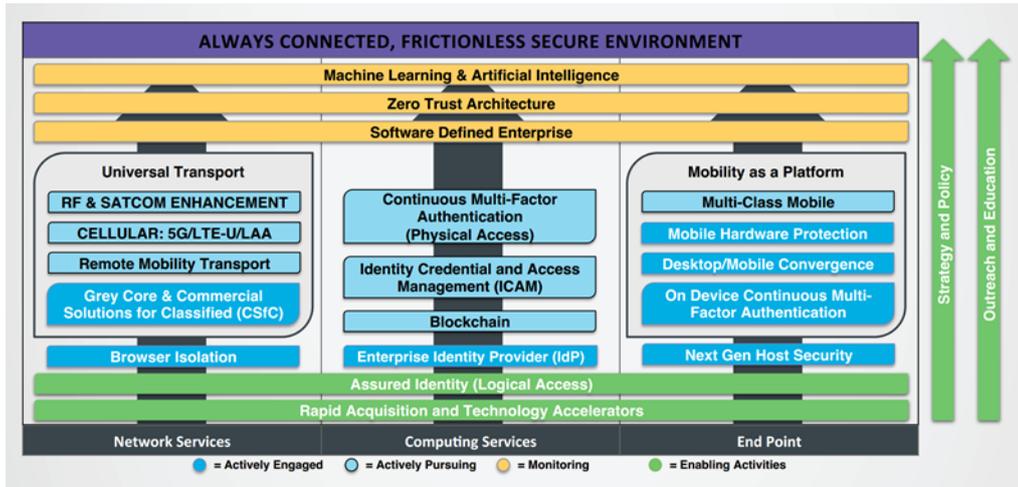
国防高级研究计划局 (DARPA)

美国国防高级研究计划局 (Defense Advanced Research Projects Agency), 简称 DARPA, 是美国国防部属下的一个行政机构, 负责研发用于军事用途的高新科技。该局成立于 1958 年 2 月, 隶属于国防研究与工程署。目前工作人员不足 200 人, 多由文职人员组成, 其中多为各学科一流专家、学者。采用精干的管理方式, 管理层精练, 分为局长、业务处长和项目主任三层。该局业务机构分为技术部门和保障部门两类, 其中技术部门包括国防科学处、电子技术处、信息系统处、信息技术处、传感器技术处、战术技术处、两用技术计划处、先进信息技术服务联合计划处以及高续航力无人机项目处; 保障部门包括: 审计处、合同管理处、行政管理和小企业管理处、安全与情报处以及法律顾问处。**DARPA 的四个要旨:** 1) 保卫国家免受生存威胁; 2) 制止和战胜近邻对手; 3) 打击叛乱和反恐; 4) 研发基础技术, 保持美国大国优势。**DARPA 关键项目:** DARPA 正在进行的项目有 250 多项, 包括网络威慑、高超声速等。DARPA 正与空军研究实验室合作开展高超声速武器项目, 以研制从不同空中平台发射的助推滑翔飞行器, 并希望在 2019 年年底完成第一次飞行。DARPA 还与美国陆军合作开发新的助推器以提高可控性, 并让陆军未来具备陆基高超声速精确战斗能力。**人工智能。**DARPA 计划将人工智能引入游戏, 以在任务中通过一个卫星传到下一个卫星的数据来锁定地球。对于如何打击叛乱和反恐, DARPA 将对抗灰色战争、甚至竞争对手, 指的是涉及侵略行为的非传统冲突, 有时候是未知的侵略者和不明确的违反规范的行为。**下一代人工智能。**沃克强调了 DARPA 在 2018 年 9 月宣布的下一代人工智能 (AI Next) 计划。56 年以来, DARPA 一直为 AI 提供资金, 已经开发了基于规则的人工智能, 自动驾驶汽车的早期投资, 第二代机器学习, 以及商业世界现在正在使用的东西, 如语言翻译。DARPA 正朝着第三次人工智能浪潮前进, 追寻如何让机器获得更多的上下文推理能力以及与人类合作的能力, 这对于在战场上使用人工智能的战士来说非常重要。据福布斯网站报道, 美国国防部高级研究计划局(DARPA)宣布计划投入 20 亿美元开发新的人工智能(AI)技术, 这是该机构“AI Next (下一代人工智能)”计划的一部分。这笔钱将用于资助 DARPA 新的和现有的人工智能研究项目。

据美国《国防杂志》报道, 国防部 2020 预算案中, 编列了高达 1043 亿美元的研究、开发、测试和评估 (RDT&E) 经费, 创下 70 年历史记录。预算文件中提到的新兴技术支出包括, 37 亿美元的“无人/自主项目”, 旨在增强冲突环境下机动性与杀伤性, 9.27 亿美元用于联合人工智能中心以及增强高级图像识别, 26 亿美元将投入高超音速武器研发, 2.35 亿美元将投资定向能武器, 用于基地防御, 采购多种类型激光器, 还要加强大功率密度应用研发。美国代理国防部长帕特里克·沙纳汉称, “凭借 70 年来最大的研发投入, 预算案对下一代技术, 尤其是太空、导弹和网络都做了必要投资”, 他指出, 需要增加资金才能“在未来几十年来, 强有力的支持美军进行大国竞争”。

美国将 AI 战略纳入其 2019 - 2022 战略计划, AI 战略被列入技术路线图, 其作用不容小觑。

图 7 美国 2019-2022 战略计划技术路线图



资料来源: <DISA Strategic Plan 2019-2022>, 东兴证券研究所

技术路线图描述了 DISA 将用于实现战略计划中概述的目标和目标的路径。它提供了一个框架来探索技术, 这些技术将为国防部提供更安全, 协调, 无缝, 透明和经济高效的架构, 将数据转换为可操作的信息, 并确保在面对持续的网络威胁时可靠的执行。由图中路线图我们清楚看到, AI 战略及机器学习在其中起到了关键作用。

美国国防部 2018 年 8 月发布了《2017—2042 财年无人系统综合路线图》, 对无人系统的发展提供了总体战略指南, 应用人工智能可提高无人系统效率和效能。

图 8 《2017—2042 财年无人系统综合路线图》部分

		2017 - - - - - 2029 - - - - -	2042
		NEAR-TERM	MID-TERM FAR-TERM
INTEROPERABILITY	Common/Open Architectures/AI Frameworks	-Standardized C2 & Reference Architectures	-Support Seamless, Agile, Autonomous Human-Machine Collaboration and inter-Machine collaboration
	Modularity & Parts Interchangeability	-Retrofit Existing Systems -Plan Modularity into New Systems	-Rapid Upgrades and Configuration Changes
	Compliance/ Verification & Validation	-New TEVV Approach -New V&V Tools & Techniques	-Highly Complex Autonomous Systems TEVV
	Data Transport Integration	-Common Data Repositories -Integrated End-to-End Delivery	-Anti-Jamming - Low Probability of Intercept/Detection
	Data Rights	-Secure Needed Data Rights -Evolve Data Rights Policy	-Maximum Mission Support Flexibility

资料来源: <Assessing the Risks of Integrating Unmanned Aircraft Systems (UAS) into the National Airspace System>, 东兴证券研究所

这份路线图是美国国防部组建专门的团队, 基于各军种、机构、工业界、学术界的技术趋势研究形成, 代表了美国国防领域未来 25 年在无人系统投资发展的重点领域。2042 年路线图是在 2038 年路线图基

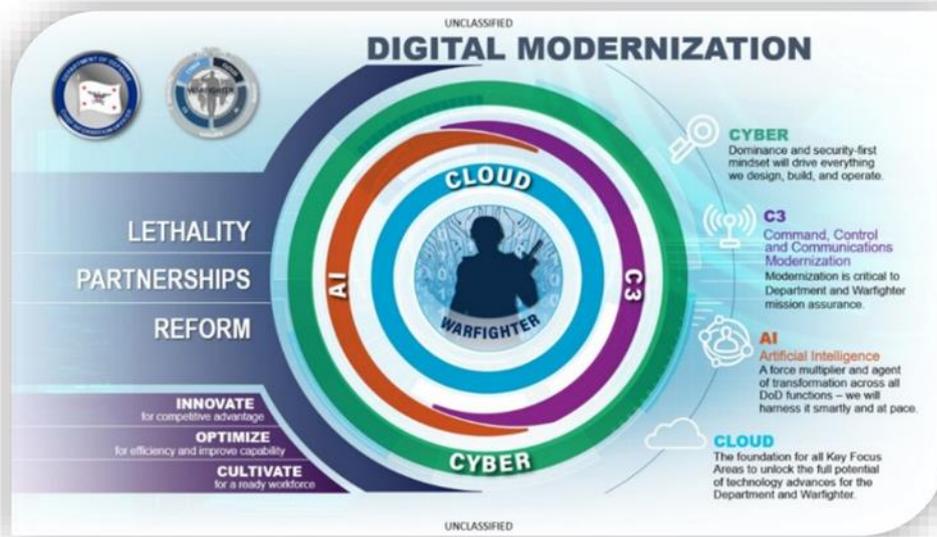
础上的进一步延伸，主要是从互用性、自主性、安全网络和人机协同四个主题分析无人系统面临的问题、挑战、机遇、重点需发展的关键技术等。

基于人工智能和机器学习可开发具有高度自主水平的无人系统，这种学习能力能扩展和改进无人系统的功能，变革战场管理和指挥控制，提高无人系统效率和效能，增强战场作战能力。在无人系统利用人工智能的过程中，需解决信任问题，同时调整相关政策与法律限制。国防部加强与私营企业合作获得成熟解决方案，并对自主无人系统终端控制进行演示验证，深度利用人工智能技术，使无人系统具有类人智慧；同时提高作战安全性和效率，提升人机编组能力，实现从任务支持到作战支持，发展接近全自主的无人系统。

以人工智能和大数据知识库为基础，实现对复杂武器系统全生命周期内的健康管理与维修保障等功能；依托虚拟现实、增强现实等技术，为导弹武器训练提供自主训练保障服务，推动武器装备保障模式由从传统的“任务驱动型响应式保障”向“状态驱动型主动式保障”转型。

美国在 2019 年 5 月 6 日发布的《国防部数字现代化战略》总体布局体现出，美军 IT 现代化是以 AI、网络安全、3C 和云为核心的。

图 9 《国防部数字现代化战略》总体布局



资料来源：<DoD Digital Modernization Strategy>，东兴证券研究所

美国空军 2019 年 4 月 18 日发布了新版《科技战略》，战略涉及人工智能。

表 2：美国 2019 《科技战略》五大科技领域

科技领域	具体内容
复杂性、不可预测性和集群性	进步将在很大程度上依赖于广泛的机器人技术和自主技术，以及传感器和无线通信。不断增长的自主飞行器市场为空军提供可以利用的工业和应用研究基础，但军事研究的需求远远超出了商业部门的能力。
速度、中断范围和杀伤力	空军需要更多样化的武器库存，这些武器需要速度更快，续航能力更强。除了高超声速武器，

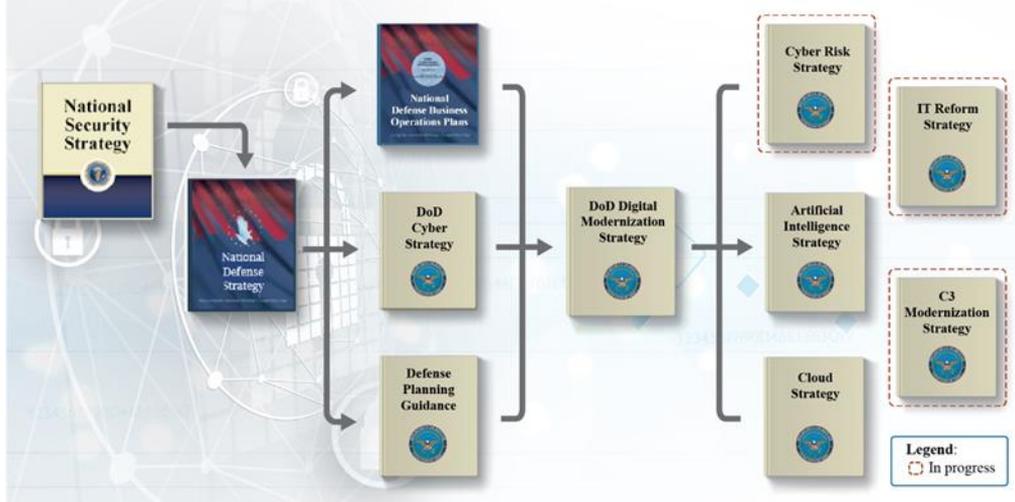
	科技战略还关注其他几项技术, 如低成本巡航导弹和制导弹药。微波和激光定向能武器具有降低击落目标成本的潜力。空军还看到了“先进的穿透动能武器与电磁频谱、空间和赛博空间领域的新效应结合后, 创造新的进攻和防御选择”的前景。
全局持久意识	设想向分布式、低成本的传感器迈进, 使信息可以融合在一起。小型卫星和低成本发射器可以帮助实现这一架构, “边缘计算”可以“在源处自动分析传感器数据”, 并减少传统通信节点的负担。并建议投资新的传感技术, 如激光和多基地雷达、高光谱传感和量子场传感, 以及用于制造传感器的微电子、光子学和其他材料。
弹性信息共享	空军希望部署更灵活、更具生存能力的作战网络, 以便在受到威胁时能够自主地重新配置。空军在软件定义系统、更具弹性的卫星、加密和替代定位、导航和授时系统等领域看到了希望。
快速、有效的决策	空军参谋长戴夫·戈德芬上将表示, 空军需要更快地将正确的信息传递给作战人员。要做到这一点, 美国将继续在人工智能、预测数据分析、数据融合和可视化以及自主电子战和赛博等领域进行投资。该战略指出, 在电子战和赛博战中, 自动化尤其重要, 战争的速度远远超过人类的速度。自动化手段可以通过引入不确定性协助电子战、赛博系统等来阻碍对手决策。

资料来源: 《2019年美国空军科技战略》、东兴证券研究所

美国希望将其约 20%的科技工作重组为“先锋项目”, 将空军研究机构的不同研究成果结合起来, 并对它们进行试验以寻求新的发现。目前还不清楚新战略是否会影每年约 28 亿美元的科技预算规模或构成。空军虽然没有宣布具体的先锋项目, 但科技战略确定了上述五个技术领域。我们发现, 第五个科技领域, 即快速、有效的决策领域, 美国明确指出要在人工智能领域进行投资。

在美国发布的《国防部数字现代化战略》国防部目标中, 也明确将 AI 战略纳入重要位置, 此国防目标与国家国防部指导保持一致, 表明了 AI 战略的重要性。

图 10 美国《国防部数字现代化战略》国防部目标



资料来源: <DoD Digital Modernization Strategy>, 东兴证券研究所

美方在《国防部数字现代化战略》中表示, 能够最快地利用和利用 AI 潜力的军事竞争者将获得重大的军事优势。该部门必须在 AI 中塑造这一新兴的军事技术竞赛, 同时确保对军事道德和人工智能安全的坚定承诺。在这个新的竞争时代, 决定性的战斗优势将体现在那些整合和适应尖端技术以创造速度和敏捷性

的创新操作概念的人身上。实现国防部的人工智能战略需要为国防部的人工智能确定适当的用例，快速试点解决方案，并在整个企业范围内扩大成功。联合人工智能中心（JAIC）是实施该战略的焦点。

2.2.3 美国联邦政府已经制定非常详尽的 AI 战略

图 11 美国人工智能安全地图

Figure VI. United States AI Map			
AI SECURITY DOMAINS			
DIGITAL / PHYSICAL	POLITICAL	ECONOMIC	SOCIAL
RELIABLE, VALUE-ALIGNED AI SYSTEMS	PROTECTION FROM DISINFORMATION AND MANIPULATION	MITIGATION OF LABOR DISPLACEMENT	TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY
AI SYSTEMS THAT ARE ROBUST AGAINST ATTACK	GOVERNMENT EXPERTISE IN AI AND DIGITAL INFRASTRUCTURE	PROMOTION OF AI RESEARCH AND DEVELOPMENT	PRIVACY AND DATA RIGHTS
PROTECTION FROM THE MALICIOUS USE OF AI AND AUTOMATED CYBERATTACKS	GEOPOLITICAL STRATEGY AND INTERNATIONAL COLLABORATION	UPDATED TRAINING AND EDUCATION RESOURCES	ETHICS, FAIRNESS, JUSTICE, DIGNITY
SECURE CONVERGENCE / INTEGRATION OF AI WITH OTHER TECHNOLOGIES (BIO, NUCLEAR, ETC.)	CHECKS AGAINST SURVEILLANCE, CONTROL, AND ABUSE OF POWER	REDUCED INEQUALITIES	HUMAN RIGHTS
RESPONSIBLE AND ETHICAL USE OF AI IN WARFARE AND THE MILITARY	PRIVATE-PUBLIC PARTNERSHIPS AND COLLABORATION	SUPPORT FOR SMALL BUSINESSES AND MARKET COMPETITION	SUSTAINABILITY AND ECOLOGY

资料来源：<Toward AI Security>，东兴证券研究所

人工智能安全地图中的每个阴影框表示当前美国联邦人工智能政策和战略中涉及的主题。除此之外，美国国会内部的一些举措也表明了对更广泛的人工智能影响的兴趣。但是，其中大多数都是探索性的，它们不包含在 AI 安全性地图中。

美国联邦政府人工智能战略与规划如下：

(1) 美国政府成立多个人工智能管理与指导部门

表 3：美国成立多个 AI 管理部门

时间	内容
2018 年 5 月	美国白宫举行了一场由谷歌、亚马逊、微软等 38 家公司的代表、政府官员和学术界代表参与的人工智能研讨会上宣布，成立就人工智能问题向总统和联邦政府提供建议的 人工智能专门委员会 ，负责协调各联邦机构的人工智能投资，包括与自动系统、生物识别、计算机视觉和机器人相关的研究，其职能是审查美国在人工智能开发方面的优先事项和投资。人工智能专门委员会的成员包括白宫科学和技术政策办公室、国家科学基金会和国防高级研究计划局（DARPA）等政府机构的官员，以确保人工智能领域的“美国第一”；此外会议还着重探索了通过公私合作的新方式，以加快美国人工智能领域的研发，并建立教育和培训体系，让美国劳动者充分利用人工智能技术带来的好处。
2018 年 6 月	美国国防部成立 联合人工智能中心（JAIC） ，旨在让国防部各人工智能项目形成合力，加速人工智能能力的使用、扩大人工智能工具的影响，并计划 5 年内投入 17 亿美元。

2018年7月	美国国会已经达成并发布了一份协议，要求国防部成立一个包括国防部长、商务部长和国会国防委员会成员在内的15人委员会，重点关注人工智能、机器学习以及其他与国家安全有关的技术，评估美国在人工智能领域的竞争力、国外在人工智能领域的最新进展、潜在的人力与教育激励措施等。在“2019财年国防授权法案”获得批准后的180天内，该委员会将会向总统和国会提交一份初步的报告。
2018年11月	美国成立了 人工智能国家安全委员会 ，具有三大职责，包括考察人工智能技术在军事应用中的风险以及对国际法的影响、考察人工智能技术在国家安全和国防中的伦理道德问题以及建立公开训练数据的标准、推动公开训练数据的共享。

资料来源：网络资料整理、东兴证券研究所

（2）美国政府开始优先对人工智能投资

表 4：美国政府开始优先对人工智能投资

时间	内容
2018年8月	美国白宫管理与预算办公室发布《2020财年政府研究与开发预算优先事项》备忘录，为各部门制定2020财年的预算提供指南，并指出美国政府必须在人工智能、自主系统、高超声速、现代化核威慑以及先进的微电子、计算和网络能力等重点研发领域进行优先投资，应投资人工智能基础和应用研究，包括机器学习、自主系统和人类技术前沿的应用。
2018年8月	美国参议院通过美国“2019财年国防授权法案草案”，批准额度7,170亿美元军费（创美国国防法案预算额度的历史新高），在提升人工智能、空间和反空间、网络以及高超音速技术这些领域能力的项目上确立了重点，支持国防高级研究计划局和国防创新单位进行研发和实验，以确保技术优势，尤其在人工智能、机器学习和超自然力计划方面提供了额外资金以加速其研发和应用。
2018年9月	美国 DARPA 宣布未来五年将投资 20 亿美元开发下一波人工智能技术，用于资助 DARPA 新的和现有的人工智能研究项目，将致力于打造具有常识、能感知语境和更高能源效率的系统。

资料来源：网络资料整理、东兴证券研究所

（3）美国开展并更新相关战略计划

表 5：美国政府历次人工智能战略

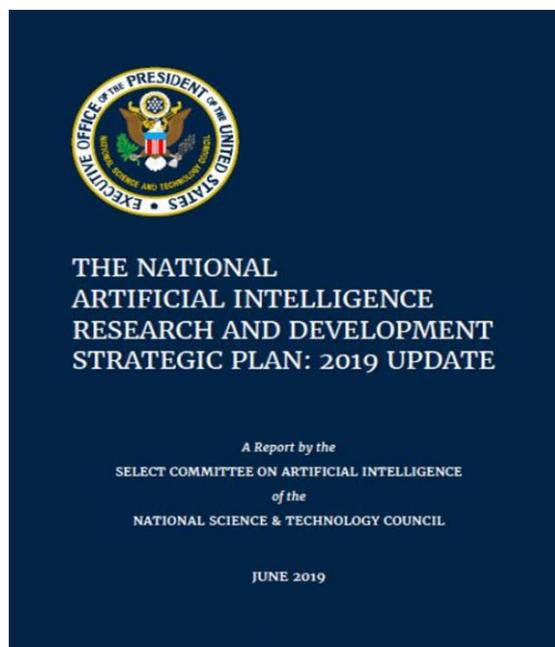
时间	内容
2018年1月	美国国防部发布新版《国防战略》报告，该报告认为先进计算、大数据分析、自主性、机器人等新技术的发展是影响安全环境的因素。
2018年3月	美国国际战略研究中心（CSIS）发布《美国机器智能国家战略报告》，提出了机器智能对国防、经济、社会等方面的广泛影响，以及美国在战略制定方面策略和建议。
2018年4月	美国国防部拟制了《国防部人工智能战略》，藉此推动人工智能技术和关键应用能力的发展，加快人工智能部署。
2018年6月	美国 DARPA 首次公开讨论了美国“电子复兴计划”初步细节，计划未来五年投入超过 20 亿美元，联合国防工业基地、学术界、国家实验室和其他创新温床，有望开启下一次电子革命。2018年11月，宣布电子复兴计划已进入第二阶段。电子复兴计划的开展将加快推动人工智能硬件的进步。
2018年7月	美国新安全中心（CNAS）发布《人工智能与国际安全》报告，分析了人工智能在网络安全、信息安全、经济和金融、国家防御、情报、国土安全等方面的应用，研究了人工智能变革对全球安全的不利影响。
2018年10月	美国交通部发布第3版自动驾驶指导政策——《准备迎接未来交通：自动驾驶汽车3.0》，安全法规的修订将为 Waymo 和通用等自动驾驶厂商扫清障碍，让数十万全自动驾驶汽车涌

	向公共道路。
2018 年 11 月	美国国际战略研究中心（CSIS）发布《人工智能与国家安全，AI 生态系统的重要性》报告，介绍了人工智能领域发展现状以及管理和应用人工智能的关键因素，促进人工智能成功融入国家安全应用的关键步骤。
2018 年 12 月	美国白宫宣布计划于 2019 年春季发布新版人工智能研究战略，用于更新 2016 年发布的人工智能研究与发展战略。

资料来源：网络资料整理、东兴证券研究所

2016 年，联邦政府发布了第一份国家人工智能研发战略计划，认识到人工智能的巨大希望和持续发展的需要。它的开发是为了指导国家的人工智能研发投资，为改善和利用美国的人工智能能力提供战略框架，并确保这些能力在未来几年为美国人民带来繁荣，安全和提高生活质量。自国家人工智能研发战略计划制定以来的三年中，新研究，技术创新和现实部署迅速发展。行政当局启动了 **2019 年国家人工智能研发战略计划的更新**，以解决这些进步，包括快速发展的国际人工智能环境。

图 12 美国 2019 《国家人工智能战略》



资料来源：《美国人工智能战略》，东兴证券研究所

美国在 2019 《国家人工智能战略》中，更改了 2016 年的一些战略布局，做出了新的战略安排，具体安排如下：

战略 1：对人工智能研究进行长期投资。优先考虑对下一代人工智能的投资，使美国成为人工智能的世界领导者。 战略 1 具体包含以下几方面：推进以数据为中心的知识发现方法；增强人工智能系统的感知能力；理解人工智能的理论能力和局限性；追求研究通用的人工智能；开发可伸缩的人工智能系统；促进对类人人工智能的研究；开发更有能力、更可靠的机器人；为人工智能的改进发展硬件；为改进硬件创建人工智能。

战略 2: 为人工智能协作开发有效的方法。增加有效补充和增强人类能力的 AI 系统。战略 2 的关键信息技术研究挑战包括: (1) 为人工智能寻找新的算法; (2) 开发人工智能技术用于人类增强; (3) 开发可视化和人机界面技术; (4) 开发更有效的语言处理系统。

战略 3: 理解并解决人工智能的道德, 法律和社会影响。通过技术机制研究人工智能系统, 包括道德, 法律和社会问题。

战略 4: 确保 AI 系统的安全性。了解如何设计可靠, 可靠, 安全和值得信赖的 AI 系统。

战略 5: 为 AI 培训和测试开发共享的公共数据集和环境。开发并实现对高质量数据集和环境的访问, 以及测试和培训资源。战略 5 的关键领域包含: (1) 开发和访问各种数据集, 以满足各种人工智能兴趣和应用程序的需要; (2) 使培训和测试资源符合商业和公共利益; (3) 开发开源软件库和工具包。

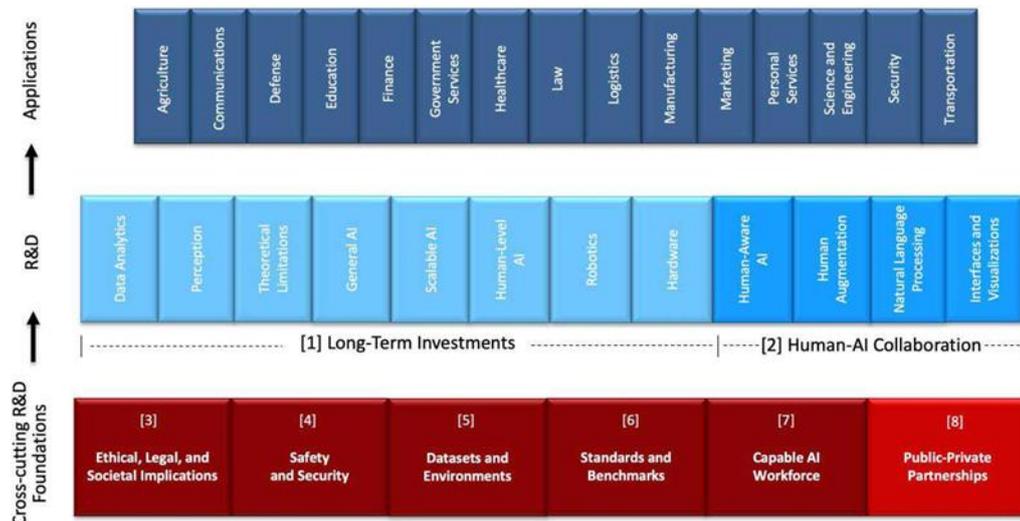
战略 6: 通过标准和基准测量和评估 AI 技术。

战略 7: 更好地了解国家 AI 研发人员的需求。

战略 8: 扩大公私伙伴关系, 加速人工智能的发展。美国政府将充分利用独特的美国创新生态系统。就像在过去 20 年里, 美国创新生态系统通过新的信息技术彻底改变美国经济社会那样。

总体来讲, 战略 1 中概述的最重要的联邦研究重点之一是持续进行人工智能的长期研究, 以推动发现和洞察力。战略 5 呼吁联邦政府投资共享公共数据集进行人工智能培训和测试, 以推进人工智能研究的进展, 并能够更有效地比较替代解决方案。

图 13 美国人工智能研发战略计划的组织



资料来源: 《美国人工智能战略》, 东兴证券研究所

此图提供了此 AI 研发战略计划的整体组织的图形说明。在底部的方框中是横切的, 底层基础, 影响所有 AI 系统的发展; 战略 3-7 和新战略 8 中描述了这些基础。下一层更高 (中间一平方框) 包括推进 AI 所需的许多研究领域。策略 1-2 概述了这些研发领域 (包括使用灵感的基础研究)。图中顶行的方框是预计将受益于 AI 进步的应用程序示例。人工智能研发战略计划的这些组成部分共同确定了联邦投资的高级框架, 可以在该领域产生有影响的进展并带来积极的社会效益。

2.3 美国联合人工智能中心 (JAIC)

2.3.1 成立目标

JAIC 成立于 2018 年, 是国防部新 AI 战略的“焦点”, 目标是加速人工智能的新能力交付, 扩大人工智能在国防部的影响, 并同步国防部人工智能活动, 以支持国防部的军事任务和业务功能, 确保美国在人工智能领域的技术优势。

具体而言, JAIC 将: 快速提供人工智能功能, 以解决关键任务, 加强当前的军事优势, 并根据任务需求、运营成果、用户反馈和数据加强未来的人工智能研究和开发工作; 建立共同的基础, 以扩展 AI 对 DoD 的影响, 领导战略数据采集并引入统一数据存储、可重用工具、框架和标准以及云和边缘服务; 促进人工智能规划、政策、治理、道德、安全、网络安全和多边协调; 吸引并培养世界一流的人工智能团队, 为人力资源能力交付提供值得信赖的主题专业知识, 并在各级职业教育和培训中为国防部创建新的人工智能加速学习体验。

2.3.2 JAIC 目前的国家任务计划

JAIC 目前有四个国家任务计划: 1) 陆军特种作战直升机 (H-60) 预防性维护项目, 未来将用于其他飞机和车辆; 2) 早期人道主义援助和救灾计划, 早期的工作重点是部署人工智能能力以支持飓风救助和野火救援等工作; 3) “感知”国家任务计划旨在改进 ISR 处理、开发和传播的速度、完整性和准确性; 4) “网络态势监控”国家任务计划, 以检测并防止高级网络攻击者对国防部网络的操作。

2.3.3 美军 2020 财年 JAIC 预算

国防部申请了 2.68 亿美元用于 2020 财年 JAIC 的预算, 包括国家任务计划 (NMI) 和部门任务计划 (CMI) 的资金。其中国家任务计划是指需要跨部门协调解决的关键问题, 如情报感知、预防性维护、人道主义救援等, 通常由 JAIC 推动, 由跨职能团队执行, 该团队由 JAIC 人员和来自军种和机构的主题专家组成。部门任务计划将通过 AI 来解决各部门的任务和挑战, JAIC 联合参与部门任务计划的部门, 通过使用通用基础工具、云、架构等, 帮助识别、塑造和加速用于特定部门的 AI 技术。

JAIC 将协调国防部每年超过 1500 万美元的所有 AI 项目, 防止各军种和国防机构做重复的工作。但不会控制这些项目的执行或各军种和各部门 AI 活动的资金。

美国防部代理部长沙纳汉表示, 2020 财年的研发预算将是有史以来最高的一次, 总额 1040 亿美元, 比 2019 财年通过的预算还要高 90 亿美元, 新预算将增加航天及高超声速武器的经费。沙纳汉称, 新预算将反映最新的国防战略、核态势评估和导弹防御评估中提出的优先事项与倡议, 新项目必须表现出网络

化、无人驾驶和广泛分布的网络空间能力如“依赖网络而不是在黑暗中作战”等特征。沙纳汉表示, 国防部正在寻找方法, 从采办“精致的”系统过渡到“负担得起的”系统。

美国国防部认为其正处于一场人工智能革命的前沿, 这场革命可能会深刻改变其管理国防和发动战争的方式。

2.3.4 JAIC 在人工智能的应用

(1) 《2018 年国防部人工智能战略概要》指出 JAIC 在人工智能领域的重要作用

2019 年 2 月 12 日美国国防部公布了“2018 年国防部人工智能战略概要: 利用人工智能促进我们的安全与繁荣”。该战略设定了支持军事人员和保护国家的目标, 由联合人工智能中心(JAIC)牵头。联合人工智能中心将负责执行五角大楼未来的大部分战略。

该战略强调 JAIC 将帮助人工智能跨越各个军事部门建立“共同基础”, 突显国防部对人工智能的复杂组织体(整体)方法。联合人工智能中心还将负责确定和选择高优先级的“国家任务倡议”, 并与国防部内其他人工智能专家合作, 建立跨职能团队。以类似的方式, 联合人工智能中心还将与国防部各部门合作致力于“各部门的任务倡议”。

为了实现上述目标, 该人工智能战略制定了五个重点领域: 一是提供能够应对关键任务的人工智能能力; 二是通过一个共同的基础, 扩大人工智能对国防部的影响, 促成分散开发和实验; 三是培养一流的人工智能人才队伍; 四是与商业界、学术界和国际盟国和合作伙伴合作; 五是领导军事道德和人工智能安全。

(3) JAIC 在 AI 应用程序生命周期中扮演重要角色

JAIC 在 AI 应用程序生命周期中的角色如下:

表 6: JAIC 在 AI 应用程序生命周期中的角色

生命周期	具体内容
识别和交付原型	JAIC 将与 DoD 的团队合作, 系统地识别, 确定优先级并选择新的 AI 任务计划, 然后执行初始序列的跨功能用例, 以展示价值和刺激动力。这些“国家使命倡议”或“NMI”涉及在联合部队中部署人工智能, 以应对一系列高优先级, 紧迫的业务或业务改革挑战。NMI 将由跨职能团队执行, 这些团队由 JAIC 人员以及来自整个部门的其他主题专家轮流组成。此外, JAIC 将与各个组件密切合作, 帮助识别, 塑造和加速其组件特定的 AI 部署, 称为“组件任务计划”或“CMI”。
分享经验教训并将研究与运营相结合	NMI 和 CMI 类型的努力将包括选择商业和学术合作伙伴的原型, 并采用标准化流程, 如数据, 测试和评估, 以及网络安全。JAIC 将利用从这些初始试点中汲取的经验教训, 建立可在其他项目中重复的新流程和系统。鉴于对手和情况的快速变化以及支持技术的快速变化, JAIC 执行将优先解决传统的研究和运营之间的明显分歧。将新技术引入复杂的工作系统会改变工作的性质, 包括新形式的脆弱性和错误, 并在改进其他方面的工作的同时揭示新的挑战。因此, 洞察力必须立即转移到研究场所, 研究必须受益于最终用户对技术开发过程的直接参与。
扩展成功的原型	JAIC 将与军事部门和服务部门以及其他组织合作, 以符合并利用企业云采用的方式扩展整个部门的用例。它将为扩展 AI 对 DoD 的影响建立一个共同基础, 包括共享数据, 可重用工具, 框架和标准以及云和边缘服务。它将指导整个部门的培训计划, 以确保广泛获取扩展 AI 应用

程序所需的人才。当需要合作伙伴来扩展 AI 应用程序时，JAIC 将建立合适的合作伙伴关系以执行 NMI，并建议军事部门和服务部门或其他 DoD 组件建立类似的合作伙伴关系以执行其 CMI。这些合作伙伴可能包括技术公司，咨询公司，学术界，国防部实验室，其他政府实验室，联邦资助研究与开发中心（FFRDC）以及其他实体。

提供持续支持

JAIC 将继续加强军事部门和服务部门以及国防部其他独立团队的工作，继续开发和执行新的人工智能任务计划。这包括引入流程和系统，以在整个企业中持续改进，评估和维持 AI 系统和解决方案。

资料来源：网络资料整理、东兴证券研究所

虽然 JAIC 的主要重点是执行，但它将在所有 DoD 组件中同步 DoD AI 活动方面发挥重要作用。这对于避免重复和超额成本，促进经验教训以及建立新的企业方法至关重要。JAIC 将与 DoD Components 合作，为 DoD 开发和交付制定治理框架和标准，并在政府内部，与行业，学术界，美国的盟友和合作伙伴之间开展协作，以加强合作伙伴关系，突出关键需求，解决紧急问题具有操作意义，并为负责的国防部任务调整人工智能技术。

3. 人工智能引起世界各国高度关注，纷纷推出 AI 国家战略

人工智能（AI）技术的出现和发展引发新的工业革命，改变人类的生产生活方式，同时也给人类社会带来多方面冲击，在国际安全领域主要体现为军事化及其应用。从硬体角度来看，人工智能的武器化将彻底改变未来战争的形态，所谓的“致命性自动化武器系统”（LAWS）可以在没有任何人为参与的情况下搜索目标并下达攻击指令。而在软体层面，人工智能技术将实现对士兵和军官“脑力劳动”的替代化，在情报分析、决策、法务、军事训练等方面发挥重要作用，进而推动整个军事体系的智能化和自动化。近年来，AI 引起世界各国高度关注，引发军备竞赛。不仅美国，其他国家也纷纷推出 AI 国家战略，以抢占全球战略制高点。

图 14 国际 AI 战略领域

Figure XIII: Overview of National Priorities Across AI Security Domains

	DIGITAL/PHYSICAL DOMAIN	POLITICAL DOMAIN	ECONOMIC DOMAIN	SOCIAL DOMAIN
UNITED STATES	3	3	2	1
CHINA	3	3	4	4
UNITED KINGDOM	0	2	4	3
FRANCE	4	5	5	5
CANADA	0	3	2	2
JAPAN	4	2	3	1
SOUTH KOREA	5	4	5	3
UAE	0	1	2	0
INDIA	4	3	4	5
SINGAPORE	0	0	3	2

资料来源：<Toward AI Security>，东兴证券研究所

图 15 中、日、英、法 AI 战略布局

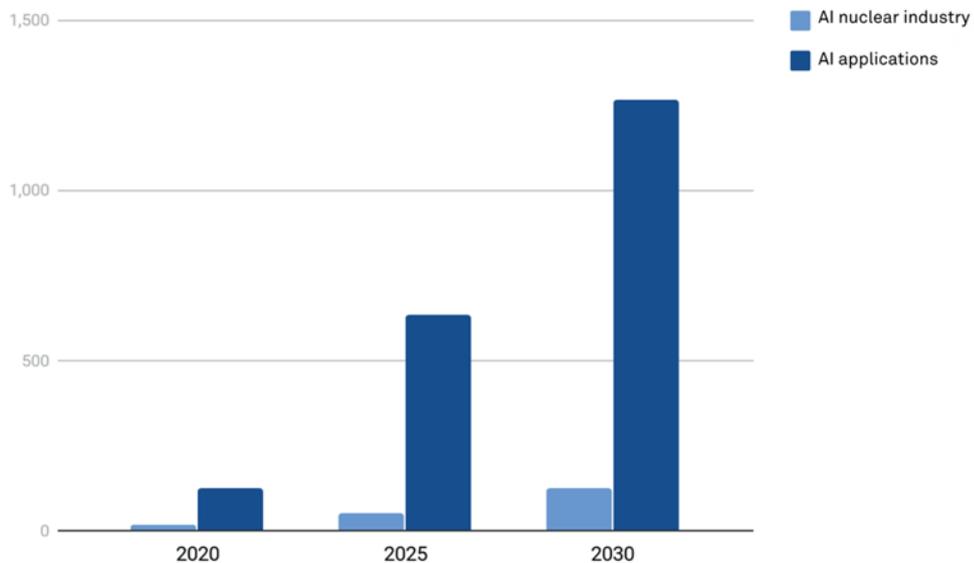
Figure III. China AI Map				Figure IX. Japan AI Map			
AI SECURITY DOMAINS				AI SECURITY DOMAINS			
DIGITAL / PHYSICAL	POLITICAL	ECONOMIC	SOCIAL	DIGITAL / PHYSICAL	POLITICAL	ECONOMIC	SOCIAL
RELIABLE, VALUE-ALIGNED AI SYSTEMS	PROTECTION FROM DISINFORMATION AND MANIPULATION	MITIGATION OF LABOR DISPLACEMENT	TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY	RELIABLE, VALUE-ALIGNED AI SYSTEMS	PROTECTION FROM DISINFORMATION AND MANIPULATION	MITIGATION OF LABOR DISPLACEMENT	TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY
AI SYSTEMS THAT ARE ROBUST AGAINST ATTACK	GOVERNMENT EXPERTISE IN AI AND DIGITAL INFRASTRUCTURE	PROMOTION OF AI RESEARCH AND DEVELOPMENT	PRIVACY AND DATA RIGHTS	AI SYSTEMS THAT ARE ROBUST AGAINST ATTACK	GOVERNMENT EXPERTISE IN AI AND DIGITAL INFRASTRUCTURE	PROMOTION OF AI RESEARCH AND DEVELOPMENT	PRIVACY AND DATA RIGHTS
PROTECTION FROM THE MALICIOUS USE OF AI AND AUTOMATED CYBERATTACKS	GEOPOLITICAL STRATEGY AND INTERNATIONAL COLLABORATION	UPDATED TRAINING AND EDUCATION RESOURCES	ETHICS, FAIRNESS, JUSTICE, DIGNITY	PROTECTION FROM THE MALICIOUS USE OF AI AND AUTOMATED CYBERATTACKS	GEOPOLITICAL STRATEGY AND INTERNATIONAL COLLABORATION	UPDATED TRAINING AND EDUCATION RESOURCES	ETHICS, FAIRNESS, JUSTICE, DIGNITY
SECURE CONVERGENCE / INTEGRATION OF AI WITH OTHER TECHNOLOGIES (BIO, NUCLEAR, ETC.)	CHECKS AGAINST SURVEILLANCE, CONTROL, AND ABUSE OF POWER	REDUCED INEQUALITIES	HUMAN RIGHTS	SECURE CONVERGENCE / INTEGRATION OF AI WITH OTHER TECHNOLOGIES (BIO, NUCLEAR, ETC.)	CHECKS AGAINST SURVEILLANCE, CONTROL, AND ABUSE OF POWER	REDUCED INEQUALITIES	HUMAN RIGHTS
RESPONSIBLE AND ETHICAL USE OF AI IN WARFARE AND THE MILITARY	PRIVATE-PUBLIC PARTNERSHIPS AND COLLABORATION	SUPPORT FOR SMALL BUSINESSES AND MARKET COMPETITION	SUSTAINABILITY AND ECOLOGY	RESPONSIBLE AND ETHICAL USE OF AI IN WARFARE AND THE MILITARY	PRIVATE-PUBLIC PARTNERSHIPS AND COLLABORATION	SUPPORT FOR SMALL BUSINESSES AND MARKET COMPETITION	SUSTAINABILITY AND ECOLOGY

Figure V. UK AI Map				Figure IV. France AI Map			
AI SECURITY DOMAINS				AI SECURITY DOMAINS			
DIGITAL / PHYSICAL	POLITICAL	ECONOMIC	SOCIAL	DIGITAL / PHYSICAL	POLITICAL	ECONOMIC	SOCIAL
RELIABLE, VALUE-ALIGNED AI SYSTEMS	PROTECTION FROM DISINFORMATION AND MANIPULATION	MITIGATION OF LABOR DISPLACEMENT	TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY	RELIABLE, VALUE-ALIGNED AI SYSTEMS	PROTECTION FROM DISINFORMATION AND MANIPULATION	MITIGATION OF LABOR DISPLACEMENT	TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY
AI SYSTEMS THAT ARE ROBUST AGAINST ATTACK	GOVERNMENT EXPERTISE IN AI AND DIGITAL INFRASTRUCTURE	PROMOTION OF AI RESEARCH AND DEVELOPMENT	PRIVACY AND DATA RIGHTS	AI SYSTEMS THAT ARE ROBUST AGAINST ATTACK	GOVERNMENT EXPERTISE IN AI AND DIGITAL INFRASTRUCTURE	PROMOTION OF AI RESEARCH AND DEVELOPMENT	PRIVACY AND DATA RIGHTS
PROTECTION FROM THE MALICIOUS USE OF AI AND AUTOMATED CYBERATTACKS	GEOPOLITICAL STRATEGY AND INTERNATIONAL COLLABORATION	UPDATED TRAINING AND EDUCATION RESOURCES	ETHICS, FAIRNESS, JUSTICE, DIGNITY	PROTECTION FROM THE MALICIOUS USE OF AI AND AUTOMATED CYBERATTACKS	GEOPOLITICAL STRATEGY AND INTERNATIONAL COLLABORATION	UPDATED TRAINING AND EDUCATION RESOURCES	ETHICS, FAIRNESS, JUSTICE, DIGNITY
SECURE CONVERGENCE / INTEGRATION OF AI WITH OTHER TECHNOLOGIES (BIO, NUCLEAR, ETC.)	CHECKS AGAINST SURVEILLANCE, CONTROL, AND ABUSE OF POWER	REDUCED INEQUALITIES	HUMAN RIGHTS	SECURE CONVERGENCE / INTEGRATION OF AI WITH OTHER TECHNOLOGIES (BIO, NUCLEAR, ETC.)	CHECKS AGAINST SURVEILLANCE, CONTROL, AND ABUSE OF POWER	REDUCED INEQUALITIES	HUMAN RIGHTS
RESPONSIBLE AND ETHICAL USE OF AI IN WARFARE AND THE MILITARY	PRIVATE-PUBLIC PARTNERSHIPS AND COLLABORATION	SUPPORT FOR SMALL BUSINESSES AND MARKET COMPETITION	SUSTAINABILITY AND ECOLOGY	RESPONSIBLE AND ETHICAL USE OF AI IN WARFARE AND THE MILITARY	PRIVATE-PUBLIC PARTNERSHIPS AND COLLABORATION	SUPPORT FOR SMALL BUSINESSES AND MARKET COMPETITION	SUSTAINABILITY AND ECOLOGY

资料来源: <Toward AI Security>, 东兴证券研究所

中国-大力发展 AI。我国拥有世界上最多的互联网用户, 拥有大量的数据用于人工智能开发, 中国的网络和科技公司也经历了快速发展, 在这样的背景下, 我国战略性的提出希望到 2030 年成为世界上最优秀的人工智能国家。在人工智能战略中, 中国政府非常重视需要大量数据的机器学习方法, 并设立了三个五年计划、为 2020 年、2025 年和 2030 年确定了里程碑。

图 16 中国人工智能公司的价值 (十亿欧元)



资料来源: <Artificial Intelligence and National Security>, 东兴证券研究所

日本-列入年度防卫大纲。2018年以来,“人工智能军备竞赛”概念开始受到重视,作为AI技术研发的主要大国之一,日本高度重视AI的军事应用,并将其明确列入年度防卫大纲,力争在新一轮军事革命中占得先机。按照美军制定的ACL(访问控制列表)自动化指标(共十级),日本希望其无人装备的智能化水平在2019~2023年能达到第四级(自动生成飞行轨迹、遵守交战规定)、2024~2028年达到第五级(自动躲避、空中加油),2029~2033年达到六至七级(敌机情况判断和应对、敌机位置推定、任务重新分配),2034年后确保日本能在相关领域处于领先地位。

英国-欧洲人工智能先驱。2018年4月,英国政府在一份人工智能行业协议中阐述了其人工智能的野心。上议院同时编写了一份人工智能报告,政府对此作出单独回应。英国的计划还包括五个关键战略领域措施,即:思想、人员、基础设施、商业环境和场所。该计划提到一些指标。例如,到2025年,政府资助的人工智能领域的博士生人数预计将增至2000人。2000多名人工智能专家将通过一项特殊签证计划被引进该国。为了提供人工智能应用所需的数据传输能力,所有家庭中的95%应该能够接入“超高速”宽带。还有一个目标是在未来十年为人工智能初创公司筹集超过78亿欧元的额外风险资本。为了实施这项战略,政府打算建立一个新的人工智能办公室。该办公室应制定和监测上述战略领域目标实现。

法国-利用人工智能恢复昔日辉煌。Macron总统在2018年3月的“人工智能为人类”会议上公布了《法国人工智能战略》。“Villani报告”阐述了法国对人工智能的发展和应用愿景,并指出了法国要占据世界人工智能领先地位面临的社会、工业和政治方面的障碍。报告涉及人工智能与社会、行业和道德相关的各个方面,同时确定了许多重要的政策领域。在提交报告时,Macron总统表示,法国政府将在未来四年内投资15亿欧元用于人工智能研究。

欧洲联盟-伦理与投资之间。欧盟委员会也认为人工智能是值得特别关注的技术,并于2018年4月发布了一份关于人工智能的信函。欧盟表示,一方面,人工智能技术在研究和工业方面的投资应该大大增加,以加强欧盟在竞争中的地位,最重要的是与中国和美国的关系。另一方面,与技术相关的社会和伦理问题也受到了极大的关注,应该在未来几年更深入地处理。同时指出人工智能的公共和私人投资应该从40-50亿欧元增加到200亿欧元。

4. 我国将人工智能列为高度战略优先项, 相关半导体行业或成为重点

近年来,我国将人工智能视为高度战略优先事项,并投入必要的资源在国家安全部门培养人工智能专业知识和战略思维。我国已经意识到,抢占人工智能制高点,对全球军事和经济实力竞争至关重要;同时,我国应该在人工智能技术领域寻求全球领先地位,并减少对国外技术的依赖,特别是基础研究领域和相关硬件领域。

4.1 我国发展人工智能的重要性

单就经济来说,借助人工智能新技术实现自动化,将极大提高生产率,节省劳动成本;通过优化行业现有产品和服务,提升其质量和劳动生产率,通过创造新市场、新就业等促进市场更加繁荣,开拓更广阔的市场空间。这些,都将极大地提升社会的劳动生产率,促进社会的繁荣与发展。

进一步扩大我国经济优势。某种意义上, 人工智能为这个时代的经济发展, 提供了一种新的能量, 缔造一种新的“虚拟劳动力”。在这一轮人工智能浪潮中, 对经济最大的价值在于更大规模地实现自动化、机器化转变, 有望成为经济增长的关键驱动因素。AI 应用程序有望提高行业效率 - 降低成本, 限制自然资源的使用, 并改善有限资源的使用, 例如“日益拥挤的电磁频谱”。这样的自动化经济, 虽然会消除一部分工作岗位, 但某种意义上可以进一步扩大中国的经济优势。

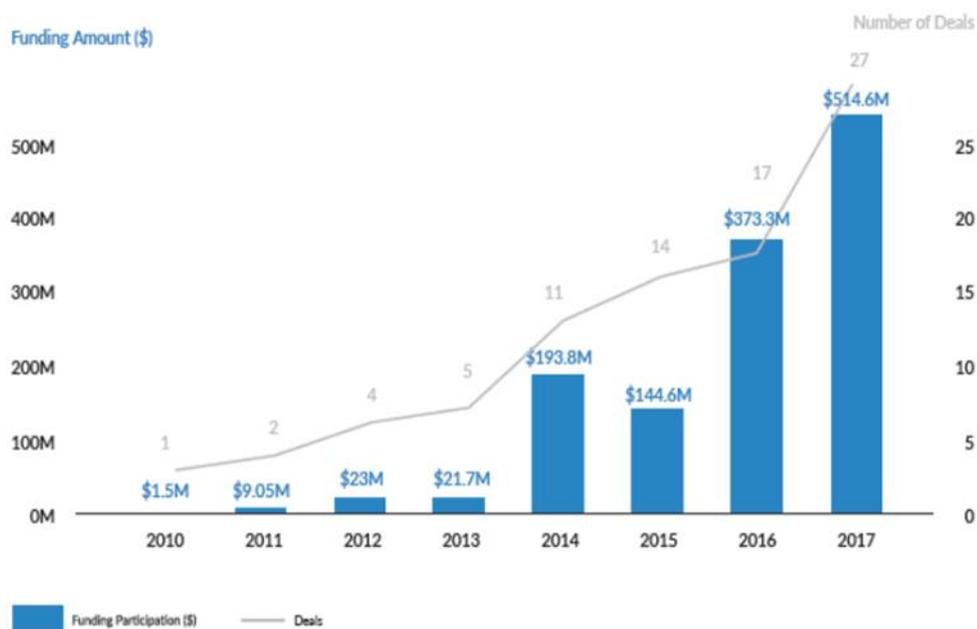
或制造出制造业“蓝海”。人工智能的应用前景十分广泛, 包括医疗、教育、公共安全、交通等, 都具有巨大的潜力。但从具体实际应用来说, 制造业却可能是最快进行自动化、智能化的蓝海领域。原因其实很简单, 中国的传统制造业, 大而不强, 与日本、德国相比较, 至少有 20 年的差距。但这恰恰也为制造业进行转换、升级提供另一种便利, 亦即其很容易被人工智能技术击败, 改造起来反而更加容易。制造业既是人工智能可以大有作为的领域, 也是中国发展人工智能的优势领域。

4.2 我国人工智能发展如火如荼

我国 AI 在国际地位上作用显著, 人工智能论文发表数量占据主要地位。《中国新一代人工智能发展报告 2019》显示, 我国人工智能发展已在部分方面具有优势。具体体现在: 我国人工智能论文发文量全球领先, 企业数量等多项指标居全球第二。2013—2018 年, 全球人工智能领域的论文文献产出共 30.5 万篇, 其中我国发表论文 7.4 万篇; 在全球居前 1% 的人工智能高被引论文中, 我国居全球第二; 在全球高被引前 100 篇论文中, 我国有 16 篇入选。此外, 据相关机构统计, 截至 2018 年底, 全球共成立人工智能企业 15916 家, 我国人工智能企业数量为 3341 家, 也位居世界第二位。

我国对美国 AI 公司的投资近些年显著增加。数据显示, 2010 年投资仅为 150 万美元, 2017 年却上涨到 51460 万美元, 增长了近 350 倍。投资方面的巨额增长说明了我国对 AI 的重视程度及看好。

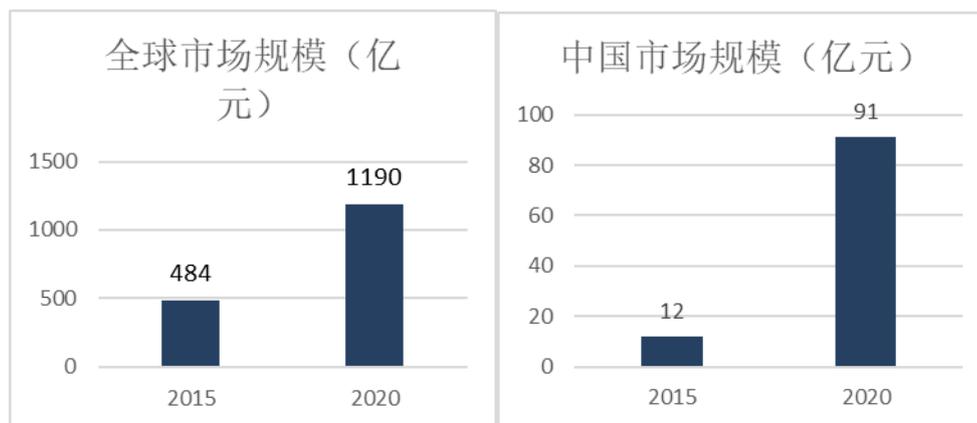
图 17 中国 2010-2017 对美国 AI 公司的投资



资料来源: <Artificial Intelligence and National Security>, 东兴证券研究所

我国 AI 市场规模高速增长, 超越世界市场规模增速, 占世界市场规模 7.65%。数据显示, 我国在 2015 年人工智能市场规模仅为 12 亿人民币, 全球市场规模 484 亿人民币, 中国占世界规模 2.48%。按照现在规模增速情况, 预计 2020 世界规模将达到 1190 亿人民币, 增长 145.87%; 我国市场规模将达到 91 亿人民币, 增长 658.33%, 占世界市场 7.65%。预计中国市场增速远超世界市场增长。

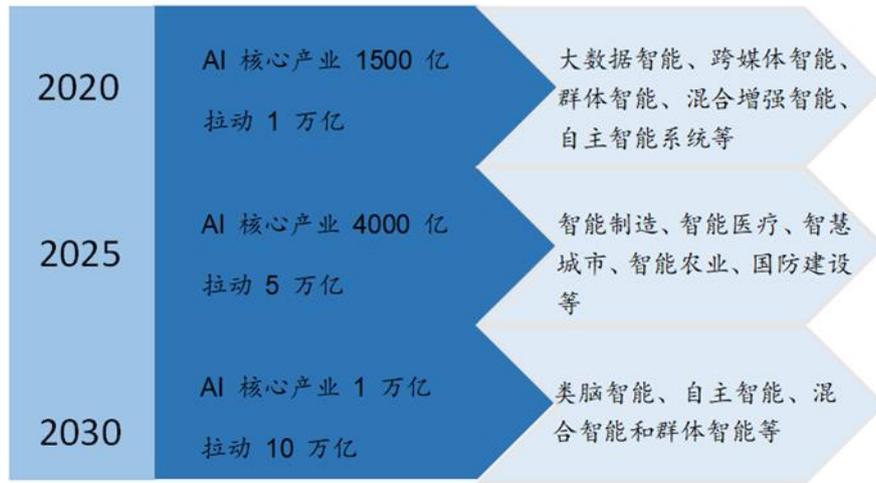
图 18 世界及中国 AI 市场情况



资料来源: 艾瑞咨询, 东兴证券研究所

我国将人工智能上升为国家战略, 并明确了阶段性发展目标。7 月 20 日, 新华社报道了国务院关于印发《新一代人工智能规划》的通知, 提出了面向 2030 年我国新一代人工智能发展的指导思想、战略目标、重点任务和保障措施, 部署构筑我国人工智能发展的先发优势, 加快建设创新型国家和世界科技强国。本次《规划》明确提出了“三步走”的战略: 第一步, 我国人工智能产业到 2020 前与世界先进水平同步, 重点发展领域为大数据智能、跨媒体智能、群体智能、混合增强智能、自主智能系统等, AI 核心产业 1500 亿, 拉动 1 万亿; 第二步, 到 2025 部分技术与应用达到世界领先水平, 重点领域为智能制造、智能医疗、智慧城市、智能农业、国防建设等, AI 核心产业 4000 亿, 拉动 5 万亿; 第三步到 2030 年达到世界先进水平, 重点领域为类脑智能、自主智能、混合智能和群体智能等, AI 核心产业 1 万亿, 拉动 10 万亿。

图 19 我国新一代人工智能发展“三步走”战略计划



资料来源：《新一代人工智能规划》，东兴证券研究所

三步走的战略将《规划》进行了细化，并给出了具体量化的发展目标，有望推动人工智能的快速发展逐步实现。本次《规划》不仅对人工智能的基础硬件、算法框架等内容提出了要求，同时对软件、下游应用、生态，以及人才培养体系等、相关配套政策均提出了要求，有望使人工智能作为生态型重点发展产业扶持。同时提出了要给予充分的财政和政策支持，并鼓励成立人工智能发展基金，政策和资金上的支持对新兴产业的发展至关重要，将成为行业发展的基石。

4.3 人工智能大力推进，相关半导体行业提供物理基础

人工智能很可能成为半导体行业下一个增长周期的催化剂。尽管在人工智能方面，人们更多关注的是基于软件而非芯片的算法层面，但人工智能对即时计算、连接和传感的需求有望在未来十年极大促进对人工智能定制半导体的需求。

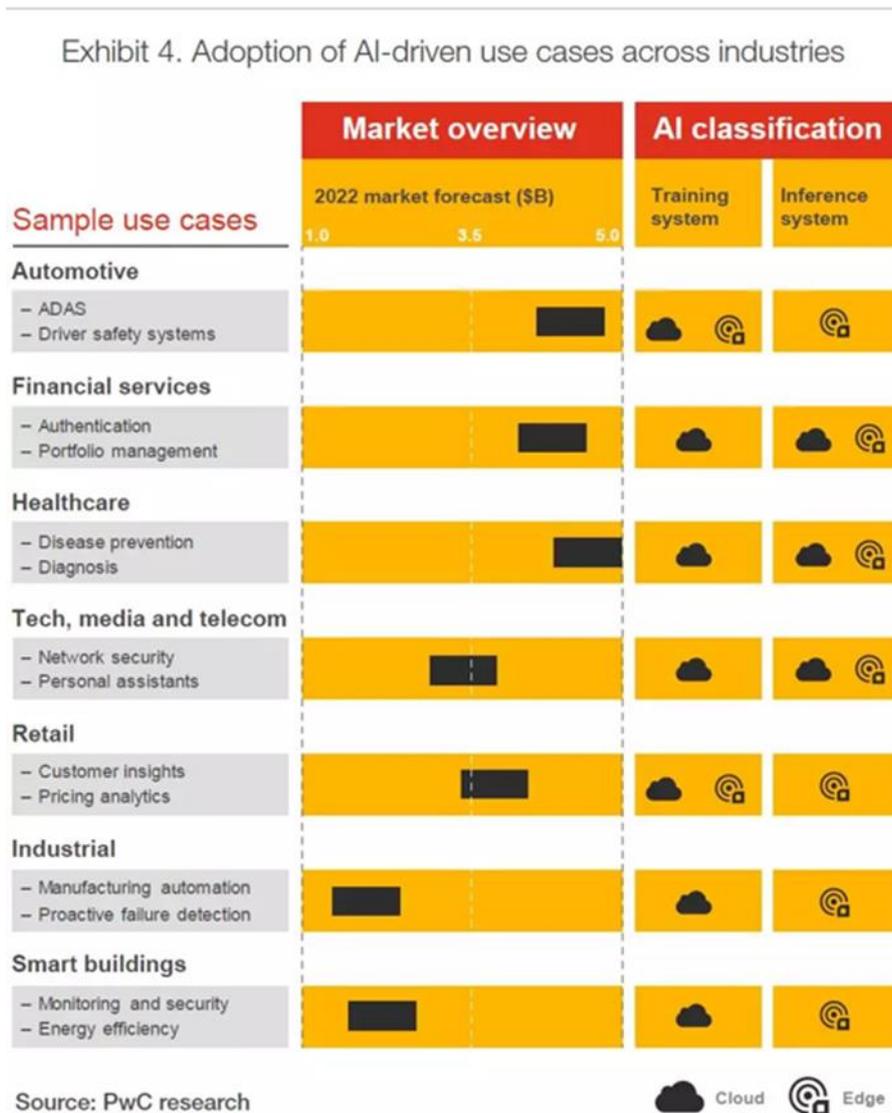
有研究预计，到 2022 年，人工智能相关半导体市场的收入将从目前的 60 亿美元增长至 300 多亿美元，年复合增长率近 50%。半导体推动推理系统市场的成长可能是碎片化的，每个应用案例——如面部识别、机器人、工业自动化、自动驾驶和监测——都需要定制化方案。相比之下，训练系统还是以 CPU、GPU 和 FPGA 以及 ASIC 为主。

分应用领域来看，汽车领域将拥有非常大的潜力。研究预计在 2022 年它将达到 40 亿到 47 亿美元的收入在 ADAS 和无人驾驶应用上。其中囊括用于自动驾驶和安全辅助的推理系统和用于交通地图映射的边缘计算，这两类促进了用于边缘计算的 GPU、ASIC 和用于云计算的 CPU 和 FPGA 的发展。

金融服务类，研究预计这部分将带来 40 亿至 45 亿美元的收入，主要设计金融交易中的身份验证和智能投资中的用例。与汽车一样，金融服务往往也同时需要推理和训练系统。

在工业领域，所产生的收入大致为 15 亿美元到 20 亿美元之间，主要用于制造业优化和主动故障检测。因为工业客户的部署和更新周期较长，所以实现人工智能需要比其他行业更长的时间。

图 20 人工智能驱动的应用案例



资料来源：PwCresearch，东兴证券研究所

芯片。深度学习的突破将人工智能带进全新阶段。深度学习通过构建很多隐层的机器学习模型和海量的数据来训练机器，使机器去学习更有用的特征，从而最终提升分类和推理的准确性，引领当今人工智能算法方向。深度学习需要进行大量的并行计算，而传统的 CPU 往往需要数百甚至成千上万条指令才能完成一个神经单元的处理，无法支撑深度学习大规模数据的并行计算，深度学习需要新的芯片来对大规模的并行计算进行加速。目前常用的加速深度学习并行计算的人工智能芯片有 GPU、FPGA、ASIC 和处于理论阶段的类脑芯片。深度学习的训练需要强大的计算能力：人工智能因其自身神经网络模型结构的复杂性，以及训练深度神经网络需要大量的高阶统计数据，对于计算能力的需求非常大。

与李世石对弈的谷歌 ALPHAGO 有 1920 个 CPU 加 280 个 GPU，而这只是比赛时执行深度学习算法的计算机系统。训练这个深度学习算法的计算机网络规模至少要提高一个数量级，而这个提供训练计算能力的计算机网络才是 ALPHAGO 持续进化的原动力。

未来人工智能芯片的应用大体有两个方向：其一是用于云端服务器的芯片，对于云端的高运算需求来说，预计将以 CPU+GPU 搭配为主，主要特点是高功耗、高计算能力以及通用性，云端人工智能运算对于具体应用场景的要求较少，通用芯片即可满足要求；其二是用于终端（例如手机及其他智能硬件）的人工智能芯片，由于终端运算空间有限，所以对于芯片的要求主要在于其低功耗，并针对不同场景有所区分，因此定制及半定制化的 FPGA、ASIC 及类脑芯片有望成为主流。“CPU+GPU 并行”在人工智能云端中被广泛运用：计算能力的限制曾经是人工智能研究跌入低谷的原因。随着摩尔定律的发展，计算能力逐步得到解放。CPU 性能飞速提升，被最初用来训练深度学习。但不久发现拥有出色的浮点计算性能的 GPU 更适合做深度学习训练。提高了深度学习两大关键活动：分类和卷积的性能，同时又达到所需的精准度，相对传统 CPU 的方式，GPU 拥有更快的处理速度、更少的服务器投入和更低的功耗。现在文本处理、语音和图像识别上，CPU+GPU 并行不仅被 Google、Facebook、百度、微软等巨头采用，也成为旷视科技等这类初创公司训练人工智能深度神经网络的选择。

中国在商业人工智能和半导体市场的成功直接关系到中国的地缘政治实力以及军事和间谍人工智能能力。除了军事人工智能应用，国家人工智能战略竞争的未来焦点很可能是半导体行业，因为人工智能技术越来越依赖于定制的计算机芯片。而现阶段，我国在人工智能和半导体领域相对落后，但得到了高度关注和投资，目前的趋势表明差距将会缩小。

5. 景嘉微 GPU 及其与法国 KALRAY 公司合作芯片有望为我国军方人工智能服务

5.1 人工智能芯片市场一片蓝海

从广义上讲只要能够运行人工智能算法的芯片都叫作 AI 芯片。但是通常意义上的 AI 芯片指的是针对人工智能算法做了特殊加速设计的芯片，现阶段，这些人工智能算法一般以深度学习算法为主，也可以包括其它机器学习算法。

据中国电子学会新一代人工智能发展白皮书（2017 年），2018 年全球 AI 芯片市场规模预计将超过 20 亿美元，随着包括谷歌、Facebook、微软、亚马逊以及百度、阿里、腾讯在内的互联网巨头相继入局，预计到 2020 年全球市场规模将超过 100 亿美元，其中中国的市场规模近 25 亿美元，增长非常迅猛，发展空间巨大。目前全球各大芯片公司都在积极进行 AI 芯片的布局。

5.1.1 人工智能芯片战略地位凸显

（1）人工智能芯片重要性毋庸置疑，还处在初级发展阶段

作为人工智能技术的重要物理基础，人工智能芯片拥有巨大的产业价值和战略地位。人工智能芯片研发的核心在于芯片架构以及“感知-传输-处理/执行”全流程逻辑的研发：短期内以异构计算（多类型组合方式）为主，来加速各类应用算法的落地；中期侧重发展自重构、自学习、自适应的芯片，来支持算法的演进和类人（类脑）的自然智能；长期朝着“通用人工智能芯片”的方面发展。“通用人工智能芯片”是指能够支持和加速通用人工智能计算的芯片，能够让系统通过学习和训练，准确高效地处理任意智能主体（例如人）能够处理的任务，其面临通用性（算法和架构）和实现复杂度等两个主要难点。

但从大趋势来看，目前人工智能芯片发展尚处于的初级阶段，无论是科研还是产业应用都有巨大的创新空间。目前主流人工智能芯片的核心主要是利用乘加计算加速阵列来实现对卷积神经网络中最主要的卷积运算的加速。这一代人工智能芯片主要有如下三个方面的问题：（1）芯片功耗问题，内存大量访问和乘加计算阵列的大量运算，造成人工智能芯片整体功耗的增加；（2）内存带宽问题，基于深度学习的人工智能计算所需数据量巨大，造成内存带宽成为整个系统的瓶颈，计算框架的高度并行与扩展成为亟待解决的关键问题；（3）性能和灵活度之间的平衡问题，深度学习对算力要求非常高，提升算力的最好方法是做硬件加速，但是同时深度学习算法的发展也是日新月异，新的算法可能在已经固化的硬件加速器上无法得到很好的支持。

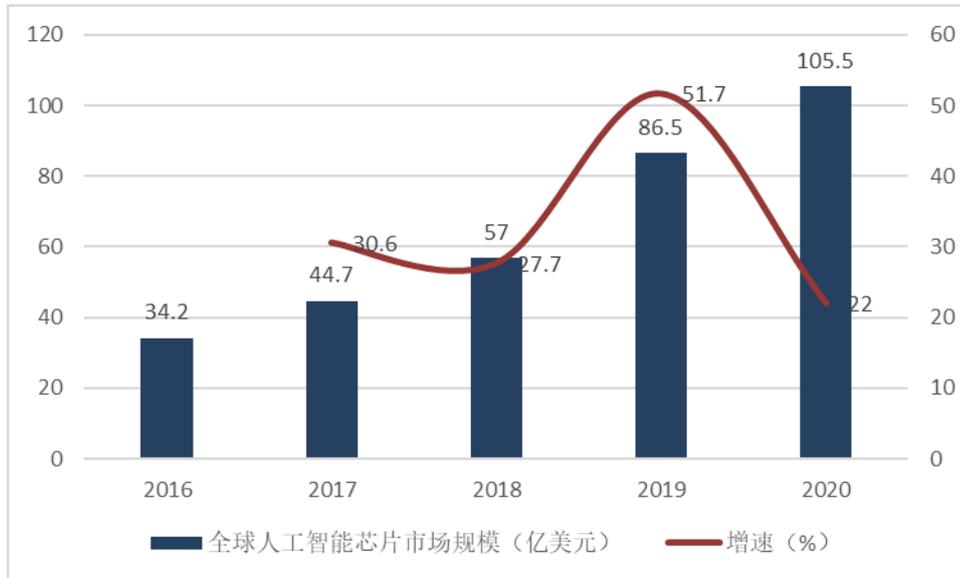
因此，可以预见下一代人工智能芯片将有如下发展趋势：（1）计算框架的高度并行与扩展；（2）更高效的大卷积解构与复用；（3）神经网络参数/计算位宽的迅速减少；（4）更多样的存储器定制设计；（5）更稀疏的大规模向量实现；（6）复杂异构环境下计算效率提升；（5）计算和存储一体化。

（2）市场空间广阔

根据新思界产业研究中心发布的《2018-2022年人工智能芯片行业深度市场调研及投资策略建议报告》显示，2016年，全球人工智能芯片市场规模为37亿美元，2017年达到45亿美元，预计2021年将达到112亿美元，年复合增长率达到26%。2017年，中国人工智能芯片市场规模为34亿元，同比增长75%。中国及全球人工智能芯片市场迅猛增长。

据前瞻产业研究院发布的《人工智能芯片行业市场需求分析与投资前景预测》最新统计数据显示，2017年全球人工智能芯片市场规模达到44.7亿美金，随着包括谷歌、脸书、微软、亚马逊以及百度在内的巨头相继入局，预计到2018年将达到57亿美金，2020年有望突破百亿大关，增长迅猛，发展空间巨大。

图 21 全球人工智能芯片市场规模



资料来源：《人工智能芯片行业市场需求分析与投资前景预测》，东兴证券研究所

人工智能芯片市场发展空间巨大，且现阶段全球人工智能整体仍处于发展初期阶段，先起步的企业未来极有可能成为行业巨头，因此全球范围内各行业巨头都投入大量资金布局人工智能芯片市场，研究成果不断问世，使得人工智能芯片成为现阶段发展较为火爆的行业之一。

人工智能技术能够促使产业升级、推动技术更新换代，因此全球各国对人工智能产业发展都给予较高关注。数据是人工智能发展的关键，中国是数据大国，预计到 2020 年中国将拥有全球数据量的 20% 以上，且中国政府正大力推动产业智能化发展，为人工智能市场提供了极为良好的发展基础。

中国人工智能芯片市场具有极大的发展空间。新思界产业研究人员表示，现阶段，依托领先的 GPU 技术，英伟达在人工智能芯片行业处于领跑地位，英特尔与谷歌等巨头也在加大布局。中国市场中，除华为海思、联发科等企业外，阿里巴巴等互联网巨头也进入布局。中国人工智能芯片市场具有极大的发展空间。

5.1.2 人工智能芯片主要技术路线

(1) 基于 FPGA 技术

FPGA (Field Programmable Gate Array) 是在可编程器件的基础上进一步发展的半定制电路，通过将门电路与存储器有机结合，并设计门电路间互联，进而达到定制目的。FPGA 由于是非冯诺依曼架构，使得其在运算单元和存储单元间的信息交换量大幅降低，因此具有流水处理和响应迅速的特点。FPGA 芯片行业的生产厂商较多，其中 Xilinx (赛灵思)、Altera (阿尔特拉)、Lattice (莱迪思) 和 Microsemi (美高森美) 4 家美国企业握有大部分 FPGA 专利，且垄断 98% 以上的市场份额。其中 Xilinx 和 Altera 分别占比 49% 和 39%，剩余 2 家占比 12%。如今国际半导体巨头看好基于 FPGA 的人工智能芯片应用前景，纷纷布局基于 FPGA 的人工智能芯片，例如，英特尔收购了 Altera；IBM 与 Xilinx 合作等等。国

内研发 FPGA 产品的公司主要有紫光国芯、深鉴科技、广东高云、上海安路、西安智多晶和上海遨格芯等。

主要优势

FPGA 适用于快速变化的人工智能领域。FPGA 兼容了 PLD 和通用门阵列的优点，可实现较大规模的电路。目前人工智能算法的更新迭代速度很快，通用化逻辑芯片更能适应变化迅速的人工智能领域。

理论上分析，FPGA 可以实现任意 ASIC 和 DSP 的逻辑功能。在实际应用中，开发人员可通过 FPGA 的软件来修改芯片，而不是替换和重新设计芯片。现有 FPGA 软件也可通过因特网进行远程升级。这将极大的方便人员在人工智能领域进行自由开发、调试和升级换代。

FPGA 的开发周期短，研发费用低，有利于更早占据市场。由于 FPGA 的开发流程，不涉及布线、掩模和流片等步骤，使得开发周期缩减，一款产品的平均设计周期大约在 7 个月到 12 个月之间。FPGA 产品的全球最大厂商 Xilinx 认为，更快的研发速度，可以更早的占据市场。如果产品晚上市 6 个月，5 年内将会少 33% 的利润，晚上市 4 周约等于损失了 14% 的市场份额。因此，基于 FPGA 的人工智能芯片可以快速占领市场。同时，FPGA 的商业模式与 GPU、ASIC 略有不同，众多的客户会共同分担 FPGA 芯片的研发费用（NRE），从而降低研发成本。所以 FPGA 可以采用最先进的工艺，不断降低产品的功耗，增加晶体管的数量，从而提升了 FPGA 在人工智能市场上的竞争力。伴随着人工智能芯片 NRE 费用的指数级上升，基于 FPGA 开发设计新一代人工智能产品的优势会更加明显。FPGA 并行计算效率高，整数运算能力出众。FPGA 率先使用最先进工艺，单个计算单元的计算频率突破 500MHz。在某些应用场景下，大量低速并行单元的计算效率要高于少量高速串行单元。同时，FPGA 芯片的整数运算效率大大超过 CPU。在当前人工智能的企业级应用中，FPGA 占据了主导地位，如：图像识别、卷积神经网络算法、安全控制、压缩算法等。

主要劣势

FPGA 芯片中包含大量的逻辑器件与阵列，其批量生产成本高、产品功耗大和编程设计较难，使其应用领域受到局限。批量生产成本高。由于 FPGA 流片成本高昂，实现同样的人工智能应用，制作 FPGA 芯片的成本可能会超过 ASIC 的成本 10 倍以上。如果在流片量高于 5 万片的人工智能终端产品等领域，如：车载、手机、音箱、机器人等，生产成本将十分高昂。

产品功耗大。为适应下游用户复杂多样的需求和应用，FPGA 的门电路集成度往往很高，然而具体到某一应用，冗余的门电路会提升 FPGA 的功耗。然而在功耗敏感的领域中，这是非常致命的缺陷。

例如，无人驾驶的汽车利用图像视觉技术和深度学习技术，实时分析周围环境，每小时处理的数据量接近 3TB，汽车本身无法承受，基于 FPGA 的智能芯片所产生的耗电量。编程设计难。在 FPGA 编程设计时，要考虑诸多因素，例如：应用场景多样性、复杂性和运行效率。这些因素导致软件开发工作十分复杂，需要投入大量研发人员，例如：Xilinx 公司的员工中，60%-70% 的研发人员，在进行软件开发工作。

应用场景

基于 FPGA 芯片的通用性，使其在人工智能的多个领域具有丰富的应用前景，例如：云端服务器、智能医疗、智能交通、智能家居、无线/有限通讯、航空、国防等领域。这些领域的共同特点是，对设备的功耗要求不高。人工智能的云端设备。人工智能深度学习算法包括训练和推断两个截然不同的环节。训练环节需参考海量数据，必需在云端执行。推断环节可云端或终端均可完成。因此发展云端设备要比终端设备更为重要。由于 FPGA 具有动态可重配、性能功耗比高等多项优点，所以，全球 7 大超级数据计算中心，包括 IBM、Facebook、微软、AWS，以及 BAT 都采用了基于 FPGA 的云端数据服务器。在新一代人工智能云端设备的布局上，中美两国齐头并进。

图像识别技术。人工智能技术在图像识别领域日臻完善，可以实时地感知探测器周围的环境细节，得到更加清晰的图像信息，进一步可以辅助人类完成一系列的任务。无论是分布式智能传感器，还是集中多传感器融合系统，又或是高度集成的域控制器，均可通过扩展 FPGA 的器件选择，来满足处理需求并达到目标成本。Xilinx 公司开发的 XA 产品系列，以及 SoC/MPSoC 可创建高度差异化的汽车驾驶员辅助系统(ADAS，主要包括行车记录仪、测距仪、雷达、传感器、GPS、等设备)。FPGA 芯片已在人工智能的语音识别领域得到广泛应用。国际上，微软、谷歌、苹果、亚马逊等跨国企业，纷纷推出了语音识别产品。国内，北京深鉴科技有限公司采用 LSTM 方案，进行语音识别，结合深度压缩算法，使得经过压缩的网络，在 FPGA 上实现超越 Pascal Titan X GPU 一个数量级的能效比。

(2) 基于 GPU 技术

GPU 即图形处理器，原本是在个人电脑、工作站、游戏机和一些移动终端上专门进行图像处理工作的微处理器。由于 GPU 在并行运算上的优化设计使其非常适合于深度学习算法的训练阶段，因此 **GPU 成为目前深度学习领域使用最为广泛的核心芯片**。对比 GPU 和 CPU 的架构，虽然 GPU 依然为冯诺依曼架构，但其含有的逻辑核心更多，且不依赖缓存 (Cache)，可使用更多的内核进行数据的并行运算。因此 GPU 善于处理 SIMD (单指令多数据流)，即多个执行单元以同样的步伐来处理不同的数据。在 GPU 领域，目前 AMD 公司以及 NVIDIA 公司占有绝对的技术优势和市场优势。

主要优势

GPU 作为现在主流的人工智能芯片之一，具有易于开发、软件生态齐全、并行计算能力强的优点。

GPU 设计、开发的周期较短。

GPU 作为已经成熟的通用型人工智能芯片，有更多的软件和深度学习标准库的支持。通用性强，性能较高，GPU 已经构建了 CUDA、cuDNN 及 DIGITS 等工具，支持各种主流开源框架，提供友好的界面和可视化的方式，并得到了合作伙伴的支持，例如浪潮集团开发了一个支持多 GPU 的 Caffe，曙光集团也研发了基于 PCI 总线的多 GPU 的技术，对熟悉串行程序设计的开发者更加友好。依靠这些辅助的软件和应用，开发人员可以将精力更多的投入到复杂算法的研究和实现上，使得开发高复杂度系统的难度大大降低。并行计算能力较强。从峰值性能来说，GPU (10Tflops) 远远高于 FPGA (<1Tflops)，GPU 基本单元的计算能力很强。对比于 FPGA，虽然 FPGA 内部有大量极细粒度的基本单元，但是每个单元的

计算能力（主要依靠 LUT 查找表）都远远低于 CPU 和 GPU 中的 ALU 模块。而两者目前在基本单元数量上的差距并不大，同时目前机器学习大多使用 SIMD 架构，即只需一条指令可以平行处理大量数据，在这样的场景下，GPU 的计算性能优势就比较明显了。

主要劣势

架构相对固定，缺乏灵活性。GPU 由于架构固定，硬件原生支持的指令也就固定了，无法像 FPGA 一样进行编程。而在有些领域可编程性十分关键，因为它让软件与终端应用公司能够提供与其竞争对手不同的解决方案，并且能够灵活地针对自己所用的算法修改电路。

功耗较高，不利于大规模应用。在人工智能领域，GPU 与 FPGA 和 ASIC 相比，在使用过程中会出现冗余的计算流程，因此会产生较高的功耗。这在功耗敏感的领域，例如工业应用中是非常致命的缺陷。

成本较高。相比于 FPGA 和 ASIC，GPU 价格要明显高出很多，这大大限制了 GPU 在一些场景的应用。

应用场景

GPU 的人工智能方面的应用主要集中在各种人工智能云服务上。详细的应用场景包括如下：

AI 深度学习的机器学习训练和推理在线服务。深度学习是利用复杂的多级神经网络来打造一些系统，这些系统能够从海量的未标记训练数据中进行特征检测。正是由于大量训练数据的出现以及 GPU 所提供的并行计算能力，深度学习才成为可能。很多企业和研究机构正在利用 GPU 来训练这些深度神经网络，这使得所使用的训练数据变得很多，所耗费的时间大幅缩短，占用的数据中心基础设施也少得多。

将 GPU 作为加速器用于机器学习的用户包括诸多大规模的网络和社交媒体公司，另外还有数据科学和机器学习领域中的各种研究机构。大数据应用和数据挖掘云服务。如今利用数据库和数据流进行数据分析已经成为很多企业的重要信息来源方式。包括 MathWorks MATLAB、ParStream 和 Jedox Palo 等数据挖掘软件和很多提供数据分析服务的企业都使用了基于 GPU 的计算解决方案。而 GPU 成熟的应用以及其在处理并行计算时出色的性能是这些企业和研究机构选择 GPU 的原因。

5.1.3 国外人工智能芯片暂时保持领先

（1）人工智能技术催动芯片市场爆发

当前正处于“后摩尔定律时代”，万物互联和万物智能得以实现，核心推动力量来自半导体产业，数亿智能设备连接网络，用于数据采集的物联网芯片和高性能人工智能芯片需求剧增，因万物互联采集海量数据，经数据中心构造的云端对数据进行处理，从而带动整个半导体发展。伴随着大数据的发展，计算能力的提升，人工智能近年迎来了新一轮的爆发。谷歌、脸书、微软、亚马逊等国外各大科技巨头公司已纷纷推出了自己的人工智能芯片，预计 2020 年有望突破百亿大关，发展空间巨大。而各科技巨头公司都在探索不同类型的人工智能芯片专用架构：谷歌拥有张量处理单元（TPU），每个芯片具备一个核心和用软件控制的内存（而非缓存）；英伟达的 GPU 则拥有 80 多个内核；微软正在走 FPGA 的路线；英

特尔则所有类型的人工智能芯片专用架构上都有布局, 为机器学习推销传统的 CPU, 收购 Altera 和 Nervana, 前者专注于 FPAG, 后者专注于神经网络专用处理器 (类似于谷歌的 TPU), 当前已经进入计算系统结构的黄金时代。2018 年, 几乎每个月, 主流科技公司推出的定制人工智能芯片项目数量都会较上个月有所增加。

英特尔。在芯片产业布局上, 英特尔在 2018 年进行了一系列收购, 加速开发更新型的芯片。2018 年 7 月, 英特尔收购物联网芯片组厂商 eASIC; 2018 年 9 月, 英特尔收购 NetSpeed Systems, 继续布局专用片上系统 (SoC) 芯片产业。英特尔正在开发越来越多样化的 SoC 芯片产品, 包括各种专用 SoC, 如 Movidius VPU 和 FPGA。此外, 英特尔在 2018 年展示了首款 14 纳米独立 GPU 原型, 并确认其首款独立 GPU 最早将于 2020 年问世。

谷歌。2018 年 2 月, 谷歌开放 Cloud TPU, 专为加速、扩展特定的 TensorFlow 机器学习工作负载而优化。2018 年 5 月, 在 Google I/O 2018 开发者大会期间, 谷歌正式发布了第三代人工智能学习专用处理器 TPU 3.0。TPU 3.0 采用 8 位低精度计算以节省晶体管数量, 对精度影响很小但可以大幅节约功耗、加快速度, 同时还有脉动阵列设计, 优化矩阵乘法与卷积运算, 并使用更大的片上内存, 减少对系统内存的依赖; 速度能加快到最高每秒 1000 万亿次浮点计算。

英伟达。2018 年 3 月, 英伟达推出了一个更新的、全面优化的软件堆栈, 还公布了其全球领先的深度学习计算平台所取得的一系列重要进展, 包括 NVIDIA Tesla V100 (宣称是最强大的数据中心 GPU) 的 2 倍内存提升, 以及革命性的全新 GPU 互联结构 NVIDIA NVSwitch, 它可使多达 16 个 Tesla V100 GPU 同时以 2.4 TB/秒的速度进行通信, 这一速度创下历史新高 (相较于半年前发布的上一代产品, 其深度学习工作负载性能实现了 10 倍提升)。

超威半导体 (AMD)。2018 年 6 月, AMD 公开展示了全球首款 7 纳米制程的 GPU 芯片原型, 含有 32GB 的高带宽内存, 专为人工智能和深度学习设计, 用于工作站和服务端; 2018 年 11 月, AMD 发布了基于 7 纳米工艺的升级版 Vega 架构核心, 也是全球首个 7 纳米 GPU。7 纳米 Vega 核心集成了 132 亿个晶体管, 比 14 纳米 Vega (125 亿个晶体管) 增加了 6.4%, 而核心面积为 331 平方毫米, 比现在的 484 平方毫米缩小了 31.6%, 晶体管密度翻了一番。同等功耗下, 新核心性能提升超过 25%; 而同等频率下, 新核心功耗降低 50%。

苹果。苹果公司在 2018 年 9 月发布的新款 iPhone 系列手机均搭载了 A12 仿生芯片。A12 仿生芯片由 4 核 GPU、6 核 CPU 和神经网络引擎构成, 内有 69 亿个晶体管, 性能非常卓越, 被认为是当时“智能手机中最智能、功能最强大的芯片”, 其每秒运算数据达到了 5 万亿次, 比 2017 年推出的 A11 提高 733%, 新的 iPhone 机器学习速度提升了 9 倍。

IBM。2018 年 6 月, IBM Research 人工智能团队利用大规模的模拟存储器阵列训练深度神经网络, 达到了与 GPU 相当的精度, 被认为是在下一次人工智能突破所需要的硬件加速器发展道路上迈出的重要一步, 相关成果发表在《自然 (Nature)》期刊上。

(2) “边缘智能”发力, 人工智能芯片与物联网的紧密结合成为亮点

2018年12月，Gartner发布的《预测2019：人工智能与未来工作》报告重点提及“边缘计算（Edge Computing）”的潜力与应用价值。近年来，计算工作负载一直在迁移：首先是从本地数据中心迁移到云，现在越来越多地从云数据中心迁移到更靠近正在处理的数据源的“边缘”位置，旨在通过缩短数据传输距离来提高应用和服务的性能和可靠性，降低运行成本，从而减少带宽和延迟问题。Gartner数据显示，到2025年，80%的企业将关闭其传统数据中心，而2018年则为10%；Markets and Markets数据显示，到2022年，边缘计算市场的价值将达到67.2亿美元，高于2017年的14.7亿美元，年复合增长率35.4%，关键驱动因素是物联网和5G网络的出现，“智能”芯片性能提升、“智能”应用程序数量的增加以及云基础设施负载的增加。

随着人工智能应用的不断扩展，定位于数据中心（或称“云端”）的人工智能应用普遍存在功耗高、实时性低、带宽不足、数据传输过程安全性较低等问题。预计，未来会有更多人工智能芯片部署于网络“边缘侧”。“边缘侧智能”专指靠近智能终端以及数据源头的网络边缘侧，融合了网络、计算、存储、应用的开放计算平台，已经成为人工智能芯片的重要发展趋势。

谷歌的人工智能布局正逐渐走向边缘侧。在2018年7月举行的谷歌云端服务年会Google Cloud Next上，谷歌发布一款名为“Edge TPU”的人工智能芯片，作为小型人工智能加速器（体积仅为1美分硬币的1/6），可在物联网（IoT）设备中实现机器学习算法的训练任务，这款芯片将为边缘设备提供强大的计算和学习能力，已成为谷歌边缘计算战略的重要组成部分；同时，发布Cloud IoT Edge，这是一款能够将Google的云服务扩展到物联网网关和边缘设备的软件堆栈。2018年11月，英伟达公开了NVIDIA Jetson AGX Xavier机器人专用芯片平台、面向边缘计算的DRIVE AGX Xavier汽车级人工智能芯片等，致力于边缘侧数据感知、汇聚和推演，并基于这些芯片和平台开始向公司提供企业级解决方案，正在逐步从芯片制造商转变为方案提供商的角色。

人工智能芯片将继续在物联网领域扮演更重要的角色。相比于数据中心的人工智能加速器，位于“边缘侧”智能终端中的人工智能芯片需要更低的延迟性、更低的能耗、更小的体积和更低的成本；其算法要相对成熟，无需进行频繁的迭代更新。目前，越来越多的硬件厂商开始提供边缘处理的强化产品，例如边缘服务器、智能网关等产品。

5.1.4 国内人工智能芯片刚刚起步

（1）我国的人工智能芯片行业发展目前尚处于起步阶段

长期以来，中国在CPU、GPU、DSP处理器设计上一直处于追赶地位，绝大部分芯片设计企业依靠国外的IP核设计芯片，在自主创新上受到了极大的限制。然而，人工智能的兴起，无疑为中国在处理器领域实现弯道超车提供了绝佳的机遇。人工智能领域的应用目前还处于面向行业应用阶段，生态上尚未形成垄断，国产处理器厂商与国外竞争对手在人工智能这一全新赛场上处在同一起跑线上，因此，基于新兴技术和应用市场，中国在建立人工智能生态圈方面将大有可为。

由于我国特殊的环境和市场，国内AI芯片的发展目前呈现出百花齐放、百家争鸣的态势，AI芯片的应用领域也遍布股票交易、金融、商品推荐、安防、早教机器人以及无人驾驶等众多领域，催生了大量的人工智能芯片创业公司，如地平线、深鉴科技、中科寒武纪等。

尽管如此, 国内公司却并未如国外大公司一样形成市场规模, 反而出现各自为政的散裂发展现状。除了新兴创业公司, 国内研究机构如北京大学、清华大学、中国科学院等在 AI 芯片领域都有深入研究; 而其他公司如百度和比特大陆等, 2017 年也有一些成果发布。可以预见, 未来谁先在人工智能领域掌握了生态系统, 谁就掌握住了这个产业的主动权。

(2) 我国人工市场主要参与者

在政府和市场资本的双重推动下, 中国的人工智能芯片行业正引来一个高潮, 而其中的参与者, 主要来源于以下几个方面:

表 7: 中国人工智能芯片行业新高潮 JAIC 在 AI 应用程序生命周期中的角色

人工智能芯片行业参与者	具体内容
新型创业型公司	该类公司的领军人物一般具有较强的人工智能背景, 在商业意识和技术研发方面有较好的平衡, 如地平线 (Horizon)、上海燧知 (ThinkForce)、探境科技 (IntEngine) 等。目前, 这批参与者的数量正在快速增长。
大型的市场领导者/互联网公司	以 TAB (Tencent、Alibaba、Baidu) + 华为等为主导。由于拥有自己的数据集、算法和应用场景, 他们计划开发更适合的人工智能芯片来优化他们的算法和业务。由于具有雄厚的财力、研发能力和数据/应用场景, 预计该类参与者将成为中国甚至全球人工智能芯片市场的重要力量。
老牌的芯片公司	这类公司以华为海思、瑞芯微等为代表。他们具有非常好的 SoC 设计经验和客户, 正研发集成了人工智能加速 IP 的 SoC 芯片。
高校/研究院背景的创业型公司	由于高校在过去的数十年一直坚持人工智能的芯片设计的基础研究, 积累了相当的技术, 当前正和产业资本相结合推动其技术的产业转化, 如寒武纪 (Cambricon)、深鉴科技 (DeepHi)、清华大学微电子所等。

资料来源: 网络资料整理、东兴证券研究所

芯片行业历来是一个高投入、高风险、慢回报的行业。这也是中国芯片产业不发达的基本原因。芯片投资周期很长, 迭代进化很快, 一不小心就容易被快节奏的市场淘汰。

值得关注的是, 从事人工智能芯片研发的企业大多数是创业企业。随着人工智能大火, 许多以人工智能芯片为核心卖点的初创公司相继出现。有的已经价值完成-被大公司收购, 有的还在奋斗, 也有新公司不断出现。这些企业比较擅长从事算法研究, 而算法的研究投入比较小, 但如果自己独立研制芯片, 在时间和资金方面都面临巨大压力, 其中最重要的原因是芯片的时间成本高, 作为硬件来说, 芯片对设计错误是零容忍。如果芯片已经流片, 这个时候突然发现一个错误, 那么重新去纠正这个错误可能需要半年时间, 同时还需要花几千万元再去重新流片。

国内投资 AI 初创公司数量排名前三的公司分别是百度、腾讯、阿里。这些资金大部分流向专注于应用层或算法的公司, 这三家科技巨头目前只进行了战略投资, 但该领域最近还获得了政府和风险投资的资金。在初创公司创业的方向中, AI 芯片是一个热门方向。不过, 初创公司们面临着巨大的挑战, 除了有来自资金和技术实力都很强的巨头之外, 如何平衡市场、技术以及投入都是影响中国芯片初创公司成功的关键。**值得关注的是, 百度和阿里已经进入了芯片设计领域。**

图 22 国内投资 AI 初创公司数量

Number of AI startups invested by large Chinese firms



Chart: Karson Elmören - Source: MIT/Huixu - Get the data - Created with Datawrapper

资料来源：<Artificial Intelligence and National Security>，东兴证券研究所

这些芯片公司通常分为三大类，无晶圆厂模式初创公司（外包制造业），从算法领域进入芯片设计领域的初创公司，以及正在探索芯片设计的互联网公司。

5.2 人工智能要实现安全可控、GPU 芯片国产自主极为重要

5.2.1 人工智能要实现安全可控、才能健康发展

新一代人工智能（AI）作为一项具有颠覆性的技术，正成为影响未来社会最重要的技术领域，世界各国纷纷出台 AI 国家战略，助力 AI 的创新与发展。然而，在 AI 的发展进程中，安全与风险问题也随之上升到前所未有的高度。AI 的风险与威胁，不仅会导致法律、伦理等方面的风险，同时，会引发社会、经济、军事等重大领域的风险与安全。

2017 年 7 月，国务院发布的《新一代人工智能发展规划》明确要求，在大力发展人工智能的同时，必须高度重视可能带来的安全风险挑战，加强前瞻预防与约束引导，最大限度降低风险，确保人工智能安全、可靠、可控发展。2018 年 10 月，习近平总书记在主持中共中央政治局第九次集体学习时强调，要加强人工智能发展的潜在风险研判和防范，维护人民利益和国家安全，确保人工智能安全、可靠、可控。

（1）关注 AI 在军事领域具有泛用性

从人类诞生起，一共经历了两次武器革命：第一次以火药为代表，包括枪械和炮弹；第二次以核武器为代表，包括裂变原子弹和聚变氢弹等。每次武器革命，都给人类带来了数不尽的灾难。然而，随着新一代 AI 的发展，“致命性自主武器”（lethal autonomous weapons, LAWS）技术越来越成熟。LAWS 实际上是一种军用智能机器人，这种机器人与人脸识别、无人机、精准定位等技术的结合，可以不经人类干预，自主选择 and 攻击包括人员和装备在内的军事目标。AI 技术不是武器，但是，能够成为武器性能提升的助推器，AI+无人机、AI+无人地面车辆、AI+无人潜航设备已经广泛应用于军事领域，机器人作战系统也正在研究和部署。

（2）底层芯片安全是保证数据安全的核心，也即 AI 安全的核心

新一代 AI 的三大基石，即算法、数据和计算能力，其中，数据是新一代 AI 发展的基础，计算能力将数据进行计算，算法则是针对不同行业建立的对应的模型，满足这三者，才能实现从数据到价值的输出。当前，加速积累的技术能力与海量的数据资源，巨大的应用需求，以及开放的市场环境有机结合，形成了我国人工智能发展的独特优势。

新一代 AI 的本质是建立在大数据基础上的自我学习、判断和决策的算法，AI 系统需要大量的数据训练学习算法，因此，数据被称为 AI 时代的“新石油”。算法的核心是基于网络的编程技术。而当前保护数据安全方面达成的共识是，一定要确保底层技术，特别是芯片和操作系统领域的自主性。

未来人工智能具有极大重要性，那么其底层实现完全自主也是非常重要的。景嘉微公司作为实现人工智能国产自主的第一家公司，其价值和作用不容小觑。景嘉微与法国公司 KALRAY 开展合作更能促进景嘉微 GPU 自主性，提升公司价值。

5.3 法国公司 KALRAY 在人工智能领域积累深厚

5.3.1 大规模多核处理器领导者

Kalray 是新智能系统处理器的先驱。其“智能”处理器能够动态地以智能方式分析大量信息，并与外部世界进行实时决策和交互。这些智能处理器广泛部署在快速增长的领域，如新一代网络（数据中心）和自动驾驶汽车，以及医疗保健设备，无人机和机器人。Kalray 的产品包括处理器和完整的解决方案（系统和软件）。Kalray 成立于 2008 年，作为 CEA（法国替代能源和原子能委员会）的衍生产品，为服务器制造商，智能系统集成商和消费品制造商（包括汽车制造商）等客户提供服务。

5.3.2 主要产品

（1）处理器（Processors）

图 23 Kalray 公司产品处理器



资料来源：公司官网，东兴证券研究所

多年来，Kalray 一直是大规模并行多核处理的领导者。通过将业界引入其独特的 MPPA（大规模并行处理器阵列）架构，Kalray 扩展了计算密集型，低功耗和时间关键型应用的处理前沿。

Kalray 公司一代处理器 MPPA 低能耗、时间可预测性、高吞吐量、单个芯片上的异构多核应用程序及高可编程性等特点；二代处理器 MPPA Bostan 是一款 288 核，高性能芯片，可用于多种应用，包括医疗设备，航空，汽车和高性能数据中心；三代 MPPA Coolidge 处理器是 9 年开发优化的多核处理器的经验的结果。随着智能系统和边缘计算的兴起，Coolidge 为新一代嵌入式和数据中心系统提供了独特的功能，例如自动驾驶汽车或 SSD 存储服务器。旨在提供一流的性能/消耗比，同时支持大型开源框架以实现轻松开发。并嵌入了关键功能，以应对深度学习，高速网络和计算机视觉等应用即将面临的技术挑战。

（2）开发平台（Development Platforms）

图 24 Kalray 公司产品-板



资料来源：公司官网，东兴证券研究所

Kalray 的一体化开发平台使客户可以轻松使用 MPPA®处理器开发解决方案。开发平台有不同的尺寸，适合数据中心和嵌入式技术行业等各种行业的客户需求。

MPPA Dev 2。MPPA Developer 是一个基于 PC 的一体化开发工作站，包括标准的 X-86 / Linux 环境和 MPPA 开发板。使用新的 MPPA Dev2，MPPA 的开发变得前所未有的简单快捷。

MPPA EMB 2。MPPA EMB2 是一款体积小的一体化开发平台。对于希望使用 MPPA 开发嵌入式解决方案的客户而言，该平台提供了易于编程和紧凑性。该工作站包括主处理器和 MPPA。

MPPA Box2。MPPA Box 2 是一款紧凑型一体化开发平台，专为希望开发嵌入式应用的客户而设计。MPPA Box 2 的小外形尺寸使其与嵌入式应用特别兼容，是原型设计的理想选择。

5.3.3 Kalray 在人工智能下游市场广泛布局，这些市场有望也成为景嘉微目标市场

在自动驾驶汽车、航空/航天、人工智能、数据存储、数据网络及计算机视觉中，Kalray 自主研发的 MPPA 均显示出一定的市场优势。

（1）自动驾驶汽车

现在的汽车充满了电子产品，为他们提供了各种各样的辅助功能。然而，为了生产自动驾驶汽车，汽车中的电子产品数量将急剧增加，因为更多的自主性需要更多的功能和更多的计算能力：深度学习，计算机视觉，传感器融合都是计算密集型功能，但它们是只是需要并行运行的一部分。汽车原始设备制造商和第 1 层要求处理解决方案能够提供足够的计算能力，同时确保最高程度的安全性和安全性。

MPPA 主要好处：

极限计算：目前的 MPPA 处理器拥有 288 个核心，可提供以前未达到的异构计算能力。它能够同时执行多个独立应用程序和同一应用程序的多个线程，为汽车制造商提供了一个高效的处理器，可以将自动驾驶系统的所有时间关键重型计算功能集成到同一个芯片上。此外，MPPA 还提供优化的工具和库，可实现深度学习或视觉类型算法的最佳性能。MPPA 架构的固有可扩展性进一步允许架构师根据所需的性能水平使用一个，两个或更多 MPPA 处理器。

功耗：功耗可低至现有解决方案的十分之一，架构师可开发非常密集的系统，无需或有限的冷却需求，从而大幅降低解决方案和维护成本。

可编程性：随着汽车电子基础设施从多个传播的小型处理器（ECU）转移到支持多种功能的更集中的平台，汽车制造商和第 1 层需要一个开放，易于编程的平台，轻松定制和更新。由于 MPPA 可编程性，不仅可以使使用标准 C / C++ / OpenCL 代码库，标准库（OpenCV, OpenVX, ...）或运行时环境（AUTOSAR），还可以使用现有代码生成工具的插件，重用简单的遗留代码。

（2）航空航天

如今，航空电子和航空航天系统严重依赖单核处理器。随着航空电子设备和航空航天系统变得越来越复杂，它们在计算能力方面的需求再也不能用单核方法来满足；因此，架构师正在寻求多核或多核处理器，以在不影响严格安全要求的情况下提高性能。

（3）人工智能

自动驾驶汽车，无人机送货上门，智能个人助理.....这些只是由于人工智能（AI）的发展而出现的突破性技术的几个例子。人工智能在消费品市场以及工业和国防领域开辟了一个新的技术机会世界。这些技术使用称为深度学习的复杂计算技术，这些技术允许机器执行通常需要人类智能的活动，例如语音，手写和/或面部识别。这一过程越来越多地应用于移动和关键嵌入式技术，如自动驾驶汽车和无人机，因此需要实时运行的低功耗和低延迟处理器。

MPPA 主要好处：

高性能和低延迟：利用片上存储器和集群到集群通信。

片上存储器：高带宽存储器（Bostan 上为 70 GB / s，Coolidge 上为 300 GB / s），用于存储更靠近计算单元的数据。

片上通信：集群和芯片之间的快速和直接通信，以加快层之间的通信。参数的 NoC 多播促进空间维度分裂。

（4）数据存储

随着高速，低延迟 SSD 的采用，在数据路径的不同点创建了新的性能瓶颈。正在部署新兴的 NVMe-oF 协议，以帮助缓解这些瓶颈，并使分解的存储模型能够独立扩展计算和存储资源。

（5）数据网络

虚拟化改变了许多行业的面貌，但没有改变电信和数据中心的网络。数据中心正在迅速采用两种新技术：网络功能虚拟化（NFV）和软件定义网络（SDN），它们提供软件和基于云的解决方案，以避免代价高昂且频繁的硬件更新。

（6）计算机视觉

为了使车辆和物体更加自主，处理解决方案必须能够集成视觉功能并准确分析这些设备的输入。区分不同物体，不同照明，不同环境约束和使用各种不同视觉技术（雷达，照相机，激光雷达，超声波等）的能力，给系统架构师带来了越来越多的挑战。开发解决方案以应对这些挑战的关键之一是集成了实时和高性能的处理系统。

MPPA 优势：通过并行和实时处理，Kalray 的 MPPA®处理器提供了一系列优势，使计算机视觉更加有效。MPPA 允许多个应用程序同时运行或同一应用程序的多个方面并行运行。对于计算机视觉，这意味着视觉识别和机器学习可以更有效地运行，为客户提供实时结果。反过来，这将使自动驾驶车辆或医学成像等应用程序能够依赖于准确的实时处理。

5.3.4 公司 2018 年业绩与 2019 展望

2018 年，Kalray 在其两个优先应用领域的智能数据中心和智能车辆中实现了重要的里程碑，每个应用领域代表了 Kalray 在 2022/2023 之前的超过 10 亿欧元的潜在市场。在智能数据中心领域，在获得其处理器的 NVMe-oF 认证后，Kalray 协助并与客户合作，将其软件嵌入到他们自己的产品中，用于下一代数据中心存储和加速架构。最终整合阶段有两个主要项目，预计将于 2019 年下半年推出。

至于智能车市场，鉴于近几个月汽车行业的兴趣，Kalray 处于强势地位：

表 8：法国 Kalray 公司智能车市场

日期	事件
2018年5月	Kalray 的智能处理器首次嵌入雷诺的 Symbioz 自主电动概念车
2018年9月	Kalray 展示了其“大规模并行处理器阵列”(MPPA)架构, 该架构使用了中国互联网巨头百度开发的阿波罗开放软件平台, 用于自动驾驶汽车的一级处理
2018年12月	卡尔雷作为创始高级成员加入 Autoware Foundation ¹ , 旨在通过推广 Autoware 开源软件套件项目, 促进自动驾驶汽车技术的部署。其中最广泛部署在市场上的智能和自主系统。Autoware 基金会去年2月在日本展示了一辆集成了 Kalray MPPA 处理器的演示车。
2019年1月	公司与新一代汽车技术领导者 NXP 半导体公司达成战略联盟, 旨在为自动驾驶汽车提供安全可靠的解决方案, 这是目前的主要挑战。此次合作将结合 Kalray 的高性能智能 MPPA®处理器和 NXP 的 Bluebox 解决方案中的 NXP 处理器的决策权, 该解决方案将装备 3 级(部分自主)、4 级和最终 5 级(完全自主)车辆。同时, 百度在拉斯维加斯 CES 上确认, 它已经选择 Kalray 的 MPPA®作为其自动驾驶汽车阿波罗解决方案的合作平台。

资料来源: 公司官网资料整理、东兴证券研究所

柯立芝计划于 2019 年开始。在技术方面, Kalray 确认将于 2019 年第三季度发布用于人工智能应用的第三代 MPPA 处理器 Coolidge。此后, 公司见证了业界(数据中心和智能汽车市场)对这款新处理器的高度兴趣, 这代表了 MPPA 技术(高度优化的性能、扩展的人工智能能力、改进的编程设施、高性能接口等)的使用上的重大突破。

2019 年的销量增长得到证实。在此背景下, Kalray 证实了 2019 年销量增长的预期, 主要是在 2019 年下半年。2019 年, Kalray 将有几个潜在的收入来源:

签署了价值数万甚至数十万欧元的评估、开发和服务合同, 使 Kalray 能够帮助客户开发下一代产品。这些合同不仅将立即产生收入, 而且还将使 Kalray 能够与其客户密切合作, 协助他们生产基于 MPPA 技术的下一代产品。仅凭这一收入来源, 该公司的营业额将远远高于 2018 年的营业额(77.5 万欧元)。

为数据中心推出基于 MPPA 当前一代处理器 Bostan 的首个商用产品。Kalray 的战略是将处理器嵌入到行业领导者的存储和数据中心产品中。

这两项新的额外收入来源最早可能在今年生效。与此同时, Kalray 继续在其两个目标市场取得收获。一家大型汽车制造商已经选择卡尔雷作为 3 级自动驾驶汽车 2 的大规模项目的一部分, 计划于 2022 年投产。

Kalray 执行委员会主席 Eric Baissus 说: “自我们首次公开募股取得巨大成功以来取得了重大里程碑, 筹集了 4770 万欧元, 而我们正在进行的许多项目重申了我们的目标, 即在 2019 年推动 Kalray 的销售增长。2019 年也将以柯立芝的发布为标志, 我们的第三代 MPPA®处理器, 为我们提供了巨大的未来机遇。智能系统和我们的技术对市场的高度兴趣正在增长, 特别是在汽车领域, 我们与恩智浦, 雷诺, 百度和 Autoware 的战略联盟证明了这一点。这意味着我们现在已成为该行业的主要参与者。最后, 最近的市场集中和与合作伙伴的讨论证明了加速和人工智能技术对未来的重要性, 并强调了卡尔雷的定位和我们技术的市场价值的重要性。”

5.3.5 公司实际竞争优势

智能处理器的先驱。成立于 2008 年，作为法国领先的国家实验室 CEA（法国替代能源和原子能委员会）的分拆，以及近 10 年的研发和重大投资的结果，凭借 6000 万欧元，Kalray 设计和销售新一代“智能”处理器。“智能”处理器能够即时，智能地分析大量信息，并实时做出反应和决策。这些智能处理器正在快速发展的领域广泛部署，如下一代计算机网络，自动驾驶汽车，医疗保健设备，以及无人机和机器人。

基于其“MPPA”（大规模并行处理器阵列）架构，可以在单个芯片上实现超级计算机的小型化，Kalray 智能处理器提供了一套性能标准，可以解决所提出的挑战新一代智能系统，即：

- 1) 相当大的计算能力，相当于 2000 台主流电脑；
- 2) 能耗非常低，因此能源效率和集成到受限制的嵌入式系统，如自动驾驶汽车；
- 3) 动态数据分析并以确定的方式进行；
- 4) 同时处理大量关键功能的能力。

由于与航空航天和国防领域的一些领导者建立了技术合作关系，设计过程中的安全性上整合一个开放且易于编程的系统。

颠覆性技术是智能数据中心和智能汽车的关键。该公司的发展分两个阶段展开。第一阶段是技术的开发和改进，该技术一直持续到 2014 年。在第二阶段，从 2015 年开始，该公司一直专注于两个高潜力增长市场，智能数据中心和智能汽车，为每个人提供有竞争力的产品。这两个高增长市场（预测未来五年每年增长超过 50%）在短期内（早在 2019 年为数据中心）和中期（从 2021/2022 开始）开辟商机用于智能车辆。对于后者，制造商和零部件供应商将在未来 18 个月内做出重大技术选择。这些目标可实现的一个指标是，智能卡尔瑞处理器已经集成到雷诺于 2017 年底发布的 Symbioz 概念车中，旨在处理与自治相关的几个关键算法驾驶。

产品得到领先制造商的认可和支 持。Kalray 已经在这两个目标市场取得了重大进展，每个市场到 2022 年的潜力都超过了 10 亿欧元。对于数据中心，Kalray 解决方案已于 2018 年 4 月获得独立行业机构的认证，三家服务器制造商目前正处于产品认证阶段，这些产品将整合 Kalray 解决方案，于 2019 年初推出。Kalray 解决方案也正在评估中其他非常大的存储服务器和数据中心制造商以及全球领导者，可能会在未来几个月内采用 Kalray 的技术设计，从 2010 年开始进行大批量生产。

对于智能汽车市场，Kalray 处理器目前正处于评估阶段，五大汽车制造商在全球排名前十。它还被整合到一个项目中，旨在为全球前三大汽车制造商之一的所有车辆定义新的电子架构。这一势头反映在行业领导者强有力的财务和战略支持上。承诺支持 Kalray 的领先风险投资基金于 2017 年加入赛峰投资基金 MBDA（空客，BAE 系统和莱昂纳多的合资企业），亚洲投资基金彭派以及最近由法国武装部队代表 Bpifrance 管理的雷诺 - 日产 - 三菱联盟风险投资公司和 Definvest 基金。这些认可不仅牢固地证实了 Kalray 技术；他们还保证对这些的战略利益。

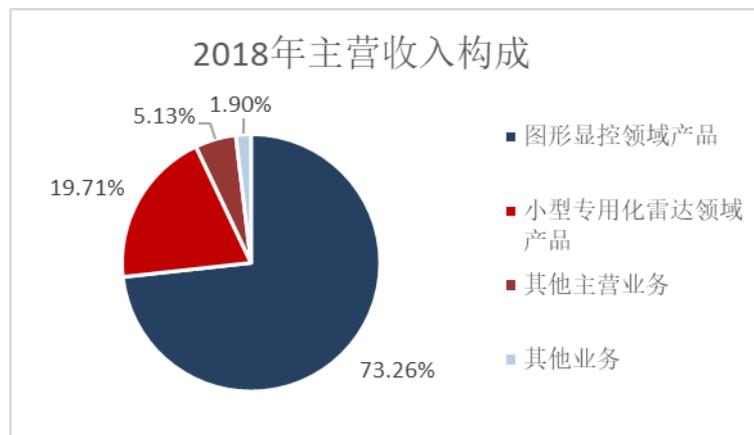
2022 年的收入目标为 1 亿欧元。该公司已经开始销售其处理器, 以便其客户和潜在客户可以验证 Kalray 技术, 然后将其设计到自己的产品中。现在它已准备好进入一个新的开发阶段: 大规模商业化的产品配备 Kalray 处理器。该公司 2022 年的目标是收入超过 1 亿欧元。特别是, Kalray 依靠灵活的组织 and 能够轻松转向大规模生产的能力, 这得益于无晶圆厂的商业模式, 允许将其生产外包, 即世界领先的台积电。

5.4 景嘉微与 KALRAY 开展合作, 有望为我国 AI 战略做出重要贡献

5.4.1 景嘉微雷达业务发展可观、并有望进一步发展

公司 2018 年小型雷达营业收入客观, 并有望进一步增长。2018 年小型专业化雷达收入 0.78 亿元, 同比增长 64.78%, 占 2018 年营业收入 73.26%。公司在小型专用化雷达领域存在诸多竞争对手, 但通过技术积累取得了一定的先发优势, 公司目标为不断丰富产品规格并推出系列化产品, 公司专注于小型化雷达组件、微波射频组件领域, 成功开发了目标探测雷达、低空监视雷达、机载弹载小型雷达、主动防护雷达系统等一系列专用化雷达产品, 此外, 公司在芯片等元件上的研发经验将有助于未来在雷达领域实现更多技术突破, 未来具有较高潜力。

图 25 2019 景嘉微主营业务收入



资料来源: wind, 东兴证券研究所

公司军用产品现阶段发展良好。公司军用产品业务一部分是显控, 为所有的军机里面做显卡, 这部分增量是空军的日常使用替代, 另一部分是军队计算机中的显卡需求。军用产品业务另一部分是系统, 分别是主动防护雷达, 通讯类干扰机, 车载雷达等。其中主动防护雷达系统可以用于坦克装甲车辆, 其市场规模达上百亿。

大型雷达竞争激烈, 公司目前产品是主动防护系统, 未来预期可观。装甲车辆主动防护系统能通过探测雷达检测到反坦克导弹、火箭弹、炮弹和枪弹的发射, 并快速解算来袭目标的飞行特征参数, 预测来袭目标弹道, 进行火控计算, 发送反击弹药点火指令, 拦截来袭目标。该系统由人机操控终端、测控雷达、拦截弹和连接电缆组成, 本系统进入作战模式后可以全自动、全时域工作, 为装甲车辆提供方位向 360° 的主动防护, 也可装备于重型坦克、登陆艇、以及需要重点防护的要害部门、部位。以前军用防护系统并未实现无人系统控制, 当一个导弹发射过来, 我们需要靠自身控制去抵抗, 而现在我们会在安装主动

防护系统的装备距离大概 20 米的地方，发一个指令就可以将其引爆，并且可以把对坦克的损伤降到最低。这样的防护系统每个装备需要 4 个，收入则可达近 120 万，而未来这种装甲坦克若全部装载主动防护系统，将会是一个很大的订单增长。

图 26 2019 景嘉微主营业务收入



资料来源：公司官网，东兴证券研究所

装甲车主动防护系统自主性技术显著，雷达数据处理方面有望与人工智能算法结合。装甲车防护系统具有如下技术特点：第一，就是它的探测雷达可以检测到多种来袭目标，包括反坦克导弹、火箭弹、炮弹、枪弹等。这是国产新型装甲车辆主动防护系统的一个鲜明技术特点。当有来袭目标时，国产新型装甲车辆主动防护系统的测控雷达会及时进行检测，并能及时判断出来袭目标是反坦克导弹、火箭弹，还是炮弹、枪弹等；第二，就是它可以对来袭目标发射反击弹药，实施拦截。这是国产新型装甲车辆主动防护系统的另一个鲜明技术特点。当它探测到来袭目标后，会及时解算来袭目标的飞行特征参数，预测来袭目标弹道，进行火控计算，发射反击弹药，拦截来袭目标；第三，就是它可以全自动、全方位工作。只要国产新型装甲车辆主动防护系统进入作战模式，它就可以处于全自动工作状态，并能对坦克装甲车辆提供 360 度全方位上的防护能力。装甲车主动防护系统自主性技术显著，而 AI 人工智能的三大基石——算法、数据和计算能力，算法和底层芯片提供的计算能力是非常重要的。随着我国人工智能的逐渐发展，其应用领域也越发广泛，将人工智能算法与主动防护系统进行结合，有望提高防护系统的操作距离、精确性及灵敏度。

5.4.2 景嘉微 GPU 芯片有望进一步发展、为我国 AI 战略做出重要贡献

人工智能成科技领域风口，GPU 把持人工智能芯片市场份额三分之一。人工智能领域已经得到各国高度重视，半导体行业的重要性逐渐显现，但现阶段我国在人工智能和半导体领域相对落后。如今，人工智能已经成为科技领域的下一个风口，由 GPU 驱动的深度学习计算推动了人工智能在各领域实现快速突破。人工智能的快速发展带来了新兴领域的 GPU 市场需求，比如云平台、超级计算机等云端需求以及机器人、智能汽车等终端需求。目前 GPU 统治了人工智能芯片市场，占人工智能芯片市场份额的 35%。

景嘉微拟研发 JM9 系列 GPU 产品, 适用于于人工智能领域。在解决国产自主 GPU 有无问题之后, 公司也在研发新一代 GPU。公司于 2018 年 6 月回复证监会的《<关于请做好相关项目发审委会议准备工作的函>相关问题落实情况的说明》中披露, 公司正在研发代号为 JM9231 及 JM9271 的高性能通用图形处理器芯片, 相关产品将分别用于国产化办公电脑, 便携式计算机、中低端的游戏机、高端嵌入式系统等消费电子领域和人工智能、安防监控、语音识别、深度学习、云计算等高端应用领域。JM5400 和 JM7200 的计算内核算是局部渲染, 与国外 GPU 龙头企业内核还有一定性能差距。而公司拟研发的 JM9 系列, 将更换成统一渲染架构且增加可编程计算模块数量, 与当前显卡主要趋势对接。根据官方所列规格, JM9231 的性能不输 GTX 1080 显卡, 可达到 2017 年底的高端显卡的水平。

公司与法国芯片设计公司 KALRAY 合作, JM9 系列有望在内核层面得到提升、助推人工智能在我国军工领域的应用。景嘉微公司全资子公司长沙景美集成电路设计与法国 KALRAY 公司签署了合作协议, 景美与 KALRAY 公司在各自领域均具有独特的优势资源, 双方强强联合, 共同推进可编程通用计算芯片的发展。2019 年 1 月公司向全资子公司景美增资 9.80 亿元, 其中 8.72 亿元拟投入“高性能通用图形处理器研发及产业化项目”中。公司 JM9 系列 GPU 的研制, 有助于国产高性能图形处理芯片占领产业制高点, 有利于打破国际厂商对通用高性能 GPU 芯片的垄断, 如能实现量产并应用于代数计算、流体模拟、数据库应用、频谱分析等非图形应用领域, 甚至包括智能信息处理系统和数据挖掘工具等商业化应用, 将能取得极为可观的经济效益。KALRAY 公司是全球首家可以提供 256 核以上处理器芯片的厂商, 布局服务器和汽车电子市场, 且在航空航天等领域得到了应用。此次合作有助于获得国外的先进技术水平, 提升科研水平并开阔市场, 有利于景嘉微公司自主研发的 JM9 系列产品有更高的突破, 也利于其他系列芯片的研发, 有望助推人工智能在我国军工领域的应用。

6. 盈利预测与估值

关键假设:

- 1) 图形显控业务 2019-2020 年增速分别为 31%, 30%, 30%;
- 2) 小目标雷达业务 2019-2020 年增速分别为 32.28%, 30%, 30%;
- 3) 芯片类业务未来三年将进入爆发期, GPU 业务 2019 年-2021 年业务收入分别为 5000 万, 1.8 亿和 2.6 亿, 而蓝牙等芯片业务保持 2000 万不变;
- 4) GPU 类业务, 参照英伟达毛利率 60%, 我们预测 19 年由于前期人员投入大规模适配工作, 毛利率 40%, 2020 年以后随着国产自主 PC 开始起量, 毛利率恢复到 50%。

表 9: 景嘉微营收拆分

业务 (万元)	2017	2018	2019E	2020E	2021E
图形显控领域产品收入	22,777.24	29,099.66	38493.54	50041.60	65054.08
增长率	9.25%	27.76%	32.28%	30%	30%

毛利率	77.12%	76.48%	75%	76%	78%
小型专用化雷达领域产品收入	4,752.23	7,830.81	12311.12	15064.75	18456.54
增长率	-7.90%	64.78%	57.21%	22.37%	22.51%
毛利率	85.63%	76.63%	76%	78%	80%
芯片类业务收入	3,095.12	2,037.76	7000	20000	28000
增长率	72.69%	-34.16%	243.51%	185.71%	40%
毛利率			40%	50%	50%
合计收入	30,624.59	39,721.79	57,804.65	85,106.35	111,510.62
增长率	10.16%	29.71%	45.52%	47.23%	31.03%
毛利率	78.78%	76.52%	70.97%	70.24%	71.30%

资料来源: wind、东兴证券研究所

景嘉微作为 A 股唯一国产自主 GPU 厂商, 在当前信息化国产自主浪潮中充分受益。我们预计景嘉微 19-21 年收入分别为 5.78 亿、8.51 亿和 11.15 亿, 归母净利润分别为 1.98 亿、2.59 亿和 3.28 亿, EPS 分别为 0.66 元、0.86 元和 1.09 元, 当前景嘉微市值 125 亿, 对应 2019/2020/2021 年 PE 分别为 63/48/38。

考虑到公司在 A 股中的稀缺性, 国产自主产业需求量巨大, 国家半导体行业支持力度增强, 且公司在国产 GPU 领域独占鳌头, 市场份额远超国内竞争对手, 布局民用 GPU, 不仅切入党政军及未来民用市场, 下一代产品更是布局人工智能芯片, 给公司带来新的成长空间, 估值弹性大。从稀缺性这个角度, 我们寻找了对应 A 股中的其他国产替代且具有稀缺性的公司, 可比公司有圣邦股份、卓盛微、兆易创新等, 其未来业绩预测来自 wind。从图可知, 2019 年行业平均 PE 为 88.47 倍, 考虑到公司作为国产自主 GPU 唯一标的, 与上述三个标的都具有类似的稀缺性, 最终给公司 2019 年 88 倍估值。我们估算公司对应市值 175 亿, 对应股价 58.33 元, 维持“强烈推荐”评级。

表 10: A 股核心部件国产替代公司估值情况

证券代码	证券名称	股价	2019EPS	2020EPS	2021EPS	2019PE	2020PE	2021PE
300661.SZ	圣邦股份	136.50	1.38	1.83	2.38	98.93	74.65	57.25
300782.SZ	卓胜微	295.55	3.32	4.73	6.58	88.92	62.44	44.94
603986.SH	兆易创新	112.50	1.45	1.88	2.14	77.58	59.90	52.49

资料来源: wind、东兴证券研究所

7. 投资建议

公司军工业务稳定增长, 主动防御系统定型等提供新的业绩增量; 新产品 JM7200 瞄准自主可控市场, 已经完成与主流主机厂的适配工作, 静待党政军业务订单出现。布局人工智能芯片产品, 涉足百亿级别人工智能硬件市场。预计公司 19-21 年收入分别为 5.78 亿、8.51 亿和 11.15 亿, 归母净利润分别为 1.98

亿、2.59 亿和 3.28 亿, EPS 分别为 0.66 元、0.86 元和 1.09 元, 目标价格 58.33 元, 维持“强烈推荐”评级。

8. 风险提示

高性能通用图形处理器研发及产业化不及预期, JM7200 量产进度不及预期。

附表：公司盈利预测表

资产负债表	单位:百万元					利润表	单位:百万元				
	2017A	2018A	2019E	2020E	2021E		2017A	2018A	2019E	2020E	2021E
流动资产合计	823	2029	2339	3674	5581	营业收入	306	397	578	851	1115
货币资金	354	1390	1368	2237	3712	营业成本	65	93	168	253	320
应收账款	194	255	371	547	716	营业税金及附加	5	7	11	16	21
其他应收款	27	30	43	63	83	营业费用	15	21	31	47	50
预付款项	10	17	29	46	68	管理费用	109	51	179	255	312
存货	88	131	236	357	451	财务费用	-4	-5	-14	11	73
其他流动资产	4	1	-6	-15	-24	资产减值损失	3.20	19.39	3.23	3.23	3.23
非流动资产合计	337	380	343	307	271	公允价值变动收益	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
长期股权投资	0	0	0	0	0	投资净收益	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
固定资产	19.67	215.91	242.06	212.14	182.22	营业利润	121	140	200	266	336
无形资产	65	66	60	54	48	营业外收入	2.58	0.26	6.82	3.54	5.18
其他非流动资产	18	22	22	22	22	营业外支出	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
资产总计	1160	2409	2683	3981	5852	利润总额	124	140	206	269	341
流动负债合计	138	169	219	1259	2803	所得税	5	-3	8	10	13
短期借款	0	0	0	965	2448	净利润	119	142	198	259	328
应付账款	48	67	118	178	225	少数股东损益	0	0	0	0	0
预收款项	1	3	5	7	11	归属母公司净利润	119	142	198	259	328
一年内到期的非流动	0	0	0	0	0	EBITDA	186	211	223	313	444
非流动负债合计	25	29	1	1	1	EPS (元)	0.44	0.53	0.66	0.86	1.09
长期借款	0	0	0	0	0	主要财务比率					
应付债券	0	0	0	0	0		2017A	2018A	2019E	2020E	2021E
负债合计	163	198	221	1260	2804	成长能力					
少数股东权益	0	0	0	0	0	营业收入增长	10.16%	29.71%	45.52%	47.23%	31.02%
实收资本(或股本)	270	301	301	301	301	营业利润增长	8.42%	15.25%	42.75%	33.03%	26.47%
资本公积	296	1370	1370	1370	1370	归属于母公司净利	12.86%	19.74%	39.35%	30.42%	26.78%
未分配利润	417	508	585	687	815	获利能力					
归属母公司股东权益	998	2211	2462	2720	3048	毛利率(%)	70.97%	70.24%	71.30%	71.30%	71.30%
负债和所有者权益	1160	2409	2683	3981	5852	净利率(%)	38.80%	35.82%	34.30%	30.38%	29.40%
现金流量表						单位:百万元					
	2017A	2018A	2019E	2020E	2021E	ROE (%)	11.91%	6.43%	8.05%	9.51%	10.76%
经营活动现金流	21	26	-58	-81	67	偿债能力					
净利润	119	142	198	259	328	资产负债率(%)	14%	8%	8%	32%	48%
折旧摊销	68.25	75.94	0.00	29.92	29.92	流动比率	5.97	12.02	10.66		
财务费用	-4	-5	-14	11	73	速动比率	5.33	11.24	9.58		
应付帐款的变化	0	0	-116	-175	-170	营运能力					
预收帐款的变化	0	0	2	3	4	总资产周转率	0.29	0.22	0.23	0.26	0.23
投资活动现金流	-119	-40	-3	-3	-3	应收账款周转率	2	2	2	2	2
公允价值变动收益	0	0	0	0	0	应付账款周转率	9.56	6.91	6.25	5.74	5.52
长期股权投资减少	0	0	0	0	0	每股指标(元)					
投资收益	0	0	0	0	0	每股收益(最新摊	0.44	0.53	0.66	0.86	1.09
筹资活动现金流	58	1050	38	954	1411	每股净现金流(最新	-0.15	3.44	-0.07	2.89	4.89
应付债券增加	0	0	0	0	0	每股净资产(最新摊	3.69	7.34	8.17	9.03	10.11
长期借款增加	0	0	0	0	0	估值比率					
普通股增加	3	31	0	0	0	P/E	95.61	79.38	63.94	49.03	38.67
资本公积增加	65	1074	0	0	0	P/B	11.40	5.73	5.15	4.66	4.16
现金净增加额	-40	1036	-23	870	1475	EV/EBITDA	59.22	53.49	50.82	36.49	25.71

资料来源：公司财报、东兴证券研究所

相关报告汇总

报告类型	标题	日期
公司	【东兴军工】买入军工自主可控标的	2019-05-28
公司	【东兴军工】国产替代、自主可控军工标的梳理	2018-04-19
公司	【东兴军工】景嘉微：军用芯片进入新时代	2018-02-01

资料来源：东兴证券研究所

分析师简介

陆洲

北京大学硕士，军工行业首席分析师。曾任中国证券报记者，历任光大证券、平安证券、国金证券研究所军工行业首席分析师，华商基金研究部工业品研究组组长，2017年加盟东兴证券研究所。

王习

香港理工大学硕士，六年证券从业经验，曾任职于中航证券，长城证券，2017年加入东兴证券军工组。

研究助理简介

张卓琦

清华大学工业工程博士，3年大型国有军工企业运营管理培训、咨询经验，2017年加盟东兴证券研究所，关注新三板、军工领域。

分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，在此申明，本报告的观点、逻辑和论据均为分析师本人研究成果，引用的相关信息和文字均已注明出处。本报告依据公开的信息来源，力求清晰、准确地反映分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

风险提示

本证券研究报告所载的信息、观点、结论等内容仅供投资者决策参考。在任何情况下，本公司证券研究报告均不构成对任何机构和个人的投资建议，市场有风险，投资者在决定投资前，务必要审慎。投资者应自主作出投资决策，自行承担投资风险。

免责声明

本研究报告由东兴证券股份有限公司研究所撰写，东兴证券股份有限公司是具有合法证券投资咨询业务资格的机构。本研究报告中所引用信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

我公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。本报告版权仅为我公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发，需注明出处为东兴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

本研究报告仅供东兴证券股份有限公司客户和经本公司授权刊载机构的客户使用，未经授权私自刊载研究报告的机构以及其阅读和使用者应慎重使用报告、防止被误导，本公司不承担由于非授权机构私自刊发和非授权客户使用该报告所产生的相关风险和责任。

行业评级体系

公司投资评级（以沪深 300 指数为基准指数）：

以报告日后的 6 个月内，公司股价相对于同期市场基准指数的表现为标准定义：

强烈推荐：相对强于市场基准指数收益率 15% 以上；

推荐：相对强于市场基准指数收益率 5%~15% 之间；

中性：相对于市场基准指数收益率介于-5%~+5% 之间；

回避：相对弱于市场基准指数收益率 5% 以上。

行业投资评级（以沪深 300 指数为基准指数）：

以报告日后的 6 个月内，行业指数相对于同期市场基准指数的表现为标准定义：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5% 以上；

中性：相对于市场基准指数收益率介于-5%~+5% 之间；

看淡：相对弱于市场基准指数收益率 5% 以上。