

人工智能——扬帆未知的蓝海

2016年4月22日

投资要点

- ❖ **Why: AI 或催化下一轮产业革命，打开一片新的产业蓝海。**首先，历史上每一次社会飞跃都伴随着科技革命。其次，从劳动生产率角度来看，历史上，仅有的两次劳动生产率飞跃式提高也是技术进步带来的结果。最后，人工智能不仅具有坚实的科学基础，更在金融业、汽车制造业、医疗保健行业甚至艺术创作领域这些似乎与人工智能并不那么相关的行业，都已经逐步得到了应用。此外，由于在国家战略层面，资金和政策也都倾力支持人工智能的发展，我们认为，**人工智能逐步打开新的产业蓝海，将成为资本关注的焦点，也是 A 股市场技术与成长领域的重要看点。**
- ❖ **How: 从 AI 历史看未来，国内机遇更多在集中在技术层与应用层。**人工智能经历了三个浪潮：带有理想主义色彩的起步期，由“专家系统”大范围应用推动的第二波浪潮，以及由基础设施、技术融合与应用拓展共同推动的第三波浪潮（1993 年至今）。在国际上，深度学习成为所有公司共同追逐的热门领域，图像识别、语音识别、智能搜索已从试验论证阶段进入到相对成熟的应用阶段；而中国还处于应用层起步到快速发展的阶段，需求创造供给：应用层的投资机会和投入回报率远高于技术层和基础设施层，当这个阶段出现泡沫时，投资可能转移到技术层，当技术层停滞并出现泡沫时，投资机会可能下沉到基础设施层。从当前中国实际环境来看，**应用领域和技术领域将成为人工智能进一步发展的核心驱动力。**
- ❖ **What: 多维度筛选 AI 技术前景较优的三大细分领域。**AI 跨行业、跨学科：涵盖机器学习，自然语言处理，图像识别以及人机交互四大核心技术。随着技术的运用，有一部分开发的产品或服务演变出自己的领域并迅速发展。整体来看，AI 产业未来五年人工智能年复合增速高达 36%，预计 2020 年将达到 700 亿美元。根据行业特性，人工智能产业链可细分成 13 个子领域，横向比较发现：1) 发展速度最快、市场空间最大的三个领域是机器学习、图像识别和智能机器人，复合增速高达 60%/42%/20%；2) 产业资本最青睐的领域是机器学习、图像识别、智能机器人，原因在于投资回报率高，是最“年轻”的公司所集中的三个领域，市场空间广阔；3) 机器学习、图像识别、自然语言识别和智能机器人拥有广泛应用范围。综合以上分析，我们认为，**这些领域中机器学习、图像识别和智能机器人是目前整个人工智能产业链中发展前景最好的三大领域。**
- ❖ **Who: 技术壁垒、跑对赛道、优先布局的公司能够脱颖而出。**具体来看，第一，国际互联网巨头争相收购人工智能技术开发公司，抢夺核心技术，形成技术壁垒。第二，人工智能产业目前尚处于成长初期，企业难以在人工智能产业链全部领域全面开花，需要选择重点领域布局，寻求突破，所选的领域是否具有爆发潜力就成为“跑对赛道，脱颖而出”的关键，如上所述，机器学习、图像识别、智能机器人是三个前景较好的赛道。第三，在人工智能领域的商业化领域领先布局，占据市场、积累客户资源获得足够多的基础数据至关重要，海外主要是将技术开发拓展到商业领域，国内更加侧重于优化场景设计进行商业化落地。
- ❖ **投资策略：聚焦前景较优细分领域的技术突破者和商业化应用先行者。**基于发展潜力、市场空间、应用范围三个因素，推荐两条主线：**主线一，聚焦发展技术优势，看好通过收购在短时间内形成技术优势或集中投入于最具前景细分领域企业：**（1）看好投入研发资金，重点切入机器学习、图像识别和智能机器人三个最具发展领域的公司，深度学习推荐：**科大讯飞、东方网力**；人脸识别推荐：**汉王科技、川大智胜**；智能机器人推荐：**科远股份、巨星科技**。（2）通过投资或收购初创技术公司，快速获得技术优势、领先布局人工智能领域的龙头企业，重点推荐**康力电梯**。**主线二，优先布局商业化应用，利用技术拓展和场景优化进行人工智能商业化落地的公司能快速享受成长。**重点推荐将核心技术推广到商业应用**亚太股份**；在传统领域优化场景设计，进行商业化落地的**慈星股份、佳都科技、思创医惠**。
- ❖ **风险因素：**宏观经济指标显著低于预期，信用风险情况快速恶化，人民币突然快速贬值。



中信证券研究部

秦培景

电话：021-20262130
 邮件：qinpeijing@citics.com
 执业证书编号：S1010512050004

联系人：林莎

电话：010-60838072
 邮件：linsha@citics.com

杨灵修

电话：021-20262122
 邮件：yanglingxiu@citics.com
 执业证书编号：S1010515110003

陈乐天

电话：010-60836741
 邮件：chenletian@citics.com
 执业证书编号：S1010514030002

相关研究

- 1.90 后消费新主张之策略篇：非常 90 后，消费新主张.....2015.10.28
- 2.宝贝经济：携手成长，共享未来.....2016.03.21

目录

WHY: AI 或将催化新一轮产业革命	1
社会的飞跃发展必经路径: 科技革命驱动产业革命.....	1
人工智能或将引领新一轮产业变革.....	2
HOW: 从 AI 历史看未来	6
历史沿革: 三大发展浪潮—“理想主义”、“专家系统”、“三大动力”.....	6
国外人工智能发展情况: 深度学习成为最热门领域.....	10
国内人工智能企业现状: 不同规模企业深耕各自的比较优势领域.....	10
以史为鉴: 人工智能发展路径展望—技术领域、应用领域双轮驱动.....	11
WHAT: AI 是跨行业、跨学科的综合技术	12
AI 横跨 4 大核心技术, 涵盖 13 个细分领域.....	12
人工智能 13 大细分领域及代表公司介绍.....	14
横向比较: 机器学习、图像识别、智能机器人最具发展潜力.....	17
Who: 谁能脱颖而出? 技术壁垒、跑对赛道、优先布局	19
技术壁垒: 巨头企业通过并购初创技术企业形成技术优势.....	19
跑对赛道: 选择重点领域进行突破, 所选领域未来有爆发点.....	19
领先布局: 国外将技术开发拓展到商业领域, 国内将场景设计进行商业落地.....	22
投资策略: 聚焦高前景细分领域技术突破者和商业化应用先行者	23

插图目录

图 1: 人类历史上五次重要革命发展路径	1
图 2: 社会发展指数	2
图 3: 英国长期人均 GDP (1990 年国际元)	2
图 4: 人工智能发展的三大要素	2
图 5: 谷歌举办人工智能画展	3
图 6: 谷歌无人驾驶汽车	3
图 7: 金融交易平台 Capitalico 正在利用人工智能进行股票分析	4
图 8: 全球人工智能公司分类统计	4
图 9: 全球人工智能公司分布情况	4
图 10: 人工智能技术的三个阶段	5
图 11: Joseph Weizenbaum 开发的 ELIZA 是一个能够与人进行简单的对话的程序	6
图 12: Terry Winograd 开发的 SHRDLU 可以与人进行简单的对话并完成指定的虚拟任务	6
图 13: Hitech 国际象棋机	7
图 14: Deep Thought 国际象棋机	7
图 15: 摩尔定律已经持续了超过 45 年	8
图 16: 云计算成本降低推动人工智能商业化运营	8
图 17: GPU 的并行计算能力远超 CPU, 近几年差距进一步扩大	8
图 18: CPU 适合串行任务而 GPU 适合大规模并行任务	8
图 19: 当数据足够多时, 准确度不仅大幅提升, 不同算法之间的差距也缩小了	9
图 20: CPU 适合串行任务而 GPU 适合大规模并行任务	9
图 21: 量子计算机 D-wave	9
图 22: 生物计算机设计架构	9
图 23: 自动驾驶需要运用图像识别进行感知	10
图 24: 还必须要依据感知结果做出反应	10
图 25: 目前国内人工智能企业格局	11
图 26: 大量技术领域的运用已经进入加速期, 预计 5~10 年就能陆续成熟	12
图 27: 人工智能产业结构	13
图 28: 人工智能产业链的演变	13
图 29: 人工智能企业平均融资额前五名	18
图 30: 人工智能企业最为“年轻”的五个领域	18
图 31: 机器学习包含的模块	20
图 32: 典型机器学习示例	20
图 33: 百度大脑运作流程	21
图 34: Dextro 提供的两种视频识别服务	21
图 35: 直觉外科公司近十年营业收入变化	22
图 36: 达芬奇机器人	22
图 37: 海外商业化以技术为核心: 互联网巨头和创业公司脱颖而出	23
图 38: 国内商业化注重场景设计: 国内三大互联网巨头优势明显	23

表格目录

表 1: 我国人工智能发展的利好因素	3
表 2: 关于人工智能的定义或理解	6
表 3: 70 年代以前, 研究者对于人工智能做出了许多过于乐观的预测	6
表 4: 与深度学习相关的重要事件	10
表 5: 深度学习/机器学习 (通用平台) 代表企业	14
表 6: 深度学习/机器学习 (应用) 代表企业	14
表 7: 自然语言处理代表企业	14
表 8: 语音识别代表企业	15
表 9: 计算机视觉/图像识别 (通用平台) 代表企业	15
表 10: 计算机视觉/图像识别 (应用) 代表企业	15
表 11: 手势控制代表企业	15
表 12: 虚拟私人助手代表企业	16
表 13: 智能机器人代表企业	16
表 14: 推荐引擎和协助过滤算法代表公司	16
表 15: 情景感知计算代表公司	16
表 16: 语音翻译代表公司	16
表 17: 视频内容自动识别代表公司	17
表 18: 13 个细分领域基本概况	18
表 19: 国际互联网巨头收购人工智能公司主要案例	19
表 20: 谷歌 2015 年机器学习研究大事件	20
表 21: “人工智能” 投资主线与细分领域公司	24

从二十年前超级计算机“深蓝”战胜国际象棋大师加里·卡斯帕罗夫到如今围棋世界冠军李世石在与谷歌 AlphaGO 的比拼中投子认输，我们见证了人工智能(Artificial Intelligence, 简称 AI) 从孩提时代一路走来，横空出世的 AlphaGo 同时引发了棋界和科技界的“大地震”，人类智力“最后的堡垒”也轰然倒塌，我们似乎已经无法阻挡人工智能超越人类的步伐。作为人工智能发展里程碑上浓墨重彩的一笔，此次“人机大战”正式宣告着信息社会实现由“互联网+”向“人工智能+”质的飞跃，也昭示着以信息技术为代表的“旧 IT” (Information Technology) 已被以人工智能领军的“新 IT” (Intelligent Technology) 无情地赶下了历史舞台。

2016 年，恰逢人工智能诞生 60 周年。近年来，从习近平主席提到的“机器人革命”，中国版工业 4.0，到李克强总理的“万众创新”；从国务院在《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》中将人工智能推上国家战略层面，到“十三五”规划的“科技创新-2030 项目”中将智能制造和机器人列为重大工程之一，人工智能在中国掀起了新一轮技术创新的浪潮。一切都预示着：人工智能正在为产业革命的新风口，人类历史上最好的“人工智能+”时代已经到来。

WHY：AI 或将催化下一轮产业革命

社会的飞跃发展必经路径：科技革命驱动产业革命

经验表明：历史上每一次的社会重大飞跃都伴随着科技革命。科技革命包括两个范畴：科学革命和技术革命。科学革命是技术革命的前提，但是科学革命不一定会带来产业变革，技术革命是科学革命到产业革命的必经之路。

纵观人类近代史上五次重要的科技革命：第一次科学革命的结果是建立了完整的近代科学体系，由于它并未从理论到技术层面进行实用，社会的生产力水平并未实现质的飞跃。只有在以蒸汽机为代表的第一次工业革命（也可以称为第一次技术革命）爆发后，人类社会的生产力和发展水平才开始了快速而稳定的提升。人类社会也从依靠生物能的农业时代进入了依靠机械能的工业时代。二十世纪下半场的第三次技术革命则是将二十世纪上半叶的第二次科学革命的理论实用化。第三次技术革命驱动了以第三产业为代表的新兴产业高速发展，推动人类进入到知识化、信息化、网络化的新时代，这极大地提高了资本、技术等要素跨境流动的便利性。人类社会从此从工业社会逐步迈入信息社会。西方发达国家得以陆续进入后工业化时代，而其传统部门则向陆续入场的新兴与发展中国家转移。无论是工业信息化还是信息工业化，第三次技术革命带动了先发国家劳动生产率的快速提升。

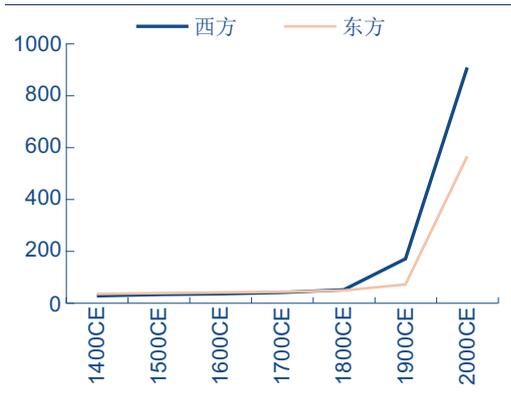
图 1：人类历史上五次重要革命发展路径



资料来源：何传启，《第六次科技革命的战略机遇》，中信证券研究部

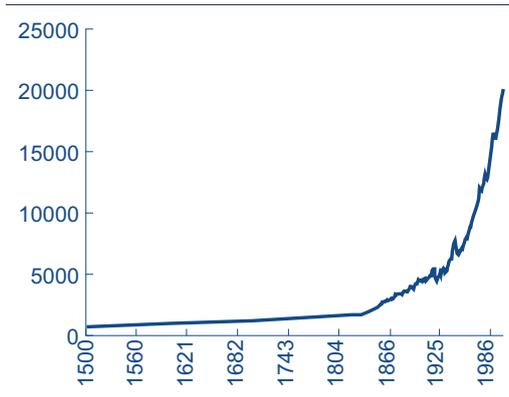
从劳动生产率角度来看，在历史的长河中，仅有的两次劳动生产率飞跃式提高都是技术进步带来的结果。以蒸汽机为代表的第一次工业革命的广泛应用之后，劳动生产率才出现了快速的上升；而在第三次技术革命时期，上升的速度更快。在工业革命席卷各国之前，长期以来人均产出或劳动生产率的提升是很难观测到的，如图 2 所示，在工业革命之前，英国人均 GDP 的增长十分缓慢，而工业革命之后，这一指标迅速上升。如图 3，根据 Ian Morris 测算的社会发展指数，工业革命也是西方率先走向现代化并长期领先东方的重要因素。工业革命带来了生产方式、交通运输、国际贸易、甚至是社会阶层和全球力量格局的变化。历史学教授 Gregory Clark 认为：“人类历史中其实只发生了一件事，即 1800 年前后开始的工业革命。只有工业革命之前的世界和工业革命之后的世界之分，人类其他的历史细节有意思，但不关键”。

图 2：社会发展指数（点）



资料来源：Ian Morris, Social Development

图 3：英国长期人均 GDP（1990 年国际元）



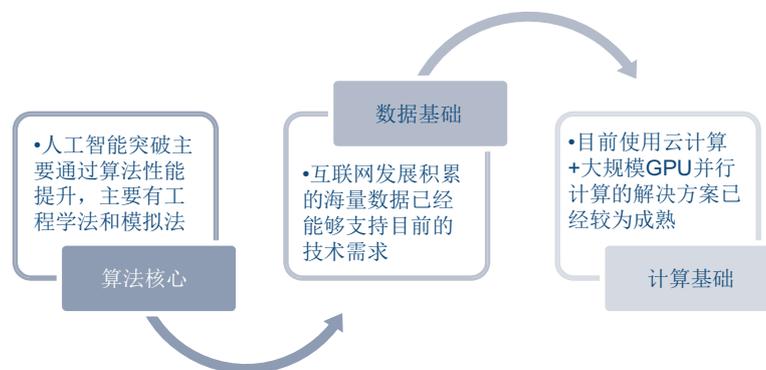
资料来源：麦迪逊，《世界经济千年史》

人工智能或将引领新一轮产业变革

人工智能引领的这场革命是否能刮起产业的飓风呢？人工智能给人类社会带来的变革似乎不像历次科技革命一样，仅仅停留在延伸人的体力和脑力上，而是进入了人和机器共同演化的时代。

人工智能的产生具有坚实的科学理论基础。算法、数据和计算三大基础要素共同驱动人工智能发展。其中算法是机器实现人工智能的核心，计算能力和大数据是人工智能的基础。一直以来人工智能突破主要依赖于算法性能的提升，近年来主要有工程学法和模拟法实际应用在人工智能技术中，推动人工智能开始发展至感知智能阶段。而随着第三次技术革命以来计算机、互联网在数据生成、采集、存储、计算等环节的突破，为人工智能进入高速发展阶段提供了坚实的基础。

图 4：人工智能发展的三大要素



资料来源：艾瑞咨询，中信证券研究部

在国内外的国家战略层面，资金和政策都倾力支持人工智能研究与产业的持续发展。欧盟委员会将在未来十年内拿出 10 亿美元支撑欧盟“人脑计划”研究。而随着近年来国内业界的不断推动，人工智能在“十三五”规划首年被纳入到国家战略发展层面，结合互联网经济热点带来的资金支持和国家源源不断的人才储备和大量研发投入，必将推动人工智能产业进入新一轮创新发展的黄金阶段。

表 1：我国人工智能发展的利好因素

项目	利好因素
政策支持	进入国家战略层面。 在《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》中被推上国家战略层面 “十三五”纲要首提人工智能。 “十三五”纲要在“科技创新-2030 项目”中，智能制造和机器人成为重大工程之一
经济支持	互联网经济持续增长。 据艾瑞估算，2015 年中国网络经济增长约 33%，规模超过千亿 人工智能成为投资热点。 2015 年人工智能创业公司共获得投资金额约 12.6 亿
社会支持	国家科研投入。 中国科研投入占全球的 20%，信息技术投入占“863 计划”15.5%，是国家重点投入的领域 计算机人才红利。 中国 IT 从业人员约有 500 万，每年 50 万的毕业生，近 5 年科研人员保持 20% 的增长，给行业带来人才红利

资料来源：艾瑞咨询，中信证券研究部

人工智能不仅仅是科学革命，更悄然改变人们日常生活的方方面面。当韩国棋王李世石在与谷歌 AlphaGo 的比拼中投子认输的那一刻，人类既震惊于人工智能已经可以超越人类的水平，也开始将更多的目光投入人工智能这一领域，殊不知在经历了 60 年的发展历程之后，在金融业、汽车制造业、医疗保健行业甚至艺术创作领域这些似乎与人工智能并不那么相关的行业，都已经逐步实现了人工智能的应用。

在金融交易中，第一个以人工智能驱动型基金 Rebellion 预测了 2008 年的股市崩盘，并在 2009 年 9 月较评级公司惠普提前一个月给希腊债券降级为 F 评级，显示了人工智能强大的计算能力；在汽车制造业，谷歌、百度等传统互联网企业纷纷进军无人驾驶汽车的研究，依靠人工智能精准的运算，可以大大减少交通事故的发生概率；在医疗保健行业，美国目前有一半的医院采用自动语音识别来帮助医生自动完成医嘱抄录，而且使用率还在迅速增长，利用机器视觉系统还可以自动完成乳房 X 光检查和其他医学影响的分析；在艺术创作领域中，谷歌不久前在旧金山举行一场画展和拍卖会，展示电脑在人类的指导下创作的画作，如迷幻的海景、梵高风格的森林以及一些抽象派作品。

图 5：谷歌举办人工智能画展



资料来源：<http://mt.sohu.com/20160301/n438988120.shtml>，中信证券研究部

图 6：谷歌无人驾驶汽车



资料来源：<http://ee.ofweek.com/2015-07/ART-8110-2801-28980000.html>，中信证券研究部

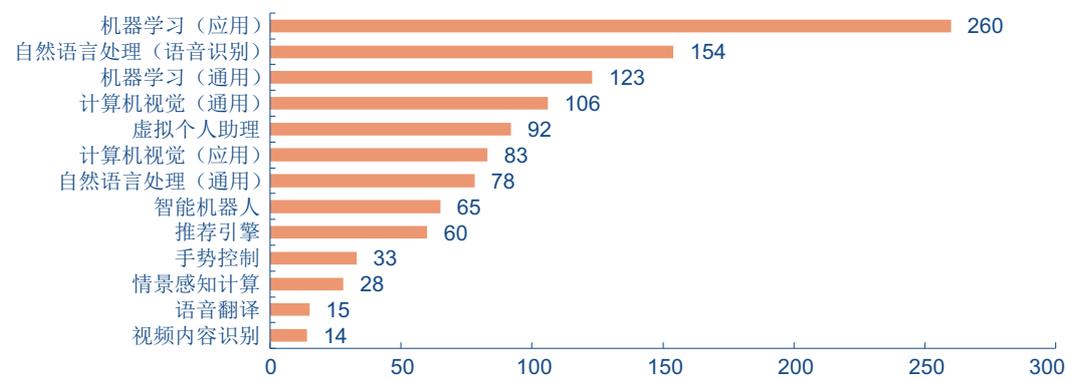
图 7：金融交易平台 Capitalico 正在利用人工智能进行股票分析



资料来源：<http://tech.163.com/15/1030/05/B75CDFK000094P0U.html>，中信证券研究部

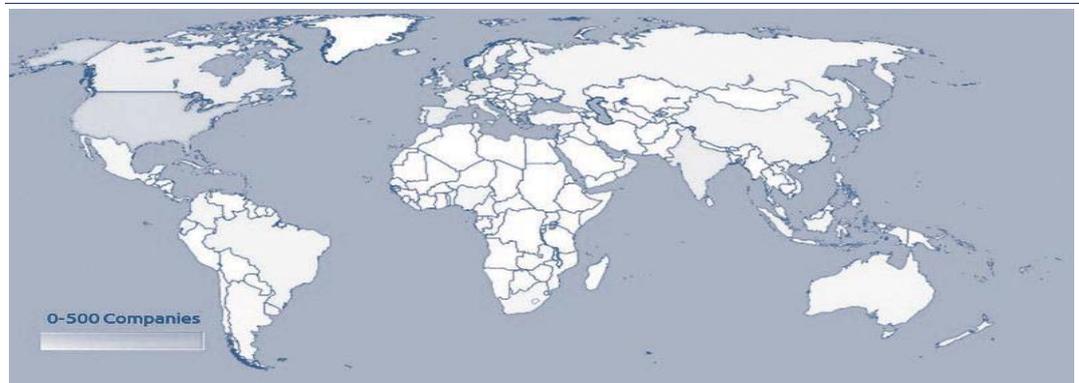
随着人工智能与传统行业的不断结合，人工智能产业链迎来爆发式增长。从产业分类和公司数量来看，咨询公司 Venture Scanner 统计，2016 年全球人工智能公司已突破 1000 家，跨越 13 个子门类，融资金额高达 48 亿美元。在这 13 个种类中，研究机器学习（应用）的人工智能公司数目最多，达 260 家，约占整个行业的 30%。从区域分布情况来看，欧美等西方国家发展较为迅猛，其中美国以 499 家人工智能公司占据绝对主导地位，且初创公司数量众多；而以中国为首的发展中国家在人工智能领域显然仍处于起步阶段，真正布局该产业的公司较少，以传统互联网巨头进军人工智能领域为主，如百度、阿里巴巴等。

图 8：全球人工智能公司分类统计



资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

图 9：全球人工智能公司分布情况



资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

但是人工智能应用仍是广阔的等待开拓的蓝海市场。从技术层面而言，人工智能技术的发展可以分为三个阶段：计算智能、感知智能和认知智能，目前已经融合在各种传统产业中的人工智能应用主要集中在第一个阶段——计算智能，少量应用已经开始试水第二阶段的技术，即感知智能。考虑到全面的感知智能所需的应用化技术、完善的数据、高性能芯片还有待于进一步发展，感知智能技术应用普及还需要 5~10 年，而认知层的技术突破和数据、计算等基础资源的提升和积累是值得期待的长期发展方向。

图 10：人工智能技术的三个阶段



资料来源：艾瑞咨询，中信证券研究部

我们认为，目前较为成熟的感知智能技术（如语音、视觉识别的服务、硬件产品等）的应用开发所形成的新“人工智能+”将引领产业变革，成为推动社会飞跃发展的新动力。在传统产业，人工智能可以在制造业、农业教育、金融、交通、医疗、文体娱乐、公共管理等领域得到广泛应用，将不断引入新的业态和商业模式；在新兴产业，人工智能还可以带动工业机器人、无人驾驶汽车、VR、无人机等处于产业生命周期导入期的公司飞跃式发展。从具体应用方向来看，如今十分火热的工业 4.0、人脸识别、智能答题机器人、智能家居、智能安保、智能医疗、虚拟私人助理等人工智能概念是有望得到快速爆发的重点领域。

据 Gartner IT 2015 年高管峰会预测，人类将在 2020 年迎来人工智能大爆炸，2018 年将超过三百万员工要向机器人老板汇报工作；麦肯锡预测目前 45% 的活动可用当前技术自动化，未来几年 CEO 工作中的 20% 可被自动化替代；而《科学》杂志预测 2045 年，50% 的工作会被机器替代；可以说，在未来几年内，机器人与人工智能给世界带来的影响将远远超过个人计算机和互联网在过去 30 年间已经对世界造成的改变。

HOW：从 AI 历史看未来

“人工智能”一词最初是在 1956 年达特茅斯学会上提出的。从学科定义上来说，人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能是计算机科学的一个分支，它企图了解智能的实质，并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器。

表 2：关于人工智能的定义或理解

代表人物	年代	对人工智能的定义或理解
Haugelan	1978	像人一样思考的机器
Bellman	1978	与人类思维相关的活动（决策、问题求解、学习）的自动化
Charniak	1985	通过使用计算机模型来研究智力
Kurzweil	1990	能够执行一些功能，并且这些功能的实现需要像人一样的智能
Winston	1992	使感知、推理和行动可计算
Rich	1991	研究如何使计算机能够处理那些目前人比计算机更擅长的事
Poole	1998	智能代理人设计
Nilsson	1998	人工制品中的智能行为

资料来源：Wiki，中信证券研究部

人工智能的发展历史大致可以分为三个阶段：带有理想主义色彩的起步期，由“专家系统”大范围应用而推动的第二波浪潮，以及由基础设施、技术融合与应用拓展共同推动的第三波浪潮（1993 年至今）。

历史沿革：三大发展浪潮——“理想主义”、“专家系统”、“三大动力”

有理想主义色彩的起步期（1956-1974）

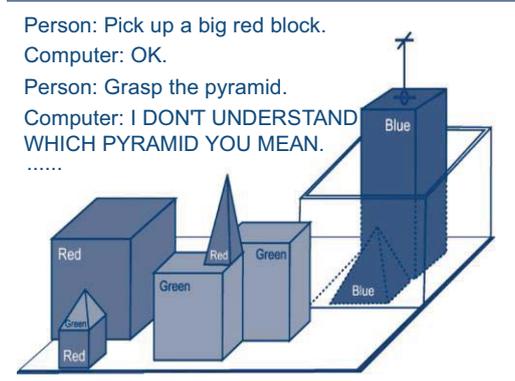
这个阶段的起步期人工智能是以“计算机不断解决以往人类从没设想过其能解决的问题”为特征的，解文字题、证明定理甚至是学习语言。正是这样的超预期激发了人们对于人工智能的畅想，对人工智能做出了大量乐观的预测。

图 11：Joseph Weizenbaum 开发的 ELIZA 是一个能够与人进行简单的对话的程序



资料来源：<http://www.computerhistory.org>，中信证券研究部

图 12：Terry Winograd 开发的 SHRDLU 可以与人进行简单的对话并完成指定的虚拟任务



资料来源：<http://www.computerhistory.org>，中信证券研究部

表 3：70 年代以前，研究者对于人工智能做出了许多过于乐观的预测

时间	预言者	预言内容
1958 年	Simon 和 Newell	在 10 年内，数字电脑将成为国际象棋世界冠军，并且能够发现和证明新的数学定理
1965 年	Simon	在 20 年内，机器将能够执行人类所能进行的任何工作
1967 年	Minsky	在一代人的时间内，人类将能够制造出真正的人工智能
1970 年	Minsky	在 3 到 8 年内，人工智能将达到一般人类的水平

资料来源：Wiki，中信证券研究部

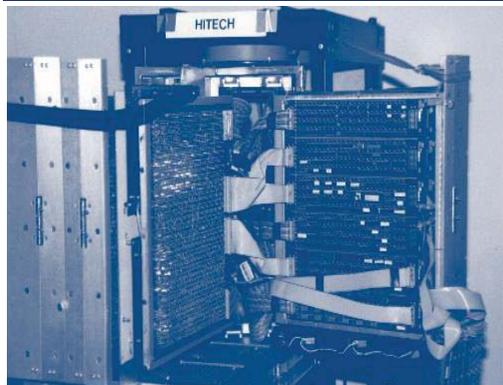
这个阶段对于人工智能的许多尝试并不是以实际应用为目的的，许多人工智能程序更像是“玩具”，而研究者们均致力于尽快设计出能够通过“图灵测试”的人工智能机器，对于通向这一目标的路径并没有很清晰的认识。随着研究进程不断受阻，研究者很快就意识到人工智能的许多基础设施上的限制在上世纪 70 年代是不可能克服的。这些障碍包括极其有限的计算能力，缺乏能够处理运算量指数增长的问题的算法，缺乏数据，难以处理图像识别等感知问题，需要不断改变基础架构来适应不同的问题等。因为这些问题的限制，人工智能进入上世纪 70 年代以后止步不前，研究资金支持也大幅缩减，在 1974 年到 1980 年之间，人工智能进入第一波低谷。

由“专家系统”大范围应用而推动的第二波浪潮（1980-1987）

“专家系统”是一个用于模拟人类专家决策过程的计算机系统，是人工智能历史上第一个较为成功的应用，并在八十年代被许多大型企业所接受。1980 年，一款名为 XCON 的专家系统程序被设计出来，这款程序能够根据用户的需求自动选取 DEC 公司计算机系统（集群）里面合适的部分来完成计算任务。在 1980 年到 1986 年间，XCON 平均每年帮 DEC 公司节省 4000 万美元的成本。在这个阶段，人们逐渐意识到研发人工智能的目的不仅仅是为了设计出能通过“图灵测试”的机器，能够以现有的条件帮助人类解决在实际工作中的问题并提高效率才是更为重要的目的。

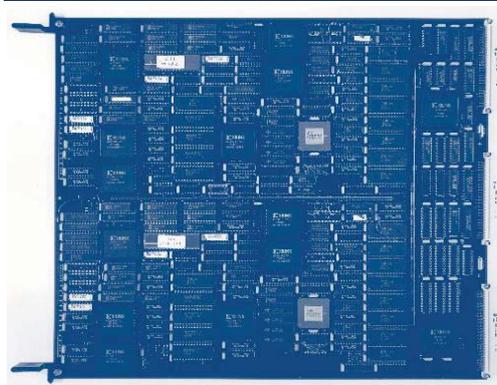
正是因为人工智能的实际应用前景被挖掘，越来越多的公司投入资金研发不同类型的专家系统，人工智能进入第二个高速发展期。这个阶段人工智能开始逐步形成一个产业，诞生了一批公司，比如硬件公司 Symbolics 和 Lisp Machines，软件公司如 IntelliCorp 和 Aion。这个阶段最标志性的事件是 HiTech 和 Deep Thought 击败了国际象棋大师，Deep Thought 也为后来 IBM 的 Deep Blue 奠定了基础。

图 13: Hitech 国际象棋机



资料来源：<http://www.computerhistory.org>，中信证券研究部

图 14: Deep Thought 国际象棋机



资料来源：<http://www.computerhistory.org>，中信证券研究部

第二波浪潮在 80 年代末结束了，最大的问题是“专家系统”的成本一直无法降下来，随着美国和日本经济走入低迷，市场对于人工智能的热情也大幅下降。更重要的是，苹果和 IBM 在这个阶段对于家用电脑的开发进入加速期，家用电脑的性能甚至逐步赶超 Lisp machine，“专家系统”这样一个空间达到数亿美金的市场在顷刻间就消失了。此外，1991 年日本的“第五代项目”（从 1981 年开始推动）的失败标志着人工智能进入第二个低潮。

由基础设施、技术融合与应用拓展共同推动的第三波浪潮（1993 至今）

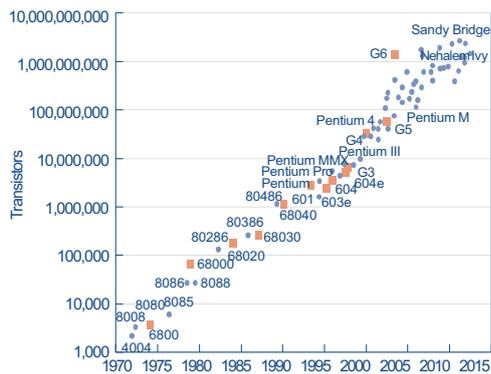
经过了将近半个世纪的发展，人工智能从 90 年代中旬终于进入了一个爆发期。在这个阶段，人工智能相关的技术已经逐步被应用到各个领域，只不过研究者们越来越弱化人工智能这个概念，大众除了“深蓝击败国际象棋世界冠军”、“AlphaGo 击败围棋世界冠军”之类的事件，大都没有意识到人工智能的应用已经逐步渗透进生产和生活的方方面面。

人工智能的第三波浪潮是由**基础设施、技术融合与应用拓展**共同推动的。

(1) 基础设施领域的进步

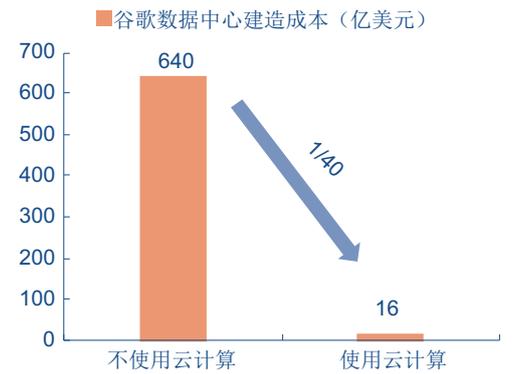
在基础设施领域，最核心的进步便是**运算能力的提升**以及**数据资源的积累**。运算能力方面，在过去将近 50 年的时间里，集成电路上元器件的数目持续的以几何级数增长。即便当前传统计算机性能提升已经进入瓶颈期，互联网基础设施的提升又使得云计算成为可能，把大量的计算资源组成资源池并用于动态创建高度虚拟化的资源供用户使用。云计算大大降低了人工智能的商业化运营成本，推动了人工智能的进步。

图 15: 摩尔定律已经持续了超过 45 年



资料来源: Intel, 中信证券研究部

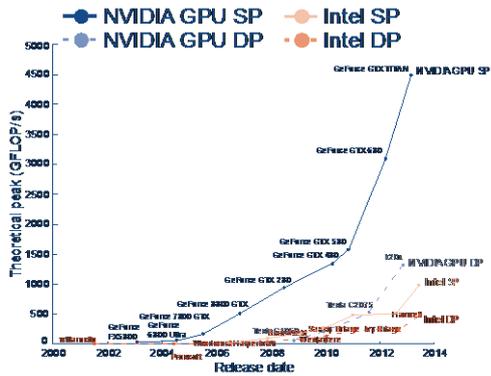
图 16: 云计算成本降低推动人工智能商业化运营



资料来源: Google, 中信证券研究部

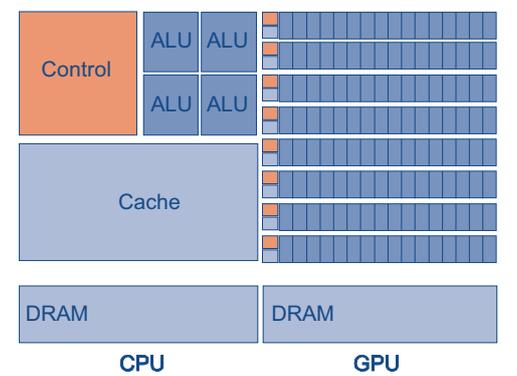
此外，GPU 的广泛应用使得大规模并行计算的效率大幅提升，这也为人工智能的多任务执行提供了基础。

图 17: GPU 的并行计算能力远超 CPU，近几年差距进一步扩大



资料来源: Intel, 中信证券研究部

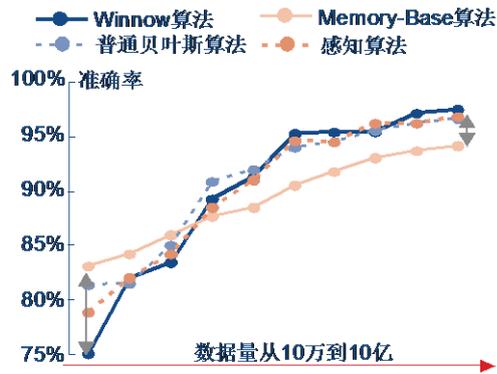
图 18: CPU 适合串行任务而 GPU 适合大规模并行任务



资料来源: <http://www.e2matrix.com/blog/?p=133>, 中信证券研究部

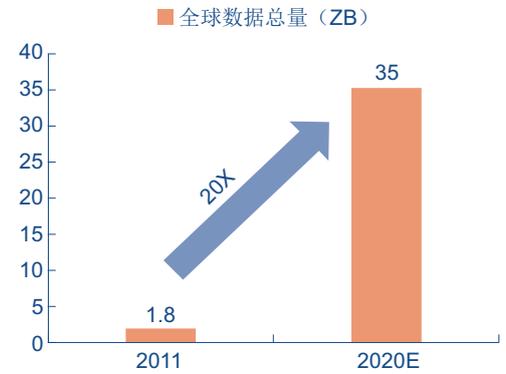
基础设施领域的另一个大的进步便是海量数据资源的积累。海量的数据使得机器学习的效果大幅提升，并且数据量本身的增加还能够弥补算法上的缺陷。根据 IDC 的统计，全球数据总量在未来的增速惊人，预计到 2020 年全球总数据量大约达到 35ZB，是 2011 年的将近 20 倍。

图 19: 当数据足够多时, 准确度不仅大幅提升, 不同算法之间的差距也缩小了



资料来源: Intel, 中信证券研究部

图 20: CPU 适合串行任务而 GPU 适合大规模并行任务



资料来源: 艾瑞咨询, 中信证券研究部

(2) 技术融合

人工智能是处于技术前沿的各学科融合并共同推进的领域。人工智能的开发也越来越多地将数学、系统控制、经济等领域的知识结合起来, 最常用的基础工具包括贝叶斯网络、隐式马尔科夫链、信息理论、随机建模、神经网络、动态优化以及近期因谷歌的 AlphaGo 而闻名的蒙特卡洛树搜索。跨学科的技术融合在人工智能基础设施上表现的更为重要。

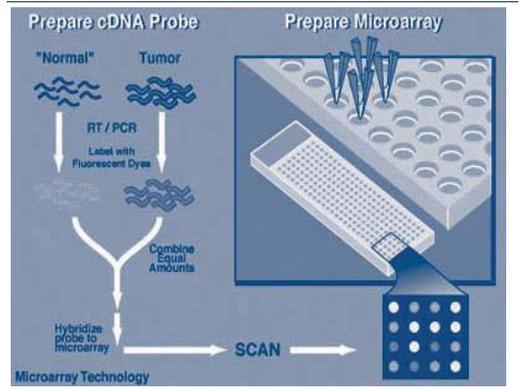
例如, 在计算领域, 传统的电路只能实现 0 或 1 的存储你, 集成芯片或是云计算最终都是由无数个基本电路组成的, 难逃“能耗”的问题, 势必需要一个能够在计算能力上产生质的飞跃的设计。量子计算机在理论上能够解决这一问题, 一个量子可以呈现多态, 那么大规模计算所需要的量子数就大大缩减。不过, 根据海森堡不确定原理, 一旦外界对量子的具体状态进行观察 (或者说计算机读取一个量子的状态), 那么量子的状态就是确定的, 不再具有多态。显然, 这样的问题已经不是计算机科学能够解决的问题, 势必需要基础理论研究的支撑。又比如, 人工智能的许多设计思想来自于脑科学研究, 通过模拟人脑思考的过程来设计计算机的基础架构。

图 21: 量子计算机 D-wave



资料来源: Wind; 中信证券研究部

图 22: 生物计算机设计架构



资料来源: Wind; 中信证券研究部

(3) 应用拓展

实际应用的拓展也在激发人工智能技术的不断创新。最典型的例子是便是人工智能在机器人领域的应用, 传统的机器人仅仅是数控的机械装置, 不能适应变化的环境, 与人类的“沟通”成本也非常高。这样的机器人越来越不适应互联网时代的生产需要, 于是诞生了对于“互

动机器人”的需求：机器人需要能够随时与人进行沟通修正任务（这需要对自然语言进行识别，同时要具备能够自我生成运行代码的能力）、适应随时变化的环境（比如物流机器人能够躲避障碍）、辅助人们的决策（投资顾问、医疗诊断、教育培训、智能翻译等）。这些应用领域反过来推动了人工智能技术层的进步。应用拓展的范围和经济收益也是吸引资本持续进入相关领域的重要动力。

国外人工智能发展情况：深度学习成为最热门领域

回顾人工智能的发展历史，在实现人工智能上有三种路线：一是基于逻辑方法进行功能模拟的符号主义路线，代表领域有二十世纪 80 年代的专家系统和知识工程；二是基于统计方法仿生模拟的连接主义路线，代表领域有机器学习和人脑仿生；三是行为主义，是从进化的角度出发，基于智能控制系统的理论、方法和技术，研究拟人的智能控制行为。

从当前国外人工智能的发展情况来看，其中第二条线路是主流，**基于人工神经网络的深度学习**是当前最热的研究领域，被 Google、Facebook、IBM、NEC 以及其他互联网公司广泛使用，最典型的应用领域是图像和语音识别。

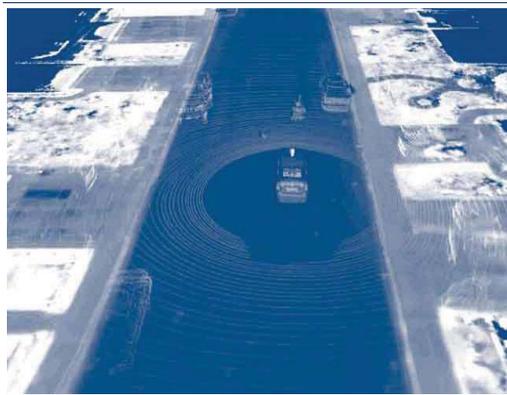
表 4：与深度学习相关的重要事件

时间	相关公司	事件
2012 年 6 月	Google	《纽约时报》第一次披露了 Google Brain 项目，项目由 Andrew Ng 和 Jeff Dean 主导，用 16000 个 CPU 核心的并行计算平台训练一种称为“深层神经网络”的机器学习模型，在语音识别和图像识别等领域获得了巨大的成功。
2012 年 11 月	微软	公开演示了一个全自动的同声传译系统，后台的支撑技术也是深度学习。
2013 年 1 月	百度	创始人李彦宏宣布成立百度研究院，第一个重点方向就是深度学习，这是百度成立以来第一次成立研究院
2013 年 4 月		《麻省理工学院技术评论》杂志将深度学习列为 2013 年十大突破性技术之首。
2016 年 3 月	Google	DeepMind 开发的 AlphaGo 击败前世界围棋冠军李世石，AlphaGo 背后的基础技术也是深度学习。

资料来源：Wiki，《深度学习：推进人工智能的梦想》（余凯），中信证券研究部

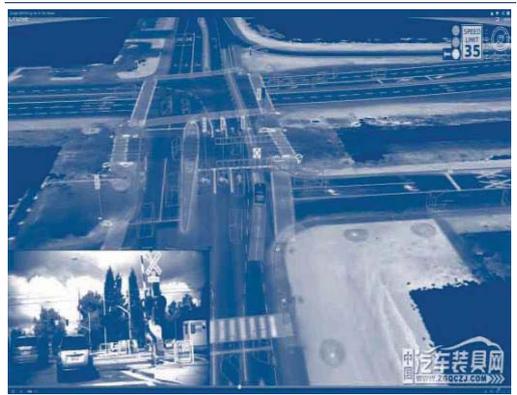
图像识别、语音识别、智能搜索是深度学习技术出现以来发展最快的几个领域，其迅速地从试验论证阶段进入到相对成熟的应用阶段。随着这些基础应用领域的成熟，一些高级应用领域的热度也逐步开始上升。例如 Google 在力推的自动驾驶项目，需要建立感知能力、决策能力以及不断自主学习的能力，可以说是人工智能技术的集大成者。自动驾驶技术需要算法做各种条件下面的路面目标检测、识别交通标志以及形成统一的路况感知。

图 23：自动驾驶需要运用图像识别进行感知



资料来源：Wind；中信证券研究部

图 24：还必须要依据感知结果做出反应



资料来源：Wind；中信证券研究部

国内人工智能企业现状：不同规模企业深耕各自的比较优势领域

从人工智能的历史来看，每一类人工智能的应用均要经过实验室阶段、试点阶段、推广阶段和普及阶段。尽管国内企业在人工智能基础科研方面与美日等国家有巨大差距，但人工

智能相关的企业大都从已经进入试点阶段的技术或应用切入，并在视觉、语音识别等技术领域处于国际领先水平。根据 2015 年艾瑞咨询的统计，中国人工智能领域已有近百家创业公司，约 65 家获得投资，共计 29.1 亿元人民币，其中旷视科技、优必选、云之声、SenseTime 四家公司登上艾瑞独角兽榜单。

国内不同规模的企业在具体的切入点上有所区别。百度、阿里巴巴这样的巨头公司坐拥海量的数据和计算资源，切入点更靠近基础设施层，尤其是在数据资源、算法和云计算等领域；科大讯飞、旷视科技、格林深瞳这样具有一定技术积累的企业，通常从技术层进行切入，在语音识别、视觉识别等领域不断积累技术优势；而优必选、出门问问、UBTECH 等创业公司则更多的从硬件产品、虚拟场景、虚拟赋予、商业智能等应用领域切入。

图 25：目前国内人工智能企业格局



资料来源：艾瑞咨询，中信证券研究部

以史为鉴：人工智能发展路径展望—技术领域、应用领域双轮驱动

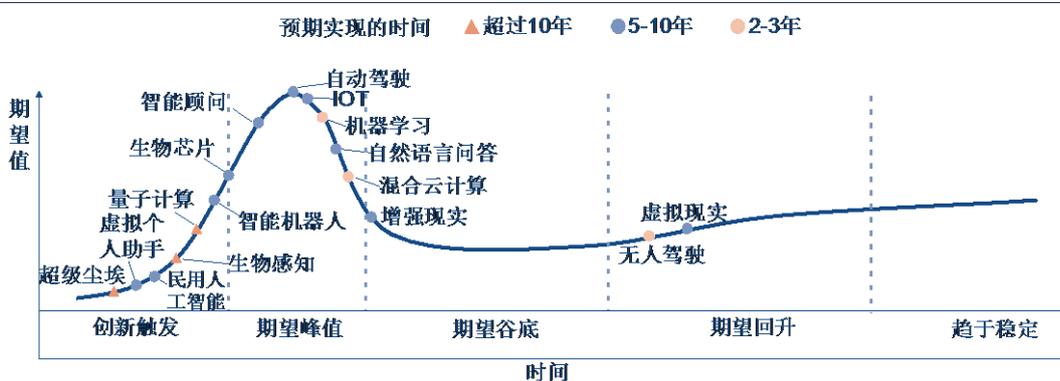
如果将人工智能的产业链分为基础设施层、技术层和应用层，通过回顾和分析人工智能过去的发展路径，我们认为人工智能的发展往往是靠应用层的需求或是基础设施层的进步推动的，主要存在以下两种路径——需求创造供给，或者供给创造需求。

路径一：应用层的需求推动人们对于 AI 技术层（算法等）的开发，技术层的进步使得基础设施的利用效率不断提高。不过，当技术层发展到一定阶段时，基础设施的利用效率提升空间很小，此时需要基础设施层的不断升级来支持，一旦基础设施层对于 AI 的支持跟不上，或是应用层的需求饱和，AI 的前进步伐就放缓，甚至进入“寒冬”（如 80 年代的专家系统）。

路径二：基础设施层的迅速进步使得技术层可以实现的拓展越来越多（比如基于大数据的海量运算的语音识别、人脸识别、搜索等），而技术层的多元化使得人们发现有大量应用层的创新可以推进，解决当前各行业的痛点，甚至创造和培育新的需求。

当前中国还处于行业应用层起步到快速发展的阶段，应用层的投资机会和投入回报率远高于技术层和基础设施层，当这个阶段出现泡沫时，投资机会可能更多地出现在技术层，当技术层停滞并出现泡沫时，投资机会可能更多在基础设施层。根据从目前人工智能的发展情况来看，技术领域的运用已经进入加速期，预计 5~10 年就能陆续成熟。在基础设施领域，量子计算等新型芯片模式短期内还很难实现，不过基于云端架构的并行计算模式已经逐步进入成熟期，短期内基础设施还不会对人工智能的发展形成障碍。从当前的情况来看，预计应用领域和技术领域将成为人工智能进一步发展的两个核心驱动力。

图 26：大量技术领域的运用已经进入加速期，预计 5~10 年就能陆续成熟



资料来源：Gartner（2015）新兴技术成熟度曲线，中信证券研究部

WHAT：AI 是跨行业、跨学科的综合技术

AI 横跨 4 大核心技术，涵盖 13 个细分领域

人工智能是一个跨学科、跨行业的综合性学科。人工智能最初的核心是实现“智能”这一概念，即机器可以像人一样思考，而不只是被动式的执行人发出的每一步指令。人们研究出许多算法将这一想法得以实现，计算机开始可以自己学习，之后慢慢发展成机器算法这个研究方向。而后，由于人们对于将智能分别运用到图像、语言、声音处理和与硬件之间的互动方面的需求增加，自然语言处理、图像识别和人际交互这三个领域又各自发展成独立的研究方向，他们借用机器学习的一些算法并更多地加入有自身特性的技术。因此，人工智能现在演化成了机器学习、自然语言处理、图像识别以及人机交互这四大模块。

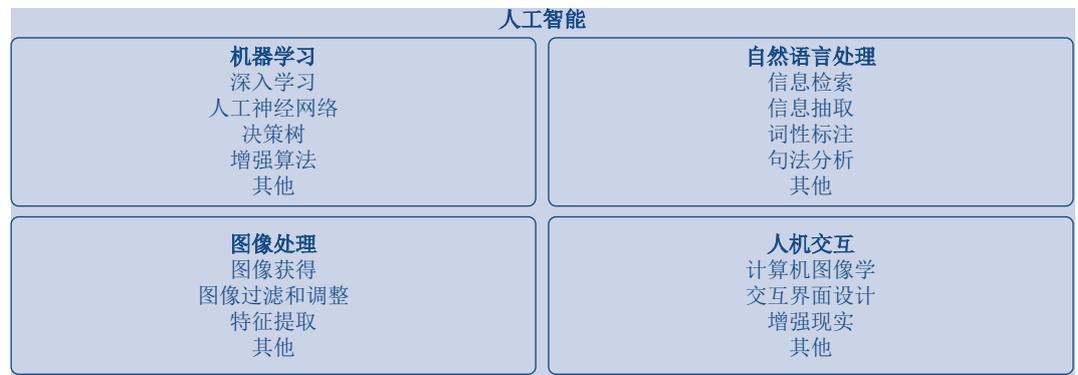
机器学习技术：指计算机通过对大量已有数据的处理分析和学习，从而拥有预测判断和做出最佳决策的能力。这项技术与计算机科学、统计学、数学优化算法等都有着密不可分的关系。其代表算法有深度学习、人工神经网络、决策树、增强算法等。

自然语言处理技术：指让计算机可以理解人类的语言，包括将人类语言转化为计算机程序可以处理的形式及将计算机数据转化为人类自然语言两种形式。这里指的语言可以是声音也可以是文字。这项技术的主要内容包括信息检索、信息抽取、词性标注、句法分析、多语处理、语音识别等。

图像处理技术：指让计算机拥有人类的视觉功能，可以获得、处理并分析和理解图片或多维度数据。这项技术的主要内容包括图像获得、图像过滤和调整、特征提取等。

人机交互技术：指计算机系统和用户可以通过人机交互界面进行交流。这项技术包括的主要内容包括计算机图像学、交互界面设计、增强现实等。

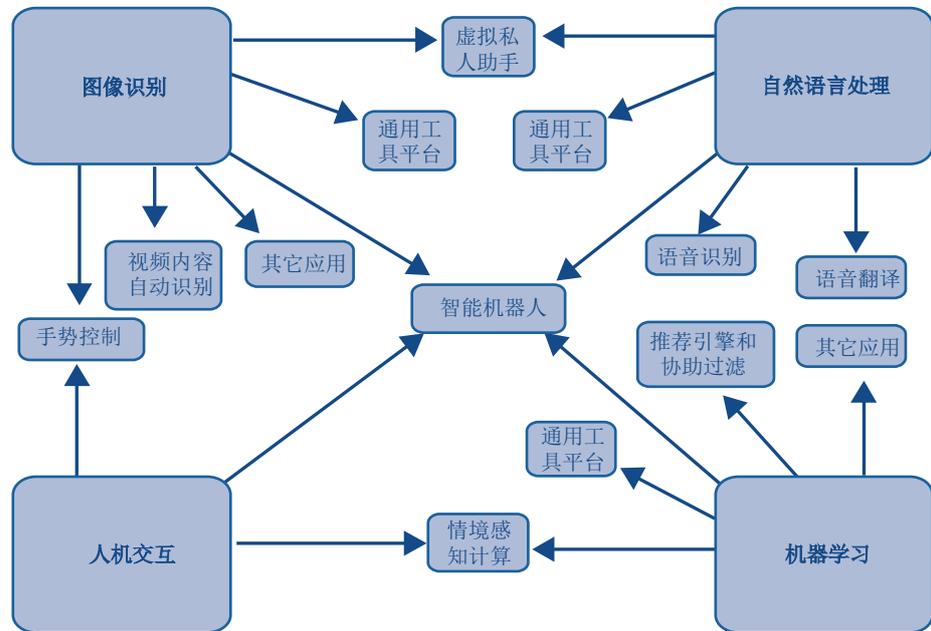
图 27：人工智能产业结构



资料来源：中信证券研究部策略组绘制

随着现在人们对这些技术单一或者多样化的运用，有一部分开发出的产品或服务也演变出各自的子领域并迅速发展。根据行业特性的不同，我们将人工智能细分成 13 个子领域，如图 26 所示。咨询公司 Venture Scanner 统计，2016 年全球人工智能公司已突破 1000 家，跨越 13 个子门类，融资金额高达 48 亿美元。整体来看，AI 产业不论是行业规模、还是吸金能力都在飞速扩张中。根据 Bank of America 预测的数据：未来五年人工智能的年复合增速 36%，预计 2020 年将达到 700 亿美元。在上述 13 细分行业中，研究机器学习（应用）的人工智能公司数目最多，达 260 家，约占整个行业的 30%。

图 28：人工智能产业链的演变



资料来源：中信证券研究部策略组绘制

人工智能 13 大细分领域及代表公司介绍

(1) 深度学习/机器学习（通用平台）

机器学习的核心是从数据中自动发现模式，模式一旦被发现便可用于做预测。因此，只要用户有需要预测的需求和足够的相关数据，就可以运用机器学习的技术。给予系统学习的交易数据越多，预测准确度也会越高。这个领域的公司主要提供机器学习各种算法的运用工具和平台，不同行业的公司可以通过这个平台实现各自的需要，将机器学习技术运用到各自的商业模式中。

表 5：深度学习/机器学习（通用平台）代表企业

相关企业	公司相关业务	融资情况
BigML	提供一个高可用性、低延迟的机器学习系统，用户可以直接上传数据或通过 API 连接到云端构建结构化数据，建立模型，最后做出预测	目前共融资 163 万美元
PredictionIO	提供开源的机器学习服务器，以便开发者和数据工程师设计智能软件	曾完成两轮种子融资共 265 万美元，2016 年 3 月被 Salesforce 收购

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

(2) 深度学习/机器学习（应用）

这类公司同样使用机器学习算法，但通常基于特殊的数据和需求开发出个性化的软件产品。与开发通用产品的公司的区别是，这类公司产品的针对性更强，减少了用户更多的成本和时间。此外，这类应用软件开发的公司也是目前创业公司最普遍、融资最多的一个领域。

表 6：深度学习/机器学习（应用）代表企业

相关企业	公司相关业务	融资情况
InsideSales	为企业销售提供基于大数据分析的用户购买行为预测	该公司 2015 年 8 月拒绝了数亿美元的投资，选择了 Salesforce 和 Software 的两家联投，目前已融资 2 亿美元，估值超过 15 亿
Voltari	利用大数据以及预测性技术提供相关性驱动移动广告	2010 年 7 月上市，上市时市值 3 亿 9600 万美元
Arago	帮助企业自动化完成完整的 IT 架构	2014 年 10 月获得 5500 万美元 A 轮融资

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

(3) 自然语言处理

此类公司运用自然语言处理的算法帮助处理输入的自然语言，并以用户需要的方式呈现出来。这一类公司的产品通常运用于提炼文章概要、识别核心议题、智能制表等。

表 7：自然语言处理代表企业

相关企业	公司相关业务	融资情况
Narrative Science	提供自动化写作服务，例如自动创作新闻报道，自动制作报告	融资总额达到 3200 万美元。美国中央情报局 (CIA) 和其他情报部门使用了他们的服务，并对该公司进行了投资
Synapsify	非结构化文本的观点提取	2012 年成立，目前共融资 145 万美元

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

(4) 语音识别

此类公司产品以自然语言处理为核心技术，通过处理人类语音的片段，准确识别单词并推测含义。典型的例子有转化语音指令为可执行的系统指令，转化语音为文字等等。主要运用领域包括医疗听写、电话客服、语音书写等。

表 8：语音识别代表企业

相关企业	公司相关业务	融资情况
Expect Labs	根据多人对话内容提供相关信息	2014 年 12 月完成 A 轮，共融资 1500 万美元
Api.ai	为有语音识别功能的应用 App 提供云端应用编程接口	2015 年 8 月完成了 300 万美元的 C 轮融资，共融资 860 万美元

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

（5）计算机视觉/图像识别（通用平台）

这类公司的核心技术是优化和图像处理，通过设计和提供一个通用平台，方便用户实现图像获得、图形分析、信息识别、物体识别等功能。这类公司设计的接口是通用的，典型例子包括图像搜索平台和研发员使用的图像标签应用程序接口。

表 9：计算机视觉/图像识别（通用平台）代表企业

相关企业	公司相关业务	融资情况
MetaMind	提供用于自然语言处理、图像理解的 AI 平台，服务项目包括但不限于医疗成像、食物识别、客服服务和解决方案定制等	成立于 2014 年，2014 年 12 月获得 800 万美元的风险投资
Cortica	实时识别图像和视频的主要内容，然后搜索出这些内容的关键词并进行词条分类	2014 年 3 月在中国完成了 C 轮融资，共融资 3790 万美元
Clarifai	提供以视觉为基础的搜索引擎	2015 年 4 月完成 A 轮，共融资 1000 万美元
Megvii(旷视科技)	专注于人脸识别、人体识别、文字识别、商品识别等一系列的图像识别技术	2015 年 5 月完成 B 轮融资 2500 万美元

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

（6）计算机视觉/图像识别（应用）

图像识别的应用领域非常之广，比如社交网站人脸识别，通过扫描照片购物，医疗成像分析，指认安防监控视频中的嫌疑人等。广受市场关注的 Google 和百度无人驾驶汽车，其中也大量运用了图像识别技术来判断路况及路标，调整行车速度和轨迹等。当汽车具有了这种智能图像识别功能，它可以观测周围 360 度全景然后迅速作出判断，敏捷性甚至超过人工驾驶。

表 10：计算机视觉/图像识别（应用）代表企业

相关企业	公司相关业务	融资情况
Slyce	让顾客拍照或扫描物品就可以被引导至零售商的网上商城	2012 年成立，2015 年 4 月 24 日完成上市
Flyby	增强现实公司，技术涉及大规模 SLAM、室内导航、传感器融合、图像识别和 3D 跟踪等领域	曾获风险投资 1378 万美元。2016 年 1 月 29 日，被苹果公司收购

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

（7）手势控制

这一类公司开发的产品及服务主要运用了图像识别和人机结合技术，可以让用户通过手势与硬件设备互动交流。这一领域多用于游戏开发及智能家居等。典型例子包括让人们通过肢体动作控制游戏角色以及仅用手势就能控制计算机和电视。

表 11：手势控制代表企业

相关企业	公司相关业务	融资情况
GestureTalk	提供应用于沉浸式应用、界面、游戏以及显示当中的手势识别技术	曾在 2011 年完成 2179 万美元融资

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

（8）虚拟私人助手

这一领域的产品及服务主要结合了机器学习和自然语言处理技术，这些产品经常会用于语音沟通以及预测用户的需求等。这是一类基于反馈和指令来完成日常任务和服务的软件助理。私人助手所使用的具体技术取决于具体的应用，假设某个虚拟助手可以帮用户分析图像，或理解用户的手势，那这个产品同时运用了图像处理和人机交互的技术。

表 12：虚拟私人助手代表企业

相关企业	公司相关业务	融资情况
Tempo	提供虚拟个人助理服务，以日历的形式自动为客户提供有关会议的相关信息	曾融资 1250 万美元，2015 年 5 月被 Salesforce 收购

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

（9）智能机器人

智能机器人领域运用非常广，每一款机器人的用途也大不相同。智能机器人所利用的技术可以是机器学习、自然语言处理、图像处理和人机交互中的任何一种或多种。

表 13：智能机器人代表企业

相关企业	公司相关业务	融资情况
Jibo	社会型机器人，可以识别脸部、理解人们说的话，并以可爱的声音做出反应	在众筹网站 Indiegogo 上集了 370 万美元的资金
Blue River	提供农业增产方面的解决方案的机器人	2015 年 12 月刚完成 B 轮风险融资 1300 万美元
Savioke	可以帮助酒店提供物品运送服务的机器人	2016 年 1 月融资 1500 万美元

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

（10）推荐引擎和协助过滤算法

这类产品主要是预测用户的喜好及需求，从而为用户推荐产品或服务，并过滤垃圾或用户很有可能不喜欢的内容。典型例子有音乐推荐和基于用户过去选择进行推送的美食推荐网站等。

表 14：推荐引擎和协助过滤算法代表公司

相关企业	公司相关业务	融资情况
Loop AI Labs	帮助各类行业分析企业数据并做预测和决策，包括电子商务，医疗服务，广告媒体	2012 年成立于美国旧金山

资料来源：Venture Scanner，CrunchBase，中信证券研究部

（11）情境感知计算

这个领域主要运用了人机交互和机器学习的的技术。此类软件能够通过传感器及其它人机交互技术自动感知周围环境以及背景，例如位置、方向、光度、声音等，并运用机器学习来预测并调整行为。

表 15：情景感知计算代表公司

相关企业	公司相关业务	融资情况
Grokr	以高准确率根据情境推送给用户个性化信息	共融资 390 万美元

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

（12）语音翻译

这一领域的公司运用了自然语言处理技术，开发出识别人类语音并立刻自动从一种语言翻译至另一种语言的软件。

表 16：语音翻译代表公司

相关企业	公司相关业务	融资情况
Lexifone	通过手机帮助用户在任何国家旅游或办公的时候实现实时对话翻译	2010 年成立于以色列

资料来源：Venture Scanner，CrunchBase，中信证券研究部

（13）视频内容自动识别

这类公司多运用了图像处理技术，来分析理解视频文件。现在这一类运用主要包括通过识别视频内容而有效投放广告，提取视频中有效信息，侦测视频是否侵权等。

表 17：视频内容自动识别代表公司

相关企业	公司相关业务	融资情况
Enswers	通过识别视频内容投放广告来完成与用户的交互	2011 年被 Korea Telecom 收购，是三星的合作伙伴
Cognitive Networks	识别网络和电视的内容，给用户提供更交互	2014 年 2 月获得 B 轮融资 1400 万美元，LG 的多数型号都用了这项技术
Vobile	全球视频音频内容保护及处理	共融资 1927 万美元，技术被美国好莱坞所有的电影电视制作厂商及 CCTV 所采用

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

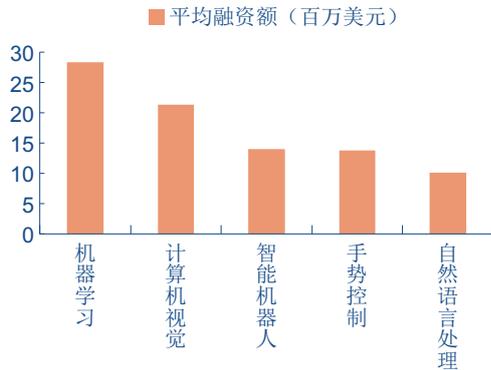
横向比较：机器学习、图像识别、智能机器人最具发展潜力

我们从未来发展空间、产业投资回报率、产业成熟度、应用场景拓展广度等几个方面来横向比较人工智能的各个细分领域的发展前景。

从未来市场空间和行业增速来看，发展速度最快、市场空间最大的三个领域是机器学习、图像识别和智能机器人。根据咨询公司 Tractica 的预测，机器学习领域从 2015 年 1.09 亿美元的市场规模，将以年复合增长率超过 60% 的速度飞速发展，预计 2024 年将突破 100 亿美元。目前已经拥有庞大市场容量的图像识别同样不可小觑。2014 年图像识别领域市场规模已达 57 亿美元，在接下来的五年内将以 42% 的年复合增长率继续扩张，预计 2019 年可达 333 亿美元。此外，智能机器人领域也将随着应用场景的不断扩展迎来一轮高速增长，MarketsAndMarkets 的机器人市场研究数据显示：机器人行业的总市值将以每年 20% 的增速增长，并于 2020 年达到约 80 亿美元，若将硬件与软件细分开来，软件部分的增速高达 30%。

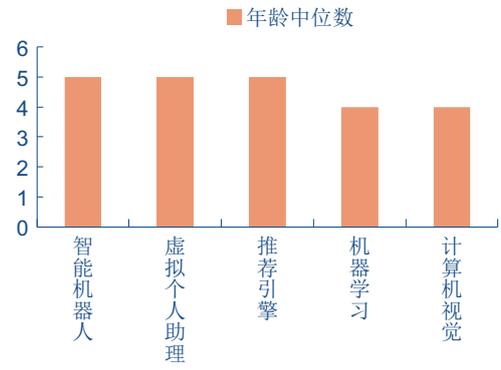
从投资回报率和产业成熟度来看，机器学习、图像识别、智能机器人仍然是最受产业资本青睐的三个细分领域。众所周知，风投公司倾向于将资金流向投资回报率最高的新兴产业，对比人工智能领域的风险融资额度能够很好地反映该领域的投资回报率。Venture Scanner 公司的调查数据显示：无论从总体融资额度还是企业平均融资额度，机器学习都牢牢占据榜首；图像识别领域的总体融资额度和企业平均融资额度紧随其后；而智能机器人领域由于公司数量较少，在融资总量上稍有落后，但其企业平均融资额度高达 1400 万美元，仅次于机器学习和图像识别领域。此外，从各领域公司创办时间而言，机器学习、图像识别以及智能机器人也是最为“年轻”的三个领域之一，产业内技术成熟度还不够高，未来几年将提供广阔的蓝海市场。

图 29：人工智能企业平均融资额前五名



资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

图 30：人工智能企业最为“年轻”的五个领域



资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

表 18：13 个细分领域基本概况

细分领域名称	活跃创新企业数量	创新企业平均年龄	融资总额 (亿美元)
深度学习/机器学习 (通用)	120	6	5
深度学习/机器学习 (应用)	260	5	20
自然语言处理 (通用)	150	7	7
语音识别	70	8	2
计算机视觉/图像识别 (通用)	100	7	5
计算机视觉/图像识别 (应用)	80	7	3
手势控制	30	8	2.5
虚拟私人助手	90	6	2.5
智能机器人	60	7	4
推荐引擎和协助过滤算法	60	5	1
情境感知计算	30	6	1
语音翻译	15	13	<1
视频内容自动识别	15	8	<1

资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

应用场景扩展方面，机器学习、图像识别、自然语言识别和智能机器人是应用范围较为广泛的几个领域。机器学习技术当前已广泛应用于广告、媒体、消费业等，并且需求不断增加，未来还将快速渗入医疗、制造、金融、教育业，对众多传统行业形成巨大冲击。图像识别技术目前的应用领域很广并且需求非常大，具体包括安防监控系统、无人驾驶、商品消费、工业制造、医药、体育和娱乐业等等，并且在未来几年将大规模应用于智能机器人的开发中。自然语言识别未来可广泛应用于穿戴设备、智能家居、智能汽车等领域，此外在很多安全保密系统中，语音识别技术也发挥着重要的作用。但是，该技术目前在不同口音的处理、背景噪音、区分同音异形异义词方面仍然存在一些难以解决的困难。而随着智能机器人功能的逐渐完善，未来在农业、工业以及医疗、消费等服务行业都能代替人工完成多项任务，既能节省大量人力成本又能提高工作效率和质量。

综合以上分析，我们认为机器学习、图像识别和智能机器人是目前整个人工智能产业链中发展前景最好的三大领域。

Who: 谁能脱颖而出? 技术壁垒、跑对赛道、优先布局

人工智能是跨学科、跨行业的综合性学科，以大数据为基础、以核心技术为驱动，应用领域极其广阔，想象空间极大。在这样一个复杂度、精细度极高的产业内，什么样的企业能够脱颖而出呢？我们认为具备技术壁垒、跑对赛道、优先布局特征的企业最具发展前景。具体来看：

技术壁垒：巨头企业通过并购初创技术企业形成技术优势

国际互联网巨头争相收购人工智能技术开发公司抢夺核心技术。技术是人工智能产业发展的必备要素，因此在加强自身研发投入的同时，各个互联网巨头公司纷纷收购有技术优势的初创型企业来快速获得技术、形成壁垒。在过去的几年里，超过 20 家专注于开发人工智能技术的企业被蜂拥而至的大型互联网公司收购，谷歌、亚马逊、苹果、IBM、雅虎、Facebook、Intel 等互联网行业巨头收购动作最为频繁。

谷歌作为人工智能领域的领头羊进行了 5 次至关重要的收购，涉及深度学习、推荐引擎、图片搜索等多个技术领域，值得一提的是，近期战胜韩国棋手李世石的 AlphaGo 是 2014 年谷歌花费 4 亿美元收购的英国初创公司 DeepMind 所创造的。而据彭博社报道，亚马逊于 2015 年秋季秘密收购了硅谷初创公司 Orbeus，该团队专注于人脸识别技术，其核心产品 ReKognition 能够自动分类和辨别照片中的内容，目前的识别对象可以包括人脸、场景、地标、物体等其他概念。Orbeus 的照片软件 PhotoTime 不仅早于谷歌发行的基于人工智能的应用，其使用的图像识别算法也比 Facebook 先前收购的 Face.com 更加细致。

表 19：国际互联网巨头收购人工智能公司主要案例

收购方	被收购公司	公司技术描述
谷歌	DNNresearch	利用深度学习和神经网络进行图片搜索
	DeepMind	开发机器学习算法
	Jetpac	搜索和分析社交网络图片及地址进行个性化推荐
	Dark Blue Labs	基于深度学习的自然语言识别
	Vision Factory	基于深度学习的文本识别和处理
雅虎	SkyPhrase	自然语言处理
	IQ Engines	图片识别
	LookFlow	图片识别和分类 API
Intel	Indisys	自然语言处理
	Saffron	认知计算平台
IBM	AlchemyAPI	进行自然语言处理的云平台服务
	Cogenea	虚拟个人助手
苹果	Vocal IQ	为提升人机互动的语言处理
	Emotient	情感感知识别
Twitter	Madbits	基于深度学习的图片识别技术
	Whetlab	提升机器学习性能
Facebook	Mobile Technologies	语音识别及机器翻译
	Wit.ai	自然语言 API
	Face.com	人脸识别
Salesforce	PredictionIO	开源机器学习平台
	Metamind	为企业提供基于 AI 的个性化服务
亚马逊	Orbeus	视频识别 API

资料来源：CB INSIGHTS，中信证券研究部

跑对赛道：选择重点领域进行突破，所选领域未来有爆发点

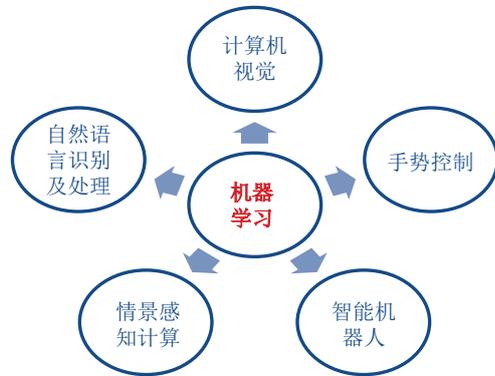
人工智能产业目前尚处于成长初期，应用领域非常广且又是技术密集型产业，任何一个领域的发展都需要投入大量的科学资金、科技人才和物力等等。即便是资金技术雄厚的巨头

企业也很难在人工智能产业链全部领域全面开花，这个时候很多公司往往会选择一个或者几个重点领域进行重点布局，因此，公司战略所选的领域未来是否具有爆发潜力就至关重要，也就是我们所说的“跑对赛道，脱颖而出”。

基于我们从产业资本投资方向，行业属性及发展路径等几个维度的比较分析，我们认为重点布局在机器学习、图像识别、智能机器人三大领域的公司最可能脱颖而出。

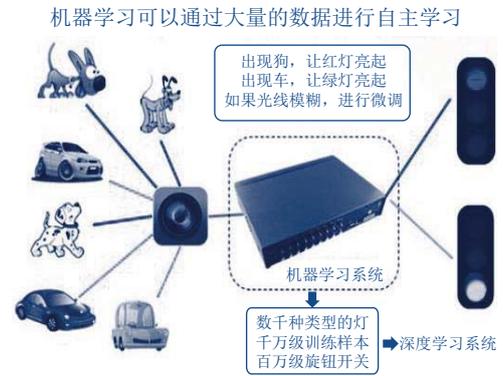
机器学习主要指的是人工智能领域应用中比较热门的深度学习，通过多层次的学习而得到对于原始数据的不同抽象层度的表示，进而提高分类和预测等任务的准确性。深度学习可以应用于包括图像识别、自然语言处理、广告点击率预估乃至人工智能平台（如谷歌大脑）等在内的多个产品，并大幅度地提升这些产品的性能，各大研究机构和公司都投入了大量的资源进行相关的研究和开发。

图 31：机器学习包含的模块



资料来源：Venture Scanner，中信证券研究部

图 32：典型机器学习示例



资料来源：<http://mt.sohu.com/20160313/n440231867.shtml>，中信证券研究部

纵观国际，谷歌可谓跑对机器学习领域赛道的最佳典范。谷歌在机器学习领域的投入和研发水平远超其他对手，更是在被称为机器学习年的 2015 年取得了这个领域多项突破性的进展。

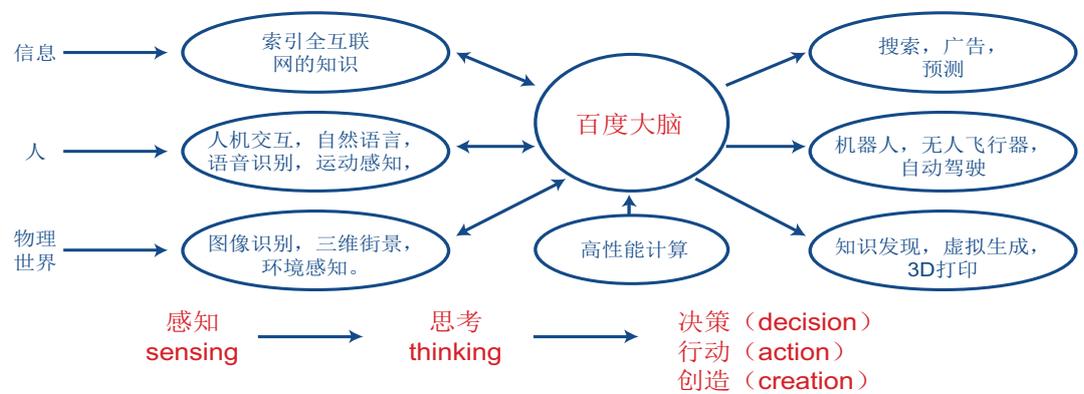
表 20：谷歌 2015 年机器学习研究大事件

时间	事件
2015 年 2 月	谷歌机器学习学着掌握视频游戏，Google DeepMind 研究人员成功通过机器学习让电脑成为 Atari 视频游戏的大师
2015 年 3 月	谷歌将大型机器学习技术应用于药物发现。使用神经网络的深度学习被用于虚拟药物筛选中，主要试图替换或者提高高通量筛选过程中的计算方法
2015 年 5 月	谷歌安卓个人助手检测屏幕上发生的活动并采取相关行动，Google Now 有了“Now on Tap”功能后变得更聪明
2015 年 7 月	使用人工智能谷歌翻译可以即时翻译文本，但是只支持 7 种语言，采用机器学习后，谷歌翻译支持 27 种语言
2015 年 10 月	谷歌正使用人工智能来为网页排序，RankBrain 是谷歌用于处理搜索结果的机器学习人工智能系统。
2015 年 11 月	谷歌发布完全开源的第二代机器学习系统 TensorFlow

资料来源：http://www.cbdio.com/BigData/2015-12/07/content_4277915.htm，中信证券研究部

放眼国内，百度是目前国内唯一一家有望在机器学习领域与谷歌相媲美的公司。百度 2013 年率先决定成立深度学习研究院，主要进行深度学习&机器学习、机器人、人机交互、图片识别等方面的研究。此后，百度继续加大在机器学习领域的研发投入，2014 年 5 月在美国硅谷投资 3 亿美元成立百度美国研发中心，宣布任命人工智能泰斗，原 Google Brain 项目负责人吴恩达为百度公司的首席科学家，全面负责百度研究院。2014 年，百度发布大数据计划，拟运用机器学习完成“开放云-数据工厂-百度大脑”的三层设计。

图 33：百度大脑运作流程

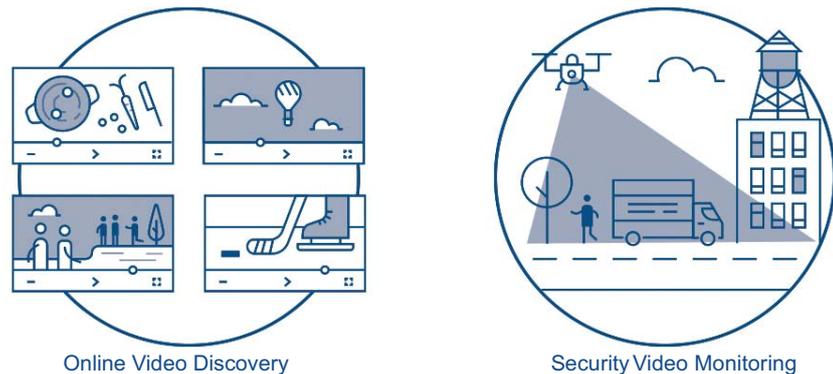


资料来源：百度，中信证券研究部

图像识别是指计算机从图像中识别出物体、场景和活动的能力。传统的图像识别技术只能简单识别或查找静态图像，对视频分析、动态识别等则是有待于开发的潜力市场。不仅如此，图像识别还可以应用到特别广泛的社会领域，比如智能安保和互联网金融、社会福利保障、电子商务等领域。因此，在图像识别领域跨越的一个小小步伐，就有可能带来可观的收益。

举例来说，一家初创公司 Dextro 正在开发能够进行视频识别的软件并凭借这个产品，成功进入了 2015 年在线视频企业 Top15。Dextro 主要运用深度学习算法进行视频分析，它们正在开发的平台 SSM (Sight, Sound&Motion) 可以帮助用户寻找最有新闻价值的视频。Dextro 目前提供两种服务，一种是在线视频搜索，即像文字搜索一样寻找、解释和分类视频，可以用于提升视频编辑剪辑工作效率和实现视频与广告的智能匹配；另一种是监控视频管理，能够快速锁定监控视频中的图像，可以用于家庭智能安保、城市空间布局分析和犯罪分子识别等领域。

图 34：Dextro 提供的两种视频识别服务



资料来源：Dextro 公司官网，中信证券研究部

根据国际机器人联盟(IFR)按应用领域的划分，可以将智能机器人分为工业机器人和服务机器人两大类，并且广泛应用于生产组装、维护保养、修理、医疗、清洗、保安、救援、监护等领域。随着智能机器人能实现的功能越来越多，提供的服务越来越精细化，刺激着智能机器人规模的快速增长。生活中，人们厌烦了从事类似于清洁、看护、保安等重复性工作，这种简单劳动力的不足使服务机器人有着巨大的市场，因此家庭清洁机器人、残障看护机器人、住宅安全和监视机器人应运而生；而随着人们生活水平的提高和全球人口老龄化的到来，

能够提供教育、医疗、娱乐等专业化服务的智能机器人也开始倍受人们追捧。受到这些刚性需求的驱动，公司涉足智能机器人领域就等同搭上规模扩张的“快速列车”。

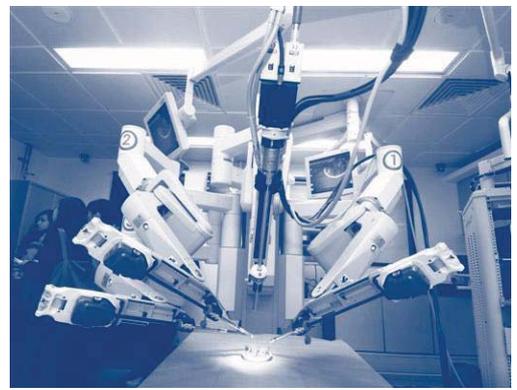
美国直觉外科公司正是凭借其王牌产品达芬奇机器人在 10 年间一举扩张成为全球最优秀的医用机器人公司。达芬奇机器人目前世界上最成功的手术机器人系统，它是为外科医生手术操作中提供直观的控制运动、精细组织操作和三维高清晰度视觉能力而设计的，同时允许外科医生进行微创手术。达芬奇机器人由三部分组成：外科医生控制台、床边机械臂系统、成像系统。实施手术时主刀医师不与病人直接接触，通过三维视觉系统和动作定标系统操作控制，由机械臂以及手术器械模拟完成医生的技术动作和手术操作。目前美国 FDA 已经批准将达芬奇机器人手术系统用于成人和儿童的普通外科、胸外科、泌尿外科、妇产科、头颈外科以及心脏手术。得益于世界市场对医用机器人的持续认可和需求增长，直觉外科公司在过去的 10 年里规模快速扩张，营业收入复合增长率达 30%，达芬奇机器人使用范围复合增长 16%，使用频率达 52.3 万次。

图 35：直觉外科公司近十年营业收入变化



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 36：达芬奇机器人



资料来源：<http://news.163.com/14/0913/09/A60TH45A00014AED.html>，中信证券研究部

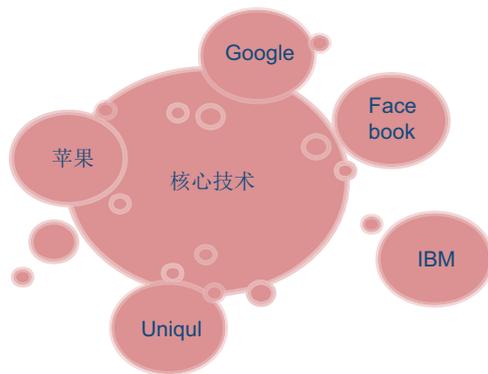
领先布局：国外将技术开发拓展到商业领域，国内将场景设计进行商业落地

随着 AI 技术的发展，AI 技术几乎可以应用到现代商业的各个领域。由于 AI 涉及到许多复杂的技术，通过长时间的积累和学习还可以进行自我改进，原有的客户使用情况还能提供源源不绝的数据供进一步改进参考。因此，在人工智能领域的商业化尽早进行布局，占据市场、积累客户资源获得足够多的基础数据就至关重要。我们发现，国内外公司都在商业化应用领域积极地进行探索，国外的商业化以技术为核心，通过优化算法推广到实际应用；国内商业化更侧重场景设计，注重个人体验，相对来说，核心技术优势的进步并不那么明显。具体如下：

海外 AI 商业化应用：将技术开发拓展到商业领域，拥有核心技术的互联网巨头和创业企业最容易脱颖而出。海外 AI 的商业化注重技术开发，基于大数据基础、算法优化来提高技术水平进而再把技术开发拓展到商业化领域：以技术为核心，商业化则是再进一步的必然结果，一般来说商业化的项目都是其在技术技术领域已经达到足够多的积累之后才发生的。具体来看：1) Facebook，围绕大数据挖掘的技术核心，建造能够理解海量数据的人工智能机器，通过挖掘用户数据信息为用户推荐其更为喜欢的浏览内容；2) 苹果，基于语音识别的核心技术，开发人工智能语音系统 Siri，用户通过语音对话对苹果下达指令；3) Uniqul，基于人脸识别技术，最早推出了人脸识别支付技术，推进 AI 与金融相结合的商业模式发展；4) Bettermen，建立个人投资管理平台，只要在 Betterment 平台上，回答几个关于你的投资目标的问题，Betterment 会根据你的回答做分析给出相应的投资组合建议，并通过平台直接投资。

国内 AI 商业化应用：优化场景设计进行商业化布局。与海外国家相比，国内的 AI 核心技术优势并不那么明显，相应的在商业化应用领域也并非注重核心技术的提供而是投入于优化商业场景，加强用户体验。**有人力、财力基础的三大国内巨头互联网公司最具商业场景落地优势。**具体来看：1) 百度，百度将语音技术、图片识别技术、O2O 服务进行场景落地，用户通过百度输入一段语音，百度通过语音技术将其准确的翻译为文字，再通过自然语言理解技术对该需求进行理解，最后给出用户想要的电影票预订、酒店预订、景点门票预订等服务；2) 阿里巴巴，城里 DST 部门专门进行大数据挖掘，通过用户产生的大数据进而为其推荐更多其有潜在购买欲望的产品；3) 腾讯，旗下的 QQ、微信有着巨大的用户流量，向客户精准投放广告并开放“人脸识别”API。

图 37：海外商业化以技术为核心：互联网巨头和创业公司脱颖而出



资料来源：中信证券研究部策略组绘制

图 38：国内商业化注重场景设计：国内三大互联网巨头优势明显



资料来源：艾瑞咨询，中信证券研究部

投资策略：聚焦高前景细分领域技术突破者和商业化应用先行者

技术腾飞与应用拓展带来人工智能第三波浪潮。目前人工智能的技术领域的发展还在起飞期，企业通过选择重点领域进行突破，机器学习、图像识别和智能机器人三大领域将有望带来技术腾飞；而近几年来国际互联网巨头争相收购初创技术企业，加速人工智能布局，逐渐形成技术优势；技术层的进步人工智能进入发展的上升通道，应用层投资机会和投入回报率也随之高企。

扬帆人工智能未知蓝海，掘金细分领域投资机会。我们基于发展潜力、市场空间、应用范围三个方面的考虑，重点推荐两条投资主线：

主线一，聚焦发展技术优势，通过并购重组在短时间内形成技术壁垒优势，或者集中投入于具备前景的细分技术领域的企业。一方面我们看好通过投资或收购人工智能领域开发公司，快速地获得技术优势、进而领先布局人工智能领域的龙头企业；另一方面，针对发展前景广阔的机器学习、图像识别和智能机器人三个最具发展领域，投入大量研发资金推动技术创新、抢先形成技术壁垒的公司具备投资价值。

主线二，优先布局商业化应用，利用技术拓展和场景优化进行人工智能商业化落地的公司能快速享受成长。“人工智能+”将引领产业变革，不断引入新的业态和商业模式。目前主要落地场景包括金融、教育、家居、安保、娱乐等传统行业，同时人工智能在无人驾驶汽车、VR、无人机等新兴产业的发展也同样值得期待。

我们梳理了如下表的相关概念标的，结合中信证券研究部行业分析师的建议，重点关注**并购人工智能初创企业动作频频的公司：康力电梯**（参股国内领先家用智能机器人研发公司紫光优蓝）；**深耕技术创新：积极布局机器学习的科大讯飞**（基于深度学习提出“讯飞大脑计划”）、**东方网力**（进军视频深度学习），图像识别的**汉王科技**（利用图像识别技术打造一体化人工智能平台）、**川大智胜**（人脸识别领域龙头），智能机器人的**科远股份**（工业机器人智能化）、**巨星科技**（机器人智慧云服务平台项目）。**领先布局人工智能商业应用领域**，以技术为核心推广到商业应用的**亚太股份**（无人驾驶）；在传统领域优化场景设计，进行商业化落地的**慈星股份**（推出阿 U 兔智儿童机器人）；**佳都科技**（智能安防和智能化轨道交通）；**思创医惠**（利用 IBM 沃森人工智能技术开展中国医疗专科智能化辅助诊疗研究）。

表 21：“人工智能”投资主线与细分领域公司

主线	投资逻辑	代码	公司名称	推荐逻辑
聚焦发展技术优势	并购初创企业	002367.SZ	康力电梯	参股紫光优蓝，是国内领先的家用智能机器人研发销售公司
		002226.SZ	江南化工	参股图灵机器人，以云服务模式向下游行业推广图灵机器人平台
	机器学习	002230.SZ	科大讯飞	重点发展机器学习，提出“讯飞大脑计划”，推出 AIUI、智学网等新产品
		300367.SZ	东方网力	主攻视频深度学习，在人工智能和机器视觉领域具有独特技术
	图像识别	002362.SZ	汉王科技	进军图像识别领域，做“硬件+服务”一体化的人工智能平台
		002253.SZ	川大智胜	国内人脸识别领域龙头
	智能机器人	002380.SZ	科远股份	进军智能机器人领域，服务于中国制造业的智能化和信息化升级。
		300024.SZ	机器人	国际机器人产品线最全厂商之一，也是国内机器人产业领导企业
		300418.SZ	昆仑万维	投资美国新一代机器人公司 Woobo Inc. 致力于开发人工智能技术驱动的交互式机器人
		002444.SZ	巨星科技	投资于智能机器人智慧云服务平台项目
技术开发拓展	002111.SZ	威海广泰	打造专业级无人机“大疆”	
	002488.SZ	金固股份	布局无人驾驶汽车，搭建互联网汽车生态圈	
	002284.SZ	亚太股份	A 股自动驾驶行业龙头，ADAS 产品发布，无人驾驶加速落地	
	002517.SZ	恺英网络	VR 产业链布局逐步完善，“平台+内容+VR/AR”战略带动业务全方位升级	
	300081.SZ	恒信移动	VR 影视内容、VR 主题乐园	
	000829.SZ	天音控股	“人工智能+金融”，推出商业化新产品“股神+”项目	
优先布局商业化应用	优化场景设计	601688.SH	华泰证券	“人工智能+金融”，参股 AssetMark 是一家全方位服务统包资产管理项目平台
		002292.SZ	奥飞动漫	“人工智能+玩具”，推出社交、陪伴机器人和全球首台智能管家
	002348.SZ	高乐股份	“人工智能+玩具+教育”，重点发展“玩具智能化”与“教育智能化”	
	300307.SZ	慈星股份	“人工智能+教育+玩具”，推出阿 U 兔智儿童机器人	
	002452.SZ	长高集团	“人工智能+教育”，产品包含信息安全软硬件解决方案和网络直播互动教室	
	600728.SH	佳都科技	“人工智能+互联网+泛安全”，基于人脸识别以智能安防和智能化轨道交通为核心	
	300155.SZ	安居宝	“人工智能+安防/家居”，专注于楼宇智能对讲和智能家居产品	
	300078.SZ	思创医惠	“人工智能+医疗”，成立沃森研究院，利用 IBM 沃森人工智能技术开展中国医疗专科智能化辅助诊疗研究	

资料来源：中信证券研究部

风险因素：宏观经济指标显著低于预期，信用风险情况快速恶化，人民币突然快速贬值。

分析师声明

主要负责撰写本研究报告全部或部分内容的分析师在此声明：(i) 本研究报告所表述的任何观点均精准地反映了上述每位分析师个人对标的证券和发行人的看法；(ii) 该分析师所得报酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来均不会直接或间接地与研究报告所表述的具体建议或观点相联系。

评级说明

投资建议的评级标准	评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的 6 到 12 个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅 20%以上；
	增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于 5%~20%之间
	持有	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~5%之间
	卖出	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅 10%以上；
行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅 10%以上；
	中性	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~10%之间；
	弱于大市	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅 10%以上

其他声明

本研究报告由中信证券股份有限公司或其附属机构制作。中信证券股份有限公司及其全球的附属机构、分支机构及联营机构（仅就本研究报告免责条款而言，不含 CLSA group of companies），统称为“中信证券”。

法律主体声明

中国：本研究报告在中华人民共和国（香港、澳门、台湾除外）由中信证券股份有限公司（受中国证券监督管理委员会监管，经营证券业务许可证编号：Z20374000）分发。

新加坡：本研究报告在新加坡由 CLSA Singapore Pte Limited（下称“CLSA Singapore”）分发，并仅向新加坡《证券及期货法》s.4A（1）定义下的“机构投资者、认可投资者及专业投资者”提供。上述任何投资者如希望交流本报告或就本报告所评论的任何证券进行交易应与 CLSA Singapore 的新加坡金融管理局持牌代表进行交流或通过后者进行交易。如您属于“认可投资者或专业投资者”，请注意，CLSA Singapore 与您的交易将豁免于新加坡《财务顾问法》的某些特定要求：（1）适用《财务顾问规例》第 33 条中的豁免，即豁免遵守《财务顾问法》第 25 条关于向客户披露产品信息的规定；（2）适用《财务顾问规例》第 34 条中的豁免，即豁免遵守《财务顾问法》第 27 条关于推荐建议的规定；以及（3）适用《财务顾问规例》第 35 条中的豁免，即豁免遵守《财务顾问法》第 36 条关于披露特定证券利益的规定。

针对不同司法管辖区的声明

中国：根据中国证券监督管理委员会核发的经营证券业务许可，中信证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。

新加坡：监管法规或交易规则要求对研究报告涉及的实际、潜在或预期的利益冲突进行必要的披露。须予披露的利益冲突可依照相关法律法规要求在特定报告中获得，详细内容请查看 <https://www.clsa.com/disclosures/>。该等披露内容仅涵盖 CLSA group, CLSA Americas 及 CA Taiwan 的情况，不反映中信证券、Credit Agricole Corporate & Investment Bank 及/或其各自附属机构的情况。如投资者浏览上述网址时遇到任何困难或需要过往日期的披露信息，请联系 compliance_hk@clsa.com。

美国：本研究报告由中信证券编制。本研究报告在美国由中信证券（CITIC Securities International USA, LLC（下称“CSI-USA”）除外）和 CLSA group of companies（CLSA Americas, LLC（下称“CLSA Americas”）除外）仅向符合美国《1934 年证券交易法》下 15a-6 规则定义且分别与 CSI-USA 和 CLSA Americas 进行交易的主要美国机构投资者”分发。对身在美国的任何人士发送本研究报告将不被视为对本报告中所评论的证券进行交易的建议或对本报告中所载任何观点的背书。任何从中信证券与 CLSA group of companies 获得本研究报告的接收者如果希望在美国交易本报告中提及的任何证券应当分别联系 CSI-USA 和 CLSA Americas。

英国：本段“英国”声明受英国法律监管并依据英国法律解释。本研究报告在英国须被归为营销文件，它不按《英国金融行为管理手册》所界定、旨在提升投资研究报告独立性的法律要件而撰写，亦不受任何禁止在投资研究报告发布前进行交易的限制。本研究报告在欧盟由 CLSA（UK）发布，该公司由金融行为管理局授权并接受其管理。本研究报告针对《2000 年金融服务和市场法 2005 年（金融推介）令》第 19 条所界定的在投资方面具有专业经验的人士，且涉及到的任何投资活动仅针对此类人士。若您不具备投资的专业经验，请勿依赖本研究报告的内容。

一般性声明

本研究报告对于收件人而言属高度机密，只有收件人才能使用。本研究报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许该研究报告发送、发布的人员。本研究报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为出售任何证券或金融工具的要约，或者证券或金融工具交易的要约邀请。中信证券并不因收件人收到本报告而视其为中信证券的客户。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具的分析，本报告的收件人须保持自身的独立判断。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的，但中信证券不保证其准确性或完整性。中信证券并不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他损失承担任何责任。本报告提及的任何证券均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适用所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

本报告所载的资料、观点及预测均反映了中信证券在最初发布该报告日期当日分析师的判断，可以在不发出通知的情况下做出更改，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与中信证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。中信证券并不承担提示本报告的收件人注意该等材料的责任。中信证券通过信息隔离墙控制中信证券内部一个或多个领域的信息向中信证券其他领域、单位、集团及其他附属机构的流动。负责撰写本报告的分析师的薪酬由研究部门管理层和中信证券高级管理层全权决定。分析师的薪酬不是基于中信证券投资银行收入而定，但是，分析师的薪酬可能与投行整体收入有关，其中包括投资银行、销售与交易业务。

若中信证券以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构为此发送行为承担全部责任。该机构的客户应联系该机构以交易本报告中提及的证券或要求获悉更详细信息。本报告不构成中信证券向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议，中信证券以及中信证券的各个高级职员、董事和员工亦不为（前述金融机构之客户）因使用本报告或报告载明的内容产生的直接或间接损失承担任何责任。

未经中信证券事先书面授权，任何人不得以任何目的复制、发送或销售本报告。

中信证券 2016 版权所有。保留一切权利。