

人工智能企业技术岗位设置 研究报告

中国软件行业协会教育与培训委员会

2020年12月



前言

人工智能的不断演进对经济和社会发展有着重要意义。人工智能依托云计算与大数据技术，对海量数据进行分析处理，赋能传统产业，减少资源浪费和提升生产力水平，促进传统产业与新一代信息技术更加紧密结合。

当代人工智能的繁荣发展得益于数据量的爆发性增长、运算力的不断提升和深度学习算法的持续优化。深度学习是机器学习的重要算法，本报告中人工智能技术指使用机器学习来解决各种应用领域中的问题，从而产生的智能化能力。本报告中所研究的人工智能企业指依托以机器学习为核心的人工智能技术，为用户提供智能化服务的企业。

为了了解人工智能企业的技术岗位设置现状和技术人才供需，中国软件行业协会教育与培训委员会（简称“教培委”）研究团队在2020年下半年，对数十家不同类型的人工智能企业和开设了人工智能专业的高校进行了走访调研。本报告将从人工智能行业应用发展现状、人工智能企业运营模式和人才培养方式、技术岗位设置和技术人才供需等方面展示研究成果。

本报告得到了来自软件与信息技术服务企业、高校和教育机构的专家们鼎力支持，在此特别感谢袁薇、曾文权、杨忠明、贺平、张维、许焕新、王仲民、杨文飞等对本报告提出的意见和建议。

中国软件行业协会教育与培训委员会

2020年12月

课题组组长：初晓光 中国软件行业协会教育与培训委员会秘书长

课题组成员：曹 瑀 中国软件行业协会教育与培训委员会研究员

高 霞 中国软件行业协会教育与培训委员会副秘书长

专家鸣谢

袁 薇 国家开放大学
曾文权 广东科学技术职业学院
杨忠明 广东科学技术职业学院
贺 平 广州番禺职业技术学院
张 维 智城在线科技（北京）有限公司
许焕新 河北软件职业技术学院
王仲民 天津职业技术师范大学
杨文飞 北京无忧创想信息技术有限公司



目录

一、人工智能行业应用发展现状.....	1
1. 人工智能企业行业应用方向.....	1
2. 人工智能技术概况.....	10
3. 人工智能芯片发展情况.....	13
二、人工智能企业运营模式和人才培养方式.....	15
1. 构建人工智能应用生态.....	15
2. 自上而下寻找应用场景.....	17
3. 自下而上提升技术能力.....	17
三、人工智能企业技术岗位设置.....	18
1. 研究型技术岗位体系.....	18
2. 新型技术岗位体系.....	22
3. 传统应用开发技术岗位体系.....	25
四、人工智能企业技术人才供需.....	28
1. 技术人才供需数量.....	28
2. 技术岗位需求分析.....	30
3. 数据标注向知识工程转变.....	31
参考资料.....	33
图表目录.....	34
特别鸣谢.....	35



一、人工智能行业应用发展现状

教培委研究团队在调研中发现，近年来，人工智能企业积极发掘各个行业的应用场景，取得了瞩目的成果，但在构建商业模式过程中碰到了障碍。一方面很多人工智能应用场景相比传统解决方案，并不能显著降低成本、提升效率、提高质量；另一方面受限于现有计算能力，人工智能技术赋能的应用场景，难以满足大规模和复杂业务需求。自 2019 年起，人工智能的应用探索逐渐趋于平静，商业化进程放缓。但是，智慧医疗、自动驾驶、智慧金融、智慧娱乐、智慧零售、智慧安防、智慧企业服务等行业应用方向持续保持热度，值得关注。

1. 人工智能企业行业应用方向

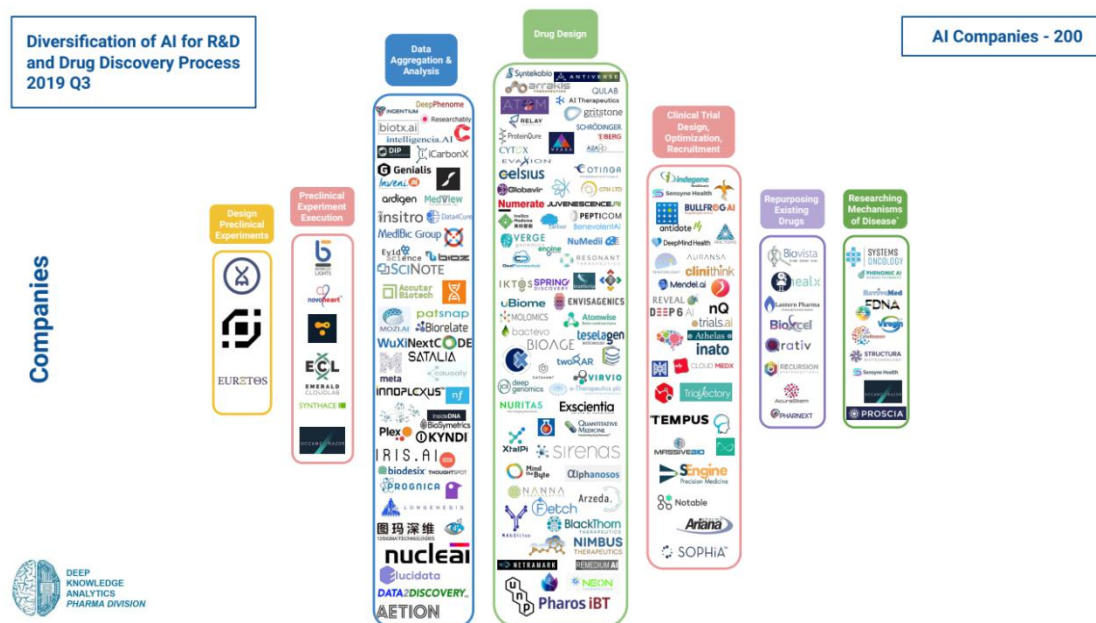
(1) 智慧医疗：药物研发

Deep Knowledge Analytics 在 2019 年发布的调研报告《AI for Drug Discovery Q3 2019》指出，一款新药成功上市平均需要 14 年时间，花费约 26 亿美元，比 2003 年增长了 145%。巨大的研发投入使制药企业有强烈的意愿将人工智能技术应用到新药研发过程，以降低投资、缩短周期、提升研发效率。

新药研发是一项环节多、时间长、风险高的工程，主要包括药物发现、临床前研究、临床研究以及审批上市四个阶段。药物发现阶段主要涉及疾病选择、靶点发现和化合物合成等方面。临床前研究阶段则以化合物筛选、晶型预测、化合物验证为主，使用药物的构效关系分析、稳定性分析、安全性评价和 ADMET 分析等方法。临床研究阶段主要包括患者招募、临床试验和药物重定向等环节，涉及用药方案、药效试验、患者观察记录、优化改进等方面。审批上市阶段主要是政府药品主管机构对药企研发的新药进行审批，是新药进入市场的最后关口。

通过应用自然语言处理、图像识别、深度学习和认知计算等方面的人工智能技术，可以提高新药研发的效率。Deep Knowledge Analytics 对全球 200 余家应用了人工智能技术的制药公司进行了分析，发现人工智能技术主要用于辅助靶点分析、药物设计、数据收集与分析等方面。例如，药物发现阶段的工作主要基

于靶点的预测和确定,可以通过应用了人工智能深度学习和认知计算技术的高通量数据分析和生物学建模实现。此外,人工智能自然语言处理技术也广泛用于挖掘海量文献发现新靶点。



图表 1 人工智能赋能药物研发公司总览 来源: Deep Knowledge Analytics

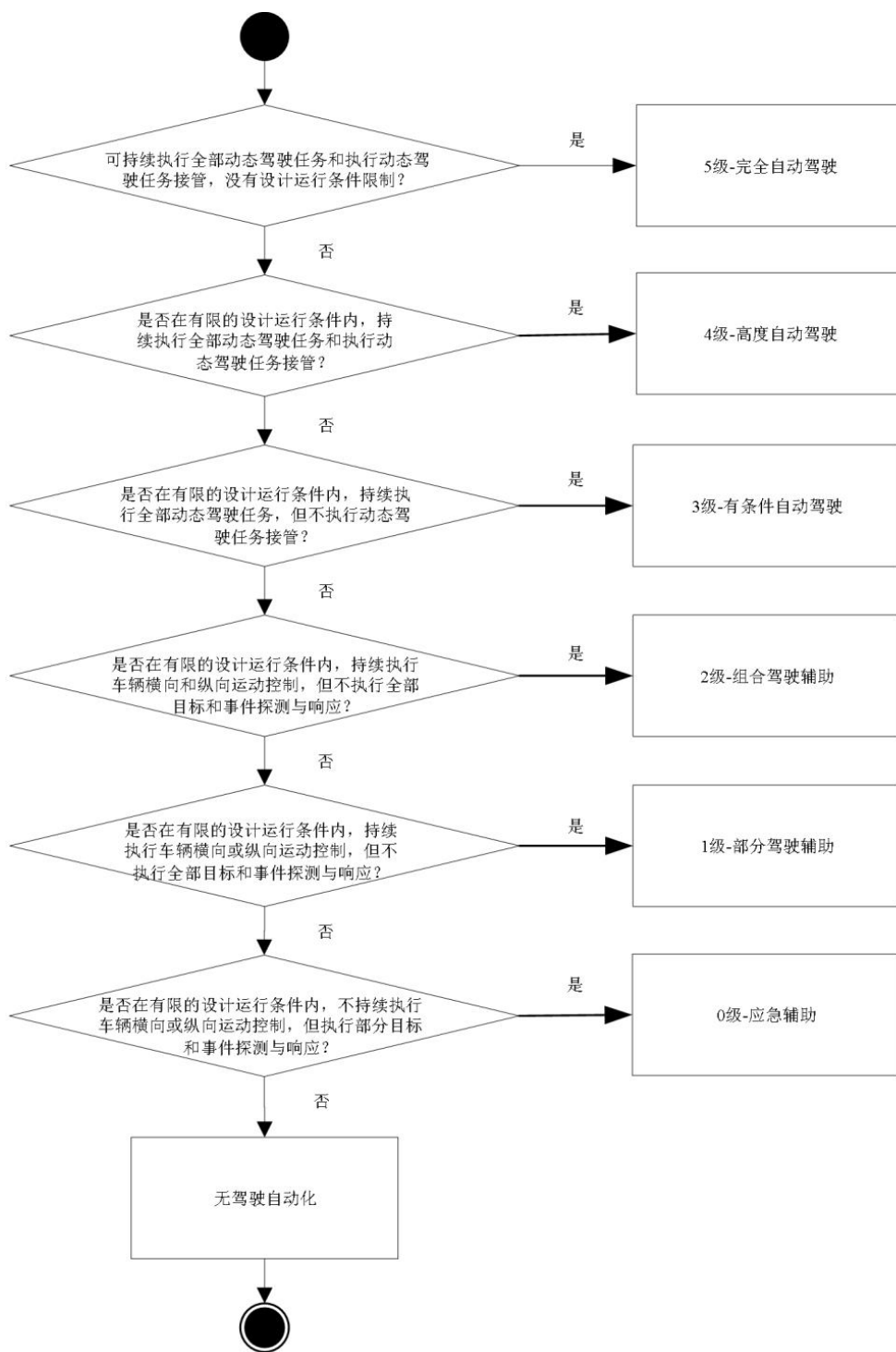
人工智能技术赋能新药研发在我国处于起步阶段,由于能够有效降低新药研发成本,可以预见,未来我国制药企业将对拥有专业知识的人工智能技术人员的需求持续增长。

(2) 自动驾驶: 限定场景

2020年3月,工业和信息化部发布了《〈汽车驾驶自动化分级〉推荐性国家标准报批公示》,规定了自动驾驶0级至5级的判定方式。汽车的自动驾驶等级将主要基于以下5个要素进行划分:

- 驾驶自动化系统是否持续执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制,即自动驾驶系统能否控制汽车转向或加减速。
- 驾驶自动化系统是否同时持续执行动态驾驶任务中的车辆横向和纵向运动控制,即自动驾驶系统能否同时对汽车的方向和加减速进行控制。

- 驾驶自动化系统是否持续执行动态驾驶任务中的目标和事件探测与响应，这一点可理解为自动驾驶系统是不是能够观测路况，并根据路况做出相应的反应。
- 驾驶自动化系统是否执行动态驾驶接管任务，即当汽车出现故障或问题的时候，是否由自动驾驶系统接管并负责驾驶汽车。
- 驾驶自动化系统是否存在设计运行条件限制，即自动驾驶系统的工作条件是否有限制。



图表 2 自动驾驶等级划分与判定流程 来源：工业和信息化部

教培委研究团队通过调研发现，目前人工智能企业的自动驾驶技术不超过 4 级，在园区、机场、矿区、港口等限定场景下商业化进展较快。限定场景环境较

为简单，车辆、行人数量少，车辆行驶速度低，对计算能力要求较低。限定场景自动驾驶主要应用包含无人行李车、无人配送车、无人清扫车等。

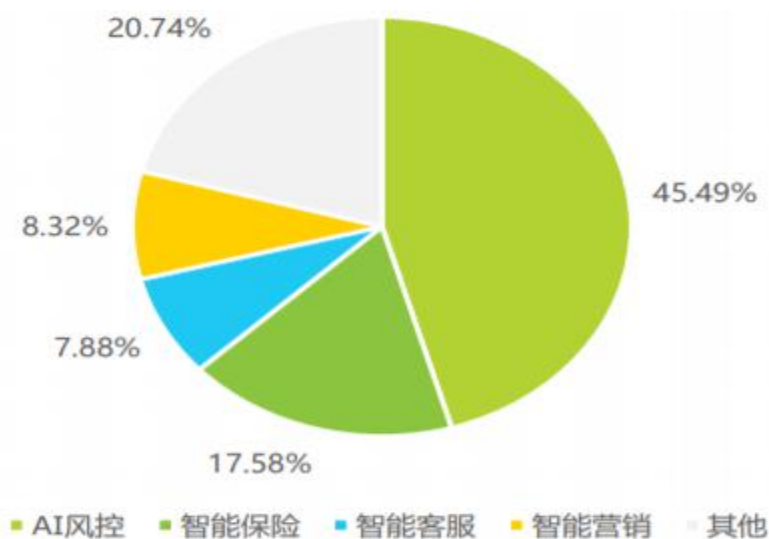
未来限定场景下自动驾驶应用将提供更加稳定的性能、不断降低的成本和强大的场景复制能力。与此同时，自动驾驶的功能细节和用户使用的便利性也将提升，自动驾驶远程接管员、运维员、平台管理员等新岗位将出现。

在开放道路场景下，自动驾驶商业化还需要较长的发展时间。同限定场景相比，开放道路上的行人和车辆数量多，行为类型复杂，对自动驾驶技术计算能力要求高。当前阶段，开放道路场景下自动驾驶车辆多为乘用车和商用车，配有驾驶位，无法去掉安全员。开放道路场景下自动驾驶技术依靠云计算与边缘计算，将道路和车辆信息进行收集整理和分析规划，车辆需加装多种高性能传感器，制造成本因此上升，市场化难度较大。

（3）智慧金融：智能风控、智能保险和智能营销

根据艾瑞咨询的预测，2022年我国金融机构在人工智能技术上的投入将超过220亿元，商业银行和保险公司是人工智能企业的主要客户。数字化程度高的金融机构普遍设置人工智能部门提升技术能力，服务金融行业的人工智能企业集中度会不断提升，缺乏技术实力的中小型企业将逐步退出。

目前，金融行业人工智能应用集中在智能风控、智能客服、智能保险和智能营销等方面。智能风控主要目的是反欺诈，采用人工智能多种算法，如浅层模型逻辑回归、随机森林、XGBoost、混合模型和深度学习模型等，应用较为成熟，市场规模最大。智能保险能够改善保险条款的复杂度给消费者带来的购买障碍，还可以提升保险精算水平和保险定价能力。智能客服依托人工智能自然语言处理技术，为用户提供24小时的问答服务，显著降低人工成本，被各类金融机构广泛采用。

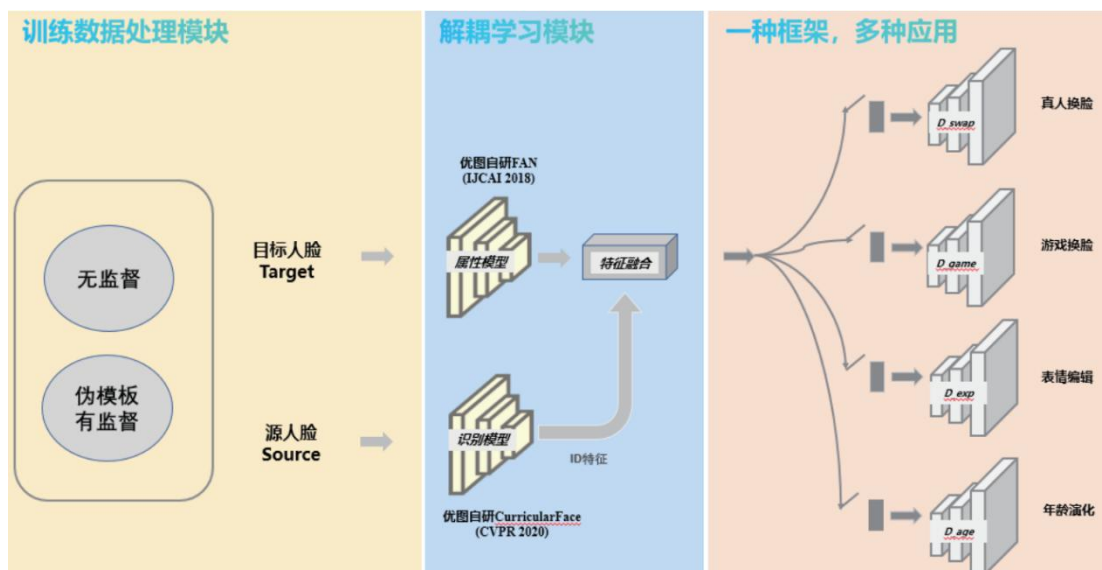


图表 3 2019 年人工智能金融落地场景市场规模占比 来源：艾瑞咨询

目前，智能营销处于起步阶段，随着市场竞争加剧，消费金融市场迅速崛起，传统金融机构已经不能只服务于大型企业和高净值人群，而是要将目标客户群体下沉，覆盖更多的中小微企业和个人用户。靠开设实地网点坐等客户上门变得越来越低效，如何借助多种营销手段获得新客户和稳定老客户，成为金融业发展的重点。融合大数据、人工智能等新技术的智能营销，可以通过收集交易、消费、社交、信用等数据，深度分析客户需求和偏好，从而建立精准营销方案，优化金融机构的服务。

(4) 智慧娱乐

2017 年以来，在社交、娱乐等领域诞生了大量新应用，可以实现换脸、人脸合成、语音合成，甚至数字虚拟人等诸多功能。其背后的基于生成对抗网络(GAN)的人工智能深度合成技术 (Deep Synthesis) 开始进入大众视野。



图表 4 腾讯优图人脸深度合成模型训练框架 来源：腾讯研究院

深度合成技术在影视制作与社交软件中应用比较广泛。在影视行业，深度合成技术一方面升级了传统的音频视频剪辑技术，减轻后期工作人员压力；另一方面打破了演员、场景的局限，拓展创作空间。在社交软件领域，深度合成技术带来全新的娱乐体验，Face APP、Snapchat、Face2face、ZAO 等图像、视频合成应用在国外受到广泛欢迎，这些应用提供的婴儿滤镜、老年滤镜可以模拟用户幼年与老年的相貌，具有相当的真实感。腾讯旗下手机游戏《和平精英》也实现了让玩家化身游戏中与人气角色同框合影的功能。

深度合成技术在娱乐和社交领域的价值已被证实，但是技术实现的场景较为单一，难以长期保持热度，其强大的仿真能力可能导致的身份欺诈等犯罪问题也日益引起公众关注。

(5) 智慧安防

安防行业的发展一直伴随着视频监控技术的不断改进升级，是人工智能技术应用最成熟的领域，应用场景包括公务站点、社区、园区、公安监控点、银行网点、交通站点等。随着人工智能视觉技术的不断突破，安防行业迅速应用相关技术，已发展形成集数据传输和控制一体化的监控平台。

头豹研究院的报告指出，在政策与技术双重因素驱动下，我国人工智能安防应用市场规模由 2015 年的 0.8 亿元上升至 2019 年的 202.3 亿元，呈现爆发式增长。教培委研究团队调研发现，新的需求集中于安防产品的智能化、数字化，对老旧设备的不断替换带来新的增量，预计到 2024 年，我国人工智能安防应用市场规模将达到 600 亿元。

安防行业广泛采用基于人工智能深度学习的计算机视觉技术。监控系统采集的影像数据本身并不具备价值，需要经过挖掘、分析，并通过算法提炼出模式，才会满足用户需求。深度学习技术通过大量的影像数据训练，在行人、移动车辆、非移动车辆等监测项目上准确率已超过人眼判断。

同金融行业类似，人工智能安防行业集中度会持续上升，新入场者将减少，中小型人工智能安防企业将转向特定需求的细分领域。

（6）智慧零售：精准营销

我国电子商务行业发达，传统零售业生存空间被不断挤压。根据艾瑞咨询提供的数据，2014 至 2019 年我国线下零售额逐年下滑，网络零售额逐年增长，传统零售企业积极引入电子商务系统，打造线上销售模式。人工智能技术可以帮助零售企业有效降低成本，提升顾客消费体验。随着大型零售企业线上、线下业务不断融合，人工智能服务在零售领域的应用规模有望得到数倍的增长，也将产生大量的技术人才需求。2019 年人工智能零售应用的市场规模为 6.5 亿元，2022 年预计达到 26.7 亿元。

以人工智能技术为核心的智慧零售服务商，通过自主开发或集成人工智能技术企业的产品，向零售企业提供定制化解决方案。大型零售企业也可通过组建科技子公司或与人工智能技术企业合作等方式，将自身成熟的零售业务运营经验和人工智能技术结合，向同行企业提供服务，成为具有平台化属性的智慧零售服务商。



图表 5 AI+零售解决方案服务商的能力输出路径 来源：艾瑞咨询

人工智能技术在零售业的应用场景主要包括精准营销、智能导购、智能运营、智能客服、无人零售等。精准营销是利用人工智能技术优化广告投放、提供场景化营销引擎,促进客户转化,是目前人工智能技术在零售业中应用最广泛的场景。智能导购的应用场景主要有两个方面,一方面通过消费者识别分析,如人脸识别、人体特征识别等技术获得消费者购买行为数据,建立消费者画像,实现对消费者的行为洞察,提供消费者需求预测,进行个性化推荐;另一方面,利用人体关键点监测、深度学习等增强现实技术和人工智能技术,帮助消费者在线上或实体店完成虚拟试装等过程。智能运营通过深度学习、大数据等技术帮助零售企业实现“人一货一场”数据的动态流转,涵盖店铺选址、供应商优化等环节。智能客服是通过应用自然语义技术的客服机器人,建立同消费者的服务沟通。无人零售主要包括开放货架、无人货柜和无人便利店等,以人工智能技术实现零售场景拓展及无人化运营,减少人工成本、提高运营效率、优化消费者体验。目前精准营销与智能客服的发展比较成熟,智能化运营发展速度正在加快。

(7) 智慧企业服务：RPA (Robotic Process Automation)

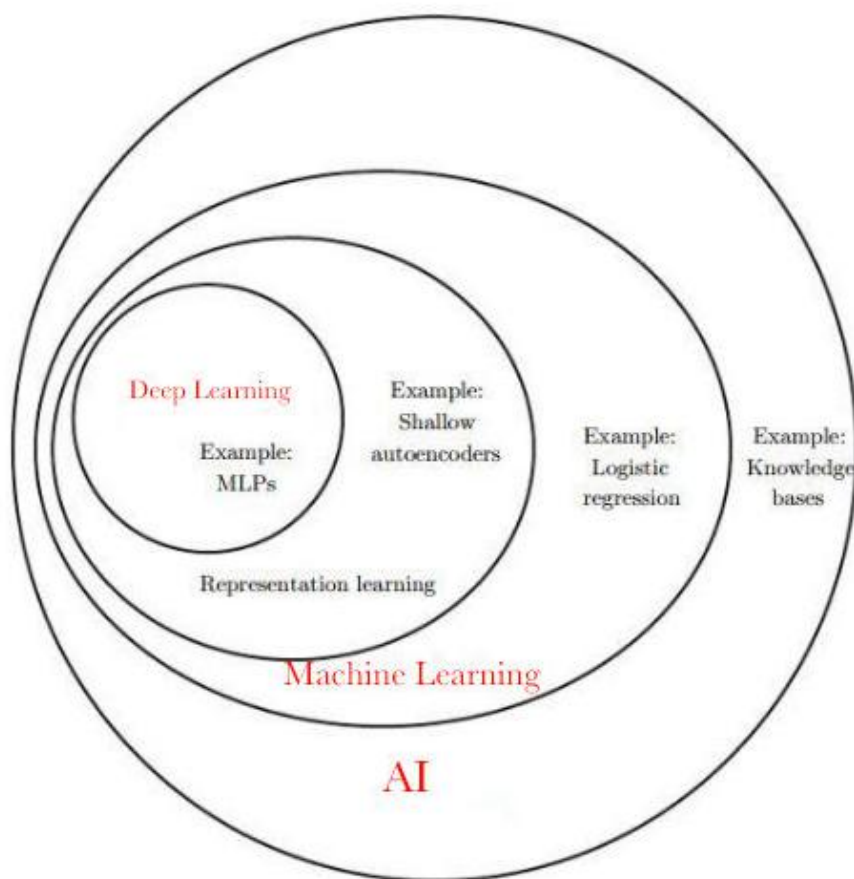
RPA 是相对简单但功能强大的自动化人工智能应用,可以让企业将简单的业务流程自动化,在节省人力成本的同时减少失误,提高合规性与工作效率。目前,RPA 已在金融、会计、法律、医药、制造、物流等行业广泛应用,可以取代大部分需要重复操作的人工工作岗位。

Forrester 于 2020 年预测，全球 RPA 软件市场将于 2023 年增长到 42 亿美元，RPA 服务市场将达到 120 亿美元，北美和欧洲仍然占据了这个市场的大部分份额。亚太地区 RPA 软件市场规模预计于 2021 年达到 8 亿美元，中国 RPA 市场正在迎来爆发点。

RPA 在取代高重复性人工工作的同时，也创造了新的只是工程类岗位。这些岗位需要来自金融、法律、医学等领域的专业人才，以行业知识为基础，进行数据规范、清洗等工作，为算法开发工程师提供训练资源。

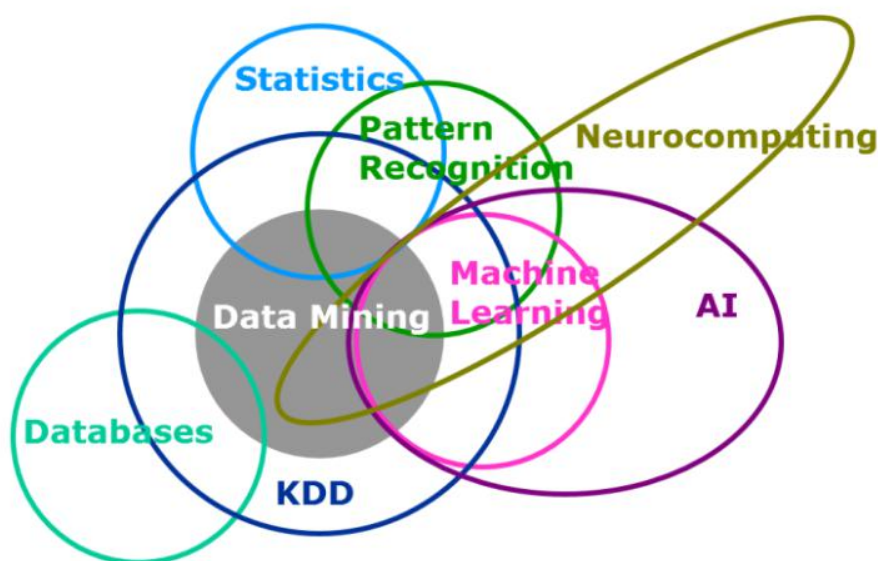
2. 人工智能技术概况

当代人工智能的核心方法是机器学习，通过算法找出数据里隐藏的模式，进而做出识别和预测，深度学习是其中最重要的技术。



图表 6 深度学习、机器学习与人工智能的关系

人工智能同数据挖掘和知识发现（Knowledge Discovery in Database，简称 KDD）领域相交叉。人工智能（AI）、机器学习（Machine Learning）、数据挖掘（Data Mining）、模式识别（Pattern Recognition）、统计（Statistics）、神经计算（Neurocomputing）、数据库（Databases）、知识发现（KDD）等概念的关系如下：



图表 7 人工智能相关概念辨识 来源：清华大学-中国工程知识智能联合研究中心

自 2012 年开始，随着互联网的普及、数据量的大规模增长、云计算提供的廉价计算能力以及深度学习算法的不断演进，人工智能的商业化应用持续涌现。

根据清华大学发布的《2019 中国人工智能发展报告》，机器学习的主流算法可以分为监督学习（Supervised Learning）、无监督学习（Unsupervised Learning）、半监督学习（Semi-Supervised Learning）。

监督学习使用人工为数据制定标签，学习过程中需要监督者干预。经典算法包括：k-近邻算法（k-Nearest Neighbors, kNN）、决策树（Decision Trees）、朴素贝叶斯（Naive Bayesian）等。

无监督学习的数据没有标签，不需要监督者干预，用于解决关联分析、维度约减与聚类问题。经典算法包括：稀疏自编码（Sparse Auto-Encoder）、主成

分分析（Principal Component Analysis, PCA）、K 均值算法（K-Means 算法）、DBSCAN 算法（Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise）、最大期望算法（Expectation-Maximization algorithm, EM）等。

半监督学习是监督学习与无监督学习相结合的一种学习方法。半监督学习一般针对的场景是数据量大，但是标签数据少或者标签数据获取很难的情况，训练的时候将有标签的数据和没有标签的数据合并进行。常见的方式包括：直推学习（Transductive Learning）和归纳学习（Inductive Learning）。

近几年备受关注的联邦学习是一种分布式机器学习框架，在保证数据隐私安全的基础上，实现共同建模，提升人工智能模型的效果，既可以用于监督学习，也可以用于非监督学习。联邦学习分为横向联邦学习、纵向联邦学习和联邦迁移学习。横向联邦学习的本质是样本的联合，适用于业态相同但触达客户不同的场景，即特征重叠多，用户重叠少，比如不同地区的银行间，业务特征相似，但用户不同。纵向联邦学习的本质是特征的联合，适用于用户重叠多，特征重叠少的场景，例如同一地区的商超和银行，它们的用户都为该地区的居民，但特征不同。当特征和样本重叠都很少时可以考虑使用联邦迁移学习，如不同地区的银行和商超间的联合。

教培委研究团队通过调研发现，人工智能应用成功商业化的关键在于对业务场景的优化程度和所需要的计算能力。技术与资金实力雄厚的大型数字化企业在人工智能基础理论层面进行探索，通过不断迭代算法来减少对计算能力的需求，促进商业化。这些企业往往同时开发人工智能服务平台，提供封装技术，联合众多合作伙伴共同创建应用生态。其他人工智能企业主要将成熟的人工智能技术进行业务场景应用，向行业用户提供定制化的封装技术和解决方案。那些实现业务场景化能力强的人工智能企业往往可以获得更好的经济效益。

随着人工智能技术不断在业务场景中进行应用，越来越多的企业意识到对数据的处理能力是核心竞争力，数据结构化工作日益受到重视。



图表 8 人工智能企业的技术推动模式

互联网和企业内部包含大量非结构化数据，如各类文档和记录、电子邮件、视频、音频、图片等。非结构化数据是杂乱的，需要利用行业专业知识来建立模型。部分管理理念先进的企业开始利用知识工程化团队来处理非结构化数据，辅助算法研发工程师进行训练。知识工程化团队由行业专家构成，基于行业知识对数据进行处理，包括：训练数据集建立、数据清洗、数据专业标签标注、数据模型构建、数据训练、数据集预测等方面。

3. 人工智能芯片发展情况

人工智能芯片主要分为三大类：

通用芯片 GPU (Graphics Processing Unit) 具有数量众多计算单元和超长流水线，具备强大并行计算与浮点计算能力，主要处理图像领域的运算加速，是深度学习模型训练的标配。GPU 是不能单独使用的，必须由 CPU (Central Processing Unit) 进行调用，下达指令才能工作。CPU 可单独处理不同数据类型的复杂的逻辑运算，当需要处理大量数据时，可调用 GPU 进行并行计算。

半定制化芯片 FPGA (Field Programmable Gate Array) 是一种集成大量基本门电路及存储器的芯片，可通过烧入 FPGA 配置文件来定义这些门电路及存储器间的连线，从而实现特定的功能，适用于多指令，单数据流的应用。FPGA 同时拥有硬件流水线和数据并行处理能力，且整数运算性能更高，因此常用于深度学习算法中的推断阶段。将 FPGA 和 GPU 对比可以发现两个特点，一是 FPGA 没有

内存和控制，速度更快；二是 FPGA 没有读取指令操作，功耗更低。FPGA 的劣势是价格比较高、编程复杂。

全定制化芯片 ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 是不可配置的专用芯片，需要大量的研发投入进行设计和投片。ASIC 作为专用芯片性能高于 FPGA，如能实现高出货量，其成本可远低于 FPGA。ASIC 除了扩展性较差外，在功耗、可靠性、体积方面都有优势。ASIC 一旦制造完成以后不能修改，且研发周期较长、商业应用风险较大。

从部署层面划分，人工智能芯片可以分为云端芯片与边缘端芯片。云端芯片部署的位置包括公有云、私有云和混合云的基础设施，主要用于处理海量数据和大规模计算。边缘端芯片主要应用于嵌入式、移动终端等领域，如摄像头、智能手机、边缘服务器、工控设备等，此类芯片一般体积小、耗电低，性能要求低，可支持一至两种人工智能功能。

从任务层面划分，人工智能芯片可以划分为训练芯片和推理芯片。训练是指通过大量标记过的数据在平台上进行“学习”，并形成具备特定功能的神经网络模型；推理则是利用已经训练好的模型输入新数据得到结论。训练芯片对计算能力、计算精度要求较高，而且还需要具备一定的通用性，以适应多种算法的训练，推理芯片注重综合能力，包括功耗、时延、成本等方面。

根据艾媒咨询的统计，中国人工智能芯片市场规模 2018 年与 2019 年分别为 63.6 亿元与 115.5 亿元，2020 年预计为 183.8 亿元，未来两年增速加快，2022 年预计超过 800 亿元。

人工智能芯片市场短期内增速将主要归功于 FPGA 的出货量。FPGA 应用场景灵活，适用于市场变化迅速的行业。高端 FPGA 也可以增加 DSP、ARM 核等高级模块，实现较为复杂的功能。

长远来看，人工智能企业可以将特定算法通过 ASIC 实现，应用于爆发增长的人工智能应用场景。ASIC 具备高性能和低功耗的特点，未来在训练和推理市场上都有较大空间。

大部分人工智能企业依赖芯片厂商提供的 GPU，少数形成规模的人工智能企业使用 FPGA，有能力开发 ASIC 的人工智能企业很少。芯片厂商中英伟达优势明

显，其他大型芯片设计厂商正在积极进行人工智能芯片开发，期望打破现在的市场格局，预计人工智能芯片开发领域将出现更多技术人才需求。

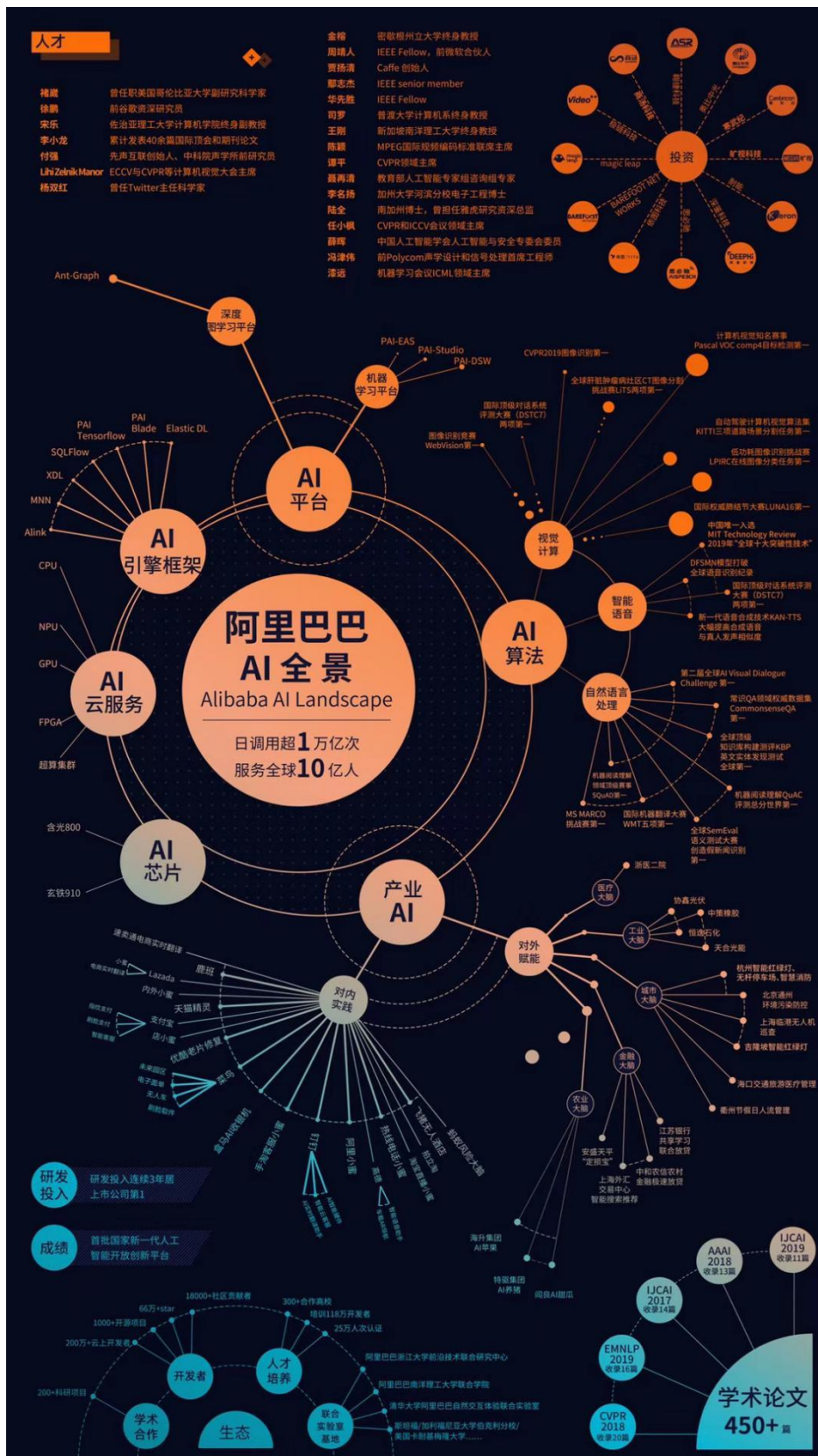
二、人工智能企业运营模式和人才培养方式

教培委研究团队调研发现，人工智能企业运营模式差异较大，不同类型的人工智能企业对人才的培养和校企合作的方式也不相同。从企业掌握的核心技术与提供的产品和服务分析，运营模式可以分为三类：第一类以探索级和前沿级大型数字化企业为主，他们拥有自主研发的人工智能算法，同合作伙伴一起建立以自身为核心的人工智能应用生态；第二类以人工智能头部企业为主，在特定行业应用场景具有技术优势，提供封装技术和解决方案，不断将自身的技术能力转化为商业应用；第三类以应用级软件和信息技术服务企业与数字化转型的传统企业为主，采用成熟的人工智能技术解决方案，根据具体业务场景进行不断优化。

1. 构建人工智能应用生态

探索级和前沿级的大型数字化企业，如阿里巴巴、腾讯和百度，有雄厚的人工智能技术积累和强大的算法、框架研发能力，通过搭建平台为合作伙伴提供人工智能技术，将算法优势应用到具体业务场景，建立应用生态。

以阿里巴巴人工智能战略为例，如其在 2019 年云栖大会发布的“AI 全景图”所示，在“AI 平台”“AI 算法”“AI 引擎框架”“AI 云服务”“AI 芯片”“产业 AI”等多个方面向合作伙伴提供人工智能技术，以“云+AI+IoT”的模式进行应用生态的全面布局。阿里巴巴开展的人工智能芯片研发，主要集中在 GPU 方面。



图表 9 阿里巴巴 AI 全景图 来源：阿里巴巴 2019 年云栖大会

这类企业重视人才培养，通过同高校建立联合实验室、提供大量实习机会等方式，招收表现优异的毕业生。同时，积极同高校开展学科共建，通过 1+X 证书等校企合作方式，将内部培训课程和真实项目融入到教学中。

2. 自上而下寻找应用场景

人工智能头部企业，如商汤科技、云从科技等，在人工智能特定技术领域具有先发优势，能够将人工智能技术应用到多个具体业务场景，积极寻找商业模式并开发商业化应用。

这类企业主要通过应用人工智能计算机视觉等技术，服务安防、金融等行业客户。它们也不断探索和发掘 ToB（面向企业）与 ToC（面向消费者）的应用场景，根据用户需求来改进产品和服务。例如，商汤科技所建立的“1（技术研究）+1（产品及解决方案）+X（行业）”模式，追求从技术、数据到产业的闭环效应，通过不断开创新应用场景来推动产业智能化升级。

这类企业的人工智能技术岗位通常不招收应届毕业生，避免花费过多成本在人才培养上。企业文化偏重技术实践，新入职员工由“导师”带领，通过参与项目来快速学习。部分企业会参与校企合作，期望利用高校的行业和知识优势，通过共建实验室等方式获得专业能力。有些企业还会招收实习生从事数据标注工作。

3. 自下而上提升技术能力

应用级软件和信息技术服务企业大多从正在服务的应用场景入手，研究通过人工智能技术来优化业务能力，从而提升效率、降低成本和改善用户体验。这类企业通常不花费资源研究算法，而是通过对具体业务场景的理解来选择人工智能成熟技术进行应用。数字化转型的传统企业，也往往通过设立内部研发部门，将人工智能技术进行消化应用。

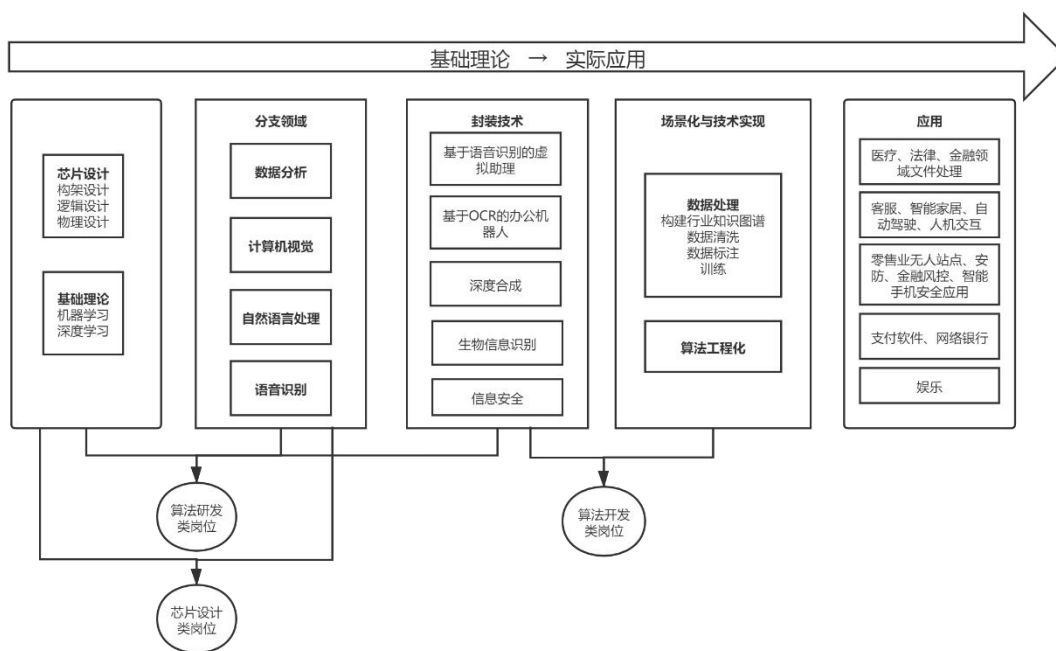
在技术层面，这类企业或寻求同人工智能企业进行合作，或委托科研实力强的高校、科研院所进行针对性研发。

三、人工智能企业技术岗位设置

1. 研究型技术岗位体系

人工智能企业的技术岗位体系差异较大，教培委研究团队的调研显示，不同运营模式的人工智能企业往往采取不同的技术岗位体系，同一运营模式企业的技术岗位体系则有相似之处。

探索级和前沿级的大型数字化企业在人工智能领域的业务范围广泛，涵盖基础理论、封装技术等方面，通过运营封装技术平台，服务多家合作伙伴来建立人工智能应用生态，通常设置算法研发类岗位和算法开发类岗位。算法研发类岗位负责人工智能基础理论的探索与算法研发、优化等工作，算法开发类岗位则针对具体业务场景给出恰当的算法解决方案。基础的数据标注工作通常以项目外包的形式完成。



图表 10 研究型技术岗位体系

阿里巴巴人工智能实验室的岗位分工较为明确，其中 AI 技术研发高级工程师/专家与高级深度学习算法工程师/研究员属于算法研发类岗位，三维视觉算法

工程师 / 专家与三维矢量化技术高级工程师/专家属于算法开发类岗位，传感器标定高级工程师/专家负责数据处理相关工作，三维前端技术专家负责应用开发工作。

阿里巴巴人工智能实验室招聘要求

AI 技术研发高级工程师/专家

职位描述：

1. 负责大规模数据处理算法和 AI 模型的架构和性能评估；
2. 计算机视觉、人工智能算法的工程化落地和测试。

职位要求：

1. 本科或以上学历，计算机、自动化或电信电子相关专业；
2. 有较强的工程能力，精通 C++、Python 等开发语言，熟练掌握 Linux 软件开发技术；
3. 具有计算机视觉、大规模数据处理等专业背景者优先；
4. 具有强烈的工作责任心、良好的沟通能力和团队合作精神、承压能力。

高级深度学习算法工程师/研究员

岗位描述：

负责图像、三维场景相关的深度学习算法设计、开发和调优。

岗位要求：

1. 计算机、电子信息、数学等相关专业，研究生及以上学历；
2. 具有两年以上基于 Linux 环境的 C/C++、Python 等开发经验；
3. 熟练掌握至少一种深度学习框架（Caffe、PyTorch、TensorFlow 等）；
4. 有图片或三维场景的物体检测、跟踪、分割、分类识别、检索等实际项目经验；
5. 有竞赛获奖经历或在高水平期刊上发表论文者优先。

三维视觉算法工程师 / 专家

职位描述：

1. 负责视觉三维重建，SLAM 等算法研发；
2. 独立完成复杂系统模块，并解决开发中遇到的疑难问题。

职位要求：

- 1、硕士及以上学历，熟悉 C / C++，有高精地图、机器人或者无人驾驶相关经验；
2. 在以下算法要求中，候选人背景需要满足其中一种：
 - (1) 精通视觉、激光雷达，或者深度相机等定位和建图算法；
 - (2) 熟悉视觉、激光雷达、GPS 和 IMU 等多传感器融合 / 标定算法，系统集成以及工程实现能力强；
3. 具备较强的学习能力、团队合作精神和探索钻研精神。

三维矢量化技术高级工程师/专家

岗位描述：

基于视觉图像、三维点云等进行物体矢量化建模。

岗位要求：

1. 本科及以上学历，地理系统、计算机、自动化等相关专业；
2. 有较强的工程能力，精通 C++，熟悉 Python 等脚本语言，熟悉 Linux 下开发；
3. 熟悉计算几何、矢量化建模技术；
4. 具备良好沟通以及协作能力，逻辑能力出色，有较好的抗压力。

传感器标定高级工程师/专家

岗位描述：

1. 负责数据采集系统中等相关传感器标定；
2. 负责数据资料质量以及精度优化。

岗位要求：

1. 本科及以上学历，计算机、自动化等相关专业；
2. 有较强的工程能力，精通 C++，熟悉 Python 等脚本语言，熟悉 Linux 下开发；
3. 熟悉视觉、GPS、IMU 等传感器联合标定以及数据融合；
4. 熟悉三维重建、SLAM、VIO 等相关技术；

5. 熟悉相关图像、组合惯导等硬件者优先；
6. 具备良好沟通以及协作能力，逻辑能力出色，有较好的抗压力。

三维前端技术专家

岗位描述：

1. 负责 Web 端三维实时引擎、编辑器的设计和实现，规范工程流程；
2. 开发引擎内 UI 交互；
3. 协助产品的工作需求。

岗位要求：

1. 计算机、数学等相关专业，本科及以上学历；
2. 熟悉计算机图形学、OpenGL 开发；熟悉绘制流水线、PBR 等计算机图形学相关概念；有 Web 渲染开发相关背景者优先；
3. 熟悉 JS, TS 等语言，具备前端基本知识；
4. 深入理解实时图形引擎工作原理，拥有三维渲染引擎开发、三维渲染实际项目经验者优先。

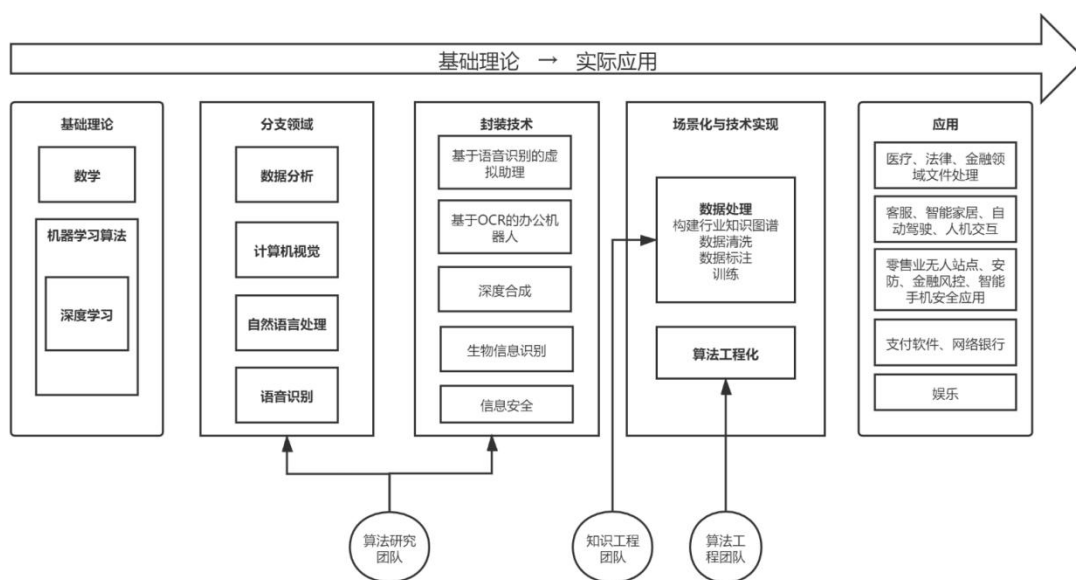
来源：阿里巴巴官网

人工智能芯片岗位体系包含芯片的逻辑设计、架构设计、物理设计与芯片验证等，要求从业人员熟悉人工智能芯片实现原理与技术架构，具备机器学习与深度学习基础知识，掌握 C/C++、Python、Bash、Tcl、Perl 等编程语言，熟悉 Unix、Linux 操作环境与 Vi、Vim 常用操作，熟悉 Caffe、Tensorflow、PyTorch 等主流深度学习框架，熟悉异构 SoC 芯片设计流程等。对于人工智能芯片架构设计师岗位，要求能够理解用户需求，制定相应的人工智能计算解决方案，并负责落实方案评估、实施、演示、部署等流程，并根据市场与用户反馈，对方案进行不断迭代优化。

有的研究型技术岗位体系不设置数据处理岗位，数据处理工作由算法开发类岗位完成。大部分研究型技术岗位体系不设立应用开发岗位，商业化应用由合作伙伴完成。

2. 新型技术岗位体系

人工智能头部企业，如商汤科技、云从科技等，需要将人工智能技术应用到多个业务场景，其技术岗位体系采用人工智能算法研究团队和算法工程团队的结构。新型技术岗位体系的特点是同知识工程团队紧密配合。知识工程团队提供不同行业的业务数据并协助建立训练模型，算法研究团队结合应用场景进行算法适配，算法工程团队结合业务场景进行算法实现。面对用户需求时，算法研究团队、知识工程团队与算法工程团队共同探讨解决方案。这类企业接触的客户需求种类多样，针对不同类型的需求由不同团队技术成员负责对接需求与项目交付。



图表 11 新型技术岗位体系

这类企业通常不会涉及基础理论研究，主要研发方向是深度学习算法在各行业场景的应用。拥有专业的知识工程化团队是这类企业的特色，行业专家设计数据标注的维度和方式，数据标注师进行数据标注具体工作，从而提升非结构化数据处理的质量和效率。数据标注师也可以通过学习某一领域的行业知识成为行业专家，从事更加具有创造性的工作。这类企业的算法研究团队通常需要具备较强的算法适配能力，掌握 C/C++、Python 等编程语言，并有一定的行业业务经验同知识工程化团队协作。

商汤科技深度学习/计算机视觉研究员

职位描述：

1. 负责计算机视觉和深度学习基本算法的开发与性能提升，涉及的问题包括但不限于：检测、跟踪、分类、语义分割、强化学习、3D 视觉和图像处理等；
2. 推动计算机视觉算法和深度学习在众多实际应用领域的性能优化和落地；
3. 提出和实现最前沿的算法，保持算法在工业界和学术界的领先。

职位要求：

1. 熟练掌握机器学习（特别是深度学习）和计算机视觉的基本方法；
2. 具有优秀的分析问题和解决问题的能力，对解决具有挑战性的问题充满激情；
3. 具有较强的算法实现能力，熟练掌握 C/C++ 编程，熟悉 Shell、Python、Matlab 编程；
4. 有较强的研究能力者优先，如研究生发表过第一作者 CCF A 类会议或期刊等论文，或本科发表过第一作者 CCF B 类以上会议或期刊论文；
5. 有较强的代码能力者优先，获得过 ACM 或其他商业代码竞赛的荣誉，如 ACM 区预赛金牌、NOI 银牌以上、百度之星决赛等；或代码开源在 Github 上并有较大影响；
6. 有较强的学术比赛经验或者在重要数据集的 Leaderboard 上排名靠前者优先，比如 ImageNet 等学术数据集或者 Kaggle 等一些国内外商业比赛；
7. 有较丰富的相关经验者优先，如有一年以上在 BAT 或人工智能知名创业公司进行视觉算法或工程相关的工作经验，或来自国内外计算机视觉、计算机图形学、机器学习、数据挖掘等领域内知名实验室。

来源：商汤科技官网

云从科技深度学习算法工程师

职位描述：

1. 负责各领域深度学习算法的研发；
2. 结合业务需求，深入分析算法，优化算法框架和模型；

3. 调研不同算法在行业的应用情况，并跟踪学术界的最新进展。

任职要求：

1. 计算机、数学、物理、通信类等相关专业本科及以上学历；
2. 具备扎实的编码能力、数据结构和算法功底，熟悉 Python 或 C++ 编程语言；
3. 熟悉深度学习、强化学习模型在分类、回归、聚类等问题中的应用，且有相关的实践经验；
4. 熟悉 TensorFlow、PyTorch、Keras、MxNet 等至少一种深度学习建模工具；
5. 具备较强的分析问题及解决问题的能力，具有良好的团队合作意识与强烈的算法工作热情。

来源：云从科技官网

基于深度学习的人工智能技术依赖海量数据进行训练，但各行各业数据维度众多，数据的归纳、整理没有统一标准。越来越多的人工智能企业通过组建知识工程团队，使用具有人工智能技术和行业业务知识背景的人才来完成数据处理工作，为算法工程团队提供行业视角，设置数据采集维度，收集整理数据。

商汤科技知识图谱和神经网络工程师

职位要求：

1. 掌握下列方向之一：
 - A. 图算法：图神经网络（GNN）、知识图谱的深度学习算法（GDL），要求有较强的实战的算法运用能力，例如，能将算法迁移到某应用场景；
 - B. 序列算法：LSTM 家族、BERT 家族，要求有较强的实战的算法运用能力，例如，能将算法迁移到某应用场景；
 - C. 生物信息、医学、药学等相关方向的深入研究；有机器学习的算法能力（RF、GB），深度学习能力较浅可以，但是生物信息、医学、药学等相关方向要有一定深度；
2. 踏实肯干，态度积极，团队意识。

来源：商汤科技官网

上述知识图谱和神经网络工程师岗位属于知识工程化团队，要求能够运用人工智能算法，并能将算法迁移到特定应用场景，要求对特定行业知识有较深入理解，通常不要求精通编程。

某机器人企业知识工程师

岗位职责：

1. 负责机器人知识库的建设，保证机器人的准确率；
2. 与合作方沟通，了解其对知识库的需求；
3. 根据客户提供的业务素材，进行知识编辑工作；
4. 负责知识的数据统计和分析，并为知识优化提出建设性意见；
5. 整理知识库内容，使公司产品更生动实用；
6. 深入理解产品，并参与测试，配合产品升级与完善。

招聘要求：

1. 对互联网行业有基本的认识，懂得软件产品基本逻辑分析常识；
2. 具有一定的文字处理功底；
3. 有敏锐的时事及互联网触觉；
4. 有基本的计算机操作能力，会熟练使用 office 系统；
5. 本科学历。

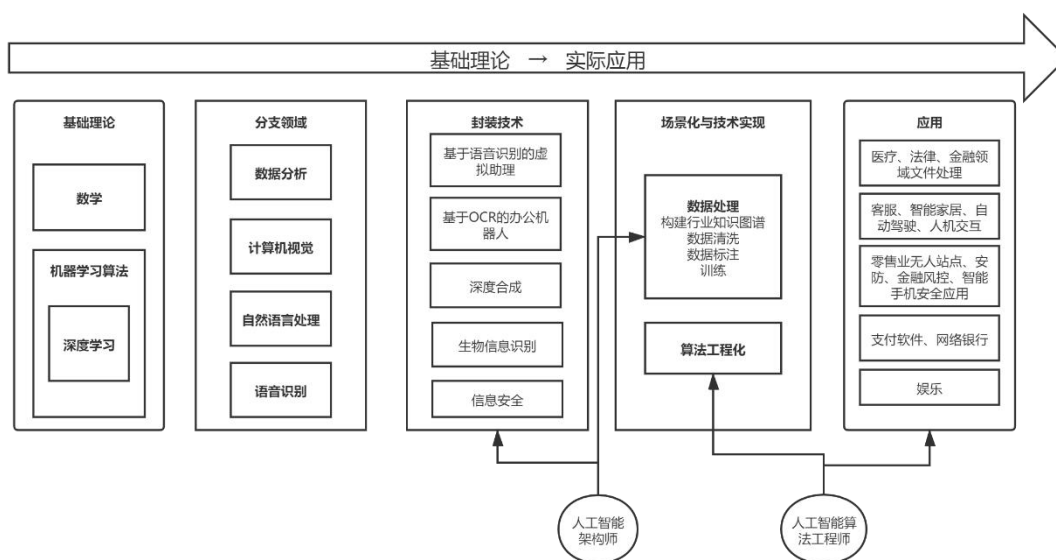
来源：Boss 直聘

该岗位属于知识工程团队，通过拆分行业知识来处理数据，保障了人工智能技术与应用场景的贴合，同时降低了对算法工程团队技术人才的要求。

3. 传统应用开发技术岗位体系

应用级软件和信息技术服务企业采用人工智能技术时，一般不对基础理论与封装技术进行研究，而是通过积累的行业经验为用户提供人工智能解决方案。它们往往采用人工智能架构师、人工智能项目经理、人工智能算法工程师的技术岗

位体系，与传统的CTO、项目经理、开发工程师的组织架构类似。这些企业通常服务特定行业，人工智能架构师需要对所处行业业务有着深入理解，应用算法模型并转化为技术路径，针对具体问题提供技术方案。人工智能项目经理负责与用户对接需求，同时与人工智能算法工程师和应用开发工程师沟通，提供解决方案，最终负责交付。



图表 12 传统应用开发技术岗位体系

某小型人工智能企业 AI 算法工程师

职位信息：

1. 五年以上相关行业工作经历，本科学历，男女不限，条件优秀者可适当放宽年限要求；
2. 负责机器学习、深度学习领域的技术研发工作；
3. 负责深度学习框架的搭建；
4. 针对业务场景，提供人工智能算法分析解决方案，负责相关算法的核心控制策略设计实现与优化维护；
5. 能够理解客户需求，进行对接及沟通工作。

任职资格：

1. 熟悉计算机视觉核心算法，包括目标检测、跟踪、物体识别、实例分割、语音识别等；
2. 熟悉模型训练及模型压缩的方法；
3. 本科及以上学历，计算机和图像相关专业、计算机视觉相关专业者优先；
4. 具有深度学习和计算机视觉算法开发经验，熟悉 Tensorflow、Pytorch、Mxnet 等；
5. 编程和算法基础好，熟悉 Matlab、OpenCV、C++、Python 等。

来源：Boss 直聘

这类企业的人工智能算法工程师职能繁杂，技术上需要了解训练模型、算法实现，同时需要了解业务场景，与用户沟通对接。这类企业不设立专门的算法研发类岗位，不投入资源开发新技术，期待算法工程师在完成项目之余进行算法的优化，数据处理工作通常由外包企业完成，也有部分企业招聘实习生做基础的数据标注工作。

数字化转型的传统企业在寻求通过人工智能技术降低运营成本、提升工作效率、改善产品与服务质量时，通常选择设立研发部门或子公司，但在技术岗位体系的设置上受企业自身组织架构影响，算法研发岗位的职能同样繁杂，可能涉及人工智能封装技术、行业场景适配与应用开发等多个方面。

某国有制造企业算法开发研究员

岗位职责：

负责集团医疗影像类技术与产品，采用深度学习等算法的设计与开发。

1. 负责医疗行业内最新图像处理技术的收集与分析；
2. 采用深度学习等方法，面向医疗图像影像等领域，攻克关键共性技术，研究和验证原型模型和算法；
3. 负责医学图像影像相关算法的研究、实现和改进，包括医学图像分割、医学图像配准、弥散张量影像（DTI）处理与分析等；
4. 负责对临床医学图像问题的反馈进行分析，根据临床需求进行算法调整；

5. 负责算法详细说明文档的编写，算法相关文件的规范化输出；
6. 负责公司产品的图像处理算法的相关发明专利和软件著作权的编写。

任职资格：

1. 硕士及以上学历；
2. 计算机、模式识别、数学、通信工程、信号处理等相关专业；
3. 具有 C/C++、Python 中的一种或多种编程经验，熟悉相应开发工具，能够快速实现和改进相关图像算法；有深度学习相关经验，熟悉 Tensorflow、Pytorch、MXNet 等主流深度学习框架的一种或多种；有分类、检测、分割任务中的一种或多种项目经验，了解 GoogLeNet、ResNet、DenseNet 等主要网络架构。加分项：具有 CT、MRI 图像分割和配准经验，熟悉常用图像分割算法；具有 GPU 图像处理加速算法开发经验；熟悉 VTK、ITK、MITK 等常用一种或多种医学图像开源库；
4. 具有良好的团队合作精神、沟通协调能力和抗压能力；
5. 具备英文文献的读写能力，和较强的创新能力、学习能力、逻辑分析能力、动手能力与执行力。

来源：Boss 直聘

四、人工智能企业技术人才供需

1. 技术人才供需数量

教培委研究团队通过调研发现，在人工智能技术领域，我国 2020 年在职技术人员约 7 万人，包括算法研发类、算法开发类、芯片设计类等多种技术岗位，对人工智能技术没有要求或不需要深入了解的知识工程和应用开发岗位不在统计范围之内。目前在人才市场中求职的人工智能技术人员约 3 万人，企业需求数量约 5 万人，人工智能技术人才呈现供不应求局面。

领英 2017 年发布的《全球 AI 领域人才报告》指出，2017 年全球人工智能技术人才数量超过 190 万人，其中美国拥有 85 万人。可以预见随着我国人工智能领域商业化探索逐渐深入，人工智能技术人才需求将保持旺盛。

目前我国人工智能技术人才需求缺口主要来自三个方面：第一方面是非常缺少能够推动人工智能前沿技术与基础理论发展的顶尖人才，探索级和前沿级大型数字化企业愿意投入巨额成本获得此类人才，他们将目光投向海内外名校，挑选高潜力毕业生进行培养；第二方面缺少的是能够将人工智能前沿理论同实际算法模型相结合的人才，他们擅长设计和改进算法模型，这类人才受到探索级和前沿级大型数字化企业，以及人工智能头部企业欢迎；第三方面缺乏的是能够将人工智能技术与行业需求相结合的人才，他们可以深度理解应用场景，通过人工智能技术帮助用户降低运营成本、提升工作效率、改善产品与服务质量，这类人才的需求数量最多。

根据 TalentSeer2020 年发布的数据，在过去的四年中，人工智能技术人才的需求量以每年 74% 的速度增长，其中最热门的职位包括机器学习工程师、深度学习工程师、数据科学家和算法开发工程师等。成长阶段的创业公司提供的平均薪水最高，年薪约为 20 万美元，与科技巨头相当。工作经验和教育背景等因素会影响技术人才的薪酬待遇。

目前大部分人工智能技术岗位求职者是期待转岗的在职工程师，他们的人工智能知识主要通过自主学习或在工作中不断积累获得。有相当多的高校已经开设或正在建设人工智能专业，预计 3 至 5 年后每年将有超过一万人工智能专业毕业生进入人才市场求职。

除技术岗位体系以外，知识工程岗位大规模人才需求还未显现。教培委研究团队认为，知识工程类人才将成为人工智能行业发展的必需，我国互联网的海量数据与各类传感器生成的庞大数据，决定了对该类人才的大量需求，未来知识工程类人才数量将超过人工智能其他技术人才。

2. 技术岗位需求分析

大部分人工智能技术岗位要求从业人员具备扎实的软件开发基础，熟练掌握 C/C++、Python、Java、Shell、MATLAB 等编程语言；熟悉 Linux、Hadoop、Spark、Hive 等大数据计算工具；掌握 Caffe、TensorFlow、Parameter Server、MXNet、PyTorch、Keras、Scikit-learn、XGBoost、LightGBM 等深度学习框架和函数库；具备扎实的算法基础，熟练掌握深度学习以及相关的计算机视觉、自然语言处理等方向的常用算法，包括但不限于概率推理、概率图模型、强化学习、迁移学习、对抗学习、大规模优化、语义理解、问答系统、文本分类、图像分类、目标检测等；掌握大数据环境下的数据处理能力，如文本、图像、文档、网页等数据的导入、加工、转化等。

除在算法层面进行研究的探索级和前沿级大型数字化企业外，其他人工智能企业核心的技术人才为算法工程团队。另外，多数人工智能企业还未建立知识工程化团队进行不同维度的数据收集和处理，随着人工智能行业应用不断发展，知识工程化人才需求量将上升。

探索级和前沿级大型数字化企业重视人才的创造力、批判性思维、成长潜力、适应能力和沟通能力，通过教育背景筛选基础素质高的人才。这些企业会招收海内外顶尖高校硕士与博士应届毕业生进行培养。其他人工智能企业则通过社会招聘有经验的算法研究与算法工程人才，几乎不招聘应届毕业生。

人工智能领域技术人才的学习能力高于软件与信息技术服务业其他领域，技术人员能够不断学习新算法、框架与模型，对特定行业的业务有深入理解，有能力快速了解新行业知识。

根据教培委研究团队的调研，虽然人工智能行业技术人才供不应求，但企业技术人员流动率不超过 10%，低于软件和信息技术服务业平均水平。主要原因是人工智能企业需要技术人员对所服务的行业业务有深入了解，必须长期积累应用场景经验，因此企业愿意为经验丰富的员工提供优厚的待遇。另外，人工智能企业所服务的用户差异较大，技术人员的工作经验复用性低，因此比较稳定。

人工智能企业参与校企合作的意愿强烈，帮助高校培养人工智能技术人才。其原因主要有三个方面。第一方面，当前有经验的人工智能人才成本较高，招聘难度大，企业希望将成熟的行业应用场景和真实项目融入到高校课程体系，培养具有一定项目经验的毕业生满足自身的人才需求；第二方面，企业希望利用高校在行业知识和技术上的优势，通过共建实验室等方式进行算法工程化研究和开发；第三方面，人工智能企业希望将自身的技术和行业应用场景经验转化为人工智能的师资和课程，同高校进行专业共建。

3. 数据标注向知识工程转变

专业的数据标注工作包含分类、画框、描点等。分类标注是从标签集中选择数据所对应的标签，是封闭集合，如标注图片中的男人、女人、小孩等，或标注语句中的主语、谓语、宾语、名词、动词等。画框标注通常用于计算机视觉，需要工作者框定要检测的对象，如图片中的人脸、车辆等。描点标注用于对于特征要求细致的场景，如人体关节、面部特征等。数据标注的内容、输出的格式、精细程度等可以根据客户需求定制化。

数据标注员的从业门槛较低，掌握基础的计算机操作技能即可通过学习使用数据标注工具达到上岗要求。为人工智能训练模型提供数据标注服务的企业普遍招收中职和高职学历的员工。根据应用场景的不同，数据标注工作的复杂度差异较大，例如，熟练的数据标注员可以每天完成两千余张普通图片的分类标注，而只能完成三百张自动驾驶所需要的激光雷达点云标注。

标注工作不需要太多专业知识时，数据标注员可以自行完成工作，如为图片中的车辆、人物画框。标注工作需要较多专业知识时，如法律文本的标注，客户的知识工程团队会对数据标注员进行培训，让其执行标注方案，并对标注结果审核。标注工作专业性较强时，如医学图像的标注，人工智能企业通常选择由内部的知识工程化团队进行标注工作。

目前我国数据标注员从业人数在2万至4万之间，由于专业性较低，客服、运维等其他岗位工作者也兼职从事数据标注工作。数据标注员在熟悉某一行业的

专业知识后，可以晋升为审核员，对标注结果进行审核。数据标注企业通过研发标注工具、提升标注员行业知识水平来提升工作效率和服务质量，可以预见，这类企业的人才需求也将逐渐向知识工程转变。

参考资料

- [1] Computer Science Degree Hub(2020). What Skills Do I Need to Get a Job in Artificial Intelligence? 来自 <https://www.computersciencedegreehub.com/faq/skills-job-artificial-intelligence/>
- [2] Deep Knowledge Analytics(2019). AI for Drug Discovery Q3 2019. 来自 <https://ai-pharma.dka.global/>
- [3] David Kelnar(2016). The fourth industrial revolution: a primer on Artificial Intelligence (AI). MMC writes. 来自 <https://medium.com/mmc-writes/the-fourth-industrial-revolution-a-primer-on-artificial-intelligence-ai-ff5e7fffcael#.vmfggox54>
- [4] Forrester (2020) . The Chinese RPA Market Is Coming of Age. 来自 <https://www.forrester.com/report/The+Chinese+RPA+Market+Is+Coming+of+Age/-/E-RES159629#>
- [5] Qiang Yang, Yang Liu, Tianjian Chen, Yongxin Tong (2019) . Federated Machine Learning: Concept and Applications. FedAI Ecosystem.
- [6] Reece Johnson(2020). Jobs of the Future: Starting a Career in Artificial Intelligence. Best Collages. 来自 <https://www.bestcolleges.com/blog/future-proof-industries-artificial-intelligence/>
- [7] TelentSeer(2020). 2020 AI Talent Report:Current Landscape & Market Trends. 来自 <https://www.talentseer.com/2020-ai-talent-report>
- [8] 艾瑞咨询 (2020) . 2020 年中国 AI+金融行业 发展研究报告.
- [9] 艾瑞咨询 (2020) . 2020 年中国 AI+零售行业 发展研究报告.
- [10] 领英 (2017) . 全球 AI 领域人才报告.
- [11] 清华大学-中国工程知识智能联合研究中心(2019). 2019 人工智能发展报告.
- [12] 腾讯研究院, 腾讯优图实验室 (2020) . AI 生产内容发展报告 2020.
- [13] 头豹研究院 (2020) . 2020 年中国人工智能在安防领域应用行业概览.
- [14] 芯智讯 (2019) . 2019 年 AI 芯片产业深度研究报告 (一) . 雪球. 来自 <https://xueqiu.com/2156146731/128895274>

图表目录

图表 1 人工智能赋能药物研发公司总览.....	2
图表 2 自动驾驶等级划分与判定流程.....	4
图表 3 2019 年人工智能金融落地场景市场规模占比.....	6
图表 4 腾讯优图人脸深度合成模型训练框架.....	7
图表 5 AI+零售解决方案服务商的能力输出路径.....	9
图表 6 深度学习、机器学习与人工智能的关系.....	10
图表 7 人工智能相关概念辨识.....	11
图表 8 人工智能企业的技术推动模式.....	13
图表 9 阿里巴巴 AI 全景图.....	16
图表 10 研究型技术岗位体系.....	18
图表 11 新型技术岗位体系.....	22
图表 12 传统应用开发技术岗位体系.....	26

特别鸣谢

以下为参与本报告调研和访谈的主要专家和单位，特此鸣谢！（名单按姓氏拼音排序）：

- | | |
|-----|------------------|
| 陈立 | 湖南科技职业学院 |
| 陈敏 | 北京深度搜索科技有限公司 |
| 陈章 | 全面智能（厦门）科技有限公司 |
| 戴志强 | 连续创业者 |
| 傅寅烽 | 优刻得科技股份有限公司 |
| 高秉强 | 天使投资人 |
| 洪琼静 | 杭州大坝科技有限公司 |
| 胡涵诗 | 达而观信息科技（上海）有限公司 |
| 焦龙 | 上海云从企业发展有限公司 |
| 李从武 | 天云融创数据科技（北京）有限公司 |
| 李华婷 | 东华大学 |
| 李久龙 | 北京深度搜索科技有限公司 |
| 李兴斌 | 喜云家居三维人工智能有限公司 |
| 刘宏伟 | 深圳技术大学 |
| 刘健 | 北京天润融通科技股份有限公司 |
| 倪彬 | 深兰科技（上海）有限公司 |
| 彭伟雄 | 自兴人工智能集团 |
| 热孜亚 | 深兰科技（上海）有限公司 |
| 任雨龙 | 北京市商汤科技开发有限公司 |
| 赛娜 | 达而观信息科技（上海）有限公司 |
| 余正德 | 湖南科技职业学院 |
| 田凤占 | 北京天润融通科技股份有限公司 |
| 王华标 | 北京晟世天安科技有限公司 |

王宏国	朗新科技集团股份有限公司
王晓军	上海工程技术大学
王洋	天云融创数据科技（北京）有限公司
维塔	杭州实在智能科技有限公司
吴昊	深兰科技（上海）有限公司
肖怡	上海芯昉教育科技有限公司
徐昕	朗新科技集团股份有限公司
许彪	湖南科技职业学院
于言	上海云从企业发展有限公司
余杰	优刻得科技股份有限公司
余胜	朗新科技集团股份有限公司
曾曦	上海云从企业发展有限公司
翟璇	上海智臻智能网络科技股份有限公司
赵文政	上海喆塔信息科技有限公司
张群慧	湖南科技职业学院
张鑫	北京市商汤科技开发有限公司
章高男	华映资本管理有限公司
章媛	北京市商汤科技开发有限公司
郑亦馨	上海云从企业发展有限公司
周珏嘉	北京小米科技有限责任公司
朱磊	北京市商汤科技开发有限公司