

中国通信学会
CHINA INSTITUTE
OF COMMUNICATIONS

全球人工智能基础设施战略与政策观察

（2020年）

中国通信学会

2020年12月

版权声明

本前沿报告/白皮书版权属于作者单位，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国通信学会”。违反上述声明者，本学会将追究其相关法律责任。

专家组和撰写组名单

专家组：

陈金桥　中国通信学会经济与管理创新委员会副主任委员

辛勇飞　中国信通院政策与经济研究所所长

徐志发　中国信通院产业与规划研究所所长

王爱华　中国信通院副总工程师

朱小燕　清华大学教授、智能技术与系统国家重点实验室主任

马　源　国务院发展研究中心企业研究所研究室主任

蒋　洁　南京信息工程大学中意网络侵权研究所所长

张吉豫　中国人民大学法学院未来法治研究院执行院长

何　伟　中国信通院政策与经济研究所副所长

李　原　中国信通院产业与规划研究所副所长

负责人：

刘铁志　中国信通院政策与经济研究所战略部主任

谢智刚　中国信通院产业与规划研究所大数据与数字经济部主任

胡昌军　中国信通院政策与经济研究所战略部副主任

协调人：

韩凯峰　中国信通院政策与经济研究所战略部研究员

王　强　中国信通院产业与规划所人工智能与数据治理中心副主任

成　员：

赵　勇　中国信通院产业与规划所大数据与数字经济部主任工程师

邱艳娟　中国信通院产业与规划所大数据与数字经济部主任工程师

金夏夏　中国信通院政策与经济研究所战略部研究员

詹远志　中国信通院政策与经济研究所战略部研究员

张芳纯　中国信通院政策与经济研究所战略部研究员

刘媛媛　中国信通院政策与经济研究所战略部研究员

苏　乐　中国信通院产业与规划研究所大数据与数字经济部研究员

黄馨艺　中国信通院产业与规划研究所大数据与数字经济部研究员

前　言

当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，人工智能作为新一代信息技术的重要发展方向，正在与5G、云计算、大数据等数字技术交织并进、融合创新，共同构筑起赋能千行百业的新型基础设施。党中央、国务院高度重视人工智能等新型基础设施发展，习近平总书记多次作出指示批示，强调要“加快传统基础设施和5G、人工智能等新型基础设施建设”。党的十九届五中全会指出“推动互联网、大数据、人工智能等同各产业深度融合，推动先进制造业集群发展，构建一批各具特色、优势互补、结构合理的战略性新兴产业增长引擎”。加快打造具备先进水平的人工智能基础设施，是推动科技跨越发展、产业优化升级、生产力整体跃升的重要抓手，对提升我国公共服务智能化水平，助力培育数字经济、构建智能社会意义重大。

为更好地认识人工智能基础设施，推动其健康可持续发展，专委会组织中国信息通信研究院政策与经济研究所、产业与规划研究所研究团队，开展深入调查研究并形成本报告。主要包含以下内容：第一部分探究了人工智能基础设施的内涵及范围；第二部分梳理并总结全球主要国家及地区人工智能基础设施发展战略及特点；第三部分围绕数据资源、算法框架、算力资源、开放平台等人工智能基础设施核心内容进行了系统分析；第四部分对加快我国人工智能基础设施发展提出了一些思考。期待本报告能够为社会各界提供有价值的参考，不妥之处请不吝指正。

中国通信学会经济与管理创新委员会副主任委员



2020年12月

目 录

一、人工智能基础设施的内涵及范围.....1
（一）何为“新型基础设施”.....1
（二）何为“人工智能基础设施”.....3
二、人工智能基础设施全球战略布局.....6
（一）全球人工智能基础设施战略图景.....7
（二）我国积极推动人工智能基础设施发展.....9
三、人工智能基础设施发展态势剖析.....11
（一）数据资源逐步实现开放共享.....11
（二）算法框架有效集成 AI 核心能力.....17
（三）算力资源走向云边协同与定制化.....20
（四）开放平台呈现建设主体多元化.....24
四、为人工智能基础设施发展营造良好环境.....29
（一）人工智能基础设施发展面临的问题.....29
（二）加快构建人工智能基础设施的思考.....30

一、人工智能基础设施的内涵及范围

“新型基础设施”一词自2018年底召开的中央经济工作会议以来备受关注。习近平总书记强调，要“加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设”。此后，新型基础设施这一词被多次提及。例如，2019年12月中央经济工作会议强调“加强战略性、网络型基础设施建设，稳步推进通信网络建设”；2020年2月中央全面深化改革委员会第十二次会议强调“统筹存量和增量、传统和新型基础设施发展，打造集约高效、经济适用、智能绿色、安全可靠的现代化基础设施体系”;2020年4月召开的国务院常务会议强调“加快推进信息网络等新型基础设施建设”。

当前，以人工智能、5G、云计算等为代表的新型基础设施受到社会各界高度关注，发展意义重大。尤其在当前国内外经济形势严峻复杂、不稳定性不确定性明显上升、风险挑战持续加大的背景下，发展新基建不仅成为我国稳投资、促消费、稳增长的有效手段，更是推动行业数字化转型的关键举措，已成为数字经济创新发展的关键支撑。总体而言，加快新型基础设施建设是助力我国实现经济高质量发展的重要途径之一，利当代、惠长远。

（一）何为“新型基础设施”

纵观人类历史发展进程，每一次重大科技变革和工业革命之际，都出现了一些全新的基础设施。“新型基础设施”是科技进步与经济社会发展演进相互作用的产物。在第一次工业革命时期，出现了铁路、运河等基础设施；在第二次工业革命时期，出现了高速公路、电网等

基础设施；在第三次工业革命期间，发明了互联网、移动通信网等信息基础设施；当前正处于新一轮科技革命和产业变革发展浪潮中，正孕育着新型基础设施的出现。

首先，“基础设施”是用于保证特定区域内经济社会活动正常运转的公共服务系统，是社会赖以生存发展的一般物质条件。广义上看，基础设施主要包含三大类：一是经济性基础设施，指直接参与、支持城市物资生产过程的基础设施部门，包括交通运输系统（市内交通、对外交通等）、能源系统、信息系统（通信、邮政、广电等）、水利工程、城市给排水系统、环境卫生设施等，旨在提供经济性公共服务；**二是社会性基础设施，**指提高城市福利水平、间接影响城市物资生产过程的基础设施部门，包括文化教育、医疗卫生、社会福利以及基础研究等公共服务设施，旨在提供社会性公共服务；**三是配套机构和制度机制，**包括法律法规、政策性文件、行政管理等。**基础设施具备以下特征：一是基础性，**即对各行业的发展以及绝大多数经济活动的展开必不可少；**二是先导性，**即需要适度超前建设，为经济发展奠定坚实基础；**三是公共普惠性，**即能够形成社会化的服务，受众广；**四是强外部性，**即能够为自身以及其他各行业发展赋能增效。

其次，“新型”是基于新一代科学技术产生的基础设施新形态。“新型”是相对传统基础设施而言的，随着科学技术不断演进、创新，基础设施形态也在不断更新变化。如当前的新基建概念侧重于以数字化、网络化、智能化为核心特征，基于人工智能、5G、物联网、工业互联网、云计算等新一代信息技术发展而形成的基础设施。

根据国家发展和改革委界定，“新型基础设施”是以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。从分类看，新型基础设施分为信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施三类。**信息基础设施**是整个新型基础设施的核心，包含通信网络基础设施、新技术基础设施、算力基础设施。**融合基础设施**是传统基础设施转型升级的重要支撑，是新一代信息基础设施在各行业深度融合的产物。**创新基础设施**是指支撑科学研究、技术开发、产品研制等具有公共属性的基础设施，如重大科技基础设施、科教基础设施、产业技术创新基础设施等。人工智能基础设施是以信息基础设施为主要形态，同时兼具融合基础设施以及创新基础设施部分特点的新型基础设施。

（二）何为“人工智能基础设施”

未来十年是全球发展数字经济、迈入智能社会的黄金发展期。着力发展人工智能基础设施，将为我国人工智能产业发展壮大、数字经济蓬勃发展提供强大牵引力。从推动人工智能产业发展看，人工智能基础设施将推动人工智能与5G、云计算、大数据等领域深度耦合，有效推动技术资源向创新领域集聚，加快转变发展方式、拓展发展空间、增强发展动力，助力实现智能产业化与产业智能化协同并进。**从推进国家战略转型看，**发展人工智能基础设施，将促进社会资源的高效利用，为我国构建“国内国际双循环”的新发展格局提供重要支撑，为全球经济可持续发展注入强大动能。

报告认为，人工智能基础设施（AI 基础设施）是以“高质量网络”为关键支撑，以“数据资源、算法框架、算力资源”为核心能力要素，以“开放平台”为主要赋能载体，能够长期提供公共普惠的智能化服务的基础设施。

AI 基础设施将有力促进 AI 产业发展，深入赋能行业应用，为培育数字经济、构筑智能社会提供关键承载。从主要特征看，AI 基础设施既需要满足两大类（包括 8 小项）新型基础设施的基本属性，即“基础及公共性”（包括基础性、公共普惠性、强外部性）和“技术先进性”（包括技术迭代快、软硬兼备、数据驱动、协同融合、价值赋能），同时还需具备 2 项重要特征，即“赋能智能化行业应用”和“支撑人工智能产业高质量发展”，如图 1.1 所示。

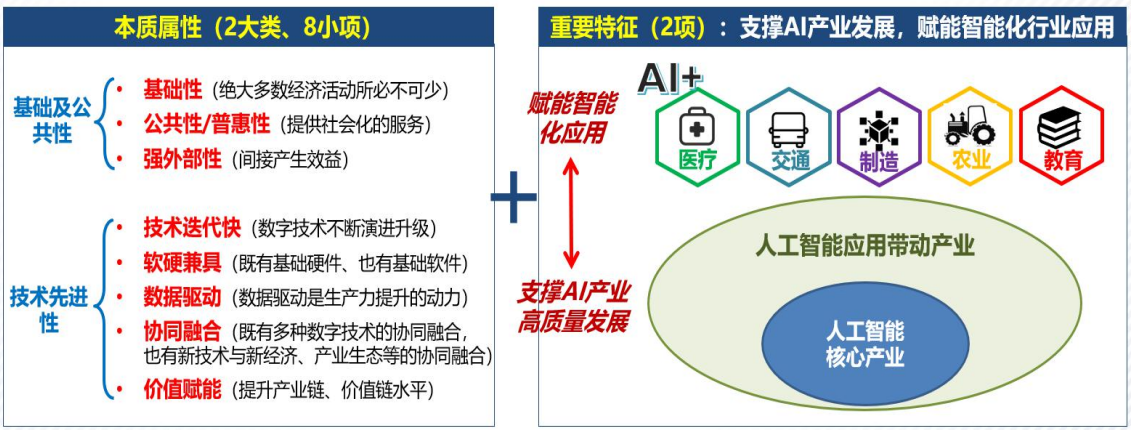

图 1.1　人工智能基础设施的主要特征

从核心内容看，人工智能基础设施主要包含两部分内容：一是以算力资源、数据资源、算法框架为核心的 AI 能力要素，二是以服务医疗、交通、制造等各垂直行业智能化应用的 AI 开放平台。图 1.2 为 AI 基础设施体系视图。



图 1.2　人工智能基础设施体系视图

“数据、算法、算力、开放平台”是构成 AI 新基建的核心内容。一是数据资源，包括以政府、企业、高校、开源社区等为主体构建的开放数据集（包括行业专用的开放数据集），能够为 AI 算法提供数据供给，加速 AI 模型优化，提高 AI 平台的行业赋能水平。**二是算法框架**，既包括传统机器学习算法、知识图谱等，也包括开源算法框架、深度学习开发框架、AI 算法部署工具、开源代码库等，能够充分整合 AI 算法及工具集资源，对外输出智能化技术能力。**三是算力资源**，包括 AI 芯片、AI 云、智能计算中心等产品及服务形态，其能够为 AI 算法及应用提供更高性能、更低成本的计算能力。**四是 AI 开放平台**，包括自动驾驶 AI 平台、城市大脑 AI 平台、医疗影像 AI 平台、

智能语音 AI 平台等赋能各行业应用的 AI 开放平台，向下能够引导数据、算法、算力等能力要素的演进路径，向上可以面向各垂直行业提供开放、普惠的智能化服务，具有承上启下的重要作用。

“网络连接、安全保障”是支撑 AI 新基建发展的基础承载。网络连接包括 5G、物联网、车联网、光纤固网在内的网络设施，为 AI 基础设施发展提供互联互通服务。安全保障则涵盖网络、数据、应用、终端等各方面安全能力。

“战略布局、发展政策、监管治理”为 AI 基础设施发展提供良好的环境保障。战略布局包括发展目标制定、发展重点谋划等，为 AI 新基建规划布局提供方向指引。发展政策包括创新政策、产业政策、人才政策、财税政策等，为 AI 新基建提供完善的政策保障。监管治理则包括伦理引导、标准制定、规范立法等，涵盖数据治理、算法治理、平台治理等多方面，为 AI 新基建营造健康有序的发展环境。

AI 新基建遵循着“从通用技术工具到开放赋能平台”的演进逻辑。当前，部分 AI 理论技术逐渐成熟，正在演进成为开放普惠的 AI 赋能平台，AI 既能作为一项通用技术为企业信息化赋能，又能作为一类基础设施为社会提供智能化服务能力。总体而言，AI 应用赋能的深度、广度不断加强，呈现出深度融合、智能泛化的发展态势。

二、人工智能基础设施全球战略布局

人工智能作为引领社会智能化变革的新型基础设施，正在对各国科技创新、经济发展、民生改善等产生重大而深远的影响，加快发展 AI 基础设施已成全球主要国家的普遍共识。

（一）全球人工智能基础设施战略图景

为更直观地了解全球主要国家及地区在 AI 基础设施方面的整体发展情况，报告重点梳理了 12 个国家及地区所发布的部分 AI 基础设施相关战略文件，利用词频统计法对各国在 AI 基础设施的 7 个细分领域布局情况做了统计分析（蓝色越深，表示该细分领域在文件中被提及的次数越多，如深蓝色表示被提及 5 次以上），如图 2.1 所示。

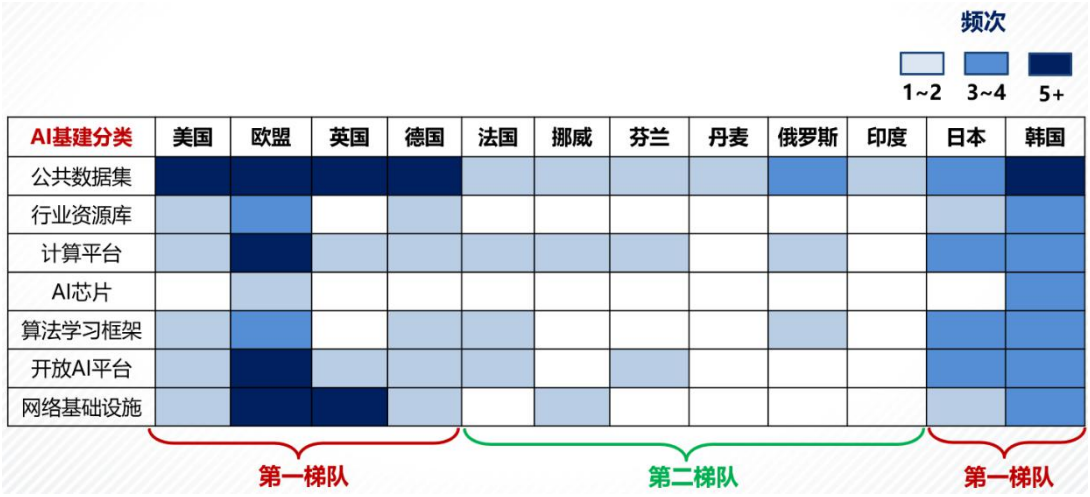

图 2.1　全球主要国家及地区对 AI 基础设施的布局情况

从发展梯队看，被统计的国家及地区分为两级发展梯队，中国处于第一梯队。在被统计的 12 个国家及地区中，美国、欧盟、德国、英国、日本、韩国等出台的 AI 战略及政策文件较多，对 AI 基础设施各细分领域布局更加全面，同时这几个国家及地区的 AI 整体发展水平相对较高，处于全球发展第一梯队。法国、挪威、芬兰、丹麦、俄罗斯、印度等国家发布的 AI 战略文件较少，在 AI 基础设施各细分领域布局较为单一，与第一梯队国家存在一定差距，处于第二梯队。

从布局重点看，以“数据、算法、算力、平台”等为核心的 AI 设施资源备受重视。在被统计的 7 项 AI 基础设施主要细分领域中，公

共数据集、计算平台、算法框架、开放平台、基础网络等 5 项被多次提及，且具备基础性、公共普惠性、强外部性等特点，是 AI 基础设施发展重点。

从主要国家及地区发展思路看，美国、欧盟、英国等根据本国发展情况进行精准化布局。美国重点布局公共数据集，打造开放数据资源是美国政府长期发展重点。一方面建立服务于不同应用领域的数据集，另一方面研发数据处理相关工具，降低数据使用门槛，为 AI 技术研发及应用构建高质量、可共享的数据使用环境。如美国在其《国家人工智能研究和发展战略计划》中，提出将“开发用于人工智能训练及测试的公共数据集和环境”。2019 年 2 月，特朗普签署行政命令，启动《美国人工智能行动计划》倡议，重点包括“加强人工智能研发投资、联邦政府数据和计算资源开放”等。在 AI 算法、算力方面，美国科技企业（如谷歌、微软、亚马逊、脸书等）在该领域具备极强的技术、产品、市场等优势，因此仅依靠市场力量即可引领全球发展，无需政府层面提供过多政策指导。

欧盟围绕公共数据集、AI 算力、开放平台等基础设施进行较为全面的布局，旨在为欧洲所有用户提供一个开放的综合性 AI 平台，包括计算能力（云计算、高性能计算等）、公共数据集、算法资源等。原因在于，欧盟（及其他非欧盟欧洲国家）AI 整体发展水平落后于美国，在 AI 领域缺少行业领军企业。欧盟作为欧洲政治经济联盟以及统一战略主体，有义务为其成员国构建开放、普惠、高质量的 AI 基础设施及智能化服务，加快欧洲 AI 发展步伐。如 2019 年 1 月，欧

盟启动“AI FOR EU”项目，建立人工智能需求平台、开放协作平台，整合汇聚21个成员国79家研发机构、中小企业和大型企业的数据、算力、算法等人工智能资源，提供统一开放服务。欧盟通过“地平线2020”计划和欧洲战略投资基金等，建立基础研究及创新框架，打造世界级人工智能研究中心。此外，欧盟着力维护良好的数据使用环境，如欧委会在2020年11月通过了《欧洲数据治理条例》倡议，推动数据跨国、跨部门流通共享，为欧盟民众及企业带来数据红利。

英国重点发展公共数据集、宽带网络等基础设施，着力“强长板与补短板”协同，全面提升国家数字连接能力。一方面，英国在政府公共数据集建设方面全球领先，需持续巩固优势，为AI基建发展奠定坚实的数据保障。另一方面，泛在高速的通信网络是发展AI的重要基础支撑，但英国宽带网络基建水平相对落后，因此选择优先升级其光纤固网、4G/5G等网络基础设施，加紧补齐“基建短板”，为AI长远发展打好基础。**如**英国政府在2017年发布的《产业战略：建设适应未来的英国》中，确立了人工智能发展的几个优先领域，包括“建设全球AI与数据创新中心，支持各行业利用AI和数据分析技术，在数据和人工智能安全等方面保持世界领先”等，同时强调将升级宽带网络等通信基础设施。此外，英国对构建基础设施体系有着长远和系统的规划布局，如发布《智能基础设施愿景》系列报告，详细制定了到2055年的分阶段目标任务。

（二）我国积极推动人工智能基础设施发展

党中央、国务院高度重视AI基础设施发展，习近平总书记多次

作出重要指示批示，强调要“加快传统基础设施和5G、人工智能等新型基础设施建设”“深入把握新一代人工智能发展的特点，加强人工智能和产业发展融合，为高质量发展提供新动能”。目前，我国已形成国家、地方、企业三个层面协同推进的发展态势。**一是国家层面统筹布局，给予方向指引**。2017年，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，对包括网络、大数据、高效能计算等基础设施在内的智能化基础设施建设进行了全面部署，指明了发展方向。2017年，工信部发布《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018—2020年）》，提出加快构筑智能化基础设施，搭建包括数据资源库、云服务平台、智能化网络基础设施在内的人工智能产业支撑体系。此外，工信部鼓励人工智能创新应用先导区建设，加速AI基础设施及相关产业高质量发展。**二是地方政府积极布局，优化发展环境**。自2017年以来，超过20个省市结合国家发展规划和自身发展实际，相继出台了本省市人工智能相关政策，支持人工智能创新发展以及基础设施建设。如2020年4月，上海市发布《上海市推进新型基础设施建设行动方案（2020—2022年）》，提出打造亚太一流的超大规模人工智能计算与赋能平台。2020年6月，北京市发布《北京市加快新型基础设施建设行动方案（2020—2022年）》，面向数据智能、生态系统、智慧应用等六大基础设施建设领域，实施30个重点任务。2020年7月，广州市发布《广州市加快推进数字新基建发展三年行动计划（2020—2022年）》，提出开展人工智能跨界融合行动，构建全球顶尖的“创新型智慧城市”。**三是科技企业纷纷响应，加快创新技术探索**。

在科技部指导下，百度、阿里、腾讯、科大讯飞、商汤科技等15家科技企业发挥自身创新优势，聚焦重点细分领域，打造国家新一代人工智能开放创新平台，推动我国人工智能技术创新和产业发展。

三、人工智能基础设施发展态势剖析

人工智能基础设施包括数据资源、算法框架、算力资源等AI能力要素，以及作为智能服务输出载体的AI开放平台。

（一）数据资源逐步实现开放共享

1、开放数据集的概念及价值

开放数据集是驱动本轮AI浪潮兴起的三大基础要素之一。AI模型和算法的训练优化需要以海量优质的数据集作为基础资源。数据集的数量、质量、安全直接影响AI算法的准确性、有效性和安全性。AI开放数据集是指能够满足AI研发需求、具有公共普惠性的数据集。

从概念定义看，开放数据集是指“免费获取、机器可读、使用目的不限”的数据集。“开放数据集”一词最初由科学家们用来指代未经处理的科学数据集。随后，一些国际组织和相关学者对其进行了概念界定，如开放知识基金会将其定义为“可以免费获得的数据集，任何人都可以获取，并且可以用于任何目的（科研、商业、公益事业等），意味着数据集需要在开放许可的条件下，以机器可读的格式在线提供”。因此，开放数据集主要具备四点特征：**一是开放许可**，即必须在公共领域下提供，没有版权、专利等其他机制限制；**二是可获取**，即可以提供互联网免费下载的途径；**三是机器可读**，必须以机器可处理和修改的形式提供；**四是开放格式**，未对数据利用设限（如付费）。

开放数据集具备公共与商业的双重价值属性。从公共价值角度，开放数据集能够用于提供惠普性公共服务（如天气预测、医疗信息等），助力提升社会智能化水平。从商业价值角度，开放数据集能够降低企业 AI 开发成本，促进 AI 技术创新发展，带动传统企业智能化转型升级，催生基于 AI 开源的新业态新模式。

2、开放数据集发布主体多元化

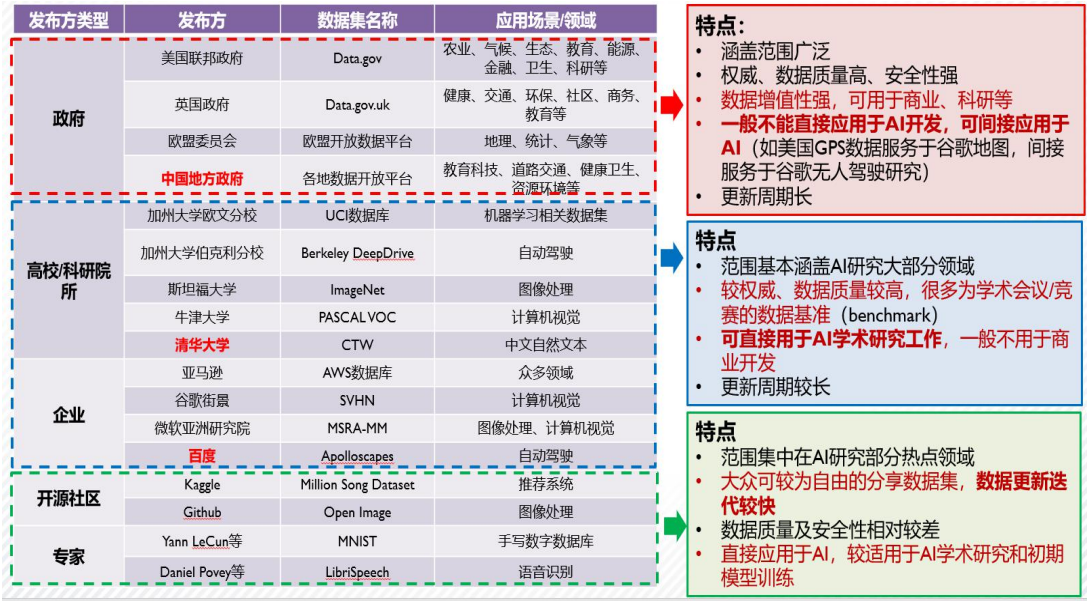

图 3.1　AI 开放数据发布主体及特点

从发布主体看，AI 开放数据集呈现出发布主体多元、各具优势特色的特点。AI 开放数据集的发布主体包括各国政府、高校及研究机构、企业、开源社区等，如图 3.1 所示。整体看，政府开放数据集的覆盖范围较广，数据质量较高、安全性及增值性强，可用于商业、科研等目的，可间接服务于 AI 软件及产品开发（如美国 GPS 数据服务于谷歌地图，可间接应用于谷歌无人驾驶研究）。高校/科研院所以及企业开放数据集的覆盖范围基本涵盖 AI 大部分研究领域，质量较高、权威性较强（很多被作为学术会议及竞赛的数据基准集），但一

般应用于学术研究而非商业开发，并且更新周期较长。开源社区数据集的范围主要集中在 AI 研究热点领域，其独特优点是公众可以自由地使用和分享，数据迭代更新较快，但其安全性以及质量相对较差，较适用于 AI 模型算法的初期训练。

一是政府开放数据集：全球多国高度重视，美、英等起步早、发展成熟，我国政府数据开放程度有待进一步提升。政府开放数据是由政府或政府控制的实体生成或委托的数据，任何人都可以自由、不受限地使用、重用、重新分配，能够激发社会创新活力，创造巨大公共价值。2009 年，时任美国总统奥巴马签署《开放政府指令》，建立起全球第一个国家级政府开放数据网站“Data.gov”，开启全球数据开放浪潮。2011 年 9 月，美、英、墨等 8 国发起成立“开放数据联盟”，目前成员国已超过 100 个。

英国是政府数据开源建设模式的提出者和实践者。从建设模式看，英国首创“社会开放协作、分布式治理”的开源建设模式，基于 CKAN[1] 开源系统，构建起全国数据互联、服务互通的统一数据门户。国家级中心平台不直接负责数据管理，而是制定标准并免费提供通用开发工具，帮助各地方及分支机构自建符合标准的开放数据平台。**从管理模式看，**由时任首相主持建设工作，由内阁办公厅直接负责具体事务，确保建设的权威与高效。

美国是政府开放数据的开创者，对充分释放数据价值潜力有着丰富实践经验。从建设模式看，相比英国“自上而下、由点及面”的建

[1] Comprehensive Knowledge Archive Network

设模式，美国则是联邦政府和地方政府同步探索构建，允许地方“先试先行”，呈现出各地“多点开花”的态势，并最终形成了“国家平台使用 CKAN，地方平台采用多种开源系统，每天自动完成数据汇集更新”的模式。**从管理模式看**，美国十分重视对数据权益的保护，制定多项与数据开放有关的技术标准以及法律法规，如 2014 年发布《数字问责和透明法》；2015 年发布《开放政府数据法案》；2019 年发布《美国 AI 领导力：联邦参与制定技术标准和相关工具的计划》等。**从数据价值释放看**，美国对如何释放开放数据公共价值以及商业价值有着丰富的实践经验，如美国交通部利用收集到的航空投诉数据，开发出对航空公司公众评价进行等级排名的程序，便于消费者选择更优质量的航空公司；The Climate 公司利用政府发布的气象大数据，为消费者提供智能化制定保险服务；iTriage 公司利用公共医疗健康大数据，迅速为患者制定出治疗解决方案。

我国逐渐重视政府开放数据建设，当前处于发展初期，仍需不断探索实践。我国按照“顶层设计规划、地方平台建设”的发展思路，协同布局、统筹推进政府开放数据建设。政府数据开放目前已纳入国家大数据战略，截至 2019 年底，全国已有超过 100 个地方政府开放数据平台上线，但还存在开放资源建设不足、数据利用不充分、数据获取不便捷等问题亟需解决。

二是高校开放数据集：其质量与高校的研究实力及学科建设水平高度相关。高校在开放数据集上的建设水平能够反映出其在 AI、计算机科学、大数据等相关学科的研究实力。根据 Python 开发者社区

调查显示，在被统计的 39 个用户反映最好用的 AI 开放数据集中，高校开放数据集占比达 36%，这其中有近 90%被美国高校占据（如斯坦福大学、加州大学伯克利分校等名校）。我国高校数据集建设稳步推进，如清华大学发布的中文自然文本数据集 CTW、语音库 THCHS-30；香港中文大学发布的人脸数据集 CalebA；中科院自动化所发布的计算机视觉数据集 MALF dataset 等，在国内有一定知名度，但国际影响力较弱，这从一定程度上反映出我国在 AI 相关领域的研究实力仍有较大提升空间。

三是企业开放数据集：为企业 AI 产品及服务盈利提供“入口”。相比政府、高校等开放数据集公益属性强的特点，企业建设开放数据集更多以商业利益为导向，为其开源生态建设以及 AI 全产品链盈利提供重要“入口”。一方面，科技企业通过建设开放数据集能够为其积累技术、人才等核心资源，助力培育 AI 开源生态体系。例如微软在 2018 年收购知名开源社区 GitHub 后，通过该平台陆续发布开源数据集，吸引并获得了一个拥有超过 3000 万开发者的社区，为其开源开发及研究积累了人才资源。另一方面，企业能够以开放数据集为基础构建起完整的 AI 产品链，形成用户垄断、提供高增值服务。如谷歌依托其丰富的数据集和强大的开源工具能力，不断在居家生活、办公、出行等各领域寻找应用场景，迅速扩张用户数量、提高用户粘性；亚马逊利用其数据集提升其 AI 产品智能化水平，巩固其产品生态优势；百度以 AI 开放数据集等开源服务为切入点，培养用户使用习惯，引导用户向其增值服务拓展消费，例如百度大脑能够提供部分免费的数

据集、算法、算力等基础服务，但若需要其提供更强性能算力、解决方案定制等增值服务，则需要额外收费。

目前，我国企业已逐渐重视并着手构建以开放数据集为基础的AI开放开源生态，但在数量、范围以及用户规模等方面与谷歌、亚马逊、微软等科技巨头仍存在差距。我国企业应利用好国内超大规模市场优势，持续做好技术积累，扩大国内外影响力。

四是开源社区开放数据集：具备“汇众智、聚众力”等突出特点。开源社区主要包括“协同开发社区”以及“知识分享社区”两类，开放数据集的主要贡献者是前者。开源社区开放数据集的优势明显：一是大众自由参与，公众能够较为自由地使用和贡献数据集；二是数据较为全面，自下而上的数据收集能够提升数据覆盖领域的全面性；三是时效性较强，能够紧跟当前热点研究领域进行更新补充。但开源社区数据集也存在数据质量参差不齐、数据重复严重、数据安全性较差等问题。从发展态势看，目前AI巨头企业正通过收购开源社区等方式，强化其AI生态垄断地位。如谷歌、微软等企业正在通过收购Kaggle、GitHub等开源社区，强化其技术垄断地位，进一步集聚整合资源，积累AI生态优势，以引领全球AI技术创新。

我国正逐渐重视开源社区建设，已推动建立如开源中国等开源社区，但在技术贡献度、用户规模、品牌影响力等方面与国际知名开源社区存在明显差距。应加强对开源技术的研发探索，着力培育形成企业、政府、公众等多方互动的健康、可持续的开源生态体系。

（二）算法框架有效集成 AI 核心能力

1、AI 开源算法框架总况

AI 开源算法框架能够充分整合 AI 算法及工具集等资源，服务于便捷、高效、低成本的 AI 研究及应用开发，持续输出 AI 技术能力。

开源基础算法框架是 AI 开源算法框架及工具的核心。AI 开源算法框架主要分为开源基础算法框架和开源应用算法工具两类。**开源基础算法框架**能够提供通用型、全域型的机器学习及深度学习算法集成服务能力，为 AI 应用开发提供算法调用接口、集成软件工具包等基础性技术工具。**开源应用算法工具**是依托开源基础算法框架、面向计算机视觉、语音处理等特定领域的开源算法工具库，为 AI 应用开发提供专用性技术服务。

开源深度学习算法框架正处于发展成熟稳定期。AI 开源算法框架经历了从闭源到开源的发展历程，走过了包括发展初期、成熟稳定期和热点期在内的几个发展阶段。在发展初期，主要提供 K-Means 聚类、支持向量机、贝叶斯分类、决策树等传统统计学习算法，极大降低了机器学习算法的应用门槛；在发展成熟稳定期，主要提供卷积神经网络、循环神经网络等深度学习算法，提高了算法智能水平；在发展热点期，主要提供强化学习、迁移学习等全新算法能力。

科技企业与顶尖高校对开源算法框架的发展成熟贡献最为活跃。科技企业与顶尖高校是推动开源算法框架发展壮大的两大主体力量。科技企业依托自身 AI 业务场景以及庞大的数据资源，能够对算法框架进行有效试验验证及功能完善，缩短迭代升级周期，更好满足工业

级应用需求。高校及科研院所拥有强大的人才资源，对开源算法框架开展基础性理论研究工作，更易实现革命性突破创新。

2、企业主导的开源算法框架

全球看，国际主流开源算法框架由谷歌、脸书等美国科技巨头主导。谷歌 TensorFlow 是全球知名度高、技术领先的开源框架之一，有如下三方面特点。一是站在巨人肩膀上，获得海量资源投入。TensorFlow 脱胎于谷歌内部机器学习系统 DistBelief，之后调动了相当多的工程师和科学家投入到对 DistBelief 的优化升级，才形成了 TensorFlow 0.1 版。二是对分布式友好，加快应用部署落地。TensorFlow 基于 DataFlow 的计算模型能够分配到不同的计算设备上，便于开展分布式计算。三是支持多平台，兼容性强。TensorFlow 从设计之处就考虑将其运行在多个平台上，例如其接口可以运行在 iOS 和 Android 设备上，训练则可以运行在其他不同的硬件设备上。另外一个知名开源框架是脸书（Facebook）推出的 PyTorch，有如下两方面特点。一是采用 Python + Torch 模式，受众广、接受度高。随着 Python 编程语言用户规模日益壮大，PyTorch 的受众也在迅速聚集。二是采用动态计算图，设计简单、操作灵活。用户无需等待编写完整的代码即可检查其是否正确，便于随时修改优化。

国内看，百度 PaddlePaddle 开源算法框架影响力最大，其他企业正加紧布局。百度发布的 PaddlePaddle 开源算法框架呈现出与前述美国企业主导的开源框架不同的特点。一是深耕工业场景，逐步提高生态影响力。PaddlePaddle 融合了百度多年来积累的工业应用实践经验，

为各行业企业提供 44 个经过工业场景验证的官方模型，成为官方支持模型最多的深度学习框架。二是依托业务实践，提升超大规模并行深度学习能力。基于百度海量规模的业务场景实践，PaddlePaddle 可同时支持稠密参数和稀疏参数场景的超大规模深度学习，支持千亿规模参数的高效并行训练。三是提供工业级服务，涵盖前期训练到后期部署全流程。从框架开发环境搭建到大规模并行训练、移动端 GPU 加速等，PaddlePaddle 能提供企业所需的全流程服务支撑。此外，国内 AI 独角兽企业也正迎头赶上，如旷视天元 MegEngine 开源框架，架构先进、性能优异、移植性强，能够为工业级深度学习赋能。

3、高校主导的开源算法框架

高校及科研院所是最早启动开源算法框架研发的主导力量之一，并持续发挥着积极作用。高校最早推出的 Theano、Caffe 等开源框架能够满足学术研究需求，但在大规模分布式计算等场景下的性能不及企业推出的开源框架。随后，高校通过更换维护主体以持续释放作用价值。例如，MXNET 框架发起于卡内基梅隆大学，后捐赠给 Apache 基金会，现成为 Amazon AWS 最主要的深度学习框架。我国高校日渐重视开源算法框架研发，如清华大学已陆续开发出开源计图 Jittor、贝叶斯深度学习算法框架“珠算”、深度强化学习算法框架“天授”等。

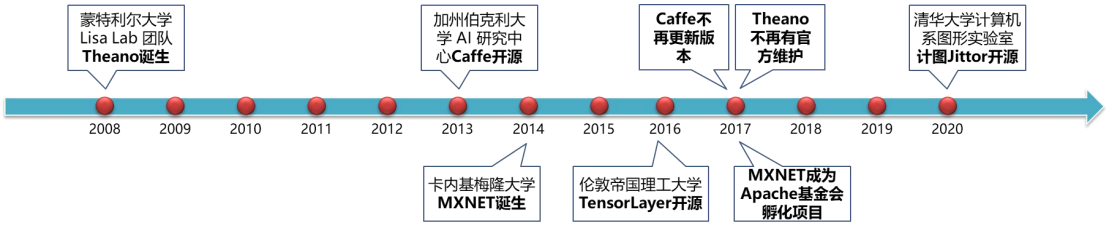

图 3.2　部分高校在开源基础算法框架的贡献历程

（三）算力资源走向云边协同与定制化

1、AI 算力资源的构成要素

AI 算力资源以 AI 芯片为核心，以 AI 云为主要产品形态，面向 AI 应用提供专项计算能力。AI 算力资源包括各类 AI 芯片、AI 云、智能计算中心等（如图 3.3 所示）。**AI 芯片算力是 AI 算力核心资源，为 AI 应用赋能提供算力底座。**传统 CPU 计算架构已无法满足 AI 对算力的需求，具有海量数据并行计算能力、与深度学习及训练（处理非结构化数据）相适宜的 AI 芯片迎来发展机遇。AI 芯片是针对 AI 算法做了特殊加速设计，专门用来处理大量 AI 计算任务的芯片，也被称为 AI 加速器，主要包括 GPU、FPGA、ASIC 等。**AI 云是 AI 算力资源的主要产品形态之一。**AI 云能够为用户按需、随时提供 AI 算力资源，对 AI 云侧训练及推理等提供重要算力支撑，如亚马逊 AI 云平台，英伟达“GPU+CUDA”一体化平台，浪潮、华为提出的智能计算中心等。

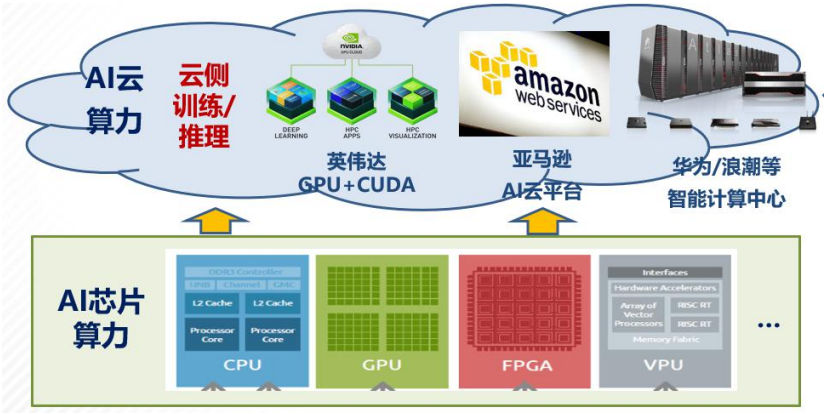

图 3.3　AI 算力资源

2、AI 芯片算力发展情况

AI 芯片历经四个阶段的发展，目前处于市场成熟前期。第一阶段是 2007 年以前，主要以 CPU 为主的传统通用计算芯片支撑人工智能发展应用；第二阶段是 2007 年到 2010 年，随着深度学习算法的快速普及，以及高清视频、游戏等应用需求的增加，GPU 芯片取得快速突破；第三阶段是 2011 年到 2015 年，云计算开始普及，“CPU+GPU”混合运算发展迅速；第四阶段是 2015 年至今，更适合海量数据并行计算的定制化 AI 芯片（如 FPGA、ASIC 等）逐渐兴起。

从发展趋势看，AI 芯片朝着“算力定制化、云边一体化”趋势演进。按照技术路线划分，AI 芯片分为采用传统计算架构的芯片（GPU、FPGA、ASIC 等）以及采用创新架构的芯片（类脑芯片、可重构通用芯片等）。按照场景划分，可分为用于构建模型的芯片（对计算性能、精度要求较高）以及利用模型进行预测的芯片（对计算性能、精度要求不高，但更关注用户体验）。一方面，随着 AI 融合赋能广度和深度不断加强，不同应用场景对 AI 算力提出不同需求，AI 芯片进入算力定制化时代。另一方面，为更好地满足某些业务场景对实时处理的需求，云侧推理乃至训练任务将迁移至边缘侧，“云边结合”方案渐成主流，能够更好地满足“云边共需、多场景应用”的发展趋势。

从市场格局看，我国 AI 芯片企业整体处于“跟跑”状态。全球 AI 芯片企业主要分为三个发展梯队。第一梯队是国际领军企业，如英伟达、英特尔等。英伟达近年持续在 AI 芯片领域发力，并凭借其 GPU 产品的广泛应用，保持着稳固的霸主地位。英特尔作为传统芯片巨头，

技术及产业竞争力不容小觑。第二梯队是挑战者企业，如高通、微软、阿里、亚马逊等。高通作为手机芯片巨头，积极布局 AI 终端芯片，在移动生态领域具有较强话语权。阿里、亚马逊等在 AI 芯片布局体系逐渐清晰，借助自有业务加速自研芯片的商用成熟。第三梯队是跟随者企业，如寒武纪、地平线、比特大陆等，其中大部分为 AI 芯片领域的初创企业，在特定技术方向上具备较强实力，发展前景广阔。

总体而言，我国在 AI 芯片领域发展迅速，但仍面临技术、产业、生态等多重挑战。我国芯片制造设备、工艺、封测等方面与国际一流水平存在代际差距，集成电路产业环境还尚未成熟；我国 AI 芯片产品集中在端侧，云侧高端产品基本被国外厂商垄断。对此，应认真研判、系统应对：技术方面，重视集成电路基础技术研究，通过科技专项支持、产业基金支持、社会资本补充等方式，全面提升我国芯片基础技术及制造水平；产业方面，云边两侧协调布局，鼓励产业上下游合作攻关，提高国产 AI 芯片市场占有率；生态方面，利用好国内超大规模市场优势，鼓励并支持国内市场使用国产自研芯片，加快我国集成电路产业生态培育成熟。

3、AI 云算力发展情况

AI 云算力能够为 AI 训练、推理等提供强大高效的算力资源。从服务类型角度，主要包括以亚马逊 AWS、微软 Azure、阿里云等为代表的 AI 云平台，以英伟达“GPU+CUDA”一体化解决方案为代表的计算平台，以及新一代智能计算中心等全新算力型态。

亚马逊 AWS、微软 Azure、阿里云等抢先布局 AI 云算力服务，

市场化运营成熟稳定。亚马逊、微软、阿里等依托自身在云服务领域的技术及市场优势，面向行业用户需求，通过 AI 云提供强大的 AI 算力支持，降低企业对智能化应用服务的使用成本。例如，亚马逊 AWS 推出 Amazon EC2[2]拥有针对机器学习训练及图形工作负载的 GPU 实例，能够在云中提供安全、可控的计算能力。微软 Azure 注重边缘 AI 算力布局，Azure IoT Edge 等将 Azure 的计算、存储等能力引入 IoT 设备，能够在边缘侧运行机器学习算法。阿里云主推的 GPU 云服务器，能够提供 GPU 弹性计算服务，有效赋能科学计算、图形可视化、视频处理等多种应用场景。

英伟达通过打造“GPU+CUDA”一体化解决方案，构建软硬件一体化产品形态，成为 AI 云算力中的“新锐玩家”。英伟达依托其在 AI 芯片领域的雄厚实力，正在积极布局构建“GPU+CUDA[3]”一体化计算平台，能够支持现有大部分人工智能算法、开发框架和编程语言，为 AI 学习及训练提供一体化解决方案。2019 年 CUDA 下载次数超过 1300 万次，开发者数量超过 120 万，生态影响力持续扩大。

智能计算中心是为满足 AI 算力需求而演进形成的全新算力形态，通过运用 AI 最新理论技术及计算架构，为 AI 应用提供所需算力等多元化服务。智能计算中心以数据为资源，以融合架构计算系统为平台，依靠其强大算力驱动 AI 模型对数据进行深度加工，并通过云服务形式向企业及个人用户供给。2020 年 11 月，国家信息中心联合浪潮集团发布《智能计算中心规划建设指南》，指出“智能计算中心作

[2] Amazon Elastic Compute Cloud

[3] Compute Unified Device Architecture

为新型算力公共基础设施，符合中国当前社会经济发展阶段和转型需求，是促进 AI 产业化和产业 AI 化的重要引擎”，期望通过构建智能计算中心来承载 AI 技术创新，促进数据开放共享，加速智能生态建设，带动智能产业的聚合。

（四）开放平台呈现建设主体多元化

1、AI 开放平台发展情况

AI 开放平台是面向不同行业应用需求，有效整合数据、算法、算力等能力要素，提供智能化服务的重要载体。AI 开放平台的建设主体呈现多元化，可分为四类：一是政府 AI 开放平台，以培育集聚人工智能产业为目标，强调普惠性；二是企业 AI 开放平台，以提升企业 AI 核心技术竞争力、培育壮大 AI 产业生态为目标，强调工程性；三是行业组织 AI 开放平台，以加速 AI 基础技术创新与开源共享为目标，强调开放创新性；四是高校 AI 开放平台，以支撑 AI 科研项目、加速技术研究进程为目标，强调基础性、前沿性。

（1）政府 AI 开放平台

我国政府在人工智能产业发展中发挥出组织协调与资源汇聚作用，主导建设了一批 AI 开放平台，主要包括以下两大类。

一是政府支持并指导企业建设的 AI 开放平台。政府部门支持相关科技企业面向特定领域建设了一批 AI 开放平台，提供专业化 AI 服务，助力完善 AI 产业生态。例如，**国家发展和改革委**组织建设人工智能基础资源公共服务平台，云从科技承担建设运营，为企业和个人提供智能图像识别、人脸识别等基础技术服务，以及平安城市全程

封锁、辖区网格化管控、银行人证检验等 20 种应用服务。**科技部**有序推进国家新一代人工智能开放创新平台建设，组织国内 AI 领军企业结合各自优势领域承建，目前已批复 15 个创新平台的建设工作。**工信部**为加快完善 AI 技术产业体系，提升工业基础能力，提出建设面向人工智能操作系统领域的开源测评公共服务平台、面向人工智能领域的云边一体化人工智能算力资源开放与适配平台等 AI 开放平台。

二是政府与高校及科研机构合作建立的 AI 开放平台。针对中小企业、传统企业普遍面临的如 AI 技术研发能力弱、AI 应用水平不高、缺乏数据资源等问题，政府与科研院校合作建设了一批提供基础服务能力的 AI 平台，加速推进工业制造等垂直行业智能化发展。例如，中国信通院依托国家级人工智能关键技术和应用评测重点实验室，建立高性能计算机服务平台，开展技术成果转移转化，为企业提供产品开发、技术咨询、标准制定、评估评测等服务。华中科技大学无锡研究院牵头建设江苏省智能制造与机器人应用技术公共服务平台，利用 AI、工业互联网等技术，推进智能制造应用落地及智能化工厂建设。

（2）企业 AI 开放平台

企业主导推出的 AI 开放平台规模大、应用领域广、落地场景多，有力支撑 AI 生态体系建设。企业通过自建 AI 开放平台，开源开放底层技术及算法框架等方式，能够迅速聚拢上下游合作伙伴，汇聚广大开发者等人才资源，助力打造具备自主创新实力的生态体系。一方面通过打造自身产品，加速自有先进技术的应用落地，另一方面以广大开发者及开源社区为切入点，挖掘其背后蕴藏的丰富应用场景和商

业化价值，推动形成健康可持续的 AI 生态体系。

例如，**百度**大脑 AI 开放平台通过提供“云、边、软硬一体”的多种开放方式以及提供 228 项核心 AI 能力，降低 AI 应用门槛，帮助合作伙伴快速实现产业链上下游对接。百度大脑推出了国内首个专注于服务 AI 产业链的商业平台——百度 AI 市场，服务商可以在百度 AI 市场开设及管理属于自己的店铺并发布相关产品，有望实现供需精准对接、产品快速盈利。

华为以硬件产品为核心，提供面向“云、边、端”全场景，“硬件、芯片、IP、软硬件栈”全栈的解决方案，通过与合作伙伴共同开发等方式打造人工智能产业生态。华为人工智能基础软硬件平台分为 AI 基础硬件层、AI 基础软件层和 AI 开发服务层：在 AI 基础硬件层面，华为打造了基于达芬奇芯片架构的昇腾系列 IP 和芯片、Atlas 系列板卡、AI 服务器等智能计算硬件，覆盖云、边、端全场景；在 AI 基础软件层面，华为云能提供基础算子库、全场景 AI 计算框架 MindSpore 等服务；在 AI 开发服务层面，华为云 ModelArts 全流程模型能够实现算法训练的参数自动化选择和模型自动调优，让零 AI 基础的业务开发者快速完成模型的训练和部署。

（3）行业组织 AI 开放平台

行业组织 AI 开放平台通常以加速 AI 技术创新与分享为目标，具备开放创新性。例如，Acumos 平台由 IF 深度学习基金会所创建并运营，提供标准化、可免费获取的 AI 基础堆栈及组件，为希望使用 AI 技术的企业和个人提供了简单、便捷的技术工具。ACR AI-LAB 平台

由美国放射学会（ACR）创建并维护，专注于 AI 技术在医疗影像方面的应用，通过提供开源数据和算法，让放射科医生可以利用本院病人数据开发出所需的 AI 应用工具。我国的 OpenI 启智平台是由新一代人工智能产业技术创新战略联盟创建并运营，旨在促进 AI 技术开源开放与协同创新。

（4）高校 AI 开放平台

高校 AI 开放平台围绕 AI 基础技术创新，为推动 AI 基础理论研究与教育教学发挥了重要作用。例如，微软亚洲研究院联合北京大学、中科大等四所高校，联合建立的微软新一代人工智能开放科研教育平台，为高校内部提供 AI 创新和教育服务；清华大学发布 AI 使能平台“紫为云”，通过云、端本地化部署，将 AI 能力共享给伙伴高校，协助其构建满足各自需求的 AI 应用；上海交通大学牵头建立的人工智能研发与转化平台，承担起 AI 关键核心技术研发等基础性研究工作。

2、国内外 AI 开放平台建设主体对比

国外 AI 开放平台的发展主体多元化，而我国 AI 开放平台主要由科技企业推动构建。在我国，AI 开放平台以领军企业为绝对主导，源于企业自身强大的技术实力、成熟的商业运作模式以及在 AI 生态圈的持续积累。行业组织、高校是 AI 开放平台建设的重要力量，不过作用及影响力相对有限。政府根据区域人工智能产业发展需要也参与建设 AI 开放平台，但需要企业供给核心技术。在国外（以美国为例），领军企业、行业组织、高校均是很重要的建设运营主体，致力于持续性的技术创新，政府则较少直接参与 AI 开放平台建设。

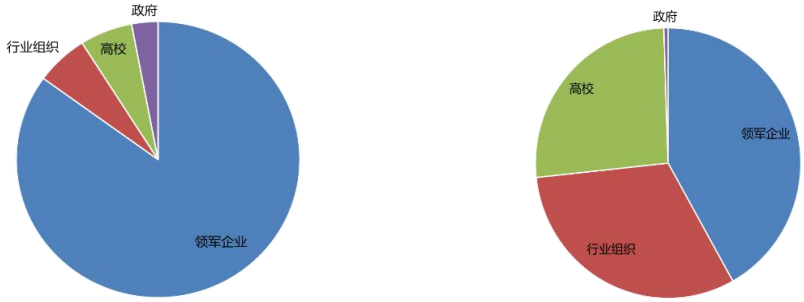

图 3.4　左为国内 AI 开放平台主体占比，右为国外（以美国为例）AI 开放平台主体占比（不完全统计）

3、AI 开放平台发展趋势

AI 开放平台发展趋势表现为“迎合 AI 市场需求，软硬适配性更为凸显”。AI 开放平台的发展驱动力与 AI 技术产品有着显著区别。AI 技术产品可以由供给侧驱动需求侧，科技巨头通过持续创新研发，推出性能更强的 AI 技术产品，不断推动需求侧应用创新与需求增加。而 AI 开放平台致力于协助产业主体以低成本、高效率开展 AI 创新应用，行业需求侧是驱动 AI 开放平台发展迭代的关键，供给侧需要整合平台所需的数据、算法、算力等要素，需求侧需要一定规模量级的主体依托平台资源开展应用创新试验。

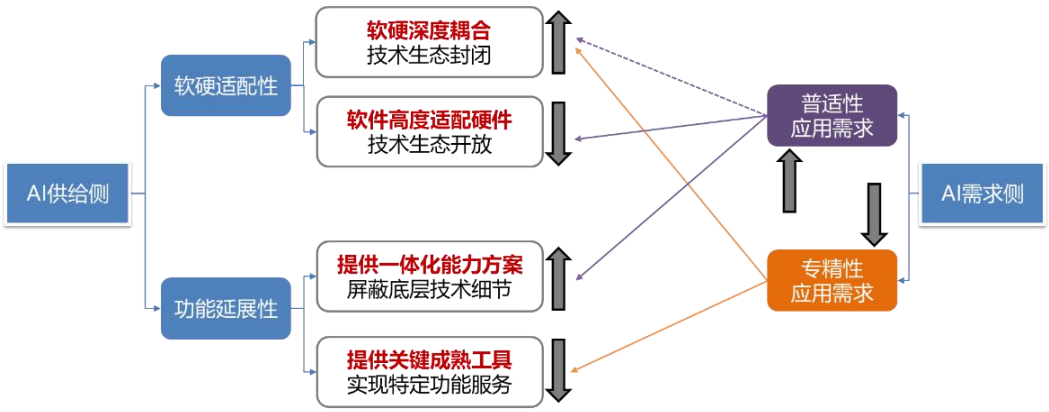

图 3.5　AI 开放平台发展趋势

从 AI 供给侧看，AI 开放平台迎合市场需求，领军企业、行业组

织等主体主导着 AI 开放平台技术趋势。其中，软硬适配性、功能延展性是核心着力点，软硬适配性包括软硬深度耦合和软件高度适配硬件两个方面，功能延展性主要指提供一体化能力方案和提供关键成熟工具。**从 AI 需求侧看**，AI 开放平台反映经济社会对 AI 的实际应用需求，且大中小各类主体有着不同的需求特点，包括普适性应用需求和专精性应用需求。**从供需对接来看**，对于不同用户的不同需求，AI 供给侧有着不同的能力搭配输出，软硬适配程度在 AI 开放平台供需对接中体现得更为显著。如**普适性应用需求**驱动着软件高度适配硬件以及一体化能力方案功能的供给搭配，聚焦技术生态的开放与底层技术细节的屏蔽；**专精性应用需求**则驱动着软硬深度耦合与关键成熟工具的供给搭配，关注封闭型的技术生态与特定功能服务的实现。

四、为人工智能基础设施发展营造良好环境

未来，AI 基础设施等新基建将从规划建设走向应用落地，为人民生产生活提供智能化普惠服务，为经济高质量发展注入新动能。在推进 AI 基础设施发展过程中，需要加强政策供给，优化投融资模式，探索融合应用路径，着力解决在数据资源、算法框架、算力资源、开放平台等建设中面临的问题，营造健康可持续的发展环境。

（一）人工智能基础设施发展面临的问题

在 AI 基础设施整体建设推进中面临的问题：一是政策供给方面，政府应为 AI 新基建发展提供哪些有利政策；**二是投融资方面**，如何调整投融资模式，以应对 AI 新基建投资规模大、投资收益不确定等风险；**三是融合应用路径方面**，如何使 AI 新基建更好地服务于制造、

医疗、农业等垂直领域。

在 AI 基础设施各核心内容发展中面临的问题。一是 AI 数据资源方面，目前仍存在数据集体量小、更新不及时、分类和检索功能不完善、访问和利用不便捷等问题；产业数据标准化及互联互通水平还有待提高；数据治理及知识产权保护还需加强。**二是 AI 算法框架方面**，我国在 AI 基础理论、核心算法框架等关键基础技术方面与国际领先水平存在差距，开源工具运用水平有待提升。**三是 AI 算力资源方面**，我国在 AI 芯片制造工艺、基础材料等环节仍需加强；在智能计算中心等新一代算力设施建设思路上有待明确。**四是 AI 开放平台方面**，我国 AI 开放平台的行业赋能潜力有待挖掘，相关标准规范亟需建立健全。

（二）加快构建人工智能基础设施的思考

针对 AI 新基建过程中面临的问题挑战，需统筹考虑、积极应对。

1、着力营造健康可持续的发展环境

第一，政府配套政策方面。坚持“政府引导、市场主导”总体思路，建议各级政府明确发展方向，加大财税优惠、财政支持力度，简化行政审批流程，为 AI 新基建构建良好发展环境。**一是强化政策规划引导作用**。制定中长期发展规划，明确 AI 新基建发展目标、具体任务等，确立一批重大工程项目；加强技术创新、应用培育、标准规范制定、信息安全保护等配套政策供给。**二是丰富财政及金融工具供给**。设立新型基础设施相关投资基金，发挥财政政策定向引导作用，吸引社会资本参与；鼓励金融机构通过多种方式支持 AI 新基建项目；引

导企业用好各项财政金融工具。**三是强化基础设施相关企业科研攻关责任。**支持基础设施相关企业在关键技术研发、重大工程建设等方面发挥引领作用；鼓励企业创新科研管理体制机制，增加研发投入比重，优化绩效考核方式，强化创新成果激励。

第二，投融资方式方面。AI 新基建具备投资规模大、持续性强等特点。据测算，预计到 2025 年，AI 芯片、服务器等 AI 基础层产业投资规模将超过 7500 亿元。面对如此大体量的投融资规模，应以市场为投资主体，创新投融资模式，综合运用各类投融资工具以匹配适应 AI 技术更迭快、持续引入增量资金的特点，避免造成过大的政府财政压力。一是运用好风险投资基金、私募股权基金、产业基金等权益型工具，同时配合传统的债务型、政策型金融工具，形成健康可持续的投融资体系。二是整个 AI 新基建项目的投融资应围绕 AI 技术创新演进而持续推进，在不同发展阶段应搭配使用不同的投融资工具组合（如图 4.1 所示）。



图 4.1　AI 新基建投融资模式

第三，融合应用路径方面。发展 AI 新基建的目的是赋能行业融合应用，推动行业智能化转型升级。**在智能制造领域，**着力强化 AI

技术与IT系统的集成嵌入、深度耦合；规范工业、制造业数据使用方式，制定并遵循相应数据标准；为工业领域打造AI专用平台，进一步提升制造业数字化、智能化水平，提升生产效率。**在智能医疗领域**，完善面向医疗领域的数据、算法、算力等资源能力，提升AI医疗技术水平；结合医疗产业结构特点，推动医疗信息系统与AI医疗服务平台协同发展建设；加快培育医疗领域大数据成熟完善。**在智能教育领域**，依托高校等科研机构提供的开放数据集、开源算法框架、开放平台等设施资源，鼓励教育界积极运用AI技术服务于教育教学，完善智能教育体系及解决方案；提高教育工作者对AI技术的掌握运用水平。**在智慧农业领域**，助力打造以农业大数据为资源，以农业AI云计算平台为核心的AI基础设施体系，服务农业精细化灌溉、智能化生产、高效率运输等，提升农业生产效率、农业资源利用效率、农产品流通效率和质量安全水平。

2、持续强化各项核心能力建设

作为AI新基建的核心内容，数据资源、算法框架、算力资源以及开放平台在发展中同样面临若干制约因素亟待突破。

AI数据资源方面，强化数据集开放共享以及安全高效利用。一方面，加强公共数据的开放共享及赋能水平。在保证数据安全的前提下，积极推进政府、高校等数据开放共享，创新数据使用模式，激发公共数据资源对AI企业创新发展的赋能潜力；鼓励具有数据资源和技术优势的企业将数据向社会共享；积极构建面向行业应用及算法训练的标准化数据集，将零散、海量的大数据资源转化为有效数据资源。

另一方面，强化开放数据集的合规体系建设以及知识产权保护。构建围绕数据采集、处理、更新、调用等各环节合规标准建设；建立数据资源清单管理机制，完善数据权属界定、开放共享、交易流通等标准和措施，持续探索数据相关立法保护，不断提升各行业数据治理能力，推动数据规范有序发展，优化法治化营商环境。

AI 算力资源方面，大力培育 AI 芯片产业，着力构建新一代智能计算中心。一是加快培育 AI 芯片产业生态。基于目前产业基础，鼓励并支持企业技术路线创新突破，推动芯片制造工艺、基础材料、关键电子元器件等芯片全产业链环节加快发展。**二是加快构建智能计算中心。**围绕京津冀、长江经济带、粤港澳大湾区等，结合各地自身产业实际及区域优势，协同开展 AI 基础设施建设，力争尽快实现 AI 新基建应用落地、赋能行业发展；构建完善的组织保障机制，设置专门机构负责智能计算中心的规划、建设、运营、管理等事务。

AI 算法框架方面，协同推进开源生态建设，加强专业人才培养。一方面，多措并举构建 AI 算法开源生态。加强人工智能相关理论、前沿技术和核心算法研究与投入力度，形成稳定的资金流、人才流；鼓励有技术实力的企业构建自主开源生态，重点在开源算法框架、数据库、操作系统等关键基础领域创新突破；鼓励我国高校、企业、行业组织等产业各方融入国际开源社区生态，提升参与度与影响力；配套建设开源风险监测、开源生态监测等平台，强化开源生态治理意识。**另一方面，加强 AI 专业人才的培养力度。**进一步完善 AI 人才培养体系，完善 AI 学科建设，强化 AI 专业人才就业保障；由企业主导加

大工程项目开发投入、着力培养高层次技术人才；引导全行业各领域积极运用 AI 技术，营造全社会智能化转型氛围环境。

AI 开放平台方面，强化协同布局、应用牵引、自主突破。建议顶层设计与试点示范相结合，处理好政府引导和市场创新的关系。**一是提升技术创新能力。**鼓励和支持科研机构、科技企业等构建 AI 平台技术创新体系，完善平台功能，提升支撑“智能＋”发展能力，充分释放平台行业赋能潜力。**二是强化需求导向。**地方政府、行业龙头企业应推动围绕重大应用部署所需基础性技术、软硬件支撑体系及产品应用的开发，在打造行业标杆与示范应用的进程中提炼出共性需求，继而搭建普惠 AI 开放平台，夯实 AI 公共服务能力。**三是强化统筹协调。**建议政府主动对接领军企业、科研院校等，有效整合人才、技术、资金等资源，结合本地技术、产业、市场优势，协同布局具有地域特色的 AI 开放平台。

附表：近年全球主要国家及地区人工智能基础设施相关战略文件

国家/地区	战略或规划	发布机构	发布时间
中国	新一代人工智能发展规划	国务院	2017 年 7 月
	促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018—2020 年）	工业和信息化部	2017 年 12 月
	关于促进人工智能和实体经济深度融合的指导意见	中央深改委审议通过	2019 年 3 月
美国	国家人工智能研发战略计划	美国白宫国家科学技术委员会	2019 年 6 月更新
	维持美国在人工智能领域领导地位的行政命令	美国白宫	2019 年 2 月
	关键和新兴技术国家战略	美国白宫	2020 年 10 月
欧盟	欧盟人工智能	欧盟委员会	2018 年 4 月
	欧洲人工智能白皮书	欧盟委员会	2020 年 2 月
英国	国家数据战略	英国数字、文化、媒体和体育部	2020 年 9 月
	产业战略：建设适应未来的英国	英国政府	2017 年 11 月
德国	联邦政府人工智能战略	德国经济事务部，研究部和劳动部	2018 年 11 月
日本	人工智能技术战略	日本人工智能技术战略委员会	2017 年 3 月
法国	人工智能：让法国成为领导者	法国政府	2018 年 3 月
俄罗斯	2030 年前俄罗斯国家人工智能发展战略	俄罗斯政府	2019 年 10 月
印度	国家人工智能战略（报告）	印度转型国家研究所（NITI Aayog）	2018 年 6 月
丹麦	丹麦人工智能国家战略	丹麦政府	2019 年 3 月
芬兰	芬兰的人工智能时代	芬兰经济事务和就业部	2017 年 10 月
瑞典	瑞典商业和社会中的人工智能	瑞典国家创新局	2018 年 5 月
挪威	人工智能战略	挪威政府	2020 年 1 月

中国通信学会

地址：北京市海淀区万寿路 27 号院 8 号楼

邮政编码：100840

联系电话：010-68203021、68203019

传真：010-68203004

网址：https://www.china-cic.cn/