

主要国家人工智能战略研究与启示^①

肖翔^{②*} 赵辉* 韩涛**

(* 中国科学技术信息研究所 北京 100038)

(** 中国科学院文献情报中心 北京 100190)

摘 要 人工智能(AI)在全球范围内的关注度日渐升高,发展速度迅猛,已经成为全球发达国家战略布局重点。美国、日本、欧盟、英国等发达国家陆续出台人工智能有关战略、政策和计划,来应对当前白热化的人工智能浪潮。本文梳理了美国、日本、欧盟、英国、中国发布的人工智能战略规划,分析其战略特点、资助方向、领域人才、机构设施四个方面,并结合我国人工智能发展现状,在推动我国人工智能战略实施方面提出了启示性建议,以期对我国人工智能科学健康发展有所助益。

关键词 人工智能(AI),战略规划,资助方向,人才,机构设施

0 引言

开展国际人工智能(artificial intelligence, AI)战略比较研究是国家战略规划、科技政策制定和调整的需要。随着经济与科技全球化的深入发展,人工智能技术的重要作用日益突出。2016 年是人工智能发展突飞猛进的一年,受到全球资本的青睐。智能化的需求牵引,使人工智能在城市、医疗、交通、物流、机器人、无人驾驶、手机、游戏、制造、社会、经济等发展中成为新技术、新目标,很多国家、城市和企业已进行 AI 布局^[1]。2017 年,人工智能将作为新一轮科技革命的重要引领,在推动经济繁荣、改善民生等方面具有重要战略意义。人工智能正迎来更多技术和产品创新,并带领我们步入人工智能赋能的新时代。人工智能强大的赋能性对国家、社会、经济具有重大影响。人工智能正引领新一轮信息技术的发展,推进各学科、行业升级以及推动战略性新兴产业发展,全面提升人们生产生活的能力和水平^[2]。美国、欧盟、日本、英国等国家高度重视、积极布局人工智能发展,通过各种方式支持领域技术

和行业应用的发展抢占制高点。

1 数据来源与方法

本研究采用文献调研、比较分析方法、科学计量分析、数据挖掘、定性分析等研究方法,以中国、美国、日本、欧盟、英国人工智能战略比较研究为出发点,以中国人工智能发展为基点,根据采集到的第一手数据,系统地比较分析了世界主要国家在人工智能战略特点、资助方向、领域人才和机构设施上的异同。在战略特点方面,梳理各国发布的人工智能战略发展报告,提炼各国人工智能战略布局进行比较分析;在资助方向方面,从各国政府官网上采集人工智能领域的项目信息和研发资助数据进行统计分析,主要有美国国家科学基金会(NSF),英国研究理事会(RCUK),欧盟欧洲研究委员会(ERC),日本科研补助金(KAKENHI),中国国家自然科学基金委员会(NSFC),比较各国资助方向和投入比例,洞悉人工智能领域研究热点;在人才分析方面,主要爬取领英(Linked In)大数据中的人工智能领域人才信息,分析人工智能领域专业技术人才现状;在机构设施

① 国家自然科学基金(71303223)资助项目。
② 男,1993 年生,硕士;研究方向:科技预测与科技评价;联系人,E-mail: xiaoxiang2015 @ istic. ac. cn
(收稿日期:2017-03-21)

方面,搜集统计各国人工智能研究机构、高校实验室,分析 2017 年 9 月基本科学指标(ESI)计算机学科机构排名,对比各国人工智能领域在基础设施方面上的差距。通过中国与各国人工智能战略的比较研究,以期为我国战略决策者提供具有翔实数据支撑的决策参考依据。

2 研究分析

2.1 战略计划比较分析

表 1 中梳理了各国近三年内发布或制定的人工智能相关的战略、规划、重大计划。

从时间角度可以看出,2016 年是人工智能发展非常关键的一年,美国白宫科技政策办公室在该年度发布了 3 份国家战略层面的报告^[3-5]。2016 年,日本和中国均是将人工智能纳入在一份综合型国家战略中,未形成一份单独的国家层面的战略报告,而

在 2017 年,中国发布《新一代人工智能发展规划》^[6],确定了人工智能三步走战略:总体水平同步、基础理论创新、世界领先水平;日本也在同一年发布《人工智能产业化路线图》^[7],计划分三个阶段推进利用人工智能大幅提高制造业、物流、医疗和护理行业效率的构想。

从战略内容方面可以看出,欧盟、日本、英国的部分人工智能战略主要以机器人研发为主,如英国的《机器人技术与人工智能》^[8]、欧盟《机器人研发计划》^[9]、日本《机器人新战略》^[10]等,说明欧日英三国非常重视人工智能领域机器人技术的发展布局。另一方面,对战略报告内容具体研读发现,美国、日本、英国非常重视人工智能国家战略顶层设计,美国制定了一套完善的人工智能实施组织体系,依次从总统办公室、科技政策办公室、五个委员会、两个分委会最后落实到人工智能任务组及各个任务组成员。英国人工智能战略的制定与实施主要由下

表 1 主要国家/组织近三年人工智能战略规划

国家/组织	战略名称	战略内容	发布机构	发布时间
中国	国务院关于积极推进“互联网 + ”行动的指导意见	提出人工智能作为重点布局的 11 个领域之一	国务院	2015 年 7 月
	国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要(草案)	提出重点突破新兴领域人工智能技术	国务院	2016 年 3 月
	“互联网 + ”人工智能三年行动实施方案	提出形成千亿级人工智能市场应用规模	发改委	2016 年 5 月
	政府工作报告	全面实施包括人工智能在内的战略性新兴产业发展规划	国务院	2017 年 3 月
	新一代人工智能发展规划	确定人工智能三步走战略:总体水平同步、基础理论创新、世界领先水平	国务院	2017 年 7 月
美国	《为人工智能的未来做好准备》	美国政府提议建立一个高级研究计划局,用于支撑高风险、高回报的人工智能研究及应用	白宫科技政策办公室	2016 年 10 月
	《国家人工智能研究与发展战略规划》	规划提出七大战略,如长期投资人工智能研发领域、开发人机协作的有效方法、理解和应对人工智能带来的伦理问题	白宫科技政策办公室	2016 年 10 月
	《人工智能、自动化与经济》	人工智能驱动的自动化对经济产生巨大影响,提出制定政策推动 AI 发展并释放企业和工人创造力	白宫科技政策办公室	2016 年 12 月
	《人工智能与国家安全》	AI 通过推动军事优势、信息优势和经济优势三个领域的变革来影响国家安全	情报高级研究计划局	2017 年 7 月

(续表 1)

英国	《RAS 2020 年国家发展战略》	建立 RAS 生态系统五个互相交织的战略线:RAS 协调、RAS 资产、RAS 集群、RAS 技能以及 RAS 竞赛	技术战略委员会	2014 年 7 月
	《机器人技术与人工智能》	规范机器人技术与人工智能系统的发展,如何应对发展带来的伦理道德、法律及社会问题	科学技术委员会	2016 年 10 月
	《人工智能对未来决策的机会和影响》	阐述了人工智能的未来发展对英国社会和政府的影响	科学办公室	2016 年 12 月
欧盟	《人脑计划》	希望借助信息与通讯技术(ICT),构建系统生成、分析、整合、模拟数据的研究平台,从而推动人脑科学研究加速发展	欧盟委员会	2013 年 10 月
	《机器人研发计划》	扩大机器人在工厂、空中、陆地、水下、农业、医疗、救援等行业的应用	欧盟委员会	2014 年 6 月
	《机器人技术路线报告》	提出系统开发、人机互动、机电一体化、知觉、导航、认知六个机器人技术集群	欧盟委员会	2016 年 1 月
日本	《机器人新战略》	机器人与 IT 技术、大数据、网络、人工智能等深度融合,建立世界机器人技术创新基地	经济产业省	2015 年 1 月
	《第五期科学技术基本计划》	推动网络安全、物联网构建、大数据解析、人工智能等服务平台建设和共性技术研发	文部科学省	2016 年 1 月
	《人工智能/大数据/物联网/网络安全综合项目》	以革命性人工智能技术为核心,融合大数据、物联网和网络安全领域开展研究	文部科学省	2016 年 5 月
	《人工智能产业化路线图》	计划分 3 个阶段推进利用人工智能大幅提高制造业、物流、医疗和护理行业效率的构想	学术振兴会	2017 年 3 月

议院的科学技术委员会和商业、创新技能部的科学技术办公室负责,包括人工智能的项目实施和经费投入。英国政府主要通过三个渠道来分配科研经费:英国研究理事会(UK Research Councils, RCUK)、高等教育拨款委员会(HEFCs)和政府各部门。其中,大部分的科研经费是由英国研究理事会和高等教育拨款委员会进行分配,这就是著名的“双重资助体系”(dual support system)。日本人工智能资助结构以内阁为首,文部科学省、经济产业省和总务省三部委协调进行,最终落实到 JST、JSPS、NEDO、AMED 四大科研资助机构,共同推进人工智能项目的实施落地。

2.2 资助方向比较分析

从美国 NSF^[11]、英国 RCUK^[12]、欧盟 ERC^[13]、日本 KAKENHI^[14]、中国 NSFC^[15] 五大项目数据库中检索人工智能项目,检索式为①英文数据库:“artificial intelligence” OR “Natural Language Process” OR “Machine Learning” OR “Deep Learning” OR “computer vision” OR “speech recognition”;②日文数据库:(artificial + intelligence) OR (Machine + Learning) OR (Deep + Learning) OR (computer + vision) OR (speech + recognition) OR (Natural + Language + Process);③中文数据库:(人工智能 OR 机器学习 OR 深度学习 OR 计算机视觉 OR 语音识别

OR 自然语言处理)。时间限定在 2015 年~2017 年。

美国 NSF 项目数据库中检索人工智能有关项目得到结果 1568 项,资助经费共 6.27 亿美元;资助方向主要有智能数据分析、知识发现方法、感知理论创新研究、AI 理论能力和局限性、广义人工智能研究、可扩展的类人神经元研究、硬件体系架构提升、人机协作研发、认知模型构建、智能感知系统、开发可视化人机交互界面、自然语言处理系统、情感计算模型、智能诊断助手、记忆辅助系统、可穿戴设备、人工智能芯片植入、数据隐私、伦理道德、法律责任和社会影响等问题。研究领域涉及计算机科学、认知科学、信息科学、法律道德、社会伦理、标准科学等。

英国 RCUK 项目数据库中人工智能项目共 448 项,资助经费共 2.20 亿英镑;资助方向为脑疾病诊断、缺陷诱导、伦理与法律约束、大规模概率数据库、情感主题生成、神经控制系统、飞行机器人、放射治疗、语义媒体、正则化方法、认知机器人、终生适应进化、编程代理、随机局部搜索算法、光网络资源管理、启发式设计、智能感知与健康检测、网络本体推理、对话系统、射频识别、入侵检测、癌症信息学、大规模优化、数据交换与知识发现、本体分解、约束编程、蛋白质组学、智能地图匹配、远程信息处理系统、稀疏表示、自适应动态预测、基因表达编程、无人驾驶、神经计算科学、自适应滤波、遗传编程、动态优化等。

欧盟 ERC 项目数据库中检索人工智能项目共 370 项,资助经费共 5.775 亿欧元;资助方向主要有机器学习、贝叶斯理论、5G 网络、无线传感网络、脑行为预测、智能控制、深层神经网络、量子决策、医学

影像、智能家居、糖尿病、量子神经网络、眼部疾病自动诊断、智能城市控制系统、形式独立语义学、生物膜、认知层析成像、离散优化、超声感知、脑瘫结构预测、FPGA 张量处理、自组织网络、自适应原型设计、虚拟商务、多模态神经成像、神经影像学、欺诈检测系统、智能肺癌检测、分布式算法等。

日本 KAKENHI 数据库中检索人工智能有关项目得到结果 253 项,资助经费共 36.18 亿日元;项目共包含关键词 546 个,总频次 1090。资助方向主要有机器学习、智能机器人、脑科学与神经科学、计算机视觉、语音识别、自然语言处理、强化学习、增强现实、遗传进化、可视化、癌症诊疗以及法律教育等。研究领域涉及计算机科学、智能科学、认知科学、医学、法律、量子力学、生物信息学等。

中国 NSFC 数据库中检索人工智能项目得到结果 601 项,资助经费共 2.77 亿人民币;资助方向主要有人工智能与知识工程、模式识别理论及应用、神经网络基础及应用、计算机图像与视频处理、生物信息计算、网络信息安全、医学图像及视频分析、机器学习与机器人技术、医学信息系统、远程医疗、智能交通工程等。研究领域涉及计算机科学、环境科学、信息科学、影像医学、中医诊断、生物工程、电气工程等。

从资助数据可以看出(见图 1),美国人工智能项目数遥遥领先于其他国家,足以证明人工智能在美国具有很高的研究热度,中国人工智能项目数排在第二,但相比于美国还有一定差距。对比资助经费可以发现,欧盟和美国投入巨大,均在 6 亿美元以

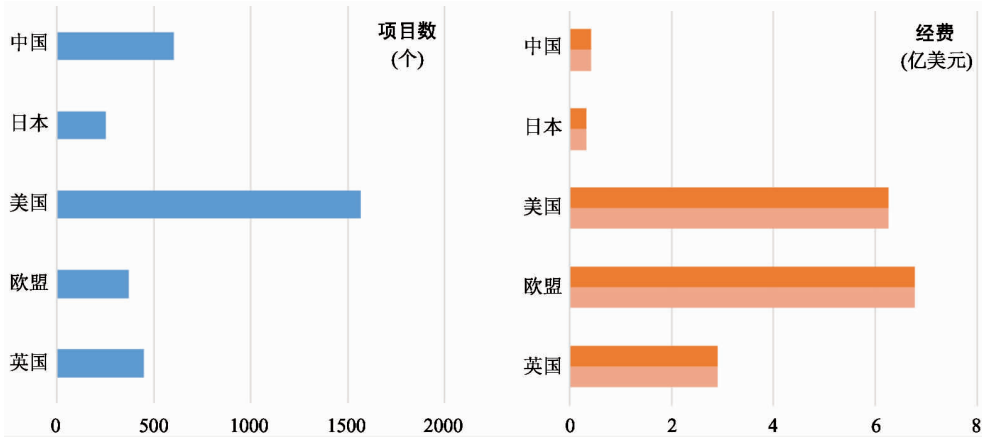


图 1 中美日欧英人工智能项目及资助经费

上,尤其是欧盟,项目平均经费达到 180 万美元以上。中国和日本在资助力度上显示出一定的短板,远远落后于前三位。在资助方向上,世界各国都围绕深度学习及神经网络基础理论、算法和应用进行展开,扩展到各个应用领域如医学、生物学、环境科学、经济学等,不同点在于欧美国家在发展人工智能基础前沿的同时,非常注重法律、道德和伦理对人工智能的约束问题。

2.3 领域人才比较分析

各国对人工智能领域的投入都在不断增大,越来越多的企业将人工智能纳入了核心发展战略之中,优秀的 AI 人才也成为了当下企业追逐的焦点。人才竞争成为人工智能领域竞争的重要组成部分,领英中国智库围绕全球人工智能领域人才现状开展研究。从领英大数据^[16]中收集人工智能领域专业技术人才数量见表2和图2,全球人才数量超

表 2 人工智能领域人才数量及流动统计

国家	人才数 (万+)	国家	华人占比 (%)	中国拥有海外工作经历的 AI 人才来源占比(%)	美国拥有海外工作经历的 AI 人才来源占比(%)
美国	85	新加坡	29.4	美国	43.9
印度	15	加拿大	10.2	印度	3.8
英国	14	澳大利亚	8.5	英国	15.3
加拿大	8	美国	7.9	加拿大	7.1
澳大利亚	5	德国	2.7	澳大利亚	7.7
中国	5	法国	2.6	中国	9.0
法国	5	英国	1.9	法国	10.4
德国	3	荷兰	1.9	德国	6.5
日本	1	俄罗斯	1	日本	5.3
全球				190 万+	



图 2 人工智能领域人才分布地图

过 190 万,其中美国人工智能专业技术人才总数超过 85 万,高居榜首。中国人工智能专业技术人才总数超过 5 万人,排在全球第 7 位。印度、英国、加拿大和澳大利亚分别位居 2~5 位。全球的华人 AI 技术人才占全球 AI 人才总数的 6.5% 左右。在全球 AI 领域领先国家中,华人 AI 技术人才占比最高的是新加坡(29.4%),加拿大(10.2%),澳大利亚(8.5%),美国(7.9%)和德国(2.7%)。

在人才流动方面,针对海外回流人才来源国进行分析,美国是人工智能领域人才回流第一大国,占比超过四成。美国作为人工智能领域发展的旗帜性国家,从工作条件和工作待遇等都是人才的理想工作地。中国和美国拥有海外工作经验的 AI 人才占本国 AI 人才比例为 9.0% 和 11.1%。中国 9.0% 的海外人才里面,43.9% 来自美国,15.3% 来自英国,10.4% 来自法国;美国 11.1% 的海外人才里面,

43.7% 来自印度,18.8% 来自中国,11.3% 来自英国。可以发现,美国、印度、英国、中国是主要的 AI 人才来源地。

2.4 机构设施比较分析

人工智能领域卓越的技术研发机构和认知学科的各类实验室为人工智能的发展奠定了雄厚的技术基础。搜集统计各国人工智能研究机构数量(见图 3),美国拥有 26 家人工智能研究机构,排名第一,包括卡内基梅隆大学、麻省理工学院、斯坦福大学、加州大学伯克利分校、谷歌、微软研究院、IBM 研究院等,科研实力最为强劲。中国的人工智能研究机构数量为 19,排名第二,主要包括以中科院、清华大学、北京大学、上海交大、复旦大学等实力雄厚的高等院校。英国、西班牙、澳大利亚等国家的主要人工智能研究机构见表 3。

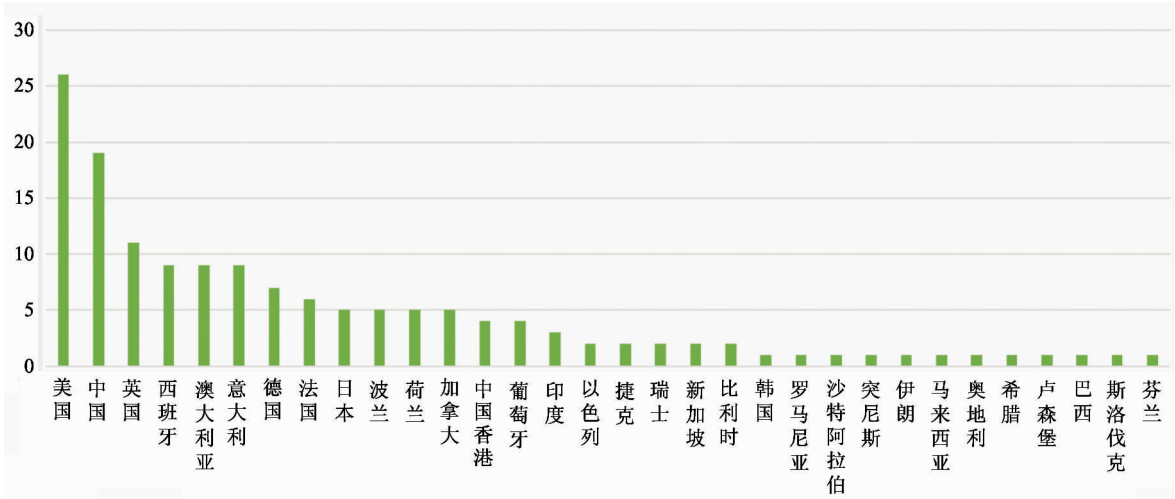


图 3 世界各国人工智能机构数量统计

表 3 各国主要人工智能机构统计

国家	主要机构
美国	卡内基梅隆大学、麻省理工学院、斯坦福大学、加州大学伯克利分校、谷歌、微软研究院、IBM 研究院等
中国	中科院、清华大学、北京大学、上海交大、复旦大学、百度、腾讯、阿里、华为等
英国	牛津大学、帝国理工学院、伦敦大学等
西班牙	格拉纳达大学、加泰罗尼亚理工大学等
澳大利亚	悉尼大学、新南威尔士大学等
意大利	罗马大学、国家研究委员会等
德国	慕尼黑工业大学、多特蒙德大学等
法国	国家信息自动化研究所、图卢兹信息技术研究所、巴黎大学等
日本	东京大学、日本理化学研究所等
加拿大	多伦多大学、阿尔伯塔大学等

从上述结果比较可以看出,我国人工智能研究机构 and 基础设施建设与美国相比处于落后的局势。2017 年 9 月 ESI 计算机学科排名前十的机构如表 4 所示,美国有 6 个、中国 1 个、新加坡 1 个、瑞士 1 个、法国 1 个,可见美国在人工智能领域的研究占全

球主导地位。前十个机构中国科学院的论文数和总被引频次均排名第三,而篇均被引频次中国科学院却排在了十个机构中的最后一名,说明我国在计算机领域中的研究水平与国际相比还存在较大差距。

表 4 2017 年 9 月 ESI 计算机学科排名前十的机构

机构名称	排名	论文数	总被引频次	篇均被引频次
美国加州大学系统	1	7880	109036	13.84
法国国家科学研究院	2	6927	48089	6.94
中国科学院	3	6464	43439	6.72
德克萨斯大学系统	4	3826	41701	10.87
美国麻省理工学院	5	2277	40379	17.73
哈佛大学	6	1378	37092	26.92
瑞士联邦技术研究院	7	2896	30361	10.48
加利福尼亚大学伯克利分校	8	1646	28700	17.44
斯坦福大学	9	2080	27345	13.15
新加坡南洋理工大学	10	2936	27188	9.26

3 思考与展望

美国、日本、英国在人工智能战略规划上比较注重人工智能国家战略顶层设计,这样有利于打破封闭的思维定式,解决规划布局各自为政的不利局面,发挥各组织部门的优势形成发展合力。我国人工智能战略规划较为注重时间布局,三阶段的目标要求非常清晰明了。我国战略规划优点突出的同时,建议加强战略的实施组织框架设计,加强科技部、教育部、工信部、基金委、标准委等各大部委联合实施和项目落地,加强中国科学院、中国工程院、高校等研究机构的联系与合作,共同推进人工智能战略研究的开展。

政府资助是目前我国科研经费的主要来源方式之一,对推动科技进步扮演着不可替代的角色。我国在人工智能领域的资助投入明显相对薄弱,无论是资助项目数、项目经费总额还是项目平均经费都落后于欧美发达国家。因此,我们需要针对我国人工智能发展的迫切需求和薄弱环节,如基础理论科

学以及法律道德伦理问题,加大资金支持力度,设立新一代人工智能规划下的重大科技项目,明确任务边界和研发重点,形成以新一代人工智能重大科技项目为核心、现有研发布局为支撑的人工智能项目群。

我国作为人工智能领域人才的主要来源地之一,优秀的人才资源下应当坚持培养和引进相结合。一方面应适当增加科研人员的研究报酬,另一方面改善科研人员的工作环境,将国际大企业的人才吸引过来。在世界一流大学和一流企业的建设方面我们无论从数量上还是质量上均存在一些差距,因此需要加强高校及企业人工智能实验室建设和人才团队培养,为科研产出提供平台基础和创新氛围。

参考文献

[1] 潘云鹤. 人工智能走向 2.0. *Engineering*, 2016, 2(4): 51-61

[2] 蔡自兴. 中国人工智能 40 年. *科技导报*, 2016, 34(15):12-32

[3] The White House. *The National Artificial Intelligence Re-*

search and Development Strategic plan. https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/national_ai_rd_strategic_plan.pdf; USA. gov, 2016

[4] The White House. Preparing for the future of artificial intelligence. <https://www.whitehouse.gov/blog/2016/06/27/how-prepare-future-artificial-intelligence>; USA. gov, 2016

[5] Felten E. White House Office of science and technology policy blog. <https://www.whitehouse.gov/blog/2016/05/03/preparing-future-artificial-intelligence>; USA. gov, 2016

[6] 国务院. 关于印发新一代人工智能发展规划的通知. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm; 中国政府网, 2017

[7] 王宗. 日本政府制定人工智能发展路线图分三阶段推进产业化. http://www.cnii.com.cn/wlkb/rmydb/content/2017-03/24/content_1835531.htm; 人民邮电报社, 2017

[8] House of Commons, Science and Technology Committee. Robotics and artificialintelligence. <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201617/cmselect/cmsctech/145/145.pdf>; Parliament. UK, 2016

[9] SPARC. Robotics 2020 multi-annual roadmap. <http://sparc-robotics.eu/wpcontent/uploads/2014/05/H2020-Robotics-Multi-Annual-Roadmap-ICT-2016.pdf>; euRobotics AISBL, 2015

[10] 王喜文. 日本发布《机器人新战略》. http://news.xinhuanet.com/info/2015-04/02/c_134118585.htm; 新华网, 2015

[11] National Science Funding. <https://www.nsf.gov/award-search/>; NSF, 2017

[12] Research Councils UK. <http://gtr.rcuk.ac.uk/>; Rcuk, 2017

[13] European Research Council. http://cordis.europa.eu/projects/home_en.html; Europa, 2017

[14] KAKENHI. <https://kaken.nii.ac.jp/index/>; Nii, 2017

[15] Natural Science Foundation of China. <https://isisn.nsf.gov.cn/egrantindex/funcindex/prjsearch-list>; 国家自然科学基金委员会, 2017

[16] LinkedIn. 全球 AI 领域人才报告. <https://business.linkedin.com/zh-cn/talent-solutions/c/17/07/AI-Report>; LinkedIn, 2017

Research and enlightenment of artificial intelligence strategies in major countries

Xiao Xiang*, Zhao Hui*, Han Tao**

(* Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

(** National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract

Artificial intelligence (AI) technology is developing rapidly, which has caught more and more people’s attention, and becomes strategic layout focus within global developed countries. Countries and organizations, such as the United States, European Union, Japan and United Kingdom, have released artificial intelligence strategy to cope with the third wave of artificial intelligence. Artificial intelligence strategy reports of five countries are summarized systematically, which analyzes the features of strategies, the funding direction, the talents of this field and infrastructures. Then combining with the development status of China’s artificial intelligence, some enlightening suggestions are put forward in terms of artificial intelligence strategies, which hopes that these suggestions will help the development of China’s artificial intelligence field.

Key words: artificial intelligence (AI), national strategy, funding direction, talents, infrastructure