CAICT 中国信通院

人工智能与经济社会研究中心
Research Center of AI Economy and Society

全球自动驾驶战略与政策观察

（2020）

中国信息通信研究院政策与经济研究所
人工智能与经济社会研究中心

2020年12月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院和人工智能与经济社会研究中心，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：中国信息通信研究院和人工智能与经济社会研究中心”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

前　言

当前，自动驾驶已进入发展关键期，道路测试稳步推进，商业化探索成效显著，产业发展对政策、法规的供给，金融、保险的保障能力，消费者教育与用户习惯培养等方面提出了更高要求。自动驾驶在提升交通安全性、提供全新的驾乘体验、增强社会运转效率等方面具有重大潜力，不仅能带来包括拯救生命在内的巨大社会效益，还具备重塑汽车产业格局的强大力量。

自动驾驶的产业化进程全球同步，各国在促进自动驾驶发展的政策出台、法规制定、环境构建、生态培育等方面积极开展布局行动，形成各具特色的自动驾驶发展路线图。为此，中国信息通信研究院政策与经济研究所车联网团队通过跟踪全球自动驾驶政策与法规动态，及时掌握自动驾驶全球进展，系统研究了政策法规对促进自动驾驶发展的积极作用，形成本报告。主要内容包括：概述了自动驾驶商业探索进展及对政策法规需求；梳理并总结全球重点国家的自动驾驶政策法规动态及自动驾驶国际组织进展；梳理我国的自动驾驶政策文件，总结了自动驾驶五大发展区进展；探讨并分析了现阶段自动驾驶发展面临的主要问题以及需要采取的行动措施。

期待本报告能够为社会各界提供参考，不妥之处还请指正。

目 录

一、全球自动驾驶迈入商用探索新阶段.....1
（一）自动驾驶具备重大的社会经济价值.....1
（二）自动驾驶商业探索迈入新阶段.....2
（三）政策法规为自动驾驶“保驾护航”.....4
二、主要国家的自动驾驶战略与政策分析.....6
（一）美国加快打造自动驾驶的政策与法规高地.....7
（二）欧盟以战略规划引导各国协同推进自动驾驶.....12
（三）英国以政策法规推动自动驾驶创新与商用.....14
（四）日本以“奥运会”为契机，加速自动驾驶商用.....15
（五）韩国力争率先实现自动驾驶商用化.....16
（六）国际组织积极推进自动驾驶领域的标准制定.....17
三、中国稳步推动自动驾驶创新进展.....19
（一）国家加强顶层设计，促进跨部门协同推进.....19
（二）地方强化政策供给，推动跨区域协调发展.....21
（三）企业加强合作共赢，共同打造创新发展格局.....26
（四）加强国际交流合作，主动融入全球生态圈.....28
四、全球自动驾驶面临的新挑战与新思考.....30
（一）现阶段，自动驾驶发展仍面临诸多挑战.....31
（二）面向未来，需加快行动促进自动驾驶进步.....33

图 目 录

图 1　自动驾驶的社会效益.....2
图 2　Robo-taxi 业务概况.....3
图 3　美国各州的立法与行政命令发布概况.....11
图 4　欧盟的网联与自动驾驶推进路线图.....12
图 5　Apollo 智能交通架构图.....27

CAICT 中国信通院

表 目 录

表 1　美国交通部发布的自动驾驶政策 8
表 2　SAE J3016(TM)任务分工明细 17

CAICT 中国信通院

全球新一轮科技革命和产业变革的加速演进，人工智能、5G 等新一代信息技术的日新月异，正驱动全球汽车产业向电动化、智能化与网联化发展方向转型升级。自动驾驶是汽车发展的必然趋势，全球主要国家纷纷开启战略布局，加快推动自动驾驶汽车的创新发展。发展自动驾驶，有助于掌控前沿技术成为新一轮科技革命和产业变革的引领者；有助于为社会发展提供一种新的服务模式和生活方式；有助于带动涉及车辆、道路运输等相关领域的快速发展。当前，全球自动驾驶产业进入发展的快车道，技术创新日益活跃，产业规模不断壮大，商用探索迈入新阶段。

一、全球自动驾驶迈入商用探索新阶段

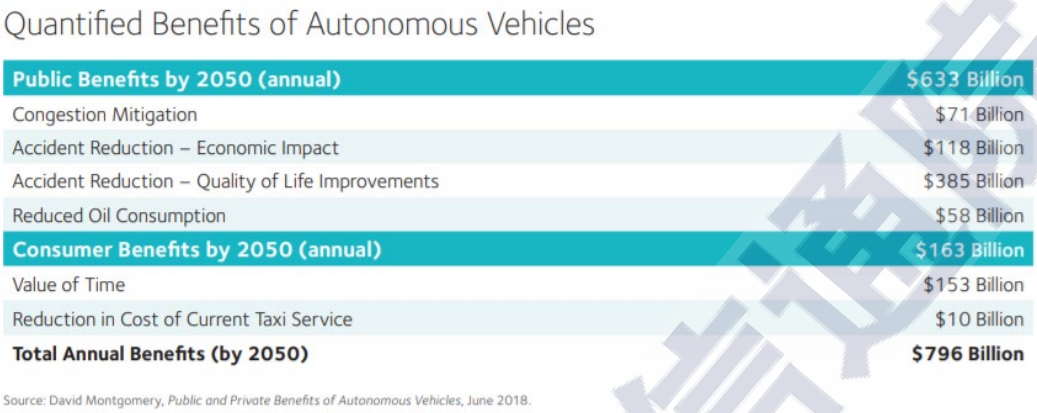
当今世界正经历百年未有之大变局并叠加全球大疫情的冲击，促使全球进入动荡变革调整期，人们对无接触的生产生活方式提出了更多的需求，这对自动驾驶既是机遇也是挑战。低速无人驾驶配送、消杀等无接触式自动驾驶机器人服务成为此次疫情爆发期的亮点应用，助推了自动驾驶商用的加快落地。

（一）自动驾驶具备重大的社会经济价值

自动驾驶对经济社会带来广泛影响。自动驾驶具有显著的“催化创新”特征，其在规模化部署后将会显著提升道路交通的安全性，提高交通的运输效率，减轻碳排放以及节约能源等方面展现出巨大的社会效益和经济效益。据美国未来能源安全的一份研究报告预计[1]，到

[1] https://avworkforce.secureenergy.org/

2050 年，预计自动驾驶将为美国创造大约在 3.2-6.3 万亿美元的经济效益，其中社会福利和消费者福利预计将接近 8000 亿美元，如图 1 所示。



Quantified Benefits of Autonomous Vehicles

Public Benefits by 2050 (annual)	**$633 Billion**
Congestion Mitigation	$71 Billion
Accident Reduction – Economic Impact	$118 Billion
Accident Reduction – Quality of Life Improvements	$385 Billion
Reduced Oil Consumption	$58 Billion
Consumer Benefits by 2050 (annual)	**$163 Billion**
Value of Time	$153 Billion
Reduction in Cost of Current Taxi Service	$10 Billion
Total Annual Benefits (by 2050)	**$796 Billion**

Source: David Montgomery, *Public and Private Benefits of Autonomous Vehicles*, June 2018.

数据来源：《America’s Workforce and the Self-Driving Future》

图 1　自动驾驶的社会效益

自动驾驶对产业链的带动作用十分明显。自动驾驶在重构并拓展汽车产业链的同时，其带动能力也非常凸显，一方面提升配套产品的软硬件能力，促进诸如毫米波雷达、超声波雷达、摄像头等硬件的性能大幅提升；另一方面拓展汽车产业的后市场能力，满足人们的多元化需求，将汽车从出行工具变成移动服务终端。此外，自动驾驶还对交通出行、信息服务等领域产生联动效应，促进新模式、新业态、新经济等新型消费的发展。

（二）自动驾驶商业探索迈入新阶段

美国 DARPA 无人驾驶挑战赛点燃了自动驾驶商业化的火种，而 Google 在赛后组建的自动驾驶汽车研发团队，更是拉开了自动驾驶的技术研发、道路测试和商业应用序幕。近年来，随着技术创新的不断突破、产业环境的不断完善，自动驾驶已从技术研发与公开道路测

试迈入到区域商用探索的发展期。当前，自动驾驶的道路测试与商用探索进展迅速，部分场景下已经开展应用探索：

Robo-taxi 载客运营探索进入快车道。美国、中国、日本、欧盟等国家和地区都在积极开展无人驾驶出租车业务探索。2018 年，Waymo 率先在亚利桑那州向其早期用户免费开放此项服务，2020 年 10 月， Waymo One 在凤凰城首次向公众开放的无人驾驶出租车业务。另外，Cruise、Pony.ai、AutoX 等企业也已获得加州无人驾驶服务许可。中国的百度、滴滴、文远粤行、AutoX 等公司也加快自动驾驶出租车的载客商业探索速度，在广州、长沙、上海、武汉、沧州、北京等城市的特定区域开展 Robo-taxi 业务，具体信息如图 2 所示。

企业	启动时间	运营区域	呼叫方式
Waymo	2019.7	加州	Waymo APP
	2018.12	凤凰城	Waymo One APP
Cruise	2017	加州、亚利桑那州	Cruise Anywhere APP
Lyft	2018.5	拉斯维加斯	Lyft APP
Pony.ai	2019.1	加州	PonyPilot APP
百度	2019.9	北京、长沙、沧州等	百度地图/百度APP
滴滴	2019.8	上海	滴滴APP
文远粤行	2019.11	广州	WeRide Go APP
小马智行	2018.12	广州	微信小程序
AutoX	2020.4	上海、武汉	高德地图APP

数据来源：《自动驾驶应用场景与商业化路径系列研究报告》

图 2　Robo-taxi 业务概况

低速无人递送业务已经在部分区域上岗运行。2020 年 2 月 6 日，美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）批准 Nuro 率先部署没有侧视镜和方向盘等操作控制的无人送货车，并要求该公司在 2 年内的部署规模不超过 5000 台。NHTSA 的这一举动，无疑是低速自动驾驶终端配送的强烈催化剂。中国也在部分区域内积极探索小型无人配送车的示范运营，如美团在顺义的 15 个社区及周边路线部署了多辆配送

车已持续运行了 300 多天；阿里在浙江大学紫金港校区、天津大学、南开大学以及四川大学等多地部署“小蛮驴”无人配送车开展业务探索；此外，新石器、智行者、白犀牛、京东、苏宁等电商及物流企业也在积极探索开展业务。

点对点无人接驳业务持续开展试点运行。英国的 RDM 集团旗下的自动驾驶子公司 Aurrigo 研发的自动驾驶接驳车已经在英国的米尔顿凯恩斯小镇进行测试运行，还在英国希思罗机场 5 号航站楼开展行李箱自动运转的相关测试。德国的博世（Robert Bosch）、大陆集团（Continental）以及采埃孚（ZF Friedrichshafen）等也在开展城市接驳车测试或试点，解决城市的“第一英里或最后一英里”问题。

封闭园区的自动驾驶已经开始规模化部署。2019 年 12 月，驭势科技在香港国际机场启用无人物流车为旅客提供行李运输服务，此外，该公司还在广州白云机场、海口美兰机场、北京大兴机场等多个机场开展自动驾驶接驳试运营。西井科技联合振华重工在深圳盐田、泰国、瑞典等提供自动驾驶电动集装箱货车的运营；主线科技、图森未来等也在上海洋山港开展了自动驾驶运输试点示范运营[2]。

（三）政策法规为自动驾驶“保驾护航”

当前，自动驾驶处于大规模商用的初级阶段，政策的支持与引导、法律法规的创新与适用对加速自动驾驶技术演进、推动产业快速发展起到至关重要的作用。

[2] 《自动驾驶应用场景与商业化路径（2020）》，中国电动汽车百人会.

1.政策支持并引导自动驾驶创新发展

监管与产业政策促进自动驾驶的跨行业跨部门合作。自动驾驶研发与应用涉及汽车、信息通信、交通运输等诸多领域，突破了现有政策法规框架下的产品管理、监管与应用体系的管理范畴，需要强化跨领域的协同以解决阻碍创新发展中的障碍。如美国交通部从 2016 年起，就一直在现有法律框架下动态调整其监管政策，试图为自动驾驶的创新发展消除监管障碍。

试点示范应用促进自动驾驶产业的协同发展。世界各国的《道路交通法》均以人类驾驶员为驾驶责任主体，大规模的自动驾驶上路行驶会带来复杂的交通安全等社会问题。在自动驾驶发展的初期阶段，通过部署试点示范项目，能够实现在可控范围内促进产业链创新、完成自动驾驶的技术验证、功能测试、性能检测等任务，并将自动驾驶安全可靠地引入交通系统中。

统一术语和标准营造健康的产业发展秩序。美国交通部 2016 年发布的《Federal Automated Vehicles Policy: Accelerating the Next Revolution In Roadway Safety》(简称《AV 1.0》)中明确“NHTSA 要求汽车制造商和各实体根据 SAE J3016 规定对各自的高度自动驾驶汽车系统进行分类”；2017 年发布的《AUTOMATED DRIVING SYSTEMS: A Vision for Safety》（简称《AV 2.0》）中再次重申“为保持术语的一致性，NHTSA 采用美国汽车工程师学会（SAE）关于自动驾驶的国际标准和其他适用术语”，这一举措结束了美国产业界对于自动驾驶功能级别界定的混乱状态，统一规范自动驾驶功能，也促

使全球的自动驾驶产业界一致性地采用 SAE 标准。

2.法律法规创新为自动驾驶提供保障

自动驾驶融入社会交通是一项复杂系统工程，其研发、制造与产品形态已经超出当前产品监管体系的管理范畴，其社会复杂性与创新程度超出现有的法规范畴，需要及时创新并健全法律法规体系以适应技术、产业、应用的发展要求。此外，自动驾驶的法律法规体系建设是一个漫长的过程，不能一蹴而就，要通过相关产品与人类社会的生产生活度过磨合融入阶段后，经过不断地发现问题、解决问题，才能形成完备的自动驾驶政策法规体系，形成适应自动驾驶技术要求的产业与应用环境。

自动驾驶的安全责任主体从驾驶员为主要责任者转换至涉及系统供应商、设备制造商乃至零部件供应商等多维度责任主体，需要交通、车辆管理部门与产业界共同合作，解决驾驶主体责任明晰的问题；需要对现有道路交通、驾驶员管理的法律法规进行创新性调整，以解决自动驾驶的合法身份；需要对法律法规进行数字化与信息化解释，以便构建统一的自动驾驶运行基础法规；需要制定适合自动驾驶运行的安全保障法律体系等。

二、主要国家的自动驾驶战略与政策分析

全球主要国家均高度重视自动驾驶对科技创新、产业繁荣、经济发展、社会进步的推动作用，纷纷将其上升到国家战略高度。近年来，各国通过出台政策、法规等举措，积极构建促进自动驾驶健康发展的

产业与社会环境。

从国家战略层面，自动驾驶被看作是抢占科技创新和汽车产业国际竞争的制高点，全球的汽车产业大国均高度重视这一领域政策的规划和引导，如美国、英国、德国、日本和韩国等国家均有明确的发展路线图和目标。**从国家监管层面**，各国交通部都积极发布监管政策，通过创新监管措施并提供最新的监管理念，试图消除当前的政策法规中对自动驾驶创新和产业发展的障碍，以加快自动驾驶路测和试商用的探索进程。**从立法层面看**，德国、日本、韩国等均是在已有的《道路交通法》上进行条款的修订，而美国试图为自动驾驶开辟新的立法，虽然没有取得实际成效，但是其积极的意义还是十分重大的。

（一）美国加快打造自动驾驶的政策与法规高地

美国各级政府在推动自动驾驶研发与商业化的过程中其积极行动，取得了良好成效。据美国前交通部部长 Anthony Foxx 表示：“在自动驾驶方面，联邦政府每年拨款大概 450 亿美元基金供应给各州使用，具体决策由各州自行决定。”

美国从**联邦政府和州政府**两个层面来推动自动驾驶创新发展。前者以美国交通部为主导，从机动车监管（解释权、豁免权、意见征求法规制定、缺陷的执行权力等）的角度制定相关政策，试图为自动驾驶系统的应用消除监管障碍；后者从驾驶员管理与车辆使用（车辆许可和登记、交通法规和执法、机动车辆保险和责任管理等）的角度出发，为自动驾驶测试与应用提供政策和法律依据。

1.美国交通部的创新监管政策

从 2016 年以来，美国交通部基本上每年都发布一版自动驾驶政策，政策对汽车制造商和其他机构提供具备指导意义的前期规章制度框架和最佳范例，以便在自动驾驶的安全设计、开发、测试和应用等各个环节提供指导意见（具体如表 1 所示）。这些政策是作为指南而非规章制度提供给利益攸关方，且每一年的政策文件均会吸收 NHTSA、车辆厂商、供应商、消费者等的建议，并反应出科技创新不断更新变化的情况。

表 1 美国交通部发布的自动驾驶政策[3]

时间	文件名称	发布单位
2016 年 09 月	《Federal Automated Vehicles Policy: Accelerating the Next RevolutionIn Roadway Safety》	DOT NHTSA
2017 年 11 月	《UTOMATED DRIVING SYSTEMS 2.0: A Vision for Safety》	DOT NHTSA
2018 年 10 月	《Automated Vehicle 3.0:PREPARING FOR THE FUTURE OF TRANSPORTATION》	DOT
2020 年 01 月	《Automated Vehicles 4.0 ： Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies》	NSTC DOT

美国交通部通过连续发布政策文件阐明其在消除自动驾驶监管障碍、推动监管创新以适应技术产品方面的态度和做法。具体包括：明确在现有监管框架下，联邦和州政府在自动驾驶发展初期的监管职责；鼓励使用 5.9GHz 的车联网技术；更新《统一交通控制设施手册》；鼓励将自动驾驶技术不仅集成到乘用车，还要扩展到所有交通方式；建议自动驾驶系统的制造商和开发商自愿发布并公开安全自我评估

[3] DOT：United States Department of Transportation；美国交通部.
NHTSA：National Highway Traffic Safety Administration；美国国家道路交通安全管理局.
NSTC：National Science and Technology Council；国家科技中心.

来代替监管；等具体行动。

此外，**美国交通部提出了自动驾驶六项基本原则:**

一是将安全作为首要考虑因素，努力解决自动驾驶带来的潜在安全风险并提高其拯救生命的潜力。

二是政府保持技术中立的政策，以促使竞争与创新成为实现安全、机动性和经济目标的途径。

三是使规则现代化，包括是现有规则的现代化和去除阻碍自动驾驶发展的过失的规则，以及支持自愿的、基于一致同意的技术标准和统一的术语等。

四是鼓励始终如一的监管和运行环境，便于自动驾驶在全国范围内的顺畅运行以及整合进整个交通运输系统。

五是为自动驾驶构建积极的发展环境，交通部将会提供指南，最佳实践，示范项目以及其他支持；鼓励使用车联网技术，但是并不会要求必须用于自动驾驶领域。

六是保护并提升美国人所青睐的自由，尊重公民在开放道路上的驾车自由以及消费者自由选择满足出行需求的能力，拓展美国老年人和残障人士实现安全和独立出行的途径。

最新的《AV 4.0》还详细列举了美国在促进自动驾驶创新具备的基础、38 个政府部门在自动驾驶领域所做的投资以及与自动驾驶相关领域的主管部门的职责、联邦政府的创新资源等；为自动驾驶创新者提供一个理想的开发和集成环境，同时优先考虑安全、安保和隐私；促进有效的市场；促进全国范围内的协调研究工作等。

2.美国国会曾经的立法之举

联邦政府曾希望推出统一的立法，一方面为自动驾驶上路的合法性提供保障，另一方面结束各州立法碎片化、不统一的局面，消除各州法律之间相违背的条款，并以此为基础形成创新的政策和监管体系，出台全球第一部自动驾驶立法。

国会的自动驾驶立法行动以失败告终，虽然未形成统一的自动驾驶法律，但是 H. R. 3388 和 S. 1885 还是为全球开展自动驾驶立法活动提供了宝贵的借鉴经验。

2017 年的第 115 届国会期间，众议院以口头表决方式通过了 H.R.3388（SELF DRIVE ACT）自动驾驶法案，参议院商业、科学和运输委员会报告了 S.1885（即 AV START）提案，但一些参议员对该议案提出的对州法律的优先权和免除某些联邦机动车辆安全标准后带来大量自动驾驶汽车上路的担忧后，S.1885 提案没有在 2018 年 12 月休会前进行表决。

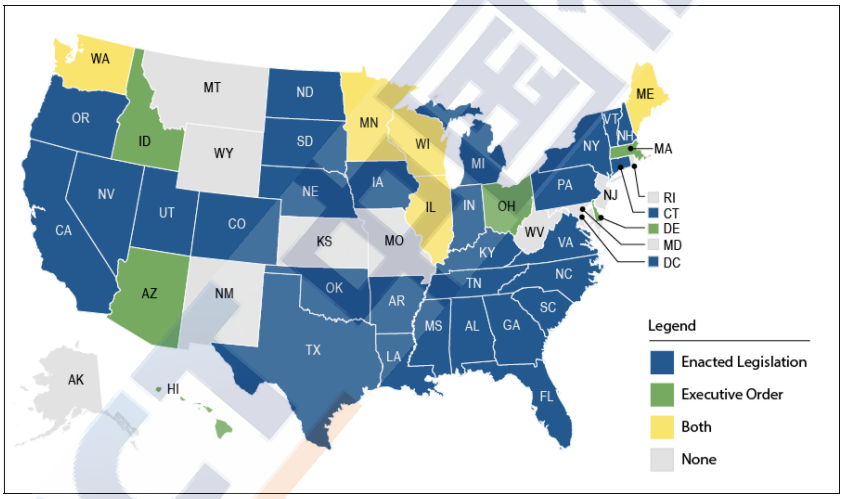
在第 116 届国期间，议员们虽然对自动驾驶的立法兴趣依然浓厚，但没有提出类似的全面立法提案。两个法案的重点关注了以下几点：确保联邦法律的优先权、扩大 NHTSA 的豁免权、要求 NHTSA 发布新的安全规定、提升网络安全、加强隐私保护规定、成立研究和咨询小组等方面。

3.美国各州政府的积极行动

随着内华达州在 2011 年率先允许自动驾驶在公共道路上测试运行，美国许多州开启了自动驾驶相关的立法活动。加州是自动驾驶最

活跃的州，从加州车辆管理局发布的 2019 路测报告来看，在目前“配备安全员”的情况下，有 64 家公司在公共道路进行自动驾驶测试，且仅有 Waymo 可以在“不配备安全员”的情况下测试“全无人”自动驾驶。截至 2020 年 10 月，Nuro、AutoX 以及 Zoox 也加入被允许开展无人驾驶测试的企业名单中。

根据国家立法机构会议（NCSL）的统计，截至 2020 年 2 月，美国至少有 41 个州和哥伦比亚特区审议了与自动驾驶汽车相关的立法，其中，29 个州和哥伦比亚特区颁布了立法，11 个州的颁布了州长行政命令，5 个州同时颁布了行政命令和立法。具体如图 3 所示。



数据来源：Congressional Research Service[4]

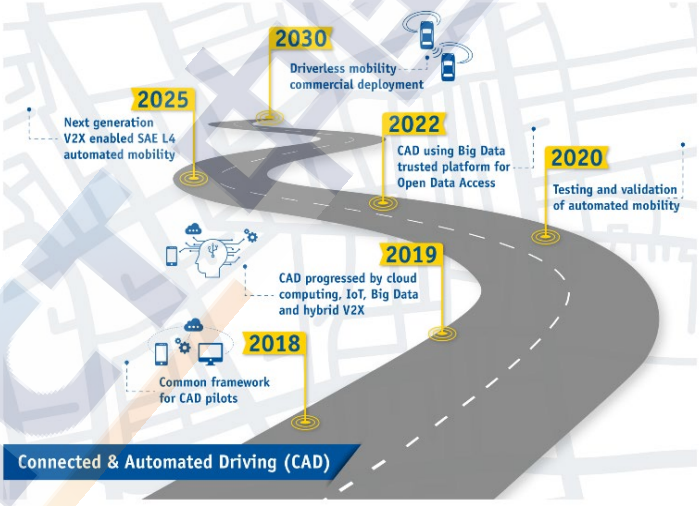
图 3　美国各州的立法与行政命令发布概况

此外，美国在市政府层面也有与自动驾驶相关的立法监管。通常情况下，而市政府负责道路交通规则以及一些地方性规则的制订，例如行人规则、交通指示灯规则等，以及一些特别的比如涉及自行车车道以及与残疾人有关的规则。

[4] https://crsreports.congress.gov,R 45985

（二）欧盟以战略规划引导各国协同推进自动驾驶

欧盟从 2015 年开始就不断地完善调整自动驾驶与网联汽车的战略规划，先后通过举办 4 届高水平的网联与自动驾驶会议不断完善路线图计划。2018 年 5 月，欧盟委员会发布了《通往自动化出行之路：欧盟未来出行战略》，提出 2030 年步入完全自动驾驶社会的远景目标。该战略认为自动驾驶是欧洲的新机遇，当自动驾驶的部署完全融入到整个运输系统中后，将为实现 2050 年“零愿景”（即到 2050 年 10，在欧洲道路交通事故死伤人数为零）做出重大贡献。为此欧盟希望成员国、私营企业、区域和地方当局必须共同努力，实现互联和自动驾驶的共同愿景。图 4 是欧盟的自动驾驶商用推进时刻表。



来源：ERTICO’s roadmap for 2030

图 4 欧盟的网联与自动驾驶推进路线图

欧盟认为，当下的自动驾驶还没有做好在没有人监督情况下运行的准备。为了确保车辆完全能够感知环境、理解环境并像人类驾驶员一样采取正确的行动，仍有许多技术挑战需要解决。当前，欧洲允许在开放道路测试自动驾驶的国家有奥地利、比利时、德国、荷兰、西

班牙、瑞典。

德国以车企和零部件厂商为主导，采取稳扎稳打的模式推进自动驾驶。2016 年 3 月，联合国修订并生效了《维也纳道路交通公约》对第八条的补充，允许“自动驾驶系统在符合要求且驾驶人能随时接管车辆的情况下控制车辆行驶”，德国车企才开展本土化测试。2017 年 6 月，德国率先修订《道路交通法修订案》，允许自动驾驶系统在特定条件下代替人类驾驶汽车，开放了 A9 高速公路的部分路段进行道路测试，并与法国一起开展跨境测试。此外，德国还发布第一部针对自动驾驶的伦理准则《自动化和网联化车辆交通伦理准则》，明确了自动驾驶系统要永远保证比人类驾驶员造成事故少、人类的安全必须始终优先于动物或其他财产等 20 条准则，为自动驾驶系统设计、伦理道德研究提供有力的支撑。

法国通过全面的立法框架助力自动驾驶发展。2019 年 2 月，法国总统马克龙在国际汽车制造商组织（International Organization of Motor Vehicle Manufacturers）的一次演讲中重申，法国计划在 2021 年之前启动基于自动驾驶的交通服务运营，法国议会于 2019 年 5 月和 11 月通过了两项法律，以帮助实现这一目标[5]。早在 2014 年法国就公布了自动驾驶汽车路线图，政府投资 1 亿欧元在接下来的三年内开展自动驾驶汽车测试。2016 年 8 月，法国通过了允许自动驾驶汽车道路测试的法令，但对测试路段和测试等级有明确要求。2018 年，法国将自动驾驶后纳入“人工智能发展计划”和“促进增长和企业变革

[5] 毕马威《2020 Autonomous Vehicles Readiness Index》.

行动方案”中，全面推动自动驾驶技术的发展。

（三）英国以政策法规推动自动驾驶创新与商用

以战略目标为导向，积极布局自动驾驶的发展路线图。2019 年，交通部发布《移动未来：城市战略》，提出预计到 2035 年英国智能网联汽车和自动驾驶汽车出口将达 150 亿英镑（约合 199 亿美元），因此要加大实验力度、鼓励数据分享和利用，打造英国在零排放汽车、车联网、自动驾驶汽车等领域的创新优势[6]。2020 年 10 月，Zenzic 发布了更新版的《2030 年英国互联与自动驾驶移动路图》（《UK Connected and Automated Mobility Roadmap to 2030: CAM Creators Update》），此次版本更新是路线图演进的下一阶段，确认了自 2019 年 9 月第一版路线图以来的进展和全球自动驾驶的变化。

强化试点示范作用，明确保险责任，推动英国的自动驾驶创新发展。2014 年，英国政府划拨 2 亿英镑的专项基金，用三年时间在 4 个城市（米尔顿凯恩斯、格林威治、布里斯托、南格洛斯特郡）同期推进 3 个自动驾驶示范项目：Autodrive、GATEway 和 Venturer，探索自动驾驶的技术、商业模式、法律、保险以及产业化应用等问题。2017 年，在全球率先制定了《自动与电动汽车法案》（Automated and Electric Vehicles Bill，简称 AEV 法案于 2018 年 7 月获得御准成为法律），将车辆强制保险范围扩大至自动驾驶汽车，对于自动驾驶汽车在“自我驾驶”状态下发生事故的，保险人或车辆所有人应当承担首要责任

[6] http://www.xinhuanet.com/fortune/2019-03/20/c_1210087253.htm

（initial liability）[7]。2017 年 8 月，英国交通部发布《联网与自动驾驶汽车网络安全主要原则》(《The Key Principles of Cyber Security for Connected and Automated Vehicles》)，明确网联和自动驾驶汽车上路必须遵循的原则。

（四）日本以“奥运会”为契机，加速自动驾驶商用

利用政策与路线图积极引导自动驾驶发展。2015 年，日本经济产业省与国土交通省组建了自动驾驶研究工作组，通过定期开展研讨会，研究制定日本自动驾驶技术路线图，讨论自动驾驶测试验证方式，推动相关国际标准协调工作。该工作组从 2017 年起每年发布一版《日本自动驾驶政策方针》，2020 年 5 月发布了《日本自动驾驶政策方针 4.0》，提出了自动驾驶商用推进计划以及技术测试验证的要求。《2017 官民 ITS 构想及线路图》中，日本明确了自动驾驶技术的推进时间表：2020 年左右实现高速公路 L3 级别的自动驾驶，L2 级别的卡车编队自动驾驶，以及特定区域 L4 级别的自动驾驶；到 2025 年实现高速公路 L4 级别的自动驾驶。2018 年 3 月，日本政府在“未来投资会议上”提出《自动驾驶相关制度整备大纲》，明确了 L3 级别的自动驾驶汽车发生事故时的责任界定。

法律法规修订加速了自动驾驶的商业进程。2016 年 9 月，日本警察厅颁布《自动驾驶系统道路实证测试指南》，从制度上指导自动驾驶企业开展路测工作。2017 年 6 月发布《远程自动驾驶系统道路

[7] 曹建峰, 张嫣红. 《英国自动与电动汽车法案》评述：自动驾驶汽车保险和责任规则的革新[J]. 信息安全与通信保密, 2018(10):66-73.

测试许可标准》，允许自动驾驶汽车在驾驶座位没有人的状态下进行道路测试 2018 年 9 月，日本国土交通省正式发布《自动驾驶汽车安全技术指南》，明确 L3、L4 级别的自动驾驶汽车必须满足的安全条件。2019 年 5 月，日通过《道路运输车辆法》修正案（2020 年 4 月正式实施），内容涉及追加“自动运行装置”；引入汽车电子检查的必要技术信息管理工作由汽车技术综合机构(NALTEC)负责；智能传感器也纳入车辆的检查和整修里面；创立许可制度允许通过改变汽车自动运行装置的软件程序来改造车辆；增加纠错指令用于处理整车检查中的不足之处；等方面。

（五）韩国力争率先实现自动驾驶商用化

以法规和战略目标为导向，积极构建产业环境，力争实现全球率先商用。2019 年 10 月，韩国发布《未来汽车产业发展战略》，计划在 2024 年完成全国主要道路自动驾驶所需的通信设施、高精度地图、交通管制、道路建筑等基础设施建设，制定了包括无人驾驶、电动汽车等在内的汽车产业发展规划，提出了立法程序、投资和基础设施等的具体时间表。韩国总统文在寅也在“未来汽车蓝图发布会”上表示：“韩国的目标是到 2030 年成为未来汽车的领先国家，并在世界范围内率先实现无人驾驶商用化。”。

2019 年 4 月，韩国发布《促进和支持自动驾驶汽车商业化法》（2020 年 5 月 1 日起正式实施），允许自动驾驶开展商业化示范，明确了相应的监管和保障措施，构建了一个系统性的自动驾驶汽车商业

化推进机制[8]。2020 年 1 月，韩国国土交通部发布《自动驾驶汽车安全标准》，主要涉及：L3 级自动驾驶车道保持、突发情况下对驾驶员的监控、人类未接管时自动减速、启动紧急制动信号等方面，而韩国也成为全球首个为 L3 自动驾驶制定安全标准与商用标准的国家。

（六）国际组织积极推进自动驾驶领域的标准制定

标准是促进自动驾驶技术和商业应用发展的重要政策工具，标准体系在自动驾驶产业生态发展中具有基础、引导和规范的作用。当前是自动驾驶标准体系构建的关键时期，各国正在积极参与国际自动驾驶相关领域的标准制定，以期实现自动驾驶技术产业的全球统一发展。

自动驾驶领域内具有国际影响力的标准组织主要有:

1、美国汽车工程师学会（Society of Automotive Engineers ，SAE）

截至 2020 年 10 月，作为机动车标准制定先行者的 SAE 已经在自动驾驶领域制定了超过 6000 多项标准，包括核心标准 SAE J3016(TM)《标准道路机动车驾驶自动化系统分类与定义》（表 2 列出具体任务明细），该分级标准描述了道路机动车辆的全系列驾驶自动化水平，重点涉及高级别自动驾驶水平（L3-L5）的功能定义以及相关术语和定义的一种方法）在内的多个自动驾驶标准。SAE 自动驾驶分级标准以指定功能应用级别为基础，反映制造商自动驾驶系统功能的设计意图，是目前业界普遍统一的车辆自动驾驶能力的标准。

[8] http://www.cnautonews.com/gd/202008/t20200825_646201.html

表 2　SAE J3016(TM)任务分工明细

自动驾驶级别	自动驾驶能力	驾驶任务分工	驾驶环境监控	紧急事件处理
0	无自动驾驶	驾驶员：全程负责驾驶任务 系统：提供安全辅助信息	驾驶员	驾驶员
1	部分辅助自动驾驶	系统：负责横向或纵向车辆运动控制子任务 驾驶员：执行系统以外的驾驶任务	驾驶员 系统	驾驶员
2	辅助自动驾驶	系统：持续负责横向和纵向车辆运动控制子任务 驾驶员：负责环境监控并做好实时接管系统准备。	驾驶员 系统	驾驶员
3	有条件自动驾驶	系统：负责所有 ODD 内的驾驶任务 驾驶员：及时接管超出 ODD 的驾驶任务	系统 驾驶员	驾驶员
4	高度自动驾驶	系统：负责所有 ODD 内的驾驶任务 驾驶员：可以不接管驾驶任务	系统 驾驶员	系统
5	完全自动驾驶	系统：全程负责驾驶任务	系统	系统

2、国际标准化组织（International Organization for Standardization ，ISO）。ISO 中关于车辆电器系统和电子系统的功能安全的 ISO26262，关于预期功能安全（非预期/非故障性问题、错误指令/行为等）的 ISO/PAS21448，以及关于道路机动车自动驾驶系统分类和术语定义的标准文件 ISO22736 等；

3、联合国世界车辆法规协调论坛（WP.29）。WP.29 的《自动驾驶汽车框架文件》明确了 L3 及更高级别自动驾驶的安全性和安全防护的关键原则，制定 2021 年 1 月开始实施的信息安全、软件升级以及自动车道保持系统三项自动驾驶相关的技术法规[9]；

4、英国标准协会（British Standards Institution ，BSI)。BSI 发布了网络安全新标准，该标准将帮助汽车生命周期及生态系统内的各方更好地了解如何提升并保持车辆的安全性及智能交通系统的安全性。

自动驾驶作为新生事物其涉及的领域和范围十分广阔，带来的社会影响也是复杂多变的。自动驾驶的政策与法规的内涵与外延也十分

[9] 赛迪研究院政策法规研究所，《,2020 智能网联汽车政策法律研究报告》，4-5 页

宽广，对产业发展的引导、推动作用都处于探索阶段，目前没有成熟的发展经验可以参考借鉴。因此，自动驾驶的产业进程全球同步，中国也同样处在自动驾驶发展的起跑线。

三、中国稳步推动自动驾驶创新进展

自动驾驶作为跨制造业、交通运输业、服务业等的新兴产品，具有极强的经济带动作用。中国作为全球第一的汽车产销大国，发展自动驾驶，具有重要的战略意义和社会经济价值。近年来，多个政府部门和省市之间积极开展协作，通过促进技术进步、构建标准体系、加强基础设施建设、完善监管服务、打造产业生态、探索法规修订等一系列举措，助力自动驾驶驶入创新深水区。

（一）国家加强顶层设计，促进跨部门协同推进

中国重视汽车的电动化、智能化与网联化协同进步，在推动自动驾驶的发展中，充分发挥已有的网络基础优势，打造具有中国特色的智能网联汽车发展之路。目前国家正在推动基础设施建设和产业生态培养，以开放的心态和审慎的态度，规范和引导自动驾驶有序发展。

国家制定战略，提出发展目标。2019 年 9 月，中共中央、国务院印发《交通强国建设纲要》，提出“加强智能网联汽车（智能汽车、自动驾驶、车路协同）研发，形成自主可控完整的产业链。” 2020 年 11 月，国务院办公厅印发《新能源汽车产业发展规划（2021-2035）》，也提出“2025 年高度自动驾驶汽车实现限定区域和特定场景商业化应用”和“2035 年高度自动驾驶汽车实现规模化应用”的目标。

部委出台政策，明确发展领域。2020 年 2 月，国家发展和改革委员会、中央网信办、科技部、工业和信息化部等 11 个部委联合印发《智能汽车创新发展战略》，从技术创新、产业生态、基础设施、法规标准、产品监管、网络安全等六个维度系统阐述了国家发展自动驾驶的基本原则。2018 年 12 月，工业和信息化部印发《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》，明确提出“具备高级别自动驾驶功能的智能网联汽车实现特定场景规模应用等”目标。2019 年 7 月，交通运输部印发《数字交通发展规划纲要》，从推动数字交通发展，促进先进信息技术与交通运输深度融合方面提出“推动自动驾驶与车路协同技术研发，开展专用测试场地建设。鼓励物流园区、港口、铁路和机场货运站广泛应用物联网、自动驾驶等技术，推广自动化立体仓库、引导运输车（AGV）、智能输送分拣和装卸设备的规模应用。”发展目标。2020 年 3 月，工业和信息化部公示《汽车驾驶自动化分级》（报批稿）推荐性国家标准制定工作，拟于 2021 年 1 月 1 日实施。

发布测试政策，加速道路测试与示范应用进程。2018 年 4 月 12 日，工业和信息化部、公安部、交通运输部联合发布《智能网联汽车道路测试管理规范(试行)》（以下简称《管理规范》）为推动自动驾驶发展起到积极作用。在 2020 世界智能网联汽车大会期间，工业和信息化部装备工业一司联合公安部、交通运输部相关司局组织召开了智能网联汽车道路测试与示范应用讨论会。会议介绍了《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范》修订进展情况，听取了各测试示范区的建设发展现况和有关意见建议，并在分析当前问题和挑战基础上，

讨论形成了《智能网联汽车道路测试共享互认实施路线图》。下一步，工业和信息化部将会同公安部、交通运输部尽快完善发布《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范》，该规范的发布表明，中国的自动驾驶发展已进入到示范应用阶段 [10]。

（二）地方强化政策供给，推动跨区域协调发展

在国家政策的指导下，产业基础良好的地区纷纷抢抓建设智能网联汽车测试区、示范区的机遇，加快自动驾驶相关领域的布局，逐步形成区域合作并协同发展的产业格局。从自动驾驶测试和试点示范进展来看，基本形成五大具有特色的自动驾驶创新发展区域。

1、以京津冀为中心的北部发展区

北京以测试为抓手，集聚资源优势，加速攻克智能网联汽车的关键共性技术，打造国内自动驾驶发展高地。滚动发布道路测试指导文件。从 2017 年起，北京市已发布第三版《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则（试行）》，已从推动道路测试进展到无人驾驶测试、试运营（含运营模式探索）、特殊天气测试、高速公路测试、编队行驶等。依托资源优势，解决产业核心问题。2019 年 12 月，工业和信息化部、自然资源部和北京市共同签署国家智能网联汽车创新中心建设启动会暨车联网（智能网联汽车）和自动驾驶地图应用试点项目，项目依托国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司开启建设，主要攻克智能网联汽车的关键共性技术和成果转化，支撑我国智能网联汽

[10] https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2020/art_53b6c6a54bba4fc98791efce9c2c3819.html

车行业发展。此外，北京市还借助每年举办世界智能网联大会的契机，吸引全球的优秀企业共谋发展，增强智能网联汽车产业链、创新链、价值链的有效对接。

天津依托汽车产业链优势，通过创建国家车联网先导区，加快推动自动驾驶相关标准制定。天津加快探索自动驾驶在自主接泊、无人物流、无人环卫、车辆编组等场景下的应用，推动车联网与智慧交通的深度融合；加强 “虚拟测试-封闭测试-开放道路测试” 自动驾驶三级测试体系建设，打造中国北方智能网联汽车测试功能最齐全的封闭测试场，形成同时以行业标准为重要发力点，加快车联网、自动驾驶等行业关键急需标准制定，积极推进车路协同等跨行业标准建设。

河北强化自动驾驶测试与场景示范的探索力度。2020 年 4 月，河北省发布《河北省数字经济发展规划（2020－2025 年）》，提出“打造一批特色鲜明、示范性强的重点园区。”内容涉及“支持保定经济技术开发区、沧州经济技术开发区等园区发展智能网联汽车产业，开展自动驾驶和车路协同研发试验及试点应用，加大市场推广和场景示范探索力度。”

2.以长三角为中心的东部发展区

上海依托汽车产业基础和创新资源集聚优势，力争打造全国领先、世界一流的智能网联汽车产业集群。2018 年 3 月，上海市经信委、公安局和交通委联合发布《上海市智能网联汽车道路测试管理办法(试行)》，为上海在全国率先实施智能网联汽车开放道路测试奠定了基础；2019 年 9 月，《上海市智能网联汽车道路测试和示范应用管理办法(试

行)》，加快推动智能网联汽车从研发测试向示范应用和商业化推广转变。2020 年 4 月，为加快上海自动驾驶技术的发展应用，推进本市智慧交通体系建设，《上海市道路交通自动驾驶开放测试场景管理办法(草案)》发布并进入征询公众意见阶段。2020 年 11 月，《交通运输部关于上海市开展推进长三角交通一体化等交通强国建设试点工作的意见》中提出“通过 3-5 年时间，洋山港区铁公水一体化自动驾驶集疏运体系基本建成并投入运营，在集装箱卡车自动驾驶技术研发应用方面取得典型经验，形成技术标准、意见指南等政策成果” 。

无锡市以国家车联网先导区建设为基础，打造全国领先的自动驾驶测试行业。在公安部、工业和信息化部和江苏省政府的指导下和无锡市政府的支持下，依托公安部交通管理科学研究所，无锡市加快建设自动驾驶测试基地，建成并完善国内首个高速公路自动驾驶测试平台、半开放测试环境下自动驾驶测试平台。同时还积极建设自动驾驶的仿真测试平台和自动驾驶的实验室测试平台，从而全面推动我国自动驾驶的测试行业进步，进而推动自动驾驶产业发展。

此外，浙江、安徽等长三角省份区域也在加强区域间合作，共同推动自动驾驶进步。在 2019 年的车联网产业发展专项委员会第三次会议上，上海市经济和信息化委员会、江苏省工业和信息化厅、浙江省经济和信息化厅和安徽省经济和信息化厅负责同志签署《长江三角洲区域智能网联汽车道路测试互认合作协议》，为提升长三角区域智能网汽车道路测试评价水平，促进检测机构沟通协作，优化创新资源的配置，加速智能网联汽车技术的进步，助力产业高标准高质量发展。

3.以武汉、长沙为中心的中部发展区

武汉以产业集群为基础，以应用示范为抓手，加快推动自动驾驶的商业化落地。2016 年 11 月，工业和信息化部与湖北省政府签署“基于宽带移动互联网的智能汽车与智慧交通应用示范”合作框架协议。2019 年 9 月，国家智能网联汽车（武汉）测试示范区正式揭牌，率先颁发自动驾驶商用牌照，开启国内自动驾驶商业化探索，以加快企业探索自动驾驶落地的速度。此外，武汉还依托国家智能网联汽车基地，加大投资力度，打造汽车、产业集群与城市功能相融合的示范区。

长沙积极部署行动计划，自动驾驶已从道路测试转向应用示范。2020 年 6 月，长沙市发布第三版《长沙市智能网联汽车道路测试管理实施细则(试行)》，有力地推动了长沙市的智能网联汽车技术研发及应用，为道路测试提供指导和规范，有效地控制道路测试风险，保障道路交通安全，推动长沙创建“国家智能制造中心”。2020 年 11 月，发布《长沙市关于推进智能网联汽车应用示范的指导意见（试行）》，进一步明确长沙市推动智能网联汽车发展已经由测试向应用迈进，强化载人示范项目、载物示范项目、智能环卫示范项目三类应用的示范与运营示范场景，有效地促进企业探索自动驾驶商业化落地。

4.以广州、深圳、为中心的南部发展区

广州着力打造全国智能网联汽车产业发展的示范引领区。2018 年 12 月，广东省工业和信息化厅、公安厅、交通运输厅联合发布《广东省智能网联汽车道路测试管理规范实施细则（试行）》，为企业在广州开展自动驾驶测试提供了指导。2019 年 6 月，广州市以粤港澳大湾

区建设为契机，创新开展智能网联汽车道路测试工作，成立广州市智能网联汽车示范区运营中心，并为首批智能网联汽车道路测试授牌。同年 10 月，粤港澳大湾区自动驾驶产业联盟成立，联盟将围绕促进大湾区交通运输行业的转型升级，构建自动驾驶产业生态为目标推动产业集群发展。

深圳加快自动驾驶测试与应用场景探索。2018 年 9 月，深圳市交通运输局等联合制定《深圳市智能网联汽车道路测试开放道路技术要求（试行）》，有效地指导了相关企业开展自动驾驶道路测试。2020 年 8 月，市交通运输局等印发《深圳市关于推进智能网联汽车应用示范的指导意见》，推动特定区域智能汽车测试运行及示范应用，鼓励在载人、城市环卫作业和载货及其它专项作业场景开展应用示范，推动深圳智能网联汽车进入创新发展快车道。9 月，深圳市交通运输局印发《深圳市智能网联汽车道路测试第二批开放道路目录》，政策支持与道路开放为智能网联汽车应用示范营造良好的发展环境。

5.以成都、重庆等为中心的西部发展区

成都以中德智能网联合作为基础，加快推动自动驾驶发展。2019 年 3 月，中德智能网联汽车四川试验基地在成都龙泉驿正式开工建设，这是国内惟一的国际合作智能网联汽车自动驾驶试验基地。2019 年 7 月，成都市发布《成都市智能网联汽车产业发展实施方案（2019-2021）》，提出“在城市封闭区域开辟 1-2 条智能网联汽车示范线路，随后在城市开放区域开辟 5 条以上智能网联汽车示范线路，逐步扩大智能网联汽车示范应用范围”的发展目标。

重庆加快建设国家智能网联汽车创新中心，促使智能网联汽车的技术标准、服务体系和产业生态链实现突破。2018 年 12 月，重庆市印发的《重庆市加快新能源和智能网联汽车产业发展若干政策措施（2018-2022）》中提出对于建设国内领先的智能网联汽车测试场和利用测试场开展测试的企业，市政府将给予资金补助。2019 年 3 月，科技部将支持重庆依托长安汽车公司建设国家智能网联汽车技术创新中心，引领智能网联汽车的跨界创新，协同突破智能网联汽车基础与共性技术。

（三）企业加强合作共赢，共同打造创新发展格局

企业加强自动驾驶合作已经成为当下产业界的共识。**一是**因为自动驾驶涉及的产业链长，涉及了从传感、通信、汽车、控制、应用等诸多领域，从研发到应用单个企业是很难全覆盖的；**二是**自动驾驶的研发成本高，无论是科技巨头还是创新公司都很难负担高额的研发费用。**三是**自动驾驶打破现有汽车产业链结构，引进了新型的技术、产品和软件，拓展了产业链的长度与合作深度，创造了新生态，需要合作探索新业态、新模式。**四是**自动驾驶与交通运输、交通出行等密切相关，且涉及道路交通安全等核心问题，更需要多领域、多维度的合作，才能将技术和产品安全的引入社会生产、生活中。从企业的合作模式来看，自动驾驶的合作一般分为以下几种：

打造平台基础能力并为中小企业赋能。以百度为例：百度从 2013 年开始研发自动驾驶技术，作为国内最早布局自动驾驶的企业，2017 年正式发布 Apollo 自动驾驶开放平台，旨在以百度技术为依托，对

外提供开放、完整、安全的软硬件和服务平台，帮助开发者快速搭建完整的自动驾驶系统。2017 年 11 月，Apollo 成为科技部首批国家人工智能开放创新平台。经过 3 年多的发展，百度 Apollo 已形成自动驾驶、车路协同、智能车联三大平台、三重开放的布局，汇聚了 45000 名全球开发者和 210 多家生态合作伙伴成为全球最强大、最开放、最活跃的自动驾驶平台。目前 Apollo 已具备复杂城市的自动驾驶能力，可提供 Robo-taxi、Minibus、自主泊车等多种解决方案。2019 年知名研究公司 Navigant Research 将百度 Apollo 列为全球四大自动驾驶领域领导者之一。此外，百度还联合大众、奥迪等企业共同发布《自动驾驶安全第一》白皮书，为基于安全的自动驾驶乘用车的开发、测试及验证等各阶段提供指导。白皮书是国内的企业层面率先发出自动驾驶健康发展的安全承诺，建立自动驾驶的安全行业标准，同时强调了通过设计、测试与验证，实现安全的重要性。



来源：百度官微

图 5　Apollo 智能交通架构图

凭进自身创新能力成为汽车产品供应链中的一环。以华为为例：

2020 年 9 月，广州汽车集团股份有限公司与华为技术有限公司在广州签署深化战略合作协议，双方将全面深化智能汽车领域合作，发挥各自资源优势，共同打造有竞争力的产品。此外，北汽新能源 ARCFOX 将华为作为三大核心基因之一，ARCFOX 方面认为，“软件定义汽车”，与华为的深度绑定成为 ARCFOX 的核心卖点以及差异化体现。11 月 14 日，长安汽车宣布将携手华为、宁德时代打造高端智能汽车品牌和高科技的高端产品。2020 年 5 月，华为宣布联合首批 18 家车企正式发布成立 “5G 汽车生态圈”，加速 5G 技术在汽车产业的商用进程，共同打造消费者感知的 5G 汽车。

凭借汽车的领域优势，加快产品的智能化升级研发和开放合作。广汽集团一直在布局自动驾驶领域，先后与中国科学院合肥物质科学研究院先进制造技术研究所、小马智行等合作，在自动驾驶技术研发、资本及移动出行等方面展开合作；此外广汽还与博世建立合作，共同研发自动代客泊车系统。此外，一汽、上汽、长安等车企也在近两年布局自动驾驶研发计划，通过逐渐增强汽车自动驾驶功能的模式，如长安汽车的自主泊车功能等，将自动驾驶安全的引入市场。

（四）加强国际交流合作，主动融入全球生态圈

在推动自动驾驶发展的同时，中国也十分注重推动自动驾驶领域的国际合作，尤其是推进标准统一、法律法规、基础设施、数据保护与应用等领域的国际交流与合作。中国拥有全球最为复杂的交通环境、较为完整的自动驾驶产业链、蓬勃发展的产业生态，在自动驾驶的发展中已经取得许多成功应用案例。在推动自动驾驶进步中，中国始终

保持“引进来”与“走出去”并重的原则，积极参与自动驾驶的国际标准制定、法律法规完善等工作，为全球自动驾驶发展贡献中国智慧与中国方案。

1、中俄合作建设无人驾驶合作通道

推动双方交通部开展建设“滨海 2 号”国际交通运输走廊无人驾驶通道的合作，吸收其他有关部门和机构参与，研究制定通道建设技术方案，评估潜在运输量，以确定项目经济效益方案，制定无人驾驶通道运行的法律法规基础和技术标准 [11]。

2、中德携手共迎自动驾驶创新发展

2018 年 7 月，中德签署《关于自动网联驾驶领域合作的联合意向声明》，通过建立高级别对话机制，加强政府部门、行业组织、企业等在自动网联驾驶/智能网联汽车领域的多层次交流与合作。此外，双方还在推动国际统一标准的制定及应用、促进相关技术要求统一、促进两国企业在智能网联汽车及基础设施数据共享、健全智能网联汽车法律法规、推动制定国际统一的无线电频率解决方案、就通信技术统一及互操作解决方案交换信息等，共同推动两国智能网联汽车发展；等领域展开合作。

2019 年 9 月 6 日，国家主席习近平在北京会见德国总理默克尔时再次强调，“双方应保持开放前瞻意识，在自动驾驶、新能源汽车、智能制造、人工智能、数字化和 5G 等新兴领域加强合作，共同培育

[11] 中俄总理第二十四次定期会晤联合公报，http://www.gov.cn/guowuyuan/2019-09/18/content_5430743.htm

和开拓未来市场。”

此外，双方还通过轮替举办“中德汽车大会”等方式，分享双方在自动驾驶领域取得的成果与展望，并寻找合作机遇。

3、中日加强自动驾驶技术研发合作

2018 年 10 月 12 日，在日本举办的“第一届中日智能网联汽车官民论坛”上，日本汽车工业协会与中国汽车工业协会签署了自动驾驶等新一代汽车技术开发方面的合作备忘录，双方将合作制定自动驾驶方式和通信方式等技术问题的国际标准。2019 年 6 月 10 日，工业和信息化部部长苗圩和日本经济产业大臣世耕弘成在日本东京共同主持召开了第一次中日产业部长对话，双方就智能网联汽车、智能制造等议题进行了交流，达成多项共识。2019 年 9 月 20 日，“第二届中日智能网联汽车官民论坛”在北京召开，会上相关单位分别针对高速公路和普通道路自动驾驶系统、全自动泊车、大数据平台、基础软件和操作系统等议题进行了介绍和交流，并展示了相关合作成果。

四、全球自动驾驶面临的新挑战与新思考

自动驾驶作为新一轮汽车产业变革的重要推动力量，是与人类经济社会的生产生活密切关联的创新型技术。自动驾驶经历十多年的研发与商业化推广取得了不错的成效，在特定场景中的应用已经获得社会认同。当前，多个国家已经为自动驾驶的部署制定了战略性目标，众多企业也纷纷为自动驾驶商用设置了时间点，产业界呈现出一片蓬勃发展的局面。但是，随着车企承诺量产时间点的后移，我们不得不

承认，自动驾驶的部署不是一蹴而就的事情，必须经过长期的研发、提升、应用乃至被消费者接受，才能最终实现规模化部署或商用。

（一）现阶段，自动驾驶发展仍面临诸多挑战

在全球自动驾驶蓬勃发展的当下，我们梳理了几个制约自动驾驶发展的关键问题:

1.单车智能对复杂交通环境的应对能力亟待提升

受道路基础设施、通信能力等制约，当前国际上主流的自动驾驶路线以单车智能为主，但是在复杂多变的道路环境中，单车智能不足以应对安全驾驶的需求。主要因素包括：摄像头、雷达等环境传感器感知能力不足以全部解析环境信息；在当前的技术能力下，自动驾驶的算法、算力以及散热等问题仍是复杂场景规模化应用的瓶颈；此外，自动驾驶功能应用过程的电力等能源供给问题也是需要重点解决的问题。

2.基础设施不足以支撑自动驾驶应用

当前，道路基础设施是以人类为交通责任主体构建的符合人类生理能力和习惯的交通环境，对以数据信息为理解和执行依赖的自动驾驶是不友好的，甚至具有阻碍性，如，摄像头在应对红绿灯的过程中会有概率性的误差，识别路边标识标牌的过程也容易因受到遮挡而识别错误等；V2X 可以更便利地提前告知道路管控设备的状态信息，但是设备部署与运营目前还处于探索阶段，不能为自动驾驶提供有效的应用等。此外，自动驾驶车辆由电力驱动是发展的大趋势，因此充/换

电等保障性基础设施的规模化部署也是重点问题。

3.政策法规的制定与完善需要不断推动

各国都在积极构建支持自动驾驶发展的政策环境，尤其是自动驾驶上路运行极大地超出了现有的道路监管体系的范畴，需要根据技术的进步与产业发展进行动态更新调整，以适应创新发展需求而不是成为阻碍。在政策创新发展过程中，一方面需要明确自动驾驶当前发展阶段的重要需求，动态调整政策，另一方面需要创新的技术来调整现在的监管模式和手段，以保证自动驾驶的安全推进，这个过程必然是漫长的。此外，自动驾驶汽车可以不具备今天的标准特征/功能，如必须配备方向盘、刹车踏板、后视镜等，满足人类驾驶员需求的辅助配件，但是根据现有的机动车标准，当前的机动车必须具备许多这些特征。法律法规不仅是保障自动驾驶上路的合法性，还经受了社会对自动驾驶的适应性的考验，才能最终实现和谐共同发展。

4.复合型人才的缺失也是影响发展的关键问题

自动驾驶将带来劳动力结构的重大改变。首先，自动驾驶将改变汽车机械传动结构，对此将需要现阶段的人才培养体系进行变革，许多传统的机械部件可能会消失，特别是自动驾驶汽车完全使用电池动力时，汽车的许多功能将会需要重新设计。由此带来的影响的还有汽车的零部件供应、消费者培训与汽车售后等体系架构也需要调整以适应自动驾驶的技术需求和产品应用，因此加快培养复合型人才，构建满足自动驾驶发展需求的人才也是当前需要重点谋划问题。

（二）面向未来，需加快行动促进自动驾驶进步

自动驾驶的发展将带来全面的社会和经济影响。汽车成为主要交通工具塑造了如今的城市，自动驾驶在重塑汽车的同时，必将重塑未来的城市和人类生活。美国著名人工智能、机器人学专家，哥伦比亚大学人工智能实验室主任胡迪·利普森（Hod Lipson）在其《无人驾驶》一书中预言，人工智能革命将从无人驾驶技术普及开始，一场改变人类时空观念、重新布局城市规划、生命安全得到保障、社会福利极大提升、能源与环境部门重新设计……。自动驾驶将为全球人类的生产与生活带来革命性的变化。

自动驾驶技术被赋予了解决道路交通安全的重要使命，无论美国还是欧盟，都将自动驾驶技术当做消除人类驾驶失误，提升道路安全性的重要工具。但是，在自动驾驶的应用过程中，消除人类驾驶失误的同时，同样会带来与计算机、传感器以及汽车软硬件失误等相关的问题。当前，自动驾驶尚处于初期阶段，系统的安全可靠性还没有得到充分验证，相关技术还有待进一步完善与发展。自动驾驶在适应并融入社会交通环境中，仍然会发生交通事故，因此，如何客观、包容、审慎地发展自动驾驶将成为社会面对的重要问题。这需要政府、学术界、产业界、监管部门乃至普通民众的共同参与，才能更好地促进技术发展与社会进步。

1.加速相关领域的创新发展，提升自动驾驶能力

自动驾驶作为人工智能在汽车终端的深度应用，其技术发展与产品创新离不开人工智能相关领域的进步。当前，随着认知科学、数学、

计算机科学等的交叉融合逐渐深入，极大地提升了自动驾驶的感知、认知与规划、决策能力。但是，自动驾驶不仅需要技术领域的突破，还需要其他领域诸如人工智能的数据安全、隐私保护、伦理道德等方面的共同推进；产业链的整体分工与协同能力的增强；生态环境与应用场景的不断完善；政策法规的不断创新发展；等。

2.构建车路协同的自动驾驶道路基础设施

建设与自动驾驶应用相适应的道路交通基础设施，将是推动自动驾驶快速部署的重要途径之一。自动驾驶涉及汽车制造、系统研发等，应用涉及交通安全、交通管理与社会治理等领域，二者联系中还涉及信息通信等产业，因此，构建人、车、路、云相适应的道路环境，对发展自动驾驶具有极其重要作用。从汽车角度看，自动驾驶的功能与安全可靠性对道路基础设施的数字化、信息化和网联化能力是有强烈需求的，在建设自动驾驶道路环境的过程中，汽车、交通、信息通信等的跨领域深入合作将成为首要问题。

3.提升安全保障能力，加快商业场景探索速度

安全是自动驾驶发展的第一天条。从企业角度看，应该具备安全可靠的风险管理机制，设计 100%的安全系统是自动驾驶应用的根本，企业不能存在侥幸心理疏忽低概率风险问题。从监管角度看，应以包容审慎的态度看待自动驾驶在测试、示范运营等过程中出现的问题，及时总结经验，应对突发风险。从应用角度看，目前 Robotaxi、终端无人配送、港口、机场等封闭园区物流是最先应用场景，技术已逐渐

成熟，产品已加速规模化部署。

4.加强合作与分享，促进形成国际合作共赢新格局

国际合作在自动驾驶发展中具有重要作用。自动驾驶的研发、生产与应用具有很强的地域数据依赖属性，这将打破汽车技术国际通用的性质，使得标准、法律法规等呈现出国家间的差异性，因此，加强国际合作，增强与国际组织间的标准对接，有助于解决此类问题。此外，国际合作还有助于增强交流，共享国际先进理念和自动驾驶最佳实践，共同探讨解决自动驾驶发展中的问题。

CAICT 中国信通院

编写组名单

指　　导：

辛勇飞　中国信通院政策与经济研究所所长

何　伟　中国信通院政策与经济研究所副所长

何　霞　中国信通院政策与经济研究所副总工程师

策划主编：

刘铁志　中国信通院政策与经济研究所战略部主任

胡昌军　中国信通院政策与经济研究所战略部副主任

报告撰写：

刘　杰　中国信通院政策与经济研究所战略部

张芳纯　中国信通院政策与经济研究所战略部

团队成员：

龚达宁　中国信通院政策与经济研究所战略部副主任

李　浩　中国信通院政策与经济研究所政策部高级工程师

韩凯峰　中国信通院政策与经济研究所战略部

中国信息通信研究院 政策与经济研究所

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

邮箱：liujie3@caict.ac.cn

联系电话：010-62302903

传真：010-62302476

网址：www.caict.ac.cn

人工智能与经济社会研究中心

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

联系电话：010-62302903

传真：010-62302476