

节能与新能源汽车 技术路线图 2.0

【总路线图研究报告】

目 录

前 言	4
第一章 全球汽车产业变革与技术发展趋势	7
1.1 新一轮科技革命驱动汽车产业加速变革	7
1.1.1 能源、互联、智能革命为汽车产业创新发展注入强劲新动能	7
1.1.2 汽车产业迎来更加全面深刻的百年巨变	8
1.2 全球汽车技术“低碳化、信息化、智能化”深入融合发展	10
1.2.1 汽车低碳化多技术路线并行发展	10
1.2.2 汽车信息化与智能化技术融合创新	11
第二章 我国汽车产业技术发展现状与进展评估	13
2.1 汽车节能技术持续提升	13
2.1.1 乘用车技术节能总体取得进步	13
2.1.2 商用车动力总成有待加速发展	15
2.2 新能源汽车整体技术达到国际先进水平	16
2.2.1 纯电动汽车技术水平和产品竞争力全面提升	16
2.2.2 插电式混合动力汽车相关技术性能提前实现目标	18
2.2.3 氢燃料电池汽车加快进入示范导入期	18
2.3 智能网联汽车技术水平显著提升	19
2.3.1 智能网联汽车车辆关键技术取得突破	19
2.3.2 信息交互技术与国际领先水平保持同步	20
2.3.3 基础支撑技术加快落地	21
2.4 技术创新支撑能力显著提升但仍存关键短板	22
2.4.1 技术创新核心要素持续提质增效	22
2.4.2 技术创新体系不断优化完善	25
2.4.3 基础薄弱环节突破缓慢	27
第三章 新时代赋予我国汽车产业技术发展的新需求和新使命 ..	28

3.1 国民经济发展要求提升汽车产业核心地位.....	28
3.2 生态文明建设迫切要求汽车产业技术向清洁低碳化根本性转变.....	29
3.3 消费需求升级与科技变革驱动“汽车+跨界”融合发展.....	31
3.4 现代化强国建设要求汽车产业掌握核心技术自立自强	32
第四章 我国汽车技术的发展愿景与目标.....	34
4.1 发展愿景	34
4.1.1 社会愿景.....	34
4.1.2 产业愿景.....	34
4.2 总体目标	35
4.3 重点领域	38
4.3.1 节能汽车.....	39
4.3.2 纯电动和插电式混合动力汽车.....	39
4.3.3 燃料电池汽车.....	40
4.3.4 智能网联汽车.....	40
4.3.5 动力电池.....	40
4.3.6 电驱动总成系统.....	40
4.3.7 智能制造与关键装备技术.....	40
4.3.8 汽车轻量化技术.....	40
4.3.9 充电基础设施.....	41
第五章 技术路线图	42
5.1 产业技术总体路线图	42
5.2 重点领域路线图	44
5.2.1 节能汽车	44
5.2.2 纯电动和插电式混合动力汽车	45
5.2.3 燃料电池汽车	46
5.2.4 智能网联汽车	48
5.2.5 动力电池	50
5.2.6 电驱动总成系统	52

5.2.7 智能制造与关键装备技术	53
5.2.8 汽车轻量化技术	55
5.2.9 充电基础设施	56
5.3 技术路线图实施效果预估	58
第六章 战略支撑与保障措施建议.....	60
6.1 完善产业创新发展环境	错误!未定义书签。
6.1.1 发挥体制优势强化协同推进力度	错误!未定义书签。
6.1.2 多元保障措施形成立体支撑体系	错误!未定义书签。
6.1.3 基础设施先行夯实技术应用基础	错误!未定义书签。
6.1.4 鼓励创新探索营造良好产业环境	错误!未定义书签。
6.2 培育产业转型升级新动能	错误!未定义书签。
6.2.1 核心技术攻关提升科技硬实力	错误!未定义书签。
6.2.2 关键部件突破形成优势产业链	错误!未定义书签。
6.2.3 质量品牌建设提升综合竞争力	错误!未定义书签。
6.2.4 消费升级新需求助力产业转型升级	错误!未定义书签。
6.3 逐步建立安全可控的自主零部件体系	错误!未定义书签。
6.3.1 政企协同攻关节能汽车关键零部件	错误!未定义书签。
6.3.2 揭榜挂帅巩固新能源汽车发展优势	错误!未定义书签。
6.3.3 协同联合打造智能网联汽车先导地位	错误!未定义书签。
6.3.4 合力攻关补齐产业基础短板	错误!未定义书签。
6.4 提出关联产业深度融合新需求	错误!未定义书签。
6.4.1 全面开放促进产业融合发展	错误!未定义书签。
6.4.2 政策保障助力模式创新探索	错误!未定义书签。

前 言

受国家制造强国建设战略咨询委员会、工业和信息化部委托，中国汽车工程学会组织了来自汽车、能源、材料、通信等领域的超过 500 位专家，于 2015-2016 年历时一年共同编制完成了《节能与新能源汽车技术路线图》（以下简称技术路线图 1.0）。技术路线图 1.0 的编制和发布，受到了国内外产业界的高度关注，在支撑政府科技和产业相关规划、引领行业技术创新、引导社会各类资源集聚等方面发挥了重要作用。技术路线图 1.0 发布以来，汽车产业内外部环境不断发生变化，汽车产业技术进步日新月异，为了保障技术路线图的科学性、时效性和引领性，同时为支撑我国面向 2035 新能源汽车规划研究及汽车相关的“十四五”科技规划研究工作，中国汽车工程学会于 2019 年 5 月启动了《节能与新能源汽车技术路线图》（简称技术路线图 2.0）的修订工作，希望立足于新一轮科技革命背景下我国汽车产业发展，识别汽车产业技术发展方向和趋势，提出面向 2035 年汽车产业发展愿景，制定具有科学性、前瞻性、引领性的技术发展路线，凝练近中期关键核心技术研发需求，确定近期优先行动项，为我国汽车产业的持续、快速、健康发展提供技术指引。

技术路线图 2.0 首先对技术路线图 1.0 发布以来我国汽车产业技术发展情况及 2020 年目标实现情况进行了评估分析。经过评估发现，技术路线图 1.0 确立的汽车产业技术“低碳化、信息化、智能化”发展趋势进一步强化，通过实践其内涵外延更加丰富。在此方向指引下，我国汽车节能技术持续提升，乘用车新车油耗接近 2020 年 5L/100km 的目标，但在产品结构、混合动力汽车发展水平、汽车轻量化等方面距离 2020 年目标还有较大距离；新能源汽车技术保持国际领先，市场份额、整车产品关键性能指标处于世界领先水平，关键零部件具备核心技术优势，截至 2020 年 7 月累计推广新能源汽车超 450 万辆，基本达到 2020 年目标，但在动力电池能量密度、循环寿命等方面离实现 2020 年目标仍存在不少距离；智能网联汽车整车智能化、网联化水平不断提升，传感器、计算平台、智能座舱等关键部件快速迭代，高精度地图与定位等基础支撑技术实现了自主突破，但在核心传感芯片、计算芯片方面仍面临一定的挑战；从产业创新发展的支撑来

看，近年来，我国汽车产业研发投入、科技人才、专利等技术创新核心要素持续增量提质，加速驱动创新能力迈上新台阶，而相关基础薄弱环节则突破缓慢。

鉴于“低碳化、信息化、智能化”叠期交互、相互赋能和趋势强化，中国汽车工程学会坚持“前瞻性、系统性、科学性、继承性、开放性、公益性”的原则，组织对技术路线图 1.0 进行了全面修订。主要思路 and 变化体现在如下几个方面：

（1）考虑当前产业安全、高质量发展以及与能源等相关领域融合发展的需求，对研究方向进行了横向扩展和纵向延伸，基于原有纯电动和插电式混合动力汽车的研究基础，新增了充电基础设施和电驱动总成系统两个重点领域，技术路线图 2.0 在框架结构上从原来的“1+7”演变成了“1+9”；

（2）在发展愿景与目标部分，突出强调了以人工智能、云计算为代表的新兴技术和以数字经济、智能经济为代表的新兴产业对汽车产业带来的全面变革，同时考虑到当前出现的逆全球化倾向对全球产业布局、我国产业安全带来的深刻影响，“汽车+”深度融合发展、构建新型产业生态、保障产业安全和可持续竞争力将成为未来 10 至 15 年产业发展的新趋势、新要求，提出了产业生态构建、产业自主安全可控的发展愿景和目标。

（3）在产业总体路线图部分，考虑到汽车与能源、交通、信息通信等多领域相互赋能、协同发展已成为产业发展的内在需求，为指导跨产业协同衔接，提出了汽车与能源、交通、信息通信深度融合、统筹推进的产业融合技术路线图；更新了市场需求预测以及新技术与新产品的应用目标。

（4）低碳化发展方面：节能汽车领域进一步突出了商用车节能和混合动力技术，考虑到了测试工况的切换情况；纯电动和插电式混合动力汽车领域，重新评估了未来插电式混合动力汽车的发展潜力，强调了整车安全 and 质量在路线图中的重要性；氢燃料电池汽车领域则综合考虑了整车性能指标 and 产业化推广目标；动力电池领域增加了未来前沿技术并对可能的颠覆性技术进行预判；汽车轻量化领域，从关注车辆整备质量的降低转向了关注整车轻量化系数的降低。

（5）信息化和智能化方面：在智能网联汽车领域，兼顾了乘用车、货运车辆、客运车辆的智能网联技术产业化落地和发展趋势，增加了对主要城市、城郊、高速公路和限定场景等四种类型运行范围内的智能网联汽车技术产业化、市场化、

商业化时间进度的分析，重新梳理了技术架构体系；制造领域，为强化汽车制造智能化、数字化的发展需求，将制造技术聚焦到智能制造和关键装备，在对整车及动力总成制造的工艺设计、生产及生产物流环节重点分析的同时，兼顾了与前端的产品设计以及后端的销售等环节在技术及管理方面的互联互通。

技术路线图 2.0 在编制过程中，得到了相关政府和专家的指导，得到了中国汽车工程研究院有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司、清华大学、中国智能网联汽车产业创新联盟、中国一汽集团、中国电子科技集团十八所、中国科学院物理所、汽车轻量化技术创新战略联盟、普天新能源有限责任公司、精进电动科技股份有限公司、上海电驱动股份有限公司等专题依托单位的大力支持，得到了来自汽车、能源、交通、信息等领域的数百位专家的积极参与，得到了由欧洲汽车工业协会牵头、主要跨国汽车和零部件企业参与的海外工作组的宝贵支持，机械工业出版社的相关同志也付出了辛勤的劳动，在此一并致谢！

第一章 全球汽车产业变革与技术发展趋势

技术路线图 1.0 经过深入研判，提出了汽车产业技术“低碳化、信息化、智能化”的发展趋势。随着近几年来以互联网、大数据、云计算、人工智能、新能源、新材料等技术为代表的新一轮科技革命和产业变革的影响不断加深，“低碳化、信息化、智能化”也呈现出不断强化、融合叠期、相互赋能的新特征，其外延进一步拓展、内涵则更加丰富，不断向纵深发展。

1.1 新一轮科技革命驱动汽车产业加速变革

1.1.1 能源、互联、智能革命为汽车产业创新发展注入强劲新动能

新一轮汽车产业变革的驱动力主要来自于能源、互联和智能三大革命。**能源革命是指传统动力汽车向新能源汽车的转变。**受此影响，“三电”（电池、电机和电控系统）技术成为新的汽车核心技术，围绕“三电”将出现并行于传统动力系统产业链的全新产业链，以及与新能源汽车匹配的充电/换电站、加氢站等基础设施和运营服务体系。

互联革命和智能革命相辅相成，互为支撑，密不可分。互联化和智能化技术也将成为新的汽车核心技术，并推动汽车产业迎来新开发模式、新生产模式、新使用模式、新维护模式、新基础设施、新出行生态圈，进而催生出全新的产业生态系统。在此背景下，汽车产品也将发生六大突破性变化：一是由信息孤岛向智能终端转变；二是由人驾车向车自动驾驶转变；三是由耗能机械向可移动的储能单元转变；四是由拥有使用向共享使用转变；五是由制造向智能制造转变；六是由移动工具向出行服务转变，具体如图 1-1-1 所示。

能源、互联、智能革命带来重大战略发展机遇。一是节能环保压力带来产业技术低碳化发展的机遇，以纯电驱动为主线的低碳化发展，可以使各种技术路径在不同的适宜场景下发挥各自的作用，为全球汽车企业实施动力技术攻关提供了广阔空间；二是汽车智能网联化催生产业互联发展新机遇，将不断推动汽车研发、制造、服务的一体化和基于数据驱动的服务。未来汽车产业将以出行、互联、共享、服务等全新特征，催生出产品、技术、用户体验、商业模式和应用场景等新机遇；三是跨界融合创新带来生态重构新机遇，以“SCSTSV”（SC 是指智慧城市、

ST 是指智能交通、SV 是指智能汽车) 为核心的汽车产业跨界融合创新将带来生态重构的主要载体。围绕“SCSTSV”融合发展, 将对智能汽车、智能交通、智慧城市、智慧能源、信息产业、通信产业、物联网等相关产业带来生态重构的机遇。

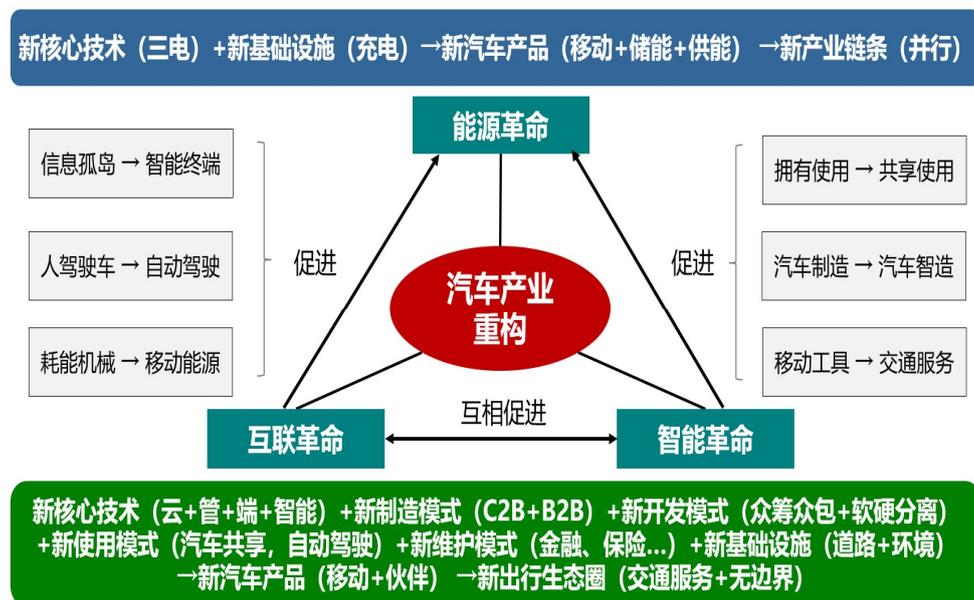


图 1-1-1 三大革命驱动汽车产业深刻变革

1.1.2 汽车产业迎来更加全面深刻的百年巨变

汽车产品结构向“绿色低碳、智能网联”转型。一方面, 在不断加严的汽车燃料消耗、污染物排放以及碳排放控制法规的背景下, 汽车产品结构正由传统内燃机占绝对主导的格局, 进入到诸多技术并存的动力多元化时代, 节能汽车技术与新能源汽车技术共同进步、有效组合, 未来将逐步成为汽车市场主流产品。另一方面, 汽车智能网联化技术发展迅速, 相关车企在其量产车型上已经装配 DA (驾驶辅助)、PA (部分自动驾驶) 级辅助驾驶系统产品, 同时纷纷发布具备 CA (有条件自动驾驶) 与 HA (高度自动驾驶) 级自动驾驶功能及 C-V2X 功能汽车的量产计划。智能网联汽车与新能源汽车将叠加交汇, 并实现大规模协同发展。

汽车产业价值链“总量上升、重心后移”。从产业价值链维度看, 传统汽车产业价值链聚焦“制造”, 而未来汽车产业价值链, 受益于新科技革命带来的价值增值, 将是“新制造+新服务”的集成。其中, “新制造”将包含低碳化、智能化、信息化相关新技术和智能制造, “新服务”则不仅体现在价值曲线的后端, 而且将贯穿于设计研发、采购物流、生产制造、销售及售后服务的各个环节。汽

车产业价值链将呈现“总量上升、重心后移”的基本特征和发展趋势。总量上升意味着汽车产业价值体量将整体上扬，比以前创造更大的价值和商机；重心后移则是指汽车产业价值内涵向服务端，尤其是出行领域深度扩展，产生巨大的发展空间。

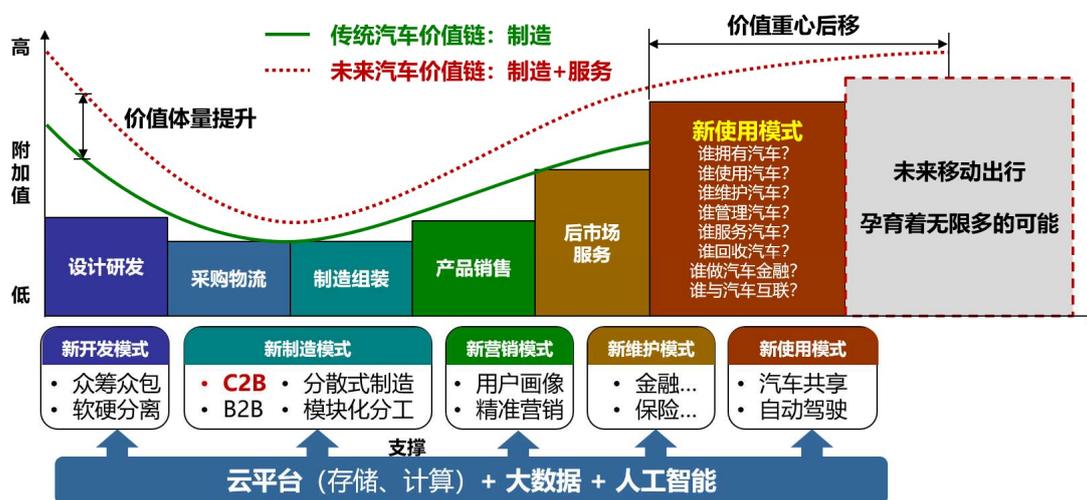


图 1-1-2 新科技革命带来汽车产业价值增值

汽车产业生态系统“开源创新、开放融合”。从产业格局维度看，产业边界不断扩展且渐趋模糊，汽车领域的竞争格局正在发生重大改变，呈现“多方参与、竞争合作”的复杂态势。除了传统整车企业、供应商和经销商以外，“电池、电机、电控”企业、信息通信技术企业、全新硬软件科技公司、新的运营商/服务商/内容商以及新基础设施公司等正在快速融入汽车产业。



图 1-1-3 汽车产业生态系统“开源创新、开放融合”

资料来源：中国汽车工程学会《中国汽车产业发展报告 2019》

1.2 全球汽车技术“低碳化、信息化、智能化”深入融合发展

技术路线图 1.0 发布以来，汽车“低碳化、信息化、智能化”相互支撑、彼此赋能，正在引领全球汽车技术创新发展，也孕育了新的内涵和外延，其中融合发展成为主旋律，主要体现在新技术与新技术、新技术与新模式、新技术与新业态之间的融合发展。例如，智能新能源汽车的兴起反映了汽车电动化技术和智能化技术的融合发展，而汽车电动化、智能化技术与共享出行新模式的融合发展，则将带来汽车产品结构、产业形态的变化，新一代移动通信、大数据、云计算技术则催生了智能汽车、智能交通、智慧城市的协同发展。

“低碳化、信息化、智能化”的发展方向备受各国政府、产业界和科技界的高度关注。**从国家战略来看**，各个国家和地区都把节能汽车、新能源汽车、智能网联汽车放到核心战略发展地位，制定一系列的战略规划以及法律法规支持产业发展；**从市场前景来看**，节能汽车在相当长一段时间仍是市场主体，到 2035 年新能源汽车将成为市场主流产品，各类智能网联汽车将获得广泛应用；**从技术趋势来看**，节能与新能源汽车将成为新一轮科技革命和产业变革的标志性、引领性产品，是新一代信息技术、高端装备制造、新材料、新能源等战略性新兴产业的创新集成载体。

1.2.1 汽车低碳化多技术路线并行发展

低碳化是全球汽车产业长期关注的关键技术方向之一，目前各国车企正多管齐下，加紧推进不同技术路线的发展进步。

节能汽车一定时期仍是市场主力，具有较大节能减排潜力。当前主要发达国家对传统燃油汽车平均油耗及排放提出了严格的要求，并呈不断加严的趋势，推动着汽车企业加快推动传统动力系统优化升级，基于自身积累发展相应的混合动力技术，采用先进变速器、轻量化等技术路径实现节能减排。在技术发展趋势上，节能技术呈现出发动机高效化、机电耦合低碳化、变速器多档化、轻量化等趋势。

电动化战略转型加速，市场和技术层面迎来激烈竞争。中国、欧洲、美国、日本等汽车产业领先国家和主要车企围绕未来汽车电动化发展达成高度共识，纷

纷发布电动化战略目标，加快汽车电动化转型。其中，包括德国在内的欧洲在汽车电动化转型方面明显加速，2020年6月，欧洲电动汽车销量创纪录达到9.3万辆，同比增长95%。从企业层面来看，几乎所有国际重点汽车企业均发布了新的电动化目标和产品规划。在技术发展趋势上，汽车电动化技术整体呈现出平台化、一体化、轻量化、高压化发展趋势。此外，电池系统追求寿命、成本、能量密度、功率、充电倍率等性能的大幅提升，固态电池研发力度加大；电驱动系统追求小型化、轻量化、集成化，机电耦合系统不断优化；电动车辆安全以及充电等相关技术等也成为研发的重点领域。

氢燃料电池汽车产业化预期提前，新一轮示范应用酝酿开启。作为能源技术革命的重要方向和未来能源战略的重要组成部分，氢燃料电池汽车得到了日本、欧洲、美国等国家和地区的高度重视。随着一些典型车型的推出和关键技术的突破，氢燃料电池汽车产业化预期有所提前，截至2019年底，全球范围内氢燃料电池汽车累计销量超过2.4万辆，已建成加氢站493座，但进一步的商业化仍面临成本、氢能供给等方面的挑战，新一轮商业化示范运行正在酝酿启动。在技术发展趋势上，基于新材料体系的电堆技术、更高压力的气态氢气运输储存技术、成本降低与产品量产技术能力等成为近期该领域的主要技术攻关方向。

1.2.2 汽车信息化与智能化技术创新

信息化与智能化指向未来汽车对“安全、舒适、高效”的更高追求，目前这两个技术领域的发展趋势主要体现在智能网联汽车和智能制造等方面。

智能网联汽车产业技术加速发展，技术跨界融合成为创新发展的主基调。美国、欧洲、日本等汽车产业领先国家已基本形成了国家战略引导、跨部门协同合作的机制，创造了有利于智能网联汽车市场和技术发展的政策法规环境。主要汽车企业也纷纷加快布局智能网联汽车产品，具备PA、CA级自动驾驶能力的智能网联汽车正陆续投放市场，示范应用方兴未艾，技术架构及路线逐步清晰。在技术发展趋势方面，智能网联汽车技术呈现出如下发展趋势：从单车智能化逐步向智能化与网联化相融合的路径发展；自动驾驶推进汽车软件化进程，新型电子电气架构将成为未来发展趋势；新技术在特定场景优先得到实践应用，随着技术不断验证与成熟，逐步向城市郊道路、高速公路等场景拓展；智能网联汽车推动汽

车产业生态重构；智能网联汽车与智慧城市、智能交通实现融合成为主要发展趋势。

数字化技术助力，汽车从“制造”迈向“智造”。智能制造技术主要可以分为三个层面：一是“数字化集成”，实现实体工厂的数字化以及与虚拟工厂的数字化集成；二是“信息物理集成”，实现企业内部信息系统以及信息系统与物理系统的集成；三是“工业大数据集成”，以工业互联网为支撑，在更高维度上实现不同企业之间的数据流通与业务集成。在数字化集成方面，未来技术发展趋势是进一步提高工厂数据采集的深度与广度，发展虚拟工厂、数字孪生等技术。在信息物理集成方面，当前的攻关重点是提升企业的信息利用率和流通便捷性，优化流程与业务，如物理资产的建模和数字化，信息物理系统的构建以及相关支撑软硬件工具和方法。在工业大数据集成方面，未来方向是逐步发展构建工业互联网平台，利用其连通、算力、存储优势，实现各种离散工业资源的有效集成与优化应用，进而真正实现大规模定制化生产的智能制造。

第二章 我国汽车产业技术发展现状与进展评估

自技术路线图 1.0 发布以来，我国汽车产业经历了由高速增长到增速放缓、行业转型调整的转变，叠加新冠疫情影响，甚至出现了明显的负增长，但凭借稳定增长的消费需求和完善的工业体系，我国汽车产业发展韧性依然强劲。与此同时，低碳化、智能化、信息化等新趋势也将推动产生新需求、新技术、新模式，加速汽车产业转型升级。

我国节能与新能源汽车技术进步明显。汽车节能技术加快跟进发展，乘用车新车油耗接近 2020 年 5L/100km 的目标，但在产品结构、混合动力发展水平、汽车轻量化等方面距离 2020 年目标还有较大距离；新能源汽车技术达到国际先进水平，市场份额、整车产品关键性能指标处于世界先进水平，部分关键零部件已掌握核心技术，截至 2020 年 7 月累计推广新能源汽车超 450 万辆，基本达到 2020 年目标，但在动力电池能量密度、循环寿命等方面离 2020 年目标还存在不少距离；智能网联汽车整车智能化、网联化水平不断提升，传感器、计算平台、智能座舱等关键部件快速迭代，高精度地图与定位等基础支撑技术实现了自主突破，但在核心传感芯片、计算芯片方面仍面临一定的挑战；从产业创新发展的支撑来看，近年来，我国汽车产业研发投入、科技人才、专利等技术创新核心要素持续增量提质，加速驱动创新能力迈上新台阶，而相关基础薄弱环节则突破缓慢。

2.1 汽车节能技术持续提升

近年来，我国节能汽车技术持续提升，整车油耗得到稳步降低，自主先进发动机热效率加快追赶国际领先水平，高效多档变速器实现了核心技术的重点突破，动力总成电气化与混合动力技术取得一定进展，各项节能技术合力并进，有效带动整车油耗稳步降低，进一步趋近 2020 年油耗目标。但是，在产品结构节能方面，混合动力车型占乘用车销量 8%、车辆小型化等 2020 年目标未能实现，产品结构节能这一路径仍具有较大潜力。

2.1.1 乘用车技术节能总体取得进步

(1) 乘用车新车平均油耗不断下降

随着我国油耗排放法规的不断加严，我国节能汽车发展较快，乘用车新车平

均油耗逐年下降，不断向目标值靠近。根据工业和信息化部发布的 2019 年乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分执行情况年度报告，国内乘用车平均油耗由 2016 年的 6.5L/100km（含新能源汽车）下降至 5.56L/100km（含新能源汽车），进一步趋近 2020 年乘用车平均油耗 5L/100km 的目标。

同时，未来乘用车节能与油耗控制依然面临严峻压力。首先，受新能源汽车核算优惠影响，2015 年之后我国乘用车平均油耗未能反映传统能源乘用车油耗的实际降幅，依据国家部委发布的 2016-2019 年度《中国乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分核算情况表》，将新能源汽车燃油消耗量按 0 计，参考新能源汽车核算系数，可计算得到 2016-2019 年传统能源乘用车新车平均油耗分别为 6.88L/100km，6.77L/100km、6.62L/100km 及 6.46L/100km，与乘用车（含新能源汽车）平均油耗的对比如下图所示。其次，由于消费升级及国内消费者对 SUV 等中大型乘用车的偏好，乘用车整备质量不降反增，车辆小型化推行效果欠佳，原目标“紧凑型及以下车型销量占比超过 55%”未能达成。



图 1-2-1 2016-2019 年国内乘用车油耗变化情况

数据来源：根据相应年份工信部《中国乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分核算情况表》核算

（2）关键技术取得重点突破

在发动机方面，国内骨干车企在增压直喷新机型研究上，已大量应用高压压缩比（12-13）+米勒循环+变排量附件+低摩擦技术等先进节能技术，重点车企通过节能技术组合，热效率接近 39%，乃至靠近 40%，2020 年目标基本可以达成，初步实现了对国际领先水平的追赶。

在变速器方面，我国自动变速器呈爆发式增长，乘用车多档化发展迅速。自

主品牌整车企业以 DCT 为主，多个车企先后实现 7DCT 变速器量产。一级供应商主要布局 AT、CVT，6AT、CVT 等已经实现规模化量产，8AT 已推出系列化产品。同国外领先水平相比，我国自主变速器依然面临着提升效率与可靠性等多方面挑战。

在混合动力技术方面，自主开发出相关车型，但节油效果不够理想，与 2020 年混合动力乘用车 4L/100km 的目标仍有不小差距。相比而言，国外企业对于混合动力车型是从整车+发动机+机电耦合装置+电机+电池+多能源管理，进行系统优化和升级，以实现整体油耗的改善，部分合资混合动力车型油耗接近 4L/100km。此外，数据显示 2018 年，国内混合动力乘用车销量为 19.1 万辆，占乘用车总销量的 0.8%，距离“2020 年占乘用车销量 8%”的目标差距巨大。

在低阻力技术方面，国内轮胎企业的设计、工艺及生产技术仍处于跟随阶段，以生产为主，自主研发能力薄弱。在车身设计方面，国内乘用车风阻系数仍处于平均 0.37-0.38 的较低水平。

在汽车轻量化方面，公告车型数据显示，受到我国产品结构中 SUV 等车型占比大幅提高和整车配置增加等因素的影响，乘用车平均整备质量降幅未达到技术路线图 1.0 提出的 2020 年乘用车整备质量减重 10%的目标。

在替代燃料技术方面，我国天然气乘用车销量 59 万辆，在乘用车销量中的占比为 2.5%，相关车企推出了天然气专用发动机，采用单一 ECT 控制，排放达到国六标准，热效率进一步提升。

2.1.2 商用车动力总成有待加速发展

近年来，我国商用车通过重点突破动力总成升级优化，提升了整车节油水平，但与乘用车相比，商用车节能汽车发展相对缓慢，在先进柴油机、变速器、电子电器、整车动力学等方面与国外相比仍有不小差距。

在先进动力柴油机方面，2019 年市场主流重型柴油机有效热效率在 46%左右，与 2020 年热效率 50%目标仍有一定差距，同德国、美国等新型柴油机 55%热效率相比，需要系统性挖掘节能潜力。

在变速器方面，国内手动变速器的研发逐步成熟，主要变速器企业具备自主研发能力，产品覆盖 5~16 档产品；自动变速器的研发也相继取得成功，但在总

成电子控制、关键零部件可靠性等方面与国际先进水平存在差距。

在整车动力学方面，国内商用车轮胎的滚阻系数与国际先进水平相比略有差距，低滚阻轮胎在国内应用率较低；对客车流线型设计开展了一定的研究，相比国外专用于降低风阻的导流装置等设计应用较少；载货汽车驾驶室多采用平头，风阻稍高。

在混合动力方面，国内载货混合动力汽车产品开发和推广应用程度不如国外，但呈现出加快发展的趋势。客车方面，由于混合动力客车不属于新能源汽车，自身的技术经济性未能完全适应市场化的竞争，因此未能获得大规模推广。

在轻量化方面，2015至2019年，国内重卡每年减重1%~1.5%；受排放升级等政策的影响，中卡、VAN类车型整备质量保持了基本稳定。

在替代燃料方面，天然气商用车已经得到规模化应用，但由于发动机的研究起步较晚，天然气发动机技术相对落后，天然气发动机热效率不足38%，不及欧洲40%的天然气发动机热效率。在政策的支持下，甲醇汽车在特定地区得到了一定程度的应用。

2.2 新能源汽车整体技术达到国际先进水平

技术路线图1.0发布以来，我国新能源汽车在车辆平台化和模块化设计、整车批量化生产工艺、质量及成本控制、轻量化新材料应用等方面与国际领先水平差距逐渐缩小，在续航里程、动力性、能耗等方面已处于世界领先水平。相比2016年新能源汽车销量50.7万辆，2018年以来，我国新能源汽车已迈入百万辆市场时代。截至2020年7月，累计推广新能源汽车超450万辆，占全球市场的50%以上。累计建设各类充电桩130万个，已建和在建加氢站超过100座，成为全球新能源汽车最大市场。

2.2.1 纯电动汽车技术水平和产品竞争力全面提升

当前，纯电动汽车进入到全新平台开发新阶段，逐步实现部件协同化、整车轻量化、整车架构高效化。通过代际升级，整车能耗、续航里程、智能化应用等综合性能实现全面进步，产品竞争力显著提高。从具体性能指标来看，2019年，国产纯电动轿车平均续航里程已从2016年的190km提升至360km，典型A级纯电动乘用车工况百公里能耗降至11-13kWh（法规工况），典型高性能B级纯

电动汽车百公里电耗达到 16-17kWh/100km（法规工况），已达到国际领先水平。典型纯电动客车电耗为 3.0-3.45kW·h/100km·t（法规工况），提前实现 2020 年法规工况整车电耗小于 3.5kW·h/100km·t 的目标。

动力电池技术水平和产业规模进入世界前列，竞争优势逐渐显现。2019 年，量产三元材料单体电池能量密度达到 275Wh/kg，系统能量密度达到 170Wh/kg 以上，系统成本下降到 1 元/Wh 左右，与 2016 年水平相比，单体能量密度提升 35% 以上，系统成本下降 60% 以上。目前，国产动力电池与日韩等国相比，在能量密度、循环寿命等方面技术水平基本持平，产品经济性具有竞争力，但在先进高端材料开发和应用、高端制造装备、质量控制水平及能力等方面与国外动力电池先进企业相比仍存在一定差距。

驱动电机在功率密度、系统集成度、电机最高效率和转速、绕组制造工艺、冷却散热技术等方面持续进步，与国外先进水平同步发展。2019 年，我国量产驱动电机重量比功率已达到 4.0kW/kg 以上，相比 2016 年提升 30% 以上。多个企业已推出自主开发出的车用沟槽栅场中止 IGBT 芯片、双面冷却 IGBT 模块和高功率密度电机控制器，功率密度达到 16~20kW/L，相比 2016 年实现了功率密度倍增，总体技术水平迅速追赶国际先进水平。我国企业还推出了 SiC 器件和基于 SiC 器件的高密度电机控制器，并出口欧洲主机厂。同时，我国开发并量产了多款三合一纯电驱动总成和插电式机电耦合总成产品，技术水平与国际同类产品相当。但我国在车用驱动电机及其控制系统智能化、与机电耦合的深度集成、高速变速箱等关键零部件设计与制造等方面仍有一定差距。

充电网络初步满足新能源汽车发展需要。截至 2019 年 12 月，全国公共充电设施已覆盖 404 个城市，建成了“十纵十横”高速公路快充网络，充电设施规模达 122 万个，充电站规模达 3.5 万个，换电站超过 300 个，均位居全球第一。公共领域充电设施车桩互操作性测评的充电一次成功率优于 98%，用户充电体验明显改善。其中，超过 3.5 万个充换电站的建成规模，大幅领先于 2020 年 1.2 万座的目标。在充电技术进展方面，智能有序充电、大功率充电、换电技术得到不同程度的应用，无线充电技术、车网互动（V2G）等前瞻充电技术进入示范测试阶段。

2.2.2 插电式混合动力汽车相关技术性能提前实现目标

插电式混合动力汽车能耗水平提前达标。2019年，插电式混合动力乘用车B状态燃料消耗量(不含电能转化的燃料消耗量)达到4.3L/100km(NEDC工况)，相比整体油耗水平节油25.9%，提前实现2020年技术路线图1.0版提出的混合动力模式油耗相比传统车型节能25%的目标。插电式混合动力乘用车在紧凑型及以上私人乘用车领域已批量应用，私人用车与单位用车比达到4:1。

自主研发出不同的机电耦合构型。自主品牌车企根据各自的技术积累和优势，推出了不同类型的新型机电耦合装置。上汽集团采用了以EDU电驱动变速器为核心，同轴布置双电机、双离合器的机电耦合构型。广汽集团采用了G-MC+阿特金森发动机的构型，吉利集团采用的是行星齿轮结构的混合动力耦合装置。

插电式混合动力汽车关键技术取得突破。目前多采用分体/简单集成，持续功率密度为0.8-1KW/kg，系统最高效率达到92%，已实现以矢量控制转矩为核心的整车控制技术突破。通过对电池电芯、模组、电池管理系统、整车等各层级进行优化设计，整车安全性得到明显提升，NVH性能也得到较好的改善。

2.2.3 氢燃料电池汽车加快进入示范导入期

自技术路线图1.0发布以来，燃料电池客车技术进步显著，百公里氢耗从8.5kg/100km降低至7.0kg/100km，达到了技术路线图1.0提出的2020年7.0kg/100km的目标，在续驶里程、0~50km/h加速时间、最高车速、冷启动温度等方面，均实现或者超额完成了2020年指标，而在寿命和整车成本方面，与2020年目标仍有一定差距。与国外相比，我国商用车采用电-电混合技术路线，在续航里程及整车成本方面有明显优势，但耐久性等性能指标与国外差距较大。相对于商用车，我国燃料电池乘用车技术研发和产业化进展缓慢。

车用燃料电池系统的功率密度、最高效率等多项技术指标与国际先进技术水平同步。燃料电池系统的电堆、压缩机、DC/DC变换器、氢气循环装置、控制系统和传感器等关键零部件均已实现了国产化。特别是国产化电堆，技术水平已有大幅度提升，正逐渐接近国际先进水平，商用车用单堆功率从原来的30~50kW提高到80kW以上，超过技术路线图1.0提出的2020年70kW的目标，电堆体积功率密度也超过了2020年2.0kW/L。但是，我国燃料电池系统寿命、可靠性、

低温适应性等与国外先进水平差距仍在，催化剂、炭纸、质子交换膜等燃料电池关键材料和部件基础较为薄弱。

2.3 智能网联汽车技术水平显著提升

从产业发展看，智能网联汽车技术与 ICT 不断深度融合，将为汽车产业创新提供积极助力，在技术发展与产业探索实践的综合推动下，我国智能网联汽车已经从概念原理、技术原型阶段逐步迈入产业化创新应用新阶段，国内主要汽车企业已经开始在量产车型上装配 DA-PA 级辅助驾驶系统产品，同时发布具备 CA 与 HA 级自动驾驶功能及 C-V2X 功能汽车的量产计划。计算平台、激光雷达、毫米波雷达等核心零部件纷纷取得国产化突破，但在核心传感芯片、计算芯片方面仍与国外顶尖企业具有一定差距。在网联化方面，C-V2X 产业生态体系基本形成，产业化速度加快。基础设施建设、高精度地图和高精度定位等也取得阶段性进展，支持高等级智能网联汽车规模应用能力得到了提升。

2.3.1 智能网联汽车车辆关键技术取得突破

自技术路线图 1.0 发布以来，我国智能网联车用传感器核心芯片技术从无到有，实现技术突破，并实现量产，但与国际相比，国内相关产品刚进入前装市场，量产经验不足，关键指标与国际领先企业有一定差距，且市场占有率较低。

在智能网联汽车整车产品技术层面，车辆智能化水平进一步提升。国内众多车企纷纷发布了智能网联汽车发展计划，2018 年自主品牌 PA 级自动驾驶汽车开始陆续量产，目前已经得到大量应用。高级别自动驾驶车辆在园区、机场、矿山、码头、停车场等封闭、半封闭场景已经开始得到示范应用。在网联化方面，我国 C-V2X 快速发展，产业生态体系健全。2019 年，上汽、一汽、东风、长安、北汽等 13 家车企共同发布 C-V2X 商用路标，计划于 2020 至 2021 年量产搭载 C-V2X 终端的汽车。总体而言，整车技术进展与路线图提出的里程碑目标保持一致。

在环境感知技术方面，车用激光雷达、视觉传感器以及毫米波雷达等传感器以及基于传感器的感知技术水平取得突破。车载多线束激光雷达、应用于智能驾驶功能的车载视觉芯片已实现量产，车载 24GHz 和 77GHz 毫米波雷达核心的射频收发芯片和雷达波形控制芯片已实现自主研发，车载多传感器融合环境感知算

法感知的精度和可靠性有一定提升。

在智能决策技术方面，我国在智能决策策略与模型的开发及测试仿真平台和计算平台构建等方面取得突破。我国已构建了面向可控场景的智能决策模型，具备比较典型的基于规则模型和 AI 算法的智能决策技术能力，并完成了相关测试仿真平台构建。同时，我国已经推出多款自主研发的自动驾驶计算平台，代表性产品有华为的 MDC（Mobile Data Center）和地平线的 Matrix 平台等。与技术路线图 1.0 发布时相比，我国自动驾驶计算平台从无到有，实现了技术突破，与国际相比，我国在测试与验证方面缺乏有效的大规模测试验证方法，在一定程度上阻碍了决策技术的进步。

在控制执行技术方面，车辆动力学控制策略、关键执行机构开发等方面取得突破。自动紧急制动（AEB）、自适应巡航（ACC）、车道保持辅助（LKA）等纵/横向驾驶辅助控制算法已完成软件开发、实车测试验证，并已实现量产应用，同时，面向停车场、封闭场景的车辆集成控制算法的软件开发与实车测试等关键环节取得一定突破。此外，满足智能驾驶辅助功能需求的关键执行机构、转向、制动等已完成开发、测试验证，并已实现量产应用。总的来讲，我国在控制执行技术量产化方面已取得突破，但与国际相比，我国相关汽车在车辆智能化系统集成与应用方面仍然存在不足，一些自主车企需要在海外领先零部件供应商协助下实现系统的集成应用。

2.3.2 信息交互技术与国际领先水平保持同步

智能网联汽车信息交互技术主要包括 V2X 通信技术、云平台与大数据技术、信息安全技术。

在 V2X 通信技术方面，技术标准、V2X 底层通信模块、测试示范等方面与国际领先水平保持一致。我国已完成 LTE-V2X 相关技术标准的制定和实施；我国自主通讯芯片、模组等底层通信模块已经实现小批量供货，实现了城市级车联网示范应用，同时实现了跨通信模组、跨终端、跨整车的互联互通，验证了我国 V2X 标准协议栈的有效性。我国在 LTE-V2X 相关技术标准完善性、V2X 底层通信模块量产化以及测试示范能力与规模等方面都实现了提升，与国际相比，我国实现了 V2X 通信标准的国际引领，同时以华为、大唐为代表的通信企业在 V2X

底层通信模块技术方面达到国际领先。

在云平台与大数据技术方面，架构及标准化、平台关键技术方面取得积极进展。我国已经初步建立三层分级平台架构、形成信息交互标准，各方角色分工基本明确，并开展具有实时信息融合与共享、计算、应用编排、数据分析和信息安全等基础服务机制，为智能网联汽车及其用户、监管部门等提供车辆运行、道路基础设施、交通环境、交通管理等实时动态数据，并开展了大规模网联应用实时协同计算环境的大数据云控基础平台关键技术研究。我国在大数据云控基础平台关键技术研究方面取得积极进展，与国际相比，我国提出的大数据云控基础平台架构具有先进性。

在信息安全方面，各标准组织在汽车信息安全领域发力和布局，共同促进我国智能网联汽车信息安全标准体系的建设。与国际相比，我国在信息安全防护体系建立方面还需要进一步加强。欧洲借助在功能安全体系方面的前瞻布局，主机厂和收购安全公司的核心零部件企业联合研发汽车信息安全技术架构和防护体系，并逐渐形成国际标准 ISO21434 等，我国在该领域一直处于跟随状态，并逐渐缩小差距；安全漏洞检测与漏洞库检测上面，信息安全公司与行业机构通力合作，针对主流车辆进行了深入且长期的安全检测，并建立了行业漏洞库，处于国际先进水平。

2.3.3 基础支撑技术加快落地

基础支撑技术主要包括高精度地图与定位技术、标准法规、测试评价技术。

在高精度地图方面，ADAS Map、HAD Map 采集范围与地图制作与国际先进水平保持一致。我国主要图商高德和四维图新已基本完成全国高速公路的高精度地图采集和搭建，并实现高精度地图的商业化落地。但与国际相比，我国在经济型量产车高精度地图的动态更新技术方面尚与国际 Mobileye、博世等公司存在一定差距。

在高精度定位方面，基于北斗卫星通信的 RTK 差分定位技术与国际先进水平保持一致。我国在 GNSS 协同定位方面取得积极进展，具体体现在高精度定位服务可实现在开阔道路上的亚米级定位，在 GNSS+惯导融合技术基础之上，增加视觉定位以及地图数据的融合，实现多维数据多场景判断，可以达到亚米级定

位的标准，满足低级别的自动驾驶需求。我国在高精度定位精度、高精度定位的自动驾驶应用方面实现了提升，与国际相比，基于视觉等经济型传感器实现高精度定位技术的研究还有差距，相关技术处于实验室研发阶段，与国外有明显差距。

在法规标准方面，国家标准和团体标准两个层面取得突破，具体体现在完成了国家标准和团体标准两个层面标准体系构建。在先进驾驶辅助系统(ADAS)、自动驾驶(AD)、汽车信息安全(CS)及网联功能与应用(CFA)等细分专业领域，已经启动了38项国家标准的制定工作，基本形成以DA、PA级智能化水平和网联化等级中的辅助信息网联为重点的技术及应用系列标准，基本实现技术路线图1.0提出的目标，与国际标准化进程基本同步。

在测试评价方面，低等级和高等级智能网联汽车整车与系统测试技术实现突破。具体体现在我国在PA级及以下智能网联汽车整车与系统测试方面已基本形成完善的测试方法，在CA级及以上智能网联汽车虚拟仿真、场地测试等测试技术方面取得一定进展，并积极推进中国典型驾驶场景数据库建设。

在示范推广方面，正在组织开展从封闭测试到开放道路测试示范。2018年4月，工信部、公安部、交通部已联合发布《智能网联汽车道路测试管理规范(试行)》，同年8月，智能网联汽车产业创新联盟、全国汽标委智能网联汽车分技术委员会联合发布《智能网联汽车自动驾驶功能测试规程(试行)》，指导智能网联汽车道路测试的开展。截至2020年6月，已建成十六个国家级测试示范区，二十多个城市已允许企业开展道路测试，开放道路里程超过2600公里，70余家企业获得超过400余张道路测试牌照，部分城市已开展载人载物测试。

2.4 技术创新支撑能力显著提升但仍存关键短板

2.4.1 技术创新核心要素持续提质增效

从技术路线图1.0发布至今，在持续的研发投入推动下，我国汽车产业科技人才质量与数量得到双提升，年度发明专利公开量大幅增长，产业自主创新与技术研发能力迈上新台阶。

(1) 研发投入持续大幅增长

研发投入是提升技术创新能力的最基本保障。如表1-2-1所示，一方面，近年来我国相关汽车企业的年度研发投入大幅增长，研发投入/营收占比达到3.5%

左右，其中，上汽的研发投入从 2015 年的 9.196 亿欧元增长至 20.291 亿欧元，吉利汽车从 2015 年的 0.885 亿欧元增长至 2019 年的 7.111 亿欧元。持续增长的研发投入为自主品牌技术创新能力提升提供了重要保障。另一方面，我国汽车企业研发投入总量、研发投入/营收占比同世界主要汽车企业相比，仍存较大差距。作为资金密集型产业，持续提升我国汽车产业技术创新能力，需要不断加大研发投入作为基础保障。

表 1-2-1 2018-2019 财年国内外部分汽车集团研发投入情况对比

单位：百万欧元，%

序号	公司名称	研发投入世界排名	2018-2019 财年研发投入	研发投入占营收比	2015 财年研发投入
1	大众	1	13640.0	5.8	13120.3
2	戴姆勒	2	9041.0	5.4	5650.0
3	丰田汽车	3	8264.7	3.5	6858.4
4	福特汽车	4	7161.6	5.1	5683.2
5	宝马	5	6890.0	7.1	4566.0
6	通用汽车	6	6812.2	5.3	6095.0
7	上海汽车	17	2029.1	1.9	919.6
8	吉利汽车	32	711.1	5.2	88.5
9	东风汽车	37	605.9	4.5	—
10	长城汽车	39	504.0	4.2	346.2

注明：东风汽车指 DONGFENG MOTOR，不含 DONGFENG ANTUOMOBILE

数据来源：欧盟委员会联合研究中心《2019 年欧盟工业研发投资排名》

(2) 科技人才数量与质量双提升

2016 年以来，国内外源源不断的汽车人才培养与输入，促进了我国汽车科技人才数量和质量的大幅提升，我国汽车人才团队中汽车工程技术人员数量、研发人员数量、占从业人员比重等重要指标不断提升，如表 1-2-2，为我国汽车产业技术发展提供了智力支撑，这与我国汽车产业尤其是自主品牌企业的技术创新能力快速发展互为因果、互相带动。

表 1-2-2 我国汽车行业工程技术与研发人员数量情况

单位：万人

年份	汽车工业年末从业人数	工程技术人员数	研发人员数
2007	204.1	24.5	10.9
2008	209.4	25.4	12.4
2009	216.5	26.7	16.3

2010	220.3	31.1	16.9
2011	241.7	35.5	18.7
2012	250.8	37.3	20.2
2013	339.9	42.4	26.2
2014	350.5	47.6	26.6
2015	360.0	49.3	33.8
2016	615.1	—	44.6
2017	630	95.7	—
2018	551	—	45.3

数据来源：相应年份《中国汽车工业年鉴》

但同时也应看到，由于工程与研发人才培养周期长，相比我国汽车产销量、营收、总体规模等的快速发展，自主研发尤其是乘用车自主研发大规模启动的时间相对滞后，在传统领域，汽车制造方面的人才基本满足产业的发展需求，但资深的产业科研人员和工程师数量仍然短缺；同时，当下处于汽车产业转型升级发展的关键时期，电动化、智能化、共享化融合发展，在此背景下，行业又产生了大量的新兴领域跨学科汽车科技人才需求。预计未来较长一段时间，二者叠加交汇，将加剧我国汽车产业人才的结构性问题。

（3）发明专利年度公开量五年翻番

专利尤其是发明专利是企业技术创新能力的关键成果之一。2019年，我国汽车产业年度发明专利公开量达到13.4万件，相比2015年的7.5万件，实现了接近翻番的增长，相比2010年3万件，实现了翻两番的增长，如表1-2-3。发明专利的快速增长，是我国汽车企业深化技术创新能力、加快实现赶超发展的重要标志，同时也为我国汽车产业持续创新能力建设提供了重要的智力资源。

表 1-2-3 2010-2019 年我国汽车产业发明专利公开量

年份	发明专利公开量/万件
2019	13.4
2018	12.1
2017	10.1
2016	9.4
2015	7.5
2014	7.2
2013	6.2
2012	5.6
2011	3.7

数据来源：中国汽车技术研究中心有限公司汽车技术情报研究所

从创新主体来看，2015 年以来，我国自主汽车企业的专利数量和质量不断提升。以 2019 年专利公开量为例，如表 1-2-4，比亚迪、江淮、蔚来、玉柴四家企业进入我国汽车专利公开量 TOP10 的申请人中，比亚迪从 2018 年的第 5 名上升到 2019 年的第 2 名，广西玉柴从 2018 年的第 18 名上升到 2019 年的第 9 名，实现了专利公开量的大幅增长，同时发明专利占比也较大。但与国外企业相比，仍然存在较大差距。上述四家国内申请人公开专利数占 TOP10 申请人公开专利数的 35%，而发明专利数占比仅为 24.7%，远低于国外申请人公开专利中的发明专利占比水平。

表 1-2-4 2019 年中国汽车专利申请公开量主申请人 TOP10

排名	申请人	公开量	同比增长	发明占比
1	丰田自动车株式会社	2661	60.0%	95.5%
2	比亚迪股份有限公司	2463	36.6%	67.0%
3	福特全（环）球技术公司	2330	-10.5%	79.0%
4	罗伯特·博世有限公司	1864	11.1%	92.4%
5	本田技研工业株式会社	1803	71.9%	89.1%
6	通用汽车环球科技运作有限责任公司	1288	6.1%	96.4%
7	安徽江淮汽车集团股份有限公司	1274	-49.3%	53.1%
8	（上海）蔚来汽车有限公司	1166	86.6%	40.1%
9	现代自动车株式会社	1160	-20.3%	76.3%
10	广西玉柴机器股份有限公司	1151	22.5%	40.0%

数据来源：“全球汽车专利数据库服务平台”，由中国汽车技术研究中心有限公司情报所和中国汽车工程学会知识产权分会联合发布。

2.4.2 技术创新体系不断优化完善

在政产学研各方力量的联合推动下，多部门协调联动、覆盖关联产业的汽车产业协同创新机制得到不断健全，尤其是在“十三五”期间，以企业为主体、市场为导向、产学研用相结合的技术创新体系实现了进一步完善，充分发挥重大项目的引领作用，建立了矩阵式的研发能力布局和跨产业协同平台，形成了体系化的技术创新能力。同时，当前创新体系方面，仍然面临如下问题：一是基础研究重视程度和投入不够，原创性成果偏少；二是连接基础研究和产业化应用技术的新型研发机构虽已建立，但还处于能力建设初期，尚需一定时间的积累，为行业

发挥更大支撑作用；三是产业融合创新涉及到不同行业、不同学科、不同专业，尚需要进一步打通。

(1) 前瞻布局引领产学研大规模协同攻关

长期以来，科技部、工信部、国家发改委等多个部委，从前瞻规划、创新研发、产业化发展等方面进行了系统的布局，以推动我国汽车产业转型升级。尤其“十三五”时期，相关部委部署实施了“十三五”新能源汽车重点研发专项、工业强基工程、智能制造试点示范项目、加强制造业核心竞争力三年行动计划等专项项目，有效集聚了全产业创新力量，带动了汽车产学研大规模协同攻关，有效推动我国新能源汽车关键技术研发取得重大进展，并涌现出一批标志性成果。

(2) 组建新型研发机构推动技术贯通

以深化产学研合作为导向，在相关部委的指导支持下，汽车行业先后建立了国家动力电池创新中心、国家智能网联汽车创新中心、国家新能源汽车技术创新中心等新型研发机构，推动了基础研究、应用技术、产业化技术之间的有效供给与贯通。国家动力电池创新中心在动力电池协同攻关平台方面，组织实施了锂电升级工程，自主研发了 260Wh/kg、280Wh/kg 单体电池和 155Wh/kg 动力电池系统，目前正在开展 350Wh/kg 单体电池的研发。国家智能网联汽车创新中心布局“行驶环境融合感知、智能网联决策控制、复杂系统重构设计、智能网联安全和多模式测试评价”四大共性关键技术，正在形成研发与测试能力。国家新能源汽车技术创新中心聚焦燃料电池、电子电控、车规芯片、智能网联、开源平台五大领域，积极开展技术攻关。

(3) 产业创新联盟推动共建共享

在相关部门的指导和行业组织的积极推动下，汽车行业围绕汽车技术链，构建创新链，配置资源链，先后组建了“汽车轻量化技术创新战略联盟”、“电动汽车产业技术创新战略联盟”、“智能网联汽车产业创新联盟”、“汽车动力电池产业创新联盟”等一批协同创新平台，以“市场需求导向、共同投入、成果共享”的新机制为特色，开展了一大批行业关键共性技术协同攻关，并取得了一系列成果。在企业层面，面向未来前瞻技术创新、产业生态构建、投资布局等战略领域，同业联合已成为趋势，一汽、东风、长安已结成联盟并组建中汽创智公司，

上汽、广汽也启动了相关领域的战略合作。

2.4.3 基础薄弱环节突破缓慢

(1) 基础软件、元器件等短板威胁产业安全

当前，我国基础软件、元器件和高端试验仪器、装备等共性技术积累不够，对产业支撑严重不足。汽车研发用 CAD、CAE、CAM 等计算机设计与模拟软件，车规级计算芯片（CPU、GPU、DSP）、车规级功率半导体 SiC 和 GaN 器件、IGBT 芯片、高精度传感器等基础元器件严重依赖国外。

(2) 部分关键基础材料尚待突破

当前，我国在汽车相关领域的关键基础材料方面存在短板，部分关键基础材料仍在探索研究中，产业化进程需要进一步加快。例如动力电池关键材料技术总体上仍落后国外先进水平，部分高端材料还依赖进口。驱动电机用低重稀土/无稀土永磁体的开发、高品质电工钢、非晶合金铁芯、新型电超导与热超导材料、耐高温耐电晕绝缘材料、车规级大电流密度功率半导体材料等与国外差距明显。

(3) 部分基础工艺存在明显瓶颈

当前，我国汽车行业相关领域面临基础工艺瓶颈，正制约着汽车关键技术的工程化和产业化。例如，在驱动电机领域，我国在大电流密度 IGBT 芯片设计与工艺技术、高可靠封装工艺与封装材料技术方面仍与国外存在差距。在轻量化领域，受到成形(型)工艺与装备的影响，我国汽车用冷成形高强度钢(如 1200MPa、1500MPa)、薄壁化铸造铝合金、大尺寸挤压铝合金型材、先进热塑性碳纤维复合材料等在车身、底盘上难以大批量应用。

(4) 关键零部件严重依赖国外

当前，在关键核心零部件领域，自主品牌有了很大发展，但总体处于价值链低端的状况仍然没有发生根本性改变，中高端市场多由外资企业占据，自主核心技术与品牌竞争力较国外存在明显差距，具体表现在自主品牌传统汽车发动机 ECU 市场份额不足 5%，高效变速器低于 25%，高压共轨系统仅 2.8%；新能源汽车动力电池用高性能高镍三元材料、碳硅材料等高度依赖进口；面向未来智能化竞争的车控操作系统、车规级芯片等外资依赖度超过 90%。

第三章 新时代赋予我国汽车产业发展的新需求和新使命

根据党中央、国务院关于未来我国经济社会发展的总体部署，到 2020 年全面建成小康社会，在此基础上，再奋斗 15 年，到 2035 年基本实现社会主义现代化。届时，我国经济实力、科技实力将大幅跃升，跻身创新型国家前列；人民生活更为富裕，中等收入群体比例明显提高，全体人民共同富裕迈出坚实步伐；现代社会治理格局基本形成，社会充满活力又和谐有序；生态环境根本好转，美丽中国目标基本实现。

2035 年，我国“基本建成现代化强国”的战略目标从经济社会、能源环境、美好生活和科学技术等多个维度对我国汽车产业技术的加速创新发展提出了战略需求。当前我国汽车产业总体上处于产业周期性回落和技术变革的叠加交汇期，尽管增速下滑，在新冠疫情影响下甚至出现明显的负增长，但中国汽车产业发展韧性十足，潜力巨大，前景广阔。我国汽车产业应紧抓发展机遇，拥抱科技变革，面向国家需求，肩负起 2035 年经济社会可持续发展赋予的新使命。

3.1 国民经济发展要求提升汽车产业核心地位

汽车产业是我国国民经济的重要支柱产业。汽车产业是推动新一轮科技革命和产业变革的重要力量，是建设制造强国的重要支撑，是国民经济的重要支柱。我国汽车产销规模在过去近 20 年间飞速增长，已连续十二年稳居全球第一。汽车产业的产值和增加值连年攀升，并带动上下游诸多关联产业的快速发展，在国家经济增长中发挥了重要作用。同时，汽车产业也为国家提供了大量的优质就业岗位。汽车产业作为我国经济发展的龙头支柱产业，具有产业链长、辐射面宽、带动性强的特点。根据国家统计局数据，2019 年我国汽车制造业整体营收 8.08 万亿元，按照对上下游 1:5 的带动倍数计，将间接带动约 40 万亿产值规模的庞大上下游产业。

经济高质量发展要求汽车产业加快培育新动能。当前我国经济正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期，社会主要矛盾也已转化为人民

日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。全面推动汽车产业转型升级，形成全新的、对经济社会产生深远影响的汽车产业新型生态，将为我国在新一轮科技革命和产业变革形势下抢占竞争制高点、增强发展动力、拓展发展空间提供重要支撑，并将创建经济新增长极。

经济新常态背景下要求汽车产业发挥更大牵引作用。预计未来一段时间，我国经济增长将处于“调结构、稳增长”的新常态趋势下运行：增速从原来的高速增长，降为中高速增长；增长动力将经历新老动能的转换，高效率、低成本、可持续成为经济增长新动能的必然要求；产业结构和需求结构也将发生显著变化，制造业的数字化和服务化转型成为产业升级的重要方向。根据有关机构预测，至2035年我国GDP将在2020年的基础上翻一番，达到人均GDP超过2万美元，这对于进入新常态发展阶段的经济增长来说，在坚持不将房地产作为短期刺激经济的手段的背景下，要求汽车产业对未来的经济发展发挥更大的甚至核心支柱产业的作用。

3.2 生态文明建设迫切要求汽车产业技术向清洁低碳化根本性转变

随着内燃机汽车大规模普及，石油依赖凸显、大气污染严峻、温室气体剧增、城市交通拥堵形成了对汽车产业发展的巨大压力。我国提出的2035年“生态环境根本好转，美丽中国目标基本实现”的战略目标要求我国汽车产业技术加速向清洁低碳化转型升级。

石油对外依存度远超安全线，能源安全要求持续提高能效。《2019年国内外油气行业发展报告》显示，2019年，我国石油和原油对外依存度双双超过70%，不仅远超50%的安全线，还仍然呈现出增长态势。这其中，随着汽车保有量的持续增加，包括汽车在内的交通部门石油消耗占比超过50%。可见，减少汽车产业和产品能耗，不仅是能源效率问题，更是能源安全问题。



图 1-3-1 中国历年石油对外依存度（2000 年-2019 年）

数据来源：2000-2017 年数据来自中石油经济技术研究院《2017 年国内外油气行业发展报告》；2018、2019 数据来自相应年份《国内外油气行业发展报告》

环保问题不断凸显，蓝天保卫战要求低排放发展。汽车尾气排放已成为多种污染物的重要来源之一。最新发布的《第二次全国污染源普查公报》显示，机动车排放的氮氧化物占全国排放总量的 33.3%；全国主要城市的大气细颗粒物（PM_{2.5}）的源解析结果显示，北京、上海、杭州等城市的移动源排放占比均达到了 45.0%、29.2%、28.0%，已成为 PM_{2.5} 的首要来源。“十三五”期间，国务院印发了《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，生态环境部等 11 部门出台《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》，初步形成了多部门分工配合、“油、路、车”协同的机动车污染治理格局。

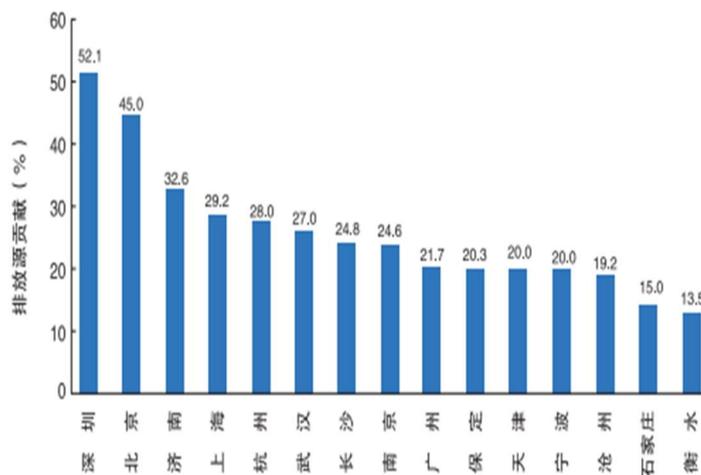


图 1-3-2 国内主要城市机动车排放占比

数据来源：生态环境部《2018年中国机动车环境管理年报》

气候变化问题日益突出，低碳绿色发展要求汽车产业低碳化转型。气候变化问题正日益受到全球重视，目前，已有 77 个国家、10 个地区以及 100 多个城市承诺在 2050 年前实现“碳中和”，即达成二氧化碳净零排放。在新冠疫情背景下，欧盟更是提出将《欧洲绿色协议》投资计划作为疫后经济复苏、支撑产业低碳绿色转型、提高产业竞争力的重要举措。当前，道路交通排放已经占到全球碳排放总量的 18%（IEA《Tracking Transport 2020》），是温室气体排放的重要组成部分。加快推广节能与新能源汽车应用，将有效推进实现汽车领域低碳化和绿色发展，为扭转温室气体排放快速增长的局面、实现中国 2030 年左右碳排放达峰并争取尽早达峰的目标做出积极贡献。

3.3 消费需求升级与科技变革驱动“汽车+跨界”融合发展

满足消费需求升级要求汽车产品技术的重大变革。在能源革命和新材料、新一代信息技术不断突破的背景下，“安全、高效、便捷、经济、绿色”出行成为人们消费需求升级的主要方向。新一代信息技术、大数据、人工智能、云计算、物联网等等先进技术加速在出行领域的应用，在满足出行需求的同时，也将引发汽车产品技术、功能、形态等多方面的变化，汽车产品正从交通工具转变为大型移动智能终端、储能单元和数字空间，乘员、车辆、货物、运营平台与基础设施等实现智能互联和数据共享。

“汽车+跨界”融合发展成为必然。在以新一轮科技革命和产业变革的背景下，学科交叉创新、系统集成创新、跨界融合创新成为产业常态，跨界融合成为必选项。推动“汽车+跨界”融合，一是要推动汽车与能源的融合发展，加强汽车与电网的双向能量互动，促进新能源汽车与可再生能源融合发展；二是要推动汽车与交通的融合发展，促进一体化智慧出行服务发展，构建智能绿色物流运输体系；三是要推动汽车与信息通信技术融合发展，加强互联互通和信息交互，推进以数据为纽带的“人-车-路-云”高效协同，打造信息安全保障体系。通过推动“汽车+跨界”融合发展，逐步构建出有中国特色的智能汽车、智能交通、智慧城市深度融合发展新型产业体系和产业生态系统。

3.4 现代化强国建设要求汽车产业掌握核心技术自立自强

现代化强国战略要求汽车产业由大到强。习近平总书记于 2020 年 7 月调研中国一汽时，强调“我们要成为制造业强国，就要做到汽车强国”。制造业是立国之本、兴国之器、强国之基，而汽车产业则是制造业的标杆性引领产业。规模庞大的汽车产业涉及面广、集成度高、资金技术人才高度密集，是未来工业化和信息化融合、实体经济和数字经济融合、新一轮高科技跨界融合的最佳载体和最大平台，也是我国巩固和强化未来经济竞争优势的龙头和抓手。

全球对未来科技制高点的竞争日趋激烈，要求抢抓机遇。新能源汽车、智能网联汽车等战略新兴领域，正成为各国汽车产业竞争的焦点。我国在新能源汽车方面总体保持领先地位，但近两年来，各国政府和重点汽车企业纷纷加大在电动化方面的布局 and 投入，这种领先优势并不牢固，面临减弱的风险：**从国内市场看**，随着外资和合资新能源汽车产品投入市场，自主品牌的新能源汽车市场份额已呈现下滑趋势，特别是插电式混合动力汽车领域，下滑趋势更为明显；**从全球市场看**，2020 年以来，受到新冠疫情影响，我国虽然汽车市场有所恢复，但新能源汽车下滑幅度仍然很大，欧洲新能源汽车市场逆势增长，甚至可能反超我国；**从市场排名看**，全球新能源汽车销量前二十排名中自主品牌占据半壁江山降至 2020 年上半年的仅余五席，排名前十车型中，仅剩比亚迪秦位居第五；**在关键零部件方面**，动力电池、驱动电机等核心零部件也面临激烈竞争，韩国 LG 化学、三星 SDI 和日本松下等企业增长势头强劲，今年上半年 LG 化学的市场份额已从去年的 10.8% 飙升至 24.2%，取代宁德时代成为全球市占率第一的动力电池厂商。**智能网联汽车已成为国际智能汽车和交通科技前沿和颠覆性技术创新的制高点**，美国更是 2020 年发布了确保其自动驾驶汽车技术全球领导力的自动驾驶汽车 4.0 战略，提出支持先进制造技术、人工智能、5G 网联技术、量子信息科技等领域科技创新和产业链布局，全方位支持基于网联技术的自动驾驶汽车，实现交通全面智能化，确保美国再次引领全球未来交通新变革。

补短板、破瓶颈、谋长远，掌握核心技术自立自强。在当前逆全球化回潮和国际科技竞争兴起的背景下，汽车产业的竞争将更多体现在整个产业体系，

特别是核心技术的竞争。当前，我国在节能汽车、新能源汽车、智能网联汽车核心零部件方面均不同程度存在短板技术，尤其是在车载芯片、操作系统、汽车材料等方面存在卡脖子技术，对我国重点支柱产业的汽车行业来说，存在产业安全，乃至经济安全方面的风险。总体而言，围绕核心技术和关键瓶颈技术加强攻关，加大基础研究和产业应用技术供给，培育和巩固产业竞争力，掌握核心技术自立自强势在必行。

第四章 我国汽车技术的发展愿景与目标

4.1 发展愿景

4.1.1 社会愿景

1) 能源环境友好共生：汽车低碳化技术水平持续提升，汽车产业的发展能够与我国的能源、环境战略目标相适应，为建设绿色、低碳、能源与环境和谐共生社会做出应有的贡献。

2) 安全高效智慧出行：以汽车为核心枢纽，实现汽车产业与绿色能源、智能交通、智慧城市深度融合的智能共享出行，大幅度减少交通事故、提升出行效率，同时降低出行能耗和排放。

3) 数字经济融合发展：汽车产业与大数据、物联网、云计算等新技术深度融合，驱动汽车研发、生产、销售、服务等关键环节变革，数字经济引领汽车产业转型升级新机遇，打造汽车产业高质量发展新引擎。

4) 和谐健康汽车社会：汽车所带来的能耗、资源、环境、交通拥堵和安全问题得到解决，汽车与人、其他交通工具、道路及城市协调发展，构建零事故、零环境负荷、高出行效率、高出行自由度的和谐健康汽车社会。

4.1.2 产业愿景

1) 汽车产品品质不断提高：持续提升汽车产品的安全性、经济性、动力性、舒适性、可靠性、耐久性，使我国汽车产品质量控制能力和智能化水平逐步达到世界先进水平，全面提高消费者对于汽车产品的综合感受和满意程度。

2) 核心环节安全可控：突破基础软件、基础元器件以及高端制造和检测装备等基础共性瓶颈技术，攻关车控操作系统、车规级芯片等产业关键环节，布局汽车前瞻领域，实现产业链关键环节的自主可控。

3) 汽车产业可持续发展：推动汽车制造、使用直至报废全生命周期的低碳化，同时通过更高效、节约的汽车使用模式，提高车辆利用率，确保产业能够在能源、环境承载范围内实现绿色发展。

4) 新型产业生态构建完成：汽车成为跨界融合、协同创新的关键载体，与相关产业深度融合。汽车产业从以车辆为核心的链式结构，转变为以消费者为中心的协同创新、跨界合作、开放包容的新型网状汽车产业生态。

5) 汽车强国战略目标全面实现：实现汽车电动化、智能化、共享化技术的全球引领，形成一批具有较强国际竞争力的跨国公司和产业集群，把我国成功建设成为汽车强国。

发展愿景与汽车技术进步的关系如图 1-4-1 所示。

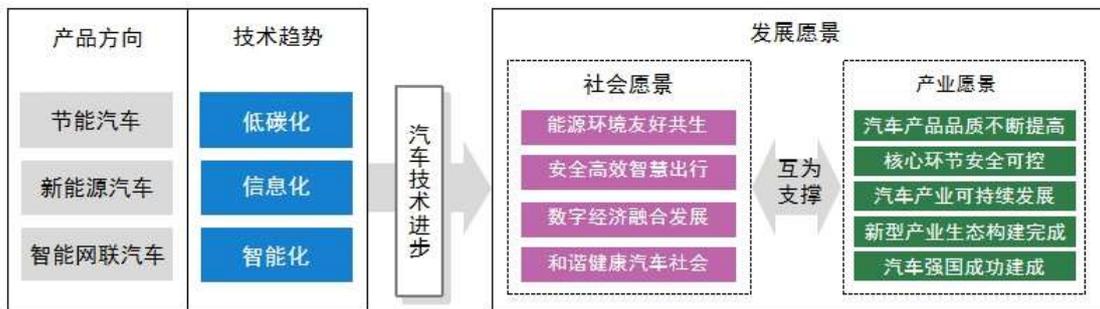


图 1-4-1 汽车技术的发展愿景

上述社会愿景与产业愿景并非是孤立的，而是相互促进、互为支撑的。能源与环境友好发展，是汽车产业可持续发展的基本前提；而产业能够可持续发展，有赖于低碳化技术的充分应用，这本身又是实现能源环境友好发展的动力和保障；安全高效智慧出行、数字经济融合发展催生汽车产品转型再定义、促进形成新型产业生态，而重新定义的汽车产品与新型产业生态也将有力保障安全高效智慧出行以及数字经济融合发展。与此同时，汽车强国建设将支撑实现和谐健康汽车社会，而和谐健康社会也是汽车强国建设的基本要求。

4.2 总体目标

面向未来 10~15 年，我国汽车产业发展的总体目标是碳排放总量将先于国家碳减排承诺提前达峰；新能源汽车将逐渐成为主流产品，汽车产业基本实现电动化转型；中国方案智能网联汽车核心技术国际领先，产品大规模应用；关键核心技术自主化水平显著提升，形成协同高效、安全可控的产业链；建立汽车智慧出行体系，形成汽车、交通、能源、城市深度融合生态；技术创新体系基本成熟，

具备引领全球的原始创新能力。

提出的我国汽车技术总体发展目标如图 1-4-2 所示。



图 1-4-2 我国汽车技术总体发展目标

基于节能和新能源汽车技术的持续进步，乘用车、商用车油耗不断降低。到2025年，乘用车新车油耗达到4.6L/100km，货车油耗较2019年降低8%以上，客车油耗降低10%以上；到2030年，乘用车新车油耗达到3.2L/100km，货车油耗较2019年降低10%以上，客车油耗降低15%以上；到2035年，乘用车新车油耗达到2.0L/100km，货车油耗较2019年降低15%以上，客车油耗降低20%以上。

（1）节能汽车技术

推动汽车低碳化方向发展进程，掌控包括先进动力系统、高效传动系统、多种混合动力以及轻量化、低阻等共性技术在内的节能汽车关键技术，新车油耗达到国际领先水平。到2025年，传统能源乘用车新车平均油耗达到5.6L/100km，混合动力乘用车新车平均油耗达到5.3L/100km，占传统能源乘用车销量的50%

以上；到 2030 年，乘用车新车平均油耗达到 4.8L/100km，混合动力乘用车新车平均油耗达到 4.5L/100km，占传统能源乘用车销量的 75%以上；到 2035 年，传统能源乘用车新车均为混合动力车型，平均油耗达到 4L/100km。

（2）新能源汽车技术

在稳步提升的新能源汽车技术支撑下，新能源汽车逐渐成为市场上的主流产品，汽车产业基本实现电动化转型。全面掌握高比能高安全动力电池、高效电驱动系统、先进电控系统、全新整车平台以及高性能长寿命燃料电池等新能源汽车关键技术，并达到国际先进水平。以技术突破为支撑，推动新能源汽车销量不断提升，助力我国新能源汽车产业低碳化进程。到 2025 年，新能源汽车销量占总销量 20%左右，氢燃料电池汽车保有量达到 10 万辆左右；到 2030 年，新能源汽车销量占总销量的 40%左右；到 2035 年，新能源汽车成为主流，占总销量 50%以上，氢燃料电池汽车保有量达到 100 万辆左右。

（3）智能网联汽车技术

智能网联汽车技术不断发展，产生一系列原创性科技成果，并有效普及应用，使我国在该领域能够逐渐引领全球趋势。逐步掌握车辆自动驾驶技术、信息交互技术以及基础支撑技术，构建中国方案智能网联汽车技术体系和新型产业生态，加速推动汽车信息化、智能化发展。到 2025 年，实现驾驶辅助（DA）、部分自动驾驶（PA）和有条件自动驾驶（CA）车辆市场占有率达到 80%，其中 PA、CA 级占比达到 50%以上，高度自动驾驶（HA）车辆开始进入市场，C-V2X 终端新车装配率达 50%；到 2030 年，PA、CA、HA 级智能网联汽车占当年汽车市场销量接近 100%，其中 PA、CA 级占比 70%，HA 级占比超过 20%，C-V2X 终端新车装配基本普及，具备车路云一体化协同决策与控制功能的车辆进入市场；到 2035 年，各类网联式自动驾驶车辆广泛运行于中国广大地区，中国方案智能网联汽车与智慧能源、智能交通、智慧城市深度融合。

（4）产业链核心环节

攻克产业技术瓶颈难题，补齐产业链短板，实现关键核心技术自主化水平显著提升，形成协同高效、安全可控的节能与新能源汽车产业链。专项攻关车控操作系统、车规级芯片、动力总成电控系统硬件、电喷系统、混合动力机电耦合系

统等产业关键环节；突破基础软件、基础元器件以及高端制造和检测装备等基础共性瓶颈技术，巩固产业发展基础；布局全固态动力电池、下一代高速/高功率密度电驱动系统等新能源汽车前瞻领域，巩固电动化核心优势；培育新能源汽车与5G 通信技术、高精定位、人机交互融合发展的中国智能网联汽车自主领先能力。

（5）技术创新体系

培育并完善汽车技术创新链，使技术创新体系基本成熟、原始创新水平具备全球引领能力。完善基础、应用和产业化的双向贯通机制，打通从科学到技术再到产品的成果转化机制，建立以企业为主体、市场为导向的技术创新体系，形成定位清晰、高效协同的产学研创新体系，使我国汽车产业具备自主科技创新和持续创新能力。

（6）新型产业生态

以节能与新能源汽车为主要载体，围绕未来汽车产业的研发、制造和服务等全价值链环节，以产业链核心企业为龙头，以关键系统创新应用为牵引，优化发展环境，创新发展模式，推动形成互融共生、分工合作、利益共享的新型产业生态，引领全球汽车智慧出行变革，支撑汽车与智慧能源、智能交通、智慧城市深度融合发展。

4.3 重点领域

当前，节能汽车、新能源汽车以及智能网联汽车已被确定为我国汽车产业的发展重点。新能源汽车包括纯电动、插电式混合动力及氢燃料电池汽车。考虑当前产业安全、高质量发展以及与能源等相关领域融合发展的需求，对研究方向进行了横向扩展和纵向延伸，基于原有纯电动和插电式混合动力汽车的研究基础，新增了充电基础设施和电驱动总成系统；同时，为强化汽车制造智能化、数字化的发展需求，将路线图 1.0 中的“制造技术”聚焦到智能制造和关键装备。由此，确定了 9 个汽车技术重点发展方向：节能汽车、纯电动和插电式混合动力汽车、燃料电池汽车、智能网联汽车、动力电池、电驱动总成系统、充电基础设施、轻量化以及智能制造和关键装备。

以上 9 个重点技术领域共同体现了汽车技术低碳化、信息化、智能化的发展方向，同时彼此之间又紧密关联、相互影响。

其中，节能汽车、新能源汽车和智能网联汽车是汽车技术发展与应用的具体形式和最终载体。三者之间不是割裂的，节能与新能源汽车共同面对节能、环保等严峻挑战，而智能网联汽车不仅直接关系到交通拥堵、行车安全等问题的最终解决，也与节能汽车、新能源汽车彼此作用、相互促进。

整车性能的提升离不开核心零部件及相关基础设施技术的进步。动力电池、电驱动系统作为核心关键零部件，其技术水平掣肘新能源汽车的发展。同时，整车性能的需求也带动核心零部件的技术进步，从而实现新能源汽车整车与零部件相辅相成的技术创新。

此外，汽车轻量化是节能汽车、新能源汽车与智能网联汽车的共性基础技术，智能制造与关键装备技术是汽车产品生产质量的保障。

根据汽车各项技术的内涵、特点及相互关联，明确如图 1-4-3 所示的我国汽车技术重点发展方向。

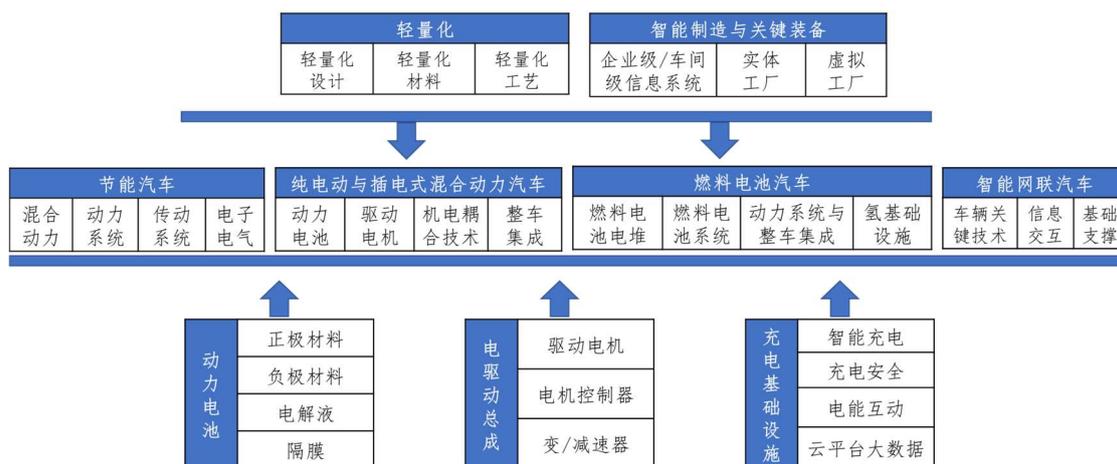


图 1-4-3 我国节能与新能源汽车技术重点发展方向

4.3.1 节能汽车

未来 5~10 年，传统内燃机汽车仍将占据汽车产品的重要份额，因此提高节能汽车在传统动力汽车中所占的比例，推广混合动力与先进节能技术在节能汽车的应用，是我国汽车产业降低能源消耗、减轻环境污染、实现能源安全的重要保障。

4.3.2 纯电动和插电式混合动力汽车

新能源汽车是全球汽车产业转型升级的发展方向。当前，纯电动和插电式混合动力汽车是已产业化推广的两类重要产品，也是未来 10~15 年内新能源汽车逐渐成为汽车产品主流的关键所在。

4.3.3 燃料电池汽车

燃料电池汽车具有零排放、续驶里程长、燃料加注快的特点，是全球汽车动力系统转型升级的重要方向之一，也是我国新能源汽车战略的重要组成部分。

4.3.4 智能网联汽车

智能网联汽车是在新一轮技术变革和产业重构背景下，打造全新汽车产业生态体系的核心，也是实现汽车产业与技术转型升级的重要载体，大力发展智能网联汽车对于培育新的经济增长极、推动社会智能化转型、提高国家综合竞争力具有重要意义。

4.3.5 动力电池

动力电池是支撑纯电动汽车和插电式混合动力汽车的核心，其技术进步和性能水平直接决定新能源汽车的续驶里程、使用寿命、成本等关键指标。

4.3.6 电驱动总成系统

电驱动总成系统是新能源汽车提供主要的能量转换与动力传递的系统，是实现机械能与电能转换、保证整车动力性、经济性与可靠性等性能的关键。

4.3.7 智能制造与关键装备技术

作为节能与新能源汽车的共性基础，汽车制造技术是有效打造未来汽车产品的前提。在新一轮科技革命的推动下，制造技术逐步向智能化制造模式转变，智能制造与关键装备技术已成为汽车制造产业发展的战略方向，是实现产业升级的重要保障。智能制造的核心和基础是智能工厂和关键制造环节，相关技术与装备是支撑智能制造的关键。

4.3.8 汽车轻量化技术

汽车轻量化在满足汽车使用要求、安全性和成本控制条件下，将结构轻量化设计技术与多种轻量化材料、轻量化制造技术集成应用，实现产品减重。作为节能汽车、新能源汽车和智能网联汽车的共性基础技术之一，轻量化是有效实现汽车节能减排的重要途径之一，是提升车辆加速性、制动性、操稳性等诸多车辆

性能的重要保障，与此同时，轻量化技术的应用将带动冶金、材料、装备等上下游产业转型升级。

4.3.9 充电基础设施

充电基础设施是新型基础设施建设的重要组成部分，是新能源汽车大规模推广的基础保障，也是实现智慧城市多能源融合系统的核心媒介之一，是构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系的重要支撑。

第五章 技术路线图

在已发布的技术路线图 1.0 的基础上，综合考虑全球汽车产业变革与技术发展趋势以及我国汽车产业发展新变化、新需求和新使命，围绕九大领域的专题研究成果，立足当前，着眼长远，统筹整体推进与重点突破，坚持以创新、协调、绿色、开放、共享为指导原则，制定了我国汽车产业的总体路线图以及重点领域路线图。

5.1 产业技术总体路线图

继续坚持《中国制造 2025》提出的创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本的五大方针，指导节能与新能源汽车产业技术总体路线图的修订。

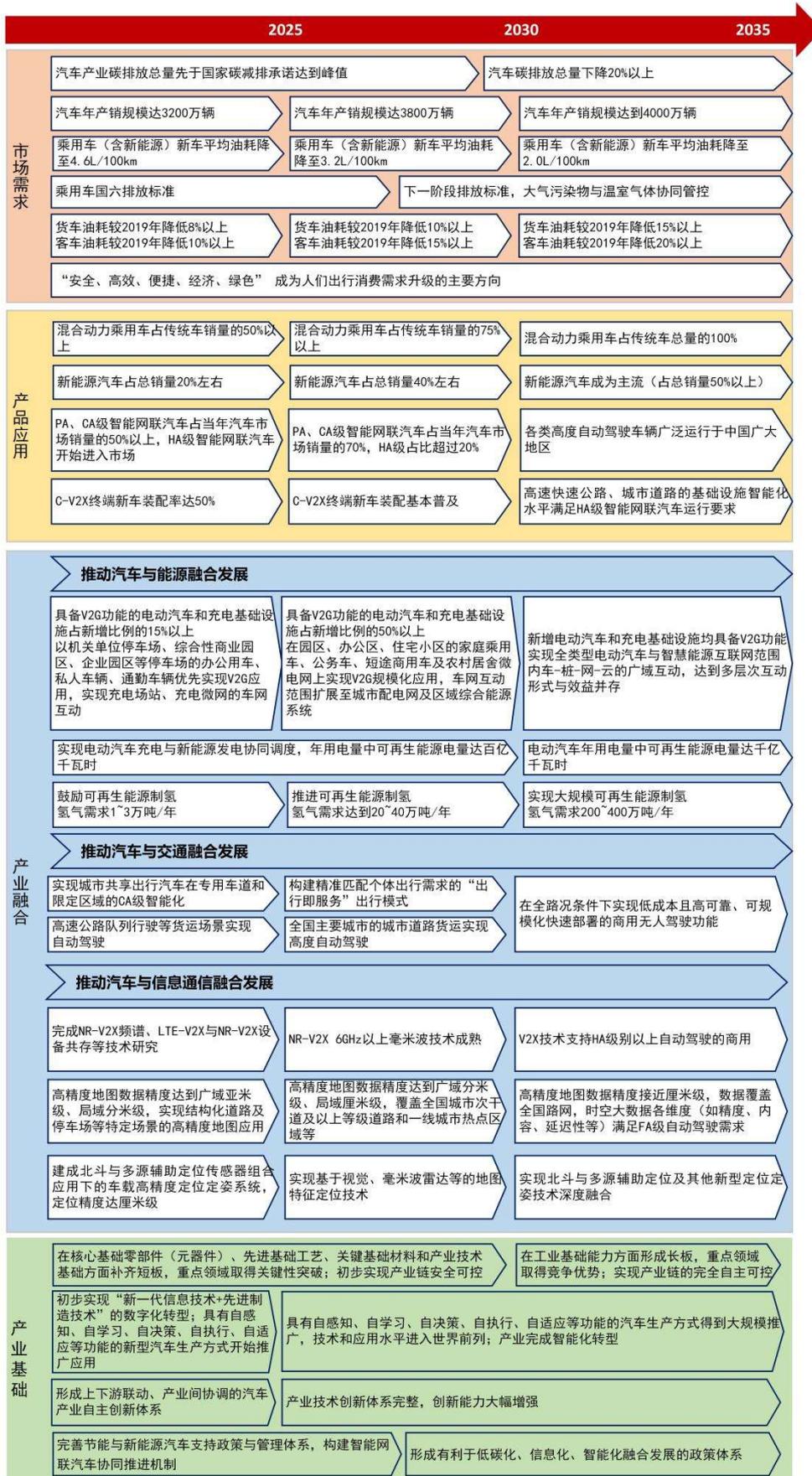


图 1-5-1 我国汽车产业发展总体路线图

5.2 重点领域路线图

5.2.1 节能汽车

节能汽车路线图涵盖了乘用车和商用车两大部分，细化了发动机技术、混合动力技术、整车动力学技术、传动系统技术、先进电子电器技术、热管理技术等重点技术方向。

在技术路线图 1.0 的基础上，综合考虑节能技术进步、新能源汽车发展和测试工况切换的影响，对油耗目标作出修订，提出了传统能源乘用车油耗 2025 年达到 5.6L/100km，2030 年达到 4.8L/100km，2035 年达到 4L/100km 的发展目标；在技术路线方面，将技术路线图 1.0 中包含在电子电气中的 48V 技术调整到混合动力技术，并强化了其对商用车节能技术的支撑。

节能汽车发展以结构节能与技术节能并重、乘用车与商用车节能兼顾为总体思路。以混合动力技术为重点，以动力总成优化升级、降摩擦和先进电子电气技术等共性技术为支撑，全面提升传统能源汽车节能技术和燃油经济性水平；因地制宜适度发展替代燃料汽车，推动我国汽车燃料的低碳化、多元化，降低对石油的依赖。

节能汽车技术路线图如图 1-5-2 所示。

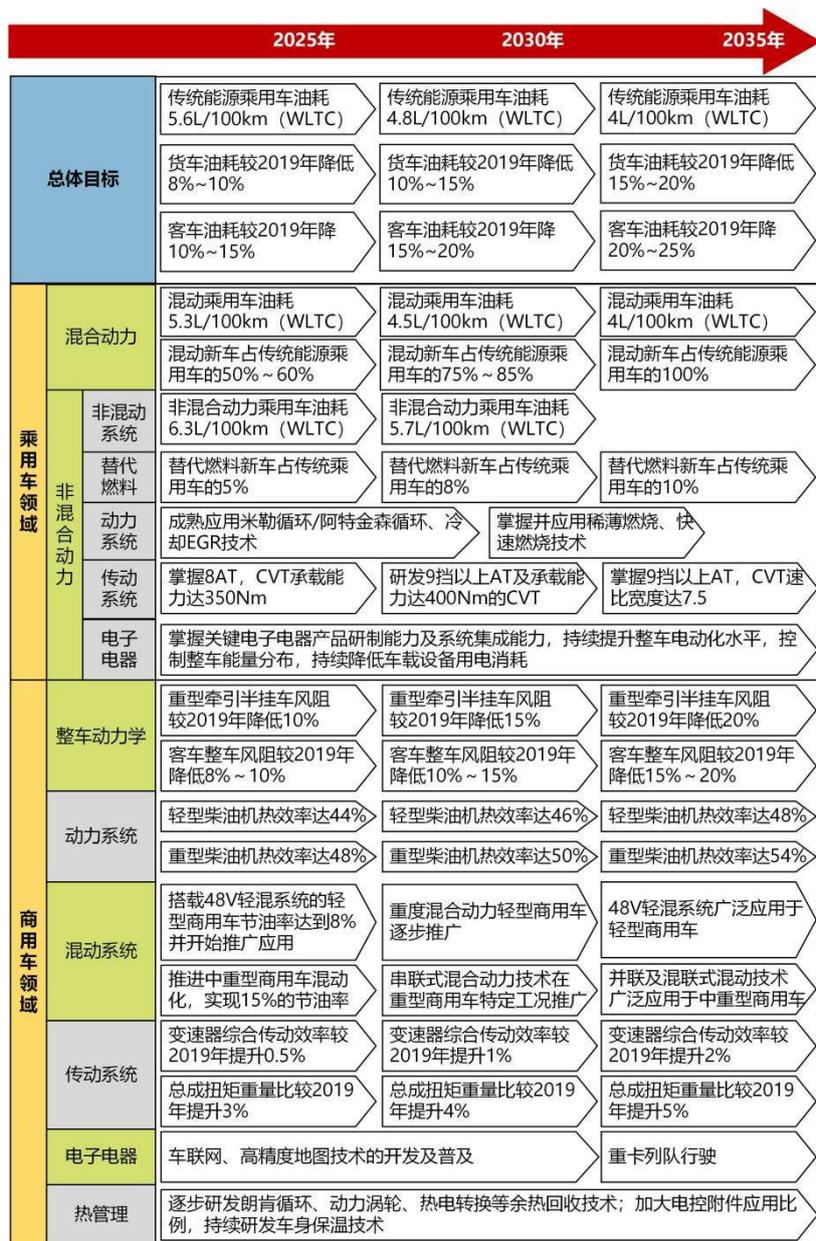


图 1-5-2 节能汽车总体路线图

5.2.2 纯电动和插电式混合动力汽车

纯电动和插电式混合动力汽车路线图涵盖了乘用车和商用车的纯电动和插电式混合动力技术, 包含电池技术、电机技术、电控技术、充换电技术、智能化技术、专用发动机技术以及整车集成与控制等其他共性技术。

与技术路线图 1.0 相比, 此次修订中, 鉴于新能源汽车发展中出现的安全和可靠性问题, 着重强调了整车安全和产品质量在路线图中的重要性, 提出了以完善热源管理和热管理技术为支撑的安全目标以及以提升整车集成化技术为重点的车辆可靠性目标。此外, 明确了未来工况调整条件下的能耗目标。

纯电动和插电式混合动力汽车以中型及以下车型规模化发展纯电动乘用车为主，实现纯电动技术在家庭用车、租赁服务、公务车以及中短途商用车等领域的推广应用；以紧凑型及以上车型规模化发展插电式混合动力乘用车为主，实现插电式混合动力技术在私人用车、公务用车以及其他日均行驶里程较短的领域推广应用。

纯电动和插电式混合动力汽车总体技术路线图如图 1-5-3 所示。

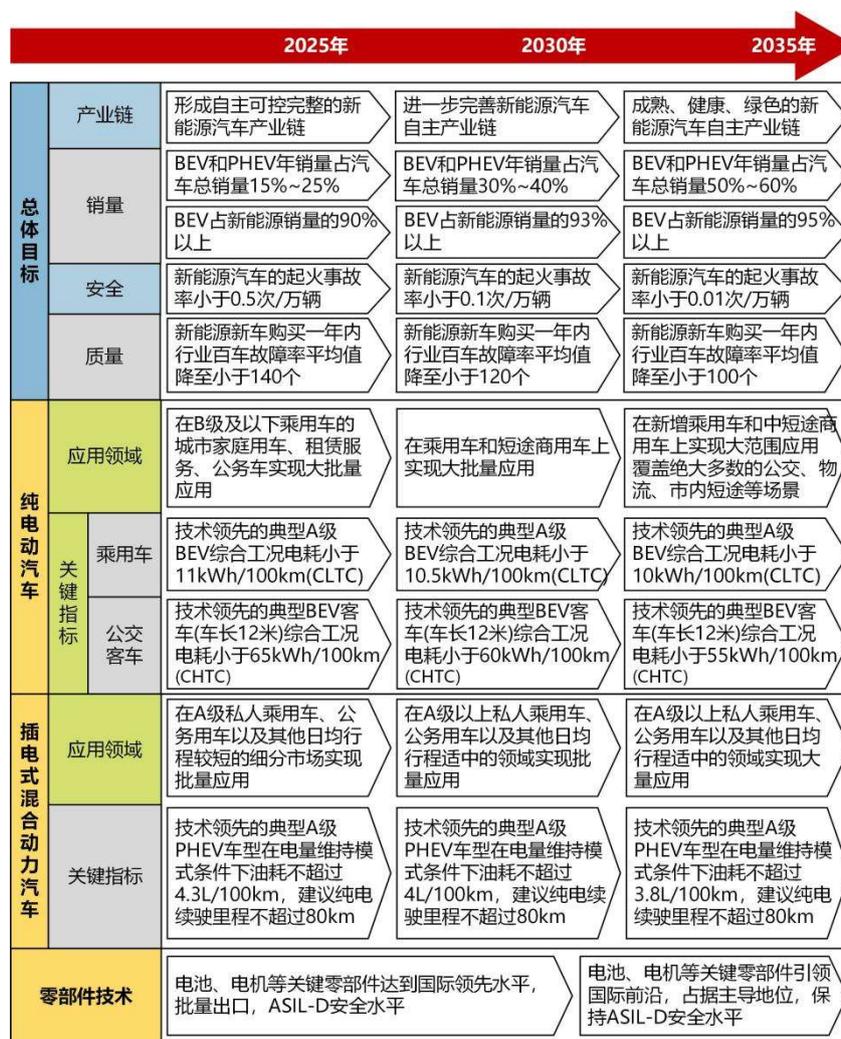


图 1-5-3 纯电动和插电式混合动力汽车总体路线图

5.2.3 燃料电池汽车

燃料电池汽车路线图涵盖了氢燃料电池汽车的氢能供应链和汽车关键技术链，包括燃料电池堆及关键材料、车用燃料电池系统、整车集成，以及氢气生产运输储存和加注基础设施等技术方向。

与技术路线图 1.0 相比，此次修订进一步明确燃料电池汽车的推广应用路径，细化提出了续航里程、经济性等车辆性能指标要求；根据车型推广应用规模和技术指标，量化了车用氢能需求，提高 2025 年加氢站的建设目标至 1000 座，2030 至 2035 年为 5000 座。

燃料电池汽车以客车和城市物流车为切入领域，重点在可再生能源制氢和工业副产氢丰富的区域推广中大型客车、物流车，逐步推广至载重量大、长距离的中重卡、牵引车、港口拖车及乘用车等，实现氢燃料电池车更大范围的应用，总体达到 100 万辆左右的规模。在此过程中，进一步提高燃料电池汽车低温启动、可靠耐久、使用寿命等性能并降低整车成本，逐步扩大燃料电池系统产能，完善氢气供应、运输及加注基础设施建设，支撑燃料电池汽车的产业化发展。

氢燃料电池汽车总体路线图如图 1-5-4 所示。



图 1-5-4 氢燃料电池汽车总体路线图

5.2.4 智能网联汽车

智能网联汽车路线图搭建了“三横两纵”的技术架构，涵盖车辆关键技术、信息交互关键技术和基础支撑关键技术（“三横”）以及支撑智能网联汽车发展的车载平台和基础设施（“两纵”）等重点方向。

与技术路线图 1.0 相比，此次修订考虑到智能网联汽车相关领域前沿技术的不断变革和更替，对智能网联汽车的技术架构和体系进行全面梳理和修订，总体上，以车辆关键技术、信息交互关键技术和基础支撑关键技术为关键技术骨架开展研究，兼顾了乘用车、货运车辆和客运车辆的智能网联技术产业化落地和发展路径，分析城市道路、城郊道路、高速公路和限定场景四种类型运行范围内的智能网联汽车技术产业化、市场化、商业化时间进度。

路线图提出，2025 年左右，HA 级自动驾驶技术开始进入市场；2030 年左右，实现 HA 级智能网联汽车在高速公路广泛应用，在部分城市道路规模化应用；2035 年以后，HA、FA（完全自动驾驶）级智能网联车辆具备与其他交通参与者间的网联协同决策与控制能力，各类高度自动驾驶车辆广泛运行于中国广大地区。

智能网联汽车总体路线图如图 1-5-5 所示。

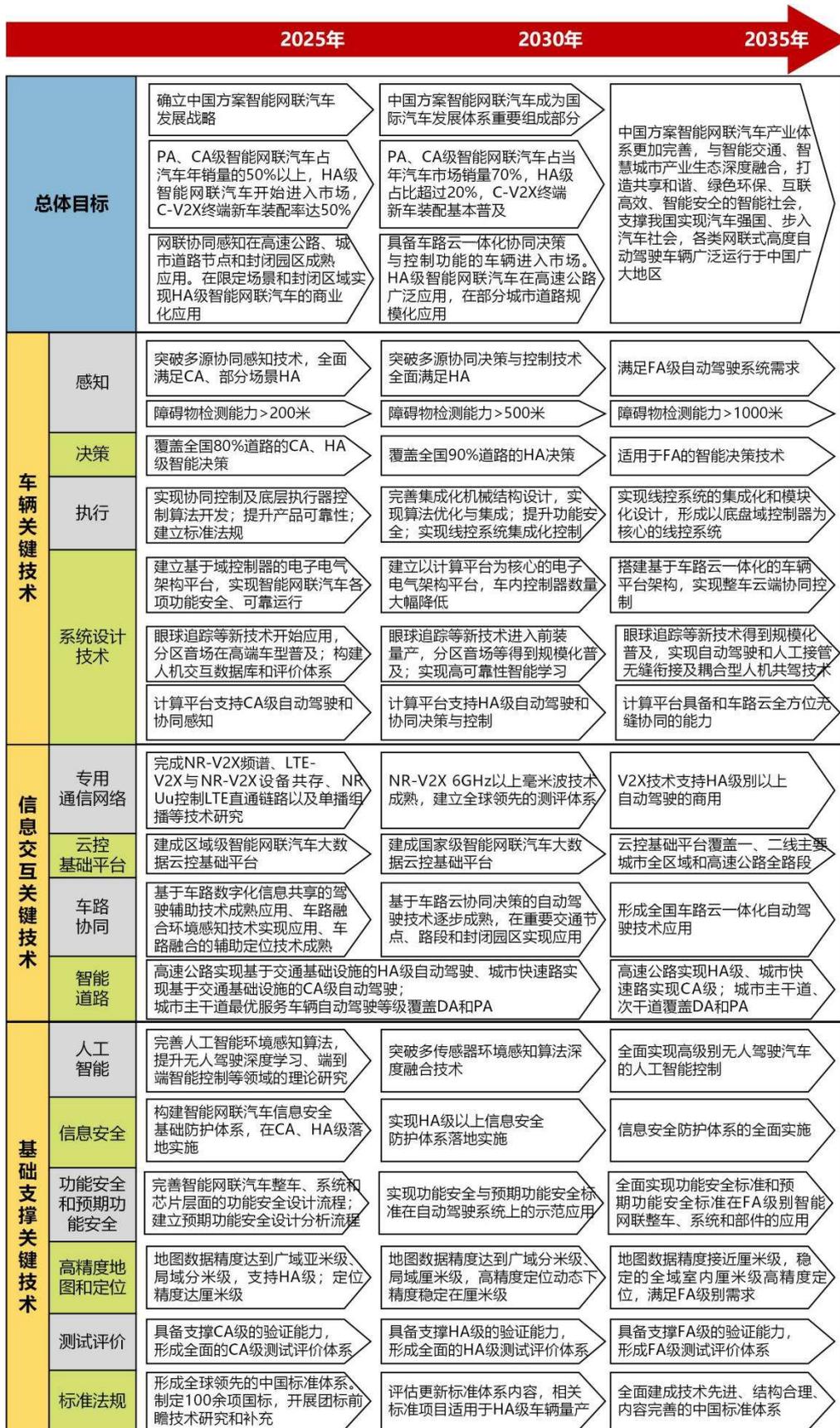


图 1-5-5 智能网联汽车总体路线图

5.2.5 动力电池

动力电池路线图涵盖了能量型、能量功率兼顾型（含快充电型）和功率型三大类别动力电池，同时包含了动力电池关键材料、系统集成、制造装备、测试评价、梯次利用和回收以及新体系电池等重点技术。

与技术路线图 1.0 版相比，本路线图对动力电池的技术方向和产品应用领域进行了拓展，电池系统集成的内容也移到电池路线图部分，产品涵盖乘用车和商用车两大应用领域，实现了动力电池的技术方向、产品应用和全产业链内容的全覆盖。

动力电池技术路线图以能量型动力电池、能量功率兼顾型动力电池和功率型动力电池等重点产品的比能量、能量密度、比功率、成本、安全性能等得到全面提升为核心目标，提出发展高比容量和热稳定性好的正负极材料、耐高温隔膜材料、耐高压阻燃电解液等关键材料技术，系统集成技术、智能制造技术及装备、测试评价技术、梯次利用与回收技术，并布局全固态锂离子和锂硫电池等新体系电池研发。

动力电池总体路线图如图 1-5-6 所示。



图 1-5-6 动力电池总体路线图

5.2.6 电驱动总成系统

电驱动总成系统路线图的研究范围除了涵盖新能源汽车驱动电机及电机控制器本体外，在驱动电机系统的关键材料及核心零部件/元器件领域、机电耦合电驱动总成两个领域进行了拓展，同时增加了自主主控芯片（MCU）和软件架构等短板技术。

本次修订中，将电驱动总成系统提升为重点领域，作为独立章节加以研究。电驱动总成领域以纯电驱动总成、插电式机电耦合总成、商用车动力总成、轮毂/轮边电机总成为重点，以基础核心零部件/元器件国产化为支撑，提升我国电驱动总成集成度与性能水平。驱动电机及其控制系统领域以提升驱动电机功率密度与效率、提高电机控制器集成度为重点，以核心器件和关键材料国产化为支撑，全面提升驱动电机及其控制系统技术水平，提升产品性价比。电驱动总成系统总体路线图如图 1-5-7 所示。

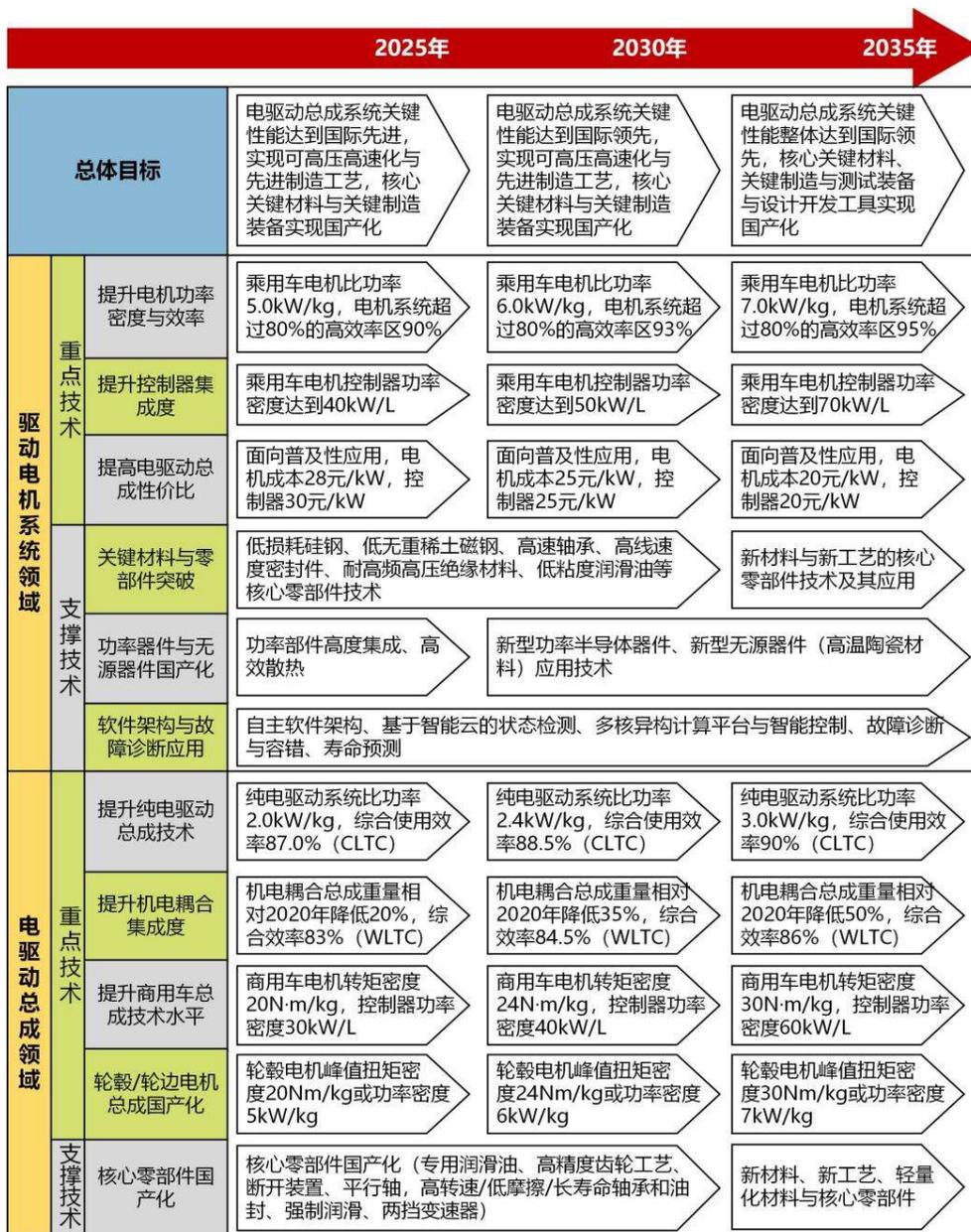


图 1-5-7 电驱动总成系统总体路线图

5.2.7 智能制造与关键装备技术

智能制造与关键装备技术路线图将整车及动力总成制造的工艺设计、生产及生产物流环节作为研究方向。考虑到智能生产是智能制造主线, 智能工厂是智能生产的主要载体, 本路线图重点涵盖了智能制造技术装备在企业级/车间级信息系统、实体工厂/车间、虚拟工厂/车间三大生产场景的应用。

本次修订将“智能化”与技术路线图 1.0 中的汽车制造技术路线图深度融合, 研究重心由降低不良品率、能耗及提高生产率转向提升智能化水平和设备综合效

率。此次修订打破 1.0 版本思路和框架，重点研究智能制造应用场景与装备，绘制智能制造与关键装备技术路线图。

路线图以汽车制造“通用化、自适应化、透明化、智能化”为目标，逐步实现生产工艺装备、生产物流等集成类技术应用；推广用户需求端到产品生产端的集成类应用；达成生产过程人、机、料、法、环、测多源异构大数据的联通和融合技术应用；在生产设备、工艺控制系统、生产工艺单元和生产管理各层级普及 AI 技术；不断完善工艺数据库/知识库、汽车智能工厂标准库、场景解决方案库等知识图谱的建设，最终实现知识图谱应用自动化。智能制造与关键装备技术总体路线图如图 1-5-8 所示。



图 1-5-8 智能制造与关键装备技术路线图

5.2.8 汽车轻量化技术

汽车轻量化技术路线图的研究范围涵盖了轻量化设计和评价技术、轻量化材料及成形（型）工艺技术、连接技术、共性基础平台建设和乘用车、载货汽车、客车的轻量化实现路径等内容。

与技术路线图 1.0 相比，本次修订将研究工作的重心由降低整车整备质量转向了降低整车轻量化系数，关注重点从单项技术发展和各类材料应用占比转向了多材料混合应用背景下我国自主轻量化技术开发和应用体系的构建，提出了以强化支撑我国汽车轻量化发展的技术开发和应用体系建设为主线、以推动“多目标设计+多材料混合应用为核心的发展思路。

围绕未来节能汽车、新能源汽车和智能网联汽车的发展需求，结合自主品牌发展环境，汽车轻量化技术路线图提出近期以完善高强度钢应用体系为重点，中期以形成轻质合金应用体系为方向，远期形成多材料混合应用体系为目标，并明确了各阶段在产品结构优化设计、高强材料和轻质材料应用、相关成形技术和连接技术需重点突破的关键核心技术、共性基础平台建设方面需开展的工作。

汽车轻量化技术路线图如图 1-5-9 所示。

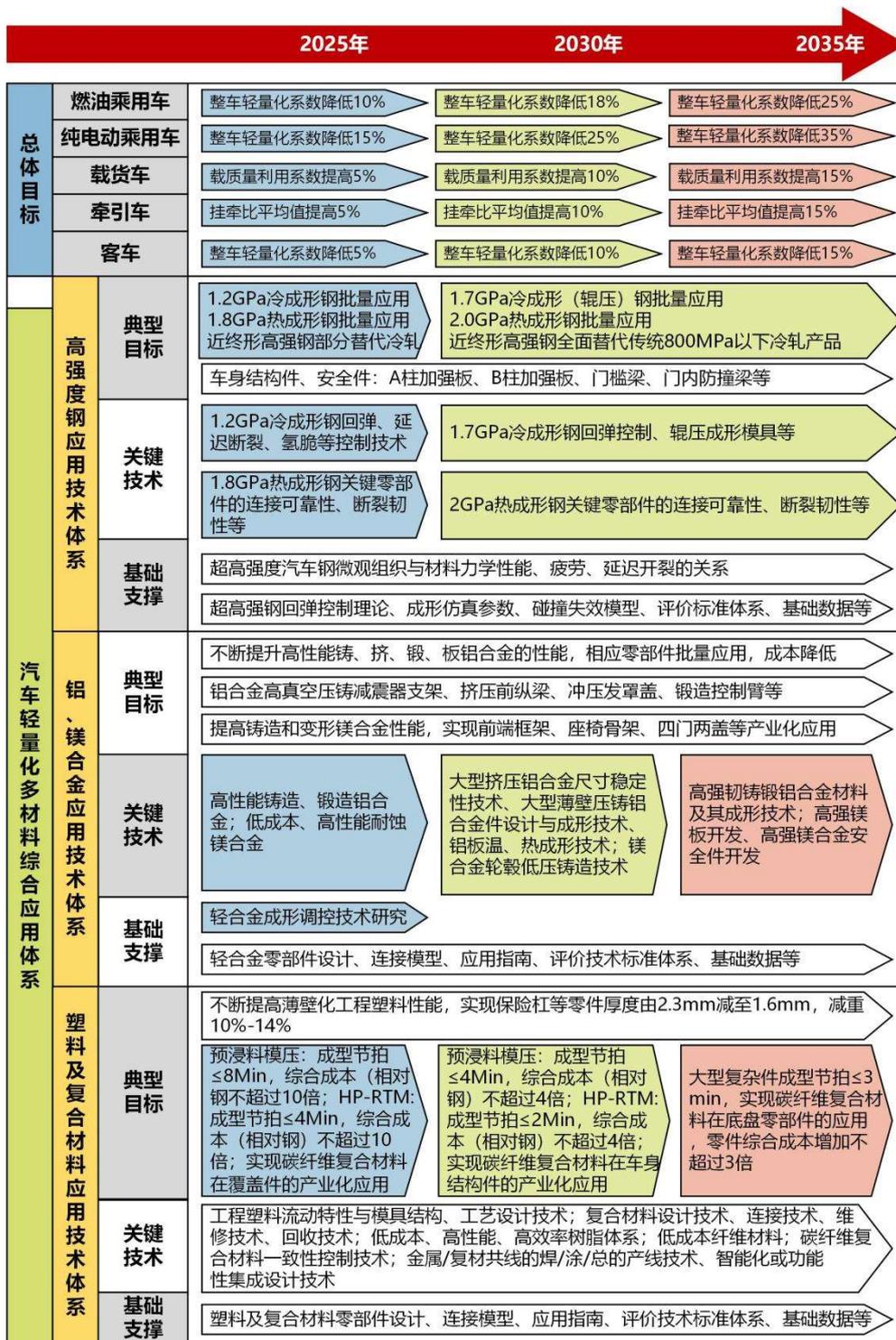


图 1-5-9 汽车轻量化技术总体路线图

5.2.9 充电基础设施

充电基础设施路线图的研究范围包括充电设施布局技术、智能充电技术、充电安全技术、电能互动技术、云平台大数据技术等五大重点技术方向。

本次修订将纯电动和插电式混合动力汽车技术路线图 1.0 中的充电基础设施部分提升为重点领域，作为独立章节加以研究。以 1.0 版本路线图为基础，综合考虑充电技术与设施发展以及充电设施在电动汽车与智能交通、智慧能源跨界融合中的重要枢纽作用，在原有充电设备、充电站、无线充电系统、充电基础设施服务系统的基础上，新增并整合形成五个方向，即充电设施布局技术、智能充电技术、充电安全技术、电能互动技术和云平台大数据技术。

以构建慢充普遍覆盖、快充网络化部署来满足不同充电需求的立体充电体系为目标，全面掌握实现充电设施布局技术、智能充电技术、能源互动技术、充电安全技术、云平台大数据技术等核心技术，大力促进可再生能源高效利用，实现充电设施网络与新能源汽车产业的协调发展，建立布局合理、集约高效、绿色安全和性能优异的充电基础设施网络，实现多网融合、信息互联互通及资源分享，提供多种灵活适用的充电方式，实现便捷高效的充电服务体验。领域科技创新能力、设施规模和产品技术达到国际领先水平。

充电基础设施总体路线图如图 1-5-10 所示。

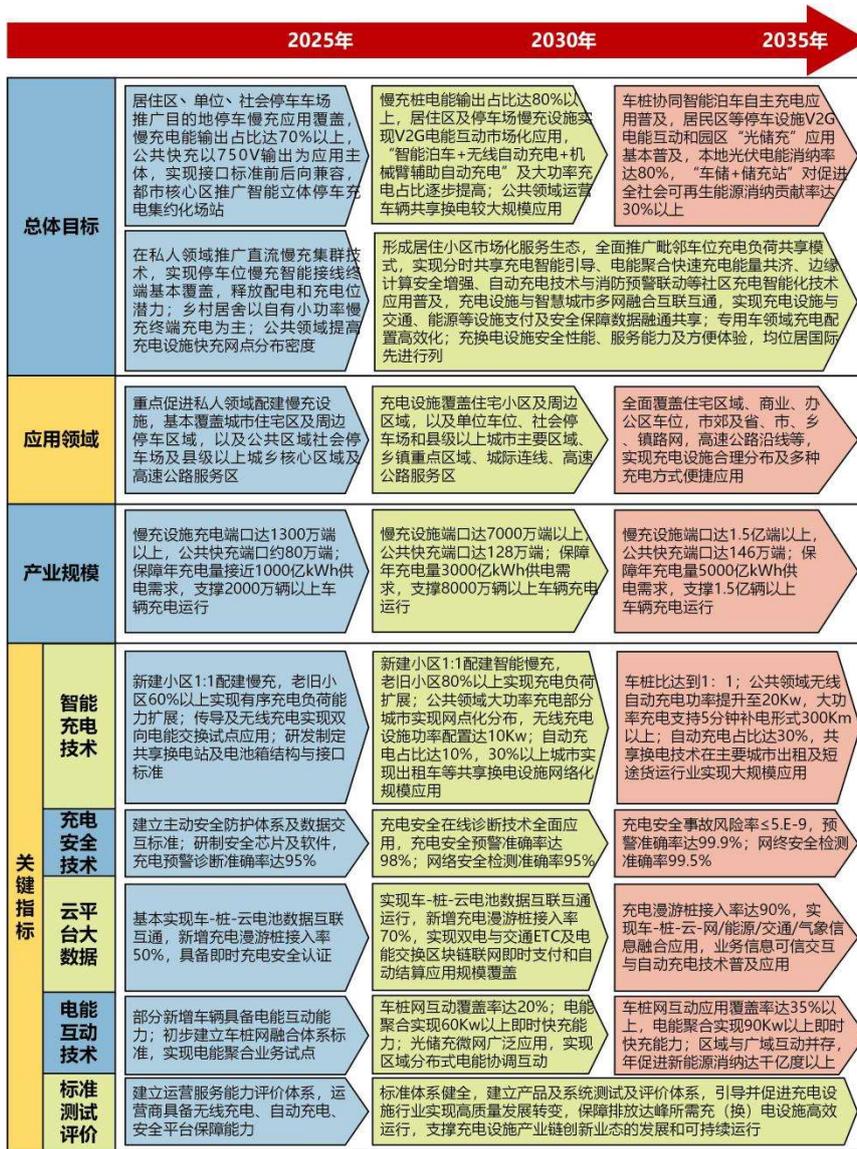


图 1-5-10 充电基础设施总体路线图

5.3 技术路线图实施效果预估

我国政府已承诺 2030 年 CO₂ 排放总量达到峰值，因此对于还处于发展中的国家而言，必须由高碳经济向低碳经济转型。随着汽车保有水平的快速增长，汽车产业已成为国家节能减排的重点领域。

为预测未来中国汽车产业碳排放量，从未来经济社会发展愿景对汽车产业发展的需求出发，结合资源、能源、环境容量约束等，建立人口密度、人均 GDP、汽车千人保有量三维融合的汽车产业发展模型，预测未来中国汽车产业发展产销量和保有量进行了预测。根据测算，2025 年、2030 年和 2035 年的汽车销量分别为 3200 万辆、3800 万辆和 4000 万辆，保有量分别为 4 亿辆、4.5 亿辆和 4.8 亿

辆。在车型结构方面，根据总体销量与保有量预测结果，采用节能汽车、新能源汽车、燃料电池汽车等各类车型的销量占比形式呈现。

从碳排放的核算结果看，中国汽车产业规模整体依旧保持增长态势。只考虑车辆运行阶段时，汽油、柴油和电力等能源消费总量将于 2030 年前达峰，与此同时 CO₂ 排放总量也将同时达峰，并自此开始下降；考虑车辆“油井到车轮”的燃料周期，CO₂ 的排放趋势和达峰时间与仅考虑运行阶段的结果一致。因此，汽车产业将提前实现我国 2030 年碳排放达峰的目标，并为我国碳排放达峰做出亿吨级贡献。

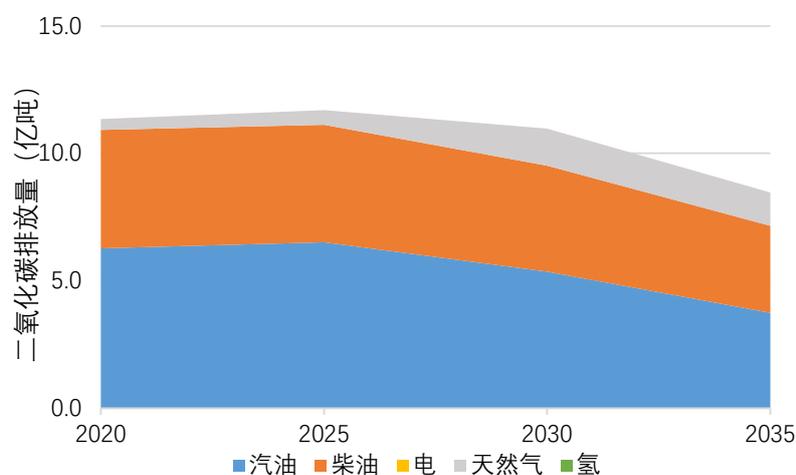


图 1-5-11 技术路线图实施效果预估——运行阶段碳排放量

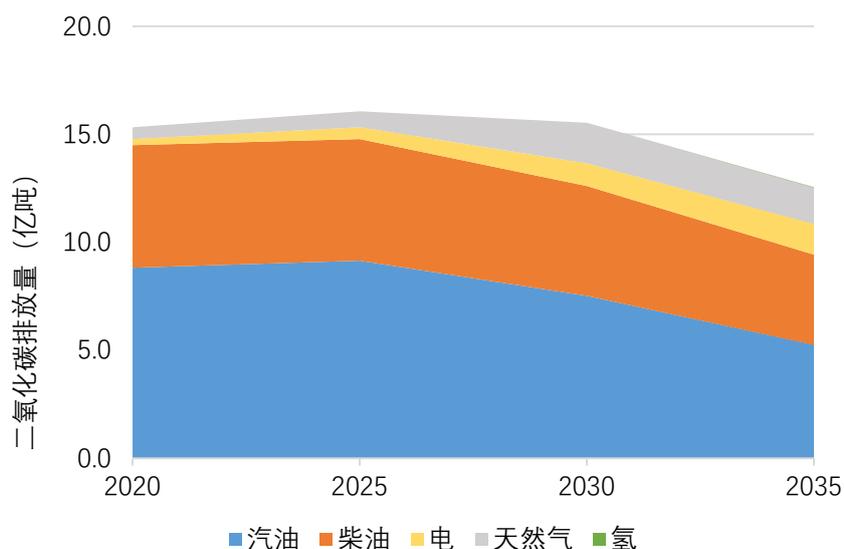


图 1-5-12 技术路线图实施效果预估——燃料周期碳排放量

第六章 战略支撑与保障措施建议

6.1 加强政府协同推进力度

充分发挥节能与新能源汽车产业发展部际联席会议的作用。加强部门间协同和上下联动，特别是加强节能与新能源汽车与能源、交通、信息通信等行业的协同融合与新型产业生态构建所涉及的战略、政策、标准法规等的统筹衔接与评估落实。

更好地发挥行业研究机构的作用。重点支持行业研究机构集中各方资源，加强未来汽车行业发展战略与规划、技术创新战略、政策影响评估等重大问题的研究，强化对未来汽车核心技术的前瞻预见，明晰重点攻关方向，引领和推动产业发展，为政府提供决策依据与智力支撑。

6.2 进一步完善创新体系建设

完善新型研发机构的建设。进一步加大对国家智能网联汽车创新中心、国家动力电池创新中心、国家新能源汽车技术创新中心为代表的新型研发机构的支持力度，面向智能网联汽车前瞻领域，强化战略储备与前瞻布局，大力布局前沿技术研发，着力打造领先优势；面向新能源汽车产业发展需求，着力突破共性技术供给瓶颈难题，带动产业转型升级。

加强科创服务平台建设。支持行业机构发挥跨行业、跨领域、跨部门的资源协同优势，集聚政产学研金等各类创新要素，开展创新资源共享、创新成果孵化转化、融资对接、知识产权运营、政策咨询等各类科技创新服务工作，搭建产学研紧密合作的桥梁和纽带，激发创新活力、加快科技成果转化。

6.3 逐步建立安全可控的自主零部件体系

综合考虑汽车产业转型升级方向、培育未来产业竞争优势，根据不同领域关键核心零部件的发展阶段、市场成熟度，以“开放、创新、自主”为主线，采取差异化的措施，实现传统领域开放协作、新型领域创新引领、基础领域自主化突破，逐步建立安全可控的自主零部件体系。

政企协同攻关节能汽车关键零部件。以发动机 ECU、高效变速箱为代表的节能汽车关键零部件领域，采取国家引导、整车企业联合扶持的开放协同机制，

建立由科技部、工信部、发改委、财政部、国资委等政府部门和行业前十骨干整车企业组成的协同推进机制，支持整车企业与骨干零部件企业建立战略联盟，鼓励以资本为纽带，形成协同支持零部件发展的模式。

揭榜挂帅巩固新能源汽车发展优势。以动力电池、驱动电机为代表的新能源汽车关键零部件领域，主要采取国家支持、骨干零部件企业“揭榜挂帅”的措施，集中国家和骨干企业资源，在巩固现有技术优势的基础上，重点布局下一代产品技术，持续保持国际领先水平，实现产业链安全可控。

协同联合打造智能网联汽车先导地位。以车载计算平台、车载操作系统为代表的智能网联汽车关键零部件领域，统筹开展跨部门、跨行业的大联合、大协同，以重大突破工程、科技专项和创新生态建设为抓手，重点支持车规级芯片、环境感知、智能决策、协同控制等核心技术突破。

合力攻关补齐产业基础短板。以车规级芯片、仿真软件、高精度传感器为代表的产业基础短板领域，要充分发挥新型举国体制优势，提升产业自主能力，以重大突破工程、工业强基工程为抓手，加大定点、定向支持力度，政产学研相结合，集中攻关，合力突破，鼓励骨干企业先行先试，以点带面，推进创新成果产业化。

6.4 持续扩大新能源汽车推广应用范围

精准施策，平稳过渡新能源汽车扶持政策。建议加强针对公交、出租、环卫、物流、网约和分时租赁等公共服务领域新能源汽车推广应用的引导和配套政策；建议明确 2025 年前继续执行新能源汽车免购置税政策，鼓励地方政府出台新能源汽车便利使用等支持政策；建议借鉴汽车下乡经验，对农村地区新能源汽车推广应用给予专项补贴，形成拉动汽车产业新一轮发展的新的增长极，助力美丽乡村建设和乡村振兴战略。

稳步实施燃料电池汽车试点示范工程。在清洁氢能资源丰富、经济基础好、具备氢能和燃料电池汽车产业基础、环保压力大的地区选择试点城市，聚焦重点领域推进燃料电池汽车试点示范，重点解决氢能基础设施规模化建设及运营问题和现有整车及关键零部件技术的产业化落地，建立有利于燃料电池汽车推广使用的环境，降低燃料电池汽车生命周期总成本，促进未来燃料电池汽车的商业化推广应用。

持续推动和完善基础设施建设工作。依托“互联网+”智慧能源，提升智能化水平，积极推广智能有序慢充为主、应急快充为辅的居民区充电服务模式。研究第三方进小区建桩鼓励政策，开展电价、增值税退税、建设补贴等政策可行性研究。鼓励开展换电模式应用。组织开展加氢基础设施立项、审批、建设、验收、投运等环节的管理规范研究工作。

6.5 加快智能网联汽车的范应用与产业化步伐

完善顶层设计，加强跨产业之间协同创新。发挥制造强国领导小组车联网专委会的统筹协调作用，进一步加强跨部门、跨行业协同与融合。全面梳理相关法律法规、部门规章和标准，针对存在的管理空白或可能对智能网联汽车产生的制约和限制问题，尽快形成解决方案。建立多层次、不同适用范围的标准体系，实现国家标准、行业标准和团体标准的良好配合与衔接。重点针对智能网联汽车测试、准入和运行环节，有序推进相关立法、修法和释法工作。探索建立适应无人驾驶汽车发展的新型保险机制，明确对智能网联汽车的法律规定。

加强行业监管，保障智能网联车辆信息安全。加快制定汽车信息安全相关标准和规范，推动中国汽车信息安全保障体系的构建，加强对“端-管-云”各环节的信息安全监管，建设国家智能网联汽车运行的基础大数据运维及监管中心，优先解决智能网联汽车运行安全、用户数据安全、跨境数据安全以及车联网应用数据安全等问题。

完善基础设施，提升基础设施通信环境条件。协同推动智能化基础设施建设，结合“新基建”国家战略，加快布局 C-V2X 通信设施建设，形成分区域、分阶段推进的建设规划。实现车、路、人、云平台之间的互联互通，以大规模和城市级测试示范为依托，推动高速公路、城市主干道、城市道路和停车场等相关区域加快 C-V2X 网络部署，进而推动实现全国主要干道的 C-V2X 网络广泛覆盖，加快车路协同基础设施数字化建设。

由点及面突破，统筹示范应用和产业化推广。加快建立智能网联汽车测试评价体系，依托国内现有的测试及应用资源，加强测试验证和示范应用对技术攻关和产业实践的作用。结合 2022 年北京冬奥会、雄安新区等重大项目建设机遇，推进智能网联汽车技术、智能交通系统和智慧城市规划建设的示范应用。形成涵

盖封闭测试场、开放道路和先导区的三级测试示范，推动从技术研发、测试验证到示范应用的三级产业链条，实现城市级社会开放道路的规模化、产业化应用。

发挥市场主体作用，打造成成熟的新型产业生态。以生态主导型企业为龙头建设首次商业化平台，加快产业化发展和价值链培育，打造各类市场主体互融共生、分工合作、利益共享的新型产业生态体系，加快国家智能网联汽车创新中心建设，搭建跨行业跨领域的技术协同创新平台。加强车载计算平台、动态地图平台关键零部件的技术研发和价值链培育，共同推进智能网联汽车核心关键技术的自主化开发和产业应用，构建跨产业协同的智能网联汽车生态体系。

6.6 持续推进品牌质量提升工作

完善质量法制体系，加强汽车生产准入监管。简化事前准入管理，加强事后监管，贯彻落实“放管服”改革精神，建立汽车监管部际协调机制，以法制化、高效、有序为目标推进车辆生产企业及产品准入管理改革。建立政府监督检查、信用管理、消费者投诉等一体的产品监管机制。

强化汽车召回、三包等强制质量保证机制。进一步健全质量违法行为记录及公布制度，加大行政处罚等政府信息公开力度。加大缺陷产品召回力度，健全缺陷产品召回行政监管和技术支撑体系，建立缺陷产品召回管理信息共享和部门协作机制。探索跨部委的产品伤害监测体系，提高产品安全、环保、可靠性等要求和标准。启动实施服务质量监测基础建设工程，严格落实汽车三包责任规定，探索建立第三方质量担保争议处理机制。

建设汽车产品质量全面评价体系机制。完善汽车质量品牌标准体系，开展新能源汽车的可靠性质量评价体系，优化完善节能汽车可靠性研究与评价体系，开展专项评价活动；积极推进智能汽车的质量评价体系，推动车辆智能化系统（分总成）的法规标准、检测、准入的管理体系建设。

开展中国汽车品牌宣传工程，培育优秀质量品牌文化。推动汽车行业机构联合汽车企业开展中国特色汽车质量品牌文化建设，营造行业严于律己、文明竞争、共同发展的良好氛围和健康生态。依托汽车行业机构制定实施汽车质量品牌宣传的专项行动计划，组织权威媒体开展中国品牌宣传活动，树立中国汽车质量品牌良好形象。

6.7 强化人才队伍建设

立足于国家发展战略，聚焦智能网联、新能源、节能等领域，构建以领军人才、研发骨干人才和工匠人才为主体的综合性、立体化人才体系。

大力培育和引进行业领军人才。依托国家重大科研、工程、产业攻关、国际科技合作等项目，加强人才与项目的结合，在实践中培养领军人才。深入实施重大人才工程，加大海外高层次人才引进力度，引进一批能够突破关键技术、发展智能网联、新能源等核心领域的战略科学家和创新创业领军人才。

加快培养行业研发骨干，特别是复合型技术研发骨干。在高校加快建设符合智能化、电动化、轻量化、低碳化技术需求的人才培养体系，服务于汽车产业转型升级。创新人才培养模式，推进产学研协同的人才培养模式。完善以能力和贡献为导向的人才评价制度，释放人才创新内生动力，提升科技人才的国际竞争力。

弘扬“工匠精神”，培育汽车工匠人才。培育“坚韧、执着、专注、极致”的汽车工匠文化，完善技师培训、培训基地建设和技能大师工作室、劳模工作室建设，开展技能人才评奖，发挥高技能人才引领作用。

坚持汽车人才国际化发展战略。建立国际互认的职业资格制度，促进汽车人才合理理性流动。举荐行业领军人才到国际组织任职，在国际舞台上争取更大话语权。结合教育改革试点，率先推进汽车人才教育培训的国际化。

6.8 加快推进汽车产业数字化转型升级

加快推进汽车智能制造，实现汽车制造业与信息产业的深度融合。推进数字工厂、智能工厂、智慧工厂建设，引导企业在研发设计、生产制造、物流配送、市场营销、售后服务以及企业管理等环节推广应用数字化、智能化系统。构建可大规模推广应用的设计、制造、服务一体化示范平台，推动建立贯穿产品全生命周期的协同管理系统，实现企业提质增效。

加快推进出行及服务网联化、智能化，建设互联高效的新型汽车产业生态。引导汽车企业积极协同信息、通信、电子和互联网行业企业，充分利用云计算、大数据等先进技术，挖掘用户工作、生活和娱乐等多元化的需求，创新出行和服务模式，促进产业链向后端、价值链向高端延伸，拓展包含交通物流、共享出行、用户交互、信息利用等要素的新型生态圈。