



新能源与智能汽车技术路线图概要

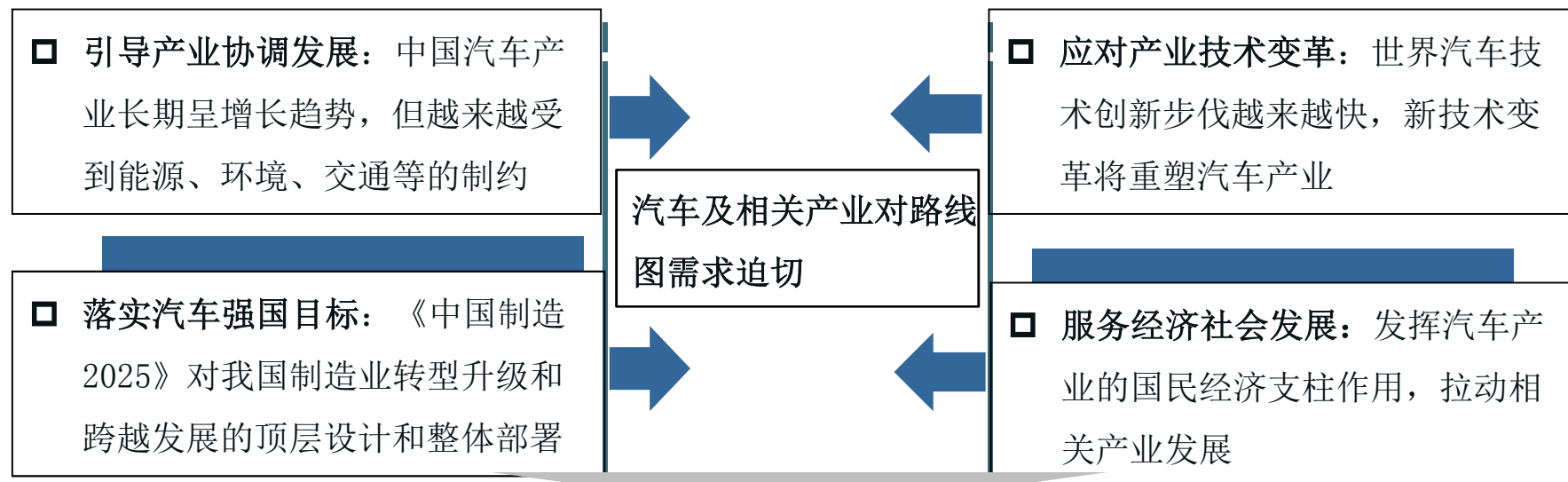
中国汽车工程学会
2016. 11. 26 北京

报告内容

- 节能与新能源汽车技术路线图宗旨和编制过程
- 节能与新能源汽车技术路线图内容概要
- 汽车智能网联化发展现状和趋势

1.编制技术路线图背景和使命

•在新一轮科技和产业变革背景下，以制造强国建设战略为契机，围绕汽车强国开展的一次汽车产学研协同行动，旨在凝聚共识、明晰路径，协同创新，推动产业创新发展



路线图的使命

➤ 聚焦变革，明晰路径

➤ 凝聚共识，协同行动

➤ 引导资源，促进创新

2.研究工作过程和主要节点

- 受国家制造强国战略咨询委员会和工业和信息化部委托，开展的一项大型联合研究；
- 来自汽车及汽车相关产业的逾500位专家参与，历时一年编制完成，包括一项总体技术路线图和七项专题技术路线图
- 技术路线图研究累计共举行了60余场专家论证会/头脑风暴会，预判技术方向，凝聚共识，识别重点，最终绘制了路线图；



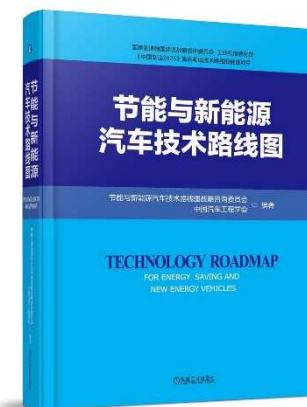
启动会 (160人)
2015.9



总体组专家与各专题组
调研交流
2016.2-3



路线图工作协调及专家咨
询会、封闭写稿活动
2016.4-7



2015.8
预备会



2015.12
第一阶段汇报会 (150人)



2016.3
三个专题路线图初评会



2016.8.30
路线图终评会 (220)



2016.10.26
路线图发布会 (1千)



报告内容

- 节能与新能源汽车技术路线图宗旨和编制过程
- 节能与新能源汽车技术路线图内容概要
- 汽车智能网联化发展现状和趋势

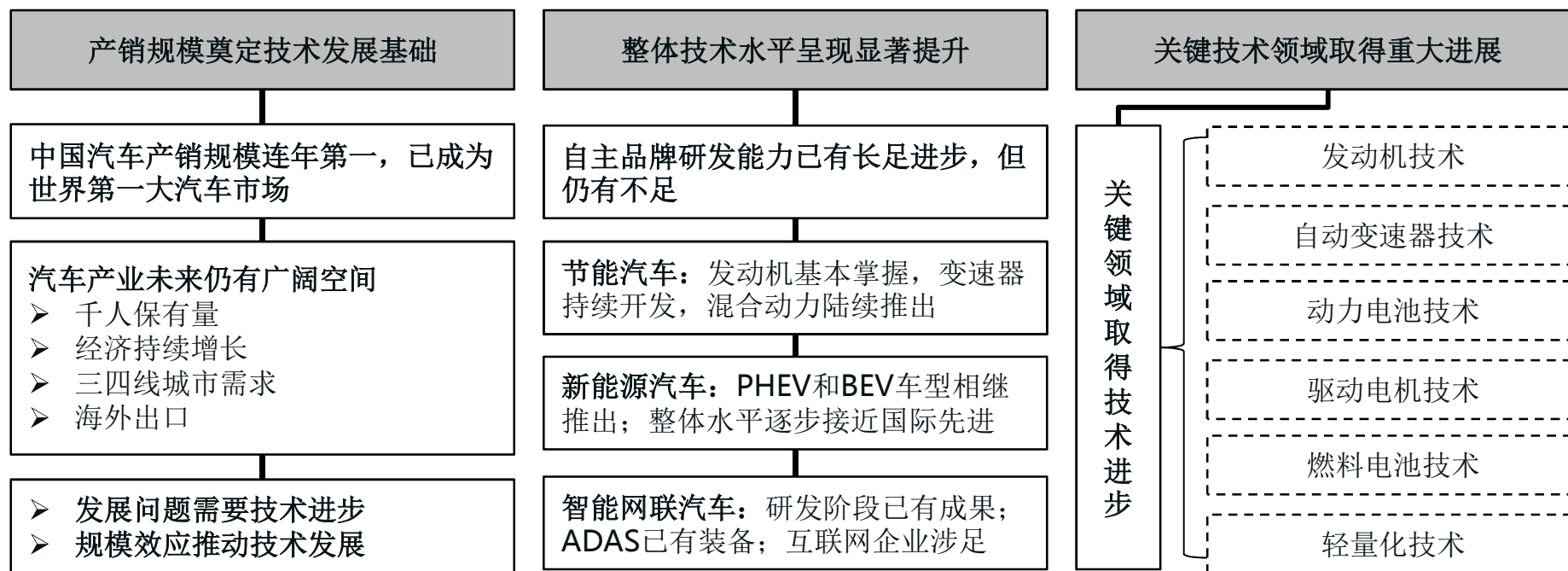
1.汽车产业技术发展总体趋势

“低碳化、信息化、智能化”成为世界主要汽车强国、主要车企共同的战略选择

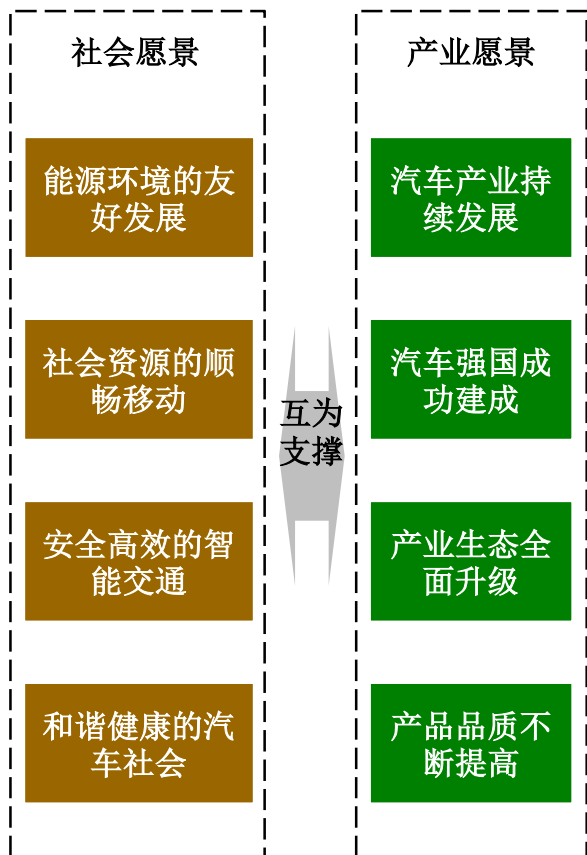
类别	主要战略	发展方向
国家战略	美国 《电动汽车大挑战蓝图》 《智能交通系统战略计划2015-2019》	➤ 新能源 ➤ 汽车智能化 ➤ 智能交通体系
	欧洲 《欧盟2020年战略创新计划》 《智能交通系统发展行动计划》	➤ 低二氧化碳排放 ➤ 智能交通体系
	日本 《下一代汽车战略2010》 《日本汽车战略2014》	➤ 新能源 ➤ 低能耗 ➤ 自动驾驶与智能交通
企业战略	福特 《移动出行蓝图2050》 《气候战略2030》	➤ 低碳 ➤ 移动出行服务 ➤ 自动驾驶
	丰田 《气候挑战2050》 《智慧出行社会》	➤ 零二氧化碳排放 ➤ 智慧出行社会 ➤ 自动驾驶
	大众 《共同战略2050》	➤ 电气化 ➤ 数字化 ➤ 自动驾驶

2、我国汽车技术现状分析

•近20年，我国汽车产业发展迅猛，自主品牌汽车企业的总体技术水平已有很大提升，关键技术领域取得重大进展。



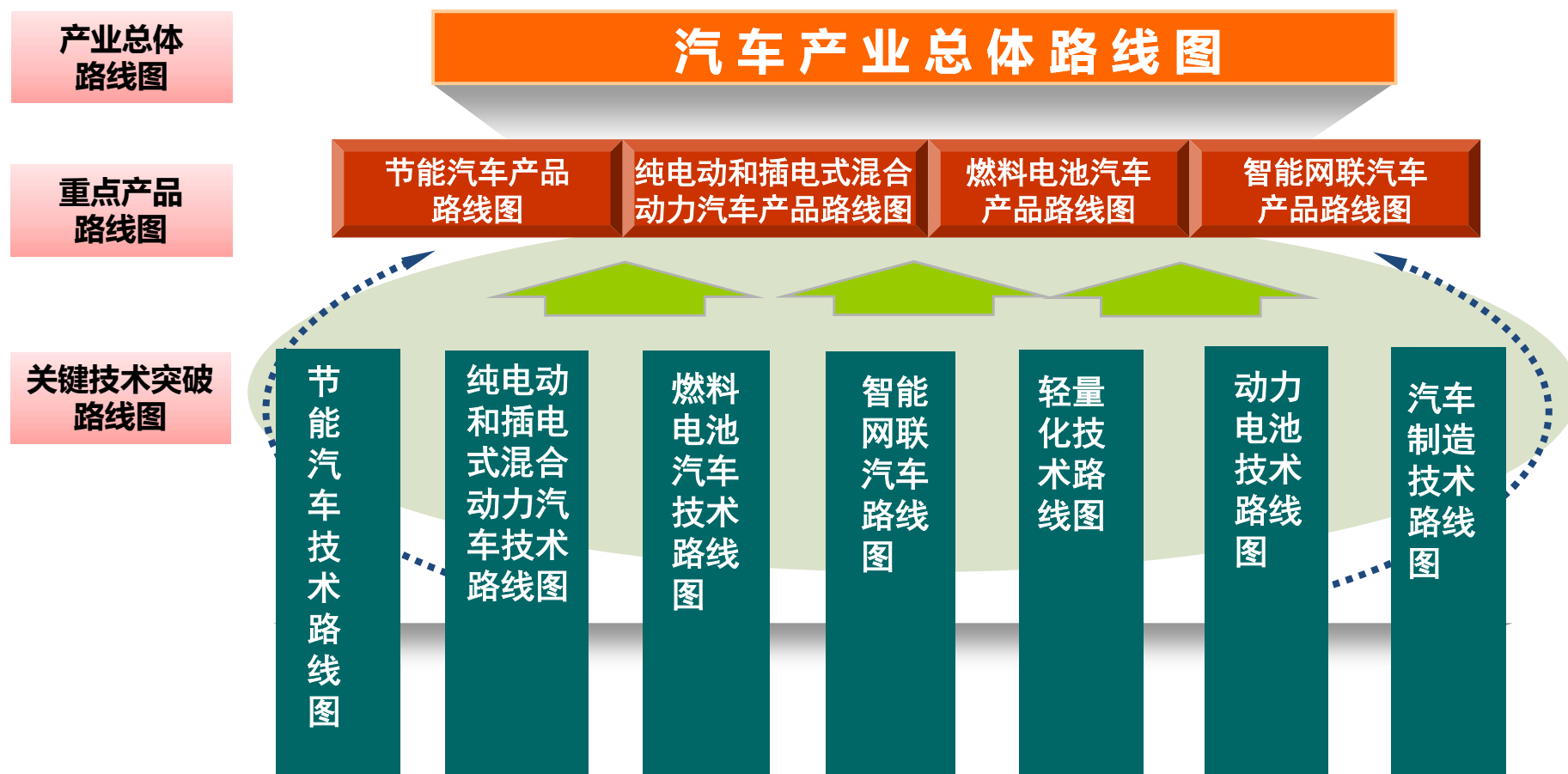
3.我国节能与新能源汽车发展愿景和目标



总目标	汽车产业碳排放总量先于国家承诺和产业规模，在2028年率先达到峰值			
	新能源汽车逐渐成为主流产品，汽车产业初步实现电动化转型			
	智能网联技术产生一系列原创性科技成果，并有效普及应用			
	技术创新体系基本成熟，持续创新能力和零部件产业具备国际竞争力			
主要里程碑		2020	2025	2030
	节能汽车	乘用车新车平均油耗5L/100km 商用车新车油耗接近国际先进水平	乘用车新车平均油耗4L/100km 商用车新车油耗达到国际先进水平	乘用车新车平均油耗3.2L/100km 商用车新车油耗同步国际领先水平
	新能源汽车	新能源汽车占总销量7%以上	新能源汽车占总销量15%以上	新能源汽车占总销量40%以上
	智能网联汽车	驾驶辅助/部分自动驾驶车辆市场占有率达到约50%	高度自动驾驶车辆市场占有率达到15%	完全自动驾驶车辆市场占有率接近10%

4.节能与新能源汽车技术路线图框架体系

•紧抓战略机遇，以新能源汽车和智能网联汽车为主要突破口，以能源动力系统升级转型为重点，以智能化水平提升为主线，以先进制造和轻量化等共性技术为支撑，全面推进汽车产业的低碳化、信息化、智能化和高品质



5. 节能汽车技术路线图要点

发展目标

乘用车新车平均油耗：

2020年：5.0L/100km
2025年：4.0L/100km
2030年：3.2L/100km

商用车新车平均油耗：

2020年：接近国际先进水平；
2025年：达到国际先进水平
2030年：同步国际领先水平

技术路径分析

节能乘用车：

- 提高发动机热效率
- 动力总成匹配
- 降低传动损失
- 减少整车能量损耗
- 提高混合动力系统效率

节能商用车：

- 提高柴油机热效率
- 降低整车能量损耗
- 能量回收
- 混合动力

发展重点

- 先进内燃机燃烧机理研究
- 增压器与应用技术
- 先进燃油喷射系统研究
- 全可变气门技术
- 废气能量回收
- 控制系统开发
- 变速器节能技术及核心零部件开发技术研究
- 低摩擦技术研究
- 48V系统开发

路线图概要

- ◆ 以结构节能与技术节能并重，加快紧凑型及以下小型车的推广，显著提高小型车比例；
- ◆ 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为支撑，全面提升传统燃油汽车节能技术和燃油经济性水平；
- ◆ 以发展天然气车辆为主要方向，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。

6.纯电动和插电式混合动力汽车技术路线图要点

发展目标	技术路径分析	发展重点	路线图概要																		
<p>纯电动乘用车续航里程</p> <table border="1" data-bbox="206 448 629 592"> <thead> <tr> <th>2020年</th> <th>2025年</th> <th>2030年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300km</td> <td>400km</td> <td>500km</td> </tr> </tbody> </table> <p>公交客车单位载质量电耗水平 (kWh/100km•t)</p> <table border="1" data-bbox="206 730 629 874"> <thead> <tr> <th>2020年</th> <th>2025年</th> <th>2030年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.5</td> <td>3.2</td> <td>3.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>插电式混合动力汽车混动模式油耗水平比传统车降低：</p> <table border="1" data-bbox="206 1013 629 1157"> <thead> <tr> <th>2020年</th> <th>2025年</th> <th>2030年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25%</td> <td>降10%</td> <td>降20%</td> </tr> </tbody> </table>	2020年	2025年	2030年	300km	400km	500km	2020年	2025年	2030年	3.5	3.2	3.0	2020年	2025年	2030年	25%	降10%	降20%	<ul style="list-style-type: none"> ● 提高动力电池能量密度 ● 提高电驱动系统效率 ● 减少整车能量损耗 ● 轻量化设计 ● 提高多种动力源的集成应用能力 ● 优化混合动力系统构型和控制策略 	<ul style="list-style-type: none"> ● 多能源动力系统集成技术 ● 驱动电机技术 ● 电机控制器技术 ● 先进充电技术 ● 混合动力专用发动机技术 ● 高效机电耦合变速器技术 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 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、公务用车、租赁服务以及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； ◆ 以动力电池、驱动电机突破发展支撑整车竞争力提升并实现关键部件批量出口； ◆ 以覆盖全国的充电设施与服务网络建设支撑电动汽车大规模推广。
2020年	2025年	2030年																			
300km	400km	500km																			
2020年	2025年	2030年																			
3.5	3.2	3.0																			
2020年	2025年	2030年																			
25%	降10%	降20%																			

7. 氢燃料电池汽车技术路线图要点

发展目标

2020年到2030年逐步由示范运行向大规模推广应用发展。

燃料电池车发展规模：

2020年	2025年	2030年
5000辆	5万辆	百万辆

加氢站（座）

2020年	2025年	2030年
100	300	500

燃料电池堆耐久性（小时）

2020年	2025年	2030年
5000	6000	8000

技术路径分析

- 提高功率密度
- 提高耐久性
- 降低成本
- 提高载氢安全

发展重点

- 燃料电池核心材料及关键部件技术
- 乘用车/商用车用燃料电池系统关键技术
- 乘用车/商用车燃料电池动力系统及整车集成技术

路线图概要

- ◆ 近期以小功率燃料电池与大容量动力电池的动力构型为技术特征，实现燃料电池汽车在特定地区的公共服务用车领域万辆规模示范应用；
- ◆ 中期以大功率燃料电池与中等容量动力电池的电电混合为特征，实现燃料电池汽车的较大区域十万辆规模批量应用；
- ◆ 远期以全功率燃料电池为动力特征，在私人乘用车、大型商用车领域实现百万辆规模的商业推广；以可再生能源为主的氢能供应体系建设与规模扩大支撑燃料电池汽车规模化发展。

8.智能网联汽车技术路线图要点

发展目标	技术路径分析	发展重点	路线图概要
<p>完全掌握驾驶辅助、部分自动驾驶、高度自动驾驶等核心技术</p> <p>起步期（2020）：汽车DA、PA、CA新车装配率超过50%，网联式驾驶辅助系统装配率达到10%；</p> <p>发展期（2025）：汽车DA、PA、CA新车装配率达到80%，其中，PA、CA新车装配率达25%，HA/FA级自动驾驶开始进入市场；</p> <p>成熟期：DA、PA、CA新车装配率80%，HA/FA达到10%</p>	<p>以感知、定位、信息等技术为基础，以信息融合技术为核心，以车辆协同控制为载体，完善智能网联相关技术标准，加强核心零部件的研发，逐步推进智能网联汽车的发展</p>	<ul style="list-style-type: none">● 集成控制技术研究● 车载V2X无线通信技术的应用研究● 智能网联汽车信息安全检测与防护关键技术研究● 机器视觉深度认知技术● 云网一体化技术● 环境感知系统搭建● 动态高精度地图综合研究● 测试评价体系与测试环境建设	<ul style="list-style-type: none">◆ 近期以自主环境感知为主，推进网联信息服务为辅的部分自动驾驶（即PA级）应用；◆ 中期重点形成网联式环境感知能力，实现可在复杂工况下的半自动驾驶（即CA级）；◆ 远期推动可实现V2X协同控制、具备高度/完全自动驾驶功能的智能化技术。

9.动力电池技术路线图要点

发展目标

为了支撑新能源汽车的发展，需要持续提升电池单体能量密度和降低单体成本

单体能量密度 (Wh/kg) :

2020年	2025年	2030年
350	400	500

单体循环寿命 (次) :

2020年	2025年	2030年
4000	4500	5000

单体成本 (元/Wh) :

2020年	2025年	2030年
0.6	0.5	0.4

技术路径分析

- 加大新体系电池的研发
- 提升关键材料及关键装备水平
- 提高电池的安全性，寿命和一致性
- 加速动力电池标准体系建设和电池回收再利用技术研究

发展重点

- 动力电池新材料新体系研究
- 动力电池安全性及长寿命技术研究
- 动力电池系统及控制技术
- 动力电池仿真技术
- 动力电池测试分析技术
- 动力电池梯级利用及资源回收技术

路线图概要

- ◆ 近中期在优化现有体系锂离子动力电池技术满足新能源汽车规模化发展需求的同时，以开发新型锂离子动力电池为重点，提升其安全性、一致性和寿命等关键技术，同步开展新体系动力电池的前瞻性研发。
- ◆ 中远期在持续优化提升新型锂离子动力电池的同时，重点研发新体系动力电池，显著提升能量密度，大幅降低成本，实现新体系动力电池实用化和规模化应用。

报告内容

- 节能与新能源汽车技术路线图宗旨和编制过程
- 节能与新能源汽车技术路线图内容概要
- 汽车智能网联化发展现状和趋势

1. 汽车的智能化趋势—相关定义

智能网联汽车是指搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车与X（车、路、人、云等）智能信息交换、共享，具备**复杂环境感知、智能决策、协同控制**等功能，可实现“**安全、高效、舒适、节能**”行驶，并最终可实现替代人来操作的新一代汽车。



2.汽车智能化分级

智能化等级	等级名称	等级定义	控制	监视	失效应对	典型工况
人监控驾驶环境						
1 (DA)	驾驶辅助	通过环境信息对方向和加减速中的一项操作提供支援,其它驾驶操作都由人操作。	人与系统	人	人	车道内正常行驶,高速公路无车道干涉路段,泊车工况。
2 (PA)	部分自动驾驶	通过环境信息对方向和加减速中的多项操作提供支援,其它驾驶操作都由人操作。	人与系统	人	人	高速公路及市区无车道干涉路段,换道、环岛绕行、拥堵跟车等工况。
自动驾驶系统 (“系统”) 监控驾驶环境						
3 (CA)	有条件自动驾驶	由无人驾驶系统完成所有驾驶操作,根据系统请求,驾驶员需要提供适当的干预。	系统	系统	人	高速公路正常行驶工况,市区无车道干涉路段
4 (HA)	高度自动驾驶	由无人驾驶系统完成所有驾驶操作,特定环境下系统会向驾驶员提出响应请求,驾驶员可以对系统请求不进行响应。	系统	系统	系统	高速公路全部工况及市区有车道干涉路段
5 (FA)	完全自动驾驶	无人驾驶系统可以完成驾驶员能够完成的所有道路环境下的操作,不需要驾驶员介入。	系统	系统	系统	所有行驶工况

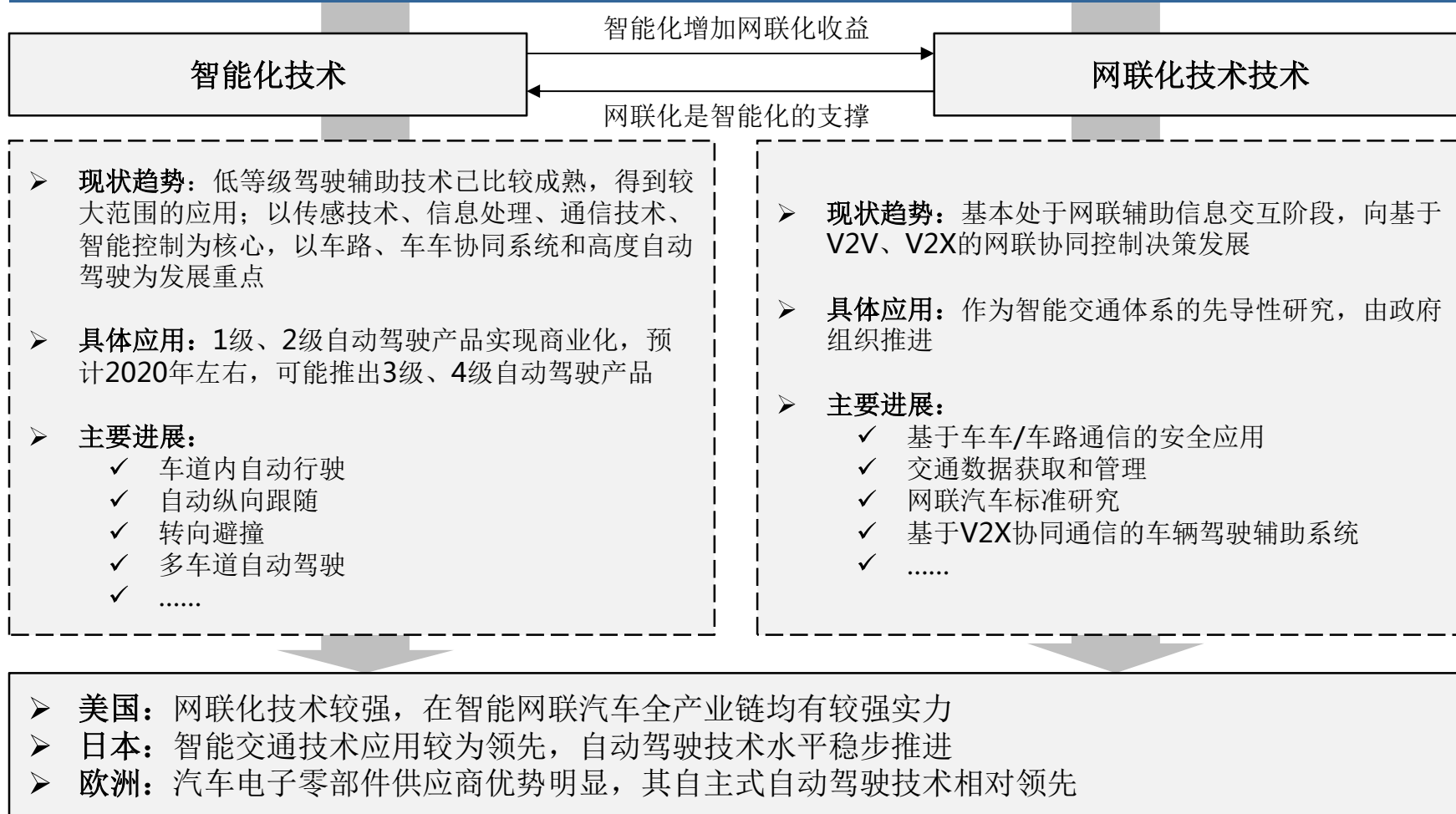
注:“车道干涉”是指交叉路口、匝道驶出、匝道驶入等多车道汇合工况。

3.汽车网联化分级

网联化等级	等级名称	等级定义	控制	典型信息	传输需求
1	网联辅助信息交互	基于车-路、车-后台通信，实现导航等辅助信息的获取以及车辆行驶数据与驾驶员操作等数据的上传。	人	地图、交通流量、交通标志、油耗、里程、驾驶习惯等信息。	传输实时性、可靠性要求较低
2	网联协同感知	基于车-车、车-路、车-人、车-后台通信，在共享自车感知信息的同时，实时获取车辆周边交通环境信息，作为自车决策与控制系统的输入。	人与系统	周边车辆、行人、非机动车位置速度、信号灯相位、道路预警等信息。	传输实时性、可靠性要求较高。
3	网联协同决策与控制	基于车-车、车-路、车-人、车-后台通信，实时并可靠获取车辆周边交通环境信息及车辆决策信息，车-车、车-路等各交通参与者之间信息进行交互融合，形成车-车、车-路等各交通参与者之间的协同决策与控制	人与系统	车-车、车-路间的协同控制信息。	传输实时性、可靠性要求最高。

4.汽车智能网联成为发展热点

新一轮科技变革使汽车智能、网联技术成为热点



5.发展智能网联汽车的优劣势分析

优势

- 智能网联汽车需要跨领域、跨部门的协作发展，中国具备天然的制度优势；
- 科技变革的外部契机与汽车产业转型升级的内部动力兼备；
- 我国拥有规模超大、全球第一的汽车市场，将会发挥重要的引领作用；
- 中国拥有较为强大的信息和互联网产业；
- 智能网联汽车在国际上的发展仍处于初级阶段。

劣势

- 尚未形成国家层面的智能网联汽车发展战略，缺乏大型国家项目支撑；
- 我国智能汽车领域的技术基础还十分薄弱，核心技术尚落后于世界先进水平；
- 我国虽有强大的互联网产业基础，但信息产业与汽车的融合层次较浅；
- 智能网联汽车标准法规及测试能力建设相对滞后。

6.智能网联汽车发展目标

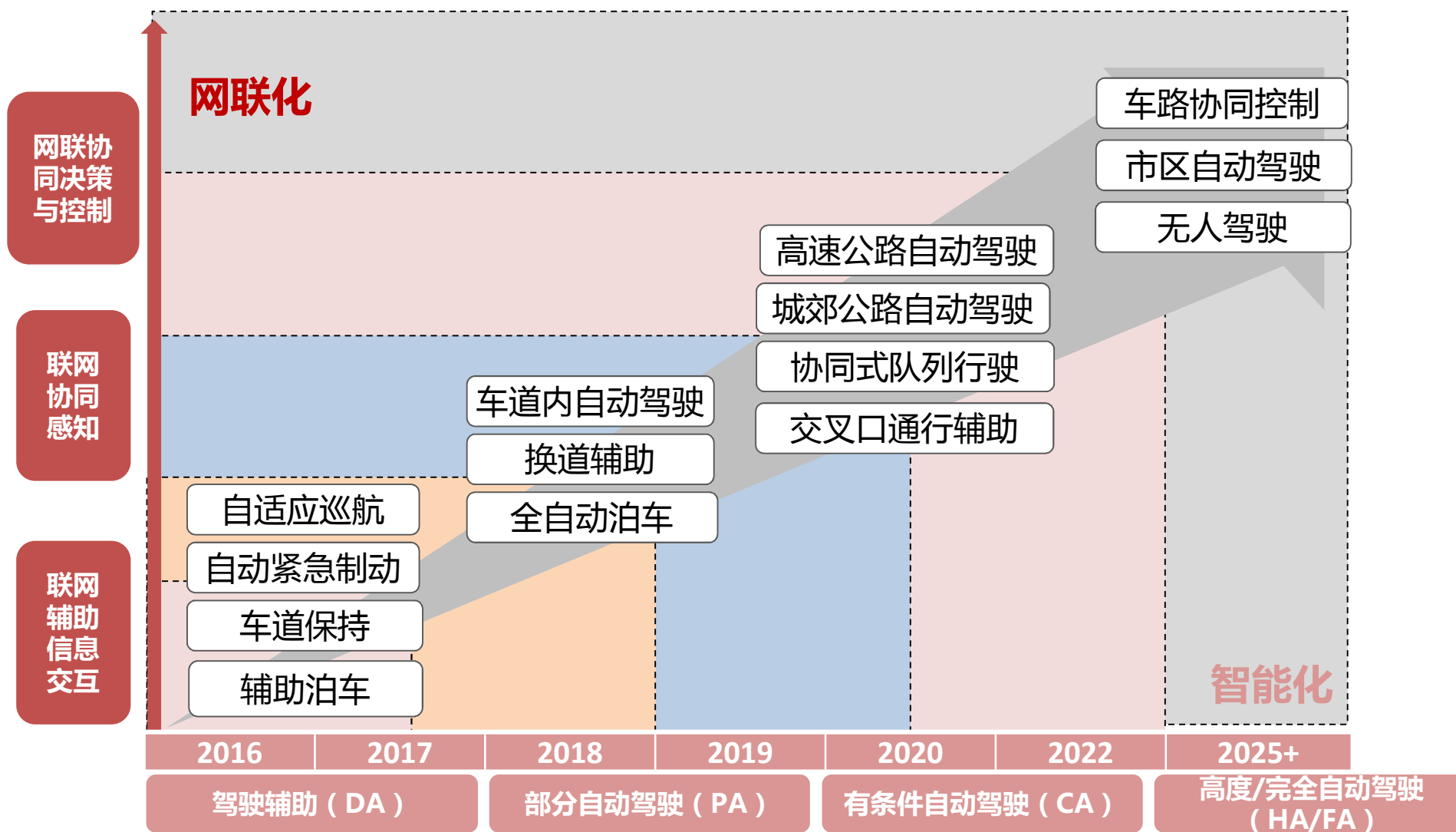
起步期 (2016-2020)

发展期 (2021-2025)

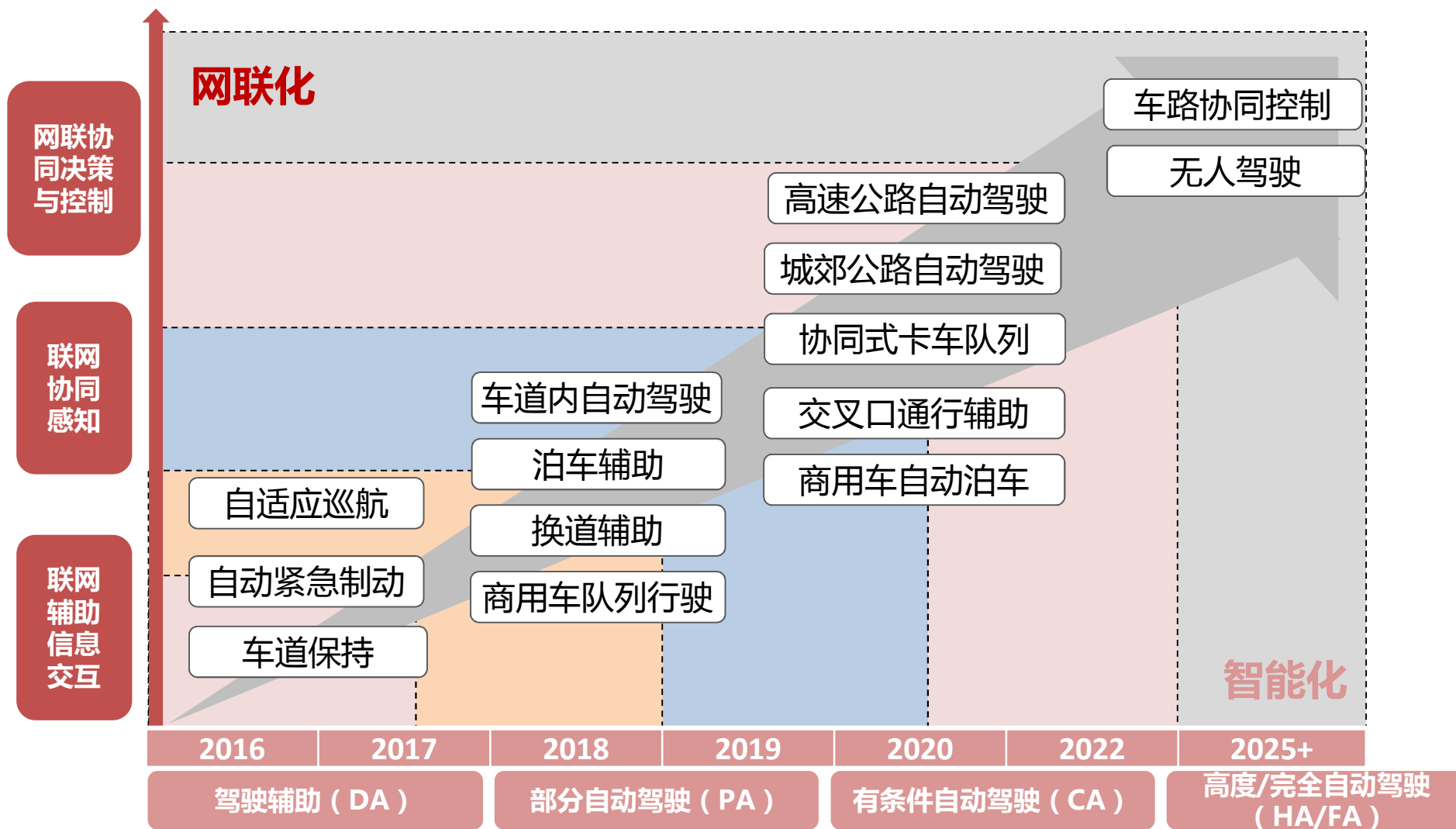
成熟期 (2026-2030)

- ◆ 自主式与网联式环境感知融合，部分自动驾驶应用 (PA)，实现较复杂工况下有条件自动驾驶 (CA) ；
 - ◆ 汽车DA、PA、CA新车装配率超过50%，网联式驾驶辅助系统装配率达到10%，满足智慧交通城市建设需求。
- ◆ V2X协同控制，实现高度自动驾驶 (HA) ；
 - ◆ 汽车DA、PA、CA新车装配率达80%，其中，PA、CA级新车装配率达25%，HA/FA级自动驾驶汽车开始进入市场
- ◆ V2X协同控制，实现完全自动驾驶 (FA) ；
 - ◆ DA、PA、CA级新车装备率意见汽车联网率均接近100%，HA/FA级新车装备率达到10%。

7.智能网联乘用车里程碑



8. 智能网联商用车里程碑



9.智能网联汽车技术路线图概览

		2015	2020	2025	2030
总体目标		远程通讯互联终端整车装备率将达50%	远程通讯终端整车装备率增至80%，近距通讯互联终端整车装备率达到30%	智慧交通系统基础设施建设完成，信息化、智能化法律法规与标准完善	
		驾驶辅助（DA）、部分自动驾驶（PA）车辆市场占有率约50%	DA、PA车辆占有率保持稳定，高度自动驾驶（HA）车辆占有率约10%-20%	完全自动驾驶（FA）车辆市场占有率近10%	
网联	网联信息系统	部分实现远程通讯，信息化装备率50%	部分V2X通讯，信息化装备率80%	普及V2X，信息化装备率100%	
		Telematics为驾驶和出行提供交通、资讯和车辆运行状态等信息服务，突出信息化和人机交互升级		为智能控制等提供信息服务	
驾驶辅助	DA级智能汽车	制定中国版智能驾驶辅助标准，基于车载传感，突出安全性和舒适便利性，车辆控制应保持			
		交通事故数减少30%，交通死亡人数减少10%，DA智能化装备率40%			
部分/高度自动驾驶	PA/HA级智能汽车	制定中国版乘用车城市智能驾驶标准和高速公路智能驾驶标准；乘用车突出安全性、舒适便利性和高效机动性；高速公路普及PA级，一线城市普及DA级			
		制定中国版商用车城郊智能驾驶标准和高速公路智能驾驶标准，商用车以提高效率、经济性、安全性和便利性为主；高速公路普及DA级，逐步应用PA级			
		PA智能化装备率20%	HA智能化装备率20%		
完全自动驾驶	FA级智能汽车	制定中国版完全自动驾驶标准，基于多源信息融合、多网融合，利用人工智能及自动控制技术，配合智能环境实现自动驾驶，改变出行模式、消除拥堵、提高道路利用率，能耗降10%，排放降20%，减少交通事故数80%，基本消除交通死亡			
		FA智能化装备率10%			
智慧共享	智慧出行用车	制定中国版智慧交通标准，依托智慧城市和智慧交通体系建设，实现智慧化管理			
		普及DA和远程通讯系统，信息化装备率85%，智能化装备率60%	普及PA，实现远程服务，信息化装备率100%，智能化装备率70%	实现公共交通智慧管理	

10. 智能网联汽车创新需求和优先行动项

项目类型	技术创新需求	优先行动项
基础前瞻	<ul style="list-style-type: none"> • 机器视觉深度深度认知 • 基于深度学习的道路场景感知技术 • 自动驾驶局部路径实时规划与评价方法研究 • 车载V2X无线通信技术 • 云网一体化技术研究及应用 • 智能网联汽车信息安全理论模型 • 动态高精度地图综合研究 	<ul style="list-style-type: none"> • 针对复杂环境感知和规则认知的软硬件研发及其产业化 • 车载V2X无线通信系统的研发、测试、应用示范及其产业化
应用技术	<ul style="list-style-type: none"> • 智能网联汽车环境感知系统 • 基于驾驶员驾驶行为的自动驾驶决策控制功能开发 • 智能电动汽车集成控制技术研究 • 智能网联汽车电子电气EE架构设计 • 基于V2X的车载安全、交通效率和节能应用研究 • 智能网联汽车基础数据交互平台建设 • 智能网联汽车信息安全检测与防护关键技术研究 • 基于高精度地图及高精度定位定姿技术的智能网联汽车感知和认知系统 	<ul style="list-style-type: none"> • 智能网联汽车分级式平台体系架构与交互标准 • 高精度地图和高精度定位定姿的关键技术及其应用 • 智能网联汽车信息安全防护与测评关键技术研究及产业化开发
示范与产业化	<ul style="list-style-type: none"> • 面向高度自动驾驶的环境感知控制系统研制及产业化应用 • V2X环境下辅助驾驶和部分自动驾驶应用示范 • 智能网联大数据共享及应用合作研究 • 智能网联汽车信息安全网关研发及示范应用 • 高精度地图综合试验和测评体系研究 • 智慧城市智能汽车开发 	<ul style="list-style-type: none"> • 新型智慧城市智能汽车的总体设计与示范推广 • 智能网联汽车行业标准化研究
共性平台	<ul style="list-style-type: none"> • 车载V2X无线通信技术测试实验平台 • 智能网联汽车信息安全监控与测试评价平台 • 智能网联汽车测试评价体系与测试环境建设 • 智能网联驾驶标准法规建设 • 高精度地图数据模型与存储格式标准化 	<ul style="list-style-type: none"> • 智能网联汽车测试评价体系与测试环境建设



谢谢！

