



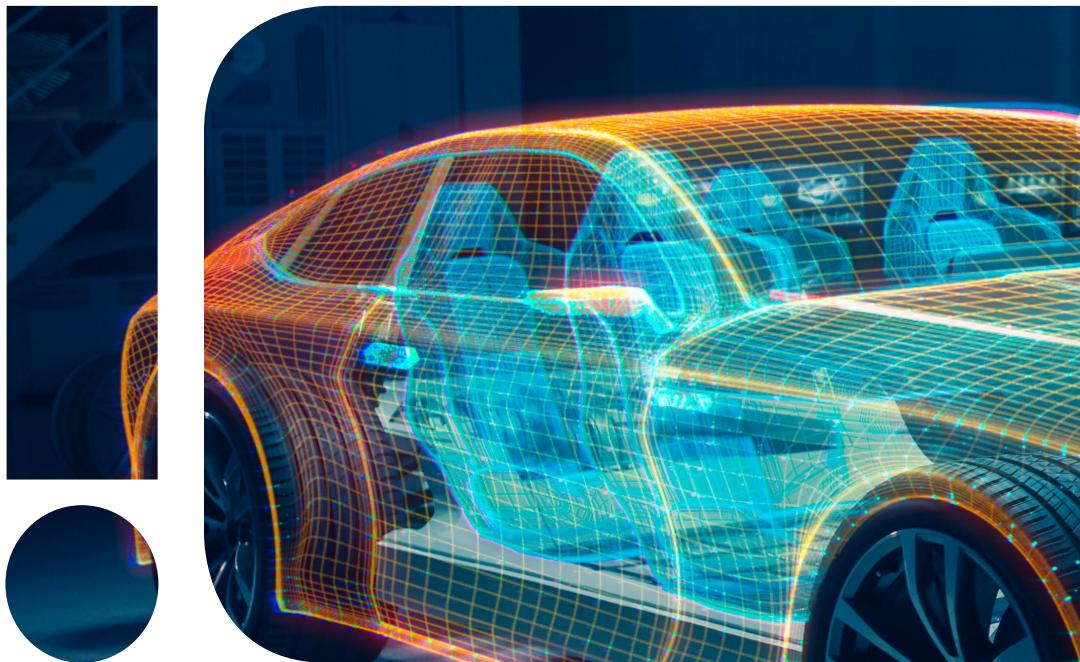
# 智能汽车 解决方案 2030



构建万物互联的智能世界



前言：ICT赋能汽车产业智能化， 帮助车企“造好”车，造“好车”	P01
宏观趋势：汽车产业迎来变革浪潮， 跨界合作助力商业共赢	P03
产业转型升级加速：汽车电动化、智能化前景可期	
产品属性发生变革：汽车产业价值体系正在重塑	
行业格局正在重塑：跨界合作助力商业共赢	
场景演进：把数字世界带入每一辆车，赋能产业实现 智能驾驶、智慧空间、智慧服务和智能生产	P08
智能驾驶：提供安全、高效、顺畅的出行体验	
智慧空间：从“灵活的移动空间”到“虚实融合的智能生活空间”	
智慧服务：场景融合驱动服务从“主动”向“智慧”转变	
智能生产：自动驾驶有望率先落地商用车领域，提振智能作业生产力	
技术趋势：智能汽车增量部件持续为产业注入新活力	P11
架构平台：向计算和通信架构演进，实现软件定义汽车	
智能驾驶：自动驾驶加速实现商业化	
智能座舱：智能化进程加速，软硬件迭代速度向消费电子看齐	
车载光应用：点亮新视界，见所未见	
智能车云：车云协同的智能服务助力车企数字化和服务化转型	
智能电动：动力系统向融合、高效、高压方向发展	
安全可信：网络安全与功能安全融合，构建纵深一体防御体系	



## 前言

# ICT 赋能汽车产业智能化， 帮助车企“造好”车，造“好车”

2020-2021年，汽车产业正在加速向智能电动汽车的方向发展。智能电动汽车时代将比想象中来得更快，也将更深刻地影响每个人的生活。

## 汽车产业的电动化、智能化 转型趋势已经成为共识

面对汽车产业的电动化、智能化转型所

趋，车企们纷纷调整战略布局，加大研发投入，制定了明确的转型计划并逐步付诸行动。

## 技术和用户体验驱动新能源 汽车市场快速成长

通过积极投资研发、快速跟进用户需求，新能源汽车企业构建起“技术+用户体验”的双驱动引擎，在2020年实现了销量逆



势增长，并确立了中长期竞争优势。据中汽协统计，2020年在受新冠疫情影响的情况下，中国乘用车市场整体下降1.9%，但新能源汽车却表现抢眼，中国新能源汽车销量达136.7万辆，增长10.9%。

## “数据+软件”定义汽车，驱动传统汽车向智能化转型

以“数据+软件”支持整车功能快速迭代，一方面持续给用户带来越来越用越好、超出预期的体验，另一方面通过不断迭代的新功能、新服务帮助车厂获得持续的收入，引领产业从以产品为核心向以用户为核心的经营模式转变。

## 智能电动汽车时代，车企

### “造好”车、造“好车”的内涵发生了深刻变化

当下，用户的关注点正逐步从汽车的机械属性，转移到智能化和电动化相关属性。未来一辆好的智能电动汽车，不仅需要在研发端通过数字平台使能，实现快速开发、降本增效，在用户侧也需要面对软件快速迭代与整车安全、可信的多重挑战，车企“造好”车、造“好车”的内涵正发生着深刻变化。

未来智能网联汽车增量市场将达到万亿美金级规模，华为希望发挥自身在ICT行业的技术优势，成为智能汽车领域的增量部件供应商，携手产业链伙伴拥抱汽车电动化、智能化变革，一起“造好”车，造“好车”。



## 宏观趋势：汽车产业迎来变革浪潮，跨界合作助力商业共赢

在

智能电动的产业变革下，产业转型加速、产品属性变革、行业格局重塑，ICT与汽车产业加速融合、合作共赢成为主要趋势。华为致力于ICT基础技术研究，通过与车厂合作，将ICT技术赋能产业发展。

### 产业转型升级加速：汽车电动化、智能化前景可期

#### 政策持续利好，汽车电动化、智能化迎来新机遇

从环保角度看，当下碳中和已成全球共识，各国围绕碳中和正在开展新一轮竞赛。交通运输行业成为实现节能减排的重要切入

点，带动新能源汽车产业迎来新机遇。

国际层面，欧盟碳排放法规加严、处罚力度加大，导致传统燃油车合规成本大幅增加，同时为了鼓励新能源汽车发展，加大了购置补贴，推行电动车税收减免政策。美国明确了面向2030的汽车电动化规划，正在加快部署充电基础设施。

国内层面，汽车低碳化正在成为实现国家双碳目标的重要抓手之一。一方面，相关部门正积极围绕碳中和目标制定汽车产业、交通行业碳达峰行动方案和路线图；另一方面，双积分政策加严，积分变现产生效益，持续驱动行业积极布局新能源汽车；公共领域电动化的强力推进，也将进一步带动和扩大新能源汽车消费。

从行业政策法规环境角度看，近年来，



各国政府陆续研究发布了一系列政策指导以规范智能汽车产业发展。以中国为例，围绕着质量安全、功能安全、网络安全、数据安全、道路测试规范等方面智能网联汽车相关政策密集出台，推动了智能汽车产业的示范落地。未来，随着智能汽车相关标准法规的进一步完善和政策的持续引导，将形成有章可循、有法可依、有标可达的政策法规环境，从而推进成熟技术加速产业化落地，推动智能汽车产业健康可持续发展。

此外，“新基建”背景下，围绕信息、融合、创新基础设施的顶层设计不断加强，5G、大数据中心、人工智能、新能源汽车充电桩等基础设施将进一步强化底层支撑。在加快构建国内国际双循环的新发展格局下，国内大循环将进一步释放内需潜力，“双循环”将为中国汽车产业参与国际竞争创造有利条件。

## ICT技术驱动加速，推动智能汽车产业升级

汽车全生命周期的持续功能升级，对整车电子电气架构、SoC（系统芯片）算力、

软件和数据的有效利用及信息安全提出了新的要求，伴随相关ICT技术和解决方案的加速注入，汽车产业将迎来巨大变化。

摩尔定律是半导体产业的黄金定律，诞生50余年来，深刻影响了PC、数字化和互联网等产业的发展。未来10年，摩尔定律也将持续引导车载领域的算力发展。华为预测到2030年，车载算力可达5000+Tops，算力将不再是智能驾驶、智能座舱、XR（AR、VR等）等车载应用的发展瓶颈。

在移动场景下，5G（含5.5G）以其特有的大带宽、低时延，高可靠等特性，将为智能汽车的互联互通提供基础保障。面向2030年，以云、大数据、IoT、光技术等多种新技术为基础，智能数字平台将打通汽车的物理与数字世界，极大激发行业创新，推进产业升级。

## 供给端布局加速，2030年电动车销量将超越燃油车

伴随着电池技术发展、电动车供应链规模逐步成熟，电动车的成本将持续下降，2030年相对于燃油车将具备明显价格优势。



另外，随着国家“新基建”的推动和充换电技术的进步，电动车补能体验也将与燃油车加油可比拟。

同时，国内外车企正在加速新能源汽车的产品布局。沃尔沃、宾利、捷豹、比亚迪、吉利等车企已宣布在2030年之前将全面转向电动化（注：捷豹2025年）；大众、宝马等车企规划在2030年全球出售的新车中纯电车型占比不低于50%。

根据国家信息中心数据显示，近5年来，中国市场本土品牌市场份额占比始终维持在35%左右；为了实现从汽车大国到汽车强国的跨越，国内车企纷纷利用新四化时机，打造高端品牌，开启品牌向上；在电动平台方面，国内车企纷纷推出了纯电平台；智能化方面，通过自研或者合作，在ICT技术加持下，不断提升智能水平。

2030年，全球尤其是中国新能源汽车市场将进一步扩大，全球新能源汽车新车销售将超过燃油车。

## 需求端变化牵引，激活智能电动汽车市场潜力

在需求端，用户对智能电动汽车的需求正在不断增加。随着电动车购车成本和综合使用成本的大幅降低以及使用便利性的不断提升，中国作为巨大消费市场的资源优势将进一步显现，为智能电动汽车的发展提供良好的市场基础。一方面，相较于发达汽车市场，中国汽车保有量仍有巨大的增长空间。

另一方面，相对全球其他地区用户，中国用户对于电动车、智能驾驶等新事物有更强的接受力和更高的消费意愿。

同时，由于人口结构、收入结构以及消费者购买行为等的不断变化，中国市场的消费结构正在加速变革：1) 中国将逐步迈入中高收入经济体，随着人均GDP提升和家庭可支配收入的增加，消费需求将不断升级；2) 消费人群变化带来多样化需求：生于互联网时代、热爱科技、追求个性的Z世代成为新的消费主力军；人口老龄化背景下“银发经济”悄然兴起；二胎三胎带来家庭消费需求变化。

诸如此类的消费结构变化将在汽车消费领域以显著的特征，直接和间接地影响着市场，并带动中国汽车消费转型升级，逐步从“传统消费”走向“数字化消费”，从“商品消费”走向“体验消费”，从“共性消费”走向“个性消费”。

## 产品属性发生变革：汽车产业价值体系正在重塑

### 整车差异化焦点转移：从动力底盘性能到智能化性能

车的动力系统从燃油转向电动后，其动力底盘性能将逐步实现“标准化”，整车的差异化焦点向智能座舱、智能驾驶等智能化属性转移。汽车座舱和驾驶的智能化程度将

成为用户买车的关键考量，用户通过OTA不断获得的持续性体验升级，也将进一步提升用户对智能化价值的认可和依赖。

整车差异化焦点的转移，为车企进一步探索市场增量空间提供契机。一方面，随着政策法规的不断完善及智能驾驶技术的逐步成熟，2030年自动驾驶将在robotaxi（自动驾驶出租车）和低速封闭/半封闭场景实现规模商用，并逐步拓展到乘用车领域。另一方面，随着人机交互技术的不断发展、智能座舱应用生态的丰富完善，汽车作为移动的智慧“第三空间”的属性也将越来越明显。

### **产业边界扩展：从汽车产品到全场景出行服务**

5G（含5.5G）、IoT、人工智能、边缘计算、低碳技术等前沿技术的快速发展、融合与迭代，推动着汽车产业向电动化、智能化、网联化和共享化的加速变革，智能汽车在特定场景中的商业化路径日渐清晰。

在智能驾驶领域，伴随细分市场、典型场景的智能驾驶技术水平逐步提升，场景驱动下的自动驾驶应用将逐渐落地并持续扩容。各种场景下新形态的自动驾驶交通工具将不断出现，不同场景的交通工具之间的接续性将变得更加无缝，自动驾驶出行服务将出现在人们出行中的每一个环节，人们的出行方式、人和交通工具及交通工具之间的交互方式将发生根本性的变化，“出行即服务”的体验将得到较大提升。

出行的根本需求逐步从拥有多个场景的交通工具，转移至基于出行综合场景的一体化出行解决方案。面对如何基于出行综合场景实现出行工具在各不同场景的无缝接续，如何在出行旅程为用户提供端到端智能化服务等问题，一系列的第三方应用开发者将不断调动产业资源，基于场景需求开发出新的服务应用，产业价值也将逐步转移至围绕出行解决方案的出行服务。

### **盈利模式转变：从硬件收入到软件/服务收入**

随着整车差异化焦点的转变及产业边界的扩展，智能汽车将成为持续创造价值的平

台，汽车产业原有商业模式和价值分配格局将出现转变。

长期以来，整车企业利润模型主要取决于“整车或硬件单价×新增销量”，依赖于一次性硬件交易获取利润。随着软件定义汽车时代的到来，软件利润和服务收入将成为新的收益锚点，盈利结构将转向“软件收费×保有量”。未来，汽车产业将以软件+数据为基础，通过OTA实现车辆功能和体验的持续迭代，完成远程问题修复、产品升级、体验提升等，为用户提供更灵活、可运营的服务模式，引领产业从以“产品”为核心向以“用户”为核心转变，形成商业模式闭环，持续获取利润。

以智能驾驶为代表的新的运营收费模式将成为行业的关注重点，极大拓展车企的盈利空间和利润水平。此外，软件定义汽车使原有的产业链价值发生转移，价值空间的扩大有望吸引更多的第三方开发者和创新者投入智能汽车行业，不断完善智能网联汽车产业生态，形成价值创造的良性循环。

### **行业格局正在重塑：跨界合作助力商业共赢**

#### **车企与科技公司加速融合，优势互补形成合力**

智能汽车是ICT、软件、大数据、AI与传统机械等核心技术的集大成者，是多产业融合的产物。新势力造车最先发力，引领了“新四化”（电动化、智能化、网联化、共享化）1.0阶段的发展，加速了行业的转型节奏。同时，面对冲击，车企纷纷加速转型，自建软件中心、开始研究掌控软件、电子、大数据等核心竞争力。

另一方面，随着下车体解决方案逐步平台化、标准化，消费电子、互联网科技公司等各类科技企业，不断以自制或者联盟的方式进入汽车行业，这类企业有足够的资金支撑、雄厚的ICT基础能力、技术创新能力和巨大的品牌影响力，它们的进入将推动智能网联汽车快速发展，加速“新四化”进入2.0时代。

汽车行业经历百年沉淀，车企在汽车生产制造、质量控制及安全可靠性等方面有着独特的优势；而科技公司则在智能化技术应用上，如AI算法及大数据等，有着跨领域海量平台积累的经验和优势。软件定义汽车的时代，企业的价值获取方式、用户服务思维、人才结构都将发生重大变化，这些都要求产业链上的各个企业不断适应新环境，在各种不确定的情况下具备动态调整的能力，并在跑步中调整队形，以满足用户不断提升的高阶需求。随着产业软硬解耦和平台化、标准化的不断深入，更加开放的供应链体系和更加柔性的整车定义模式会成为未来的主流趋势。整车企业和科技公司需要充分发挥各自优势，创新合作，实现共赢，最终实现企业利益和社会效益的最优化。

## 新出行产业日益繁荣，ICT技术使能出行体验升级

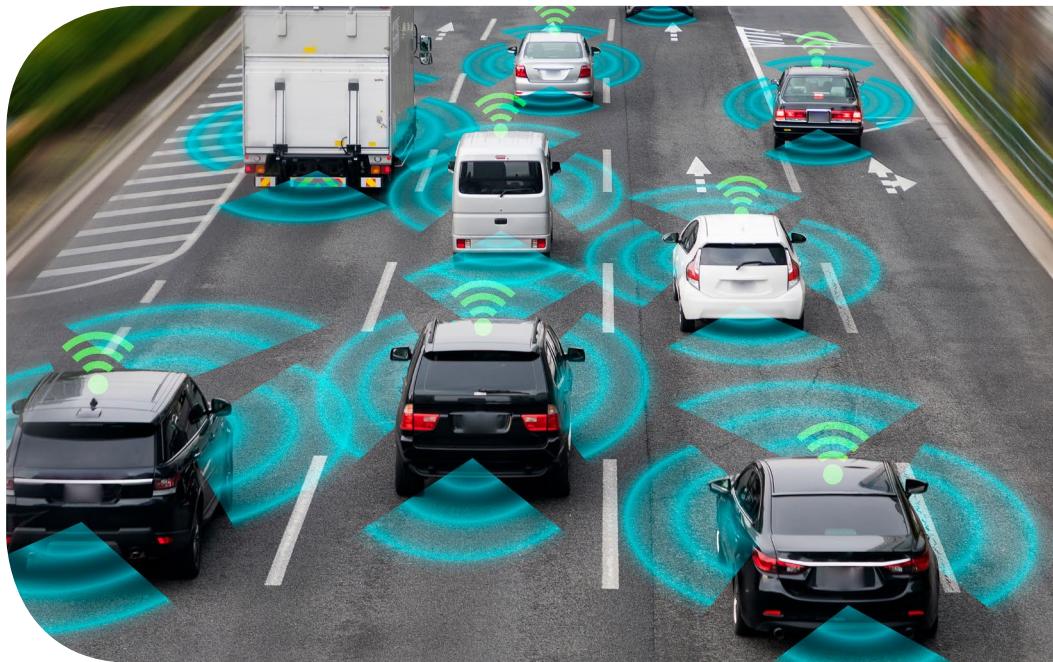
随着产业边界的不断扩展，围绕着细分市场、典型场景的出行、运输服务等需求不断提升，运输终端形态、数量及相关的基础设施也将带来海量增长，越来越多的传统厂商开始宣布自己向出行解决方案商转型，分享新出行产业变化带来的市场红利。

在这个变化中，出行解决方案商通过提

供端到端的解决方案，满足用户出行场景需求，掌握用户出行的流量入口；封闭场景运营者掌握运营需求，定制终端运输形态，并负责封闭场景基础设施配套建设；汽车制造商基于生产制造平台及供应链资源，实现运输终端的生产制造；科技企业提供智能软硬件、智能驾驶、舱内舱外联网控制等解决方案；第三方生态开发者不断提供海量繁荣的生态应用，为用户提供无缝的出行体验。

在运输终端形态、数量及基础设施快速增长的同时，打通各典型场景，实现海量终端及相关基础设施的互联，基于全局的云端大脑实现跨场景的调度衔接、不同运输终端之间的数据共享，承载场景融合的智慧服务应用，实现端到端的出行体验升级，都将依赖能实现各场景内万物互联、数字服务共享无缝联接的ICT能力。

在ICT技术加持下，通过智能驾驶使用户出行更加安全、高效，长途驾驶更加轻松，商用成本更低、效率更高；通过智能互联和智慧空间，汽车成为真正的“第三生活空间”，让出行更愉悦、用户在线时长在车内不断延伸；通过把汽车带入万物互联的智能世界，融合人车家场景，完善车内用户服务生态，让用户服务从“主动”到“智慧”。



## 场景演进：把数字世界带入每一辆车，赋能产业实现智能驾驶、智慧空间、智慧服务和智能生产

**面**向未来，数字化技术普及和全球碳中和共识的背景之下，汽车电动化和智能化深度结合已形成清晰的路径。把数字世界带入每一辆车，将真正实现智能的驾驶、智慧的空间、智慧的服务和智能的生产，使交通更加安全和高效、出行更加便捷和绿色，生活更加智慧和有趣、生产更加高效和低碳。

### 智能驾驶：提供安全、高效、顺畅的出行体验

智能驾驶按照其能力等级可分为自动

驾驶、高阶辅助驾驶和低阶辅助驾驶，覆盖的场景包括封闭道路场景、开放道路场景以及全场景。自动驾驶将给出行行业甚至整个社会带来颠覆性变化，自动驾驶将率先在高速、园区等封闭道路场景中实现，并逐步覆盖开放道路中如城区在内的全场景。华为预测到2030年，中国自动驾驶新车渗透率将超20%，全球自动驾驶新车渗透率将超过10%。

到2030年，由自动驾驶车队提供的Robotaxi服务能够节省司机人力成本，同时提供24小时不停歇的移动出行服务，将以更为经济的方式增加出行服务的灵活供给。

智能驾驶技术将与已有的各类交通方

式进行融合，为不同的出行场景提供兼具效率、安全、体验与经济性的出行服务解决方案。届时，出行领域实现资源统一与实时数据共享，从而构建点对点、门对门的“端对端无缝出行网络”，实现全社会出行资源的最大有效利用。当用户安排出行时，云端大脑根据实时的交通情况，综合所有可能交通方式，分时段、分路段规划出最合理的出行方案。多元的出行资源让用户能够享用高效、绿色、安全的出行，从而维持城市运力资源的动态平衡，助力城市的可持续发展。

## 智慧空间：从“灵活的移动空间”到“虚实融合的智能生活空间”

汽车的属性不再仅局限于出行工具，车与人、车与周边的关系正在发生颠覆性变化。

一方面，智能驾驶技术的发展使人类注意力逐渐从驾驶行为中释放出来，碎片化的自由时间逐渐整片化；伴随着车内自由时间的增加，移动场景下的用户体验将更加多元。在车内，应该和在家里、办公室里一样舒适、方便，处理工作、娱乐都可轻松实现。

另一方面，多元化的人机交互技术、车载光技术、沉浸式的AR/VR技术等丰富了智能座舱的功能形态，除了移动场景，静止场景中的汽车使用时间也将延长，座舱功能日渐丰富和有趣。例如，在车里看个电影，用车灯为爱人献上浪漫表白。

面向未来，汽车作为一个全新智慧空间，既可以丰富人们在移动场景下的体验，又可以满足人们在静止场景中的多样化需求，座舱的空间和时间价值大大延伸，交互无处不在，随时畅享休闲娱乐的美好时光。

座舱形态或将完全脱离方向盘+仪表盘+屏幕的传统组合，而逐步呈现出虚实融合的新特征。一是人机交互的需求输入进一步简化，语音控制、人脸识别、手势交互等多模态交互更加自然和高效，脑机互联的交互形态或许也不再是天方夜谭。二是人机交互从简单的需求输入向主动的需求识别演进，人

工智能、生物识别、情绪感知、生命体征监测等技术使得车辆更了解使用者的行为习惯和思维，真正成为知你懂你的亲密伙伴。三是车载光技术丰富了空间光学体验，AR/VR技术进一步打破时间和空间的限制，沉浸式、代入感的体验使得汽车在移动场景和静止场景中的应用更加丰富和有趣。

面向未来，智能汽车将真正成为虚实融合的智能生活空间：

1) 安全出行场景下，车身传感设备和用户可穿戴设备的有效结合，可准确识别用户健康状况和疲劳状态，并及时予以提醒，确保驾驶员安全驾驶。

2) 娱乐场景下，演唱会、体育赛事等不必亲临现场也可以身临其境，院线观影不再是最佳方式，游戏也可在增强现实技术下更有沉浸感。汽车可以成为用户的专属娱乐空间、专属私密影院、智能车灯露天影院、游戏会友的首选地。

3) 移动办公场景下，座椅可调整旋转，车窗可成投影大屏，手机会议流可轻松转入车内空间，音区屏蔽功能又能确保会议私密；汽车成为职场人士的移动办公空间，在他们奔向机场、餐厅、家庭的途中高效完成工作。

4) 社交场景下，窗外美景不会轻易错过，车外摄像头可记录、剪辑、分享唯美视频，堵车也不再无聊，附近车友可通过车机互动、游戏、交友，AR/VR使用户和朋友尽在咫尺，私密音区保证悄悄话不被泄露。

## 智慧服务：场景融合驱动服务从“主动”向“智慧”转变

随着数字经济浪潮以势不可挡之势席卷全球，未来十年消费形态的变革将使各个行业的服务更呈现出在线化、定制化、个性化、响应及时化的特征，服务场景化的特征将更为凸显。随着数字化技术与汽车的深度融合，场景驱动下的服务将更加智能和高效，真正实现从“人找服务”到“服务找人”，再到“场景融合的智慧服务”。

第一，汽车智能化发展使得交互和服务更紧密地结合，智能算法可以对交互内容

进行识别、分析和理解，结合车主身份的基本信息和历史偏好，进行行为预测和匹配服务。未来，汽车作为出行机器人将更能理解用户、并不断学习和进化，就像一个伴随你左右、知你、懂你、帮你的私人助理。

第二，汽车智能化发展使得实时服务场景识别更为高效和精准。通过车辆数据、位置信息以及周边环境的识别和分析，进而判断用户所处的场景，主动预测用户的需求，从而提供精准的服务。

第三，互联互通的全新操作系统能够打通更多服务场景，基于新交互方式的应用生态应运而生，互联世界所激发出的更多服务将承载到智能汽车上，让汽车成为新的智能载体。伴随着数字世界的到来和数字经济的不断发展，数字化全景生态日渐丰富，场景驱动下的智能车联功能和服务更加智能、高效和便捷。

大胆设想，如果消费者预约远途出行服务的同时，希望在车上和朋友享用一顿牛排大餐。那么，MaaS出行服务商会依据消费者的出行目的和个性化偏好，提供一辆匹配其驾驶习惯的共享车辆，并在规划好的行驶路径周边，选择一家备受好评的西餐厅预订送餐服务；这家餐厅会依据车辆预计抵达交货地点的时间进行备餐，无人机会准时将餐饮送到指定位置，车辆自动开启天窗，无人机完成牛排的递送，车辆继续向目的地出发，这一切都将无缝衔接。

## 智能生产：自动驾驶有望率先落地商用车领域，提振智能作工业生产力

商用车作为社会运行最主要的运输工具和生产资料，其智能化、自动化发展，符合社会碳中和发展目标，有助于提升工作、生产效率，是智能驾驶产业生态链逐步成熟的重要发展方向。面向2030年，自动驾驶商用车将逐步实现从封闭区域/专用道路向干线物流公开道路拓展并率先落地，实现智能作业，大幅提升生产力。

由于封闭区域与外界交通没有交互，在有限环境因素和交通要素的综合影响下，

可以穷举出自动驾驶中的所有应用场景和潜在突发事件。因此，商用车封闭区域内的自动驾驶技术将率先大规模商用。以港口、矿山、农业、园区、机场、景区为主的封闭区域中，商用车智能化技术将不仅仅体现在运输车辆上应用，还将与生产管理系统进行融合，在核心生产、运输、调配等环节形成完整的无人生产体系，并实现大规模的商用化落地。

面向2030年，在封闭区域中，依托于“车-路-云”协同解决方案，可以打通垂直行业多车协同的端到端自动驾驶商用场景。通过全息环境感知、全局资源调度、动态业务地图、多车协同驾驶、车道级路径规划、信号协同控制、业务仿真测试等服务能力，进一步消除业务流程断点，实现自动驾驶的多车智能协同，提升场景化作业和运输效率，从而真正实现降本提效。

云调度与高精地图成为业务管理和自动驾驶车辆调度核心。封闭区域的智能商用车场景中，运营管理者需要通过车云控制管理系统，进行自动驾驶车辆调度管理、车辆监控、以及通过高精地图进行业务和安全体系的支撑。例如，港口场景中，智能水平运输系统运控平台与港口集装箱码头生产操作系统（ToS）实现对接，将自动驾驶集装箱卡车的调度完全融入港口自动化调度系统中，实现港口统一调度和对接，实现全自动化的港口生产作业流程；同时，考虑岸桥、场桥，以及道路场景中环境因素的要求，通过动态图层绘制并动态刷新岸桥、锁站、堆场等空间位置信息和状态，又可以实时更新动态高精度地图。

干线物流场景下，随着道路基础设施的升级，商用车也将实现从辅助驾驶到自动驾驶的逐步演进。随着城市短途运输中车辆电动化普及程度的提升，以及路侧网络基础设施的智能化水平提升，在包括城市道路在内的复杂公开道路中，商用车智能驾驶渗透率有望大幅提高。同时，依托于自动驾驶的基础能力以及不同场景的商用化潜力，可以联合生态伙伴一起打造更多可落地的、场景驱动下的商用车智能驾驶应用。



## 技术趋势：智能汽车增量部件 持续为产业注入新活力

### 架构平台：向计算和通信架构 演进，实现软件定义汽车

**早**期的电子电气架构采用分散式架构，单一功能采用独立的控制器，造成整车控制器近百个，整车线束超过3公里，成本高、重量大、组装自动化水平低；同时，过去面向众多不同厂家开发的ECU（电子控制单元），车厂要进行新功能开发和OTA都非常困难；未来，智能网联汽车的功能越来越复杂，通过各种传感器采集的数据量显著增大，对数据传输和处理的实时性要求也越来越高，这些因素都推动了整车电子电气架构不断进行迭代。

随着数字化、智能化技术的快速发展，

汽车功能逐步整合集中，从分散式架构到域融合架构，再到中央计算平台，集中化的演进趋势已成为行业共识。将传统的功能“APP化”，集成到中心处理器中，共用整车各种传感器和执行器，零部件逐步变成标准件，有利于降低成本和开发难度，域控制器聚焦于通过增加软件特性实现产品增值。到2030年，电子电气架构将演进为中央计算平台+区域接入+大带宽车载通信的计算和通信架构。

### 高性能车载中央计算平台，成为软件定义汽车的基石

区域接入+中央计算的星型或者环型架构保证了整车架构的稳定性和功能的扩展性，新增的外部部件可以基于区域网关接入，硬



件的可插拔设计支持算力不断提升，充足的算力支持应用软件在中央计算平台迭代升级。

面对复杂多变的移动出行与生活场景，以及不断涌现的智能座舱、智能驾驶、整车控制等的功能创新，需要强劲性能的中央计算平台来支持。高性能车载计算平台，将提供数千TOPS的极致算力，强劲性能的SoC、与SoC深度优化的OS及中间件与工具链、统一的平台架构，高效支撑SDV（软件定义汽车）的架构稳定与平滑演进。同时，底盘域、动力域、座舱域、智驾域对车载计算的安全性、实时性、动态性以及软件生态有着不同的要求，高性能车载中央计算平台通过硬件虚拟化技术和统一的功能安全框架，利用AI驱动的资源调度算法，在不同域间实现硬件资源的安全共享和高效调度。其关键技术包括：

**大算力融合芯片：**SoC芯片具备底盘域、动力域、座舱域、驾驶域等全域所需的数千TOPS算力，存算一体(CIM)的应用技术，同时内置可信和功能安全内核。

**确定性低时延、高速并发处理技术：**除

了大带宽传输，确定性低时延更多依赖的是对信息实时处理的能力。通信的高速并行处理能力并行接受多个渠道的数据、解决峰值数据冲击的问题，高并发任务处理能力满足越来越多的应用APP及其多维度运行的请求。

#### 硬件虚拟安全分区（Hypervisor）：

Hypervisor根据不同域的功能安全需求，对硬件资源实现安全分区，利用AI引擎对不同分区的负载进行监控和预测，通过硬件资源动态切分，实现分区间的安全隔离和负载均衡。

**应用程序间FFI（Freedom From Interference）：**利用Hypervisor的虚拟安全分区功能，实现从应用程序、通信机制、操作系统、硬件加速器的垂直资源安全隔离；同时，利用芯片内的安全内核（Safety Island）构建三级安全监控机制，安全岛内置智能Fail safe（故障安全保护）和Fail operational（失效可操作）响应机制，实现横向的功能安全防护。

基于强大中央计算平台的稳健基石，软件定义汽车聚焦于智能汽车创新功能的敏捷开发与实时发布，满足智能汽车时代用户移动出行与智慧生活的多样性场景需求。

## 大带宽多协议通信技术，构建软件定义汽车的车载网络

随着车载功能的集中化演进，接入方式和通信模式也将发生质的改变。综合考虑功能、位置、重要性、安全特性等要素，车内将被划分为若干区域，每个区域部署区域网关作为区域接入节点。传感器、执行器就近接入，通过骨干网集中与远端中央计算平台进行数据传输。由此，线束大幅节省，功能也将有效拓展，传感器不再仅为单一功能服务，执行器也不再仅受直连控制器控制。

到2030年，多种接入协议将会共存。低速的LIN/SENT（单边半字传输协议）/PSI5（外设传感器接口5）由于其成本优势仍将部分存在，而超高清摄像头、4D成像雷达、高线数激光雷达的引入，将带来带宽持续提高的需求。华为预测，到2030年，车载单链路传输能力将超过100Gbps。车载通信的以太网化将成为主要技术趋势，而光通信技术在解决车规问题后，以其带宽大、重量轻、电磁干扰不敏感、成本低等优点，也将大量应用于车载领域。

传统的以面向信号、CAN/LIN为主的方式，通信与部署和路由深度耦合，通信两端变更将会引起路由上所有节点变更。面向服务的以太通信，有效解决了这个问题，基于以太的服务接口变更仅限于收发双方，实现通信与部署和路由解耦、易于扩展，实现接口标准化、契约化，实现车载业务的互联互通。

在技术实现上，大带宽车载通信技术将有效满足这些点对点、骨干网传输诉求。其关键技术包括：

**大带宽铜缆通信：**通过编码和算法增强，针对铜缆短距通信衰减等特性，进行功率智能分配设计，以实现低成本、大带宽（10Gbps~25Gbps）的高速以太网传输技术，满足车载应用对高带宽骨干网的技术需求。

**车载光通信：**当通信带宽扩展至25Gbps以上时，基于铜缆的通信技术将会受到成本、EMC（电磁相容性）及工程化等方面的技术制约，此时，解决了热、震动、寿命等车规问题后的光通信将会以其成本低、重量

轻、抗EMC等技术优势进入车载应用领域，支持更高带宽的通信和演进。

**确定性时延：**通过实时通信协议栈和传输层的TSN（时效性网络）协议簇保证车载通信端到端的μs级确定性时延，并根据业务场景设计传输策略满足不同功能对通信场景的需求。

## 创新无线通信技术，使能车内设备高质量互联

面向2030年，车载无线通信技术将打破车内设备通信的边界，使能车内任意设备之间的高质量互联，以切片方式高效实现创新应用。车载无线通信技术通过全新的空口设计，实现了单向传输时延小于20μs的极致性能，数据传输可靠性超过99.999%，多点同步精度小于1μs，支持数百节点快速接入和业务并发，并且实现了端到端的信息安全保障，为车内设备通信提供了高质量的无线连接。车载无线通信技术引入了基于业务特征的资源管理机制，能够通过切片隔离的方式支持无损音频传输、超高清视频应用、超低时延交互类游戏等应用，进一步地通过多信息域协同交互，真正实现车内声、影、光、感联动的沉浸式信息娱乐体验。

车载无线通信技术将极大改变车内组网和连接方式，加速实现车载网络平台化、模块化和平滑演进。车载无线通信技术通过无线替代有线，打破了传统汽车线束设计、生产、部署、安装、维护与车型结构的深度耦合关系，更有利于基础通信架构的平台化，实现一套通信架构适配多款车型。无线的灵活性可以更好适配不同的车载通信架构，因此面对不同架构选型可以提供标准化的无线接入方案，真正实现末端车载设备的模块化、标准化、即插即用可替换，进一步降低研发成本并实现基础平台的持续平滑演进。

## 架构分层解耦、SOA（面向服务的架构）的软件架构下实现软件定义汽车

随着汽车向高度数字化、信息化的智能终端转变，用户的车内体验延续手机思维，汽车的价值偏好和需求趋势从单一的出行产品需求向个性化体验型需求转变，智能化、

个性化、体验化将成为用户选择汽车的主要考量因素。另一方面，随着汽车硬件及其技术的逐渐趋同，传统厂商将转向依赖软件和算法打造竞争的核心要素、实现更高的附加值。软件定义汽车成为业界共识并将真正全方位落地。

软件定义汽车是指软件深度参与到汽车的定义、开发、验证、销售、服务等过程中，并不断改变和优化各个过程，实现体验持续优化、过程持续优化、价值持续创造。其核心特征是软硬分离解耦，物理上表现为“软件与硬件的解绑”，本质上体现为汽车具有“成长属性”，即：软件可重用、可升级；硬件可扩展、可更换。

为了满足常用常新OTA持续升级要求，持续接入即插即用的多样外设，使得智能汽车的功能越来越多、越开越“新”，灵活易扩展的SDV软件架构是智能汽车时代应对场景复杂多变、功能持续迭代的必由之路。SOA基于服务分层解耦的通用软件架构逐步形成共识。这就需要在原有的整车架构中，引入原子服务层和设备抽象层：（图1 基于服务的分层通用软件架构）

原子服务提供基础业务能力，屏蔽硬件差异，使能上层应用跨车型复用。设备抽象对传感器、执行器进行能力抽象归一化，实现软硬件解耦，同类硬件替换升级，即插即

用。

业务解耦设计，构建基础服务单元。将车内独立的硬件能力抽象封装成标准化服务组件，一个服务聚焦一个原子功能，根据不同需求，重载、组合已有的服务即可派生出新的复杂业务功能，提高软件的重用性。行业生态伙伴都可以基于平台组件和标准API进行应用APP开发，这个应用APP由平台进行统筹管理，包括对应用APP进行认证、授权管理、API调用管理、安全审查和应急管理等，类似于手机的应用市场，用户可以任性选择自己感兴趣的APP进行本地化体验，只需要很小成本就可以获得各种新奇的体验，同样的硬件，每天不一样的感受。同时，开发者也能基于下载量获取收益。

### 车控功能整车协同化，数据智能融合，提升驾乘安全体验

随着架构向中央计算演进，基于标准化接口的传感器和执行器已基本实现通用化和即插即用，进而减少了平台适配成本，且更简单可靠。同时，动力底盘逐步演进到完全线控化，控制功能从机械执行部件分离，智能化后的中央计算平台将融合集成机、电、热、信息与通信技术等多领域，对控制功能进行统筹处理和协同控制，做到性能更优、响应更精准。随着动力底盘一体化控制的实

图1 基于服务的分层通用软件架构



现，将进一步消除控制时延，做到控制器内部1ms调动，输出即执行，控制功能实现整车协同化，其价值也逐步显现。

运用AI能力对海量车控数据和环境信息进行深度融合，一方面，可基于数据进行驾驶员行为分析，构建驾驶风格自画像。通过识别驾驶员异常行为和运动轨迹，分析、预测驾驶风险并及时提醒，甚至进行驾驶异常行为干预等。另一方面，可基于数据精细化修正车辆控制指令，促进动力学协同控制与驾驶辅助功能的协同优化，全面提升驾乘安全。例如，视觉感知融合有助于高效获取车身姿态参数，并据此进行动力学控制的精细化调整（如基于视觉对地面附着系数、质心侧偏角、车辆横摆角估算），增加控制精准度。基于对路面平整度、障碍物、前车驾驶意图、车身指示灯等的识别，再结合车控数据进行数据融合，进行预期轨迹紧急避障处理，提前进行横向纵向协同控制，显著提升驾驶安全。

## 智能驾驶：自动驾驶加速实现商业化

出于对安全性的极致追求，华为智能驾驶在技术路线上选择多传感器融合感知的方案。通过搭载更全面的传感器硬件，实现包括激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达、摄像头等各类传感器在内的感知能力合一，以支持多维度环境信息融合和重构。

除此之外，感知层还结合了未来能够覆盖全球的高精度地图与组合惯导系统，实现多源高精度定位。在人工智能芯片提供的大算力支持下进行城市、高速以及泊车场景下的融合感知，最终实现在复杂路况的自动驾驶功能。

### 持续的算法训练与积累是提升用户体验、最终实现自动驾驶的关键

在自动驾驶走向商业化落地的道路上，仍需迈过许多技术门槛。由于实际道路情况中corner case的复杂性和长尾数据的积累难度高，未来，影响自动驾驶方案最终体验的瓶颈仍是感知算法、规划与控制算法以及仿真模拟训练算法。

在融合感知算法中，基于视觉的感知框架、激光雷达数据生成与增强、复杂光环境中的车道级红绿灯感知、闪烁与模糊光源的处理、颜色与光源亮差处理、互相重叠的目標物识别、拥挤交通流感知等技术是最终决定车辆对于周围环境构建能力的决定因素。

针对规划与控制算法，行业仍需在感知/预测不确定条件下的多物体与多步博弈决策、横纵向联合运动规划、包括物体风险和场景风险的复杂交互关系中的类人决策和规划模型、海量数据中关键场景提取和自动化标注等核心算法领域进行深耕。

对仿真系统而言，需要构建交通参与者智能交互模型，创造大规模动静态的仿真场景，最终形成一个高保真且丰富的仿真系统。

### “全频谱”构建感知能力，实现万物感知

随着汽车领域的智能化趋势，感知系统变得越来越重要，它是实现智能驾驶的基石。理想传感器的目标是实现“全目标，全覆盖，全工况，全天候”工作。

**全目标：**包括人，车，障碍物，道路设施，结构等，无任何漏检

**全覆盖：**360° 无死角探测

**全工况：**高速，城区，拥堵/事故/施工等任何工况

**全天候：**无论白天黑夜，雨雪雾，强弱光灯等任何恶劣气候，环境条件

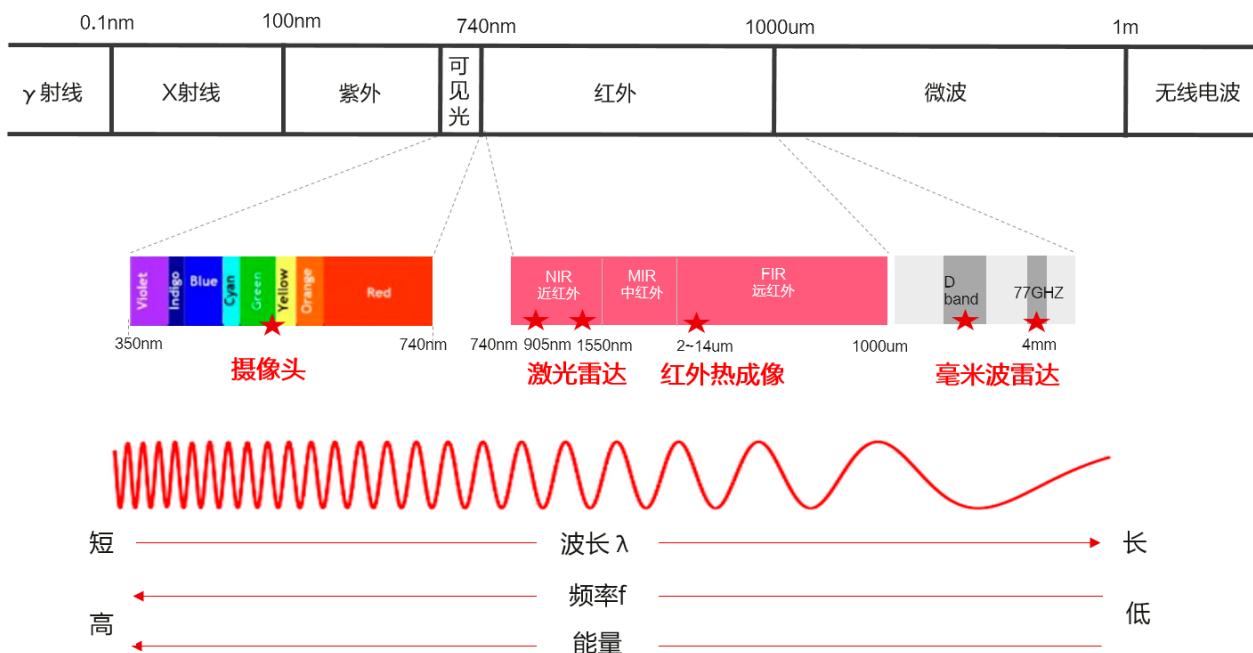
然而，当前业界的技术水平距离理想传感器仍有较大差距。为达到理想目标，需在全频谱上构建感知能力。（图2 传感器频谱分布图）

#### 1 ) 毫米波雷达：从 77G 到 D band (110~170GHz)，大幅提升分辨率

毫米波雷达作为波长最长的传感器，全天候性能最好。因为具备速度维探测优势，在动静分离、SLAM（同步定位与建图）构图上具有独特价值，但分辨率不足导致其在使用上存在局限性。

毫米波雷达在分辨率的演进上存在两条路径：超宽带和大天线阵列。当前国际标准

图2 传感器频谱分布图



上，一般把76~81GHz分配给车载毫米波雷达，通过4~5GHz的大带宽，来实现较高的距离分辨率。另一方面，天线阵列决定角分辨率，收发天线数越多，意味着角分辨率越高。当前主流毫米波雷达还停留在3T4R（3发4收）天线阵列上，近期华为推出的成像雷达已向前迈出一大步，达到12T24R的水平。然而，在无线通信上，收发天线高达128T128R。

车载毫米波雷达天然有尺寸强约束要求，不可能像无线通信有类似门板大小的空间用于天线设计。基于77G频谱的波长以及雷达尺寸综合计算，天线阵列大致可以到48T48R，64T64R已是极限。所以，往更高频段上走是必然选择，其中D band(110~170GHz)具有未被开发应用的超宽频带，比如当前已有在研究的140G频段，具有较为适宜的大气窗口，传播受到的衰减较小，而且波长减小一半，可以在有限的空间，实现128T128R的超大天线阵列成像雷达，从而达到中低等线数激光雷达的分辨能力。

**2 ) 激光雷达：从905nm ToF到1550nm FMCW（调频连续波），集成芯片化和高性能**  
4D激光雷达将成为两个主流演进方向

由于器件相对成熟，905nm波段当前被广泛采纳，正走在规模量产的路上。从技术方案来看，产业正在从模拟走向数字，从离散走向集成。收发器件面阵化及核心模块芯片化为高性能、低成本、高集成度、高可靠性的激光雷达提供了可靠的发展方向。

另外，在近红外区域的1550nm波段，其大部分光在到达视网膜之前就会被眼球的透明部分吸收阻挡，减少了对视网膜伤害。所以，1550nm波段可以容许更高的发射功率，来大幅提升其覆盖范围。其次，调制方式上，FMCW在毫米波雷达上的成功经验将会借鉴到激光雷达上。FMCW激光雷达有着明显的性能优势，比如高性能4D成像（增加速度维信息）、抗干扰能力强、更高的灵敏度和动态范围、适合硅光子和相控阵（OPA）技术低成本批量生产等。

然而，当前的1550nm FMCW技术还远没到成熟商用地步，需要产业链共同努力。其中，硅光技术是重要的努力方向之一，并将一步延续摩尔定律的发展。硅光技术通过将更加复杂而离散的光学功能集成到一颗硅基芯片中，实现激光雷达的高集成，低成本，小型化。

**3 ) 摄像头：从可见光到红外热成像技术**

### 融合，解决全天候工作的难题

摄像头是最接近人眼的一种被动传感器（没有主动发光部分），采用反射光成像的方式感知周围物体，在三个传感器中具有不可替代的作用，比如识别红绿灯、路牌等静态环境要素。然而摄像头有其自身缺陷：1) 反射光成像，导致夜晚场景性能、置信度大幅下降；2) 雨雪天气，视线被遮挡，导致可见区域大幅降低。目前来看，摄像头自身无法克服这些恶劣天气场景的影响，但在可见光附近的红外光频谱（波段在2~14微米），采用的是一个区别于其他传感器的、全新维度的成像原理：热辐射成像。传感器将不仅具备夜视功能，还可实现雨雪/沙尘/雾天气下的目标检测，甚至具备一定的透视能力，进一步满足全天候工作要求。当前，红外夜视热成像仪在车载领域已起步，仍需低成本方案支撑规模量产。

### “全融合”加速传感器物理形态创新，实现极简部署

随着汽车智能化程度越来越高，传感器数量也在急剧增加，从原来的1V到1R1V，到5R5V，再到6R13V3L（R：毫米波雷达，V：摄像头，L：激光雷达），未来将有更多的传感器“上车”。

然而车身空间有限，传感器对车身有比较高的安装部署约束，比如对蒙皮材质、厚度、安装间隔、平整度等都有严格的要求，这也加大了整车造型设计的难度，设计师们需要充分考虑整车颜值和传感器性能两者的平衡。

通过物理形态创新提升传感器的易部署性，将使传感器更容易“上车”：一方面，传感器小型化是趋势；另一方面，提升传感器与造型的适配性，实现传感器和造型一体化设计，大幅降低传感器对车身的安装约束。这需要产业链在材料、工艺、工程等各个维度共同努力。

#### 1) 天线分布式部署+集中计算模式

当前，业界的毫米波雷达普遍采用一体化设计，前端的天线和后端的信号处理、感知处理都封装在一个盒子中，来实现完整的点云生成、目标检测与感知处理。在集中计

算成为趋势下，借鉴华为无线分布式基站经验，可将毫米波雷达信号进行切分和拉远。常规单体雷达只输出点云，将感知处理上移至域控集中融合处理。如此处理后，性能/功耗/尺寸都将全面大幅优于传统雷达。激光雷达向固态雷达演进后，同样可以实现分布式部署。

#### 2) 车身融合部署创新

除了要求单独空间部署外，另外一个方案是和车身上现有部件进行融合，利用现有部件空间进行合理部署。鲨鱼鳍天线融合GPS、4G/5G和FM，环视摄像头和后视镜的融合已经树立了典范，后续相似的也可采用激光雷达和前视大灯融合，分布式天线和玻璃、车门融合，远红外和摄像头融合等方案，都会使传感器适应性更好，更易部署，但同时也给传感器提出了更高的要求。未来，需要进一步解决在融合过程中出现的散热、干扰、EMC等问题。

另外，传感器之间也可以实现融合。比如低成本的分布式IMU和传感器进行物理融合，可以帮助传感器从帧间补偿提升为信号级（帧内）补偿，随时精确感知传感器姿态。在振动、航位推算、坡度倾斜等场景中进一步提升传感器整体性能和安全等级。

#### 3) 贴片式传感器，彻底颠覆传统部署方式

“贴片式”传感器是未来传感器部署的终极畅想。以终为始来看，传感器需要持续做小、做扁，并最终实现即插（贴）即用。芯片高集成化是必然趋势，除此之外还有一些其他技术路径：

**微透镜阵列技术：**通过一组深度和高度只有几毫米，精密制造的微型透镜，将聚焦的波束投射出去，可显著减小光源和透镜之间的焦距，实现扁平化设计。当前，这种技术主要运用在投影仪上。未来微透镜阵列技术给激光雷达持续小型化，甚至实现贴片式提供了可能。

**智能蒙皮（共形天线）技术：**将天线阵面与载体外形“共形”，如同创可贴一般直接把天线阵面贴于载体表面，与平台结构融为一体。要做到在不同载体曲率表面工作，就需要天线可以根据其弯曲状态检测曲率，自动修正电磁波相位，从而实现增益效果的



最大化。这样将大幅增强了适应性和造型设计的自由度。

微透镜阵列、智能蒙皮/共形天线、硅光技术等新技术，为未来智能汽车实现传感器集成的颠覆式形态，带来了无限可能性。未来，遍布全身的传感器网络如同贴在智能汽车外表面的一层“皮肤”，而要达到这样的终极畅想，需要产业链在材料，工艺，工程等各个维度共同努力。

## 中央计算平台将为智能驾驶提供澎湃算力

强劲性能的计算平台成为智能驾驶算力的基石。在智能驾驶汽车时代，面向全场景、多种复杂路况的智能驾驶需要部署的传感器种类（亿级像素摄像头、事件相机、4D成像雷达、超高线数激光雷达、超声波雷达、红外探测器、声源探测器等）与数量（>50个）将越来越多，精度也越来越高，它们产生的数据洪流需要实时分析与处理。

随着芯片工艺的提升，未来整车将具备车载5000+ TOPS及300万 +DMIPS的超强算力，结合存算一体(CIM)的应用技术，能效比将得到进一步提升，中央计算平台将为智能驾驶提供澎湃算力。

## 高精地图将作为基础设施使能智能驾驶

到2030年，高精地图将成为新一代基础设施，使能智能驾驶的广泛应用。从纸质比例尺地图到电子导航地图，人们的导航出行

体验发生了革命性变化。从导航地图到ADAS地图，辅助驾驶和商用车节能运营成为可能。从ADAS地图到高精度地图，支撑智能汽车上路。

当前的智能驾驶高精地图，已具备高精度车道级路网信息、基本道路附属设施等静态环境图层信息，以及矢量特征点定位图层信息。上述信息为智能驾驶汽车提供了高精度车辆位置定位、辅助环境感知和路径规划功能，成为智能驾驶系统不可或缺的内容。到2030年，高精度地图将包括100%的道路路网覆盖、100%实体车道线道路的高精度覆盖，以及由此延伸到周边数公里路段的虚拟车道线高精覆盖。对行驶安全有重要影响的要素将实现实时更新。到2030年，将形成丰富的高精度地图动态信息图层，包括动态交通事件、超视距交通参与者动态信息、半动态交通环境（如路面状况等）基础动态图层，以及为定位、规划、短时控制服务的动态行为、动态定位、动态规划参考图层。

依托华为在人工智能芯片、算法、标准构建和生态构建方面的领先能力，华为将综合应用先进传感技术、人工智能技术、高可靠定位技术，构建新一代高精地图标准体系，实现2030年新一代高精度地图作为新基建为智能驾驶赋能的愿景。

## V2X云端大脑使能多车协同，助力智能驾驶落地

随着网联化基础设施的逐步完善和智能



驾驶渗透率的提升，智能网联从单车智能走向多车协同，将进一步推动智能驾驶广泛商用和智慧交通体系的建设。

构建泛在的V2X连接能力，连接人、车、道路基础设施，通过在云端构建车云协同智能驾驶平台，打通端到端应用场景，通过全息环境感知、全局资源调度、动态业务地图、多车协同驾驶、车道级路径规划、信号协同控制、业务仿真测试等服务能力，将有效加速多车协同的智能驾驶商用落地。

通过智能网联云端大脑，实现对人、车、路、环境的全要素信息融合，提升车辆对动态交通环境的感知能力。同时，通过车辆之间行车策略的共享与博弈，以及车辆与信号灯、指示牌等交通基础设施之间的互联与协同，实现从局部到整体的行车策略优化，将进一步推动智慧交通体系建设。

## 智能座舱：智能化进程加速，软硬件迭代速度向消费电子看齐

座舱是人机交互的中心。2030年，智能座舱的渗透率将超过90%，一个新的移动式智能终端生态系统逐步构建完成。

智能座舱的体验构建在以芯片算力为基础，以座舱OS为核心承载的软硬件能力中。同时，车载智能外设和舱内感知算法的飞速发展，使得人们能够享受到日新月异的新座舱智能体验。

## 开放共赢，座舱OS使能应用生态“常

### 用常新”

相较于手机等消费终端，汽车座舱人机交互的特点是多外设、多用户、多并发和多模态；座舱域包含仪表和IVI（In-Vehicle Infotainment，车载信息娱乐系统）等，在满足交互体验的同时，需要具备一定的安全性。智能座舱操作系统需要基于上述特点进行设计和开发。

2030年，基于操作系统多内核的软硬件隔离能力成熟，结合新的QoS技术，座舱多功能域之间的资源调度和部署更为灵活，多域功能的融合能够有效降低综合演进成本，促进生态发展。

除此之外，座舱的应用生态要能够实现不断升级，“常用常新”，这对座舱OS的应用接口一致性和稳定性提出了严格要求。

当前，座舱OS的最大挑战来自于行业解决方案的碎片化和定制化。例如，车企在开发一个功能时，需要调用摄像头或者麦克风，但不同车型在屏幕、麦克风、摄像头等方面硬件参数不一样，软件需要根据这些参数做定制化开发，这就相当于把功能做成“烟囱式”，相互之间无法有效联通，也无法轻易共享软件能力。另外，在实际的开发工作中，众多的供应商在给车企开发软件，不同的功能可能是不同的供应商开发，这将导致软件版本多且杂乱，重复开发，很难升级、维护。

未来，智能座舱OS会为开发者提供统一的API接口，以支持生态的不断丰富和持续



演进。同时，面向开发者，智能座舱解决方案提供商可通过不断完善平台开放套件等能力来持续提升其技术优势，帮助开发者实现应用高效开发、快速增长、商业变现，使能开发者创新，为用户提供驾车场景的精品内容、服务及体验。

## 智慧感知，AI融合交互算法构建全新体验

随着智能化外设的发展和AI感知交互技术的不断进步，2030年汽车座舱将变得更加智能。感知交互手段将不仅仅局限于语音和触觉反馈，透明屏、AR-HUD、全息投影、智能穿戴、毫米波雷达、ToF摄像头等新型外设的应用，在驾驶安全、车内通信和娱乐应用等场景将带给座舱全新的交互体验。

语音助手不再仅仅是屏幕上的虚拟平面形象，无介质全息投影技术的成熟将为座舱内提供一个立体可见的酷炫语音机器人。语音机器人的形象可以自定义，也可以拟人化，情绪和动作会更为丰富，交互的内容不再局限于特定的程式定义语句，AI赋予语音助手以更自然的方式与人沟通。未来全息投影技术的进一步发展将可能出现车内任何区域的空间投影，视频电话中，远端的亲人可能正坐在副驾与你亲切交谈；行车场景中，信息的指示可以出现在任何更适合出现的位置。人与机器的交互将更贴近人与人的交互。

这其中，语音、视觉、音频等主要交互

能力的技术路径如下：

第一，语音能力。从车载安全角度讲，语音是未来智能座舱最核心的交互能力。语音体验演进的核心准则和方向是：1) 直观：不要让用户思考，关注内容的清晰交互；2) 迅捷：高效执行，及时反馈；3) 无缝：多端平台一个语音入口，服务无缝接入；4) 灵活：交互流程可控，交互状态保留，不轻易终止流程。5) 情感：情感化语音形象，突出品牌形象。未来，语音交互体验仍需从全场景语音前端降噪，全场景语音识别（如可见可说），泛化语音理解，情感拟人化的语音对话等方面来构筑用户体验。

第二，视觉能力。视觉交互是除语音交互外的第二大车内人机交互方式。当前车内视觉识别技术主要应用在DMS（驾驶员监控系统）、CMS（座舱监控系统）、手势等人机交互的检测和识别中，未来会往舱内活体检测、人体健康监测、安全支付、娱乐交互、音视频融合等方面发展演进。未来，车内交互将实现多模态融合，不同交互方式深度渗透，为用户带来更精确、便捷的体验。例如：眼球追踪技术和AR-HUD结合，能够实时识别舱外目标并在实体上投影出描述、广告等相关信息；毫米波雷达和视觉手势识别集成技术，让手势识别精度更高，可操作方式更多；视觉和语音结合的技术，在高噪声干扰场景，通过唇语识别关键控制命令，实现全场景语音识别和控制。

第三，音频能力。未来座舱音频技术的

发展主要往拾音降噪、音质声效、主动降噪方向演进。1) 拾音降噪：降低前段拾音背景噪声，提高车内通话质量和人机语音交互准确率；2) 音质声效：通过对即将播放的声音信号进行处理，实现不同座位的驾乘人员同时拥有个性化听音内容和独立音区，以及所有人员可共同获得沉浸式声效体验的多声道环绕声等；3) 主动降噪：主动降噪仍然是未来10年车载领域的重要技术方向，通过硬件和算法降低发动机噪声、路噪和风噪的影响，提高乘车舒适程度。未来10年，器件、算法和架构不断突破，座舱的音频体验快速提升，汽车愈来愈成为一个移动式的影音娱乐空间。

### 即插即用，接口标准化支撑硬件全生命周期用户体验

消费终端如手机的生命周期一般是2-3年，软硬件的集成包袱小。而对车型平台而言，汽车在售期5-10年，车辆保有10-15年，同时车厂有多款车型并行研发。这意味着厂商需要同时维护大量的软硬件版本。

为了支持日益迭代的软件应用，硬件性能也需要不断提升。不仅是计算芯片，汽车的摄像头、显示屏等核心部件，都可能在汽车的生命周期中经历迭代。座舱硬件的升级换代，也可以在后向运营上产生新的商业模式。

芯片或模组的算力要能支持未来3-5年的软硬件算力消耗。同时芯片模组要支持代际兼容性设计，能够容易升级替换（如插拔式替换），以在汽车硬件生命周期和硬件算力需求上达成平衡。其中一项重要的技术，就是支持模组级可插拔式的硬件即插即用能力。

其次，在外设上，类似于Windows系统安装方式，部分关键外设支持更换后独立安装驱动，无需通过OTA升级车机版本。这项技术的前提，需要座舱南向硬件之间建立统一的对接标准，从而解决车机、摄像头、显示屏、HUD、智能座椅、智能方向盘、车载机器人、智能车窗、全息投影等硬件设备接口定制化的问题。南向硬件标准构建需要在短距无线、有线标准、视觉、音频等接口标准

化方向上持续探索演进，充分降低零部件成本，构建硬件生态。

### 跨端协同，分布式技术实现智慧体验无缝流转

智能汽车不是孤立的系统，人机交互也需要打破空间界限，与外界联通；设备之间的联通和交互，除了依赖通用的云端跨设备互通技术外，鸿蒙分布式软总线技术在近端跨设备无缝流转技术上的应用，可为用户带来更为便捷和舒适的交互方式。例如，基于华为终端分布式平台，出行场景与其他场景（办公、家庭等）得以保持紧密衔接，实现跨设备协同的最佳体验，构建全场景的智能座舱服务系统。

无感发现和零等待传输是实现近端设备间无缝协同体验的前提，其实现需要解决三个问题：设备间如何发现和连接？多设备互联后如何组网？多设备多协议间如何实现传输？其中涉及的关键技术覆盖设备的自动发现、自动连接、组网（多跳自组网、多协议混合组网）、传输（多元化协议与算法、智能感知与决策）。

分布式软总线的原理是通过协议货架和软硬协同层屏蔽各种设备的协议差别。一是通过总线中枢模块，解析命令完成设备间发现和连接；二是通过任务和数据两条总线，实现设备间文件传输、消息传输等功能。

智能汽车与IoT设备的交互体验，一方面，智能座舱的交互体验设计逻辑，需要符合用户在其他智能终端设备上的一致性体验要求。在操作逻辑上，手机端的应用和车机端的应用，在功能上要拉齐，车机应用可以结合座舱外设硬件的能力做针对性的设计。另一方面，需要满足无缝链接体验的要求：用户在手机终端上的日历，正在运行的音频、视频、会议等应用，能够无缝在手机和车机上实现业务的接续流转，给用户连贯性的智慧体验。

基于手机和车机之间建立的极速连接通道，可以把手机和汽车的硬件资源、系统能力、服务生态快速融合在一起。汽车厂商可以引入手机等外部设备的算力和移动互联网



全生态服务。同时，基于终端分布式平台，出行场景与其他场景（办公、家庭等）得以保持紧密衔接，实现跨设备协同的最佳体验，构建全场景的智能座舱服务系统。

## 车载光应用：点亮新视界，见所未见

### “光耀万物”构建全景化、沉浸式的全息视界，打造极致视觉体验

人眼对视觉体验的追求永无止境。伴随着汽车智能化的发展，前挡风玻璃、侧窗以及车顶的全景天幕都可以成为显示信息的屏幕，实现极具真实感的全息成像。同时，汽车前大灯激光化、像素化的不断升级，车外灯光将从简单的基础照明功能延伸至可覆盖车身周围各个方向的立体投影空间。

打造极致视觉体验是车载光应用的核心目标，可应用于显示、交互、娱乐三大功能场景。导航场景，前风挡可显示导航指引、障碍物提示等信息，提升用户行车安全；娱乐场景，前风挡甚至后座侧窗均可作为全息投影大屏，实现2K/4K影院级沉浸式观影体验。车顶的拱形全景天幕可定制灯光主题，如夜空流星雨光效、星际宇宙光效、深海珊瑚群光效等。未来，智能车灯多色域、高像素的投影功能，让人们可以随时享受户外露天电影。

作为未来的“第三生活空间”，用户

对于行车时的视觉体验诉求将越来越高，不仅需要更大画幅、更高像素的沉浸式视觉体验，更需要以新科技呵护用户的用眼护眼、防晕车需求。交互功能场景需要保证用户充分获得立体沉浸感的同时，不会因为长时间的视频通话、观影产生晕车感。后排用户在享受椅背大屏提供的丰富娱乐功能时，也对光显示技术提出了健视护眼的要求。

未来，空间光学结合人因体验，将超越物理分辨率，还原全感真实世界。主要实现路径有：

**巨幅沉浸：**借助自由曲面镜、衍射光波导及偏振分光等空间光学技术，可在狭小10寸屏幕物理空间，为用户提供近百寸巨幅沉浸体验。基于定向光场技术突破裸眼3D车载屏幕，结合定向声场实现类比iMAX帝王位沉浸式体验。

**真彩超清屏：**2k/4k/8k ODP光引擎配合微纳结构扩散屏，实现像素倍增和亮度增强，提供远超视网膜级的清晰度。RGB三色激光实现影视级P3、以及8K时代BT2020色域效果，完美还原真实世界色彩。

**视觉健康：**基于虚像成像系统，实现成像画面拉远至3米外位置，消除导致近视的危险因素，主动预防近视。无源冷屏显示技术，实现显示屏无辐射，达到防蓝光的健康标准，实现用户健康用眼。

**人因体验：**动态人因工程技术，主动消除耳前庭与人眼运动信息冲突导致的晕车因素，在车载屏上实现防晕车效果。通过眼球

跟踪、视力筛查、扩散屏成像距离调整，实现人眼睫状肌自适应放松，消除长期用眼产生的视疲劳问题。

### “光感万物” 实现全天候、全方位的智能守护，极大提升驾乘安全

车载光技术的发展可提升环境建模的广度和深度，通过近红外光感知、热光感知和图像光感知等创新应用实现精确环境建模，实现“见所未见”。建模后生成的外部环境感知信息不仅服务于智能驾驶，还将服务于车内人员，提升驾乘安全。夜晚、雨雪和雾天等能见度极低环境下，感照融合车灯还原精确环境信息，消除驾驶员在极限环境下的视觉障碍。基于多波段感知信息的融合，能够更准确地识别生物和风险因素，实现“辨所难辨”。

伴随用车需求和时长的提升，驾乘人员健康监控、异常状态感知成为未来智能汽车发展的关键安全需求。基于车内红外及光纤传感等光感知技术，对于用户呼吸异常、脉搏异常、心脏突发等健康异常情况，可给予及时预警。同时识别驾驶员的疲劳状态，对其进行提醒以减少“人为错误”，进而降低交通事故发生率。在驾驶员离开时，可给予车内人员存在监测，避免幼儿、宠物遗留车内的悲剧发生。

未来，全波段光技术结合图像识别和处理，将围绕着全天候、全方位两个方向不断发展，给车加上一双“慧眼”：

**全天候：**所有高于绝对零度的物体都会发出 $8\text{--}14\mu\text{m}$ 波段的红外热辐射，红外热像技术检测这种红外热辐射进行成像，与可见光（400-700nm）波段不同，其不受光线、雨雾等条件限制，可实现夜视、穿透雨雾、消除眩光。

**全方位：**物体的振动会导致光信号的频率变化，通过光学多普勒频谱技术捕捉用户体表皮肤微振动，结合红外热像技术，从而实现用户心率、呼吸体温等生命体征监测，排除疲劳驾驶、突发疾病等风险因素，实现全方位的安全守护。

### “光联万物” 赋予汽车全新交互通道，

### 保障行车安全、建立情感连接

车载光应用技术提供新的交互通道，持续提升行车安全。从车内来看，AR-HUD是驾驶员的直观交互通道，可降低驾驶员低头查看仪表带来的风险，同时还能实时显示AR导航、障碍物预警、雨雾夜视等提醒信息，以及丰富的生活、加油站等资讯信息。智能车灯能改变传统汽车依靠“喇叭”“转向灯”与外界交互的单一方式，可在道路中投射更多交互信息，如雨雾夜视提示、车辆宽度提示等信息，为驾驶员提供辅助判断，进一步提升行车安全性。同时投射转向提醒、优先通行指示等信息，为行人提供更和谐的出行环境。车灯可提供表达情感的“智慧灯语”，可投射图案、表情、文字、天气等自定义信息，甚至可实现车灯party、车灯演唱会等情感交互体验。

未来，丰富的车载光应用产品将开启智能汽车交互表达新窗口。主要实现路径有：

**HUD：**当前采用百万像素ODP光引擎和空间光学设计，实现风挡前方的AR-HUD。后续基于双焦面技术，可实现多层次增强型AR-HUD，达到仪表盘位于前方2~3米、导航和资讯信息位于前方7~10米的效果。未来裸眼3D技术可以进一步提升HUD的交互性和体验性。

**车灯：**基于百万像素ODP模组和光学镜头设计，车灯变身“投影灯”，实现前车距离提醒、欢迎动画等智能灯语。采用精准激光照明及感知技术，实现车与环境的互动，“动态光毯”提供厘米级精准照明，提升驾乘安全和体验。未来可将信息通过电流/电压调制于照明光束上，将可见光通信技术用于车与车之间的信息交互。

**车窗玻璃显示：**紫外光投影光机结合荧光薄膜玻璃，实现车窗玻璃的全域覆盖彩色显示，可应用于车与外界的信息传递，例如向行人提示信息、广告信息投放等多样化信息。

### 智能车云：车云协同的智能服务助力车企数字化和服务化转型

在智能网联时代，除了聪明的车、智慧的路，还需要一朵智能的云，不仅能够帮助

智能驾驶算法实现数据驱动的闭环迭代，还能有效联接人、车、路，并使能智能座舱、智能电动、智能驾驶、智慧出行、智慧交通等丰富的智能网联应用场景。智能车云服务还将与应用层能力深度融合，以敏捷的业务能力来应对快速变化的市场，同时以领先的创新能力来形成差异化的市场竞争力，帮助车企实现数字化和服务化转型。

## 云端智能驾驶数据闭环，实现算法快速开发和持续迭代

为了解决智能驾驶的长尾问题，我们需要持续丰富难例数据集和仿真场景库，开展智能驾驶算法迭代。在这个过程中，不仅需要依赖PB级的海量数据和大量的算力资源（超过1000个GPU资源）进行算法训练，还需要通过天文数字级（100亿英里）的仿真测试进行算法验证。除了对存储、算力等资源的要求，这套系统还对基础设施服务的高可靠性、高安全性以及可拓展性提出了严苛的要求。传统的数据中心建设模式将为智能驾驶开发企业带来巨大的建设成本和运营维护压力，为了解决这些挑战，云计算技术在智能驾驶领域得到广泛应用。

在云端构建一站式服务能力，可以解决智能驾驶复杂的工程化问题。智能驾驶的算法开发除了需要应对海量存储和算力需求的挑战之外，更需要解决所大量的工程化问题，比如数据采集、数据回放、自动化标注、难例场景挖掘、生成增量数据集、模型

管理、训练任务管理、模型下发、仿真场景库构建、仿真测试、算法适配等。这些工作往往占据了超过70%的开发工作量，因此，智能驾驶算法开发要以数据为核心，数据和算法解耦，打造一个开放的使能平台，提供完整的、自动化开发工具链，帮助车企和开发者快速构建智能驾驶开发能力，解决算法开发过程中繁琐的工程化问题，降低技术门槛，提升算法开发和迭代效率。

### 1 ) 提供弹性扩展、安全合规的智能驾驶算法开发基础设施

基于云底座打造超大规模数据存储和计算中心，提供智能驾驶车辆海量数据的上传与合规存储服务，以及海量计算资源，帮助车企解决智能驾驶算法开发过程中深度学习对基础设施资源的低成本、可扩展、高可靠和强安全的需求。

### 2 ) 打通工程化断点，支持智能驾驶算法的DevOps（开发即运营）开发模式

智能驾驶算法开发过程中最大的痛点是工具链的割裂和开发流程存在大量的数字化断点。因此，要在云端构建贯穿智能驾驶算法开发、测试及商用优化的全生命周期服务能力。通过完整的开发工具链、预置算法、持续迭代的数据集和场景库，以及仿真、评测等服务能力，支持用户自定义的算法模型和异构硬件，基于云端基础设施和AI能力，实现智能驾驶领域开发过程从数据采集、处理、场景挖掘、难例挖掘到算法管理、训练、仿真、评测的完整闭环，帮助车企的智



能驾驶研发团队快速开展问题定位、算法优化和测试验证，提升智能驾驶算法开发和迭代效率。

### **创新云端仿真技术，加速自动驾驶算法仿真验证与迭代**

通过云端仿真提升智能驾驶测试验证效率，主要包括以下几个方面：

**通过真实场景转仿真场景**，快速构建仿真场景库。云端结合车载传感器采集的数据、高精地图和开放的仿真工具，将复杂、真实的路测场景转换成虚拟仿真场景，快速模拟复杂交通流，场景构建仅需几分钟时间。

**支持多车协同智能场景的仿真验证**。提升多车智能驾驶以及车路协同下智能驾驶等多种复杂场景下，对算法博弈策略的验证能力。

通过虚实混合仿真，提升实车验证能力。将在云端虚拟仿真场景加载到实车上运行，从而在空旷的道路或场地快速模拟各类复杂场景，并对实车开展测试验证，兼顾了效率、真实性和安全性。

通过云端并行仿真，提升仿真效率。利用云端海量资源和容器技术，开展大规模并行仿真，单日测试里程达到千万公里级，大幅提升了仿真测试效率，将算法的迭代周期从以月、周为单位缩短到以日为单位。

无论是真实场景转虚拟仿真，还是虚实混合仿真，离不开高精地图的支持。通过云服务的形式，构建统一的动态高精地图服务能力，并解决高精地图合规存储和应用，以及快速覆盖、统一标准、分层服务、动态刷新等挑战，支撑车联网位置应用、智能驾驶仿真/运营、智能网联产业园区、车辆智能驾驶、智慧城市等广泛的应用场景。

基于安全合规的专属云基础设施，提供开放的地图数据存储与应用合规服务。基于云端海量存储、超强算力以及智能算法，对路测数据提供安全合规处理，支持第三方合作伙伴开展智能驾驶开发以及地图数据应用服务。

构建高精地图多图商联盟，形成产业合力。支持多图商数据接入，通过智能质检和后处理，统一服务标准，整合行业资源，减

少重复性的地图绘制工作，降低行业成本。通过开放、灵活的运营，提供快速响应、广泛覆盖、动态鲜活的高精地图数据服务。

**云边端协同，实现高精地图动态分发和众包更新**。通过云边端协同，实现高精地图数据按需分发和灵活应用，使能各类智能驾驶和智慧城市的场景化应用。同时，通过智能网联汽车、其他交通参与者、路侧基础设施、路侧边缘计算与云的协同，实现高精地图静态图层的众包更新，以及动态图层数据的实时刷新，提升高精地图数据的鲜活性。

### **构建统一数据服务体系，使能车企数字化和服务化转型**

随着ICT技术与汽车产业的深度融合，云计算也为智能网联汽车的功能和体验创新带来巨大的发展红利。车企需要云端智能构建场景化的大数据应用服务能力，这是因为一方面，车企基于自身的车辆数据开展各类应用和服务时需要业务深层逻辑与大数据、人工智能等技术的深度融合。比如电池热失控预警就需要融合电化学领域和人工智能领域的知识与技术。另一方面，车企需要构建统一的数据应用服务体系，以及对外开放合作能力，以满足智能网联应用场景逐步细分趋势下海量的业务需求。

以应用为中心，基于云原生2.0架构打造的智能车云服务，可帮助车企构建统一的，涵盖采集、存储、整合、计算、管理和服务的完整数据服务体系，这就是使数据可以闭环运营，应用可以持续创新，车企还可以与各应用领域的第三方公司开展上层应用合作，提供满足消费者需求和个性化的智能应用与服务，实现数字化和服务化转型。

#### **1 ) 基于云原生基础设施，实现数据全量采集和汇聚**

构建多元算力、软硬协同、统一高效的数据服务平台基础设施，以应用为中心，向下统一管理和支持各种异构硬件，向上屏蔽底层多种硬件的差异性。基于开放、标准的车联网技术，在云端实现海量车辆的连接和百万级并发服务能力，构建数据通路，实现智能电动、智能驾驶、智能座舱、智能网联



等部件的数据采集和汇聚，在云端构建智能网联汽车全量数据湖，实现车辆数字孪生。

### 2 ) 基于云原生业务智能，实现数据价值挖掘和应用创新

使能业务智能化有几个关键诉求：在云端构建数据的采集、传输、存储、标注、分析、应用等全生命周期管理能力，降低数据治理的成本，释放数据最大价值。基于云原生的技术，构建的一站式融合数据分析平台，可以打破数据边界，实现高效的跨源跨域协同分析能力。

随着云上AI技术和生态的成熟，云平台将持续丰富算法库，通过提供自动标注、预置算法等能力来降低AI应用开发的技术门槛。深度结合云上超大规模的算力和海量数据，使能深层数据价值挖掘和大数据智能应用创新，实现车辆核心部件智能诊断、车辆状态监控、车辆功能偏好分析、车辆部件工况分析等各类智能应用。这些丰富的应用和服务所获取的数据，还可以反向优化产品的设计和研发。

### 3 ) 基于敏捷和开放的应用创新能力，构建繁荣的业务生态

使用云原生、微服务等技术，将应用拆分为能独立部署、独立运行的微服务，通过弹性扩容能力使应用拥有更高的可用性。将传统的应用开发和交付模式转变为以DevOps为核心的开发运维一体化模式，加速应用创新和迭代速度。

同时，通过开放的数据服务能力，使

能第三方智能应用开发，帮助车企构建围绕用户出行与生活的应用创新生态，实现数据业务化，加速数据价值释放。车企和合作伙伴可以面向用户提供丰富的个性化服务和应用，构建新的业务场景和商业模式，实现服务化转型，提升服务收益。

## 智能电动：动力系统向融合、高效、高压方向发展

### 动力系统融合极简，AI加持助力自我进化

传统动力系统架构开发周期长，开发成本高，伴随着电动化转型，需要通过零部件集成化来实现开发极简、适配极简、布置极简、演进极简。

当前电驱动形态主要以三合一集成电机控制器、电机、减速器，属于功能和硬件上的集成。动力架构的技术前沿形态将会是六合一集成方式，集成三合一电驱动系统与三合一车载充电系统，实现更多功能融合。相比传统分立方案，融合方案体积减小30%，重量减少20%，可灵活适配整车极简布置需求，同时，高集成度减少了车企在部件测试及导入环节的投入，极大降低了开发成本。

多部件融合涉及到电气融合和单板融合，进一步要做到芯片融合、算法归一、控制归一，才能实现动力系统融合。超融合需要通过更高等级的EMC调制措施来消除多部

件融合可能带来的干扰，并通过更高效率的散热体系满足融合后的散热需求。随着动力系统控制功能的融合，自研AUTOSAR软件平台中，CP+AP共用的架构支持面向域控制演进，超融合也将带来系统级的增值特性软件开发，实现功能的按需拓展。例如：OTA（空中下载）部件提升功率、整车软件快速升级、更多驾驶模式更新、NVH持续优化、拓宽性能边界从而实现动力系统越开越好等。

多部件控制融合为动力系统的智能化升级提供了统一的平台底座。部件特性的升级迭代，将会基于AI平台能力进行更高效的统一调度与功能协同演进，从而可以满足更复杂、更智能的动力场景需求。

未来，AI加持下，动力系统将具备自学习，自迭代，自进化的能力。例如：1) 主动安全预警，电池热失控故障可提前1周被识别并得到有效规避；通过云端智能远程标定，动力系统的性能表现将会越开越好；2) 动力系统的产品质量将会是全生命周期可视、可控、可预警；3) 人工智能会让动力系统的寿命可预测，提前规避影响寿命的场景和工况，达到寿命延长的目的；4) 从现在的按公里数和时间的保养方式，变成免保养、按需保养的方式，提升客户满意度。

### **比特管理瓦特，AI寻优实现三层级能效最优**

动力系统通过引入5G、AI、大数据、IoT等数字化技术，通过“比特管理瓦特”实现电能、热能、动能的协同，通过AI寻优达到效率的最佳匹配，从而实现全工况全场景的能效最优。让电动车动力电池中储存的每一度电能，可以最大限度地转化为动力输出应用，即可最大化降低用户的里程焦虑，为用户提供更好的出行体验。未来，电动汽车要实现三层级的高效：器件级高效、系统级高效与整车级高效。

首先是器件级高效，如应用更高效的IGBT器件或者采用高效SiC、GaN器件，依托先进封装技术改善散热条件、降低寄生参数，提高功率模块的电气坚固性和可靠性，实现高压、高温、高速环境下的高效率。其次是系统级高效，未来融合趋势下，动力系

统将是一个集成机、电、热等多物理场的耦合部件。可通过数字化、智能化的开发平台，开展多目标、多参数寻优设计，优化电路拓扑和控制算法，同时基于AI和大数据，实现虚拟测试、远程在线标定，将动力系统的每一个子系统，都达到更高的电力转换效率，在动力系统自身应用电能时实现更高的用电效率。最后是整车级高效，在各种工况场景下，各个系统间应用数字化手段，将传统分立的驱动、热管理、转向和制动等部件联接起来，实现不同部件间的能效互补。用“比特管理瓦特”方式，实现电能、动能和热能的有效协同，降低非动力系统的能量损失，提升动力系统的能量高效供给。如：通过收集电机热量用于冬季电池预热，取消单独PTC加热；OBC与空调压缩机共用高压拓扑，实现功率部件在不同场景下的最大化利用等。未来，在云、AI技术的加持下，整车级能耗管理将更加智能，实现同一辆车在不同场景、不同工况下均有最优的能耗管理策略与之匹配。

### **动力系统迈向“千伏”高压，畅享5分钟“闪充”**

随着电动汽车行业加速发展，消费者对电动汽车的接受度不断提高，但充电、续航、安全，仍是影响消费者购买电动汽车的三大因素，其中充电问题最为用户诟病。

以100度电电池包为例，若充电时间从50分钟缩短到5分钟以内，就要求单枪充电功率从60kW提升到500kW。要实现同等功率的大功率快充，相比低压方案，动力系统高压化能够解决充电电流过大、充电设施成本高、电池散热难、安全性差等问题。

目前，动力系统高压化技术已基本完备。从功率器件看，以SiC为代表的第三代半导体技术已基本成熟。与硅材料的物理性能对比，SiC临界击穿电场强度是硅材料近10倍，提升了功率器件电压，1500V以上SiC器件量产技术已突破，可覆盖新能源汽车高压平台；同时，由于SiC器件导通电阻低，热导率高，提升了系统效率。SiC材料的发展和应用为电动汽车动力系统向高压化演进提供了良好基础。从整车高压架构层面看，OBC、



BMS、动力总成等整车高压部件也已经具备量产能力。

根据业界公开信息，未来，动力系统电压平台将从800V提升到1000V，充电电流将从250A提升到600A，充电倍率从2C提升到6C，SOC (state of charge, 荷电状态) 30%-80%充电时间从当前的15分钟缩短到5分钟。随着SiC等核心功率器件的电压等级不断提升，动力系统也将持续向高压化演进。

## 安全可信：网络安全与功能安全融合，构建纵深一体防御体系

随着电动化、网联化、智能化的快速发展，汽车电子电气系统的复杂度与集成度不断提高，新的功能越来越多地触及到系统安全工程领域。如何让产品能够抵御外界的攻击、应对各种突发故障和复杂的外界环境、保障出行的安全可靠已成为行业的共同难题。智能网联汽车安全体系的内涵和外延正在不断的发生变化，功能安全、预期功能安全和信息安全共同构成了智能网联特别是智能驾驶体系的重要安全要素。

### 功能安全：全场景全天候高安全高可靠，功能安全要求全面升级

到2030年，随着智能驾驶、线控底盘、大带宽通信、无线网联、区域接入、面向服务设计、中央计算与控制等技术的广泛应用，功能安全的重要性进一步提升。同时，

在超级软件平台安全设计与持续迭代、高安全AI算法、全场景全天候感知与安全规控、基于“Fail-Operational”（失效可运行）的车辆E/E（电子电气）系统高安全设计与验证等方面，传统功能安全将迎来巨大挑战。从先进材料、制造工艺、架构设计等多个角度持续优化，构建芯片级、电路级、单板级、系统级的多重冗余，辅以最小安全系统予以保障，未来的智能汽车将达到甚至超越车规级ASIL（汽车安全完整性等级）D的安全要求，最终满足全场景部署、全天候运行的要求，实现随叫随到、随时随地的稳定可靠。

架构及系统层面，针对系统失效和硬件随机性失效，域控制器的异构互备成为标配。一方面，确保具备行车最小系统，保证最小行车功能（驱动、制动、转向、换挡、必要照明、关键车速、档位显示、至少一个车门能打开、必要示廓灯等），确保关键信号和系统具备应急处理机制，如通信冗余和供电冗余等；另一方面，针对高阶辅助驾驶及以上车型，确保整车支持异构冗余系统，并且保证异构冗余系统必要的环境感知能力。

在技术实现上，具体表现在：

**中央计算平台的Fail Operational设计。**作为核心部件，中央计算平台关键的硬件、软件、系统架构支持Fail Operational的安全要求：

架构可靠：多层故障监控与处理框架设计；硬件虚拟安全分区和软件的异构部署；



电源时钟、通信链路、车控双路等冗余设计；故障Cross-Check互锁机制等，彻底解决共因失效与级联失效；最小安全系统设计保障100%安全可靠。

**车规工程：**高导热材料、相变材料、新型液冷技术等，实现芯片、器件、单板、系统级高效散热；高压大电流开关技术、高速电缆技术降低高速信号传输误码率；电磁互扰与抑制、高可靠小型防雷、电源管理技术提升EMC抗干扰性能；DFA（面向装配的设计）工艺、车载点胶工艺、镀层工艺、胶粘工艺、管路腐蚀及凝露测试极限、光学镀层及焊接工艺等提升使用寿命，超越车规级ASIL D功能安全要求。

**全生命周期免维护：**基于芯片、软件、系统级故障失效模式库防患于未然，实时主动维护，实现0公里缺陷率预测、预防与消减。

#### 架构层面的冗余安全服务：

就近接入传感器与执行器等I/O（Input/Output）抽象和SOA的安全设计与FFI设计；重要I/O的安全冗余接入与重要服务的分布式安全部署；实现SOA服务平台实时状态监控与故障安全管理，支持最小安全系统合理设计，在满足高安全的同时，显著提升整车可用性和改善客户体验。

**MBSE（基于模型的系统工程）&MBSA（基于模型的安全分析）协同：**实现“系统设计+功能安全+执行模型”的一体化模型设计、分析与验证，构建具备良好适应性的高

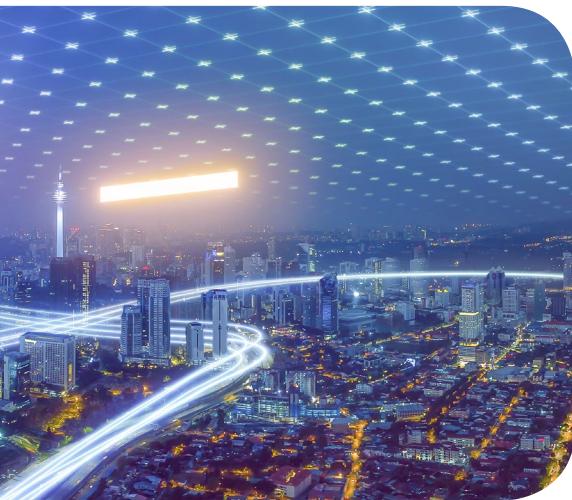
安全分层架构模型和高内聚低耦合模块化组件，支持车载软件有节奏的迭代和快速的功能安全设计、分析与验证。

**架构级功能安全仿真与验证：**实现车辆级功能安全仿真（包括危害场景库、故障数据库、车载架构平台模型、模拟外部接口、车辆模型、驾驶员行为及故障响应模型、运行环境模型等）和（半）自动化功能安全验证、支持车辆级功能安全快速闭环。

**双重安全通信：**端到端安全通信保护、通信网络故障实时监控、通信网络折叠倒换、双发选收等安全设计，保障单个通信故障情况下的可靠降级和安全运行。唤醒、供电、外部感知输入、车控信息输入、关键执行器输出链路必须冗余。

#### 预期功能安全：把“未知危害”场景变为“已知非危害”场景

自动驾驶最终实现后，驾驶安全责任由人转移到车辆。与功能安全不同，预期功能安全主要考虑预防和应对由于功能定义不足（functional insufficiency）和合理可预见的误用导致的不合理风险。包括由于对目标场景考虑不够全面、未充分考虑可能影响传感器性能的环境因素等的风险。同时预期功能安全还需要不断探索“未知的危害场景”，持续的把“未知不安全场景”变为“已知非危害场景”，预期功能安全问题已经成为智能驾驶商业化落地需要持续解决的问题之一。



随着智能驾驶功能的逐渐应用，车辆的预期功能安全问题日益突出，以下几点至关重要：1) 需要紧密跟踪国际国内预期功能安全标准的发展，从系统设计与规范、验证与确认以及运行监控等阶段全面实践预期功能安全标准流程和要求，全面保障产品的预期功能安全；2) 从交通法规的遵守、设计运行范围边界判定、动态驾驶任务执行、最小风险制动的执行、人机交互、可预期的特殊场景的应对等方面展开预期功能安全风险分析与应对措施研究；3) 通过交规数字化，形成机器可识别、可理解的交规，促进自动驾驶车辆有序融入社会交通体系；4) 通过安全时间域（Safety Time Domain）设计，综合考虑传感、决策、执行总时间，保留合适的时间裕量以应对不确定性（包括其他交通参与者行为的不确定性），始终保障运行阶段的行车安全；5) 进行充分的模拟仿真测试、封闭道路测和开放道路测试，加强审核，充分挖掘可能导致危害行为的功能不足和触发条件；6) 在车辆运行阶段，基于数据分析和预测，及时发现由于环境、驾驶习惯等因素演进可能导致的潜在危害，及时采取措施。最终达成可比拟优秀驾驶员的驾驶安全性，满足用户对智能驾驶车辆安全的期待。

## 网络安全、数据安全及隐私保护，共同构筑信息安全屏障

智能汽车不同于其它的移动智能终端，它承载着车内乘客和路面行人的生命安全。

严守安全底线、保障产品和服务安全是维护好公民生命财产安全和公共安全的基础。

未来，随着汽车“新四化”的推进，网络安全、数据安全、个人隐私保护等信息安全风险不断上升，唯有产业链所有参与者，包括行业监管部门、整车厂、零部件供应商等，共同努力才能构筑起智能汽车全生命周期的安全防护屏障，才能最大限度的应对信息安全挑战、保障智能汽车产品和服务安全。

### 1 ) 网络安全

根据安全咨询公司Upstream的统计数据，2011~2019年共发生342起针对智能汽车的攻击。从攻击频次看，智能汽车网络攻击呈现快速增加趋势。从攻击手段看，已从传统物理接触破解，演变到远程非接触攻击，远程攻击占比90%以上，且近1/3威胁到车辆控制。从攻击比例看，车云攻击占比最高，达20%以上；车云、钥匙和OBD（车载自动诊断系统）接口是最主要攻击领域，除此之外甚至还出现了对传感器感知的攻击。未来，实时在线是智能汽车功能持续使用/更新的前提条件，越来越多外设及网络接口将出现在汽车上，实时联网的汽车将面临攻击范围更大、攻击方式更多、攻击入口更多样、影响后果更严重等挑战。如何解决这些挑战，以下几个方面非常关键：

从架构方面看，下一代通信与计算架构面临的网络安全挑战将呈现出新趋势：1) 逻辑功能集中到HPC（高性能计算机群），被攻击后影响面扩大；2) SOA服务化带来关键服务权限管控和通信安全挑战；3) 平台开放性导致第三方软件、硬件全生命周期时刻存在安全风险；4) 从法规、标准角度，未来安全的智能汽车在满足法规认证要求外，还需满足结果可信和过程可信要求。

中央计算平台是防止攻击、保障安全的最后一道防线，需要从平台级安全、车内安全、车外安全三个方向进行多层次多维度的安全防范。在车外主要有传感器接入、网络接入两大入口，需要通过接入认证、入侵检测与防御、AI安全与攻击对抗等技术手段，实现“进不来”的攻击防护；在车内主要有计算与控制两大模块，通过访问控制、安全隔

离、安全降级、诊断与恢复等技术手段，实现“攻不破”的入侵防护。

总之，网络安全是一个复杂的攻防体系，要做好攻防，需多方面努力：1) 需要从根技术（芯片、OS、加密算法等）与架构设计等角度进行底层设计，结合安全可信根、加密算法、可信计算与OTA、入侵监测与隔离等核心技术，同时基于对AI不确定性认知的加深，通过持续提升AI不确定性检测与评估技术来强化预期功能安全能力，守护好智能汽车中央计算平台的“安全命门”。2) 需要车企联合Tier1（一级设备供应商）、Tier2，从整车视角构建整车全生命周期的纵深防御体系，杜绝车辆被黑客远程控制，避免车端和云端的数据泄露。3) 智能汽车需要具备韧性，即在系统受到攻击的情况下，网络安全及韧性手段在实施风险消减后，系统仍然能够提供稳定的车控服务，或能够将被入侵的车控服务隔离，执行确定性的降级，保障其它未被入侵的车控服务继续提供有效服务和保障安全。

具体来说，未来汽车全生命周期网络安全，需要从安全治理、客户需求、架构设计、安全防护、异常检测、及时响应、恢复多个维度加固。放眼2030，网络安全关键技术应包括：基于AI的车载入侵检测系统、第三方软件供应链安全与运行态完整性保护技术、韧性框架和入侵容忍、基于零信任第三方设备持续认证与溯源、传感器恶意信号检测与防御等。其中，韧性框架和入侵容忍依赖于网络安全与功能安全融合，包含设计阶段融合与运行阶段融合：1) 设计阶段融合，阻止已知攻击。基于已知攻击与失效，利用TARA（威胁分析与风险评估）与HARA（危害分析与风险评估）融合分析，构建完备的网络安全与功能安全需求，避免彼此直接冲突和重叠。2) 运行阶段融合，假定攻击成功入

侵系统，基于系统目标，进一步增强设计融合，防止网络攻击导致的功能失效，包含网络安全检测、功能安全/网络安全风险评估、功能安全响应、网络安全漏洞修复等。

## 2) 数据安全和隐私保护

智能网联汽车身处“人-车-路-云-网”构成的复杂连接环境中，数据成为重要的基础资源，不仅驱动了智能网联汽车的业务创新和产业发展，也深度融入了社会生活的方方面面。智能网联汽车数据安全体系变得越来越重要，从数据安全感知、数据环境安全管控、数据运维安全管控，到数据资产安全管控和数据应用管控，智能网联汽车数据安全体系将逐步完善。智能网联汽车制造商、供应商和服务商，都需要加强数据安全能力建设，不仅是用户鉴权、数据加密、访问控制、应用管理、智能脱敏、网络防护等技术层面的保障措施，还需要在组织、产品开发流程、交易过程、商业承诺、服务等活动中构建体系化的数据安全合规能力。具体来说，数据使用应遵循合法、正当、透明、目的限制、数据最小化、准确性、存储期限最小化、完整性和保密性和可用性原则。

同时，对于个人隐私敏感数据，需要进行集中管控，从车端到云端大数据平台、后端业务场景及第三方数据处理者进行全链条的隐私治理，以确保全生命周期的隐私保护。主要的技术实现路径有：1) 车内处理智能化，敏感个人数据不上云，在车端提供更多的本地智能化处理，如语音识别，人脸识别等；2) 可用不可见，使用同态加密技术，差分隐私等技术，减少对敏感个人数据的使用；3) 将隐私保护融入全生命周期。注重个人信息在采集、使用、保留、传输、披露和处置等处理过程中的隐私保护，确保流程透明、结构完善、控制严谨，以及过程可追溯。

#### 商标声明

 HUAWEI, HUAWEI,  是华为技术有限公司商标或者注册商标，在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其它商标，产品名称，服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

#### 免责声明

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺，华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

版权所有© 华为技术有限公司 2021。保留一切权利。

未经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。