

驶向未来

数字化解决方案助力亚太地区汽车行业转型

本报告受 Orange
Business Services 委
托撰写

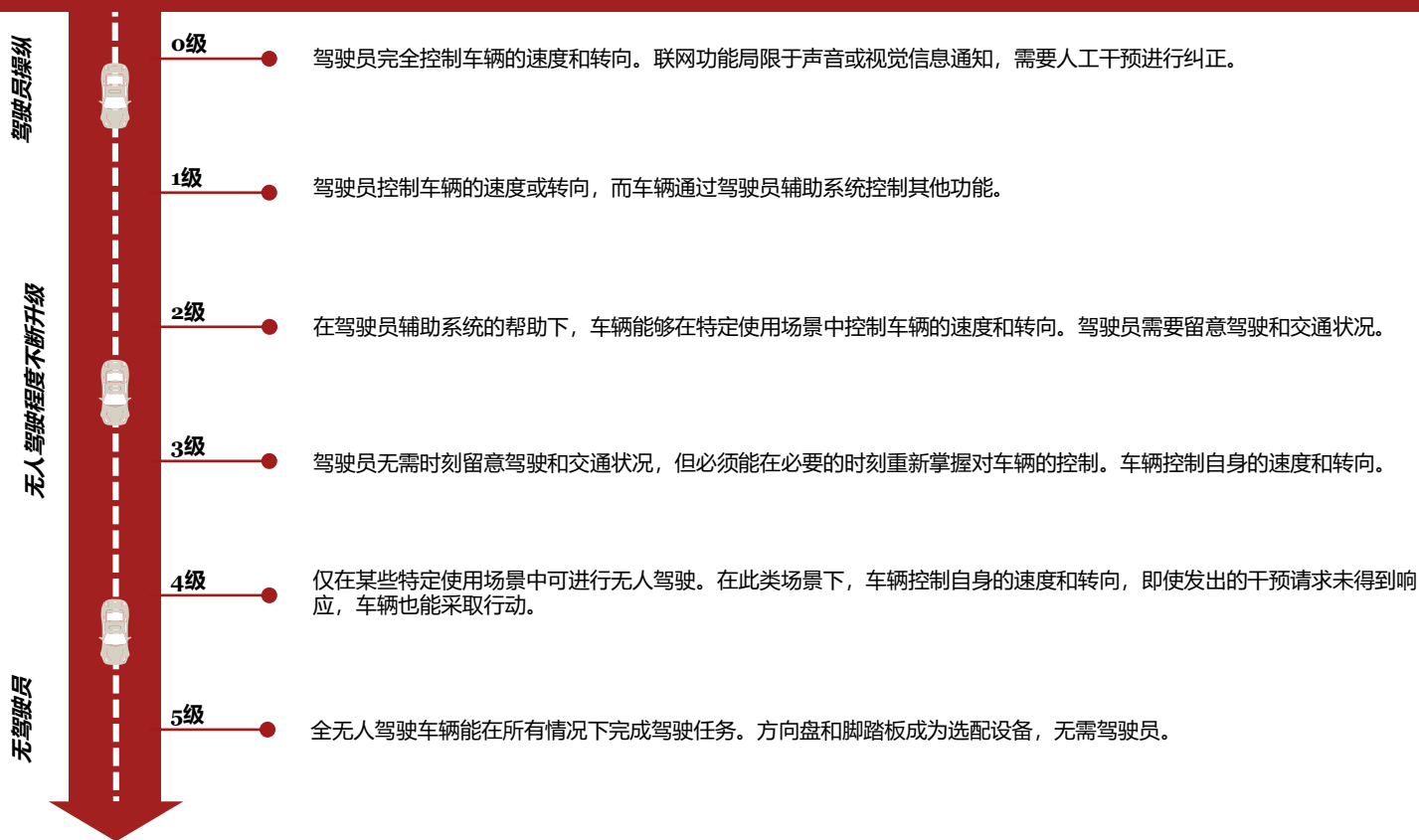
2018年10月

pwc

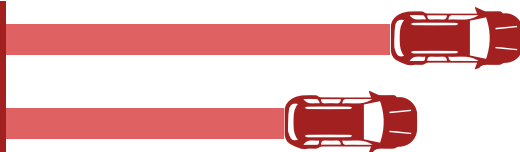
本报告着眼于汽车行业的数字化趋势，重点关注数字化解决方案在车辆本身上的应用，而非影响到车辆生产和销售的技术应用。此外，本报告还聚焦了数字化技术如何助力发展未来的联网汽车及无人驾驶系统，为乘客提供更好的个性化、安全性和舒适性体验。

在本报告中，联网汽车是指借助传感器和无线网络的共享信号，能够感知并与现实环境中的其他元素（包括车载设备、其他车辆、行人和交通基础设施）进行沟通的乘用车（包括私家车和出租车）。本报告不涉及联网交通的商业应用，也不涉及数字化技术在公交巴士或城市轨道交通等公共交通中的技术应用。

根据行业标准（SAE International），联网汽车可以按照驾驶所需的人/机控制程度和性质分为不同等级，如下所示：¹



了解联网汽车市场格局



放眼全球市场，乘用车的数字化技术应用方兴未艾，整车厂竞相推出新的解决方案，以期在竞争激烈的市场中脱颖而出。车辆仪表盘、音响系统等许多传统功能已实现数字化，整车厂还不断推出包括智能设备镜像系统（Apple CarPlay、Android Auto）以及安全传感器在内的全新解决方案，作为高端车型的标配。这场数字化竞争将愈演愈烈，对包括亚太地区在内的全球汽车行业产生深远影响。在未来几十年，亚太地区将涌现更先进的无人驾驶解决方案，出现更多非传统数字化企业（作为合作伙伴和竞争对手）的活跃身影。²

未来，多变的消费需求、人口结构和城市出行趋势等各类因素将进一步推动联网汽车解决方案在亚太地区的应用。



亚太地区联网出行发展的驱动因素

发达市场的汽车保有成本不断上涨，推动出行模式创新

由于公共交通基础设施日益完善、私家车保有成本水涨船高（燃油、停车和保养成本）以及各国政府的政策导向，使得亚太地区发达市场中通勤人士的购车意愿逐渐减弱。未来，这些市场中的联网汽车技术将聚焦于优化汽车共享和网约车服务等新兴出行模式的成本效益和乘客体验。普华永道估计，完全无人驾驶车辆可以使共享交通每公里的平均成本在目前的基础上降低一半以上。因此，无人驾驶车辆有望引领从保有模式向按需出行模式的转变。电动车的发展将与无人驾驶汽车（4级和5级）齐头并进，两种技术相辅相成。电力驱动有助于彻底释放按需出行的潜力，实现机器人出租车在无人工干预的情况下进行自动充电。考虑到未来无人驾驶技术的采用将增加车辆的使用，因此各国政府重点关注电动车领域，以最大程度地减少排放。³

人口结构变化增加对技术应用的需求

日本、新加坡、韩国和香港等许多亚太发达市场的老年人口比例预计将显著增长，到2050年时该比例将远超大多数新兴市场。涉及老年人的交通事故数量不断增长，已经引起了日本政府的高度重视。面对未来几十年内适龄劳动人口数量的不断萎缩，日本计划重点发展无人驾驶技术作为应对方案，并且已经在农村地区试验利用无人驾驶车辆运送老年人。整车厂也不甘落后，探索提升车辆安全性的解决方案。2016年，日本50%的市售车辆配备了自动刹车防撞系统，远高于欧洲的24%以及美国的9%。⁴



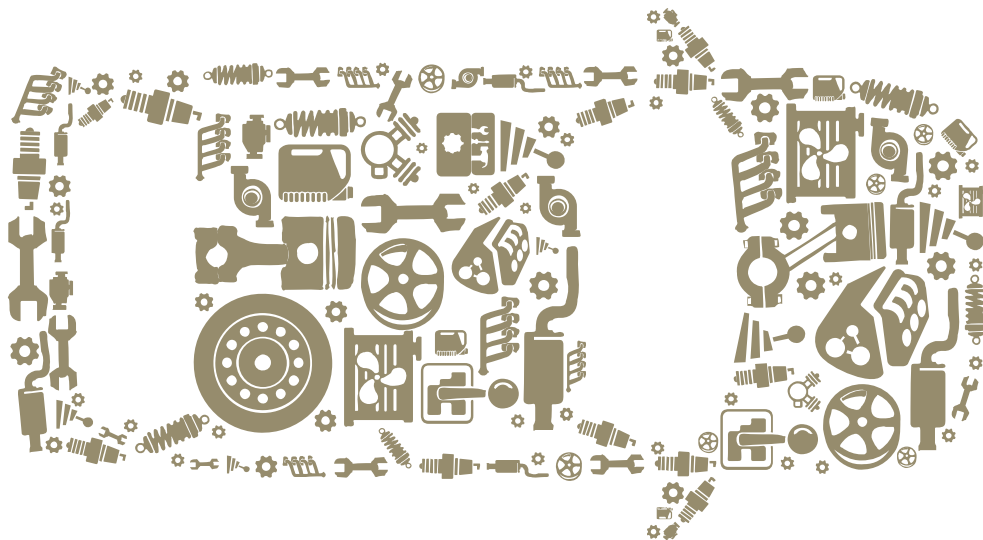
亚太地区联网出行发展的驱动因素

新兴市场中不断增长的富裕阶层推动对车载互联的需求

不断壮大且富裕程度不断提升的中产阶级以及精通数字化技术的年轻一代希望通过优化行车途中的互联和服务获得来提升其驾驶体验，此类需求推动了互联技术在亚太发展中市场的应用。中国高档车购买者的平均年龄为全球最小，乐于接受数字化技术的他们平均年龄约为37岁，而美国则为54岁。一项全球调查显示，65%的中国消费者愿意采用联网汽车解决方案，远高于欧洲的40%和北美的32%。另一项调查显示，考虑到联网汽车在道路安全监控、车辆状况监控和车载娱乐等解决方案上的优势，超过50%的中国受访者愿意追加20%的费用来购买联网汽车。面对如此高的接受度，汽车制造商必须不断推出新的数字化解决方案，以避免失去市场份额。⁵

城市出行问题促使新兴市场拥抱数字化

面临日趋严峻的市区交通拥堵及道路安全问题，亚太地区各国政府积极推行替代交通方案，加大数字化技术在车辆和交通基础设施中的应用力度。据估计，亚太地区每年发生的致死交通事故多达70余万起。近期的研究进一步表明，如果亚太主要发展中市场在未来二十年内将致死致伤人数减少一半，则人均GDP有望大幅增长（泰国22%、中国15%、印度14%、菲律宾7%）。有鉴于此，中国政府宣布了将道路交通事故减少30%的目标，具体表现为：在2020年实现部分自动驾驶汽车销量占汽车总销量的50%，到2025年实现高度自动驾驶汽车销量占汽车总销量的15%。⁶



联网汽车解决方案的应用

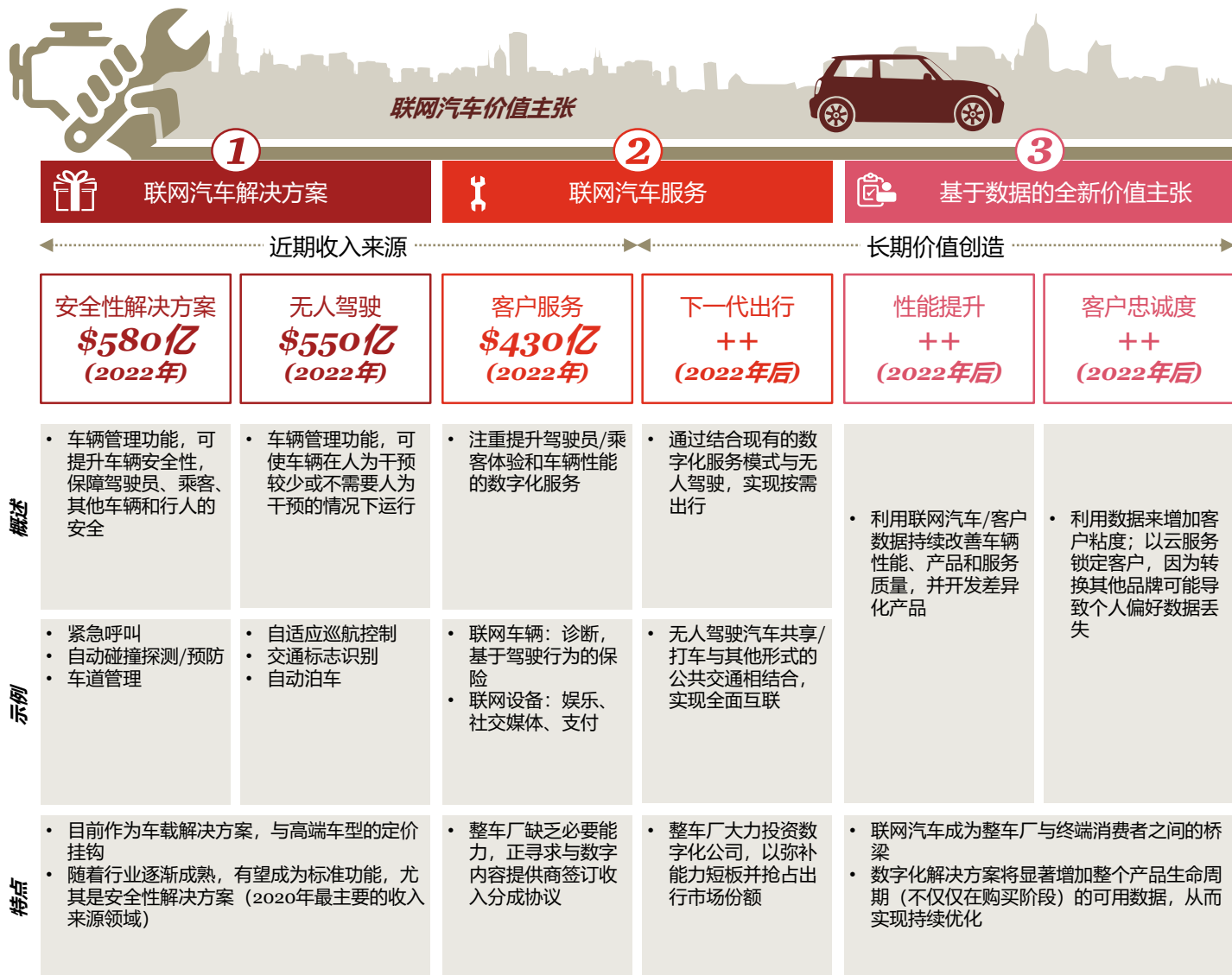
得益于技术发展（5G网络、先进传感器）与消费需求增长，联网汽车解决方案的全球市场规模有望从2017年的530亿美元增长至2022年的1560美元，实现近两倍的增长。尽管目前联网汽车主要为高端车型，但随着技术进步与业务模式的成熟，配备了联网技术的非高端车型销售收入将与高端车型看齐。⁷ 尽管联网汽车解决方案所能带来的收入是众多市场参与者在短期内关注的重点，但从长远来看，将会涌现出下一代出行服务、基于数据的全新价值主张等各类机遇，这意味着联网汽车解决方案在2022年之后的创收能力将进一步加强（如图1.1所示）。⁸

从关键地区角度出发，西方发达地区具有明显的领先优势，美国与西欧共同占据全球联网汽车解决方案市场份额的71% — 尽管该数字预计在2022年时将降至66%。亚太地区的日本和中国在2017年占到18%的全球市场份额，且有望在2022年时将占比扩大到24%。未来几年，在乘用车销量增长（全球销量最大的汽车市场）、政府加大对研发的支持、数字技术企业生态圈欣欣向荣等因素的驱动下，中国有望成为增长最快的联网汽车市场之一。⁹ 尽管日本和中国的部分企业表示将在近期内实现无人驾驶汽车的升级（3级及以上），但由于中国和印度等新兴亚太市场中的基础设施短板以及复杂的驾驶环境，无人驾驶车辆的大面积推广仍受到限制。因此在短期内，这些市场中的联网汽车技术应用将主要体现为向驾驶员提供特定的智能辅助解决方案或服务。¹⁰



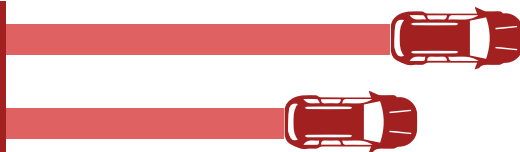
联网汽车解决方案的应用

图 1.1: 全球联网汽车的发展演变

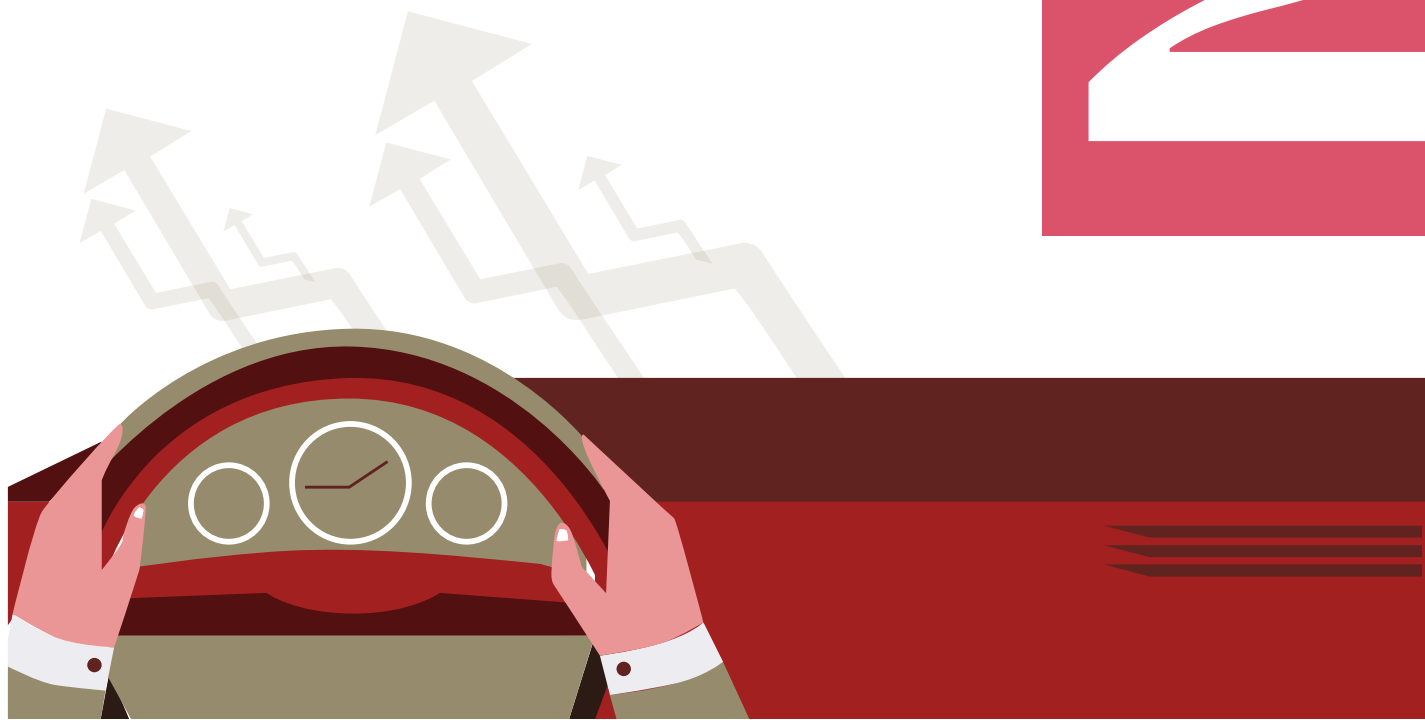


信息来源: 普华永道思略特, 2016年《无人驾驶车辆发展过程中的机遇、风险和挑战》, 普华永道分析

下一代数字化解决方案



2



下一代数字化解决方案

物联网、先进传感技术、人工智能、人机界面优化等新兴技术平台推动亚太地区车企积极探索新的数字化解决方案和服务，以实现联网出行。如图2.1所示，这些技术解决方案将影响安全性、效率、体验和韧性等不同的联网乘用车属性，这些属性能大幅提升联网乘用车的性能。这四大关键属性的定义如下：

1. 安全性：能防止交通事故或最大限度地减少事故对驾驶员、乘客和外部人员（骑自行车的人、行人）的影响
2. 效率：能通过优化车辆性能或整体交通流量，减少行程时间和/或成本
3. 体验：能为驾驶员/乘客带来优化的舒适度和便捷性体验，或提供更个性化的车内环境
4. 韧性：能最大限度地减少因车辆性能问题而导致的意外故障，并规避不利影响

图 2.1. 亚太地区技术驱动的出行解决方案和服务

技术平台	技术解决方案	联网出行性能指标			
		1 安全性	2 效率	3 体验	4 韧性
 物联网/ 先进传感技术	传感器融合	✓			✓
	远程车辆诊断		✓		✓
 自动化/ 人工智能	高级驾驶辅助系统	✓		✓	
	下一代网约车		✓	✓	
 人机界面	下一代用户界面	✓		✓	✓
行业能力	建立跨行业合作伙伴关系				
	发展数据管理能力				
	构建正确的组织架构				

信息来源：普华永道分析

以下将详细介绍有望在亚太市场获得强劲发展的新兴数字化解决方案和服务：

传感器融合 11

联网汽车面临的挑战：

- 目前联网汽车使用的信息来自摄像头、雷达、超声波和激光雷达等独立传感器。这些传感器各有优缺点：超声波适用于测量汽车和物体的距离，但只能用于短距离测距；无论天气如何，雷达都能探测到远距离物体，但分辨率较低；尽管激光雷达分辨率较高，但在恶劣的天气条件下无法探测物体。
- 现有的传感系统没有故障保护机制。由于传感器会影响联网汽车观察路况和导航方式，安全保护机制的不足可能会危及通勤者的安全。

智能解决方案：

- 传感器融合技术能够分析来自多个独立传感器的数据（摄像头、超声波、雷达和激光雷达）从而为驾驶员提供更全面的、360°的全方位信息。
- 不同于每个传感器独立发出警报或完成控制功能，传感器融合系统由一个控制中心做出综合决策，因此即使有传感器出现故障，该系统仍能作出判断。
- 目前，传感器融合技术无法大规模推广的主要障碍仍然是缺乏能够大规模应用于民用市场的高性能激光雷达解决方案以及内部数据网络不够成熟。整车厂最近推出了几种解决方案，但这些技术仍处于起步阶段。随着性价比的提高，传感器融合技术在未来几年必将得到更广泛的应用。

成果：

安全性

更准确快速地读取、分析传感器数据，进一步提高乘客安全性，降低车辆碰撞和交通事故风险，尤其是在恶劣天气条件下。

韧性

系统能够通过比较传感器数据来检测传感数据中的异常，降低误报次数从而提高系统可靠性。



远程车辆诊断 12

联网汽车面临的挑战：

- 目前，车辆状况诊断仅在定期检查时进行，由于某些检查时段车辆状况良好无需进行干预，这种方式成为一种低效的车辆保养方案。除了观察仪表盘，驾驶员无法通过其他方式持续监测车辆的健康状况，车况数据的缺失可能会导致不可预见的车辆故障，造成通勤者的不便。

智能解决方案：

- 远程故障诊断解决方案能够通过无线网络持续监测、评估并上报车辆数据，实现从传统“定期保养”到“按需保养”的转变。随着安装了传感器和无线通讯设备的车辆越来越多，车主可以比以往获得更详细与实时的车况数据。然而，大多数目前流行的诊断系统在本质上难以做到主动。
- 下一代解决方案有望收集更多车辆数据，并将其与过去的故障、道路状况和环境因素联系起来，更好地预测零件使用寿命和保养需求，从而优化保养时间、降低保养成本，同时为制造商提供有价值的信息以提高零部件质量。新兴的解决方案将诊断与人工智能相结合，车载人工智能软件可持续检测车况，并在需要时预约保养服务。
- 除了优化车辆检修保养，远程故障诊断还能带来基于数据的全新业务模式，如基于驾驶行为的汽车保险。该技术通过分析驾车模式，为车主提供更有竞争力和针对性的保险报价。通过这种方式，保险公司能鼓励车主调整驾车习惯以获得保费的折扣，从而在长远减少交通事故和索赔数量。事故数据（如天气、时间、日期、事故地点、车速和行车方向、突然停车和加速）也有助于保险公司更好地确定责任，从而更容易将索赔转化为代位求偿，以寻求过错方的赔偿。

成果：

效率：

实现实时可靠的车辆监控。该系统能够对即将发生的故障发出警告，从而提醒车主要求进行车辆保养。这有助于避免不可预见的车辆故障，并优化保养时间和成本。

韧性：

通过及早发现故障和促进产品升级来提高韧性。服务提供商收集的数据能用于预测性分析，从而预先排除并修复故障，同时也能制造商的产品设计提供优化意见。



高级驾驶辅助系统 13

联网汽车面临的挑战：

- 驾驶员注意力分散、疲劳驾驶和危险变道等人为失误仍是当前交通事故的主要原因。在完成变道、前灯调节和停车等重要操作时，驾驶员需高度集中注意力，时刻关注车辆及其周边环境。另一方面，当今大多数辅助技术解决方案（尤其是在中低端车型中）提供的警告信号和信息没有连续性可言。

智能解决方案：

- 高级驾驶辅助系统致力于在为驾驶员提供车辆基本信息的同时，将困难或重复的任务予以自动化。相对简单的驾驶辅助技术已经面世（例如巡航控制、车道偏离警告），随着这些系统的不断升级与整合，车辆将逐渐实现半无人驾驶，并最终完成向全无人驾驶的转变。
- 安全性系统正在逐步改进，从只能探测到与前方车辆即将发生的碰撞，发展到能够更好地识别行人和骑车者，并能更迅速地自动采取应对行动（如刹车、变道）。由于传感器的探测系统受到视线限制，无法探测到障碍物后的行人，因此无线技术（用于车对车、车对行人、车对基础设施通信）的进步有利于发展更安全的全无人驾驶车辆。
- 除提高安全性外，高级驾驶辅助系统也有望提高驾驶的便捷性。智能泊车正在从基于辅助技术的手动泊车向自动泊车转变。这些车辆在乘客下车后将自行停放，并能重新返回下客点。其他解决方案则设法将金融科技与无人驾驶结合起来，能够在加油站或免下车商店实现自动付款。

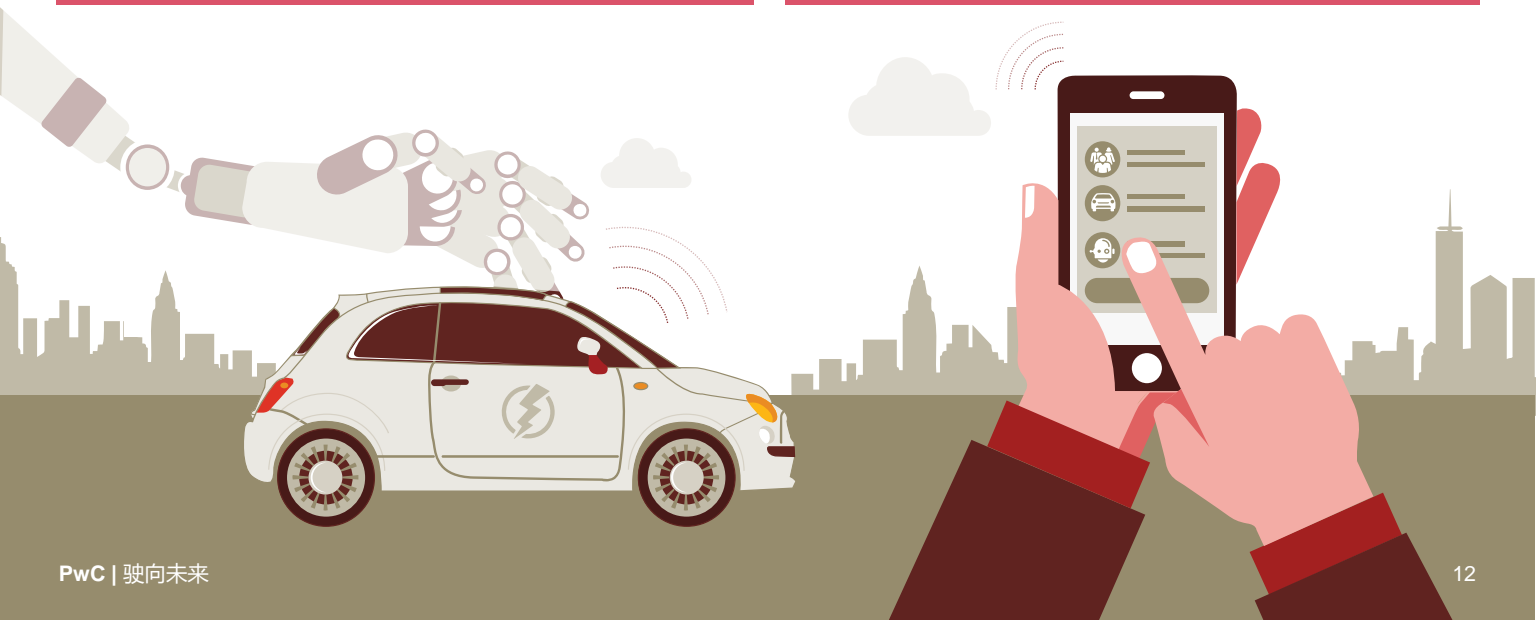
成果：

安全性：

先进安全系统将传感器探测和无线通信技术相结合，可以为驾驶员提供实时全面的交通信息，从而减少交通事故，同时降低系统对驾驶员判断的依赖。

体验：

新型高级驾驶辅助系统（如自动泊车系统）致力于提高驾驶的自动化程度和舒适性，还有一些解决方案则旨在通过将重复性高、不太便捷的任务（如实时支付）予以自动化的方式来改善驾驶体验。



下一代网约车¹⁴

联网汽车面临的挑战：

- 在过去几年，网约车和拼车应用程序逐渐被人们接受，这种新兴的出行概念为消费者提供了驾驶私家车之外的其他出行选择。然而，这些解决方案的定价还未面向大众市场，与许多亚太地区的车辆保有成本相比，此类服务的价格要高很多。此外，由于司机通常会根据他们对接送终点的偏好决定是否接单，此类服务在匹配车辆和乘客方面效率不高。

智能解决方案：

- 下一代网约车是指利用智能化、全无人驾驶的车辆（可能是电动车）通过应用程序按需提供服务，实现乘客和货物的运输。
- 网约车服务与无人驾驶的结合将推动无人驾驶按需出行。新兴的机器人出租车将大幅降低每公里的出行成本，从而更有效地与私家车模式竞争。这种趋势在全球发达国家尤为明显：越来越多的消费者正在告别购车。
- 电动机器人出租车将能自动行驶到充电站进行充电，并且能发挥储能的作用。车辆间的互联互通能够确保机器人出租车及时满足消费者的出行需求。

成果：

效率：

此类服务通过道路和交通状况来优化供需匹配，规划最佳线路，提高车辆使用率和燃油效率，降低每公里出行成本（效率提高、劳动力成本降低），进而推动无人驾驶出租车取代私家车。

体验：

基于动态需求变化，减少乘车时间并及时调配车辆，从而改善用户体验，并提供了丰富的定制化可能 – 联网汽车将自动为乘客选择预先设定好的温度、音乐以及其他类似的偏好设置。



下一代用户界面 15

联网汽车面临的挑战：

- 尽管近年来汽车用户界面有所改善，但目前市面上的大多数汽车在实现简易、安全的互联方面仍较为落后。目前的车载界面并不像智能手机等其他媒体平台那样直观易用。此外，随着手机和车载娱乐设备的广泛普及，驾驶员分心的次数也在逐渐增加。这对通勤者的安全造成了极大的威胁。
- 随着车载应用程序和服务越来越多地运用到个人数据，联网汽车正面临着日益严峻的数据安全风险，但构建高度复杂和耗时的身份验证流程又可能会阻碍智能解决方案的普及。

智能解决方案：

- 下一代用户界面基于新的语言、触觉和视觉技术（如语音控制、自然语言处理、交互显示和增强现实），可实现更先进的车内控制。这些用户界面增强了视频、连接和相机功能，从而变得更加直观和自动化。
- 这些新的用户界面还采用了更先进的身份验证技术（如生物识别技术），从而实现更精准的驾驶员身份识别，以保障车内数据的使用安全。这种验证技术还可以确保只有经过授权的驾驶员才能通过应用程序为消费者提供出行服务，这也是目前服务提供商所关注的重大安全问题。

成果：

安全性：

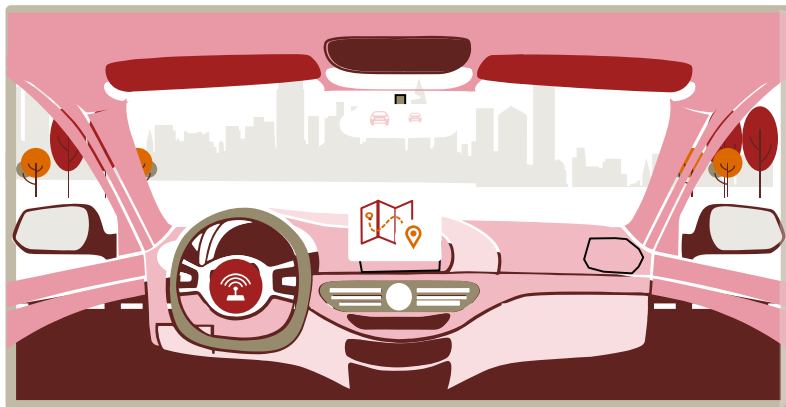
确保驾驶员在体验车内功能并开展操作的时候能免于分心。该用户界面还可以提供必要的警告信号，并在发生交通事故时简化车辆与紧急事故服务中心之间的沟通。

体验：

提供针对个人定制的音乐、温度等设定，为用户带来个性化的驾驶体验。此外，通过交互显示、增强现实以及语音控制等功能还可以进一步改善用户体验。

韧性：

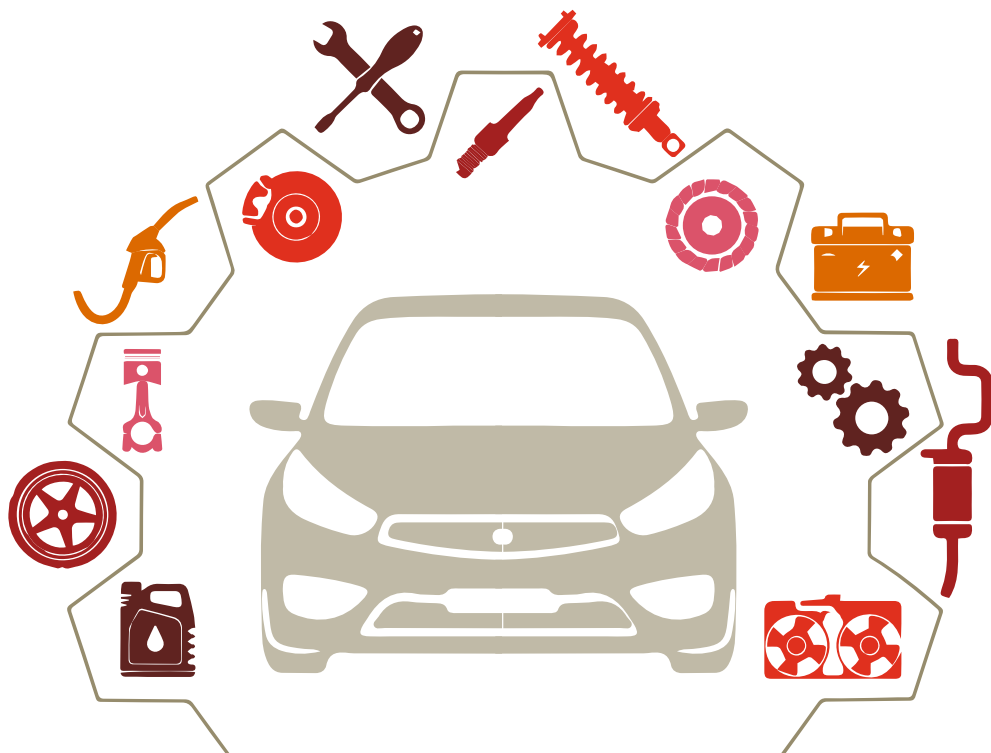
通过提供更有效且简洁易用的身份识别界面，进一步提升数据的安全性。这有助于加强传统车主和出行服务用户对于联网汽车技术的信任，从而推进该技术的广泛应用。



取胜的关键能力



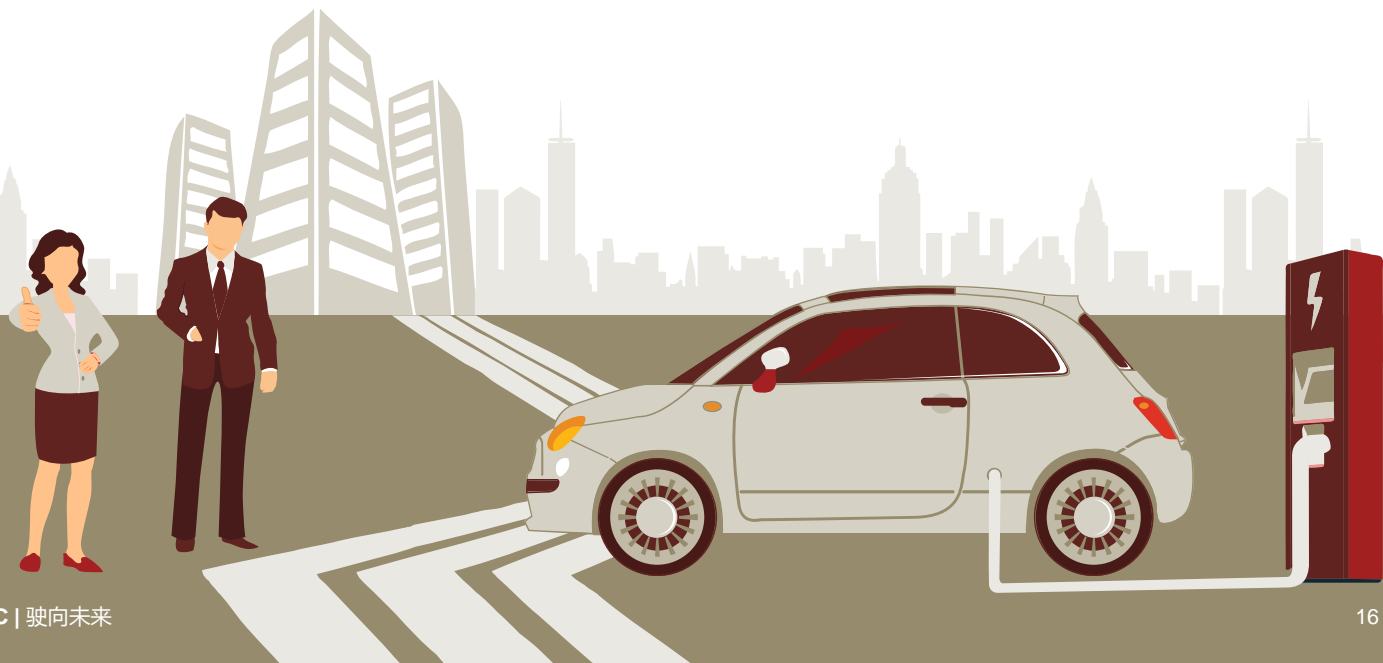
面对消费者日益增长的互联需求，汽车行业的传统企业在数字化业务运营方面显得力不从心，缺乏快速产品开发、高效客户关系管理、强大数据分析等数字化运营能力。仅仅部署新的数字化解决方案是不够的，行业参与者还需建立起相应的配套能力，以便更好地从数字化浪潮中受益。这些能力要求（建立新的合作伙伴关系、发展数据管理能力、构建符合数字化要求的组织架构）对于落实数字化转型战略至关重要。



建立跨行业合作伙伴关系

未来，汽车业务的成功运营离不开传统车企与软件开发商、数字服务提供商、电信网络、技术硬件供应商和其他服务行业的利益相关者（如保险公司、支付网络）之间的紧密合作，以加快产品上市速度，避免客户流失。全球绝大多数（73%）的车企高管认为，跨行业合作是普及联网汽车的最可行措施。¹⁶另一方面，数字化技术企业在汽车行业很难站稳脚跟。传统车企仍将获得客户的高度信任，数字化技术企业在新进入市场之时很难在产品质量和可靠性方面与成熟车企相抗衡。近期在全球领先联网汽车市场开展的一项调研印证了上述趋势。调研结果显示，相比科技公司、造车新势力和汽车共享企业等行业参与者，消费者在无人驾驶车辆开发能力方面更信任成熟车企。亚太地区（尤其是中国）领先的互联网公司通过与车企建立合作，逐步进入联网汽车领域。此类科技公司侧重发展联网汽车操作系统、数据分析、网络安全和其他数字化服务，而整车厂则注重加强汽车设计、测试、销售和售后服务等方面的专业知识，两者相辅相成，共同加速行业发展。¹⁷

建立合作关系也有利于联网汽车等新兴领域构建更广泛的生态系统，研究机构、行业智库等私营部门实体之间的合作将在这一方面发挥重要作用。此类合作能够使利益相关者分摊基础设施建设和市场开拓成本，同时通过共同开发核心技术、制定标准来加快联网汽车的应用与推广。例如，一家全球领先的汽车制造商与互联网公司、技术平台开发商、子系统制造商、空间研究机构、全球非营利组织等多家实体建立了合作伙伴关系，联手推出适用于城市出行的无人驾驶汽车。又如，全球一些领先的车企与科技公司、非政府组织和学术机构共同组建了移动开放区块链联盟（MOBI），该联盟致力于制定通用标准，以通过区块链解决方案实现汽车之间的支付和数据共享等应用。¹⁸

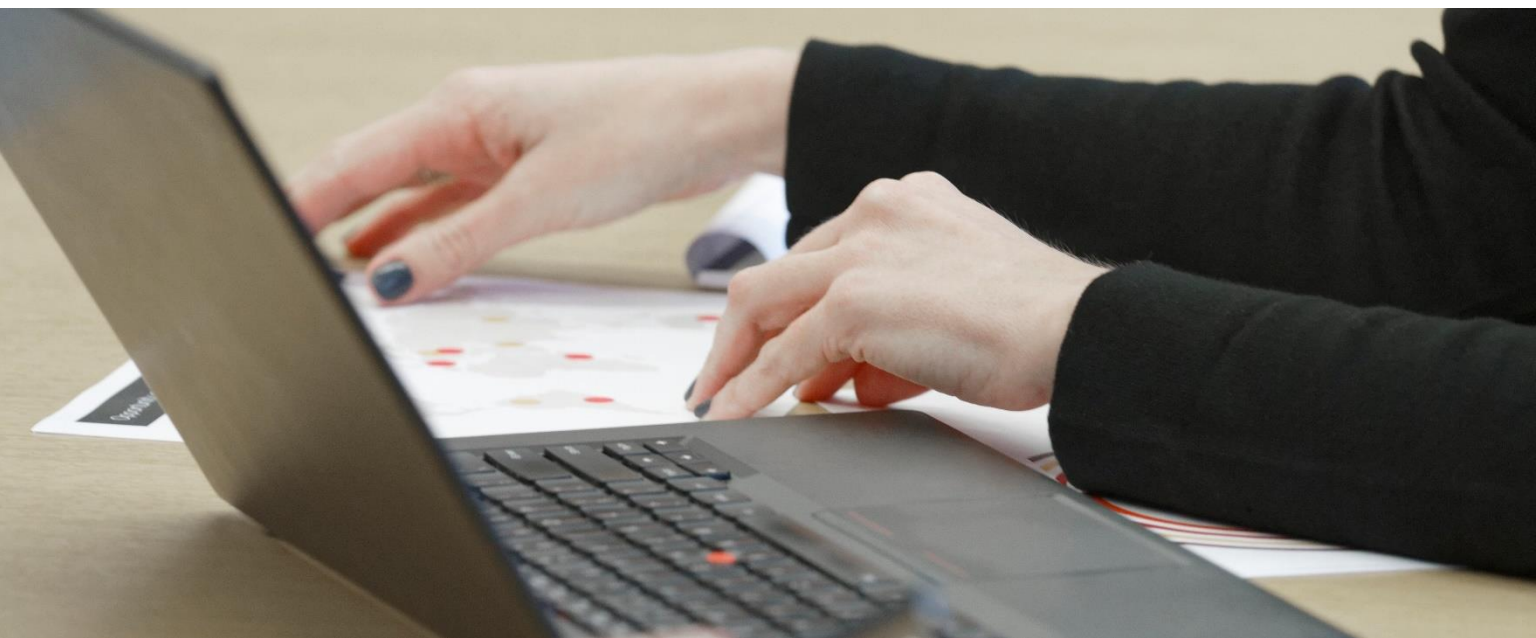


发展数据管理能力

数据有望成为未来联网汽车发展的新动力。目前，汽车品牌与终端用户的接触点有限，但联网汽车的出现将带来显著变化，如今的汽车在未来将转变为移动数据中心。据估算，迄今为止已确定了200多种联网汽车数据使用案例，但商业化的案例仅为15%，表明未来存在巨大的增长潜力。数字化解决方案将使整车厂与终端用户间建立更直接的联系，通过多个接触点，让企业更好地理解驾驶行为、产品使用模式、交通状况和车辆性能，并随着时间的推移，使用动态实时信息预先采取行动，向消费者建议最佳操作（如预测性保养）。这也使得整车厂能够通过更个性化的产品、更具针对性的销售策略和更高效的售后服务不断做出改进。¹⁹

汽车制造商需要携手同一价值链上的外部合作伙伴共同开发和采用更先进的信息交换流程，以促进数据共享，消除对数据保密性的担忧。随着可用数据大量增加，企业需着力加强数据管理标准，围绕数据所有权（由谁对数据负责）、数据共享（何时共享数据，何时拒绝共享）和争议解决（与合作伙伴的相关数据问题）建立标准化操作。

最后，要取得消费者信任，采用非侵犯性的方式收集整理用户数据并建立完善的风险管理框架也至关重要。因此，汽车制造商需要聘请和培养能够认清不断变化的网络犯罪风险的人才，重点关注入侵侦测、安全架构和分析、事故响应和恢复等领域。²⁰



构建正确的组织架构

除了建立行业合作伙伴关系之外，许多高端汽车品牌也在努力培养内部能力，通过收购科技初创企业来掌控对成功至关重要的系统。但汽车行业的传统运营模式并不完全符合数字业务的要求，因此母公司要重新调整组织结构，实现更敏捷灵活的业务模式。²¹ 在短期内，汽车制造商将建立“二元”组织结构，将传统业务与子公司的数字业务分开，并在行业成熟融合的长期过程中将两者整合。在母品牌下运营时，这些新成立的联网汽车业务部门需要建立独立自主的决策结构以促进创新，它们还需要构建相匹配的基础架构（如利用先进的分析平台和统一通信解决方案），有效地过渡到新的数字环境。要实现预期影响，还需制定详细的能力发展计划，完善人才招聘和挽留战略，同时组建由工程师（包括汽车和软件）、数据专家和营销人员组成的跨职能团队。²²

鉴于联网汽车产业的成长与政府的管控息息相关（例如交通基础设施状况和出行服务相关的法规），私营领域需要与相关的政府机构合作发展联网汽车产业。亚太各国政府需要委托开展针对性研究，了解技术应用的社会经济影响，规划联网出行的愿景，并为私营领域（大企业和初创企业）创造有利条件，促使其朝着目标前进。相关政府机构必须带头推广无人驾驶汽车等替代出行解决方案，并与同一生态圈的其他参与者开展密切合作，推动新技术测试，制定行业标准，进行消费者教育，消除对安全和数据隐私的担忧。车企需要学习如何与政府更有效合作的相关技能。由于企业要与政府合作制定重大政策和标准，联网汽车企业的领导人也必须与当地智慧城市项目负责人和其他政府机构（如城市规划和交通部门）接洽，共同因地制宜地构建服务模式，设计和推行相关试点项目。²³

案例：

在新加坡，私营企业和行业机构正与政府合作，提高无人驾驶汽车的使用率，重点关注个人和商业出行解决方案。

作为一个跨行业的组织，新加坡无人驾驶公路交通委员会负责制定并监督阶段性的技术部署蓝图，听取来自多个私营企业、政府部门和学术机构的声音。科技初创企业和研究机构也与政府部门结成联盟，开发和测试新的解决方案。例如，南洋理工大学与新加坡陆路交通管理局合作建立了无人驾驶汽车测试与研究卓越中心，推动起草行业法规，发展无人驾驶汽车的测试和认证能力。该中心与一家全球汽车制造商、一家领先的汽车零部件制造商和多家行业机构合作，了解全球行业实践并推动试验。²⁴



结论

目前，亚太地区的联网汽车市场正处于高速发展阶段。新兴市场对车载互联需求的不断增长、发达市场向按需出行的转变、亚太地区对改善交通安全和拥堵的需求等多种因素将推动车企与数字化企业和政府开展合作，开发更完善的联网出行解决方案。人们普遍认为联网汽车将成为下一个大众消费的热点，亚太地区的主要市场（日本和中国）预计在数字化解决方案上实现强劲增长。因此，亚太地区的企业将努力改善消费者体验和车辆性能，推出新的数字化产品以获取高额利润。

这些新的数字化解决方案将在四个主要方面影响出行，包括安全性、效率、体验和韧性——增强碰撞情况下的安全性、优化出行时间和成本、提供更舒适和个性化的体验，并最大限度地减少突发故障。然而，要成功地转型为数字化业务，车企需要关注几个关键层面：需要建立新的跨行业合作关系和数据管理实践，调整过去的组织结构，打造一个在未来激烈的竞争环境中能够灵活应对的组织。





1. PwC, Five Trends Transforming the Automotive Industry, March 2018; Autonomous Cars, European Commission, January 2017; Definition for Levels of Automation, OICA, 2014
2. PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; Business Insider, 'Best tech features in new cars', April 2017
3. Financial Times, 'Japan's love affair with the automobile stalls', October 2017; The Straits Times, 'Private car numbers fall to eight-year low', January 2017; PwC Strategy&, The 2017 Strategy& Digital Auto Report, September 2017; PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; PwC, Five trends transforming the Automotive Industry, March 2018
4. The Straits Times, 'Elderly drivers are wreaking havoc on Japan's roads, according to government statistics', July 2017; Carmudi Insider, 'Japan's Elderly Population Fuelling Push for Driverless Cars, Buses', September 2017; Wall Street Journal, 'As Cars Gain Autonomy, Traffic Deaths Hit 69-Year Low in Japan', January 2018
5. Kantar China Insights, 'Big market potential for connected cars in China', January 2018; China Daily, 'Connectivity a critical factor in car purchase', January 2018; The Straits Times, 'Demand for 'connected cars' in world's youngest car market of China sees automakers, Internet giants link up', April 2016; PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016
6. World Bank, The High Toll of Traffic Injuries: Unacceptable and Preventable, January 2018; Atkins Global, Connected & Autonomous Vehicles, July 2016; Caixin, 'China's Drive for the Driverless Car', October 2017
7. Ibid
8. PwC Strategy&, The 2017 Strategy& Digital Auto Report, September 2017; PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016
9. PwC, China automotive market: Witnessing the transformation, August 2017; PwC Autofacts Seminar, China Markets Update, December 2016; PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; Statista Database, Connected Car Outlook, March 2017; Technavio, Global Connected Car M2M Market, April 2017
10. PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; Atkins Global, Connected & Autonomous Vehicles, July 2016; Caixin, 'China's Drive for the Driverless Car', October 2017
11. PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; TU Automotive, 'Sensor fusion points the driverless way', August 2017; Automotive IQ, 'Intelligent sensor fusion for smart cars', August 2017; Altium, 'Unmanned Autonomous Vehicles: Pros and Cons of Multiple Sensor Fusion', May 2017
12. PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; Technavio, 'Benefits of remote diagnostics for the automotive industry', May 2016; Bosch Mobility solutions website, 'Predictive diagnostics – Reliably prevents breakdown with Smart Data', 2018; Embitel, 'What are the Trends and Challenges of Telematics Remote Vehicle Diagnostics', 2018; Navigant Research, 'The Rise of Connected Vehicles Is Changing the Approach to Vehicle Maintenance', June 2018; Forbes, 'The Future of Car Insurance: Digital, Predictive And Usage-Based', February 2017
13. PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; Intel, 'Advanced Driver Assistant System', 2015; University of Iowa, Asia Insurance Review, 'Malaysia: 4 in 5 road accidents caused by human error', February 2016; American Banker, 'Four ways the connected car will change banking', January 2017; School of Automobile and Traffic Engineering, Car-to-Pedestrian Communication Safety System : A Systematic Review, October 2017
14. PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; Re-Imagining Corporate Innovation with a Silicon Valley Perspective, 'Next-Generation Mobility Leads To 5 Categories of Auto OEMs', January 2018; ARK Invest, 'Mobility-As-A-Service: Why Self-Driving Cars Could Change Everything', October 2017
15. PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; Punchcut, 'The connected care – smarter, safer interfaces', August 2016; Telematics Wire, 'Honda unveils next generation connected car technology', December 2013; Intel website, 'Redefining the in-vehicle experience', 2018; Gemalto, 'Five principles to follow to build the secure connected car', March 2017
16. IBM, Automotive 2025: Industry without borders, 2015; PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016
17. Financial Times, 'China's tech titans set sights on car innovation', October 2017; INRIX Research, Connected & Autonomous Vehicle Consumer Survey, May 2017; Quartz Media, 'CES 2018: China's internet giants are making bets on the future of driving', January 2018; Water Street Insights, 'How Tech Companies and Automakers are Collaborating to Innovate the Future', May 2016
18. PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; Forbes, 'Nissan CEO Carlos Ghosn's Vision On The Future Of The Auto Industry', January 2017; Computer World, Nissan plans to put driverless cars on streets by 2020, January 2017; Coindesk, 'BMW, Ford, GM: World's Largest Automakers Form Blockchain Coalition', March 2018
19. Intel, For Self-Driving Cars, There's Big Meaning Behind One Big Number: 4 Terabytes, April 2017; SAS White paper, The Connected Vehicle: Big Data, Big Opportunities, 2015; Forbes, 'Are Car Companies Going To Profit From Your Driving Data', November 2017
20. Centre for Strategic and International Studies, Hacking the Skills Shortage, 2017; PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016
21. PwC Strategy&, Connected car report: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles, September 2016; Kienbaum, Connected Car Study, 2016
22. Strategy & Business, 'The Right Track for Connected Cars', May 2015; PwC Industrial Insights, 'Help wanted: The future of automotive talent is shifting gears', November 2017; Kienbaum, Connected Car Study, 2016
23. Australian Institute of Traffic Planning and Management, How Local Governments Can Plan for Driverless Vehicles, 2016; Policy and Planning Support Committee, The Future of Automated Vehicles in Canada, January 2018; Science and Technology Select Committee, Connected and Autonomous Vehicles: The future, March 2017; IDC, Collaboration Between Automotive OEMs and City Leaders for Implementing Connected Cars and Smart City Solutions, August 2016
24. Smart Nation Singapore, Self-Driving Vehicles (SDVs): Future of Mobility in Singapore, March 2018; Land Transport Authority, Self-Driving Vehicle Initiatives in Singapore, April 2017

About PwC

At PwC, our purpose is to build trust in society and solve important problems. We're a network of firms in 158 countries with more than 236,000 people who are committed to delivering quality in assurance, advisory and tax services. For more information, please visit www.pwc.com.

PwC refers to the PwC network and/or one or more of its member firms, each of which is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details.

Contacts

Mohammad Chowdhury

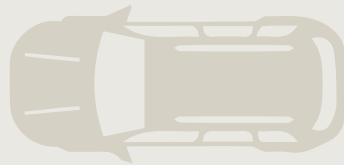
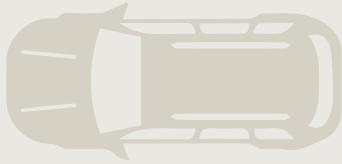
Phone: +61 405 620733

Email: mohammad.t.chowdhury@pwc.com

David Wijeratne

Phone: +65 6236 5278

Email: david.wijeratne@sg.pwc.com



This document has been prepared in accordance with the engagement letter between PwC and Orange Business Services dated 02 November, 2017 and the Addendum dated 16 January, 2018 (the "Contract"). PwC's services were performed and this document was developed in accordance with the Contract. No copies of this document will be made available to third parties except as has been agreed in the Contract. Other than as has been agreed in the Contract, PwC will not assume any duty of care for any consequences of acting or refraining to act, in reliance on the information contained in this publication or for any decision based on it. PwC accepts no responsibility or liability for any partial reproduction or extraction of this content.

This document is a translation of the English version dated October 2018, and for the avoidance of doubt, if there is a conflict between the English version and the Mandarin version, the English version will prevail.

© 2018, PwC. All rights reserved. In this document, "PwC" refers to PricewaterhouseCoopers Consulting (Singapore) Pte Ltd., which is a member firm of PricewaterhouseCoopers International Limited, each member firm of which is a separate legal entity.

In this document, "Orange Business Services" refers to Orange Business Services Singapore Pte Ltd.