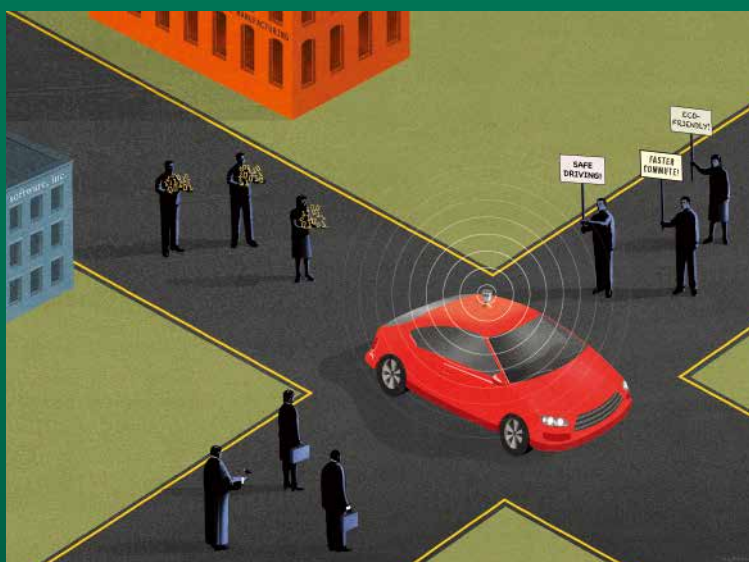


变革与监管

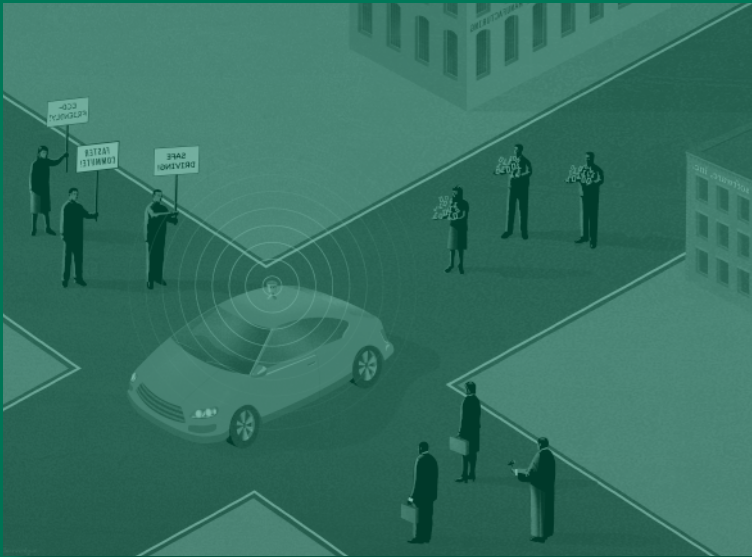
自动驾驶汽车的成败关键



BCG

THE BOSTON CONSULTING GROUP

波士顿咨询公司（BCG）是一家全球性管理咨询公司，是世界领先的商业战略咨询机构，客户遍及所有地区的私人机构、公共机构和非营利机构。BCG与客户密切合作，帮助他们辨别最具价值的发展机会，应对至关重要的挑战并协助他们进行企业转型。在为客户度身订制的解决方案中，BCG融入对公司和市场态势的深刻洞察，并与客户组织的各个层面紧密协作，从而确保我们的客户能够获得可持续的竞争优势，成长为更具能力的组织并保证成果持续有效。波士顿咨询公司成立于1963年，目前在全球46个国家设有82家办公室。欢迎访问我们的网站：www.bcg.com了解更多资讯。



世界经济论坛是一家国际性机构，致力于通过促进公共部门和私营部门的合作以改善世界状况。世界经济论坛以非营利基金会的形式成立于1971年，总部设在瑞士日内瓦。作为一家独立机构，世界经济论坛召集政界、商界、学术界以及社会其它各界领袖开展合作以制定全球、地区和行业议程。世界经济论坛始终秉持全球公民的精神，致力于定义挑战、解决方案和行动。论坛通过一系列高级别会议（如在瑞士达沃斯举行的世界经济论坛年会等）、研究网络、工作组和数字化合作，打造一个整合的概念，建立起可持续发展的社区并为社区提供服务。

变革与监管

自动驾驶汽车的成败关键

NIKOLAUS LANG

ANTONELLA MEI-POCHTLER

MICHAEL RÜSSMANN

JAN-HINNERK MOHR

与世界经济论坛联合呈现

目录

- 3 概述
- 5 扫清障碍
- 7 技术：踏上新征程的必要装备
自动驾驶汽车：网络犯罪的潜在目标
走上正途：精确、实时的地图是关键
V2x：机器之间的眼神交流
- 12 社会接受度：不成功则成仁
无害原则为先：社会大众喜忧参半
政策制定者的矛盾：社会利益与风险承担
受影响方：潜在反对者
- 16 监管法规：因地制宜
交通监管：全球协力
车型认证：欧洲标准得以更新
责任转移：美国需审慎管理
- 23 未来发展之路
- 24 推荐阅读
- 25 致读者

概述

自动驾驶汽车预示着巨大的社会效益。我们在上一份报告《回归未来：通向自动驾驶之路》中已经指出，以美国为例，如果自动驾驶汽车得到普及，每年即可避免超过3万人因交通事故死亡，节约多达40%的出行时间成本，省下因上下班拥堵而浪费的800亿小时，并减少40%的燃油消耗。根据多方研究，仅美国一地，这些社会效益的价值就高达1.3万亿美元。消费者迫切希望拥有自动驾驶汽车。此外，自动驾驶汽车的生产及合理的市场定价也即将实现，从而为行业带来可观的利润。

我们的上一份报告重点关注了整车厂以及消费者的情况。借助对1510名美国消费者的调查，报告深入分析了自动驾驶汽车市场的经济状况、整车厂和供应商面临的技术挑战、消费者的接受程度、成本的节省以及自动驾驶汽车可带来的其他好处。

本报告基于我们与世界经济论坛的独家合作，聚焦于自动驾驶汽车在技术、社会、法律及监管领域带来的影响，并着力研究自动驾驶汽车推广所面临的主要障碍及其解决方法。我们与世界经济论坛合作开展了为期一年的项目，以探索如何将自动驾驶汽车应用于现实生活。在合作中，我们成立了一个专家小组，成员包括汽车企业、科技企业、保险公司及公共机构的资深高管。各方精诚合作，开展了专门的研讨会，研究了通过多边合作确保实现自动驾驶汽车社会效益最大化的必要性，以及达成这些合作的形式。

为了加速自动驾驶汽车的普及，从业者必须齐心协力克服技术难关。

- 网络安全是几大技术难关之一。通过信息共享及分析中心，我们可以有效缓解诸如总线模块（该系统用于连接车辆上各控制单元）受攻击等网络威胁。
- 另一大关键技术是高精度数字地图，这是自动驾驶汽车不可或缺的构件。而通过数据的众包合作与共享，可实现地图的及时更新。

- 尽管V2x技术（即车对车及车对基站的通信技术）并不是自动驾驶汽车普及的先决条件，但它能够取代驾驶员的眼睛，并可能实现对相关路段自动驾驶汽车的大规模管理。

社会接受度对自动驾驶汽车的普及至关重要。利益相关方必须考虑到下述三类社会群体的利益及担忧，才能提高社会对自动驾驶汽车的接受程度。

- 消费者对自动驾驶汽车可能带来的效益感到欢欣鼓舞，但仍对其安全性、可靠性及网络安全心怀顾虑。
- 政策制定者对其理论上的社会效益喜闻乐见，但对普及的事项安排各持己见，并仍对该技术应用于现实生活中所产生的实际效益疑虑重重。
- 另一相关群体则可能是自动驾驶汽车的反对者，例如出租车司机。这些潜在阻力需要妥善应对。

各地区法律法规不尽相同：美国允许自动驾驶汽车上路行驶，然而要求驾驶员对事故责任承担高额赔偿；欧洲现阶段暂时禁止自动驾驶汽车上路，但是司机所承担的责任也相对较轻。

- 《维也纳道路交通公约》是一份针对交通监管的国际条约。在该公约的影响下，许多国家禁止自动驾驶汽车在公路上行驶。然而，公约内容正在逐渐改变。
- 国际通用的车型认证管理方案需要更新，使自动驾驶汽车可以被纳入认证范围。
- 交通责任可能由消费者逐步转移到制造商身上，厂家需对此进行谨慎细致的管理，以免延误自动驾驶汽车的推广。

试点项目，例如在某些城市地区开展自动驾驶汽车试用，是行业的下一步计划。这将有助于更加深入地调研自动驾驶汽车的实际运行效果，以及其对社会出行方式的深远影响。

- 通过试点项目，我们能获得更深入的洞察，从而改进技术和设计，甚至设计出移动交通新方案。
- 试点项目已在荷兰、新加坡、瑞典哥德堡以及英国等众多国家和地区展开。

自动驾驶汽车的时代即将到来。

自动驾驶汽车堪称汽车行业自引入装配线以来最伟大的发展拐点。汽车企业（即整车厂）、供应商、监管机构、法律机构、评级机构、道路经营商以及公众应如何应对这一拐点？

自动驾驶汽车堪称汽车行业自引入装配线以来最伟大的发展拐点。

而自动驾驶汽车的发展、部署及大规模普及所面临的重大技术、社会、法律及监管障碍又是什么呢？

波士顿咨询公司（BCG）与世界经济论坛携手合作，共同探索如何解决自动驾驶汽车大规模市场化在社会、监管及行业领域中的最大障碍。我们的研究结果证实了一个固有的准则：各利益相关方之间的紧密合作是自动驾驶汽车快速成功发展的关键因素。

不同自动驾驶汽车的自动化程度及其所需的人工参与程度截然不同。国际自动机工程师学会（领先的全球性汽车工程师协会）、美国国家公路交通安全管理局以及德国联邦高速公路调查机构（Bundesanstalt für Straßenwesen）

为车辆自动化程度划分出了不同等级。

本报告采用国际自动机工程师学会的划分方法，将车辆自动化程度分为六等，最低等为0级的无自动化车辆，最高为5级的全自动化车辆，即在任何交通状况下都无需人工干预的全自动化车辆。（参阅图1）

整车厂及那些主要来自技术领域的市场新入者各显神通，竭力使自动驾驶成为现实。（参阅图2）

- 现有的行业参与者，即整车厂，倾向于温和渐进的策略。他们认为只有当技术足够成熟、社会阻碍彻底清除时，全自动驾驶汽车才可能实现。在此期间，整车厂将遵从既定的方式进行市场化，首先在高端车型上配备自动驾驶模块。
- 科技企业及其他的行业新参与者则选择了一条截然不同的道路。与科技行业快速原型开发的文化相同，大多数参与者都希望尽快测试他们的技术，并运用测试结果迅速改进技术。比起直接将产品投放大众市场，他们更倾向于选择经营团队进行合作，比如市政府、出租车行业、或者那些需要提供班车服务的企业和教育机构。

尽管如此，这些老牌企业和新进入者共同面临了一系列问题，我们将在下一章节中对此进行分析。

图1 | 车辆自动化等级

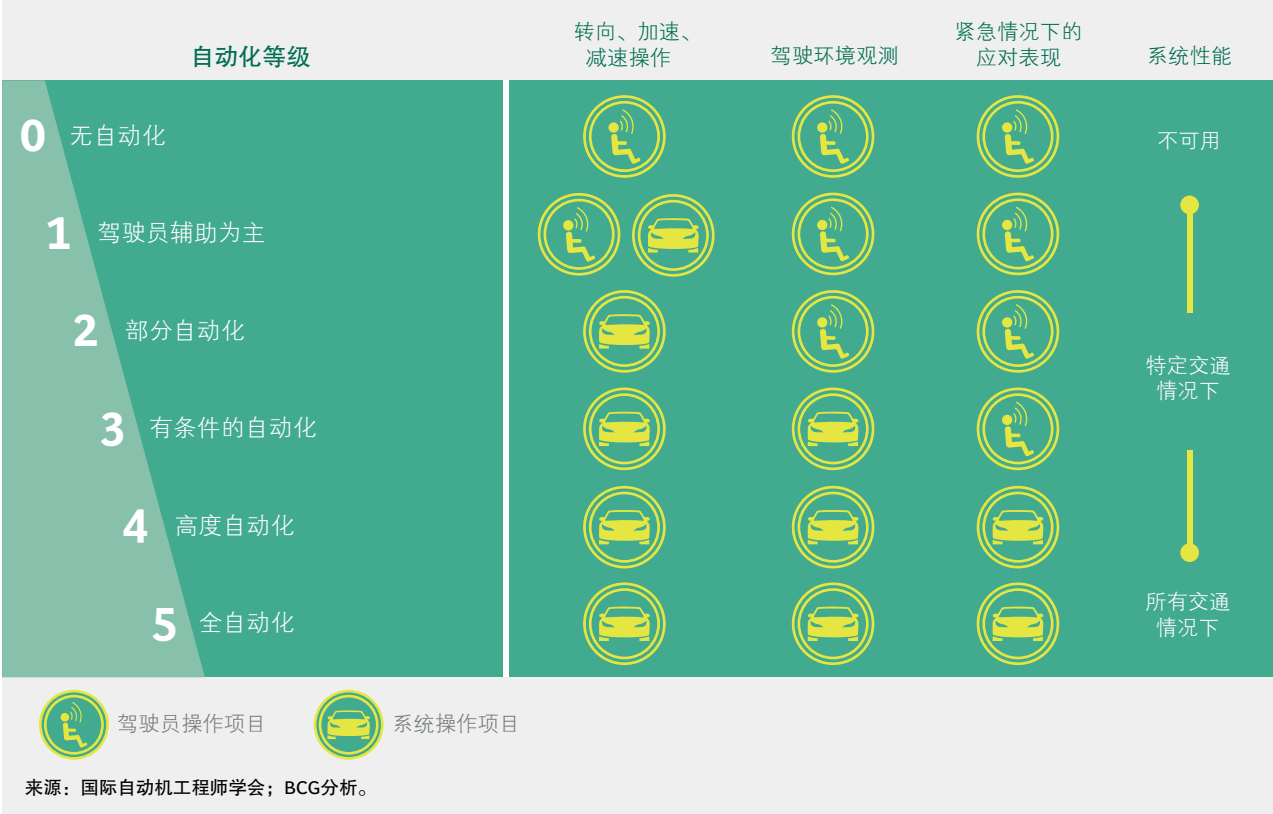
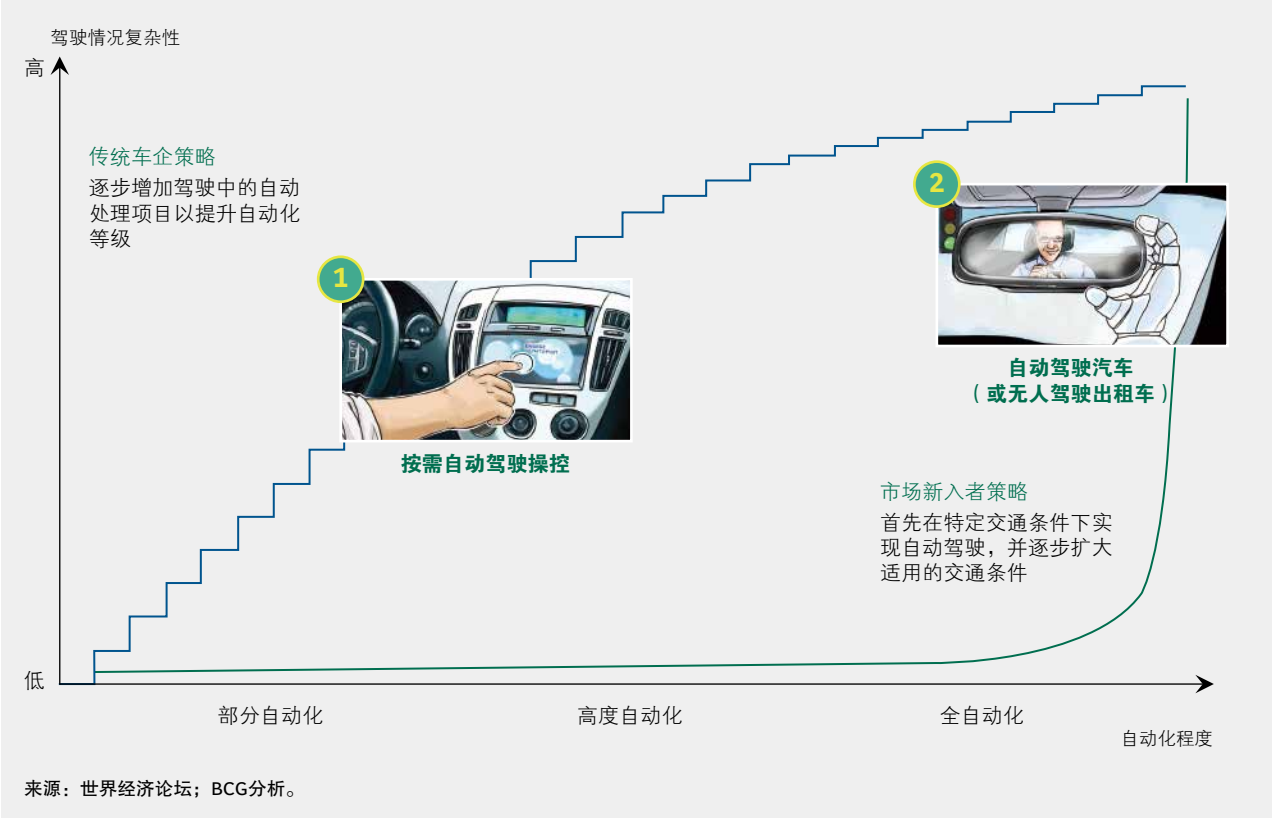


图2 | 自动驾驶汽车发展的两种不同策略



技术

踏上新征程的必要装备

自动驾驶汽车采用的许多技术都拥有专利，比如控制自动操作的软件算法等。这些专利技术在很大程度上将会是整车厂和供应商寻求差异化的关键所在。

但其他的许多技术难题，如网络安全、高精度地图、车对车/车对基站间通信技术，都需要所有自动驾驶汽车的利益相关者携手共同解决。

自动驾驶汽车：网络犯罪的潜在目标

网络安全对于汽车行业或商业领域而言都不是什么新的威胁了。但是由于自动驾驶汽车是高度复杂和互联的设备，想使其免受网络攻击就显得困难重重。这些攻击往往来自于两个方面：

- **间接攻击**：黑客可以通过蜂窝网络、交通及基础设施信号、GPS信息及其他源头操控数据流，并利用自动驾驶汽车的互相连通向其植入错误信息。安全研究人员已经证实了这种攻击方式的可能性。然而相较间接攻击，直接攻击带来的危害要更加严峻。
- **直接攻击**：黑客可以入侵自动驾驶汽车的系统，以扰乱其运作来引起车祸，或利用自动驾驶汽车来进行绑架或谋杀。这样的事故将会瞬间摧毁公众对自动驾驶汽车的信心，使长年累月且耗资巨大的研发投入付诸东流。

直接攻击在理论上和现实中都存在可能。两名“白帽黑客”（利用自身出色的技术发现软硬件漏洞，从而进行修复使其更为安全的电脑专家）证实了这一点。他们利用蜂窝基站模仿了欧洲一家大型整车厂未加密的数据流后，控制其车辆打开了驾驶员一侧的车门。

这并不是纯粹的偶发事件。安全研究人员已经发现了数十种不同的途径入侵各种车企车型的软硬件。在一个公开的测试中，两名美国研究员将一台手提电脑直接与一辆传统车辆的总线系统相连接（该系统用于连接车辆上各控制单元）。这个简单的行为使这两位研究员获得了对这辆汽车系统的几乎全部控制权。他们能够通过远程控制，使该汽车的刹车失灵。另一次，一些中国学生在参加2014年北京网络安全会议时进行了一项黑客挑战活动，他们成功获取了一辆崭新汽车的远程控制权，将其解锁、鸣响喇叭、开启车灯并打开了其车顶。而当时，这辆汽车仍在行进中。

这些事件表明汽车行业面临着广泛且严峻的网络安全挑战。正如一名研究人员所说：“真正的问题并不在于某一辆车的不堪一击，而是人们长期以来依赖于封闭系统，对其安全性过于信任的错误意识。”基于这种意识，工程师们采用了一种车内网络，即总线系统，但该系统并未从本质上考虑到外界入侵的可能性。总线系统连接着车内所有的电子控制单元，因此黑客只要攻陷一个系统，哪怕是一个较小的系统，就能够获得车辆所有功能的控制权。

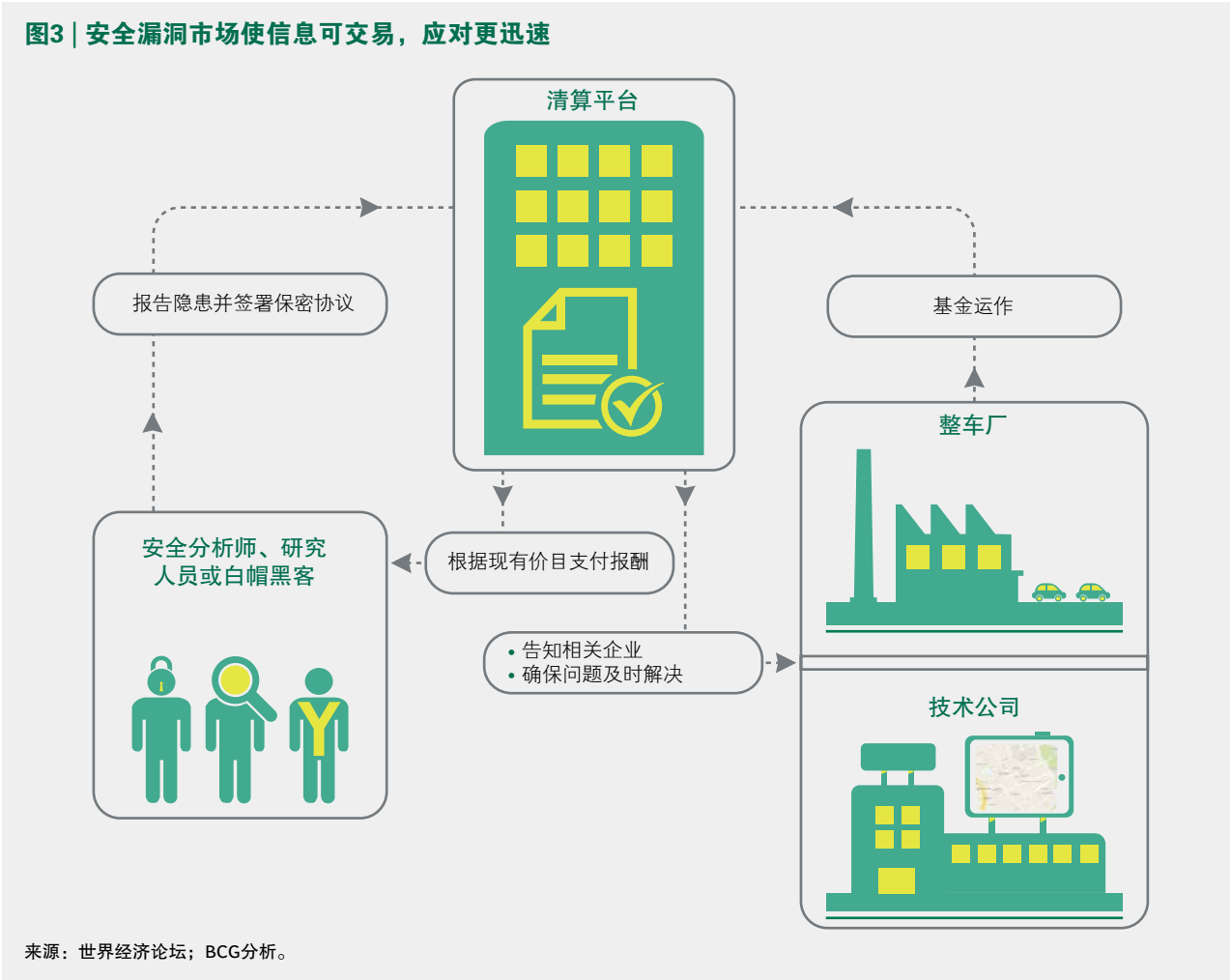
然而，汽车安全的局限性并不仅仅是人们的意识问题。车载设备，比如传感器、控制器及总线系统都不可避免地需要兼顾稳健、性价比高和小巧等特点，从而在一定程度上限制了车辆性能的优化。如何在控制成本的前提下添加附加功能，比如即时加密技术，成为了巨大的挑战。

既然认识到要清除网络威胁不现实，那么各方就应着眼于如何应对这些威胁。整车厂在其行业内外需要团结起来，与监管机构共同努力，找出各种威胁的存在形式，寻求可行的防御策略，并且通过合作开展反击。

既然认识到要清除网络威胁不现实，那么各方就应着眼于如何应对这些威胁。

监管机构已开始关注这一领域。除了出台严格的数据保护法律之外，欧盟委员会已采取措施，设计开发了一套模块系统，用以保护车载网络连接安全。在美国，国家公路交通安全局开展了一项全面的安全研究，以了解现状并探寻可行的监控框架。美国国防高级研究计划署开展了“网络大挑战”项目，以逆向开发的方法发现更深层的漏洞。国际自动机工程师学会已采取措施防止网络安全破坏行为以及尽量减轻事故的后果。最近，业内企业也加入了这场攻坚战，致力于在美国建立信息共享与分析中心（名为auto-ISAC）来记录并打击网络威胁。

整车厂加强网络安全的方法之一是建立安全信息市场。（参阅图3）这样的市场是一个三方平台结构，卖方由安全分析师、研究人员及黑客构成，中间环节是清算平台，汽车行业从业者则是买方。分析师、研究人员及黑客（统称为报告人）向清算平台报告自动驾驶汽车相关的安全隐患，并承诺不将相关信息泄露给公



众。清算平台则根据隐患的严重性向报告人支付相应的酬劳，并将该隐患告知相关从业者，以修复这些隐患。

这样的市场使得关键的安全隐患信息成为可供交易的货物，因而能够推进安全性的迅速提升。每个产品都存在隐患，并且迟早都会被心怀恶意的破坏者所发现。三方市场提供了一个渠道，让整车厂和供应商得以了解这些隐患，从而让所有相关方都能从中受益。这个市场结构已经在IT行业中成功运作。包括Facebook在内的许多公司都开展了“漏洞悬赏”项目：向发现安全隐患的报告者支付一定数额的报酬。谷歌甚至向重要的开源程序中的漏洞发现者支付高额报酬。

此外，自动驾驶汽车利益相关方也可以借鉴其他行业的成功经验，在隐患发生前将其发现并解决。他们可以学习IT及金融业，从信息共享与分析中心开始做起。

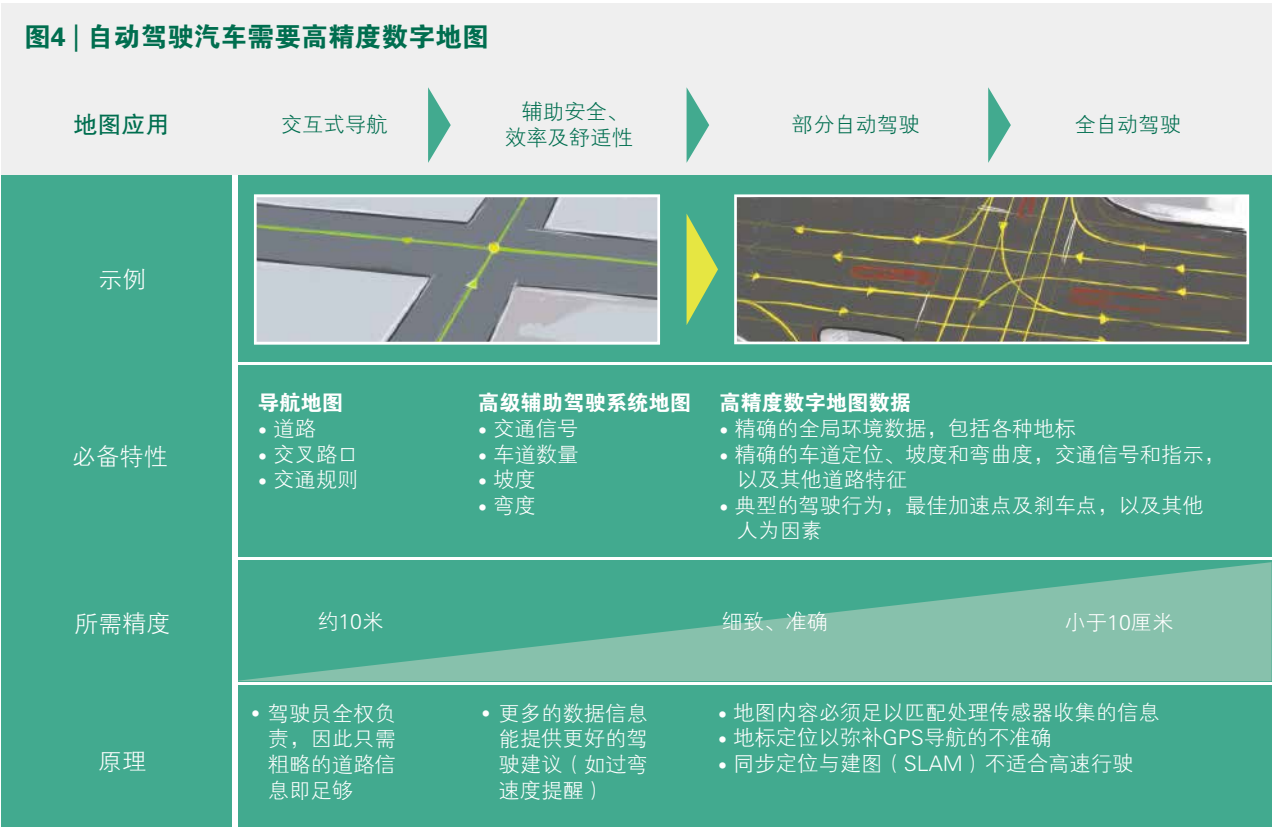
走上正途：精确、实时的地图是关键

传感器及传感融合技术对自动驾驶汽车的

运作至关重要，但这还不够。自动驾驶汽车需配备能够准确显示周围环境的高精度地图，误差不能大于10厘米。（参阅图4）传感器和地图的结合使自动驾驶汽车能够及时修正数据上的误差，辨识车辆的准确位置并导航。并且，高精度地图能够核对传感器所接收的数据并帮助汽车精确监测周边环境。因此，数字地图及现实世界之间如果有微小的误差是可以容忍的；但如果偏差较大，自动驾驶汽车就会直接瘫痪。

由于施工、周边环境变化、损坏路段禁行等因素，道路布局常常会改变。不可预料的车道变化或其他异常情况将会使自动驾驶汽车的运行问题重重甚至无实现的可能。因此，高精度地图必须不断更新，并及时下载至车辆上。自动驾驶汽车必须存储本地地图以确保网络无连接时车辆也能正常运转，仅仅依靠云解决方案是不够的。

目前，用于导航的数字地图误差保持在十米之内，包含街道和路口的位置以及诸如单行道等交通限制信息。这对于使用交互式导航系统的驾驶员和诸如转向辅助等高级驾驶辅助系统而言已经足够精确。而对于更复杂的驾驶辅



来源：专家访谈；世界经济论坛；BCG分析。

助系统，地图的精确度还需要进一步提升，需要包含交通灯及其他信号标志，并显示特定路段的车道数量、坡度及弯道曲度。这些信息使系统能够提出更好的行驶建议，比如在急转弯时的建议速度。

部分及全自动车辆的运行对地图的精细度及准确度要求则更加严苛，必须要能够捕捉精确的环境布局，包括地标、确切的位置、坡度及弯道曲度，以模拟（并改进）人类计算方式，比如寻求最佳加速点和刹车点。

目前，适用于自动驾驶汽车的高精度地图均由科技公司制造，比如Here地图（由诺基亚制造，截止到撰稿时仍在售）、谷歌地图及TomTom地图。然而，这些地图只覆盖少数国家的一部分路段，大量的初级、二级、三级道路仍需进一步补充。例如，德国、日本、韩国及美国共有超过850万公里路段，而截至2014年末，科技公司研发的自动驾驶汽车地图只覆盖了几千公里路段。

如何才能在保证精准度的情况下拓展地图范围？由几家私有公司共同竞争开发自动驾驶汽车的地图是最可行的方案。整车厂希望至少在供应商之间形成双寡头，因为这样的竞争将会使地图的质量更高。

成本问题不会成为地图开发的障碍。制图所需的经费主要由数据收集和处理构成，我们估计制作美国境内初级和二级道路共计430万公里道路地图的费用与整体研发耗资比起来不过是沧海一粟。

一旦研发成功，地图的实时更新则必不可少。也正是因为更新的时间点非常重要，所以各方可以尝试在地图更新上开展相互合作。倘若缺乏协调配合，就可能导致某种自动驾驶汽车无法通过某施工区域，但另一型号的车辆可以通行的情况。

实际上，完成与地图的协调配合要应对两大挑战。

第一，数据收集。多渠道的数据采集，包括从各厂家制造的多款自动驾驶汽车上附带的众包传感器采集的数值，或者是道路管制部门、制造厂商、政府部门等提供的数据。

第二，数据的处理和传播形式。地图供应

商必须快速检查所有更新数据的准确性，避免数据误用，之后继续完成数据的转换和规范化，将小区域更新后的数据整合到现有地图数据中。各方因而必须就数据标准进行协调配合，确保从各来源（包括自动驾驶汽车本身）获取的数据可以交互使用。最后，一定要保证实时更新。

到目前为止，并没有收集、分析和更新地图数据的规范机制，支撑这些规范的商业模式也没有形成。“众包模式”或许能够在这一过程中起到基础性的作用。各企业可以用一种标准格式分享来源于自动驾驶汽车传感器的大量数据，或者仅分享与安全相关的信息数据。

到目前为止，并没有收集、分析和更新地图数据的规范机制。

V2x：机器之间的眼神交流

在自动驾驶汽车的开发过程中，亟需解决的关键问题之一在于车辆的自动安全运行是否需要车对车（V2V）通讯及其应用技术，和车对基站（V2I）通讯。以上两个技术统称为车对外界的信息交换技术（V2x）。

从严格的技术角度出发，自动驾驶汽车的运行不需要V2x。现阶段研发设计的车型都没有采用V2x，而是单纯依赖内部传感器执行驾驶任务。工程师假设自动驾驶汽车不仅可以而且应该是装备齐全、独立自足的。他们保守估计V2x不会得到广泛推广，即大部分道路上行驶的车辆不会配备V2x。尽管以上假设过于谨慎保守，但在市场推广之初，V2x的价值确实非常有限。毕竟，推广初期的低普及率会限制放大V2x效用的网络效应。

在实际情况中，将V2x与自动驾驶汽车结合可以显著改进车辆的运行。假设汽车处在十字路口，那么基于802.11 Wi-Fi标准的V2x通讯，汽车能够“透视转角”——即定位和监视正在接近的其他车辆，提升自动驾驶汽车的安全性。V2x通讯还会告知驾驶员附近有坑洼，前方有交通事故，交通信号灯状况，以及当地其他道路基础设施的情况。

随着自动驾驶汽车的普及，V2x很有可能会逐渐成为驾驶员之间进行视觉沟通的替代

品。如果没有V2x，自动驾驶汽车可能会加剧而不是缓解交通堵塞。原因在于：自动驾驶汽车会被设定为防御性驾驶模式。在复杂情况下，譬如汽车准备从高速公路匝道开往其他车道，融入车流时，如果按照各自的驾驶模式，没有车辆对车辆之间的协调合作，必会造成车辆减速，或者车辆停滞，最终加剧交通阻塞的后果。

要使V2x得到最大限度的使用，必须克服至少五大困难：

- **确保可信赖的V2x通讯。**保护V2x数据必须不受外界干扰，并且系统内须包含一个安全模块以保证每条V2x消息的可靠性。
- **为V2x划拨足够的无线电频段。**美国联邦通讯委员会已将5.9GHz划归为V2x通讯频率，且正在考虑向多方开放此频率，比如私人Wi-Fi网络。在监管机构采取措施之前，需对此是否会干扰V2x的功能进行必要的测试。
- **解决责任的不确定性。**现在的车载安全系统，驾驶员担负着正确使用责任，而V2x则会使整车厂更多地承担这种责任。自动驾驶汽车无法控制其他车辆传递过来

的信息，这无疑会使鉴定事故责任变得更加复杂。

- **消除消费者对数据隐私的担忧。**用户需要V2x承诺绝不会收集或存储车主和乘客的个人信息。
- **建立V2x软件维护及升级机制。**对售后维护方面的担忧可能会不利于V2x技术的普及，实行安全认证的自动更新可以打消这些顾虑。

这些技术的研发工作正在逐步取得进展。

目前，欧洲和美国正在进行V2x通讯的试验。欧洲的利益相关方包括公共高速公路当局、收费公路经营者、市政官员、整车厂以及供应商。他们在通往奥地利、德国和荷兰的道路中设立V2x装置，以表明实现道路信息实时共享的可能性。V2x系统通过短程Wi-Fi或无线电进行沟通，初步用于发布道路建设和交通状况相关的警告。这样一个系统在理论上可以为司机及时提示交通拥堵状况，帮助司机选择其他路线，以及预警威胁交通安全的风险。在美国密歇根州的安娜堡，人们也开展了类似的V2V试验。

社会接受度

不成功则成仁

自动驾驶汽车普及最重要的一点是获得并维持社会接受度。这可能是比技术开发更具挑战性的难题，未来前景也不甚明朗。

强烈的社会反对势必会严重妨碍自动驾驶汽车的推广，优步（Uber）打车软件在欧洲的遭遇就是一个值得警示的案例。不同于在美国的大受欢迎，优步在欧洲虽然也通过智能手机的广泛使用得到推广，但其却遭到了出租车司机、运营公司和工会的强烈反对。不仅如此，比利时和德国还颁布了叫停该公司业务的禁令，法国则举行了激烈的游行示威活动。既得利益者的反对行为凸显了推广新型交通方式所面临的社会难题。

平心而论，这种抵抗不太会完全阻碍一项可能会带来巨大深远的社会效益的新科技的发展，但确实会延缓接纳进程。当然，自动驾驶汽车普及速度上的一些延误，也不会带来什么巨大的社会危害或风险。

社会接纳度是三大主要利益群体的经济和政治利益相互影响、经过复杂交互后形成的产物。（参阅图5）

- 社会大众是自动驾驶汽车的潜在用户，也是政策制定者的风向标。安全出行、方便快捷、经济节约是消费者追求的根本利益。
- 政策制定者的主要目标是提升道路的安全性、促进经济增长、减少污染、控制基础

设施建设成本以及响应民意。

- 受影响方——包括停车场经营者、传统出租车的司机和经营者、卡车司机、汽车事故责任诉讼律师——这些可能是因自动驾驶汽车普及而面临经济利益损失的群体。

最大的挑战是在可能发生严重交通事故这种不利的情况下，仍然需要在与这些群体的博弈中确保社会接受度。要克服这个挑战，就需要各方紧密合作，特别是从业者和政策制定者。措施包括提供合适的保障（例如制定严格的安全标准）、增强透明度、以及协助受影响方开辟新业务。

无害原则为先：社会大众喜忧参半

在处理大众关系时，最重要的任务是创造和维护认同感。现阶段，社会大众对自动驾驶汽车怀有强烈的好感。根据一项跨地区的民意调查显示，60%到80%的消费者认为自动驾驶汽车将带来社会效益。

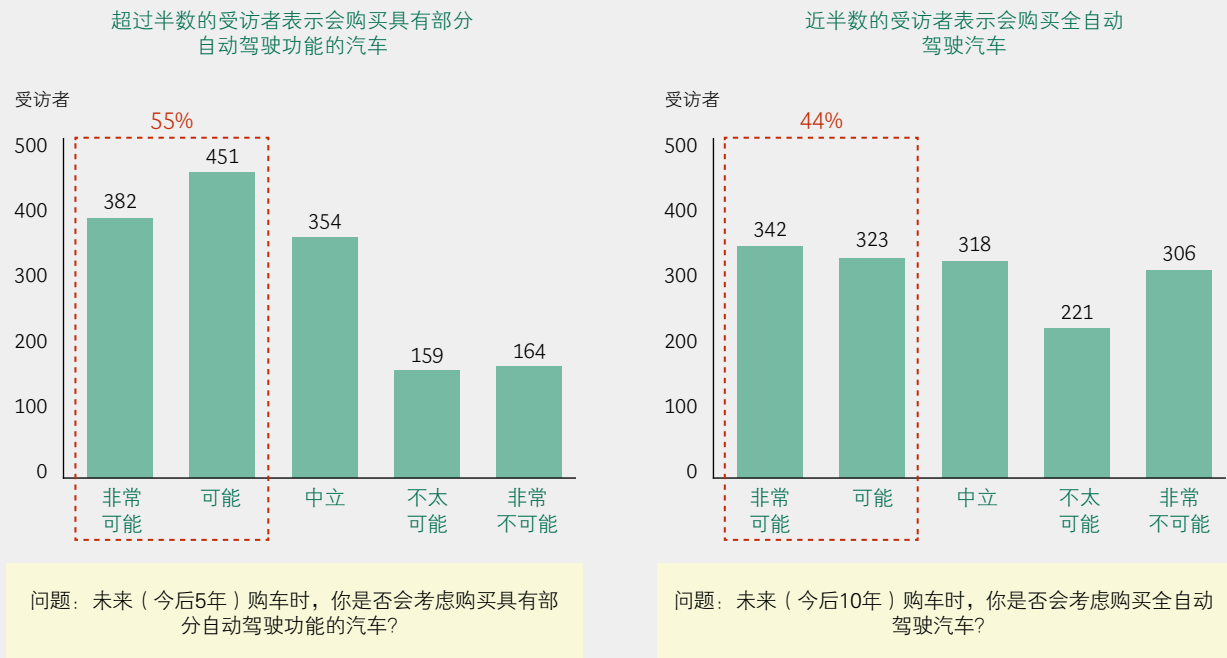
我们在《回归未来：通向自动驾驶之路》报告中已经进行了详细深入的讨论，美国司机对自动驾驶汽车有着相当高的期待，但是也有些许怀疑。大约有一半左右的人表示会购买具有自动驾驶功能的汽车。（参阅图6）然而对安全性能、操作可靠性、网络安全性、以及车与车交互信息的不确定性，受访者则依旧持保留意见。

图5 | 影响社会接受度的主要利益群体



来源: 世界经济论坛; BCG分析。

图6 | 美国消费者购买自动驾驶汽车的意愿十分强烈



来源: 2014年BCG美国自动驾驶汽车调研。
注: N=1510。

不仅如此，一场悲剧性的交通事故会在一夜之间将赞成者转变为反对者。假如在这项技术进入市场的初期发生了严重交通事故，那么至少一代人都会丧失对这项科技的信心。这表明，对现有阶段技术进展的说明要客观且实事求是。对自动驾驶汽车好处和局限性的完整说明有助于增强社会信任度。

传达出与消费者想法契合的清晰、一致且真实的信息符合各方利益。通过强调自动驾驶汽车每年可挽救成千上万人的生命、替车主腾出更多的时间陪伴朋友和家人、减轻交通拥堵、节省燃油以及保护环境等，整车厂和市场新入者可以勾勒出自动驾驶汽车实现社会效益的场景，自然而然让消费者产生情感上的认同。

与此同时，也要注意不能不顾实际情况过分夸大。为了保持信誉，自动驾驶汽车厂商应提早并经常让消费者意识到自动驾驶汽车的大规模普及仍需时间，所以一开始只能在特定的条件下使用，如交通堵塞或高速公路行驶时。或许最重要的是使全社会对自动驾驶汽车达成共识并维持下去，这样就不怕阻力的出现了。因为届时所有人都认同自己与这项科技的成败休戚相关，并可以依靠从业者和政策制定者的通力合作解决无法预料的难题。

政策制定者的矛盾：社会利益与风险承担

政策制定者的态度和社会大众相同，对自动驾驶汽车持支持态度，并且认为能够通过自动驾驶汽车完成一些政策目标——杜绝交通事故、减少拥堵、促进经济增长、控制基建成本以及减轻污染等。车辆越来越多，道路越来越拥挤，是世界特大城市所共同面临的主要问题。他们会在采取管制或者提供服务等措施之间进行优先选择来应对这些问题。政策制定者易受公众情绪的影响，这意味着如果自动驾驶汽车一开始没有满足人们的期待，那么政策制定者就会旋即停止支持自动驾驶汽车的普及。同时，反对自动驾驶汽车的既得利益群体也会影响政策制定者的决策。

另外需要指出的是，政策制定者的观点不是完全一致的，而是深受各自监管领域的影响。以美国为例，美国国家公路交通安全管理局注重道路安全，联邦公路管理局则关注减少道路堵塞和提高效率，美国商务部的首要任务是推动经济繁荣和创造就业。各个机构会根据

各自的职责在看待自动驾驶汽车的问题上持不同立场，各机构观点和措施的相互协调统一任重而道远。（对于类似新加坡和迪拜这种形态的城市国家来说，监管意见不一致的问题相对较小。）

监管机构在制定有关自动驾驶汽车的监管政策时，一个重要的考量就是避免无意间阻碍原有技术或其他新兴技术的发展。所以比起积极制定新的方案措施，政府方面更倾向于采取静观其变的态度，让科技在受到最少干预的情况下自如发展。

政府预算制定和支出管理机构一向对基础设施建设的长期投资前景考虑甚多，因而会在作出投资决定前深思熟虑。一位欧洲政府官员曾跟我们提及：“现在我们不能确定是不是应该在信息化和通讯方面对道路基础设施进行投资建设。这跟铁道系统相比哪个更重要？”所以，政府在下结论前，通常会进行长时间的考量。

另一股疑团就是大众舆论。舆论飘忽不定，假如自动驾驶汽车在早期遭遇挫折，舆论甚至可能会倒向消极的一面。政策制定者易受大众情绪转变的影响，同时也会考虑因自动驾驶汽车而受到负面影响的企业和个人的意见，因此他们可能会由于舆论压力而被迫推迟一些新兴科技的推广。

为了克服这些潜在的阻力，整车厂、新的行业参与者和其他自动驾驶汽车从业者需同时在不同方面寻求突破。在与社会大众和持反对观点的第三方进行斡旋时，从业者为了维持行业的积极发展势头，必须与政府开展合作以解决信息不对称的问题。同时，还必须与政策制定者密切合作开展试点项目，以证明自动驾驶汽车的可行性。目前，荷兰、新加坡、瑞典哥德堡和英国已开展相关项目。

受影响方：潜在反对者

自动驾驶汽车的普及会激发已受这项技术影响或预见自己将遭受影响的企业和个人的强烈反对。反对团体不但包括出租车司机和卡车司机，还包括汽车经销商、停车设施经营者和诉讼律师等等。一个具有参考意义的案例是，特斯拉公司认为其直接销售的模式能够帮助消费者更好地理解 and 接纳新科技，然而这种直销模式却引发了美国汽车经销商对此展开大规模的诉讼和游说，因为这会损害他们现有的商业模式。目前为止，美国汽车经销商已成功迫使一些州的立法者通过了禁止直接销售汽车的法案。

最终，在认可了自动驾驶汽车的各种益处之后，社会必将逐步接纳这项新兴科技。受影响的团体和个人与其作无谓的抵抗，还不如思考如何利用当前“暴风雨之前的平静期”加快转变自身的商业模式，以适应这项新科技，并且定位自己的业务，在交通出行的新时代赚取利润。

在认可了自动驾驶汽车的各种益处之后，社会必将逐步接纳这项新兴科技。

这是整车厂、经销商和供应商与政府开展合作时必须传达的重要信息，以真诚互信的协作减轻利益受损带来的影响。这些努力包括提供就业培训和就业安置服务，还包括补偿因失业造成的损失。政府也应该逐步调整卡车和出租车牌照的发行数量，以便管理劳动力的长期再分配。同时让受影响方更好地了解技术发展的情况和应用前景，帮助他们做好准备，迎接未来。政府若能开展或资助研究项目，推动和鼓励以创新的方式迎接新科技革命的到来，将是对以上措施的有力支持。

监管法规

因地制宜

本章不仅对监管问题进行了战略性的讨论，而且也探讨了其对社会、法律法规以及商业的广泛影响。本章的讨论不等同于严密细致的法律分析，也不是任何形式的法律建议。

自动驾驶汽车普及所引发的法律问题：

- 我能够合法地在路上“驾驶”自动驾驶汽车吗？
- 我的自动驾驶汽车是否需要获取符合安全标准的正式批准或认证证明？
- 自动驾驶汽车发生事故该怎么办？谁将负赔偿责任？

这些疑问与三大亟待解决的监管问题密切相关：

- **修改交通监管法规**（特别是在美国以外的地区），允许自动驾驶汽车上路行驶。目前很多地区将无人驾驶交通工具视为违法交通方式。
- **改进车型认证标准**（核准车辆可上路行驶的规则和测试流程的技术标准），允许自动驾驶汽车进入市场。目前，欧洲和其他司法辖区的车型认证标准禁止自动驾驶汽车进入市场。
- **合理管理交通责任负担的转移**。在美国和其

他司法辖区，责任可能会从驾驶员身上转移到生产厂家身上。监管者在与整车厂、保险机构和消费者机构的沟通过程中，要妥善处理好责任转移的问题，避免产生不确定因素并延缓自动驾驶汽车的普及。

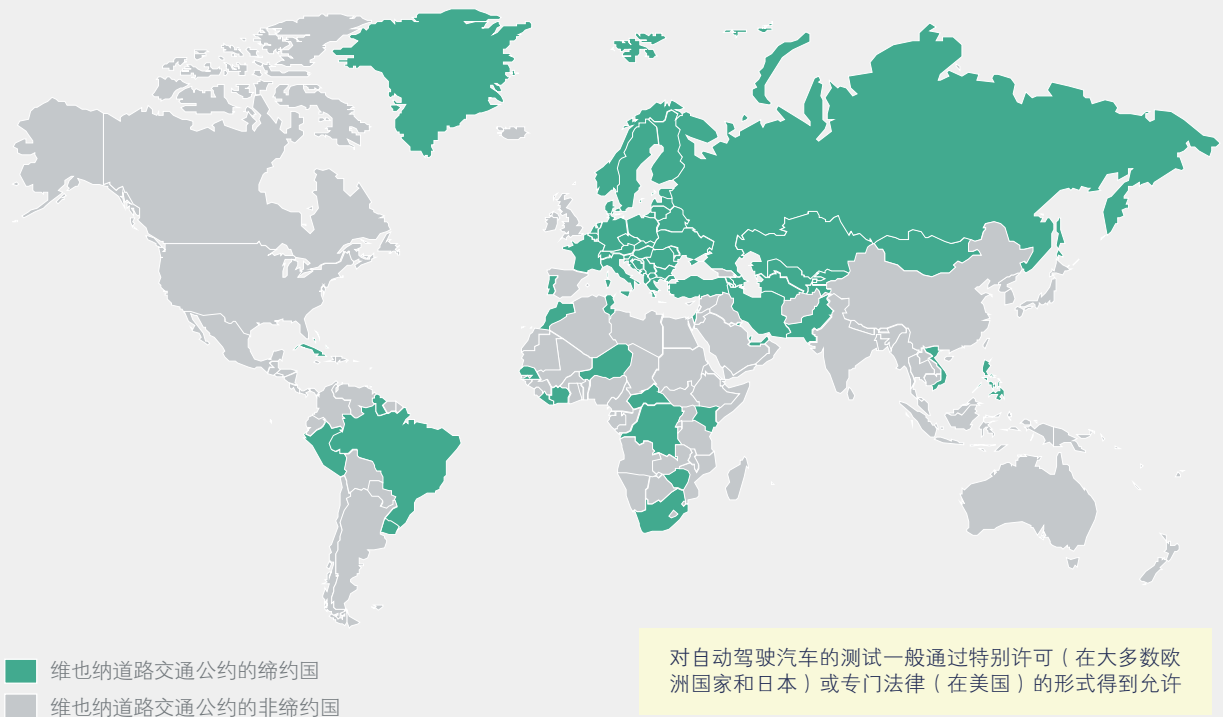
在一些司法辖区，责任可能会从驾驶员身上转移到生产厂商身上。

交通监管：全球协力

即使许多法律条文对“驾驶员”的定义需要重新审视，但是美国的交通法规并未对自动驾驶汽车在本国的发展造成很大的阻碍。大多数专家认同法学专家Bryant Walker Smith的看法，那就是自动驾驶汽车在美国“大概是合法的”。¹ 至少有四个州（加利福尼亚、佛罗里达、密歇根和内华达）以及哥伦比亚特区颁布了法律法规，为自动驾驶汽车在其境内的活动详细制定了法律框架。

然而，国际上的监管环境则截然不同。1968年《维也纳道路交通公约》为大部分欧盟国家、亚洲诸多国家和地区、南美以及世界其他一些国家和地区定下了交通管理的基调。公约明文规定：“驾驶员必须时时刻刻拥有对车辆的控制权”。（参阅图7）公约的多种语言版本毫

图7 | 维也纳道路交通公约制约了自动驾驶汽车的普及



来源：联合国；BCG分析。
注：本图表内容反映了2015年4月的情况。

无例外地清晰规定了驾驶员的驾驶责任。

但驾驶责任会不断演变。奥地利、比利时、法国、德国和意大利联合要求改变公约的内容，以允许车辆自动驾驶，只要这种自动驾驶具备“可以被驾驶员权限覆盖或接管”的特性。公约的缔约国在2014年批准了内容修订，修正的内容会在未来生效。在大多数情况下，内容生效将意味着把公约的内容转成本国的法律。内容修订的发起国可能在2015年首先出台新的法律法规。与此同时，在存在特别许可（比如在欧洲和日本）或专门法律（比如在美国）的情况下，对自动驾驶汽车进行测试都是合法的。

车型认证：欧洲标准得以更新

和交通监管一样，在美国，认证方式没有为自动驾驶汽车的认证带来太多挑战。在大多数情况下，在美国运营的整车厂和供应商需要自我认证，确定其生产或提供的车辆以及零部件符合联邦机动车安全标准（FMVSS）。该标准由国家公路交通安全管理局发布。国家公路

交通安全管理局通常会在新科技进入市场之后才发布认证标准。如果车辆或零部件技术在进入市场后被证明缺乏安全性或存在缺陷，国家公路交通安全管理局有权下令召回这些车辆或零部件产品。

国家公路交通安全管理局在发展自动驾驶汽车技术方面在很大程度上同样采取了事后认证方式，这使得整车厂和新的行业参与者拥有很大空间来充分利用现有技术并发展新技术。

但是监管机构和政策制定者经过讨论，认为应当采取一种类似于欧洲认证方式的更为积极主动的做法，在某些情况下要在车辆投放市场前就设置安全标准。他们之所以会建议在认证方式上进行转变，主要原因就在于要在汽车技术日趋复杂的情况下保证车辆的安全运行。而另一个动机可能是减少厂商责任的不确定性，加速自动驾驶汽车的普及。²

在北美以外的其他地区，尤其是欧洲和亚洲，监管机构的态度则较为不同，其车型认证方法要求制造商在车辆获得许可进入市场之

前，就必须确保每种车型都符合最低安全标准和环境标准。

许多监管框架都遵循的是车型认证模式，其中最著名的是由联合国欧洲经济委员会和欧盟制定的框架。作为除中国外全球大多数地区车辆认证的基本标准，目前已有约50个国家和地区采用了这一框架，另有更多的国家将此框架的部分内容应用于自身的监管活动中。（参阅图8）

目前在联合国欧洲经济委员会和欧盟的规则中，有几段内容明确禁止某些自动驾驶功能。例如，13-H项规则要求刹车必须由人力制动或由司机控制的电动模块制动。79项规则禁止电动转向系统的使用，从而也否决了自动转向的汽车。规则还禁止在时速超过10公里时使用自动控制系统。

2015年初，联合国欧洲经济委员会车辆结构工作组（WP.29）审阅了修改现有制度的议案，议案增加了允许自动驾驶汽车运行的技术条款，同时为新的应用场景（如高速公路上的自动驾驶）制定了法规和政策。自动驾驶汽车的未来发展将需要更多的法规和监管，而关键

的问题在于：必要的监管变革是否能跟上技术发展的步伐？

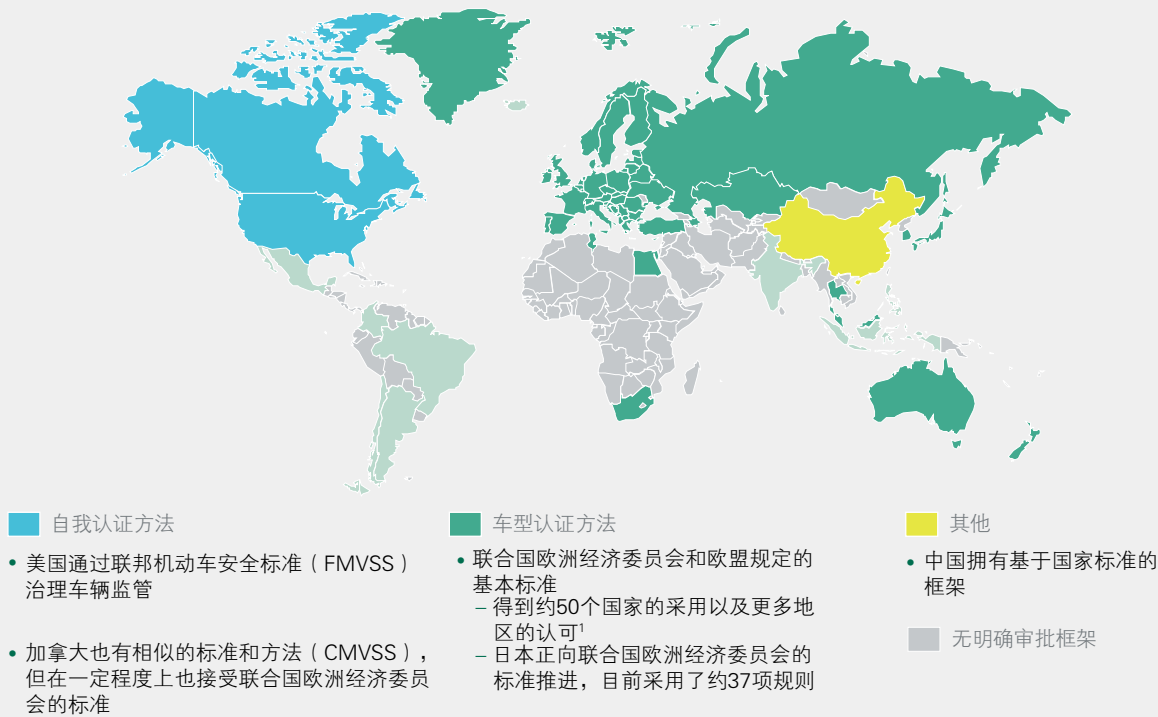
针对非硬件部件制定车型认证框架几乎还是一个未知领域，必然要求采取不同的对待方式。通过将传统的认证方式和以输出为导向的新型模式相结合，这一监管僵局就有可能被打破。（参阅附录“如何达成安全认证”）

责任转移：美国需审慎管理

虽然在美国，交通规则和认证机制对自动驾驶汽车愈发有利，但是欧洲的责任法通常对整车厂更有利。比如在德国，因车辆运行导致的事故，车主不论是否亲自驾驶，都要对事故负责。³ 法律认定车辆运行本身就是充满风险的行为，因此一旦发生事故，不论是驾驶员失误、技术故障还是其他因素所致，都应认定车主为风险的源头，并对事故负有不可推卸的负责。因驾驶辅助系统失灵引起的事故，车主也会被问责。

并不是在每一起事故中驾驶员都是车主。在这种情况下，驾驶员需要和车主共同承担责

图8 | 全球普遍使用的一些认证框架



来源：联合国欧洲经济委员会；专家访谈；BCG分析。

注：虽然澳大利亚加入了联合国欧洲经济委员1958协定，但仅使用了协定中的技术要求，而未使用型号认证方法。

¹显示为浅绿色部分；未详尽列出。

如何达成安全认证

不论是对自动驾驶汽车还是传统汽车的监管，目的都是为了确保车辆的安全性和道路适用性。但如何证明车辆的安全性能能够满足监管机构、业界以及大众的要求呢？

任何一种安全机制都具有两大关键要素，一是由规则、原则和标准组成的管理框架，二是证明产品合规性的测试流程。目前，两大要素都未到位。在美国和欧洲，并无监管机构发布针对自动驾驶汽车的指南。除了遵循国际标准化组织26262安全标准，汽车行业也没有提出自己的标准。国际标准化组织制定的安全标准仅强调了功能安全，而在车辆运行方面基本保持缄默。该标准仅为寻求认证的新型车辆或构件制定了下限，要求其比已投入市场的类似车辆或构件更为安全。

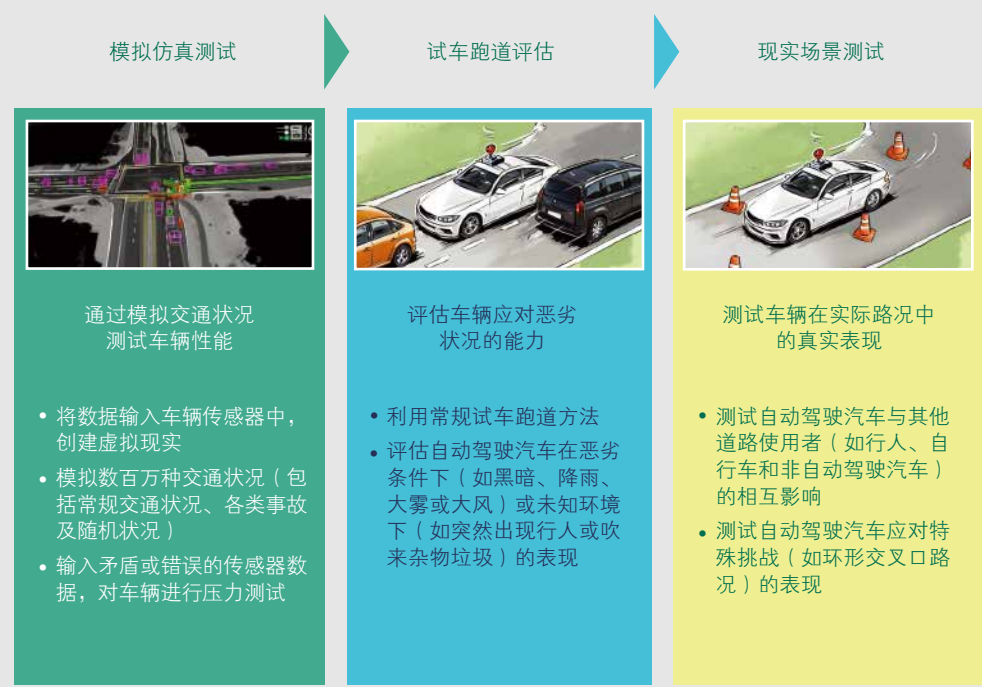
无论哪种管理框架都需要定义到底多安全才是“足够安全”，而且还要决定自动驾驶汽车要想获得认证，必须比人为驾驶安全多少。一种潜在的解决方法是引入“普通驾驶员”的概念，作为比较的抽象基础。通过使用清晰、

一致、定量的关键性能指标进行衡量，自动驾驶汽车至少要和“普通驾驶员”驾驶车辆一样安全。在此基础上，监管机构可依据这些测量指标和比较结果来发布必须达到的性能要求。

设计强大的测试流程可能是一个更大的挑战。传统的测试方法可以证明自动驾驶汽车能够满足所有的传统功能要求，但却无法保证具有高度复杂性的自动驾驶汽车技术在性能上符合规格要求。例如，由于软件在自动驾驶汽车制动系统中发挥了必不可少的作用，所以仅靠传统的制动性能检测无法保证自动驾驶汽车能在必要时刻及时停车。监管机构必须设计新的标准，以评估算法等软件的性能及可靠性。然而大部分监管机构由于缺乏相关专业技能，因而无法制定此类标准，同时也无法建立保障措施来保护整车厂和供应商的知识产权。

如果不能对软件直接进行测试，监管机构可以观察和检测软件运行的结果。（参阅下图“以输出为导向的方法可以帮助达成安全认证”）从测试设计之初，监管机构就密切参与

以输出为导向的方法可以帮助达成安全认证



来源：公司信息；专家访谈；世界经济论坛；BCG分析。

如何达成安全认证（续）

其中。通过利用虚拟仿真技术，测试可以避免人员伤亡和车辆损失。测试也应评估自动驾驶汽车和普通汽车的相互影响、自动驾驶汽车适应不佳天气状况（如大雾、大风、大雪）的能力、以及自动驾驶汽车应对挑战性路况（如在交通拥堵时通过环形交叉口）的能力。

考虑到并非所有的交通状况都能提前预知，因此还需要通过虚拟测试来随机设置各种突发状

况，包括高频情景（根据分析数百万事故所得出的情景）以及可能带来灾难性后果的低概率事件（比如自动驾驶汽车的传感器失灵或其他驾驶员做出非理性的驾驶行为）。与传统的测试方法相比，这样的方法可以帮助测试人员模拟出更多的场景。一旦自动驾驶汽车成功完成模拟测试，且收集到的数据得到分析，监管机构和业界机构就可以开展下一步的既定测试，比如在实际路况中或在试车跑道上进行测试。

任，但可以在法庭上提出免责证据，证明自己不是过错方。⁴ 但如能证明事故是第三方过错所致，或源于不可抗力（如极端天气），则车主和驾驶员均可免于承担责任。另外，车主和驾驶员的经济赔偿责任也有最高限额。此外，任何车辆在依法上路之前，须购买保险，用于保护车主和驾驶员免遭第三方索赔。因此，对个人而言，发生事故的经济后果仅限于事故后保险费率提升。

而另一方面，整车厂则面临着这两种风险：车辆制造过程中出错以及产品达不到消费者的合理预期。据欧盟产品责任指令规定，对合理预期的评估基于产品介绍、产品用途以及产品进入市场的时间。因此，整车厂至少可以通过管理消费者的预期来控制其承担的责任水平。比如，整车厂可以告知或明确警告消费者其产品具有一定的技术局限性，也可以避免对产品性能进行夸大其词的宣传。

在德国，专家一致认为，责任问题不太可能成为制约自动驾驶汽车在德国普及的主要障碍。同时，专家认为，具有部分自动驾驶功能的汽车进入市场，不会对消费者（作为车主或驾驶员）和整车厂所承担的责任带来太大影响。但保险公司可能会以产品责任为由向整车厂进行索赔。

消费者一般不太会关注责任问题：由于保险覆盖率广泛，在事故发生后，即使消费者在技术上负有责任，他们的经济赔偿也能得到有效封顶。

与此同时，保险公司仍对自动驾驶汽车持中

立态度，因为此类车辆有望降低整体事故发生率，从而减少保险公司的支出，但同时也可能会影响保险业的整体利润。无论如何，保险公司还是会代表消费者，以产品责任为由起诉整车厂。然而出现此类诉讼的可能性不大，这是因为自动驾驶汽车的正常运行主要依靠计算机代码。在大多数情况下，要证明某起事故源于软件错误而不是驾驶员失误，并不是一件容易的事——尤其是当错误隐藏在数百万行代码之中。

美国的情况则迥然不同。法律专家表示：“现存的责任机制并未给车主和驾驶员带来特殊的责任问题。”⁵ 然而，制造商（及其供应商）可能会承担更多的责任。（参阅图9）整车厂可能会因害怕巨大的经济损失，而选择停止或延缓对自动驾驶汽车的研究，进而延误了自动驾驶汽车的普及。

一般来说，有关法律责任的几种理论可适用于美国市场上任何关于自动驾驶汽车的诉讼。这些理论的关键在于对产品缺陷的定义，即制造商未能达到某些既定要求。此类缺陷包括以下几种情况：

- 制造缺陷：制造或生产中的瑕疵，导致产品未达到设计规格。
- 设计缺陷：由于设计理念有问题而造成产品存在缺陷；如果制造商本可以使用更为安全的替代设计，但最终却并未选择使用替代方案，那么从法律角度来看，此类缺陷的问题更大。
- 警示缺陷：未能向产品使用者提供适当的

图9 | 自动驾驶汽车可能会促使交通责任发生变化

自动驾驶汽车的操作会影响到潜在缺陷因素（如设计或警示缺陷），
从而导致责任发生转变



决策方由驾驶员转向制造商

因为整车厂负责设计控制自动驾驶汽车功能的算法，相对于驾驶员，他们对自动驾驶汽车实际运行的影响更大。

例如：即使是另一辆汽车的驾驶员存在失误，整车厂也必须预见并预防事故发生。



整车厂高度掌握车辆运行情况

通过车联网、软件更新及其他功能，整车厂可能比消费者了解更多的车辆信息。

例如：制造商可能需要在自动驾驶汽车售出后对其进行监控，并在发生故障时进行远程干预。



消费者期望值增加

消费者可能会因充分信任自动驾驶功能而在驾车行为上变得轻率。

例如：如果驾驶员思想不集中，而仅依赖自动驾驶仪来防止事故的发生，则整车厂可能要为事故负责。

来源：专家访谈；自动驾驶汽车技术的责任和监管，Rand，2009；Bryant Walker Smith；世界经济论坛；BCG分析。

指导说明，或未向产品使用者告知产品潜在的局限性。

由于自动驾驶汽车本身所具有的复杂性和较高的自动化程度，此类车辆要比其他车辆更有可能出现故障，因此为制造商带来了更高的责任风险。责任来自于以下几个不同的原因：

由于自动驾驶汽车本身所具有的复杂性和较高的自动化程度，此类车辆要比其他车辆更有可能出现故障，因此为制造商带来了更高的责任风险。

- 决策方由驾驶员转向制造商。因为整车厂（和/或其供应商）设计了控制自动驾驶汽车的算法，他们对车辆运行的影响比对传统汽车的影响更大。
- 自动驾驶汽车具有互联特性。自动驾驶汽

车是高度互联的设备，因而法院可能会认定制造商在任何特定时间对于任何特定自动驾驶汽车的了解程度比驾驶者本人更高。为减轻自己的责任，制造商可能需要在自动驾驶汽车售出后对其性能进行监控，并在发生故障时进行干预。

- 消费者期望值增加。无论是否是受到整车厂的宣传影响，消费者可能会认为其自动驾驶汽车拥有充分的可靠性，因此在操作时未按要求小心使用。比如，他们可能会在城市道路行驶时使用仅供高速公路行驶使用的自动驾驶功能。

对于美国来说，如何审慎管理这一责任上的转变是监管方面的主要挑战，要求汽车业、保险业、监管机构和立法者协手合作，共同制定有效的解决方案。可以将类似案件中确立的有关监管和责任的做法作为参考和指导。这些解决方案并非互不相容，而是可以在不同情况下组合使用。

对厂商而言，最佳的风险规避方法可能是由监管方事先制定严格的性能标准，只要车辆

产品符合标准就可以免于承担责任。这样的做法在美国已有先例：在一些案件中，包括最高法院在内的美国法庭裁定，只要遵守国家公路交通安全管理局的性能标准就可以预先制止基于州责任法的索赔。然而这一法律领域仍然是含混不清的，一旦追责，将需要进行法规和监管上的说明。⁶ 这一解决方案的好处在于，它将大大降低有关责任的不确定性，并为安全性和可靠性的持续提升开辟了路径。然而，监管机构仍需依靠深厚的技术知识来制定可靠且可行的标准。

另一个做法是为自动驾驶汽车制定和人类驾驶员同样的标准。这样一来，自动驾驶汽车厂商无需背负所有的责任。自动驾驶汽车和人类驾驶员都需要遵守同一个有关“合理驾驶”的标准，责任将根据自动驾驶汽车（或人类驾驶员）是否达到这一标准来进行分配。虽然这一解决方案能够在责任转移的情况下减少不确定性，而且还能缩减诉讼成本，但同时也会导致制造商和供应商不愿提高自动驾驶汽车的性能，使其大大超越人类驾驶员的能力。

保险业和汽车业也可以寻求合作，针对典型事故制定快速的索赔处理方案和代位权协定。这类协定已经存在于保险公司所涉及到的撞车事故中，如低速追尾车祸。在这类案件中，从后方撞上别人的车辆被认定是过错方，应根据规定承担相应的责任。如果要将这样的

方法延展到厂商身上，保险公司和汽车业需要共同建立一个框架来区分人为失误和机械故障，并从涉事车辆的行车记录仪，也就是通常人们所说的黑匣子中收集机械和运行数据。这一方法将有助于控制诉讼成本并确保达成快速理赔。但要实现这一点，制造商和保险公司必须就证据标准和典型事故的定义达成共识。

此外，政府可以采取支持措施，以有效控制保险公司、整车厂和供应商所承担的责任。目前，政府已向保险公司、制药厂商和医疗服务供应商提供类似的支持，保护其免受不可预见的疫苗风险之害。这样的支持措施是否适用于自动驾驶汽车仍有待探讨。

注：

1. Bryant Walker Smith, “自动驾驶汽车在美国大概是合法的”, 1 Tex. A&M L. Rev. 411, 2014年。
2. 联邦性能标准可能需要额外的监管法规来预先制止州侵权责任法。在责任部分也进行了类似讨论。
3. 德国道路交通安全法 (StVG), § 7。
4. 德国道路交通安全法 (StVG), § 18。
5. “自动驾驶汽车技术：政策制定者指南”, Rand, 2014年。
6. 美国最高法院在这些案件中得出了较为矛盾的结论，这取决于每个案件的具体情况。

未来发展之路

我们坚信整车厂、新的行业参与者、保险公司、法律机构和政策制定者一定会克服本报告中所提及的社会障碍。

在目前的过渡阶段，全球一些地区已经开始实施试点项目，我们相信在不久的将来还会出现更多类似项目。这类试点很可能选择在特大城市开展，特别是那些领导者热情满满的城市，他们希望以此解决交通拥堵、空气污染、公共交通基础设施不足等问题，实现美好城市生活的新愿景。新加坡正在进行的试点项目正是出于这样的动机。该项目已于2015年1月启

动，在自动驾驶汽车可试点运行的区域引入了测试台。

此类试点项目除了能为市政官员提供宝贵的信息，还能使包括普罗大众在内的所有利益相关方从中受益。试点项目让民众有机会了解在现实环境中使用自动驾驶汽车的益处和局限性，并积累有关自动驾驶汽车技术的丰富知识。同样重要的是，这类试点项目可为城市规划者和其他相关方提供经验数据，帮助他们更好地在城市环境中将新型移动技术运用于交通和运输。

推荐阅读

波士顿咨询公司近期出版的其他相关报告和文章：

《博尔赫斯地图：驾驭数字技术的颠覆性影响》
BCG文章
2015年4月出版

《工业4.0：制造业的生产力与发展前景》
BCG聚焦报告
2015年4月出版

《回归未来：通向自动驾驶之路》
BCG报告
2015年4月出版

《保险与科技：生态系统的新角色》
BCG与摩根士丹利研究部联合报告
2015年3月出版

《演化与变革：保险公司如何在数字化的未来保住一席之地》
BCG与摩根士丹利研究部联合报告
2014年9月出版

《机器人技术的崛起》
BCG文章
2014年8月出版

《2014汽车业价值创造报告：汽车制造卷土重来》
BCG报告
2014年8月出版

《加速创新：汽车制造商面临新挑战》
BCG聚焦报告
2014年1月出版

《放眼金砖四国以外：赢取新兴汽车市场》
BCG报告
2013年10月出版

致读者

关于作者：

Nikolaus Lang是波士顿咨询公司资深合伙人兼董事总经理，常驻慕尼黑办公室。**Antonella Mei-Pochtler**是波士顿咨询公司资深合伙人兼董事总经理，常驻维也纳办公室。**Michael Rüßmann**是波士顿咨询公司合伙人兼董事总经理，常驻慕尼黑办公室。**Jan-Hinnerk Mohr**是波士顿咨询公司项目经理，常驻柏林办公室。

致谢：

本报告基于波士顿咨询公司与世界经济论坛于2014年开展的为期一年的独家合作项目，着眼于如何将自动驾驶汽车变为现实。作者谨向世界经济论坛的汽车团队致以最诚挚的感谢。作者特别要感谢：

John Moavenzadeh
交通运输行业资深总监
世界经济论坛美国分部

Alex Mitchell
汽车行业总监
世界经济论坛美国分部

Andrey Berdichevskiy
汽车行业资深经理
世界经济论坛美国分部

此外，作者还要诚挚感谢所有参与本项目的企业和组织。

整车厂及供应商

奥迪
大陆
德尔福
通用
现代
雷诺-日产联盟
大众
沃尔沃

科技公司

思科
谷歌
高通技术
斯凯通达

保险公司

慕尼黑再保险
State Farm互助汽车保险公司
苏黎世保险集团

教育机构

斯坦福大学
政府机构
迪拜道路与交通管理局
荷兰政府基础设施和环境部
瑞士政府
新加坡陆路交通管理局
伦敦交通局
美国运输部

作者还要感谢负责报告的编辑和制作团队成员：Katherine Andrews、Gary Callahan、Harris Collingwood、Catherine Cuddihee、Angela DiBattista、Kim Friedman、Abby Garland和Sara Strassenreiter。

更多联系：

Nikolaus Lang
资深合伙人兼董事总经理
BCG慕尼黑
+49 89 23 17 40
lang.nikolaus@bcg.com

Antonella Mei-Pochtler
资深合伙人兼董事总经理
BCG维也纳
+43 1 537 56 80
mei-pochtler.antonella@bcg.com

Michael Rüßmann
合伙人兼董事总经理
BCG慕尼黑
+49 89 23 17 40
ruessmann.michael@bcg.com

Jan-Hinnerk Mohr
项目经理
BCG柏林
+49 30 28 87 10
mohr.jan@bcg.com

©波士顿咨询公司2015年版权所有

若需获得更为详尽的相关讯息，请联络：

电子信箱：greaterchina.mkt@bcg.com

传 真：8621 2082 3222

如需获得有关BCG的详细资料，欢迎访问：bcgperspectives.com

或登陆BCG大中华区网站：www.bcg.com.cn

如欲了解更多BCG的精彩洞察，请关注我们的官方微信帐号，名称：BCG波士顿咨询；

ID：BCG_Greater_China；二维码：





BCG

THE BOSTON CONSULTING GROUP

阿布扎比
阿姆斯特丹
雅典
亚特兰大
奥克兰
曼谷
巴塞罗那
北京
柏林
波哥大
波士顿
布鲁塞尔
布达佩斯
布宜诺斯艾利斯
卡尔加里
堪培拉
卡萨布兰卡

金奈
芝加哥
科隆
哥本哈根
达拉斯
底特律
迪拜
杜塞尔多夫
法兰克福
日内瓦
汉堡
赫尔辛基
胡志明市
香港
休斯顿
伊斯坦布尔
雅加达

约翰内斯堡
基辅
吉隆坡
里斯本
伦敦
洛杉矶
罗安达
马德里
墨尔本
墨西哥城
迈阿密
米兰
明尼阿波利斯
蒙特雷
蒙特利尔
莫斯科
孟买

慕尼黑
名古屋
新德里
新泽西
纽约
奥斯陆
巴黎
珀斯
费城
布拉格
里约热内卢
利雅得
罗马
旧金山
圣地亚哥
圣保罗
西雅图

首尔
上海
新加坡
斯德哥尔摩
斯图加特
悉尼
台北
特拉维夫
东京
多伦多
维也纳
华沙
华盛顿
苏黎士