

5G移动技术：变革汽车行业

David J Teece*

加州大学伯克利分校 (U.C. Berkeley)

哈斯商学院 (Haas School of Business)

商业创新研究所 (Institute for Business

Innovation)

智慧资产Tusher中心 (Tusher Center for Intellectual Capital)

2017年5月

Qualcomm Technologies, Inc.和Tusher Center资助本研究

Kalyan Dasgupta提供协助

1 引言

1. IHS Markit近期一项针对5G经济影响的研究表明，在2020年至2035年间，5G技术将对全球GDP产生巨大影响，其规模约相当于向当前全球经济增加一个与印度同等规模的经济体。研究报告表明，与5G技术相关的“价值链”将创造3.5万亿美元（按当前美元计算）产出和2200万个工作岗位。研究进一步发现，5G将额外创造12.3万亿美元产出——这里指5G将在一系列经济部门中创造的产出增值。
2. 在本研究报告中，我们力图揭示5G效应如何在产业层面上影响经济。本报告以“汽车”产业为例。出于本报告的研究目的，我们对“汽车产业”的阐释较为宽泛，我们这里的“汽车产业”不仅包括汽车制造，还包括交通运输业、物流业（出租车、货车运输等）以及汽车销售。我们无法亦不意图全面分析5G对汽车产业内上述不同参与方的影响。在本报告中，我们通过范例说明5G所支持或促成的通信功能将如何推动其他技术变革，从而影响汽车产业。
3. 前面引用的IHS研究主要关注5G在“销售支持”方面的价值——实际上，该研究报告描述了5G在变革和重塑商业实践方面的潜力及由此带来的生产效率提升。5G亦有望创造大量消费者价值与社会价值。5G在汽车行业中的应用不仅将突显5G提升生产力与销售额的潜力，同样重要的是，5G还将创造社会效益，包括改善交通流量、减少基础设施与车辆损耗、减少温室气体排放、减少交通事故和降低死亡率等。5G深具潜力，可极大地增强“车对万物”（V2X）通信，从而拓展并增强“自动驾驶汽车¹”的多项功能。5G的社会效益正是通过上述机制实现——在许多情况下，社会效益能够很轻易地转化为经济学家所说的产出增益。除此之外，5G还将创造“消费者剩余”效益，因为驾驶或通勤变得更安全且耗时更少，同时驾驶本身变得更加轻松，这样省下的时间就可用于消费更丰富的媒体，或利用该时间完成工作。
4. 从“商业模式”角度看，5G所支持（至少是部分支持）的具有先进通信功能汽车的出现将改变所谓汽车“生态系统”中不同参与方之间的竞争互动。它也将改变和颠覆物流业。关于上述前一类影响，一个例子是，如果消费者逐渐将汽车看作“车轮上的联网计算机”，那么这将对汽车购买意愿产生什么影响？传统汽车制造商是否能成功将传统意义上的补充性服务或特性整合到核心汽车体验之中？它们是否能成为成功的“系统集成商”，亦或是硅谷企业将成为系统集成商并将汽车制造业务外包给汽车行业现有厂商？
5. 当然，在这里我们关注的是5G，而非那些可能在未来几年同样冲击汽车产业的其他技术发展（如人工智能和机器人的发展），因此对我们来说，我们最关心的问题是汽车通信能力的发展将如何变革制造业的商业模式。
6. 与本世纪初以来针对信息通信技术（ICT）的经济影响所做的广泛研究相一致，5G技术对所谓“应用”部门的影响也是至关重要的。基于这一目的，这里的“应用部门”指上文提及的物流业和交通运输业。在此语境下，我们就IHS Markit对5G在物流业和交通运输业中的“销售支持”价值预测展开讨论。5G将对出行即服务（mobility as a service）

¹ 在本研究报告中，“自动驾驶汽车”指与现存汽车相比具有更高“自主能力”的汽车，该汽车未必需要实现“level 5”层级的全自动驾驶。例如，上述自主能力包括“先进驾驶辅助系统（ADAS）”功能。

产生影响，我们亦将对此提供一些更量化的洞察。出行即服务的现象不仅有潜力颠覆汽车制造商（通过影响对拥有汽车的需求），还有潜力影响更广泛的交通运输服务供应商（比如，公交服务能够“按需获得”，或者公交车可根据道路状况和用户位置灵活调整线路，将会如何？）。

7. 因此，就5G对“汽车产业”的影响，我们的概述涵盖消费者、制造业和应用部门。编制本报告的重要目的之一，是以汽车产业为例说明5G从本质上是一项“通用技术”（GPT）。5G将移动技术置于以“物联网”为特征的全球经济的中心。5G时代的移动技术将从一项重要性日益提升的源动力技术转变为一项真正的“通用技术”——通用技术往往在经济体中具有广泛用途，可促进其他产业的互补性创新，并驱动经济体中的广泛创新与生产力提升。5G将使移动技术成为一个关键媒介，终端联网、信息传输、促成交易和催生全新联网活动都需通过这一关键媒介实现。基于上述特征，针对其他通用技术的经济学文献将为5G技术未来影响的性质和规模提供重要洞察。这些文献清楚表明，通用技术的最终经济影响往往十分巨大。在1859年，人们预计铁路在英格兰和威尔士所产生的影响将相当于国民收入的4%；但在1890年，其影响已相当于国民收入的10%。在20世纪90年代，ICT的影响实际上超过了此前的其他通用技术，我们也可以认为其影响来得更快。5G将和19世纪的铁路和20世纪90年代的ICT一样重要，人们可以认定5G将带来的巨大的经济影响——即使它仅发挥过往这些通用技术的一部分影响，这仍将足以让5G成为未来二十年实现增长的重要源动力技术。5G的作用与影响可在汽车产业中得到充分展现，尤其是它作为平台可催生其他创新的作用。

2 5G推动和加速实现“自动驾驶汽车”和“智能汽车”的社会效益

2.1 自动驾驶汽车、智能汽车和通信的作用

8. 本报告关注5G，因此确定5G将以何种方式推动或加速自动驾驶汽车发展趋势至关重要。其他技术的发展在一定程度上已经开始支持这类趋势。人工智能（AI）通常被认为是当前汽车革命的核心。尽管5G和其他技术发展之间可能在很大程度上存在相互作用，我们在报告中力图谨慎地区分自动驾驶汽车带来的效益和5G作为推动连接性和自主性的源动力技术所带来的具体效益。
9. 现有研究表明，通信技术将是完全实现自动驾驶汽车效益的核心。5G对于通信至关重要，并有望推动自动驾驶汽车的开发，实际上它可能将成为自动驾驶汽车功能的重要组成部分。例如，5G的高速率可支持大量3D地图数据的上传和下载以及传感器数据上传，以支持实现汽车自主性AI。非常重要的一点是，当前正在制定的5G标准对超可靠和低时延通信（URLLC）和大规模机器类型通信（MMTC）已有充分考虑。²目前的3G和4G“移动网络”在发展之初更多考虑的是消费者语音和数据服务，机器对机器通信直到最近才获得较多关注。尽管这类通信对带宽要求不高，但相比迄今部署的其他大规模无线协议，5G仍能更好地满足其对时延和可靠性的要求——尤其当这些通信全面覆盖消费和商业领域并变得至关重要。5G低时延和高速率的特性使其成为“V2X”通信

² 国际电信联盟（2017年），《草案：关于IMT-2020无线电接口技术性能的最低要求》，<https://www.itu.int/md/R15-SG05-C-0040/en>。

的理想协议。“V2X”覆盖全面的通信功能，包括车对行人（V2P）、车对车（V2V）、车对网络（V2N）、车对公共交通和车对基础设施（V2I）等。

虽然目前已提出了专用短程通信（DSRC）标准以支持“智能交通系统”，但5G有望提供超越DSRC³的增强功能并为V2X的发展提供长期路线图。目前有大量趋势支持5G成为首选标准，其中包括5G部署带来的规模经济（指除智能交通系统外，5G还将成为其他各种解决方案的部署选择，同时相比现有协议它将在利用授权和非授权频段方面具有更大灵活性）。⁴

10. 5G有望支持V2X的发展，而V2X本身就将推动自动驾驶汽车革命带来的效益。例如在公路交通容量方面，一项研究表明自适应巡航控制（ACC）仅能带来非常有限的公路交通容量提升。利用支持车辆间通信的“协作式”自适应巡航控制（CACC），公路交通容量在CACC中度和高度普及的情况下将获得大幅提升。当CACC普及率达50%（即在车流中有50%车辆配备CACC），公路交通容量可平均提高22%。在CACC全面普及的情况下，交通容量的提升率预计在50%至80%之间。⁵5G可提供可靠的V2X功能，同时与替代方案（如DSRC）相比它具有更广泛应用因而带来相关成本效益，从而兼具通信能力和高普及水平并实现最大效益。
11. 在提升公路交通容量方面，V2X通信的其他效益包括：
 - “高密度汽车编队”——即在高速公路上建立由多辆汽车组成且密集的车“链”——要求低时延通信功能。这种汽车编队可提高公路流量，同时降低燃油消耗；
 - 协调车辆变道和交叉路口。这两类应用都需要大规模普及V2X技术。两类应用都有潜力疏导交通流量，同时减少碰撞事故。
12. 除容量和流量管理外，5G、V2V与V2X通信还将带来许多其他效益，包括：
 - 减少碰撞事故，因为V2V和V2X通信可提高车辆在地图和视距通信范围之外的传感能力。例如，高速率、低时延的通信可以促进汽车之间的视频信息共享，或行人智能手机与汽车的信息共享；
 - 自动停车——如果汽车“知道”停车场的位置，或者能够发现路边停车的替代方案，就可以加速交通流量并减少拥堵。此外，它能节省时间，减少停车带来的烦恼并节省空间：据估计，洛杉矶有14%的土地被用于停车。⁶

³ 参阅Jia, D., Lu, K., Wang, J., Zhang, X.,和 Shen, X.（2016年）“基于车队的车辆信息物理系统研究”，《IEEE Communications Surveys & Tutorials》，第18(1)期，第263-284页。研究发现，DSRC IEEE 802.11p标准的低包接收率和有限传输距离可导致连接间歇，难以将切换时延降至有效水平以支持协作式机动。一些意见认为，较之DSRC，4G LTE Release 14中的“蜂窝V2X”特性具有更佳的覆盖范围和可靠性。参阅5G汽车联盟（2016年）“针对安全和协作式驾驶的蜂窝V2X场景”，<http://www.5gaa.org/pdfs/5GAA-whitepaper-23-Nov-2016.pdf>。

⁴ Katsaros, K.和Dianati, M.（2017年）“5G车载网络架构概念”。《5G移动通信》，（第595-623页），Springer国际出版社。作者评述，“鉴于到2030-2050年，几乎所有汽车预计都将实现自动驾驶，显而易见，联网汽车和自主性的结合能够显著提升新一代自动交通运输系统的性能、安全和可靠性。5G通信是实现该功能的必要组件。”[脚注省略，增加重点]。

⁵ Shladover, S. Su, D.和Lu, X.（2012年）“协作式自适应巡航控制对高速公路交通流的影响”，第91届美国运输研究委员会年会议程。华盛顿哥伦比亚特区。参阅图1。

⁶ Chester, M., Fraser, A., Matute, J., Flower, C.和Pendyala, R.（2015年）。“停车基础设施：城市改造的制约还是机会？洛杉矶县停车供给与增长研究”，《美国规划协会会刊》第81(4)期，第268-286页。

- V2X将是实现Level5自动化重要源动力技术——例如，车辆传感能力的提升将成为决定何时以及是否实现全自动驾驶的重要因素。在实现全自动驾驶的情况下，通过在自动驾驶汽车内为乘客提供信息、娱乐和生产工具可创造附加价值。上述附加值的实现程度取决于连接质量。5G在其中也将发挥至关重要的作用。
13. 上述的成本节约或增益具有多大的社会效益？虽然难以区分自动驾驶汽车技术整体带来的收益与实现车辆间通信带来的收益（我们可以肯定地说，5G将是推动后者的重要源动力技术），然而我们还是提供以下说明性预测：
- 摩根士丹利（2013年）发现，自动驾驶汽车每年可为美国节省1.3万亿美元的经济成本，其中通过避免事故可节省0.5万亿美元、通过节约交通时间可节省0.5万亿美元、通过减少拥堵可节省0.14万亿美元，其余节约的成本则来自燃料节省。⁷
 - Diamandis（2014年）预计自动驾驶汽车能够节省工作通勤产生的27亿小时非有效工时，每年为美国节省4471亿美元（假定自动驾驶汽车普及率为90%）。⁸
 - Clements和Kockelman（2017年）预测自动驾驶汽车每年可为美国经济带来1.2万亿美元增益，人均增益达3814美元。报告发现，受影响最大的行业是汽车保险业，碰撞事故的减少将对汽车保险业产生负面影响。Albright与同事（2015年）⁹预测，到2040年保险业中与个人车辆损失相关的业务将缩减60%；基于上述数据，Clements和Kockelman（2017年）预测，汽车保险行业将因此每年损失1080亿美元收入，占其1800亿美元年收入的60%。报告预测，工作时间的增加将带来人均1404美元的生产力增益。研究发现，生产力的提升、通过减少碰撞事故和改善货物运输实现的成本节约以及土地开发行业的发展等都将对经济产生正面影响，其增益的大小将远远超过汽车保险业和汽车维修业所遭受的损失。¹⁰
 - Bose和Ioannou（2003年）预测，自动驾驶汽车将减少车辆高速行驶的频次，从而显著降低燃料消耗（28%），减少空气污染和二氧化碳排放量（近20%）。¹¹自动驾驶汽车预计也将显著影响温室气体排放——它能改善交通流量、减少损耗并降低燃料消耗。¹²但与非自动驾驶车辆相比，自动驾驶汽车用例的增多将导致车辆行驶里程的增加，因此上述效益可能会被抵消，或者可能出现弊大于利的情况。
14. 在下一章节，我们将讨论5G技术对商业的影响。首先我们将讨论5G对“生产”部门

⁷ 摩根士丹利（2013年）“自动驾驶汽车：自动驾驶汽车行业新范式”，
<https://orfe.princeton.edu/~alaink/SmartDrivingCars/PDFs/Nov2013MORGAN-STANLEY-BLUE-PAPER-AUTONOMOUS-CARS%EF%BC%9A-SELF-DRIVING-THE-NEW-AUTO-INDUSTRY-PARADIGM.pdf>

⁸ Diamandis, P.（2014年）“自动驾驶汽车即将到来”，《福布斯》杂志，
<http://www.forbes.com/sites/peterdiamandis/2014/10/13/self-driving-cars-are-coming>

⁹ Albright, J.等（2015年）“自动驾驶汽车时代的汽车保险业”，《毕马威白皮书》。

¹⁰ Clements, L.和Kockelman, K.（2017年）“自动化汽车的经济效应”，美国运输研究委员会年会，
http://www.cae.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/TRB17EconomicEffectsofAVs.pdf

¹¹ Bose, A.和Ioannou, P.（2003年）“手动和半自动汽车混合交通流分析”，《IEEE智能交通系统汇刊》第4期，第173-18页。

¹² 据美国环保署（《美国温室气体排放和吸收清单报告：1990-2015年》ES-11，
<https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2015>）称，2015年美国公路车辆排放14亿吨二氧化碳当量。我们假定每吨二氧化碳当量的社会成本计为42美元（以2015年美元计）（<https://www.epa.gov/climatechange/social-cost-carbon>）。根据Bose和Ioannou（2003年）在快速加速的情况下预测的20%二氧化碳减排量适用于更广范围，在其他条件不变的情况下每年将节省的社会成本可达117.6亿美元。

的影响——通常指汽车制造产业。讨论将聚焦于现有制造商和未来参与者所面临的一系列挑战和可能性。关键在于，5G作为全球标准将得到广泛部署。因此，其他各方（包括汽车制造商）可以围绕它所提供的平台开展创新。但是，5G在经济体中的广泛适用性意味着在某些领域——如软件和内容开发——专门开发汽车专用的独立协议是没有意义的。在5G所支持的V2X通信领域，其与车辆本身的高度集成很有必要，因而汽车制造商可能从中受益。在其他领域，汽车制造商作为平台所有者似乎不太可能从中获得经济“利益”。我们将在下文中进行更详细的解释。

3 5G作为一贯的业务颠覆者：影响生产部门

15. 自动驾驶和联网汽车的发展趋势将为现有的汽车制造业带来挑战。我们可以合理地认为，5G将是汽车连接性的基础和推动自动驾驶的重要源动力技术；在自主性和连接性的发展趋势下，5G将为汽车制造商带来挑战和机遇。以下两个范例可说明这点：(a) 尽管汽车自动化程度的提高和5G的出现将扩大车载娱乐与生产力工具市场，然而其中的受益者可能并非汽车制造商，内容和软件技术公司——就如在更广泛的经济当中——将从中受益；(b) 在发展V2V和V2I通信技术的过程中，5G技术将为汽车制造商提供机会支持其进行创新并把握重要价值。
16. 这类效应都与标准（如5G）本身的性质相关。标准能提供互操作性和兼容性所带来的关键经济效益。标准可支持互兼容产品实现互连，从而提升产品对消费者的价值，同时还可支持大规模用户网络的出现。这些大规模网络也可为基于标准的产品制造商增加价值，因为他们能够从开发和生产的规模经济中获得效益。创新者和开发者亦可受益于不确定性的减少——标准让创新者和开发人员对其投入充满信心，相信其产品将与其他通信产品兼容并可进入由标准带来的广阔市场。因此，标准可塑造一个与创新联合的平台。¹³
17. 在车载娱乐和生产力工具方面，5G标准将提供巨大市场并鼓励其他互补性领域中的创新。然而，汽车制造商难以借助其自主操作系统、内容和软件，与那些能够利用5G相关产品轻松进入汽车应用领域的公司展开竞争。应用于整个经济体——而非仅汽车产业——的标准化连接技术（这里指5G）可直接支持泛娱乐、应用程序和生产工具等更广阔经济领域中的主要企业形成规模和成本优势。用户则将要求车内外使用的智能手机与其他终端需具备兼容性和无缝连续性。
18. 同时，自动驾驶汽车的发展趋势还可提供其他可能性，而5G同样对它们产生影响。汽车制造商可能处于有利位置，能将现有的制造专长与人工智能领域的新发展相结合（至少在朝汽车应用发展的方向上）。我们可以合理地推断，与娱乐或工作生产力软件的发展相比，V2X通信的发展需要对通信技术和协议做更多面向汽车行业的专门适配。5G技术将为通信厂商间的互操作性和兼容性带来诸多效益，且5G的标准化也会带来规模效应或网络效应。在开发V2V和V2I通信技术的过程中，5G技术将降低实现重大创新的门槛并且增强这些创新的商业前景。在开发这些技术的过程中，现有制造商可能拥有优势，可在自动驾驶汽车通信所固有的更高附加价值中分一杯羹。

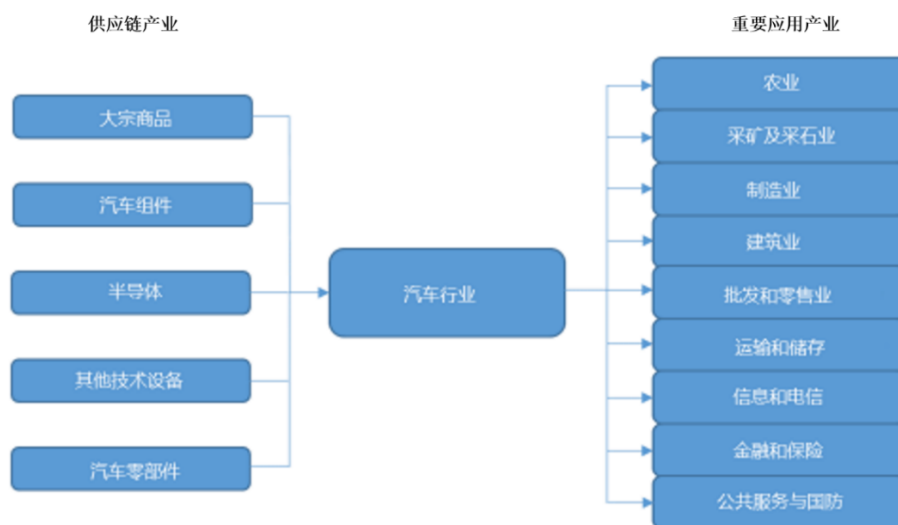
¹³ 可在Grindley, Peter《标准、战略和政策：场景和案例》，牛津：牛津大学出版社（1995年），第20-29页中查阅标准化经济效益

19. 更基本的问题是，自动驾驶汽车、联网汽车及其中的5G通信技术是否会对乘用车需求产生影响；或者是否至少会对乘用车的传统保有模式产生影响。出行即服务（MaaS）能为这个问题提供一些思路。基于当前技术的MaaS 试验（如在芬兰赫尔辛基）已可支持旅客更明确的出行需求，然后通过跨平台集成以实现成本最低、最便利的出行路线。例如，某人可在第一段行程乘坐地铁，然后无缝转到第二段行程即共乘服务，同时可提前完成两段服务的付费。如果旅客提早一站下车，相应的共乘服务可获得该消息，或旅客可迅速地调整第二段行程的方式，如改乘公交车。类似地，如果交通状况有变，旅客能够在路上重新制定行程计划，选择不在原定的地铁站下车并换乘其他交通工具。显然，5G所提供的低时延、超可靠蜂窝通信将加快此类服务的出现并增加其吸引力。
20. 5G平台通过此类服务产生的一个潜在影响是，旅客对可预计的预定出行模式的依赖性将有所降低。此外，通过增强“按需”（on demand）交通服务或车辆共享保有（shared ownership）服务的吸引力，乘用车的保有需求可能将会降低。或者说，汽车保有的思路可能会从认为车辆是一种基本的——至少是重要的——交通出行方式转变为一个越来越灵活和自由的选项。5G对车辆保有的影响取决于MaaS现象是聚集在那些已具备良好的汽车保有替代方案的地区（如欧洲各城市、纽约、东京），还是那些欠缺替代方案或替代方案不具性价比的地区（如亚洲和美国郊区）。有趣的是，即使是在汽车保有量巨大的美国，目前在18岁群体中拥有驾驶执照的人数比例要比20年前低得多，这表明年轻一代对汽车不太执着。这也表明他们可能会是乐于接受MaaS或类似服务的客户。
21. 5G对全新车辆保有或出行模式的影响也将影响那些“应用”部门，包括公共交通、出租车服务和物流行业。下文将深入讨论这些影响。

4 5G作为一贯的业务颠覆者：影响应用部门

22. 汽车产业规模和生产力水平的提升意味着汽车产业的上游供应链产业及其所支持的下游产业均可增加销售额并提高生产力。在后一类产业中，其日常业务需使用大量汽车设备。图1说明了与汽车行业相关的重要上游供应产业和“应用”产业。

图1：汽车产业的上游供应产业和应用产业



23. IHS Markit 在2017年1月一项针对5G经济影响的研究报告中指出，除带来上述社会效益外，5G支持的自动驾驶汽车将在工业和商业应用中具有显著效益。其中一项明显的效益是，更少的司机和更高效的行驶线路可降低营业支出。更低的损耗和更低的能耗可进一步节省开支。从增收角度，更高效的路线选择和更长的运营时间应当惠及批发零售、交通运输、物流和仓储等产业。与当前相比，超低时延、超可靠的通信也将增加无人监督的自动化设备的运营时间并降低成本，惠及农业、建筑业和采矿及采石业，甚至可为这些产业带来变革性影响。¹⁴
24. 在2017年1月的研究报告中，IHS Markit对他们称之为“5G支持的”全球销售活动进行了核算。这里指5G在多个产业中所创造的销售活动增量，同时把Pre 5G技术已支持的销售活动考虑在内。经历从21世纪20年代末到21世纪30年代初的过渡期后，IHS Markit预测到2035年，5G创造的全球销售额将达12.3万亿美元，相当于当年全球实际产出的4.6%。其中，5G将为制造业创造约3.4万亿美元产出。
25. 最近，IHS就5G为汽车产业及其“应用”部门创造的销售总额进行了评估。IHS认为，到2035年，5G将为汽车垂直行业（包含汽车行业本身及其供应商）带来4670亿美元销售额。在“应用”部门中，到2035年5G将创造1.437万亿美元销售额。如果把汽车产业的上游供应链产业包括在内，则5G将创造2.41万亿美元的总体销售额。简而言之，在2035年的12.3万亿美元销售额中，约19.6%与汽车产业相关。这样的高比例表明5G技术势必会对汽车行业产生影响，并突显出以汽车行业为例说明5G经济影响的合理性。

表1：2035年5G创造的销售总额

5G为汽车产业创造的销售总额（到2035年，单位：十亿美元）	
A. 在“应用”部门创造的销售总额	\$1,437
包括农业、采矿及采石、制造、建筑、批发和零售、运输和储存、信息和电信、金融和保险、公共服务与国防。	
B. 在汽车行业内创造的销售总额	\$467
在汽车行业总体销售额中的占比 范例包括汽车制造、销售和服务。	3.8%
C. 供应链创造的产出	\$506
一级供应商	150
延展供应链	355
D. 5G为汽车行业创造的总销售总额	\$2410
在5G创造的12.3万亿总销售额中的占比	19.6%

资料来源：IHS经济部/IHS技术部。

¹⁴ IHS经济部/IHS技术部，《5G经济：5G技术将如何影响全球经济》，2017年1月，附录A。为保准确，“主要用户产业”定义为在部署5G技术的过程中，受汽车行业变革影响最大的产业。

5 总结和政策启示

26. 前面几节讨论了5G技术在汽车产业中的应用所带来的可观社会和经济效益。以美国经济为例，5G的年度效益可高达数万亿美元，包括生产力的提高（如节省通勤时间，及在通勤时工作和处理消息）、环境质量的改善（本身具有经济价值）、交通事故的减少和死亡率的下降。除此之外，我们讨论了5G在汽车产业、关键应用产业和构成汽车供应链的上游产业中的销售效应——即5G创造的销售增益。当然，5G还将带来一些显著的变化，这些变化很可能会方便消费者并节省社会开支，但对具体各家公司的“损益”有难以预测的影响。例如，“出行即服务”（MaaS）的出现有望改变汽车个人保有和通勤的模式，并对现有的传统保有模式和交通服务供给产生影响。汽车作为越来越丰富的“联网”环境也将为企业带来机遇和挑战，但消费者和社会很有可能可以从中受益。
27. 是否可以制定一些建设性政策能够确保甚至加快实现这些效益？显然，公共政策绝对不能妨碍目前正在开展的基础性研发活动，上述研发活动可以加速构建5G所支持的超可靠、超低时延系统。经济学文献显示，关键创新的社会回报要高于私人回报——即社会从这些创新中获得的附加价值要远远超过创新者自身能够实现的价值。¹⁵创新的这一基本特征意味着在知识产权领域的政策介入必须格外小心，因为政策介入有可能会让创新者更为谨慎地评估其贡献和价值获得认可的能力，因而影响那些具社会价值的创新的实现。由于大部分技术必须通过许可授权活动以实现对标准和其他方面的影响，因此授权方必须获得公平回报，否则他们会悄然停止研发活动，并对下游技术实现方造成损失。
28. 在更具体的层面，一些可能促成上述效益的政策措施提案包括：（a）要求或鼓励光纤和电缆共建成为道路维护工作的一部分——这将加速基于蜂窝移动连接的智能交通系统的出现；（b）要求用于认证的车辆配备V2X设备；（c）配备面向自动驾驶汽车的车道和停车场，如为支持V2I和V2V通信并可形成“汽车编队”的车辆配备专门车道；（d）提高无线终端呼叫和数据传输的定位精度要求，以及（e）提高自动驾驶汽车的时速上限。
29. 最后，频谱监管政策也将发挥重要作用。目前，全球正在考虑将5.9GHz频段用于智能交通服务（ITS）、安全应用以及上述V2X通信。譬如在欧洲，3.5GHz频谱可帮助加强在5.9GHz频段开展的V2X运行，支持基于网络的高速率5G汽车用例，从而支持更广泛的工业和消费导向应用。鉴于部分汽车应用的“关键业务型”特性，及时释放充足的ITS专用频谱显然十分重要，尤其考虑到未来联网汽车和自动驾驶汽车的发展。通过移动运营商的5G部署重新利用ITS基础设施亦将是加速实现上述效益的重要政策措施，各方可以通力合作，克服此类部署及其商业场景中的任何障碍。¹⁶

¹⁵ 该经济学文献回溯到数十年前。本领域的两项开创性研究：Griliches, Z. (1957), “杂交玉米：探究技术变化经济性”，《计量经济学》，第25卷，第4期，第501-522页；Mansfield, E., J.Rapaport, A. Romeo, S. Wagner和G. Beardsley (1977年), “产业创新的社会和私人回报率”，《经济学季刊》，第91卷，第2期，第221-40页。

¹⁶ 可在Analysys Mason为Qualcomm编制的白皮书《促进欧洲5G和物联网投资的监管选项》（2016年）中查阅部分频谱相关政策及其他政策的考量摘要。