

5G 新技术丛书



5G 与车联网

—— 基于移动通信的车联网技术与智能网联汽车

◎ 李 俨 等著



5G真的能实现自动驾驶吗？
移动通信究竟与车联网是什么关系？

这是一本为你全面揭示车联网移动通信技术的专业书籍。



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

5G 新技术丛书

5G 与车联网

——基于移动通信的车联网技术与智能网联汽车

李 俨
曹一卿 陈书平
杜志敏 邱 虹
高 路 韩 斌

著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容简介

本书介绍了车联网技术的背景、现状、演进和架构，重点对基于 5G 移动通信的关键技术进行了详细的分析和介绍，包括 eCall（紧急呼叫）和下一代（Next Generation）eCall、DSRC（专用短程通信）和 C-V2X（蜂窝车联网），以及支持车联网通信的高层消息等。本书还介绍了车联网安全、频谱需求及划分、测试和产业推动等重要问题。

本书不仅适合移动通信、车联网和智能网联汽车领域的专业技术人员阅读和参考，还适合高等院校通信、信号处理等专业的师生阅读和参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

5G 与车联网：基于移动通信的车联网技术与智能网联汽车/李俨等著. —北京：电子工业出版社，2019.2

（5G 新技术丛书）

ISBN 978-7-121-35690-2

I. ①5… II. ①李… III. ①互联网络—应用—汽车—安全技术 ②智能技术—应用—汽车—安全技术 IV. ①U469-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 280902 号

策划编辑：李树林

责任编辑：李树林

印刷：三河市双峰印刷装订有限公司

装订：三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开本：720×1 000 1/16 印张：12.5 字数：210 千字

版次：2019 年 2 月第 1 版

印次：2019 年 5 月第 3 次印刷

定价：56.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询和投稿联系方式：（010）88254463，lisl@phei.com.cn。

前言

2015年,《麻省理工科技评论》将“Vehicle to Vehicle Communication”评为年度10大突破技术之一。该评论认为“V2V技术比无人驾驶汽车更容易实现,后者更容易受到恶劣天气、意外障碍、环境和复杂的城市路况影响。而简单的汽车间无线网络很可能提供更加高效的公路安全。”美国每年发生超过500万起交通事故,其中超过3万起是致命事故。美国高速公路管理局(NHTSA)通过在密歇根安娜堡的实验,认为V2V技术可以将美国每年的交通事故减少50万起,并避免超过1000起死亡事故。

本书作者并不认为基于通信的V2V/V2X技术将完全取代目前汽车中已经大量装备的各种传感器、毫米波和激光雷达,而是提供一种“超视距”的感知方式,以帮助进一步提高自动驾驶等级和改善智能交通体验。

本书首先从车联网技术的架构和标准体系的角度力求给读者一个全貌,帮助读者更好地理解车联网系统的设计思想。

在以通信为手段的车联网技术中,本书着重介绍了通信对于安全和驾驶体验提升的三个系统——eCall(紧急呼叫)和下一代(Next Generation)eCall、DSRC(专用短程通信)和C-V2X(蜂窝车联网)。在这三个系统中,eCall主要提供事故后的紧急呼叫,以帮助救助更多的生命;DSRC用于改善汽车驾驶的主动安全体验;C-V2X除提升

主动安全体验外，还通过 5G V2X 提供部分自动驾驶功能。DSRC 和 C-V2X 都是 IP 层以下的传输技术，而应用层等高层消息是由各个地区的标准组织定义的，比较有名的包括国际自动机工程师学会（SAE International）定义的 BSM 消息和欧洲 ITS-G5 定义的 CAM/DENM 消息。本书在第 7 章中介绍了这些消息。同时，对于车联网安全这一热点话题，在本书第 8 章中也给予了介绍。

此外，本书还介绍了车联网产业化的三个重点问题：频谱需求及划分、测试和产业推动。在本书即将付梓之时，我们很欣喜地看到我国已经正式发布车联网频谱划分管理规定。2018 年 11 月，通信模组、通信终端和整车企业在上海进行了全球首个“跨通信模组、跨终端、跨整车”的互联互通演示。“三跨”演示标志着各个产业环节已经被打通，C-V2X 产品进一步走向了商用。

囿于作者学识，本书有诸多不足之处，还请各位热心读者指正。

谢谢！

著者

2019 年 1 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 车联网技术的背景、发展和各国/地区的现状 / 1

- 1.1 车联网技术的背景和发展 / 1
 - 1.1.1 车联网技术的背景 / 1
 - 1.1.2 车联网的商业模式及发展 / 11
- 1.2 欧美地区现状、法规介绍 / 12
 - 1.2.1 美国 / 12
 - 1.2.2 欧洲 / 13
- 1.3 车联网、智能交通与智能网联汽车 / 17
 - 1.3.1 智能网联汽车 / 17
 - 1.3.2 智能交通 / 19
- 参考文献 / 21

第 2 章 通信技术 (3G/4G) 演进对车联网的影响 / 23

第 3 章 车联网技术架构 / 27

- 3.1 车联网架构 / 27
- 3.2 车联网标准体系 / 28
 - 3.2.1 美国 / 29
 - 3.2.2 欧洲 / 32
 - 3.2.3 ISO / 33
 - 3.2.4 中国 / 36
 - 3.2.5 车联网无线接入技术标准体系 / 45
- 参考文献 / 46

第 4 章 eCall/NG-eCall / 47

- 4.1 车辆紧急呼叫的关键要求 / 47
- 4.2 In-band Modem eCall 方案 / 48

- 4.3 NG-eCall 方案 / 51
- 4.4 其他方案 / 54
- 4.5 三种方案的比较 / 55
- 4.6 车载紧急呼叫和救援业务的商业模式 / 56
- 参考文献 / 57

第 5 章 车联网专用短程通信技术 / 59

- 5.1 专用短程通信 / 59
- 5.2 WAVE 协议体系 / 60
- 5.3 WAVE 的物理层 / 61
- 5.4 WAVE MAC 层 / 63
 - 5.4.1 Out of BSS 模式 / 64
 - 5.4.2 增强分布式信道接入 (EDCA) / 64
 - 5.4.3 WAVE 多信道操作 / 67
- 5.5 WAVE 逻辑链路层 / 68
- 5.6 WAVE 短消息协议 / 69
- 5.7 欧洲智能交通接入技术 ITS-G5 / 70
- 5.8 中国 ETC 专用短程通信 / 71
- 参考文献 / 73

第 6 章 Cellular V2X 技术 / 75

- 6.1 LTE-V2X / 75
 - 6.1.1 需求与应用场景 / 75
 - 6.1.2 LTE V2X 工作场景和工作模式 / 76
 - 6.1.3 物理层技术 / 80
 - 6.1.4 资源分配方式 / 85
- 6.2 5G V2X / 89
 - 6.2.1 eV2X 需求与应用场景 / 89
 - 6.2.2 研究计划 / 90
- 6.3 DSRC 与 C-V2X 技术比较 / 91
- 参考文献 / 95

第 7 章 V2X 高层协议 / 96

- 7.1 美国 SAE J2735 消息字典 / 96

7.2	ETSI CAM/DENM / 99
7.2.1	CAM / 99
7.2.2	DENM / 101
7.3	中国汽车工程学会 (SAE-China) 应用层及数据交互 / 104
7.4	三种消息的比较 / 106
	参考文献 / 106
第 8 章	车联网安全 / 108
8.1	车联网通信安全 / 109
8.1.1	V2X 通信安全 / 110
8.1.2	车内网通信安全 / 116
8.1.3	车网/车云通信安全 / 116
8.2	网联汽车安全 / 117
8.3	车联网信息服务平台安全 / 118
8.4	车联网数据安全和个人隐私保护 / 119
	参考文献 / 120
第 9 章	中国的车联网频谱研究 / 122
9.1	国际 ITS 频谱和法规现状 / 123
9.1.1	美国 / 123
9.1.2	欧洲 / 124
9.1.3	日本 / 126
9.1.4	新加坡 / 126
9.1.5	其他国家 / 128
9.1.6	结论和建议 / 128
9.2	国内频谱分配 / 129
9.3	5.9 GHz C-V2X 和其他系统共存研究 / 130
9.3.1	C-V2X 对固定卫星业务 (地对空) 干扰分析 / 132
9.3.2	C-V2X 和 RLAN 业务共存研究 / 135
9.4	C-V2X 频谱需求研究 / 140
9.4.1	关键参数和假设 / 141
9.4.2	频谱需求评估方法 / 146
9.4.3	研究结果示例 / 148

9.4.4 自动驾驶场景下的频谱需求研究 /150

参考文献 /154

第 10 章 智能网联汽车的场景及测试 /155

10.1 应用示例 /157

10.2 网联能力评测及认证 /159

10.2.1 国际网联连接能力认证 /159

10.2.2 评测方法论 /165

参考文献 /174

第 11 章 C-V2X 的产业推动 /176

11.1 5GAA /176

11.2 中国示范项目 /179

11.2.1 浙江 /179

11.2.2 上海 /179

11.2.3 重庆 /182

11.2.4 北京/河北 /185

11.2.5 吉林 /186

11.2.6 武汉 /187

第 12 章 未来与展望 /188

缩略语 /191

第 1 章 车联网技术的背景、发展和各国/地区的现状

从全球范围来看，基于通信的车联网技术始于 20 世纪末的美国，欧洲、日本在 21 世纪初也开始了相应的研究。本章首先介绍美国和欧洲的车联网技术、法规情况，随后介绍车联网、智能交通与智能网联汽车之间的关系和各自的应用范畴，以便在后面的章节中进行深入讲述。

1.1 车联网技术的背景和发展

1.1.1 车联网技术的背景

“汽车”和“无线电通信”是在一百多年前先后诞生的，这两个事物涉及的技术有很多共性。在 19 世纪末期大家都在思考一个共同的问题，就是怎么把人从地域上的束缚解放出来：一方面，实现物理本体的转移，即通过汽车等工具把我们快速地从 A 地送到 B 地；另一方面，在物理上人不移动的情况下我们怎么把信息传输出去，即远端的通信。今天回过头看，在最初期时，英文里面的交通和通信是一个词，即“communication”，意思就是远距离沟通。从 20 世纪 90 年代开始，汽车和通信走到了一起，汽车里

陆续装备了基于 2G、3G 和 4G 的移动通信设备。有了这些设备，我们逐渐实现了基于通信能力的导航和信息预告等业务。在具备了 2G 蜂窝通信能力之后，智能交通在解决交通安全方面做了一个很有意思的事情，就是“紧急呼叫”（emergency Call，eCall，也常常叫作“紧急救援”）。eCall 使用移动电话和卫星定位功能，在发生交通事故后，与最近的救援中心的统一号码（如中国的 122、欧盟的 112）建立电话连接，除语音连接之外，车载 eCall 系统还上报传输有关事故地点、事故类型和车辆的信息。

近年来，移动通信完成从第二代移动通信技术（2G）到第三代移动通信技术（3G），以及第三代移动通信技术（3G）到第四代移动通信技术（4G）的过渡，今天汽车上也开始陆续安装 4G 模块。现在我们已在预测：对于未来汽车下一步还将进行怎样的发展，还能在哪些方面更进一步地改进和提高。目前，我们清楚地看到，汽车正在不断向智能驾驶的方向发展，当前正处在过渡过程中的网联阶段，这个阶段核心的特征出现了基于通信的 V2V（Vehicle to Vehicle，车到车）和 V2I（Vehicle to Infrastructure，车到基础设施）、V2P（Vehicle to Pedestrian，车到人）通信技术，将车和车之间、车和周围的万物之间连接起来。汽车获得了互相连接的能力，也就具备了智能特性，并通过智能衍生出一些服务。未来，5G 将为 V2X（Vehicle to X，车到其他）提供更高的通信能力和安全性，推动汽车技术进一步发展，并让汽车具有非常高的智能，甚至实现自动驾驶。未来一个时期，汽车和通信的结合会将经历从信息化到网联化，再到智能化、云端化的三个阶段，汽车将会变得更加智能化和云端化。

本书在应用方面重点关注信息化的 eCall 和网联化的 V2V 两个方面。在介绍网联汽车的时候，首先回顾一下什么是网联汽车。关于网联汽车，从名称来说就有多种，除“网联汽车”这个名称外，有人说应叫作“智能网联汽车”，有人说应叫作“车联网”，还有人说更大的范畴应称为“智能交通系统”。不同行业、领域的人站的立场和角度不一样，就有了不同的看法和认识。对于交通行业的人，他们看问题的时候是整个交通系统，包括路和路边的基础

设施，以及车和车、路的有机协同，这个系统用来完成运输服务，因此，应叫作“智能交通系统”。对于通信行业的人，他们从网络的角度出发，用网络把大家连接起来，于是就有了“车联网”的概念。车联网的概念里面主要体现的是连接性，不仅包括车与车之间的直接连接，还包括通过运营商网络连接。通信行业在谈车联网的时候，可能过多地强调了网络，却忽略了对应用的定义。智能交通系统和车联网这两者之间的交集是智能网联汽车，车联网是车和车之间的互联，以及车和具有通信能力的个人之间的互联，而在智能交通系统中，智能网联汽车是一个很重要的组成部分，是一个承载方。2015年9月29日的国务院常务会议决定，将“开展智能网联汽车示范试点”，因此，在我们国家讨论的“网联汽车”更多的是“智能网联汽车”。这个概念更多的是从制造的角度出发的，比如汽车行业的主机厂商、部件厂商大多是从这个角度来看的。囿于作者的知识背景，本书将从车联网的视角来分析相关的技术、标准、方案和相关的频谱需求。

前面介绍了智能网联汽车在交通系统的概念。另外一个概念，我们要澄清一下什么是自动驾驶。很多人说智能网联汽车就是自动驾驶，实际上不是，网联汽车是为自动驾驶服务的。汽车行业常常引用国际自动机工程师协会定义的五级自动驾驶概念，零级属于无自动驾驶，也就是没有任何自动辅助驾驶技术的汽车，一百多年前的汽车就是这样。一级自动驾驶属于驾驶辅助系统，能持续提供转向或加速和制动控制，但只在限制条件和特定情况下提供，现在的汽车大部分都能达到一级自动驾驶水平。二级自动驾驶属于半自动驾驶，也是辅助驾驶系统，但既能提供转向，也能提供加速和制动控制，同样是在限制条件下提供。三级自动驾驶属于有条件的自动驾驶，比如现在的新款特斯拉汽车、奥迪 A8L 等，有很多智能特性，人不参与的时候也可以行驶，但是三级自动驾驶的一个很重要的特点是：责任方始终是人，人必须始终出现在现场，并时刻准备接管，即一旦有事情发生而汽车处理不了时就需要人立即接管。四级和五级自动驾驶就相对智能化了。四级自动驾驶属于高度自动驾驶，汽车基本上在做所有的事情，除了某些特殊情况，一般无须人类干预，但是必须要有驾驶人员在场。五级自动驾驶可以说属于完全自动驾驶，

完全不需要驾驶人员了。

目前，汽车处于从二级自动驾驶到三级自动驾驶的过渡期，传统的汽车行业引进了车联网技术，增加了先进的驾驶员辅助系统。一方面，当汽车处于二级自动驾驶阶段时，决策主体和责任都是人，人要负责对路面的所有情况进行观察并负责决策，决定加速还是减速，刹车还是变道等。围绕人这个主体，通过车联网技术，给人提供更多的信息，帮助人决策，提高行驶的安全性和效率，比如，前方有拥堵可以提前变道绕行。另一方面，现在很多互联网的公司（如谷歌、Uber、百度等）正在研究自动驾驶，他们直接跨越中间的二、三自动驾驶阶段，进入四、五自动驾驶阶段。此时，他们更多是从智能化的角度来解决效率和安全性问题。智能化包括几个重要环节：感知、决策和执行，各个环节之间必须彼此贯通。互联网公司认为他们研究的自动驾驶汽车的感知能力已经很强，包括车里面自身的感知和通信能力协作式的感知，因而他们直接跳到决策环节讨论自动驾驶的决策问题。但是我们认为，要想真正进入自动驾驶阶段，一定要有网联阶段，因为网联要在除车自身的声光电传感器（如激光雷达、毫米波雷达、超声波和摄像头等）之外，通过互联网的方式和网联汽车的方式为决策提供一些额外的信息，帮助汽车进行决策。实际上，也只有掌握各方面的信息之后才能更智能地、更有效地做出决策。这也是汽车行业的一个基本的看法。

了解基本概念之后，首先来看看紧急救援（eCall）。紧急救援是汽车和通信相结合之后最有特色的一个项目。从国家交通运输部网站和国家卫生健康委员会网站上获得的数据可知，近年来，我国每年发生的涉及人员伤亡的交通事故有二十万余起，造成死亡的人数基本上维持在 6 万以上。总体看，这几年尽管车辆的保有量不断增长，但随着驾驶员素质的不断提高，交通设施的不断改善，总体来讲我国交通事故的绝对数量稳中有降，但是每起事故的死亡率，过去几年中并没有发生太大的变化，从官方数据来看还是每三起伤亡事故中有一个人死亡。另外，所有由交通事故造成死亡的人员，绝大部分（90%以上）是在到达医院之前就失去了生命，但是，被顺利送达医院的伤员

成功救助的概率非常高。同时发现：现在的救援手段非常低效，近几年的改进也非常小。最重要的是，在事故发生之后没有及时地把事故信息传送到救援中心，也没有办法有效地派出消防、医疗、公安人员进行救治，造成很多生命消逝在事故现场。怎么解决这个问题呢？现在，一部分汽车的内后视镜上有一个红色的按钮——SOS，这是一个手工的报警机制。在欧洲已经开始实施一些自动的报警机制，目的是在车辆发生事故的时候，以分钟为单位，尽快地自动完成报警，告诉救援人员需要救援人员所在的地理位置，事故的严重程度，以便尽早组织救援。数据告诉我们，只要能够尽快报警，并让救援人员尽快到达现场，绝大部分受伤人员的生命就可以挽回。紧急救援最早在欧洲提出：2005年，在汽车有了通信能力之后，欧洲人第一个想到的就是怎么降低交通事故的伤亡率，他们研究了如何解决车辆事故的紧急报警问题，并在2008年制定了欧洲标准。这个标准只是第一步，随后进行了多轮测试。2011—2013年，经过大量测试之后确定了这个技术的可用性；2015年，欧盟正式以法律的形式规定：从2018年3月31日开始，欧洲所有的车辆都必须安装紧急自动报警装置，即eCall。实际上，俄罗斯早在2015年就开始强制推行紧急救援设备的安装了。

在欧洲推进的同时，国内的一些机构也认识到这个问题。2012年，中国车载信息产业联盟（TIAA）成立，联盟成立之初很重要的题目就是解决紧急救援问题。2014年，大家对在中国国内的紧急救援的系统结构达成共识，并且做了一些实验加以验证，然后基于这些结果推进标准化。近期，希望能把这些标准落实并进入立项阶段，随后可以根据标准进行研究开发，从而推动产业发展。

那么，什么是欧洲地区的eCall？首先，看看现在的方式。在中国，当发生交通事故之后，一般需要拨打电话给122进行交通事故报警，如果有人员受伤就要拨打120呼叫医疗救护人员进行急救，如果车辆变形严重或者发生了火灾，还需要拨打119把消防人员叫来灭火和破拆。此时，人正处在危急混乱当中，拨打这么多电话，往往会遗失掉很多信息。常常有人在发生事故的

时候，救援人员会问他在什么地方，但是他根本说不清楚，这就导致救援人员不能快速到达现场。怎么解决这个问题呢？欧盟委员会的想法就是在车里安装传感器来判断事故的发生，比如，当气囊爆裂时，车机（安装在汽车里面的车载信息娱乐产品的简称）自动拨打欧洲统一的紧急救援电话 112，自动把当前的车辆牌号、地理位置、车里的乘客情况、车的前进方向等信息报告给救援中心，即救援中心在接听语音电话之前就已经收到了需待救援的车辆的基本信息。在数据传送之后进行语音通话时，救援人员可以跟车里的乘客或者司机进行沟通，进一步了解事故的情况，然后根据这些信息进行判断并在第一时间制订救援方案，同时组织救援。欧洲地区的 eCall 采用的技术手段是基于在一个语音通路中传送数据。

首先，目前所有移动运营商都在向全 IP 过渡，主流运营商已经部署或正在计划部署长期演进语音承载（Voice over Long-Term Evolution, VoLTE）语音服务。考虑到 VoLTE 部署后 2G 网络会陆续退网，紧急救援也需要向 LTE 和全 IP 化过渡，未来会采用基于 IMS 的下一代紧急呼叫技术，不仅可以传送基本救援信息，甚至可以传送事故现场的照片或者进行视频辅助救援。

其次，需要谈谈紧急救援服务的商业模式。整个欧洲紧急救援服务体系的建设，是由欧盟委员会强制各个国家的政府建立紧急救援呼叫中心来完成的，实行电话统一接听，并由他们负责接警和统一服务。2018 年，欧盟委员会积极推进 eCall 的落实。那么，紧急救援模式在中国怎么推进呢？欧洲经验是可以借鉴的。一方面，需要建立紧急救援的国家标准，并且积极推动政府出台法规，强制车辆安装紧急救援设备，要真正实施并完成可能需要比较长的时间。另一方面，可能还需要一些 PPP 的模式，引入民间资本来帮助政府建立公共服务。借鉴欧洲 eCall 的架构，在此基础上进行适当的调整和改进，使之更适合中国模式。可以把救援和通信部分拆分，把通信部分交给汽车主机厂商及其合作的信息服务商，由其负责给车辆提供 eCall 设备和通信能力，并且开通呼叫中心来接受报警。接警中心（TSP）接警之后了解事故信息，但是他们没有很好的调度派遣能力，那么他们把收集到的信息传给一个业务代

理。在中国，这个业务代理可能是一个商业机构，它有能力跟所有的紧急救援机构对接，包括公安、消防、医疗，完成救援派遣。这两者各自都可以形成一些商业机构，独立运行。在这个模式做好之后，国内现在开始陆陆续续有企业提供这样的服务。比如，上海博泰悦臻网络技术服务股份有限公司等国内的 TSP 已经采用这种架构，跟远盟康健科技有限公司等救援派遣服务商对接，由后者组织救援。

这种紧急救援服务关注在事故发生之后，怎么通过通信的手段进行救援，降低伤亡率。

紧急救援，是在事故发生之后提供救援，有没有手段降低事故发生的概率，让交通出行变得更加可靠和安全呢？在这种需求下，可以在 4G 移动通信网络的基础上，结合车联网技术，解决、改善车车、车路、车人的通信，以此降低交通事故发生率。

今天，几乎人人都在使用 4G 手机，现在已开始把具有 3G、4G 能力的终端安装到汽车上，预计 2021 年全球 60% 的车辆都会有 4G 通信能力。基于这样的想法，可以利用这些技术来改善交通状况。

对未来汽车的理解，通信行业和汽车行业的认识目前是比较一致的。未来汽车首先是永远连接的，是一种基于连接的体系；在连接之后，汽车行业和互联网公司一起努力让汽车不断地增强自动化的能力。同时，未来汽车会非常的智能，通过网联汽车获取大量的数据，并对数据进行实时处理。汽车具有了数据处理的能力，结合连接性、自动化能力之后，整个社会的经济和生活都将发生巨大的改变，未来的交通会非常安全。美国前总统奥巴马和他的团队在推动 V2V 技术的时候曾经说，希望通过 V2V 技术把美国非酒精类事故率降低 85%，甚至把伤亡率降低到零。未来车辆出行更加环保，交通效率更高，汽车会非常智能地找到最佳的路线行驶，减少碳排放，同时通行时间变得更加可测。提高交通效率是今天面临的重要问题，比如在北京，从一个地点到另一个地点，在深夜交通状况良好的时候，可能只要 15 分钟就可以到达，但是在白天可能需要 90 分钟甚至更长才能到达。很显然，在白天

的交通通勤时间是不可预测的。当汽车有了网联能力之后，这些问题将会大幅改善。

未来车的趋势体现在两个方面：一方面，连接性不断增强，除了从 3G 到 4G 的演进，将来还有 5G，车里面提供强大的 Wi-Fi、广播能力；另一方面，车里面的车载系统的功能会非常强大，会有更加强大的计算能力引入到车里面，给车提供基于计算机的识别能力、虚拟现实能力、增强现实能力，给车和驾驶者提供更多的信息。这两个方面结合在一起，能够给车提供自动驾驶能力，给驾驶人员提供更多信息的能力。

从远景的展望当中可以看到，车联网充当着一个非常重要的角色。在通信行业里，把车联网叫作 V2X，这里的 V 就是汽车，X 就是指将来与车连接的一切事物。未来汽车，不仅车和车之间会互相通信，而且车还可能跟周边万物进行沟通，比如：车和车彼此之间沟通，“你要当心，我要刹车了，你要小心不要撞上我”，同时车跟行人沟通，行人说“我要过马路了，车要当心”；车会跟路进行沟通，路会告诉它前方有一个红灯，这个红灯可能五秒钟会变绿，所以你不用开那么快，你到路口才可能绿灯通过。因此，通过这种方式能够提高交通的安全性。

从汽车行业看连接性，最重要的就是先进驾驶员辅助系统（Advanced Driver Assistance Systems, ADAS）。今天的汽车行业围绕汽车自身的感知能力做了很多工作。采用了激光雷达、毫米波雷达和各种超声波传感器，还有基于摄像头的主动识别技术。装备了这些设备的汽车能感知很多信息，但是这些感知结果有一个共同的局限，即它们都是在视觉范围内的。换言之，装备这些设备的汽车可以看到车周边的十几米范围内的情况，但是，如果右边出现一个大卡车，就会把整个右侧的方向阻挡掉，上述的感知设备无法看到被阻挡的物体。在通信能力引入之后，汽车的感知能力会得到极大扩展，在几百米的通信范围内，即便被卡车或建筑遮挡，装备了 V2X 模块的车辆依然可以互相通信。可以说，V2X 解决了视线被遮挡的难题，为车辆提供了较远距离获取信息的能力。