



智能网联汽车(山东)协同创新研究院
Shandong ICV Co-Innovation Institute

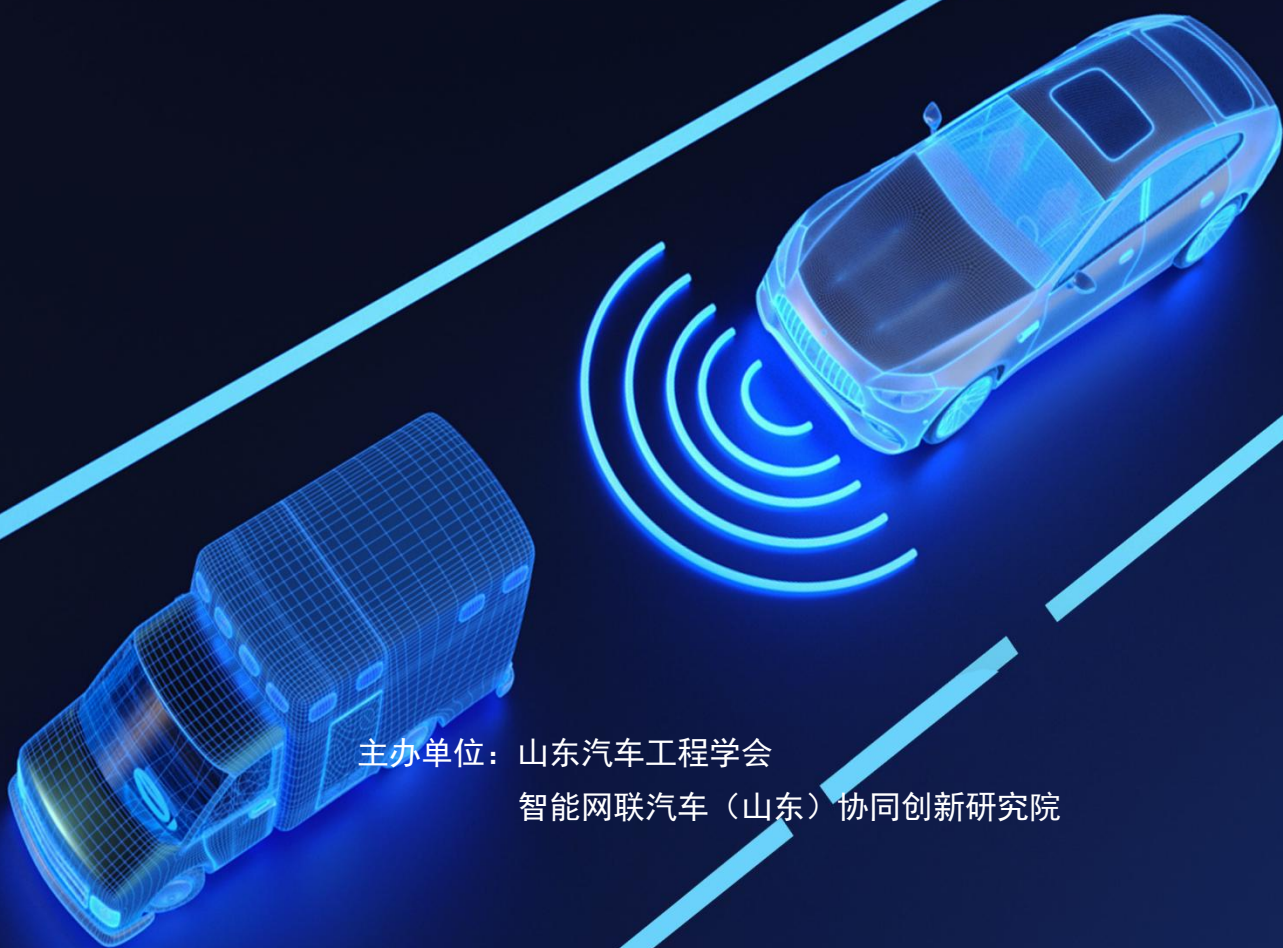
内部刊物
免费交流

智能网联汽车动态要情

双月刊

2022年8-9月

第3期



主办单位：山东汽车工程学会

智能网联汽车(山东)协同创新研究院

目录

(一) 国际资讯.....	5
1. 美国众议院议员寻求推动自动驾驶立法进程.....	6
2. 拜登正式签署《芯片和科学法案》.....	6
3. 美国电动车新政落地.....	6
4. 5GAA 发布《自动代客泊车报告:技术评估和用例实现描述》....	7
5. 自动驾驶技术公司 Aurora 考虑出售给苹果或微软.....	7
6. 福特新专利: 车辆使用仿真系统.....	8
7. Waymo 设计一系列新功能更方便残障人士乘坐自动驾驶车.....	8
8. Zoox 申请测试自动驾驶出租车.....	9
9. 英国制定 2025 年自动驾驶汽车发展计划.....	10
10. 大陆集团寻求与亚太地区初创企业联盟.....	11
11. 剑桥大学通过机器学习算法预测 EV 电池状态.....	11
12. 麦格纳在密歇根测试自动驾驶送货机器人.....	12
13. 普利司通与微软合作, 加速高级轮胎分析集成.....	12
14. 2025 年斯巴鲁将推出下一代 EyeSight 驾驶辅助系统.....	13
15. 本田和索尼正式签署 EV 合资协议, 各持股 50%.....	13
16. 雅马哈汽车追投自动驾驶技术公司 Tier IV.....	14



17. 韩国将启动自动驾驶出租车收费载客服务	15
18. 韩国将推动自动驾驶相关新技术标准国际化.....	15
19. 现代汽车与韩国电信共同开发适合无人驾驶的 6G 技术	15
20. VESTellaLab 推出自动驾驶汽车室内停车导航系统.....	16

(二) 国内动态

1. 我国 L2 级辅助驾驶乘用车渗透率提升至 30%.....	18
2. 交通运输部：鼓励部分场景使用自动驾驶汽车从事经营活动... ..	18
3. 科技部等六部门：着力打造人工智能重大场景	18
4. 科技部：支持建设自动驾驶等示范应用场景.....	19
5. 我国拟于 2035 年前建立载人无人驾驶航空交通运输系统.....	19
6. 我国 10 余城允许自动驾驶商业化试运营	19
7. 交通运输部：扩大新能源智能网联汽车应用.....	20
8. 工信部：将适时开展智能网联汽车准入试点.....	20
9. 市场监管总局：将大力推动沙盒监管制度试点	21
10. 成都高新区打造无人驾驶示范场景.....	21
11. 江西发出首张自动驾驶路测牌照	21
12. 重庆、武汉发放自动驾驶全无人商业运营牌照	21
13. 海南公布第二批智能汽车开放测试和示范应用路段.....	22



14. 重庆政府携手斑马智行，打造智能网联汽车“重庆样板”	22
15. 埃安要花 109 亿做电池公司，公开挂牌实施 A 轮引战	22
16. 江苏无锡出台首部车联网地方性法规	23
17. 国内首条中心城区自动驾驶开放测试道路在上海浦东启用	23
18. 广州全无人驾驶环卫车“上岗”每天不间断“扫街”19 小时	24
19. 上海正推动自动驾驶相关法律法规的建设和完善	24
20. 小米首款车型确认搭载激光雷达，售价或超 30 万	24
21. 海信与蔚来展开全面战略合作	25

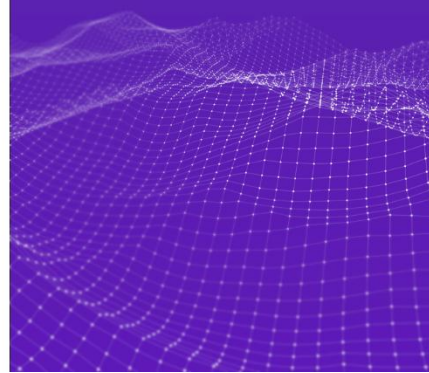
(三) 学术前沿

1. 李克强院士：智能网联汽车发展态势及创新实践	27
2. 曲小波院士：从智能网联车辆到智慧城市出行	33
3. 新型整车控制器关键技术分析	37
4. 虚拟化：提升座舱算力效率	47
5. 一文带你全面了解，自动驾驶数据闭环之大数据管理	60
6. 自动驾驶在干线物流的商业化进展综述	73

(四) 书目推荐

1. 《汽车自动驾驶》	96
2. 《先进车辆系统动力学与控制》	99

国际资讯



1. 美国众议院议员寻求推动自动驾驶立法进程

8月9日，据外媒报道，美国众议院的两名议员正在发起一项两党联合行动，促进自动驾驶汽车的立法工作。他们将组建两党国会自动驾驶汽车核心小组，帮助向其他立法者宣传自动驾驶的重要性，努力恢复立法。（来源：TechWeb）

2. 拜登正式签署《芯片和科学法案》

8月9日，美国总统拜登签署总额高达2800亿美元的《芯片和科学法案》，对美本土芯片产业提供巨额补贴。具体措施包括为投资半导体制造提供税收抵免，要求任何接受美国政府资金的芯片企业必须在美国本土研发和制造。法案规定，假如在美建厂的半导体公司也在中国或其他潜在“不友好国家”建设或扩建先进的半导体制造工厂，那么该公司将不会获得该法案的补贴。（来源：中国新闻网）

3. 美国电动车新政落地

当地时间8月16日，备受关注的美国《2022年通胀削减法案》正式由总统拜登签字生效，涵盖医疗、气候和税改等多个领域，将于2023年1月1日开始实施。

根据拜登16日签署的《通胀削减法案》（Inflation Reduction Act），2022年大约有20款电动汽车可享受最高7500美元的税收抵免。据悉，《通胀削减法案》将投入3690亿美元用于能源安全和气候投资，将重点覆盖电动汽车等清洁能源制造业，涉及太阳能、风力发电、电动汽车等多个产业。具体到电动汽车领域，不仅为购买电动汽车新车的消费者提供最高每辆7500美元的补贴，还取消了针对车企的补贴销量限制，并促使车企改造生产设备。（来源：中国汽车报）

4. 5GAA 发布《自动代客泊车报告:技术评估和用例实现描述》

5GAA 发布《自动代客泊车报告:技术评估和用例实现描述》
(Report on Automated Valet Parking: technology assessment and use case implementation description)。

该技术报告展示了 5GAA 用例实现描述第二阶段(UCID II)和自动代客泊车(AVP)的工作项目结果,重点是使用蜂窝公共网络的解决方案。使用蜂窝非公共网络或短程直连通信技术的解决方案也在这些工作项目的范围内,但结果将在随后阶段单独公布。(来源:5GAA)

5. 自动驾驶技术公司 Aurora 考虑出售给苹果或微软

Aurora Innovation 首席执行官 Chris Urmson 最近概述了这家自动驾驶技术公司应对具有挑战性的市场条件的几种选择,包括可能出售给苹果或微软。报告援引一份内部备忘录称,在运营谷歌母公司 Alphabet 的自动驾驶汽车项目后,厄姆森与其他人共同创立了 Aurora,他还提出了包括削减成本、将公司私有化以及分拆或出售资产在内的措施。



Aurora Innovation 是自动驾驶技术领域的领先开发公司之一,

主要对手是特斯拉、Cruise 和 Waymo 等自动驾驶领域中的佼佼者。

(来源: Donews)

6. 福特新专利: 车辆使用仿真系统

据外媒报道, 福特汽车 (Ford Motor) 公司已向美国专利商标局 (U.S. Patent and Trademark Office, USPTO) 申请一项新专利: 车辆使用仿真系统。

该专利基于从其他车辆获取的数据, 该系统能够利用路线数据、磨损和车辆持有成本模拟车辆拥有成本。通过收集在用户附近区域驾驶的类型类似车辆的数据, 甚至是沿相同道路行驶的车辆的数据。

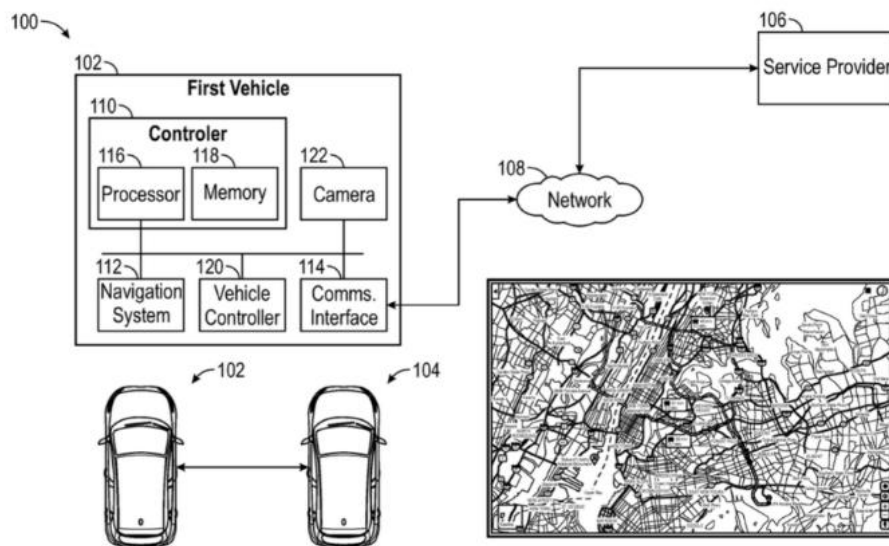


FIG. 1

福特希望能够预测车辆拥有成本, 从而可以提供更准确的拥有成本, 包括燃料、维护和维修成本, 进而为客户提供更好的新车购买预算方式。随着未来几年越来越多的互联车辆上路, 该专利将非常有用。

(来源: 盖世汽车)

7. Waymo 设计一系列新功能更方便残障人士乘坐自动驾驶车

据外媒报道, Waymo 正在推出一系列新功能, 以让有视觉障碍和

其他残障状况的乘客能够更方便地乘坐自动驾驶出租车。

此类新功能包括在车辆车顶的圆弧顶上显示乘客姓名首字母，让乘客看到从而确定自己与车辆的距离很近。屏幕上还会显示用户的定制“车辆 ID”，包括两个可通过 Waymo 应用程序设置的彩色字母。另一项新功能是逐向道路导航，利用人行道、人行横道和其他地形特征数据，为乘客提供最合适的路线，引导他们沿着最合适的路线到达正在等待的自动驾驶出租车旁。

部署残疾人专用车的成本和难度是自动驾驶汽车行业的一大障碍，但 Waymo 已经在这方面取得了一些进展。根据加州公用事业委员会（California Public Utilities Commission）最近的一份报告显示，在最近的报告期内，Waymo 在旧金山进行了 11 次手动残疾人专用车出行（都是用传统车辆完成，而不是 Waymo 的自动驾驶车，但都由 Waymo One 应用程序安排行程）。该公司还报告表示，完成了 1518 次启用了无障碍功能的旅程，表明此类功能“非常受欢迎”。

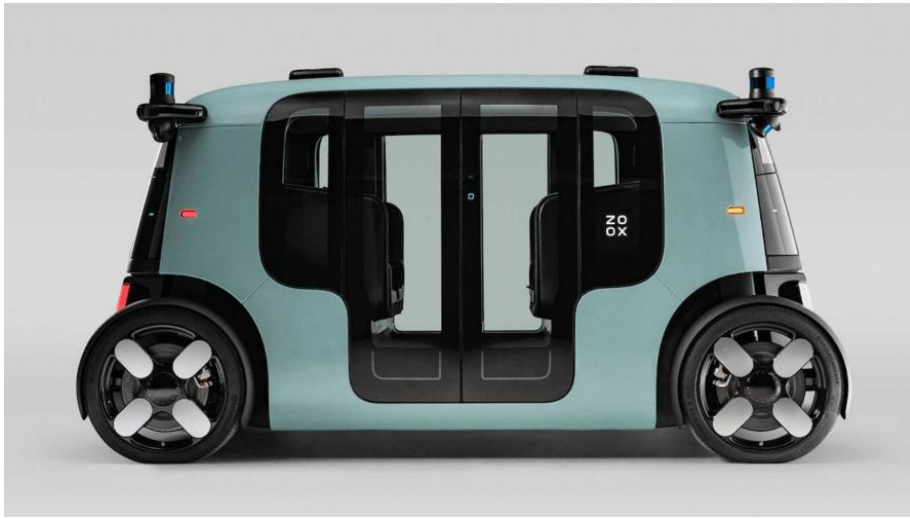
Waymo 希望通过与残障机构直接合作，将自己与科技行业其他公司区分开来，其中包括与旧金山盲人和视障人士灯塔分会合作。他们希望，通过让残障乘客直接参与新功能的设计和测试过程，该公司可以帮助证明，从长远来看，其自动驾驶汽车将有助于改善交通公平。

（来源：盖世汽车）

8. Zoox 申请测试自动驾驶出租车

据报道，亚马逊 (AMZN. US) 旗下 Zoox 成为第一家获得美国公路交通管理局 (NHTSA) 最高的五星碰撞安全评级的自动驾驶科技公司，并申请了在加州的试驾许可。与 Alphabet (GOOGL. US) 旗下的 Waymo 不同，Zoox 是从零开始开发自动驾驶出租车的，而不是使用其技术对现有车辆进行改造。亚马逊在 2020 年以 12 亿美元的价格收购了这家初创公司，此后不久 Zoox 就推出了没有方向盘的自动驾驶汽车 VH6，

能容纳 4 名乘客，在高速公路上最高时速可达 75 英里。



一般来说，公司需要向美国监管机构申请特殊豁免，以部署没有方向盘和刹车踏板的自动驾驶汽车。Zoox 选择了一条不同的道路，选择向 NHTSA 自行认证，这样就不会受到有限的生产或生产周期的限制。不过，公司也承担了更大的责任，要对其车辆的安全负责。

据了解，近日多家公司公布了有关自动驾驶出租车的消息。百度 (BIDU.US) 发布了第六代量产无人车 Apollo RT6，车辆设置有/无方向盘两种模式，将于 2023 年在中国试运营。通用汽车 (GM.US) 和福特汽车 (F.US) 向美国汽车安全监管机构申请部署无方向盘自动驾驶汽车等。（来源：智通财经）

9. 英国制定 2025 年自动驾驶汽车发展计划

8 月 20 日，英国政府方面已宣布，到 2025 年将在道路上广泛推广自动驾驶汽车，同时政府将制定新的法律并准备 1 亿英镑发展资金。英国政府方面预计，自动驾驶汽车这个新兴的市场规模将达 420 亿英镑，创造 38000 个工作岗位。在立法中，英国方面强调，制造商将为自动驾驶的车辆负责，如果是车辆控制驾驶，那么人类驾驶员将不再对驾驶事故负责。（来源：财联社）

10. 大陆集团寻求与亚太地区初创企业联盟

据外媒报道，汽车零部件巨头大陆集团将寻求与亚太地区的初创企业结盟，以迅速开发和采用下一代汽车创新技术。大陆在 7 月 19 日宣布，在新加坡成立一个名为 Co-pace 的组织，与该地区的初创企业合作。大陆将通过提供商业化所需的测试车辆、技术和数据集等方式来支持这些初创企业。该公司旨在通过这一举措，在亚太地区寻找有前途的初创企业，并将其发展成为未来的供应商和合作伙伴。新加坡将是大陆继美国、中国、墨西哥、以色列和德国之后第六个设立该组织的国家。（来源：盖世汽车）

11. 剑桥大学通过机器学习算法预测 EV 电池状态

据外媒报道，研究人员开发了一种机器学习算法，可以预测不同的驾驶模式如何影响电池性能，帮助减少电动汽车的充电时间并延长电池寿命，从而提高安全性和可靠性。

剑桥大学的研究人员表示，这种算法有助于驾驶员、制造商和行业充分利用电池，为电动汽车提供动力。通过提示路线、驾驶模式，将电池退化程度和充电时间降至最低。同时，除了制造商和驾驶员，这种方法也可能对运营大量电动汽车的企业有帮助，比如物流公司。Lee 表示：“这种框架可以帮助很多公司优化车辆使用方式，以提高车队的整体电池寿命，具有很大的潜力。”



目前，研究人员正在与电池制造商合作，加快开发更安全、更持久的下一代电池。另外，还在探讨如何利用该框架来开发最佳的快速充电协议，以减少电动汽车充电时间，而不造成退化。（来源：IT 专家网）

12. 麦格纳在密歇根测试自动驾驶送货机器人

据外媒报道，麦格纳国际在 9 月 14 日表示，该公司正在测试一款在公共道路上使用的可以实现最后一英里配送的自动驾驶送货机器人，当前这家汽车零部件供应商巨头希望在移动和出行领域发展新的业务。

一周以前，麦格纳刚刚宣布将为自动送货技术初创企业 Cartken 打造一支机器人车队，麦格纳将为后者生产数千个 6 轮机器人，它们可以在人行道和室内环境运行。

麦格纳自己的配送机器人与 Cartken 的机器人略有不同，它只能在公共道路上运行，并且可以运送更多货物。Del Sorbo 表示，该公司计划随着规模的扩大，将完全自主开发和生产这种送货机器人。但是 Del Sorbo 也表示，麦格纳将牢记一点，那就是任何潜在的合作伙 伴都有可能为其带来技术或商务优势。

据悉，麦格纳在汽车领域是全球最大的供应商之一，也是全球知名的汽车零部件供应商，更是一家出行科技公司。（来源：盖世汽车）

13. 普利司通与微软合作，加速高级轮胎分析集成

据外媒报道，轮胎和可持续移动出行解决方案供应商普利司通（Bridgestone）宣布与微软（Microsoft）合作，使用微软的 Azure 加速开发和上市战略，以支持普利司通的数字化转型和可持续解决方案。

先进的预测性维护分析可为客户提供更高的生产力和效率。使用

Azure 将使普利司通为客户(主要是全球车队和 OEM 客户)创造价值,如集成先进的轮胎分析以更好地了解轮胎磨损和外胎健康状况,从而最大限度地提高轮胎翻新并告知用户何时可能需要进行轮胎维护。两家公司将继续使用微软互联车辆平台(Connected Vehicle Platform)来实时捕获和分析轮胎数据,作为完全集成的车辆生态系统的一部分。

微软汽车移动和运输总经理 Sanjay Ravi 说:“随着我们周围的世界变得更加数字化和数据驱动,很高兴看到普利司通为客户提供新的解决方案和数据分析而做出努力。我们与普利司通的长期合作关系取得了许多成功,我们期待支持他们提供新的解决方案,从而改善车队管理和整体业务效率。”(来源:盖世汽车)

14. 2025 年斯巴鲁将推出下一代 EyeSight 驾驶辅助系统

据外媒报道,日本汽车制造商斯巴鲁正在开发其 EyeSight 驾驶员辅助系统的新版本,将利用人工智能提供自动驾驶和自动泊车功能。

斯巴鲁计划从 2025 年开始推出该新版本。该技术将基于斯巴鲁的立体摄像系统打造,并使用人工智能来提高计算机在可见度较低的环境下的识别能力,例如覆盖在雪中的道路车道标记。

在谈及新系统时,斯巴鲁实验室(Subaru Lab)主任兼工程部门高级项目经理 Eiji Shibata 表示,我们并不专注于自动驾驶,而是为了提高安全性。“斯巴鲁的做法是如何尽快的将交通事故死亡人数减少到零,而不是专注于自动驾驶。”Shibata 讲到。(来源:盖世汽车)

15. 本田和索尼正式签署 EV 合资协议,各持股 50%

本田汽车与索尼集团宣布,双方已签署一项合资协议,将成立新合资公司 Sony Honda Mobility,从事高附加值电动汽车的销售,并提供移动出行服务。两家公司表示, Sony Honda Mobility 将于今年

成立，双方各持股 50%，目标是在 2025 年开始销售电动汽车并提供移动出行服务。

Sony Honda Mobility 希望将本田的先进环境和安全技术、移动出行开发能力、车身制造技术和售后服务管理经验，与索尼在成像、传感、通信、网络和娱乐技术的开发和应用方面的专长结合起来，提供新一代移动出行及服务，并继续向前发展。（来源：盖世汽车）

16. 雅马哈汽车追加自动驾驶技术公司 Tier IV

据外媒报道，雅马哈汽车公司（Yamaha Motor）已对开源自动驾驶公司 Tier IV 追加投资，旨在加速自动驾驶技术并促进其商业化，包括其工厂场地的自动化运输解决方案业务。这是雅马哈汽车继 2017 年 8 月和 2019 年 7 月之后对该公司的第三次投资。

本次追加投资 TIER IV 是通过第三方配股的 B 轮融资。除雅马哈汽车外，TIER IV 此轮的投资方还包括 Sampo Holdings, Inc. 和普利司通公司（Bridgestone Corporation），融资总额达到 121 亿日元。

TIER IV 正在引领全球首个开源自动驾驶操作系统 Autoware 的开发，并致力于将自动驾驶“大众化”，让所有人都可以参与到自动驾驶技术发展。TIER IV 专注于开发自动驾驶系统核心软件，以通过开源平台加速自动驾驶在全社会的广泛应用。

今年 2 月，雅马哈汽车在新中期经营计划（2022-2024 年）中将多个“新业务（New Businesses）”和“成长业务（Growth Businesses）”指定为“战略业务领域”。作为其新业务之一，雅马哈汽车还成立了“eve autonomy”公司。不仅如此，2020 年 2 月，雅马哈汽车与 TIER IV 成立合资公司，以实现自动运输解决方案业务商业化。（来源：盖世汽车）

17. 韩国将启动自动驾驶出租车收费载客服务

8月17日，韩国国土交通部在官网上公布自动驾驶汽车有偿载客许可申请方法和出租车有偿载客许可的具体审核标准。预计最早从今年下半年开始，首尔上岩、江南、世宗、济州等全国10个市、道的14个示范运行地区将启动自动驾驶出租车收费载客服务。目前，在首尔上岩、世宗等6个地区共有9家企业获得限量运输许可证，并在提供自动驾驶运输实证服务。（来源：界面新闻）

18. 韩国将推动自动驾驶相关新技术标准国际化

9月1日，韩国产业通商资源部召开“自动驾驶技术开发核心事业”对接研讨会，讨论推动将自动驾驶车辆相关新技术纳入国际标准的方案。韩国标准协会在会上介绍了推动自动驾驶技术研发与标准化工作对接的有关成果，建议将自动驾驶系统性能测评方法等16项技术标准国际化并推动纳入国际标准。（来源：韩联社）

19. 现代汽车与韩国电信共同开发适合无人驾驶的6G技术

9月8日，现代汽车与韩国电信（KT）将展开规模达7500亿韩元的股权置换，以加强未来移动出行领域合作。

双方决定共同开发适合无人驾驶的第6代（6G）通信规格，并通过构建以人造卫星为基础的先进空中交通（AAM）通信基础设施等措施主导未来移动出行市场。另外，双方还将推进扩大电动汽车充电基础设施、开发流媒体等互联汽车服务等现有业务领域的合作。

现代汽车和KT表示，7日双方分别召开理事会，批准股权置换议案。双方将以现代汽车4456亿韩元（1.04%）、现代摩比斯3003亿韩元（1.46%）规模交换KT公司等值股份的方式置换股权，通过股权置换成为对方公司股东。

20. VEStellaLab 推出自动驾驶汽车室内停车导航系统

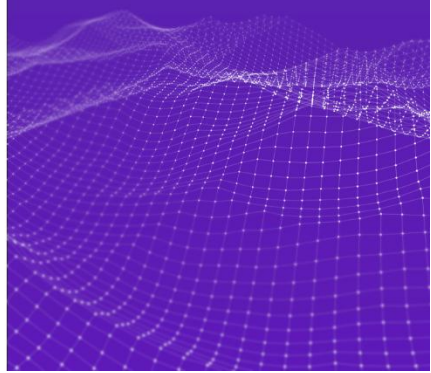
据外媒报道,韩国初创公司 VEStellaLab 开发出世界上第一个用于自动驾驶车辆的室内停车导航系统。VEStellaLab 专注于基于室内精准定位的停车解决方案,其“Watchmile”服务可在室内停车场提供实时引导,以找到空车位。

该技术结合了闭路摄像头(CCTV)、基于物联网的传感器和智能手机陀螺仪传感器,以确定驾驶员的确切位置。然后, Vision AI 会分析实时数据,以快速搜索空车位。该搜索还可以根据驾驶员的偏好进行优化。停车后, Watchmile 会提供有关停车时间和车辆确切位置的信息。

Watchmile 将驾驶员的总停车时间减少了 70%, 并显著降低了油耗和废气排放。VEStellaLab 的解决方案还可以帮助室内停车场、多停车场所和建筑场地降低人工成本,并提供高效的停车系统。目前, VEStellaLab 正在为仁川国际机场等提供解决方案。

VEStellaLab 计划进入北美市场,并在大都市为机场停车场和大型建筑提供服务。除了汽车领域, VEStellaLab 希望未来可以进入自动驾驶机器人技术和智能物流等其他领域。

国内动态



1. 我国 L2 级辅助驾驶乘用车渗透率提升至 30%

8 月 1 日，国家工业和信息化部装备工业一司副司长郭守刚表示：“2021 年，我国 L2 级辅助驾驶乘用车新车市场的渗透率达到 23.5%，今年上半年更是提升到了 30%。新一代电子电气架构、车用操作系统等创新技术实现突破，部分产品进入量产应用，全国已开放道路测试里程超过 5000 公里，发放测试牌照 900 余张，高等级智能网联汽车在特定场景和限定场景率先应用，开展规模化载人载物的测试示范。”
(来源：每日经济新闻)

2. 交通运输部：鼓励部分场景使用自动驾驶汽车从事经营活动

8 月 8 日，交通运输部就《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》（征求意见稿）公开征求意见。意见稿提出，在保障运输安全的前提下，鼓励在封闭式快速公交系统等场景使用自动驾驶汽车从事城市公共汽（电）车客运经营活动，在交通状况简单、条件相对可控的场景使用自动驾驶汽车从事出租汽车客运经营活动，在点对点干线公路运输、具有相对封闭道路等场景使用自动驾驶汽车从事道路普通货物运输经营活动。审慎使用自动驾驶汽车从事道路旅客运输经营活动。禁止使用自动驾驶汽车从事危险货物道路运输经营活动。(来源：交通运输部)

3. 科技部等六部门：着力打造人工智能重大场景

8 月 12 日，科技部等六部门印发《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》，要求着力打造人工智能重大场景。《意见》提出，交通运输领域优先探索自动驾驶和智能航运技术在园区内运输、摆渡接驳、智能配送、货车编队行驶、港

区集装箱运输、港区智能作业、船舶自主航行等方面的智能应用场景。

(来源：科技部)

4. 科技部：支持建设自动驾驶等示范应用场景

8月15日，科技部公布《关于支持建设新一代人工智能示范应用的通知》，提出首批支持建设10个示范应用场景。针对自动驾驶从特定道路向常规道路进一步拓展需求，运用车端与路端传感器融合的高准确环境感知与超视距信息共享、车路云一体化的协同决策与控制等关键技术，开展交叉路口、环岛、匝道等复杂行车条件下自动驾驶场景示范应用，推动高速公路无人物流、高级别自动驾驶汽车、智能网联公交车、自主代客泊车等场景发展。(来源：科技部)

5. 我国拟于2035年前建立载人无人驾驶航空交通运输系统

8月22日，中国民航局就《民用无人驾驶航空发展路线图V1.0（征求意见稿）》征求意见，提出了“先载货，后载客；先通用，后运输；先隔离，后融合”的发展路径，设定了一系列无人驾驶航空产业运营和管理的发展目标。

根据征求意见，到2025年时，城市短距离低速轻小物流配送无人驾驶航空器逐步成熟；支线短途中低空吨级无人驾驶航空器逐步应用。到2030年时，城市中短距离快速中小型物流配送无人驾驶航空器逐步应用；支线中途高空吨级大型无人驾驶航空器逐步应用。

到2035年时，城市中长距离快速中大型物流配送无人驾驶航空器逐步推广；支线长途高空吨级大型无人驾驶航空器实现航线飞行。

(来源：智能网联前沿公众号)

6. 我国10余城允许自动驾驶商业化试运营

8月25日，交通运输部运输服务司副司长韩敬华在新闻发布会

上介绍了正在公开征求意见的《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》文件起草的主要背景和出发点。目前，全国已有 10 余个城市允许自动驾驶汽车在特定区域、特定时段从事出租汽车、城市公共汽（电）车等商业化试运营，应用规模不断扩大。（来源：央视新闻）

7. 交通运输部：扩大新能源智能网联汽车应用

2022 世界新能源汽车大会 8 月 28 日闭幕。交通运输部有关负责人表示，将进一步支持新能源智能网联汽车发展和应用。

交通运输部安全总监李国平称，力争到 2025 年底全国城市公交、出租汽车、物流配送领域新能源汽车占比分别达到 72%、35%和 20%。李国平还表示，交通运输部将会同相关部门实施新能源汽车、新一代人工智能等专项，加强绿色交通和智能交通关键技术研发，为新能源汽车、智能网联汽车产业自主发展提供科技保障。同时，围绕新能源汽车、自动驾驶、车路协同等加快制定关键性技术标准，支撑产业有序发展。（来源：财经网）

8. 工信部：将适时开展智能网联汽车准入试点

9 月 3 日，工信部装备工业一司副司长郭守刚表示，下一步我国将发布汽车产业绿色低碳发展路线图；加快制定《道路机动车辆生产许可管理条例》；适时开展智能网联汽车准入试点等工作。健全汽车生产风险预警机制，全面保障产业链供应链畅通，开展新能源汽车下乡活动和公共领域车辆全面电动化城市试点，稳定和扩大汽车消费，努力实现汽车产销全年稳定增长。大力支持企业聚焦新一代电子电气架构、新体系电池、车用操作系统、高精度传感器等领域。推动关键原材料的价格回归理性，加快制定动力电池回收利用管理办法。（来源：央视新闻）

9. 市场监管总局：将大力推动沙盒监管制度试点

9月3日，国家市场监督管理总局认证监督管理委员会司长刘卫军表示，下一步，市场监管总局将围绕新能源智能网联汽车、辅助驾驶技术等新产品、新技术，大力推动沙盒监管制度试点，组建专家委员会，制定配套的技术指南等文件，推动沙盒管制度安全可控，助力汽车产业高质量发展。（来源：每日经济新闻）

10. 成都高新区打造无人驾驶示范场景

7月22日，首批8辆无人驾驶出租车正式在成都高新区新川创新科技园内投入载人示范运营，面向市民提供自动驾驶出行服务。该项目是四川省首个公开道路上的无人驾驶+车路协同示范项目，位于成都高新区新川创新科技园。今年3月，成都市已向成都高新区发放首批12张无人驾驶号牌。（来源：国际在线）

11. 江西发出首张自动驾驶路测牌照

8月5日，新余市公安局交警支队正式发放号码为“赣K0101试”的“智能网联汽车试验用临时行驶车号牌”，这是江西省公安交警部门发出的首张自动驾驶路测号牌。该自动驾驶车辆进入公共道路测试阶段后，还需要行驶1000公里以上，时长达到240小时以上，每次测试时还会对其进行综合测评，所有测试和考评完成后才可进入示范运营阶段。（来源：江西晨报）

12. 重庆、武汉发放自动驾驶全无人商业运营牌照

8月8日，重庆、武汉两地政府部门已率先发布自动驾驶全无人商业化试点政策，并向百度发放全国首批无人化示范运营资格，允许车内无安全员的自动驾驶车辆在社会道路上开展商业化服务。百度萝卜快跑将在两城正式开启车内无安全员的自动驾驶付费出行服务。

(来源：证券时报)

13. 海南公布第二批智能汽车开放测试和示范应用路段

8月21日，日前海南省智能汽车道路测试和示范应用管理联席工作小组研究决定，同意将海口江东大道等24条道路作为海南省第二批智能汽车开放测试和示范应用路段。（来源：光明网）



14. 重庆政府携手斑马智行，打造智能网联汽车“重庆样板”

8月23日，重庆市政府与阿里旗下斑马智行签约达成战略合作。未来，重庆市将推动斑马智行与当地车企深度合作，共同推进智能网联汽车“中国方案”建设，打造“中国方案”“重庆样板”。

重庆是我国汽车产业重镇。根据国家统计局发布的数据，今年1-6月重庆汽车产量达104.06万辆，在各省市中排名第4。当前重庆正在建设世界级智能网联新能源汽车产业集群。

据悉，阿里旗下斑马智行始创于2015年，斑马OS目前覆盖300多万用户，是国内智能汽车用户使用最多的自主操作系统。（来源：智能网联前沿公众号）

15. 埃安要花109亿做电池公司，公开挂牌实施A轮引战

8月25日晚，广汽集团发布公告称：

1、同意埃安整体变更改制为股份有限公司，实施增资扩股，在产权交易所通过公开挂牌方式进行A轮融资引战，本次A轮融资引入战略投资者所持股权占融资后总股权比例约15%。

2、同意埃安设立电池公司，开展自主电池产业化建设，项目总投资109亿元。由控股子公司广汽埃安、全资子公司广汽乘用车及广汽商贸分别持股51%、40%、9%。

官方表示，本次A轮引战增资将于8月26日在广交所正式挂牌。募集资金将重点用于产品开发、技术研发及产业布局。（来源：搜狐汽车）

16. 江苏无锡出台首部车联网地方性法规

8月29日，《无锡市车联网发展促进条例（草案）》（以下简称《条例》）通过无锡市人大常委会一审，这也是全国首部车联网领域的地方性法规。

据介绍，《条例》专题设置“基础设施建设”一章，从随路建设、存量道路升级两个方面重点保障基础设施建设、运维。《条例》还推进了车联网应用的广度和深度，引导车联网和智能网联汽车率先应用于智慧交通、公交出行、城市治理等领域，推进车联网和智能网联汽车的全域应用，重点支持智能网联汽车商业化运营。同时，重点保障数据对应用的基础支撑作用，强化车联网数据价值的挖掘，不断推进车联网市场化进程。（来源：人民日报）

17. 国内首条中心城区自动驾驶开放测试道路在上海浦东启用

8月31日上午，上海市浦东新区金桥智能网联汽车测试示范区启动。示范区内涵盖国内首条中心城区自动驾驶开放测试道路，这也是目前上海风险等级最高的开放测试道路（总体被评为3级，最高4

级)。(来源:澎湃号)

18. 广州全无人驾驶环卫车“上岗”每天不间断“扫街”19小时

9月1日,广州市首批全无人驾驶环卫车在广州国际生物岛试运营。该批全无人驾驶环卫车为该市首个申请智能网联汽车道路测试的环卫测试车型。

据介绍,广州市黄埔区城管部门结合生物岛道路人流量、车流量少的实际,创新“自动驾驶+新能源”环卫作业试点服务,将生物岛打造成自动驾驶新能源环卫作业应用示范区。

生物岛全岛占地面积约1.83平方公里,保洁面积超过38.8万平方米,试点保洁范围涵盖整个广州国际生物岛市政道路的环卫保洁业务,包括车行道、人行道、绿道、广场和隧道等不同道路场景。此次试运营的全无人驾驶环卫车为纯电动车辆,每日作业时间自0时开始,至19时结束,一周7天连续开展环卫作业,纯电续驶里程超过300公里,平均作业时速为每小时15公里。(来源:澎湃号)

19. 上海正推动自动驾驶相关法律法规的建设和完善

9月2日,上海市人大常委会法工委副处长林圻表示,上海正在紧锣密鼓、快马加鞭地推动自动驾驶相关法律法规的建设和完善。现行的法律制度建立在“人驾驶车辆”基础之上,但智能汽车正在改变汽车的定义。同时他强调,法规的底线仍是安全,这其中既包括行驶安全,也包括信息安全。(来源:澎湃新闻)

20. 小米首款车型确认搭载激光雷达, 售价或超30万

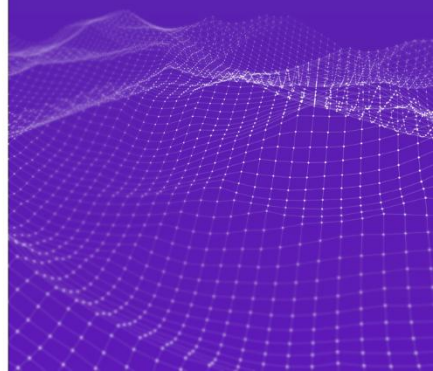
9月2日,据晚点AUTO独家报道,小米的第一款车将是轿车,并且已确定激光雷达供应商为禾赛科技,售价上限超过30万元。(来源:晚点LatePost)

21. 海信与蔚来展开全面战略合作

9月13日，海信与蔚来签署全面战略合作框架协议。

据悉，此次双方全方位战略合作，以海信旗下的汽车电子品牌日本三电公司为首要合作平台扩展而来。下一步，双方还将在智慧城市、智慧社区、智慧家庭、显示、大数据、人工智能、自动驾驶等相关产业方面将不断拓展深度合作。（来源：盖世汽车）

学术前沿



李克强院士：智能网联汽车发展态势及创新实践

9月1日-3日，第八届中国汽车技术转移大会暨中国（淄博）智能网联汽车产业发展大会在山东淄博隆重召开。大会上中国工程院院士、国家智能网联汽车创新中心首席科学家李克强院士发表题为《智能网联汽车发展态势及创新实践》的演讲。他提出了中国方案智能网联汽车发展思路，以信息安全基础平台、高精动态地图基础平台、城市级云控基础平台、智能终端基础平台、计算基础平台等五大基础平台为载体，实现车路云一体化的智能网联汽车系统。

以下为嘉宾发言的全部内容：

尊敬的各位领导、各位来宾，大家好！

首先介绍一下我们所开展的相关工作，我们知道汽车是经过上千年的马车时代，从近代欧洲的机械文明发展中而产生的交通工具，被称之为“改变世界的机器”。而汽车的产品技术性能及模式的重大改变，从工业 1.0、2.0 到 3.0，汽车工业每次都发生重大变革，现在以信息物理系统为标志的工业 4.0 时代，将使汽车交通系统在未来 10-20 年中发生革命性的变化。

而智能网联汽车是自动驾驶汽车发展的新阶段，我们现有的单车自动驾驶，以及通过网联式汽车，使单车自动驾驶现在出现新的发展趋势，将两者融为一体，所以称之为智能网联汽车，及其所代表的新产品、新模式、新业态。另外可以从智能网联汽车技术，看看它在交通安全方面对交通效率能够带来显著提升，能够做到节能减排，能够做到产业变革，产业带动，包括交通出行及商业模式的改变，所以智能网联它将引发交通的生态变革，体现在驾驶的去人化，出行的共享

化和产业的生态化。

我们看看智能网联汽车技术在国际的发展态势，智能网联汽车已经成为全球汽车产业发展的战略方向，体现在技术层面，它已经成为带动 AI、信息通信、大数据、云计算等发展的战略制高点。汽车与相关产业加速跨界融合和深度协同，使产业链重构，价值链不断扩展延伸。在应用层面，不是简单的称为移动工具，而已经成为一个智能移动空间。在竞争层面，许多工业发展国家，都通过制定国家战略，强化各种协同合作体系，现在发达国家已经在智能汽车领域形成先发优势。再看看主要国家地区智能网联汽车的创新进展，联合国专门有这样的工作组，协调全球汽车产业相关的工作，推动自动驾驶，发布自动车道保持系统，推动自动驾驶功能要求及测试评价工作以及关注车辆网联化，布局信息安全等相关法则。

相关国家，美国是强调技术创新，营造创新发展环境，已经连续更新发布了《自动驾驶汽车规划(AV1.0-AV4.0)》，同时也发布了《ITS 战略(2020-2025)》，欧盟也通过 C-ITS 系统建设的战略规划，技术路线图研究，支持创新研究项目等方式促进欧盟层面共识达成与跨行业协同。日本依托构建社会 5.0 大系统的顶层设计规划，通过与智能交通、智慧城市的深度融合发展自动驾驶，在全国范围部署大量的 FOT 测试，有效推动自动驾驶测试验证与示范推广。我们国家已经完成了自动驾驶创新发展，陆续发布了《新能源汽车产业发展规划》，《智能汽车创新发展战略》，以及《交通强国建设纲要》等规划，但相关的政策还需要完善。

另外在技术研发方面也需特别重视，一些核心零部件达到国际先进水平，L2 级车辆已规模化应用，2021 年全国销售新车渗透率超过 20%，这些研发测试也正在推进。国家相关部委发布了智能汽车发展的顶层战略，特别强调的是新的网络安全、信息安全、数据安全，强

调安全保障，强调智能网联汽车安全，智能网联汽车结合智慧交通，智能网联汽车结合智慧城市。另外很重要的方面，我们国家应该建立网联化汽车大数据平台，目前已经形成国家共识。

具体介绍一下中国智能网联汽车创新发展战略，首先智能汽车是多技术交叉，跨产业融合，常规汽车是机电一体化产品，而智能网联汽车是机电信息一体化产品。另外智能网联汽车的区域属性及社会属性增加，在行驶过程中需要通信、地图、数据等本国属性要素的支撑和安全管理，每个国家都有自己的使用标准规范，智能网联汽车开发和具有本地属性。智能网联汽车尚没有成功的经验和既定道路可以借鉴，必须立足高新技术与产业发展要求，并结合国情，打造智能网联汽车创新发展的中国方案。

我们国家在 2020 年 2 月，发改委等 11 部委联合发布了《智能汽车创新发展战略》，形成顶层设计规划。同时，我们国家坚持智能化与网联化深度发展，从《智能网联汽车技术路线图》（2020 版），就明确提出智能化与网联化深度融合技术路径、发展目标，凝聚行业共识，形成跨行业发展合力。

在这样一种情况下，我们认为，中国方案智能网联汽车内涵与外延，具有车路云一体化的系统架构，以及分层解耦、跨域共用的两大技术特征，且满足以下三个条件，一是架构，二是特征，三是条件。基于这样一种定义，我们提出了中国方案智能网联汽车发展思路，通过建立中国方案的智能网联汽车信息物理系统架构，充分融合智能化与网联化发展特征，以五大基础平台为载体，实现车路云一体化的智能网联汽车系统。

首先我们要完成车路云一体化系统，这是信息物理系统 CPS，未来通过这样一种具有 CPS 特征的系统，可以做到大规模网联与实时协

同计算环境，还有数据融合与服务融合，共同实现物理、虚拟双向交互与协同，也是数字孪生系统的典型应用案例。

在这样一种架构下，智能网联汽车形成五大基础平台，动力系统，车载系统等，加速五大基础平台建设，完善五大基础平台体系，支撑中国方案智能网联汽车探索实践。基于这样一种架构下，我们如何实现产业化，第一个就是发展云支持的分层双解耦、跨域共用的车控计算基础平台，功能软件，中间件，内核，虚拟化的板级驱动层。芯片、异构硬件形成完整的，可以分层解耦的，可以支撑车路云一体化的发展战略，这样几个部门合起来，形成一个新的叫做中国智能网联汽车计算基础平台。

基于这个定义，我们已经完成架构的设计、开发、软硬件的集成、系统整车的集成测试，完成系列产品的开发。同时基于计算基础平台的产品和共识架构，已经展开的国内自主品牌汽车的主流企业，比亚迪、广汽、长安、宇通和长城五家主机厂开展合作，开展具有完全自主知识产权的新型的测试平台产业落地。

第二个我们称之为云控基础平台，现在数据平台，车联网应用是垂直独立，各自是独立的，这样一个数据平台，具有公共水平的基础层和应用层是耦合的，所以我们对未来能够用自动驾驶体现新的定义，应用基础平台，我们希望未来通过一系列概念，将每个数据的应用场景生成的结构，跨域共用，实现云控基础平台。这样的平台是车云融合的，不仅仅可以同时支持以前的娱乐服务、出行服务、交通管理，我们按这样一种定义，我们基于协同式自动驾驶，如果没有云控基础平台，是难以实现的。在这个定义下，我们车-路-云融合的云控平台，以及垂直独立型的车联网平台。基于这样一个定义，我们可实现基于5G的车路云一体化融合控制系统。这是我们所做的工作，研发相关的进展，硬件和软件系统，以及路侧系统硬件和软件，以及车载端的

一些硬件和软件，这是国际上首个具备车路云融合特征的智能网联汽车云控系统平台。基于上述研发工作的成果，包括道路的数字孪生，道路交通安全路段信息监控，高速公路云控节能巡航等等。

第三个是技术平台场景，新一代车载智能终端，新一代车载智能终端基础平台是智能网联汽车新型电子电器架构下的复杂系统集成型设计基础，基于功能安全、信息安全、预期功能安全标准正向开发的前装量产型产品，具备多模式通信安全网关、多模式定位、高精度地图、关键事件等数据存储、整车 OTA 等功能，同时，兼具数据安全机制，严格隔离管控车内外的数据信息，确保车辆产生的国家级数据的机密性。全面赋能自动驾驶以及智能技术专利。我们由国家智能网联汽车创新中心和行业里的头部企业，在成都成立了国汽智端(成都)科技有限公司，包括开展相关的实验和相关的标准的制定工作。同时这样的测试终端平台生态链上是可以更好，生态建设、商业模式、芯片、硬件等，这个技术本身跨行业，所以我们新技术引用和原有技术的快速发展推动产品生态发展变革，架构区别于传统产业链任务分工，需要统筹主机厂、供应商、服务企业共同参与。

第四个是高精动态地图基础平台，现有模式是图商要数据合规、地图更新、信息安全得到保障。未来，我们认为可以搭建成这样，高精动态地图基础平台能力优势，快速更新+标准统一+全面监管。同样的这样的技术平台，我们定位为行业 Tier1.5，将分散的数据统一汇聚，实现高精动态地图快速更新发布，支撑自动驾驶产业快速发展。可以实时数据合规处理，做各种信息的快速处理，再做快速发布。通过聚焦智能网联汽车相关要素，汇聚技术链、产业链优质创新资源，突破共性关键核心技术，推动相关政策、法规、标准的建立和完善。同样基于这样一种基础和布局，现在成立了地图平台公司，国汽智图(北京)科技有限公司注册成立。

第五个方面就是信息安全基础平台，信息安全覆盖车-路-云-网-图全要素，构建系统性安全防护体系，通过共性基础的安全技术与系统，为 ICV 中国方案提供安全支撑。信息安全基础平台通过在国家重大项目、关键标准制定、示范区项目、车企项目等方面上积累的大量实际建设经验，为平台进一步迭代完善提供可靠的技术经验和安全数据累积。ICV 信息安全生态建设上开展的方向包括，安全业务（检测、运维等）、垂直行业（保险、物流等）、前沿技术和产品服务。

最后作为结束语，我们的目标是通过发展智能网联汽车来构建车路云一体化，而且还要和智慧交通深度融合。未来我们看到的智能网联汽车行驶，一定是全方位的，包括城市和公路、城市道路自动驾驶、高速公路的自动驾驶、非结构化道路智能驾驶，覆盖全智能场景。未来这样一种新一代人工智能技术，实现自动驾驶需要的关键技术，最终真正构建车路云一体化深度融合的生态。

在这样一种生态基础下，可以全覆盖，智慧移动、智慧工厂、智慧能源、智慧管理、智慧生活、智慧设施、智慧居民等，将智能汽车、移动出行与社会生活服务要素融合。同时，能够真正意义上为我国实现智慧交通产业发展建立生态，也可以为智能时代蓄积战略数据资源。基于这样一种生态建设，真正意义上实现共享和谐、绿色环保、互联高效和智能安全的新一代智能网联汽车。（来源：2022 中国汽车技术转移大会高峰论坛）

曲小波院士：从智能网联车辆到智慧城市出行

9月1日-3日，第八届中国汽车技术转移大会暨中国（淄博）智能网联汽车产业发展大会在山东淄博隆重召开。大会上，欧洲科学院院士、清华大学教授曲小波以《从智能网联车辆到智慧城市出行》为主题作分享报告。在报告中他分享了基于人工智能、5G通信、智能网联等技术，在新式运载工具、车队重组、无人驾驶等方面的技术研发工作，提出了模块化车辆与新式公交系统等未来出行方式。

以下为嘉宾发言的全部内容：

尊敬的各位领导、各位专家，各位业界同仁，大家早上好！

非常高兴今天能够来到淄博，来交流我们团队在过去五年做的一些工作和我的一些思考，刚才克强老师在结束语提到智能运载工具，智能化汽车与将来的与智慧交通的深度融合，而我的题目也是智能网联汽车和智能交通发展。

首先分享一下为什么车辆的智能化是非常迫切和必然的趋势，大家看一看，在美国，城市区域 1.8%的土地上贡献了美国 50%的 GDP，而在中国 50%的 GDP 集中在 0.24%的土地上。城市化进程不可阻挡地向前推进，目前 60%的世界人口生活在城市中。城市化具备经济、政治、文化、生活等方方面面的优势，使人们能够更好更容易的接触到更高端的医疗，更好的教育，有博物馆，有更好的生活方式。但是城市化带来的交通拥堵，更重要的是我们城市交通的根本矛盾，是交通运输工程学科的基本矛盾。我们的出行需求一直在变化，观察北京市的出行变化，需求是一直在变化的，看系统供应，我们的供应是基础设施能量受限，一直在变化的动态需求和非常稳定的系统供给，是我们现在解决的矛盾。如何解决这个问题，如何解决城市化所带来的问

题，如何解决交通运输学科最基本的矛盾带来的问题，我们从点到面做了很多相关的工作。在面的方面，主要是交通网络的设计，其中瓶颈消除有几个案例，交通网络设计也有几个案例。

就一个传统的交叉口而言，假设横轴是时间，纵轴是位置，图上每一条曲线，就是每辆车的行车轨迹，这个图是最基本的线性交叉图。每辆车按照限速行驶，道路交叉口看到红灯，逐渐减速停下来，看到绿灯，有 2 秒钟的反应时间。在交叉口的位置，如果有了智能网联汽车这种新型工具，我们可以实时进行车辆控制，提前减速，等到交叉口的時候，正好是绿灯时间，以最快的速度通过交叉口。这种形式，它的出行能力提高一倍，能量节省 30%-40%，安全性大大提升。如果我们有多项的交通流，有很好的速度和交通信号的协同应用，就可以非常好地利用绿灯时间，相对之前的现有交通状况的无序状态，在通行能力、时间、能源消耗方面可以显著提升。

如果我们想拓展到一个多车道、多车流的系统，直行的时候，如果有绿灯，三个车道都可以直行，但是左转的绿灯，只有一个车道可以变左转，如何能够提升这个效率呢？我们可以通过速度控制和车队重组，若红色的是左转车辆，蓝色的是直行车辆，把红色左转车辆放在最前面，蓝色的直行车道放在后面，三个车道都可以直行，这样左转的通行能力就提升了三倍。

在网络层面，大城市的绝大部分居民出行，对公共交通系统都有很多抱怨。我们三个痛点，一个是我们公路交通只要有一个人下车，我们必须在站点停靠；第二个痛点，是换乘空间；第三点是整个线路上只有一个乘客，我们依然需要整辆公交车在运行，这样非常浪费。我们就设计了新型运载工具，这个车道通过智能网联的数字控制，车辆单元和车辆单元之间，可以在行进中连接，可以在行进中分离。如果能在行进中连接，行进中分离，就解决了刚才说的三个痛点，第一

个痛点，如果我们有五个车厢连在一起，有人想下车，我们把所有下车的乘客放到最后一个车厢，不影响其他乘客的出行时间，这样就解决了站站都停的问题。第二，可以车内换乘，因为两个车可以在行进中相连，这样可以从一个车厢换乘到另一个车辆，完成换乘，不浪费换乘时间。第三点，就是高峰的时候，可以更多的车连在一起，提高道路通行能力，提高道路通行效率，而在需求低谷的时候，可以保持有一辆车在道路上通行。

过去五年，我们一方面是在车辆的设计生产测试方面做了工作，另外在规划与运营方面，我们有一个国家项目支持，在这方面做了深入的研究。在传统的城市公交系统规划，是固定线路，固定车型，固定间隔，设计单元是以公交线路为单元。将来，我们有了新型运载工具后，以一个小的单元为设计单元，这是一个简单的单元化车辆通勤，如果车辆与车辆之间可以实体相连，可以在局部形成一个能量容器，这样大大缓解了运行压力。如果车与车之间可以实体相连，可以交换能量，这样大大提升了效率，我们所需要的充电桩数量可以减少60%。

另一个就是陆空协同客货运输方面，假设行进路线是一个卡车的行进路线，卡车在四个不同的载货点，再由三轮车去完成最后一公里的配送。下面这个例子也是由卡车完成大圈，有8个载货点，由无人机完成最后一公里的配送，这样的话节省时间。我们设计了一个智能的运载工具，用无人机与公共交通工具协同货物配送。如果我们想从清华大学运到北京工业大学，分成六个区域，只需要找到第一个区域清华大学起点所在的区域有没有一辆模块公共交通工具，它本来的行进路线就是要到第六个区域。如果有这样一辆车，我们用模块化公交车完成中间场景的运送，送至第六个区域，无人机把货物放到终点。这样最大的好处是什么？利用了一个闲散、没有被利用的社会资源，即模块化公交车或一个社会车辆，这个资源原本是没有被利用的。类

似的像拼车模式，拼车模式是需要绕路，而这种不需要绕路，你也不需要和陌生人在一个车厢里，没有任何的成本增加，在这种情况下大大提升了效率。

大家可以看下目前的三种模式，即北京模式、美国的模式和我們设计的模式。三种模式比较，成本基本是差不多，我们在时间和能源消耗上有非常大的优势，更重要的是我们利用这种模式，没有引入新的地面车辆，而是把一部分出行挪到了空中。这样的结果就是我们整个社会在路面的车辆数变少，就没有那么拥堵，出行时间降低，总社会受益增加，以北京为例，社会收益增加 450 亿人民币。

总结，我们做的智能交通系统、智能运载工具，这个产业是非常典型的交叉学科。我们是一个包罗万象的、车辆和计算机和运输管理和 AI 工作深入交叉融合的产业。首先，我们一定要学科交叉，只有学科交叉，有了新式的运载工具，有了智能网联汽车，有了车队重组的可能，我们才可以做应急车道的管理，有了模块化车辆，我们才可以做新式公交系统，有了无人机配送，智能运载工具就可以落到特定地点。第二点是产学研合作，我们需要高校、企业、政府三方合作。最后一点是顺势而为，着眼于未来的理论、产品及增长点。这些不仅仅是社会提供 2%、3%，在有了新的产品之后，对整个社会是非常大的影响。谢谢大家！（来源：2022 中国汽车技术转移大会高峰论坛）

新型整车控制器关键技术分析

前言

电动化、智能化、网联化和共享化是汽车产业公认的未来发展方向。作为电动汽车核心零部件，整车控制器必须能够支撑汽车“四化”。其必须满足高计算性能、高通信带宽、高功能安全性、软件持续更新等需求。目前整车电子电气架构及整车控制器所搭载技术普遍无法满足以上需求。为覆盖上述需求，未来汽车产品将逐渐采用集中式电子电气架构，同时整车控制器必须包含以太网、CANFD、多核芯片、双核心、OTA 等关键技术。

本文将首先介绍整车控制器与分布式和集中式 2 种电子电气架构的关系，然后分别介绍了新型整车控制器的关键技术，对技术内容进行了分析，提出了未来发展趋势并进行了展望。

一、整车控制器与电子电气架构

(1) 整车控制器与分布式电子电气架构

在以往的芯片能力前提下，受到计算能力及通信能力的限制，整车控制器无法集成所有的车辆控制软件，即使是新能源部件控制相关的软件也无法全部集成。这决定了整车控制器只能作为分布式电子电气架构中的一员，但是这种关系限制了功能变更及扩展。

在分布式电子电气架构中，一项整车层级的功能由多个控制器配合完成。某项功能的实现可能需要几个或十几个控制器相互配合，并且这些控制器可能分布在整车不同的网络中(图 1)。整个交互过程与时间配合异常复杂。整车普遍有 100 余个控制器，几百项整车级功能，功能与控制器本身的物理连接交织成一个巨大而复杂的网，非常不利

于模块化设计与扩展。在这种情况下，增加一个新功能，需要在上述的复杂功能网络上考虑各部分相关性，并对大量的控制器软件进行修改及测试。

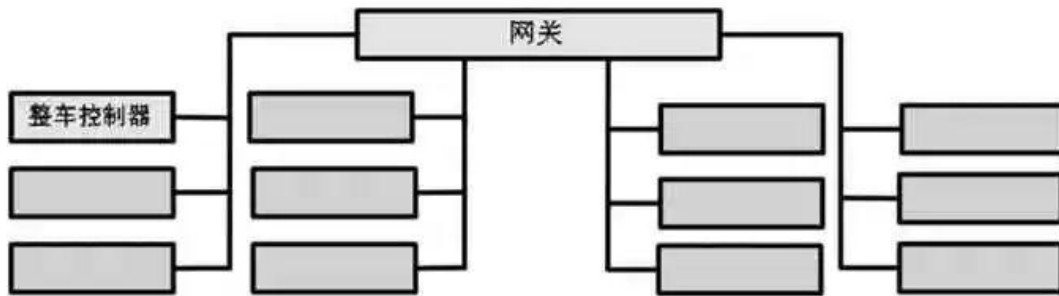


图1 整车控制器在分布式电子电气架构中的位置

(2) 整车控制器与集中式电子电气架构

随着芯片及车载以太网的发展，整车控制器已经具备集成大部分车辆控制软件的能力。分布式电子电气架构正在逐渐向高度集成化和智能化发展，整车控制器在电子电气架构中的位置也随之发生变化，真正实现车辆层级的集成型控制器，其控制涵盖动力、底盘以及一些网关功能。整车控制器与集中式电子电气架构的关系如图2所示。将大部分的功能集成于整车控制器中会极大地减少整车线束长度与控制器数量。

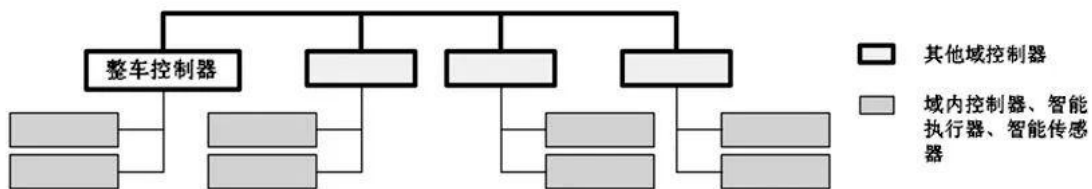


图2 整车控制器在集中式电子电气架构中的位置

(3) 新型整车控制器关键技术

为支撑汽车“四化”，整车控制器必须满足高通信带宽、高计算性能、高功能安全性、软件持续更新等多项需求。其中，高通信带宽催生了车载以太网、CANFD 技术发展；高计算性能催生了多核芯片和双核心控制架构技术发展；软件持续更新催生了 OTA 技术发展。这些技术将被普遍应用在新型整车控制器上。下面文章将分别介绍这一些技术。

二、车载以太网

在过去 20 年里通信带宽问题一直困扰着汽车行业。在这期间，CAN 总线是主流的车载网络技术。其 1Mbit/s 的标称速度在该技术早期对于汽车带宽需求有足够的裕度。然而近年来随着车辆控制逻辑越来越复杂，所需控制器和传感器数量急剧增加，虽然集中式电子电气架构可以在一定程度上减少控制器数量，但是由于域控制器的计算能力远高于原有车辆控制器，因此 1Mbit/s 的 CAN 通信带宽显然是无法满足数据交互需求的。

更高的通信带宽要求加速了以太网和汽车行业的融合。以太网诞生于 20 世纪 70 年代，其最早的雏形与如今家庭、办公、服务器机房、数据仓库运行的以太网早已截然不同。尽管以太网与时俱进地发展，但是应用于汽车仍有一些问题，最主要的是电磁兼容性问题。这些限制在 BroadR-Reach 技术出现后被打破，该技术可在单对非屏蔽双绞线上提供 100Mbit/s 的带宽。这种传输方法从未应用在之前的以太网。即便物理层变化，这种技术仍能够在高层实现与以太网的无缝结合且运行方式不变。目前，该技术已经用于量产车型。同时，支持更快速度的 RTPGE 技术正在研发中，在保留软件兼容性的同时，其带宽有望提升到 1Gbit/s。

尽管通信带宽有着明显的优势，但受制于成本及功耗因素，车载以太网主要应用于骨干网络。用于整车控制器与其他域控制器的通信，如图 3。而对于域内的智能执行器和传感器，使用其他低成本解决方案，如 CANFD、CAN、LIN。

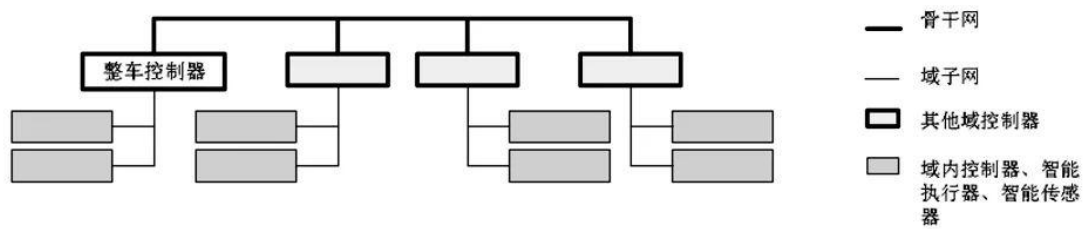


图 3 整车控制器使用以太网与其他域控制器通信

当然，在整车控制器上增加车载以太网面临着巨大的改变：相对于 CAN 通信更庞大的软件协议栈；更大的控制器功耗；更大的静态电流，这些都需要在系统设计时被考虑。

(1) CANFD

考虑到成本及功耗，整车上只有骨干网使用高通信带宽的以太网通信。但是对于其他子网，标称 1Mbit/s 的 CAN 通信也迫切的需要提升通信速度。目前成熟的 CANFD 技术是一个好的解决方案。

CANFD 总线是 CAN 总线的高带宽解决方案，博世公司于 2011 年首先提出 CANFD 概念，并于 2012 年首先发布 CANFD1.0 版本。在保留 CAN 总线主要特性的同时，改善了错误帧漏检率，同时保证网络中大部分软硬件特别是物理层不变。将总线的最高传输速率提高到 5Mbit/s 以上（CAN 通信的最高传输速率为 1Mbit/s, 实际使用速率最高为 500kbit/s）。

更重要的是，CANFD 数据长度最长 64 字节，这使得 CANFD 的数据场占比达到近 85%。CAN 的数据场占比只有约 50%。这意味着即使

同样的通信带宽，CANFD 可以多传输约 70%的有效数据。CANFD 帧格式如图 4 所示。

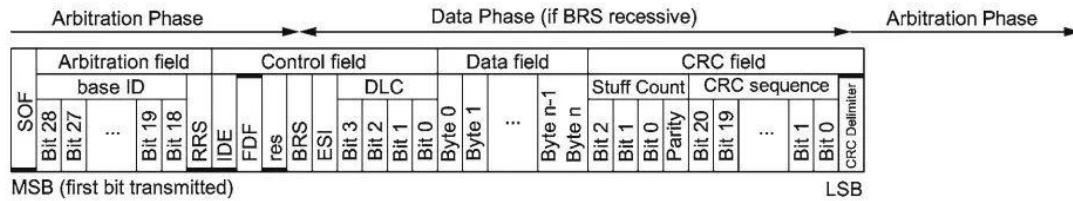


图 4 CANFD 帧格式

更为关键的是，由于 CANFD 保留了 CAN 的大部分关键特性，所有的 CANFD 芯片都能够兼容 CAN。这使得选择 CANFD 芯片的控制器在不改变硬件的情况下，只修改软件即可适配 CAN 通信网络。CANFD 技术有多重优势，在未来相当长一段时间内，车载以太网与 CANFD 将会长期共存，各司其职，共同发展。

(2) 多核芯片

同传统消费电子领域早期一样，为了获得更快的处理速度，汽车行业采用提升核心频率的方式来提升处理速度。但为了兼顾稳定性，核心频率提升遇到瓶颈，未来小幅的提升核心频率已经不能满足日益增长的软件执行速度需求。这种情况下，汽车行业选择了与消费电子一样的技术路线，采用多核芯片。

多核芯片大幅提升了芯片的运算能力。这是一种并行的方法。所以在应用中想获得同样的效果，需要在软件设计时合理地将各部分软件分配到各个核心中。原则是尽量让所有软件并行。多核芯片的算力与同频率单核芯片的算力加速比可以使用 Amdahl 定律来评估。公式如式 (1)：

$$S = 1 / (1 - a + a / n) \quad (1)$$

其中， S 为多核芯片的算力与同频率单核芯片的算力加速比； a 为并行计算部分所占的比例； n 为核心数量。

如图 5，当并程序为 75%时，加速比的极限性能为 4.0。在 10 核以内增加核心数都可以大幅提升运算性能。前期可以通过此方式对系统运算能力和分配要求做大略的评估，寻找一个最佳投入产出点。同时这个公式还指出，对于一个核心数量固定的多核系统，增加程序并行性是提升系统运算性能的有效措施。

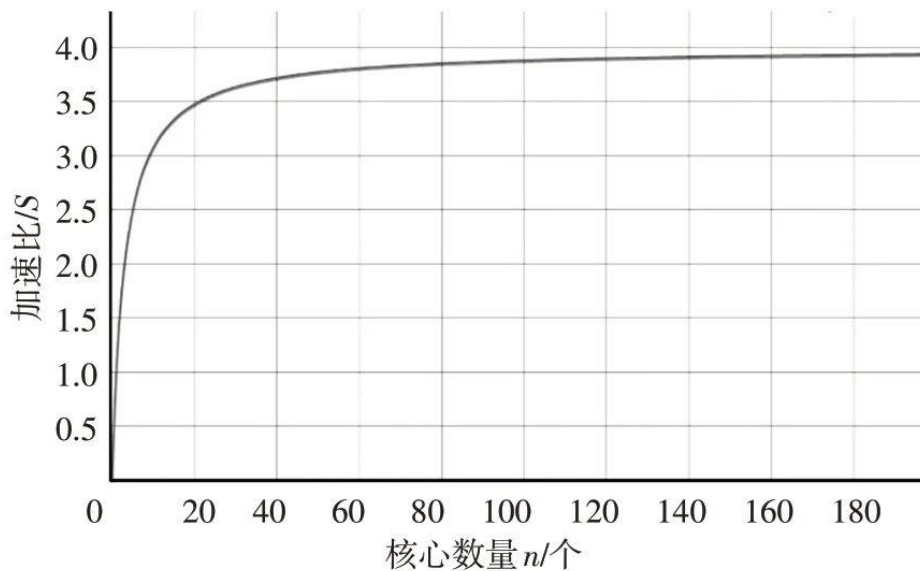


图 5 并行程序占 75%时，加速比 S 与核心数量 n 之间的关系

(3) 双核心控制架构

在过去的几十年里，汽车电子行业一直采用微控制器（MCU）搭建各种类型的车载控制系统。尽管不同厂家的微控制器性能各异，但他们都有一些通用的特点：集成度高、价格低廉、高可靠性、核心频率低、程序是预先装载的以及不允许用户安装软件。软件定义汽车的出现，要求整车控制器具备高计算性能、程序可更新、客户可安装软

件等特性，在整车控制器上微控制器便不能再独自胜任。

目前主流的解决方案是引入微处理器（MPU）作为微控制器的补充。组成双核心高性能整车控制器。这些微处理器与智能手机或 PC 中使用的微处理器非常相似，具有强大的计算及数据处理能力和高核心频率。但其并不像微控制器具有种类繁多的外设，甚至连程序运行所必须的 RAM、ROM 都不包含，所以硬件设计时必要的外设需要被重新考虑。

整车控制器中同时包含了微处理器与微控制器（图 6）。由于这是 2 个独立的软件系统去实现一些共同的功能，核间通信必不可少。核间通信有大量数据量传输，对通信带宽要求较高，且通信方式必须同时被微控制器和微处理器所支持。满足上述特点的以太网是一个优质选择。

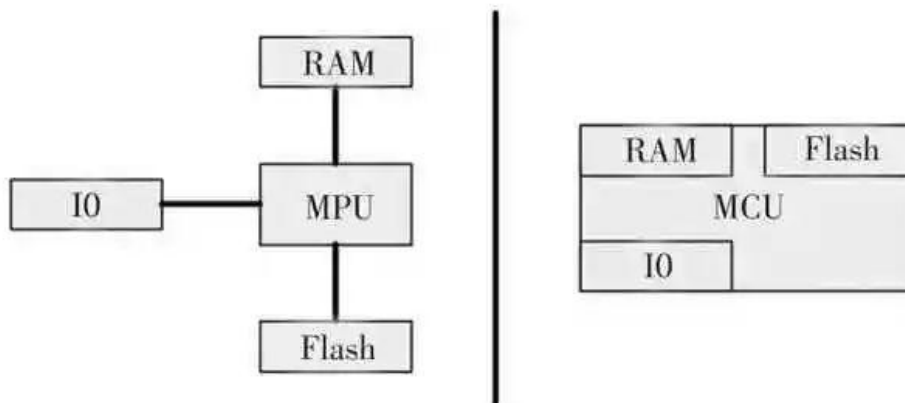


图 6 微控制器（MCU）与微处理器（MPU）集成度差别

双核心控制架构还有一种形式，高集成度的 SOC(System on Chip) 芯片同时集成微控制器和微处理器。尽管物理上统一，但这仍然是 2 个独立的软件系统，需要相互配合去实现一些共同的功能。

在双核心架构的整车控制器中，微控制器和微处理器采用不同的操作系统。CLASSIC AUTOSAR 依然是微控制器最好的操作系统解决方案。而对于微处理器，操作系统选择空间很大，主要包括 Linux、QNX、VxWorks、PikeOS。虽然 AUTOSAR 推出了 ADAP-TIVE AUTOSAR，但严格来讲，这并不是一个完整的操作系统。ADAPIVE AUTOSAR 无法独立运行，它运行于 POSIX 标准接口之上。而 POSIX 接口还需要上述提到的 Linux、QNX、VxWorks、PikeOS 等操作系统来提供。同 CLASSIC AUTOSAR 相比，ADAPTIVE AU-TOSAR 的模块数量不足前者 15%。从目前情况看，若想达到 CLASSIC AUTOSAR 在汽车行业的普及率，ADAPTIVE AUTOSAR 依然有很多路要走。

(4) OTA

在过去的几十年里，汽车电子产品所有的软件都是预先装载的。车辆交付给客户后，没有不可接受的软件问题，一般不会对车辆软件进行更新；一旦发现软件问题，要进行车辆召回。统一由售后服务人员逐一为有问题的车辆升级软件。对售后部门来说，这是一笔非常庞大的开销。据统计 2015 年美国汽车召回达到 8400 万量，其中 6.4% 的召回与软件有关。而空中升级技术（Over-the-Air Technology，OTA）可以解决上述问题。

OTA 技术，最早用于手机端，用户可以通过云端下载和更新软件。带有 OTA 的汽车也同样可以通过云端远程进行车辆系统和功能的升级更新。特斯拉首先将 OTA 技术应用于汽车上。

OTA 技术需要云端和车内端系统同时部署，OTA 架构如图 7。主要介绍整车控制器支撑 OTA 需要实现哪些功能。在经过授权情况下，软件从云端经 OTA Client 进入车内端。经过防火墙，分发到需要升级的控制器。

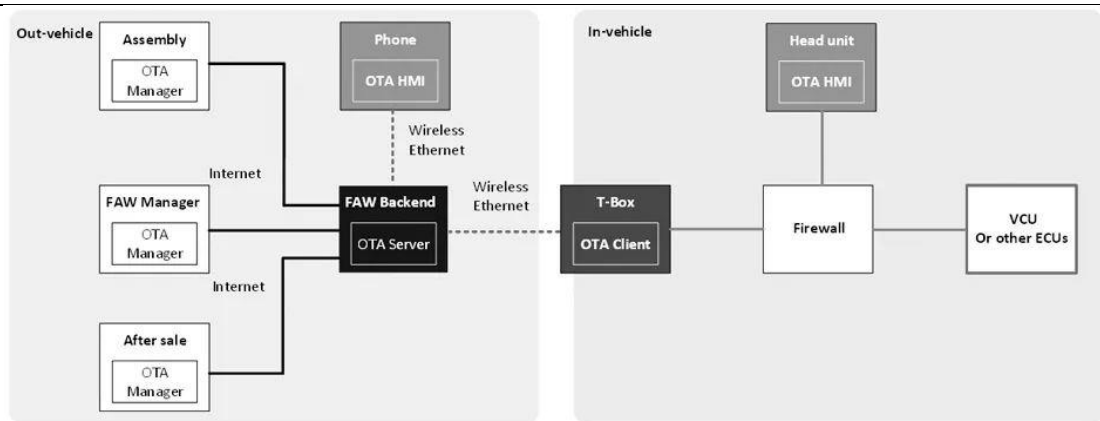


图 7 OTA 系统方案

OTA 是一个复杂的过程，为了避免出现问题，下述问题在整车控制器设计时必须被考虑。

(1) 需要支持程序回滚，在 OTA 升级失败或新程序运行不稳定的情况下，使程序回滚到稳定运行版本；

(2) 需要考虑信息安全，通过通信加密、软件包验签等方式保证软件信息安全；

(3) 需要对车辆配置进行识别并对 OTA 能否开始条件进行判断；

(4) 需要考虑软件 OTA 升级通信速率问题，避免出现由于升级时间过长，影响用户用车的情况。

三、结语

综上所述，为支撑汽车实现电动化、智能化、网联化和共享化，作为电动汽车核心零部件的整车控制器必须具备高计算性能、高通信带宽、高功能安全性、软件持续更新的特点。本文首先介绍了在这些新特点下整车控制器与电子电气架构之间的关系。然后，结合相关成熟技术，阐述新型整车控制器将配备车载以太网、CANFD、多核芯片、双核心控制和 OTA 关键技术。最后，对上述技术进行了介绍，分析了



在整车控制器上应用涉及的相关特性。其中很多特性并不局限于整车控制器，对其他控制器也有借鉴意义。（来源：微信公众号“智能汽车设计”，作者于钊）

虚拟化：提升座舱算力效率

一、虚拟化概念

(1) 驱动力和优势

虚拟化是一种广泛使用的技术，支撑了几乎所有现代云计算和企业基础设施。开发人员基于虚拟化功能可以在单台机器上运行多个操作系统，从而完成软件测试而不会存在破坏主计算环境的风险。虚拟化为芯片和基础设施带来了许多特性，包括良好的隔离性、不同资源的可及性、同一资源的工作负载平衡、隔离保护等。

对于汽车芯片，尤其是座舱域 SoC，当前的发展趋势是通过提高集成度来节省成本，因此在同一个 SoC 芯片上会集成多个操作系统对应的物理资源，这些资源需要在虚拟化环境中安全隔离的情况下共存。具体而言，车载 SoC 虚拟化需要面临的要求和挑战有：

至少三个具有不同安全要求和异构操作系统的域之间的隔离，运行 RTOS 操作系统的需要满足 ASIL-D 安全等级要求的安全岛，运行 QNX 或轻量级 Linux 操作系统的需要满足 ASIL-B 安全等级要求的仪表域，运行 Android 或鸿蒙操作系统的信息和娱乐域系统。

关键资源的可及性和工作负载平衡，包括内存、CPU 工作线程等，尤其是在 GPU 或 NPU 处理巨大工作负载时。在功率约束和内存容量限制下，通过虚拟化来动态保证资源的可用性和灵活性。

(2) Hypervisor 简介

Hypervisor 是虚拟化功能最核心的支持组件。Hypervisor 主要负责处理虚拟机下陷和管理实际物理资源等功能。Hypervisor 主要

可以分为两大类：

原生独立的 Hypervisor，一般称为 Type1 Hypervisor。这类 Hypervisor 以最高权限运行，控制和管理所有物理资源。在这类 Hypervisor 运行过程中，与每个虚拟机相关的资源管理和调度功能可以卸载到该虚拟机的操作系统中实现，这样管理程序可以专注于与虚拟化相关的功能。这类 Hypervisor 典型的案例有 QNX Hypervisor 和 Xen Hypervisor 等。

主操作系统内嵌 Hypervisor 扩展，一般称为 Type2 Hypervisor，基本管理功能可以通过主机操作系统实现，Hypervisor 扩展只专注于虚拟化支持，与主机操作系统配合实现虚拟化功能。这类 Hypervisor 典型的案例有 Linux KVM 等。

对应于 ARM 异常处理体系结构，通常虚拟机操作系统的应用程序或用户空间处于 EL0 安全等级。虚拟机操作系统的内核态空间处于 EL1 安全等级。为了支持虚拟化扩展引入 EL2 安全等级。具体安全等级细分如下图所示：

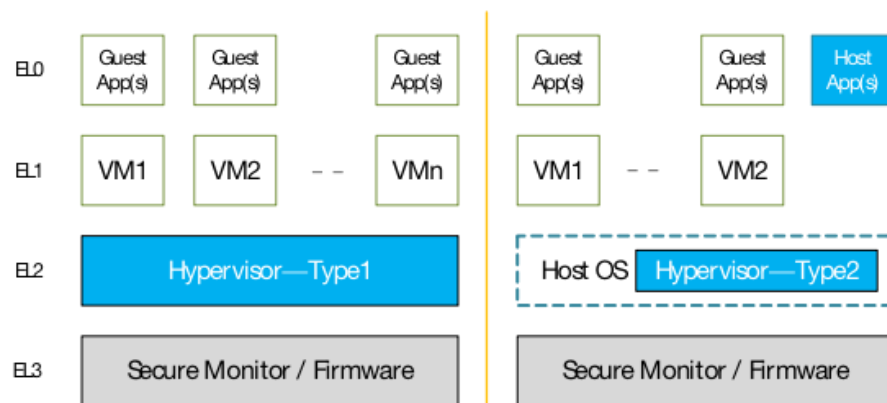


图 1. Hypervisor 类型和对应 ARM 异常处理等级

对于 Type1 Hypervisor：属于虚拟机操作系统用户态空间在 EL0 安全等级，虚拟机操作系统内核态在 EL1 安全等级，独立的

Hypervisor 在 EL2 安全等级。

对于 Type2 hypervisor: 虚拟机操作系统用户态空间和宿主机操作系统的用户态空间都在 EL0 安全等级, 虚拟机操作系统内核态在 EL1 安全等级。带有 Hypervisor 扩展的宿主机操作系统内核态空间在 EL2 安全等级。

从不失一般性出发, 后续章节将以 QNX Hypervisor 相关的软件实现和基于 ARMv8.0 体系结构的硬件实现作为典型示例来介绍当前虚拟化的主要问题和解决方案。根据虚拟化场景的功能划分, 当前主流座舱 SoC 的虚拟化大致可以分为三类:

- 用于 VM 管理和执行的 CPU 虚拟化;
- 用于内存空间分离和管理的内存虚拟化;
- 以及用于设备配置和管理的设备虚拟化。

二、CPU 虚拟化

(1) CPU 虚拟化概述

CPU 或处理器可以为 VM 提供虚拟处理器的抽象, 并执行特定 VM 的相应指令。通常来说, Hypervisor 管理程序直接在物理 CPU 上执行, 占用物理资源并直接使用物理 CPU 的 ISA。而虚拟机操作系统基于虚拟处理器的抽象占用相关资源并执行相关指令, 除了需要更高权限的动作外, 大部分场景也可以直接使用物理 CPU 资源和物理 CPU 的 ISA。

Hypervisor 和 VM 的协同管理是通过虚拟机下陷机制实现的, 通常这种下陷是 VM 或应用需要更高的权限才能执行的时候会产生。在 ARM 架构中, 上面介绍的对虚拟化的异常处理等级, VM 和应用程序最多可以拥有 EL1 权限, 因此对于不允许执行的指令, 将触发虚拟机陷阱。详细流程如下:

通常情况下，VM 在物理 CPU 上运行其指令，与没有 Hypervisor 的情况下一样；

当虚拟机操作系统或应用程序试图执行一条超出执行权限的指令时，触发虚拟机下陷，虚拟机操作系统做上下文切换，切到 Hypervisor 程序；

发生虚拟机陷阱后，Hypervisor 接管现场，并保存虚拟机的上下文，之后处理虚拟机操作系统开启的任务；

当 Hypervisor 完成任务后，恢复 VM 的上下文并将执行权限交还给 VM。

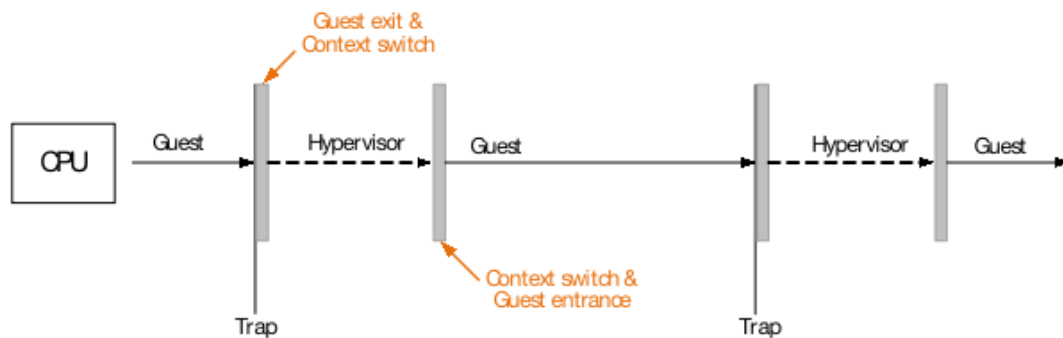


图 2. 虚拟机下陷机制和处理流程

虚拟机抽象和下陷处理机制将在后续 QNX Hypervisor 和 ARM 体系结构中进一步介绍。

(2) QNX 虚拟机和虚拟处理器支持

QNX Hypervisor 软件架构中资源和组件的详细层次结构如下图所示，从 Hypervisor 作为操作系统视角来看，各个 VM 需要通过例化 qvm 进程来在 Hypervisor 操作系统用户态空间中注册。在配置某个 VM 时，会根据规范创建一个对应的 qvm 进程并进行配置，用以指定该 VM 的组件，包括虚拟虚拟处理器 vCPU、虚拟设备、内存管理页表

配置等。

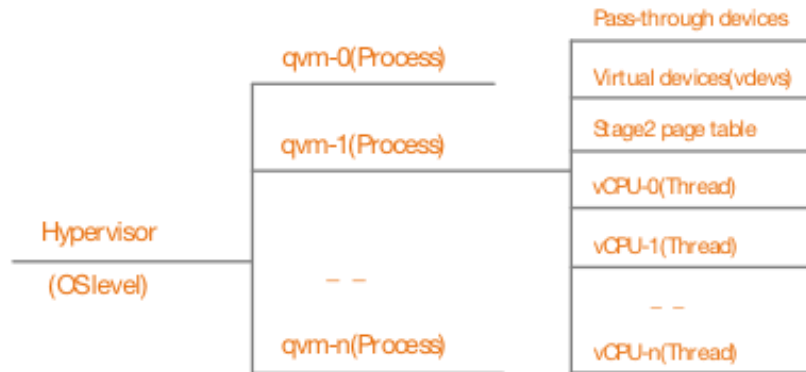


图 3. Hypervisor 资源层级示意图

在 Hypervisor 正常运行期间, qvm 进程实例需要执行以下操作:

- 捕获从虚拟机出入的访问尝试, 并根据类型进行相应的处理;
- 在切换物理 CPU 之前保存 VM 的上下文;
- 在物理 CPU 重新执行某个 VM 之前恢复该 VM 的上下文;
- 负责虚拟化相关故障处理;
- 执行确保虚拟机完整性所需的维护程序。

在一个 qvm 进程被例化的同时, 会在进程内实例化多个 vCPU 线程、虚拟设备列表和 Stage2 页表, 分别用于应用线程抽象、虚拟设备抽象和内存虚拟化抽象。对于 vCPU 抽象, QNX Hypervisor 遵循基于优先级的 vCPU 共享模型, 其中优先级包括 qvm 进程优先级和 vCPU 线程优先级。在 Hypervisor 运行规则中, qvm 进程的相对优先级和 qvm 进程内的 vCPU 调度线程的优先级层次化地决定哪个 vCPU 可以访问物理 CPU。但是映射过程和后续执行过程中, VM 中运行的内容和数据对于 Hypervisor 来说是完全的黑盒。Hypervisor 仅确保在基于 vCPU 的优先级和调度策略共享物理 CPU 时, 较高优先级的 vCPU 将始

终抢占较低优先级的 vCPU。除此之外的虚拟设备列表和 Stage2 页表将在后续章节介绍。

(3) ARM 虚拟机和虚拟处理器支持

ARM 架构中的下陷机制是通过异常处理来实现的。如上文所述，通常虚拟机操作系统的应用程序或用户空间处于 EL0 安全等级。虚拟机操作系统的内核态空间处于 EL1 安全等级。Hypervisor 处于 EL2 安全等级。如下如左边所示，当超出 EL1 安全等级的 VM 或者应用程序指令执行时，将向 EL2 级别的 Hypervisor 发出异常下陷，交由 Hypervisor 来处理异常，然后通过上下文切换返回到 EL1 安全等级的 VM。

下图右边示例了一个 CPU 捕获 WFI 的处理过程。执行等待中断 WFI 指令通常会使物理 CPU 进入低功耗状态。通过注入断言 TWI 信号，如果满足 $HCR_EL2.TWI=1$ ，则在 EL0 或 EL1 安全等级上执行 WFI 将导致异常并下陷到 EL2 安全等级上处理。在此示例中，VM 通常会在空闲循环中执行 WFI，而 Hypervisor 可以捕获此类下陷动作，并调度不同的 vCPU 到这个物理 CPU，而不是直接进入低功耗状态。



图 4. 下陷机制和 WFI 下陷示例

在 ARM 体系结构中，vCPU 一般代表虚拟的处理单元，每个 vCPU 在 Hypervisor 中需要例化对应的 vCPU 线程。VM 对应的是 Hypervisor

中例化的 qvm 进程，会包含一个或者多个 vCPU 线程。

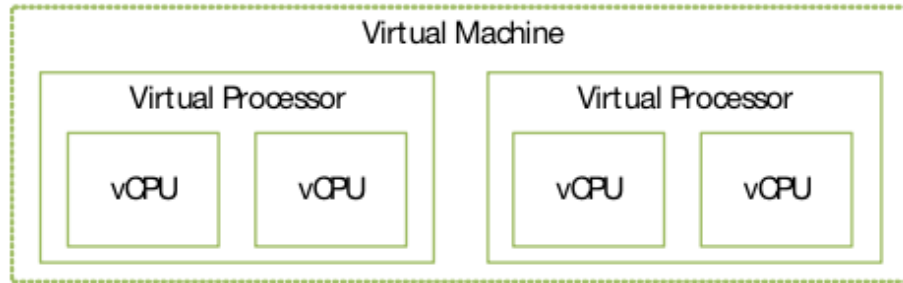


图 5. ARM 虚拟机和虚拟处理器层级关系

三、内存虚拟化

(1) 内存虚拟化概述

内存虚拟化配合 CPU 虚拟化，可以保证所有 VM 都有独立的内存空间，并严格按照权限进行隔离。而内存虚拟化的关键要求是地址管理，根据上下文配置和控制各个 VM 对物理内存的访问。

内存虚拟化通常是与通过内存分配和释放的管理相结合来实现的。从硬件实现视角，通常的内存虚拟化是通过控制两级地址翻译来实现的。Hypervisor 和 VM 的内存分配和释放机制都和典型的操作系统内部内存分配和释放的机制类似，使用基于分级页表实现内存管理。

(2) ARM 内存管理体系

ARM 架构中采用基于页表的两级地址翻译机制。通常来说，第一层级转换将虚拟地址 VA 转换为中间物理地址 IPA，这一层级地址翻译由操作系统管理和控制。而第二层级地址翻译则将中间物理地址 IPA 转换为物理地址 PA，这一层级地址翻译由 Hypervisor 管理和控制。这两个阶段的翻译是相互独立，互不干扰的。如下图 6 所示，连续的虚拟页地址可以映射到离散的中间物理页中的地址，而离散的中间物理页地址可以映射到连续的物理页地址。

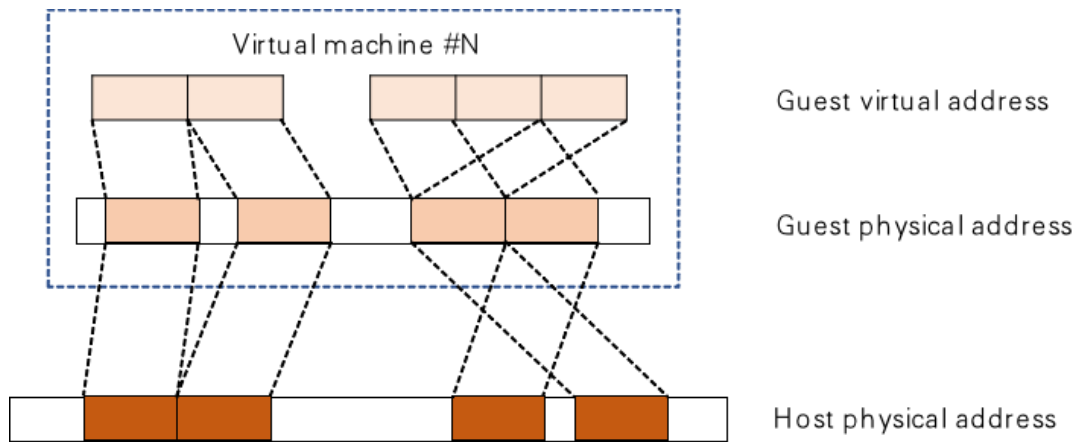


图 6. 两级地址翻译机制

下图 7 显示了 ARMv8 架构的典型两级地址空间。其中，虚拟地址空间主要代表有：

- 位于非安全 EL0/EL1 安全等级中的虚拟机操作系统虚拟内存映射空间；
- 位于非安全 EL2 安全等级中的 Hypervisor 虚拟内存映射空间；
- 位于 EL3 安全等级中的安全监视器虚拟内存映射空间。

这些虚拟地址空间都是相互独立的，并且每个内存空间都有独立的配置和页表。图示的两级页表可以比较完整地支持内存虚拟化功能，其中 Stage1 虚拟机操作系统页表可以将虚拟地址转换为中间物理地址，包括串口设备地址、内存地址和存储设备地址，而 Stage2 虚拟化页表，结合 Hypervisor 页表和安全监视器页表，可以将中间物理地址转换为合法的物理地址。

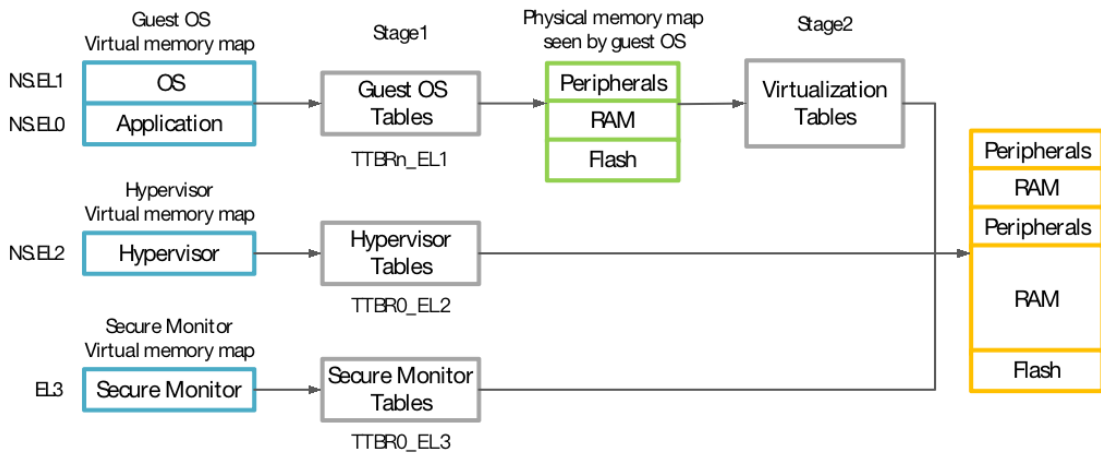


图 7. ARMv8 典型的两级地址空间

在 AArch64 架构中，物理地址通常为 48bits，页表大小通常为 4KB 或者 64KB，为避免页表空间太大，通常采用 4 级页表划分，按照地址段进行页表项查询。下图为 4 级页表和第一层级地址翻译示例，具体内容本文不再赘述。

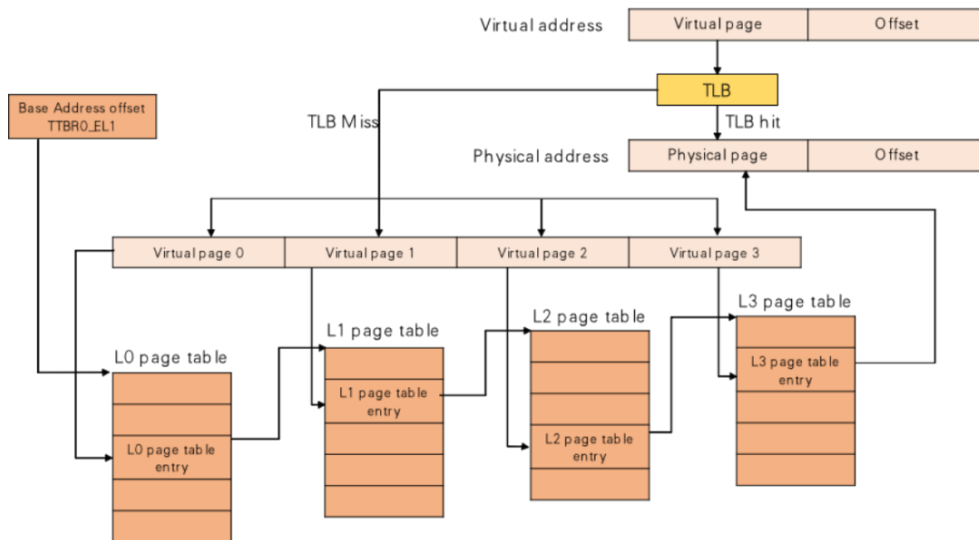


图 8. AArch64 4 级页表和第一层级地址翻译示例

四、设备虚拟化

(1) 设备虚拟化概述

虚拟化中 Device 的概念可以概括为系统中除了运行 Hypervisor 和 VM 的处理器之外的可访问内存的设备。在座舱芯片中，典型的 Device 类型可以总结为：

- 软件模拟虚拟化设备：借助软件模拟或硬件虚拟化的方法捕捉原生驱动，之后在 Hypervisor 内模拟虚拟设备的行为，所有虚拟机都通过管理程序陷阱与该设备交互；

- 半虚拟化设备：为所有虚拟机模拟一个实际的物理设备，所有虚拟机都可以通过一次下陷与该设备进行批处理调用；

- 直通设备：被虚拟化环境中的特定虚拟机完全独占；

- 共享设备：可以供一个 VM 使用，也可以供一个或多个 VM 和 Hypervisor 本身使用。

后续章节将详细介绍 QNX Hypervisor 中设备虚拟化的具体实现以及在 ARM 体系结构下对于设备虚拟化的支持。

(2) QNX 设备虚拟化支持

QNX Hypervisor 中的设备可以归纳为：

- 物理设备，包括直通设备和共享设备，
- 虚拟设备，包括全虚拟化和半虚拟化设备。

如前面所述，QNX Hypervisor 在为 VM 配置和实例化 qvm 进程时，需要将物理设备和虚拟设备 vdev 配置给 qvm 进程和 VM。下图为 QNX Hypervisor 中对于不同种类设备虚拟化的支持。

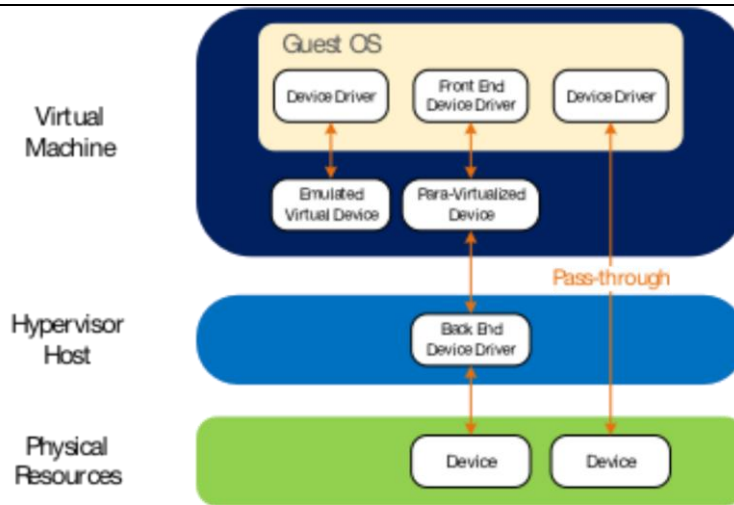


图 9. QNX Hypervisor 中的设备虚拟化支持

对于直通设备, VM 具有直接且独占的访问权限, 并且 Hypervisor 主机操作系统将被绕过。这类直通设备的驱动程序也将由 VM 直接拥有。对于直通设备, Hypervisor 只需要将来自物理设备的中断直接路由到对应的 VM, 并将来自 VM 的所有信号直接传递到对应的设备。所有交互都在 VM 和设备之间, Hypervisor 需要识别并允许通过来自设备的中断和来自 VM 的信号。直通设备的典型示例是 PCIe、以太网等。

对于共享设备, 这些设备可以被多个访客使用, 典型示例是共享内存。QNX Hypervisor 支持两种不同类型的设备共享, 引用共享和中介共享:

- 引用共享: 共享设备作为直通设备分配给一个特定的 VM, 该 VM 也管理该设备的驱动程序, 其他授权的 VM 将通过虚拟设备访问该设备。

- 中介共享: 所有授权的 VM 通过虚拟设备访问该设备, Hypervisor 控制该设备并管理驱动程序。

对于虚拟设备, QNX Hypervisor 支持全虚拟化和半虚拟化设备,

用来隔离系统上物理设备之间的直接通信：

- 全虚拟化设备/软件模拟虚拟化设备：为 VM 模拟实际物理设备的虚拟设备。使用此类设备时，VM 不需要知道它在虚拟化环境中运行。根据物理设备的类型，全虚拟化设备可以自己处理所有事务，也可以充当 VM 和实际物理设备之间的中介。典型示例包括中断控制器 GIC、计时器 Timer 等。

- 半虚拟化设备：与全虚拟化设备相比，半虚拟化设备可以通过单次异常下陷批量处理设备调用，从而提高效率，减少因为虚拟化而额外引入的异常下陷下陷。QNX Hypervisor 支持基于 VirtIO1.0 标准的半虚拟化设备，包括典型的块设备、I/O 设备、控制台、GPU、DPU、ISP 等。

(3) ARM 设备虚拟化支持

ARM 架构中针对设备虚拟化提供了多方面的支持，其中主要的机制包括系统内存管理单元 SMMU 和支持虚拟化的中断控制器 GIC。

对于 SoC 系统中除处理器以外的设备，尤其是 DMA 控制器或具有 DMA 控制器的设备，在虚拟化场景下由 VM 分配时，可以通过 SMMU 保证地址转换和 OS 级别的内存保护。下图左图显示了操作系统视角下不带虚拟化支持的 DMA 控制器。DMA 控制器将通过主机操作系统内核空间中的驱动程序进行编程，该驱动程序将根据 MMU 单元为 DMA 配置物理地址。但是在虚拟化环境中，特定 VM 的视角下，直通 DMA 只能基于该 VM 所对应的第一层级 MMU 做地址翻译，从而只能配置中间物理。因此，下图右图显示了用于该 DMA 控制器的虚拟化支持的系统内存管理单元 SMMU，可以在支持 VM 直接配置直通 DMA。所有的内存访问都可以通过管理程序主机编程的 SMMU 从 IPA 转换为 PA，以确保 VM 和 DMA 都是基于 IPA 进行地址操作而保持统一的视角。

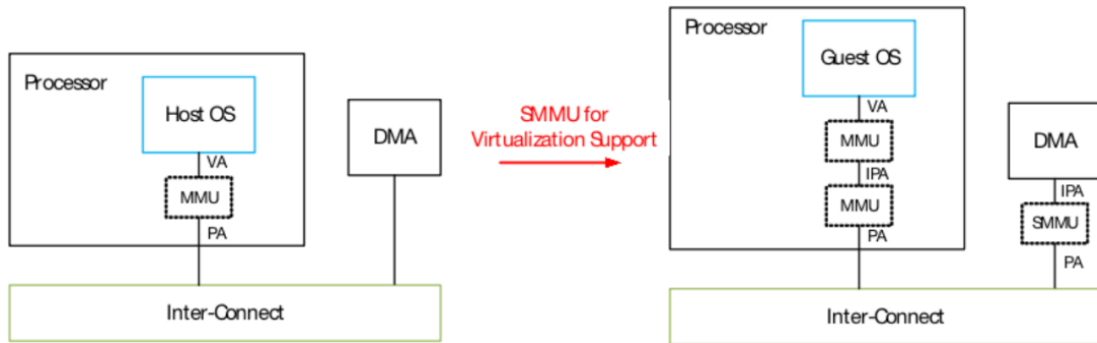


图 10. ARM 架构中 SMMU 对设备虚拟化的支持

从 Arm GICv2 开始，如下图所示，GIC 可以通过提供物理 CPU 接口和虚拟 CPU 接口来发出物理和虚拟中断信号。从 GIC 功能来看，这两个接口是相同的，区别是一个发出物理中断信号而另一个发出虚拟中断信号。Hypervisor 可以将虚拟 CPU 接口映射到 VM，允许该 VM 中的软件直接与 GIC 通信。这个机制的优点是 Hypervisor 只需要设置虚拟接口，而不需要采用全虚拟化的方式来支持 GIC。可以减少中断下陷的次数，从而减少中断虚拟化的开销。

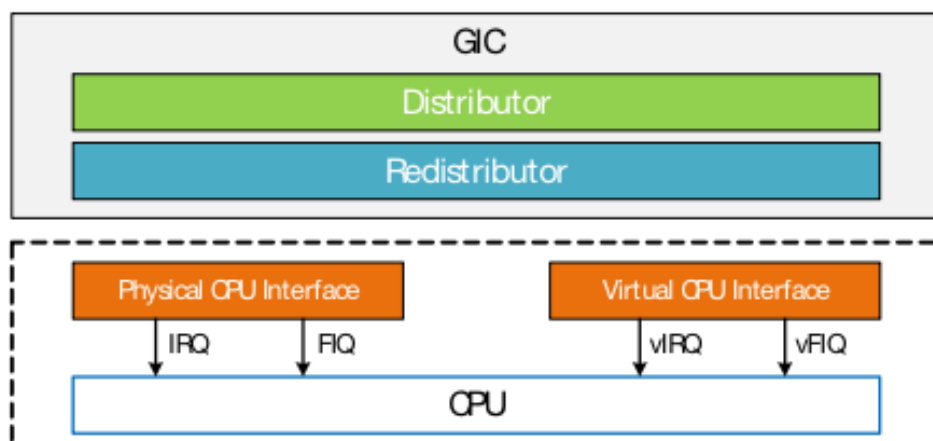


图 11. ARM 架构中 GIC 对设备虚拟化的支持



五、结语

虚拟化正迅速成为现代车载场景软件架构中的一项关键技术，尤其是座舱 SoC 当前面临着安全隔离、灵活性和高利用率的挑战。Hypervisor 软件与硬件虚拟化扩展的配合，可以让座舱场景中的虚拟化特性更加高效、安全。（来源：复睿微首席架构专家 Erick.X）

一文带你全面了解，自动驾驶数据闭环之大数据管理

数据闭环涉及领域有非常多，本文主题则是五大数据闭环之一的大数据管理部分。

不同等级阶段的车辆，需要采集的数据量也呈现几何级增长。以目前常见的 L3 阶段为例，随着 4K 超高清摄像头、128 线激光雷达等传感器引入，每天 8 小时数据采集系统记录的数据量高达 30TB。这么说吧，英伟达公司的自动驾驶技术测试也显示车辆学习数据收集系统在几小时内就能够充满 TB 级的固态存储硬盘（SSD）。

众所周知，汽车自动化分五级。自动化程度越高，所需的数据存储量就越大。举个例子，比如二级自动驾驶汽车需要全程人为操作，但有附加的自动化系统，如变道辅助、盲点检测或自动停车功能。鲍曼认为，二级自动驾驶汽车需要 4 到 10PB 的数据。

级别	LEVEL 0	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5
定义	人工驾驶 (No automation)	系统 辅助驾驶 (Foot off)	部分 自动驾驶 (Hands off)	有条件 自动驾驶 (Eyes off)	高度 自动驾驶 (Mind off)	完全 自动驾驶 (Chauffeured)
特征	定速巡航CCS 盲区提醒（倒车雷达） 紧急制动AEB	L0+自适应巡航ACC (+变速巡航) 车道偏离预警	L1+自动巡航IACC (+车道保持) 自动泊车	L2+自动驾驶 (+自动变道) 法律责任判定模糊	限定区域、限定路况、 限定环境符合要求时 自主导航驾驶 驾驶员变为乘客	全区域、全路况、全 环境 自主导航行驶 座驾变为座舱
能力	车辆控制	驾驶员	驾驶员+系统	系统	系统	系统
环境监测	驾驶员	驾驶员	驾驶员	系统	系统	系统
驾驶接管	驾驶员	驾驶员	驾驶员	驾驶员	系统	系统
运行条件	有限制 全部人工	有限制 必须人控制方向 以及紧急刹车	有限制 限速限路段 手不能离开方向盘	有限制 限速限路段时 手可以离开方向盘 注意力实时关注	有限制 限速限路段 除非提醒接管 否则可以不关注路况	无限制

然而，三级自动驾驶汽车需要 50 到 100PB 的数据存储，五级自动驾驶汽车则需要 3EB 以上的存储空间。鲍曼说：“三级自动驾驶系统意味着汽车可以实现自动驾驶。而五级自动驾驶汽车可以实现完全

自动驾驶”。

一、数据处理方法

尽管自动驾驶汽车所需的数据存储量是巨大的，但挑战并非源于存储阶段，而是传输阶段。鲍曼说，例如，让车辆上路去记录来自摄像机、激光扫描仪和雷达的数据时，每辆车每天能产生 80TB 的数据。

他说：“然后，你必须通过数据线连接车辆，将数据从汽车系统传输到数据中心，接着将数据从研发中心复制到数据中心。通常，我们的客户在每个洲都有一个集中的数据库，数据传输就可以通过加速文件传输方法或物理方式实现”。

介绍一些数据管理的具体研究：

由于边缘节点能够为一定范围内的多个用户（车辆）同时提供服务，因此资源调配以及用户任务竞争问题是影响性能的主要因素。某文献将车辆任务卸载过程中的竞争冲突问题转化为多用户博弈问题，证明该问题的纳什均衡的存在性，并实现了一个分布式的计算卸载算法。

更进一步的上述文献，针对任务卸载过程中的通信速率、可靠性、延迟三方面进行优化分析，提出了一个支持服务质量感知的无线网络资源管理框架，将资源分配问题拆分为车辆集群的分块、集群之间的资源块池分配、集群内的资源分配 3 个子问题，并实现了一个基于图理论的优化方法：

(1) 首先将车辆分区转化为集群划分问题，使得车辆之间的协同控制能够避免隐藏终端问题，同时避免由半双工导致的通信限制；

(2) 对群组的资源块池分配问题转化为基于加权资源冲突图的最大最小公平性问题，解决（由高效的集群间通信资源复用导致的）

频谱利用率增强与限制集群间竞争冲突的权衡。

针对车辆高移动性导致的边缘节点频繁切换的问题，上述文献认为车辆与节点之间的连接在维持较短时间后便丢失，将造成处理时间及能耗开销增长，提出了任务接替算法，按照计算出的接替时间，将处理任务从原有节点卸载至下一个可行的目标节点，继续任务的运行。

同时，该研究者没有局限于单一完整的任务卸载，实现了一系列任务的部分卸载策略。

对于整个卸载过程而言，车端的性能与边缘服务节点端的性能均需要认真对待。DDORV 算法能够根据当前系统状况（例如信道质量、流量负载）对车端与节点端的两个相互耦合且包含大量状态信息、控制变量的随机优化问题同时进行考虑。

具体而言，该算法基于 Lyapunov 算法将双边随机优化问题解耦为两个独立的按帧优化问题：对于车辆，卸载策略通过比较本地处理成本与任务卸载成本进行选择，CPU 调整频率通过提出的目标函数计算得出；对于边缘节点端，首先提出一个轻量的资源供给算法，之后基于对无线资源与能耗的共同优化的迭代式算法，提出持续松弛方法以及 Lagrange 双解耦算法。

同时，该研究者选用电视机空白频段（TV white space）进行车辆与边缘节点之间的无线数据传输，弥补了传统蜂窝、Wi-Fi 等技术的弊端，提高了通信效率。

同时，对于一定区域内的多个用户，通常具有多个节点提供选择。JSCO 算法将多节点、多用户背景下的负载均衡与任务卸载决策问题转化为混合整数非线性规划问题，并能够针对节点选择、计算资源优化、卸载方案决策 3 个问题以低复杂度进行计算，在保证延迟限制的条件下最大化系统利用率。

二、5G 基础设施对数据的重要性

有专业人士表示,5G 对于自动驾驶汽车的研发和生产至关重要,尤其是在未来 5 到 10 年,届时将有更多的技术集成到汽车中。他说:“如今的汽车就是路上的移动数据中心。因此,必须对车辆中的数据进行预处理,例如,识别值得通过 5G 传输到数据中心的有价值的数据”。

他还说,自动驾驶汽车需要存储边缘数据,也就是在车内存储数据。“你需要计算边缘存储,特别是在没有 5G 覆盖的地方。这是另一个问题,因为你必须在车辆中缓存数据,以便在有 5G 信号后发送数据”。

与 5G 相关的另一个问题是上传速度。有专业人士说:“5G 是为高速下载流数据设计的,所以上传速度没有那么快。因此,你不可能真正通过 5G 上传大量数据,它是为从数据中心向最终用户传输数据而不是从车辆到数据中心而设计的。但 5G 的优势在于其低延迟”。

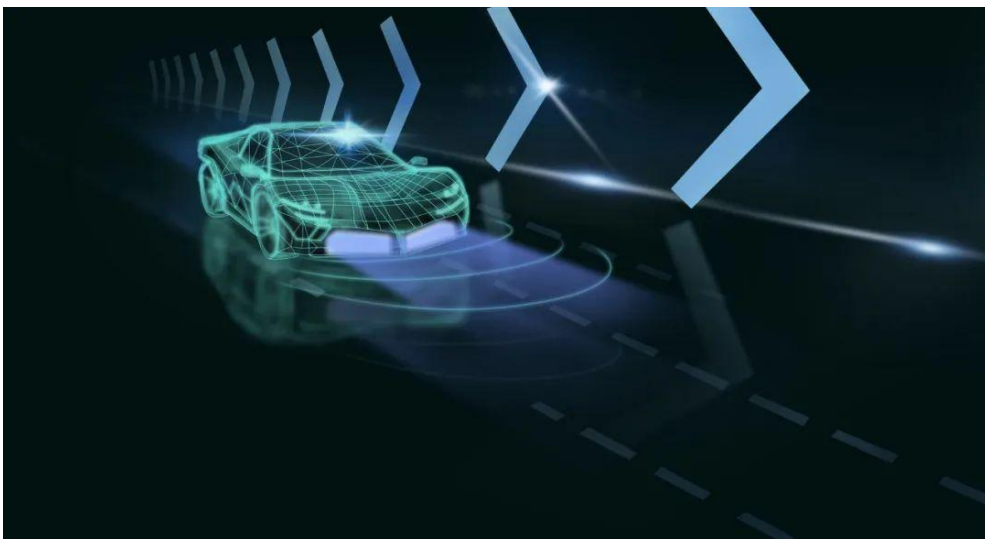
三、面临的挑战

网信办在去年 5 月 12 日发布的《汽车数据安全管理办法(征求意见稿)》(简称《意见稿》)在引起了一阵小波动后,似乎很快就沉入“潭底”,被跨界造车等汽车界的热闹事给掩盖了。但汽车企业心里很清楚,这不仅是由特斯拉争议带来的数据安全风控方案,更深层次上,采集用户数据的“紧箍咒”预警已经拉响。“如果这个法规最终落地时,严格规定数据只能留在车内,而车企不启动新的合法的数据获取通道,那国内的自动驾驶技术发展,可能真的要延缓几年。”某位不愿透露姓名的业内权威人士称。

但并非所有车企都选择静观其变,用户在真实道路上的行驶数据是车企自动驾驶技术迭代升级和完善的重要支持。为此,已有企业开

始打造数据获取的新商业模式。今年 4 月，上汽智己基于其 CSOP (Customer Share Option Plan) 用户数据权益平台，发布了用户数字资产“原石”的开采方式。其希望通过该平台，实现与用户之间的数据交易。具体的操作办法为：智己汽车拿出 4.9% 的创始轮股权用于 CSOP 计划，并推出 3 亿枚“原石”，其中 70% 的原石需要车主通过日常驾驶车辆产生数据来兑换获得。用户获得原石后，则可以进行软硬件的产品升级以及相对应的数据权益。

智己是目前国内唯一一家提出与用户进行数据交易的车企，虽然其平台推出的时间在新规意见稿发布之前，但这被认为有望成为法规趋严下的一种解决方案。“我觉得挺有意思，是一种模式创新。”百度阿波罗信息安全负责人刘健皓对经济观察报记者表示。上述权威人士也认为该模式具有突破性。在此之前，车企对车辆大部分数据都是默认采集的，从未实现平等交易。但也有专家认为，由于存在诸多不确定性，这种模式可能只是车企互联网思维下的一种尝试，执行顺不顺利还不好说。



而对智己汽车数据交易模式探讨的背后，映射出了车企和业内对于智能汽车的用户数据收集将会变得越来越难的危机感。根据《意见稿》，车企对用户个人信息和行驶重要数据“默认不采集”，或者至少需要每次都获得用户的同意。这意味着数据采集的通道存在将被阻断的可能，这对于当下如火如荼的自动驾驶应用将不可避免产生影响。

在这种情况下，上汽智己的数据交易模式是否能成为行业趋势？在用户数据安全和智能驾驶技术发展需求之间，是否还有其他可行的数据共享模式？留给整个行业寻找解决方案的时间已经不多了。

四、车企的大数据“切断”风险

在接受经济观察报记者采访时，多位专家均对智己汽车与用户进行数据交易的模式给予了一定肯定。汽车行业资深分析师梅松林认为，该模式可以加强车企数据采集的透明性，并让车企与用户互惠互利。赛迪顾问汽车产业研究中心总经理鹿文亮则表示，这表明车企开始采用类似互联网公司“众包”的模式，具有一定先进性。

但对于该模式是否会成为行业趋势，业内有不同的看法。“我觉得未来企业可能还会（像智己一样）拿出一些好的玩法，来刺激用户拿出数据。”刘健皓认为，采取这种模式不仅可以帮助车企拿到数据，还可以通过数据的累积大大促进智能汽车的发展，“数据是移动互联网时代的基础要素，至关重要，智能汽车同样如此。”刘健皓表示。刘健皓用手机行业的发展作了一个类比，“（以前）诺基亚本身没什么数据，随着智能手机应用内容增多，直接迎来了一个移动互联网时代。”刘健皓说。

但也有观点认为，数据交易的模式仍存在诸多不确定性。一方面，由于是新的模式，数据交易和奖励的额度比较难设置，“设置低了没人参与，设置高了后面没法兑现，会对品牌有损害。”鹿文亮说。同

时，针对数据可能推进智能汽车整体发展的看法，鹿文亮认为，利用“众包”模式实现发展，首先应该是产品已经比较好，才能利用用户的数据形成良性循环，半成品的情况下则会造成恶性循环，而当前智能汽车还不能说已经发展完善，因此以智己汽车为代表的这种数据获取新模式是否会成为趋势还不好说，“很可能只是车企在互联网思维下的一次尝试。互联网的运营模式很多，都尝试一下，不行可以换。”

汽车数据安全新规征求意见稿的发布，让车企在数据收集方面变得越来越焦虑。“现在车企对最新的数据采集要求都比较头疼，对这个征求意见稿，企业的反馈大部分集中在数据采集方式的改变上。”鹿文亮对经济观察报记者指出，如果该新规实施，必将会带来不小的影响，“主要是以前数据采集得太多了，并且很多公司的商业模式就是未经授权进行数据采集。”

可以看到，汽车数据安全新规主要限制了两类数据的收集——重要数据和个人信息。其中重要数据包含“道路上车辆类型、车辆流量等数据”，而这被认为属于自动驾驶对道路场景收集所需要的重要数据。另外，个人信息中的个人车内操作，也被认为是车企收集用户习惯的重要渠道。但新规却认定对这些信息“默认不收集”，即使采集，授权也“仅一次有效”，这可能将阻断当前车企的数据收集通道。

五、华为数据管理方法

华为正式发布《华为核心网自动驾驶网络白皮书》，在业界率先提出了面向5G的核心网自动驾驶网络的理念、目标和构架，为5G核心网向自动驾驶网络演进提供了一条可衡量、可实践的指导性路径。

近年来，智能驾驶汽车已成为汽车领域发展的新趋势，越来越多的汽车采用了辅助驾驶系统(ADAS)和自动驾驶系统，这类系统利用车

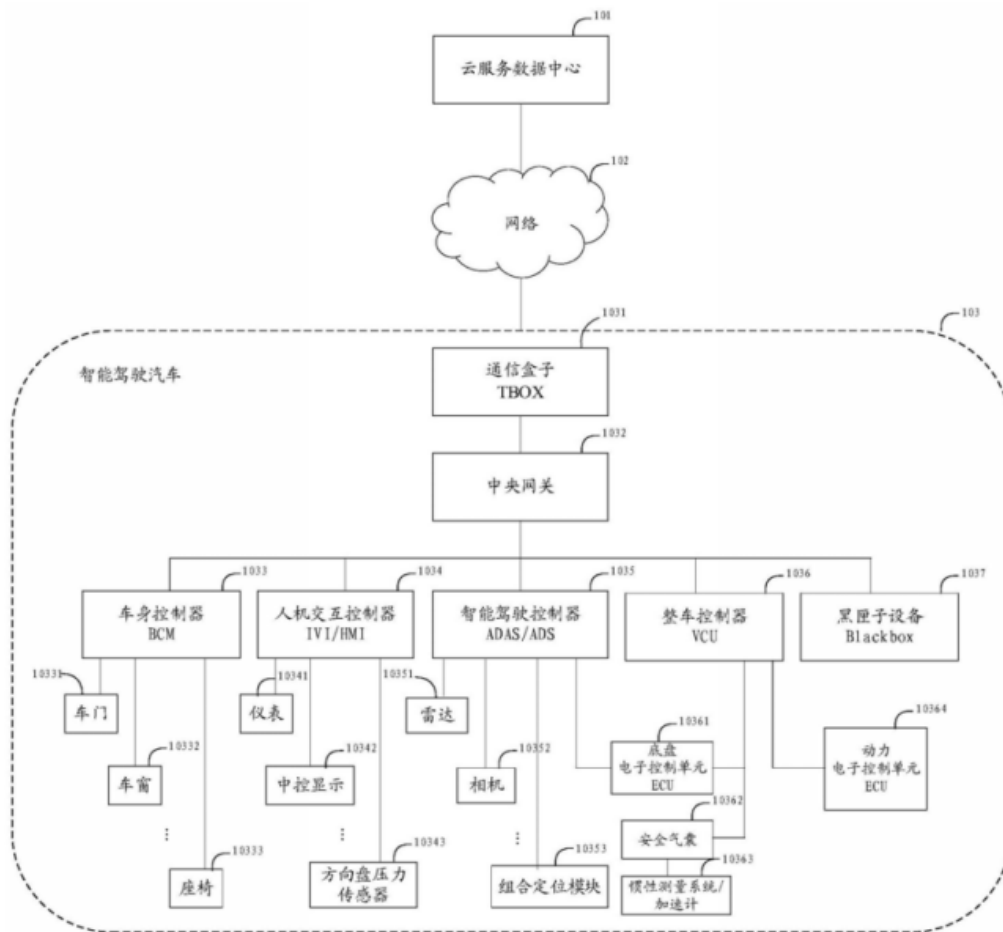
载的移动数据中心(MDC)和车载传感器,在行驶过程中智能化探测障碍物、感知周围环境并自动决策车辆的路径并控制车辆的行驶状态。智能驾驶技术给汽车领域带来了革命性地机遇和挑战,越来越多的厂商致力于通过智能驾驶提升驾驶员在汽车行驶中的体验。

除此之外,智能驾驶汽车的安全性也引起了业界的广泛关注,传统人工驾驶汽车通常利用黑匣子设备记录车辆在发生事故前后的引擎速度、车速、刹车、油门和安全带的状态,而黑匣子则是一类安装在汽车上且抗损毁性能高的设备。当汽车发生剧烈碰撞时,黑匣子可以通过车身内与黑匣子设备连接的加速传感器提供的数据判断车辆的加速度在短时间内是否超过预设阈值,进而收集并存储车身数据。

但是,与传统的人工驾驶车辆相比,智能驾驶汽车在应用场景、驾驶员驾驶习惯和方式、智能驾驶汽车内各个系统的工作方式以及与周围设施和汽车的关系等方面都发生了巨大的变化,智能驾驶汽车在安全方面也对黑匣子数据的管理方法提出了更高的要求,因此,如何提供一种适用于智能驾驶汽车中更有效的黑匣子管理方法成为需要解决的技术问题。

为了解决这样的问题,华为在19年8月7日申请了一项名为“智能驾驶汽车中黑匣子数据的管理方法、装置和设备”的发明专利(申请号:201910726567.X),申请人为华为技术有限公司。

根据该专利目前公开的资料,这项黑匣子数据管理方法一些细节如下所示。



如上图，为该专利发明的智能驾驶车的黑匣子数据的管理系统的逻辑架构示意图，该系统包括云数据中心 101、网络 102 和智能驾驶车 103，云数据中心 101 和智能驾驶车 103 通过网络 102 进行通信。

其中，云服务数据中心能够提供用于存储黑匣子数据的云服务的数据中心，包括私有云、公有云和混合云类型的数据中心；网络是可以实现将智能驾驶车中黑匣子数据传输至云服务数据中心的媒介。

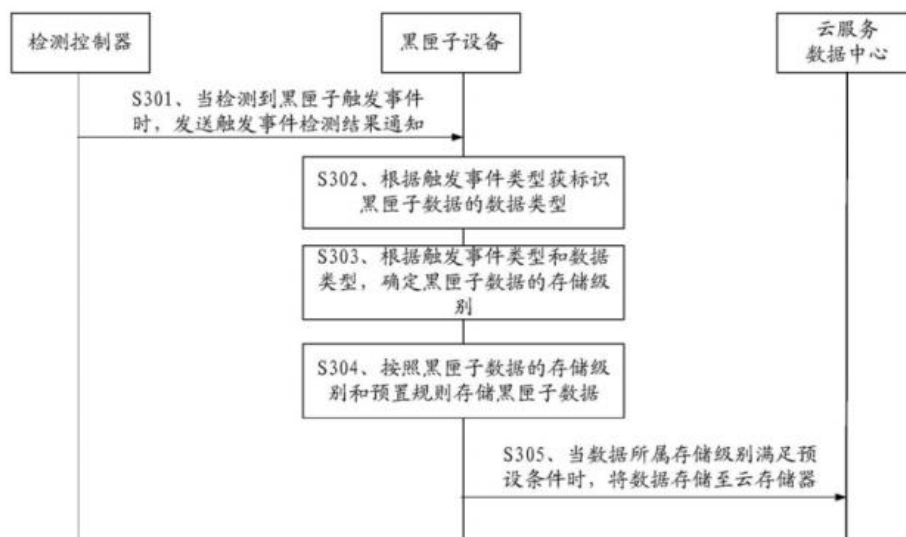
纵观整个智能驾驶车辆，其包括有通信盒子 1031、中央网关 1032、车身控制器 (BCM) 1033、人机交互控制器 1034、智能驾驶控制器 1035、整车控制器 1036 和黑匣子设备 1037。通信盒子用于实现智能驾驶车和云服务数据中心的通信；人机交互控制器包括车载娱乐 (IVI) 和硬

件监视器接口(HMI)等车载娱乐控制系统,负责人和车辆的交互,通常用于管理仪表、中控显示以及方向盘压力传感器等设备。

整车控制器(VCU)通常与底盘电子控制单元、安全气囊和动力电子控制单元相连,而安全气囊通常与惯性测量单元相连,通过惯性测量单元的检测,可以判断智能驾驶汽车是否处于紧急制动状态,若智能驾驶汽车处于该状态,则安全气囊可以弹出以保护驾驶员安全。

最后就是整车中最为神秘的黑匣子,黑匣子设备用于在紧急情况下记录智能驾驶车的车身数据,这些数据包括:引擎速度、车辆速度、刹车力度、转向角、油门板状态、安全带状态等,以及这些数据生成时的时间戳。在汽车失事时,这些数据往往是调查人员分析事故最为主要的数据。

接下来,我们结合下图详细介绍该专利中所提供的智能驾驶汽车中黑匣子数据的管理方法,如图所示。



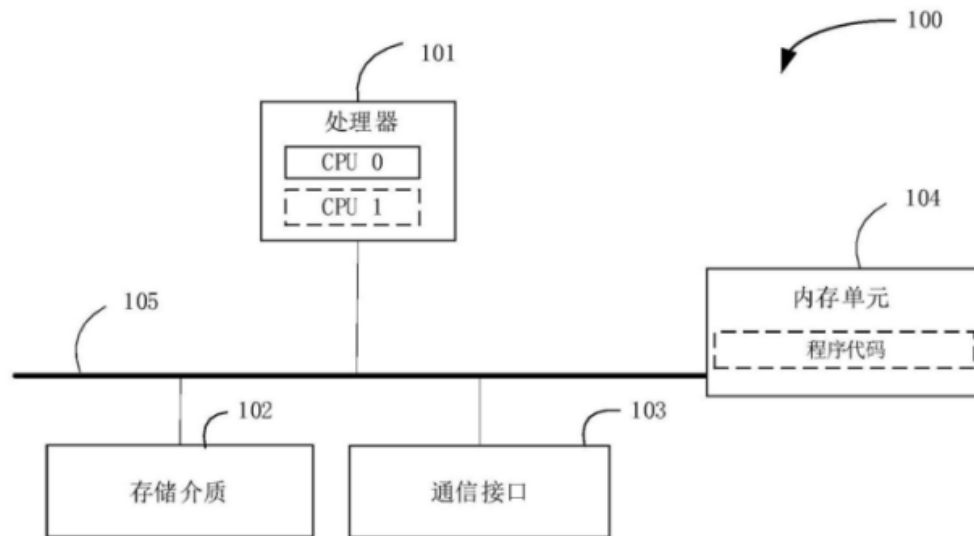
首先,当检测控制器检测到黑匣子触发事件时,检测控制器向黑

匣子设备发送触发事件通知。其次，黑匣子设备根据触发事件类型标识黑匣子数据的数据类型，检测控制器能够检测的黑匣子触发事件包括驾驶模式转换事件和驾驶风险边界事件两类，其中，驾驶模式转换事件又可以细分为以下两种情况：

(1) 驾驶员将智能驾驶汽车的驾驶模式切换至智能驾驶模式：当智能驾驶车为人工驾驶且智能驾驶系统检测符合智能驾驶开启条件，通过人机交互控制器通知驾驶员，由驾驶员通过按钮触发智能驾驶车切换为智能驾驶模式，此时，由人机交互控制器通知黑匣子设备存在黑匣子触发事件。

(2) 驾驶员主动将智能驾驶汽车的驾驶模式切换至非智能驾驶模式：当智能驾驶车为智能驾驶模式时，驾驶员可以通过踩刹车、转动方向盘、人机交互控制器模式切换的方式主动将智能驾驶车切换为非驾驶模式，此时，可以通过人机交互控制器检测到黑匣子数据触发事件，并通知黑匣子设备存在黑匣子触发事件。

接着，黑匣子设备根据触发事件类型和数据类型确定数据所属存储级别，并按照数据所属存储级别和预置规则存储数据。当数据所属存储级别满足预设条件时，黑匣子设备将向云服务数据中心发送黑匣子数据。这样，通过对于数据的存储方式进行分级，最高级会将书就保存到云端，从而保证了数据的安全性以及有效性。



最后是这种智能驾驶车的黑匣子设备的结构示意图，可以看到，黑匣子设备包括处理器 101、存储介质 102、通信接口 103 和内存单元 104。其中，处理器、存储介质、通信接口、内存单元通过总线进行通信。

以上就是华为发明的黑匣子数据管理方法，通过对于黑匣子中数据的管理方式进行升级、以及将黑匣子的数据同时存储在本地和云存储器中，并且对于黑匣子的数据进行分级存储，从而有效的提升了智能驾驶汽车中黑匣子数据的有效性以及安全性，同时也提升了整个智能驾驶汽车的整体安全性。(来源：微信公众号“焉知智能汽车”，作者高工)

自动驾驶在干线物流的商业化进展综述

近几年，在一些半封闭/全封闭的低速场景中，一些自动驾驶项目已进入商业化探索阶段，比如末端物流、环卫、矿山等。而在高速场景中，干线物流也同样步入了商业化探索阶段，其商业化进程不落于低速场景的自动驾驶项目。

一方面，传统的干线物流行业正面临司机招工难、留人难、工龄大、人工成本高等问题，同时，行业的竞争压力也日益增大。而自动驾驶技术不仅可以帮助物流企业节省人力成本，也可以通过算法和车辆控制，让车辆行驶成熟度趋近老司机水平，实现降低油耗。

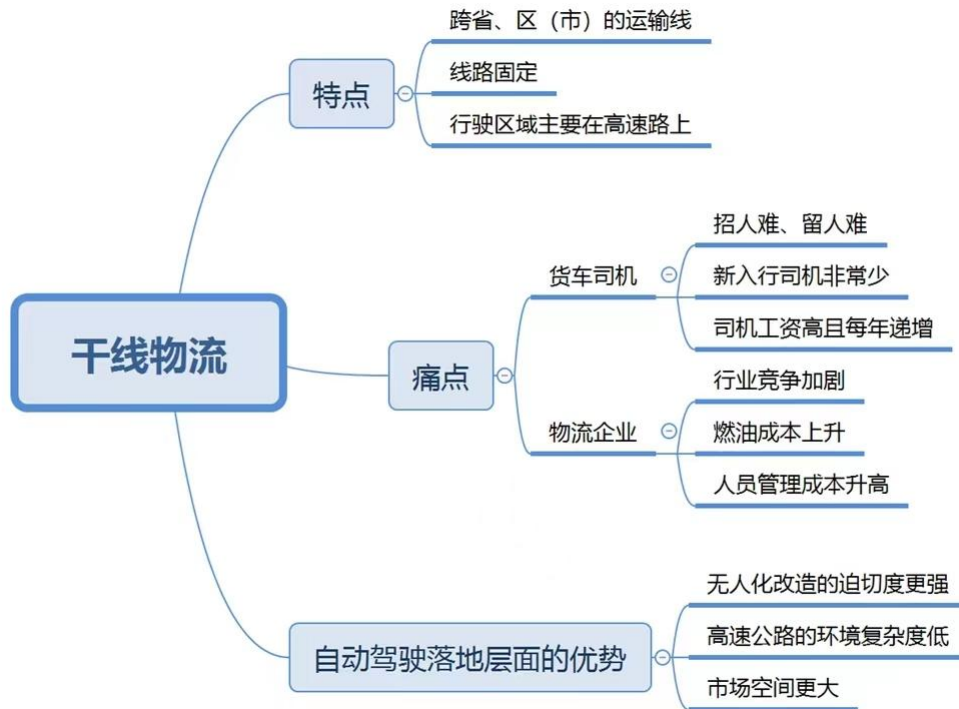
另一方面，干线物流拥有较大的市场空间，这也是吸引自动驾驶公司投身于该场景的原因。

那么，目前在干线物流赛道的自动驾驶公司采用的是什么样的商业模式？如何去实现降本增效？又面临什么样的挑战？带着这些问题，笔者先后拜访了宏景智驾高等级自动驾驶产品线负责人郑隽年、挚途科技解决方案总监黄文欢、智加科技资深研发总监韩坪良、原德邦战投投资总监胡晨等专家。

本文从 5 个方面详述了干线物流，包括自动驾驶在干线物流场景的落地、商业化进展情况、现阶段自动驾驶如何为干线物流场景降本增效、商业化面临的挑战、中美差异。

一、自动驾驶在干线物流场景的落地

干线物流指利用城市之间道路的主干线路，进行大批量、长距离的货物运输。笔者简要梳理了干线物流的特点、痛点、自动驾驶落地层面的优势，具体如下：



二、商业化进展情况

(一) 商业模式

1、商业模式的类型

当前自动驾驶企业采用的无人干线物流商业模式主要为4类：提供技术解决方案、提供自动驾驶技术服务、提供第三方运力服务、提供造车+自动驾驶系统+运力的模式。

表：各类商业模式对比

商业模式	提供技术解决方案	提供自动驾驶技术服务	提供第三方运力服务	提供造车+自动驾驶系统+运力的模式
典型代表	智加科技	宏景智驾	赢彻科技	图森与 Hydron 的合作
具体介绍	自动驾驶技术+技术服务	智能车+技术服务	自动驾驶技术+自建车队+运输服务	造车+自动驾驶技术+自建车队+运输服务
盈利模式	售卖自动驾驶系统+技术服务费	智能车的打包费用+技术服务费	收取运费	智能车的打包费用+技术服务费+运费
客户对象	主机厂	物流企业	物流企业	物流企业
车辆归属方	主机厂	物流企业	自动驾驶企业	自动驾驶企业

(1) 提供技术解决方案

提供技术解决方案：自动驾驶企业作为 tier1，向主机厂提供自动驾驶系统，包括传感器的配置方案、计算平台、算法的开发与迭代等。

盈利模式：通过售卖自动驾驶系统与后期技术服务费用来获取收益。

优势：能够提前获取现金流，可以较快地覆盖研发成本；不会直接持有重资产，运营模式较轻。

挑战：初期客户对自动驾驶技术的认可度不高、买单意愿不强；缺少场景数据，不易于产品的快速迭代。

(2) 提供自动驾驶技术服务

提供自动驾驶系统的运营服务：属于 SaaS 模式 (Software as a Service)，物流企业等客户采购自动驾驶企业所合作的主机厂

车辆，同时自动驾驶企业向其提供自动驾驶技术的运营服务，而客户负责管理和运营车队。

盈利模式：自动驾驶公司向物流企业出售智能车，并按照每公里的固定单价收取技术服务费。

优势：以轻资产模式运营的同时，也可以获取到运营数据。

挑战：客户仍然需要持有重资产，在产品与服务未得到验证时，很难让其为车辆买单。

（3）提供第三方运力服务

提供第三方运力服务：属于 TaaS 模式（Transportation as a Service），自动驾驶企业自建运营车队，并负责自动驾驶技术的开发和迭代。

盈利模式：承接物流企业（托运人也可以是大型企业，如雀巢等）的干线业务，并按照运费的市场价格收取费用。

优势：有利于获取运营数据，加快自动驾驶技术的迭代；更容易拿到物流订单。

挑战：重资产模式不利于车队规模的快速扩张。

（4）提供造车+自动驾驶系统+运力的模式

提供造车+自动驾驶系统+运力的模式：自动驾驶公司一方面提供自动驾驶全套系统与第三方运力服务，另一方面通过增加造车的方式，提升量产交付能力，解决运力不足的问题。比如图森与 Hydron 在未来潜在的协同合作，Hydron 与图森虽然在股权上没有直接的关联，但两家公司的创始人皆为陈默，未来两家的合

作也存在可能性。Hydron 的定位在于提供氢能卡车，而图森的定位则致力于自动驾驶技术的研发以及车辆运输的运营。

盈利模式：一种是通过卖智能车的方式，收取智能车的打包费用以及技术服务费用；另一种是直接参与运营，承接物流运输业务，并收取相应的运费。

优势：除了运力服务模式带来的优势外，该模式还可以保证车辆的量产交付，且也能保证车辆线控底盘的供应链安全。

挑战：该模式相比于单纯持有车辆来说，其资产会更重，容易对前期现金流造成较大的影响。

2、客户类型

自动驾驶企业在干线物流场景的客户主要分为两类：主机厂和物流企业。

(1) 主机厂

主机厂作为自动驾驶企业的客户，该客户类型主要出现于提供技术解决方案的商业模式，比如智加科技与挚途科技的合作，智加科技主要是提供自动驾驶技术的解决方案。在此，也有人会问：为何商用车主机厂不直接自研自动驾驶技术？

第一，主机厂一直都有自研自动驾驶技术的意愿，但受制于内部组织架构的影响，很难在现有的组织结构下建立一个新的部门。

第二，现有的自动驾驶公司在技术成熟度上已经领先于主机厂，若主机厂从现在开始去追赶，就需要花费大量的人力和财力，但即使如此也未必能获得理想的效果。

第三，商用车主机厂的市场规模与资金实力都不如乘用车主机厂，自研可能会加重自身的经营负担。

(2) 物流企业

物流企业是无人干线物流最终的客户类型，笔者在与各专家的交流中也发现，这些物流企业目前主要是快递/快运企业，为什么这类物流企业更适合当前的无人驾驶？主要原因是以下三点：第一，快递/快运企业的货源量大，拥有多条干线线路。

某干线物流场景的自动驾驶公司研发负责人说：“我们首选的合作对象一定是快递/快运企业，他们的货源比较有保障，以京沪线的双边运营为例，他们能够帮我们匹配好两头的货物，而不会出现车辆空跑的问题。”

第二，快递/快运的物流运输主要集中在高速公路，并且以长途线路为主。

一方面，卡车主要跑的是高速路，场景复杂度低；另一方面，大都是长途线路，可以利用当前的自动驾驶技术实现双驾变单驾的可能性。

第三，快递/快运企业迫切需要寻找提高自身运营效益的方法。

韩坪良说：“我们通过接触不同的物流客户后，发现有些客户拥有几千台规模的车队，但利润空间都很低，他们对成本控制的力度非常大，几乎把能省的一些东西都已经省掉了。对于这部分客户来说，他们会非常乐于去尝试一些新的技术，比如说自动驾驶。”

3、商业模式的发展趋势预判

(1) 短期内，运营才是正确之路

从物流企业的角度来看，目前物流企业在尚未看到自动驾驶技术带来的商业价值前，他们不会愿意去掏钱购买自动驾驶技术。一方面，自动驾驶技术还没得到可靠验证。物流客户在面对自动驾驶技术时，他们也希望能看到自动驾驶技术是否真的安全可靠？另一方面，自动驾驶车的成本会远远高于当前的传统商用车，而物流企业仍然会质疑其是否可以产生额外的效益，从而覆盖掉自动驾驶车辆和安全员所带来的多余成本。

从主机厂的角度来看，若物流企业都不愿意买单的话，主机厂又有何动力向自动驾驶公司购买单自动驾驶技术，即使主机厂认同了自动驾驶技术在干线物流场景的价值，也难以找到客户来买自动驾驶卡车。

从自动驾驶企业的角度来看，各家的自动驾驶技术的差距会越来越小，不会存在某家的自动驾驶技术特别牛逼，或者某家的技术特别弱，未来决胜的要点还是在商业化落地进程，而运营是最有可能实现商业化落地的有效途径。

那自动驾驶企业做干线物流运营具体有哪些好处呢？

第一，可以慢慢积累运营数据，发现运营中存在的一些 corner case，然后不断地优化算法。

第二，在客户为自动驾驶系统买单意愿不强烈的前提下，自动驾驶公司只能先通过运营获得持续的现金流收入，然后不断扩大运营车辆的规模，再去获取更多的数据来训练自己的算法。

(2) 长期来看，部分自动驾驶企业会以提供整套解决方案或者提供自动驾驶技术服务为主

长期来看，干线物流场景必然是物流公司、主机厂、自动驾

驶公司三方力量共同去推进。

首先，物流企业在看到自动驾驶技术的可靠性后，必然会放手去拥抱自动驾驶。黄文欢说：“目前货源主要集中在大型物流企业手里，现阶段他们或许不会去为此买单，但在看到自动驾驶给干线物流行业带来的效益后，他们或许也会自己买自动驾驶车辆。”

其次，在看到物流企业认可自动驾驶的技术后，大部分主机厂会与自动驾驶公司以合作研发的模式，加大自动驾驶车辆的研发与生产。

最后，目前参与运营的自动驾驶企业会分为两部分，一部分企业会继续深耕重资产的运营，而另一部分企业会退居为 Tier1（提供技术解决方案）或者软件服务商的角色。

针对后者的原因，主要有两点：

第一，初期某些自动驾驶企业做运营，其实更多的是一种不得已而为之的试验性行为，主要是为了让物流企业看到自动驾驶技术在干线物流的商业价值。然而，目前自动驾驶公司所能提供的运力，也只是一种有限的运力，并不能真正满足市场的潜在需求。

第二，自动驾驶企业作为软件型企业，本身前期的研发投入非常高，除非融资或者运营现金流收入能支撑重资产运营，否则这笔经济账必然没法打平，也会拖累公司未来的发展。

（二）典型企业盘点

该部分简要梳理了一些典型干线场景玩家的信息，包括成立时间、地区、自动驾驶系统、融资阶段、投资方、合作伙伴。

表：典型企业信息盘点

公司	成立时间	地区	自动驾驶系统	融资阶段	投资方	合作伙伴
图森未来	2015 年	美国、中国	TuSimple Path	已上市	产业投资方：英伟达、UPS、固特异等 财务投资方：新浪、鼎晖资本等	主机厂：Navistar、TRATON 场景方：UPS、XPRESS、McLane等
智加科技	2016 年	美国、欧洲、中国	PlusDrive	C 轮	产业投资方：满帮、万向、上汽等 财务投资方：方源资本、CPE、铂明投资、红杉中国、金沙江创投	主机厂：一汽解放、依维柯等 场景方：满帮、亚马逊、荣庆物流、华润万家、鑫志鸿、全球捷运、苏宁物流等
集度科技	2019 年	中国苏州	-	Pre-A 轮	产业投资方：一汽解放、智加科技等 财务投资方：中银投资、江苏联合基金等	主机厂：一汽解放 场景方：荣庆物流、德坤物流等
赢彻科技	2018 年	中国上海	轩辕系统	B+轮	产业投资方：京东物流、德邦快递、宁德时代等 财务投资方：红杉资本、君联资本等	主机厂：中国重汽、东风 场景方：德邦
主线科技	2017 年	中国北京	NATS	B 轮	产业投资方：普洛斯、博世、科大讯飞、蔚来等 财务投资方：越秀产业基金、众为资本等	主机厂：中国重汽、一汽解放、福田等 场景方：德邦、福佑卡车等
宏景智驾	2018 年	中国杭州	HyperTruck One	A+轮	财务投资方：Prosperity7、达泰资本、高瓴创投、华登国际、蓝驰创投等	主机厂：江淮 场景方：安能物流、顺丰、中显物流
斯年智驾	2020 年	中国北京	-	A 轮	财务投资方：字节跳动，广发信德、劲邦资本和辰韬资本等	比亚迪

友道智途	2021 年	中国上海	-	天使轮	产业投资方：上汽、上港 财务投资方：海尔、普洛斯隐山资本、国家电力	主机厂：上汽 场景方：洋山港（东海大桥项目）
希迪智驾	2017 年	中国长沙	-	C 轮	财务投资方：成都科创投、中国新兴资产、瑞世基金、乾道基金等	东风、福田、北奔重汽
千挂科技	2021 年	中国北京	-	Pre-A 轮	产业投资方：顺丰、小鹏、百度 财务投资方：IDG、凯辉基金、襄禾资本等	主机厂：一汽解放 场景方：顺丰

资料来源：公开信息整理

三、现阶段，自动驾驶如何为干线物流场景降本增效

（一）车辆编队

车辆编队是指多辆货车通过跟随的方式在路上行驶，每车之间需要保持一定的行驶距离。

车辆编队的主要优势在于可以减少后方车辆的风阻，从而降低油耗，同时可以通过跟车的方式，实现由原先的两车四人，变为两车三人。在国内，由于法规限制，后方车辆仍然需要司机。虽然车辆编队确实具备上述优势，但是在实操过程中却遇到了不少问题。

第一，若遇到前方有障碍物，车队的自动变道难度会非常高。在变道时，车队需要预留比单辆车更多的时间去做规划和控制。在路面环境相对复杂的情况下，自动变道会显得较为困难，此时就会被迫需要司机的人工介入。

第二，国内的快递和快运行业通常发车班次多且频率也高，但针对某条线路，较少会有多台车同时从一个分拨中心发车的情况。郑隽年说：“比如从上海到北京的线路，同时发出两辆或多辆车的情况很少见，即使这条线路业务量很大，也会通过每天多班次的方式解决（如6点/10点/18点各一班）。”

第三，由于整个车队的长度一般会百米以上，这会造成邻车道的车辆行驶压力增大。举例来说，如果此时一组车队正好在最右侧车道行驶，而一辆小车在左侧车道想要变道进入服务区，当看到旁边车道一长排的大货车时，小车司机可能需要被迫减速，等车队通过后才能变道进去服务区匝道。这或许会造成小车在等候变道时，被后方车辆追尾。

（二）甩挂运输

甩挂运输是指货车按照预定的计划，在各装卸点甩下并挂上指定的挂车后，继续运行的一种组织方式。它的优势在于可以加快车辆的周转，提高运输效率，防止车辆空跑。

笔者在与各专家的交流中也发现，传统的干线物流其实也没有过多地用到甩挂运输。对此图森地创始人陈默也曾公开提到，中国甩挂业态还不成熟，国内甩挂率只有5%，而美国有80%。

与此同时，陈默也表示无人驾驶非常适用于甩挂车辆，但从目前各家自动驾驶企业的实际应用情况来看，甩挂运输并没有真正实现很好地应用。

第一，甩挂需要有足够的货运量才能更好地“甩起来”。某自动驾驶公司从业者说：“甩挂能不能真正地用好，取决于承运人所承运的货够不够充足。如果你的货够充足，甩挂的效率才能达到最高，货车才能一直在路上跑。对于货运企业来说，每个月

的公里数就是他们的生命线。所以甩挂若能够让车辆的公里数跑足，这些货运企业就能获得效益。但是，如果货运企业的货运量不足而非要硬甩的话，反而会增加甩挂挂箱的租赁成本。”

第二，后方挂车的挂头很难做到标准化。郑隽年说：“甩挂需要挂车的标准化程度比较高，这里标准化指的是头挂匹配的标准化，我们现在的挂车是千奇百怪的，其长宽高和制动能力等都有差别，头挂的接口也有两种标准，比如直插式或者握手式。在这种情况下，全行业的大规模甩挂是比较困难的，但在一个大车队内部还是可以做到部分甩挂。另外甩挂的比例还会受限于物流管理系统内的车、货匹配调度能力。”第三，无人化甩挂的商业价值不明朗。郑隽年说：“无人车若要做到自动脱挂、自动接挂，就需要配置额外的传感器和算法，也会带来额外的成本，目前从物流分拨中心来看，使用无人接驳带来的效率提升和人力节省等价值还没有被充分验证。”

（三）减少人力

司机的工资高、占比大等问题，已经严重影响了物流企业的利润空间。所以减少人力应该是自动驾驶技术赋能干线物流场景非常重要的一点，但受制于政策法规的影响（《交通运输企业安全生产标准化建设基本规范》规定，货运车辆每日运行里程超过400公里或高速公路直达超过600公里的，应按规定配备两名以上驾驶员；同时驾驶员连续驾驶时间不得超过4小时），长距离的跨省运输就很难去减少驾驶员。

当前部分干线物流场景的玩家开始在探索双驾变单驾，简单来说，就是凭借辅助驾驶技术，降低司机的疲劳度，从而把两个人减为一个人。

针对行业内双驾变单驾的原因，黄文欢解释道：“司机成本高一直是干线物流场景中一个重要的痛点，尤其是在整个行业经济不景气的情况下，运价被持续得压榨，导致物流公司在整个运输中没钱可挣了，这就倒逼着一个司机去开个800公里，乃至1500公里。正是由于这种大环境的影响，行业更加迫切地需要去探索一些新的模式，而双驾变单驾就是其中的一种模式。”

那么，双驾变单驾是否真的这么靠谱？

首先，以现在的辅助驾驶技术而言，虽然司机可以把一部分环境监控和车辆控制交给自动驾驶技术，可一旦出了事故后，事故责任仍然无法从司机身上移除。

其次，在中长距离（比如500公里以上）的干线运输中，即使车辆配置了高配版辅助驾驶功能，司机也不可能说直接睡觉或者做其它事情，他仍然需要时刻关注车辆的前方环境，时刻保持着高度集中力。

所以，双驾变单驾只能说是一种短期的过渡现象，并不能真正减少驾驶员，或者减轻驾驶员的疲劳感。但是，减少人力成本依然是未来自动驾驶赋能干线物流最大的价值，只不过从目前L2辅助驾驶技术来看，暂且无法做到完全地去安全员，而去安全员只可能存在于未来高阶自动驾驶技术中。

（四）降油耗

理论上来说，降油耗一般是通过不断调节发动机的油门开度（喷油量），从而让车辆实现合理的喷油。通常，油耗的下降比例是指自动驾驶车辆的油耗相对于一个新手司机的下降比例。

从影响油耗的因素来看，主要可归纳为以下几点：

表：影响油耗的主要因素

主要因素	具体内容
车况	车龄、车辆零部件的磨损程度、线控底盘的性能、车辆的风阻、货物的重量及摆放位置等
路况	天气环境、道路坡度、海拔高度、拥堵程度等
驾驶行为	车速的变化（急加速、急刹等）、变道的频率等

结合这些影响油耗的因素，那如何才能利用自动驾驶技术来降低油耗？笔者在与各个专家的交流后，得出两种较为可靠的方法，可概括为：“看得更远”和“做得更精”。

所谓“看得更远”也就是利用好高精地图和车载的感知设备，提前获取到前方路面的情况（比如上下坡度比例、前方行驶车辆的车速等等），并做出更好的决策控制，比如更精准的刹车、踩油门等等。

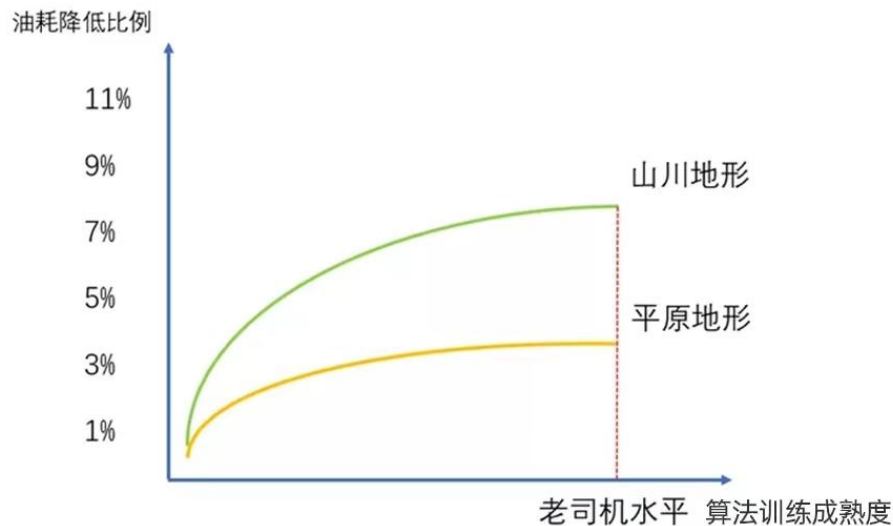
再者，“做得更精”则是通过积累数据、优化算法的方式，让车辆行驶在最佳状态，保持发动机外特性曲线在最佳位置，也即是让发动机保持在最佳功耗区间。

自动驾驶技术最终会降低多少比例的油耗？笔者认为，在某些限制条件下，油耗的降低会趋近于一个极限值。

郑隽年解释道：“针对传统的燃油重卡在某条特定线路上的油耗会有一个理论的最优值，原理上讲，这是直接受到热力学第二定律限制的，我们通过各种节油算法，可以让油耗更加接近这个最优值，而不可能无限地降低油耗。同时随着车辆损耗的增加，它的油耗也会越来越差。”

假设某辆自动驾驶车在天气环境、线路方向、车辆载重都相同的条件下，其自动驾驶技术所带来的油耗下降空间必然不会高于老司机水平，而是无限趋近于老司机水平。

同时，不同地形之间的油耗下降幅度也有不同，东南、北方等平原地形的油耗下降幅度会低于西南、西北等山川地形的油耗下降幅度。这是因为在山川地形下，会存在较多的上下坡等复杂道路，而新手司机由于不熟悉道路信息，从而未做出合理的驾驶行为。



不同地形之间的油耗情况

四、商业化面临的挑战

(一) 技术方面的挑战

干线物流主要的行驶区域是高速道路，而上高速前与下高速后的城区路面相对比重并不大，所以此处技术方面的挑战主要是高速路面上所面临的挑战。

1、感知距离不够长

一般来说，商用车（特别是重卡）由于自身重量大的原因，就需要更长的制动距离，从而需要更长的感知距离，才能保障车辆能在安全范围内刹住车。

针对干线物流车需要的感知距离具体要多长？多位干线物流的自动驾驶专家表示，理想的感知距离需要保持 500 米左右。郑隽年解释道：“主要是根据车辆的制动距离来推算，因为车辆的最高时速就是道路的限速，按照最高时速推算出 500 米可以保证在一个舒适的减速度下刹停车辆，也大幅降低了急刹带来的追尾风险。另外一个考虑因素是节油算法的需求，更早更远得看到前方交通情况，有利于车辆提前做出更经济的驾驶行为，比如本车道前方堵车时提前变道，以避免刹车损失车速。”但是，市场上大部分传感器感知距离达不到 500 米，比如半固态激光雷达最远或许可达 150 米、摄像头一般为 300 米内，若需要达到 500 米可能就需要长焦摄像头。即使摄像头能够覆盖 500 米的感知范围，它的分辨率也不会高，看到的景象也会不清晰。

对此，韩坪良补充道：“这并不是单个摄像头就可以实现的，智加是通过多组摄像头来感知不同的距离段，然后用融合的方式来呈现近处和远处的景象。”

2、变道的难度大

国内高速路相比国外来说，行驶的车辆一般较多，避障是单车智能必然会遇到的问题，而商用车由于车身长的关系，其避障的难度也会高于乘用车。

某干线物流场景的自动驾驶公司研发负责人说：“在上帝视角的情况下，大家会把变道这个动作做得相对保守，并尽量不变道。比如说前方有辆事故车，除非我在等待一段时间后，确实发

现该车是一辆事故车，才会选择变道或者让驾驶员来判断要不要变道。”

这属于一种相对保守的策略，但有些自动驾驶公司也会选择较为主动的策略。比如在发现前后车辆较少的情况下，通过传感器的配合，先对前后方进行感知和预测，然后判定变道的速率和时机，最后对车辆做出合理的规控。

3、质心的偏移

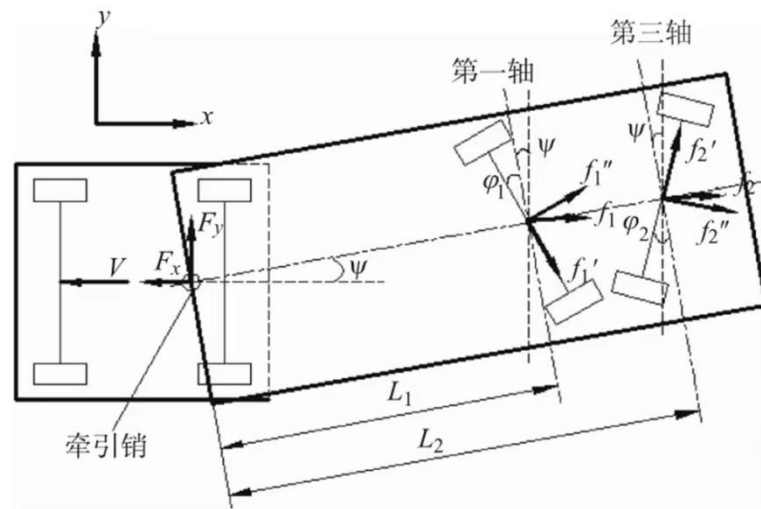
在干线物流场景下，卡车的控制难度其实不在于转弯（比如180度转弯或者90度转弯等），因为车辆更多的行驶时间是在高速路上，不存在过多的高难度弯角，所谓的控制难度应该是高速路上的直线行驶控制上。

通常来说，挂车后方的货物摆放在集装箱内的位置不均匀，比如位置不同、大小不同，这就会造成司机在行驶时，车辆会发生质心偏移（质心是指车辆的质量中心，一旦发生偏移会导致车辆的横向控制不稳定），这是干线物流车比较突出的控制难度。在与业内专家的交流过程中，大家也提到了一些应对的方案：

第一，载荷与质心的估计。某干线物流场景的自动驾驶公司研发负责人说：“载荷的估计是指车辆大概装了多少重量的货，通过对车重的估计来判断，行驶时油门踩多大、输出多大的动力；质心的估计是指通过算法的动态调整来估计车辆质心的大概位置，然后计算出方向盘的转角需要多大。当然，算法在做这些估计时，也会存在一定的偏差，但随着行驶距离的变长，算法最终会有一个收敛的过程，方向盘的微调也会越做越好。”

第二，挂车车身和货车车头之间折叠角的估计。货车车头与挂车之间是通过挂钩链接，但这种链接方式不会将后面的挂车给

锁死，所以车辆在行驶过程中，后方的挂车往往会有略微的左右摇动，这也会造成车辆的质心产生偏移。郑隽年说：“在车辆行驶过程中，车头与挂车之间会形成一个折叠角，在高速行驶时，我们可以通过算法去预估这个折叠角，然后将车辆控制在一个相对平稳的状态。”



半挂车折叠角示意图（来源：《半挂汽车列车轴偏角对折叠角的影响分析》）

4、线控底盘的冗余技术不成熟

商用车的事故严重程度会比乘用车高很多，所以当跨入高阶自动驾驶技术后，车上已经是无人的状态了，此时车辆就需要线控系统做出多重的冗余，才能保证车辆的安全行驶。

一方面，单一系统的多重冗余。在某一个线控系统功能内，是否能保证多重的冗余，这一点是非常关键的，比如线控转向是否具有独立的控制器和独立的电源。

另一方面，跨系统的冗余。举例来说，当两套线控转向系统都失灵的情况下，车辆是否能够实现跨系统冗余。

某商用车自动驾驶公司市场从业人员说：“当前商用车的底盘基本可以实现线控，但线控技术（比如线控制动、线控转向等）未能做到完全的冗余。”

（二）工程化方面的挑战

1、测试资质易拿，但能否熟练上路则不一定

目前，干线物流自动驾驶企业拿到测试资质是相对容易的，某些地方政府也会开发一些封闭场景和开放道路场景，供自动驾驶企业进行上路测试，最终通过专家组意见给予合格资质。但来自这些测试道路的数据不一定能用在实操中：

一方面实际运营的干线路线与测试路线会不同，比如路上的环境，上下坡位置等等信息；

另一方面，测试的数据量是非常有限的，无法很好地训练算法，就好比一个新手司机，考驾照容易但上路难。

2、数据的积累缓慢

当前自动驾驶在干线物流的线路不会覆盖全国，作为测试阶段仅仅可能只是单个线路来回跑（目的是数据积累和算法训练），所以道路数据的积累过程一定是非常缓慢的。

一方面，不同的线路有着不同的道路信息，所以也不可能将已有线路的算法模型进行简单地平移。

另一方面，从发展策略上来说，在车辆规模尚未起量时，自动驾驶企业作为运营方也不可能会同时多点开花——即多条线路一起探索运营，而是会在一条线路的算法模型跑通后，再去开拓另一条线路的算法模型。

(三) 商业方面的挑战

1、经济账暂时无法做到盈亏平衡

从当前市场的发展现状来看，无人干线物流的经济账还不能完全打平。

首先，前期传感器、线控底盘、自动驾驶软件成本非常高。某干线物流场景的自动驾驶公司研发负责人说：“当前整套自动驾驶系统的成本在30~40万左右，今年或许会降至20~30万左右，每家公司都有一个成本下降的预期。一方面，博世、ZF等线控零部件商的竞争也会越来越激烈，这些零部件的价格未来也会有所下降。另一方面，比如半固态激光雷达的发展也到了前装量产的阶段，成本也在逐步下降。前几年主机厂会觉得自动驾驶或许离商业化还很远，但这两年随着干线物流场景项目的验证后，主机厂的态度开始转变了，他们会觉得自动驾驶必须干了，比如原来主机厂不会主动与博世洽谈线控转向的价格，但现在也会主动的去帮自动驾驶公司谈这个事情。”

其次，后期各种传感器的维护及线控零部件的更换成本也非常高。黄文欢曾在盖世的商用车主题论坛上也提到，相关厂家均基于乘用车经验来确定智能套件质保周期，乘用车每年行驶里程比较有限，但商用车每年平均行驶20万公里左右，对于商用车而言，传感器等硬件的质保期过短，致使后期售后维保的风险和成本的增加。

2、物流企业的存量商用车都不具备线控技术

国内的物流企业名下的货运车大部分都是非线控的，也就不能应用自动驾驶技术。对于这些企业来说，他们自然是想通过改装形式，去做存量替换，但受制于国内车规的限制，后装是无法

过车规的。一旦要替换全部的车辆，那这些成本就需要有人来买单。

对于物流企业来说，他们会愿意在看到自动驾驶的好处后，去掏钱买自动驾驶车辆，但这种替换必然不是一蹴而就的，毕竟大部分物流企业自身的效益也不太好，所以大概率会是一种逐步替换的行为。

从终局来看，未来物流企业的名下，最有可能趋势是自动驾驶车辆与普通车辆共存在局面。而自动驾驶车辆更多的是服务于中长线路的运输，普通车辆则服务中短距离的运输。

五、中美差异：无人干线物流在美国商业化可能快于中国

笔者从道路情况、人力情况、线控底盘、政策四个维度梳理了中美市场在无人干线物流商业化方面的差异。

表：中美无人干线物流的差异

对比项目		美国	中国
道路情况		美国高速公路的道路情况会好于国内，路面一般不会出现复杂道路，车道线也比较清晰，并且路上的行驶车辆也较少	国内的高速道路会有一些大角度转弯、大角度斜坡、车辆加塞等情况
人力情况	人工成本	美国的司机成本 8-10 万美金，疫情后每年已经涨至 12-13 万美金	国内的司机成本每年 18 万左右
	司机人数	没有双驾的概念，也很难请到两个司机	要求每日运行里程超过 400 公里（高速公路直达超过 600 公里）需要配置两名司机

	管理方式	一般受雇于大型物流公司,管理的规范化程度较高,司机注重休息,并有很强的防疲劳意识	通常为了获取更高的收益,会拉更多的活、跑更长的时间
	工作时长	11个小时后强制休息	4个小时后强制休息
	线控底盘	美国的线控技术的较为成熟,一些低级别 L2 的线控底盘渗透率较高	国内的线控底盘发展较晚,主要是因为国内主机厂没有量产订单,很难与博世、ZF、舍弗勒等 Tier1 去商谈相关线控技术的量产供应
	政策思路	市场驱动型为主,政策监管更宽松,让企业可以尽可能打磨技术	国内的政策会以先立法为先,政府会根据技术的成熟度逐步放开路权

总的来说,美国在干线物流方面的商业化程度会领先于中国,无论是人工方面的迫切需求,还是政策方面的开放程度,都有利于让其在商业模式上能做到盈亏平衡,高阶自动驾驶技术在美国干线物流市场的落地时间或许会早于国内市场。(来源:微信公众号“九章智驾”,作者奚少华)

书目推荐



1. 杨殿阁教授领衔编写：《汽车自动驾驶》



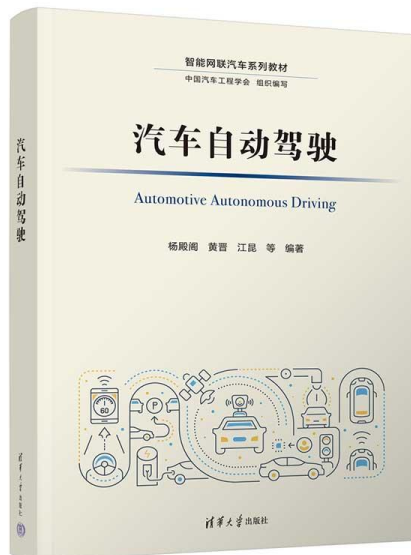
作者简介：

本书由杨殿阁教授领衔编写，同时汇聚了清华大学车辆与运载学院汽车自动驾驶研究方向的主要教师力量，核心编写人员包括杨殿阁、黄晋、江昆、李升波、王红、许庆、杨蒙蒙、于伟光、高博麟等。

杨殿阁教授，现任清华大学车辆学院教授、博导，科技部中青年科技创新领军人才，中国汽车工程学会会士，北京汽车工程学会副理事长，中国汽车工程学会常务理事，中国汽车工程学会智能交通分会副主任委员，智能共享出行工委的副主任委员，世界汽车工程师联合会（FISTA）教育委员会委员。作为清华大学智能汽车自动驾驶领域学科带头人，主要从事智能汽车环境感知和自动驾驶地图方向的研究。曾参与国家智能网联汽车技术路线图编写，国家发改委、科技部、工信部智能汽车相关规划及政策咨询工作，并担任中国智能网联汽车产业创新联盟技术委员会委员和自动驾驶地图工作组组长。

近年来，其研究方向主要集中于智能汽车自动驾驶领域，作为负

责人承担国家十三五重点课题 1 项，北京市冬奥重大专项课题 1 项，重大国际合作 1 项，国家 863 课题 2 项，自然科学基金 5 项，承担其他省部级项目超过 30 项，共发表文章 170 多篇，获得软件著作权 12 项，获得授权发明专利超过 100 项，2010 年、2013 年及 2018 年获得国家奖 3 项，2019 年获得中国汽车工业科技进步特等奖，此外还获得省部级一等奖 3 项，省部级二等奖 2 项。担任《Engineering》、JAUTO 及 TRC 专刊编辑，《汽车工程》《Automotive Innovation》《Journal of Intelligent Connected Vehicles》编委。



本书简介：

当前，以智能化、网联化为重要特征的全球新一轮科技革命和产业变革正蓬勃兴起，人工智能与新一代信息技术的快速发展将推动人类生产生活方式发生深刻变化。在智能化时代，智能网联汽车是人工智能、移动互联网、新一代信息技术、能源存储等技术的综合性应用平台，是城市智能交通系统的重要环节，是构建绿色生态社会的核心



要素，其意义不仅在于汽车产品与技术的升级，更有可能带来汽车及相关产业生态和价值链体系的重塑，是国际公认的未来发展方向和关注焦点之一。

本书全面、系统地讲解了汽车自动驾驶相关技术，从汽车自动驾驶技术概述和开发基础开始，系统地论述了汽车自动驾驶涉及的车联网、地图与定位、融合感知、决策规划、车辆控制以及测试与评价技术，融入了当前汽车自动驾驶研究领域与商用领域的前沿技术。本书内容涉及面较广，且面向汽车自动驾驶的实际开发过程，可作为高等院校本科高年级车辆工程及其他相关专业的教材，也可作为教师及相关领域研究人员和工程技术人员的参考书。

2. 李克强、罗禹贡、郭景华：《先进车辆系统动力学与控制》



图为作者之一李克强

作者简介：

李克强，清华大学车辆与运载学院教授、汽车安全与节能国家重点实验室主任，国家智能网联汽车创新中心首席科学家。长期致力于汽车智能驾驶系统动态设计与控制的理论研究及工程应用。发表学术论文 260 余篇，其中 SCI/EI 收录 220 余篇。作为专家组组长参与编写了国家相关部委发布的《智能网联汽车技术路线图》《智能汽车创新发展战略》等。获国家技术发明二等奖 2 项、国家科技进步二等奖 1 项，并获首届全国创新争先奖。获得国内外发明专利授权 80 余项。

罗禹贡，清华大学车辆与运载学院研究院，科技部中青年科技创新领军人才。一直致力于智能网联电动车辆动力学及控制的研究，主持“十三五”国家重点研发计划课题、国家自然科学基金项目等数十项。发表学术论文 176 篇，其中 SCI 收录 53 篇，EI 收录 162 篇；出版专著 1 部。获得国家技术发明奖二等奖 2 项，国家科学技术进步奖

二等奖 1 项；获得省部级一、二等奖 9 项。获国家发明专利授权 78 项。

郭景华, 厦门大学机电工程系副教授。研究方向为智能车辆、车辆系统动力学与控制。先后主持国家自然科学基金项目、国家重点研发计划项目子课题、福建省自然科学基金项目、深圳市科技攻关项目等 10 余项。以第一作者/通讯作者身份发表 SCI/EI 期刊论文 50 余篇, 其中 SCI 收录 30 篇; 获国家发明专利授权 20 余项。



本书简介:

随着全球汽车保有量的不断增加, 汽车工业所面临的能源紧缺、环境污染等问题日益严峻, 传统的汽车节能减排技术已不能有效解决上述问题, 研发低能耗、低排放、高性能的新型汽车逐渐成为世界汽车工业发展的迫切需求。在这一背景下, 具有节能、环保、高效等显著优势的电动汽车得到快速的发展。按照动力系统布局形式的不同, 电动汽车驱动形式可以划分为集中式和分布式两种。分布式电动汽车

将驱动电动机分散布置于各个车轮中或附近,得到了全新设计的电动汽车底盘形式。这种汽车底盘设计为汽车结构的变革带来了机遇,逐步成为汽车研发和设计领域的热点。另一方面,与传统集中式驱动汽车相比,分布式电动汽车具有传动链短、结构紧凑、可控性好、车内空间利用率高等优点,其所具有的先进、独特的系统结构为整车动力学控制引入了新的实现形式,能从整体上提升该类型车辆的操纵稳定性、安全性和舒适性,因此分布式电动汽车具有重要的研究价值和广阔的工程应用前景。

本书系统地阐述了分布式车辆系统动力学与控制的基本原理、方法和应用技术。全书共分为五章,各章内容翔实、环环相扣、层层递进,终形成分布式电动汽车动力学与控制的系统性成果,可让读者充分了解并掌握分布式车辆系统动力学与控制的基本原理及方法,比较适合从事车辆工程领域的科研人员、研究生、关注汽车行业内外读者阅读。

让人工智能技术更好地为人服务

AI Lights up the Future

山东汽车工程学会

联系地址：济南市高新区经十路 7000 号汉峪金谷 A5-2-2702

联系电话：0531-81286097

电子邮箱：sdqcxh86155082@163.com

*扫一扫二维码关注微信订阅号



联系地址：山东省淄博市临淄经济开发区智能网联汽车产业园综合楼2F

联系电话：0533-6092688

电子邮箱：SDICV@sdicv.com

*扫一扫二维码关注微信订阅号



智能网联汽车(山东)协同创新研究院