
智能泊车功能标准化需求研究

全国汽车标准化技术委员会

智能网联汽车分技术委员会

2020年8月

目 次

前言.....	2
1 智能泊车产业发展.....	4
1.1 中国智能泊车产业发展.....	6
1.1.1 供应商.....	6
1.1.2 车企.....	10
1.2 国际智能泊车产业发展.....	17
1.2.1 供应商.....	17
1.2.2 车企.....	20
2 智能泊车技术分类.....	28
2.1 分类原则.....	28
2.2 智能泊车分类.....	28
2.3 分类详述.....	28
3 智能泊车技术研究.....	31
3.1 泊车提醒技术方案.....	31
3.2 辅助泊车技术方案.....	31
3.3 自动泊车技术方案.....	36
4 智能泊车的法律法规符合性分析.....	45
4.1 泊车提醒.....	46
4.2 辅助泊车.....	46
4.3 自动泊车.....	46
5 智能泊车标准现状分析.....	49
5.1 国际智能泊车标准.....	49
5.1.1 SAE 标准.....	49
5.2 中国智能泊车标准制定现状.....	49
5.2.1 智能泊车国家标准.....	49
5.2.2 智能泊车团体标准.....	50
5.2.3 智能泊车测评规程.....	50
5.2.4 智能泊车研究课题.....	53
6 智能泊车标准路线图.....	54
6.1 智能泊车标准体系架构.....	54
6.2 智能泊车标准制定路线.....	54
7 总结与展望.....	56
7.1 本报告主要研究内容.....	56
7.2 后续工作展望.....	56

前言

随着社会经济的快速发展，人们生活水平的提高，越来越多的城市开始重视“停车难”问题，各政府和企业都在积极尝试解决停车的问题，参与者越来越多元化，解决问题的方法也越来越多样化。随着自动驾驶和智能交通技术的发展，“智能泊车”+“智慧停车”为解决停车困难提供了新思路，也在多地得到了应用示范。虽然技术水平发展迅速，但智能泊车的商业应用仍存在诸多问题。法律法规尚不完善，缺少相应的技术标准和认证体系，缺乏商业模式定义，停车市场集中度很低，管理主体复杂，应用方未能与管理业主方形成利益共同体，这些因素导致了汽车行业无法应对智能泊车应用带来的挑战。

本研究报告集合行业主流技术供应商及车企，通过分析产业发展、技术发展、法律法规及国内外标准，对智能泊车技术进行分类，同时提出符合中国市场的智能泊车功能标准体系，为下一步国家标准制定和产品准入提供参考。

在本研究报告编制过程中，各起草单位参阅了大量资料，并借鉴了行业的部分素材，鉴于篇幅有限，这里不一一列举，仅作诚挚的感谢！

在此，再次衷心感谢参与研究报告编写的各个单位和组织：北京百度网讯科技有限公司、舍弗勒智能驾驶科技（长沙）有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司、中国第一汽车股份有限公司智能网联开发院、广州小鹏汽车科技有限公司、清华大学、戴姆勒大中华区投资有限公司、宝马（中国）服务有限公司、博世汽车部件（苏州）有限公司、吉利汽车研究院（宁波）有限公司、华为技术有限公司、北京汽车研究总院有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、惠州市德赛西威汽车电子股份有限公司、通用汽车（中国）投资有限公司、博世（中国）投资有限公司、上汽大众汽车有限公司、东风日产乘用车公司、华晨汽车集团控股有限公司、江铃汽车股份有限公司、江苏大学、中国汽车工程研究院股份有限公司、郑州宇通客车股份有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、广汽集团研究院、上汽通用汽车有限公司广德分公司、神龙汽车有限公司、安徽江淮汽车集团股份有限公司、浙江亚太机电股份有限公司、泛亚汽车技术中心有限公司、阿利昂斯汽车研发（上海）有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司。

主要编写人：彭伟、姜兆娟、曾瑾、粘凤菊、王兆、赵静炜、孙航、张行、孙悦、沈萌、欧阳娟丽、滕玉林、杜建宇、栗海兵、高海龙、张帆、高立平、田伟男、张伟、杨景雁、杨凯、苏冲、王浩、沈红荣、郭阳、陈振宇、徐名赫、梁彦麾、黄均谋、欧阳碧欢、罗禹贡、王永胜、刘通、李世通、朱永振、罗蹇、赵德华、陈明、刘航、隋琳琳、金晨、王占一、刘卫东、汪韩韩、江浩斌、马世典、张胜根、张强、朱敏、胡钱洋、周允、胡旭辉、罗先银、曹建永、黄亮、李奕桁、王偲、陈金凤、管勋、梅近仁、薛剑波、付帅、李秀文、黄闻、于太、吴琼、祖春胜、黄利权、王灏、沙川、姜超、华一丁。

全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分技术委员会发布

1 智能泊车产业发展

辅助泊车系统最早出现于 2003 年，初期的系统存在一定的局限性，它能检测出车辆等大型物体，但是难以检测出狗、行人、婴儿车等稍小型的对象。随着摄像头、超声波雷达、毫米波雷达的使用，软件的不断迭代，经过多年的发展，辅助泊车系统越来越智能，逐步走入商业化阶段。

辅助泊车系统在检测到有效车位时通知驾驶员，然后由系统控制车辆转向，同时系统或驾驶员控制车辆行驶、刹车等，将车辆泊入预定车位。当系统检测到潜在的碰撞危险时，车辆会自动刹车。

在日常生活中侧方停车较为常见，停车过程中大多无人指引和帮助，泊车空间相对狭小，难度较大。为了解决此类问题，自动泊车系统（Automated Parking System, APS）应运而生。从 2015 年开始，自动泊车越来越普遍，如宝马、特斯拉等，系统不仅可以控制转向，同时可以控制挡位、速度、刹车，整个泊车控制过程无需驾驶员参与。甚至，在泊车结束后，系统能够自动启动驻车系统，保证车辆安全。宝马和特斯拉还提供基本的远程泊车辅助：驾驶员可以遥控车辆，控制车辆低速前进或后退，来满足在狭小停车库的泊车需求。



自动泊车系统通过车辆周身搭载的传感器测量车身与周围环境之间的距离和角度，通过传感器传入计算单元的数据计算出车辆可移动范围，再调整方向实现车辆停车入位。随着该技术成本的降低和技术水平的提升，大众、宝马、奔驰等多个企业的车型已经装备了该系统。目前对于国内产品而言，自动泊车系统从高档轿车搭载逐渐扩展到了中档轿车搭载，10 万~15 万元的紧凑型轿车高配版已经开始搭载 APS，如吉利博瑞的一些车型和奇瑞 2019 年上市的新一代瑞虎 8 和 EXEED LX。

另外针对城市交通拥堵问题，停车场作为静态交通，是城市动态交通的延伸，

两者相互影响。停车场出、入车流不畅，会导致衔接区域交通拥堵，尤其是停车场入口处因寻找停车泊位而易引发严重拥堵问题。此外，车位紧张、停车难、运维管理落后也是所有停车场的长期痛点。基于自主代客泊车技术（Automated Valet Parking, AVP）的智能化停车场可广泛应用于新建和改造的停车场，提升运营管理效率，创造更多盈利模式，提高停车效率，改善城市静态交通体验，同时还可优化城市动态交通。目前车企普遍看好 AVP 市场，开始在高端车型上配备 AVP 功能。有行业机构预测未来 5 年全国将有超过 4000 万辆车装备辅助泊车功能，大城市比例预计将高达 30%~40%，这些均为 AVP 的市场化奠定了基础。

全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分技术委员会

1.1 中国智能泊车产业发展

智能泊车技术正在从初期的辅助泊车向自动泊车和自主代客泊车发展，中国的整车厂和供应商均在开发各种类型的智能泊车系统，供应商如：百度、华为、德赛西威、初速度、纵目科技、驭势科技、禾多科技等；主机厂如：中国一汽、奇瑞、小鹏汽车、宇通、吉利、江铃、东风汽车、上汽通用五菱等。

1.1.1 供应商

1.1.1.1 百度

百度的自主代客泊车系统采用了“车端改造”和“车端+场端改造”两种技术方案，应用了行业内首创的专用量产车载计算平台 ACU-Advanced，适配百度 PaddlePaddle 深度学习框架，产品分为 H-AVP (Home-AVP) 和 P-AVP (Public-AVP) 两种。

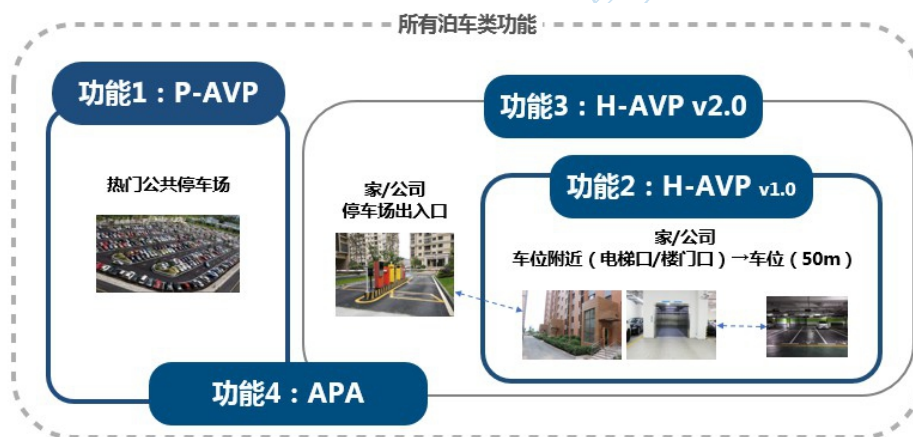


图1 不同泊车场景下的自动驾驶功能

百度 H-AVP 是针对“家/公司”等熟悉道路场景量身定制的自主泊车解决方案，目标是解决从单元楼口/电梯口到停车位范围内的驾车痛点。系统搭载了 1 个广角摄像头、4 个鱼眼摄像头和 12 个超声波雷达，用户只需要教学一次行驶路线，系统即可快速学习该路线，建立地图，此后用户便可使用该路线实现还车入库和召唤出库功能。

用户可以通过车机一键启动，或通过手机方式启动该功能。功能启动后，系统可以实现自主低速巡航、自动探测停车位、泊车入库、泊车出库、障碍物刹停等功能。整个过程中，用户无需控制挡位、加速或刹车，但是需要一直保持视距范围内的监控，必要时通过刹车、方向盘或手机按钮进行接管。

在用户使用 H-APV 路线进行自动驾驶任务或人工驾驶经过该路线时，系统可以自动检测路线上的环境是否发生变化，如果发生变化，系统将自动在后台采集图片，训练新数据，然后进行路线地图更新。通过多趟数据的融合学习扩展路线可使用的环境，延长路线的有效时长，增强功能的实用性。整个更新过程都是由系统自动完成，不用增加用户任何交互负担。

百度 Apollo P-APV 自主代客泊车系统是“车-云-图-场”的一体化解决方案，障碍识别能力覆盖多类场景，有效解决车端盲区，适用于商业中心、交通枢纽、景区、公共设施区域、住宅小区、办公楼等的停车场场景。

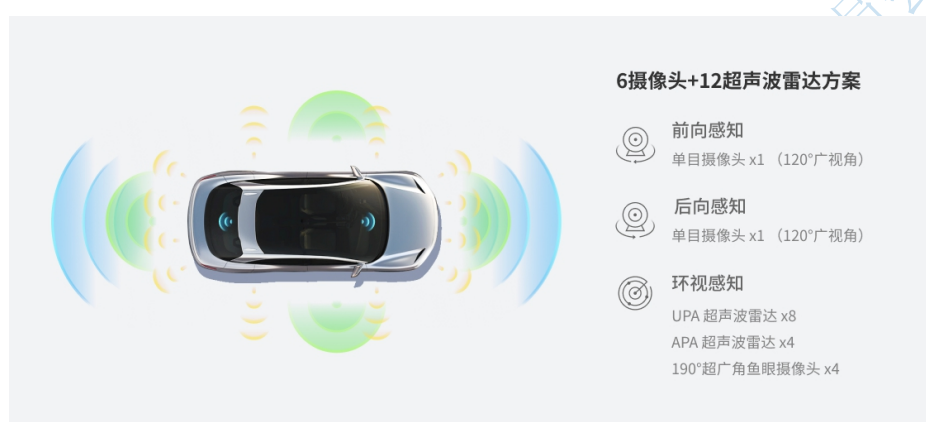


图 2 百度 Apollo AVP 解决方案

1.1.1.2 华为

华为的自主代客泊车技术 (AVP)，通过车侧+场侧的有效配合，可实现盲区感知、障碍物识别、多层停车场停车、自动规划停车路径等功能。华为除提供车侧的辅助泊车功能外，还可在场侧提供感知、计算和通信设备，包括场侧摄像头、毫米波雷达、路侧单元 (Road Side Unit, RSU) 等感知设备，边缘计算服务器 (含感知算法)，AVP 云服务平台 (用于打通跟用户手机停车服务的连接，停车场设备管理、连接管理、升级维护等)，C-V2X 通信 (提供低时延高可靠的安全通信连接服务)，停车场地图等。

华为的 V2X 平台提供停车场边缘设备管理，实现配置与拓扑管理、V2X 消息处理、可靠连接服务、算法推送，升级维护，安全管理、高精度地图下发与管理、手机接入，对接第三方 API、对接车企 TSP 平台等；场侧边缘计算服务器与 AVP 摄像头 (摄像头可选择与毫米波雷达信息拟合) 配合，提供停车场内的本车的车

牌、车速、位置、姿态、属性、行驶轨迹、分向车道流量精准元数据，提供障碍物、行人行为等精准元数据，结合高精度地图为用户提供数字化全息视角，并支持多车并发、单车异常检测等功能；OBU可提供基于V2V碰撞预警服务，提供基于V2I的多种道路危险状态预警服务等几十种应用，具备车辆CAN总线信息读取分析功能，同时通过CAN总线推送网联预警信息。华为AVP解决方案E2E打通车侧（OBU）-场侧（RSU、AVP摄像头、边缘服务器）-云侧平台（V2X连接管理平台、车企TSP平台）的数据，实现用户手机一键召泊车的AVP服务应用。

另外，针对停车位缺口大，效率低、入库难、管理弱等痛点，华为通过5G车联网的车位引导及自主代客泊车技术，实现区域内车位的共享利用。智慧停车场通过5G车联网平台，将地下车位、地面车位进行统一标识管理，并利用融合感知（含高精度定位、轨迹拟合）技术，解决室内定位难问题。



图3 自主代客泊车场景示意图

1.1.1.3 德赛西威

德赛西威的自动泊车系统于2019年初实现量产，系统融合了摄像头视觉感知及12路超声波障碍物感知，可实现复杂场景的线车位和障碍物车位检测，相比单纯的超声波，泊车应用场景更为广泛且识别车位更快。当车辆在低速行驶时，该系统可以通过视觉和超声波寻找合适的线车位和障碍物车位（垂直、水平、斜列式），通过相应的路径规划、速度控制及安全策略实现自动泊车。一旦驾驶员确定了自动泊车，就可以完全解放驾驶员手脚，无需任何操作即可进行自动泊入/泊出，极大满足了驾驶员的自主和个性化需求。德赛西威也开发出自选车位泊

车，根据车辆周边环境，可以提供驾驶员自主“手托”车位，进行自动泊车。截止目前，德赛西威已经支持多个国内 OEM 的多个车型，实现了自动泊车和遥控泊车（RPA）大规模量产。

1.1.1.4 初速度 Momenta

初速度 Momenta 定位于打造自动驾驶大脑，核心技术是基于深度学习的环境感知、高精度地图和驾驶决策算法。产品包括不同级别的自动驾驶方案，以及衍生出的大数据服务。

Mpilot Parking 面向自主泊车 AVP 的一款单车智能解决方案，最大的亮点是无需对场端加装传感器改造，因此具有很广泛的适用性。

其使用的传感器配置也是基于可量产的摄像头、超声波雷达、GPS 和 IMU，加上室内高精地图和定位技术，即便在没有 GPS 信号的情况下，依然可以达到 10cm 的定位精度，并且可以支持智能避障、跨层停车、随机选择车位等功能，可以结合视频看相应的效果。

1.1.1.5 纵目科技

纵目科技泊车的开发路径为：2018 年，实现针对大型商场等地下车库的 L4 级别的自主泊车 1.0；2018 年 12 月，纵目科技在一汽红旗品牌 2020 年的量产车型上，部署低速自动驾驶 L4 级自主代客泊车系统；2019 年，实现自主泊车 2.0，针对园区内的自主泊车，叠加覆盖此前 1.0 的全部场景；2020 年，推出针对简单城市路况的 L4 自主泊车 3.0，场景涉及简单社会化道路。

纵目科技的自主泊车解决方案不强制要求对停车场进行硬件改造，而是利用摄像头+GPS+IMU 融合的视觉定位技术，并将停车场已有信息，整合至前期与合作伙伴绘制的高精度地图或众包地图中，以低成本的方式实现自主泊车功能的输出，通过进一步和停车场管理后台打通，可以提供进一步的室内精准定位，车位预约与释放以及基于位置的服务。

1.1.1.6 驭势科技

驭势科技的 AVP 系统不依赖高成本的激光雷达，仅依靠摄像头和超声波雷达等低成本传感器即可实现。摄像头用于车辆的定位，与超声波传感器共同判断障

碍物，自主研发的人机交互系统（HMI）将手机端接收到的指令传递到云端，云端再将指令传输到车端，由车端展开自动泊车。

2018年11月，搭载驭势 AVP 自动代客泊车系统的宝骏 E200 正式面向终端消费者落地交付，后期双方计划向用户逐步批量交付至上千台具备自动驾驶功能的宝骏 E200。

1.1.1.7 禾多科技

2018年12月，禾多科技发布了名为“HoloParking”的智能代客泊车自动驾驶产品。“HoloParking”在车端和场端以外，增加了高精地图端，是一套三端合一的技术方案。通过三端合一，“HoloParking”创造出更多的冗余，突破了系统容易受到光线和天气因素干扰的瓶颈，能够适应多种场景，具备更高的安全性。经过实际测试，“HoloParking”在雨天和黑暗中也能够稳定运行，对于复杂停车环境也能应对自如，是一款支持全天候、全场景、真实运营的自动驾驶代客泊车产品。

1.1.2 车企

1.1.2.1 中国一汽

2015年4月，中国一汽发布了“挚途”战略，基于该战略，红旗品牌在智能泊车功能上大力投入研发，开发出辅助泊车（Automatic Parking Assist, APA）、远程遥控泊车（Remote Parking Assist, RPA）、代客泊车功能 AVP，并投入产品量产。

智能泊车 APA 功能包含车位识别、轨迹规划、车辆控制三个关键技术点。红旗品牌的车位识别技术基于图像和雷达进行识别。第一，利用 AVM 环视摄像头，识别图像范围内的车位线，完成车位自动识别；第二，在没有车位线的场景下，驾驶员可以在 IVI 屏幕中，拖动虚拟目标车位，实现车辆向虚拟目标位置泊车的功能；第三，车辆可利用超声波雷达完成对垂直车位和水平车位的识别定位。红旗品牌的智能泊车可实现水平车位、垂直车位、倾斜车位的泊车入位轨迹规划。基于以上技术，一汽红旗可实现车位泊出、泊车入位功能。

基于 APA 泊车相关的关键技术，红旗品牌开发了遥控泊车 RPA 功能，用户可以通过手机或遥控钥匙，实现远距离对车辆泊车入位及泊出控制。基于场端感知和

车端感知技术，积极开展 AVP 技术研发，2019 年在一汽停车楼实现 AVP 演示功能。

2018 年，中国一汽红旗品牌在量产车型红旗 EV 上搭载了 APA、RPA 产品，2019 年，在量产车型红旗 HS5、红旗 HS7 车型上升级了原有 APA、RPA 产品功能。目前红旗品牌规划全系搭载智能泊车产品，2020 年推出 AVP 产品并量产。

1.1.2.2 奇瑞

奇瑞公司的智能泊车产品（不含泊车雷达、泊车影像等低端系列）主要分为半自动泊车 (Semi-Automatic Parking Assist, Semi-APA)、全自动泊车 (Full Automatic Parking Assist, F-APA)、遥控泊车 RPA 和自动代客泊车 AVP 四个产品系列。

(1) 半自动泊车辅助系统

奇瑞旗下星途 TX/TXL 等车型最先搭载半自动泊车辅助系统，并实现量产。该系统在车辆泊车过程中，利用 12 个超声波传感器监测车身周围环境和障碍物信息，协助驾驶员寻找合适的停车位，待驾驶员确认车位后系统会自动实现横向控制（转向）功能，最终完成泊车。在整个泊车过程中，驾驶员无需操纵方向盘，只需要根据系统提示进行制动、加速、挡位切换操作即可。

(2) 全自动泊车辅助系统

2019 年 4 月，全自动泊车辅助系统 F-APA 在奇瑞旗下主流车型新一代瑞虎 8、星途 LX 等陆续实现量产。该系统融合了全景影像的 4 颗环视摄像头和 12 个超声波传感器。在车辆低速行驶时，系统可以自主帮助驾驶员寻找合适的停车位（支持水平、垂直、斜列和自选车位），待驾驶员确认车位后自动完成泊车入库。泊车过程中，车辆使用 12 个超声波及 4 颗摄像头传感器监控车身周围环境、监测泊车路径的障碍物信息，保障泊车路径畅通，并自主提供转向、制动、挡位变换等功能，驾驶员只要进行安全监控即可，无须其他操作。

(3) 遥控泊车辅助系统

奇瑞目前正在进行遥控泊车辅助系统 RPA 的产品研发，计划将于 2021 年初实现车型量产。系统传感器仍采用全景影像的 4 颗环视摄像头和 12 个超声波传感器，但增加了遥控钥匙和手机 APP 的无线通讯和控制功能，同时系统核心功能

和部件按照功能安全流程进行开发。

具体工作场景为：驾驶员低速行驶时，系统会根据摄像头和超声波传感器的数据融合结果，主动寻找和判断合适的车位，待驾驶员确认目标停车位后，驾驶员可以下车，在车辆外部通过车辆遥控钥匙或手机 APP 来完成泊车入位的后续操作。但在整个遥控泊车过程中，驾驶员仍需要持续关注车辆周边的安全状况，确保安全。

（4）自动代客泊车

奇瑞目前对于自动代客泊车系统 AVP 处于技术预研及 Demo 演示阶段。从技术路线角度，系统方案主要以车辆智能化为主线，同时结合部分场端的信息交互，最终实现 L4（SAE）及以上的代客泊车系统；初步计划于 2023 年之后实现商业化运营。

1.1.2.3 小鹏

小鹏 G3 车型搭载了小鹏汽车自主研发的第一代“全场景自动泊车系统”，现已实现量产应用。G3 车型采用超声波雷达+摄像头+IMU 方案，可实现垂直车位/侧方车位/斜方位、有线框/无线框车位自动泊入或泊出，覆盖了 80%以上的泊车场景。同时可实现多车位搜索，并支持“钥匙召唤”、“遥控泊车”与“语音控制”等多种方式启动“全场景自动泊车系统”。

当驾驶员驶过空闲车位时，车辆自动完成车位寻找，驾驶员启动自动泊车，车辆自行进行转向和加速控制，最终泊入目标车位。在车辆自动泊车全过程，驾驶员无需做任何动作，只需要观察周边环境，并在危险情况下进行车辆接管。

G3 车型自 18 年 12 月上市以来，共交付约 2 万辆车，自动泊车功能共计被触发约 6 万次。为了打造用户喜欢使用的自动泊车系统，小鹏汽车的全场景自动泊车系统从上市以来仍在快速迭代，通过多渠道的数据闭环，以及测试采集的典型数据进行代码仿真验证和问题修复优化，并通过 OTA 对泊车系统不断更新。目前，小鹏全场景自动泊车系统的最新版本的综合成功率提升至 81.6%，泊车平均完成时间下降至 31.95s。

同时，在最新泊车功能的开发方面，小鹏汽车即将上市的 P7 车型将搭载自主泊车、记忆泊车等新功能。此外，对于更高自动驾驶级别的泊车系统，小鹏汽

车正探索利用场端设施进行对车辆周围的环境感应以及车辆之间的智能互联，基本实现了有限停车场景内的 L4 级别的自动驾驶（代客泊车/车辆召唤等）。

1.1.2.4 宇通

宇通采用车云协同方案，开发面向无人化公交场站限定工况下的自动泊车系统。实现了车辆从场站入口到目标停车位之间的自动泊入以及从停车位到场站出口的自动泊出功能。

车辆驶入场站区域后，车端控制系统与场站云端调度系统通信并激活自动泊车功能。同时车端控制系统根据云端调度下发的目标车位信息进行路径规划，自动控制车辆安全驶入目标车位。其中车位寻库及调度管理功能在场站云端实现，路径规划及横纵向控制功能在车端实现。

车端传感器主要包括 GPS/RTK、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达等（其中 GPS/RTK 用于高精度定位，激光雷达用于 SLAM 定位和障碍物感知，毫米波雷达、超声波雷达用于障碍物感知）。

目前宇通自动泊车系统处于产品开发测试阶段，预计今年进行示范性运营。

1.1.2.5 吉利

吉利汽车研究院承担吉利集团汽车整车研发工作。在智能化方面一直致力于安全电子、自动驾驶、智能出行等汽车智能网联产品及技术的开发，目前已覆盖吉利品牌所有车型。低速泊车领域一直是吉利汽车智能化重点研发的方向之一，目前按照功能升级梯队，产品搭载泊车辅助功能分为全自动泊车、融合型全自动泊车、遥控泊车、代客泊车等多种泊车产品，目前超 10 款畅销车型搭载泊车类相关功能，广受消费者好评。

（1）全自动泊车辅助系统

吉利旗下的博瑞产品是吉利最早搭载全自动泊车的车型，该系统同样采用 12 个超声波传感器进行车位感知，在车辆低速行驶时，系统可以帮助驾驶员寻找合适的停车位（支持水平、垂直车位），并自动进行轨迹规划，待驾驶员确认车位并激活泊车后，即可完全释放双手及双脚，无须其他操作，车辆会进行自动控制并完成泊车，驾驶员需要持续注意周边环境。泊车过程中，车辆会监测泊车路径的障碍物信息，并及时做出有效响应。

(2) 融合性全自动泊车辅助系统

吉利旗下的星越产品是国内融合泊车的先行者。该系统融合了视觉感知及超声波感知，可以识别到带车位线的车位，摆脱了边界的限制，在车辆低速行驶时，系统可以帮助驾驶员寻找合适的停车位（支持水平、垂直、斜列和自选车位），并自动进行轨迹规划，待驾驶员确认车位并激活泊车后，即可完全释放双手及双脚，无须其他操作，车辆会自动控制并完成泊车，驾驶员需要持续注意周边环境。泊车过程中，车辆会监测泊车路径的障碍物信息，并及时提醒驾驶员。

(3) 遥控泊车辅助系统

吉利旗下的RPA遥控泊车辅助系统在融合APA泊车系统的基础上增加远程遥控功能，实现人在车外监控的低速全自动泊车辅助功能。共分为RPA-S，RPA-L两个系列。

RPA-S主要实现近距离的遥控泊车功能。在RPA-S的基础上，RPA-L可实现自主寻找车位、100米内的记忆泊车功能、100米内的遥控泊车功能。

(4) 自动代客泊车

自动代客泊车AVP，预见智能驾驶未来的先驱者，吉利目前预研的该系统拥有场端高精度地图、基于摄像头、超声波雷达及毫米波雷达的强感知高精度定位技术、多源融合高精度地图构建技术，可实现车辆在1公里范围内固定车位泊入、自动搜索车位泊入、固定位置召唤泊出功能，有效解决用户在热门拥堵区域停车及固定车位日常停车痛点，真正实现人对车的“召之即来，挥之即去”。

1.1.2.6 江铃

江铃的智能泊车开发路线为：2018年，实现人在车内，自主转向的半自动泊车APA2量产；2020年，实现人在车内，自主转向+自主换挡+自主刹车的全自动泊车APA3量产落地；2022年，计划搭载经过训练，视距内自主泊车、召唤的AB点泊车量产落地。对于自动排队、跨层巡航找车位、自主泊车和召唤最后一公里泊车AVP功能，江铃目前正在与供应商研究与探讨量产落地方案。

江铃的AVP系统定义：利用感知融合、定位融合、高精地图、路径规划、人机交互和车辆线控技术，通过对符合线控改造的硬件平台（车辆）和停车场进行智能化升级改造，从而实现用户在停车场入口处通过手机APP一键取车和一键泊

车功能。传感器覆盖方案建议采用 12 个超声波雷达，4 路环视摄像头，及 5R1V（毫米波雷达×5 + 前视多功能摄像头×1），实现对地面及地下停车场复杂工况的探测。

1.1.2.7 东风汽车

东风乘用车的智能泊车开发路线为：2018 年量产半自动泊车（S-APA）；2019 年量产自动泊车（APA）；2021 年量产融合方案自动泊车（FAPA）；计划 2023 年量产场地内代客泊车（LAPA），2025 年量产代客泊车（AVP）。各产品的定义如下：

（1）半自动泊车（S-APA）

驾驶员自行驾驶车辆，系统根据超声波雷达探测到障碍物的位置和可通行区域空间形状，识别出车位（空间车位）；系统判断可行后提示驾驶员确认，确认后，系统控制方向盘，驾驶员根据系统提醒控制挡位、刹车和前进，控制车辆完成泊车入位，该系统需要驾驶员配合才能完成泊车，在 2018 年上市的 AX7 车型上已实现量产。

（2）自动泊车系统（APA）

驾驶员自行驾驶车辆，系统根据超声波雷达探测到障碍物的位置和可通行区域空间形状，识别出车位；系统判断可行后提示驾驶员确认，确认后，系统控制方向盘，挡位、刹车和前进，控制车辆完成泊车入位。该方案支持障碍物围成的水平/垂直车位，单侧/双侧有障碍物均可，不能识别车道线车位，在 2019 年上市的奕炫实现量产。

（3）融合方案自动泊车（F-APA）

驾驶员自行驾驶车辆，系统根据超声波雷达探测到障碍物的位置和可通行区域空间形状，识别出车位；驾驶员判定可行并确认后，系统控制方向盘、挡位、刹车和前进，控制车辆完成泊入车位。支持垂直/水平/斜向的线车位，2019 年第 7 届军运会上在 E70 车型上做了样车演示，计划 2021 年量产。

（4）场地内代客泊车（L-APA）

根据车辆搭载的毫米波雷达、环视摄像头、超声波雷达等多种传感器，可以完成短距离一键泊车、远程召车等功能。目前还处于设计阶段，计划 2023 年实现量产。

(5) 代客泊车 (AVP)

根据车辆搭载的强大的传感器（激光雷达、高精地图和定位、V2X），可以完成 1 公里内一键泊车，任意地点远程召车功能，该系统处于预研阶段，2019 年第 7 届军运会上做了样车演示，计划 2025 年实现量产。

1.1.2.8 上汽通用五菱

上汽通用五菱的泊车产品包含辅助驾驶系统的自动泊车 APA、遥控泊车 RPA，以及智能泊车系统的自主泊车 AVP、记忆泊车 HZP 两个系列。

(1) 辅助泊车系统

新宝骏 E300 系列搭载 APA、RPA 功能并已实现量产，该辅助泊车系统采用 4 个高清环视摄像头和 12 颗超声波传感器，应用超声波和视觉融合技术对周边障碍物和车位进行检测。驾驶员通过车机按键进行车位选择等功能交互，泊车控制器通过转向、换挡、制动、速度控制，实现自主泊入、避障等动作；在 APA 基础上开发的 RPA 功能则可以实现驾驶员下车后，根据车位周围状况，由新宝骏 APP 激活功能进行一键泊入、泊出，适用于空间狭窄的泊车场景。同时，用户还可以使用新宝骏 APP，在近场连接的情况下，对车辆实现手动遥控驾驶。

(2) 智能泊车系统

2017 年 12 月，上汽通用五菱开始立项 AVP 研发，历时 10 个月，2018 年 11 月 12 日，搭载 AVP 功能的宝骏 E200 成功交付用户，累计完成 9000 多次测试与体验。

目前在新宝骏 E300 上，正在做 AVP 功能迁移以及 HZP 功能的开发，HZP 功能可省去高精度地图建立的繁琐工作，由用户自行记忆学习泊车路线，预计 2020 年底可以交付用户使用。

1.2 国际智能泊车产业发展

国外的智能泊车技术发展比较迅速，智能泊车系统生产企业主要有舍弗勒、博世、法雷奥、大陆等。其中自动泊车系统已搭载在国外汽车企业量产的高端车型中，如戴姆勒、大众、丰田、宝马、福特、PSA、现代等。

1.2.1 供应商

1.2.1.1 舍弗勒

舍弗勒依托其成熟的多重冗余线控技术，借助量产传感器（如摄像头、毫米波雷达、超声波雷达等），采用车路协同方案，开发了自主代客泊车系统，实现了从停车场入口至可用泊位的自动泊车功能，也可以实现从泊位至停车场出口的自动取车功能。人类驾驶员仅需在停车场出入口使用手机或其他智能移动终端，在 App 上按下停车命令，车辆就可以自动从下车区开到停车场里，并自己找到车位停好，当车主需要的时候，再次从 App 上发出命令，车辆会自动回到上车区。

自主泊车系统采用了车路协同方案，将停车场泊位信息收集与管理、泊车/取车路径规划等功能分配在场端，很大程度上降低了对单车智能的要求；同时车辆也可以将相关信息传递给停车场，有利于实现信息综合化、泊车规划最优化，提高泊位使用合理化，也有利于尽量贴近用户的具体停车意图。

车辆行进过程中的行车环境检测，主要由车辆依靠自身传感器收集信息、由车载信息处理单元进行分析，进行车辆控制决策，同时停车场路端设备也可以进行协助，将车辆周围路况等信息发送至车载单元，进行决策辅助。

车辆传感器主要包括摄像头、毫米波雷达、超声波雷达等，部分摄像头传感器区域有感知重合，构成备份，同时停车场对行车道路标识、泊位标识等停车场设施进行规范化设置、管理，保证自动泊车过程的顺利实施。



图 4 Space Drive 产品示例

车辆控制采用创新型多重冗余的线控系统—Space Drive，该线控技术采用三重冗余，一旦一个控制单元出现故障，还会有两个控制单元确保系统正常运行。该系统已经过多年的测试，拥有超过 10 亿公里的安全行驶里程，已被证明是一个极其可靠和安全的解决方案。

由于存在数字转向的控制技术，车辆可以去除转向杆。通过这一创新技术，能够实现全新的驾驶概念：在操作区域内更好的周视可见度，以及向前、向后行驶过程中更灵活的操控位置。

1.2.1.2 博世

博世公司基于超声波传感器（Ultrasonic Sensor）于 2008 年量产了泊车转向辅助（Parking Steering Control）功能。该功能可通过车辆中控区域的实体按键予以激活。功能激活后，车辆将在向前行驶过程中提供探测水平或垂直方向停车位选项。选择相应方向的停车位后，驾驶员可通过转向灯拨杆确定寻找左侧或右侧停车位。系统成功探测停车位后，将对驾驶员进行提示。系统可以帮助驾驶员在泊车过程中实现车辆自动转向，驾驶员仅需控制加速踏板、制动踏板及车辆挡位。该系统需搭载 10~12 个超声波传感器，可以支持水平车位（10 个超声波传感器）和垂直车位（12 个超声波传感器）的辅助泊车。2018 年，博世又推出了全自动泊车辅助系统（Automated Park Assist），该系统搭配更先进的第六代超声波传感器（USS6）。驾驶员激活系统并成功探测停车位后，可通过长按实体按键进入泊车程序，无需控制方向盘和加速及制动踏板，即可将车辆停入相应停车位。该系统也可实现驾驶员远离车辆的遥控泊车辅助功能（Remote Park Assist），即驾驶员可在车外通过手机 APP 监控车辆进行全自动泊车。未来公司也会陆续推出与近距离摄像头系统（Near Range Camera System）融合的家庭区域泊车辅助功能（Homezone Park Assist）。该功能可基于车辆循迹实现限定区域内的自动泊车。

针对高级自动泊车（SAE L3+），博世将推出自动泊车引导（Automated Park Pilot）及相关功能。该系列功能要求车辆搭配转向、制动、电源等多个系统的冗余，在系统激活状态下，驾驶员无需监控车辆状态。

博世也在积极开发与场端（基础设施）互联的全自动代客泊车功能

(Automated Valet Parking), 该功能利用停车场的固定传感器(例如摄像头, 激光雷达)与车辆无线连接, 在驾驶员不出现的情况下引导车辆安全地远距离地行驶在停车设施内。场端基础设施能确保车辆避免碰撞, 且能通过云端技术与智能手机或者设施管理后台互联。该功能于 2017 年夏天在德国斯图加特梅赛德斯-奔驰博物馆全球首次亮相, 并于 2018 年入驻北京望京的戴姆勒研发中心。2019 年, 该项目获得德国巴登-符腾堡州有关部门批准, 是世界上首例被批准应用于日常生活的 L4+完全自动驾驶级别的泊车功能。

1.2.1.3 法雷奥

法雷奥的 Park4U®在较短的时间内就能够轻松完成泊车。超声波传感器通过扫描道路两侧的环境, 来探测合适的停车位置。系统可在免手动模式下完成。驾驶者一旦停车, 并挂入倒车挡, 系统就会自动接管转向工作, 此时, 驾驶者只需借助加速踏板和刹车来控制车速即可。在泊车操控期间, 车前和车后的超声波传感器, 会帮助驾驶者尽可能有效地利用可用的空间, 使泊车变得更安全。驾驶者触摸方向盘, 系统就会自动停止工作。

2007 年, Park4U®技术被应用于大众的途安。随着不断的改进和发展, 该系统现已拥有平行与转角的两种泊车模式。车身前后只需留出 40 厘米的空间, 该系统就能够自动完成泊车过程。Park4U®也能够帮助驾驶者将车辆驶出停车位。该系统通过测量车辆前后的空间, 判定出最佳的出库方案。驾驶者控制车速时, 系统会像停车入库的操作一样, 接管转向工作。系统会探测到驶出车位的最佳空间, 并自动停止工作, 以让驾驶者接管控制车辆。

法雷奥的新一代自动泊车系统: 目前市场上的此类系统能探测空间大小并进行自动转向, 让驾驶者自主控制车辆速度。而 Park4U® Remote (于 2011 法兰克福车展上首次亮相) 是一种全自动装置, 驾驶员甚至能够在泊车操控启动前离开车辆, 从而通过智能手机保持对车辆的控制。

1.2.1.4 大陆

大陆集团推出的全自动代客泊车系统-驾驶者将车停在停车场前方的转运站并激活自动代客泊车系统后, 汽车会自动穿过道闸, 找到空车位停车, 而当驾驶者按下手机按钮后, 汽车又能够自动回到转运站。

在自动代客泊车过程中，泊车系统可以与道闸系统进行无线通信，完全无需驾驶员操心。为此，道闸入口处需配备特定的通信基础设施以便车辆进入和计算自动停车的时间。目前，这种技术已经在停车场中应用，并且以发放停车许可证的无线射频识别系统（RFID）的形式使用。虽然并非所有的停车场都有这个系统，但仍然可以配备自动代客泊车系统，转运站会在道闸后方。

不管停车场有无基础设施，自动代客泊车系统都能帮助驾驶员找到停车位。停车场不需要其他的变动或者投资，比如装置摄像头或者无线道闸。车辆可以通过 4 个短距雷达传感器，4 个 360 度全景摄像头和 1 个前置摄像头来共同探测周围的环境。汽车通过传感器数据及电子地图来确定泊车位置并自动导航。根据目前的进展和客户需求，以传感器为基础的自动代客泊车系统匝道导航技术预计到 2022 年有望实现。

1.2.2 车企

1.2.2.1 戴姆勒

戴姆勒公司产品搭载了多种智能泊车系统，包含主动停车辅助系统、智能泊车系统、自主代客泊车系统。

（1）主动停车辅助系统

从 2008 年起，梅赛德斯-奔驰开始为旗下车型提供主动停车辅助系统（L1）。该系统可以帮助驾驶员寻找停车位并倒入车位。车辆使用 10 个超声波传感器监控周围环境（例如检测是否有空闲停车位），并在停车时提供转向辅助，驾驶员负责刹车、加速、控制挡位等操作。

（2）智能泊车系统

从 2016 年起，梅赛德斯-奔驰开始为旗下车型提供可支持遥控泊车的停车辅助系统（L2）。驾驶员只需选择想要停泊的车位和车辆姿态，车辆即可自己完成其余动作，停车变得有趣轻松。低速行驶时，车辆会主动寻找合适的车位，并可选择车头或者车尾驶入。自动泊入车位的车辆，更可实现自动驶出车位功能。还可选择配置 360 度摄像头，将智能驾驶辅助提升到全新高度，轻松中智享人生。

遥控泊车辅助系统，使驾驶员能够通过智能手机将车辆操纵到狭窄的停车位或车库中，以便于驾驶员进出车辆。传统驾驶员位于车辆外部，但是必须持续监

控车辆的停车操作，并且必须留在车辆周围。在智能手机屏幕上执行的持续手势动作对于遥控泊车系统操作是必需的。驾驶员一旦终止执行必要的手势动作，车辆便立即停止。车辆可以选择车头或者车尾驶入垂直停车位。遥控操纵驶出垂直停车位也是可以的。例如，当驾驶员返回车辆时发现自己的车门已被挡住，则可以在探索模式下操纵车辆向前驶出或向后倒出停车位。此外，如果在移动过程中检测到障碍物，车辆也可以避免碰撞。

(3) 自主代客泊车

借助于博世的智能停车场基础设施，结合梅赛德斯-奔驰的车辆技术，该系统可以在车内无需传统驾驶员的情况下实现高度自动化的停车。在该系统中，停车场中的传感器监控行车道及其周围环境，智能停车场基础设施将驾驶指令发送到车辆。汽车中的技术将这些从停车场基础设施发出的指令可靠地转换为驾驶操作，并在必要时立即刹停车辆。

戴姆勒和博世两家公司已经在2019年7月获得德国巴登-符腾堡州相关部门的批准，将自动泊车系统用于斯图加特的梅赛德斯-奔驰博物馆停车场。使用者可以通过智能手机应用程序访问自动代客泊车服务，并且无需安全驾驶员。这使其成为世界上第一个被正式批准用于日常使用的全自动无人驾驶L4泊车功能。此批准有三个独特之处：

首先，此批准允许在无需人工监督的情况下运行该系统。这意味着安全性是由AVP技术确保的，而不是在车内或在车外持有紧急停车装置的安全驾驶员。

其次，具备AVP功能的车辆可以被任何人使用而没有任何限制。

第三，此系统允许与其他普通车辆和行人一起使用同一个停车场。

1.2.2.2 大众汽车

大众汽车集团目前有三类即将上市的自动泊车系统，分别为全自动泊车系统（IPA），遥控泊车系统（RPA）以及训练式泊车系统（TPA）。在针对中国特殊道路及泊车场景进行匹配后，可以应用于绝大多数的日常泊车场景。

目前批量生产项目中的半自动泊车系统（PLA）主要为驾驶员提供转向辅助，而全自动泊车系统（IPA）不仅能控制转向，还能够自动控制换挡，刹车及加速，驾驶员只需在车内监管整个泊车过程，并可随时接管车辆。除此之外，IPA系统

还配备了低速紧急制动功能，当泊车过程中出现驾驶员无法观察到的障碍物时，系统可提供紧急制动，以避免或减小碰撞损失。

目前大众集团的遥控泊车系统可分为两个版本。第一种遥控泊车系统主要为驾驶员提供垂直泊入和泊出功能，驾驶员可在车外通过手机 APP 控制车辆泊入狭窄车位。另一类遥控泊车系统可在扫描车位后，自主控制转向、加速、刹车泊入车位，驾驶员需在车外通过手机 APP 上的按键确认并监管泊车过程。手机与车辆通过蓝牙连接，保证驾驶员在安全距离范围内控制车辆。

训练式泊车系统 (TPA) 可在 IPA 及 RPA 的基础上，融合多功能摄像头及 GPS 信号，实现特定场景下的自动泊车功能。TPA 主要应用于室外场景下的常用车位（例如：小区固定停车位，自家车库等）。系统会在驾驶员操作泊入完成后，记录学习整个泊车路径及周围环境信息，当车辆再次驶入附近区域时，系统可提示自动接管车辆完成最后一段路径的驾驶及泊入车位操作。同时，TPA 系统可根据学习场景的不同，调用相应的 IPA 或 RPA 功能。

1.2.2.3 宝马汽车

宝马汽车的泊车辅助系统可为驾驶员提供多种功能选择，涵盖了泊车提醒，部分辅助泊车和高度辅助泊车等不同类别，并致力于持续开发更高等级的泊车功能来满足驾驶员需求。

宝马汽车的带紧急制动功能的主动驻车距离警报系统在驻车时提供辅助。主动驻车距离警报系统测量间距的超声波传感器位于保险杠内及在车辆侧面。如果在车前与物体间隔约 0.7 米的地方存在碰撞危险与车辆后方的物体间隔约 1.5 米时发出声音警告，在发生紧急碰撞危险时系统会采取紧急制动来避免。驾驶员用力踩下加速踏板可以中断紧急制动干预，驾驶员也可以随时接管制动，为驾驶员提高了安全性和方便性。

宝马汽车的泊车辅助系统启动后且车辆慢速行驶（低于 35 公里 / 小时）时，系统可以探测车辆驶过的驻车空间。当系统判定通过空间足够，自动泊车辅助系统可一键完成泊车过程，系统能在行驶过程中执行下列功能：转向/加速和制动/换档，无需操作油门踏板及方向盘。系统可为驾驶员提供以下泊车辅助：

- 当车辆平行于车道进行侧面驻车时，提供纵向驻车辅助；

- 当车辆横向于车道后退驻车时，提供横向驻车辅助，并在横向驻车时根据车位中间定向；
- 系统还可以辅助驾驶员从纵向车位中驶出。

宝马汽车还为驾驶员提供了倒车辅助系统，在倒车时系统辅助驾驶员从窄小停车位或街道中驶出。系统记忆车辆熄火前保存最后行驶路段的行驶移动情况，可以通过自动转向返回保存的该行驶路段。当行驶速度低于 35 公里/小时，在发现前方无法停车或前进时，车辆可自动倒回 50 米距离，轻松驾驭各种挑战。

宝马汽车在 5 系、7 系等车型上还提供了遥控泊车功能，遥控泊车系统自动将车辆停入和驶出前方停车位及车库，辅助驾驶员在车停进（狭窄的）停车位之前轻松上下车。驾驶员可通过操作液晶显示屏钥匙上的显示键可以远程执行停车过程，为驾驶员带来更多轻松与便利。

1.2.2.4 通用汽车

通用汽车自动泊车系统分为车位识别、路径规划以及控制追踪三大部分。车位识别即通过车辆自身传感器识别可泊车的车位，进而确定停车位置；路径规划是 MCU 通过对汽车当前姿态与车位识别的结果进行计算得到的最佳泊车路径和策略；控制追踪是将路径规划的结果执行下去，控制车辆按照既定轨迹进行泊车。

通用汽车现阶段搭载 APA 系统的汽车数量众多，主要分为两大类。第一类为系统只控制转向系统，代表车型：GL6、微蓝、昂科威、威朗等。第二类为系统可控制转向与制动系统，代表车型：君威、君越、迈锐宝 XL、XT4、XT5、XT6、CT5、CT6 等。统计可见，通用的 APA 系统覆盖了别克、雪佛兰、以及凯迪拉克三大品牌，已成为通用产品系列中不可或缺的功能组成。

通用汽车的泊车系统已经历了三次迭代，目前的自动泊车系统是通过安装在车身四周的超声波雷达来探测有效泊位，跟踪车辆的位置，来实现辅助驾驶员泊车的功能。当车辆以特定的车速（<30kph）行驶在停车场中时，泊车系统会自动引导车辆泊入检测到的有效泊位中。在整个过程中，车辆的转向和刹车加速全部由系统自动控制，驾驶员的双手脱离方向盘。但是，驾驶员必须保持注意力，随时准备接管车辆。目前，系统可检测到的车位包括：右侧平行车位、左侧平行车位、右侧垂直车位、左侧垂直车位。当系统检测到有效车位时，将引导驾驶员停

车，并将档杆拨到相应挡位。在量产的车型中，凯迪拉克、别克和雪佛兰均有车型搭载了此泊车系统。

在未来的产品中，通用汽车将继续优化泊车系统，融合各类传感器，增强感知能力，以适用于更复杂的泊车环境。

1.2.2.5 福特汽车

福特开发的主动式停车辅助系统能正确的计算停车距离，实现自动转向，从而辅助驾驶员完成停车。当车身周围的超声波雷达搜索到适合进行平行停车的车位时，显示屏上会出现指示，并指导驾驶员开往合适的停车开始位置。辅助系统控制方向盘转向，驾驶员控制前进档、倒档、加速和制动，驾驶员可以随时停止车辆。

福特 Active Park Assist 在 Edge、Escape 等多款车型上配置。车型手册中对 Active Park Assist 的描述如下：

启动方式：通过按钮启动，按一下表示激活平行泊车功能，再按一下表示启动垂直泊车功能，如果再次按按钮，则表示关闭自动泊车功能。

当按下 Active Park Assist 按钮时，系统启动车位搜索功能（当车辆已经驶过有效停车位再按下按钮时，系统也会提示该有效停车位）。

水平车位搜索时，要求车速小于 35km/h，车辆到其他已停好车辆的横向距离在 0.5~1.5 米之间，系统同时搜索两侧的有效停车位，在没有方向指示的情况下，每次只给出一侧的有效车位，副驾侧优先。

垂直车位搜索时，要求车速小于 30km/h，车辆到其他已停好车辆的横向距离在 0.5~1.5 米之间，系统同时搜索两侧的有效停车位，在没有方向指示的情况下，每次只给出一侧的有效车位，副驾驶员侧优先。

在驾驶员控制加速和刹车的情况下，系统可以辅助驾驶员泊出平行车位。

2019 福特 Escape、Expedition 和 2018 福特 Focus，2019 福特 F-150 获得 2018 年自动泊车功能满意度最高的前 20 位车型。其中 2019 福特 Escape，Expedition 功能同前面介绍的 Active Park Assist。2018 福特 Focus，2019 福特 F-150 这两款车型的泊车辅助同常规平行泊车辅助类似，系统可以控制车辆转向，辅助驾驶员将车辆泊入平行停车位。另外，福克斯还包含其他主动安全功能，

包括盲点检测、车道偏离警报、后方横穿警报、自动大灯等。

1.2.2.6 现代汽车

现代汽车的自动代客泊车系统（AVP）由现代摩比斯研发，自动代客泊车技术可实现电动车的自动停车与充电。现代汽车计划在 2025 年为旗下的自动驾驶车辆配置自动停车功能，即当驾驶员和乘客下车后，车辆将开启导航功能，自动驶向空置的停车位并利用磁感应（Magnetic Induction）技术—电动车无线充电系统来为停放的车辆进行无线充电。另外，用户可利用自动代客泊车功能，使电动车自动完成充电及停车。

此外，用户可利用智能手机应用，将停放的自动驾驶车辆召唤至其指定的目的地。随着电动车的兴起，新系统可为车辆的充电及停靠提供便利，还能探查已占用的充电设备及停车位。这个新系统基于车辆间、车辆与停车场、充电设施及驾驶员间的车联网技术（V2X）。停车场的设施将向车辆发送空置车尾或空置充电设备的相关信息，即使车辆电量耗尽，驾驶员仍能获得相关信息。

1.2.2.7 标致雪铁龙汽车

标致雪铁龙的自动泊车功能是由前/后超声波探测雷达、泊车辅助控制单元、电动助力转向系统、自动变速箱、刹车系统、和行车电脑等元件来共同实现的，这套系统可以实现侧向和垂直两种停车方式。另外，侧向停车后还支持侧向自动驶出功能，但垂直停车后不支持自动驶出车位。前后左右 12 个超声波传感器自动探测可用驻车空间并控制转向，驾驶员控制前进档、倒档、加速和刹车，实现垂直泊车、平行泊车入位，有自动驶离功能。

2013 年，L1 级半自动泊车功能首投于标致 408，系统依靠由 12 个超声波探头及电子控制盒组成的泊车辅助系统实现该功能。该功能支持水平泊入、垂直泊入及水平泊出，系统可以控制车辆横向动作，但泊车过程中需要由驾驶员进行加速、制动、换挡的操作，并监控周边环境，以避免意外事故。

2018 年，L2 级全自动泊车功能首投于标致 508，系统依靠由 12 个超声波探头及电子控制盒组成的泊车辅助系统实现该功能。该功能支持水平泊入、垂直泊入及水平泊出，系统可控制车辆横向及纵向动作，要求驾驶员保持在驾驶座上，监控周边环境。

2023 年，L2 级全自动泊车功能，将融合超声波探头与 360 环视摄像头系统，以增强系统性能，实现更多场景下（例如仅有路面标线、鱼骨形车位的泊入/泊出等等）的自动泊车，并优化驾驶员操作步骤及 HMI。

自主代客泊车系统（L4）预计 2025 年后量产。

1.2.2.8 特斯拉

特斯拉的 Autopilot 包中包含了 Autopark 部分，目前搭载 Autopilot 的特斯拉车型包括 Model3, ModelX, ModelS。

Autopark 利用超声波传感器和 GPS 的数据，将车辆泊入到平行和垂直的停车位，从而简化了在公共道路上的停车。

泊车时，按照以下步骤激活 Autopark 将车辆泊入停车位：

(1) 当在公共道路上缓慢行驶时，通过监控触摸屏来确定 Autopark 何时检测到停车位。当 Autopark 检测到一个潜在的停车位时，触摸屏会显示一个停车图标。Autopark 可以在时速低于 15 英里 (24 公里/小时) 的时候检测到平行停车位，以及时速低于 10 英里 (16 公里/小时) 的时候检测到垂直停车位。（注：只有当车辆的位置和周围的环境是 Autopark 可以确定适当的行驶路径时，才会出现停车图标。如果 Autopark 无法确定合适的路径（例如，在狭窄的街道上行驶时，进入停车位会导致车辆的前部延伸到相邻的车道），驾驶员可以重新定位车辆，找到不同的停车位，或者手动停车。

(2) 检查确定检测到的停车位是否合适和安全。如果是这样，继续向前行驶，在停车位前面大约一辆车长度的位置将车停下（当平行停车或倒车进入垂直停车位时通常会这样做）。

(3) 松开方向盘，将挡位放在倒档，然后在触摸屏上触摸启动 Autopark。

(4) 停车完成后，Autopark 会显示“完成”消息。

在传感器数据不足导致 Autopark 无法运行的情况下，触摸屏会显示一条消息，指示必须手动停车。

如果在 Autopark 正在泊车模式下按下刹车，停车过程将暂停，直到在触摸屏上重新启动 Autopark 功能。Autopark 会检测出存在的潜在垂直停车位最小宽度为 2.9 米，两边各停一辆车。Autopark 可以检测到平行停车位的长度在 6 米

-9 米之间。Autopark 不适用于斜向车位。

特斯拉 Autopark 使用限制条件：

- (1) 道路是倾斜的(Autopark 只适用于平坦路面)；
- (2) 能见度低(由于大雨、雪、雾等)；
- (3) 路沿由石头以外的材料构成，或者路沿无法被探测到；
- (4) 目标停车位直接与墙或柱子相邻(例如地下停车场结构中最后一行的停车位)；
- (5) 一个或多个超声波传感器损坏、肮脏或阻塞(如泥浆、冰或雪)；
- (6) 天气条件(大雨、雪、雾、极热或极冷的温度)干扰传感器的工作；
- (7) 传感器受到其他产生超声波的电气设备或装置的影响。

全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分会公告发布

2 智能泊车技术分类

2.1 分类原则

根据技术难易和行业发展情况，按照如下三个原则进行智能泊车技术分类：

- (1) 系统是否具备泊入/泊出控制功能，及搜寻车位、全局路径规划和车辆引导控制功能；
- (2) 系统是否能够完全接管和控制车辆，不需要驾驶员参与；
- (3) 与国内外标准尽可能的协调和对应，如正在制定的 GB/T XXXX 《智能泊车辅助系统性能要求及试验方法》。

2.2 智能泊车分类

智能泊车的分类见表 1。

表 1 智能泊车分类

项目		控制主体			
		泊入/泊出车位	搜寻车位、全局路径规划及车辆引导控制	异常情 况处理（责 任主体）	异常情 况处理（责 任主体）
分类		定位泊位、泊位路径规划、控制车辆泊入/泊出	执行全部动态驾驶任务	异常情况处理（责任主体）	异常情况处理（责任主体）
泊车提醒		驾驶员 (车仅做提醒)	驾驶员	驾驶员	驾驶员
辅助 泊车	部分辅助泊车	驾驶员（纵向控制） 系统（横向控制）	驾驶员	驾驶员	驾驶员
	高度辅助泊车	系统 (横向和纵向全项控制)	驾驶员	驾驶员	驾驶员
自动 泊车	部分自动泊车	系统	系统	驾驶员	驾驶员
	有条件自动泊车	系统	驾驶员	系统	驾驶员
	高度自动泊车	系统	系统	系统	驾驶员
	完全自动泊车	系统	系统	系统	系统

2.3 分类详述

2.3.1 泊车提醒

对于只具备在搜寻车位或车辆泊入/泊出过程中给驾驶员提供泊车提醒，不具备车辆控制功能，也不同具备搜寻车位、全局路径规划、车辆引导控制功能的技术类型，为泊车提醒类别。

在具体的技术方案上，倒车雷达、倒车影像等功能均划分为泊车提醒。

2.3.2 辅助泊车

对于只具备车辆泊入/泊出控制功能，不同时具备搜寻车位、全局路径规划和车辆引导控制的功能，但是需要驾驶员持续监控及接管的技术类型，为辅助泊车。

根据实现车辆泊入/泊出功能时驾驶员和系统的参与度，分为部分辅助泊车和高度辅助泊车。

2.3.2.1 部分辅助泊车

部分辅助泊车功能，车辆的横向和纵向控制分别由系统和驾驶员完成，驾驶员需持续监控系统的工作情况，必要时进行接管以确保车辆安全。

部分辅助泊车对应正在起草的国家推荐性标准 GB/T XXXX 《智能泊车辅助系统性能要求及试验方法》。

2.3.2.2 高度辅助泊车

高度辅助泊车功能，系统可实现对车辆横向和纵向控制，驾驶员需要持续监控系统工作，并在需要时接管以确保车辆安全。

2.3.3 自动泊车

对于具备车辆泊入/泊出控制功能，不需要驾驶员持续监控和接管，且不具备搜寻车位、全局路径规划和车辆引导控制功能的技术类型，和具备车辆泊入/泊出控制功能，且具备搜寻车位、全局路径规划和车辆引导控制的技术类型，为自动泊车。

根据实现车辆泊入/泊出车位及搜寻车位、全局路径规划、车辆引导控制功能时驾驶员和系统的参与度，分为部分自动泊车、有条件自动泊车、高度自动泊车和完全自动泊车四种。

2.3.3.1 部分自动泊车

部分自动泊车，系统可以实现完全接管和控制车辆泊入/泊出车位，不需要驾驶员参与，但不具备搜寻车位、全局路径规划、车辆引导控制的功能。

2.3.3.2 有条件自动泊车

有条件自动泊车，系统可实现控制车辆泊入/泊出车位，同时具备搜寻车位、

全局路径规划、车辆引导控制的功能，但需要驾驶员持续进行监控，并在需要时接管以确保车辆安全。

2.3.3.3 高度自动泊车

高度自动泊车，系统可以实现完全接管和控制车辆泊入/泊出车位，不需要驾驶员参与。同时具备搜寻车位、全局路径规划、车辆引导控制功能，但是在此过程中需要驾驶员持续监控系统运行，并在需要时接管以确保车辆安全。

2.3.3.4 完全自动泊车

完全自动泊车，系统可以实现完全接管和控制车辆泊入/泊出车位及搜寻车位、全局路径规划、车辆引导控制的功能，不需要驾驶员参与。

依靠“车端”、“场端”以及“车端+场端”结合的自主代客泊车技术类型，以及能够通过训练后完全不依赖驾驶员参与的记忆泊车技术类型，均属于完全自动泊车类别。

3 智能泊车技术研究

3.1 泊车提醒技术方案

泊车提醒技术方案主要通过泊车雷达、泊车影像等硬件来实现。

3.2 辅助泊车技术方案

3.2.1 部分辅助泊车

部分辅助泊车系统，又称半自动泊车系统、泊车辅助系统等，是控制系统相对简单、国内最先量产的自动泊车系统。

部分辅助泊车系统，通过对方向盘（方向盘转角、转角速率、角加速度等）的控制实现对车辆的横向控制，驾驶员控制刹车、挡位、加速踏板以实现纵向控制，并且驾驶员需持续坐在驾驶位上以观测周边环境状况，以实现泊入停车位的目的。

系统由3部分组成：传感器（包括：摄像头传感器方案、超声波雷达探头方案，前两种传感器融合方案）、控制器（即泊车控制器）、执行系统（即转向控制系统）。

部分辅助泊车系统应至少包含以下功能：

- 1) 检测停车位；
- 2) 确定本车与停车位、周围障碍物的相对位置；
- 3) 计算泊车轨迹；
- 4) 控制车辆转向系统，辅助驾驶员完成泊车；
- 5) 提示驾驶员完成泊车相关操作；
- 6) 驾驶员随时终止辅助泊车。

部分辅助泊车系统应至少适用于以下类型车位的泊入操作：

- 1) 水平空间车位；
- 2) 垂直空间车位；

部分辅助泊车系统通过传感器或传感器组识别停车位，发现停车位（发现的停车位可以是系统搜索到的，也可以是用户手动选择的）后，确定目标停车位置

并计算泊车轨迹,在泊车操纵期间通过自动控制转向(但不控制车辆的纵向运动),指导车辆泊入到目标停车位置并达到一定的精度要求。目标停车位主要有两种类型:第1类是由边界车辆围成的停车位,第2类是由停车位边界线围成的停车位。停车位类型为平行停车位和垂直停车位。辅助泊车期间,系统将行进方向和轨迹上的障碍物提示给驾驶员,同时车辆做必要的避障控制,驾驶员监测周围环境,随时准备接管车辆控制,避免车辆发生碰撞的危险。限制泊车辅助模式期间的速度(推荐的最大速度为12km/h),当驾驶员控制车速超过此极限时,部分辅助泊车系统应停止方向盘控制,向驾驶员发出通知信息,并退出泊车辅助模式以确保安全。当满足结束条件时,系统应终止横向控制,退出系统并通知驾驶员。辅助泊车也可包含车辆的辅助泊出功能。

下图举例说明了部分辅助泊车运行模式的顺序及每种运行模式下发给驾驶员的相关信息,同时说明了需要驾驶员完成的操作。系统会根据具体情况及驾驶员的操作在部分辅助泊车模式之间切换。

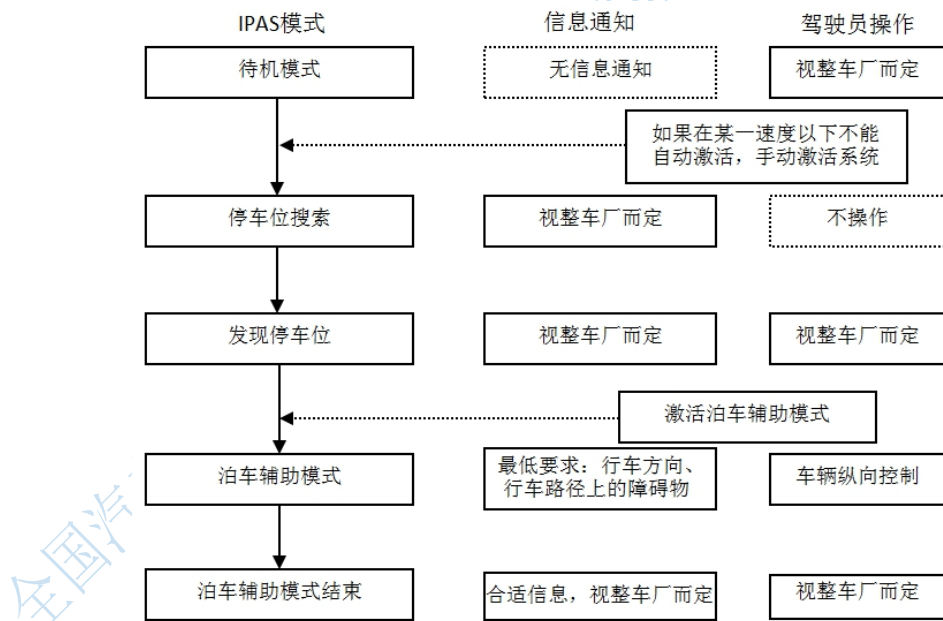


图 5 IPAS 运行模式图

部分辅助泊车系统的环境感知技术分为超声波传感器方案,摄像头方案以及超声波传感器+摄像头融合方案。辅助泊车系统的环境感知技术一般无需场端、云端或高精地图的支持。

部分辅助泊车系统一般需要独立的控制单元,该控制单元主要负责传感器数

据的采集和处理,车位信息的确认以及路径规划并把控制指令发送到执行机构和人机界面。

部分辅助泊车系统的执行机构一般采用 EPS 实现车辆的横向控制,部分主机厂采用线控转向实现横向控制。带有泊车辅助制动功能的辅助泊车系统还需要 ESC 等制动器实现车辆的纵向控制。

人机界面交互一般是通过中控屏和仪表来实现。中控屏可以进行泊车方式等的调节并可在泊车过程中提供不同车位供驾驶员选择,仪表主要是用来提示驾驶员进行换挡、加速、刹车等操作,此外还可以提供驾驶员接管的提醒。

上汽大众目前的辅助泊车系统主要是通过超声波传感器自动扫描可泊车位,可支持扫描垂直、水平车位,除了常规的车位泊入,还可实现垂直车位的车头泊入以及水平车位的泊出功能。泊车辅助控制器负责控制转向并通过 HMI 提示驾驶员进行换挡操作,驾驶员可根据系统提示,控制刹车和加速,泊入和泊出车位。同时超声波传感器在整个泊车过程中实时探测车位周边障碍物情况,并在判断存在碰撞危险时为驾驶员提供紧急制动操作,从而避免和减小碰撞损失。

日产的部分辅助泊车系统环境识别传感器仅依靠全景摄像头,驾驶员在全景影像界面自主选定车位,然后由系统控制转向,驾驶员根据系统提示控制挡位和车速的形式完成泊车,在车辆控制上同样是线控转向系统。

宝马的辅助泊车系统同样是依靠超声波传感器,依靠自动或手动变速箱均可实现半自动泊车辅助功能。

神龙的辅助泊车系统可支持垂直泊入和水平泊入/泊出功能。系统利用超声波传感器扫描车位,驾驶员负责控制刹车和加速踏板,根据系统提示进行换挡操作,系统负责接管转向操作。该系统由传感器(12个超声波传感器)、控制器(独立电子控制单元)、执行器(电子助力转向)、人机交互(中控屏)四个子系统组成。辅助泊车系统提供垂直泊入、水平泊入及水平泊出三种泊车模式。系统通过超声波传感器进行车位扫描及车位周边环境感知。控制器采集、处理传感器数据,计算车位状态,规划路径,并发送指令到执行器与人机交互界面。泊车动作由执行器与驾驶员共同完成,执行器控制横向动作,驾驶员控制纵向动作(刹车、挡位、加速踏板)。人机交互界面提示驾驶员车位搜索状态(是否寻到车位)、

泊车开始前驾驶员应做的操作、泊车过程中驾驶员应做的操作、泊车状态（泊车进行、泊车完成、中断等）。驾驶员需持续保持在驾驶座上，并监控周边环境，驾驶员可随时控制方向盘，来停用智能泊车系统，变为手动控制。

泛亚汽车技术中心现阶段辅助泊车产品主要是通过超声波传感器来扫描障碍物形成的垂直或水平空间车位。辅助泊车系统由 12 个超声波传感器，底盘线控执行器，人机交互（HMI 中控）等子系统构成。在整个泊车过程中，超声波传感器会对外界的障碍物进行实时探测，同时通过 HMI 以及 Chime 等方式提醒驾驶员进行相应操作，驾驶员通过人机交互的提示，来控制车辆的刹车和挡位系统实现泊车入位。当车辆前进方向出现碰撞风险时，会提醒驾驶员进行紧急制动以避免风险。

3.2.2 高度辅助泊车

高度辅助泊车系统是指能够在驾驶员指导下自动识别车位、规划车辆停车路径并且能够同时实现车辆的连续纵向控制和横向控制的泊车系统，整个泊车过程中驾驶员能够随时接管车辆，泊车过程中环境监控的责任人为驾驶员，驾驶员需要为泊车过程中的安全负责。

(1) 系统组成

传感器：传感器包括两类：①车身传感器作用是监控车辆状态，主要由轮速传感器、加速度传感器、方向盘转角传感器、加速踏板开度传感器、制动踏板开度传感器等组成，各家差异不大；②环境传感器主要作用是感知车身周边环境，市场上有超声波传感器和鱼眼摄像头两种。

控制器：控制器是指能够读入传感器数据，识别车位及障碍物的坐标，然后规划泊车轨迹并控制车辆泊车入位的器件。

执行机构：执行机构能够执行控制器车辆控制信号，实现车辆运动的装置，包括线控制动、线控换挡及线控转向。

HMI：HMI 上需要显示泊车系统状态信息、驾驶员操作指示、紧急情况下的接管提示等。

遥控器（可选）：遥控器的作用是当驾驶员在车外时遥控车辆的泊车过程，主要由手机 APP 和智能钥匙两种方案；

(2) 市场主流方案差异

传感器方案差异：

表 2 传感器方案差异说明

传感器方案	车身传感器	环境感知传感器		
		方案	识别场景差异	识别距离差异
方案一	轮速传感器、加速度传感器、方向盘转角传感器、加速踏板开度传感器、制动踏板开度传感器等	超声波	空间水平和垂直车位	车辆两侧 5m 左右
方案二		摄像头	标线水平、垂直和斜列车位	车辆两侧 10m 左右
方案三		超声波雷达+摄像头	空间及标线水平、垂直和斜列车位	车辆两侧 10m 左右

驾驶员操作方案：泊车过程中的驾驶员操作方案主要有两种，即车内操作和车外操作，操作方案如下：

表 3 驾驶员操作方案对比

方案	车内操作	车外操作
方案一	长按泊车开关	-
方案二	短按泊车开关（一键泊车）	-
方案三	长按或短按任一种	手机 APP 遥控
方案四	长按或短按任一种	智能钥匙遥控
方案五	长按或短按任一种	手机 APP+智能钥匙

泛亚推出的泊车系统支持水平车位和垂直车位的自动泊车功能。泊车系统控制泊车过程中的车辆横向与纵向动作。系统需要驾驶员在激活自动泊车功能后根据 HMI 提示操作车辆寻找空车位，车辆通过超声波传感器进行车位的识别，当识别到车位后，系统转由系统接管进行泊车入位，全程无需驾驶员操作车辆，只需观察车辆周边环境是否满足安全要求，并在危险情况下对车辆进行接管。

日产高度辅助泊车系统有自动泊车和遥控泊车两种方案，自动泊车通过布置在车身周围的超声波雷达和全景摄像头自动识别车位和障碍物信息，根据识别结果为驾驶员推荐合适停车位，然后控制车辆进行转向、加速、制动和挡位切换完成泊车过程，整个泊车过程中驾驶员只需根据系统提示踩下刹车、点按泊车开关

即可，但是驾驶员需要监控周边环境并随时准备接管系统，以保证泊车安全。遥控泊车方案在自动泊车方案基础上增加手机 APP 或者智能钥匙遥控开关，泊车时驾驶员只需控制遥控开关，系统自动控制车辆完成泊车过程。

德赛西威泊车辅助系统融合全景、超声波、陀螺仪等数据算法，通过线控转向、加速、制动、换挡控制等实现泊入/泊出车辆。在识别车位前，需要驾驶员触发自动泊车功能，待识别车位后，算法输出最优可泊车位、次优可泊车位，驾驶员通过 UI 选择车位后交接给车辆自动泊车。泊车过程，系统自动根据环境信息作出综合决策，控制车辆完成自动泊车。遇到泊车障碍或人为干预控制泊车，系统终止自动泊车，提示驾驶员接管车辆。

3.3 自动泊车技术方案

3.3.1 部分自动泊车

通过车载测距或视觉等传感器搜索车辆周边环境，寻找可用停车位（含由车辆或物体组成的车位、车位线标识的车位等）；然后根据驾驶员对车位的选择情况确定目标车位，计算自动泊车轨迹；进而发送横向及纵向运动控制命令，控制车辆的转向、加速、制动、挡位和手刹等系统或机构，完成将车辆泊入驾驶员选定的停车位的操作，并满足设定的泊车调整次数、泊车时间、位置和姿态精度等性能要求。

3.3.2 有条件自动泊车

有条件自动泊车系统利用车载传感器寻找适合的停车位，并可控制车辆的转向、加速、制动和挡位等系统或机构，完成将车辆泊入驾驶员选定的停车位的操作。在泊车操作过程中，驾驶员应坐在驾驶员座位上，持续监控周围环境。在必要时，驾驶员应立即干预车辆泊车操作。配合智能汽车钥匙或智能手机泊车 APP 使用时，驾驶员也可以站在车辆附近（不必坐在驾驶员座位上），监测车辆周围环境。在遇到紧急情况时，驾驶员应立即终止车辆的泊车操作。

奇瑞有“全自动泊车”和“遥控泊车”两种产品。“全自动泊车”传感器为超声波+摄像头；在获取车位时，系统会根据周围的环境检测情况，给出最优推荐，用户确认即可；通过线控制动、转向、换挡来实现“全自动泊车”。“遥控泊车”与“全自动泊车”区别在于：驾驶员在车外，车辆可视范围内；操控确认的

操作，有车钥匙或手机 APP 替代。传感器配置有超声波+摄像头，增加钥匙/手机 APP 与车辆操控通讯的技术要求。“遥控泊车”系统无法完成泊车时，不单单要提示用户，同时需要进行风险缓解策略(从用户需求角度出发，非责任界定角度)。

神龙的自动泊车支持水平泊入、垂直泊入、水平泊出，系统控制整个泊车动作(横向及纵向)，驾驶员需持续保持在驾驶座上，并监控周边环境，驾驶员应能够在紧急情况下介入泊车动作。技术方案有超声波传感器和摄像头+超声波传感器两种。驾驶员需监控周边环境，必要时介入。通过超声波传感器、摄像头探测来获取车位。车辆具有线控转向、制动、加速、换挡、泊车辅助控制器等功能。该系统可提示驾驶员车位搜索状态(是否寻到车位)、泊车开始前驾驶员应做的准备动作(例如寻到车位后，直行至系统要求的位置)、预计的泊车过程参数(完成泊车需要的换挡次数、时间、距离等)、泊车状态(完成泊车、中断等)。

小鹏汽车有“全自动泊车辅助”和“遥控泊车辅助”两款产品。“全自动泊车”辅助，驾驶员开过空车位时，车辆通过传感器检测出车位，驾驶员通过操作启动自动泊车后，车辆自行泊入车位，全程无需驾驶员做任何操作，只需观察周边环境，在危险情况下进行接管。传感器有超声波+摄像头+IMU，驾驶员需保持监控周围环境，必要时进行车辆接管。获取车位时，车辆开过停车位，在仪表和大屏上给用户提示。车辆带线控的电子助力转向 EPS 和高级功能的车身电子稳定系统 ESP。“遥控泊车辅助”功能找到车位后，人在车外，通过钥匙或者其他部件，启动自动泊车功能，需声波+摄像头+IMU，驾驶员需保持监控周围环境，必要时进行车辆接管。获取车位时，车辆开过停车位，在仪表和大屏上给用户提示。

3.3.3 高度自动泊车

特定区域内的点到点自动驾驶、可用停车位搜索、入库(出库)路径规划、车辆入库引导控制均由系统自动完成，具体实现方式有：仅依赖车载智能化系统、仅依赖场端智能化系统和车载+场端融合三种方式。整个过程中车辆自身具备车辆、行人等动态障碍物及静态障碍物检测和识别功能，可实现自动紧急制动、避障等决策规划，驾驶员负有监控责任，可根据自己的判断或接收到系统提醒后接管车辆控制权(包括车内接管、近距离遥控接管和远程遥控接管)。

场端智能化含：停车场基础设施、后台、“车-场-人”通讯设施等；

车载智能化含：测距和视频感知设备等、控制决策单元、人机交互单元、通信单元等。

德赛西威全自动泊车融合全景与超声波感知系统的全自动泊车，采用超声波+摄像头，车位获取时，系统会自动根据环境信息，综合决策出最优可泊车位，次优可泊车位等，并通过 UI 的方式，供用户选择。车辆需具备线控制动、线控转向、线控加速、线控换挡等，同时还具备地图绘制功能，通过自学习能力，在指定停车处到停车场指定停车位行驶一次，构建出地图，后续能够根据自建地图，车辆可从指定停车处自动停到指定车位，当接收到召唤指令后，能自动驶出指定车位，自动行驶到指定停车处，在自动行驶过程中能根据环境信息，自行进行车辆、行人、障碍物识别与避让。在去停车和召回车的过程中如遇到无法进行超过系统规定的滞留时间，将发出人工处理信息，转给车主处理。

3.3.4 全自动泊车

全自动泊车是在高度自动泊车的基础上进行更高级的演变，与高度自动泊车相比，需要更强大的环境感知、高精度定位能力、算力以及系统冗余设计，技术核心在于如何解决停车场高精度地图的构建和定位问题。全自动泊车目前还处于研发阶段，不少企业已经有相应的 Demo 车或测试车，可实现相关功能的演示和体验，例如百度、小鹏汽车等。从目前全自动泊车的技术发展进度和演进路线来看，有限场景下的全自动泊车的真正落地量产指日可待。

全自动泊车可以分为：（1）基于车端的类型；（2）基于场端的类型；（3）基于车端与场端结合的类型。目前行业内的技术方案主要以（1）（2）大类实现，同一类大方案下，不同企业的系统方案又略有差异。

1、基于车端的方案

该方案通过使用车辆本身的传感器进行停车场环境的地图构建、高精度定位和安全避障。主要传感器包括：摄像头、高精度地图+定位、超声波雷达和毫米波雷达，甚至是激光雷达等。

车端的方案主要利用车辆本身的传感器进行地图场景采集，并完成停车场的高精度地图的构建。系统运行时，车辆根据已构建的高精地图的地图场景数据，结合相关定位算法进行车辆的高精度定位，通过车辆本身的控制器完成数据采集

处理，车位信息确认以及路径规划等任务，进而对车辆进行运动控制。

关于高精地图的构建，主要是在车辆使用过程，利用车辆本身传感器进行场景地图数据采集，并通过云端众包的方案在云端进行高精度地图的构建，随着越来越多的采集到的地图场景数据的上传，整个停车场的地图信息不断补充，最终生成一份停车场全面完整的高精地图。

关于高精度定位，车辆在驶入停车场后，通过自身的传感器融合对车辆周围环境进行实时识别，在与高精度地图进行匹配后，确认出车辆所在停车场的具体位置，完成车辆的实时高精度定位。

关于安全避障，车辆在停车场进行自主行驶时，需要躲避行车和泊车轨迹上的各种障碍物，通过传感器的感知融合识别周围物体的位置和大小，计算出是否存在安全风险，存在安全风险时，及时控制车辆减速、停止或者换向等方式进行安全碰撞。

在感知和定位实现后，通过控制器控制规划出车辆从某一位置到制定位置路线，并控制车辆执行，实现车辆高度自动泊车功能。行驶过程中通过传感器实时感知安全风险，进行必要的安全避障。

2、基于场端的方案

该方案通过使用停车场本身的感知系统对停车场环境进行监控，如摄像头、激光雷达等。同时通过停车场端的通讯设备给目标车辆发送控制指令，控制车辆自动行驶到指定车位。实现该方案需要有一个能全面监控环境的停车场、一个能进行控制逻辑规划并发送指令的主机以及可以接受停车场指令且可线控的车辆。

相比于车端方案，场端方案的感知、定位、决策和规划的实现均由停车场实现，停车场内部安装有大量传感器进行车辆与停车场的高精度实时定位和环境感知，场端的主机通过感知定位信息计算出行驶轨迹，并通过本地架设的通讯网络，将控制指令发送到车辆。车端安装有可以与停车场匹配的通讯机构，接收到控制指令时同步上传行驶数据，在信息解析后，通过车辆本身的控制器对车辆进行运动控制，完成车辆从某个位置到目标车位的泊车过程。

上汽通用五菱的完全自主泊车有 AVP 和 HZP 两种，其中 AVP（自主代客泊车）为用户在高精度地图路网内任意点下车后，在手机 APP 上选择目标车位，车辆的

控制规划单元为 IDU（智能驾驶控制单元），根据视觉定位，自主规划路径前往目标停车点进行泊入，由超声波传感器进行避障检测，如遇障碍物则停车等待。驾驶员可于手机端查看车辆目前状态。此视觉+超声波的方案适用于环境变化小的地下停车场，对于光线变化大的地上停车场，可通过增加二维码等图标进行视觉增强，即可实现露天、地面场地的 AVP。

HZP（记忆泊车）功能可在用户对路线进行一次学习操作后，车辆即可按照学习过的路线行驶，到达车位或指定目的地。

3、基于车端与场端结合的方案

该方案融合车载传感器以及场端传感器，共同为车辆提供环境信息，将车载定位与场端定位互补，为车辆提供定位功能。场端与车端需要保持实时的通讯，以确保感知数据实时更新并融合。最终由主导方（车，场）将融合后结果信号发送给车辆，并由车辆执行机构执行。

全自动泊车技术仍面临的如下问题：（1）车辆与场端通讯功能的需求方面。基础通讯包含下发地图信息，获取停车位地址信息等，涉及到实时信号需求。为确保车辆平顺行驶，通常对时延要求相对较高。（2）对于执行机构冗余需求行业内未达成统一共识。基于功能安全分析，通常对车辆要求刹车冗余以及电源冗余。（3）不同方案对于停车场地图采集能力，通讯能力，以及场端地面、墙面标线和贴纸标准均有不同要求。（4）室内停车场的定位方案。目前对于室内停车场无 GPS 信号的情况下，会采用 UWB、VSLAM 等定位技术，但由于各方案都需要对停车场进行一定程度的改造，而各方案互补通用，因此对于室内代客泊车的推广产生了一定的问题。

清华大学的自主泊车为一款 Demo，当车辆达到落客区附近后，驾驶员选择目标车位，车辆根据存储的停车场地图，自主规划出从当前位置到目标车位的完整路径（包括泊车入位阶段的倒车路径）；然后车辆自主循迹，完成低速自动驾驶与泊车入位的全过程（中途遇障碍停等，但无避障操作）。传感器配置方面采用的 GPS-RTK 定位系统；环境感知采用了单线激光雷达用于障碍检测。车辆具备线控转向、制动和驱动，控制单元为 MicroAutoBox(ds1401)。系统需要驾驶员预先选取目标车位，系统运行时驾驶员无需任何操作，出现碰撞风险系统能够自行处理。该系统对停车场无智能化要求，无需配置云端，但需要预制高精度地图，

并保证停车场路面附着性能良好，平整无斜坡。

江铃的完全自动泊车有 A-B 点泊车、500 米范围内停车场自主泊车、AVP（最后一公里）。其中：

(1) A-B 点泊车，用户在固定停车点下车后，通过手机 APP 确认目标停车点后激活泊车，车辆按照深度学习后所存储的目标路径，自动控制车辆转向、挡位、制动、加速驶入指定停车位。驾驶员需要按照目标路径手动泊车 2~3 次，后续泊车车辆可自主完成。标识清晰，适当改造支持车辆定位。

(2) 500 米范围内停车场自主泊车，用户在固定停车点下车后，通过手机 APP 激活泊车，车辆通过传感器进行车辆定位，环境感知，自动规划行驶路线，自动驾驶车辆驶向同层或跨层的目标位置，在泊车过程中遇到障碍物能实现路径自主规划。驾驶员无需任何操作，出现碰撞风险系统能够自行处理。停车场标识清晰，适当改造支持车辆定位。需要云端方案，对高精地图也有要求。

(3) AVP（最后一公里），在 500 米范围内停车场自主泊车基础上，增加功能——同一停车场或附近其他停车场目标位置，在泊车过程中遇到障碍物能实现路径自主规划，在外部公共道路上能识别交通标识进行自动驾驶。驾驶员无需任何操作，出现碰撞风险系统能够自行处理。停车场标识清晰，适当改造支持车辆定位。需要云端方案，对高精地图也有要求。

奇瑞完全自动泊车有 AVP（自主代客泊车）、固定路线自动泊车和记忆路线自动泊车三种。其中：

(1) AVP（自主代客泊车），驾驶员无需任何操作，同时车辆具有备份系统，当出现碰撞风险时，系统能够自行处理或执行并达到最小风险状态，确保车辆和人员的安全。该系统对地面停车场无特殊的要求，但对于地下车库需要进行一定地改造，并满足车辆的定位需求。对于高精地图为非必须项。同时，该系统支持与云端服务器实时互联，当系统开启时，车辆的运行状态、行驶轨迹以及所有的异常情况将被实时记录；必要时，远程管理员可进行远程语音提醒，甚至控制或干预车辆运行。

(2) 固定路线自动泊车，主要适用于无人或自动化管理的停车场，车辆到达停车入口区域，停车场管理系统将最优路线输送到车辆端，车辆只要按照路线到达即可，中间无需做避让动作。驾驶员无需任何操作，同时车辆具有备份系统，

当出现碰撞风险时，系统能够自行处理或执行并达到最小风险状态。停车场需要改造，对于高精地图为非必须项。同时，该系统支持与云端服务器实时互联，当系统开启时，车辆的运行状态、行驶轨迹以及所有的异常情况将被实时记录；另外，远程调度员可根据需要实时调整或终止车辆的行驶路径和目的地。

(3) 记忆泊车主要适用于固定车位或私家车位等情况，经过车辆的自我学习后，通过通常的记忆路线自主到达车位。驾驶员无需任何操作，同时车辆具有备份系统，当出现碰撞风险时，系统能够自行处理或执行并达到最小风险状态。对停车场无特殊要求，对高精地图为非必须项。该系统支持与用户移动终端（如：手机）进行互联，并推送车辆的实时状态。

舍弗勒的自主代客泊车通过摄像头+超声波雷达舍弗勒的自主代客泊车通过摄像头+超声波雷达+毫米波雷达来实现，Space Drive 多重冗余线控驱动，控制器采用 Protronic (Schaeffler Engineering GmbH)，驾驶员无需任何操作，停车场需要智能化停车场，可分配车位，车辆需具备自动变速箱、量产传感器。

戴姆勒和博世共同研发的 AVP 自动代客泊车系统完成了全球首个在真实生活场景、面对真实用户的 L4 级别的完全自动驾驶。该系统是以场端为主导的自动代客泊车方案，需将传感器（激光雷达或摄像头）及服务器等计算设备预先在停车场安装布置，通过第三方视角观测车辆及障碍物，为车辆提供定位、障碍物避让等功能。当用户行驶车辆至停车场指定落客区域，通过手机 APP 激活自动代客泊车系统后，车辆便由 AVP 系统接管；场端传感器对停车路径周围的实时环境进行感知，并通过本地架设的以太网把检测到的数据传送至本地服务器，本地服务器根据数据采集和设定好的运行轨迹融合，通过 Wi-Fi 等通讯网络将行驶控制或停止指令发送至车端，由车辆的线控系统完成自动泊车。通过这种方式，汽车能自行上下坡道和转弯，并在停车场不同区域之间实现高效移动和最优最快的停车行为。待用户上车前，通过手机远程召唤，车辆将自动行驶至指定上客区域。2019 年 7 月，戴姆勒和博世自动代客泊车技术成功获得巴登州政府及莱茵公司共同认证，获得运营许可，这是第一个政府认证的 L4 的自动驾驶技术。这也是政府首次认可将车辆行驶责任从驾驶员身上移除，由完整 AVP 系统负责车辆感知，决策及车端执行。三方共同完成历时两年上千条 AVP 功能及安全测试，涉及 AVP 产品的各个方面，包含车辆控制，精度，通讯延时，极端案例，非人为自然灾害

等等。

宝马的自主泊车低成本的车辆配置方案,包含摄像头,超声波雷达,IMU,GPS。对停车场需要低成本假装,另外对云端和高精地图都有一定的要求。

北汽的AVP能够实现地下同层和地上/地上跨层自主代客泊车,可以通过APP指定车位或自动搜索车位;同时具备定点泊出接驾等功能。系统包含环境感知模块、高精度定位模块、路径规划及决策模块、运动控制模块、人机交互模块以及车身通信模块。环境感知模块通过摄像头+超声波雷达+毫米波雷达融合实现,实现根据融合后的传感器信息实现停车位的识别、交通标识的识别、障碍物的识别与跟踪、车道线识别、停车场出入口识别等;高精度定位模块采用VSLAM融合定位技术;根据高精地图的全局路径规划和根据车辆精确定位的局部路径规划算法,针对不同的行驶场景,分别由决策系统根据路径规划最优的原则做出正确车辆轨迹控制,保证车辆行车安全性;根据路径规划结果、车辆内部各种传感器信息以及停车位信息等,生成对车辆挡位、加速、刹车和电子换挡的控制命令,保证车辆在搜索车位过程中平稳行驶,实现自动驾驶;人机交互模块负责停车场信息、规划的停车路径、检测到的停车位方向、停车位状态、检测到障碍物等重要信息的显示功能,同时负责驾驶模式自动切换提示信息;车身通讯模块负责通过CAN总线获取车辆的信息同时将计算后运动控制信息也通过CAN总线发送给车辆的线控执行器,实现车辆的控制。系统运行时驾驶员无需任何操作,出现碰撞风险系统能够自行处理。地面停车场无特殊要求,地下车库不需要改造。

宇通的AVP通过传感器进行车辆的定位、环境感知,通过接收云端或手机端发送的目标停车位位置,自动规划行驶路线,自动驾驶车辆驶向目标位置,在泊车过程中遇到障碍物能实现停靠等待,待障碍物离开后继续泊车动作;泊车安全完成后相对于目标泊车位置的车辆位置应达到一定的精度要求;泊车场景支持水平/斜向/垂直车位的泊车入库、出库。

德赛西威完全自动泊车开发涉及两个阶段:

(1)第1阶段是记忆泊车,融合摄像头,超声波雷达,毫米波雷达的感知方案。实现A点到B点,B点到P点的泊入,以及P点到B点,B点到A点的泊出;记忆泊车基于停车场没有地图的情况;主要场景是家庭停车,用户有自己的固定车位,使用车机ECU加上用户的操作实现路线地图的创建,使用时结合手机APP

实现车辆的自动泊车和召车。

(2) 第 2 阶段是 AVP，基于停车场端有停车场高精地图的场景，和记忆泊车的主要场景差别是 AVP 主要面向公共停车场，用户在特定的下客点下车，车辆 ECU 和场端共同实现全局规划，ECU 实现局部规划和控制。

全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分技术委员会发布

4 智能泊车的法律法规符合性分析

自 2015 年 5 月 19 日国务院发布《中国制造 2025》，提出“我国制造业转型升级、创新发展迎来重大机遇”、“加快机械、航空、船舶、汽车、轻工、纺织、食品、电子等行业生产设备的智能化改造，提高精准制造、敏捷制造能力。统筹布局和推动智能交通工具、智能工程机械、服务机器人、智能家电、智能照明电器、可穿戴设备等产品研发和产业化。”后市场对汽车制造、机器人制造等领域的关注逐渐升温。

工业和信息化部、国家发展改革委、科技部于 2017 年 4 月 25 日发布了《汽车产业中长期发展规划》，进一步明确“新一代信息通信、新能源、新材料等技术与汽车产业加快融合，产业生态深刻变革，竞争格局全面重塑，我国汽车产业进入转型升级、由大变强的战略机遇期。”并明确提出“充分发挥标准的基础性和引导性作用，促进政府主导制定与市场自主制定的标准协同发展，建立适应我国国情并与国际接轨的汽车标准体系”、“以车辆本质安全、节能高效、严格贯标为重点，加强商用汽车标准的建设和贯彻执行。开展重点领域标准综合体的研究，发挥企业在标准制定中的重要作用。鼓励企业积极采用国际标准，推动汽车相关标准法规体系与国际接轨。积极参与国际标准制定，发挥标准化组织作用，推动优势、特色技术标准成为国际标准，提升我国在国际标准制定中的话语权和影响力。强化认证检验检测体系建设，完善认证认可管理模式”。

2019 年 9 月 19 日，国务院印发《交通强国建设纲要》指出要“完善交通安全生产体系。完善依法治理体系，健全交通安全法规制度和标准规范。完善安全责任体系，强化企业主体责任，明确部门监管责任。完善预防控制体系，有效防控系统性风险，建立交通装备、工程第三方认证制度。强化安全生产事故调查评估。完善网络安全保障体系，增强科技兴安能力，加强交通信息基础设施安全保护。完善支撑保障体系，加强安全设施建设。建立自然灾害交通防治体系，提高交通防灾抗灾能力。加强交通安全综合治理，切实提高交通安全水平。”

2020 年 2 月 24 日，发改委等十一部委联合发布《智能汽车创新发展战略》，明确提出了开展智能汽车“机器驾驶人”认定、责任、确认、网络安全、数据管理等法律问题及伦理规范研究，明确相关主体的法律权利、义务和责任等。推动

出台规范智能汽车测试、准入、使用、监管等方面的法律法规规范，促进《道路交通安全法》等法律法规修订完善。

2020年4月16日，工信部装备工业一司发布《2020年智能网联汽车标准化工作要点》，部署了2020全年智能网联汽车标准化工作的重点任务。推动标准体系与产业需求对接协同；推动标准体系与技术发展相互支撑；建立国标、行标、团标协同配套新型标准体系等重点工作。对促进智能网联汽车技术快速发展和应用，充分发挥标准的引领和示范作用，支撑我国汽车产业转型升级和高质量发展又重要战略意义。

随着对政策指导文件要求的逐步推进落实，自动驾驶技术标准的制定与法律法规制度的完善研究等工作纷纷开展。

智能泊车是自动驾驶技术在泊车场景下的具体应用，其适用于自动驾驶技术的法律法规体系，但又需要考虑泊车场景的特殊性。根据本次制定的分级标准，可以将智能泊车划分为泊车提醒、辅助泊车和自动泊车三类。

4.1 泊车提醒

泊车提醒是技术成熟且已进行广泛市场应用的功能，该功能通过对传感器的应用增加驾驶员在执行泊车任务时的安全性与便捷性，为驾驶员提供更多元和更准确的环境感知方式。

在泊车提醒功能使用过程中，驾驶员为驾驶行为的主体，法律责任问题在目前的道路安全法律法规框架体系内可以得到很好的处理。

4.2 辅助泊车

辅助泊车是技术相对成熟且已进行较广泛市场应用的功能。驾驶员在使用功能过程中将对车辆系统进行授权，授权车辆根据产品功能设计实现对车辆动作的控制。驾驶员在使用辅助泊车功能的过程中仍需保持对车辆行车安全的持续监控并承担法律责任。

由于此责任体系的设定，与该功能使用相关的事故责任等将会区分产品责任与侵权责任两个归责体系进行处理，该种处理方式也在目前法律框架范围内。

4.3 自动泊车

自动泊车功能是自动驾驶技术在泊车场景的具体应用，其中对于完全自动泊车场景的分析研究将具有较大的参考价值。

从我国自动驾驶管理规范的建设历程来看，我国的自动驾驶法律规范的建立有较强的地方先试先行特色，2017年12月18日，北京市交通委联合市公安交管部门、北京市经济信息委等部门，制定发布了《北京市关于加快推进自动驾驶车辆道路测试有关工作的指导意见（试行）》和《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则（试行）》两个指导性文件，明确进行自动驾驶相关科研、定型试验的可按要求申请测试牌照。2018年2月2日，上海市经济和信息化委员会、上海市公安局、上海市交通委员会发布了《上海市智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》，对在上海市内进行智能网联汽车自动驾驶道路测试的要求进行规定。随后，2018年4月3日，工业和信息化部、公安部和交通运输部联合印发了《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》（以下简称“管理规范”）通知，实现我国智能网联汽车道路测试部门规章零的突破。此后，长春、重庆、长沙、广东、深圳、福建平潭等省市也相继出台各地路测规定。

虽然自动驾驶测试规范的发布处于比较火热的态势，但自主泊车因其场景特殊，仍存在较多法律法规障碍。

首先，根据《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》第八条规定，“省、市级政府相关主管部门在辖区内道路选择若干典型路段用于智能网联汽车道路测试并向社会公布。”该管理规范第二十条规定，“测试过程中，除测试通知书载明的测试路段外，不得使用自动驾驶模式行驶；测试车辆从停放点到测试路段的转场，应使用人工操作模式行驶。”各省市颁布的智能网联道路测试管理办法或规范也均按照类似方式进行规定。我们需要注意已划定路段均为普通城市道路，不包含停车场景，因此高级自动泊车测试缺乏合法性依据，既无法申请牌照，也无合适的测试场景。那么对于新的功能和新的场景的增加，应是后续政策推动的方向。

其次，我国现行的道路交通责任界定体系以人类驾驶员的驾驶行为和驾驶过错为核心；对于自动驾驶过程中的事故风险，对于高级自动泊车和自动驾驶是相似的，我们判断在缺少特殊规定的情况下仍将参照我国现行《道路交通安全法》及其相关规定进行处理，并可能仍然由驾驶人承担相应法律责任。

此外，对于自动驾驶系统应承担何种责任，目前法律层面探讨居多，但尚无统一的结论。提供系统的技术公司，提供网络的运营服务商，提供车辆控制能力的供应商，负责自动驾驶系统集成的整车企业等之间的责任分配也是需要进一步解决的问题。

最后，责任明确后风险的分担模式也需进一步优化，相应的保险产品也将应运而生。现行的机动车交通事故责任强制保险（交强险）的“投保人”未涵盖生产者、设计者等潜在责任主体；《中国保险行业协会机动车辆商业保险示范条例》中规定的商业险也没有适用于智能网联汽车的专属商业保险产品。在自动驾驶的快速发展过程中，建议应尽快启动《机动车交通事故责任强制保险条例》等法规的修订研究工作，探讨智能网联汽车交强险的管理模式；在自动泊车等优先落地的商业化项目中，鼓励保险企业针对自动泊车功能开发商业保险产品，为企业产品上市、消费者安心使用保驾护航。

5 智能泊车标准现状分析

5.1 国际智能泊车标准

5.1.1 SAE 标准

SAE J3016 道路车辆驾驶自动化分级主要是定义道路车辆驾驶自动化分级。在泊车方面提及到：

(1) L2 级自动泊车功能允许远程驾驶员在预期停车位附近离开车辆，并通过按住遥控钥匙上的一个特殊按键，使车辆自动泊车入位，在此期间，该驾驶员需要监控驾驶环境，以确保泊车过程中没有人或物体进入车辆行车路径，但若其他物体进入车辆泊车路径，远程驾驶员需要松开钥匙上的按键，使车辆自动停止。

(2) L4 级代客泊车功能的车辆，允许驾驶员在停车场附近离开车辆，并派遣车辆至停车位。对于 L4 级的代客泊车，自动驾驶系统有能力在代客泊车过程中执行整个动态驾驶任务，无需驾驶员监督。

5.2 中国智能泊车标准制定现状

5.2.1 智能泊车国家标准

国家推荐性标准《智能泊车辅助系统性能要求及试验方法》由一汽集团于 2017 年 2 月开始牵头制标，目前准备开始进入公开征求意见阶段。

智能泊车辅助系统 (Intelligent Parking Assist System, IPAS) 通过传感器或传感器组识别停车位，确定目标停车位置并计算泊车轨迹，在泊车操纵期间通过自动控制转向 (但不控制车辆的纵向运动)，指导车辆泊入到目标停车位置并达到一定的精度要求。泊车辅助模式期间，驾驶员可随时接管车辆控制。该标准规定了 IPAS 可控区域和目标停车位等，没有规定感知方法和路径规划方法。

在该标准中，目标停车位主要有两种类型：第 1 类是由边界车辆围成的停车位，第 2 类是由停车位边界线围成的停车位。根据系统所能支持的目标停车位类型，分为两类智能泊车辅助系统。第 1 类智能泊车辅助系统是指适用于第 1 类停车位类型的系统，第 2 类智能泊车辅助系统是指适用于第 2 类停车位类型的系统，两类系统都可用于平行停车位和垂直停车位。

5.2.2 智能泊车团体标准

《自主代客泊车 (AVP) 系统与通信技术标准》由中国通信工业协会 (CCIA) 和中国汽车工程学会 (C-SAE) 牵头, 联合整车厂、AVP 自主代客泊车方案企业、地图厂商、停车场技术方案企业、研究机构等, 从 2018 年底开始至 2019 年 12 月, 历经十次研讨会的集中交流和平时的在线交流, 形成了《自主代客泊车 (AVP) 系统与通信技术标准征求意见稿》(以下简称《征求意见稿》)。

《征求意见稿》是在当前技术条件下, 结合百度、博世中国、法雷奥中国、驭势科技、纵目科技等单位的 AVP 项目实践经验, 提出了如下内容:

- AVP 安全场景定义
- AVP 定位
- AVP 车云通讯
- AVP 停车场标识
- AVP 系统对车辆系统要求
- AVP 停车场分级
- AVP 系统功能及评价测试
- AVP 人机交互
- AVP 预期功能安全 (SOTIF)

标准工作组的目标为: 通过对 AVP 技术及方案的梳理, 建立统一的 AVP 技术标准和标识, 加快 AVP 的落地。

5.2.3 智能泊车测评规程

i-VISTA (Intelligent Vehicle Integrated Systems Test Area) 智能汽车集成系统试验区是国家工信部和重庆市政府支持下, 筹共建的具有国际领先水平的智能汽车和智慧交通应用示范工程及产品工程化公共服务平台。基于 i-VISTA 示范区平台, 中国汽车工程研究院股份有限公司在中国汽车工业协会和中国汽车工程学会的联合指导下, 充分研究并借鉴国内外智能网联汽车试验评价方法, 结合中国自然驾驶数据和中国驾驶员行为统计特性分析的研究成果, 经过多轮论证, 形成 i-VISTA 中国智能汽车指数评价体系 (简称 i-VISTA)。

i-VISTA 从消费者立场出发，从安全、体验、能耗、效率四个维度设计测试评价场景，对智能网联汽车进行中立公正专业权威的评价。评价结果以直观量化的等级——优秀、良好、一般、较差的形式定期对外发布，为消费者购车用车提供参考，引导整车和零部件企业进行对产品进行优化升级。

根据 i-VISTA 泊车测评规程对智能泊车辅助系统的定义，智能泊车辅助模块在车辆泊车时，自动检测泊车空间并为驾驶员提供泊车指示和/或方向控制等辅助功能，辅助驾驶员完成泊车。在泊车过程中，若系统只能执行方向控制，则为半自动泊车辅助系统，属于 L1 级功能；若系统能同时执行方向和车速控制，则为全自动泊车系统，属于 L2 级功能。

2018 年，i-VISTA 依据 i-VISTA SM-ADAS-APST-A0-2018《自动泊车辅助系统试验规程（试行）》已完成 25 款车型的测试评价。25 款车型中仅有 18 款车型搭载 APS，搭载率较低，得分差异较大，未搭载与得到一般及以下分数的比例接近 50%。搭载 APS 的车型共 18 款，其中仅有 1 款车型能识别到白色标线车位，占比仅为 5.88%，斜向车位泊车得分率为 69.11%。

i-VISTA 已于 2019 年 9 月上线中国智能汽车指数 2020 版测评规程。其中包括智能行车规程与智能泊车规程。i-VISTA 泊车规程研究组采集了国内 28 个省市共计 3083 个停车区域，对车位信息进行提取得到 68 类特征参数，对特征参数降维得到对泊车位信息影响最大的 15 类要素，对这些关键要素进行统计分析，结合车库建筑设计规范等标准法规，形成包含双边界车辆/白色标线平行车位、双边界车辆/白色标线/方柱垂直车位、双边界车辆/白色标线斜向车位等 7 种典型车位场景及其特征尺寸的 2020 版智能泊车测评规程。

智能泊车 2020 版测评规程正式实施后，将替代 i-VISTA SM-ADAS-APST-A0-2018《自动泊车辅助系统试验规程（试行）》，评价对象升级为 L0 至 L2 级的泊车类驾驶辅助系统，主要对双边界车辆/白色标线平行车位、双边界车辆/白色标线/方柱垂直车位、双边界车辆/白色标线斜向车位等 7 种典型车位进行泊车能力评价。

i-VISTA 对于智能泊车系统的评级细则如表 5 所示：

表 5 IPA 评价细则

评价项目	试验场景	评价指标	满分
泊车能力	双边界车辆平行车位	揉库次数、停车姿态、与路沿石距离	6
	白色标线平行车位		3
	双边界车辆垂直车位	揉库次数、停车姿态、是否停在目标区域	6
	白色标线垂直车位		3
	方柱垂直车位		6
	双边界车辆斜向车位	揉库次数、停车姿态、是否停在目标区域	2
	白色标线斜向车位		1
新功能评价	平行车位远程操控泊入/泊出	是否能泊入/泊出	1
	垂直车位远程操控泊入/泊出	是否能泊入/泊出	1
用户手册评价	N/A	内容是否明确，完整，无歧义	1
备注：若发生剐蹭车辆、剐蹭障碍物或碾压路沿石任一情况，则对应的试验场景不得分。			

i-VISTA 对于智能泊车系统评价满分为 30 分，四舍五入保留 1 位小数。对于泊车过程中能实现转向和车速控制的 L2 级 IPA 系统，所得分数即为 IPA 的最终得分。对于泊车过程中仅能实现转向或车速控制的 L1 级 IPA 系统，得分乘以 0.9 后，得到 IPA 的最终得分。

评价等级的划分如表 6 所示。

表 6 评价等级

IPA 得分	$24 < \text{总分} \leq 30$	$18 < \text{总分} \leq 24$	$12 < \text{总分} \leq 18$	$0 \leq \text{总分} \leq 12$
--------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------

评价等级	优秀 (G)	良好 (A)	一般 (M)	较差 (P)
符号标识	++++	+++	++	+

i-VISTA 根据智能泊车系统的实际得分，将智能泊车系统分为优秀、良好、一般、较差四个等级，并公开发布智能泊车系统测试评价结果。

5.2.4 智能泊车研究课题

2018 年 4 月，根据交通部 2018 年标准研究项目，由北京初速度科技有限公司牵头，成立研究课题工作组，通过调研分析不同类型智能泊车辅助系统，确定了智能泊车辅助系统的科学分类规则。

研究课题制定了智能泊车辅助系统的分类及基本功能要求、系统测试规程和性能要求。

在功能要求方面，配备泊车辅助系统的车辆应该具备以下功能：

- (1) 检测停车位的存在；
- (2) 确定本车与停车位、本车周围障碍物以及停车位周围障碍物的相对位置；
- (3) 计算泊车轨迹；
- (4) 控制车辆完成泊车入位；
- (5) 根据车辆与前、后方障碍物之间的距离控制车辆以不同的速度行驶及紧急制动；
- (6) 在系统控制操纵期间，驾驶员可随时接管控制车辆运动配备；
- (7) 人机交互功能。

在性能要求上，主要规定了泊车的挡位调整次数及总体泊车时间，基本性能要求见下表。

表 4 泊车基本性能要求

内容	要求
平行车位搜索停车位允许的最大车速	30km/h
垂直车位搜索停车位允许的最大车速	20km/h
在泊车介入模式下系统允许的最大车速	10km/h
2 米范围内检测到障碍物圆形物体最小直径	≤0.5m

2 米范围内检测到障碍物圆形物体最小高度	$\leq 1\text{m}$
检测到路沿外边缘的高度范围或满足 05MR404 标准的 H 型、T 型、TF 型、TP 型的路缘石	$0.15\text{m} \leq h \leq 0.3\text{m}$
泊车介入模式时，车辆周围检测到静止障碍物避撞时，距离静止障碍物的最小距离	$\geq 0.1\text{m}$
平行泊车过程挡位调整次数	≤ 8 次
垂直泊车过程挡位调整次数	≤ 6 次
泊车过程耗时	$< 90\text{s}$

6 智能泊车标准路线图

6.1 智能泊车标准体系架构

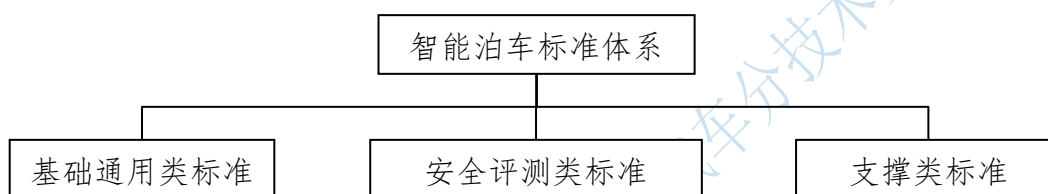


图 6 智能泊车标准体系

基于上述分析，智能泊车标准体系如图 6 所示，可分为三大类：基础通用类标准、安全评测类标准、支撑类标准。

（一）基础通用标准：制定相关标准确定智能泊车的分类方式、专用术语和相关定义。

（二）安全评测类标准：针对不同类别的辅助泊车和自动泊车技术，制定相应的技术要求和测试规范，保障智能泊车功能的安全性。

（三）支撑类标准：1. 制定基于场端解决方案的场端技术要求，目的是解决行业互联互通的问题；2. 确保智能泊车功能运行的可靠性，首先要保证在系统部分或全部发生失效后仍能最大程度地保证车辆安全运行，其次针对车辆及车载系统通信、数据、软硬件安全，防范对车辆的攻击、侵入、干扰等。基于上述因素，研究是否需要制定适用于智能泊车要求，区别于一般自动驾驶技术的特殊功能安全和信息安全标准。

6.2 智能泊车标准制定路线

标准制定路线图是基于基础通用先行、产业需求先行、法律法规支撑的原则，部分标准可以根据指定实际情况进行拆分和合并，同时参考技术实际发展状态，实时优化标准体系。

(1) 第一阶段

需制定基础通用类、安全评测类及支撑类标准，满足各类智能泊车应用的性能要求，制定标准建议如下：

1. 基础通用类：
 - 《智能泊车系统分类、术语及定义》
2. 安全评测类：
 - 《辅助泊车系统性能要求及试验方法》
 - 《自动泊车系统性能要求及试验方法》
3. 支撑类：
 - 《智能泊车系统场端部署技术要求》

(2) 第二阶段

在完成基础通用类标准和安全评测类标准的前提下，研究是否需要制定如下标准：

- 《智能泊车系统功能安全技术要求》
- 《智能泊车系统信息安全技术要求》

7 总结与展望

7.1 本报告主要研究内容

本研究报告从智能泊车的产业现状、分类依据、技术方案、法律法规适用性及当前智能泊车的标准现状进行研究，并根据研究结果制定了智能泊车的标准化需求，同时制定了标准路线图供后续产业标准制定参考，报告共完成了以下几个方面的工作和基本成果：

(1) 梳理了国内外泊车的产业现状，基于泊车的产业现状，制定泊车分类原则，并进行泊车分类。

(2) 在智能泊车技术方案方面，梳理分析了各个企业智能泊车产品的技术方案。

(3) 在智能泊车法律法规方面，基于国家及地方标准出台的相关政策，分析了智能泊车中的自动泊车存在法律法规障碍，以推动国家层面的法律法规支持。

(4) 在标准体系方面，基于当前智能泊车标准现状分析，提出了智能泊车标准制定建议，并制定了路线图。

7.2 后续工作展望

随着智能泊车的技术日渐成熟，及法律法规障碍的逐步消除，尚未量产的泊车系统距离落地时间指日可待。该报告的发布并非该研究工作的终点，后续将通过制定泊车标准来支撑泊车产业的发展。