

ICS 35.240.60
CCS L 79

团 体 标 准

T/CSAE XXX—20XX

自主代客泊车 停车场（库）技术要求

Automated valet parking—Technical requirements of parking lot (garage)

（报批稿）

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前 言 II

引 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 总体要求 2

 5.1 一般要求 3

 5.2 特殊要求 3

6 技术要求 3

 6.1 智能化设备 3

 6.2 基础设施 5

 6.3 地图与定位 9

 6.4 管理平台 9

 6.5 车场数据交互 10

 6.6 人员配置 10

 6.7 运维安全 10

 6.8 信息安全 11

附 录 A（资料性） AVP 停车场（库）主要智能化设备技术要求 12

 A.1 摄像机 12

 A.2 激光雷达 12

 A.3 RSU 13

 A.4 计算设备 14

附 录 B（规范性） AVP 停车场（库）建筑规模划分 16

附 录 C（资料性） AVP 停车场（库）感知性能测试方法 17

 C.1 概述 17

 C.2 主要测试方法 17

 C.3 测试条件 17

 C.4 测试流程 17

 C.5 性能指标计算 17

参 考 文 献 21

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国智能网联汽车产业创新联盟提出。

本文件由中国汽车工程学会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司、易图通科技（北京）有限公司、城途智能科技（上海）有限公司、博世汽车部件（苏州）有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、沈阳美行科技股份有限公司、惠州市德赛西威汽车电子股份有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、大众汽车（中国）科技有限公司、上海复运智能科技有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、高德软件有限公司、上海智能网联汽车技术中心有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、武汉达安科技有限公司、泉涌丽（山西）智能科技有限公司、杭州蜗壳爱智能科技有限公司、芜湖全迹科技有限公司、广州高新兴网联科技有限公司、武汉城市职业学院、中国汽车工程研究院股份有限公司、岚图汽车科技有限公司、杭州华途数智科技有限公司、上海优咔网络科技有限公司、中国联合网络通信有限公司研究院、联通智网科技股份有限公司。

本文件主要起草人：张剑锋、张柯、阚一杰、汤咏林、洪源、高瑞金、艾凌风、田汶灵、王超、万凯林、刘秋平、单冠达、黄振平、谭翔、张义、包逢春、王龙、秦晓驹、谢业军、周立定、王米阳、殷承良、沈超、朱泽坤、杜强飞、孙元霞、王涛、桑小波、孙崇华、杨刚正、都延星、李阳、曾少旭、王传奇、裴嘉政、黄俊富、张胜根、沈忱、刘继峰、傅群毅、李勋宏、刘杰、李文杰、周光涛、辛亮、温桂。

引 言

本文件是 T/CSAE 156-2020《自主代客泊车系统总体技术要求》系列子文件之一，是 T/CSAE 156-2020 文件中停车场场地要求内容的继承、兼容、衍生、延伸及扩展等，且支持 T/CSAE 156-2020 系列子文件之间的衔接与协同；参阅本文件前宜阅览 T/CSAE 156-2020、T/CSAE 261-2022、T/CSAE 402-2025 整个文件。

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

自主代客泊车 停车场（库）技术要求

1 范围

本文件规定了满足或支持自主代客泊车系统的停车场（库）总体要求以及智能化设备、基础设施、地图与定位、管理平台、车场数据交互、人员配置、运维安全、信息安全等的技术要求。

本文件适用于 M_1 类乘用车型的自主代客泊车停车场（库）设计规划。改、扩建的自主代客泊车停车场（库）工程参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 9361 计算机场地安全要求
GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
GB/T 35273 信息安全技术 个人信息安全规范
GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级
GB/T 41479 信息安全技术 网络数据处理安全要求
GB/T 41871 信息安全技术 汽车数据处理安全要求
GB 50052-2009 供配电系统设计规范
GB 50174-2017 数据中心设计规范
GB 50348-2018 安全防范工程技术规范
GB/T 51278-2018 数字蜂窝移动通信网LTE工程技术标准
JGJ 16 民用建筑电气设计规范
JGJ 100 车库建筑设计规范
YD/T 3340-2018 基于 LTE 的车联网无线通信技术 空中接口技术
YD/T 3400-2018 基于 LTE 的车联网无线通信技术 总体技术要求
YD/T 3594-2019 基于 LTE 的车联网通信安全技术要求
YD/T 3707-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层技术要求
YD/T 3709-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求
YD/T 3957-2021 基于 LTE 的车联网无线通信技术 安全证书管理系统技术要求
T/CSAE 156-2020 自主代客泊车系统总体技术要求
T/CSAE 159-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 直连通信系统路侧单元技术要求
T/CSAE 261-2022 自主代客泊车 地图与定位技术要求
T/CSAE 402-2025 自主代客泊车 数据接口规范
建标 128-2010 城市公共停车场工程项目建设标准

3 术语和定义

GB/T 40429-2021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自主代客泊车 Automated Valet Parking; AVP

用户在指定下客点下车,通过手机 APP 下达泊车指令,车辆在接收到指令后可自动行驶到停车场(库)的停车位;用户通过手机 APP 下达取车指令,车辆在接收到指令后可以从停车位自动行驶到指定上客点;若多辆车同时收到泊车指令,可实现多车动态的自动等待进入停车位。

[来源: T/CSAE 156-2020, 5.1, 有修改]

3.2

自主代客泊车上下车点 automated valet parking pick-up and drop-off area

供驾驶员及乘客上下车、装卸行李、开启自主代客泊车系统的固定区域。

3.3

感知设备 perception facilities

部署在场端,且具备感知功能的传感器或传感器集,用于对道路交通运行情况、交通参与者和交通事件等进行检测识别的设备。

3.4

计算设备 computing facilities

部署在场端,配合其他设施或系统完成交通信息汇聚、处理与决策的计算模块、设备或设施。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CPU: 中央处理器 (Central Processing Unit)

FPGA: 现场可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array)

GNSS: 全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System)

GPU: 图形处理器 (Graphics Processing Unit)

IPsec: 互联网协议安全 (Internet Protocol Security)

MTBF: 平均故障间隔时间 (Mean Time Between Failures)

MQTT: 消息队列遥测传输 (Message Queuing Telemetry Transport)

NPU: 神经网络处理器 (Neural Processing Unit)

NTP: 网络时间协议 (Network Time Protocol)

OBU: 车载单元 (On-Board Unit)

ODC: 设计运行条件 (Operational Design Condition)

ODD: 设计运行范围 (Operational Design Domain)

OTA: 空中下载技术 (Over the Air)

PoE: 以太网供电 (Power over Ethernet)

PPS: 秒脉冲信号 (Pulse Per Second)

PTPv2: 精确时间协议 v2 (Precision Time Protocol Version 2)

RSU: 路侧单元 (Road Side Unit)

SDK: 软件开发工具包 (Software Development Kit)

V2X: 车用无线通信技术 (Vehicle to Everything)

24/7: 每周 7 天、每天 24 小时连续不间断运行的时间模式

5 总体要求

5.1 一般要求

5.1.1 AVP 停车场（库）应预先定义其能够支持 AVP 车辆行驶的 ODC,并在开放运营过程中进行持续自检。当 AVP 停车场（库）因紧急或意外情况（如火灾、停电、通讯设施临时故障等）导致 ODC 不满足 AVP 车辆行驶时，应及时上报管理平台或告知车辆，以便车辆及时启动最小风险控制策略。

5.1.2 AVP 停车场（库）应预先定义其能够支持 AVP 车辆行驶的 ODD,该 ODD 可以是与人类驾驶车辆混行的整个停车场（库），也可以是停车场（库）的某一区域或多层停车场（库）的某一层。ODD 与禁止运行区域之间应设置必要的边界。

5.1.3 AVP 停车场（库）应进行智能化分级，并在出入口设置 AVP 等级标识。只有匹配的自动驾驶车辆才允许在该停车场实施自主代客泊车功能。AVP 停车场（库）等级划分及车场匹配应符合 T/CSAE 156-2020 的相关规定。

5.1.4 AVP 停车场（库）因停电、维护、事故等原因，不能满足当前停车场（库）分级的运营要求时，停车场运营方应及时更新停车场分级信息。

5.1.5 AVP 停车场（库）应设置限速标识，AVP 车辆行驶速度不应超过限速标识标明的最高时速。

5.1.6 AVP 停车场（库）应设置监控设施，监控范围应能够覆盖整个 AVP 车辆的 ODD,部署要求应符合 GB 50348 的相关规定。

5.1.7 AVP 停车场（库）宜设置停车诱导系统，应实时显示车位状态信息、空闲车位数等信息，停车诱导系统应符合以下要求：

- a) 车位状态发布准确率应不小于99%；
- b) 车位状态指示标志变化响应时间应不大于10 s；
- c) 空闲车位数显示响应时间应不大于20 s。

5.2 特殊要求

5.2.1 AVP 停车场（库）宜设置 AVP 车辆专用出入口及坡道，AVP 车辆与人类驾驶车辆共用出入口及坡道时，应设置确保行车安全的提示标识。

5.2.2 AVP 停车场（库）应设置紧急制动装置，紧急制动装置的数量和适用区域可根据 AVP 停车场（库）实际情况确定。

5.2.3 AVP 停车场（库）宜设置 AVP 车辆的候车区域，车主未及时取车时，将 AVP 车辆泊入候车区域。候车区域设置满足以下要求：

- a) 应靠近人行出入口；
- b) 应考虑 AVP 车辆泊入候车区域的便利性，且不应阻碍或影响其他车辆通行。
- c) 候车区域停车泊位数量宜不小于2 个。

6 技术要求

6.1 智能化设备

6.1.1 感知设备

6.1.1.1 AVP 停车场（库）感知设备包括摄像机、激光雷达等，可根据 AVP 停车场（库）建设实际需求进行选择。摄像机、激光雷达相关技术建议可参考附录 A.1、A.2。

6.1.1.2 感知设备功能满足以下要求：

- a) 应支持对 AVP 停车场（库）的交通参与者的状态进行感知，包括但不限于位置、航向、速度、三维尺寸等；
- b) 应能对交通参与者进行感知分类，包括但不限于乘用车、非机动车、行人、其他障碍物等；
- c) 应能实时获取出入口道闸、车位地锁、停车位占用等状态信息。

6.1.1.3 感知设备性能满足以下要求。

- a) 位置感知精度要求如下：
 - 1) 行人与非机动车位置感知精度的最大距离误差应不大于 0.8 m，平均距离误差应不大于 0.5 m；
 - 2) 机动车位置感知精度在直线行驶情况下最大距离误差应不大于 0.8 m，平均距离误差应不大于 0.5 m；机动车位置感知精度在转弯行驶情况下最大距离误差应不大于 1.0 m，平均距离误差应不大于 0.7 m。
- b) 航向感知精度要求如下：
 - 1) 机动车与非机动车在直线行驶情况下的最大航向误差应不大于 8° ，平均航向误差应不大于 5° ；
 - 2) 机动车与非机动车在转弯行驶情况下的最大航向误差应不大于 10° ，平均航向误差应不大于 7° 。
- c) 速度感知精度的最大误差应不大于 1.5 m/s，平均误差应不大于 0.5 m/s。
- d) 尺寸感知精度要求如下：
 - 1) 目标长度的最大误差应不大于 2 m，平均误差应不大于 1.5 m；
 - 2) 目标宽度的最大误差应不大于 0.7 m，平均误差应不大于 0.6 m。
- e) AVP 停车场（库）感知性能测试方法可参考附录 C。
- f) 目标物类型感知准确率应不小于 95%。
- g) 感知结果输出频率应不小于 10 Hz。

6.1.1.4 感知设备部署应符合以下要求：

- a) 感知设备不应被遮挡，同时不能遮挡其他停车场感应设施；
- b) 感知设备应覆盖整个 AVP 车辆的 ODD，包括但不限于路口、路段、出入口道路和跨层通道。

6.1.2 通信设备

6.1.2.1 通信设备包括直连通信路侧单元 RSU、蜂窝移动通信设备及其他通信设备，可根据 AVP 停车场（库）建设实际需求进行选择。

6.1.2.2 直连通信路侧单元 RSU 设施满足以下要求：

- a) 应具备接收和发送无线信号的功能，至少能支持面向车端的广播数据发送；

b) 通信协议应符合 YD/T 3340—2018、YD/T 3400—2018、YD/T 3594—2019、YD/T 3707—2020、YD/T 3709—2020、YD/T 3957—2021 及 T/CSAE 159—2020 的相关规定；

c) 空旷条件下直线传输有效通信范围应不小于 200 m；

d) RSU 其他相关技术要求可参考附录 A. 3。

6.1.2.3 AVP 停车场（库）在需要布设、使用蜂窝移动通信设备时，相关技术要求应符合 GB/T 51278—2018 的相关规定。

6.1.2.4 通信设备部署应符合以下要求：

a) 设置地点周边无明显遮挡信号的障碍物；

b) AVP 车辆 ODD 内的视线盲区、人车流量大区域、特殊路段等区域应重点部署。

6.1.3 计算设备

6.1.3.1 计算设备满足以下要求：

a) 算力应满足接入传感器数据融合计算、数据更新和系统延迟等需求；

b) 计算设备感知的结构化数据输出频率应不小于 10 Hz；

c) 计算设备支持单类设备接入能力如下：

1) 单用户下行带宽应不小于 1000 Mbps；

2) 宜支持 4G/5G 无线模块，应具备以太网接口；

3) 宜具备串行通信接口。

d) 计算设备其他相关技术要求可参考附录 A. 4。

6.1.3.2 计算设备的端到端时延宜不大于 100 ms。

注：计算设备的端到端时延是指计算设备接收到所有已接入感知设备回传的感知数据到融合计算出结构化消息数据的时延。

6.1.3.3 计算设备部署满足以下要求：

a) 体积小、重量轻、功率低的计算设备宜部署于停车场路侧，服务半径宜至少包含单个路口；

b) 体积大、重量重、功率高的计算设备宜部署于停车场运营机房、监控中心等室内环境，服务范围宜在 1 km~5 km 半径内。

6.2 基础设施

6.2.1 自主代客泊车上下车点

6.2.1.1 AVP 停车场（库）宜设置自主代客泊车上下车点，AVP 车辆在上下车点完成信息确认后开启 AVP 功能，若停车场（库）未设置自主代客泊车上下车点，宜明确不能开启 AVP 功能的区域，如坡道、收费口/闸口等。

6.2.1.2 自主代客泊车上下车点区域应保证有足够的空间满足驾驶员及乘客上下车及装卸行李等的需求，上下车点的尺寸宜不小于 700 cm×300 cm，该区域地面坡度应不大于 1:50。

6.2.1.3 自主代客泊车上下车点位置应靠近人行出入口，应考虑 AVP 车辆泊入上下车点的便利性，不应阻碍或影响其他车辆通行。

6.2.1.4 自主代客泊车上下车点附近应设置确保驾驶员及乘客安全的必要设施，有条件的 AVP 停车场（库）应在上下车点附近设置人行通行专用道并标识通行方向。

6.2.2 出入口及坡道

6.2.2.1 AVP 停车场（库）人员出入口与车辆出入口应分开设置，对于不止一个出入口的混用停车场，应明确在供 AVP 车辆进出的出入口设置指示标识。

6.2.2.2 AVP 停车场（库）车辆出入口应提供开阔的空间，出入口宽度、出入口及坡道最小净高、出入口和车道数量、坡道的最大纵向坡度、坡道转弯处的最小环形车道内半径应符合 JGJ 100、建标 128-2010 的相关规定。

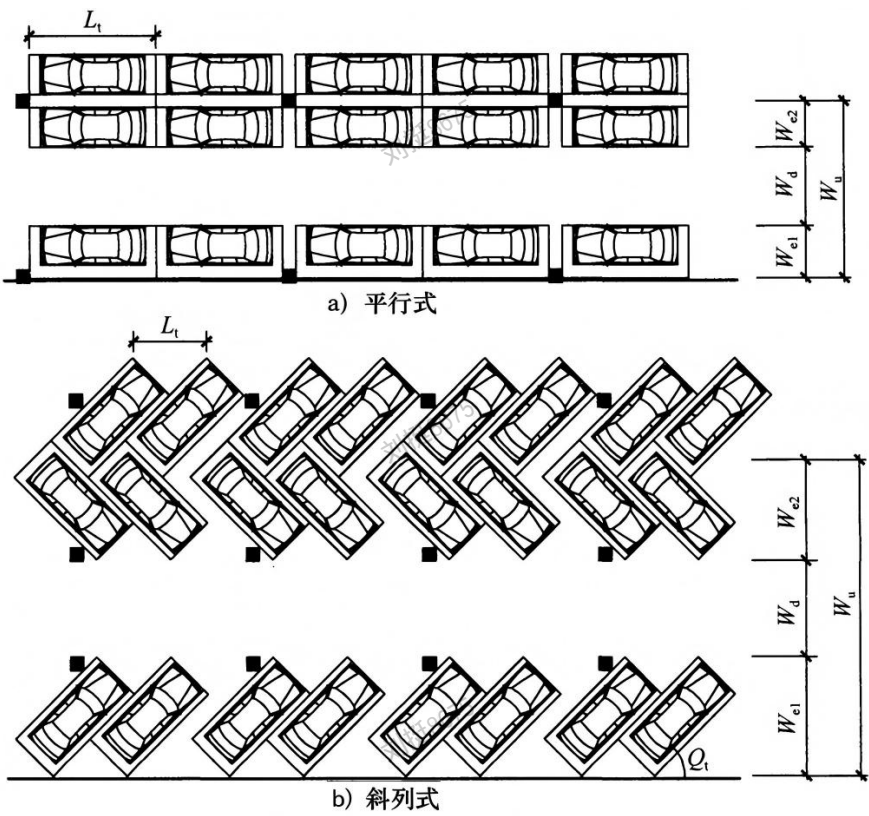
6.2.2.3 AVP 停车场（库）管理系统应预留安设 AVP 等配套设备设施的空间和接口，实现停车位预留、停车位分配、停车位结算、出入口自动抬杆等功能。

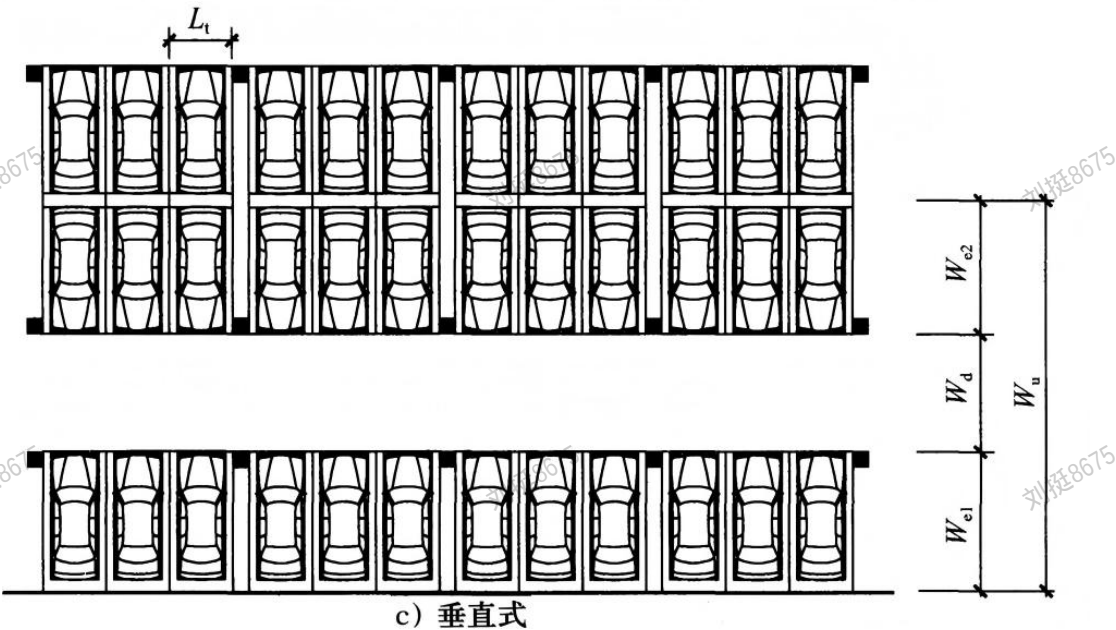
6.2.3 停车区域

6.2.3.1 停车区域应由停车位和通车道组成。

6.2.3.2 停车区域的停车方式应排列紧凑、通道短捷、出入迅速、保证安全和与柱网相协调，并应满足一次进出停车位要求。

6.2.3.3 停车方式可采用平行车位、倾斜车位（倾角 30° 、 45° 、 60° ）和垂直车位，或混合式。停车方式示意图见图 1。





- W_u ——停车带宽度
- W_{e1} ——停车位毗邻墙体或连续分隔物时，垂直于通（停）车道的停车位尺寸
- W_{e2} ——停车位毗邻时，垂直于通（停）车道的停车位尺寸
- W_d ——通车道宽度
- L_t ——平行于通车道的停车位尺寸
- Q_t ——机动车倾斜角度

图 1 停车方式示意图

6.2.3.4 AVP 停车场（库）适用于小型 AVP 车辆的最小停车位、通（停）车道宽度的相关信息可参考表 1 的规定。

表 1 AVP 停车场（库）适用于小型 AVP 车辆最小停车位、通（停）车道宽度

停车方式			垂直通车道方向的最小停车位宽度（m）		平行通车道方向的最小停车位宽度 L_t （m）	通（停）车道最小宽度 W_d （m）	
			W_{e1}	W_{e2}			
平行	后退停车		混行停车位	2.4	2.1	6	3.8
			AVP 专用停车位	2.1	2	5.8	
斜列	30°	前进（后退）停车	混行停车位	4.8	3.6	4.8	3.8
			AVP 专用停车位	4.5	3.5	4.6	
	45°	前进（后退）停车	混行停车位	5.5	4.6	3.4	3.8
			AVP 专用停车位	5.1	4.5	3.2	

表 1 AVP 停车场（库）适用于小型 AVP 车辆最小停车位、通（停）车道宽度（续）

停车方式				垂直通道方向的最小停车位宽度（m）		平行通道方向的最小停车位宽度 L_t （m）	通（停）车道最小宽度 W_a （m）
				W_{e1}	W_{e2}		
斜列车位	60°	前进停车	混行停车位	5.8	5.0	2.8	4.5
			AVP专用停车位	5.5	4.8	2.6	
		后退停车	混行停车位	5.8	5.0	2.8	4.2
			AVP专用停车位	5.5	4.8	2.6	
垂直车位	前进停车		混行停车位	5.3	5.1	2.4	9.0
			AVP专用停车位	5.1	5.0	2.1	
	后退停车		混行停车位	5.3	5.1	2.4	5.5
			AVP专用停车位	5.1	5.0	2.1	
注1：小型AVP车辆为轿车、6400 系列以下的轻型客车。							
注2：混行停车位为AVP车辆与有人驾驶车辆共用停车位。							

6.2.3.5 AVP 停车场（库）停车区域的环形通道最小内半径、净高应符合 JGJ 100 的相关规定。

6.2.4 标识标线

6.2.4.1 AVP 停车场（库）标识标线应包括地面导向标识、车道线、限速标识、禁停标识、停车位地面标线、特殊用途停车位标识、AVP 专用标识等，标识设计方案应符合 T/CSAE 156-2020 的相关规定。

6.2.4.2 AVP 停车场（库）标识应经常清洁、维护，保证视认性。AVP 停车场（库）标识使用中还应避免遮挡以及被停车场照明影响视认。

6.2.5 运营机房

6.2.5.1 需要设置运营机房的 AVP 停车场（库），运营机房建设应符合 GB 50174 中 C 级标准的相关规定。运营机房设施安全和卫生的相关制度应符合 GB 9361、GB 50174 的相关规定。

6.2.5.2 运营机房配置应符合以下要求：

- CPU 应能支撑系统在并发峰值的最高并发量的算力，并且应保持 30% 的算力冗余；
- 内存满足系统软件24/7运行的最高内存需求。硬盘满足应用的日常存储和日志文件 6 个月的存储量。

6.2.6 构造措施

AVP 停车场（库）构造措施应符合以下要求：

- a) 地面应平整且经久耐用，应进行硬化处理，满足耐磨、耐油、耐水及防滑、防雪等要求，并符合环境保护的要求；
- b) 墙面或围栏应足够坚固，当发生事故时，能阻挡车辆跌落或冲出停车场。

6.2.7 电气

AVP 停车场（库）电气满足以下要求：

- a) 负荷供电应根据停车场（库）建筑规模确定。要求如下：
 - 1) 特大型和大型 AVP 停车场（库）应按一级负荷供电；
 - 2) 中型 AVP 停车场（库）应按不低于二级负荷供电
 - 3) 小型 AVP 停车场（库）应按不低于三级负荷供电；
 - 4) AVP 停车场（库）建筑规模划分应符合附录 B 的规定。
- b) 供配电要求、供配电线路及相关电器设备产品与安装要求应满足 GB 50052、JGJ 16 的相关规定；
- c) AVP 地下停车库宜设配电室，其位置应便于管理和进出。AVP 地下停车库照明配电回路应按功能和区域划分；
- d) 应具备照明供电条件，AVP 地面停车场照度应略高于与其衔接的道路。AVP 地下停车库照度应符合 JGJ 100 的相关规定。

6.2.8 网络设施

6.2.8.1 AVP 停车场（库）网络设施应符合以下要求：

- a) 互联网出口网络上行带宽应不小于 2 Mbps，下行带宽应不小于 10 Mbps；
- b) 系统内部网络带宽应不小于 1000 Mbps；
- c) AVP 车辆 ODD 内蜂窝网络信号应全覆盖，确保移动端网络畅通。

6.2.8.2 AVP 停车场（库）网络时延宜不大于 50 ms。

6.3 地图与定位

地图与定位要求应符合 T/CSAE 261-2022 的有关规定。

6.4 管理平台

6.4.1 AVP 停车场（库）管理平台功能要求应符合 T/CSAE 156—2020 的相关规定。

6.4.2 AVP 停车场（库）管理平台性能应符合以下要求：

- a) 支持获取实时视频流数据，视频处理时延应不大于 200 ms；
- b) 面向 AVP 业务处理时延应不大于 50 ms；
- c) 支持不少于 1000 个用户并发访问，操作响应时间应不大于 1 s；

- d) 支持平台服务器、工作站等组成设备通过 NTP 等协议的时间同步功能,全天候时间同步误差应不大于10 ms。

6.4.3 AVP 停车场(库)管理平台数据服务满足以下要求:

- a) 具备停车位信息、车辆进出停车场(库)信息、停车收费计价信息、智能设备设施信息、场端交通参与者及障碍物感知信息、停车场地图等数据采集能力;
- b) 具备数据处理能力,支持实时数据和离线数据预处理、数据清洗、数据转换;
- c) 具备场端采集数据及其他平台对接数据存储功能,支持结构化数据、非结构化数据、半结构化、流数据等多类数据存储;
- d) 宜具备大数据处理能力,支持对结构化或非结构化数据等进行流式处理或批式处理;
- e) 宜具备视频图像及雷达数据分析、结构化数据处理能力,支持多源数据融合处理;
- f) 能支持按照场端指定设备、通道和时间等要素进行历史视频检索与视频回放;
- g) 宜具备数字孪生建模功能,支持对停车场运行状态进行建模展示。

6.4.4 AVP 停车场(库)管理平台应用接口满足以下要求。

- a) 支持 MQTT、HTTP/HTTPS、GRPC 等至少 1 种数据接入的通信协议。
- b) 提供统一的对外数据服务接口。
- c) 支持 AVP 车辆、场端数据、高精度地图、车企平台的数据接入,要求如下:
 - 1) 支持 AVP 车辆通过 4G/5G、LTE-V2X 等通讯模式上传数据;
 - 2) 支持场端设备通过 4G/5G、光纤等通讯模式上传数据。
- d) 宜支持其他平台的数据接入,以支持洗车、充电、支付、广告等业务。

6.5 车场数据交互

车场数据交互要求应符合T/CSAE 402-2025 的有关规定。

6.6 人员配置

AVP 停车场(库)人员配置应符合以下要求:

- a) 配备管理运营人员,并对人员开展 AVP 停车服务流程、设备设施管理及应急处理等方面的岗前培训,人员应培训合格后上岗;
- b) 管理运营人员需每 3 个月对知识库内容进行检核与更新,确保 AVP 知识库相关内容的时效性、可参考性;
- c) 管理运营人员配置数量可根据停车场实际运营情况确定;
- d) 应建立管理运营人员安全管理制度;
- e) 应对员工的工作环境采取多种保护措施。

6.7 运维安全

6.7.1 AVP 停车场(库)运维安全管理应满足以下要求:

- a) 相关软硬件设施,应能够满足日常的正常使用,系统与设施完好度应不小于 98%;
- b) 相关软硬件设施,日常巡检覆盖率应达到 100%,巡检记录完整度应达 100%,在巡检中发现故障,应及时上报,除现场服务外,应提供 24/7 电话支持;
- c) 相关硬件设施损坏或丢失,应在 48 h 内修复;
- d) 针对停电、网络瘫痪、系统崩溃等重大事故,应制定相应的应急预案;
- e) 应及时对服务器操作系统进行更新,及时对防毒软件进行升级,并做好相关记录;
- f) 运维记录信息保存时间为 1 年,监控视频至少保存 3 个月。

6.7.2 AVP 停车场(库)异常状况处理满足以下要求:

- a) 能收到 AVP 车辆启动失败的异常状况，宜配合进行问题排查与定位，并对导致异常的停车场（库）设施或平台故障进行修复；
- b) 能收到停车场（库）提供的感知和定位信息的异常状况，应对场（库）内感知设备、定位设备和网络故障进行排查、定位和修复；
- c) 宜检测到车辆异常状况，并向车企平台通知车辆异常状况，主动与车企平台确认异常状况原因，基于车企平台反馈，启动处理机制或不进行异常处理；
- d) 能监测到车辆事故，并通知车企平台，宜将事故信息发送给其它车辆，并重新规划其它 AVP 车辆行驶路径；
- e) 能检测到车辆未按照规划路径行驶，并向车企平台通知车辆状况，停车场（库）应重新进行路径规划和下发。如车辆定位发生故障，停车场（库）可要求车辆停车，待故障排除，再启动新的业务流程；
- f) 宜将 AVP 车辆自身异常状况通知给其它车辆，重新规划其它 AVP 车辆行驶路径，并协助安排接管异常车辆。

6.8 信息安全

6.8.1 网络安全要求

6.8.1.1 AVP 停车场（库）系统应在身份鉴别、访问控制、安全审计、边界完整性检查、入侵防范、病毒防范、网络设备防护等方面建立安全等级保护，应符合 GB/T 22239 中第三级安全要求的规定。

6.8.1.2 AVP 停车场（库）的通信传输应符合以下要求：

- a) 应采用校验技术或密码技术保证通信过程中数据的完整性；
- b) 应采用密码技术保证通信过程中数据的保密性；
- c) 应采用数字证书、数字签名、消息认证等密码技术保证场端设施与通信网关间数据的完整性。

6.8.2 数据安全要求

AVP 停车场（库）数据安全应符合以下要求：

- a) 在进行数据收集、存储、使用、加工、传输、提供、公开等数据处理活动时，应符合 GB/T 41479 的相关规定；
- b) 涉及 AVP 车辆的数据处理活动时，应符合 GB/T 41871 的相关规定；
- c) 涉及 AVP 用户的数据处理活动时，应符合 GB/T 35273 的相关规定；
- d) 应采用有效校验技术和密码技术确保重要数据在生产、传输和存储过程中的保密性、完整性和可用性，并在检测到完整性错误时采取必要的恢复措施；
- e) 应对数据发送方和接受方实施身份认证，在建立连接前，利用密码技术进行初始化会话验证；必要时采用专用传输协议或安全协议服务，避免来自基于协议的攻击和破坏；
- f) 应具备重要数据的本地安全存储功能。

附录 A

(资料性)

AVP 停车场（库）主要智能化设备技术建议

A.1 摄像机

A.1.1 功能建议

AVP 停车场（库）摄像机功能宜包括但不限于：

- a) 满足 GA/T 1127 的相关规定；
- b) 视频编码能支持 H.265、H.264、MJPEG 中的一种或多种格式，图像能支持 JPEG 格式；
- c) 用于交通参与者感知的摄像机能支持基于 GNSS 或 NTP 的时钟同步功能，从外部时钟同步系统获得授时；
- d) 支持出入口检测、停车位状态检测和停车场监控的摄像机主码流、辅码流均能支持分辨率、帧率及压缩比可配置；
- e) 具备自诊断与报警功能；
- f) 支持断线重连功能；
- g) 可选支持 OTA 升级；
- h) 可支持在线部署新的检测算法；
- i) 支持面向视频和图像的二次开发功能，并可提供 SDK。

A.1.2 性能建议

AVP 停车场（库）摄像机性能要求包括但不限于：

- a) 像素不小于 200 万像素的 CMOS；
- b) 支持至少 3 路及以上的并发请求；
- c) 视频输出帧率不小于 20 fps；
- d) 视频图像输出分辨率不小于 1920×1080P。

A.1.3 接口建议

AVP 停车场（库）摄像机接口要求包括但不限于：

- a) 具备至少 1 个 RS485/232 接口或 1 个 RJ45 100M/1000M 自适应以太网接口；
- b) 支持标准化的信息传输、交换、控制协议接口，支持使用 RTSP 协议输出视频数据，可参考 GB/T 28181 的相关规定。

A.1.4 可靠性建议

AVP 停车场（库）摄像机可靠性要求包括但不限于：

- a) 寒区工作温度为 -40℃~65℃；非寒区工作温度为 -20℃~70℃；
- b) 工作环境湿度为 0%~95%，无凝结；
- c) 防护等级不小于 IP66；
- d) MTBF 不小于 50000 h。

A.2 激光雷达

A.2.1 功能建议

AVP 停车场（库）激光雷达功能建议包括但不限于：

- a) 支持雷达数据获取、可视化、保存和回放功能；
- b) 可选支持多雷达数据融合功能；
- c) 支持配置多种回波监测方式；
- d) 支持点云输出、跟踪目标输出、点云和跟踪目标同时输出；
- e) 支持基于 GNSS 或 NTP 的时钟同步功能。

A. 2.2 性能建议

AVP 停车场（库）激光雷达性能要求包括但不限于：

- a) 激光等级不小于class 1；
- b) 线数不小于32线；
- c) 探测距离不小于100 m (@10%反射率)；
- d) 测距精度不小于3 cm (1 sigma)；
- e) 水平视场角不小于80°；
- f) 垂直视场角不小于30°；
- g) 平均水平角分辨率不大于0.3°；
- h) 平均垂直角分辨率不大于0.3°；
- i) 帧率不小于10 Hz。

A. 2.3 接口建议

AVP 停车场（库）激光雷达接口要求包括但不限于：

- a) 具备至少1个 RS485/232 接口或1个 RJ45 100M/1000M 自适应以太网接口；
- b) 支持 TCP/UDP 传输协议，支持 MQTT 或 protobuf 应用层传输协议，支持 IEEE 1588-2008 (PTPv2) 时钟同步协议，支持 PPS。

A. 2.4 可靠性建议

AVP 停车场（库）激光雷达可靠性要求包括但不限于：

- a) 工作环境温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 工作环境湿度为0%~95%，无凝结；
- c) 防护等级不小于IP66；
- d) 支持抗震、电压过载保护、浪涌保护、设备防雷屏蔽；
- e) MTBF不小于50000 h。

A. 3 RSU

A. 3.1 功能建议

AVP 停车场（库）RSU功能建议包括但不限于：

- a) 通信制式支持 LTE-V2X (PC5直连通信)、4G，可选支持 5G、WLAN802.11b/g/n等；
- b) 支持基于北斗的定位与时钟同步功能；
- c) 可选支持基于NTP的时钟同步功能；
- d) 可选支持通过应用层多跳转发的方式，实现RSU的级联通信，并且能够跨模组通信，支持RSU通过多跳转发实现级联通信；
- e) 支持安全芯片硬件加密和数据安全存储；
- f) 支持与管理平台对接、支持远程运维管理功能；

- g) 支持 C-V2X 证书申请、下载、更新;
- h) 支持 SSL/TLS 或 IPSec 等安全通信协议;
- i) 宜与主流厂家的 OBU 及 RSU 设备实现互操作,完成协议一致性测试并取得相应证明;宜提供无线数据终端进网检验相关报告及《无线电发射设备型号核准证》等证明。

A.3.2 性能建议

AVP 停车场(库) RSU 性能要求包括但不限于:

- a) 工作频段:应符合《车联网(智能网联汽车)直连通信使用 5905 MHz-5925 MHz 频段的管理规定(暂行)》(工信部(2018)203号)的相关规定;
- b) 数据更新频率不小于10 Hz。

A.3.3 接口建议

AVP 停车场(库) RSU 接口要求包括但不限于:

- a) 支持 RJ45 100M/1000M 自适应以太网接口,支持即插即用;
- b) 支持直流/交流/ PoE 至少一种供电模式,其中直流供电时应采用DC 9-36V、交流供电时应采用 AC 220V 并外加适配器、PoE 供电时应满足IEEE 802.3at协议要求;
- c) 可选支持防盗SIM卡插槽。

A.3.4 可靠性建议

AVP 停车场(库) RSU 可靠性要求包括但不限于:

- a) 工作环境温度为-20℃~70℃;
- b) 工作环境湿度为5%~95%,无凝结;
- c) 防护等级不小于IP65;
- d) MTBF不小于50000 h。

A.4 计算设备

A.4.1 功能建议

AVP 停车场(库)计算设备功能建议包括但不限于:

- a) 支持摄像机、激光雷达等场端感知设备的接入;
- b) 支持从摄像机获取视频流并进行视频解码、目标检测、目标跟踪、目标定位等功能,从激光雷达获取点云数据,并进行目标融合定位、跟踪等功能;
- c) 支持与 RSU 进行数据交互;
- d) 支持远程运维管理功能;
- e) 支持基于 GNSS 或 NTP 的时钟同步功能,可选配 4G/5G/WiFi 等通信模块实现无线回传。

A.4.2 性能建议

AVP 停车场(库)计算设备性能要求包括但不限于:

- a) 算力支持不少于 4 路摄像头、2 路激光雷达同时接入和数据处理;
- b) 图像目标检测能力不小于每摄像头20 fps;
- c) 计算平台能支持 CPU、GPU、NPU和FPGA 等不同的异构硬件平台的接入。

A.4.3 接口建议

AVP 停车场（库）计算设备接口要求包括但不限于：

- a) 具备至少1个 USB 3.0（或以上）接口；
- b) 宜满足所接入感知设备的接口要求。

A. 4. 4 可靠性建议

AVP 停车场（库）计算设备可靠性建议包括但不限于：

- a) 工作环境温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 工作环境湿度为5%RH $\sim$ 95%RH, 无凝结；
- c) 支持抗震、电压过载保护、浪涌保护、设备防雷屏蔽；
- d) 防护等级不小于IP40；
- e) MTBF不小于50000h，可用性宜不小于99.999%。

附 录 B
(规范性)
AVP 停车场(库)建筑规模划分

AVP停车场(库)建筑规模划分见表B.1。

表 B.1 AVP 停车场(库)建筑规模划分

停车场类型	停车当量 ^a 数(个)
特大型停车库	>1000
大型停车库	301~1000
中型停车库	51~300
小型停车库	不大于50
注： AVP停车场(库)以小型车为计算当量进行停车当量的换算，各类车辆的换算当量系数如下： 微型车0.7、小型车1.0、轻型车1.5、中型车2.0、大型车2.5。	
^a 用于协调各种不同车型，便于统计与计算停车数量、停车位大小等数据而设定的标准参考车型单元	

附录 C

(资料性)

AVP 停车场(库)感知性能测试方法

C.1 概述

本附录描述了 AVP 停车场(库)感知性能测试方法,为 AVP 停车场(库)感知设备性能指标的量化验证提供参考。

C.2 主要测试方法

停车场(库)部署数据采集系统,主要包括激光雷达、摄像机和计算设备,同时采集停车场内动静态交通参与者真值点云数据和感知设备感知结果数据,通过计算对比感知结果数据与真值数据的差值,获得量化感知性能指标。

C.3 测试条件

测试条件如下:

- 测试环境宜覆盖全场景,包括直线/转弯路段、路口以及跨层通道;
- 测试设备应满足:激光雷达角分辨率不大于 0.1° ,点云帧率不小于20 Hz;相机分辨率不小于200万像素;
- 测试样本量要求:各工况有效样本数不小于1000帧。

C.4 测试流程

C.4.1 数据采集

同步记录激光雷达点云数据与待测设备输出的感知结果(含目标物坐标、航向、速度、尺寸及类型信息)。

C.4.2 真值标注

结合摄像机图像数据和点云数据进行目标3D立体框的手动标注,标注内容包含目标类型、目标尺寸(长宽高)、目标航向等。

C.4.3 目标匹配

将采集到的待测设备感知结果目标与标注真值目标进行时空匹配,建立目标物匹配对应关系。

C.5 性能指标计算

C.5.1 位置感知精度

C.5.1.1 最大距离误差

按公式(C.1)计算最大距离误差,计算公式如下:

$$E_{max}^{pos} = \max(\sqrt{(x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2}), \quad i \in [1, N] \quad \text{..... (C.1)}$$

式中:

E_{max}^{pos} ——最大距离误差;

x_i ——第*i*次测试位置感知结果的*x*坐标值;

$\hat{x}_i$ ——第*i*次测试位置真值结果的*x*坐标值；

y_i ——第*i*次测试位置感知结果的*y*坐标值；

$\hat{y}_i$ ——第*i*次测试位置真值结果的*y*坐标值；

N ——测试次数。

C.5.1.2 平均距离误差

按公式 (C.2) 计算平均距离误差，计算公式如下：

$$\bar{E}^{pos} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sqrt{(x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

$\bar{E}^{pos}$ ——最大距离误差；

N ——测试次数；

x_i ——第*i*次测试位置感知结果的*x*坐标值；

$\hat{x}_i$ ——第*i*次测试位置真值结果的*x*坐标值；

y_i ——第*i*次测试位置感知结果的*y*坐标值；

$\hat{y}_i$ ——第*i*次测试位置真值结果的*y*坐标值。

C.5.2 航向感知精度

C.5.2.1 最大航向误差

按公式 (C.3) 计算最大航向误差，计算公式如下：

$$E_{max}^{heading} = \max(|\theta_i - \hat{\theta}_i|), i \in [1, N] \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

$E_{max}^{heading}$ ——最大航向误差；

θ_i ——第*i*次测试航向感知结果的角度值；

$\hat{\theta}_i$ ——第*i*次测试航向真值的角度值；

N ——测试次数。

C.5.2.2 平均航向误差

按公式 (C.4) 计算平均航向误差，计算公式如下：

$$\bar{E}^{heading} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\theta_i - \hat{\theta}_i| \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：

$\bar{E}^{heading}$ ——最大航向误差；

N ——测试次数；

θ_i ——第*i*次测试航向感知结果的角度值；

$\hat{\theta}_i$ ——第*i*次测试航向真值的角度值。

C.5.3 速度感知精度

C.5.3.1 最大速度误差

按公式 (C.5) 计算最大速度误差，计算公式如下：

$$E_{max}^{vel} = \max(|v_i - \hat{v}_i|), \quad i \in [1, N] \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

式中：

E_{max}^{vel} ——最大速度误差；

v_i ——第*i*次测试速度感知结果；

$\hat{v}_i$ ——第*i*次测试的速度真值；

N ——测试次数。

C.5.3.2 平均速度误差

按公式 (C.6) 计算平均速度误差，计算公式如下：

$$\bar{E}^{vel} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |v_i - \hat{v}_i| \quad \dots\dots\dots (C.6)$$

式中：

$\bar{E}^{vel}$ ——最大速度误差；

N ——测试次数；

v_i ——第*i*次测试速度感知结果；

$\hat{v}_i$ ——第*i*次测试的速度真值。

C.5.4 尺寸感知精度

C.5.4.1 尺寸感知精度长度误差

按公式 (C.7) 计算尺寸感知精度长度误差，计算公式如下：

$$E^{length} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |l_i - \hat{l}_i| \quad \dots\dots\dots (C.7)$$

式中：

E^{length} ——尺寸感知精度长度误差；

N ——测试次数；

l_i ——第*i*次测试长度感知结果；

$\hat{l}_i$ ——第*i*次测试的长度真值。

C.5.4.2 尺寸感知精度宽度误差

按公式 (C.8) 计算尺寸感知精度宽度误差, 计算公式如下:

$$E^{width} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |w_i - \hat{w}_i| \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

式中:

E^{width} ——尺寸感知精度长度误差;

N ——测试次数;

w_i ——第 i 次测试长度感知结果;

$\hat{w}_i$ ——第 i 次测试的长度真值。

C.5.5 类型感知准确率

按公式 (C.9) 计算类型感知准确率, 计算公式如下:

$$Accuracy = \frac{\sum_{k=1}^K TP_k}{\sum_{k=1}^K (TP_k + FP_k)} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

式中:

$Accuracy$ ——类型感知准确率;

K ——目标类型总数;

TP ——正确分类数量;

FP ——错误分类数量。

C.5.6 输出频率

按公式 (C.10) 计算输出频率, 计算公式如下:

$$f_{out} = \frac{N_{valid}}{T_{test}} \quad \dots\dots\dots (C.10)$$

式中:

f_{out} ——输出频率;

N_{valid} ——有效输出次数;

T_{test} ——测试总时长。

参 考 文 献

- [1] GB/T 41630—2022 智能泊车辅助系统性能要求及试验方法
- [2] GB/T 51149—2016 城市停车规划规范
- [3] GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
- [4] GA/T 1127 安全防范视频监控摄像机通用技术要求
- [5] ISO 16787—2017 智能运输系统 驻车辅助系统 (APS) 性能要求和试验规程 (Intelligent Transport Systems — Assisted parking system [APS] — Performance requirements and test procedures)
- [6] ISO 23374—1 (Intelligent transport systems — Automated valet parking systems [AVPS] — Part 1: System framework, requirements for automated driving, and communication interface)