
中国工程建设标准化协会标准(CECS G)

通行自动驾驶车辆公路
安全性评价标准
(征求意见稿)

2019-XX-XX 发布

2019-XX-XX 实施

中国工程建设标准化协会发布

1 总则

1.0.1 目的

为适应自动驾驶汽车的发展需要，规范通行自动驾驶汽车公路的道路安全评价，指导自动驾驶汽车开放道路的认定和审批，制定本标准。

1.0.2 适用范围

本标准适用于新建或改建的各类通行自动驾驶汽车公路的安全评价。相关的公路包括自动驾驶专用公路、自动驾驶专用车道公路、自动驾驶混行车道公路等。

1.0.3 与其他相关标准的关系

《公路项目安全性评价规范》为本标准的上位规范。

1.0.4 准入标准

自动驾驶汽车的配置及各项性能应满足本标准提出的感知、判断、决策及行动的相关要求。

公路管理部门可依托本标准对 AV 车辆实行准入审核。

拟对 AV 车辆开放的公路，应通过运用本标准对该公路进行的安全性评价。

1.0.5 其它规定

通行自动驾驶汽车公路的安全评价除应符合本规范外，尚应符合国家或行业现行有关标准的规定、规范等。

对 AV 车辆开放的公路除需通过按本标准进行的安全性评价，尚需符合国家或行业现行的有关标准、规范等。

2 术语与符号

本章对标准中用到的名词、符号进行汇总说明，方便理解和查阅。

2.1 术语

2.1.1 自动驾驶车辆 Autonomous Vehicle

利用自身车载传感技术或车路协同技术来感知车辆周围环境，并根据感知所获得的公路、车辆位置和障碍物信息，自动或辅助控制车辆的轨迹和速度，从而使车辆能够安全、可靠地在公路上行驶的智能汽车。

2.1.2 自动驾驶专用公路 Autopilot Highway

仅供自动驾驶车辆行驶的专用公路。通常采用封闭设施隔绝行人和非机动车，并禁止非自动驾驶车辆驶入。

2.1.3 自动驾驶专用车道

仅供无人驾驶车辆自由、安全行驶的专有车道。通常设置有自动驾驶专用车道的公路为四车道及以上高等级公路（一级公路或高速公路）。

2.1.4 AV 设计视距

包括停车视距、会车视距和超车视距。三种视距均不再考虑反应时间（有效感知长度、视点位置需要重新计算、定义），需按照自动驾驶汽车感知原理计算分析。自动驾驶汽车企业需提供停车、会车和超车时的感知算法。安全评价也可以按通用原理提出技术要求。

2.1.5 混行公路

能够满足无人驾驶车辆和有人驾驶常规车辆混合行驶的公路。

2.1.6 车-车（V2V）通讯

邻近车辆之间的通过无线通讯方式交换数据，从而获取临近车辆的运动状态和驾驶意图，从而降低交通事故，提高交通安全性。

2.1.7 车-路（V2I）协同

通过无线通信和新一代互联网等技术，全方位实施车车、车路动态实时信息交互，并在全时空动态交通信息采集与融合的基础上开展车辆主动安全控制和道路协同管理，充分实现人车路的有效协同，保证交通安全，提高通行效率。

2.2 符号

（内容不太明确，暂缺）

3 总体

3.1 公路信息化程度适用性

3.1.1 评价公路信息化程度，将公路信息化水平分为四个等级。

1 一级：无公路信息提供。

2 二级（常规导航级）

能够表达路网的拓扑结构、车道数、车道行驶方向（直行、左转、右转）、道路路界、专用车道标识（公交专用、AV 专用车道、AV 与非 AV 混合车道等）、道路转弯、道路上下坡等静态信息。

3 三级（动态交通信息）

在等级二的基础上能够显示道路交通事件（交通事故、道路施工）、气象状态（雨、雾、冰、雪、大风、沙尘等）、交通管控信息（车道封闭、限速、分流）、交通流状态信息（平均车速、交通流量、拥堵指数）等动态交通信息。

4 四级（临近车运动状态信息）

在等级三的基础上能够通过路侧车路协同系统提供 AV 车辆临近车运动状态信息（包括车辆标识、所在车道、相对位置、车速等 V2V 信息）

3.1.2 评价自动驾驶车辆的配置技术条件

重点评价对道路交通运行环境的感知能力。针对公路信息化水平，在全自动驾驶模式下对车辆配置技术条件参照表 3.1 做出评价。

公路信息化水平	对车辆配置要求或重点评价内容	说明
一级	具备很强的道路交通环境自主感知、判断和识别能力，其感知范围、响应速度应与道路预测运行车速相匹配。	通常该公路的道路等级较低，对 AV 车辆的性能要求最高。交通环境的识别包括车辆、行人、非机动车、道路交通设施、交通标志与标线等。对图像识别、综合测距等要求高。对路面平整度、抗滑能力、坑槽、积水、局部结冰等要具备感知和适应能力。
二级	具备车道级高精定位或识别能力，具备较强的道路交通环境感知、判断和识别能力。对交通异常事件的识别能力要求较高。	对 AV 车辆的性能要较高。能够预先进行路径规划，能够及时识别交通异常事件，包括局部能见度、车辆、行人、非机动车、动物等等。能够辨识道路静态文字标志，应对文字歧义和破损文字或图有识别能力。
三级	具备车道级高精定位或识别能力，具备动态交通信息处理能力，具备动态交通环境感知能力。	对 AV 车辆的性能要求一般。对道路交通信息本身的信息精准描述及及时更新要求高。
四级	具备较强的车路协同和车车协同能力	对道路基础设施的智能化感知、信息处理和信息发布要求高，对 AV 车辆的信息交互与系统兼容性要求较高。应满足国家或行业的相关规范。需要国家层面上标准，特别是车车、车路通讯协议。

3.1.3 评价 AV 车辆技术条件与公路信息化程度的匹配性和可能导致的安全风险。

3.2 AV 车辆信息感知、判断、决策与行动能力

3.2.1 AV 车辆的感知与判断能力

1 评价 AV 车辆的感知能力；AV 车辆的感知能力应满足行驶的道路交通环境的安全辨识需求。

2 评价 AV 车辆对感知信息的判断能力；AV 车辆应能正确理解所感知的公路运行环境信息的含义。

3 AV 车辆对公路路界内符合相关公路技术规范和标准的无破损的所有标志、标线、交通安全设施等感知不应有遗漏，判断应全面正确。

3.2.2 AV 车辆决策与行动能力

1 评价 AV 车辆依据获得的公路运行环境信息所做出的决策及其可能诱发的安全风险。

2 评价 AV 正确执行决策的能力及其可能诱发的安全风险。

3 AV 车辆对公路路界内符合相关公路技术规范和标准的无破损的所有标志、标线、交通安全设施等的约束、限定和指导，应能做出全面正确的决策并实施安全的行驶。

3.3 AV 车辆运行速度

3.3.1 评价 AV 车辆运行速度的协调性及可能诱发的安全风险。

1 运行速度协调性评价应包括相邻路段运行速度协调性评价和同一路段运行速度与设计速度协调性评价。

2 相邻路段运行速度协调性采用相邻路段运行速度差值的绝对值 $|\Delta|$ 及运行速度梯度的绝对值 $|\Delta v|$ 进行评价。

3 运行速度与设计速度协调性采用同一路段运行速度与设计速度的差值进行评价。

4 当运行速度协调性不满足表 3.2 的规定时，需验算 AV 车辆的行车安全性。

3.3.2 评价 AV 车辆速度与普通车辆运行速度的差异性及可能诱发的安全风险

1 评价 AV 车辆运行速度与普通车辆运行速度差异性对普通车辆行驶安全的影响。

2 评价 AV 车辆的高减速度对普通车辆行驶安全的影响。

3 运行速度差异性对普通车辆行驶安全性的影响可通过计算分析跟驰、变车道行车风险评价；AV 车辆高减速度对普通车辆行驶安全性的影响可通过分析追尾风险评价。

3.4 总体技术要求

1 对于拟对自动驾驶汽车开发的公路，应公布公路的信息化程度。

2 对于拟获取通行公路的自动驾驶汽车，应公布 AV 车辆对公路运行环境信息的感知判断决策与行动能力参数。

3 对于拟获取通行公路的自动驾驶汽车，应提供 AV 车辆行驶速度决策模型算法或提供运行速度计算公式。

4 对于拟获取通行公路的自动驾驶汽车，应对符合国家和行业技术规范或标准的标志标线、交通安全设施等基准公路运行信息的测试证明。

3.5 评价结论

4 标志标线及路权

本章主要针对传统标志标线等交通信息进行评价，不涉及车路协同信息等。

4.1 标志标线（含可变标志）信息安全性

4.1.1 不可变标志标线

1 考虑 AV 车辆运行速度，评价 AV 车辆对所有沿线标志标线图案、文字等信息的感知判断能力。

2 评价标志版面与 AV 车辆行驶车道角度对 AV 车辆感知判断标志信息的影响。

3 评价标志设置高度对 AV 车辆感知判断标志信息的影响。

4 评价若 AV 车辆错误感知禁令标志标线对安全性的影响。

5 若 AV 车辆对指路等标志标线感知错误，评价其纠错能力与对策对安全性的影响。

6 评价标志标线是否被遮挡在 AV 车辆有效感知范围之外。

7 评价标志标线图案或文字临时缺损、模糊 AV 车辆有效感知和安全性的影响。

8 应急状态下，评价 AV 车辆对简易非标准标志或人工指挥的感知判断决策能力。

9 评价路表水膜、积雪、结冰等条件下的标线对 AV 车辆的可感知性。

10 评价雾、雨雪、沙尘等条件下标志标线对 AV 车辆的可感知性。

4.1.2 可变标志标线

可变标志标线除按 4.1.1 节内容评价外，还应重点评价以下内容。

1 考虑 AV 车辆运行速度和可变信息标志标线信息的临时性、字数限制的信息完整性等，评价 AV 车辆对可变标志标线图案、文字等信息的感知判断能力。

2 评价可变标志标线像素缺少或亮度不足等造成的图案或文字不完整对 AV 车辆安全性的影响。

-
- 3 评价交通管控方式变化时可变标志标线更新的准确性与及时性。
 - 4 评价可变标志标线内容与不可变标志标线的一致性与匹配性。
 - 5 评价可变标志标线内容与前后路段交通管控发布内容的连续性与一致性。

4.2 电子标志标线

评价电子标志标线对 AV 车辆感知的可靠性、设置的合理性

- 1 评价电子标志标线信息与非电子标志标线信息的一致性。
- 2 应评价电子标志标线信息与 AV 车辆对其感知解析的匹配性。
- 3 评价 AV 车辆对电子标志标线信息感知、解析、判断、决策与行动的时间对安全性的影响。
- 4 评价 AV 车辆对电子标志标线感知、解析与判断的准确性。
- 5 评价电子标志标线设置位置、高度对电子标志标线信息可感知性的影响。
- 6 评价交通管控方式变化时电子标志标线更新的准确性与及时性。
- 7 应评价其他电子信号（含雷电、高压电线等）对电子标志标线信息的干扰。
- 8 考虑电子标志标线受到干扰时，评价 AV 车辆通过其他方式获取交通信息对安全性的影响。
- 9 对于雷电多发地区或沿线存在高压电线的干扰源时，应评价路段电子标志标线与非电子标志标线组合设置的合理性。

4.3 路界路权信息

- 1 评价道路基础设施的路界路权是否明晰，能否被自动驾驶车辆识别和理解。
- 2 评价路权是否存在冲突或矛盾。
- 3 评价路权是否有足够的空间保障不同出行者的交通通行。

4.4 评价结论

5 车路协同

5.0 系统方案

5.0.1 自动驾驶协同模式

-
- 1 评价自动驾驶协同实现的模式对系统的可靠性、易实现性和运行风险等的影响。
 - 2 如果路侧系统仅作为信息采集和分发,评价独立的车辆控制系统间相互协同可能带来的风险。
 - 3 如果路侧单元作为决策指挥系统作用于局域网联车辆,评价由此带来的风险。
 - 4 如果两种模式融合,应评价融合可能导致的决策不一致风险。

5.0.2 协同控制体系架构

- 1 评价协同控制体系架构同协同控制类别的匹配性。
- 2 如采用路侧单元独立控制,应评估车辆在跨路侧单元局域网时相邻区域间的协同性及对运营安全的影响。
- 3 如采用云雾融合架构,需评价云端指令滞后性对运营安全的影响。

5.0.3 网络与通讯

- 1 评价组网模式的效率和稳定性对通讯需求的影响,进而评估对行车安全的影响。
- 2 评价通讯模式对信息交互的适应性,评价这种适应性对行车安全的影响。
- 3 评估单跳通讯距离对安全辨识与决策的影响

5.0.4 信息感知

- 1 评估信息感知模式与交通混行模式的适应性。
- 2 评估信息处理的效率、准确性及鲁棒性。

5.1 AV 专用公路

5.1.1 车路协同技术性能

- 1 评价 AV 车辆对 AV 专用公路车路协同技术性能的需求,包括但不限于车辆行驶状态、道路状况、交通流以及突发事件实时监测与快速响应。
- 2 评价系统架构的稳定性、可靠性及功能模块失效导致的交通流紊乱对安全的影响。
- 3 评价车路协同系统的容错能力与应急功能。

5.1.2 路侧控制层(或设施)评价

- 1 评价路侧控制层采集信息的有效性
- 2 评价路侧控制单元对车流密度、交通流量、路况信息以及出行量等关键数据的初级交通信息统计、分析与处理能力及其给出,指导交通控制管理的指标性数据有效性。对进行评价。

3 评价各个路侧控制器通过网络进行信息交换与共享，对信息传递的实时性和准确性。

4 评价发布的指令信息的可靠性和时效性及其对运行安全的影响。

1)当交通流量与出行量较大时，需要增大车流密度和调整车辆行驶速度，应对发布的车流控制信息及其对运行安全的影响进行评价。

2)当交通流量与出行量较小时，应对发布的最佳匹配目标车距与车速控制指令及其对运行安全的影响进行评价。

3)毗邻路口出现堵塞时，路侧单元应通过控制交通信号灯延时放行，或者诱导车辆选择最优路线进行通行。应对信号配时和通行方案及其对运行安全的影响进行评价。

4)路侧单元将动态交通信息发送到自动驾驶汽车终端，对信息发布的准确性及其对运行安全的影响进行评价。

5)路侧单元将协同控制指令发送给自动驾驶汽车时，应评价车辆响应的滞后性对控制效果的影响及安全性。

5.1.3 路侧设施（或路-路设施）信息通讯系统

1 评价路侧设施的运行稳定性。

2 评价交通控制中心以及路侧单元所在位置的交通信息收集、发布以及控制等功能。

3 评价路侧单元信息交换的时效性。

5.1.4 车路协同信息通讯系统

1 评价车路通信系统发布的交通控制信息。

2 评价车载 OBU 接收到来自路侧单元的交通控制信息。

5.1.5 协同控制策略评价

1 在巡航车辆协同行驶过程中，评价理想车距、车速、车道占用位置等协同策略、控制指令。

2 评价变速跟随工况下车辆汇入、驶离车队或者车队启动加速、减速停止时等变速行驶过程的安全性。

3 评价任一 AV 车辆或车队加入另一车队的车队组合过程。

4 评价任一 AV 车辆或车队驶离原组合车队变道或进入减速车道等的过程及其对原组合车队行驶的影响。

5 评价任一 AV 车辆或车队变道超过单一 AV 车辆或车队的超车过程当一辆单车计划超过车队时，加速行驶至左侧车道，继续加速并超过车队后，在保证安全距离的前提下，

驶入原来车道的过程。

- 1) 应对车辆驶离原有位置距车队的距离进行评价。
- 2) 应对超车加速度进行评价。
- 3) 应对驶入原车道的安全距离进行评价。
- 4) 应对驶入原车道的时间和加速度进行评价。

5.2 AV 专用车道

专用车道评价要求除满足专用公路相关内容外，还需评价以下内容。

5.2.1 路侧控制层（或设施）评价

为防止相邻非 AV 车道内车辆的影响，应对自动驾驶车辆的横向安全位置进行评价。

5.2.2 路侧设施（或路-路设施）信息通讯系统评价

- 1 宜对专用车道路侧单元与其他车道单元的通讯连接进行评价。
- 2 宜对专用车道路侧单元与其他车道单元的信息交换内容进行评价。

5.2.3 协同控制策略

1 评价从自动专用车道转到普通车道上行驶（切换到人工驾驶）时的车载系统的提醒策略和协同控制策略的合理性与安全性。

2 评价自动驾驶车辆从普通车道汇入到自动驾驶车道时的系统的汇入控制策略的合理性与安全性。

5.2.4 侵入性事件下系统鲁棒性

- 1 评价普通车辆在非法侵入到 AV 专用车道时，系统信息的提取感知能力评估。
- 2 侵入性事件下，评价系统的控制策略及安全性。

5.3 AV 混行公路

混行公路评价要求除满足专用公路相关内容外，还需评价以下内容。

5.3.1 路侧控制层（或设施）评价

交通信息采集与处理评价应符合下列规定：

- 1 对非自动驾驶车辆的位置、速度、与自动车辆的距离等信息获取方式及可靠性进行评价。
- 2 对混合车流的密度、交通流量、路况信息等关键数据进行评价。

3 对混合车队之间的安全距离进行评价。

5.3.2 协同控制策略评价

车路协同系统的技术体系可分为车载系统、路侧系统和通信系统，本部分侧重于评价智能路侧系统（采用车路通讯的方式）与自动驾驶车辆通行的适应性及安全性。需评价自动驾驶车辆单车运行、车队编组运行等不同模式下协同控制策略的可靠性和安全性。

5.3.3 侵入性事件下系统鲁棒性

- 1 评价普通车辆在非法侵入到 AV 车队时，系统信息的提取感知能力评估
- 2 侵入性事件下，评价 AV 车队的控制策略及安全性。

5.4 平面交叉口

评估考虑混合交通情况下平面交叉口车路协同设施布局合理性、周边信息的感知能力及协同策略的运营安全性。

5.4.1 平交口信息感知

- 1 评价交叉口路侧单元信息感知方式对各类交通动态信息获取的全面性、准确性和时效性。
- 2 评价 AV 车辆通过车路协同技术获取的周边交通动态信息的充分性、准确性和时效性。
- 3 评价路侧单元机和 AV 车辆对异常事件信息的获取能力。

5.4.2 车路协同控制逻辑

- 1、根据交叉口的控制类别（信号灯控制或无信号灯控制），评价在正常通行规则下的车路协同控制逻辑的合理性和可靠性。
- 2、评价行人/非机动车正常通行或不按规则通行条件下的车路协同控制逻辑的合理性和可靠性。
- 3、评价存在车辆闯红灯、特殊车辆（警车、救护车、消防车）通行等意外交通条件下的系统车路协同控制逻辑的合理性和可靠性。
- 4、评价当交叉口存在道路维修、设有特殊路障等情况下的协同控制逻辑是否合理、可靠。

5.5 互通立交区

针对互通立交的交通冲突的产生因素，评价信息获取的充分性和车路协同策略可靠性。

5.5.1 互通立交区信息获取

1 评价互通立交分流区及分流前置区动态交通信息采集的范围覆盖区间、采集的信息的准确性和时效性。这些信息包括足够长的范围内主线和匝道车辆的实时位置、车速、车辆属性（是否 AV 车辆）、分流意图等。

2、评价互通立交合流区及合理后置区动态交通信息采集的范围覆盖区间、采集的信息的准确性和时效性。这些信息包括足够长的范围内主线和匝道车辆的实时位置、车速、车辆属性（是否 AV 车辆）、合流意图等。

3、评价 AV 车辆通过车路协同技术获取的周边交通动态信息的充分性、准确性和时效性。

4、评价路侧单元机和 AV 车辆对异常事件信息的获取能力。

5.5.2 车路协同控制逻辑

1 评价 AV 车辆从主路外侧车道进入合流区应从车路协同获得的信息和指令；根据运行速度和车辆定位信息评估 AV 车辆行驶至合流区时发生冲突的风险；并评价相邻车道受合流车辆影响对 AV 车辆运营安全性的影响。

2 评价 AV 车辆从匝道进入合流区时应从车路协同获得的信息和指令；根据运行速度和车辆定位信息评估 AV 车辆行驶至合流区时发生冲突的风险；并评价 AV 车辆在变换车道汇入主路的过程中对相邻交通流运营安全性产生的影响。

3 评价 AV 车辆从主路进入分流区时应从车路协同获得的信息和指令；根据运行速度和车辆定位信息评估 AV 车辆正常行驶或减速变道行驶至分流区时发生冲突的风险；当设置多个连续出口或出口分岔端设置在被交叉道路跨线桥之后时，应评价对 AV 车辆视距及运营安全性产生。

4 对于设置在主路内侧的 AV 专用车道应对于 AV 专用车道的分流前置区和合流后置区车路协同设施布局合理性及协同策略重点评价。；

5 评价 AV 车辆通过立交区域应从车路协同获得的关于不良气象条件、主路外车道车辆超速行驶、主路及匝道违章停车、车辆强行插入、匝道加速、匝道出现超载大型货车、道路施工、交通拥堵、道路事故等信息与指令。

6 应考虑主路和匝道的交通时变状况，评价车路协同控制策略。

7 应考虑指令的滞后性可能对系统运行安全带来的影响，评价系统的鲁棒性和可靠性。

5.6 隧道

评估系统对动态交通信息的感知的能力、隧道内组网与通讯的可靠性、隧道车路协同控制逻辑的鲁棒性。

5.6.1 信息感知

1 评价动态交通信息感知的全面性、时效性和有效性。主要包括产生黑洞和白洞效应的洞口范围车辆数是否足够，车辆的运动状态（位置、速度、车型）获取的有效性和准确性等。

2 评价车辆在卫星信号失效情况下，AV 车辆运动位置状态感知的可靠性。

3 评价系统对隧道内外亮度、路面湿滑状态、积水、能见度等变化的感知能力。

4 评价系统对行人通行、非机动车通行、突发事件、异物侵入、隧道内交通事故、隧道火灾等情况的感知能力。

5.6.2 组网与通讯

1 评价隧道环境下组网技术的可靠性和覆盖率。

2 评价隧道环境下通讯的稳定性和传输的速度及可靠性。

5.6.3 车路协同控制逻辑

1 评价车辆进出隧道出入口位置（洞口）附近的协同控制逻辑的可靠性。

2 评价在隧道施工、隧道内交通事故、隧道火灾、长隧道的紧急通道撤离等交通事件下的协同控制逻辑。

3 评价在行人、非机动车干扰、突发事件、道路异物侵入等条件下的协同控制逻辑的可靠性。

5.7 大跨度桥梁

5.7.1 信息感知

1 评价信息感知系统对侧风、局部团雾等实时信息感知的必要性、有效性和实时性。

2 评价信息感知系统对桥面结冰、湿滑等桥面状态信息获取的必要性、有效性和实时性。

5.7.2 车路协同控制逻辑

1 评价在出现侧风、局部团雾等突发状态下，车路协同系统安全运行保障的控制逻辑的合理性和鲁棒性。

2 评价在出现异于连接道路的桥面结冰、湿滑状态下，车路协同系统安全运行保障的控制逻辑的合理性和鲁棒性。

5.8 评价结论

6 事件

6.1 不良气象条件

受雨、雾、冰、雪、风、沙尘等影响的道路，应根据能见度、路面状态、路面雨、雪、冰等附着物厚度等，对自动驾驶车辆在道路中的行车安全影响进行分级评价。

6.1.1 低能见度

1 评价自动驾驶车辆在不同能见度条件下对标志、标线、交通安全设施、隧道进出口、桥梁墩台等道路交通设施信息判别的准确性。

2 评价 AV 车辆在不同能见度条件下对行人、异物闯入、交通流等物体准确判别的准确性。

3 评价不同能见度条件下 AV 车辆行驶对正常车辆的影响。

4 评价 AV 车辆对团雾的感知判断决策与行动能力。

6.1.2 湿滑路面与路面抗滑性能

1 评价路面湿滑状态或低抗滑性能的感知与行驶决策。

2 评价 AV 车辆对路面表面水膜厚度的感知与行驶对策。

3 评价 AV 车辆对路面结冰，特别是黑冰，的感知与行驶对策

4 评价 AV 车辆在积雪路面上的行驶决策

6.1.3 其他恶劣气象条件

1 应评价暴雨雪台风、沙尘等气象条件下天气条件下 AV 车辆行驶的安全性及其行驶行为对普通车辆行驶的影响。

2 对于无车路协同、可变信息版和电子信息标志等的公路，应评价 AV 车辆在暴雨雪、台风、沙尘等气象条件下 AV 车辆对路域信息的有效感知能力及其对行驶安全性的影响。

3 评价 AV 车辆对局部路段点积水、积雪等感知判断决策与行动能力。

6.1.4 交通气象信息采集与发布

1 对受恶劣天气多发路段，应对交通气象信息监测要素的合理性进行评价。

2 应根据恶劣气象的分布特征，对道路沿线固定式交通气象信息监测站的间距、位置等布局合理性进行评价。

3 综合考虑自动驾驶车辆的控制要求以及交通气象信息变化频率的特征，对监测要素采

集频率的合理性进行评价。

4 在通行自动驾驶车辆的道路中,应对交通气象信息采集的通信协议以及数据规约的合理性进行评价。

6.1.5 交通标志内容有效性评价

在需要通行自动驾驶车辆与人工驾驶车辆的道路,应对不利天气条件相关的警告标志、禁令标志以及指示标志的颜色、形状、字符、图形的规范性进行评价,并对标志中的图形、文字对自动驾驶车辆控制的有效性进行评价。

6.1.6 路侧实时信息发布规则合理性评价

采用可变情报板、可变限速等路侧实时信息发布方式时,应对不同恶劣天气种类及影响级别下的信息发布内容以及信息的更新频率的合理性进行评价。

6.1.7 车联网信息发布合理性评价

在设置了车路协同设施的路段,应结合恶劣天气下自动驾驶车辆对 V2V、V2I 等智能车路通行信息交互处理方式,对预警信息以及交通管控信息的发布策略合理性进行评价。

6.2 交通事件

6.2.1 事件检测与信息发布的及时性评价

1 对于设置了事件自动检测设施的路段,评价自动化的事件信息检测、发布方式的及时性。

2 对设置了普通摄像监测的路段,应评价事件信息判断、发布及时性,信息内容对自动驾驶车辆控制的有效性。

3 对于采用人工上报事件方式的路段,应评价管理部门的应急响应机制、效率。

6.2.2 事件影响路段交通疏导方案

1 在事件发生地点前方,评价临时警告标志,减速慢行提示等标志或其他信息对自动驾驶车辆的识别性。

2 对事件影响路段及上游路段,评价限速方式与限速阈值、速度控制方案对自动驾驶车辆及车队协同控制的影响。

3 对事件影响路段,评价警告区、过渡区、缓冲区以及工作区的设置对自动驾驶车辆及车队协同控制的影响。

4 对于需要利用对向车道通行或单车道交错通行时,评价 AV 车辆及车队对提示信息的

感知判断决策与行动能力。

5 交通事故现场处理阶段无任何信息，评价 AV 车辆及车队对现场状况的感知判断决策。

6.3 行人、动物等闯入

6.3.1 路段

1. 评价 AV 车辆对于翻越公路隔离设施、防撞护栏、机非分隔带等进入机动车道的行人或动物的感知、判断、决策与行动能力。

2 对于机非混行的公路，评价 AV 车辆对于逆向行驶的非机动车、行人等的感知、判断、决策与行动能力。

6.3.2 交叉区域

1 对于平面交叉口，评价 AV 车辆对于闯红灯、错误认知等进入平面交叉口的行人、动物、非机动车等感知、判断、决策与行动能力。

2 对于立交，评价 AV 车辆对于进入匝道、出入口机动车道等的行人、动物、非机动车的感知、判断、决策与行动能力。

6.4 养护作业

6.4.1 公路养护作业区设置

1 评价养护作业控制区所设置的警告区、上游过渡区、纵向缓冲区、工作区、下游过渡区和终止区布置对自动驾驶车辆及车队协同控制的影响。

2 评价养护作业区公设置的路养护安全设施、照明设施等的设置对自动驾驶车辆及车队协同控制的影响。

3 评价养护作业区旗手信号、临时性动态信息对自动驾驶车辆感知识别影响及控制方式转变时影响。

6.4.2 养护作业区交通组织与控制

1 评价养护作业区限速阈值与限速方式对自动驾驶车辆及车队协同控制的影响。

2 评价养护作业区交通指路与诱导措施对自动驾驶车辆及车队协同控制的影响。

6.4.3 养护作业区对行车安全的影响分级评价

对养护作业条件下，应考虑自动驾驶车辆对养护作业标志、标线、前后车辆车速变化、施工作业人员等信息判别的准确性，以及对车辆操控的稳定性，将养护作业区对自动驾驶车

辆行车安全的影响等级划分为四级。

表 8 养护作业区安全评价分级

影响等级	状况描述	道路控制措施
一级	影响极大: 封闭车道数较多, 养护作业标识不清, 不易辨别, 造成车辆拥堵严重, 前后车车速差极大, 车头间距很小, 行车极不稳定	①应采取道路交通管制 ②通过车路协同控制系统向自动驾驶车辆提供通行规则信息
二级	影响大: 养护作业标识较难辨别, 前后车车速差较大, 车头间距较小, 行车较不稳定	①二级及以上公路应设置车路协同控制系统 ②三级及以下公路宜采取交通管制
三级	影响较大: 养护作业标识需要一定时间辨别, 前后车辆速度有一定差异, 车头间距适中, 对行车稳定性略有影响	①二级及以上公路宜设置车路协同控制系统 ②三级及以下公路可采取交通管制
四级	影响较小: 养护作业标识容易辨别, 前后车速基本稳定, 车头间距较大, 对行车稳定性影响不大	特殊路段可根据需要设置智能诱导设施

6.5 非交通信息干扰

- 1 评价公路路域内商业广告、政治宣传标语等非交通信息对自动驾驶车辆信息识别的干扰。
- 2 评价公路两侧建筑物对自动驾驶车辆信息识别的干扰。
- 3 评价公路路域内的绿化对自动驾驶车辆信息识别的影响。
- 4 其他

6.5 评价结论

7 道路交通基础设施技术指标与 AV 车辆适应性评价

7.1 路段

7.1.1 专用车道

- 1 考虑 AV 车辆运行速度, 评价公路平、纵、横线形及其组合。
- 2 考虑 AV 车辆运行速度, 评价视距 (或称 AV 车辆有效感知距离)。
- 3 评价 AV 专用车道与常规车辆行驶车道分隔。
- 4 考虑 AV 车辆运行速度, 评价专用车道的路侧净空区、建筑限界等。

7.1.2 专用公路

- 1 根据路段交通量和车型比例, 公路的功能分级和技术等级、沿线地理气象条件等, 评价各路段推荐的 AV 速度赋值。

2 应根据 AV 车辆运行速度和 AV 车辆的感知、判断、决策和行动所需时间，评价公路几何线形指标。

2 应根据 AV 车辆制动停车需求对高速公路、一级公路能提供的有效感知距离进行评价；应根据 AV 车辆停车、会车、超车需求，对二、三、四级公路能提供的有效感知距离进行评价

3 非机动车和行人交通较大的路段，应对其路侧干扰情况、非机动车道和人行通道设置进行评价；

4 非机动车、行人密集的公路和城市出入口公路，应对混合交通对专用车道的安全影响进行评价。

7.1.3 混行公路

1 混行车道路段的技术指标应满足《公路项目安全性评价规范》JTGB05--2015 所列入的所有评价内容。

2 应评价 AV 车辆运行速度与普通车辆运行速度的差异性对安全性的影响。

7.2 平面交叉口

7.2.1 平面交叉口位置与交叉形式

1 针对混行公路与混行公路交叉、混行公路与设专用车道的公路、混行公路与 AV 专用公路交叉、设专用车道的公路与专用公路交叉、专用公路与专用公路交叉的交通特点，评价平面交叉口的设置位置、交叉类型的适宜性。

2 考虑 AV 车辆的运行速度、感知判断决策与行动能力，评价平面交叉口的可认知性。

7.2.2 平面交叉口设计参数

1 考虑 AV 车辆的运行速度，评价变速车道的交叉角度、长度、宽度、纵坡，以及渐变段的宽度、长度等几何设计指标。

2 宜根据平面交叉管理方式，按运行速度对左转弯附加车道长度和右转弯车道半径进行评价。

3 宜根据相交公路等级、直行和转弯车辆比例、历史交通事故情况等，对转弯车道和附加车道进行评价。

4 宜根据公路等级及交通量，对渠化设计中各方向车道数的合理性进行评价。

7.2.3 交通组织与渠化

- 1 应评价 AV 车辆通过平面交叉口的有效感知距离。
- 2 应评价平面交叉口的交通组织与渠化对 AV 车辆通过平面交叉口安全性的影响。
- 3 受平面交叉口区域范围的限制，评价平面交叉口区域范围内 AV 专用车道和专用公路终止与过渡方式及其对安全性的影响。
- 4 评价信号灯配时方案的适宜性。

7.2.4 行人与非机动车

- 1 从 AV 对行人的辨识能力、辨识范围、车速控制策略、有效感知距离保障要求等评价平面交叉口行人安全性的影响。
- 2 评价 AV 车辆通行车道与非机动车道的冲突特性及其对安全性的影响。

7.3 互通立交

7.3.1 AV 混合车道分流区

- 1 应根据交通量及交通组成、互通立交分流区形式，考虑 AV 车辆运行速，评价 AV 混合车道分流区几何线形的协调性、均衡性。
- 2 应对 AV 混合车道分流区渐变段长度、减速车道长度进行评价。
- 3 应根据交通量及交通组成、线形条件、运行速度、气候条件等因素，从设置位置、前置距离、可视性等方面对分流区常规交通标志标线的设置合理性及有效性进行评价。
- 4 评价分流区标志标线的遮挡对 AV 车辆通行的影响。
- 5 应根据交通量及交通组成，对分流区电子信号交通标志实时动态交通状况信息的获取可靠性、信息发布的可靠性及有效性进行评价。

7.3.2 AV 专用车道分流区

- 1 按 7.3.1 条 的规定就行评价
- 2 专用车道设置在内侧时，应评价 AV 车辆变道行驶过程对减速车道、分流区渐变段等设计参数的影响。
- 3 专用车道设置在内侧时，应评价 AV 车辆变道行驶过程对标志标线设计参数的影响。
- 4 若专用车道设置在内侧，评价 AV 车辆变道行驶至外侧减速车道的安全性。
- 5 若专用车道设置在内侧，评价 AV 车辆变道行驶至外侧减速车道行驶过程对普通车辆行驶安全性的影响。

7.3.2 匝道

-
- 1 应根据匝道运行速度协调性，对匝道几何线形协调性进行评价。
 - 2 应根据 AV 车辆车道识别、加减速及变道行驶特性，对匝道平纵线形指标安全性进行评价。
 - 3 根据 AV 车辆合流识别视距（AV 车辆对前方车辆的识别、紧急制动距离），评价合流区通视三角区内 AV 车辆有效感知范围。

7.3.3 AV 混合车道合流区

应评价合流区加速车道和合流区渐变段长度。

7.3.4 AV 专用车道合流区

- 1 应评价合流区加速车道和合流区渐变段长度。
- 2 应评价合流区变道过渡的合流后置区长度
- 3 对 AV 专用车道公路合流区实时交通信息获取的可靠性进行评价，评价内容包括信息获取方式、信息内容、准确性、及时性等。
- 4 应评价电子信息设置位置、设置距离。
- 5 专用车道设置在内侧时，应评价 AV 车辆变道行驶过程对加速车道、合流区渐变段等设计参数的影响。
- 6 若专用车道设置在内测时，应评价 AV 车辆变道行驶至专用车道的行驶安全性。
- 7 若专用车道设置在内测时，应评价 AV 车辆变道行驶至专用车道的行驶对普通车辆行驶安全性的影响。

7.4 隧道

7.4.1 几何线形协调性

- 1 考虑 AV 车辆运行速度，评价隧道进出口及隧道内几何线形的协调性。
- 2 考虑 AV 车辆运行速度，评价 AV 车辆行驶在隧道进出口段有效感知范围是否受线形突变的影响。
- 3 评价隧道群隧道间距对 AV 车辆有效感知范围的影响。
- 4 评价隧道横断面与路段横断面的过渡形式及相关过渡信息。
- 5 评价（曲线）隧道内的通视性及其对 AV 车辆有效感知范围的影响。

7.4.2 亮度过渡与照明

- 1 评价隧道进出口亮度过渡对 AV 车辆行驶安全性的影响。

-
- 2 评价隧道走向和阳光照射对 AV 车辆感知标志标线的影响。
 - 3 评价隧道内照明方式与隧道内亮度对 AV 车辆行驶安全性的影响。

7.4.3 路面抗滑等表面性能

- 1 评价隧道进出口路面抗滑性能过渡对 AV 车辆行驶安全性的影响。
- 2 评价隧道内抗滑性能、坑槽、车辙、路面积水等对 AV 车辆行驶安全性的影响。
- 3 评价隧道进出口路面结冰、积水、积雪等差异性对 AV 车辆行驶安全性的影响。

7.4.4 隧道内建筑环境

- 1 评价隧道侧墙景观设计对 AV 车辆行驶安全性的影响。
- 2 评价无照明或亮度不足隧道内 AV 车辆对隧道车道边界（路缘石等）感知判断。
- 3 评价隧道侧墙反射光线的影响。

7.5 桥梁

7.5.1 线形

- 1 考虑 AV 车辆运行速度，评价桥梁与路段几何线形的协调性。
- 2 桥梁及其接线横断面与路段横断面设置有差异时，应评价横断面差异及其过渡方式对 AV 车辆行驶安全性的影响。

7.5.2 侧风

评价桥面侧风与防风措施对 AV 车辆行驶安全性的影响。

7.6 服务区

7.6.1 出入口

- 1 利用运行速度对服务区出入口线形协调性进行评价。
- 2 应根据 AV 车辆车道识别特性、加减速特性及变道行驶特性，对出 / 入口加速车道 / 减速车道平纵线形指标安全性进行评价。
- 3 根据 AV 车辆车道识别特性、加减速特性及变道行驶特性对服务区出入口渐变段长度进行评价。
- 4 根据 AV 车辆车道识别特性、加减速特性及变道行驶特性，对服务区出入口加（减）速车道长度进行评价。

7.6.2 有效感知范围

- 1 评价出入口通视三角区内 AV 车辆有效感知范围。

2 评价 AV 车辆分流点驶入入口车道至停车位全过程安全性。

3 评价 AV 车辆离开车位行驶到合流点的行驶过程安全性。

7.6.3 专用车道与混合车道转换

1 若专用车道位于内侧时，应评价 AV 车辆变道至减速车道行驶过程的安全性及其对普通车辆行驶的影响。

2 若专用车道位于外侧时，应评价专用车道与混合车道转换段长度。

3 若专用车道位于内侧时，应评价 AV 车辆从加速车道变道至混行车道、再变道至专用车道的行驶安全性及其对普通车辆行驶的影响。

4 若专用车道位于外侧时，应评价混合车道与专用车道转换段长度。

7.7 评价结论

附录一：评价清单

根据专家评审过的《标准初稿》组织编写

附录二：评价报告

根据专家评审过的《标准初稿》组织编写