

团 标 准

T/CAAMTB XXX—20XX

越野车辆辅助驾驶功能评价规范

Evaluation Specification for Intelligent Assisted Driving Functions of Off-Road Vehicles

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国汽车工业协会 发 布

目 次

前 言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 评价要求	4
5 评测结果的构成	5
6 非铺装路面工况评价	5
7 无路工况评价	7
8 主观评价	9
9 车辆性能分级方法	16
附 录 A (资料性) 信息记录表	18
参 考 文 献	22

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。

本文件由中国汽车工业协会越野车分会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件起草单位：东风汽车集团股份有限公司猛士汽车科技公司、中路慧能检测认证科技有限公司、吉利汽车研究院（宁波）有限公司、重庆交通大学、武汉理工大学、北京懂车族科技有限公司、武汉大学、襄阳达安汽车检测中心有限公司、宁波均胜智能汽车技术研究院有限公司、西格迈股份有限公司、苏州大学、厦门理工学院、湖南萨卡班科技有限公司、重庆赛力斯凤凰智创科技有限公司、贵州赛义光电科技有限公司、云南大学、东风越野车有限公司、重庆工程职业大学、武汉华夏理工学院、湖北汽车工业学院、黑龙江红河谷汽车测试股份有限公司、魏桥新能源汽车技术（合肥）有限公司

本文件主要起草人：周智颖、陈丹、陈俊燊、张千、曲昌栋、尹伟、詹振飞、衣振兴、尹智帅、聂琳真、东门健男、桂保、周剑、张红娟、陈荣桐、汪浩伟、蒋欣洋、孙维兵、王进、谷飞、张宇卓、方遒、常万里、朱乾勇、朱红霞、韩雨潼、林辉、李进伟、张志勇、路国平、李媛、吴桐、胥林立、赵鑫宏、李皖宁，赵城钰、韩松

本文件主要起草人：

越野车辆辅助驾驶功能评价规范

1 范围

本文件规定了越野车辆辅助驾驶性能的评价方法。适用于M1、N1、N2类车辆中新能源车型的辅助驾驶性能评价。

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 3730.1-2022 汽车、挂车及汽车列车的术语和定义 第1部分：类型
- GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级
- GB/T 39263-2020 道路车辆先进辅助驾驶系统术语及定义
- GB/T 5910-1998 轿车质量分布

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

越野工况 Off-road condition

越野工况，指车辆在正常高附着系数公路之外的行驶工况。通常分非铺装路工况和无路工况两种。非铺装路工况指表层没有铺设水泥层或者沥青层、仅有以使用砂土和碎石等材质组成的路基的毛坯公路上车辆行驶的工况。这种路面常见于人口密度较低西北地区的冻土地带公路和任何地区低等级公路。非铺装路通常也包含由车辆在无路的野外，长时间碾压所自然形成的道路。由于未经过工程机械铺设，此类非铺装路的不平整度较高，车辆所遇到的地质条件也更多样化。

无路工况指在铺装公路与非铺装路之外的、几乎无车行驶的工况。由于我国地域范围广阔、自然环境丰富，国内的无路工况非常复杂，几乎涵盖各种自然环境，不同地区不同环境对车辆的越野性能需求也不尽相同。

3.2

越野性能 Off-road performance

越野性能指车辆在越野工况中所表现出的行驶和使用性能，尤其指驾驶员在越野工况中所使用到的重点感知的性能。涉及到的车辆系统包括悬架系统、转向系统、制动系统、底盘电控系统、传动系统、动力系统及附件、座椅系统等。

3.3

全地形驾驶辅助系统 All-terrain driving assistance system

全地形驾驶辅助系统的作用在于提升车辆在不同地质条件上的越野性能，通常对沙地、岩石、泥地、雪地、砂土等工况设置专门的驾驶模式。如要完整评价具备多地形系统车辆的越野性能，则需在对应的地质条件工况中开展评价工作。

3.4

接管 Intervention

自动驾驶技术检测到故障而失效,或者测试员基于安全准则脱离自动驾驶模式,或者考虑车辆安全、车上人员安全、公众安全需要脱离自动驾驶模式。

3.5

接管前运行平均时长 Mean Break Time to Intervention

车辆辅助驾驶系统在需要驾驶员接管前能够自主驾驶的平均时长。

3.6

接管前运行平均距离 Mean Break Distance to Intervention

车辆辅助驾驶系统在需要驾驶员接管前能够自主驾驶的平均距离。

3.7

车道居中控制 Lane centering control;LCC

实时监测车辆与车道边线的相对位置,持续自动控制车辆横向运动,使车辆始终在车道中央区域行驶。

3.8

导航辅助驾驶 Navigation on Autopilot;NOA

在开通了导航辅助驾驶功能的区域,在导航信息支持下,可对车辆横向和纵向运动进行一体化控制,实现车辆巡航到达导航目的地功能。包含但不限于全车速范围巡航、路口通行及红绿灯控车,汇入汇出主辅路、系统触发换道、绕障等功能

4 评价要求

4.1 样车的调试与整备

- a) 轮胎规格和花纹应符合产品配置定义,轮胎表面花纹深度不应低于新胎花纹深度的90%,胎肩不应有明显的过度磨损。轮胎状态良好且轮胎的生产日期应在一年以内;
- b) 车轮胎压、定位参数调整至设计值;
- c) 对于悬架高度可调的车辆,在进行试验前应将高度调整到越野高度中最常用高度;
- d) 检查底盘各系统功能及连接件紧固情况,调整拧紧力矩至厂家定义值;检查车辆润滑及加注情况,其中燃油箱和散热水箱要求加满;检查车灯、雨刷器和喇叭等。
- e) 检查车辆各传感器及辅助驾驶系统关联部件状态,确保车辆辅助驾驶系统处于正常工作状态

4.2 样车加载

样车在评测工作开始前,按照下述要求进行载荷配置。配重参考GB/T 5910中的重量设置。

- a) 各类车型在评价时的理论载荷状态,详见表1;
- b) 评价人员以表1中的乘坐方式,按照驾驶位——副驾驶位——第二排右侧——第二排左侧——第三排右侧的先后顺序乘坐。缺少乘员的位置,应放置68kg配重;
- c) 评价开始前,按照每车乘员的数量或载货量完成车辆配重的安置,评价人员体重与标准重量68kg之间的差异无需体现在配重当中。

表1 评价样车理论载荷状态

车辆类型	乘坐方式	理论载荷状态
5座车	前2人/后1人	前68kg×2+后68kg×1+行李7kg×3
6座车	前2人/后2人	前68kg×2+后68kg×2+行李7kg×4
7座车	前2人/中2人/后1人	前68kg×2+中68kg×2+后68kg×1+行李7kg×5

双排皮卡	前 2 人/后 1 人/货物	前 $68\text{kg} \times 2 +$ 后 $68\text{kg} \times 1 +$ 货物 = (满载质量-整备质量) $\times 50\%$
单排皮卡	前 2 人/货物	前 $68\text{kg} \times 2 +$ 货物 = (满载质量-整备质量) $\times 50\%$
其他类型	乘客+货物 = (满载质量-整备质量) $\times 50\%$	

4.3 评价场地要求

试验场地应能代表典型的越野环境，并应明确区分：

- a) 非铺装路试验场：应包含砂石路、碎石路、起伏土路、车辙路等典型非铺装路面，路面不平度应满足试验要求，对应路段已采集车辆激活导航辅助驾驶功能所需导航地图数据；
 - b) 无路试验场：应包含沙地、泥地、岩石、陡坡、交叉轴、草地、雪地（或模拟雪地）等多种复杂地形。地质拟真，能够准确还原越野工况中的土壤、岩石、沙子等的成分、含水量等性质，以便提供最接近真实越野工况的地面附着系数。地形拟真，能够准确模拟越野工况的高低起伏程度，并且对于同样地质的越野路面，能够设置不同起伏程度，即不同通过难度的道路，以便评价不同性能定位的车辆。
 - c)

5 评测结果的构成

车辆越野性能的最终评测结果由车辆配置评分、客观测量评分和主观评价评分三部分求和计算出被测车辆越野性能的总分。

式中：

N——车辆越野性能总分，满分2000分；

X——车辆非铺装路面测量评分，总分600分；

Y——无路工况测量评分，总分600分；

Z——主观评价评分，总分800分。

6 非铺装路面工况评价

6.1 评价指标

在非铺装路面工况下，主要评价辅助驾驶系统的连续运行能力。以接管前运行平均时长（MBTI）和接管前运行平均距离（MBDI）作为核心评价指标，在标准环境、夜间无灯光环境、GPS信号屏蔽环境三种环境条件下对车辆车道居中控制（LCC）、导航辅助驾驶（NOA）能力进行评价。

6.2 试验方法

6.2.1 在选定的非铺装路试验路线上，激活车辆的辅助驾驶功能，初始车速设定为 50km/h。

6.2.2 驾驶员双手可轻扶方向盘，但不得主动干预车辆横向及纵向控制，直至发生以下情况之一即视为一次接管（Intervention）：

- a) 车辆发生不可接受的横向偏移，即将驶出可行驶区域；
 - b) 车辆因无法识别路面起伏或障碍物，发生剧烈颠簸或拖底，超出悬架系统正常行程范围；
 - c) 系统主动发出接管请求。

6.2.3 每次试验中，记录从系统激活到发生干预的时刻 T_i 和行驶距离 D_i 。

6.2.4 在同一路况下重复试验不少于3次，实验完成前不进行路面恢复。

6.3 结果计算

6.3.1 接管前运行平均时长 (MBTI) 按公式 (1) 计算:

$$MBTI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i \quad (1)$$

式中:

$MBTI$ —— 接管前运行平均时长, 单位为秒 (s);

n —— 有效试验次数;

T_i —— 第 i 次试验的接管时间。

6.3.2 接管前运行平均距离 (MBDI) 按公式 (2) 计算:

$$MBDI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (2)$$

式中:

$MBDI$ —— 接管前运行平均距离, 单位为米 (m);

D_i —— 第 i 次试验的接管距离。

评价结果汇总详见表 2.

表 2 非铺装路面评价项目

测试环境	道路类型	车辆居中控制 (LCC)		导航辅助驾驶 (NOA)	
		接管前运行平均距离	接管前运行平均时长	接管前运行平均距离	接管前运行平均时长
得分标准		每 1000m 记 1 分, 上限 10 分, 线性差值	每 300s 记 1 分, 上限 10 分, 线性差值	每 1000m 记 1 分, 上限 15 分, 线性差值	每 300s 记 1 分, 上限 15 分, 线性差值
标准环境	砂石路				
	碎石路				
	起伏土路				
	车辙路				
夜间无光环境 ($<10\text{lux}$)	砂石路				
	碎石路				
	起伏土路				
	车辙路				
GPS 信号	砂石路				

屏蔽环境	碎石路				
	起伏土路				
	车辙路				

7 无路工况评价

7.1 评价指标

在无路工况下，主要评价辅助驾驶系统中的蠕行模式能力。

7.2 试验项目及试验方法

7.2.1 稳态精度

稳态精度试验项目主要检验检验蠕行模式在各类平整路况下的速度控制精度和稳定性。在平直干燥铺装路面和各类低附路面上，开启蠕行模式，分别选择低（1km/h）、中（5km/h）、高（12km/h）三个速度档位，每个路况每个档位匀速行驶至少100米。记录设定目标速度、实际平均速度、速度波动范围（最大值-最小值）、速度标准差。

单项满分10分，通过计算设定目标速度与实际平均速度差值，差值每超出0.1 km/h，扣1分。扣完为止。计算公式如下：

$$\text{score}_{\Delta V} = \text{Max}\{0, 10 - 10 * (|\Delta v| - 0.1)\}$$

式中：

Δv ---设定目标速度与实际平均速度差值

评价结果汇总详见表3.

表3 稳态精度评价项目

序号	一级指标	二级指标	速度档位	得分
1	稳态精度	干燥铺装路面	低	
			中	
			高	
2	稳态精度	泥地	低	
			中	
			高	
3	稳态精度	沙地	低	
			中	
			高	
4	稳态精度	草地	低	
			中	
			高	
5	稳态精度	雪地	低	
			中	
			高	

7.2.2 坡道速度保持

坡道速度保持试验项目检验系统在坡度变化时维持设定速度的能力，在坡底以中等速度蠕行模式（5km/h）驶入坡道，保持油门踏板不动，观察车辆在整个上坡过程中的速度变化。在坡顶以中等速度

蠕行模式（5km/h）驶入下坡，观察车辆是否溜车或加速，系统是否能自动施加制动维持车速。记录坡度值、进入坡道时的初始速度、坡中的最低/最高速度、驶出坡道后的恢复速度、速度恢复时间。

单项满分 25 分，计算坡道的速度保持率，速度偏差大于 5%，每超过 1%，扣 1 分，扣完为止。计算公式如下：

$$\text{score_R} = \text{Max}\{0, 25 - 100 \text{Max}\{0, |\frac{v}{v_{\text{set}}} - 1| - 0.05\}\}$$

式中：

v 为坡中的最低/最高速度

v_{set} 为蠕行模式设定速度

评价结果汇总详见表 4.

表 4 坡道速度保持评价项目

序号	一级指标	二级指标	设定速度	最低/最高速度	得分
1	20%坡度	上坡			
2		下坡			
3	40%坡度	上坡			
4		下坡			
5	60%坡度	上坡			
6		下坡			
7	80%坡度	上坡			
8		下坡			
9	100%坡度	上坡			
10		下坡			

7.2.3 滑轮组脱困

滑轮组脱困试验项目检验单侧车轮打滑时，系统的限滑和动力分配能力，以及能否帮助车辆脱困。将车辆两侧驱动轮分别放置在滑轮组上，开启中等速度蠕行模式（5km/h），不踩油门，观察车辆能否自行驶出。记录通过时间、是否需人工干预、打滑车轮的空转速度与接地车轮的转速差。

各指标的参数范围及对应分值，详见表 5，在区间内线性差值。

表 5 滑轮组脱困评价项目

序号	一级指标	二级指标	度量单位	脱困时间	得分
1	滑轮组脱困	左前轮被困	s	>8	0
				5	6
				<3	10
2	滑轮组脱困	右前轮被困	s	>8	0

				5	6
				<3	10
3	滑轮组脱困	左后轮被困	s	>8	0
				5	6
				<3	10
				>8	0
4	滑轮组脱困	右后轮被困	s	5	6
				<3	10
				>8	0
5	滑轮组脱困	左前右后对角轮被困	s	5	9
				<3	15
				>8	0
6	滑轮组脱困	左前右后对角轮被困	s	5	9
				<3	15
				>8	0
7	滑轮组脱困	三轮被困单前轮脱困	s	5	9
				<3	15
				>8	0
8	滑轮组脱困	三轮被困单后轮脱困	s	5	9
				<3	15
				>8	0

7.2.4 长时间工作系统稳定性

该试验项目目的在于检验系统长时间连续工作的可靠性和稳定性。在安全场地内，以中等蠕行速度(km/h)连续行驶20~30分钟后，记录并比较最后5分钟的平均速度与最初5分钟平均速度的比值。

单项满分100分，计算前五分钟与最后5分钟平均速度保持率，速度偏差大于5%，每超过1%，扣10分，扣完为止。计算公式如下：

$$\text{score_}D = \text{Max}\{0, 100 - 100 \text{Max}\{0, |\frac{V_{\text{last}}}{V_{\text{first}}} - 1| - 0.05\}\}$$

式中：

V_{first} 为最初5分钟平均速度

V_{last} 为最后5分钟平均速度

评价结果汇总详见表6。

表6 系统耐久评价项目

序号	一级指标	二级指标	最初5分钟平均速度	最后5分钟平均速度	得分
	系统耐久	/			

8 主观评价

8.1 评分标准

主观评价主要评价越野车辆在辅助驾驶过程中的体验感受，评分标准采用十分制，详见表7。

表7 十分制定义

评分	含义	说明	能感知人群
----	----	----	-------

10	完美的	无可挑剔	无人能察觉
9	优秀的	车辆表现令人信服	专业人员
8	非常好	车辆表现令人满意	
7	好	只在极少数工况下有小问题	
6	基本满意	不完全符合预期	苛刻用户
5	不可接受	不能令人满意	
4	有缺陷	表现令人失望	一般用户
3	明显不足	表现糟糕	
2	有故障	会引起极度不满	
1	安全风险	有安全方面的问题	所有人

8.2 实施方法

8.2.1 每一批样车开始进行主观评价前,建议至少配备6名主观评价人员,以便评价结果样本量充足。每台车进行评价时,至少配备2名主观评价人员。根据4.2样车加载方式,每台车缺少的乘员,使用假人水桶进行加载。同车的乘员还需要在车辆行驶到不易观察路况的地段时,下车作为观察员到前方指挥驾驶员操作车辆,个别评价项目可能需要在车外的观察员予以协助评判。

8.2.2 评价人员必须了解越野相关配置的正确使用方法,必须掌握基本的越野工况驾驶方法,并在此基础上熟悉评价项目的含义。评价人员必须对车辆的性能定位和实际性能表现有正确的理解和认识,谨慎驾驶,不得有猛冲、跳跃等鲁莽驾驶行为,以免发生人、车安全事故。评价道路难度的选择应符合车辆的性能定位,不可选择难度远高于车辆越野性能的道路。评价人员需通过多次、有较高一致性的操作后认真填写附表A.5车辆越野性能主观评价表。

8.2.3 除按照规定评分外,还要求对评价结果加以说明,特别是当评分低于6分以及高于8分时,必须对评价结果加以说明。

8.2.4 由于越野环境较为复杂,每次评价可能无法完成所有项目,未评价项目可以不予以打分。

8.3 评价项目及评价方法

8.3.1 车身运动

车身运动的评价项目包含前后俯仰、车身侧倾、垂向运动、路面复制、横向摆振、对角摇摆、抗制动点头,共计7项,详见表8。

车辆在越野时,车身应尽可能的保持平稳,各种车身运动的幅度、速度都越小越好,以带给车内乘员良好的舒适性。车身运动通常在较为平坦的越野工况中评价,例如表面没有硬化的非铺装道路、平整的戈壁、较平坦的沙漠边缘等地貌。在较大的地形高低落差地点行驶而产生的俯仰、侧倾、横摆等运动,不在车身运动的评价范围内,例如非常崎岖的石块路、起伏连绵的爬山工况不适于评价车身运动。

表8 车身运动评价项目

1	二级指标	车身运动
1.1	二级指标	前后俯仰
1.2		车身侧倾
1.3		垂向运动
1.4		路面复制
1.5		横向摆振
1.6		对角摇摆
1.7		抗制动点头

8.3.2 振动

振动包含转向打手、麻振、系统共振(喘振感)、路面过滤(颤振感)、路面扫描(麻刺感),共计4项,详见表9。

振动主要评价车辆在越野时,车内乘员从方向盘、换挡杆、座椅、地板、中央扶手、车门扶手等身体能够触碰的各个车身部位所感受到的振动。在不同的越野工况中,评价人员能够感受到的振动类型会

有所不同，例如沙漠中大部分地区表层沙质松散，轮胎触感柔和，通常不会触发颤振感、麻刺感。但当行驶到表层松散沙质极浅、下层为硬实土壤的沙漠地区时，则可能会感受到颤振感与麻刺感。因此，无论在何种越野工况中，评价人员都应对所有类型的振动感予以注意与评价。如评价过程中确实未触发过某类振动，对于该项目可不予评价。

表 9 振动评价项目

2	二级指标	振动
2.1	二级指标	转向打手、麻振
2.2		系统共振（喘振感）
2.3		路面过滤（颤振感）
2.4		路面扫描（麻刺感）

8.3.3 冲击

冲击包含大冲击强度、大冲击声音品质、小冲击强度、小冲击声音品质、限位特性，共计5项，详见表10。

冲击感可在几乎任何类型的越野工况中感受到。越野工况通常极为颠簸，易引起大冲击，甚至损坏车辆。评价人员应合理控制车速，在不损坏车辆的前提下评价冲击感。

表 10 冲击评价项目

3	二级指标	冲击
3.1	二级指标	大冲击强度
3.2		大冲击声音品质
3.3		小冲击强度
3.4		小冲击声音品质
3.5		限位特性

8.3.4 NVH

NVH包含传动系噪声、制动噪声、座舱振动噪声、车身挤压噪声、波鼓噪声、底盘异响，共计6项，详见表11。

NVH性能指车辆在越野工况中，表现出的噪音控制能力。在越野工况中，通常会在以下几种情况中触发噪音：

传动系噪声：主要评价当分时四驱进行两驱与四驱切换时，或者前后轴差速锁进行锁止与分离动作时，可能发出的撞击声的大小。其他任何传动系统部件在越野工况中发出的噪音评价均适于该评价项。

制动噪音：在攀岩、下陡坡等需要精细控制制动的工况中，轮边制动系统可能发出摩擦噪音。在其他越野工况中遇到的制动系统所发出的噪音均适于该评价项。

座舱振动噪声：当车辆在越野工况中的车速达到约10km/h以上车速后，座舱内的各个部件可能会因强烈的路面颠簸而引发振动，该项目针对座舱内部部件是否发出令人不适的振动噪声进行评价。

车身挤压噪声：车辆在非常崎岖的越野环境中，当车辆出现“交叉轴”工况（即斜对角的两个车轮向上运动、另两个车轮向下运动）时，车身受到扭转力矩，容易引发噪声。其他任何越野工况中，车身所发出的噪声也均适用于该评价项。

波鼓噪声：当车辆在非铺装路面上，以约10km/h以上的车速行驶时，路面颠簸可能引发波鼓噪声。

底盘异响：在任何越野工况中，底盘、悬架发出的异响均适用于该评价项。

表 11 NVH 评价项目

4	二级指标	NVH
4.1	二级指标	传动系噪声

4. 2		制动噪声
4. 3		座舱振动噪声
4. 4		车身挤压噪声
4. 5		波鼓噪声
4. 6		底盘异响

8.3.5 转向性能

转向性能包含转向传动比、转向虚位/卡滞、换向力感平顺性、力矩梯度-速度、力矩梯度-角度、原地转向力、转向限位，共计7项，详见表12。

在任何类型的越野工况中，均可以对车辆的转向性能进行评价。通常情况下，在越野时，驾驶员对转向性能的需求方向大致如下：

转向传动比：转向传动比应适中。转向过于灵敏，将不利于驾驶员在狭窄地区通行时微调方向；转向灵敏度过低，在蜿蜒的越野道路上，驾驶员需要频繁地、大转角地左右变换方向，容易引起抱怨。

越野时对中位感的需求通常不高，允许存在一些虚位，但不应存在转向卡滞现象。转向卡滞会在越野时让驾驶员对地形产生误判，可能误认为车驶上了地面隆起。

方向盘在进行左右换向时，力矩转换应尽可能平顺。当车轮位于地面凹陷、隆起等处时，车轮方向变化引起的方向盘力反馈变化，应体现在方向盘手力感知上，但力矩的变化不宜过大。

越野时，通常需求方向盘力矩较为平直，力矩的大小不应与车辆速度、方向盘角度有明显关联。且无论是在行驶中还是在停在原地，方向盘力矩大小建议应保证可以单手转动方向盘。

表 12 转向性能评价项目

5	一级指标	转向性能
5. 1	二级指标	转向传动比
5. 2		转向虚位/卡滞
5. 3		换向力感平顺性
5. 4		力矩梯度-速度
5. 5		力矩梯度-角度
5. 6		原地转向力
5. 7		转向限位

8.3.6 循迹性

循迹性包含直行稳定性、沟槽敏感性、转向循迹性、横向斜坡下滑，共计4项，详见表13。

在越野工况中，同样也需要车辆具备较为良好的循迹性能。无论是在直线行驶还是在弯道转向，都不希望车辆的行驶轨迹和行驶方向明显的偏离驾驶员的预期。通常，驾驶员对车辆循迹性的需求如下：

- a) 在较为平坦的泥泞、松散砂石路面上直线加速行驶时，若为中小油门开度，车辆不应感受到明显的横摆运动；若为全油门开度，车辆左右横摆幅度和横摆速度应较小，且易于修正；
- b) 遇到纵向沟槽、车轮向沟槽内滚动时，车辆的滑落、横摆感觉应尽可能柔和；
- c) 车辆在转向过程中，行驶轨迹应符合驾驶员预期；
- d) 当车辆横向通过斜坡时，车辆会自然地在行驶过程中向坡道下方偏移、滑落。通常希望车辆的偏移、滑落幅度尽可能小，驾驶员稍作方向修正，即可在斜坡的横向方向保持直行。

表 13 循迹性评价项目

6	一级指标	循迹性
6. 1	二级指标	直行稳定性
6. 2		沟槽敏感性

6. 3	转向循迹性
6. 4	横向斜坡下滑

8.3.7 弯道性能

弯道性能包含侧倾角度、侧倾速度、侧倾收敛性、不足转向度、弯中再转向特性、弯中再转向特性、弯道加/减速特性，共计6项，详见表14。

越野工况中的弯道性能，需要在平坦的、能够以20km/h及以上车速行驶的非铺装路面进行评价。通常情况下，无路工况的车速很低、且道路崎岖，无法良好的评价弯道性能。

由于越野型车辆需要较大的悬架行程，且为继续增强通过性，稳定杆可能被驾驶员手动拆除或通过专用机构主动失效，因此车辆的侧倾角度和侧倾速度会较大，这对于越野型车辆是正常的且可以接受的，但不应有令人不安的侧倾回正超调现象。

车辆在弯道中，通常希望处于不足转向的状态，在附着系数较低的非铺装路面上，偏过度转向将影响行驶安全性。无论车辆为前轮驱动、后轮驱动、四轮驱动，当在弯道中加速时，都希望车辆的不足转向程度略有增加，不会出现明显的冲向弯道外侧的现象。但后轮驱动、四轮驱动此类后轴有驱动力的车辆，在加速时有出现过度转向的趋势，如过度转向程度是可控的，则此现象是可以接受的。当车辆在弯道中减速时，通常希望车辆保持行驶轨迹，不应出现突然转向弯道内侧（转弯半径减小）或冲向弯道外侧（转弯半径增大）的现象。

表 14 弯道性能评价项目

7	一级指标	弯道性能
7. 1	二级指标	侧倾角度
7. 2		侧倾速度
7. 3		侧倾收敛性
7. 4		不足转向度
7. 5		弯中再转向特性
7. 6		弯道加/减速特性

8.3.8 制动性能

制动性能包含制动踏板感、制动减速速度、制动稳定性、坡道驻车能力，共计4项，详见表15。

在任何类型的越野工况中，均可以对制动性能进行评价。对于越野型车辆，通常需要制动踏板行程、制动踏板力以及制动减速速度三者之间的关系非常线性。在踩踏制动踏板的过程中，随着踩踏行程的增加，制动踏板力、制动减速速度不应有明显的突然增大，否则驾驶员将很难平稳的控制车速。尤其在越野工况中，车辆几乎始终处于颠簸起伏的状态，驾驶员肢体也会不自主地晃动，而不线性的制动踏板会因肢体晃动导致制动力的不稳定，车速忽快忽慢。

坡道驻车能力不仅评价驻车制动系统的驻坡效果，同时也需要驾驶员对行车制动系统在坡道上驻车能力进行评价。行车制动应能将车辆稳定的停止在坡道上，且驾驶员不需要非常用力踩踏踏板。

表 15 制动性能评价项目

8	一级指标	制动性能
8. 1	二级指标	制动踏板感
8. 2		制动减速速度
8. 3		制动稳定性
8. 4		坡道驻车能力

8.3.9 动力性能

动力性能包含加速踏板感、动力响应性、动力稳定性、低速动力性、高速动力性、爬坡动力性，共计6项，详见表16。

在任何越野工况中都需要对动力性能进行评价。与制动踏板相类似，在越野时通常希望油门踏板行程与动力输出之间的关系非常线性。在沙漠、岩石等工况中，过于灵敏且突然地动力输出，极容易使车轮突破附着极限发生高速滑转，进而丧失前进的动力。同时，输出动力的大小应尽可能平稳，在同样油门开度下，不应因路面干扰等因素产生明显的动力输出变化。

在非常崎岖颠簸的极低车速工况中，驾驶员需评价车辆在低车速时动力输出的大小。在较平坦的非铺装路面、较平坦的沙漠边缘等可以达到中高车速的工况中，驾驶员需评价车辆在中高车速的动力输出效果。在攀岩等爬陡坡的过程中，需评价车辆在不同角度坡道上的动力输出效果。需要注意的是，动力性能主要评价动力总成输出到轮边的驱动力的效果，而非对轮胎附着力的评价。因此对动力性能的评价，通常需要选择附着系数相对较高的地点，避免过多的轮胎滑转影响对动力性的判断。

表 16 动力性能评价项目

<u>9</u>	一级指标	动力性能
9.1	二级指标	加速踏板感
9.2		动力响应性
9.3		动力稳定性
9.4		低速动力性
9.5		高速动力性
9.6		爬坡动力性

8.3.10 传动性能

传动性能包含齿比合理性、换挡忙乱度、换挡平顺性、中央差速锁便利性、轴上差速锁便利性，共计5项，详见表17。

传动性能主要对变速器、分动器、差速锁等传动系统部件进行评价。

齿比合理性——需要驾驶员在全部的评价路段中，评价各挡位之间的齿比关系是否合理。例如升档后，发动机转速是否降低过多导致动力性下降明显；减挡后，发动机转速是否过高、产生引擎制动效果，导致车速明显降低。

换挡忙乱度——该项目常用于评价自动变速器的表现。越野工况中，如车速变化不大，但变速器频繁切换挡位，车辆的动力性将变得忽高忽低、车速忽快忽慢，使得行驶平顺性下降。手动挡车型也可以评价该项目，如某车变速器各档位齿比较密集，车辆的动力性会较好，但各挡位的最高车速也较低，导致在加减速过程中，驾驶员需要频繁切换挡位。如果各档位齿比较稀疏，各挡位的最高车速会较高，加减速过程中，驾驶员换挡频率相对较低，但车辆的动力性也会相对较差。

中央差速锁/轴上差速锁便利性——该项目主要评价中央和轴上差速锁的挂入、摘出是否方便；电控系统是否可以快速完成差速锁的摘挂动作。差速锁如果便利性不足，经常发生挂不进、摘不出的问题，会迫使驾驶员耗费大量时间在原地处理问题，这在很大程度上影响越野驾驶时的整体前进速度以及用户体验。

表 17 传动性能评价项目

<u>10</u>	一级指标	传动性能
10.1	二级指标	齿比合理性
10.2		换挡忙乱度
10.3		换挡平顺性
10.4		中央差速锁便利性
10.5		轴上差速锁便利性

8.3.11 通过性

通过性包含底盘通过性、悬架行程感、轮胎附着力、车轮滑转控制、前后轴的动力分配、左右轮的动力分配，共计6项，详见表18。

底盘通过性——该项主要指车辆的几何通过性，接近角、离去角、通过角、最小离地间隙等是车辆几何通过性的最基本参数。但这些参数只是描述车辆的几个特征点位的空间几何位置，并不能完全代表整个车身、底盘在越野时躲避障碍的能力。因此该评价项主要目的是让驾驶员在实际越野环境中，对车辆的底盘通过性进行主观评判。如果某车型的几何通过性客观参数数值并不比其他车型更有优势，但其通过对前后保险杠的造型、车身底板或车架的结构优化设计，使其在越野行驶过程中，车辆的四边角落不易剐蹭地面、底盘平整没有突出物不易发生钩挂等优良表现，则该车的底盘通过性在主观使用感受上是优秀的。

悬架行程感——主要评价车辆在越野过程中，是否感受到能够充分利用车辆的悬架行程。如某车型在越野时，经常感受到某个车轮出现了离地现象，难以保持四个车轮同时接触地面，那么无论该车的悬架行程实测数据如何，仍不能在该项目中获得较好评分。

轮胎附着力——轮胎附着力主要评价轮胎在各种类型的越野路面上，是否都能获得较好的附着效果，其中包含轮胎的纵向附着力和横向附着力。如果某轮胎产品，虽然能提供良好的纵向附着力用于驱动，但横向附着力弱、易使车辆发生横摆，那么在给予此项目评分时需要考虑上述问题。

车轮滑转控制——该项目的评价主要针对轮边制动系统的电控限滑功能（如多地形驾驶辅助系统）以及机械限滑差速器的限滑能力。在越野工况中遇到个别车轮失去附着力而滑转、如果电控限滑功能并未对滑转车轮施加有效的制动来迫使动力传递到另一侧车轮，或者限滑差速器并未有效的限制滑转、传递动力，使得车辆脱困困难，那么该项目评分将受到影响。

前后轴/左右轮的动力分配——与“车轮滑转控制”相关，但主要对动力的实际分配效果进行评价。当车轮出现滑转后，电控或机械的轴间/轮间限滑装置开始工作，但如果并未对动力进行有效分配，着地车轮获得的动力不足，车辆前进缓慢或者无法前进，则改项目评分将受到影响。

表 18 通过性评价项目

11	一级指标	通过性
11.1	二级指标	底盘通过性
11.2		悬架行程感
11.3		轮胎附着力
11.4		车轮滑转控制
11.5		前后轴的动力分配
11.6		左右轮的动力分配

8.3.12 驾驶感知

驾驶感知包含视野范围、方向盘按键误触、功能操作便利性、侧窗观察便利性、传感器误报干扰、左脚制动控制、座椅舒适性、座椅侧向支撑、陡坡乘坐下滑、上下车便利性，共计10项，详见表19。

车辆越野性不仅体现在悬架、动力等系统的设计上，座舱内部设计也对驾驶员在越野时的驾驶体验有着很大程度的影响。

视野范围——该项目需要驾驶员在不影响方向盘、踏板使用的前提下，将座椅坐姿尽可能调到最高后，对其能观察到的前方和左右方向的视野范围进行评价。

方向盘按键误触——越野驾驶时通常需要左右快速、大幅转动方向盘，或者单手转动。在此过程中很容易误触方向盘辐条上的按键。某些越野型车辆会将方向盘按键位置设计的尽可能不妨碍驾驶员转动方向盘，甚至不在方向盘上设计任何按键。

功能操作便利性——指越野相关功能的使用是否方便、清晰。如果评价样车的差速锁控制、分动器控制、多地形驾驶辅助系统控制、悬架姿态控制等功能在车机当中放置的位置较深、较分散，操作不便利，或者相关功能无法按照驾驶员意愿进行搭配，则该项目评分较低。

侧窗观察便利性——在通过一些狭窄地段时，驾驶员常需要将头部伸出左侧车窗以便观察左侧车轮或车身与障碍物之间的距离。如车辆的车窗下沿位置较高、座位距离车窗位置较远、车门较厚，则驾驶员通过车窗观察将变得非常不便利，甚至无法观察到车轮或车身边缘的情况，上述情况将使该项目评分较低。

传感器误报干扰——指驾驶过程中是否存在由于越野地形与铺装路面存在较大差异而导致的传感器持续性误报警对驾驶员造成干扰，评价传感器报警是否在越野工况下能够正常有效工作且不干扰驾驶员驾驶车辆。

左脚制动控制——在攀岩、下陡坡等工况中，有经验的驾驶员会使用左脚制动技巧。而实施左脚制动，则需要制动踏板位置设计的尽可能偏向车辆左侧。以及当左脚踩踏制动踏板时，左脚脚跟是否仍能着地，以便为身体提供支撑。如需要抬起左腿，左脚以悬空状态踩踏制动，则在向下攀岩、下陡坡等工况时，驾驶员身体没有足够的支撑，可能使驾驶员向前滑出座位。

座椅舒适性——在越野工况时，评价座椅是否能够有效吸收各种振动。

座椅侧向支撑——评价当车辆行驶在侧向斜坡、左右摇晃幅度较大的路段时，座椅的侧向支撑是否能够把驾驶员保持在居中的位置，而不是滑到座位边缘。

陡坡乘坐下滑——主要评价车辆在下陡坡时，座椅的椅面是否能提供足够的摩擦力，让驾驶员不会向下滑出座位。

上下车便利性——越野型车辆因通常离地间隙、车身姿态都较高，上下车较为不便，该评价项主要评价上下车时踏步高度、双手抓握位置等是否轻松、便利。例如具备侧踏板杠的车辆会便于用户上下车，其中隐藏式电动侧踏板杠相比较非隐藏式，对车辆的通过性影响更小。

表 19 驾驶感知评价项目

<u>12</u>	<u>一级指标</u>	<u>驾驶感知</u>
12. 1	二级指标	视野范围
12. 2		方向盘按键误触
12. 3		功能操作便利性
12. 4		侧窗观察便利性
12. 5		传感器误报干扰
12. 6		左脚制动控制
12. 7		座椅舒适性
12. 8		座椅侧向支撑
12. 9		陡坡乘坐下滑
12. 10		上下车便利性

8.3.13 主观评价评分

所有主观评价人员的评分记入附录表A.5车辆越野性能主观评价表。

每位主观评价人员需综合各项二级指标的评价分值为对应的一级指标给出综合评价分值。而该样车的主观评价一级指标的最终结果，将由每位主观评价人员给出的一级指标分值相加求平均获得，并在此基础上乘以1.5的系数值。

$$Z_{\text{总}} = \frac{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_{12}}{7} \times 8 \quad (1)$$

式中： Z_1 、 Z_2 、……、 Z_n 分别为评测样车的各项主观评价分项所获得的对应分数。

9 车辆性能分级方法

当被测车辆完成上述全部评测项目后，按照下述方法归入对应的性能级别，详见表20。

表 20 车辆智能驾驶分级说明

能源形式	车身类型	车辆级别	级别	分值区间
插电式混合动力/ 增程式/纯电动 /.....	SUV / 皮卡 /	小型/紧凑型/中型/ 中大型/大型	5 星	1800——2000
			4 星	1500——1800
			3 星	1100——1500
			2 星	600——1100
			1 星	0——600

例如，某一中型SUV最终获得1850分，则该车最终评定结果为“中型SUV组5星越野性能”。

附录 A
(资料性)
信息记录表

A. 1 样车信息记录表**表 A. 1 评测样车信息表**

车辆信息	品牌与车型							
	VIN 码							
整车基本参数	整备质量(kg)							
	整备轴荷 (kg)	前	左		总		右	
后		左		总		右		
	动力总成	发动机/电动机型号						
变速箱		<input type="checkbox"/> 手动		<input type="checkbox"/> 自动		挡位数量_____		
驱动方式		<input type="checkbox"/> 后驱 <input type="checkbox"/> 分时四驱 <input type="checkbox"/> 适时四驱 <input type="checkbox"/> 全时四驱 <input type="checkbox"/> 电控四驱						
前轴电机		有 / 无		功率		扭矩		
后轴电机		有 / 无		功率		扭矩		
动力电池		电量_____%		总容量_____				
悬架	轮眉至地面高度	前	左		右			
		后	左		右			
车轮	轮胎品牌/系列							
	轮胎规格/胎压		前		后			
	轮胎生产日期							
	轮胎品质标识		TW		TRC		TEMP	
	轮胎花纹		(附照片)					
	前轮定位角	车轮外倾	左		右			
		主销后倾	左		右			
		主销内倾	左		右			
		前束	左	总		右		
	后轮定位角	车轮外倾	左		右			
前束		左	总		右			
制动	制动器类型		前		后			
辅助控制	制动防抱死(ABS)		<input type="checkbox"/> 是		<input type="checkbox"/> 否			
	牵引力控制(ASR/TCS)		<input type="checkbox"/> 是		<input type="checkbox"/> 否			
	车身稳定控制(ESC/ESP)		<input type="checkbox"/> 是		<input type="checkbox"/> 否			
注: _____								

A. 2 评价场地信息记录表

表 A.2 评价场地信息记录表

日期		记录人	
天气		地质类型	
地点		路段代号	
路段照片			描述

A.3 车辆越野性能主观评价表

表 A.3 车辆越野性能主观评价表

项目级别		评价项目	车辆 1	车辆 2	评语
1	一级指标	车身运动			
1.1	二级指标	前后俯仰			
1.2	二级指标	车身侧倾			
1.3	二级指标	垂向运动			
1.4	二级指标	路面复制			
1.5	二级指标	横向摆振			
1.6	二级指标	对角摇摆			
1.7	二级指标	抗制动点头			
2	一级指标	振动			
2.1	二级指标	转向打手、麻振			
2.2	二级指标	系统共振（喘振感）			
2.3	二级指标	路面过滤（颤振感）			
2.4	二级指标	路面扫描（麻刺感）			
3	一级指标	冲击			
3.1	二级指标	大冲击强度			
3.2	二级指标	大冲击声音品质			
3.3	二级指标	小冲击强度			
3.4	二级指标	小冲击声音品质			
3.5	二级指标	限位特性			
4	一级指标	NVH			
4.1	二级指标	传动系噪声			
4.2	二级指标	制动噪声			
4.3	二级指标	座舱振动噪声			
4.4	二级指标	车身挤压噪声			
4.5	二级指标	波鼓噪声			
4.6	二级指标	底盘异响			
5	一级指标	转向性能			
5.1	二级指标	转向传动比			
5.2	二级指标	转向虚位/卡滞			
5.3	二级指标	换向力感平顺性			
5.4	二级指标	力矩梯度-速度			
5.5	二级指标	力矩梯度-角度			
5.6	二级指标	原地转向力			
5.7	二级指标	转向限位			
6	一级指标	循迹性			
6.1	二级指标	直行稳定性			
6.2	二级指标	沟槽敏感性			
6.3	二级指标	转向循迹性			
6.4	二级指标	横向斜坡下滑			

表 A.3 车辆越野性能主观评价表（续）

7	一级指标	弯道性能			
7.1	二级指标	侧倾角度			
7.2	二级指标	侧倾速度			
7.3	二级指标	侧倾收敛性			
7.4	二级指标	不足转向度			
7.5	二级指标	弯中再转向特性			
7.6	二级指标	弯道加/减速特性			
8	一级指标	制动性能			
8.1	二级指标	制动踏板感			
8.2	二级指标	制动减速度			
8.3	二级指标	制动稳定性			
8.4	二级指标	坡道驻车能力			
9	一级指标	动力性能			
9.1	二级指标	油门踏板感			
9.2	二级指标	动力响应性			
9.3	二级指标	动力稳定性			
9.4	二级指标	低速动力性			
9.5	二级指标	高速动力性			
9.6	二级指标	爬坡动力性			
10	一级指标	传动性能			
10.1	二级指标	齿比合理性			
10.2	二级指标	换挡忙乱度			
10.3	二级指标	换挡平顺性			
10.4	二级指标	中央差速锁便利性			
10.5	二级指标	轴上差速锁便利性			
11	一级指标	通过性			
11.1	二级指标	底盘通过性			
11.2	二级指标	悬架行程感			
11.3	二级指标	轮胎附着力			
11.4	二级指标	车轮滑转控制			
11.5	二级指标	前后轴的动力分配			
11.6	二级指标	左右轮的动力分配			
12	一级指标	驾驶感知			
12.1	二级指标	视野范围			
12.2	二级指标	方向盘按键误触			
12.3	二级指标	功能操作便利性			
12.4	二级指标	侧窗观察便利性			
12.5	二级指标	挡杆布置			
12.6	二级指标	左脚制动控制			
12.7	二级指标	座椅舒适性			
12.8	二级指标	座椅侧向支撑			
12.9	二级指标	陡坡乘坐下滑			
12.10	二级指标	上下车便利性			
参评人					

参 考 文 献

[1] XXXXXXXX
