



团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

新能源越野车驱动系统评价规范

Evaluation specification for driving system of new energy off-road vehicles

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国汽车工业协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评价基本原则	3
5 评价基本条件	3
6 评价内容	3
7 评价方法与程序	5
8 评价体系	10
附录 A（资料性） 路面种类的定义	12
附录 B（资料性）	13
附录 C（规范性） 新能源越野车驱动系统的评价体系	16

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这些专利的责任。

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研发总院、北京汽车研究总院有限公司、浙江大学、北京新能源汽车股份有限公司、中机科（北京）车辆检测工程研究院有限公司、常州库博德新能源科技有限公司、极氪汽车（宁波杭州湾新区）有限公司、杭州杰途传动部件有限公司、江西五十铃汽车有限公司、江西乾元机械制造有限公司、北京海纳川汽车部件股份有限公司、杭州腾励传动科技股份有限公司、重庆理工大学、江苏麦吉易威电动科技有限公司、韶能集团韶关宏大齿轮有限公司、精进电动科技股份有限公司、湖北北辰传动系统技术有限公司、广西大学、广西科技大学、昆明理工大学、上海工程技术大学、陕西法士特汽车传动集团有限责任公司、悦野文化传播（北京）有限公司。

本文件主要起草人：罗建武、顾明磊、朱绍鹏、程诚、田珊、杨建强、张辉、李玮、高健、李凯、黄振、刘文海、王朋荣、杨欢、于江、马祖国、何君正、代洪波、赵挺、李智威、涂伟、徐海明、宫雨、王兆辉、付小青、沈海、郭栋、李明、施刚、刘业、姜文、邱显平、李娇、曹阳、徐强、文小虎、熊辉、陈勇、陆雨薇、李勇滔、李耀平、陈贵升、龚航、郭辉、王岩松、刘宁宁、刘强、任帅、王蕊、孙雪梅、李锦隆。

新能源越野车驱动系统评价规范

1 范围

本文件规定了新能源越野车型的驱动系统的基本性能要求及评价方法。

本文件适用于由电驱动系统作为动力来源的新能源越野车型，包括驱动电机系统和将电能转换到机械能的相关操纵装置。

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 4365-2003 电工术语 电磁兼容
- GB/T 12534 汽车道路试验方法通则
- GB/T 12678 汽车可靠性行驶试验方法
- GB/T 15089-2001 机动车辆及挂车分类
- GB/T 18385-2005 电动汽车 动力性能 试验方法
- GB/T 18488.1-2015 电动汽车用驱动电机系统 第一部分：技术条件
- GB/T 18488.2-2015 电动汽车用驱动电机系统 第二部分：试验方法
- GB/T 19596-2017 电动汽车术语
- GB/T 29259-2012 道路车辆 电磁兼容术语
- GB/T 29307 电动汽车用驱动电机系统可靠性试验方法
- GB/T 31466 电动汽车高压系统电压等级
- GB/T 36282-2018 电动汽车用驱动电机系统电磁兼容性要求和试验方法
- QC/T 1132-2020 电动汽车用电动动力系统噪声测量方法

3 术语和定义

GB/T 19596-2017、GB/T 18488.1-2015、GB/T 29259-2012、GB/T 4365-2003界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

驱动系统 propulsion system

汽车启动后，能够依据驾驶员的操作指令给汽车提供驱动力的系统。[来源：GB/T 19596-2017

3.1.2.1.3]

3.2

驱动电机系统 drive motor system

驱动电机、驱动电机控制器及其工作必需的辅助装置的组合。[来源：GB/T 18488.1-2015 3.1]

3.3

输入输出特性 input & output characteristic

表征驱动电机、驱动电机控制器或驱动电机系统的转矩、转速、功率、效率、电压、电流等参数间的关系。[来源：GB/T 18488.1-2015 3.7]

3.4

额定转速 rated speed

额定功率下电机的最低转速。[来源：GB/T 19596-2017 3.2.5.4]

3.5

额定电压 rated voltage

直流母线的标称电压。[来源：GB/T 18488.1-2015 3.5]

3.6

额定功率 rated power

在额定条件下的输出功率。[来源：GB/T 19596-2017 3.2.5.1]

3.7

峰值扭矩 peak torque

电机在规定的持续时间内允许输出的最大转矩。[来源：GB/T 19596-2017 3.2.5.6]

3.8

峰值功率 peak power

在规定的持续时间内，电机允许的最大输出功率。[来源：GB/T 19596-2017 3.2.5.3]

3.9

转速响应时间 respond time of speed

驱动电机控制器从接收到指令信息开始至第一次达到规定容差范围的期望值所经过的时间。[来源：GB/T 18488.1-2015 3.12]

3.10

转矩响应时间 respond time of torque

驱动电机控制器从接收到指令信息开始至第一次达到规定容差范围的期望值所经过的时间。[来源：GB/T 18488.1-2015 3.11]

3.11

电机控制器最大工作电流 controller maximum current

能达到并能承受的驱动电机控制器工作电流最大值。[来源：GB/T 18488.1-2015 3.17.3]

3.12

转速控制精度 speed control accuracy

转速实际值与转速期望值的最大稳态偏差，或转速实际值与转速期望值的最大稳态偏差占转速期望值的百分比。[来源：GB/T 18488.1-2015 3.10]

3.13

转矩控制精度 torque control accuracy

转矩实际值与转矩期望值的最大稳态偏差，或转矩实际值与转矩期望值的最大稳态偏差占转矩期望值的百分比。[来源：GB/T 18488.1-2015 3.11]

3.14

等效实车加速性 Equivalent vehicle acceleration

电动汽车的加速性能，用汽车从速度V1加速到V2所需的最短时间来表征。

3.15

NVH性能 NVH performance

驱动电机在运行过程中对外表现出的噪声、振动与声振粗糙度(NVH:Noise、Vibration、Harshness)。

3.16

电磁安全性 electromagnetic safety

驱动电机系统在电磁环境中能正常工作且不影响其他车辆、系统/部件正常工作的能力。

3.17

电磁辐射发射 electromagnetic radiation emission

驱动电机系统在运行过程中以电磁波的形式向外发射电磁能的现象。[来源：GB/T 29259-2012 3.19、3.20]

抗扰度 Immunity to interference

驱动电机系统面临电磁骚扰不降低运行性能的能力。[来源：GB/T 4365-2003，定义161-01-20]

低附着路面 low adhesion road surface

泥地/雪地/冰面等地面附着系数低的路面，汽车在这种路面上行驶时轮胎容易打滑。

越野性能 Off-road performance

越野性能是指车辆在复杂地形、艰难条件下行驶和通过障碍物的能力。它衡量了车辆在野外、非铺装道路以及崎岖、泥泞、沙漠等恶劣环境中的表现。

甲扭曲路面 twisted road surface

一种汽车专用试验场常用车道，用于对车辆的整体性能进行测试。由左右两排互相交错分布的凸块组成，高度差超过400mm的扭曲路面。

3.18

岩石路面 rocky road

结合附录A资料，主要由粒径较大的岩石构成的路面，典型地点是山地表面裸露的岩石和河岸的岩石区域，是测试越野车性能的常用路面工况。

3.19

泥泞路面 muddy road

结合附录A资料，主要由粒径小于沙的粘土构成，路面含有水分。特征是车辆行驶会造成地面变形和车辙。干燥时则地面变形少，类似未铺装的公路或土路，是测试越野车性能的常用路面工况。

3.20

沙地路面 sandy road

结合附录A资料，主要由粒径大小0.02mm-2mm的砂构成的路面，典型地点是沙漠和沙滩。特征是会因车辆行驶而变形并产生车辙，但车辙可被风和雨水抹去，是测试越野车性能的常用路面工况。

3.21

电机功率密度 motor power density

电机功率密度是指单位体积或单位重量的电机所能输出的最大功率。

4 评价基本原则

4.1 科学性

评价内容、评价指标体系的设置科学、合理，评价过程公开、规范。

4.2 系统性

各评价指标构成一个可系统反应驱动总成特性的完整体系。

4.3 有效性

评价数据真实可行，具有代表性和时效性。

5 评价基本条件

评价基本条件：属于M1、M2型带差速锁的越野新能源车。

6 评价内容

6.1 动力加速性评价

6.1.1 输入输出特性

驱动电机系统的输入输出特性应符合产品技术文件的规定。重点关注与加速性能相关的峰值转矩、峰值功率、转速控制精度、转矩控制精度、转速响应时间、转矩响应时间及电机控制器的最大工作电流和电机功率密度等要素。

6.1.2 等效实车加速性

实车0~50km/h加速时间（s）、50km/h~80km/h加速时间（s）、0~100km/h加速时间（s）应不大于制造商与用户协商确定的值。

6.2 能效经济性评价

6.2.1 静态-高效区间

额定电压下，驱动电机系统的高效工作区（效率不低于85%）占总工作区的百分比应满足产品技术文件规定。

6.2.2 动态-工况效率

额定电压下，驱动电机系统在所有工况中的最高效率应不低于制造商与用户协商确定的值。

额定电压下，在车速60km/h对应的电机转速工况下的驱动电机系统最低效率应不低于制造商与用户协商确定的值。

6.3 NVH 性能评价

驱动电机系统的噪声与振动水平应符合产品技术文件的规定。

6.4 故障可靠性评价

驱动电机系统的可靠性应满足标准 GB/T 29307 中的规定。

6.5 电磁安全性评价

6.5.1 电磁辐射发射

驱动电机系统的电磁辐射发射限值应满足标准 GB/T 36282-2018 4.1中的规定。

6.5.2 抗扰度

驱动电机系统的抗扰度应满足标准 GB/T 36282-2018 4.2中的规定。

6.6 越野性能评价

6.6.1 驱动电机系统越野性能系统级评价

模拟典型的越野场景，通过总成台架试验对驱动电机系统的越野性能进行评价。

6.6.1.1 路面激励振荡

模拟车辆在砾石路面行驶时场景。

6.6.1.2 低附着力路面

模拟车辆在泥泞/雪地/任何轮胎路面摩擦系数变低且车轮可能打滑的情况下行驶时场景。

6.6.1.3 岩石路

模拟车辆在岩石等路面，低速情况下需要高扭矩以推动自身越过巨石的场景。

6.6.1.4 沙丘

模拟车辆在沙丘上的V型道路上行驶的场景。

6.6.1.5 爬坡

模拟车辆从静止状态开始爬坡100%的情况，并逐渐将车速提高至20 km/h的场景。

6.6.1.6 主动弱磁

模拟车辆在砾石路、硬雪路面等相对平整路面上高速全油门加速行驶的场景。

6.6.2 驱动电机系统越野性能整车级评价

通过以下七个整车试验，进一步对驱动电机系统的越野性能进行评价。

6.6.2.1 甲扭曲路面

扭曲路面用于测试电驱动大负荷典型工况，扭曲路面运行过程左右车轮的负载非一致性，可以测试电驱动四驱性能。

6.6.2.2 大角度爬坡

大角度坡道用于测试电驱动低速大负荷工况，爬坡时载荷转移，尤其考核后电驱动性能。

6.6.2.3 高速大负载

拖拽能力是验证动力性能大负载测试的一种常用测试方法，采用拖拽测试进行高速大负载测试可以验证车辆高速大负载稳定输出特性。

6.6.2.4 极限越障

垂直越障能力是衡量其越野通过性的重要指标之一，在良好路面上通过一固定高度的垂直台阶，连续的极限垂直越障是评价电驱动系统大扭矩的输出可靠性指标试验。

6.6.2.5 岩石路面

岩石路面是典型的越野工况，通过测试车辆在通过岩石路面时输出的最大转矩，考核电驱动系统在越野工况下的转矩输出能力。

6.6.2.6 泥泞路面

泥地路面是典型的越野工况，通过测试车辆在通过泥泞路面时输出的最大转矩，考核电驱动系统在越野工况下的转矩输出能力。

6.6.2.7 沙地路面

沙地路面是典型的越野工况，通过测试车辆在通过沙地路面时能达到的最高车速及最大输出转矩，考核电驱动系统在越野工况下的防滑控制动态性能及转矩输出能力。

7 评价方法与程序

7.1 动力加速性评价

7.1.1 输入输出特性

- a) 进行驱动电机输出特性试验时，按照 GB/T 18488.2-2015 中第 7 节中的规定进行试验。
- b) 采用单位重量的电机所能输出的最大功率作为电机功率密度。计算公式：功率密度 = 最大输出功率 / 电机体积或重量。

7.1.2 等效实车加速性

进行车辆加速性能试验时，按照 GB/T 18385-2005 中 7.5.2 的规定进行试验。

7.2 能效经济性评价

7.2.1 高效工作区

- a) 在驱动电机系统转速转矩的工作范围内，选择合适的测试点，其中转速需选取最高转速的 0.2% 个测试点，在每个转速点上选取最大扭矩的 5% 个转矩点，对于高速工作状态，在每个转速点上选取的转矩点数可以适当减少，但不宜低于 10 个，测试点应分布均匀。其他未说明事项按照 GB/T 18488.2 中 7.2.1 的规定。
- b) 按照 GB/T 18488.2 中 7.2.3 的方法，被试驱动电机系统应达到热工作状态，驱动电机控制器的直流母线工作电压为额定电压，驱动电机系统可以工作于电动或馈电状态。
- c) 在不同的转速和不同的转矩点进行试验，根据需要记录驱动电机轴端的转速、转矩，以及驱动电机控制器直流母线电压和电流、交流电压和电流等参数。
- d) 按照 GB/T 18488.2 中 7.2.4 的方法计算各个试验点的效率。
- e) 按照 6.2.1 对高效工作区的要求，统计符合条件的测试点数量，其值和总的试验测试点数量的比值，即为高效工作区的比例。

7.2.2 工况效率

- a) 结合 7.2.1 高效工作区试验进行,选择所有测试点中效率最高值即视为最高效率。
- b) 在车速 60km/h 对应的电机转速范围选择合适测试点,其中每个转速点上需取不少于 10 个转矩点,测试点应分布均匀。参照 7.2.1 高效工作区试验在每个测试点进行试验,记录所需参数并计算各个试验点的效率,选择所有测试点中效率最低值即视为车速 60km/h 对应的电机转速工况下的驱动电机系统最低效率。

7.3 NVH 性能评价

进行驱动电机系统噪声与振动整车级试验时,按照QC/T 1132-2020的规定进行试验。

7.4 可靠性评价

进行驱动电机系统的可靠性试验时,按照GB/T 29307-2022的规定进行试验。

7.5 电磁安全性评价

7.5.1 进行驱动电机系统的电磁辐射发射试验时,按照 GB/T 36282-2018 中 5.1 的规定进行试验。

7.5.2 进行驱动电机系统的抗扰度试验时,按照 GB/T 36282-2018 中 5.2 的规定进行试验。

7.6 越野性能系统级评价

本节规定了新能源越野车用驱动总成在台架环境下的可靠性评价方法。

7.6.1 试验要求

7.6.1.1 样件要求

- a) 试验样件应符合技术协议或产品技术条件的规定。
- b) 试验样件应通过下线检测。
- c) 试验样件上不应有任何可见泄露,也不应有任何潮湿或油渍。

7.6.1.2 总成试验台要求

总成试验台的要求见表1。

表 1 总成试验台参数表

	左测功机	右测功机
功率	电驱动总成最大输出功率的0.75倍以上	电驱动总成最大输出功率的0.75倍以上
扭矩	电驱动总成最大输出扭矩的0.75倍以上	电驱动总成最大输出扭矩的0.75倍以上
转速	电驱动总成最大输出转速的1.2倍以上	电驱动总成最大输出转速的1.2倍以上
高压电池模拟器	至少比电驱动总成峰值功率高10% 至少比电驱动总成最大输入电压高10% 至少比电驱动总成最大输入电流高10%	

扭矩传感器分别安装在左、右输出半轴与测功机之间。如图1所示。

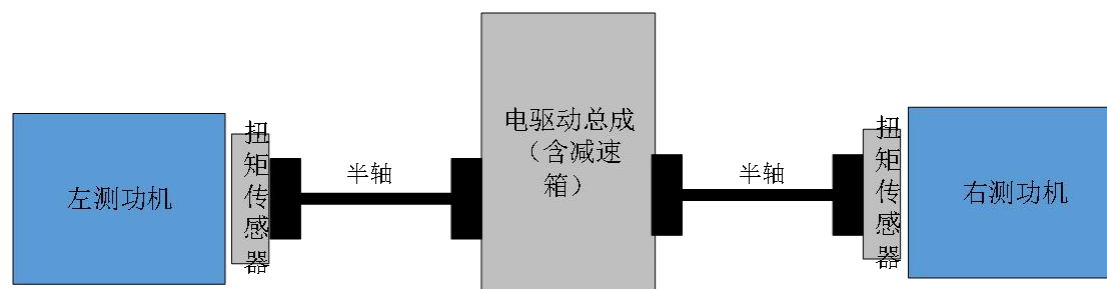


图 1 电驱动总成安装示例

7.6.1.3 时间要求

台架试验时间要求在整车耐久试验之前，建议作为电驱动总成设计验证试验之一。

7.6.1.4 其他要求

- 台架试验开始前，应检查所有设备，以确保遵守所有相关安全规范。
- 若台架试验期间，工程师看不到试验样件，应检查摄像机位置，确保在整个测试过程中都能看到样件。
- 应使用照片记录任何损坏或故障点。
- 台架试验开始前，将样件喷上渗油检测剂，监测试验过程中渗油故障。
- 转毂台架试验至少完成2台份。

7.6.2 实验方法

7.6.2.1 扭矩振荡试验

- 环境温度设置为 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- 油温设置为 $40^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。
- 锁止差速器，也可根据实际情况选择启用差速器。
- 测功机工作在扭矩模式，驱动电机工作在转速模式。
- 使用正弦输出扭矩曲线，用以下公式模拟砾石路面行驶条件， y 为测功机输出总扭矩(Nm)， t 为运行时间(s)， A 、 b 、 x 的值参见表2，由公式(1)得到扭矩 y 随时间 t 的变化：

$$y(t) = A + b * \sin(2\pi x t) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

表2 扭矩振荡参数值

参数	值	单位
A	2500	Nm
b	500	Nm
x	0.1	Hz
	0.5	Hz
	1	Hz
	2	Hz

- 试验过程中，电机转速应恒定在额定转速。
- 每组运行30分钟。
- 若电驱动总成最大扭矩小于 y_{\max} ，则超出最大扭矩的部分按电驱动总成最大扭矩运行。

7.6.2.2 低附着力路面试验

- 环境温度设置为 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- 冷却液温度设置为 $65^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。
- 油温设置为 $100^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。
- 禁止锁止差速器。
- 高压直流电压根据电机电压范围及高压系统电压等级选择，低压直流电压设置为 $14 \pm 2\text{V}$ 。
- 测功机工作在转速模式，驱动电机工作在扭矩模式，下表各工况点以最短时间切换：
 - 工况点A持续10秒 - 正常行驶：左右侧扭矩和速度相同。
 - 工况点B持续10秒 - 左侧打滑，右侧保持功率输出。
 - 工况点A持续10秒 - 正常行驶：左右侧扭矩和速度相同。
 - 工况点C持续10秒 - 右侧打滑，左侧保持功率输出。
- 重复上述步骤20次，各负载点的电机转速、扭矩、持续时间见附录B.1。
- 测试前及测试后，电驱动总成在10s内线性上升至指定转速、下降至0rpm，左右两侧转速同步。

7.6.2.3 攀岩试验

- 可根据实际要求，选择其中一个环境温度： $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $-40 (+5, -0)^{\circ}\text{C}$ 、 $85 (+0, -5)^{\circ}\text{C}$ 。

- b) 冷却液温度设置为 $65^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 油温设置为 $100^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 锁止差速器，减速箱始终固定在最低档。
- e) 电机转速、扭矩随时间变化情况详见附录B. 2，附录B. 2中电机扭矩的峰值根据不同电驱动总成的最大输出扭矩取值，各工况点以最短时间切换。
- f) 循环至少6次，中间不得有停顿。

7.6.2.4 沙丘试验

- a) 可根据实际要求，选择其中一个环境温度： $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $-40 (+5, -0)^{\circ}\text{C}$ 、 $85 (+0, -5)^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 冷却液温度设置为 $65^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 油温设置为 $100^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 锁止差速器，也可根据实际情况选择解锁差速器。
- e) 高压直流电压根据电机电压范围及高压系统电压等级选择，低压直流电压设置为 $14 \pm 2\text{V}$ 。
- f) 测试工况点详见附录B. 3，根据整车功率、平均车速，计算出电机转速、电机扭矩，各工况点以最短时间切换。
- g) 电驱动总成的整车功率与搭载的整车满载质量成正比。由公式(2)可得整车质量m的整车功率P。其中 P_a 为附录B. 3的功率。

$$P = \frac{m}{P_a} * 3600 \dots\dots\dots (2)$$

7.6.2.5 坡度实验

- a) 可根据实际要求，选择其中一个环境温度： $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $-40 (+5, -0)^{\circ}\text{C}$ 、 $85 (+0, -5)^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 冷却液温度设置为 $65^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 油温设置为 $100^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 锁止差速器，也可根据实际情况选择解锁差速器。
- e) 高压直流电压根据电机电压范围及高压系统电压等级选择，低压直流电压设置为 $14 \pm 2\text{V}$ 。
- f) 整个测试过程中，减速箱始终固定在最低档。
- g) 若测试过程中电驱动总成降功率，则停止测试。
- h) 若条件允许，可将电驱动总成以100%倾斜度安装进行试验。
- i) 测试工况点详见附录B. 4，根据表中车速、功率换算电机转速、电机扭矩（不考虑打滑）。若表中工况点超出电机的最大扭矩，则超出部分按最大扭矩。

7.6.2.6 弱磁控制动态性能试验

- a) 可根据实际要求，选择其中一个环境温度： $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $-40 (+5, -0)^{\circ}\text{C}$ 、 $85 (+0, -5)^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 冷却液温度设置为 $65^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 油温设置为 $100^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 锁止差速器，也可根据实际情况选择解锁差速器。
- e) 高压直流电压根据电机电压范围及高压系统电压等级选择，低压直流电压设置为 $14 \pm 2\text{V}$ 。
- f) 整个测试过程中，减速箱始终固定在最低档。
- g) 测试前电驱动系统运行在额定转速，额定功率工况下。
- h) 测试开始时，高压直流电压从额定电压开始以 1000V/s 的变化率下降 100V ，并保持该工况至少 3min 后结束本次测试。
- i) 测试过程中实时监测电机转矩输出的稳定性，若电机转矩输出稳定性变差则视为未通过测试。

7.6.3 评价标准

7.6.3.1 通过上述所有测试。

7.6.3.2 试验后目视检查未发现损坏或异常。

7.6.3.3 测试前、测试中和测试后，电驱动总成应功能齐全，所有参数应符合规范要求。

7.6.3.4 无冷却液或油液泄漏。

7.7 越野性能整车级评价

本节规定了新能源越野车用电驱动总成在整车环境下的可靠性评价方法。

7.7.1 样车要求

7.7.1.1 试验样车应装备齐全，技术状况良好，满足车辆技术条件要求。

7.7.1.2 试验载荷

- a) 半载：1个驾驶员+1个副驾驶假人（68kg/人）+第二排1个假人（68kg/人）+行李箱（18kg）。
- b) 满载：1个驾驶员+1个副驾驶假人（68kg/人）+第二排3个假人（68kg/人）+行李箱（35kg）。
- c) 试验车辆的装载质量应均匀分布，装载物应固定牢靠，试验过程中不得晃动和偏离，不因潮湿、散失等条件变化而改变其质量，以保证装载质量的大小、分布不变。

7.7.1.3 轮胎充气压力按车辆给定的标准压力。

7.7.1.4 试验车辆准备应符合 GB 12534 第 4 章规定。

7.7.1.5 试验车辆保养及维护应按照车辆使用要求。

7.7.2 实验方法

7.7.2.1 甲扭曲路面工况测试

- a) 车辆加载至满载质量，怠速行驶至甲扭曲路面。
- b) 驾驶员油门控制车辆缓慢且稳定运行扭曲路面，以怠速3-8km/h行驶或根据现场实际路况确认车速，运行过程车辆应尽量避免车轮腾空。
- c) 连续通过30次为一个试验循环，共计执行120个循环。

7.7.2.2 大角度爬坡工况测试

- a) 车辆加载至满载质量。
- b) 执行顺序附录B.5。
- c) 每10次为一个循环，共计执行180个循环。

7.7.2.3 高速大负载工况测试

- a) 车辆加载至满载质量，试验拖车应按规定装载700kg。
- b) 用牵引杆联接试验车和拖车，牵引杆应保持水平，试验时，牵引杆纵轴线和行车方向保持一致。
- c) 试验车牵引拖车起步，整车模式运行“运动”模式，加速至100km/h后稳定按100km/h匀速行驶。
- d) 每行驶200km为一个循环，共计30个循环，总计行驶6000km。

7.7.2.4 极限越障工况测试

- a) 车辆加载至半载质量。
- b) 试验道路附着系数 $\mu = 0.85$ 以上，台阶垂直高度 ≥ 360 mm。
- c) 车辆模式设置为最利于输出最大能力的模式，如岩石模式。
- d) 开始时，车辆缓慢行驶至前轮停靠在台阶边缘。
- e) 缓慢增加油门开度，至前后轴均上台阶后调头回到台架边缘。
- f) 30次为一个测试循环，共计执行120个循环。

7.7.2.5 岩石路面工况测试

- a) 车辆加载至满载质量。
- b) 车辆模式设置为岩石模式。
- c) 测试开始前，车辆怠速行驶至岩石路面。
- d) 测试开始，驾驶员油门控制车辆缓慢且稳定运行岩石路面，保持车速0-5km/h行驶，根据现场实际路况也可大于5km/h，运行过程车辆应尽量避免车轮腾空，记录运行过程中电机输出的最大转矩 T_{\max} 。
- e) 计算测试过程中电机输出的最大转矩 T_{\max} 与电机峰值转矩 T_{peak} 的比值 K ， $K = T_{\max} / T_{\text{peak}}$ 。

- f) 连续通过30次为一个试验循环，共计执行120个循环。
g) 取所有120个循环中K的最大值为 K_{max} ，需满足 $K_{max} \geq 0.9$ ，否则视为未通过测试。

7.7.2.6 泥泞路面工况测试

- a) 车辆加载至满载质量。
b) 车辆模式设置为泥地模式。
c) 测试开始前，车辆怠速行驶至泥泞路面。
d) 测试开始，驾驶员油门控制车辆稳定运行泥泞路面，保持车速0-40km/h行驶，根据现场实际路况也可大于40km/h，运行过程车辆应尽量避免车轮腾空，记录运行过程中电机输出的最大转矩 T_{max} 。
e) 计算测试过程中电机输出的最大转矩 T_{max} 与电机峰值扭矩 T_{peak} 的比值K， $K = T_{max} / T_{peak}$ 。
f) 连续通过30次为一个试验循环，共计执行120个循环。
g) 取所有120个循环中K的最大值为 K_{max} ，需满足 $K_{max} \geq 0.5$ ，否则视为未通过测试。

7.7.2.7 沙地路面工况测试

- a) 车辆加载至满载质量。
b) 车辆模式设置为沙地模式。
c) 测试开始前，车辆怠速行驶至沙地路面。
d) 测试开始，驾驶员控制车辆稳定运行沙地路面，车速维持在20km/h左右后，轻踩油门缓慢加速至车速不再上升，然后再缓慢减速至20km/h。记录运行过程中车辆达到的最高转速 V_{max} 及电机输出的最大转矩 T_{max} 。
e) 计算测试过程中电机输出的最大转矩 T_{max} 与电机峰值扭矩 T_{peak} 的比值K， $K = T_{max} / T_{peak}$ 。
f) 车速从20km/h加速至不再上升再减速回到20km/h计为1次试验，30次试验为一个试验循环，共计执行120个循环。
g) 取所有120个循环中K的最大值为 K_{max} 、 V_{max} 的最大值为 V_{max}' ，需满足 $K_{max} \geq 0.5$ 、 $V_{max}' \geq 60$ km/h，否则视为未通过测试。

7.7.3 评价标准

7.7.3.1 每一个整车工况单独执行，完成全部循环次数后执行下一个工况，应通过所有测试。

7.7.3.2 试验前、试验中和试验后，电驱动总成应功能齐全。

7.7.3.3 电驱动总成系统无漏油、漏液、渗漏等。

7.7.3.4 电机轴、减速箱轴、齿轮、轴承、油封、壳体无损坏及异常磨损。

7.7.3.5 电驱动所有螺栓拧紧力矩符合规范要求。

7.7.3.6 若试验过程中车辆发生故障，根据DFTC现有分级方法，划分故障等级，详见表3。故障处理方法及维修参照标准GB/T 12678第6.3.3条及第6.3.4条。

表3 故障等级分级方法

判定级别	DFTC现有分级方法
A级	1、影响用户、乘客、其他人员车辆等的安全 2、不符合制动、噪声、排放、安全等法律法规要求 3、车辆无法启动、继续行驶、驻车或让用户感到危险而不能继续行驶
B级	用户需马上进站维修，可跛行至维修站
C级	用户可以等到保养时维修
D级	用户会有抱怨，不维修也可以接受

8 评价体系

新能源越野车驱动系统的评价体系采用打分制，各评价内容的具体打分标准参照附录C。在对各个评价项目分别打分后，再经过相应的权重系数折算，求和计算出最终总分。按照总分高低将新能源越野车驱动系统划分为先进水平（5星级）、平均水平（4星级）、基准水平（3星级），划分依据见表4。

表4 新能源越野车驱动系统等级划分

等级种类	满足条件
先进水平（5星级）	根据附录C中打分表评价所得总分满足：总分 ≥ 9
平均水平（4星级）	根据附录C中打分表评价所得总分满足： $8 \leq \text{总分} < 9$
基准水平（3星级）	根据附录C中打分表评价所得总分满足： $6 \leq \text{总分} < 8$
基准以下水平（无星级）	根据附录C中打分表评价所得总分满足：总分 < 6

附录 A (资料性) 路面种类的定义

车辆行驶的路面可以大致分为三类：为方便车辆通行而铺设的铺装道路，进行了平整一般称为土路的未铺装道路，以及未经处理的不平整的粗糙道路。本标准中，我们将铺装道路和进行了平整的未铺装道路定义为“On-road”即公路，未经处理的不平整的粗糙道路定义为“Off-road”即越野。

根据地质学中按粒径划分的土壤类型，如图1所示对越野路面进行了分类。下面解释一下对各类路面类型的特征描述。

1. 岩石路面

路面的主要构成元素粒径较大，典型地点是山地表面裸露的岩石和河岸的岩石区域。

2. 泥土/砾石路面

路面的主要构成元素粒径大于砂，但小于岩石，类似未铺装的公路。车辆行驶和降雨会形成车辙和凹凸不平。

3. 沙地路面

主要构成元素为砂，典型地点是沙漠和沙滩。特征是会因车辆行驶而变形并产生车辙，但车辙可被风和雨水抹去。

4. 泥泞路面

主要构成元素为粘土，路面含有水分。特征是车辆行驶会造成地面变形和车辙，干燥时则地面变形少，类似未铺装的公路或土路。

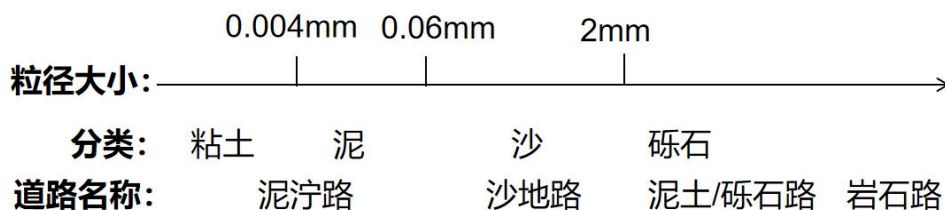


图 A.1 粒径大小、分类、道路名称

附录 B (资料性)

表 B.1 低附着力路面试验工况点

工况点	持续时间/s	左半轴转速/rpm	右半轴转速/rpm	左半轴扭矩/Nm	右半轴扭矩/Nm
A	10	3200/i	3200/i	66.78*i	66.78*i
B	10	6000/i	3200/i	14.4*i	119.2*i
C	10	3200/i	6000/i	119.2*i	14.4*i

注1: 对于单电机的电驱动总成, 无法实现表中的左右扭矩分配, 只需设置电机输出总扭矩大小。

注2: 表中*i*为减速箱速比。

表 B.2 攀岩试验工况点

持续时间/s	电机转速/rpm	电机扭矩(总)/Nm
1	492.7	0
10	492.7	50
1	492.7	386
10	492.7	50
1	492.7	386
10	492.7	50
1	492.7	386
10	492.7	50
1	492.7	386
10	492.7	50
1	492.7	386
5	492.7	50
1	492.7	0

注1: 表中电机扭矩的峰值根据不同电驱动总成的最大输出扭矩取值。

表 B.3 沙丘试验工况

持续时间/s	整车功率/kW	平均车速
1200	57	35
3	107	32
10	320	26
13	125	34
15	345	40
13	125	34
15	345	40
13	125	34
15	345	40
13	125	34
15	345	40
13	125	34
15	345	40
13	125	34
15	345	40
2	217	25
1200	57	35
18	71	35
11	299	35
10	48	45
25	329	38

持续时间/s	整车功率/kW	平均车速
10	48	45
25	329	38
10	48	45
25	329	38
10	48	45
25	329	38
10	48	45
25	329	38
2	100	12
1800	57	35
87	46	44
20	292	39
20	138	60
30	316	41
20	138	60
30	316	41
20	138	60
30	316	41
20	138	60
30	316	41
20	138	60
30	316	41
20	138	60
30	316	41
2	85	10
1800	57	35

表 B.4 坡度试验工况点

持续时间/s	车速/kmph	电机扭矩(单)/Nm
3	0	0→167→335
1	2.5	299
10	5	249
1	5	274
1	7.5	256
10	10	222
1	10	243
1	12.5	234
1	15	227
1	17.5	221
8	20	197
1	20	158
1	15	165
1	10	178
1	5	200
3	0	305→152→0

表 B.5 大角度爬坡工况坡道测试步骤

序号	操作规范	位置	车速
1	进入到40%坡道底部，在坡道底制动驻车	坡道入口	0
2	解除驻车制动挂D档，中加速到20km/h后上坡	40%坡道	0-20 (+)
3	全油门加速上坡	40%坡道	20-NA
4	轻制动，在坡道顶制动停车	坡道顶部	NA-0

序号	操作规范	位置	车速
5	下坡	20%坡道	/
6	进入到40%坡道底部	40%坡道	0-20 (+)
7	全油门加速上坡	40%坡道	20-NA
8	轻制动，在坡道顶制动停车	坡道顶部	NA-0
9	下坡	20%坡道	/
10	进入到60%坡道底部	60%坡道	0-20 (+)
11	全油门加速上坡	60%坡道	20-NA
12	轻制动，在坡道顶制动停车	坡道顶部	NA-0
13	下坡	20%坡道	/
14	进入到40%坡道底部	40%坡道	0-20 (+)
15	全油门加速上坡	40%坡道	20-NA
16	轻制动，在坡道顶制动停车	坡道顶部	NA-0
17	下坡	20%坡道	/
18	进入到60%坡道底部	60%坡道	0-20 (+)
19	全油门加速上坡	60%坡道	20-NA
20	轻制动，在坡道顶制动停车	坡道顶部	NA-0
21	下坡后驶离区域	20%坡道	/

附录 C
(规范性)
新能源越野车驱动系统的评价体系

序号	评价指标		权重	指标分级			得分
				10分	8分	6分	
1	输入输出特性	峰值扭矩(Nm)	1	≥ 350	$300 \leq T < 350$	$250 \leq T < 300$	
2		峰值功率(kW)	1	≥ 200	$150 \leq P < 200$	$100 \leq P < 150$	
3		转速控制精度(rpm)	2	误差 $\leq \pm 10$	误差 $\leq \pm 30$	误差 $\leq \pm 50$	
4		转矩控制精度(Nm)	2	误差 $\leq \pm 3\text{Nm}$ ($\leq 100\text{Nm}$) 误差 $\leq \pm 3\%$ ($> 100\text{Nm}$)	误差 $\leq \pm 5\text{Nm}$ ($\leq 100\text{Nm}$) 误差 $\leq \pm 5\%$ ($> 100\text{Nm}$)	误差 $\leq \pm 8\text{Nm}$ ($\leq 100\text{Nm}$) 误差 $\leq \pm 8\%$ ($> 100\text{Nm}$)	
5		转速响应时间(ms)	2	$\leq 100\text{ms}$	$100\text{ms} < t \leq 200\text{ms}$	$200\text{ms} < t \leq 300\text{ms}$	
6		转矩响应时间(ms)	2	$\leq 20\text{ms}$	$20\text{ms} < t \leq 50\text{ms}$	$50\text{ms} < t \leq 100\text{ms}$	
7		电机控制器的最大工作电流(A)	1	≥ 650	$600 \leq I < 650$	$500 \leq I < 600$	
8		电机功率密度(W/g)	4	≥ 4	$3.5 \leq I < 4$	$3 \leq I < 3.5$	
9	等效实车加速性	0~50km/h加速时间(s)	1	$t < 3$	$3 \leq t < 4.5$	$4.5 \leq t < 6$	
10		50~80km/h加速时间(s)	1	$t < 2\text{s}$	$2\text{s} \leq t < 3.5\text{s}$	$3.5 \leq t < 4\text{s}$	
11		0~100km/h加速时间(s)	4	$t < 5\text{s}$	$5\text{s} \leq t < 7.5\text{s}$	$7.5 \text{ s} \leq t < 10\text{s}$	
12	能效经济性	高效工作区占总工作区百分比(%)	2	≥ 85	$75 \leq k < 85$	$65 \leq k < 75$	
13		最高效率(%)	2	≥ 95	$90 \leq k < 95$	$85 \leq k < 90$	
14		车速60km/h对应工况下的最低效率(%)	0	≥ 80	$75 \leq k < 80$	$70 \leq k < 75$	
15	NVH性能	噪声与振动水平(dB)	2	消声室1m主阶次噪声 $\leq 55\text{dB}@4000\text{rpm}$ 以下	消声室1m主阶次噪声 $\leq 60\text{dB}@4000\text{rpm}$ 以下	消声室1m主阶次噪声 $\leq 65\text{dB}@4000\text{rpm}$ 以下	
16	故障可靠性	可靠性	4	满足标准 GB/T 29307-2022 中的要求			

序号	评价指标		权重	指标分级			得分
17	电磁安全性	电磁辐射发射	2	满足标准 GB/T 36282-2018 中的要求			
18		抗扰度	2	满足标准 GB/T 36282-2018 中的要求			
	越野性能系统级评价	路面激励震荡试验	5	所有测试满足7.6.3的评价标准	五项测试满足7.6.3的评价标准	四项测试满足7.6.3的评价标准	
		低附着力路面	5				
		岩石路	5				
		沙丘	5				
		爬坡	5				
		主动弱磁	5				
	越野性能整车级评价	甲扭曲路面工况测试	5	所有测试满足7.7.3的评价标准	六项测试满足7.7.3的评价标准	五项测试满足7.7.3的评价标准	
		大角度爬坡工况测试	5				
		高速大负载工况测试	5				
		极限越障工况测试	5				
		岩石路面工况测试	5				
		泥泞路面工况测试	5				
		沙地路面工况测试	5				

注1：评价指标达不到6分所对应要求的计为0分。

注2：指标分级没有细分选项的情况符合要求的统一计10分。

注3：转矩响应时间不包含通讯延迟时间等，仅为驱动电机系统从接收转矩指令值开始到实际输出相应转矩之间的时间。

参 考 文 献

- [1] DIN 45635 Measurement of noise emitted by machines