

团 标 准

T/CES XXX-XXXX

电动汽车用驱动电机系统性能等级

通用要求

General requirements of Performance level for drive motor system
used on electric vehicle

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

目 次	1
前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
4.1 产品要求	2
4.2 试验要求	2
5 性能等级	3
5.1 性能等级指标	3
5.2 性能等级评定	3
6 试验与评定	4
7 性能等级结果	6
参 考 文 献	7

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》给出的规则起草。

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。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会电驱系统工作组归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次发布。

电动汽车用驱动电机系统性能等级 通用要求

1 范围

本部分规定了电动汽车用驱动电机系统的性能等级的基本要求、性能等级、试验与评定以及性能等级结果等。

本文件适用于电动汽车用驱动电机系统、驱动电机及驱动电机控制器，其他电机类型及部件可参照本部分执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 18488-2024 电动汽车用驱动电机系统

GB/T 18655-2018 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法

GB/T 19596-2017 电动汽车术语

GB/T 37130-2018 车辆电磁场相对于人体曝露的测量方法

QC/T 1132-2020 电动汽车用电动动力系噪声测量方法

T/CSAE 144-2020 电动汽车用驱动电机系统及电驱动总成能效等级和试验方法

T/CSAE 263-2022 电动汽车驱动电机系统控制器 故障注入测试规范

3 术语和定义

GB / T 18488-2024、GB / T 19596-2017 界定的下列术语和定义适用于本文件。

3.1 驱动电机系统 **drive motor system**;

安装在电动汽车上，为车辆行驶提供驱动力、实现机械能与电能间相互转化的系统，包括驱动电机、驱动电机控制器及它们工作必需的辅助装置。

注：辅助装置包含与驱动电机集成于一体的变速装置。

3.2 集成式驱动电机系统 **integrated drive motor system**;

驱动电机、驱动电机控制器及它们工作必需的辅助装置的组合，集成于一体的驱动电机系统。辅助装置包括但不限于变速装置、车载充电机、DCDC 变换器、电池管理控制器、整车控制器等装置。

[来源：GB / T 18488-2024，定义 3.3，有修改]

3.3 动力性能 **power performance**;

表征驱动电机系统输出功率、转矩等参数的指标，根据规定的试验条件及测试方法下测得的动态特性参数、静态特性参数数值评定。

3.4 能效性能 **efficiency performance**;

表征驱动电机系统输出效率的指标，根据规定的试验条件及测试方法下测得稳态工况高效区占比数值评定。

3.5 动力安全 **functional reliability**;

表征驱动电机系统转矩安全的验证项目指标，根据故障注入测试和判定方法的验证项目，以完成测试通过项数量、失效场景覆盖度评定。

3.6

电磁指数 electromagnetic index;

表征驱动电机系统防护裕量、辐射发射等参数的指标，根据规定的试验条件及测试方法下测得人体电磁防护、辐射骚扰数值评定。

3.7

噪声品质 acoustic noise quality;

表征驱动电机系统噪声品质的统计性指标，根据规定的试验条件、测试方法及计算方法下，以声压级、客观心理学参量数据进行统计计算评定。

3.8

高功率持续区间 high-power continuous speed range;

驱动电机系统能够保持在指定的高功率范围的转速区间。

3.9

比功率/比转矩 specific power/specific torque;

驱动电机系统峰值功率、峰值转矩与其质量的比值。

3.10

故障注入测试 fault injection test;

使用功率级硬件在环测试装置和用例对电机控制器进行故障测试验证的方法。

3.11

辐射发射 radiation emission;

用于保护车载设备、道路设施、公众和工作人员免受电场及磁场辐射的影响及伤害。

3.12

人体防护试验 human protection test;

指对人体所处的低频磁场发射的测量方法。

3.14

客观心理声学参量 objective psycho-acoustical parameter;

描述人耳对声音感知的物理参量，是人耳听感的统计性质的数学表述。

4 基本要求

4.1 产品要求

4.1.1 性能等级评定的产品，包括但不限于：

- a) 驱动电机系统；
- b) 集成式驱动电机系统；
- c) 分体式驱动电机系统。

4.1.2 性能等级评定的产品需满足的要求，包括但不限于：

- a) 获得公告性检验报告的产品；
- b) 批量量产研发阶段的产品，产品的一般性要求、输入输出特性、环境适应性、可靠性等应分别符合 GB/T 18488-2024 中的相关规定。

4.1.3 性能等级评定的产品获得方式，包括但不限于：

- a) 生产线随机抽取；
- b) 企业提供，需通过检查备证材料已确定产品型号并小批量生产。

4.2 试验要求

4.2.1 试验过程要求

- a) 试验前，送检企业可对产品参数与状态进行校对，提供合适的上位机控制程序；对产品配置情况、软件版本号、试验内容、试验时间等进行收集并记录试验过程要求；
- b) 试验中，测试项目可设定重合试验计划，需保证测试后不影响样机性能；送检可在试验过程中对产品进行调试与整改，确保产品处于最佳试验状态；

c) 试验后, 依据性能等级试验方法进行数据处理, 得到试验评价指标分数并进行核验。

4.2.2 测试设备要求

除另有规定外, 测试用仪器仪表的选择及准确度等应满足 GB/T 18488-2024 中有关的规定和要求, 尤其对于电气参数测量的仪器仪表, 应能够满足相应的直流参数和交流参数测量的精度和波形要求。

5 性能等级

5.1 性能等级指标

驱动电机系统性能等级指标体系应至少包括 5 个测评维度, 包括但不限于动力性能、能效性能、动力安全、电磁兼容、噪声品质, 如表 1 所示。

表 1 驱动电机系统性能等级指标体系

序号	指标维度	分项指标	试验方法	评定方法
1	动力性能	高功率持续区间	GB/T 18488-2024 & 本次系列标准	本次系列标准 (后期更换成标准号)
2		比功率/比转矩		
3	能效性能	稳态高效区占比	T/CSAE 144-2020 & 本标准	T/CSAE 144-2020
4	动力安全	故障场景覆盖度	T/CSAE 263-2022	本标准
5	电磁指数	人体电磁防护限值	GB/T 37130-2018	本次系列标准 (后期更换成标准号)
6		辐射发射限值	GB/T 18655-2018	
7	噪声品质	A 计权声压&客观声品质	QC/T 1132-2020 & 本标准	本标准

5.2 性能等级评定

驱动电机系统性能等级评定由指标维度等级达成数确定, 总体分为 S 级、A 级、B 级、C 级, 其中 S 级为最高, 各分项指标的等级均为 1 级最高。如表 2 所示。

表 2 电动汽车用驱动电机系统性能等级评定

性能等级	指标维度等级达成数		
	1 级	2 级	3 级及以下
S 级	5 项	/	/
A 级	4 项***	1 项	/
B 级	3 项	2 项	/
	2 项	3 项	/
	1 项	4 项	/
	/	5 项	/
C 级	/	4 项	1 项
	/	3 项	2 项
	/	2 项	3 项
	/	1 项	4 项

注***: 应包含能效性能、动力安全、电磁指数; 若不符合, 则认定为下一等级。

6 试验与评定

6.1 基本要求

驱动电机系统性能等级试验与评定方法包括标准方法和非标准方法，具体应满足：

- a) 依据的测试方法应有标准化文件、认可的非标准化规范作为指导依据；
- b) 优先选择适用且已发布的国际、国家、行业或团体标准化文件；
- c) 对于暂无标准化文件且有迫切需求的试验与评定方法，宜向标准归口单位提出，组织相关技术专家和工作组研究制定，并充分讨论方法的可行性、普适性和复现性；
- d) 非标准方法，宜基于现行标准化文件、国内外知名测评机构公开的规范性、规程性文件改进。

6.2 动力性能等级试验与评定

6.2.1 动力性能等级试验方法应满足 GB/T 18488-2024 和 T/CES XXX.2 中的规定。

6.2.2 动力性能等级评定由输出外特性达成率、比功率/比转矩数值共同确定，分为 4 个等级。评定数值与分级要求应满足 T/CES XXX.2 要求，等级评定如表 3 所示。

表 3 驱动电机系统动力性能等级

动力性能等级	高功率持续转速区间	动力特性参数	
		比功率(kW/kg)	比转矩(N·m/kg)
1 级	不低于 7	不低于 2.5	不低于 45
2 级	6~7（含 6）	2.0~2.5（含 2.0）	37~45（含 37）
3 级	5~6（含 5）	1.6~2.0（含 1.6）	28~37（含 28）
4 级	低于 5	低于 1.6	低于 28

注：引用 T/CES XXX.2

6.3 能效性能等级试验与评定

6.3.1 能效性能等级试验方法应满足 T/CSAE 144-2020 中 5.1 的规定。

6.3.2 转速测试点选取：

- a) 转速测试点应符合 T/CSAE 144-2020 中的 5.2 规定；
- b) 最高输入转速 10%（含）以下应至少包含 2 个转速点。

6.3.3 转矩测试点选取：

- a) 转矩测试点应符合 T/CSAE 144-2020 中的 5.3 规定；
- b) 最大转矩 10%（含）以下的测试点应至少包括 2 个扭矩点。

6.3.4 能效性能等级评定由稳态工况高效区占比数值确定，分为 4 个等级。评定数值与分级要求应满足 T/CSAE 144-2020 要求，等级评定如表 4 所示。

表 4 驱动电机系统能效性能等级

能效性能等级	数值 η^*	
	驱动电机系统	集成式驱动电机系统
1 级	不低于 90	不低于 85
2 级	85~90（含 85）	80~85（含 80）
3 级	80~85（含 80）	75~80（含 75）
4 级	低于 80	低于 75

注：数值 η 为测得的驱动电机系统或集成式驱动电机系统高效工作区（效率不低于 85%）占总工作区的数值（%）。

注：引用 T/CSAE 144-2020，有修改

6.4 动力安全等级试验与评定

6.4.1 驱动电机系统、驱动电机控制器的动力安全试验要求、测试设备、试验项目及内容等要求应满足 T/CASE 263-2022 中的规定。

6.4.2 动力安全等级评定由故障注入方法测试通过项数量确定，分为 3 个等级。评定与分级要求应满足 T/CASE 263-2022 要求，等级评定如表 5 所示。

表 5 驱动电机系统动力安全等级

动力安全等级	测试项通过数
1 级	36
2 级	31
3 级	25

6.5 电磁指数等级试验与评定

6.5.1 电磁指数等级试验方法、试验状态、试验方法等，应满足 GB/T 18655-2018 和 T/CES XXX.3 中的规定。

6.5.2 电磁指数等级评定由人体电磁防护限值和辐射发射数值共同确定，分为 3 个等级。评定依据与分级要求应满足 T/CES XXX.3 要求，等级评定如表 6 所示。

表 6 驱动电机系统电磁发射等级

电磁指数等级	符合项
1 级	4 项
2 级	3 项、2 项
3 级	1 项、0 项

6.6 噪声品质等级试验与评定

6.6.1 噪声品质等级试验要求、试验仪器、安装条件、试验前准备等，应满足 QC/T 1132-2020 中的规定。

6.6.2 噪声品质等级试验工况，具体要求：

- a) 以动态匀加速工况为主要试验工况，电机转速范围为最低稳定转速至最高设计转速；
- b) 试验工况参考驱动电机系统的转速和转矩进行设定，转矩推荐设定为电动模式 100% 峰值转矩。

6.6.3 噪声品质计算要求

- a) 噪声品质参量宜选用 A 计权声压级和客观声心理学参量；客观心理学参量宜包括响度、尖锐度、音噪比和突出比，计算参考标准、推荐使用软件平台以及计算选项如表 7 所示；
- b) 噪声品质计算所使用的统计方法，宜使用主成分分析法统计学方法；所得到的噪声品质数据应包含至少 80% 以上的 A 计权声压级和客观心理学参量有效信息。

6.6.4 噪声品质判定，具体要求：

- a) 噪声品质评定推荐使用电动模式 100% 峰值转矩的测试结果和计算结果；
注：若使用其他电动模式，应在试验报告中详细说明驱动电机系统的工作状态。
- b) 在 6.6.2 和 6.6.3 规定下，根据测定的 A 计权声压级和计算得到的客观心理学参量数值结果，统计计算各转速点的噪声品质数值结果；
- c) 噪声品质等级评定由噪声品质数值确定，分为 2 个等级，等级评定如表 8 所示。

表 7 客观心理声学参量计算方法

名称	推荐平台	计算参考标准	计算选项	分辨率设定值
响度	LMS Test. Lab	ISO 532--Zwicker	Loudness ISO 532B-free field	1 Hz
尖锐度			Sharpness-free field	1 Hz
噪音比		ISO 7779-2018 和 ECMA-74	Tone-to-noise Ratio	9 Hz
最大阶次突出比			Prominence Ratio	1 Hz

表 8 驱动电机系统噪声品质等级

噪声品质等级	功率等级 (峰值功率)	等级判定	推荐标准限值公式
1 级	150kW (含) 以上	50%以上测点的数值高于标准限值	$\begin{cases} -0.0045 \cdot rpm + 22.3, & 500 < rpm \leq 5000; \\ -0.001 \cdot rpm + 5, & 5000 < rpm \leq 10000; \\ -0.0006 \cdot rpm + 1, & 10000 < rpm \leq 15000; \\ -0.0004 \cdot rpm - 2, & 15000 < rpm \end{cases}$
2 级		50%以上测点的数值低于标准限值	
1 级	150kW以下	50%以上测点的数值高于标准限值	$\begin{cases} -0.006 \cdot rpm + 28, & 500 < rpm \leq 5000; \\ -0.0012 \cdot rpm + 4, & 5000 < rpm \leq 10000; \\ -0.0008 \cdot rpm, & 10000 < rpm \leq 15000; \\ -0.0006 \cdot rpm - 3, & 15000 < rpm \end{cases}$
2 级		50%以上测点的数值低于标准限值	

7 性能等级结果

7.1 基本要求

根据测试数据与企业确定测试数据的有效性，应在确定时效内完成检测数据整理、检测报告编写等工作，出具试验报告，进行指标数据解读、性能等级评定等工作。

7.2 性能等级报告

性能等级报告应采用符合资质、易于理解的术语，准确、客观地表达试验结果，包括但不限于：

- 参评产品的信息：品牌、型号、型式代码等基本信息；
- 检测条件：检测环境、检测设备、校准情况等；
- 检测方法与依据；
- 试验方法与结论；
- 试验过程图片：产品外观、检测环境等；
- 试验报告编制。

参 考 文 献
