

团体标准

T/CSAE XX - 2018

新能源乘用车用永磁同步轮毂电机系统

Permanent Magnet Synchronous In-wheel Motor System for New Energy

Passenger Vehicle

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前 言 I

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 技术要求..... 2

5 试验方法..... 3

6 检验规则..... 5

7 标志与标识..... 5

附 录 6

前言

本标准按照按照 GB/T1.1-2009 给出的编写规则编写。

本标准在 GB/T 18488.1、GB/T 18488.2 以及 QC/T 1069 的基础上, 根据新能源乘用车用永磁同步轮毂电机系统的特点编制而成。

本标准的某些内容可能涉及专利, 标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由电动汽车产业技术创新战略联盟提出。

本标准起草单位:

本标准主要起草人:

本标准为首次制定。

新能源乘用车用永磁同步轮毂电机系统

1 范围

本规范规定了新能源乘用车用永磁同步轮毂电机系统的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志与标识。

本规范适用于新能源乘用车用永磁同步轮毂电机系统。

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，仅所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 755 旋转电机 定额和性能

GB/T 2900.25 电工术语 旋转电机

GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术

GB/T 18488.1 电动汽车用驱动电机系统 第1部分：技术条件

GB/T 18488.2 电动汽车用驱动电机系统 第2部分：试验方法

GB/T 19596 电动汽车术语

GB/T 28046.3-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷

QC/T 1069 电动汽车用永磁同步驱动电机系统

3 术语和定义

GB/T 2900.25、GB/T 2900.33、GB/T 18488.1、GB/T 19596以及QC/T 1069中界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

永磁同步轮毂电机 permanent magnet synchronous in-wheel motor

能有效利用轮辋内空间，直接驱动或经减速后驱动车辆行驶的永磁同步电机（以下简称轮毂电机），是一种布置于簧下的电机。

3.2

永磁同步轮毂电机系统 permanent magnet synchronous in-wheel motor system

由轮毂电机、电机控制器（以下简称控制器）、减速器、连接电缆和系统工作所必需的冷却、润滑

等辅助装置所构成的系统（以下简称轮毂电机系统）。

4 技术要求

4.1 总则

轮毂电机系统应满足 GB/T 18488.1、QC/T 1069 和以下要求。

如控制器集成在轮毂电机内部，则有关控制器外观、外形和安装尺寸、控制器质量、壳体机械强度方面则不做考量。

如轮毂电机系统集成减速器，则系统性能需计及减速器的影响。

4.2 环境条件

除非另有规定，本标准所设定的工作环境条件为：

- a) 海拔：不超过 1000 m，当海拔超过 1000m 时，按 GB 755 的相关规定进行修正；
- b) 温度：-40 ℃～+85℃；
- c) 相对湿度：最高 100%，无凝露。

当轮毂电机系统需要在超过上述规定的限值的条件下运行时，供需双方可以进行协商。

4.3 峰值转矩

环境温度为 85℃，且冷却条件、工作转速按照技术要求文件规定的情况下，轮毂电机系统应以峰值转矩运行至少持续 10s 而不发生降转矩运行的情况。

4.4 峰值功率

环境温度为 85℃，且冷却条件、工作转速按照技术要求文件规定的情况下，轮毂电机系统应以峰值功率运行至少持续 10s 而不发生降功率运行的情况。

4.5 堵转转矩

测试轮毂电机系统一个转矩脉动周期内均布的至少 10 个位置以上的堵转转矩，以测得最小转矩为堵转转矩值，以该堵转转矩运行至少 5s 以上而不发生降转矩运行的情况。

堵转转矩应不小于 95%的峰值转矩。

4.6 低速转矩脉动

低速情况下的转矩脉动不大于 5%。

4.7 平均效率

轮毂电机系统的效率区应匹配整车常用工作区域，常用工作区域的平均效率不应低于 85%。

4.8 耐振动

轮毂电机应至少满足 GB/T 28046.3-2011 的 4.1.2.5 的实验五，4.2.2 的机械冲击及 4.3 的自由跌落实验。

若减速器、控制器中两者其一或两者同时集成于轮毂电机内，需同时和轮毂电机进行考核并满足相应的技术要求。

若控制器不集成于轮毂电机内，控制器的耐振动要求按其安装位置不同，亦应满足 GB/T 28046.3-2011 的相应技术要求。

4.9 防水防尘

轮毂电机系统需要满足不低于 IP67 的防护要求。

4.10 耐久性

在 4.1 规定的环境条件及技术要求文件规定的冷却条件下，轮毂电机带完整的动密封功能进行耐久性试验；其工况为按照整车耐久性考核工况进行折算，将其运行时间加长。整个耐久性试验过程中，轮毂电机系统不出现故障。

注：动密封可在技术要求文件规定的时间内予以更换。

5 试验方法

5.1 总则

除以下规定的试验方法外，其它试验项目的试验方法按 GB/T 18488.2 及 QC/T 1069 执行。

如无特殊说明，测量仪器的精度要求按 GB/T 18488.2 执行。

5.2 峰值转矩

按照 GB/T 18488.2 规定的实验方法执行。

5.3 峰值功率

按照 GB/T 18488.2 规定的实验方法执行。

5.4 堵转转矩

试验在实际冷状态下进行，驱动电机系统处于正常的电气连接状态和产品技术文件规定的冷却条件下，直流母线上施加额定电压。

根据电机极对数和槽数，确定测试的角度范围，一个脉动周期内至少均匀测试 10 次，每次测试时间不少于 5s，以最小值作为堵转转矩。

每个测试位置的角度差应遵循以下原则：如电机极对数为 p ，槽数为 Z ，总测试角度范围为一个转矩脉动周期的机械角度，为 360 度机械角度除以槽数和极数的最小公倍数，如下式 1 所示：

$$\Delta\alpha = 360 / LCM(Z, 2p) \quad (式 1)$$

鉴于这个测试角度范围较小，可采用隔若干个电周期的方式进行：假设第一个测试位置为 0° ，总共 m 个测试点，从第二个测试位置开始，第 n 个测试点位置机械角度 α 为：

$$\alpha_n=\triangle\alpha*(n-1)/m+360/p*k \quad (n=2,3, \cdots, m)$$
 (式 2)

其中 k 为任选自然数。

例如：某轮毂电机极槽数为 48 槽 40 极，则其最小公倍数为 240，则 $\triangle\alpha$ 为 1.5° ，即 90 分，分 10 个点测试，每个点的测试角度如下表所示：

表 1 堵转转矩测试

序号	角度差（分）	跳周期角度（分）	最终角度（分）
1	0	0	0
2	9	1080	1089
3	18	2160	2178
4	27	3240	3267
5	36	4320	4356
6	45	5400	5445
7	54	6480	6534
8	63	7560	7623
9	72	8640	8712
10	81	9720	9801

5.5 低速转矩脉动

鉴于测功机带来的脉动影响，建议采用如下测试方法：

采用 5.4 堵转测试的方法，记录脉动周期内的堵转转矩值，最大值与最小值之差除以记录值的平均值作为转矩脉动。

也可采用供需双方共同商定的方法进行测试，计算方法同上。

5.6 平均效率

根据整车工况对应的轮毂电机常用工作区域，按照 GB/T 18488.2 规定的实验方法进行效率测试，然后计算常用工作区域内的总输出功率、总输入功率，将总输出功率与总输入功率的比值作为其平均效率值。

5.7 耐振动

按照 GB/T 28046.3-2011 的技术要求执行。

5.8 防水防尘

测试方法参照 GB/T 18488.2 执行。

5.9 耐久性

将电机系统至于环境舱内，将环境舱温度、湿度调节至规定指标。

首先使轮毂电机系统的冷却系统运行，冷却介质温度调节至规定温度后，按照规定工况进行试验。

过程中根据技术要求文件定时更换动密封时，先将测试系统断电，再切断冷却条件，确保安全的情况下拆下电机（或电机系统），轮毂电机更换动密封零部件后继续进行试验。

耐久性试验结束后对轮毂电机系统进行绝缘电阻及耐电压测试，轮毂电机系统不能出现失效现象。

6 检验规则

检验规则按 GB/T 18488.1 执行，其中检验项目见附录 A。

7 标志与标识

按 GB/T 18488.1 执行。

附 录 A
(规范性附录)
检验分类

表 A.1 的检验项目中，如无特别规定，参照 GB/T 18488.1 及 QC/T 1069 的相应条款进行检验。
检验分为出厂检验和型式检验，具体检验分类见表 A.1。

表 A.1 检验分类

检验项目			检验对象		要求的 章条号	出 厂 检 验项目	型式检验		
			电机	控制器			检验项目	样机编号	
一般性项目	外观		√	√（X）	GB/T 18488. 1 5. 2. 1	√	√	1, 2, 3	
	外形和安装尺寸		√	√（X）	GB/T 18488. 1 5. 2. 2	√	√	1, 2, 3	
	质量		√	√（X）	GB/T 18488. 1 5. 2. 3	—	√	1, 2, 3	
	驱动电机控制器壳体机械强度		—	√（X）	GB/T 18488. 1 5. 2. 4	—	√	1, 2, 3	
	液冷系统冷却回路密封性能		√	√	GB/T 18488. 1 5. 2. 5	√	√	1, 2, 3	
	驱动电机定子绕组冷态直流电阻		√	—	GB/T 18488. 1 5. 2. 6	√	√	1, 2, 3	
	绝缘电阻	驱动电机定子绕组对机壳的绝缘电阻		√	—	GB/T 18488. 1 5. 2. 7. 1	√	√	1, 2, 3
		驱动电机定子绕组对温度传感器的绝缘电阻		√	—	GB/T 18488. 1 5. 2. 7. 2	√	√	1, 2, 3
		驱动电机控制器绝缘电阻		—	√	GB/T 18488. 1 5. 2. 7. 3	√	√	1, 2, 3
	耐电压	驱动电机绕组的匝间冲击耐电压		√	—	GB/T 18488. 1 5. 2. 8. 1	√	√	1, 2, 3
		工频耐电压	驱动电机绕组对机壳的工频耐电压	√	—	GB/T 18488. 1 5. 2. 8. 2. 1	√	√	1, 2, 3
			驱动电机绕组对温度传感器的工频耐电压	√	—	GB/T 18488. 1 5. 2. 8. 2. 2	√	√	1, 2, 3
			驱动电机控制器工频耐电压	—	√	GB/T 18488. 1 5. 2. 8. 2. 3	√	√	1, 2, 3
	超速		√	—	GB/T 18488. 1 5. 2. 9	—	√	1, 2, 3	
温升*			√	—	GB/T 18488. 1 5. 3	—	√	1, 2, 3	
输入输出特	工作电压范围*		√	√	GB/T 18488. 1 5. 4. 1	—	√	1, 2, 3	
	转矩—转速特性*		√	√	GB/T 18488. 1 5. 4. 2	—	√	1, 2, 3	
	持续转矩*		√	—	GB/T 18488. 1	—	√	1, 2, 3	

性					5.4.3			
	持续功率*		√	—	GB/T 18488.1 5.4.4	—	√	1, 2, 3
	峰值转矩*		√	—	本标准4.3	—	√	1, 2, 3
	峰值功率*		√	—	本标准4.4	—	√	1, 2, 3
	堵转转矩*		√	—	本标准4.5	√	√	1, 2, 3
	低速转矩脉动*		√	√	本标准4.6	—	√	1, 2, 3
	最高工作转速*		√	—	GB/T 18488.1 5.4.8	—	√	1, 2, 3
	驱动 电机 系统 效率	驱动电机系统最高效率*	√	√	GB/T 18488.1 5.4.9.1	—	√	1, 2, 3
		驱动电机系统高效工作区*	√	√	GB/T 18488.1 5.4.9.2	—	√	1, 2, 3
		平均效率*	√	√	本标准4.7	—	√	1, 2, 3
	控制 精度	转速控制精度*	√	√	GB/T 18488.1 5.4.10.1	—	√	1, 2, 3
		转矩控制精度*	√	√	GB/T 18488.1 5.4.10.2	—	√	1, 2, 3
	响 应 时 间	转速响应时间*	√	√	GB/T 18488.1 5.4.11.1	—	√	1, 2, 3
		转矩响应时间*	√	√	GB/T 18488.1 5.4.11.2	—	√	1, 2, 3
	控制 器 输 出 电 流	驱动电机控制器持续工作电流*	—	√	GB/T 18488.1 5.4.12.1	—	√	1, 2, 3
		驱动电机控制器短时工作电流*	—	√	GB/T 18488.1 5.4.12.2	—	√	1, 2, 3
		驱动电机控制器最大工作电流*	—	√	GB/T 18488.1 5.4.12.3	—	√	1, 2, 3
	馈电特性*		√	√	GB/T 18488.1 5.4.13	—	√	1, 2, 3
	初始位置角度		√	—	QC/T 1069 5.2	√	√	1, 2, 3
	齿槽转矩		√	—	QC/T 1069 5.3	—	√	1, 2, 3
	最大空载线反电势		√	—	QC/T 1069 5.4	—	√	1, 2, 3
	系统空载损耗*		√	√	QC/T 1069 5.5	—	√	1, 2, 3
	电机空载损耗		√	—	QC/T 1069 5.6	—	√	1, 2, 3
安 全 性	安全接地检查		√	√	GB/T 18488.1 5.5.1	√	√	1, 2, 3
	驱动电机控制器的保护功能*		—	√	GB/T 18488.1 5.5.2	—	√	1, 2, 3

	驱动电机控制器支撑电容放电时间		—	√	GB/T 18488. 1 5. 5. 3	—	√	1, 2, 3
	稳态短路电流*		√	—	QC/T 1069 5. 7	—	√	1, 2, 3
	永磁体退磁*		√	—	QC/T 1069 5. 8	—	√	2
环 境 适 应 性	低温		√	√	GB/T 18488. 1 5. 6. 1	—	√	1
	高温		√	√	GB/T 18488. 1 5. 6. 2	—	√	1
	湿热		√	√	GB/T 18488. 1 5. 6. 3	—	√	1
	耐振动		√	√	本规范4. 8	—	√	1
	防水防尘		√	√	本规范4. 9	—	√	2
	盐雾		√	√	GB/T 18488. 1 5. 6. 6	—	√	1
	电磁兼容性	电磁辐射骚扰*	√	√	GB/T 18488. 1 5. 6. 7. 1	—	√	2
		电磁辐射抗扰性*	√	√	GB/T 18488. 1 5. 6. 7. 2	—	√	2
耐久性*			√	√	本规范4. 10	—	√	2
	注： 1) “√”表示需要进行检验的项目； 2) “—”表示不需要进行检验的项目； 3) 带“*”的项目，必须电机与控制器配套检验； 4) “(X)”表示可选项，控制器集成在轮毂电机中则不做该项。							