

ICS XXXXXX  
CCS X XXX

# 团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—20XX

## 电动汽车用少稀土永磁同步电机通用技术条件

General technical requirements of low rare earth permanent magnet  
synchronous motor for electric vehicle applications

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 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 技术要求 .....	2
4.1 总则 .....	2
4.2 冷态高效区占比 .....	2
4.3 热态高效区占比 .....	2
4.4 少稀土永磁同步电机工况效率 .....	3
4.5 少稀土永磁电机噪声 .....	3
4.6 少稀土永磁同步电机振动 .....	3
4.7 少稀土永磁同步电机温升 .....	3
4.8 永磁体的稳定性 .....	3
5 试验方法 .....	3
5.1 总则 .....	3
5.2 少稀土永磁同步电机效率实验 .....	3
5.3 少稀土永磁同步电机振动 .....	4
5.4 少稀土永磁同步电机噪声 .....	4
5.5 永磁体电磁热退磁率 .....	4
5.6 永磁体老化退磁率 .....	4
5.7 永磁体机械振动退磁率 .....	4
6 检验规则 .....	4
7 标志标识 .....	4
附录 A（资料性）永磁体不可逆退磁率计算方法 .....	6

## 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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口管理。

本文件起草单位：弗迪动力有限公司、福建省长汀金龙稀土有限公司、联合汽车电子有限公司、广汽埃安新能源汽车有限公司、珠海英搏尔电气股份有限公司、苏州汇川联合动力系统有限公司、北京理工华创电动车技术有限公司、重庆长安新能源汽车科技有限公司、华域汽车电动系统有限公司、合肥新沪新能源有限公司、台州市金宇机电有限公司。

本文件主要起草人：罗红斌、齐文明、陈大崑、师大伟、占智军、喻皓、王配、刘宏鑫、李忠雨、钱建林、燕秀龙、庄兴明、邢济垒、彭钱磊、卢有君、宋志环、谢迪、韩宗希、江平、丁伟、唐敏、卢若皓。

# 电动汽车用少稀土永磁同步电机通用技术条件

## 1 范围

本文件规定了电动汽车用少稀土永磁同步电机的技术要求、试验方法、检验规则、标志与标识。

本文件适用于电动汽车用少稀土永磁同步电机、永磁同步电机及其电驱动系统。本文件针对电动汽车用少稀土永磁同步电机系统的技术条件与试验方法给出了补充说明，在少稀土永磁同步电机中永磁体磁性能稳定性给出了技术要求与试验方法。

## 2 规范性引用文件

下列文件对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，其最新的版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 755-2019 旋转电机 定额与性能

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 10068-2020 轴中心高为 56mm 及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值

GB/T 10069.1-2006 旋转电机噪声测定方法及限值 第 1 部分：旋转电机噪声测定方法

GB/T 18386.1-2021 电动汽车能量消耗量和续驶里程试验方法 第 1 部分：轻型汽车

GB/T 18386.2-2022 电动汽车能量消耗量和续驶里程试验方法 第 2 部分：重型商用车辆

GB/T 18488.1-2015 电动汽车用驱动电机系统 第 1 部分：技术条件

GB/T 18488.2-2015 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 29307 电动汽车用驱动电机系统可靠性试验方法

GB/T 38090-2019 电动汽车驱动电机用永磁材料技术要求

GB/T 39494-2020 新能源汽车驱动电机用稀土永磁材料表面涂镀层结合力的测定

GB/T 40794-2021 稀土永磁材料高温磁通不可逆损失检测方法

GB/T 42160-2022 晶界扩散钕铁硼永磁材料

QC/T 1069-2017 电动汽车用永磁同步驱动电机系统

## 3 术语和定义

GB /755-2019、GB/T 2900.25、GB/T 2900.33、GB/T 18488.1-2015、GB/T 18488.2-2015、GB/T 19596、GB/T 29307、GB/T38090-2019 和 QC/T 1069-2017 所界定的及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**少稀土永磁材料** low rare earth permanent magnet materials

一种不含重稀土元素或重稀土元素（Pu、Nd、Dy、Te 等）的永磁材料，常温下其矫顽力应当低于 23kA/m，其重稀土含量低于 0.8wt%。

### 3.2

#### 少稀土永磁同步电机 low rare earth permanent magnet synchronous motor

一种含有少稀土永磁材料的永磁电机。

### 3.3

#### 转子表磁 magnetic density on the rotor surface

在 20℃ 下，离电机转子表面 1mm 处磁感应强度的分布。

### 3.4

#### 冷态高效区占比 high efficiency ratio at low temperature

在规定的冷却条件下，将所述少稀土永磁电机绕组温度置于 40℃~60℃ 进行效率测试，冷态高效区占比为效率高于 90% 的工作点所占面积与全范围工作点所占面积的比值，测试的工况点建议不少于 200 个。

### 3.5

#### 热态高效区占比 high efficiency ratio at high temperature

在规定的冷却条件下，将所述少稀土永磁电机绕组温度置于 130℃~150℃ 进行效率测试，热态高效区占比为效率高于 90% 的工作点所占面积与全范围工作点所占面积的比值。

### 3.6

#### 少稀土永磁同步电机工况效率 low rare earth permanent magnet synchronous motor duty efficiency

在规定冷却条件下，模拟少稀土永磁同步电机应用于电动汽车零部件所要求的工况并对其进行测试，完成 10 个整车零部件所要求的工况后，少稀土永磁同步电机输出机械能与输入电能之间的比值。

### 3.7

#### 少稀土永磁同步电机本体噪声 noise of low rare earth permanent magnet synchronous motor

少稀土永磁电机在某工况下运行时，距离电机壳体 1m 远处的声压值。

### 3.8

#### 少稀土永磁同步电机本体振动 vibration of low rare earth permanent magnet synchronous motor

少稀土永磁电机在某工况下运行时，电机壳体表面振动位移、速度、加速度。

### 3.9

#### 永磁体的稳定性 steadiness of permanent magnet materials

在温度、外磁场、化学腐蚀与机械振动冲击下应用于少稀土永磁同步电机的永磁体剩磁、矫顽力、磁通、磁矩等磁性能参数保持稳定的能力。通过试验前后转子表面磁性能（永磁体剩磁、矫顽力、磁通、磁矩）变化即退磁率体现永磁体的稳定性。

## 4 技术要求

### 4.1 总则

少稀土永磁同步电机及其系统应满足 GB/T 18488.1-2015 和以下要求。

### 4.2 冷态高效区占比

少稀土永磁同步电机冷态高效区占比应不小于产品技术文件规定值，同时相较常温状态下高效区占比劣化不应超过 5%。

### 4.3 热态高效区占比

少稀土永磁同步电机热态高效区占比应不小于产品技术文件规定值，同时相较常温状态下高效区占比劣化不应超过 5%。

#### 4.4 少稀土永磁同步电机工况效率

少稀土永磁同步电机工况效率应不低于产品技术文件规定范围。

#### 4.5 少稀土永磁电机噪声

4.5.1 少稀土永磁同步电机噪声应符合产品技术文件规定范围；

4.5.2 少稀土永磁同步电机通过产品机械性能检测、带加速因子耐久试验、耐振动冲击、环境老化、高低温冲击等试验后噪声无明显异响，且实验前后噪声水平偏差不能超 5%或者技术文件规定范围。

#### 4.6 少稀土永磁同步电机振动

4.6.1 少稀土永磁同步电机振动应符合产品技术文件规定范围；

4.6.2 少稀土永磁同步电机通过产品机械性能检测、带加速因子耐久试验、耐振动冲击、环境老化、高低温冲击等试验后振动无明显剧增，且实验前后振动水平偏差不能超 5%或者技术文件规定范围。

#### 4.7 少稀土永磁同步电机温升

4.7.1 少稀土永磁同步电机温升应符合产品技术文件规定范围；

4.7.2 少稀土永磁同步电机通过产品机械性能检测、带加速因子耐久试验、耐振动冲击、环境老化、高低温冲击等试验后温升无局部过热，且实验前后温升偏差不能超 5%或者技术文件规定范围。

#### 4.8 永磁体的稳定性

少稀土永磁同步电机通过产品机械性能检测，带加速因子耐久试验、耐振动冲击、环境老化、高低温冲击等试验，前后两次永磁体剩磁、矫顽力、磁通、磁矩性能参数偏差即退磁率不能超过 5%或者技术文件规定范围。

### 5 试验方法

#### 5.1 总则

5.1.1 少稀土永磁同步电机系统应满足 GB/T 18488.2-2015 和以下要求；

5.1.2 如无特殊说明，测量仪器的精度要求按 GB/T 18488.2-2015 执行；

5.1.3 试验工况/试验方法应满足 GB/T 18488.2-2015 相关要求，在此基础上根据产品技术要求文件进行明确。

#### 5.2 少稀土永磁同步电机效率试验

##### 5.2.1 少稀土永磁同步电机低温效率试验

将少稀土永磁电机置入低温环境箱中，并通入低温冷却液进行冷却后，针对少稀土永磁同步电机工作点的转矩、转速、电压、电流进行标定与效率试验。

##### 5.2.2 少稀土永磁同步电机高温效率试验

将少稀土永磁同步电机置入高温环境箱中，并通入高温冷却液进行冷却后，针对少稀土永磁同步电机工作点的转矩、转速、电压、电流进行标定与效率试验。

### 5.2.3 少稀土永磁同步电机工况效率试验

- 5.2.3.1 在常温条件下,针对少稀土永磁电机的工作点的转矩、转速、电压、电流等参数进行标定;
- 5.2.3.2 标定完成后,利用测功机模拟少稀土永磁同步电机应用于电动汽车零部件所要求的载荷,用电能表记录电能的消耗,完成10个整车零部件所要求的工况后,少稀土永磁电机输出机械能与输入电能之间的比值为驱动电机的工况效率。

### 5.3 少稀土永磁同步电机振动

在常温条件下,针对少稀土永磁同步电机的工作点的转矩、转速、电压、电流等参数进行标定。将振动传感器置于少稀土永磁同步电机壳体表面,利用振动检测系统记录下少稀土永磁同步电机在各运行工况下振动频谱。

### 5.4 少稀土永磁同步电机噪声

在常温条件下,针对少稀土永磁同步电机的工作点的转矩、转速、电压、电流等参数进行标定。将麦克风置于少稀土永磁同步电机壳体表面1m处,利用噪声检测系统记录下少稀土永磁同步电机在各运行工况下噪声频谱。

### 5.5 永磁体电磁热退磁率

- 5.5.1 在同样实验条件下,针对少稀土永磁同步电机在机械性能、温升、效率与耐久实验前后分别进行转子表面磁性能检测、反电动势测试。
- 5.5.2 转子表面磁性能检测方法与反电动势测试方法由供需双方协商确定。
- 5.5.3 对比多组(3组以上)实验前后表面磁性能检测数据与反电动势数据判别永磁体的退磁率。
- 5.5.4 永磁体不可逆退磁率计算方法可以参考附录A。

### 5.6 永磁体老化退磁率

- 5.6.1 在同样实验条件下,针对少稀土永磁电机在环境老化实验前与后分别进行转子表面磁性能检测、反电动势测试。
- 5.6.2 转子表面磁性能检测方法与反电动势测试方法由供需双方协商确定。
- 5.6.3 对比多组(3组以上)实验前后表面磁性能检测数据与反电动势数据判别永磁体的退磁率。
- 5.6.4 永磁体不可逆退磁率计算方法可以参考附录A。

### 5.7 永磁体机械振动退磁率

- 5.7.1 在同样实验条件下,针对少稀土永磁电机在振动冲击实验前与后分别进行转子表面磁性能检测、反电动势测试。
- 5.7.2 转子表面磁性能检测方法与反电动势测试方法由供需双方协商确定。
- 5.7.3 对比多组(3组以上)实验前后表面磁性能检测数据与反电动势数据判别永磁体的退磁率。
- 5.7.4 永磁体不可逆退磁率计算方法可以参考附录A。

## 6 检验规则

检验规则按GB/T 18488.1-2015执行,其中检验目录见附录A。

## 7 标志标识



按 GB/T 18488.1-2015 执行。

## 附录 A

(资料性)

## 永磁体不可逆退磁率计算方法

## A.1 永磁体不可逆退磁率计算方法

$$\xi_n = \frac{U_{1n} - U_{2n}}{U_{1n}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$\xi = \frac{1}{m} \sum_m \xi_n \dots\dots\dots (2)$$

式中:

 $\xi_n$  ——实验前后转速为 $n$ 时永磁体不可逆退磁率计算值; $U_{1n}$  ——实验前少稀土永磁电机在转速为 $n$ 时空载反电动势的有效值,单位为伏特, [V]; $U_{2n}$  ——实验后少稀土永磁电机在转速为 $n$ 时空载反电动势的有效值,单位为伏特, [V]; $\xi$  ——永磁体不可逆退磁率; $m$  ——实验前后少稀土永磁电机反电动势测试工况点个数。

$$\xi_i = \frac{B_{1i} - B_{2i}}{B_{1i}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

$$\xi = \frac{1}{k} \sum_k \xi_k \dots\dots\dots (4)$$

式中:

 $\xi_i$  ——实验前后少稀土永磁电机轴向第 $i$ 段处永磁体不可逆退磁率计算值; $B_{1i}$  ——实验前少稀土永磁电机轴向第 $i$ 段处转子表磁基波的有效值,单位为高斯, [Gauss]; $B_{2i}$  ——实验后少稀土永磁电机轴向第 $i$ 段处转子表磁基波的有效值,单位为高斯, [Gauss]; $\xi$  ——永磁体不可逆退磁率; $k$  ——实验前后少稀土永磁电机转子轴向测试点数。