

ICS 29.160.30

CCS K21

# 团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—20XX

## 低速大转矩永磁同步电动机技术条件和试验方法

Specifications and test procedure of Low-speed and high-torque magnet  
synchronous motor

(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

目次 .....	I
前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 型号与基本要求 .....	2
5 技术要求 .....	2
6 试验方法 .....	5
7 检验分类 .....	7
8 标志、包装、运输、贮存和保用期 .....	9
表 1 .....	3
表 2 .....	4
表 3 .....	8

## 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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

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。

本文件主要起草单位：台州市金字机电有限公司、江苏祝尔慷电机节能技术有限公司、佳木斯电机股份有限公司、恒业智能驱动（杭州）股份有限公司、湘潭电机股份有限公司、宁波安信数控技术有限公司、安徽明腾永磁机电设备有限公司、浙江西子富沃德电机有限公司、沈阳蓝光驱动技术有限公司、诸暨和创电机科技有限公司、威伊艾姆电机（中国）有限公司、湘潭华联电机有限公司。

本文件主要起草人：马洪杰、丁伟、吕生国、罗洪清、常颜芹、刘文辉、方凯、翁海林、贺玉民、徐卫东、李爽、王徐颖、梅谦、王宁、李创平、金璐、徐广人、梁丙雪、李嘉晖、陈幸、王鹏、陈如、王步明、罗浩锋、唐敏、邓向辉。

本文件为首次发布。

# 低速大转矩永磁同步电动机技术条件和试验方法

## 1 范围

本文件规定了符合 GB/T755-2019 规定范围内低速大转矩永磁同步电动机（以下简称电动机）的术语和定义、型号与基本要求、技术条件、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存和保用期。

本文件适用于额定转速 $\leq 200\text{r/min}$ ，额定转矩（持续转矩） $\geq 100\text{N}\cdot\text{m}$  低速大转矩永磁同步电动机。

## 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 191 包装储运图示标志
- GB/T 755-2019 旋转电机 定额和性能
- GB/T 997 旋转电机结构型式、安装型式及接线盒位置的分类
- GB/T 1184-1996 形状和位置公差 未注公差值
- GB 1971-2006 旋转电机线端标志与旋转方向
- GB/T 1993 旋转电机冷却方法
- GB/T 2900.1 电工术语 基本术语
- GB/T 2900.25 电工术语 旋转电机
- GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备
- GB/T 4831 旋转电机产品型号编制方法
- GB/T 4942.1 旋转电机整体结构的防护等级(IP代码) 分级
- GB/T 7346 控制电机基本外形结构型式
- GB 9239-88 刚性转子平衡品质 许用不平衡的确定
- 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 10069.3-2008 旋转电机噪声测定方法及限值 第3部分：噪声限值
- GB/T 10401-2008 永磁式直流力矩电动机通用技术条件
- GB/T 14023 车辆、船和由内燃机驱动的装置 无线电骚扰特性 限值和测量方法
- GB/T 14711-2013 中小型旋转电机通用安全要求
- GB/T 18387 电动车车辆的电磁场辐射强度的限值和测量方法，宽带，9KHz 到 30MHz
- 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 22669-2008 三相永磁同步电动机试验方法
- GB/T 22671-2008 外转子电动机试验方法
- GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求试验方法

## 3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.25、GB/T 755-2019、GB/T 18488.1-2015 界定的及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**外转子电动机 outer rotor motors**

转子位于定子外圆周面且随着电机外壳一起旋转，电机主轴固定，外壳做转子，内部和主轴做定子。

3.2

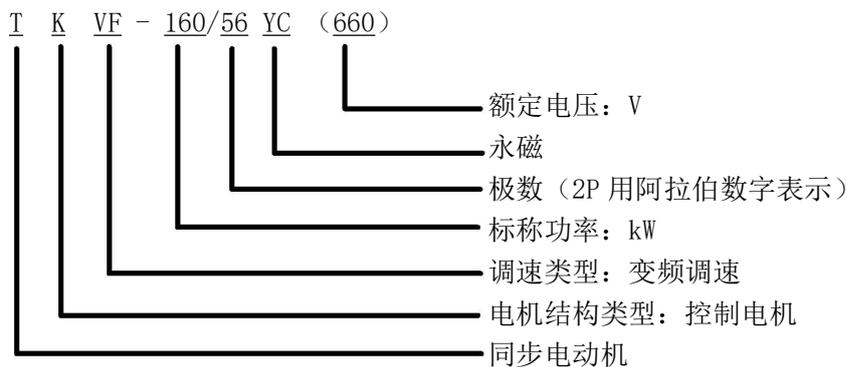
**静态电感 static inductance**

使用电感电桥单独测试不含永磁材料的转子部件下定子绕组电感量测试值。

4 型号与基本要求

4.1 电动机型号由产品代号和规格代号两部分依次排列组成，也可参考 GB/T 4831 编制。

示例：



- 4.2 电动机结构类型应符合铭牌规定，如隔爆型（GB/T 3836.2）、控制电机（GB/T 7346）等。
- 4.3 电动机的外壳防护等级应符合 GB/T 4942.1 的规定。
- 4.4 电动机的冷却方法应符合 GB/T 1993 的规定。
- 4.5 电机的定额应符合 GB/T 755-2019 规定，其中功率档次尽量参照我国标准大中型电机划分。
- 4.6 电动机的安装型式应符合 GB/T 997、GB/T 7346 或产品专用技术条件的规定。
- 4.7 电动机绕组的接线法为 Y 或  $\Delta$ 。
- 4.8 中大型电动机转子平衡品质等级应满足 GB 9239-88 标准中 G6.3 等级要求。
- 4.9 电动机现场条件应能在 GB/T 755-2019 标准中 6 的规定条件，进行运行、停机、贮存和运输。

5 技术要求

5.1 外观

电动机表面应无锈蚀、碰伤、裂痕和涂覆层应无剥落；紧固件连接要牢固；引出线应完整无损；电机铭牌内容应正确，字迹应清晰，底色不得脱落。

5.2 一般要求

电动机应空转灵活，无定转子摩擦现象或者异响(如周期性异响、轴承受损异响或异物卡滞在转动部位引起的异响等)，能与驱动器（变频器）正常通信。

5.3 径向间隙

当有要求时，电动机径向间隙应符合产品专用技术条件的规定。

5.4 轴向间隙

基座号 320 及以内的电动机轴向间隙应不大于 0.3mm，其他基座号应符合产品专用技术条件的规定。

### 5.5 轴向径向圆跳动

内转子电动机输出轴径向圆跳动要求应符合 GB/T 1184-1996 标准中 7 级要求。

### 5.6 安装配合面同轴度

电动机安装配合面同轴度要求应符合 GB/T 1184-1996 标准中 7 级要求。

### 5.7 安装配合端面垂直度

电动机安装配合端面垂直度要求应符合 GB/T 1184-1996 标准中 7 级要求。

### 5.8 效率

电动机在标称功率（额定转速及额定转矩）运行时，其效率保证值不低于表 1 的规定。

表 1 效率保证值

标称功率 (kW)	1.1-2.2	3-11	15-37	45-250	315-500	560-1000	1100-2500	2800-3150	≥3550
效率 (%)	80	82	88	92	93	94	95	96	97
注：效率的容差符合 GB/T 755-2019，若必须搭配驱动器（变频器）测试，则为系统效率。									

### 5.9 失步转矩

在额定工况（额定电压和额定频率）下，电动机失步转矩对额定转矩之比的保证值为 2.5 倍。

### 5.10 绕组电阻

电动机定子绕组在实际冷状态下电阻的任何一相与其他相平均值的偏差应不大于平均值的  $\pm 3\%$ 。

### 5.11 绕组静态电感

电动机定子绕组在频率 1000Hz 和无永磁材料的转子部件状态下电感的任何一相与其他相平均值的偏差应不大于平均值的  $\pm 10\%$ 。

### 5.12 空载电流和损耗

电动机空载电流和损耗应在某一数值范围内，该数值范围应能保证电动机符合 5.9、5.10 的规定。如当多相电源平衡时，电动机的多相空载电流中任何一相与其他相电流平均值的偏差应不大于多相平均值的  $\pm 12\%$ 。

### 5.13 空载反电动势

电动机空载反电动势应在某一数值范围内，该数值范围应能保证电动机符合 5.8、5.9 的规定。电动机在额定转速下，测定空载反电动势中任何一相与其他相平均值的偏差应不大于  $\pm 5\%$ 。

### 5.14 噪声

电动机在最高空载转速下，测得的 A 计权声功率级的噪声限值应不超过 GB/T 10069.3-2008 表 1 中规定  $nN \leq 960r/min$  范围内要求。

### 5.15 振动强度限值

电动机在产品专用技术条件规定的最高及最低转速下在空载运行时，机械振动应符合表 2 的规定。

表 2 振动强度限值

安装方式	位移 (mm)	速度 (mm/s)	加速度 (mm/s <sup>2</sup> )
刚性安装	0.75	3	3.6

### 5.16 定子绕组温升限值和轴承最高温度

5.16.1 电动机的热分级应符合使用场景需求，温升限值不超过铭牌规定。

5.16.2 电动机轴承的允许温度应不超过产品专用技术条件的规定。

### 5.17 偶然过电流

电动机应能在热状态承受1.2倍额定电流，历时2min的试验而不损坏，或宜以供需双方协议。

### 5.18 超速

电动机应能承受GB/T755-2019标准中9.7规定的超速试验而不发生有害变形。

### 5.19 非正常温升

电动机以额定输出功率运行到热稳定状态后，在冷却系统失效的情况下继续额定运行10min，电动机的定子绕组温升不超过铭牌的规定。

### 5.20 旋转方向

内转子电动机旋转方向应符合GB 1971-2006中5规定；外转子电机以面向引线出线端为视角，逆时针方向为正转，顺时针为反转，特殊情况以企业技术文件或外壳旋转标识为准。

### 5.21 转矩波动系数

电动机转矩波动系数的技术要求应符合GB/T 10401-2008中5.20.1的要求。

### 5.22 电气时间常数

电动机电气时间常数的技术要求和试验方法应符合GB/T 10401-2008中5.22.1的要求。

### 5.23 绝缘电阻

电动机定子绕组的绝缘电阻在热状态时或温升试验后，应符合GB/T 14711-2013标准中23.1要求。

### 5.24 介电强度

电动机的定子绕组绝缘介电强度（耐电压、匝间冲击）应符合GB/T 14711-2013标准中24要求。

### 5.25 湿热试验

电动机的湿热试验性能应符合GB/T 14711-2013标准中27要求。

### 5.26 防腐蚀

电动机的防腐蚀性能应符合GB/T 14711-2013标准中28要求。

### 5.27 铭牌

电动机铭牌标识及内容除应符合GB/T 755-2019标准中10的要求，还需注明防护等级、冷却方法、安装型式、绕组接线方法。

## 5.28 电磁兼容性(EMC)

若电动机应用场景有对电磁兼容性(EMC)要求时,在工业及家用领域可参照 GB/T 755-2019 中 13 的要求;在车用领域可参照 GB/T 14023、GB/T 18387 和 GB 34660 的要求。

## 6 试验方法

### 6.1 试验的一般条件

- a) 环境温度:  $0\sim 40^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 相对湿度:  $45\%\sim 75\%$ ;
- c) 大气压力: 温度计精度:  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ;
- d) 海拔: 不超过 1000m,若超过,应按照 GB/T755 有关规定执行修正;
- e) 电气测量仪表精度: 不低于 0.5 级;
- f) 测功机精度: 不低于 1%,测速仪精度: 不低于 0.1%;
- g) 直流电源纹波系数: 不大于 5%或交流电源: 符合 GB/T755 规定的电源条件;
- h) 声级计精度:  $\pm 1.5\text{dB (A)}$ ;
- j) 百分表/千分表精度: 1 级;
- k) 直流电桥或直流低电阻测试仪精度:  $0.01\text{ m}\Omega$ ;
- m) 电感电桥精度: 1mH;

### 6.2 外观

目检电动机外观。

### 6.3 径向间隙

将电动机牢固的轴向水平安装,千分表的测量头置于内转子电动机轴伸面上或外转子置于外壳径向处,并尽可能靠近轴承位置,施加产品专用技术条件规定的力,沿与轴向垂直的方向加在轴上,先向一个方向,然后向相反方向,观察千分表两次读数之差即为径向间隙值。

### 5.4 轴向间隙

将电动机牢固的轴向水平安装,千分表的测量头置于内转子电动机轴伸端面或外转子置于外壳轴向处,施加产品专用技术条件规定的力,沿轴向水平方向加在轴上,先向一个方向,然后向相反方向,观察千分表两次读数之差即为轴向间隙值。

### 6.5 轴向径向圆跳动

将内转子电动机牢固的轴向水平安装,千分表的测量头置于轴伸外圆上,缓慢地转动电机转轴,在接近轴伸端面处测取一周内跳动量,取其最大值为轴伸径向跳动值。

### 6.6 安装配合面同轴度

内转子电动机固定转子,将千分表的测量头置于安装配合圆面上,转动电机定子,测取千分表的最大与最小读数之差即为安装配合面的同轴度值。

### 6.7 安装配合端面垂直度

内转子电动机固定转子,将千分表的测量头置于定子安装配合端面外缘,转动电机定子,测量一个圆周的跳动量,其最大值即为安装配合端面垂直度值。

## 6.8 效率

内转子电动机按 GB/T 22669—2008 中第 10.2.1 条规定的方法；外转子电动机 GB/T 22671—2008 中第 9.1 条规定的方法，在标称功率（额定转速及额定转矩）运行工况下进行效率测量。

## 6.9 失步转矩

按 GB/T 22669—2008 中第 12 条规定的方法进行。

## 6.10 绕组电阻

按 GB/T 22669—2008 中第 5.1 条规定的方法进行。

## 6.11 绕组静态电感

用电感电桥测量电机各相定子绕组在频率 1000Hz 和无永磁材料的转子部件状态下电感值。

## 6.12 空载电流和损耗

电动机空载电流和损耗应在某一数值范围内，该数值范围应能保证电动机符合 5.9、5.10 的规定。如当多相电源平衡时，电动机的多相空载电流中任何一相与其他相电流平均值的偏差应不大于多相平均值的  $\pm 12\%$ 。

## 6.13 空载反电动势

电动机在额定转速空载状态运行下，测量电动机的电压、电流、输入功率，并计算多相空载电流与平均值的偏差。

## 6.14 噪声

按 GB/T 10069.1 中规定的方法进行。

## 6.15 振动强度限值

按 GB/T 10068 中规定的方法进行。

## 6.16 定子绕组温升限值和轴承最高温度

参照 GB/T 22669—2008 中第 11 条的规定，在产品专用技术条件规定的最高及最低转速保持额定转矩连续运行，当相隔 60min 之内测量的温度之差不超过 2K 时为热稳定状态，在该状态下进行定子绕组温升和轴承最高温度测量。

## 6.17 偶然过电流

参照 GB/T 22669—2008 中第 15.4 条的规定，在热状态承受 1.2 倍额定电流，历时 2min；或宜以供需双方协议。

## 6.18 超速

按 GB/T 22669—2008 中第 15.1 条规定的方法进行。

## 6.19 非正常温升

参照 GB/T 22669—2008 中第 11 条的规定，试验时关闭冷却系统。

## 6.20 旋转方向

正确连接驱动器（变频器）或电源后，通电后目测电动机的旋转方向。

#### 6.21 转矩波动系数

按GB/T 10401-2008中5.20.2的方法进行。

#### 6.22 电气时间常数

按GB/T 10401-2008中5.22.2的方法进行。

#### 6.23 绝缘电阻

按GB/T 14711-2013标准中23.2的方法进行。

#### 6.24 介电强度

按GB/T14711-2013标准中24.2的方法进行。

#### 6.25 湿热试验

按GB/T 14711-2013标准中27.2的方法进行。

#### 6.26 防腐蚀

按GB/T 14711-2013标准中28.3、28.4、28.5的方法进行。

#### 6.27 铭牌

目测电动机铭牌标识及内容。

#### 6.28 电磁兼容性(EMC)

工业及家用领域参照GB/T755-2019中13的要求；车用领域可参照GB/T 14023、GB/T 18387和GB 34660的方法进行。

### 7 检验分类

本产品的检验分为出厂试验和型式试验。

#### 7.1 出厂检验

7.1.1 本产品应逐台进行出厂检验，经制造厂质检部门按出厂试验项目检验合格后并附有“产品合格证”方可出厂。

7.1.2 出厂试验项目见表3。

7.1.3 出厂试验项目全部合格，判定出厂试验合格。

#### 7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 新产品的试制定型和老产品转厂生产；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变可能影响产品性能时；
- c) 正常生产满五年进行一次；
- d) 停产二年后再次恢复生产时；
- e) 出产检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 客户有需求时。

7.2.2 型式检验项目见表3。

7.2.3 型式检验抽样数量每次不少于1台，从出厂试验的合格品中随机抽取。

7.2.4 型式检验中，有1项不合格则判型式检验不合格。

表3 检验项目

序号	检验项目	技术要求条款	试验方法条款	检验分类	
				出厂试验	型式试验
1	外观	5.1	6.2	√	—
2	径向间隙	5.3	6.3	√	—
3	轴向间隙	5.4	6.4	√	—
4	轴向径向圆跳动	5.5	6.5	√	—
5	安装配合面同轴度	5.6	6.6	√	—
6	安装配合端面垂直度	5.7	6.7	√	—
7	效率	5.8	6.8	—	√
8	失步转矩	5.9	6.9	—	√
9	绕组电阻	5.10	6.10	√	√
10	绕组静态电感	5.11	6.11	—	√
11	空载电流和损耗	5.12	6.12	√	√
12	空载反电动势	5.13	6.13	—	√
13	噪声	5.14	6.14	—	√
14	振动强度限值	5.15	6.15	—	√
15	定子绕组温升限值和轴承最高温度	5.16	6.16	—	√
16	偶然过电流	5.17	6.17	—	√
17	负载特性	5.18	6.18	—	√
18	非正常温升	5.19	6.19	—	√
19	旋转方向	5.20	6.20	√	—
20	转矩波动系数	5.21	6.21	—	√
21	电气时间常数	5.22	6.22	—	√
22	绝缘电阻	5.23	6.23	—	√
23	介电强度	5.24	6.24	—	√
24	湿热试验	5.25	6.25	—	√
25	防腐蚀	5.26	6.26	—	√
26	铭牌	5.27	6.27	√	—
27	电磁兼容性(EMC)	5.28	6.28	—	√

注：“√”表示必做检验项目，“—”表示不做检验项目；

## 8 标志、包装、运输、贮存和保用期

## 8.1 标志

8.1.1 每台产品的标志应保证不会因历时已久模糊不清，在外壳明显处用永久性的凸纹方式清晰地标出。

8.1.2 每台电机必须在明显位置上牢固地装有制造厂表明电机额定数据及其它必要事项的铭牌。铭牌的材料及刻划方法应能保证其字迹在电机的整个使用时期内不易磨灭。

8.1.3 铭牌应符合5.27要求。

## 8.2 包装

### 8.2.1 总则

每台产品在运送出厂时应予装箱，以防止运输过程中遭受损坏，并达到防潮防尘的要求。整台产品和部件的包装要适合陆路和水路运输的要求。

### 8.2.2 包装标志

8.2.2.1 外包装箱外壁应有明显而耐久的文字及标志，除非另有规定，其内容包括：

- a) 制造厂名称及地址；
- b) 收货单位名称及地址；
- c) 产品型号、名称及数量；
- d) 毛重及产品净重；
- e) 箱子外形尺寸（长×宽×高）；
- f) 出厂编号；
- g) 标志：“向上”、“防潮”、“小心轻放”等字样，其图形应符合 GB/T 191 的规定。

8.2.2.2 每台产品附随机文件，应包括：

- a) 装箱单；
- b) 产品合格证；
- c) 使用说明书；
- d) 安装尺寸、外形尺寸图；
- e) 3C 证。

## 8.3 运输、贮存

包装箱在运输、贮存过程中均不得受雨水侵袭。产品应放置在没有雨雪侵入、空气流通和相对湿度不大于90%（+20℃±5℃）、温度不高于+40℃，不低于-5℃的仓库中。考虑到运输或贮存的最低温度可能出现-5℃~-25℃，此时用户与制造厂应协商解决。

## 8.4 保用期

用户按照安装使用维护说明书的规定，在正确地使用与存放的情况下，制造厂应电动机在开始使用的一年内，或从制造厂出厂之日起不超过两年的时间内能良好地运行。如在此规定时间内，电动机因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应无偿地为用户修理或更换零件或电动机。