

ICS XXXXXX
CCS X XXX

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—XXXX

大型变频调速永磁同步电动机 技术条件和试验方法

Specification and test method for the large variable frequency
adjustable speed permanent magnet synchronous motor

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	2
4 型式、基本参数与尺寸	2
5 技术要求	5
6 试验方法与检验规则	9
7 标志、包装及保用期	10
图 1 电动机安装尺寸示意图	4
图 2 电动机安装尺寸示意图	4
表 1 6kV 电动机中心高与转速及功率的对应关系	2
表 2 10kV 电动机中心高与转速及功率的对应关系	3
表 3 电动机安装尺寸及公差	4
表 4 电动机安装尺寸及公差	5
表 5 电动机轴伸平键尺寸及公差	5
表 6 电动机轴伸切向键尺寸及公差	5
表 7 6kV 电动机效率的保证值	6
表 8 10kV 电动机效率的保证值	6
表 9 电动机电气性能保证值的容差	7
表 10 振动强度限值(方均根值)	8
表 11 检验项目	9
表 12 出线端标志	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

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：安徽明腾永磁机电设备有限公司。

本文件参加起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

大型变频调速永磁同步电动机技术条件和试验方法

1 范围

本文件规定了大型变频调速永磁同步电动机的型式、基本参数与尺寸、技术要求、试验方法、检验规则、标志和包装的要求。

本文件适用于大型 TYPKK 系列一般用途变频调速永磁同步电动机（以下简称电动机），中心高分别为 710mm、800mm、900mm、1000mm、1120mm。大型 TYPKS 系列变频调速永磁同步电动机可参照本标准执行。

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。

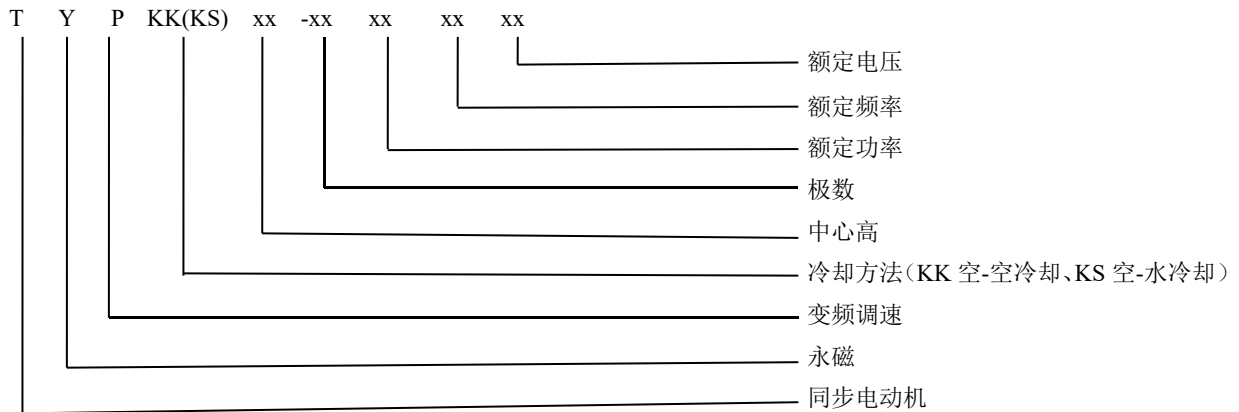
- GB/T 191-2008 包装储运图示标志
- GB/T 755-2019 旋转电机 定额和性能
- GB/T 997-2022 旋转电机结构型式、安装型式及接线盒位置的分类（IM 代码）
- GB/T 1096-2003 普通型 平键
- GB/T 1971-2021 旋转电机 线端标志与旋转方向
- GB/T 1974-2003 切向键及其键槽
- GB/T 1993-1993 旋转电机冷却方法
- GB/T 4772.2 旋转电机尺寸和输出功率等级 第 2 部分：机座号 355~1000 和凸缘号 1180~2360
- GB/T 4831-2016 旋转电机产品型号编制方法
- GB/T 4942-2021 旋转电机整体结构的防护等级（IP 代码）分级
- 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 10069.3 旋转电机噪声测定方法及限值 第 3 部分：噪声限值
- GB/T 12665-2017 电机在一般环境条件下使用的湿热试验要求
- GB/T 13957-2008 大型三相异步电动机基本系列技术条件
- GB 14711 中小型旋转电机通用安全要求
- GB/T 22669-2008 三相永磁同步电动机试验方法
- GB/T 22715-2016 旋转交流电机定子成型线圈耐冲击电压水平
- GB 30254-2013 高压三相笼型异步电动机能效限定值及能效等级

3 术语和定义

GB/T 755-2019、GB/T 22669-2008界定的术语和定义适用于本文件。

4 型式、基本参数与尺寸

4.1 电动机型号及含义（按 GB/T 4831-2016 的规定）。



注：TYPKK710-6 2500kW 50Hz 10kV 表示空-空冷却的变频调速永磁同步电动机，中心高为 710mm，6 极，额定功率为 2500kW，额定频率为 50Hz，额定电压为 10kV。

4.2 电动机的外壳防护等级为 IP54、IP55（按 GB/T 4942.1-2006 的规定）。

4.3 电动机的冷却方法为 IC666、IC86W（按 GB/T 1993-1993 的规定）。

4.4 电动机的结构及安装型式为 IMB3（按 GB/T 997-2022 的规定）。

4.5 电动机的定额是以连续工作制（S1）为基准的连续定额。

4.6 电动机的额定频率为 50Hz，恒转矩调速变频范围为 5~50Hz，恒功率调速频率范围为 50~60Hz，额定电压为 6kV 或 10kV，接线方式为 Y 接法。

4.7 电动机的中心高与转速及功率的对应关系见表 1、表 2。

表 1 6kV 电动机中心高与转速及功率的对应关系

中心高 mm	同步转速 r/min				
	1500	1000	750	600	500
功率 kW					
710	2800	2240	1600	-	-
	3150	2500	1800	1400	1120
	3550	2800	2000	1600	1250
	4000	3150	2240	1800	1400
800	4500	3550	2500	2000	1600
	5000	4000	2800	2240	1800
	5600	4500	3150	2500	2000

表 1 6kV 电动机中心高与转速及功率的对应关系（续）

中心高 mm	同步转速 r/min				
	1500	1000	750	600	500
	功率 kW				
900	-	-	-	2800	-
	-	5000	3550	3150	2240
	-	5600	4000	3550	2500
	-	6300	4500	4000	2800
1000	-	-	5000	-	-
	-	7100	5600	4500	3150
	-	8000	6300	5000	3550
	-	9000	7100	5600	4000
	-	10000	8000	6300	4500
1120	-	11200	9000	7100	5000
	-	12500	10000	8000	5600
	-	14000	11200	9000	6300
	-	16000	12500	10000	7100

表 2 10kV 电动机中心高与转速及功率的对应关系

中心高 mm	同步转速 r/min				
	1500	1000	750	600	500
	功率 kW				
710	2500	2000	-	-	-
	2800	2240	1600	-	-
	3150	2500	1800	1400	1120
	3550	2800	2000	1600	1250
800	4000	3150	2240	1800	1400
	4500	3550	2500	2000	1600
	5000	4000	2800	2240	1800
900	-	4500	3150	2500	2000
	-	5000	3550	2800	2240
	-	5600	4000	3150	2500
1000	-	-	4500	3550	-
	-	6300	5000	4000	2800
	-	7100	5600	4500	3150
	-	8000	6300	5000	3550
	-	9000	7100	5600	4000
1120	-	10000	8000	6300	4500
	-	11200	9000	7100	5000
	-	12500	10000	8000	5600
	-	14000	11200	9000	6300

4.8 电动机的安装尺寸及公差应符合表 3、表 4 的规定（与图 1、图 2 对应），尺寸符号如图 1、图 2 所示（按 GB/T 13957-2008 的规定）。

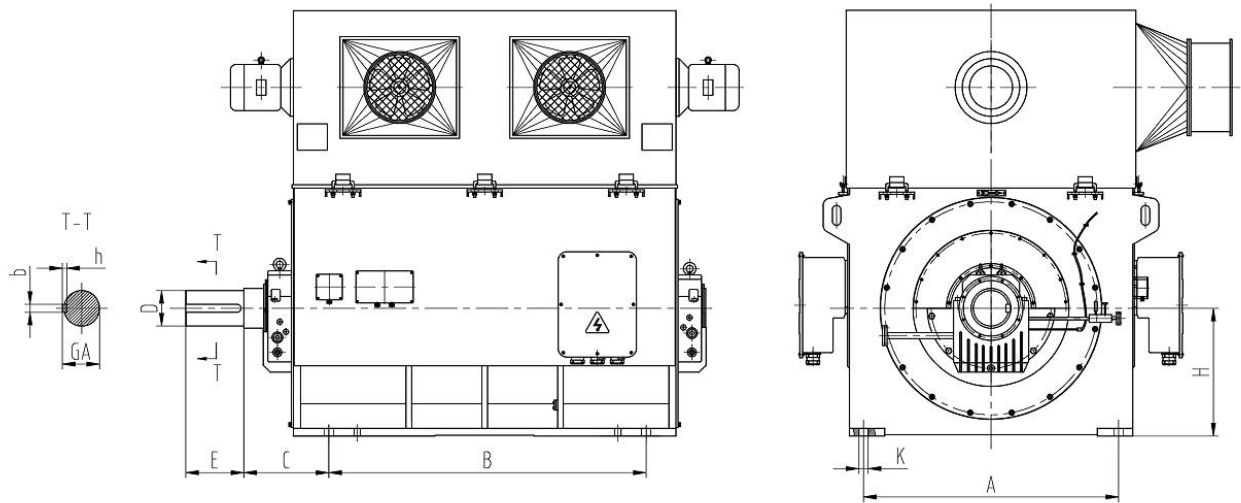


图 1 电动机安装尺寸示意图

表 3 电动机安装尺寸及公差

单位为毫米

中心高	安装尺寸及公差																
	A		B		C		D		E		b	h	GA		H	K	
	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	基本尺寸	基本尺寸	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差
710	1400	±2.8	1800	±2.8	530	±4.2	200	+0.046	350	±0.70	45	25	210	710	0	56	±0.74
800	1600		2000				220				+0.017	410	50	28			
900	1800	±3.5	2240	±3.5	600	±4.2	250	+0.052	470	±0.77	56	32	262	900	-1.5	66	0
1000	2000		2500				280				+0.020		63	292			
1120	2240		2800				320				+0.057	70	36	334			

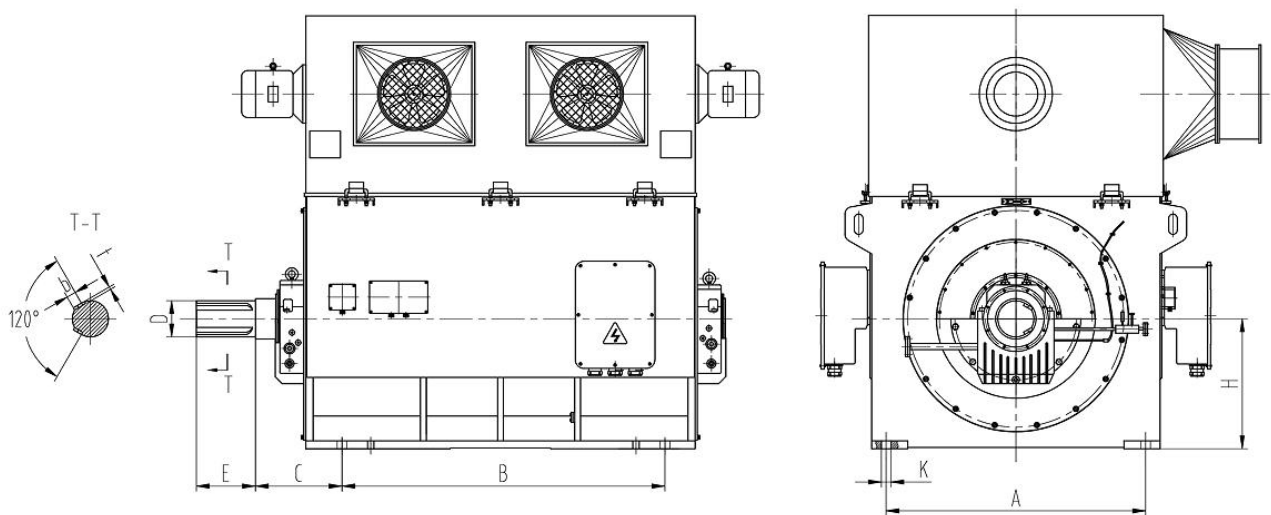


图 2 电动机安装尺寸示意图

表 4 电动机安装尺寸及公差

单位为毫米

中心高	安装尺寸及公差																	
	A		B		C		D		E		b	t	H		K			
	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	基本尺寸	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
710	1400	±2.8	1800	±2.8	530		200	+0.046	350	±0.70	51	14	710	0	56			
800	1600		2000				220				+0.017	57.1					16	800
900	1800	±3.5	2240	±3.5	600	±4.2	250	+0.052	410	±0.77	64.6	18	900	-1.5	66	+0.74		
1000	2000		2500				280				+0.020	72.1	20				1000	0
1120	2240		2800				320				+0.057 +0.021	81	22				1120	74

4.9 电动机轴伸平键尺寸及公差应按 GB/T 1096-2003 的要求并符合表 5 的规定。电动机轴伸切向键尺寸及公差应按 GB/T 1974-2003 的要求并符合表 6 的规定。

表 5 电动机轴伸平键尺寸及公差

单位为毫米

轴伸直径	键宽		键高	
200	45	0	25	0
220	50	-0.039	28	-0.13
250	56	0	32	0
280	63	-0.046	32	-0.16
320	70		36	

表 6 电动机轴伸切向键尺寸及公差

单位为毫米

轴伸直径	计算宽度	厚度	倒角	
			min	max
200	51	14	1.0	1.2
220	57.1	16	1.6	2.0
250	64.6	18		
280	72.1	20	2.5	3.0
320	81	22		

5 技术要求

5.1 在下列海拔和环境空气温度条件下，电动机应能额定运行，对现场运行条件偏差的修正按 GB/T 755-2019 的规定：

5.1.1 海拔不超过 1000m；

5.1.2 最高环境空气温度随季节而变化，但不超过 40℃；

5.1.3 最低环境空气温度应不低于-15℃，但下述电动机的环境空气温度应不低于 0℃：

- 额定输出功率大于 3300kW 且同步转速小于等于 1000r/min 的电动机；
- 采用滑动轴承的电动机；
- 以水作为初级或次级冷却介质的电动机

5.2 电动机运行期间电源电压和频率与额定值的偏差按 GB/T 755-2019 的规定。

5.3 电动机在功率、电压及频率为额定值时，其效率的保证值应符合表 7、表 8 的规定（根据 GB 30254-2013 的规定）。效率按 GB/T 22669-2008 的 B 法测定。

表 7 6kV 电动机效率的保证值

功率 kW	同步转速 r/min				
	1500	1000	750	600	500
	效率 η %				
1120	-	-	-	-	96.1
1250	-	-	-	-	96.2
1400	-	-	-	96.5	96.3
1600	-	-	96.7	96.5	96.3
1800	-	-	96.8	96.6	96.4
2000	-	-	96.9	96.7	96.5
2240	-	97.2	97.0	96.8	96.7
2500	-	97.3	97.1	96.9	96.8
2800	97.4	97.4	97.2	97.0	96.9
3150	97.5	97.5	97.2	97.0	97.0
3550	97.6	97.5	97.3	97.2	97.1
4000	97.7	97.6	97.4	97.3	97.1
4500	97.7	97.6	97.5	97.3	97.1
5000	97.8	97.7	97.6	97.4	97.2
5600	97.8	97.7	97.6	97.4	97.3
6300	-	97.8	97.7	97.5	97.3
7100	-	98.0	97.8	97.6	97.4
8000	-	98.0	97.9	97.7	-
9000	-	98.1	98.0	97.8	-
10000	-	98.2	98.0	97.9	-
11200	-	98.3	98.1	-	-
12500	-	98.4	98.2	-	-
14000	-	98.4	-	-	-
16000	-	98.4	-	-	-

表 8 10kV 电动机效率的保证值

功率 kW	同步转速 r/min				
	1500	1000	750	600	500
	效率 η %				
1120	-	-	-	-	95.9
1250	-	-	-	-	96.0
1400	-	-	-	96.3	96.1
1600	-	-	96.7	96.3	96.2
1800	-	-	96.8	96.4	96.3

表 8 10kV 电动机效率的保证值（续）

功率 kW	同步转速 r/min				
	1500	1000	750	600	500
	效率η %				
2000	-	97.1	96.8	96.5	96.3
2240	-	97.1	96.8	96.7	96.4
2500	97.4	97.2	96.9	96.7	96.5
2800	97.4	97.3	97.0	96.8	96.6
3150	97.5	97.3	97.0	96.9	96.7
3550	97.5	97.4	97.2	97.0	96.8
4000	97.5	97.5	97.3	97.1	96.9
4500	97.5	97.5	97.4	97.1	97.0
5000	97.6	97.6	97.5	97.2	97.1
5600	-	97.6	97.6	97.3	97.2
6300	-	97.7	97.6	97.4	97.3
7100	-	97.8	97.7	97.6	-
8000	-	97.9	97.8	97.7	-
9000	-	98.0	97.9	97.8	-
10000	-	98.0	98.0	-	-
11200	-	98.1	98.0	-	-
12500	-	98.2	-	-	-
14000	-	98.3	-	-	-

5.4 电动机在功率、电压及频率为额定值时，其功率因数的保证值为 0.96。

5.5 在额定电压下，电动机失步转矩对额定转矩之比的保证值为 1.6。

5.6 电动机电气性能保证值的容差应符合表 9 的规定。

表 9 电动机电气性能保证值的容差

序号	名称	容差
1	效率η	-0.10(1-η)
2	功率因数 cosφ	-(1-cosφ)/6，最小绝对值 0.02，最大绝对值 0.07
3	失步转矩倍数	保证值的-10%

5.7 电动机定子采用 155 (F) 级绝缘，当海拔和环境空气温度符合本标准中 4.1 的规定时，电动机定子绕组的温升(电阻法)按 80K 考核。如试验地点的海拔或环境空气温度与本标准中 4.2 的规定不同时，温升限值应按 GB/T 755-2019 的规定修正。

电动机轴承的容许温度(检温计法)：滚动轴承应不超过 95℃，滑动轴承应不超过 80℃。

5.8 电动机在热态和逐渐增加转矩的情况下，应能承受 1.5 倍的额定转矩、历时 15s 的短时过转矩试验而不失步及发生有害变形。此时，电压和频率应维持在额定值。

5.9 电动机在空载情况下，应能承受 1.2 倍的额定转速、历时 2min 的超速试验而不发生有害变形。

5.10 电动机定子绕组的绝缘电阻在热态时或温升试验后，应不低于通过公式 (1) 求得的数值。

$$R = \frac{U}{1000+P/100} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

R—绕组的绝缘电阻，单位为兆欧 (MΩ)；

U—绕组的额定电压，单位为伏（V）；

P—电动机的额定功率，单位为千瓦（kW）。

电动机在实际冷态下绝缘电阻应不低于 50M Ω 。

5.11 电动机的定子绕组应能承受 1min 的耐电压试验而不发生击穿，试验电压尽可能为正弦波形，频率为 50Hz，电压的有效值为 2 倍额定电压加 1000V。

同一台电动机不应重复进行本项试验，如用户提出要求，允许在安装之后开始运行之前，再进行一次额外试验，其试验电压应不超过上述规定值的 80%，如有必要，在试验前将电动机烘干。

5.12 电动机的定子线圈应能承受对地和匝间耐冲击电压试验而不发生击穿，其试验冲击电压峰值和试验方法按 GB/T 22715—2016 的规定。

5.13 当三相电源电压平衡时，电动机的三相空载电流中任何一相与三相平均值的偏差不大于平均值的 10%。电动机三相定子绕组在实际冷态下任何一相直流电阻与三相平均值的偏差应不大于平均值的 2%。

5.14 电动机空载反电动势与设计值的偏差应不大于 $\pm 5\%$ ，其试验方法按 GB/T 22715—2016 的规定。

5.15 电动机的机械振动应符合以下要求：

a) 在空载时测得的振动强度不超过表 10 的规定。对转速小于 600r/min 的电动机，只需测量振动的位移。对于转速 600r/min~1500r/min 的电动机，只需测量振动速度。

b) 当检查试验是在自由悬置安装条件下进行的，型式试验宜包括在刚性安装情况下的试验。

表 10 振动强度限值(方均根值)

安装方式	位移 μm	速度 mm/s
自由悬置	45	2.8
刚性安装	37	2.3

5.16 电动机在空载时测得的 A 计权声功率级的噪声数值按 GB 10069.3 的规定，功率超出 GB 10069.3 规定的范围时，按专用协议执行。

5.17 电动机有一个圆柱形轴伸，采用平键或切向键联接。

5.18 电动机轴伸上不允许承受外加的轴向力和联轴器重量以外的径向力，当电动机与被传动机械采用弹性联轴器联接时，联轴器上应有轴向限位装置，允许的轴向窜动量应与制造厂协商。

5.19 从轴伸端视之，电动机的主接线盒位于机座右侧，否则按协议。当功率为 2000kW 及以上时，中性点需引出，其出线盒在另一侧。

5.20 当出线端标识的字母顺序与三相电源的电压顺序相同时，从主轴伸端视之，电动机应为顺时针方向旋转（按 GB 1971—2006 的规定）。

5.21 电动机起动方式为变频起动，允许连续起动。

5.22 电动机不允许在运行中反接电源逆转或制动。

5.23 电动机应具有可靠的防止轴电流措施。

5.24 电动机应有可靠的接地装置，并应有指示接地的明显标志。接地端子的设计应保证其与接地导线具有良好的连接和足够的接触面积。

5.25 电动机上的所有标志应保证清晰、耐用，在使用期内不易磨灭和脱落。

5.26 电动机的安全性能应符合 GB 14711 的要求。

5.27 电动机的定子绕组在按 GB/T 12665—2017 规定的 40 $^{\circ}\text{C}$ 交变湿热试验方法进行 6 周期试验后，绝缘电阻应不低于本标准 4.10 中的规定值。并能承受本标准中 4.11 规定的耐电压试验而不发生击穿，但电压的有效值为本标准中 4.11 规定电压值的 85%。

5.28 电动机的机械检查项目包括：

- a) 转动检查：电动机转动时，应尽可能平稳轻快，无停滞现象；
- b) 外观检查：检查电动机的装配是否完整正确，电动机表面油漆应干燥、完整、均匀、无污损、碰坏、裂痕等现象；
- c) 安装尺寸及键尺寸的检查：检查安装尺寸及键尺寸是否符合 3.8、3.9 的规定。

5.29 电动机可装防潮加热器，加热器应使机壳内部的空气温度高于周围环境温度，并应考虑加热器的加热温度应不损坏其本身和任何与其相邻部件的绝缘。加热器应能在电动机停转期间连续工作。

6 试验方法与检验规则

6.1 电动机试验分为出厂试验与型式试验，检验项目按表11的规定。

表 11 检验项目

序号	检验项目	检验要求	检验方法	出厂试验	型式试验
1	机械检查	4.8、4.9、5.28	GB/T 4772.2	●	●
2	定子绕组对机壳及绕组相互间绝缘电阻的测定	5.10	GB/T 22669-2008	●	●
3	耐电压试验	5.11	GB/T 755-2019	●	●
4	匝间绝缘耐冲击电压试验	5.12	GB/T 22715-2016	●	●
5	定子绕组在实际冷态下直流电阻的测定	5.13	GB/T 22669-2008	●	●
6	振动的测定	5.15	GB/T 10068-2020	●	●
7	噪声的测定	5.16	GB/T 10069.1-2006	●	●
8	空载电流的测定	5.13	GB/T 22669-2008	●	●
9	空载反电动势的测定	5.14	GB/T 22669-2008	●	●
10	旋转方向的检查	5.20	GB 1971-2006	●	●
11	效率的测定	5.3	GB/T 22669-2008	—	●
12	功率因数的测定	5.4	GB/T 22669-2008	—	●
13	失步转矩的测定	5.5	GB/T 22669-2008	—	●
14	热试验	5.7	GB/T 22669-2008	—	●
15	短时过转矩试验	5.8	GB/T 22669-2008	—	●
16	超速试验	5.9	GB/T 22669-2008	—	●
17	外壳防护等级试验	4.2	GB/T 4942.1-2006	—	●
18	40℃交变湿热试验	5.27	GB/T 12665-2017	—	●
19	安全性能	5.26	GB 14711	—	●

注 1：“●”表示要进行的检验项目，“—”表示不进行的检验项目。
注 2：第 2 项可测量冷态绝缘电阻，但应保证热态的绝缘电阻不低于 5.10 的规定。
注 3：第 16 项当有协议规定时进行。
注 4：第 17 项、第 18 项、第 19 项在产品结构定型和工艺有较大改变时进行。

6.2 每台电动机应检验合格后方可出厂，并应附有产品合格证。

6.3 凡有下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 经鉴定定型后制造厂第一次试制或小批生产。
- b) 电动机设计或工艺上的变更足以引起某些特性和参数发生变化。
- c) 出厂检验结果与以前进行的型式试验结果发生不可容许的偏差。

d) 成批生产的电动机定期抽试，每年进行一次。当需要抽试的数量过多时，抽试时间间隔可适当延长，但至少每 2 年抽试一次。

7 标志、包装及保用期

7.1 铭牌材料及铭牌上数据的划刻方法，应保证其字迹在电动机整个使用期间不易磨灭

7.2 铭牌应固定在电动机机座的明显位置上，应标明的项目如下：

- a) 制造厂名；
- b) 电动机名称（永磁同步电动机）；
- c) 电动机型号；
- d) 外壳防护等级（允许另作铭牌）；
- e) 额定功率，单位为千瓦（kW）；
- f) 额定频率，单位为赫兹（Hz）；
- g) 额定电流，单位为安（A）；
- h) 额定电压，单位为伏（V）；
- i) 额定转速，单位为转每分（r/min）；
- j) 效率；
- k) 功率因数；
- l) 绝缘等级；
- m) 接线方法；
- n) 工作制；
- o) 冷却方式；
- p) 制造厂出品年月和出品编号；
- q) 质量，单位为千克（kg）；
- r) 标准编号。

7.3 加热器可另置铭牌，标明的项目如下：

- a) 额定电压，单位为伏（V）；
- b) 相数；
- c) 额定功率，单位为瓦（W）。

7.4 电动机定子绕组各出线端及在接线板的接线位置上均应有相应的标志，其标志按表12的规定。

表 12 出线端标志

定子绕组名称	出线端标志		
	3 出线端	6 出线端	
		主接线盒	副接线盒
第一相	U	U1	U2
第二相	V	V1	V2
第三相	W	W1	W2

7.5 电动机的轴伸键应绑扎在轴伸上，轴伸及键表面应加防锈及保护措施。

7.6 电动机的使用说明书、电气数据、外形图及产品合格证书应随同每台电动机提供给用户。

7.7 电动机的包装应能保证在正常储运条件下，自发货之日起的 1 年时间内不致因包装不善而导致受潮

与损坏。

7.8 包装箱外壁的文字和标志应清楚整齐，内容如下：

- a) 发货站与制造厂名称；
- b) 收货站及收货单位名称；
- c) 电动机型号和出品编号；
- d) 电动机的净重及连同箱子的毛重；
- e) 箱子的尺寸；
- f) 在箱外的适当位置应标有“小心轻放”、“怕雨”等字样，其图形应符合GB/T 191-2008的规定。

7.9 在用户按照使用说明书的规定，正确使用与存放电动机的情况下，制造厂应保证电动机在开始使用 1 年内，或自制造厂的出品日期不超过 2 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，制造厂应无偿地为用户修理或更换零件或电动机。
