

ICS 29.160.30

CCS K 21

团 体 标 准

T/CIECCPA 002—2024

中小型变频调速永磁同步电动机技术条件 和试验方法

Specification and test methods for small and medium size variable
frequency adjustable speed permanent magnet synchronous motors

2024 - 01 - 05 发布

2024 - 01 - 08 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CFECCPA

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 型式、基本参数与尺寸.....	2
5 技术要求.....	3
6 试验方法和检验规则.....	7
7 标志、包装、运输、贮存和保用期.....	7
图 1 电动机（中心高 400~630mm）的安装尺寸示意图.....	3
表 1 电动机（中心高 400~630mm）与转速及功率的对应关系.....	2
表 2 电动机（中心高 400~630mm）安装尺寸及公差.....	3
表 3 电动机（400mm~630mm）效率的保证值.....	4
表 4 电动机电气性能保证值的容差.....	4
表 5 不同中心高 H（mm）的电机振动强度限值（方均根值）.....	6
表 6 检验项目.....	7
表 7 出线端标识.....	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。

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。

本文件主要起草单位：中车永济电动机有限公司、江苏祝尔慷电动机节能技术有限公司、佳木斯电动机股份有限公司、浙江泰达微电动机有限公司、湘潭电动机股份有限公司、安徽明腾永磁机电设备有限公司、浙江创美机电有限公司、宁波安信数控技术有限公司、沈阳蓝光驱动技术有限公司、山东博诚电气有限公司、诸暨和创电动机科技有限公司、河北中磁科技有限公司、北京交通大学、天津普友机电设备股份有限公司、青岛市电动机产业协会。

本文件主要起草人：薛秀慧、李祥成、吕生国、罗洪清、陈振强、李彦鹏、邱荣泉、金伟、邓向辉、吴若欣、王孝朋、梅谦、艾金勇、金可友、陶青松、李爽、王文婷、徐广人、梁丙雪、刘冰、尹超、李嘉晖、陈幸、袁超、张佳俊、贾喜勤、洪剑锋、邸珺、晏圣喆、仇普营、张文通。

本文件为首次发布。

中小型变频调速永磁同步电动机技术条件和试验方法

1 范围

本文件规定了中小型变频调速永磁同步电动机环境条件、技术条件、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和保用期等。

本文件适用于中心高630 mm及以下或者定子铁心外径为990 mm及以下中小型变频调速永磁同步电动机（以下简称“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。

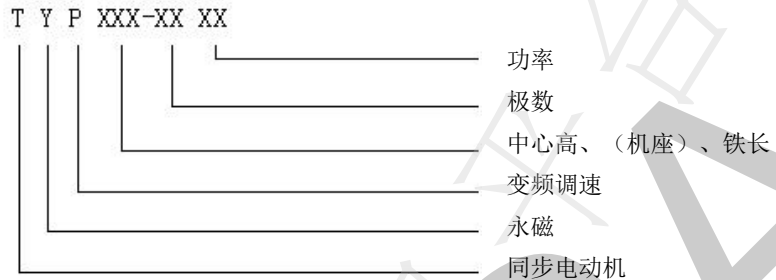
- GB/T 191-2008 包装储运图示标志
- GB/T 755-2019 旋转电动机 定额和性能
- GB/T 997-2008 旋转电动机结构型式、安装型式及接线盒位置的分类（IM 代码）
- GB/T 1096-2003 普通型 平键
- GB/T 1971-2021 旋转电机 线端标志与旋转方向
- GB/T 1974-2003 切向键及其键槽
- GB/T 1993-1993 旋转电机冷却方法
- GB/T 2423.17-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka：盐雾
- GB/T 4772.2-1999 旋转电机尺寸和输出功率等级
- GB/T 4831-2016 旋转电机产品型号编制方法
- GB/T 4942.1-2006 旋转电动机整体结构的防护等级（IP 代码）分级
- GB/T 5465.2-2008 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号
- GB/T 10068-2020 轴中心高为56 mm及以上电动机的机械振动振动的测量、评定及限值
- GB/T 10069.1-2006 旋转电动机噪声测定方法及限值 第1部分：旋转电动机噪声测定方法
- GB 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 12665-2017 电动机在一般环境条件下使用的湿热试验要求
- GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件
- GB 14711-2013 中小型旋转电动机通用安全要求
- GB/T 21413.1-2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第1部分：一般使用条件和通用规则
- GB/T 22669-2008 三相永磁同步电动机试验方法
- GB/T 22711-2019 三相永磁同步电动机技术条件（机座号 80~355）
- GB/T 30121-2013 工业铂热电阻及铂感温元件
- 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 电动机型号由产品代号和规格代号两部分组成，按照 GB/T4831-2016 的规定执行。



注：TYP 90M2-2 30kW 表示变频调速永磁同步电动机，中心高 90mm，中机座，2 号铁长，2 极，额定功率 30kW

- 4.2 电动机外壳防护等级宜采用 IP54、IP55，(按 GB/T 4942.1—2006 规定执行)。
- 4.3 电动机的冷却方法为 IC411、IC416 (按照 GB/T1993-1993 的规定)
- 4.4 电动机的定额是以连续工作制 (S1) 为基准的连续定额。
- 4.5 电动机的结构及安装型式符合 GB/T 997—2008 的规定。
- 4.6 电动机的额定电压为交流 380 V、660 V。
- 4.7 电动机的中心高 (80mm~355mm) 与转速及功率的对应关系符合 GB/T22711-2019；电动机中心高 (400~630mm) 与转速及功率的对应关系见表1和表2，电动机的安装尺寸见图1。电动机的轴伸平键尺寸及公差应按GB/T1096-2003的要求，轴伸切向兼尺寸及公差应按GB/T 1974-2003的要求。

表 1 电动机 (中心高 400~630mm) 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				
400	450	-	-	-	-
	500	355	-	-	-
	560	400	-	-	-
	630	450	-	-	-
	710	500	355	-	-
450	800	560	400	-	-
	900	630	450	355	-
	1000	710	500	400	-
	1120	800	560	450	355
500	1250	900	630	560	400
	1400	1000	710	630	450
	1600	1120	800	710	500
	1800	1250	900	800	560
560	2000	-	-	-	-
	2240	1400	1000	900	630
	2500	1800	1250	1120	800
630	2800	2000	-	-	-
	3150	2240	1600	1400	1000

	3550	2500	2000	1800	1250
--	------	------	------	------	------

表 2 电动机（中心高 400~630mm）安装尺寸及公差

单位为毫米

中心高	A		B		C		D		E		F		G		H		K		位置公差
	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	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	
400	710		1000		335		110	+0.035	210	±0.57	28	0	100	0	400				Φ2.0
450	800	±1.75	1120	±1.75	355		120	+0.013					32	-0.052	109	-0.2	450		
500	900		1250		475	±4.0	130		250		36	0	128	0	500	0		+0.62	
							140	+0.040							138	-0.3	560	-1.0	
560	1000	±2.1	1400	±2.1	500		150	+0.015	300	±0.65	40		147						
630	1120		1600		530		160								157		630		48
							170						165						
							180				45								

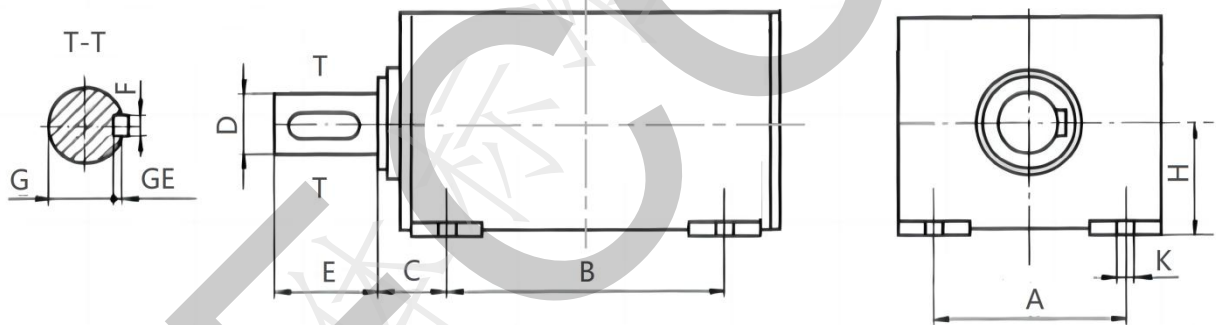


图 1 电动机（中心高 400~630mm）的安装尺寸示意图

5 技术要求

5.1 电动机除应符合本文件的要求外，并按照规定程序批准的图样文件及技术文件制造。

5.2 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：

- 正常工作海拔不超过 1 000 m；
- 环境温度在-15 ℃~40 ℃之间，允许在不低于-40 ℃的环境下存放；
- 最湿月月平均最大相对湿度不大于 90% (该月月平均最低温度为 25 ℃)。

当电动机需要在超过上述情况下运行时，如尘埃、潮湿、温度、雪、冲击作用等特殊要求可由供需双方协商确定。

5.3 电动机运行期间变频电源的电压和频率与额定值的偏差应符合GB/T 755—2019 的规定。

5.4 电动机在功率、电压及频率为额定值时，中心高80mm~355mm之间的电动机效率应符合GB/T 22711-2019。中心高400mm~630mm之间的电动机效率保证值应符合表3的规定（根据GB 30254-2013的规定）。效率按GB/T 22669-2008的B法测定。

表3 电动机（400mm~630mm）效率的保证值

功率 kW	同步转速 r/min				
	1500	1000	750	600	500
	效率 η %				
355	-	97.1	96.9	96.7	96.4
400	-	97.2	97.0	96.8	96.6
450	97.4	97.3	97.1	96.8	96.6
500	97.4	97.3	97.1	96.9	96.7
560	97.4	97.3	97.1	96.9	96.7
630	97.5	97.4	97.2	97.0	96.8
710	97.5	97.4	97.2	97.0	96.8
800	97.5	97.4	97.2	97.0	96.8
900	97.6	97.5	97.3	97.1	96.9
1000	97.6	97.5	97.3	97.1	96.9
1120	97.6	97.5	97.3	97.2	97.0
1250	97.6	97.5	97.3	97.2	97.0
1400	97.7	97.6	97.4	97.3	-
1600	97.7	97.6	97.4	97.3	-
1800	97.7	97.6	97.5	97.4	-
2000	97.8	97.7	97.5	-	-
2240	97.8	97.7	-	-	-
2500	97.8	97.7	-	-	-
2800	97.8	-	-	-	-
3150	97.9	-	-	-	-
3550	98.0	-	-	-	-

5.5 电动机在功率、电压及频率为额定值时，中心高80mm~355mm之间的电动机功率因数应符合GB/T22711-2019，中心高400mm~630mm之间的电动机效率保证值为0.95。

5.6 在额定电压下，中心高80mm~355mm之间的电动机失步转矩对额定转矩之比应符合GB/T22711-2019；

5.7 中心高400mm~630mm之间的电动机失步转矩对额定转矩之比的保证值为1.6。

5.8 电动机电气性能保证值的容差应符合表4的规定。

表4 电动机电气性能保证值的容差

序号	中心高	名称	容差
1	80mm~355mm	效率 η	
		额定功率在150kW以下	-0.15(1- η)
		额定功率在150kW以上	-0.10(1- η)
2	400mm~630mm	功率因数 $\cos\varphi$	-0.02
3		失步转矩倍数	保证值的-10%
4		效率 η	-0.10(1- η)
5		功率因数 $\cos\varphi$	-(1- $\cos\varphi$)/6, 最小绝对值0.02
6		失步转矩倍数	保证值的-10%

5.9 电动机的定子绕组冷态直流电阻不应偏离典型值的±5%，其中典型值为最初4台电动机（包括型式

检验的电动机）冷态电阻的平均值。三相电阻值与三相电阻的平均值之差不大于平均值的2%。

5.10 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

5.11 定子绕组的温升(电阻法)按80K，如试验地点的海拔或环境温度与本标准中的5.2的规定不同是，温

升限值应按GB/T 755-2019的规定修正。

轴承的容许温度（温度计法或埋置检温计法）：滚动轴承应不超过95℃，滑动轴承应不超过80℃，或者供需双方协商。

5.12 电动机在热态和逐渐增加转矩的情况下，应能承受15s超过额定转矩60%过转矩而不发生转速突变或

停转，此时电压和频率应维持在额定值。

5.13 电动机在空载情况下，应能承受1.2倍的最高工作转速、历时2min的超速试验而不发生有害变形。

5.14 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50MΩ。型式检验时，电动机应测量冷态和热态下的绝缘电阻；出厂检验时，允许只测量冷态下的绝缘电阻。

5.15 电动机定子绕组能够承受1min的工频耐电压而不发生击穿，试验电压为按公式（2）计算出电压

值的最大值。

$$U_{iso} = 2U_{dc} + 1000 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

U_{iso} ——耐压试验值，单位为伏特（V）；

U_{dc} ——可能施加在直流环节的最高对地平均电压，单位为伏特（V）。

此时供电电网网压为最高电压，电动机处于牵引状态。

同一台电机不应重复进行本项试验，如有必要，再次进行耐压试验时的试验电压不应超过上述规定

值的80%。

5.16 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

方法按GB/T 22715-2016的规定。

5.17 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%。

5.18 电动机空载反电动势与典型值偏差不大于±5%，其试验方法按GB/T 22669-2018的规定。

5.19 电动机的机械振动应符合以下要求：

a) 电动机在空载时测得的振动强度不应超过表5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。振动速度的修约间隔为 0.1，振动位移的修约间隔为 1。

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 5 不同中心高 H (mm) 的电机振动强度限值(方均根值)

中心高	80≤H≤132		H>132	
	位移μm	速度 (mm/s)	位移μm	速度 mm/s
自由悬置	45	2.8	45	2.8
刚性安装	-	-	37	2.3

5.20 电动机在空载时测得的A计权声功率级的噪声数值按GB 10069.3-2008的规定，功率超出GB10069.3-2008规定的范围时，按供需双方协议执行。

5.21 电动机有一个圆柱形轴伸（或根据用户需要制造），采用平键或切向键联接。当采用其他传动方式时应在协议中注明。

5.22 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。

5.23 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）。

5.24 电动机不允许在运行中反接电源逆转或制动。

5.25 电动机启动方式为变频启动，可连续启动。

5.26 电动机应具有可靠的防止轴电流措施。

5.27 电动机应有可靠的接地装置，并在附近设置的接地标识。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。

5.28 电动机接线盒（如有）应具有适当的体积以容纳接线装置，并使其电气间隙和爬电距离满足GB/T21413.1-2008的要求。电动机接线盒或带电部分应有明显的警示标识，警示标识符合GB/T5465.2-2008的规定。

5.29 电动机上所有标识应完清晰、准确、耐用，在试用期内不易磨灭和脱落。

5.30 电动机的安全性能应符合GB 14711的要求。

5.31 电动机的定子绕组在按GB/T 12665-2017规定的40℃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 5.13 中的规定值。并应能承受本标准中 5.14 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 5.14 规定电压值的 85%。

5.32 电动机的机械检查项目包括：

- a) 转动检查：电动机转动时，应平稳轻快，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、均匀，无污损、碰坏、裂痕等现象；
- c) 安装尺寸、外形尺寸检查：安装尺寸及外形尺寸应符合4.7章节的规定。

5.33 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。

5.34 当电动机配备温度传感器时，应测量并记录温度传感器的电阻值，并依据GB/T 30121—2013换算至

温度值，其换算温度与环境温度偏差不应超过±3℃。

5.35 当电动机安装温度传感器、位置传感器时，DC500V时的绝缘电阻不低于10MΩ。

5.36 当电动机安装位置传感器时，安装在电动机上的旋转变压器应进行励磁、正弦、余弦导通测试和初

始位置角度测试，除非另有规定，初始位置电角度值应在已设定的典型值 $\pm 3^\circ$ 范围内。

6 试验方法和检验规则

6.1 电动机试验分为出厂试验与型式试验，检验项目按表6的规定。

6.2 每台电动机应检验合格后才能出厂，并应附有产品合格证。

6.3 凡有以下情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型时；
- 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时；
- c) 当检查试验结果与以前型式试验结果发生不可允许的偏差时；
- 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。

表 6 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	4.7	GB/T 4772.2-1999	●	●
2	定子绕组对机壳及绕组相互间绝缘电阻的测定	5.13	GB/T 22669-2008	●	●
3	耐电压试验	5.14	GB/T 755-2019	●	●
4	匝间绝缘耐冲击电压试验	5.15	GB/T 22715-2016	●	●
5	定子绕组在实际冷态下直流电阻的测定	5.8	GB/T 22669-2008	●	●
6	振动的测定	5.18	GB/T 10068-2020	●	●
7	噪声的测定	5.19	GB/T 10069.1-2006	●	●
8	空载电流的测定	5.16	GB/T 22669-2008	●	●
9	空载反电动势的测定	5.17	GB/T 22669-2008	●	●
10	旋转方向的检查	5.21	GB 1971-2006	●	●
11	效率的测定	5.4	GB/T 22669-2008	—	●
12	功率因数的测定	5.5	GB/T 22669-2008	—	●
13	失步转矩的测定	5.6	GB/T 22669-2008	—	●
14	热试验	5.9	GB/T 22669-2008	—	●
15	短时过转矩试验	5.11	GB/T 22669-2008	—	●
16	超速试验	5.12	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	5.30	GB/T 12665-2017	—	●
19	安全性能	5.29	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。

7 标志、包装、运输、贮存和保用期

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) 制造商名；
- b) 电动机型号；
- c) 额定功率，单位为千瓦（kW）；
- d) 额定频率，单位为赫兹（Hz）；
- e) 额定电流，单位为安（A）；
- f) 额定电压，单位为伏（V）；
- g) 额定转速，单位为转每分（r/min）
- h) 效率；
- i) 功率因数；
- j) 热分级；
- k) 工作制；
- l) 重量；
- m) 接法；
- n) 防护等级；
- o) 制造日期。

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 电动机定子绕组的出线端及接线板的接线位置上均应有相应的标志，并应保证其字迹在电动机整个使用期间内不易磨灭，其标识按表7的规定。

表7 出线端标识

定子绕组名称	三个出线端标识	六个出线端标识	
		始端	末端
U相	U	U1	U2
V相	V	V1	V2
W相	W	W1	W2

7.5 电动机的轴伸等裸露金属面（包括电动机内部的裸露金属面），均应进行防锈处理。

7.6 电动机的使用维护说明书、产品合格证、装箱单应随电动机一同供给用户。

7.7 电动机的包装应符合GB/T 13384—2008中的规定，产品包装应符合防水、防潮、防振的要求。

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) 发货站与制造公司名称；
- b) 收货站与收货公司名称；
- c) 电动机型号和出厂编号；
- d) 电动机净重及连同包装箱的毛重；
- e) 包装箱的长宽高；
- f) 在包装箱外壁适当位置应标有“小心轻放”、“防潮”等字样，其图形应符合GB/T 191—2008

的规定。

- 7.9 电动机在运输过程中，不应倒放，不应有剧烈振动、撞击，运输过程中不应对产品造成任何损伤。
- 7.10 电动机单独运输，应设置防止转子轴向窜动装置。
- 7.11 电动机贮存时应保持干燥，应放在环境空气温度为 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim +50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于75%的清洁、通风良好的库房内，空气中不得含有腐蚀性、爆炸性气体及粉尘，并避免周围环境温度的急剧变化。
- 7.12 电动机应平稳放置，注意保护轴伸。
- 7.13 如贮存在木质包装箱中时，需设置直径不小于10 mm的透气孔并防止水和昆虫进入，透气孔数量多少视包装箱大小而定。
- 7.14 在用户按照使用说明书的规定，正确地使用与存放电动机的情况下，制造商应保证电动机在开始使
- 用一年内，或自制造商的出品日期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，制造商应无偿地为用户修理或更换零件或整台电动机。
-