



中华人民共和国国家标准

GB/T 13537—XXXX
代替GB/T 13537-2009

电子类家用电器用电动机通用 技术规范

General specification for miniature motors electronic household appliance

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

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 型号命名及技术参数.....	2
5 技术要求及试验方法.....	2
6 检验规则.....	16
7 交付准备.....	18
图 1 牵入转矩试验支架.....	7
图 2 噪声测试示意图.....	9
图 3 轴电压试验示意图.....	12
图 4 轴电流试验示意图.....	12
表 1 环境条件.....	2
表 2 额定频率与电压等级分类.....	2
表 3 耐热等级.....	2
表 4 绝缘介电强度和绝缘电阻试验电压.....	4
表 5 电动机可靠性技术参数指标.....	13
表 6 检验项目及顺序.....	15

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。

本文件代替GB/T 13537—2009《电子类家用电器用电动机通用技术要求》。

本文件与GB/T 13537—2009《电子类家用电器用电动机通用技术要求》相比主要变化如下：

- “电源频率与电压等级分类”中“直流”类型中增加了“140、280、310”等三个电压等级（见4.3中表1，2009年版的第4章中表1）
- 增加了泄漏电流技术要求和试验方法（见5.11）；
- 增加了爬电距离和电气间隙的技术要求和试验方法（见5.12）；
- 增加了防护等级的技术要求和试验方法（见5.13）；
- 增加了直流电动机的额定数据：“效率”（见5.15.1.1，2009年版的4.11.1.1）；
- 增加了步进电动机的额定数据：“空载起动频率和空载运行频率”、“牵出转矩”、“自定位转矩”、“摩擦转矩”、“步距精度”（见5.15.1.4，2009年版的4.11.1.4）；
- 增加了“牵出转矩”、“牵入转矩”的技术要求和试验方法（见5.16、5.17）；
- 修订了引出线机械强度的技术要求和试验方法（见5.23，2009年版的4.18）；
- 修订了温升试验方法针对铜绕组和铝绕组的取值（见5.26.2，2009年版的4.22.2）；
- 修订了“低温贮存”、“低温工作”、“高温贮存”、“高温工作”（见5.27、5.28，2009年版的4.23、4.24）；
- 增加了“冷热冲击”的技术要求和试验方法（见5.30）；
- 增加了“自由跌落”的技术要求和试验方法（见5.34）；
- 增加了“轴电蚀”的技术要求和试验方法（见5.35）；
- 增加了“盐雾”的技术要求和试验方法（见5.36）。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国微电机标准化技术委员会（SAC/TC2）归口。

本文件起草单位：广东美的制冷设备有限公司

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1992年首次发布为GB/T 13537—1992；
- 2009年第一次修订为GB/T 13537—2009；
- 本次为第二次修订。

电子类家用电器用电动机通用技术规范

1 范围

本文件规定了电子类家用电器用电机的型号命名及技术参数、技术要求和试验方法、检验规则、交付准备和客户服务。

本文件适用于家庭及类似场所中使用的各种电器和电子器具电子类家用电器电动机(以下简称电动机)，如交流感应电动机、串激电动机、永磁直流电动机同步电动机、超声波电动机、步进电动机等。

本文件应与电子类家用电器用电动机产品专用技术条件一起使用。各类电动机的具体技术指标及附加或特殊要求在产品专用技术条件中规定。

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 755 旋转电机 定额和性能

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.7 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ec：粗率操作造成的冲击（主要用于设备型样品）

GB/T 2423.17 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 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化

GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接受质量限（AQL）检索的逐批检验抽样技术

GB 4343.1 家用电器、电动工具和类似器具的电磁兼容要求 第1部分：发射

GB/T 4343.2 家用电器、电动工具和类似器具的电磁兼容要求 第2部分：抗扰度

GB 4706.1—2005 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求

GB/T 4942 旋转电机整体结构的防护等级（IP代码）分级

GB/T 7345—2008 控制电机基本技术要求

GB/T 10069.1 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 12350—2022 小功率电动机的安全要求

GB/T 20638 步进电动机通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

轴向间隙 axial end play

两个方向分别沿轴向施加规定的力，导致轴伸端面与电动机安装面之间的变化的距离。

3.2

旋转方向 direction of rotation

从安装配合面的轴伸端视之，电动机顺时针转动为正转，电动机逆时针转动为反转。

3.3

轴电压 shaft voltage

电动机运转时，电动机轴与机身金属外壳之间的电压。

3.4

轴电流 bearing current

电动机运转时，流经轴承内外圈的电流。

4 型号命名及技术参数

4.1 型号命名

电动机产品型号命名由产品专用技术条件规定。

4.2 环境条件

在表1规定的环境条件下，电动机应能正常工作。

表 1 环境条件

环境条件	气候类型		
环境温度 ℃	-30~43	-30~35	-30~52
相对湿度 %	45~95		
气压 kPa	86~106		

4.3 电源频率和电压等级

电动机额定频率、额定电压应在表2中选取，当额定电压较低时，允许采用其他电压等级。

表 2 额定频率与电压等级分类

类型	额定频率 Hz	电压等级 V
交流	50	220
直流	/	1.5、3、4.5、5、6、9、12、15、24、27、36、48、60、110、140、280、310

4.4 耐热等级

电动机耐热等级（或等级温度）应在表3中选取。

表 3 耐热等级

耐热等级	等级温度 ℃
105(A)级	105
120(E)级	120
130(B)级	130
155(F)级	155
180(H)级	180
200(N)级	200

4.5 工作制

电动机工作制采用GB/T 755规定的连续工作制（S₁）、短时工作制（S₂）、断续周期工作制（S₃）和连续周期工作制（S₆）。

5 技术要求及试验方法

5.1 外观和装配质量

5.1.1 技术要求

电动机表面应无锈蚀、涂覆层剥落、碰伤、划痕，接线板及铭牌的字迹和内容应清楚无误，且不应脱落，引出线应完整无损，颜色和标识应正确。

5.1.2 试验方法

目检电动机外观质量。

5.2 外形及安装尺寸

5.2.1 技术要求

电动机的外形和安装尺寸应符合产品专用技术条件的规定。

5.2.2 试验方法

用能保证尺寸精度要求的量具检查电动机的外形和安装尺寸。

5.3 旋转方向

5.3.1 技术要求

电动机的旋转方向应符合产品专用技术条件的规定。

5.3.2 试验方法

电动机按产品专用技术条件的规定通电，面对轴伸端沿轴向观察旋转方向。

注：双轴伸电动机以出线侧为轴伸端。

5.4 轴向间隙

5.4.1 技术要求

当有要求时，电动机的轴向间隙应符合产品专用技术条件的规定。

5.4.2 试验方法

按GB/T 7345—2008规定的试验方法检查电动机轴向间隙，轴向推力值按产品专用技术条件规定。

5.5 轴伸径向圆跳动

5.5.1 技术要求

电动机的轴伸径向圆跳动与电动机径向配合尺寸、安装止口外圆加工精度、轴径、轴长等有关。当有要求时，制造商应对轴伸径向圆跳动大小作出规定。轴伸径向圆跳动应符合产品专用技术条件规定。

5.5.2 试验方法

将电动机牢固地轴向水平安装，千分表的测量头置于轴伸面上离轴伸端面距离约为轴伸长度的1/3处，缓慢地转动电动机转轴，在一周内测取其最大差值即为电机轴伸径向圆跳动。

5.6 安装配合面的同轴度

5.6.1 技术要求

此条要求仅适用于止口安装方式的电动机。安装配合面的同轴度与电动机安装止口配合面外圆加工精度及定转子装配质量相关。当有要求时，制造商应对安装配合面的同轴度大小作出规定，安装配合面的同轴度应符合产品专用技术条件的规定。

5.6.2 试验方法

固定电动机转子，将千分表的测量头置于定子安装配合圆面上，转动电动机定子，测取千分表最大与最小读数之差即为安装配合面的同轴度。

5.7 安装配合端面的垂直度

5.7.1 技术要求

此条要求仅适用于止口安装方式的电动机。安装配合端面的垂直度与电机安装止口配合面外圆加工精度及定转子装配质量相关。当有要求时，制造商应对安装配合端面的垂直度大小作出规定，安装配合端面的垂直度应符合产品专用技术条件的规定。

5.7.2 试验方法

固定电动机转子，将千分表的测量头置于定子安装配合端面上，转动电动机定子，在端面均匀测量三个圆周的跳动，取其最大值即为安装配合端面的垂直度。

5.8 接地措施

5.8.1 技术要求

当有要求时，电动机具有良好接地，接地电阻应符合产品专用技术条件的规定。

5.8.2 试验方法

按GB 4706.1—2005中规定的方法进行测量。

5.9 绝缘电阻

5.9.1 技术要求

无特殊要求时，电动机绕组对机壳间的绝缘电阻，在正常气候条件下不应小于100 MΩ；在产品专用技术条件规定的极限低温条件下不应小于50 MΩ，在相应的极限高温条件下不应小于10 MΩ；在恒定湿热试验后，箱内测量其绝缘电阻不应小于2 MΩ。绝缘电阻检查用兆欧表的电压值应符合表 4或按相应电机产品专用技术条件的规定。

当电动机的额定电压小于或等于 6 V时，可根据产品类型及结构特性视绝缘电阻试验为选择性项目。

5.9.2 试验方法

用表 4规定的兆欧表检查电枢绕组与机壳间的绝缘电阻。

5.10 绝缘介电强度

5.10.1 技术要求

当无特殊要求时，电动机绕组对机壳间应能承受50 Hz、表 4规定的正弦波试验电压、历时1 min的绝缘介电强度试验，其结果应无击穿或飞弧绕组泄漏电流峰值按GB 4706.1—2005中相关规定，最大为 5 mA。试验后测量绝缘电阻。重复进行绝缘介电强度试验时，试验电压为规定值的80%。对批量生产的电动机，进行绝缘电气强度试验时，允许将试验电压提高至表 4规定值的120%，而将试验时间缩短至 1 s。

当电动机的额定电压小于或等于 6 V时，可根据产品类型及结构特性视绝缘介电强度试验为选择性项目。

表 4 绝缘介电强度和绝缘电阻试验电压

单位为伏特

电动机额定电压	绝缘节点强度试验电压（有效值）	兆欧表电压
$U \leq 12$	$100 \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix}$	100
$U \leq 36$	$250 \begin{smallmatrix} 0 \\ -8 \end{smallmatrix}$	250
$36 < U \leq 60$	$500 \begin{smallmatrix} 0 \\ -15 \end{smallmatrix}$	500
$60 < U \leq 115$	$750 \begin{smallmatrix} 0 \\ -23 \end{smallmatrix}$	
$115 < U \leq 220$	$1000 \begin{smallmatrix} 0 \\ -30 \end{smallmatrix}$	
$U > 220$	$1500 \begin{smallmatrix} 0 \\ -45 \end{smallmatrix}$	1000

5.10.2 试验方法

按GB/T 7345—2008规定的方法进行绕组对机壳间的绝缘介电强度试验。

5.11 工作温度下的泄漏电流

5.11.1 技术要求

当有要求时，电动机在正常工作下的泄漏电流满足GB/T 12350—2022第21章或或产品专用技术条件的规定。

5.11.2 试验方法

按照GB/T 12350—2022规定的方法进行泄漏电流试验。

5.12 爬电距离和电气间隙

5.12.1 总则

电动机的结构应使电气间隙、爬电距离足够承受电动机可能经受的电气应力。

5.12.2 爬电距离

5.12.2.1 技术要求

电动机的结构应使爬电距离足够承受电动机可能经受的电气应力，爬电距离应符合GB 4706.1—2005第29章的要求。

5.12.2.2 试验方法

按照GB 4706.1—2005规定的方法进行爬电距离检查。

5.12.3 电气间隙

5.12.3.1 技术要求

电动机的结构应使电气间隙足够承受电动机可能经受的电气应力，电气间隙应符合GB 4706.1—2005第29章的要求。

5.12.3.2 试验方法

按照GB 4706.1—2005规定的方法进行电气间隙检查。

5.13 防护等级

5.13.1 技术要求

当有要求时，电动机防护等级应满足产品专用技术条件的规定。

5.13.2 试验方法

按照GB/T 4942规定的方法进行试验。

5.14 空载起动电压

5.14.1 技术要求

当有要求时，电动机正、反两方向的空载起动电压应符合产品专用技术条件的规定。

5.14.2 试验方法

按GB/T 7345—2008规定的方法进行电动机空载起动电压试验。

5.15 额定数据

5.15.1 技术要求

电动机的额定数据应符合产品专用技术条件的规定。

5.15.1.1 直流电动机（含永磁直流、永磁无刷）

直流电动机（含永磁直流、永磁无刷）的额定技术数据应包括：

- a) 额定输入功率或额定输出功率；
- b) 额定电压；
- c) 额定转速；
- d) 额定电流；
- e) 齿槽转矩；
- f) 效率。

5.15.1.2 感应电动机

感应电动机的额定技术数据应包括：

- a) 额定输入功率或额定输出功率；
- b) 额定电压；
- c) 额定频率；
- d) 额定电流；
- e) 额定功率因素；
- f) 效率。

5.15.1.3 同步电动机

同步电动机的额定技术数据应有：

- a) 额定输入功率或额定输出功率；

- b) 额定电压;
- c) 额定频率;
- d) 额定电流;
- e) 相数;
- f) 额定功率因素。

5.15.1.4 步进电动机

步进电动机的额定技术数据应包括:

- a) 标称电压或峰值电流;
- b) 步距角;
- c) 步距精度;
- d) 保持转矩;
- e) 相数;
- f) 空载起动频率和空载运行频率;
- g) 牵入转矩;
- h) 自定位转矩;
- i) 牵出转矩。

5.15.2 试验方法

被测电动机施加有效输入参数(如额定电压、额定频率、额定转矩等)使其在额定工作状态下运行,达到通电稳定工作温度后,测量并计算出相应的输出参数(如功率、电流、转速等)。

5.16 牵出转矩

5.16.1 技术要求

当有要求时,步进电动机的牵出转矩应符合产品专用技术条件的规定。

5.16.2 试验方法

按GB/T 20638规定的方法进行牵出转矩试验。

5.17 牵入转矩

5.17.1 技术要求

当有要求时,步进电动机的牵入转矩应符合产品专用技术条件的规定。

5.17.2 试验方法

将被测电动机固定在试验支架上,如图1所示。测力盘上悬吊合适的砝码,电动机施加额定频率的额定电压,使电动机进入同步运行状态。逐渐调整电动机频率,使转矩在转速变化时基本不变。直至电动机失步。测出使电机牵入同步的最大负载转矩,反复多次测量,取其最小值即为牵入转矩,其计算方法按照公式(1)。注意测力盘质量应不足以影响牵入转矩。可以用其他测量方法。

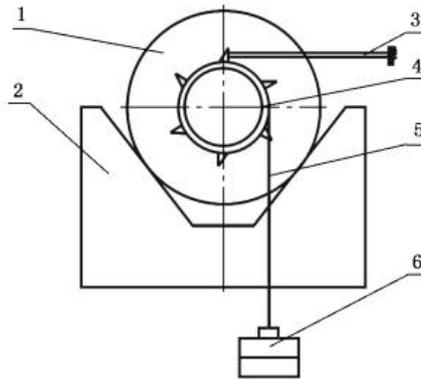
$$T = 9.8 \times 10^{-7} \frac{DG}{2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

T ——牵入转矩,单位为牛·米(N·m);

D ——测力盘直径,单位为毫米(mm);

G ——砝码质量,单位为克(g)。



标引序号说明:

- 1——被测电动机;
- 2——试验支架;
- 3——挡臂;
- 4——测力盘;
- 5——涤纶线;
- 6——砝码。

图 1 牵入转矩试验支架

5.18 堵转转矩

5.18.1 技术要求

直流电动机（含永磁直流、永磁无刷）和感应电动机的堵转转矩应符合产品专用技术条件的规定。

5.18.2 试验方法

直流电动机（含永磁直流、永磁无刷）和感应电动机的堵转转矩测试按产品专用技术条件的规定。

5.19 堵转转矩倍数

5.19.1 技术要求

电动机的堵转转矩倍数应符合产品专用技术条件的规定。

5.19.2 试验方法

5.19.2.1 堵转试验法

直流电动机和感应电动机的堵转转矩倍数可用堵转转矩试验测定。电动机按产品专用技术条件的规定接线，将电动机堵转，给电动机施加额定电压（交流电动机应规定额定频率）。试验时测量输入电压和转矩，转矩可用任何合适的方法进行测量，所测转矩即为堵转转矩。试验应尽快进行，接通电源后立即读数，以防止电动机由于堵转而过热。异步电动机应根据所测堵转转矩计算堵转转矩倍数。

5.19.2.2 替代试验法

对于机械特性基本为线性的电动机，可以不采用堵转方法。不堵转电动机，对电动机先后施加产品专用技术条件中规定的转矩，测出相应的转速，按公式（2）计算堵转转矩。

$$T_{st} = \frac{T_2 n_1 - T_1 n_2}{n_1 - n_2} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

T_{st} ——堵转转矩;

T_2 ——第二次施加的转矩;

n_1 ——施加第一次转矩测出的相应转速;

T_1 ——第一次施加的转矩;

n_2 ——施加第二次转矩测出的相应转速。

5.20 最大转矩倍数

5.20.1 技术要求

当有要求时，感应电动机的最大转矩倍数应符合产品专用技术条件的规定。

5.20.2 试验方法

电动机按产品专用技术条件规定的额定供电方式供电，稳定运行在额定转速状态下，逐渐地连续加载，当电动机出现转速突然大幅度下降或输入电流突变时，其转矩即为最大转矩。所测最大转矩与额定转矩的比值为最大转矩倍数。

5.21 最大同步转矩

5.21.1 技术要求

当有要求时，同步电动机的最大同步转矩应符合产品专用技术条件的要求。

5.21.2 试验方法

同步电动机按产品专用技术条件规定的额定供电方式供电，当达到同步运行状态后，逐渐地连续加载，当电动机出现失步，其转矩即为最大同步转矩。施加转矩可以采用任何合适的方法，但应避免产生冲击性负载。

5.22 稳速误差

5.22.1 总则

对于稳速电动机，应符合5.22.2、5.22.3、5.22.4等规定的稳速误差的要求。

5.22.2 时间变化时的稳速误差

5.22.2.1 技术要求

电动机通电15 s，最长为30 min，所测各转速与15 s时转速之差与15 s时转速之比应在产品专用技术条件规定的范围内。按公式（3）计算时间变化时的稳速误差。

$$\delta_t = \frac{n - n_{15}}{n_{15}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

δ_t ——时间变化时的稳速误差；

n ——规定时间测量的转速；

n_{15} ——通电15 s时的转速。

5.22.2.2 试验方法

电动机带额定负载，以额定供电方式供电，分别在15 s、30 s及1 min、2 min、5 min、10 min、20 min及30 min各测一次转速，各转速与15 s时转速之差对15 s时转速之比应符合5.22.2.1的规定。

5.22.3 电压变化时的稳速误差

5.22.3.1 技术要求

电动机端电压在产品专用技术条件规定的工作范围内变化时，电动机最高转速与最低转速之差对额定转速之比应在其规定范围内。按公式（4）计算电压变化时的稳速误差。

$$\delta_V = \frac{n_{max} - n_{min}}{n_n} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

δ_V ——电压变化时的稳速误差；

n_{max} ——电动机最高转速；

n_{min} ——电动机最低转速；

n_n ——电动机额定转速。

5.22.3.2 试验方法

电动机按产品专用技术条件的规定接线，并施加额定电压（交流电动机应规定额定频率）。当电动机端电压在规定的额定电压范围内变化时，测出其最高转速和最低转速，电动机最高转速与最低转速之差与额定转速之比应符合5.22.3.1的规定。

5.22.4 转矩变化时的稳速误差

5.22.4.1 技术要求

电动机的负载转矩在产品专用技术条件规定的转矩范围内变化时，电动机最高转速与最低转速之差对额定转速之比应在其规定范围内。按公式（5）计算转矩变化时的稳速误差。

$$\delta_T = \frac{n_{max} - n_{min}}{n_n} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

δ_T ——转矩变化时的稳速误差；

n_{max} ——电动机最高转速；

n_{min} ——电动机最低转速；

n_n ——电动机额定转速。

5.22.4.2 试验方法

电动机按产品专用技术条件的规定接线，并施加额定电压。当电动机的负载转矩在规定的转矩范围内变化时，测出其最高转速和最低转速，电动机最高转速与最低转速之差与额定转速之比应符合5.22.4.1的规定。

5.23 引出线机械强度

5.23.1 技术要求

电动机的接线端子或引出线应牢固可靠，承受规定的扭矩或拉力后，应无损伤现象。

5.23.2 试验方法

电动机端和插头端的引出线垂直向下，将产品专用技术条件规定的力逐渐加于每根引出线的末端，加力时应使引出线的芯线和绝缘层均受力，引出线在端子或电动机中应无拉断、脱落现象，绝缘层良好。

5.24 频繁起停循环

5.24.1 技术要求

当有要求时，电动机应能承受产品专用技术条件规定次数的频繁起停循环试验，电动机额定数据应符合5.14的要求。

5.24.2 试验方法

电动机施加规定的额定电压和转矩，按规定的工作方式通电运行，完成频繁起动和停止规定的次数。

5.25 噪声

5.25.1 技术要求

当有要求时，电动机噪声不应大于规定限值。电动机的噪声限值分为N级（普通级）、R级（一级）、S级（优等级）和E级（低噪声级）四个等级。R级噪声限值比N级低5 dB(A)，S级比N级低10 dB(A)，E级比N级低15 dB(A)。如无其他规定，电动机的噪声应符合N级的要求。

电动机在空载时的A计权声功率级和A计权声压级的噪声限值应符合GB/T 10069.1的规定。

5.25.2 试验方法

电动机空载并施加额定电压（交流电动机应规定额定频率）运行15 s以后，按GB/T 10069.1的规定，用精密声级计或精密更高的组合声学仪器测出图 2所示三个位置电动机噪声的A计权声功率，取其算术平均值。

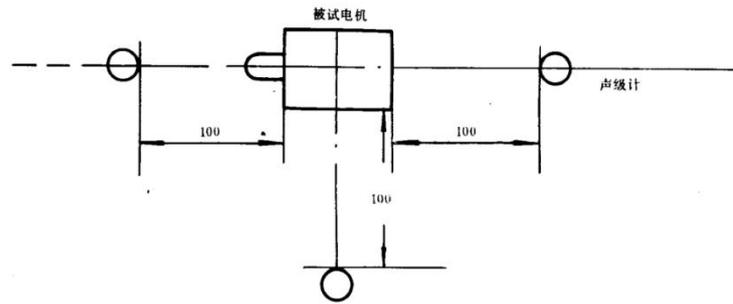


图 2 噪声测试示意图

试验时，背景噪声应比电动机噪声低10 dB以上。

5.26 温升

5.26.1 技术要求

当有要求时，制造商应根据电动机的工作条件和使用环境对温升（温度）作出规定。电动机温升（温度）应符合产品专用技术条件的规定。

5.26.2 试验方法

试验前电动机在正常气候条件下达到不通电稳定温度并固定在标准试验支架上。

温升试验支架结构，尺寸及材料按照GB/T 7345—2008中5.21.2.1的规定执行。

试验环境应不受外界辐射及气流的影响。

试验开始前，测取电动机冷态电枢端电阻 R_1 和室温 t_1 ，然后电动机施加额定电压、额定转矩运行直至达到通电稳定工作温度，测取此时绕组电阻 R_2 和室温 t_2 。

电枢绕组温升按公式（6）计算：

$$\theta = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (k + t_1) + (t_1 - t_2) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

θ ——电动机的温升，单位为开尔文（K）；

R_2 ——试验结束时的电枢绕组直流电阻，单位为欧姆（ Ω ）；

R_1 ——冷态电枢绕组直流电阻，单位为欧姆（ Ω ）；

t_1 ——测量 R_1 时的环境温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

t_2 ——测量 R_2 时的环境温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

k ——常数，对铜绕组，等于234.5；对于铝绕组，等于225。

R_2 的测取应在电动机断电后立即完成，若不能完成，则还需以实际测试时间为间隔，再测出两点的值，然后用回归法确定电动机的冷却曲线并找出电动机断电时的电阻值作为 R_2 的值。

测取 R_1 和 R_2 时，电枢应处于相同位置。

电动机绕组温升允许用其他能保证测试精度的方法测取。

5.27 低温

5.27.1 低温贮存

5.27.1.1 技术要求

电动机应能承受产品专用技术条件规定的低温贮存试验。电动机经低温试验后不应出现影响电动机正常运行的损坏或外观变形，空载运行应无异常，绝缘电阻、绝缘介电强度符合5.9.1、5.10.1要求。

5.27.1.2 试验方法

按GB/T 2423.1—2008中Ab的方法进行试验，温度降至相关规范规定的温度并放置足够长时间达到温度稳定后，在该低温条件下暴露到相关规范规定的持续时间后立即测试，空载运行、绝缘电阻、绝缘介电强度应符合5.27.1.1的要求。

5.27.2 低温工作

5.27.2.1 技术要求

当有要求时，电动机应能承受产品专用技术条件规定的极限低温工作试验。低温工作结束后，电动机应能正常工作。

5.27.2.2 试验方法

按GB/T 2423.1—2008中Ad的方法进行试验，将电动机安装在产品专用技术条件规定的试验支架上并置于试验箱中，温度降至相关规范规定的温度并放置足够长时间达到温度稳定后，电动机起动工作，在该低温条件下工作到相关规范规定的持续时间后立即测试，结果应符合5.27.2.1的要求。

5.28 高温

5.28.1 高温贮存

5.28.1.1 技术要求

电动机应能承受产品专用技术条件规定的高温贮存试验。电动机经高温实验后，空载运行应无异常，绝缘电阻、绝缘介电强度符合5.9.1、5.10.1要求。

5.28.1.2 试验方法

按GB/T 2423.2—2008中Bb的方法进行试验，温度升至相关规范规定的温度并放置足够长时间达到温度稳定后，在该高温条件下暴露到相关规范规定的持续时间后立即测试，空载运行、绝缘电阻、绝缘介电强度应符合5.28.1.1的要求。

5.28.2 高温工作

5.28.2.1 技术要求

当有要求时，电动机应能承受产品专用技术条件规定的极限高温工作试验。高温工作结束后，电动机应能正常工作。

5.28.2.2 试验方法

按GB/T 2423.2—2008中Bd的方法进行试验，将电动机安装在产品专用技术条件规定的试验支架上并置于试验箱中，温度升至相关规范规定的温度并放置足够长时间达到温度稳定后，电机启动工作，在该高温条件下工作到相关规范规定的持续时间后立即测试，结果应符合5.28.2.1的要求。

5.29 恒定湿热

5.29.1 技术要求

当有要求时，电动机应能承受规定条件下的恒定湿热试验。试验结束时在箱内测量电动机的绝缘电阻应符合5.9.1的规定。电动机应无明显的外表质量变坏及影响正常工作的锈蚀现象。

5.29.2 试验方法

按GB/T 7345—2008规定的方法及5.29.1规定的条件进行恒定湿热试验。

5.30 冷热冲击

5.30.1 技术要求

当有要求时，电动机应能够承受规定条件下的冷热冲击试验，试验后取出电动机恢复至常温，试验后不应出现影响电动机正常运行的损坏或外观变化，基本性能参数应符合5.14的规定，空载运行应无异常，绝缘电阻应符合5.9.1的要求，绝缘介电强度应符合5.10.1的要求。

5.30.2 试验方法

按GB/T 2423.22—2012规定的方法及相关技术文件规定的条件进行冷热冲击试验。

5.31 电磁兼容

5.31.1 技术要求

当有要求时，电动机应满足规定的电磁兼容性。电动机的电磁兼容性要求包括抗扰性要求和发射要求。其中抗扰性要求用抗扰性限值表示，发射要求用发射限值表示。制造商应对电动机的电磁兼容试验样品处理、安装方式、电动机运行条件及其检测要求作出规定。

抗扰性限值和发射限值应符合GB/T 4343.2—2020和GB 4343.1—2018或产品专用技术条件的规定。

5.31.2 试验方法

抗扰性限值和发射限值试验方法分别按GB/T 4343.2—2020和GB 4343.1—2018规定的方法及相关技术条件的规定进行电磁兼容试验。

其中电磁兼容试验样品处理、安装方式、电动机运行条件及其检测要求应符合5.31.1的规定。

5.32 振动

5.32.1 技术要求

当有要求时，电动机应能承受规定条件的振动试验。试验结束后，电动机不应出现紧固件松动或损坏，结构件不应产生影响正常工作的有害变形。

振动试验时，电动机的通电方式、检验项目及方法应符合产品专用技术条件规定。

5.32.2 试验方法

按GB/T 7345—2008规定的方法及5.32.1规定的条件进行振动试验。

5.33 冲击

5.33.1 技术要求

当有要求时，电动机应能承受规定条件下的冲击试验。试验结束后，电动机紧固件不应松动或损坏，结构件应无影响正常工作的有害变形。

试验后立即检查电动机的额定技术数据，结果应符合5.14的规定。

冲击试验时，电动机的通电方式、检验项目及方法应符合产品专用技术条件的规定。

5.33.2 试验方法

按GB/T 7345—2008规定的方法及5.33.1规定的条件进行冲击试验。

5.34 自由跌落

5.34.1 技术要求

当有要求时，电动机应能承受规定条件的自由跌落试验。电动机经自由跌落试验后，其外观无变形，损坏，裂隙等影响使用性能的缺陷。空载运行应无异常，绝缘电阻、电气强度、噪音符合产品专用技术条件规定。

5.34.2 试验方法

按GB/T 2423.7—2018规定的方法及相关技术条件的规定进行自由跌落试验。

5.35 轴电蚀

5.35.1 总则

当有要求时，电动机应具有有效的防电蚀措施，应符合5.35.2、5.35.3、5.35.4规定要求。

5.35.2 轴电压

5.35.2.1 技术要求

当有要求时，电动机轴电压应符合产品专用技术条件的规定。

5.35.2.2 试验方法

将被测电动机水平放置在绝缘物体上并与周围导体保持200 mm以上距离，如图3所示。按照规定条件驱动电动机运行，使电动机达到额定转速。为了让轴承的油膜稳定，可以让电动机稳定运行2 min后再进行测量。测量轴承内外圈电势差，测出连续10个轴电压波形峰峰值取平均值，反复测量5次的平均值即为轴电压。为有效抑制EMI和抵抗外界干扰，测试轴电压时应采用差分探头。

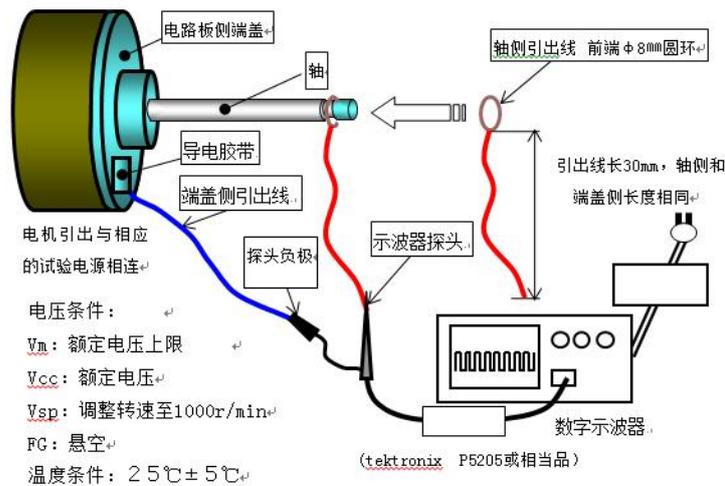


图 3 轴电压试验示意图

5.35.3 轴电流

5.35.3.1 技术要求

当有要求时，电动机轴电流应符合产品专用技术条件的规定。

5.35.3.2 试验方法

将被测电动机水平放置在绝缘物体上并与周围导体保持200 mm以上距离，如图 4所示。按照规定条件驱动电动机运行，使电动机达到额定转速。为让轴承的油膜稳定，可以让电动机稳定运行2 min后再进行测量。测量流经轴承内外圈电流，统计连续10个轴电流波形峰值取平均值和最大值，反复测量5次的平均值即为轴电流的平均值和最大值。

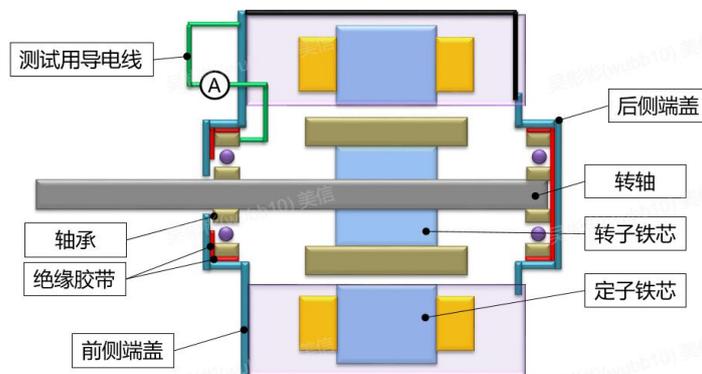


图 4 轴电流试验示意图

5.35.4 轴电流放电率

5.35.4.1 技术要求

一定时间内，捕捉到的轴电压击穿轴承油膜产生的放电波形数与该段时间内理论总波形数之比即为轴电流放电率。当有要求时，放电率应符合产品专用技术条件的规定。

5.35.4.2 试验方法

将被测电动机水平放置在绝缘物体上并与周围导体保持200 mm以上距离。按照规定条件驱动电动机运行，使电动机达到额定转速。为让轴承的油膜稳定，可以让电动机稳定运行2 min后再进行测量。统计连续50~100个轴电压或轴电流周期波形内，实际放电波形数与理论周期波形总数量之比即为规定时间内放电率，按公式（7）和公式（8）计算。

$$\tau = \frac{\mu_1}{\mu_0} \dots\dots\dots (7)$$

$$\mu_0 = \frac{T}{(1/f)} \dots\dots\dots (8)$$

式中：
 T——规定时间；
 f——电动机的载波频率；
 τ——规定时间内放电率；
 μ₁——规定时间内实际放电波形数；
 μ₀——规定时间内理论周期波形总数量。

5.36 盐雾

5.36.1 技术要求

当有要求时，电动机应能承受规定条件的盐雾试验。试验后外壳镀层、输出轴、端子，产生的锈迹、腐蚀应符合产品专用技术条件规定。空载运行应无异常，绝缘电阻、绝缘介电强度、噪声应符合5.9.1、5.10.1、5.24.1的要求。

5.36.2 试验方法

电动机按GB/T 2423.17—2008规定的方法进行电动机盐雾试验。根据产品专用技术条件选择对应的适应周期。

5.37 可靠性（寿命）

5.37.1 技术要求

电动机应具有规定要求的可靠性，制造商应根据电动机使用的规定条件和规定功能对其可靠性技术指标、样品抽样、产品失效判据、试验样品处理、试验检测要求和数据统计方法作出规定。可靠性试验应符合产品专用技术条件的规定。

电动机常用可靠性技术指标包括下列几项，相关方可选择其中一项：

- 寿命（保证工作期限）T；
- 在规定时间t时的可靠度R(t)；
- 失效前，平均工作时间MTTF；
- 平均失效率λ电动机可靠性技术指标按表 5规定。

表 5 电动机可靠性技术参数指标

分类	寿命 (保证工作期限)T h	平均工作时间 MTTF h	平均失效率 λ、 ×10 ⁻⁶ ·h ⁻¹	可靠度 R(t)	
				工作期限t h	可靠度 R
可靠性 技术指标	100、500、750、1000、 1500、2000、3000、 5000、10000、20000	500、750、1000、 1500、2000、3000、 5000	2000、1500、1000、 750、500、100、75、 50、20、10、1.0	50、75、100、500、 750、1000、1500、 2000、3000、5000	0.98、0.96、 0.94、0.92、 0.90

可靠性抽样方案按可接收的可靠性水平A_α和拒收的可靠性水平A_β，制造商风险α和用户风险β，根据相关标准选取抽样数n和允许失效数c。(n, c)构成了抽样方案。

- 注1：按可靠性定义，保证工作期限不是可靠性技术指标，但制造商常给出该指标，并且通常称之为“寿命”，它的含义是指由制造商保证的最低限度无故障持续工作期限。用户在选用电动机“寿命”时，可区分选择。
- 注2：控制电动机因其自身特点，一般规定为不可修复产品，这里的失效是指不可修复的失效。故平均寿命为失效前平均工作时间 MTTF (Mean Time to Failure)。因此，在可靠性试验中电动机出现故障时不允许更换和修复。但对规定工作期限t大于或等于1000 h的电动机，在最初试验30 h~50 h以内出现故障时除外。
- 注3：经用户同意，可靠性试验可随用户整机在相应运行条件下进行，此时制造商应对试验数据收集及其处理方法做出规定。
- 注4：可靠性试验允许采用加速试验方法，但电动机通用技术条件或产品专用技术条件应对加速试验因子、加速次数和试验结果的计算方法做出规定。

5.37.2 试验方法

按产品专用技术条件规定进行试验，其中可靠性技术指标的选择、抽样方案、产品失效判据、试验样品处理、试验检测要求和数据统计方法按5.36.1的规定。

5.38 质量

5.38.1 技术要求

电动机的质量应符合产品专用技术条件的规定。

5.38.2 试验方法

用精度不小于1%的衡器，称量电动机及其附件的质量。

5.39 包装试验

5.39.1 技术要求

当有要求时，已完成包装的电动机，其包装箱应能承受产品专用技术条件规定的严酷等级对应高度的跌落试验。试验后包装箱不应有明显变形或损坏，打开包装检查电动机的外观并检查额定数据满足。

5.39.2 试验方法

将已包装好的电动机的包装箱按产品专用技术条件规定的严酷等级对应高度进行跌落试验，应符合5.38.1的要求。

5.40 安全

5.40.1 技术要求

电动机的安全应符合GB 4706.1—2005的规定。其中，电动机安全的标志和说明应符合GB 4706.1—2005中7.1的规定；有要求时，电动机引出线、接线端子、接地措施等应符合GB 4706.1—2005中第26章、第27章的规定。制造商应能提供与电动机安全有关的证据。

5.40.2 试验方法

电动机的安全试验方法按GB 4706.1—2005的规定。

5.41 试验条件

5.41.1 试验的标准大气条件

所有试验若无其他规定，均应在下列试验的标准大气条件下进行：

温度：15℃～35℃；

相对湿度：45%～75%；

气压：86 kPa～106 kPa。

5.41.2 仲裁试验的标准大气条件

如果需要严格控制试验大气条件，以获得重现结果时，规定在下列仲裁试验标准大气条件下进行：

温度：20℃±1℃；

相对湿度：48%～52%；

气压：86 kPa～106 kPa。

5.41.3 基准试验的标准大气条件

作为计算依据的基准试验标准大气条件为：

温度：20℃；

相对湿度：50%；

气压：101.3 kPa。

5.41.4 试验电源

试验用电源的电压幅值、频率的稳定度和允差、电压波形的非正弦失真度，以及直流电压的脉动分量等在产品专用技术条件中规定。

5.41.5 试验仪器、仪表精度

电工仪表精度不小于1级，电子仪表精度不小于1.5级，机械测量工具精度应大于被测要素公差等级。

5.41.6 电动机安装

如无特殊规定，试验时电动机应轴向水平安装在产品专用技术条件规定的试验支架上。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为：

- a) 鉴定检验；
- b) 质量一致性检验。

6.2 鉴定检验

6.2.1 鉴定检验时机和条件

当有要求时，鉴定检验应在国家认可的实验室按产品专用技术条件的规定进行。

有下列情况之一时，应进行鉴定检验：

- a) 新产品设计确认前；
- b) 已鉴定产品设计或工艺变更时；
- c) 已鉴定产品关键原材料、元器件变更时；
- d) 产品制造场所改变时。

6.2.2 样机数量

从定型批产品中随机抽取六台样机，其中四台供鉴定检验用，另外两台保存备用。

注：定型批产品数量不足六台时，全数提交鉴定检验。但供鉴定检验样机数量不少于两台。

6.2.3 检验程序

鉴定检验项目、基本顺序和样机编号按表 6 的规定进行。

表 6 检验项目及顺序

序号	检验项目	技术要求和试验方法条款	鉴定检验样机编号	质量一致性检验	
				A 组检验	C 组检验
1	外观和装配质量	5.1	1, 2, 3, 4	√	—
2	外形及安装尺寸	5.2	1, 2, 3, 4	√	—
3	旋转方向	5.3	1, 2, 3, 4	√	—
4	轴向间隙 ^a	5.4	1, 2, 3, 4	√	—
5	轴伸径向圆跳动 ^a	5.5	1, 2, 3, 4	√	—
6	安装配合面的同轴度 ^a	5.6	1, 2, 3, 4	√	—
7	安装配合端面的垂直度 ^a	5.7	1, 2, 3, 4	√	—
8	接地措施	5.8	1, 2, 3, 4	√	—
9	绝缘电阻	5.9	1, 2, 3, 4	√	—
10	绝缘介电强度	5.10	1, 2, 3, 4	√	—
11	工作温度下的泄漏电流	5.11	1, 2, 3, 4	√	—
12	爬电距离和电气间隙	5.12	1, 2, 3, 4	√	—
13	防护等级 ^a	5.13	1, 2, 3, 4	√	—
14	空载起动电压 ^a	5.14	1, 2, 3, 4	√	—
15	额定数据	5.15	1, 2, 3, 4	√	—
16	牵出转矩	5.16	3, 4	√	—
17	牵入转矩	5.17	3, 4	√	—
18	堵转转矩	5.18	3, 4	—	√
19	堵转转矩倍数	5.19	3, 4	—	√
20	最大转矩倍数 ^a	5.20	3, 4	—	√
21	最大同步转矩	5.21	3, 4	—	√
22	稳速误差 ^a	5.22	3, 4	—	√

序号	检验项目	技术要求和试验方法条款	鉴定检验样机编号	质量一致性检验	
				A组检验	C组检验
23	引出线机械强度 ^a	5.23	3,4	—	√
24	频繁起停循环 ^a	5.24	3,4	—	√
25	噪声 ^a	5.25	1,2,3,4	—	√
26	温升	5.26	1,2	—	√
27	低温	5.27	1,2	—	√
28	高温	5.28	1,2	—	√
29	恒定湿热 ^a	5.29	1,2	—	√
30	冷热冲击 ^a	5.30	1,2	—	√
31	电磁兼容 ^a	5.31	1,2	—	√
32	振动 ^a	5.32	1,2	—	√
33	冲击 ^a	5.33	1,2	—	√
34	自由跌落	5.34	1,2	—	√
35	轴电蚀 ^a	5.35	1,2	—	√
36	盐雾	5.36	1,2	—	√
37	可靠性(寿命)	5.37	3,4	—	√
38	质量	5.38	3,4	—	√
39	包装试验	5.39	3,4	—	—
40	安全	5.40	1,2,3,4	—	√

注：“√”表示进行该项目检验；“—”表示不进行该项目检验。

^a 当有要求时需进行的检验项目。

6.2.4 检验结果的评定

6.2.4.1 合格

鉴定检验用样机的全部项目检验符合要求，则鉴定检验合格。

6.2.4.2 不合格

只要有一台样机的任一项目不符合要求，则鉴定检验不合格。

6.2.4.3 偶然失效

当鉴定部门确定电动机某一不合格项目属于孤立性质的偶然失效时，允许在每次提交的样机中取一台备用样机代替失效样机，并补做失效发生前（包括失效时）的所有项目。然后继续试验，若再有一台样机的任一项目不符合要求，则鉴定检验不合格。

6.2.4.4 性能降低

样机经环境试验后，允许出现不影响其使用的性能降低，性能降低的允许值由产品专用技术条件规定。

6.2.4.5 环境试验期间和试验后的性能严重降低

样机在环境试验期间和试验后，出现影响其使用的性能严重降低时，鉴定部门可以采取两种方式：或者认为鉴定不合格，或者当一台样机出现失效时，允许用新的两台样机代替，并补做失效发生前（包括失效时）的所有试验，然后补足原样机数量继续试验，若再有一台样机的任一项目不合格，则鉴定检验不合格。

6.2.4.6 同类型产品鉴定检验

当某一类同机座号的两个及两个以上型号的电动机同时提交鉴定检验时，每种型号均应提交四台样机，所有样机应通过质量一致性中的A组检验，然后选取四台有代表性的不同型号的样机进行其余项目的试验。试验结果评定按6.2.4规定。任一台样机的任一项目不合格，则其所代表的电动机鉴定检验不合格。本检验不准许样机替换。

若鉴定检验合格，则同时提交的所有型号的电动机均鉴定合格。

对此后制造的同类同机座电动机或对原型号设计更改的电动机应进行差异性鉴定检验，差异性鉴定检验合格，则认为该型号电动机鉴定检验合格。

6.3 质量一致性检验

6.3.1 分类

质量一致性检验分为A组和C组检验：

- a) A组检验是为了证实电动机产品是否满足常规质量要求所进行的非破坏性检验。
- b) C组检验是周期性检验，其中某些项目是破坏性试验。

6.3.2 A组检验

A组检验项目及基本顺序按表 6规定进行。

A组检验可以抽样或逐台进行。抽样按GB/T 2828.1—2012中检验水平 II，一次抽样方案进行，接收质量限（AQL值），由使用方和制造方协商选定。

逐台检验中，电动机若有一项或一项以上不合格，则该电动机为不合格品。

A组检验合格，则除抽样中的不合格电动机之外，用户应整批接收。

若A组检验不合格，则整批拒收，由制造商消除缺陷并剔除不合格品后，再次提交A组检验。

6.3.3 C组检验

C组检验项目及基本顺序按表 6规定进行。

6.3.3.1 检验时机

有下列情况之一时，一般应进行C组检验：

- a) 相关项目检验；
- b) A组检验结果与鉴定检验结果发生较大偏差时；
- c) 周期检验，除非另有规定，每两年应至少进行一次；
- d) 政府或行业监管产品质量或用户要求时。

6.3.3.2 检验规则

C组检验样机从已通过A组检验的产品中抽取，对未作过A组检验的样机应补作A组检验项目的试验，待合格后方能进行C组检验其余项目的试验。

C组检验样机数量及检验结果评定按6.2.2和6.2.4的规定。

若C组检验不合格，由制造商消除不合格原因后，重新进行C组检验。

7 交付准备

7.1 通则

除另有规定外，交付的电动机应是通过设计确认后制造的，且经A组检验合格的产品。

7.2 包装

电动机包装前应将紧固件点封，单元包装电动机应有产品合格证，制造商应确保产品通过包装能得到有效防护。

7.3 运输

包装的电动机在运输过程中应小心轻放，避免碰撞和敲击，不应与酸碱等腐蚀性物品放在一起。制造商应通过标识或协议方式将运输条件告知用户和承运商。

7.4 贮存

电动机应存储在环境温度为-40℃~35℃，相对湿度不大于85%、清洁且通风良好的库房内，空气中不应含有腐蚀性气体。贮存期分为一年、三年和五年，由制造商规定。制造商应将贮存条件和贮存期告知用户。

7.5 保证期

保证期系制造商就电动机正确贮存和使用期限而向用户的承诺。

保证期是从产品出厂之日算起的贮存期（包括运输期）与保用期之和。

保用期从产品包装启封开始计算，分为一年、两年半或根据各类电动机的特点，由产品专用技术条件规定。

在正确贮存和使用的情况下，制造商应保证产品在保用期内正常工作。如在保用期内产品因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造商应负责维修或更换。

8 用户服务

制造商应对电机交付后的技术服务做出规定，当用户有需求时，应能及时提供技术服务。
