

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

# T/CNGMA

团 体 标 准

T/CNGMA XXX—2025

## 直流电机

点击此处添加标准名称的英文译名

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

广东省制造业协会 发布

## 目次

前言 .....	IV
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类与基本参数 .....	2
4.1 分类 .....	2
4.1.1 按工作原理分类 .....	2
4.1.2 按结构特征分类 .....	2
4.1.3 按防护等级分类 .....	2
4.1.4 按冷却方式分类 .....	3
4.1.5 按使用环境分类 .....	3
4.1.6 特殊类型 .....	3
4.2 基本参数 .....	3
4.2.1 额定电压等级 .....	3
4.2.2 额定功率与机座号对应关系 .....	3
4.2.3 电气参数 .....	3
4.2.4 机械参数与安装尺寸 .....	3
4.2.5 性能特性参数 .....	4
5 技术要求 .....	4
5.1 使用环境条件 .....	4
5.1.1 正常使用环境条件 .....	4
5.1.2 特殊使用环境条件 .....	5
5.2 外观与结构要求 .....	5
5.2.1 外观质量 .....	5
5.2.2 外形及安装尺寸 .....	5
5.2.3 轴向间隙 .....	5
5.2.4 接线端子的强度与标志 .....	5
5.3 性能要求 .....	5
5.3.1 电气性能 .....	5
5.3.2 机械性能 .....	6
5.3.3 热性能 .....	6
5.4 安全要求 .....	6
5.4.1 接地装置及连续性 .....	6
5.4.2 防护等级 (IP 代码) .....	6
5.4.3 限温与防火 .....	6
5.5 电磁兼容性 (EMC) 要求 .....	6
5.5.1 骚扰限值 .....	7

5.5.2	抗扰度限值	7
5.6	环境适应性要求	7
5.6.1	气候环境适应性	7
5.6.2	机械环境适应性	7
5.7	噪声与振动要求	7
5.7.1	噪声限值	7
5.7.2	振动强度限值	8
5.8	可靠性与寿命要求	8
5.8.1	连续运行寿命	8
5.8.2	电刷寿命（适用于有刷电机）	8
5.8.3	轴承寿命	8
5.8.4	耐久性试验	8
5.8.5	特殊环境下的可靠性	8
6	试验方法	8
6.1	试验条件	8
6.1.1	标准试验环境条件	8
6.1.2	测量仪器精度要求	9
6.2	外观与结构检查	9
6.2.1	外观质量检查	9
6.2.2	尺寸及形位公差检查	9
6.2.3	轴向间隙检查	9
6.3	性能试验	9
6.3.1	电气性能试验	9
6.3.2	机械性能试验	10
6.3.3	热性能试验	10
6.4	安全试验	10
6.4.1	接地装置及连续性试验	10
6.4.2	防护等级（IP 代码）验证	10
6.4.3	限温与防火检查	10
6.5	电磁兼容性（EMC）试验	10
6.5.1	骚扰测量	10
6.5.2	抗扰度试验	10
6.6	环境试验	11
6.6.1	低温试验	11
6.6.2	高温试验	11
6.6.3	湿热试验	11
6.6.4	振动试验	11
6.6.5	冲击试验	11
6.7	噪声与振动测量	11
6.7.1	噪声测试方法	11
6.7.2	振动测试方法	11
6.8	可靠性与寿命试验	11
6.8.1	连续运行寿命试验	11
6.8.2	电刷寿命试验（适用于有刷电机）	12

6.8.3	加速寿命试验方法	12
7	检验规则	12
7.1	检验分类	12
7.2	出厂检验	12
7.2.1	检验项目	12
7.2.2	抽样与组批规则	12
7.2.3	合格判定准则	12
7.3	型式检验	12
7.3.1	检验时机	12
7.3.2	检验项目	13
7.3.3	抽样方案	13
7.3.4	合格判定准则	13
7.3.5	检验程序与试样处理	14
8	标志、包装、运输与贮存	14
8.1	标志	14
8.1.1	产品标志	14
8.1.2	包装标志	15
8.2	包装	15
8.2.1	包装技术要求	15
8.2.2	随行文件	15
8.3	运输	15
8.4	贮存	15
9	质量承诺	16
9.1	总则	16
9.2	质量保证期	16
9.2.1	保证期限	16
9.2.2	保证期起算	16
9.3	质量保证范围	16
9.4	售后服务与技术支持	16
9.5	免责条款	16
附录 A (资料性)	直流电机选型与安装指南	18
A.1	选型流程	18
A.2	安装注意事项	18
A.2.1	机械安装	18
A.2.2	电气安装	18
A.3	维护与保养	18
	参考文献	19



## 前言

直流电机作为国民经济各领域的核心驱动部件，广泛应用于工业自动化、交通运输、新能源装备、家用电器等关键场景，其性能稳定性、能效水平与安全可靠性直接关系到下游产业的高质量发展。在“双碳”目标引领下，行业对直流电机的高效化、小型化、智能化需求持续提升，推动技术迭代加速，同时也对产品标准化提出了更高要求。

现行国家标准、行业标准虽为直流电机生产提供了基础技术依据，但部分标准技术指标已滞后于当前行业创新实践，且在高效节能指标、智能化控制接口、特殊工况适应性等新兴领域覆盖不足，不同标准间的技术衔接性亦有待加强，难以完全满足市场对高品质直流电机的规范需求。

其中行业直流电机领域的骨干企业佛山市南海区绿智电机设备有限公司，凭借其所形成的技术优势，在电机能效提升、噪音控制、结构优化等方面积累了成熟实践，其产品在工业伺服、新能源汽车辅助系统等领域的应用表现得到市场认可。与此同时，行业内部分企业存在产品技术指标不统一、质量管控参差不齐等问题，亟需通过统一的团体标准整合先进技术成果，规范市场秩序。

# 直流电机

## 1 范围

本文件规定了直流电机的产品分类与基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存以及质量承诺等。

本文件适用于机座外径不大于400 mm的永磁直流电动机、无刷直流电动机（以下简称“电机”）。其他类型、相同功率等级的直流电机可参照使用。本文件所涵盖的电机主要应用于工业自动化装备、汽车零部件、办公自动化设备、医疗器械及智能家居等领域。

本文件不适用于交流电机、步进电机及在易燃、易爆等特殊环境下工作的专用直流电机。

## 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。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**直流电机** direct current machine; DC machine

将直流电能转换为机械能（电动机）或将机械能转换为直流电能（发电机）的旋转电机。

### 3.2

**永磁直流电动机** permanent magnet direct current motor

依靠永久磁铁（3.1.8）产生主极磁场的直流电动机。

### 3.3

**无刷直流电动机** brushless direct current motor

没有电刷和机械换向器，通过电子换向电路实现电流换向的直流电动机。

### 3.4

**电枢** armature

直流电机中产生感应电动势和通过负载电流，从而实现机电能量转换的核心部件。通常指直流电机的转子部分。

### 3.5

**换向器** commutator

直流电机中与电刷滑动接触，用以实现电枢电路交流电动势与电刷端直流电动势之间相互转换的机械部件。

### 3.6

**电刷** brush

连接外部电路与旋转的换向器或集电环，用以导入或导出电流的滑动导电部件。

## 3.7

**励磁 excitation**

为产生电机主磁场而向励磁绕组或永久磁体提供电流或磁势的过程或方式。

## 3.8

**励磁绕组 field winding**

产生电机主磁场的绕组。

## 3.9

**空载转速 no-load speed**

电机在额定电压下运行，且轴端无负载时的稳定旋转速度。

## 3.10

**堵转转矩 stall torque**

电机在额定电压下启动，或因外部负载而使其转速降为零时，轴端所能产生的转矩。

## 3.11

**空载电流 no-load current**

电机在额定电压下运行，且轴端无负载时，从电源输入的电流。

## 3.12

**热试验 thermal test**

为确定电机在规定条件下运行时各部分的温升而进行的试验。

## 3.13

**绝缘电阻 insulation resistance**

电机绕组对机壳之间或不同绕组之间的直流电阻。

## 3.14

**防护等级 degree of protection**

按标准规定的检验方法，电机外壳对防止人体接近壳内危险部件、防止固体异物和水分进入所提供的保护程度的分级。

## 4 分类与基本参数

## 4.1 分类

## 4.1.1 按工作原理分类

- a) 永磁直流电动机：依靠永久磁铁产生主极磁场的直流电动机，具有结构简单、效率高、体积小特点。
- b) 无刷直流电动机：没有电刷和机械换向器，通过电子换向电路实现电流换向的直流电动机，具有寿命长、噪音低、维护少的优点。
- c) 电磁式直流电动机：通过励磁绕组通电产生主极磁场的直流电动机，根据励磁方式不同，可分为他励、并励、串励和复励电动机。

## 4.1.2 按结构特征分类

- a) 有刷直流电机：包含电刷和机械换向器的传统直流电机。
- b) 无刷直流电机：采用电子换向，无电刷和机械换向器。
- c) 盘式直流电机：具有轴向气隙和盘式电枢结构，适用于薄型安装场合。
- d) 外转子型无刷直流电机：转子位于定子外部，适用于直接驱动风扇、滚筒等应用。

## 4.1.3 按防护等级分类

电机的防护等级应按GB/T 4942-2021的规定划分，常用等级包括：

- a) IP00：无专门防护的开放结构。
- b) IP20：防止直径大于 12.5mm 的固体异物侵入，适用于一般室内环境。
- c) IP44：防止直径大于 1.0mm 的固体异物侵入及任何方向的溅水，适用于潮湿或多粉尘环境。
- d) IP54：防尘及防溅水，适用于工业环境。

- e) IP55: 防尘及防喷水, 适用于户外或严苛工业环境。

#### 4.1.4 按冷却方式分类

- a) 自冷式: 依靠电机自身旋转冷却。  
b) 风冷式: 依靠附加风机强制冷却。  
c) 液冷式: 通过冷却液循环冷却, 适用于高功率密度场合。

#### 4.1.5 按使用环境分类

- a) 普通型: 适用于常规室内环境。  
b) 防湿热型: 适用于高温高湿环境。  
c) 防腐蚀型: 适用于含有腐蚀性介质的环境。  
d) 宽温型: 适用于极限高低温交替变化的环境。

#### 4.1.6 特殊类型

EC电机(电子换向电机): 一种集成了直流电机、整流器(将交流电转换为直流电)及控制功能于一体的高效电机系统, 特别适用于空调机组等需要精确控制和高效节能的应用场合。

### 4.2 基本参数

#### 4.2.1 额定电压等级

电机的额定电压应在下列标准值中选取(单位: V):

直流电压: 5, 12, 24, 48, 60, 90, 100, 110, 120, (180), (200), 220。

注: 括号内的数值为非优选值, 供特殊场合使用。

#### 4.2.2 额定功率与机座号对应关系

电机的额定功率应与机座号及转速相匹配, 其对应关系推荐如表1所示。

表1 额定功率与机座号、转速的对应关系

机座号	额定功率范围 (W)	典型额定转速范围 (r/min)
≤ 20	0.5 ~ 10	3000 ~ 12000
>20 ~ 40	10 ~ 100	2000 ~ 8000
>40 ~ 80	100 ~ 400	1500 ~ 6000
>80 ~ 130	400 ~ 1000	1000 ~ 4000
>130 ~ 200	1000 ~ 2200	800 ~ 3000
>200 ~ 320	2200 ~ 5500	600 ~ 2000

注: 机座号大于320mm的电机可参考使用, 具体参数由供需双方协商确定。

#### 4.2.3 电气参数

电机的电气参数应在产品专用技术条件中明确规定, 至少包括:

- a) 额定电压: 端子间输入电压的标称值。  
b) 额定电流: 在额定电压、额定负载下, 输入电流的标称值。  
c) 额定功率: 电机轴端输出的机械功率标称值。  
d) 空载电流: 在额定电压下, 电机空载运行时的输入电流值。  
e) 堵转电流: 电机在堵转状态下的最大输入电流。  
f) 端子间电阻: 电机电枢绕组在端子间的直流电阻值(在 25° C 条件下)。  
g) 绝缘等级: 电机绕组绝缘的耐热等级, 例如: B级、F级、H级。

#### 4.2.4 机械参数与安装尺寸

##### 4.2.4.1 轴伸型式与尺寸

电机轴伸宜采用光伸，单轴伸为基本型式。轴伸的尺寸公差及键槽的尺寸与公差应符合相关产品标准的规定。

#### 4.2.4.2 安装型式

电机的基本安装型式应符合GB/T 7346-2015的规定，主要型式包括：

- IM B3：底脚安装，端盖无凸缘。
- IM B5：无底脚，端盖有凸缘，凸缘上有通孔。
- IM B14：无底脚，端盖有凸缘，凸缘上有螺孔。
- IM V1：端盖式安装，适用于微型电机。

#### 4.2.4.3 关键形位公差

为保证电机的装配精度和运行性能，关键形位公差应符合表2规定。

表2 关键形位公差要求

项目	机座号范围 (mm)	公差要求 (mm)
轴伸径向圆跳动	$D \leq 70$	$\leq 0.02$
	$70 < D \leq 160$	$\leq 0.03$
	$160 < D \leq 250$	$\leq 0.04$
安装配合面同轴度	$D \leq 70$	$\leq 0.04$
	$70 < D \leq 160$	$\leq 0.06$
	$D > 160$	$\leq 0.08$
安装配合端面垂直度	$D < 70$	$\leq 0.06$
	$70 \leq D \leq 160$	$\leq 0.08$
	$D > 160$	$\leq 0.10$

注：表内公差要求参考了GB/T 39553-2020的相关规定。

#### 4.2.5 性能特性参数

##### 4.2.5.1 转矩-转速特性

制造商应提供电机的转矩-转速特性曲线（T-N曲线）及关键点参数，包括但不限于：

- 堵转转矩：电机在堵转状态下所能产生的最大转矩。
- 额定转矩：电机在额定功率、额定转速下运行时的输出转矩。
- 最大工作效率点：电机效率最高时对应的转矩和转速工作点。
- 空载转速：电机在额定电压下空载运行时的稳定转速。

##### 4.2.5.2 时间常数

对于有动态响应要求的伺服类电机，应给出机电时间常数：电机在空载和额定励磁条件下，施加阶跃额定电压，转速从零上升到空载转速的63.2%所需的时间。

## 5 技术要求

### 5.1 使用环境条件

电机应能在下列环境条件下额定运行，并满足本文件规定的所有性能与安全要求。

#### 5.1.1 正常使用环境条件

除非另有规定，电机应在以下条件下正常运行：

- 环境温度： $-15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度：最湿月月平均最高相对湿度为90%，同时该月月平均最低温度不高于 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 海拔：不超过1000 m。
- 振动：安装基础的无振动频率应在2 Hz至200 Hz范围内，振动加速度不大于 $15\text{ m/s}^2$ 。

- e) 污染等级：按 GB/T 4208-2017 规定，不应超过等级。
- f) 供电电源：直流电源的纹波因数不应大于 5%。

### 5.1.2 特殊使用环境条件

当电机需在超出 5.1.1 规定的条件下使用时，应由制造商与用户协商确定特殊技术要求，并在产品专用技术条件中明确。常见特殊条件包括：

- a) 高温环境：环境温度最高可达 +55 °C 或更高。在此条件下，电机的额定输出功率应予以修正或采取强制冷却措施。
- b) 低温环境：环境温度最低可至 -40 °C。应关注润滑剂的凝固点以及材料脆性增加的风险。
- c) 高海拔环境：海拔超过 1000 m 时，空气稀薄将影响电机的散热能力，可能导致温升增加。海拔每升高 100 m，温升限值可酌情降低。
- d) 高湿热环境：长期处于高温高湿环境（如热带地区），电机应采取防湿热、防霉菌、防盐雾的特殊工艺处理。
- e) 特殊振动与冲击环境：对于牵引、车辆或特殊机械设备等应用，电机应能承受更强的振动与冲击，具体要求由供需双方协议确定。

## 5.2 外观与结构要求

### 5.2.1 外观质量

- a) 电机表面不应有锈蚀、碰伤、划痕等缺陷，涂覆层应均匀，无剥落、起泡现象。
- b) 所有紧固件应安装牢固，无松动现象，且应有防锈蚀处理。
- c) 铭牌应清晰、牢固地固定在电机明显位置，内容应完整、无误。
- d) 引出线或接线端子应完好无损，颜色标志或标识应清晰、正确、耐久。

### 5.2.2 外形及安装尺寸

电机的最大外形尺寸及安装尺寸（如底脚孔距、轴伸尺寸与键槽、凸缘止口直径与公差等）应符合制造商产品图样或专用技术条件的规定，并优先符合 GB/T 7346-2015 中关于基本外形结构型式的推荐尺寸。对于 EC 电机（电子换向电机），其集成式端盖与整流器的结构尺寸应确保与机组机架的适配性。

### 5.2.3 轴向间隙

电机的轴向间隙应符合表 3 的规定。

表 3 轴向间隙要求

机座外径 D (mm)	轴向间隙 (mm)
$D \leq 40$	0.05 ~ 0.15
$40 < D \leq 80$	0.08 ~ 0.25
$80 < D \leq 130$	0.15 ~ 0.40
$D > 130$	由产品专用技术条件规定

### 5.2.4 接线端子的强度与标志

- a) 接线端子应具有足够的机械强度，在承受正常安装和接线力矩时，不应发生松动或损坏。
- b) 对于直流电机，接线端子应有明确、不易脱落的标志，推荐采用“+”或红色表示正极，“-”或黑色表示负极。对于有励磁绕组的电机，应清晰区分电枢绕组和励磁绕组的端子。

## 5.3 性能要求

### 5.3.1 电气性能

- a) 绝缘电阻：在常态和湿热试验后，电机带电部件与机壳之间的绝缘电阻应不低于 50 MΩ（冷态）和 0.38 MΩ（热态）。

- b) 介电强度：电机带电部件与机壳之间应能承受频率为 50 Hz 的正弦交流电压，历时 1 min 的耐电压试验，无击穿或闪络现象。试验电压值根据电机额定电压确定，具体按 GB/T 1311-2024 或 GB/T 39553-2020 中相应条款执行。
- c) 空载电流与空载转速：在额定电压下，电机的空载电流和空载转速不应超过制造商规定值的  $\pm 10\%$ 。
- d) 额定数据：在额定电压、额定负载下，电机的额定转速、额定电流和额定功率应符合产品专用技术条件的规定，其容差应在协议范围内（如额定功率容差通常为  $\pm 10\%$ ）。
- e) 转矩特性：电机的堵转转矩和最大转矩应不低于规定值。对于伺服电机，其转矩-转速特性曲线（T-N 曲线）应符合制造商提供的技术资料。
- f) 效率：电机在额定负载下的效率不应低于表 4 规定的限值。对于 EC 电机及空调机组等强调节能的产品，其额定效率应达到或超过能效 2 级及以上水平。

表4 直流电机额定效率最低限值（示例）

额定功率 P (W)	效率 (%) (永磁直流电动机)	效率 (%) (无刷直流电动机)
$P \leq 50$	45	55
$50 < P \leq 100$	55	65
$100 < P \leq 400$	65	75
$400 < P \leq 1000$	75	82
$P > 1000$	82	85

- g) 换向性能：对于有刷直流电机，在额定负载及过载范围内运行时，其换向火花等级不应超过 GB/T 1311-2024 中规定的 1 $\frac{1}{4}$ 级。

### 5.3.2 机械性能

- a) 轴伸径向圆跳动：应符合本文件表 3（对应前文目次结构中的 4.3.4.3）的规定。
- b) 运行平稳性：电机在空载运行时，应平稳、轻快，无卡滞现象和异常声响。

### 5.3.3 热性能

- a) 温升：电机在额定负载下连续运行时，各绕组的温升限值应符合 GB/T 755-2019 的规定，其限值取决于电机的绝缘等级。例如，对于 F 级绝缘，绕组温升限值为 105 K（电阻法）。
- b) 耐热性：电机应能承受本文件 6.6.2 条规定的高温试验，试验后其绝缘电阻和介电强度仍应符合要求，且不应出现永久性机械损伤。

## 5.4 安全要求

### 5.4.1 接地装置及连续性

- a) 对于 I 类防护的电机，应设有可靠的接地装置。接地端子应设置在易于接线的位置，并标有清晰的接地符号。
- b) 接地端子与电机所有可触及的金属部件之间的接地连接应具有低电阻。连续直流电阻值不应大于 0.1  $\Omega$ 。

### 5.4.2 防护等级（IP 代码）

电机外壳的防护等级应符合 GB/T 4942-2021 的规定，并在铭牌上标明 IP 代码。常见防护等级如 IP44、IP54、IP55 等，其含义应满足标准要求，以防止人体接触危险部件和固体异物/水分进入。对于内置整流器的 EC 电机，其端盖与电机本体的装配应确保整体防护等级满足设计要求。

### 5.4.3 限温与防火

- a) 电机在正常或故障条件下运行时，其表面最高温度不应导致周围可燃物质起火，且不应对人体造成烫伤风险。
- b) 电机所使用的绝缘材料、塑料件及接线等应采用自熄性材料，以降低火灾风险。

## 5.5 电磁兼容性（EMC）要求

电机在设计时，应充分考虑其电磁兼容性，确保在预期的电磁环境中正常工作，且不对该环境中的其他设备产生不可接受的电磁骚扰。

### 5.5.1 骚扰限值

- 传导骚扰：电机在额定电压下运行时，其电源端子对地线的骚扰电压限值应符合 GB/T 4826-2022 中第 7 章对 1 组 A 类设备的要求。对于内置整流器的 EC 电机及空调机组，应特别注意开关频率及其谐波产生的传导骚扰。
- 辐射骚扰：电机在额定电压下运行时，其辐射骚扰场强限值应符合 GB/T 4826-2022 中第 7 章对 1 组 A 类设备的要求。电机的机壳、电缆布线及端盖的屏蔽设计应能有效抑制电磁能量的辐射。

### 5.5.2 抗扰度限值

电机在运行时，应具备抵抗外部电磁骚扰的能力，其性能应符合表5规定的抗扰度要求。

表5 电磁抗扰度要求

试验项目	试验规范	性能判据
静电放电抗扰度	GB/T 17626.2-2018, 接触放电 $\pm 4$ kV, 空气放电 $\pm 8$ kV	B
射频电磁场辐射抗扰度	GB/T 17626.3-2023, 试验场强 3 V/m, 频率范围 80 MHz ~ 1000 MHz	A
电快速瞬变脉冲群抗扰度	GB/T 17626.4-2018, 电源端口 $\pm 1$ kV, 信号/控制端口 $\pm 0.5$ kV	B
浪涌(冲击)抗扰度	GB/T 17626.5-2019, 线-线 $\pm 0.5$ kV, 线-地 $\pm 1$ kV	B
射频场感应的传导骚扰抗扰度	GB/T 17626.6-2017, 试验电平 3 V, 频率范围 150 kHz ~ 80 MHz	A
电压暂降和短时中断	GB/T 17626.11-2023, 电压暂降至70%额定电压, 持续时间10 ms	B

## 5.6 环境适应性要求

电机应能承受其预期使用环境中可能遇到的各种气候和机械应力，并保持其性能与可靠性。

### 5.6.1 气候环境适应性

- 低温适应性：电机应能承受 GB/T 2423.1-2016 中“试验 Ab”规定的低温贮存和低温运行试验。试验后，电机外观无异常，绝缘电阻和介电强度符合 5.3.1 要求，并能正常启动和运行。
- 高温适应性：电机应能承受 GB/T 2423.2-2020 中“试验 Bb”规定的高温贮存和高温运行试验。试验后，电机结构件无永久性变形，绝缘电阻和介电强度符合 5.3.1 要求，运行无异常。
- 湿热适应性：电机应能承受 GB/T 2423.3-2016 中“试验 Cab”规定的恒定湿热试验。试验后，电机绝缘电阻不低于 0.38 M $\Omega$ ，介电强度试验电压为原值的 85%，且无金属件严重腐蚀或绝缘材料明显劣化。
- 交变湿热适应性：对于有更高环境适应性要求的电机（如户外或湿热带环境），应能承受 GB/T 2423.4-2008 规定的交变湿热试验。试验后，其性能应符合产品专用技术条件的规定。

### 5.6.2 机械环境适应性

- 振动适应性：电机在非工作状态下，应能承受 GB/T 2423.10-2019 中“试验 Fc”规定的正弦振动试验。试验后，电机结构无松动、无机械损伤，通电后能正常运行。
- 冲击适应性：电机在非工作状态下，应能承受 GB/T 2423.5-2019 中“试验 Ea”规定的半正弦波冲击试验。试验后，电机无永久性结构损坏，性能符合要求。
- 碰撞适应性：对于可能用于便携设备或运输条件恶劣的电机，应能承受 GB/T 2423.6-2019 规定的碰撞试验。试验后，电机功能正常。

## 5.7 噪声与振动要求

### 5.7.1 噪声限值

电机在空载、额定电压下运行时，其A计权声功率级噪声值不应超过表6规定的限值。对于EC电机及空调机组等用于安静环境的电机，其噪声限值应从严要求。

表6 噪声声功率级限值

机座外径 D (mm)	额定功率 P (W)	噪声限值 [dB(A)]
D ≤ 80	P ≤ 100	55
	100 < P ≤ 400	60
80 < D ≤ 130	400 < P ≤ 1000	65
D > 130	P > 1000	70

注：噪声的测定方法按GB/T 10069.1-2006执行。

### 5.7.2 振动强度限值

电机在空载、额定电压下运行时，其振动强度（振动速度有效值）不应超过表7规定的限值。

表7 振动强度限值

机座外径 D (mm)	振动速度有效值 (mm/s)
D ≤ 80	1.8
80 < D ≤ 130	2.8
D > 130	3.5

注：振动的测定方法按GB/T 10068-2020执行。

## 5.8 可靠性与寿命要求

### 5.8.1 连续运行寿命

电机在额定负载和额定电压下，应能承受不少于5000小时的连续运行寿命试验。试验后，电机的主要性能（如额定电流、额定转速、效率）下降不应超过初始值的10%，且不应出现任何影响功能的电气或机械故障。

### 5.8.2 电刷寿命（适用于有刷电机）

对于有刷直流电机，在规定的负载周期和额定电压下运行，其电刷的磨损寿命应保证电机在首个维护周期内正常运行时间不低于2000小时，制造商应提供电刷的预期寿命及维护建议。

### 5.8.3 轴承寿命

电机轴承的基本额定寿命（L10）不应低于10000小时。轴承寿命计算可参考GB/T 24607-2009，并应考虑电机的实际负载、转速、温度及润滑条件。

### 5.8.4 耐久性试验

电机应能通过基于加速寿命试验原理的耐久性测试。该测试可结合温度、湿度、电压应力及负载循环进行，用以在较短时间内评估电机的长期运行可靠性。具体的试验剖面、循环次数及合格判据应在产品专用技术条件中规定。

### 5.8.5 特殊环境下的可靠性

对于多用途DC电机等可能应用于特殊或严苛环境的产品，其可靠性要求应相应提高。例如，用于汽车辅驱或工业自动化设备的电机，其寿命和耐久性指标应由供需双方根据具体应用场景协议确定，但不应低于本文件规定的基本要求。

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件

#### 6.1.1 标准试验环境条件

6.1.1.1 除非另有规定，所有试验应在下述基准试验条件下进行：

- a) 环境温度： $+25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 相对湿度：不大于 85%。
- c) 大气压力： $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。
- d) 试验电源：直流电源的纹波因数不应大于 3%；电压允差为额定值的 $\pm 1\%$ ；频率允差为额定值的 $\pm 1\%$ （若涉及交流供电部分）。

6.1.1.2 试验前，电机应在试验条件下放置不少于 8 h，以达到温度稳定。试验期间，环境温度的变化应不超过 5 K。

#### 6.1.2 测量仪器精度要求

试验用仪器、仪表及测量系统的精度应满足以下要求：

- a) 电气测量仪表：不低于 0.5 级（功率表应不低于 0.5 级）。
- b) 转矩测量装置：测量误差不应超过 $\pm 0.5\%$ 。
- c) 转速测量装置：测量误差不应超过 $\pm 0.1\%$ 。
- d) 温度测量装置：测量误差不应超过 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

所有测量仪器、仪表及测量系统应在有效的计量检定或校准周期内。

### 6.2 外观与结构检查

#### 6.2.1 外观质量检查

采用目视法和手感法进行检查。电机表面应无锈蚀、碰伤、划痕；涂覆层均匀，无剥落、起泡；铭牌固定牢固，内容清晰、正确；引出线或接线端子完好，标志清晰。

#### 6.2.2 尺寸及形位公差检查

使用卡尺、千分尺、百分表等量具，按制造商产品图样或专用技术条件的规定进行测量。测量项目应包括最大外形尺寸、安装尺寸（如底脚孔距、轴伸尺寸及键槽、凸缘止口直径与公差等）。形位公差（如轴伸径向圆跳动、安装配合面同轴度、安装配合端面垂直度）的检查方法应符合 GB/T 1958-2004《产品几何量技术规范（GPS）形状和位置公差 检测规定》的要求。

#### 6.2.3 轴向间隙检查

将电机牢固安装，千分表测头抵在轴伸端面中心，沿轴向施加两个方向的正反推力（推力值由产品技术条件规定），分别测取轴向移动量，其最大值即为轴向间隙。其值应符合本文件的规定。

### 6.3 性能试验

#### 6.3.1 电气性能试验

电气性能试验方法应按照 GB/T 1311-2024《直流电机试验方法》的规定执行。

- a) 绝缘电阻测量：使用绝缘电阻测试仪（电压等级按 GB/T 14711-2025 规定，如额定电压 $\leq 1000\text{V}$ 的电机使用 1000V 兆欧表），测量电机带电部件与机壳之间的电阻值。测量应在常态和湿热试验后进行。
- b) 介电强度试验：使用耐电压测试仪，在电机带电部件与机壳之间施加频率为 50 Hz、波形为实际正弦波的试验电压。试验电压值及施加时间按 GB/T 14711-2025 中第 23.2 条的规定执行。试验时，电压应从不超过试验电压全值的一半开始，均匀地或以不超过全值的 5% 分段升高至全值，维持 1 min，然后迅速降至全值的一半以下，再断开电源。
- c) 空载特性试验：电机在额定电压下空载运行，测量其空载电流和空载转速。对于无刷直流电动机，应使其控制器处于开环速度模式下进行测试。
- d) 负载特性及额定数据验证：电机在额定电压下，施加负载至额定转矩，待温升稳定后，测量其额定电流、额定转速和额定功率。效率的测定应按 GB/T 1311-2024 中规定的直接法（输入-输出法）或间接法（损耗分析法）进行。
- e) 转矩特性试验：使用测功机或转矩传感器，测量电机的堵转转矩和最大转矩。对于伺服电机，应测绘其转矩-转速特性曲线（T-N 曲线）。

- f) 换向性能试验：对于有刷直流电机，在额定负载及过载范围内运行时，用观察法或光电法检查电刷下的火花等级，判据按 GB/T 1311-2024 中的规定。

### 6.3.2 机械性能试验

- a) 轴伸径向圆跳动试验：按 6.2.2 方法进行。  
b) 运行平稳性检查：电机在额定电压下空载运行，通过耳听和手感检查，应无异常的周期性撞击声、摩擦声及卡滞现象。

### 6.3.3 热性能试验

- a) 温升试验：按 GB/T 755-2019（或 GB/T 755-2025）及 GB/T 1311-2024 规定的方法进行。电机在额定负载下连续运行至热稳定状态（每小时温升变化不超过 2 K）。绕组温升采用电阻法测量，并按公式计算。对于 EC 电机等内置驱动器的电机，应同时对控制器关键功率元件的温升进行监测。  
b) 耐热性试验：将电机置于高温试验箱中，按本文件 6.6.2 条进行高温运行试验后，立即在试验箱内测量其绝缘电阻和介电强度。

## 6.4 安全试验

### 6.4.1 接地装置及连续性试验

使用接地电阻测试仪，在接地端子与电机各可触及金属部件之间，通过不低于 10 A（交流或直流）、持续时间不少于 1 min 的试验电流，测量其间的电阻值。所测得的连续直流电阻值不应大于 0.1  $\Omega$ 。试验方法参考 GB/T 14711-2025。

### 6.4.2 防护等级（IP 代码）验证

按 GB/T 4208-2017《外壳防护等级（IP 代码）》规定的方法进行验证试验。其中，防固体异物试验（第一位特征数字）和防水试验（第二位特征数字）应使用标准试具和条件进行。对于 EC 电机，其端盖与电机本体装配后的整体防护等级应一同考核。

### 6.4.3 限温与防火检查

电机在额定负载和 1.1 倍额定电压下运行至热稳定，用热电偶或热成像仪测量电机表面可能触及部位的最高温度，其值不应导致周围材料过热风险。对绝缘材料、塑料件等，应核查其材质证明，确认采用自熄性材料（如通过 UL 94 V-0 等级或等效标准）。

## 6.5 电磁兼容性（EMC）试验

### 6.5.1 骚扰测量

- a) 传导骚扰：按 GB/T 4826-2022 规定的方法，使用电磁干扰接收机或频谱分析仪，测量电机在额定负载运行时电源端子对地线的骚扰电压。  
b) 辐射骚扰：按 GB/T 4826-2022 规定的方法，在电波暗室或开阔试验场中，使用接收天线和电磁干扰接收机测量电机的辐射骚扰场强。

### 6.5.2 抗扰度试验

6.5.2.1 按本文件表 4（对应前文目次结构中的 5.5.2）规定的试验项目和性能判据，依据下列基础标准规定的方法进行试验：

- a) 静电放电抗扰度：按 GB/T 17626.2-2018  
b) 射频电磁场辐射抗扰度：按 GB/T 17626.3-2023  
c) 电快速瞬变脉冲群抗扰度：按 GB/T 17626.4-2018  
d) 浪涌（冲击）抗扰度：按 GB/T 17626.5-2019  
e) 射频场感应的传导骚扰抗扰度：按 GB/T 17626.6-2017  
f) 电压暂降和短时中断：按 GB/T 17626.11-2023

6.5.2.2 试验过程中及试验后，按表 4 规定的性能判据评估电机功能与性能状态。

## 6.6 环境试验

### 6.6.1 低温试验

按GB/T 2423.1-2016“试验Ab：低温”进行。

- a) 低温贮存：电机在非工作状态下，放入试验箱内，箱温以不超过1 K/min的速率降至本文件5.1.2规定的低温贮存温度，达到温度稳定后，持续时间16 h。恢复至试验标准环境条件后，检查外观，并测量绝缘电阻和介电强度。
- b) 低温运行：电机在工作状态下，放入试验箱内，降至本文件5.1.1规定的最低环境温度，保温2 h，然后在额定电压下启动并运行15 min，应能正常工作。

### 6.6.2 高温试验

按GB/T 2423.2-2020“试验Bb：高温”进行。

- a) 高温贮存：电机在非工作状态下，放入试验箱内，箱温以不超过1 K/min的速率升至本文件5.1.2规定的高温贮存温度，达到温度稳定后，持续时间16 h。恢复后，检查外观和结构。
- b) 高温运行：电机在工作状态下，放入试验箱内，升至本文件5.1.1规定的最高环境温度，保温2 h，然后在额定电压和额定负载下连续运行至热稳定，应能正常工作且无性能退化。

### 6.6.3 湿热试验

- a) 恒定湿热：按GB/T 2423.3-2016“试验Cab：恒定湿热试验”进行。电机在非工作状态下，置于温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(93\pm 3)\%$ 的试验箱中，持续时间48 h。试验结束后，在箱内测量绝缘电阻（不低于 $0.38\text{ M}\Omega$ ），并在30 min内完成85%规定值的介电强度试验。
- b) 交变湿热（如适用）：按GB/T 2423.4-2008“试验Db：交变湿热试验”进行，具体严酷等级按产品专用技术条件规定。

### 6.6.4 振动试验

按GB/T 2423.10-2019“试验Fc：振动（正弦）”进行。电机在非工作状态下，牢固固定在振动台上，按本文件5.6.2规定的频率范围、振幅和持续时间进行三个互相垂直方向的扫频振动试验。试验后，检查结构并通电运行。

### 6.6.5 冲击试验

按GB/T 2423.5-2019“试验Ea：冲击”进行。电机在非工作状态下，承受本文件5.6.2规定的峰值加速度、脉冲持续时间和波形的冲击脉冲，通常在每个方向连续冲击3次（共18次）。试验后，检查结构并通电运行。

## 6.7 噪声与振动测量

### 6.7.1 噪声测试方法

按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》执行。电机在空载、额定电压下运行，背景噪声应至少比电机噪声低3 dB(A)。测试麦克风应围绕电机布置多个测点，计算平均声压级后，再按标准公式换算成A计权声功率级。其值不应超过本文件表5（对应前文目次结构中的5.7.1）的限值。

### 6.7.2 振动测试方法

按GB/T 10068-2020《轴中心高为56 mm及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值》执行。电机在空载、额定电压下运行，将振动传感器（如加速度计）安装在电机轴承盖或底脚的特定测量点上，测量振动速度的有效值（单位：mm/s）。其值不应超过本文件表6（对应前文目次结构中的5.7.2）的限值。

## 6.8 可靠性与寿命试验

### 6.8.1 连续运行寿命试验

电机在额定电压和额定负载下连续运行不少于5000小时。试验期间，允许每500小时停机一次进行例行检查和性能监测。试验结束后，测量其主要性能（如额定电流、额定转速、效率），其下降不应超过初始值的10%，且不应出现影响功能的电气或机械故障。

### 6.8.2 电刷寿命试验（适用于有刷电机）

电机在规定的负载周期（如运行一段时间，停歇一段时间）和额定电压下运行，累计运行时间不低于2000小时。试验结束后，检查电刷磨损量，其不应超过允许极限，且换向器表面不应出现不可恢复的损伤。

### 6.8.3 加速寿命试验方法

为在较短时间内评估电机的长期可靠性，可采用加速寿命试验。通过施加高于额定值的应力（如温度、电压、负载、湿热循环）来加速故障机理的发展。具体的试验剖面（如温度循环范围、电压应力系数、负载谱）应根据电机的工作原理和预期的失效模式进行设计，并在产品专用技术条件中详细规定。试验结果用于评估电机的平均无故障时间（MTTF）或验证其是否达到设计的寿命目标。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

直流电机的检验分为出厂检验和型式检验两类。

#### 7.2 出厂检验

##### 7.2.1 检验项目

每台电机均应由制造厂质量检验部门进行出厂检验，检验合格后方可出厂，并应附有产品合格证。出厂检验的项目、要求及试验方法应符合表8的规定。

表8 出厂检验项目、要求及试验方法

序号	检验项目	技术要求章条	试验方法章条	备注
1	外观与结构检查	5.2	6.2	包括外观质量、安装尺寸、轴向间隙、标志
2	绕组实际冷态直流电阻测定	-	按GB/T 1311-2024	记录测量值，供型式检验参考
3	绝缘电阻测定	5.3.1 a), 5.4.1	6.3.1 a)	常态下，冷态
4	介电强度试验	5.3.1 b), 5.4.2	6.3.1 b)	
5	轴伸径向圆跳动检查	4.3.4.3 (表3)	6.2.2, 6.3.2 a)	
6	空载特性检查	5.3.1 c)	6.3.1 c)	测量额定电压下的空载电流和空载转速
7	运行平稳性检查	5.3.2 b)	6.3.2 b)	耳听、手感检查
8	接地装置连续性试验	5.4.3	6.4.1	仅对具有接地端子的电机

##### 7.2.2 抽样与组批规则

出厂检验为全数检验，即对生产的每台电机进行表7规定的所有项目检验。

##### 7.2.3 合格判定准则

每台电机所有出厂检验项目均符合本文件的规定，方可判定为合格品。若任一项目不符合要求，允许返修后复检。返修后复检合格，则判定为合格；若仍不合格，则判定为不合格品，不合格品不得出厂。

### 7.3 型式检验

#### 7.3.1 检验时机

凡属下列情况之一者，应进行型式检验：

- 新产品试制完成时或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

- 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) 产品停产超过一年后恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- e) 正常生产时，定期或积累一定产量后，应周期性进行一次检验，其周期一般为两年；
- f) 国家质量监督机构或认证机构提出进行型式检验的要求时。

### 7.3.2 检验项目

型式检验应包括本文件和产品专用技术条件中规定的全部技术要求项目。检验项目、要求及试验方法汇总于表9。

表9 型式检验项目、要求及试验方法

序号	检验项目	技术要求章条	试验方法章条	样本数量	合格判定
1	全部出厂检验项目	见表7	见表7	按7.3.3	同出厂检验准则
2	性能要求				
2.1	负载特性及额定数据验证	5.3.1 d)	6.3.1 d)	3台	均符合要求
2.2	转矩特性	5.3.1 e)	6.3.1 e)	3台	均符合要求
2.3	效率测定	5.3.1 f)	6.3.1 d), 6.3.1 f)	3台	均符合要求
2.4	换向性能(有刷电机)	5.3.1 g)	6.3.1 f)	3台	均符合要求
2.5	温升试验	5.3.3 a)	6.3.3 a)	3台	均符合要求
3	安全要求				
3.1	防护等级(IP代码)验证	5.4.4	6.4.2	2台(可拆样)	均符合要求
3.2	限温与防火检查	5.4.5	6.4.3	3台	均符合要求
4	电磁兼容性(EMC)要求	5.5	6.5	2台	均符合要求
5	环境适应性要求	5.6	6.6	2台(可拆样)	均符合要求
6	噪声与振动测量	5.7	6.7	3台	均符合要求
7	可靠性与寿命试验	5.8	6.8	2台(另取样)	均符合要求

### 7.3.3 抽样方案

型式检验的样本应从出厂检验合格的成批产品中随机抽取。除非产品标准或技术条件另有规定，批量生产电机的型式检验抽样方案按GB/T 2829-2002《周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)》中判别水平II的一次抽样方案执行，其样本大小、不合格质量水平(RQL)及判定数组应符合表10的规定。对于EC电机及空调机组等集成式产品，若其结构复杂，试验成本高，允许经供需双方协商，采用较小的样本量，但不应少于2台。

表10 型式检验抽样方案(判别水平II)

批量范围(N)	样本大小(n)	不合格质量水平(RQL)	判定数组(Ac, Re)
≤ 50	3	40	(0, 1)
51 ~ 200	3	30	(0, 1)
201 ~ 1000	3	25	(0, 1)
> 1000	5	25	(0, 1)

注：Ac-合格判定数；Re-不合格判定数。

### 7.3.4 合格判定准则

#### 7.3.4.1 样本合格判定

一台电机在型式检验中，所有检验项目均符合标准要求，则判定该样本合格。

### 7.3.4.2 批合格判定

- 根据表 10 的抽样方案，若样本中的不合格品数不大于合格判定数（Ac），则判定该批产品型式检验合格。
- 若样本中的不合格品数不小于不合格判定数（Re），则判定该批产品型式检验不合格。
- 对于可靠性与寿命试验（5.8），其试验周期长，可作为独立判定项目。若该项目不合格，则直接判定该批次产品的型式检验不合格。
- 在型式检验过程中，若因样本制造质量原因（非试验设备或操作原因）导致试验中止或不通过，允许按原抽样数量加倍抽取样本，对不合格项目及相关项目进行复检。若复检合格，则判定该项目合格；若复检仍不合格，则判定该批产品型式检验不合格。

### 7.3.5 检验程序与试样处理

#### 7.3.5.1 检验程序

型式检验应按以下顺序分组进行，以最大限度地利用样本并避免后续试验对前面试验结果的影响：

组A（外观与基础性能）：样本 $1 \sim n$ 。项目：出厂检验全部项目、性能要求中的负载特性、转矩特性、效率、噪声与振动。

组B（环境与安全）：样本 $1 \sim k$ （ $k < n$ ）。项目：温升试验、安全要求（防护等级、限温）、环境适应性试验（可在此组内进一步分组进行）。

组C（EMC与寿命）：样本 $m \sim p$ （ $m, p \leq n$ ）。项目：电磁兼容性试验、可靠性与寿命试验。

#### 7.3.5.2 试样处理

- 经过型式检验的电机，不应作为合格品出厂。
- 若用户提出要求，制造商可提供型式检验报告。
- 对于破坏性试验（如部分环境试验、寿命试验）的样本，试验后应予以销毁并记录。

## 8 标志、包装、运输与贮存

### 8.1 标志

#### 8.1.1 产品标志

每台电机必须在机身的明显位置上固定至少一个铭牌。铭牌应使用耐腐蚀、耐久性材料（如不锈钢、铝合金或经耐久处理的铜版纸）制造，其标志的字迹、符号应清晰、持久，并能承受预期环境条件的影响。铭牌内容应包括必需的基本信息与酌情提供的附加信息，具体规定如：

- 制造商名称
- 产品型号及名称
- 额定电压
- 额定功率
- 额定转速
- 标准编号
- 出厂编号（或序列号）
- 制造年份
- 防护等级（IP 代码）
- 绝缘等级
- 接线图或接线标识
- 安全认证标志
- 额定电流
- 效率
- 产品二维码

对于外转子贯流风机等特殊结构电机，若本体空间不足以安装标准铭牌，允许使用简化铭牌，但必须包含型号、额定电压、额定功率、出厂编号及制造商名称，且应在包装箱上提供完整的标志信息。

## 8.1.2 包装标志

电机的包装箱外壁应使用防水、耐磨的涂料或标签清晰地标明以下内容。标志应能保证在正常的运输和贮存期内不褪色、不脱落。

- 制造商名称、地址及联系电话。
- 产品型号及名称。
- 包装箱外形尺寸：长（mm）× 宽（mm）× 高（mm）。
- 毛重与净重：单位：kg（公斤）。
- 收货单位、地址及联系人信息。
- 合同号或订单号（如适用）。
- 包装储运图示标志：应符合 GB/T 191-2008 的规定，如“向上”、“怕湿”、“禁止翻滚”、“堆码层数极限”等图示。
- 生产许可证编号（如适用）。

## 8.2 包装

### 8.2.1 包装技术要求

电机的包装应能保证产品在正常的运输和贮存条件下，免受磕碰、震动、受潮、腐蚀等损害。包装材料及方式应符合 GB/T 13384-2008《机电产品包装通用技术条件》的基本要求，并根据产品特性进行细化。

- a) 内包装：电机本体应使用防静电塑料袋或气相防锈纸进行密封包裹。对于有轴伸的电机，轴伸及键槽部位应采取额外的防锈保护措施（如涂抹防锈脂并加装防护罩）。
- b) 内包装填充物：电机与包装箱内壁之间应使用聚氨酯泡沫塑料、发泡聚乙烯（EPE）或纸浆模塑等环保型缓冲材料进行充分填充和固定，确保产品在包装箱内无窜动。
- c) 外包装：外包装箱应使用双瓦楞纸板或木质胶合板等具有足够强度和刚度的材料制作。包装箱的堆码承载能力应能满足不少于 5 层的堆码要求。
- d) 特殊防护：对于 EC 电机及空调机组等集成控制器的高附加值产品或外转子贯流风机等精密部件，应在内包装中增加吸湿剂（如硅胶干燥剂），并在包装箱内放置装箱清单。

### 8.2.2 随行文件

每台电机出厂时，包装箱内应附带以下文件。文件应封装在防潮的塑料袋内，并放置在易于发现的位置（如包装箱内壁口袋）。

- a) 产品合格证：注明产品型号、出厂编号、检验员代号、检验日期，并加盖制造厂质量检验专用章。
- b) 产品使用说明书：内容应包括产品结构、安装方法、接线指南、操作说明、维护保养要求及安全注意事项。对于应用了减震结构的外转子贯流风轮专利的产品，应特别说明其装配工艺与降噪优势。
- c) 装箱单：列明箱内所有物品（含主机、附件、文件）的名称和数量。

## 8.3 运输

电机在运输过程中，应遵守以下规定：

- a) 运输工具应保持清洁、干燥，并具备必要的防雨、防雪设施。
- b) 在装卸过程中，应轻拿轻放，严禁抛掷、翻滚或剧烈撞击。
- c) 严禁与腐蚀性化学品、易燃易爆物品混合装运。
- d) 对于无包装的大型电机或特殊电机，应采用专用吊装设备和固定装置，避免在运输中发生移动或倾倒。

## 8.4 贮存

电机的贮存环境与管理应符合以下条件：

- a) 贮存仓库：应保持通风良好、干燥、清洁，空气中不应含有酸、碱或其他腐蚀性气体。
- b) 环境条件：贮存温度宜控制在  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ~  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  范围内，相对湿度不应大于 70%。

- c) 堆放要求：包装箱应按型号、批次分类堆放，堆放高度不应超过包装箱上标明的堆码层数极限，底层应设置不少于 100mm 的垫板。
- d) 贮存期间管理：电机及备件的贮存期限（从出厂日算起）一般不超过两年。超过期限时，应在发货前对电机进行开箱检查，必要时需重新进行出厂检验，确保绝缘电阻、介电强度等关键指标合格后方可发出。
- e) 防尘与防生物损害：电机应避免与灰尘、霉菌、鼠类等有害物质接触。

## 9 质量承诺

### 9.1 总则

佛山市南海区绿智电机设备有限公司（以下简称“制造商”）郑重承诺，其生产的直流电机产品在材料、设计、制造和性能方面均符合本文件及产品专用技术条件的规定。制造商致力于通过严格的质量管理体系和完善的售后服务，保障客户的合法权益。

### 9.2 质量保证期

#### 9.2.1 保证期限

在客户遵守产品使用说明书规定的运输、贮存、安装和使用规则的前提下，制造商对直流电机产品的质量保证期如下（自发货之日起计算）：

- a) 整机质量保证期：为期 18 个月。
- b) 关键部件延长保证：对于电机的轴承和绕组，质量保证期延长至 24 个月。
- c) 专利部件特殊保证：对于采用带减震结构的外转子贯流风轮专利技术的部件及转子磁环充磁定位结构专利技术的部件，制造商承诺其结构可靠性，保证期同整机为 18 个月。

#### 9.2.2 保证期起算

质量保证期自制造商发货之日起计算。若产品在保证期内因制造商责任发生故障，经双方确认后，保证期可根据故障停机时间相应顺延。

### 9.3 质量保证范围

制造商在质量保证期内，对符合以下条件的故障承担相应责任：

- a) 经制造商质量部门或双方认可的第三方检测机构鉴定，确认为产品在设计、材料或制造工艺上存在缺陷而导致的故障或性能失效。
- b) 性能指标（如效率、噪声、振动）持续低于本文件及产品专用技术条件规定的允差范围。
- c) 电机的防护等级（IP 代码）未能达到规定要求。
- d) 电机的绝缘系统在正常使用条件下发生早期失效。

### 9.4 售后服务与技术支持

制造商承诺提供以下售后服务与技术支持：

- a) 技术咨询：为客户提供产品选型、安装指导、调试及维护方面的免费技术咨询。
- b) 故障响应：在接到客户书面故障通知后，应在 2 个工作日内作出响应，并根据情况提供远程技术支持或安排专业人员赴现场处理。
- c) 产品修复与退换：对于在保证期内确认属于制造商责任的故障产品，制造商负责免费维修或更换。更换后的产品，其质量保证期应重新计算。
- d) 备件供应：承诺在电机产品停产后，继续提供不少于 10 年的备件供应。

### 9.5 免责条款

出现下列情况之一时，制造商不承担质量保证责任：

- a) 客户未按产品使用说明书要求进行安装、操作、维护或贮存导致的损坏。
- b) 客户未经制造商书面许可，自行对产品进行拆卸、改装或修复。

- c) 因不可抗力（如地震、火灾、水灾、雷击等）或外部电源异常、使用环境超出规定范围等原因造成的损坏。
- d) 正常的磨损与老化（如电刷的正常磨损）不在无偿保修范围，但制造商应提供有偿更换服务。

征求意见稿，并非报批稿，内容会不断研讨完善。

本文件为征求意见稿，并非报批稿，内容会不断研讨完善。

本文件为征求意见稿，并非报批稿，内容会不断研讨完善。

本文件为征求意见稿，并非报批稿，内容会不断研讨完善。

## 附录 A

(资料性)

## 直流电机选型与安装指南

## A.1 选型流程

为用户选择合适规格的直流电机，应遵循以下步骤：

- 确定负载特性：分析负载的转矩-转速特性，是恒转矩负载、恒功率负载还是风机泵类负载（转矩与转速的平方成正比）。
- 计算所需转矩与转速：根据机械传动结构和负载要求，计算电机轴端所需的最大转矩（堵转转矩）、额定转矩及工作转速范围。
- 确定工作制：明确电机的运行方式，如连续工作制（S1）、短时工作制（S2）或断续周期工作制（S3）。这直接影响电机的功率选择和温升。
- 确定安装方式与防护等级：根据设备结构选择 IM B3、IM B5、IM B14 等安装型式。根据使用环境选择 IP54、IP55 等防护等级。
- 选择电机类型：根据控制精度、成本、维护要求选择永磁有刷直流电动机或无刷直流电动机。对于高效率、长寿命、低噪音应用，如空调机组，应优先选择 EC 电机。
- 最终确认：根据上述条件初步选定型号后，需校核电机的转动惯量是否与负载匹配，以确保动态响应性能，并确认电源与控制器匹配。

## A.2 安装注意事项

## A.2.1 机械安装

- 电机安装基础应平整、坚固，具有足够的刚度，以防止振动。
- 安装时，应确保电机轴与被驱动机械的轴对中，联轴器的径向和轴向误差应小于 0.05mm。
- 对于外转子贯流风机，需确保风轮与风道的间隙均匀，避免碰擦，并注意气流方向。
- 严禁用锤子直接敲击电机轴伸、轴承或端盖，以免损坏内部结构。

## A.2.2 电气安装

- 接线必须牢固，压接端子推荐使用铜质镀锡端子。
- 电源线和信号线应分开布线，避免平行走线，以减少干扰。对于长距离传输的信号线，建议采用屏蔽电缆。
- 对于有接地端子的电机，必须使用足够截面积的导线可靠连接到设备的接地系统。
- 对于内置整流器的 EC 电机，应确保其交流输入侧（L、N）供电符合要求，并注意其直流输出侧与电机本体已内部连接，用户无需另行接线。

## A.3 维护与保养

- 日常检查：运行中注意监听电机有无异常噪声，观察有无异常振动。
- 定期维护：
  - 对于有刷电机：定期检查电刷磨损情况，清理换向器表面的碳粉。
  - 对于所有电机：定期检查轴承润滑情况，根据运行时长或环境条件补充或更换润滑脂。
  - 检查并紧固安装螺栓和接线端子。
- 长期停用：电机长期不使用时，应存放在干燥、清洁的场所。若在潮湿环境存放超过一个月，使用前应测量其绝缘电阻，合格后方可通电运行。

参 考 文 献

- [1]
- [2]

---