



中华人民共和国国家军用标准

FL 6111

GJB 11732—2024

脉动电动机规范

Specification for pulsating motor

2025—01—07 发布

2025—03—01 实施



中央军委装备发展部 颁布

前 言

本规范附录 A 为资料性附录。

本规范由中国机械科学研究总院集团有限公司提出。

本规范起草单位：成都微精电机股份公司、西安微电机研究所有限公司、浙江东政电机有限公司、杭州康钡电机有限公司、福建顺昌虹润精密仪器有限公司、中国兵器工业集团第二一二研究所、卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司、中机生产力促进中心有限公司。

本规范主要起草人：李 胜、淳 刚、冯卫斌、陈 政、许海波、陈志扬、刘天泽、李福松、来海丰、周荣川、岳永威、刘 阳。

脉动电动机规范

1 范围

本规范规定了脉动电动机的要求、质量保证规定和交货准备等。

本规范适用于脉动电动机(以下简称电动机)的设计、生产、检验和验收。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本规范的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包括勘误的内容)或修订版本都不适用于本规范,但提倡使用本规范的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件,其最新版本适用于本规范。

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 10405—2009 控制电机型号命名方法

GJB 150.10A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第10部分:霉菌试验

GJB 151B—2013 军用设备和分系统 电磁发射和敏感度要求与测量

GJB 179A—1996 计数抽样检验程序及表

GJB 271B—2020 微特电机包装规范

GJB 360B—2009 电子及电气元件试验方法

GJB 361B—2015 控制电机通用规范

3 要求

3.1 组成

本规范规定的电动机由定子、转子两部分组成,直接组装使用。性能参数测试时还需要配备专用驱动控制器。

3.2 外观

电动机表面应无锈蚀、碰伤、划痕和涂覆层脱落。

3.3 外形及安装尺寸

外形及安装尺寸参照附录A的规定。

3.4 径向间隙

电动机的径向间隙应符合表1的规定。

表1 径向间隙

机座号	径向间隙 mm	径向推力 N
20~40	≤0.03	1
50~90	≤0.06	2

3.5 轴向间隙

电动机的轴向间隙应符合表2的规定。

表 2 轴向间隙

机座号	轴向间隙 mm	轴向推力 N
20~40	0.05~0.15	5
50~90	0.10~0.20	10

3.6 轴伸径向圆跳动

电动机的轴伸径向圆跳动应小于 0.03mm。

3.7 安装配合面同轴度

电动机的安装配合面同轴度应符合表 3 的规定。

表 3 安装配合面同轴度

单位为毫米

机座号	安装配合面同轴度公差值
20~40	≤0.03
50~90	≤0.05

3.8 安装配合面垂直度

电动机的安装配合面垂直度应符合表 4 的规定。

表 4 安装配合面垂直度

单位为毫米

机座号	安装配合面垂直度公差值
20~40	≤0.03
50~90	≤0.05

3.9 重量

电动机的重量应符合表 5 的规定。

表 5 重量

单位为克

机座号	20~34	40~60	70~90
重量	≤300	≤500	≤850

3.10 性能

3.10.1 引出线或接线端强度

3.10.1.1 引出线强度

40 以下机座号的电动机，每根引出线应能承受 4.5N 的拉力；40 及以上机座号的电动机，每根引出线应能承受 9.0N 的拉力。

3.10.1.2 螺纹接线柱强度

电动机的每个螺纹接线柱应能承受 22.5N 的插、拔力及表 6 规定的转矩。

表 6 螺纹接线柱强度

标称螺纹直径 mm	转矩 N·m	标称螺纹直径 mm	插、拔力 N	转矩 N·m
2.5	0.4	4	22.5	1.2
3	0.5	5		2.0
3.5	0.8	6		2.5

3.10.1.3 接线端子(片)强度

电动机的每个接线端子(片)应能承受 9.0N 的拉力,接线端子(片)与周围结构材料不应移位和损坏。

3.10.2 接点接触电阻

电动机接点定、动触点之间的接触电阻应小于 0.03Ω 。

3.10.3 旋转开关接触电阻

当电动机装配旋转开关时,旋转开关定、动接触片之间的接触电阻应小于 0.01Ω ,寿命试验后应小于 0.03Ω 。

3.10.4 中线偏移

旋转开关在所有的工作位置上,定、动接触片接触时的中线偏移应小于动接触片刀口宽度的三分之一;动接触片嵌入定触片的深度应大于 0.30mm;定接触片的夹口应无缝隙。

3.10.5 步距角误差

电动机步距角误差应符合表 7 的规定。

表 7 步距角误差

单位为度

机座号	步距角误差
20~40	≤ 0.15
50~90	≤ 0.25

3.10.6 最小起电动电压

电动机的最小起电动电压应符合产品技术文件的规定。

3.10.7 弹簧恢复力矩

电动机弹簧恢复力矩应符合表 8 的规定。

表 8 弹簧恢复力矩

单位为毫牛米

机座号	弹簧恢复力矩
20~40	32.5
50~90	45

3.10.8 工作和复位时间

电动机工作及复位时间应符合表 9 的规定。

表 9 工作和复位时间

单位为毫秒

机座号	工作时间	复位时间
20~40	15~25	30~40
50~90	30~35	40~50

3.10.9 工作力矩

电动机的工作力矩应符合表 10 的规定。

表 10 工作力矩

单位为毫牛米

机座号	工作力矩
20~40	10~30
50~90	30~150

3.10.10 转速

电动机施加额定电压，电动机空载步进转速应符合表 11 的规定。

表 11 转速

单位为转每秒

机座号	转速
20~40	1.1~4.5
50~90	0.8~3.5

3.10.11 电流

电动机施加额定电压，电动机电流应符合表 12 的规定。

表 12 电流

单位为安培

机座号	电流
20~40	≤ 3
50~90	≤ 5

3.10.12 绕组电阻

电动机的绕组电阻应符合产品技术文件的规定，其允差应为规定值的 $\pm 10\%$ 。

3.10.13 消耗功率

电动机施加额定电压，电动机消耗功率应符合表 13 的规定。

表 13 消耗功率

单位为瓦特

机座号	消耗功率
20~40	≤ 90
50~90	≤ 195

3.10.14 绝缘介电强度

电动机应能承受表 14 规定的试验电压，且无绝缘击穿或内部飞弧现象，绕组的漏电流应小于 1.5mA(峰值)。

表 14 试验电压

单位为伏特

额定激磁电压	试验电压(有效值)	
	绕组对外壳	导电部分对外壳
≤ 60	500	
$> 60 \sim 110$	750	
$> 110 \sim 220$	1000	

3.10.15 绝缘电阻

电动机绕组对外壳、导电部分对外壳的绝缘电阻在正常试验大气条件或 $(-55 \pm 2)^\circ\text{C}$ 低温条件下应大于 $50\text{M}\Omega$ 。在高温 $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ 条件下应大于 $10\text{M}\Omega$ ，稳态湿热条件下应大于 $2\text{M}\Omega$ ，耐湿试验恢复后应大于 $50\text{M}\Omega$ 。

3.10.16 温升

电动机在额定电压及规定的工作制下工作时，绕组温升或者机壳温升应小于 85K 。

3.11 环境适应性

3.11.1 贮存温度

电动机应能在 $-55^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 的温度下贮存。

3.11.2 工作温度

电动机应能在 $-55^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 温度下正常工作。

3.11.3 温度冲击

电动机应能承受低温 -55°C ，高温 85°C 的温度冲击试验。

3.11.4 振动

电动机应能承受表 15 规定的低频正弦振动或表 16 规定的一种高频正弦振动或表 17 规定的一种随机振动。表 16 中的试验条件 A 适用于 40 以上 90 以下机座号的电动机，试验条件 B 和 D 适用于 40 及以下机座号的电动机。

表 15 低频正弦振动

频率范围 Hz	振动幅值/加速度 $\text{mm}/\text{m}/\text{s}^2$	交越频率 Hz	试验持续时间		
			一次扫频时间 min	扫频次数 每方向次数 \times 方向数	总试验时间 h
10~55	0.75/50	—	1	$12\times 3=36$	$4\times 3=12$

表 16 高频正弦振动

试验条件	频率范围 Hz	振动幅值/加速度 $\text{mm}/\text{m}/\text{s}^2$	交越频率 Hz	试验持续时间		
				一次扫频时间 min	扫频次数 每方向次数 \times 方向数	总试验时间 h
A	10~500	0.75/100	57.7	15	$12\times 3=36$	$3\times 3=9$
B	10~2000	0.75/150	70.7	20	$12\times 3=36$	$4\times 3=12$
D	10~2000	0.75/200	81.6	20	$12\times 3=36$	$4\times 3=12$

表 17 随机振动

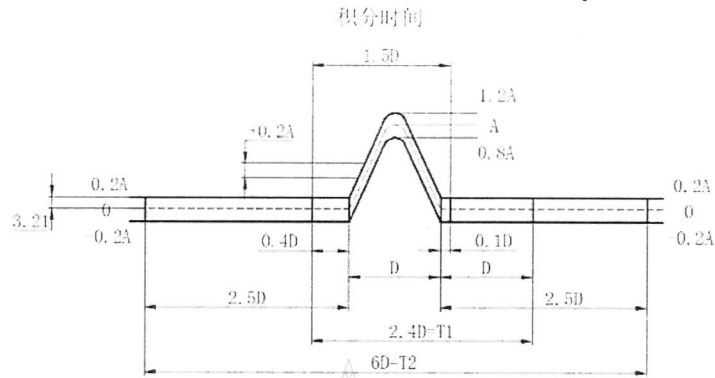
试验条件	加速度谱密度 $(\text{m}/\text{s}^2)^2/\text{Hz}$	总均方根加速度值 m/s^2	试验谱形	频率范围 Hz	试验持续时间(每轴向) min
I(B)	3.84	75.6	GJB 360B—2009 中 图 214—1	50~2000	3 或 5 或 10
I(F)	28.8	207.1			
I(G)	38.4	239.1			

3.11.5 冲击

3.11.5.1 规定脉冲冲击

3.11.5.1.1 半正弦脉冲冲击

半正弦脉冲冲击如图 1 的规定。

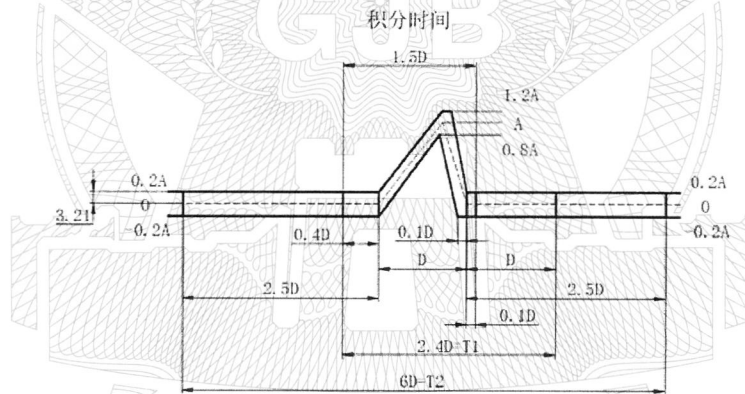


- 标称脉冲线
- 容差范围线
- D 标称脉冲持续时间
- A 标称脉冲峰值加速度
- T1 用常规冲击机冲击时，对脉冲进行检测的最短时间
- T2 用电动振动台产生冲击时，对脉冲进行检测的最短时间

图 1 半正弦脉冲冲击图

3.11.5.1.2 后峰锯齿脉冲冲击

后峰锯齿脉冲冲击如图 2 的规定。



- 标称脉冲线
- 容差范围线
- D 标称脉冲持续时间
- A 标称脉冲峰值加速度
- T₁ 用常规冲击机冲击时，对脉冲进行检测的最短时间
- T₂ 用电动振动台产生冲击时，对脉冲进行检测的最短时间

图 2 后峰锯齿脉冲冲击图

3.11.5.1.3 波形容差

冲击脉冲的加速度波形应在图 1 或图 2 所示的容差范围线内。

3.11.5.1.4 速度变化容差

冲击脉冲的速度变化量值容差为理想脉冲速度变化量值的±15%。

冲击脉冲的速度变化量值的测量，应从标称脉冲前的 0.4D 开始到标称脉冲后的 0.1D 为止。

3.11.5.1.5 试验条件

试验条件见表 18。

表 18 试验条件

试验条件	峰值		标称脉冲持续时间 ms	波形	速度变化 m/s
	m/s ²	近似“g”值			
A	500	(50)	11	半正弦	3.44
B	750	(75)	6	半正弦	2.80
C	1000	(100)	6	半正弦	3.75
D	5000	(500)	1	半正弦	3.11
E	500	(50)	11	后峰锯齿	2.68
F	750	(75)	6	后峰锯齿	2.13
G	1000	(100)	6	后峰锯齿	2.96
H	300	(30)	11	半正弦	2.07
I	300	(30)	11	后峰锯齿	1.62

3.11.5.1.6 冲击方向和次数

对电动机的三个互相垂直轴的六个方向上各施加三次冲击(共 18 次)。

3.11.5.2 强碰撞冲击

当有要求时,电动机应能承受 181kg 的落锤,依次从 0.3m、0.9m、1.5m 高度的垂直冲击三次,还应承受 181kg 的摆锤,摆动半径为 1.5m,依次从 0.3m、0.9m、1.5m 高度的水平冲击(后部)三次,共冲击六次。

3.11.6 稳态加速度

当有要求时,电动机应能承受稳态加速度引起的结构变形,稳态加速度值应从 200m/s²、500m/s²、1000m/s² 中选取。

3.11.7 噪声

电动机的噪声不应大于 85dB(A)。

3.11.8 湿热

3.11.8.1 耐湿

电动机应能承受 10 d 的耐湿试验。

3.11.8.2 稳态湿热

当有要求时,电动机允许选做表 19 规定的一种试验等级的稳态湿热试验。

表 19 稳态湿热

试验等级	温度 ℃	相对湿度 %	试验时间 h
A	40±2	90~95	240
B			96

3.11.9 电磁兼容

电动机的电磁兼容不应大于 GJB 151B—2013 中的传导要求 CE102 和辐射要求 RE102 极限值的规定。

3.11.10 低气压

3.11.10.1 低温低气压

电动机应能在 $(-55\pm 2)^\circ\text{C}$ 的低温及表 20 规定的一种气压等级下正常工作。

表 20 低气压

等级	气压 kPa	高度 m
1	1.06	30480
2	0.136	45720
3	0.32×10^{-6}	200000

3.11.10.2 高温低气压

电动机应能在 $(85\pm 2)^\circ\text{C}$ 的高温及表 20 规定的一种气压等级下正常工作。

3.11.11 盐雾

电动机应能承受盐雾腐蚀。

3.11.12 霉菌

电动机应能在霉菌的环境中正常工作。

3.12 寿命

除另有规定外，电动机工作寿命次数应符合表 21 的规定。试验期间，电动机应无卡住、零件松动、断裂等异常现象。

表 21 寿命试验

等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
寿命 (万次)	0.5	1	3	6	12	24	50	100	150	200

3.13 标识

电动机引出线或接线板标记及铭牌字迹应清楚无误，引出线或接线板应完整无损；电动机铭牌应采用永久性的标记，直接标在机壳上，即不允许在机壳上附加单独的铭牌。

当有要求时，在电动机机壳上靠近转轴处，应用标记线或箭头作出永久零位标记，该标记与转轴上永久标记相对应，其准确度应在规定准确零位的 10° 以内。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验分为：

- a) 鉴定检验；
- b) 质量一致性检验。

4.2 检验条件

4.2.1 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： $15^\circ\text{C}\sim 35^\circ\text{C}$ ；

相对湿度： $45\%\sim 75\%$ ；

气压： $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

4.2.2 基准试验的标准大气条件

作为计算依据的基准试验的标准大气条件为：

温度：20℃；

相对湿度：50%；

气压：101.3kPa。

4.2.3 稳定非工作温度

在任一规定的环境温度下，电动机不通电，避免杂散空气流的影响，放置足够长的时间，使电动机绕组直流电阻或温度的变化(每隔 5min 测量一次)小于前一次测量值的 0.5%时的温度，即为稳定非工作温度。

4.2.4 稳定工作温度

在任一规定的环境温度下，电动机安装在标准试验支架上，按规定通电运行足够长时间，使电动机绕组直流电阻或温度的变化(每隔 5min 测量一次)小于前一次测量值的 0.5%时的温度，即为稳定工作温度。

4.2.5 试验电源

试验用电源的电压幅值、相位和容差，直流电压的脉动分量及频率的稳定度和容差等，符合产品技术文件规定。除另有规定外，试验电压的偏差为±1%。

4.2.6 检验仪器

鉴定检验和质量一致性的 C 组检验用检验仪器精度应不低于 0.5 级，质量一致性的 A 组检验用检验仪器精度应不低于 1 级，所采用的检验仪器在有效期内。

4.3 鉴定检验

4.3.1 检验时机

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。

4.3.2 样品数量

六台同一型号样机，其中四台供鉴定检验用，另外两台存放对比。

4.3.3 检验

电动机的鉴定检验项目、顺序及样机编号按表 22 规定。

4.3.4 合格判据

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。

表 22 检验项目及顺序

序号	检验项目及顺序	鉴定检验	鉴定检验 样机编号	质量一致性检验		要求的 章条号	检验方法的 章条号
				A 组检验	C 组检验		
1	外观	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.2	4.5.1
2	外形及安装尺寸	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.3	4.5.2
3	径向间隙	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.4	4.5.3
4	轴向间隙	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.5	4.5.4
5	轴伸径向圆跳动	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.6	4.5.5
6	安装配合面同轴度	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.7	4.5.6
7	安装配合面垂直度	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.8	4.5.7
8	重量	●	1, 2	—	●	3.9	4.5.8

表 22 (续)

序号	检验项目及顺序	鉴定检验	鉴定检验 样机编号	质量一致性检验		要求的 章条号	检验方法 的章条号
				A 组检验	C 组检验		
9	引出线强度	●	1, 2, 3, 4	—	●	3.10.1.1	4.5.9.1
10	螺纹接线柱强度	●	1, 2, 3, 4	—	●	3.10.1.2	4.5.9.2
11	接线端子(片)强度	●	1, 2, 3, 4	—	●	3.10.1.3	4.5.9.3
12	接点接触电阻	●	1, 2, 3, 4	—	●	3.10.2	4.5.10
13	旋转开关接触电阻 ^a	●	1, 2, 3, 4	—	●	3.10.3	4.5.11
14	中线偏移 ^a	●	1, 2, 3, 4	—	●	3.10.4	4.5.12
15	步距角误差	●	1, 2, 3, 4	—	●	3.10.5	4.5.13
16	最小起动电压 ^a	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.10.6	4.5.14
17	弹簧恢复力矩	●	1, 2, 3, 4	—	●	3.10.7	4.5.15
18	工作和复位时间	●	1, 2, 3, 4	—	●	3.10.8	4.5.16
19	工作力矩	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.10.9	4.5.17
20	转速 ^a	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.10.10	4.5.18
21	电流	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.10.11	4.5.19
22	绕组电阻	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.10.12	4.5.20
23	消耗功率	●	1, 2, 3, 4	—	—●	3.10.13	4.5.21
24	绝缘介电强度	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.10.14	4.5.22
25	绝缘电阻	●	1, 2, 3, 4	●	—	3.10.15	4.5.23
26	温升	●	1, 2, 3, 4	—	●	3.10.16	4.5.24
27	贮存温度	●	1, 2	—	●	3.11.1	4.5.25
28	工作温度	●	1, 2	—	●	3.11.2	4.5.26
29	温度冲击	●	1, 2	—	●	3.11.3	4.5.27
30	振动	●	1, 2	—	●	3.11.4	4.5.28
31	规定脉冲冲击	●	1, 2	—	●	3.11.5.1	4.5.29.1
32	强碰撞冲击	●	1, 2	—	○	3.11.5.2	4.5.29.2
33	稳态加速度	●	1, 2	—	○	3.11.6	4.5.30
34	噪声	●	3, 4	—	○	3.11.7	4.5.31
35	耐湿	●	3, 4	—	●	3.11.8.1	4.5.32.1
36	稳态湿热	●	3, 4	—	○	3.11.8.2	4.5.32.2
37	电磁兼容	●	3, 4	—	○	3.11.9	4.5.33
38	低温低气压	●	3, 4	—	●	3.11.10.1	4.5.34.1
39	高温低气压	●	3, 4	—	●	3.11.10.2	4.5.34.2
40	盐雾	●	3, 4	—	○	3.11.11	4.5.35
41	霉菌	●	3, 4	—	○	3.11.12	4.5.36
42	寿命	●	3, 4	—	●	3.12	4.5.37
43	标识	●	3, 4	●	—	3.13	4.5.38
注：“●”为必检项目；“○”为订购方与承制方协商检验项目；“—”为不检项目。							
^a 当电动机不带开关时，此项目不检验。							

4.4 质量一致性检验

4.4.1 分组

质量一致性检验分为 A 组检验和 C 组检验。

4.4.2 A 组检验

A 组检验应逐台进行，检验项目和基本顺序按表 22 的规定。A 组检验中，一台样机只要有一个项目不合格，则认为该样机不合格。不合格品由承制方负责修理或剔除后重新提交进行 A 组检验。其他按 GJB 361B—2015 中 4.4.1 规定执行。

4.4.3 C 组检验

C 组检验项目和基本顺序按表 22 规定。

如 C 组检验中任一试验项目未通过试验，则判该批不合格。其他按 GJB 361B—2015 中 4.4.2 规定执行。

4.5 检验方法

4.5.1 外观

用目测的方法进行检查。

4.5.2 外形及安装尺寸

用能保证尺寸精度的量具进行测量，进行外圆、内孔尺寸测试时，允许使用工装辅助测量，并分别测取 6 组数据，取其平均值。

4.5.3 径向间隙

电动机机壳固定，千分表的测量头置于轴上，靠近轴承位置，按表 1 规定的力，沿水平面方向垂直加在离轴伸端面 6mm 内的轴上，先是一个方向，记录读数；然后是相反方向，记录读数，计算千分表两次读数之差。

4.5.4 轴向间隙

电动机机壳固定，千分表的测量头置于轴伸顶端，按表 2 规定的力沿轴线加在转轴上，先是一个方向推动，记录读数；然后是相反方向推动，记录读数，计算千分表两次读数之差。

4.5.5 轴伸径向圆跳动

电动机机壳固定，千分表的测量头置于轴上，靠近轴伸端，慢慢转动转轴一周，计算千分表的最大与最小读数之差。

4.5.6 安装配合面同轴度

电动机垂直放置并固定，千分表的测量头置于安装配合面上，转动定子，计算千分表的最大与最小读数之差。

4.5.7 安装配合面垂直度

电动机垂直放置并固定，千分表的测量头置于安装配合面的端面外缘，转动定子，计算千分表的最大与最小读数之差。

4.5.8 重量

用精度不低于 1% 的衡器，称取电动机的重量。

4.5.9 引出线和接线端强度

4.5.9.1 引出线强度

轴向(径向)出线的电动机，将引出线的引出端朝下，垂直向下施加 3.10.1.1 规定的力于外端头，保持 10s，使其绝缘层与线芯均要受力，然后电动机转过 90°，使轴成水平(垂直)位置，再将机壳绕转轴(出线孔)的轴线顺时针和逆时针方向各转过 360°。

4.5.9.2 螺纹接线柱强度

在螺纹接线柱的轴向，逐渐增加 3.10.1.2 规定的压力与拉力，保持 5s~10s，然后在与螺纹接线柱轴向垂直的平面上，顺时针方向逐渐施加表 5 规定的转矩，保持 5s~10s。

4.5.9.3 接线端子(片)强度

在平行于电动机轴向与径向并离开机壳的方向,分别逐渐施加 9.0N 的拉力,保持 5s~10s。

4.5.10 接点接触电阻

按 GJB 360B—2009 中附录 A 中精密电感电桥法测量电动机定、动触点之间的接触电阻。

4.5.11 旋转开关接触电阻

用双臂电桥测量电动机波段开关定、动触片之间的接触电阻。

4.5.12 中线偏移

电动机两端施加单脉冲电压(额定幅值),检查电动机旋转开关每位定、动触片接触时的中线偏移。

4.5.13 步距角误差

电动机两端施加额定电压,检查电动机步进位置,测量步距角误差。

4.5.14 最小起动电压

电动机试验线路按图 3、图 4 和图 5 规定连接(图 3 适用于两对接点的电动机;图 4 适用于一对接点的电动机;图 5 适用于无接点的电动机),并施加直流电压,转子在任意位置,均匀调整电压缓慢地从零值逐渐增加,直至转子旋转到位(对开关组件应连续跳步一周以上)时的电压为最小起动电压。

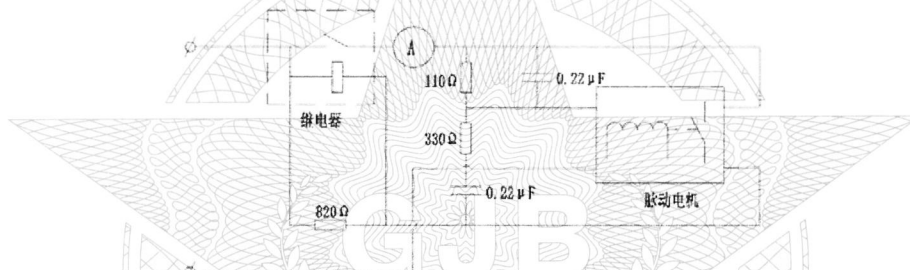


图 3 两对接点电动机试验线路图

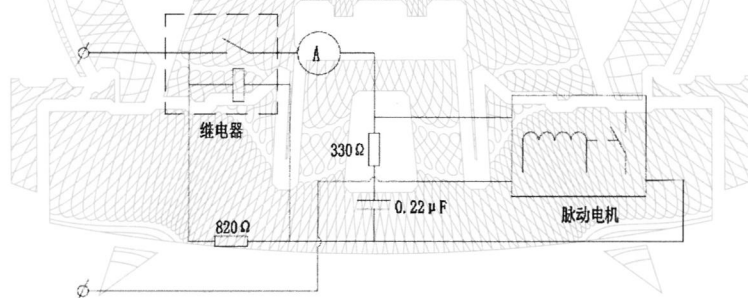


图 4 一对接点电动机试验线路图

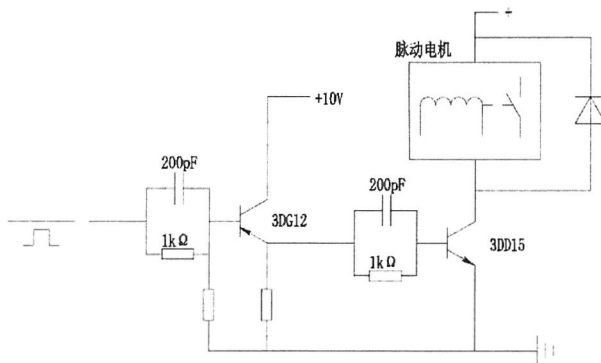


图 5 无接点电动机试验线路图

4.5.15 弹簧恢复力矩

按照图 6 所示,电动机不通电将测力计的测量头置于弹簧最顶端处位置,沿弹簧面垂直方向,测量弹簧的恢复力,并根据弹簧的力臂长度,并按公式(1)计算弹簧恢复力矩。

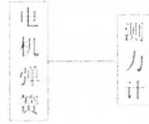


图 6 弹簧恢复力矩示意图

$$M_1 = F_1 \times L_1 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

M_1 ——弹簧恢复力矩,单位为毫牛米(mN·m);

F_1 ——弹簧恢复力,单位为毫牛(mN);

L_1 ——弹簧力臂长度,单位为米(m)。

4.5.16 工作和复位时间

电动机按 4.5.14 规定连接,施加额定电压,测量全动程之间的时间间隔,去除电压,测量全回程之间的时间间隔。

4.5.17 工作力矩

按照图 7 所示,电动机按 4.5.14 规定连接,施加额定电压,测量电动机输出力。并按公式(2)计算工作力矩。

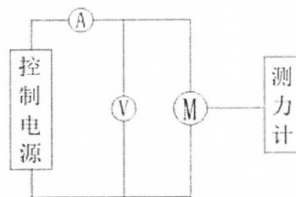


图 7 工作力矩示意图

$$M_2 = F_2 \times L_2 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

M_2 ——电动机工作力矩,单位为毫牛米(mN·m);

F_2 ——电动机输出力,单位为毫牛(mN);

L_2 ——测试工装力臂长度,单位为米(m)。

4.5.18 转速

电动机按 4.5.14 规定连接,施加额定电压,用保证转速精度的测试仪器测量电动机转速。

4.5.19 电流

电动机按 4.5.14 规定连接,施加额定电压,在 $(-55 \pm 2)^\circ\text{C}$ 低温环境下,施加线圈电压后的 10s 内,测量绕组的电流。

4.5.20 绕组电阻

电动机在 4.2.1 规定的试验条件下,用 GJB 361B—2015 中附录 A 规定的方法,测量电动机每个绕组的直流电阻,并按公式(3)折算成 20°C 直流电阻值。

$$R = R_1 + \alpha(t_1 - 20) R_1 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

R ——折算成 20°C 直流电阻值,单位为欧姆(Ω);

R_1 ——试验箱温度为 t_1 时直流电阻值，单位为欧姆(Ω)；

α ——温度系数；

t_1 ——试验箱温度，单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

4.5.21 消耗功率

电动机按 4.5.14 规定连接，施加额定电压，运行达到 4.2.4 规定的稳定工作温度，测量绕组消耗的功率。

4.5.22 绝缘介电强度

按 GJB 360B—2009 中方法 301 的规定进行试验。试验电压从零缓慢上升(至少 3s)到规定值。整个试验过程中电压峰值应不超过规定有效值的 1.5 倍，试验设备应能区别绕组的漏电流和浪涌电流。

4.5.23 绝缘电阻

绝缘电阻按 GJB 360B—2009 中方法 302 的规定进行试验。用绝缘电阻表测量绝缘电阻，除另有规定外，绝缘电阻表的直流电压值应按表 23 的规定。

表 23 绝缘电阻表的直流电压值

单位为伏特

额定电压	绝缘电阻表的直流电压值	
	绕组对外壳	导电部分对外壳
≤ 27	100	
$> 27 \sim 80$	500	
$> 80 \sim 220$	1000	

4.5.24 温升

4.5.24.1 绕组测量法

按 GJB 361B—2015 中 4.5.15.1 规定的方法试验，在电动机达到 4.2.3 规定的稳定非工作温度后，应测量绕组的直流电阻 R_1 ，然后将绕组按 4.5.14 规定连接，运行至 4.2.4 规定的稳定工作温度后，再次测量绕组的直流电阻 R_2 ，温升由公式(4)求出。

$$\theta = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (235 + t_1) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

θ ——温升，单位为开尔文(K)；

R_2 ——规定绕组达到稳定工作温度的直流电阻，单位为欧姆(Ω)；

R_1 ——规定绕组达到稳定非工作温度的直流电阻，单位为欧姆(Ω)；

t_1 ——测量绕组直流电阻 R_1 时的试验箱温度，单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

4.5.24.2 表面温度测量法

绕组按 4.5.14 规定连接，运行至 4.2.4 规定的稳定工作温度后，用点温计或者保证测量准确度的其他方法测取机壳外圆轴向中点表面处的温度。以其中最高温度作为机壳温度，机壳温度与环境温度之差即为电动机温升。

4.5.25 贮存温度

电动机安装在规定的标准试验支架上，不通电放入试验箱中，箱温逐渐降低或升高到 3.11.1 规定温度，使电动机达到 4.2.3 规定的稳定非工作温度，在箱内测绝缘电阻。高温贮存后，电动机从箱中取出，立即按复试电压进行绝缘介电强度试验。

4.5.26 工作温度

电动机安装在规定的标准试验支架上，箱温逐渐降低或升高到 3.11.2 规定温度，电动机按 4.5.14 规定连接，施加额定电压，电动机运行无异常，并测量工作力矩。

4.5.27 温度冲击

电动机不通电置于试验箱内，按 GJB 360B—2009 中方法 107 的规定进行试验，试验后在正常气候条件下，恢复到稳定非工作温度，检查电动机外观，并测量绝缘电阻。

4.5.28 振动

电动机应以标准安装面刚性安装在标准试验支架上，高、低频振动分别按 GJB 360B—2009 中方法 204、201 的规定进行试验，随机振动按 GJB 360B—2009 中方法 214 的规定进行试验，试验期间，绕组按 4.5.14 规定连接并额定工作。振动试验后，检查电动机外观，并测量工作力矩、绝缘电阻。

4.5.29 冲击

4.5.29.1 规定脉冲冲击

电动机应以标准安装面刚性安装在标准试验支架上，按 GJB 360B—2009 中方法 213 的规定进行试验，试验期间，绕组按 4.5.14 规定连接并额定工作。冲击试验后，检查电动机外观，并测量工作力矩、绝缘电阻。

4.5.29.2 强碰撞冲击

电动机应以标准安装面刚性安装在 GJB 360B—2009 中方法 207 的规定安装夹具上，按 GJB 360B—2009 中方法 207 的规定进行试验，试验期间，绕组按 4.5.14 规定连接并额定工作。冲击试验后，检查电动机外观，并测量工作力矩、绝缘电阻。

4.5.30 稳态加速度

电动机安装在标准试验支架上，按 GJB 360B—2009 中方法 212 规定的试验条件 A 进行试验，试验期间，绕组按 4.5.14 规定连接并额定工作。稳态加速度试验后，检查电动机外观。

4.5.31 噪声

按 GB/T 10069.1—2006 中方法的规定进行试验。

4.5.32 湿热

4.5.32.1 耐湿

电动机轴伸水平置于试验箱内，按 GJB 360B—2009 中方法 106 的规定进行试验，试验期间一台电动机绕组按 4.5.14 规定连接并额定工作，另一台电动机不通电。试验后检查电动机外观，并将电动机置于正常的试验气候条件下，通电运行 (24 ± 3) h 后，测量绝缘电阻。

4.5.32.2 稳态湿热

电动机轴伸水平置于试验箱内，按 GJB 360B—2009 中方法 103 的规定进行试验，检查电动机外观，并测量绝缘电阻。

4.5.33 电磁兼容

在电动机上用标准试验电压励磁，并加上规定的电气或机械负载，其中 CE102 试验(10KHz~18GHz)按照 GJB 151B—2013 中极限值的规定方法试验；RE102 试验(2MHz~18GHz)按照 GJB 151B—2013 中极限值的规定方法试验。其结果应符合 3.11.9 的要求。

4.5.34 低气压

4.5.34.1 低温低气压

电动机安装在标准试验支架上，不通电置于试验箱内，箱温降至 (-55 ± 2) ℃，电动机应达到 4.2.3 规定的稳定非工作温度，通电运行到 4.2.4 规定的稳定工作温度，使试验箱气压降到 3.11.10.1 规定的一种气压等级，并保持 5min。试验后测量电动机绝缘电阻。

4.5.34.2 高温低气压

电动机安装在标准试验支架上，不通电置于试验箱内，箱温升高并保持在 (85 ± 2) ℃ 高温值，电动机应达到 4.2.3 规定的稳定非工作温度，通电运行到 4.2.4 规定的稳定工作温度，使试验箱气压降到 3.11.10.1 规定的一种气压等级，并保持 5min。高温低气压试验后测量电动机绝缘电阻。

4.5.35 盐雾

按 GJB 360B—2009 中方法 101 规定的试验等级 B 进行盐雾试验，试验时电动机以线接触的形式水平置于试验箱内，盐雾能围绕电动机循环畅通。

4.5.36 霉菌

按 GJB 150.10A—2009 的规定进行霉菌试验，选取菌种 2 组，试验时间为 28 d。

4.5.37 寿命

按 4.5.14 规定连接，并施加额定电压，电动机的循环速率为每分钟 10 次循环，绕组通电 66%，然后断电 34%的工作制，在高温(85℃±2℃)与低温(−55℃±2℃)环境下，工作时间各占 50%的比例进行工作。试验后测量电动机绝缘电阻。

4.5.38 标识

用目测方法进行检查。

5 交货准备

5.1 包装

电动机的包装按 GJB 271B—2020 的规定。

5.2 运输

电动机在运输过程中应小心轻放，避免碰撞和敲击，严禁与酸碱等腐蚀性物品放在一起。

5.3 储存

电动机应储存在环境温度−10℃~35℃，相对湿度不大于 85%，清洁、通风良好的库房内，空气中不得含有腐蚀性气体。储存期从电动机出厂之日算起，为三年。

6 说明事项

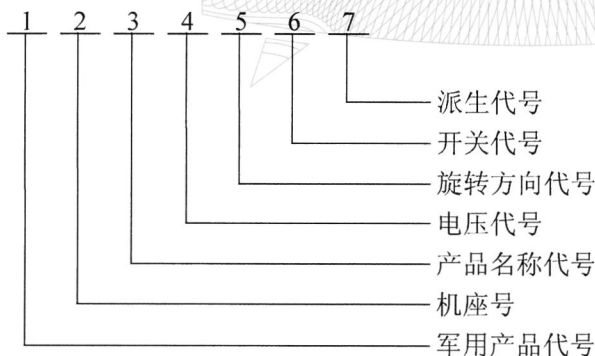
6.1 预定用途

本规范规定的脉动电动机预定用于军用通信、雷达及其他电子设备中作为执行元件，在系统中起到有限转角驱动与电信号转换传输作用。

6.2 分类

6.2.1 型号命名

电动机型号按 GB/T 10405—2009 规定，由军用产品代号、机座号、产品名称代号、电压代号、旋转方向代号、开关代号、派生代号七部分组成：



6.2.2 机座号

电动机的机座号及其相应的机壳外径应符合表 24 的规定。

表 24 机座号

单位为毫米

机座号	20	25	34	40	50	60	70	80	90
机壳外径	15~20	21~29	30~34	35~44	45~54	55~64	65~74	75~84	85~99

6.2.3 产品名称代号

MD 表示脉动电动机。

6.2.4 电压代号

用两位阿拉伯数字表示，应符合表 25 的规定。

表 25 电压代号

单位为伏特

额定电压	6	9	12	24	27	35	48	60	72	80	110	220
电压代号	6	9	12	24	27	35	48	60	72	80	11	22

6.2.5 旋转方向代号

用汉语拼音字母 Z 表示顺时针方向，F 表示逆时针方向。

6.2.6 开关代号

用一位阿拉伯数字表示开关片数，不带开关不表示。

6.2.7 派生代号

用汉语拼音字母 A、B、C……等表示产品结构派生和性能参数派生。

6.2.8 型号示例

J40MD48Z3 表示机座号为 40，额定电压 48V，顺时针方向的有 3 个开关片的军用基本型脉动电动机。

6.3 订货文件中应明确的内容

订货文件应规定如下内容：

- a) 本规范的名称和编号；
- b) 产品技术文件的名称、编号；
- c) 订购方认为有必要明确的其他事项。

附录 A
(资料性附录)
外形结构及安装型式

A.1 概述

电动机结构型式分为四种：M1 型——支架四螺钉安装；M2 型——两专用螺钉安装；M3 型——四螺钉卧式安装；M4 型——支板两螺钉安装。

A.2 M1 型安装型式

M1 型安装型式如图 A.1 所示，尺寸应符合表 A.1 规定。

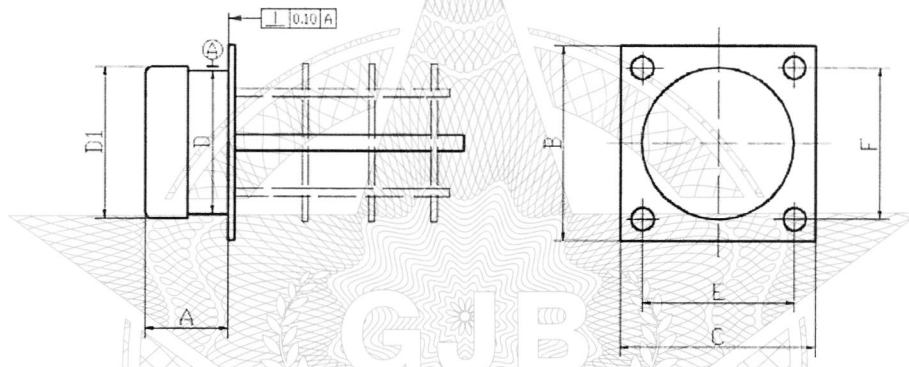


图 A.1 M1 型安装型式

表 A.1 M1 型安装尺寸

单位为毫米

机壳外径	D	D1	A	B	C	E	F
		H20	H23	±0.2	±0.2	±0.2	±0.1
20	19	20.5	18	—	—	—	—
24	25.5	27	18.5	—	—	—	—
28	28.5	30	19.5	—	—	—	—
34	34	35.5	23.5	40	40	32	32
40	40	41.5	26.5	46	46	38	38
50	50	51	29.5	54	54	43	43
55	57	59	39	—	—	—	—
70	70	72	49	—	—	—	—
90	85.5	88	60	—	—	—	—

A.3 M2 型安装型式

M2 型安装型式如图 A.2 所示，尺寸应符合表 A.2 规定。

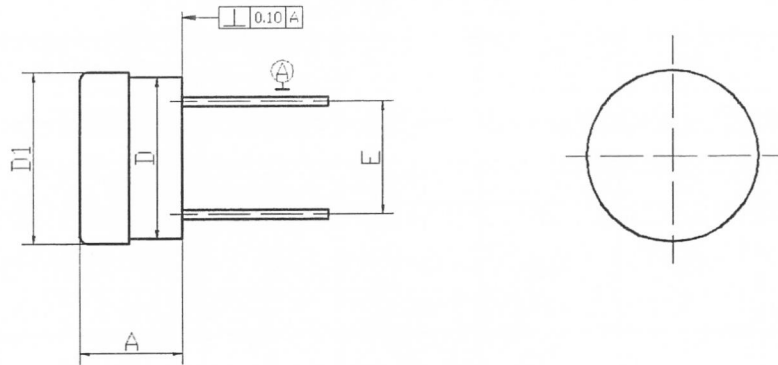


图 A.2 M2 型安装型式

表 A.2 M2 型安装尺寸

单位为毫米

机壳外径	D	D1	A	E
	H10	H12	± 0.2	± 0.1
20	19	20.5	18	—
24	25.5	27	18.5	—
28	28.5	30	19.5	—
34	34	35.5	23.5	22
40	40	41.5	26.5	22
50	50	51	29.5	—
55	57	59	39	—
70	70	72	49	—
90	85.5	88	60	—

A.4 M3 型安装型式

M3 型安装型式如图 A.3 所示，尺寸应符合表 A.3 规定。

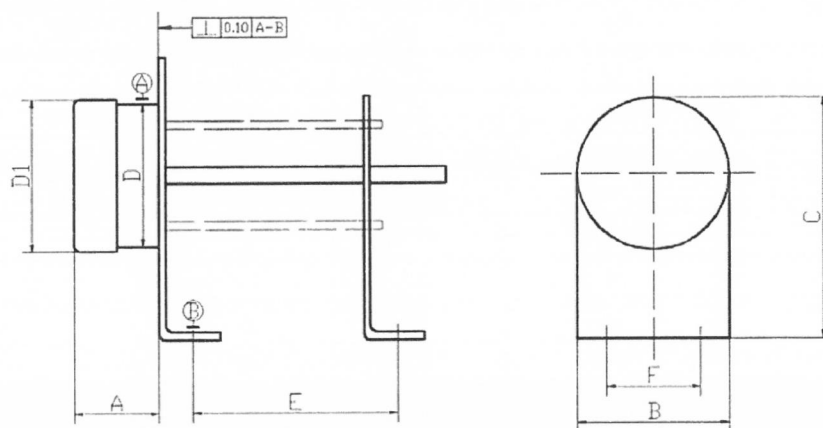


图 A.3 M3 型安装型式

表 A.3 M3 型安装尺寸

单位为毫米

机壳外径	D	D1	A	B	C	E	F
	H10	H12	±0.2	±0.2	±0.2	±0.1	±0.1
20	19	20.5	18	—	—	—	—
24	25.5	27	18.5	—	—	—	—
28	28.5	30	19.5	—	—	—	—
34	34	35.5	23.5	34	—	34	25
40	40	41.5	26.5	—	—	27	—
50	50	51	29.5	—	—	32	—
55	57	59	39	—	—	—	—
70	70	72	49	—	—	—	—
90	85.5	88	60	—	—	—	—

A.5 M4 型安装型式

M4 型安装型式如图 A.4 所示，尺寸应符合表 A.4 规定。

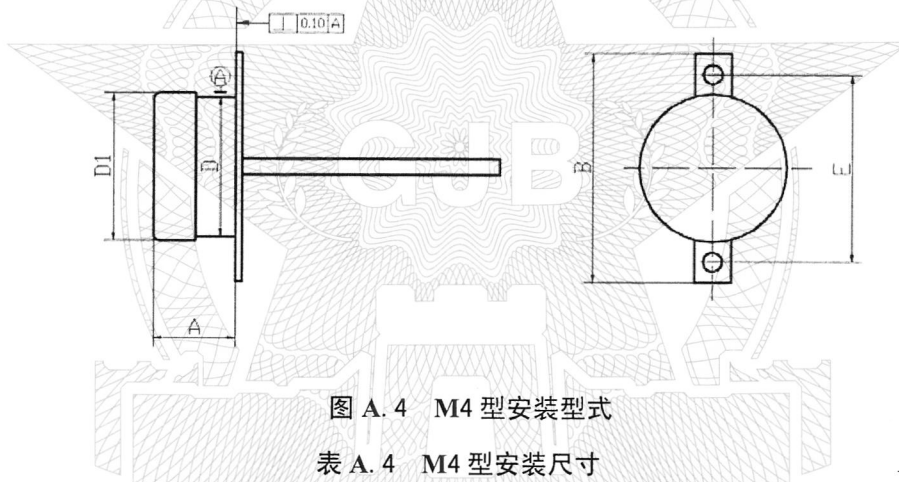


图 A.4 M4 型安装型式

表 A.4 M4 型安装尺寸

单位为毫米

机壳外径	D	D1	A	B	E
	H10	H12	±0.2	±0.2	±0.1
20	19	20.5	18	—	—
24	25.5	27	18.5	—	—
28	28.5	30	19.5	—	—
34	34	35.5	23.5	48.5	41
40	40	41.5	26.5	—	—
50	50	51	29.5	—	—
55	57	59	39	—	—
70	70	72	49	—	—
90	85.5	88	60	—	—

中华人民共和国
国家军用标准
脉动电动机规范
GJB 11732—2024

*

国家军用标准出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
国家军用标准出版发行部印刷车间印刷
国家军用标准出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1¼ 字数 49 千字
2025 年 2 月第 1 版 2025 年 2 月第 1 次印刷

*

军标出字第 16689 号