

T/TMAC

团 体 标 准

T/TMAC XXXX—2025

交流伺服驱动器可靠性测试方法

Ac servo drive reliability test method

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。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国技术市场协会 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 1

4 测试要求 1

 4.1 试验条件 1

 4.2 电源条件 1

 4.3 测试设备 1

5 测试样品准备 1

 5.1 样品数量 2

 5.2 样品状态确认 2

6 可靠性测试程序 2

 6.1 测试前准备 2

 6.2 常规运行可靠性测试 2

 6.3 环境应力测试 2

 6.4 加速寿命测试 2

 6.5 测试终止条件 3

7 数据采集与分析 3

 7.1 数据采集内容 3

 7.2 数据采集要求 3

 7.3 数据处理 3

 7.4 可靠性指标计算 3

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××××提出。

本文件由中国技术市场协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

交流伺服驱动器可靠性测试方法

1 范围

本文件规定了交流伺服驱动器（以下简称“驱动器”）的可靠性测试环境、样品准备、测试程序。本文件适用于输入交流额定电压不大于1000 V、直流额定电压不大于1500 V驱动器的生产与制造。

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 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 6113.104 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第1-4部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 辐射骚扰测量用天线和试验场地

GB/T 16439 交流伺服系统通用技术规范

3 术语和定义

GB/T 16439界定的术语和定义适用于本文件。

4 测试要求

4.1 试验条件

除另有规定，试验条件应满足下列要求：

- a) 温度：25 °C ± 5 °C；
- b) 湿度：45%~75%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

4.2 电源条件

4.2.1 交流电源

电压波动范围不超过±2%，频率波动不超过±1%，总谐波失真（THD）不应大于5%。

4.2.2 直流电源

电压稳定度不应大于±1%，纹波系数不应大于1%。

4.2.3 备用电源

配置不间断电源。

4.3 测试设备

4.3.1 测量仪器：包括电压/电流表、功率分析仪、温度记录仪等，精度等级不低于 0.5 级，并经计量校准合格且在有效期内。

4.3.2 负载设备：选用与驱动器匹配的电感性或电阻性负载，负载调节精度不低于±1%。

4.3.3 环境试验设备：高低温箱、湿热箱等，应满足测试条件的控制范围及均匀性要求。

5 测试样品准备

5.1 样品数量

按测试方案要求提供样品，常规可靠性测试样品数量不少于3台；若进行加速寿命试验，可根据置信水平和试验方案调整数量。

5.2 样品状态确认

5.2.1 外观检查

样品表面无机械损伤、腐蚀、变形，标识清晰完整。

5.2.2 初始性能检测

按产品技术规格书进行常温下的额定负载效率、转速控制精度、动态响应等性能参数测试。

5.2.3 参数记录

记录样品型号、序列号、生产批次、初始运行时间等信息。

6 可靠性测试程序

6.1 测试前准备

6.1.1 确认测试环境条件符合 4.1 要求，记录环境温度、湿度、气压及电磁兼容状态。

6.1.2 检查功率分析仪、负载设备等测试设备的校准证书在有效期内，精度等级符合 4.3 要求。

6.1.3 按 5.2.2 完成样品初始性能检测，确认样品处于正常工作状态。

6.2 常规运行可靠性测试

6.2.1 将样品接入符合 4.2 要求的电源及匹配负载，设置为额定工况。

6.2.2 连续运行测试时间不少于 1500 h，或按测试方案规定执行；期间每小时记录一次输入电压、输出电流、温度、效率等关键参数。

6.2.3 测试过程中若出现过温、过流、停机等异常，应立即停止测试并按 7.4 记录故障信息，排除非样品本身故障因素后可重启测试。

6.3 环境应力测试

6.3.1 温度冲击测试

6.3.1.1 在环境试验设备中设置温度循环条件（如 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，按产品规格书调整），温度变化速率不超过 $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

6.3.1.2 样品在每个温度点稳定运行 2 h，监测并记录性能参数变化，累计循环次数不少于 10 次。

6.3.2 湿热测试

6.3.2.1 在湿热箱中设置湿度（90%RH~95%RH，无凝结）和温度（ $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），样品在额定负载下连续运行 500 h。

6.3.2.2 每 12 h 记录一次湿度、温度及样品运行状态。

6.3.3 振动测试

6.3.3.1 按 GB/T 2423.10，在 10 Hz~150 Hz 频率范围内，以 0.5 g 加速度进行扫频振动，X、Y、Z 三轴各持续 2 h。

6.3.3.2 振动期间监测样品是否出现连接松动、功能异常等现象。

6.4 加速寿命测试

6.4.1 根据测试方案设定加速应力，应力水平不超过产品极限值。

6.4.2 按加速模型计算等效寿命，累计测试时间不少于加速因子对应的常规寿命时长。

6.4.3 测试过程中每日进行一次全性能参数检测，记录衰减趋势。

6.5 测试终止条件

- 6.5.1 达到规定测试时间且样品无故障。
- 6.5.2 样品出现烧毁、无法启动等不可逆故障，或累计故障次数达到测试方案设定阈值。
- 6.5.3 测试环境、设备出现异常且无法在 2 h 内恢复。

7 数据采集与分析

7.1 数据采集内容

- 7.1.1 环境参数：温度（环境及样品关键部件）、湿度、气压、振动加速度。
- 7.1.2 电参数：输入/输出电压、电流、功率、频率、谐波失真、效率。
- 7.1.3 性能参数：转速控制精度、动态响应时间、噪声值（声压级）。
- 7.1.4 故障数据：故障发生时间、截至时间、现象描述、故障部位、恢复措施及结果。
- 7.1.5 样品信息：型号、序列号、累计运行时间、测试阶段（如常规/高低温测试）。

7.2 数据采集要求

- 7.2.1 使用精度不低于 0.5 级的仪器，数据记录间隔不大于 1 h；故障数据需实时记录。
- 7.2.2 采用自动化数据采集系统时，采样频率不应低于 1 Hz，数据存储格式应为通用格式，并备份原始数据。
- 7.2.3 人工记录时需双人复核。

7.3 数据处理

- 7.3.1 对采集数据进行有效性校验，剔除异常值，并注明剔除原因。
- 7.3.2 计算关键参数的统计值：平均值、最大值、最小值及标准差。
- 7.3.3 绘制趋势曲线：如温度-时间曲线、效率衰减曲线、故障间隔时间分布曲线。

7.4 可靠性指标计算

7.4.1 平均无故障工作时间（MTBF）

采用定时截尾试验时，按公式：

$$MTBF = \frac{\sum \text{样品累计运行时间}}{\text{故障次数}} \dots\dots\dots (1)$$

注：置信水平通常取90%。

7.4.2 故障率（λ）

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \dots\dots\dots (1)$$

7.4.3 可靠性寿命（t_R）

在规定置信水平下，产品可靠度为R时的寿命，按指数分布模型计算：

$$t_R = - MTBF \times \ln(1 - R) \dots\dots\dots (1)$$