

GB/T 16439-2009 交流伺服系统通用技术条件

GB/T 16439-2009 交流伺服系统通用技术条件规定了交流伺服系统的定义和术语、运行条件、技术要求和试验方法、检验规则以及交付准备等内容。

GB/T 16439-2009 交流伺服系统通用技术条件适用于输入供电电源交流额定电压不超过 1000V、频率不超过 1000HZ，直流额定电压不超过 1500V 的交流伺服系统。

GB/T 16439-2009 交流伺服系统通用技术条件适用于交流伺服系统及构成伺服系统的交流伺服驱动器，交流伺服电动机。本标准的内容不涉及传感部分，单该部分内容应在产品专用技术条件中进行规定。

GB/T 16439-2009 交流伺服系统通用技术条件未列入而又与伺服系统有关的技术要求，应按照有关的电动机标准和工业机械电气控制设备标准的规定执行。



七年磨一剑，出鞘始见锋！

中国最强音：
我们已经超越日本和美国！

张钟华院士发出中国最强音：
“不是人家（日本）横河，不是（美国）福禄克能解决我们的问题，如果能解决就不需要开这个会，现在我们超越了国外……”



中华人民共和国国家标准

GB/T 16439—2009
代替 GB/T 16439—1996

交流伺服系统通用技术条件

General specification for AC servo system

2009-09-30 发布

2010-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 运行条件	5
4.1 使用环境条件	5
4.2 储存运输环境条件	5
4.3 试验环境条件	5
5 技术要求和试验方法	6
5.1 总则	6
5.2 外观	6
5.3 外形及安装尺寸	6
5.4 保护接地	6
5.5 介电性能	6
5.6 绝缘电阻	8
5.7 通电操作试验	8
5.8 工作区	8
5.9 正反转速差率	9
5.10 系统效率	9
5.11 转速调整率	9
5.12 位置跟踪误差	9
5.13 转矩波动	9
5.14 转速波动	9
5.15 转速变化的时间响应	9
5.16 频带宽度	10
5.17 惯量适应范围	10
5.18 静态刚度	10
5.19 噪声	10
5.20 低温	10
5.21 高温	10
5.22 振动	11
5.23 冲击	11
5.24 稳态加速度	11
5.25 恒定湿热	11
5.26 电磁兼容性	11
5.27 可靠性	12
5.28 质量	12
6 检验规则	12

6.1	检验分类	12
6.2	鉴定检验	12
6.3	质量一致性检验	14
7	交付准备	15
7.1	总则	15
7.2	铭牌、标志	15
7.3	附带随机文件	15
7.4	包装	15
7.5	运输	15
7.6	储存	15
7.7	保证期	15

前 言

本标准代替 GB/T 16439—1996《交流伺服系统通用技术条件》。

本标准与 GB/T 16439—1996 相比主要变化如下：

- 按照 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》的规定，对标准的编排格式进行了修改。增加了第4章“运行条件”，同时把原标准的第4章“技术要求”和第5章“试验方法”两章合并为第5章“技术要求和试验方法”。
- 在第1章“范围”中，规定了本标准中交流伺服系统适用的供电电源，明确本系统属于低压电气的范畴；修改了交流伺服系统的组成，由原标准的“伺服系统由伺服驱动器和伺服电机两个主要部分组成”更改为“交流伺服系统一般由交流伺服驱动器，交流伺服电动机和传感三个部分组成”，并调至3.1。
- 在第3章“术语和定义”中对所有术语都增加了英文对应词。增加了“交流伺服驱动器”、“交流伺服电动机”、“位置控制”、“速度控制”、“转矩控制”、“工作区”、“转速调整率”、“稳态跟踪误差”、“动态跟踪误差”、“系统效率”、“电磁兼容性”等术语和定义；修改了“交流伺服系统”、“调速比”、“系统效率”的术语和定义；删除了“转速变化率”、“稳速误差”、“超调量”、“转矩变化的时间响应”、“阶跃输入的转速响应时间”、“建立时间”等术语和定义。
- 第4章“运行条件”中分为“使用环境条件”、“储存运输环境条件”和“试验环境条件”三个部分。
- 在第5章“技术要求和试验方法”中增加了“保护接地”、“位置跟踪误差”、“电磁兼容”、“稳态加速度”和“质量”的技术要求和试验方法；修改了“介电性能”、“振动”、“冲击”和“可靠性”的技术要求；删除了“防触电保护”、“外壳防护”、“泄漏电流”的技术要求和试验方法。
- 对第6章“检验规则”中的内容进行了细化，对样机数量、不合格品的判定以及试验顺序等内容作出了详细的规定。
- 第7章由原标准的“标志、包装、运输和贮运”更改为“交付准备”，在原有内容的基础上增加了“铭牌”和“保证期”的要求。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国微电机标准化技术委员会(SAC/TC 2)归口。

本标准起草单位：西安微电机研究所、北京和利时电机技术有限公司、横店集团联宜电机有限公司、上海司壮电机有限公司、宁波中大力德传动设备有限公司。

本标准主要起草人：张朝晖、王健、许晓华、金韶东、岑国建、谭莹。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 16439—1996。

交流伺服系统通用技术条件

1 范围

本标准规定了交流伺服系统的定义和术语、运行条件、技术要求和试验方法、检验规则以及交付准备等内容。

本标准适用于输入供电电源交流额定电压不超过 1 000 V、频率不超过 1 000 Hz,直流额定电压不超过 1 500 V 的交流伺服系统。

本标准适用于交流伺服系统(以下简称“伺服系统”)及构成伺服系统的交流伺服驱动器(以下简称“驱动器”),交流伺服电动机(以下简称“电动机”)。本标准的内容不涉及传感部分,但该部分内容应在产品专用技术条件中进行规定。

本标准未列入而又与伺服系统有关的技术要求,应按照有关的电动机标准和工业机械电气控制设备标准的规定执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2423.1—2001 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温(IEC 60068-2-1:1990,IDT)

GB/T 2423.2—2001 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温(IEC 60068-2-2:1974,IDT)

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Cab:恒定湿热试验(GB/T 2423.3—2006,IEC 60068-2-78:2001,IDT)

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击(GB/T 2423.5—1995,IEC 60068-2-27:1987,IDT)

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc:振动(正弦)(GB/T 2423.10—2008,IEC 60068-2-6:1995,IDT)

GB/T 2423.15 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ga 和导则:稳态加速度(GB/T 2423.15—2008,IEC 60068-2-7:1986,IDT)

GB/T 2828.1—2003 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划(ISO 2859-1:1999,IDT)

GB 4824—2004 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法(CISPR 11:2003,IDT)

GB/T 5080.1 设备可靠性试验 总要求(GB/T 5080.1—1986,idt IEC 60605-1:1978)

GB 7251.1—2005 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:型式试验和部分型式试验成套设备(IEC 60439-1:1999,IDT)

GB/T 7345 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 10069.1—2006, ISO 1680:1999, MOD)

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(GB/T 17626.2—2006, IEC 61000-4-2:2001, IDT)

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(GB/T 17626.3—2006, IEC 61000-4-3:2002, IDT)

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(GB/T 17626.4—2008, IEC 61000-4-4:2004, IDT)

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(GB/T 17626.5—2008, IEC 61000-4-5:2005, IDT)

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(GB/T 17626.6—2008, IEC 61000-4-6:2006, IDT)

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(GB/T 17626.11—2008, IEC 61000-4-11:2004, IDT)

GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(GB/T 17626.29—2006, IEC 61000-4-29:2000, IDT)

GJB/Z 299C—2006 电子设备可靠性预计手册

JB/T 3085 电力传动控制装置的产品包装与运输规程

JB/T 8162 控制微电机 包装技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

交流伺服系统 AC servo system

以交流伺服电动机作为执行元件,使物体的位置/角度、速度、加速度或转矩等状态变量能够跟随输入控制信号目标值(或给定值)任意变化的自动控制系统。

伺服系统由交流伺服驱动器(以下简称“驱动器”),交流伺服电动机(以下简称“电动机”)和传感三个部分组成。

驱动器按其控制电路和软件的实现方式可分为模拟量控制、数字模拟混合控制和全数字化控制。

伺服系统按其所用的电动机可分为:异步电动机伺服系统和永磁同步电动机伺服系统。

伺服系统按照控制方式可分为位置控制伺服系统、速度控制伺服系统和转矩控制伺服系统。

3.2

交流伺服驱动器 AC servo driver

接受控制指令,根据传感提供的反馈信息,对转矩、速度、位置等进行闭环控制,并向电动机输送功率的电气装置。

3.3

交流伺服电动机 AC servo motor

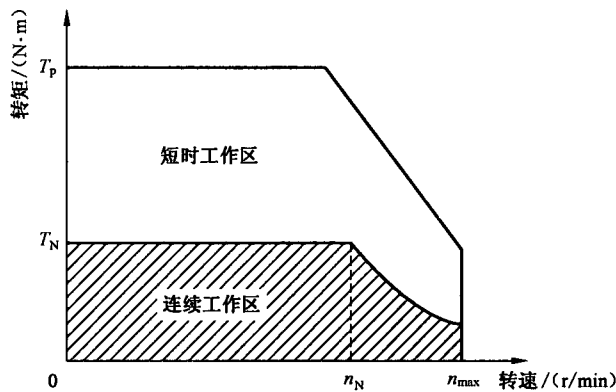
用于交流伺服系统的交流电动机。

3.4

工作区 duty zone

伺服系统的工作区由连续工作区和短时工作区组成。

连续工作区是指在图 1 中处于“最大连续转矩”、“最高允许工作转速”和“额定转速”以内的工作区域(图 1 中有阴影区域),它是由电动机的发热、受离心力影响的机械强度、换相或驱动器的极限工作条件限制的范围。在此区域内连续运行,电动机和驱动器都不会超过其最高允许温度。



T_p ——峰值转矩；
 n_{max} ——最高允许工作转速；
 n_N ——额定转速；
 T_N ——最大连续转矩。

图 1 工作区示意图

短时工作区是指在图 1 中,处于峰值转矩以下,最大连续转矩以上的区域(图 1 中无阴影区域)。在该区域短时工作,电动机电流虽大于最大连续电流,但电动机绕组在一定时间内不会被损坏,驱动器在一定时间内也能正常工作。

短时过流持续时间是由绕组的热时间常数决定的。

注 1: 额定功率 P_N (W)、额定转速 n_N (r/min)与最大连续转矩 T_N (N·m)的关系为: $P_N = \frac{T_N \times n_N}{60/2\pi}$ 。

注 2: 对于带油封、制动器等其他附件的电动机,应降额使用。

3.5

位置控制 position control

以位置为被控量的控制模式。

3.6

速度控制 speed control

以速度为被控量的控制模式。

3.7

转矩控制 torque control

以转矩为被控量的控制模式。

3.8

正反转速差率 difference ratio between CW and CCW speed

伺服系统在额定电压空载运行,不改变转速指令的量值,仅改变电动机的旋转方向,测量电动机的正、反两方向的转速平均值 n_{CCW} 和 n_{CW} ,按式(1)计算正反转速差率 K_n 。

$$K_n = \frac{|n_{CW} - n_{CCW}|}{n_{CW} + n_{CCW}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

K_n ——正反转速差率;

n_{CW} ——电动机顺时针旋转时的转速平均值,r/min;

n_{CCW} ——电动机逆时针旋转时的转速平均值,r/min。

3.9

转速调整率 speed regulation rate

伺服系统在额定转速条件下,仅电源电压变化,或仅环境温度变化,或仅负载变化,电动机的平均转

速变化值与额定转速的百分比分别叫做电压变化的转速调整率、温度变化的转速调整率、负载变化的转速调整率。按式(2)计算转速调整率。

$$\Delta n = \frac{|n_i - n_N|}{n_N} \times 100\% \quad i = 1, 2 \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- Δn ——转速调整率;
- n_i ——电动机的实际转速, r/min;
- n_N ——电动机的额定转速, r/min。

3.10

转矩波动系数 torque ripple coefficient

伺服系统稳态运行时,对电动机施加恒定负载,瞬时转矩的最大值为 T_{\max} ,最小值为 T_{\min} ,则转矩波动系数 K_{τ} 为:

$$K_{\tau} = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max} + T_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- K_{τ} ——转矩波动系数;
- T_{\max} ——瞬态转矩的最大值, N·m;
- T_{\min} ——瞬态转矩的最小值, N·m。

3.11

转速波动系数 speed ripple coefficient

伺服系统稳态运行时,瞬时转速的最大值为 n_{\max} ,最小值为 n_{\min} ,则转速波动系数 K_{fn} 为:

$$K_{fn} = \frac{n_{\max} - n_{\min}}{n_{\max} + n_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- K_{fn} ——转速波动系数;
- n_{\max} ——瞬时转速的最大值, r/min;
- n_{\min} ——瞬时转速的最小值, r/min。

3.12

调速比 speed ratio

伺服系统满足规定的转速调整率和规定的转速波动时的最低空载转速 n_{\min} 和额定转速 n_N 之比,用 D 表示。

$$D = \frac{n_{\min}}{n_N} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

- D ——调速比;
- n_{\min} ——最低空载转速, r/min;
- n_N ——额定转速, r/min。

3.13

频带宽度 band width

伺服系统输入量为正弦波,随着正弦波信号的频率逐渐升高,对应的输出量的相位滞后逐渐增大同时幅值逐渐减小,相位滞后增大至 90° 时或者幅值减小至低频段幅值 $1/\sqrt{2}$ 时的频率。

3.14

静态刚度 static stiffness

位置伺服系统处于空载零速工作状态,对电动机轴端正转方向或反转方向施加连续转矩 T_0 ,测量

出转角的偏移量 $\Delta\theta$, 则静态刚度 K_s 为:

$$K_s = \frac{T_0}{\Delta\theta} \dots\dots\dots(6)$$

式中:

K_s ——静态刚度, $N \cdot m/(')$;

T_0 ——连续转矩, $N \cdot m$;

$\Delta\theta$ ——转角的偏移量, $(')$ 。

3.15

惯量适应范围 load inertia range

伺服系统在不影响自身稳定性和调速比的前提下所能带的惯量负载的范围(一般以电动机转子惯量的倍数表示)。

3.16

动态位置跟踪误差 dynamic position tracking error

伺服系统对输入信号的瞬态响应过程中, 位置指令值与位置反馈值之差。

3.17

稳态位置跟踪误差 steady-state position tracking error

伺服系统对输入信号的瞬态响应过程结束以后, 稳态运行时位置指令值与位置反馈值之差。

3.18

系统效率 system efficiency

电动机的输出机械功率对驱动器的输入有功功率之比。

3.19

电磁兼容性 electromagnetic compatibility; EMC

伺服系统在规定的电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

4 运行条件

4.1 使用环境条件

除另有规定外, 伺服系统的使用环境条件应符合下列规定:

——环境温度(分两级): (1) 商用级: $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$; (2) 工业级: $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +55\text{ }^{\circ}\text{C}$;

——相对湿度: $5\% \sim 85\%$, 无凝露;

——大气压强: $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$;

——污染等级: 空气中不应有过量的尘埃、酸、盐、腐蚀性及爆炸性气体。如果没有其他规定, 伺服系统应在污染等级 2(一般情况下, 只有非导电性污染。但是也要考虑到偶然由于凝露造成的暂时的导电性)中使用。

4.2 储存运输环境条件

伺服系统的储存运输环境条件应符合下列规定:

——环境温度: $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +55\text{ }^{\circ}\text{C}$, 在短时间内(不超过 24 h)可达 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$;

——相对湿度: $5\% \sim 95\%$, 无凝露。

4.3 试验环境条件

4.3.1 测量和试验用标准大气条件

所有测量和试验若无其他规定, 均应在下列的测量和试验用标准大气条件下进行:

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

- 相对湿度:25%~75%;
- 气压:86 kPa~106 kPa。

4.3.2 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℃;
- 气压:101.3 kPa。

注:由于相对湿度不应通过计算来校正,因此不予规定。

4.3.3 仲裁试验的标准大气条件

如果需要严格控制试验气候条件,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:25℃±1℃;
- 相对湿度:48%~52%;
- 气压:86 kPa~106 kPa。

4.3.4 试验电源

交流试验电源的电压幅值波动应不大于±5%,频率变化应不大于1%;直流试验电源的电压幅值波动应不大于±2%,纹波电压应不大于±1%。

4.3.5 安装方式

如无特殊规定,试验时电动机应轴向水平安装在 GB/T 7345 规定的标准试验支架上。

驱动器的安装方式按产品专用技术条件规定的正常工作方式安装,驱动器应尽可能模拟其实际使用位置进行安装与试验。

5 技术要求和试验方法

5.1 总则

伺服系统试验对象应包括驱动器、电动机和传感。试验中所使用的调压器、信号给定单元及配电路等不作为检查内容。

5.2 外观

伺服系统表面及结构零部件不应有锈蚀、碰伤、划痕、变形和涂覆层剥落,颜色应正确,标志应清楚无误,紧固件连接牢固,引出线或接线端应完整无损。

可采用目测方法检查。

5.3 外形及安装尺寸

伺服系统的外形及安装尺寸应符合产品专用技术条件的规定。如果没有其他说明,外形及安装尺寸包括尺寸公差。

试验时,按伺服系统的外形及安装尺寸要求选用量具种类及精度等级,将伺服系统放置在常温条件下,达到稳定非工作温度后,逐项进行测量。

5.4 保护接地

电动机及驱动器外壳应设保护接地标志。伺服系统外壳和其他裸露导体部分应与保护接地端子构成回路,保证有良好的导电性,它们之间的电阻不应大于0.1Ω。

伺服系统接地设计时,应将交流公共零电位和保护接地分开设置。

可采用目测检查保护接地标志以及端子连接是否接触良好,用毫欧表或其他方法测量接地电阻。

5.5 介电性能

5.5.1 驱动器的绝缘介电强度

驱动器的绝缘介电强度应符合表1和表2的规定,试验时驱动器应无电击穿或闪络现象。

对于驱动器试验,应断开电源后进行。驱动器应形成一个连续的电路,主电路的开关和控制电路应闭合或旁路。对于不能承受试验电压的元件(如浪涌抑制器、半导体元件、电容器等)应将其断开或旁路。对于安装在电路和裸露导电部件之间的抗干扰电容器不应断开,可以采用交流电压或等于规定的交流电压的峰值的直流电压进行试验。

试验电压的有效值不应超过规定值的 $\pm 5\%$ 。开始施加时的试验电压不应超过规定值的 50% 。然后在几秒钟内将试验电压平稳增加到规定的最大值并保持 5 s 。交流电源应具有足够的功率以维持试验电压,可以不考虑漏电流。试验电压为正弦波,频率在 $45\text{ Hz}\sim 62\text{ Hz}$ 之间。

试验电压施加部位:(1) 保护接地端与裸露导电部件之间;(2) 每个极与裸露导电部件、其他极之间。

注:此项试验应将裸露导电部件与其他极相连接,试验后应拆除其连接。

对于用绝缘材料制造的外壳,还应进行一次补充的介电试验。在外壳的外面包覆一层能覆盖所有的开孔和接缝的金属箔。试验电压则施加于这层金属箔和外壳内靠近开孔和接缝的相互连接的带电部件以及裸露导电部件之间。对于这种补充试验,其试验电压应等于表1中规定值的 1.5 倍。

用绝缘材料制造或覆盖的手柄,介电试验是在带电部件和用金属箔裹缠手柄之间施加表1规定的 1.5 倍试验电压值。进行该试验时,框架不应当接地,也不应同其他电路相连接。

试验电压值如表1和表2。主电路及由主电路直接供电的辅助电路,按表1的规定。对于不由主电路直接供电的辅助电路,按表2的规定。

表1 试验电压值

额定电压 U_i (线—线) V	介电试验电压(交流均方根值) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500
$690 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1\,000$	3 500
$1\,000 < U_i \leq 1\,500^a$	3 500

^a 仅指直流。

表2 不由主电路直接供电的辅助电路试验电压值

额定电压 U_i (线—线) V	介电试验电压(交流均方根值) V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$U_i > 60$	$2U_i + 1\,000$ 其最小值为 $1\,500$

注1:不应重复进行本项试验。如用户提出要求,允许在安装之后开始运行之前再进行一次额外试验,其试验电压值应不超过上述规定的 85% 。

注2:驱动器与电动机一体安装的伺服系统,其绝缘介电强度试验条件由产品专用技术条件规定。

注3:对于电路接机壳的驱动器,无法进行绝缘介电强度试验时,不进行此项试验。

5.5.2 电动机的绝缘介电强度

电动机的绝缘介电强度的技术要求与试验方法应符合GB/T 7345中的相关规定。

5.6 绝缘电阻

5.6.1 驱动器的绝缘电阻

驱动器中除不能承受试验电压的电路外,检查试验点对保护接地端之间的绝缘电阻应不小于 50 MΩ;在极限高温条件下绝缘电阻应不小于 10 MΩ;恒定湿热试验时绝缘电阻应不小于 1 MΩ。

驱动器的绝缘电阻测试应在驱动器不通电的状态下进行。绝缘电阻检查选用兆欧表进行检测,兆欧表的电压等级按照表 3 的规定选取。对于不能承受兆欧表电压等级的元器件,测量前应将其短接或拆除。

表 3 试验仪器的电压等级

额定电压 U_e V	兆欧表的电压值 V
$U_e < 500$	500
$500 \leq U_e < 1\ 000$	1 000
$U_e \geq 1\ 000$	2 500

注 1: 驱动器与电动机一体安装的伺服系统,其绝缘电阻试验条件由产品专用技术条件规定。

注 2: 对于电路接机壳的驱动器,无法进行绝缘电阻试验时,不进行此项试验。

5.6.2 电动机的绝缘电阻

电动机的绝缘电阻技术要求与试验方法应符合 GB/T 7345 中的相关规定。

5.7 通电操作试验

5.7.1 系统功能试验

伺服系统的控制功能、保护和监控功能应符合产品专用技术条件的规定。

伺服系统应具备故障保护和状态监控功能,保护功能可以包括(但不限于)下列诸项:过电流保护、过载保护、过热保护、电源过/欠压保护、泵升电压保护、超速保护、电源缺相保护和传感故障保护等。

试验时伺服系统在额定电源电压下运行,通过外部模拟装置或其他方法检验伺服系统的各种功能(控制、保护等功能)是否符合要求。

5.7.2 高温连续运行试验

驱动器在规定的电源条件和最高环境温度下连续运行,并且伺服系统的各种动作、功能应正确无误。

试验时伺服系统在额定电源电压下。在规定的最高工作环境温度和规定的转速范围内空载连续运行,通过外部模拟装置或其他方法使伺服系统经历正反转、起停及 $n_{min} \sim n_N$ 等各种动作。在整个试验过程中伺服系统工作应正常,连续运行的时间应符合产品专用技术条件的规定,但对连续工作制的伺服系统应不小于 24 h。

5.8 工作区

伺服系统的工作区由连续工作区和短时工作区组成,在产品专用技术条件中应给出具体的工作区图。

5.8.1 连续工作区

伺服系统在速度控制方式下,转速选择 $D \cdot n_N$ 、 n_N 、 n_{max} 三点,施加对应的负载转矩运行,结果应符合产品专用技术条件的要求。

5.8.2 短时工作区

伺服系统在速度控制方式下,按照产品专用技术条件规定的短时工作时间和短时允许的过载倍数,转速选择 n_N 、 n_{max} 两点,结果应符合产品专用技术条件的要求。

5.9 正反转速差率

伺服系统在额定电源电压,额定转速下空载运行,测量电动机正、反两方向的转速平均值,按式(1)计算伺服系统的正反转速差率,结果应符合产品专用技术条件的规定。

5.10 系统效率

伺服系统的效率应符合产品专用技术条件的规定。

伺服系统在额定转速、额定负载的条件下,运行至稳定工作温度,测量驱动器输入的有功电功率(交流输入电源侧如有匹配变压器,在变压器副边测量)和电动机输出的机械功率。

5.11 转速调整率

5.11.1 要求

伺服系统在规定的最低温度和最高温度下,测出电动机随温度变化的转速调整率;在规定的供电电源电压的下限值变化到上限值,测出随电压变化的转速调整率;在负载由空载变化到额定负载,测出随负载变化的转速调整率,应符合产品专用技术条件的规定。

5.11.2 温度变化的转速调整率

伺服系统在空载条件下放置于人工气候箱中,在 20 °C 温度下将电动机转速调至额定转速 n_N ,然后将温度调至最低工作温度,热平衡后测出电动机转速 n_1 ;再将温度调至最高工作温度,达到热平衡后测量此时电动机的转速 n_2 ,按式(2)计算温度变化的转速调整率(取最大值)。

5.11.3 电压变化的转速调整率

伺服系统在空载条件下,调节伺服系统的输入电源电压,在额定输入电压时将电动机转速调至额定转速 n_N ,将伺服系统的输入电源电压调到规定的上限值,记录此时的转速 n_1 ,然后将输入电压调到规定的下限值,再测出电动机转速 n_2 。用式(2)计算电压变化的转速调整率(取最大值)。

5.11.4 负载变化的转速调整率

伺服系统在空载条件下,将电动机转速调至额定转速 n_N ,然后再加载至额定负载,记录此时的转速 n_1 。用式(2)计算负载变化的转速调整率。

5.12 位置跟踪误差

伺服系统的位置跟踪误差(包括稳态位置跟踪误差与动态位置跟踪误差)应在产品专用技术条件中做出规定。

试验时,驱动器在位置控制模式下工作,输入位置指令信号,测量驱动器的偏差计数器的值。

5.13 转矩波动

伺服系统转矩波动应符合产品专用技术条件的规定。

伺服系统在给定转速下,对电动机施加连续工作区中规定的最大转矩,测量并记录电动机在一圈中输出转矩,找出最大转矩 T_{\max} 和最小转矩 T_{\min} ,按式(3)计算伺服系统的转矩波动系数。

5.14 转速波动

伺服系统在空载条件下额定转速时的转速波动应符合产品专用技术条件的规定。

伺服系统工作在速度控制模式下,在额定转速、空载条件下测试并记录转速,找出最大转速 n_{\max} 与最小转速 n_{\min} ,按式(4)计算伺服系统的转速波动系数。

5.15 转速变化的时间响应

伺服系统空载条件下,对转速指令输入阶跃信号,转速变化的时间响应过程中响应时间、超调量和建立时间,均应符合产品专用技术条件的规定。

试验时使伺服系统处于空载零速状态下,输入对应额定转速 n_N 的阶跃信号,记录正阶跃输入的时间响应曲线,读出响应时间、建立时间和瞬态超调并计算出超调量。在稳态的 n_N 转速下,输入信号阶跃到零,记录负阶跃输入的时间响应曲线,读出响应时间、建立时间和瞬态超调并计算超调量。

5.16 频带宽度

伺服系统速度闭环的频带宽度应符合产品专用技术条件的规定,并应说明是幅度下降到-3 dB 的频带宽度,还是 90°相移的频带宽度。

试验时,驱动器工作在速度模式下,输入正弦波转速指令,其幅值为额定转速指令值的 0.01 倍,频率由 1 Hz 逐渐升高,记录电动机对应的转速曲线,随着指令正弦波频率的提高,电动机实际转速的波形曲线对指令正弦波曲线的相位滞后逐渐增大,而幅值逐渐减小。相位滞后增大至 90°时的频率作为伺服系统 90°相移的频带宽度;幅值减小至 $1/\sqrt{2}$ 的频率作为伺服系统-3 dB 频带宽度。

5.17 惯量适应范围

伺服系统的惯量适应范围应符合产品专用技术条件的规定。

电动机在最低转速,带最大允许的惯量负载条件下,测量其转速波动不应超过规定值,逐渐转速升高到额定值,伺服系统应工作正常。

5.18 静态刚度

位置伺服系统的静态刚度应符合产品专用技术条件的规定。

位置伺服系统处于空载零速锁定状态,用满足精度要求的轴角传感器检测电动机轴角位置,选定这时的电动机轴角为参考零位。用滑轮盘挂砝码、测力扳手或测力计的方法对电动机施加正反向转矩,转矩达到连续工作区规定的最大转矩后,测量电动机轴角位置对参考零位的偏移量 $\Delta\theta$ 。按式(6)计算伺服系统的静态刚度。试验应在三个不同的轴角位置,正向和反向共测量六组数据,取最大值。

5.19 噪声

伺服系统在额定电源电压下空载运行时,其 A 计权声功率级的噪声限值应符合产品专用技术条件的规定。

噪声的测试按 GB/T 10069.1 规定的要求进行。

5.20 低温

5.20.1 低温工作

伺服系统应能承受规定的极限工作低温试验。达到稳定温度后,伺服系统应能正常工作。

试验时,伺服系统置于气候箱内,按 GB/T 2423.1—2001 中 Ad 的方法进行试验,温度降至极限工作低温,温度达到稳定后,伺服系统启动工作,在额定转速下空载运行不少于 2 h。

5.20.2 低温贮存

伺服系统应能承受规定温度的低温贮存试验。试验时间为 2 h,恢复到正常的试验大气条件后,伺服系统应能正常工作。

试验时,伺服系统不通电置于气候箱内,按 GB/T 2423.1—2001 中 Ad 的方法进行试验,温度降至规定的温度并保持 2 h 后,恢复到正常的试验大气条件,然后通电,伺服系统在额定转速下空载运行无误。

5.21 高温

5.21.1 高温工作

伺服系统应能承受极限工作高温试验。达到稳定温度后,驱动器应能驱动电动机在额定转速下空载运行不少于 2 h。

试验时,伺服系统置于气候箱内,按 GB/T 2423.2—2001 中 Bd 的方法进行试验,温度升到规定的温度,达到热平衡后,电动机在额定转速下空载运行,并维持箱内温度不低于规定的温度,连续运行不少于 2 h。

5.21.2 高温贮存

伺服系统应能承受规定的高温贮存试验。试验时间为 2 h,恢复到正常的试验大气条件后,驱动器

应能正常驱动电动机在额定转速下空载运行。

试验时,伺服系统不通电置于气候箱内,按 GB/T 2423.2—2001 中 Bd 的方法进行试验,温度升到规定的温度,达到热平衡并保持 2 h 后,恢复到正常的试验大气条件,然后通电,伺服系统在额定转速下空载运行无误。

5.22 振动

电动机的振动技术要求与试验方法应符合 GB/T 7345 中的相关规定。

驱动器在三个轴向上应能承受表 4 规定的振动试验,按 GB/T 2423.10 中的方法进行振动试验,试验后驱动器电气性能不受到影响,不应有机械上的损坏、变形和紧固部位的松动现象,通电后应能正常工作。

表 4 振动试验

频率范围	振 幅	加 速 度	振动持续时间	
			一次扫频时间	扫频次数(每方向次数×方向数)
$10 \text{ Hz} \leq f \leq 57 \text{ Hz}$	0.035 mm	—	10 min	10×3
$57 \text{ Hz} \leq f \leq 150 \text{ Hz}$	—	5 m/s^2		

5.23 冲击

电动机的冲击技术要求与试验方法应符合 GB/T 7345 中的相关规定。

驱动器试验时,按正常工作方式紧固在冲击台上,按 GB/T 2423.5 中相关试验方法进行试验。试验严酷度为:峰值加速度: 15 m/s^2 ,脉冲持续时间:11 ms,冲击次数为 3 次。试验后,驱动器不应出现机械损伤或紧固件松动,且通电时驱动器应能正常驱动电动机在额定转速下空载运行。

5.24 稳态加速度

当有要求时,伺服系统应能承受规定的稳态加速度引起的结构变形。试验结束后,伺服系统零部件不应松动或损坏,且通电后应能正常工作。

稳态加速度值应从下列值中选取: 30 m/s^2 、 50 m/s^2 、 100 m/s^2 、 200 m/s^2 、 500 m/s^2 、 $1\,000 \text{ m/s}^2$ 。

试验时,伺服系统安装在试验支架上,驱动器不通电,按 GB/T 2423.15 中相关试验方法进行试验。试验应在三个互相垂直轴的六个方向进行,每个方向试验时间为 10 s 或按产品专用技术条件规定。检查伺服系统外观不应出现机械损伤或紧固件松动。通电时驱动器应能正常驱动电动机在额定转速下空载运行。

5.25 恒定湿热

伺服系统应能承受温度 $40 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度 $(93 \pm 3)\%$,历时 2 d 的恒定湿热试验。试验期满后应立即测量驱动器和电动机的绝缘电阻,应不小于 $1 \text{ M}\Omega$,检查外观应无明显的外形质量变坏及影响正常工作的锈蚀现象。伺服系统在正常大气条件下恢复 12 h 后通电,伺服系统应能正常工作。

按 GB/T 2423.3 中相关的试验方法进行试验。

5.26 电磁兼容性

5.26.1 导则

本试验要充分考虑伺服系统的 EMC 环境,当有要求时,建议由用户和制造厂共同协商制定每项试验的试验等级,以免付出不必要的代价。

5.26.2 抗扰度

伺服系统的抗扰度技术要求和试验方法应符合表 5 的规定。

试验时伺服系统在额定转速下空载运行,工作特性未有明显的变化,在规定的允差内正常工作。

表 5 抗扰度试验

项 目	适用范围(端口)					试验方法
	交流电源	直流电源	外壳	信号	接地	
电压暂降和短时中断	适用	—	—	—	—	GB/T 17626.11
直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压波动	—	适用	—	—	—	GB/T 17626.29
浪涌	适用	—	—	—	—	GB/T 17626.5
电快速瞬变脉冲群	适用	适用	—	适用	适用	GB/T 17626.4
静电放电	—	—	适用	—	—	GB/T 17626.2
辐射电磁场	—	—	适用	—	—	GB/T 17626.3
射频场感应的传导骚扰	适用	适用	—	适用	适用	GB/T 17626.6
注：“—”表示不适用。						

5.26.3 发射

按照产品的使用环境,根据 GB 4824—2004 中 1 组 A 类或 B 类设备来确定端子骚扰电压限值和电磁辐射骚扰限值。

端子骚扰电压的测试频段为 150 kHz~30 MHz,电磁辐射骚扰的测试频段为 30 MHz~1.0 GHz。

试验时伺服系统在额定电压,额定转速下空载运行,试验方法按 GB 4824—2004 的规定进行。

5.27 可靠性

可靠性指标用平均无故障时间(MTBF)衡量,具体数值应在产品专用技术条件中规定。

根据 GJB/Z 299C—2006,使用元器件计数可靠性预计法预测平均无故障时间。

可靠性试验方法应按照 GB/T 5080.1 在产品专用技术条件中做出规定。

5.28 质量

伺服系统质量应符合产品专用技术条件的规定。

用相对精度不低于 1%的衡器称取。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分类分为:

- 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规定进行。

有下列情况之一时,应进行 C 组检验,见 6.3:

- 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

从能代表相应生产阶段的产品批中抽取六台,其中四台作为试验样机,两台作为存放对比用。

注:特殊情况下可根据产品专用技术条件的规定减少样机数量。

6.2.3 检验程序

鉴定检验项目、基本顺序和样机编号由各类伺服系统产品专用技术条件参照表 6 规定进行。

表 6 检验项目及基本顺序

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		5.2	1,2,3,4	√	√
2	外形及安装尺寸		5.3	1,2,3,4	√	√
3	保护接地		5.4	1,2,3,4	√	√
4	介电性能		5.5	1,2,3,4	√	√
5	绝缘电阻		5.6	1,2,3,4	√	√
6	通电操作试验		5.7	1,2,3,4	√	√
7	工作区		5.8	1,2,3,4	√	√
8	正反转速差率		5.9	1,2,3,4	√	√
9	系统效率		5.10	1,2,3,4	—	√
10	转速调整率	温度变化	5.11.2	1,2,3,4	—	√
11		电压变化	5.11.3	1,2,3,4	—	√
12		负载变化	5.11.4	1,2,3,4	—	√
13	位置跟踪误差		5.12	1,2,3,4	—	√
14	转矩波动		5.13	1,2,3,4	—	√
15	转速波动		5.14	1,2,3,4	—	√
16	转速变化的时间响应		5.15	1,2,3,4	—	√
17	频带宽度		5.16	1,2,3,4	—	√
18	惯量适应范围		5.17	1,2,3,4	—	√
19	静态刚度		5.18	1,2,3,4	—	√
20	噪声		5.19	1,2,3,4	—	√
21	低温	低温工作	5.20.1	1,2	—	√
22		低温贮存	5.20.2	1,2	—	√
23	高温	高温工作	5.21.1	1,2	—	√
24		高温贮存	5.21.2	1,2	—	√
25	振动		5.22	3,4	—	√
26	冲击		5.23	3,4	—	√
27	稳态加速度 ^a		5.24	3,4	—	√
28	恒定湿热		5.25	1,2	—	√
29	电磁兼容性	抗扰度	5.26.2	1,2,3,4	—	√
30		发射	5.26.3	1,2,3,4	—	√
31	可靠性		5.27	1,2,3,4	—	√
32	质量		5.28	1,2	—	√

注：“√”表示进行该项目检验，“—”表示不进行该项检验。

^a 根据伺服系统用途和环境条件,当有要求时才进行的检验项目。

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

当鉴定部门确定某台样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)该台样机的所有项目。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。

6.2.5 同类型产品鉴定检验

当某一类同规格的两个及两个以上型号的伺服系统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 的规定。任一台样机的任一项目不合格,则其所代表的该型号的伺服系统鉴定检验不合格。本检验不允许样机替换。

若鉴定检验合格,则同时提交的所有型号的伺服系统均鉴定检验合格。

对此后制造的同类同规格的其他型号伺服系统或对原型号设计更改的伺服系统应进行差异性鉴定检验,差异性鉴定检验合格,则认为该型号伺服系统鉴定检验合格。

6.3 质量一致性检验

质量一致性检验分为 A 组和 C 组检验:

- a) A 组检验是为了证实产品是否满足常规质量要求所进行的出厂检验。
- b) C 组检验是周期性检验。

6.3.1 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—2003 中检验水平 II,一次抽样方案进行,接收质量限(AQL 值),由用户和制造商协商选定。

逐台检验中,伺服系统若有一项或一项以上不合格,则该伺服系统为不合格品。

抽样检验中,A 组检验合格,则除抽样中的不合格品之外,应视为整批合格;若 A 组检验不合格,则整批不合格,由制造商消除缺陷并剔除不合格品后,再次提交 A 组检验。

6.3.2 C 组检验

C 组检验项目及基本顺序按表 6 规定进行。

6.3.2.1 检验时机和周期

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;

d) 政府或行业监管产品质量或用户要求时。

C 组检验周期除另有规定,每两年应至少进行一次。

6.3.2.2 检验规则

C 组检验项目及基本顺序按表 6 规定进行。

C 组检验样机从已通过 A 组检验的产品中抽取,对未做过 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。

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 总则

除非另有规定,交付的产品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 铭牌、标志

驱动器的铭牌、标志应符合 GB 7251.1—2005 中 5.1 和 5.2 的规定。

电动机的铭牌、标志应符合 GB/T 7345 的规定。

7.3 附带随机文件

附带随机文件应包括产品合格证、产品使用说明书。

7.4 包装

产品包装应符合 JB/T 8162 和 JB/T 3085 的规定,制造商应确保伺服系统通过包装能得到有效防护。

7.5 运输

包装的产品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质放在一起。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。

7.6 储存

产品应储存在清洁、通风良好的库房内,空气中不应含有腐蚀性气体。储存期分为一年、三年和五年,由制造商规定。制造商应将储存条件和储存期告知用户。

7.7 保证期

保证期系制造商就产品的正确储存和使用期限而向用户做出的承诺。

保证期是从产品出厂之日算起的存放期(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,分为一年和两年半两种,并由产品专用技术条件规定。

在正确存放和使用产品的情况下,制造商应保证伺服系统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。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
交 流 伺 服 系 统 通 用 技 术 条 件
GB/T 16439—2009

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

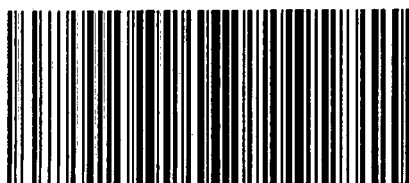
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 33 千字
2010年1月第一版 2010年1月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-39906 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 16439—2009