

|                             |
|-----------------------------|
| 文件编号                        |
| N2513-19.001-W04S-00.12-V01 |

甘肃电器科学研究院

绝缘子避雷器检测中心

# 微机伺服复合绝缘子弯扭 试验机技术要求



甘肃电器科学研究院  
Gansu Electric Apparatus Research Institute

二〇二五年八月

文件编号: N2513-19.001-W04S-00.12-V01

甘肃电器科学研究院  
绝缘子避雷器检测中心

# 微机伺服复合绝缘子弯扭 试验机技术要求

(签字页)

编制:

---

审核:

---

批准:

---

日期:

---



甘肃电器科学研究院  
Gansu Electric Apparatus Research Institute

# 目录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1. 概述 .....                | 1  |
| 2. 执行标准 .....              | 1  |
| 3. 试品及使用环境条件 .....         | 2  |
| 4. 成套装置的组成 .....           | 3  |
| 5. 主要技术指标及技术要求 .....       | 3  |
| 5.1 主要技术指标 .....           | 3  |
| 5.2 主要功能要求 .....           | 5  |
| 6. 验收标准 .....              | 7  |
| 6.1 验收标准 .....             | 7  |
| 6.2 需要的图纸 .....            | 7  |
| 6.3 油漆和防锈要求 .....          | 8  |
| 6.4 备品备件及专用工具与仪器仪表要求 ..... | 8  |
| 6.5 工厂检验 .....             | 8  |
| 6.6 供货方自行验收情况 .....        | 9  |
| 6.7 安装设计所需的图纸和说明。 .....    | 9  |
| 7. 设备的质量保证措施及售后服务的承诺 ..... | 10 |
| 8. 设备包装与运输 .....           | 11 |
| 8.1 包装 .....               | 11 |
| 8.2 运输 .....               | 12 |

# 甘肃电器科学研究院 绝缘子避雷器检测中心 微机伺服复合绝缘子弯扭试验机技术要求

(文件编号: N2513-19.001-W04S-00.12-V01)

## 1.概述

(1)针对甘肃电器科学研究院电工产品综合检测试验研究基地 12#厂房绝缘子避雷器检测中心的机械性能试验提出本设备技术要求。本技术要求提出了采购设备的功能、安装、试验等方面的技术要求;

(2)本技术要求提出的是最低限度的技术要求,并未对一切技术细节做出规定,也未充分引述有关标准和规范。供应商应提供符合本技术要求和相对应标准的优质产品;

(3)如果本技术要求与国家或行业标准规范有冲突,设备制造商应在制造设备前,用书面形式将冲突和解决办案告知采购方,并经采购方确认后,才能进行设备制造;

(4)该设备用于交流 330kV 及以下电压等级的支柱绝缘子、空心绝缘子、套管、避雷器外套等试样的弯曲、扭转、压缩负荷试验,设备制造商必须有同类型产品丰富的设计、生产经验,并有相当数量的运行业绩,不容许分包,供方投标时应提供业绩证明文件。

## 2.执行标准

制造厂在设计及生产过程中应遵循以下国家及行业相关标准及规范,但不限于此:

|                  |                               |
|------------------|-------------------------------|
| GB/T 2611-2007   | 试验机通用技术要求                     |
| GB/T 16491-2008  | 电子式万能试验机                      |
| GB/T 775.3-2006  | 绝缘子试验方法 第 3 部分:机械试验方法         |
| GB/T 8287.1—2008 | 标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子第 1 |

部分：瓷或玻璃绝缘子的试验

GB/T 8287.2-2008 标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子第 2 部分：尺寸与特性》

GB/T 21429-2008 户外和户内电气设备用空心复合绝缘子定义、试验方法、接受准则和设计推荐；

GB/T 25096-2010 交流电压高于 1000V 变电站支柱复合绝缘子定义、试验方法及接受准则

GB/T 1001.1-2021 标称电压高于 1000V 的架空线路绝缘子第一部分交流系统用瓷或玻璃绝缘子元件—定义、试验方法和判定准则》

GB/T 22079-2008 标称电压高于 1000V 系统用户内和户外聚合物绝缘子—一般定义、试验方法和接收准则

GB/T 20142-2006 标称电压高于 1000V 的交流架空线路用线路柱式复合绝缘子--定义、试验方法及接收准则

GB/T 11032—2010 交流无间隙金属氧化物避雷器

JJG 139-2014 拉力、压力和万能试验机检定规程

GB 8170-2008 数值修约规则

### 3.试品及使用环境条件

被试品高度：200mm～3000mm；

被试品安装方式：立式固定安装；

安装地点：户内；

海拔高度：≤1200m；

环境温度：5℃～+40℃；

平均相对湿度：<90%（+25℃时）；

供电电源：AC380V±10%， 50Hz±5%。

## 4.成套装置的组成

该设备的全系统通常由下列主要单元组成（不限于这些单元）：

|               |     |
|---------------|-----|
| 试验机主机承载框架     | 1 套 |
| 伺服弯曲装置        | 1 套 |
| 伺服扭转装置        | 1 套 |
| 测力传感器 100kN   | 1 套 |
| 测力传感器 200kN   | 1 套 |
| 扭矩传感器 20kN. m | 1 套 |
| 升降装置          | 1 套 |
| 中央控制台         | 1 套 |
| 计算机控制系统       | 1 套 |
| 试验机控制系统       | 1 套 |
| 终端一体机操作台      | 1 套 |
| 防护罩           | 1 套 |

上述组件仅是成套系统的最低要求,不是成套装置的全部,制造厂家首先应考虑系统能正常运行及满足试验必备参量所需的其它组件,其次考虑到该装置涉及多种试验方式下的需满足的各种试验参量,制造商应充分统筹考虑满足各种试验方式下各个参量对应各组件之间的兼容性及耐久性。最后在满足技术参数的前提下也可根据自己的技术能力进行各个系统对应组件的优化组合,提供更先进的技术方 案,以上组件应优先选用知名品牌,有良好的试验室运行业绩。

## 5.主要技术指标及技术要求

### 5.1 主要技术指标

| 技术规格     | 技术参数                                     |
|----------|------------------------------------------|
| 最大弯曲负荷   | 100 kN · m（最大 3.3kN×3m，50kN×2m，100kN×1m） |
| 弯曲负荷测量精度 | 优于±1%                                    |
| 弯曲有效测量范围 | 1%～100%                                  |

|                        |                                                |
|------------------------|------------------------------------------------|
| 量程                     | 弯曲负荷：（0~100）kN，扭转负荷：20kN·m;数字显示试验负荷及最大值（峰值）保留。 |
| 最小分度值                  | 20N                                            |
| 示值误差                   | ±1%R.O                                         |
| 弯曲加载行程                 | 0mm~600mm                                      |
| 试品高度                   | 0.2m~4m                                        |
| 单个试品最大直径               | 500mm                                          |
| 弯曲转换方式                 | 四点方向，90°转换                                     |
| 弯曲位移测量范围               | 0~600mm                                        |
| 弯曲位移测量精度               | 优于±1%F.S                                       |
| 弯曲位移分辨率                | 0.01mm                                         |
| 弯曲位移速度                 | (0~300)mm/min                                  |
| 弯曲/扭转负荷保载              | 保载时间任意设定，满足保载时间≥96 小时试验                        |
| 弯曲试验试品由于弯曲造成的受力点随动下移空间 | 0-260mm                                        |
| 最大扭矩                   | 20kN·m                                         |
| 扭转角度                   | 双向 360° 无限制                                    |
| 扭转负荷测量精度               | ±1%以内                                          |
| 扭转角度测量精度               | ±1°                                            |
| 扭转负荷测量范围               | 1%~100%                                        |
| 扭转位移测量精度               | ±1%                                            |
| 转盘空转阻力                 | ≤50kN·m                                        |
| 压缩试验力                  | 200kN                                          |
| 压缩测量精度                 | ±1%以内                                          |
| 扭转试验初始位置               | 转盘任意位置均可作为扭转试验初始位置                             |
| 工作平台                   | 封闭式，工作转盘强度可靠,使用中不应有变形                          |
| 机架                     | 安全系数大于 2 以上,使用中最大变形量小于 5mm,,测量值与实际值偏差不大于 1%;   |
| 弯曲试验                   | 能自动进行四方向抗弯试验;试品方便安装,工作台固定孔间距可方便调节;             |
| 扭转试验                   | 工作不承受附加力,处于纯扭转状态;                              |

|      |                                                   |
|------|---------------------------------------------------|
| 曲线   | 能显示和记录负荷、时间、变形、角度及负荷时间曲线、负荷变形曲线、负荷度曲线，能显示并保持峰值；   |
| 保护功能 | 对过载、位移具有故障提示和保护功能；                                |
| 工作盘  | 500mm、法兰 16 等份，可调 T 型螺母上安装孔为 M12、M14、M16、M18、M20  |
| 加高工装 | 加高工装：配 M10、M12、M14、M10 T 型螺母各 4 件及 30mm 强度 8.8 螺栓 |
| 标定工装 | 1 套（压、扭、弯）                                        |

## 5.2 主要功能要求

该设备除满足正常执行标准以及上述技术指标外，还应满足以下特殊的、关键性的技术要求：

5.2.1 设备制造商应提供主机框架有限元分析计算报告，必须按国标对试验机的结构和功能要求来进行设计，充分分析温湿度、蠕变等因素条件下设备主体设计方案的正确性，主机机架在最大弯矩时变形 $\leq 5\text{mm}$ 。设备上的托板、夹头、防护板等，按标准配置。

5.2.2 弯曲加载采用电动伺服闭环控制方式。伺服电机带动滚珠丝杠旋转，直线导轨作为导向组件，力传感器作为闭环力值反馈原件，并配有相应结构用以防止力传感器在试品大角度弯曲时对力传感器施加的竖直向上的分力而造成的力值漂移。

5.2.3 扭转加载采用电动伺服闭环控制方式。伺服电机通过减速机带动蜗轮蜗杆副，继而带动转盘旋转，由升降平台上的扭矩传感器作为闭环扭矩值反馈原件。

5.2.4 压缩试验加载采用电动伺服闭环控制方式。伺服电机通过减速机升降平台的驱动滚珠丝杆旋转产生向下的压向力，由升降平台上的力传感器作为闭压向力值反馈原件。

5.2.5 设备的关键单元、电机、负荷传感器、位移传感器等）应优先采用进口知名品牌。同时，设备制造商应有充分的计算分析及措施。

5.2.6 计算机采用知名品牌，其显示器为 19 寸及以上，英特尔 i5 12 代及以上处理器，固态硬盘为 512G 容量，8G DDR4 内存（单条），系统为 win11 企业版或专业版系统。



5.2.7 弯曲试品安装法兰盘：Φ500mm（16 等份 T 型槽安装，包含：M12、 M14、M16、M18、M20 四种连接方式，含压板连接方式）；

工作法兰盘具备旋转找正试品功能及锁紧机构；

提供便利的扭转试验用过渡连接盘：

4 等分 12 槽口和 4 等分 10 槽口的过渡连接盘 1 件；

4 等分 14 槽口和 4 等分 18 槽口的过渡连接盘 1 件；

提供高强度螺栓 8.8 级一批：包含 M12、M14、M16、M18、M20 各 50 个；

5.2.8 施力装置的高度和位置连续可调，上下和水平移动调节试验空间和试验位置，具有手动和远程控制两种功能并显示高度；附带可升降工作平台。

5.2.9 弯曲试验试品由于弯曲造成的受力点随动下移的随动机构：要考虑到不同材料的试品在弯曲负荷下其高度方向的变形弧度的随动空间，随动空间大于 260mm；

5.2.10 安全防护装置：

机架前可移动安全防护装置一套，防护网高度：≥2.5 m

试样断裂保护装置 1 套：弯扭试验机应具有当产品破坏时的保护装置，应对弯扭设备两侧和底部加强安全保护装置（包括对工作盘裸露在外面及锁紧装置的防护功能，底部铺设橡胶垫），防止试验中试品损坏后掉下损坏设备或造成人员伤害；

5.2.11 试验控制采用流程图式设计，试验控制方式简单明了，分级加载模式采用每级输入目标值+加载速率+保持时间，杜绝采用复杂的指令集进行流程控制，通过计算机进行操作，可以实现试验负荷、位移的等速率控制。

实时显示各类试验数据，并实时绘制时间—试验负荷、时间—位移、位移—试验负荷等常规曲线。设备应具有试验全过程监控、自动全程测量并采集存储处理试验数据、自动绘制试验曲线及打印报告的功能。

设备应具有调零、平稳连续加载、平稳连续加载至样品破坏、设定规定负荷和时间后自动保持规定负荷到规定时间并平稳卸载、以及无级调速等功能；加载部件位置信息严禁在非调试模式下清零，变形值和力值可在试验模式下清零。

5.2.12 试验机控制仪表应安装抗干扰装置（电磁干扰和地电位抬高保护：控制、测量系统有防电磁干扰），确保试验数值的准确性。

5.2.13 设备整体的设计应充分考虑试品突发破坏时的工况，这些破坏工况包括正常的破坏试验和非正常的破坏情况（如在持续保载试验中不期望的破坏），设备（含

软件)应具有各种设备安全和试验安全完整的保护功能,以保证人员及测量控制系统的安全。

5.2.14 设备及其部件应选用符合国家规定的节能环保型产品。

5.2.15 设备可有近控和远控两种方式:远控为计算机控制,近控为遥控器控制方式,具备但不限于升降平台、水平移动平台、旋转工作台旋转的动作。

5.2.16 设备应具有联接互联网的能力。

## 6.验收标准

### 6.1 验收标准

#### 6.1 校准要求

需方委托第三方计量机构进行校准,应满足表中的要求

| 校准参量 | 要求值                                         |
|------|---------------------------------------------|
| 弯曲负荷 | 5kN、10kN、20kN、50kN、80kN、100kN [±1%) ]       |
| 扭转负荷 | 1kN·m、3kN·m、5kN·m、10kN·m、20 kN·m<br>[±1%) ] |
| 压缩负荷 | 10kN、20kN、40kN、100kN、160kN、200kN [±1%) ]    |

#### 6.2 调试验收

参照技术协议要求验收,调试验收主要验收设备的各项功能(技术参数以校准证书为依据),并出具调试报告。调试验收项目包括:

1) 外观检查:检查箱体表面整体完好性,电镀件和喷漆件不得有脱落,电气线路整齐有序,各项功能正常。

配件完整齐全。

### 6.2 需要的图纸

1) 组装图:设备组装后的外形图,包括:外形尺寸、重心、重量、运输尺寸和重量、接地板位置和尺寸。

2) 基础图:包括作用在基础上力的情况的负载图,地脚螺栓的位置和尺寸。

3) 铭牌图:主要额定数据、接线图等。

4) 测量、信号和保护回路图:显示系统连接;控制和报警回路,应显示供货方建议连接到采购方控制系统的信号。

- 5) 系统附件安装设计所需的图纸和说明。
- 6) 成套装置所需电力容量设计图, 作为采购方提供满足电力需求的依据。

### 6.3 油漆和防锈要求

1) 产品及附件除有色金属和镀锌铁件外, 所有金属件外表面均应在发运前短期内除锈喷漆, 并采取措施防止运输和安装中漆层剥落与变质。产品安装完毕后补漆, 必要时重新喷一次漆。

2) 金属表面在未生锈之前, 应涂一层金属底漆。底漆应具有良好的防腐和防潮性能, 底漆的干漆层厚度不小于 0.04mm, 表层漆应与底漆相容一致, 并对户外各种自然力具有良好耐久性能。

3) 附件的内表面至少要涂一道底漆和一道淡色面漆或瓷漆。

4) 底盘表面应涂以标准的浅色漆或者涂高温清漆。

5) 所有外表面至少要涂一道底漆和二道面漆。底漆和面漆的干漆层厚度不应小于 0.125mm, 其中至少 50% 为表层瓷漆, 并有足够的弹性以耐受各种温度变化, 耐剥落且不褪色。面漆颜色待定, 如供货方的标准面漆与规定的不同时, 供货方应提交其标准面漆的详细资料, 以取得采购方的同意。

### 6.4 备品备件及专用工具与仪器仪表要求

1) 投标应提供产品所需的备品备件及专用工具与仪器仪表。

2) 供货方应向采购方推荐产品正常运行中易损的备品备件及专用工具与仪器仪表的名称和数量, 并列出易损件清单, 清单内包括但不限于型号、单价和总价, 以供采购方参考和选购。

3) 供货方所提供的备品备件应与产品的相关部件具有可互换性, 且具有相同的规格、试验和材质。其专用工具与仪器仪表也必须是全新的、先进的且须附有详细使用说明资料。

4) 所有备品备件及专用工具与仪器仪表应按要求包装。

### 6.5 工厂检验

1) 采购方有权派遣其检验人员到供货方及其分包商的车间场所, 对合同设备的

加工制造进行检验；

2) 如有合同设备经检验和试验不符合技术规范的要求，采购方可以拒收。更换被拒收的货物，或进行必要的改造使之符合技术规范的要求，采购方不承担上述的费用；

3) 采购方参加工厂检验的代表不签署质量证明。采购方人员参加工厂检验不能解除供货方的责任，同时不能替代到货后采购方的检验。

4) 供货方应在设备开始制造前 15 天，用书面形式通知采购方计划检验日期。采购方将根据设备的交货期，派出若干人到工厂，验证设备的组装、工厂试验及装箱等情况。采购方将派出技术人员前往供货方和(或)其分包商生产现场，以观察和了解该合同设备工厂试验的情况及其运输包装的情况。发现任一货物的质量不符合合同规定的标准，或包装不满足要求，采购方代表有权发表意见，供货方应认真考虑其意见，并采取必要措施以确保待运合同设备的质量，现场验证检验程序由双方代表共同协商决定。

## **6.6 供货方自行验收情况**

若采购方不派代表参加上述试验，供货方在接到采购方关于不派员通知后，自行组织检验。

6.6.1 设备交货期为 90 天，发货时间以采购方通知为准。

6.6.2 验收准备：

1) 设备由供货方提供交钥匙服务，负责设备正常运行前的所有其它工作，供货方提供免费的操作、维修培训。

2) 验收前提供资料：

## **6.7 安装设计所需的图纸和说明。**

6.7.1 说明书应包括下列内容：

简述结构、接线、设计等。

安装、运行、维护、修理调整、包括附件的完整说明和数据。

所有附件的全部部件序号的完整资料。

设备外购件结构、调试方法和说明。

其他附件的资料和说明，如：控制台原理接线图等。

试验报告应包括下列内容

主要部件出厂和合格证；

主要材料等的合格证。

#### 6.7.2 其他技术资料

供货方应提供下列用于设备监造和检验、现场安装和调试以及运行维护方面的图纸、说明书和有关技术资料。这些图纸和文件资料必须经过有关程序批准并加盖工厂公章或签字。

产品和主要零部件合格证书；

产品和主要零部件试验报告；

产品安装使用说明书；

运行、检修手册及其有关资料；

提供测量设备及仪表的国家授权第三方校准证书。

随机备品备件清单；

专用工具及仪器仪表清单；

装箱清单。

验收程序

设备验收分预验收和终验收，分别在制造厂家和采购方单位进行，预验收所需检测仪器工具、试样等由供货方配备。

在设备所有部件都具备开机运行的条件下，供货方以书面形式通知采购方进行在设备进行预验收，并对技术人员、操作人员、维护人员进行初步培训。

在采购方工厂安装、调试完毕后，对技术人员、操作人员、维护人员等有关人员进行培训，有关人员能够熟练操作及维护设备，运行正常后进行终验收。

## 7.设备的质量保证措施及售后服务的承诺

7.1 本装置为“交钥匙”工程，供方对设备的性能及可靠性负责，并对设备的设计、制造、运输、安装、调试培训、维修负责，为采购方做 3-5 次的试验操作，并且使采购方的操作人员达到熟练操作设备的程度，并负责对采购方维护人员的培训。

7.2 设备元器件及配套，应采用国内外知名（或合资、外资）企业生产的性能优良质量可靠的产品，并通过长期使用已经验证了的产品。在设计和制造过程中将严格执行国家有关技术标准。

7.3 本设备的质保期调试完成后一年，质保期内因设备设计制造原因而造成设备零部件的损坏和失效，供方免费予以更换和修复。

7.4 质保期满后,供方将对设备提供长期终身维修及技术服务，并免费对设备控制程序进行升级。

7.5 提供设备正常生产一年用的易损备件。

7.6 设备最终验收后，24 个月质保期内供方实行“三包”服务，正常使用过程中故障所产生的任何费用均由供货方承担。在保修期内要求厂家或代理商，提供 24 小时内到位服务。在保修期后，厂家或代理商也必须提供技术和零部件服务保障。

7.7 具有可靠的技术培训和应用支持能力，可随时接受采购方的软件操作、设备维护等方面的咨询要求。

7.8 当采购方遇到有关使用的技术问题时，供货方以到现场、电话、邮件等方式 24 小时内做出积极解答。

7.9 设备使用寿命>25 年。

7.10 质保期满后，供方应继续承担技术支持和维修件的优惠供应责任。

## **8.设备包装与运输**

### **8.1 包装**

8.1.1 供货方必须根据国家标准和采购方的实际运输和吊装条件，将产品本体和所有零部件采用适合于铁路或公路长途运输的包装箱进行包装，并应将全套安装使用说明书、产品合格证明书、产品外形尺寸图、运输尺寸图、产品拆卸件一览表、装箱单、铭牌图或铭牌标志图以及备品备件一览表等包装好，防止受潮。

8.1.2 供货方应负责将设备安全运到设备安装现场。供货方应采取安全措施，做到设备在任何运输过程中可能受到的最大加速力所产生的冲击力而不松动、不损坏、不变形。供货方应在装运前在设备上安装具有记时功能的三维冲击记录仪，以检验设

备在运输中是否发生过严重的碰撞。到达目的地时，应检查记录，到达现场再检查一次。设备应满足运输尺寸、重量及公路运输时倾斜 15° 等运输条件的要求，并能承受运输中的冲撞，当冲撞加速度不大于 3g 时，应无任何松动、变形和损坏。

8.1.3 装运件应满足运输尺寸、重量及公路运输时倾斜 15° 等运输条件的要求，并能承受运输中的冲撞，当冲撞加速度不大于 3g 时，应无任何松动、变形和损坏。

8.1.4 所有部件的装运，应做到在现场便于卸货、搬运和安装。为了安全地搬运和安装，供货方应提供吊钩或起吊装置及吊索布置图。

8.1.5 笨重部件或设备必须装在托架上。凡是在运输过程中容易松散的物件都应装箱并捆牢。

8.1.6 备品备件和专用工具、仪表须单独包装，并有明显标记。

8.1.7 产品的大件和重件需在运输文件中附上尺寸图和重量，并提供起吊图纸和说明，包装箱上应有起吊标志。

8.1.8 包装箱应连续编号，不能有重号。包装箱面上供货方应按下述内容写上不退色的醒目标签：合同号、目的站名称、收货人及代号、设备名称和项目号、箱号、毛重与净重、外形尺寸。包装箱外面应标上“重心”、“起吊点”、“小心搬运”、“正面向上”、“防止受潮”、“勿倒”、“勿倾斜”、“防火”等字样。

8.1.9 供货方提供的技术文件的包装内外表面上应有：“合同号、收货人、目的地、毛重、箱号”的标志。

8.1.10 从供货方发货至采购方收到期间，设备应完好无损。凡因包装不良及运输原因所造成一切损失应由供货方自负。

## 8.2 运输

8.2.1 供货方应负责将设备安全运到设备安装现场。

8.2.2 装运货物时，需考虑便于现场卸货、搬运和安装。

8.2.3 在设备启运时，供货方应以最快捷的方式通知采购方以下内容：

8.2.4 合同号、设备名称、件数、件号、重量、货运单号、到达站、设备发出日期。