



吉林省地方计量技术规范

JJF (吉) 44-2011

火花试验机校准规范

Calibration Specification of cable and Wire

Spark Tester

2011-03-01 发布

2011-04-01 实施

吉林省质量技术监督局 发布

火花试验机校准规范
Calibration Specification of cable
and Wire Spark Tester

JJF(吉) 44—2011

本规范经吉林省质量技术监督局 2011 年 03 月 01 日批准, 并自 2011 年 04 月 01 日起施行。

归 口 单 位 : 吉林省质量技术监督局

起 草 单 位 : 长春市计量检定测试技术研究院

本规范由长春市计量检定测试技术研究院负责解释

本规范主要起草人：

高晓波（长春市计量检定测试技术研究院）

王 磊（长春市计量检定测试技术研究院）

沙 菲（长春市计量检定测试技术研究院）

吴 悦（长春市计量检定测试技术研究院）

衣 冲（长春市计量检定测试技术研究院）

参加起草人：

刘 妍（长春市计量检定测试技术研究院）

张大为（长春市计量检定测试技术研究院）

陈 菲（长春市计量检定测试技术研究院）

刘军娜（长春市计量检定测试技术研究院）

沙 磊（长春市计量检定测试技术研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
4.1 外观	(2)
4.2 功能	(2)
4.3 试验电极	(2)
4.4 灵敏度	(3)
4.5 稳定度	(3)
4.6 保护电极	(3)
4.7 电压示值误差	(3)
4.8 直流试验电压脉动因素	(4)
4.9 绝缘电阻	(4)
4.10 工频耐压	(4)
5 校准条件	(4)
5.1 环境条件	(4)
5.2 标准器	(4)
5.3 其他条件	(5)
6 校准项目和校准方法	(5)
6.1 校准项目	(5)
6.2 校准方法	(6)
7 校准结果	(10)
8 复校时间间隔	(10)
附录 A 火花试验机校准记录	(11)
附录 B 火花试验机校准证书内页格式	(13)

火花试验机校准规范

1 范围

本规范适用于电线电缆绝缘线芯的绝缘层质量检验使用的工频火花试验机和直流火花试验机（以下统称火花试验机）的校准。不适用高频火花试验机、火花检漏仪和其他用途的火花试验机的校准。

2 引用文献

JJF 1001—1998 《通用计量术语及定义》

JJF 1059—1999 《测量不确定度评定与表示》

GB 4793.1—1995 《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求》

GB/T 3048.9—2007 《电线电缆电性能试验方法第 9 部分：绝缘线芯火花试验》

GB/T 3048.15—1992 《电线电缆、绝缘线芯直流火花试验方法》

GB/T16927—1997 《高电压试验技术》

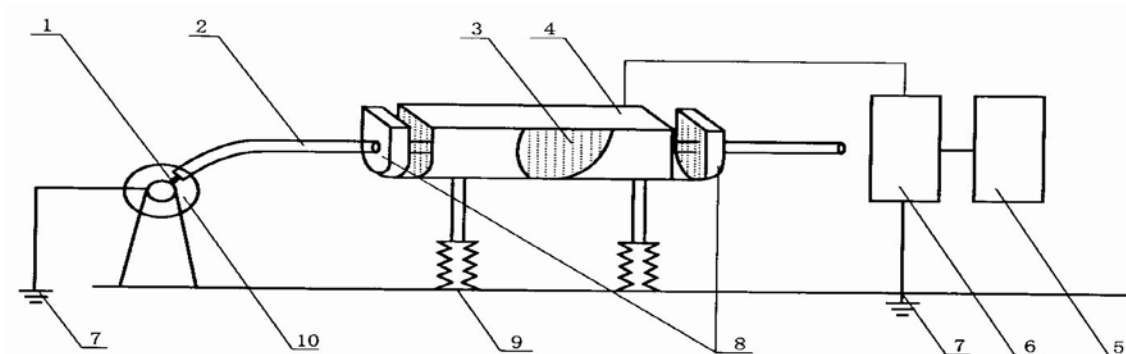
JB/T 4278.10—1993 《橡皮塑料电线电缆试验仪器设备检定方法·火花试验机》

注：使用本规范时，应注意使用引用文献的现行有效版本。

3 概述

火花试验机按其使用的高压电源（工频高压电源和直流高压电源）不同分为工频火花试验机和直流火花试验机。火花试验机用于检验电线电缆绝缘线芯的绝缘层质量（包括电线电缆试品是否绝缘不良、绝缘材料是否有气孔或漏铜）。工频高压电源一端接地（按使用说明书或有关规定确定接地端），直流高压电源正极接地，负极由一根低电容的非屏蔽电线与试验电极相连接。

火花试验机由高压电源（试验电压源）、试验电极、保护电极、电压指示仪表、试验控制装置、击穿指示器、击穿报警装置等组成。见图 1 所示。



图中： 1—试样导体；2—被试绝缘线芯（电线）；3—试验电极；4—试验电极箱；5—试验控制装置；6—试验电压源；7—接地；8—保护电极；9—绝缘子；10—收线盘。

图1 火花试验机示意图

4 计量特性

4.1 外观

4.1.1 火花试验机的外观指示应清晰，不应有影响使用的明显缺陷。

4.1.2 火花试验机的零部件装配应牢固，无明显松动现象。

4.1.3 火花试验机应有专用的接地端子，且有明显接地标识。

4.1.4 火花试验机的面板、铭牌或外壳上应有以下主要标志：产品名称、产品型号、出厂编号、生产厂名（或厂标）、生产日期、电源电压、试验电压范围、最大试品外径、最大走线速度等。

4.1.5 火花试验机应有高压电源、试验电极、保护电极、试验电压指示表、击穿计数装置、击穿报警装置等部分。

4.2 功能

4.2.1 火花试验机应有安全保护联锁装置，能在保证开启试验电极箱时，自动切断电源，且试验电极自动接地。

4.2.2 通电后火花试验机的开关、按钮、旋钮应灵活可靠。

4.2.3 火花试验机通电预热后，显示或指示应清晰完整。

4.2.4 试验电压指示为数字显示的火花试验机，其数码显示或液晶屏显示不应有重叠和缺划现象。

4.3 试验电极

4.3.1 试验电极底部应制成“V”形或“U”形，对地应保持良好绝缘，在最高试验电压

下，当绝缘子受潮时火花试验机也应正常运行，电极箱壳体应接地。

4.3.2 试验电极应为金属制成的接触式电极，可用珠链或环链，链长应大于“V”形或“U”形底部电极的深度。相邻两链的间距不小于 8mm。

4.3.3 链上的珠或环应分布均匀，表面光滑，不应有刮伤被试绝缘线芯的任何毛刺，且每一节珠或环应灵活可绕。

4.3.4 试验电极有效宽度应大于被试绝缘线芯的最大直径 30mm；试验电极的有效长度应使被试绝缘线芯的每一点通过电极下的时间不小于下列规定：

测试品通过电极的时间	测试品通过电极的最高速度
工频电源0.05s	这时间表示绝缘线芯穿过每毫米长电极的最大速度为1.2m/min
直流电源0.001s	这时间表示绝缘线芯穿过每毫米长电极的最大速度为60m/min

4.4 灵敏度

火花试验机的灵敏度要求，即当高压电源试验电极与地之间连接人工击穿装置检查时，火花试验机有击穿指示。

4.4.1 工频高压电源。将试验电极电压调到工频 3kV（有效值），当人工击穿装置的火花间隙临时被跨接短路时，稳态电流应不超过 600 μ A。

4.4.2 直流高压电源。将试验电压调到直流 5kV，当人工击穿装置接入后，其火花间隙短路状态下的稳态电流应不超过 600 μ A。

4.5 稳定性

将试验电压调到最高标称试验电压，启动人工击穿装置，使金属板和针尖间的火花间隙被连续击穿 20 次。要求火花试验机的击穿计数器应记录 20 次，对每次击穿都应准确无误的计数。

4.6 保护电极

试验电极的两端应有接地保护电极，保护电极宽度不小于试验电极的有效宽度，长度应不小于 15mm，所有珠链与环链应与试验电极一致。保护电极与试验电极之间的距离应保证在正常最高试验电压下，不发生试样绝缘表面闪络。

4.7 电压示值误差

火花试验机输出试验电压示值的允许误差限为 $\pm 5\%$ 。

4.8 直流试验电压脉动因数

直流试验电压源输出试验脉动因数，应不超过输出直流电压的 5%。

4.9 绝缘电阻

在 500V 电压下，火花试验机电源输入端对机箱外壳的绝缘电阻应不低于 10MΩ。

4.10 工频耐压

应对火花试验机电源输入端对机箱外壳进行工频耐压试验，在 1.5kV 电压下保持 1min，应无击穿和飞弧现象。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：(20±15)℃，相对湿度：≤85%。

5.1.2 电源电压：交流 (220±22)V；频率：(50±2.5)Hz。

5.1.3 校准火花试验机示值误差时应遵守的其他条件

周围应无影响正常校准工作的外界电磁干扰。

5.2 标准器

5.2.1 对标准器的准确度要求

校准时选用的标准器及辅助设备所引起的扩展不确定度 ($k=2$) 不应超过被校准火花试验机输出电压允许误差的 1/3。

5.2.2 主标准器可在以下设备中选用：

- (1) 数字高压表，准确度等级不低于 1.0 级；
- (2) 输入阻抗大于 100MΩ 的高输入阻抗测量仪表；
- (3) 电压互感器，交流电压表配套组合；
- (4) 示波器，高压探头配套组合。

5.2.3 辅助测量设备：

辅助测量设备主要包括游标卡尺、钢卷尺、通用示波器（或交流数字电压表），绝缘电阻表、人工击穿装置、高压电容、耐压测试仪等，其技术要求应满足以下要求：

5.2.3.1 部分辅助设备技术指标要求 见表 1

辅助设备名称	要求	辅助设备名称	要求

游标卡尺	200mm;分度值 0.02mm	交流数字电压表	不低于 0.5 级
钢卷尺	2m; 分度值 1mm	交流或直流微安表	不低于 1.0 级
绝缘电阻表	500V; 不低于 10.0 级	通用示波器	量程合适
耐压测试仪	(0~5)kV 5.0 级	----	----

表 1 部分辅助设备技术指标

5.2.3.2 人工击穿装置

人工击穿装置分为用于灵敏度试验与用于稳定性试验两种。

人工击穿装置由一个构成高压试验电极的金属板与一金属针、微安表、必要的限流阻抗组成。用于最小灵敏度试验的金属针针尖的锥度应不大于 60 度，直径应不大于 2mm。用于稳定性试验的金属针可用较粗的金属针，以防止针尖熔化。或采用 HB 铅笔芯代替钢针。金属极与金属针之间间隙为 (0.25 ± 0.05) mm，该间隙用 0.25mm 塞尺片调整。金属板与金属针作相对旋转运动，针尖掠过平板周期每秒一次。每次持续时间对工频火花机测试时，人工击穿持续时间为 0.025s，持续时间对直流火花试验机测试时，人工击穿持续时间为 0.005s。

用于稳定性试验的人工击穿装置能在火花试验机最高标称电压下安全使用。

5.2.3.3 高压电容

校准工频火花试验机的高压电容，额定容量 500pF，额定电压不低于工频火花机输出的最高试验电压

校准直流火花试验机的电容量不应小于 0.047 μ F，耐压不低于 3kV 的高压电容器。

5.3 其他条件

5.3.1 校准火花试验机使用的电压测试线的绝缘强度应能承受火花试验机最高标准电压，不应起电晕并不被击穿。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目 见表 2

表 2 火花试验机推荐校准项目表

1	外观和功能检查
2	试验电极检查
3	保护电极检查
4	试验电压示值误差校准
5	直流试验电压脉动因数的测量 *
6	灵敏度的试验
7	稳定度试验
8	绝缘电阻试验
9	工频耐压试验 *

注：对校准项目中带有*项目的校准为推荐校准，可按照客户的需要进行选择。

6.2 校准方法

6.2.1 外观检查及功能检查

6.2.1.1 外观、结构、标志应符合 4.1 的要求。

6.2.1.2 开启试验电极箱时，检查安全保护联锁装置，结果应符合 4.2.1 的要求。

6.2.1.3 通电后检查火花试验机的开关、按钮、旋钮，结果应符合 4.2.2 的要求。

6.2.1.4 火花试验机通电预热后，检查显示或指示，应符合 4.2.3 的要求。

6.2.1.5 电压指示为数字显示的火花试验机，检查其数码显示或液晶屏显示，结果应符合 4.2.4 的要求。

6.2.2 试验电极检查

6.2.2.1 试验电极的珠链（或环链）不得严重短缺、严重腐蚀。

6.2.2.2 用游标卡尺测量相邻两链之间的间距，结果应符合 4.3.2 的要求。

6.2.2.3 用游标卡尺测量试验电极有效宽度，用钢卷尺测量试验电极有效长度，当被试品通过工频高压电源电极的时间为 0.05s 时，经受电源电压 2.5 全周期数。按公式（1）计算被试品绝缘每点通过电极的时间。结果应符合 4.3.4 的要求。

$$t = \frac{L}{v} \times 60 \quad \text{-----} \quad \text{公式（1）}$$

式中：t-----时间，s

L-----电极有效长度，m

v -----铭牌标识的被试品最大走线速度, m/min

用钢卷尺测量电极的有效长度。当被试品通过电极的时间为 0.001s 时,按公式(2)。

计算被试品绝缘每点通过直流火花试验机电极的时间,结果应符合 4.3.4 的要求。

式中:

$$t = \frac{L}{v} \times 60 \quad \text{-----} \quad \text{公式 (2)}$$

式中: t -----时间, s

L -----电极有效长度, m

v -----铭牌标识的被试品最大走线速度, m/min

6.2.3 保护电极检查

检查保护电极是否接地,用游标卡尺测量保护电极的有效宽度、用钢卷尺测量保护电极的有效长度,结果应符合 4.6 的要求。

6.2.4 试验电压示值误差校准

6.2.4.1 校验方法

a) 采用直接测量法(标准表法)

用数字高压表作标准器校准火花试验机电压示值,按图 2 接线。

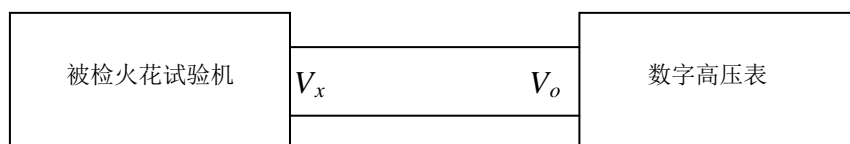


图 2 采用数字高压表作标准器校准火花试验机线路图

图中: V_x —— 火花试验机输出试验电压标称值, kV ;

V_o —— 数字高压表输出试验电压实际值(标准表电压指示值), kV 。

b) 采用电压互感器及交流电压表作标准装置校准工频火花试验机电压示值,线路图见图 3。

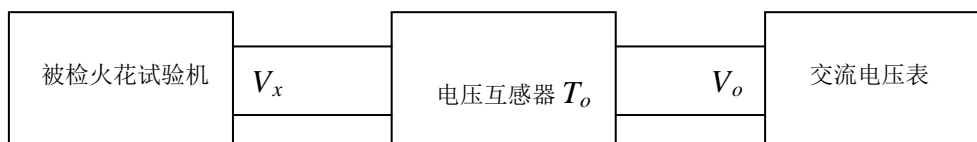


图3 采用电压互感器和交流电压表做标准装置校准工频火花试验机线路图

图中： V_x ——火花试验机输出试验电压标称值，kV；

T_o ——标准电压互感器；

V_o ——标准器输出试验电压实际值(交流电压表指示值)，kV。

6.2.4.2 试验电压示值误差校准点的选取

(a) 指针式火花试验机，对试验电压指示仪表每个带数字分度的电压值进行校验。单量程数字式火花试验机则均匀选取不少于4个点的电压值进行校准。

(b) 校准多量程数字火花试验机时，选取一个常用量程作为主要量程，均匀选取不少于4个点的电压值进行校准；其他量程则可选取量程上限、下限、及中间点进行校准。

(c) 当用户有特殊要求时，试验电压允许校验到不低于该火花试验机实际使用的最高电压，但不得低于最小灵敏度所要求的试验电压。

6.2.4.3 试验电压示值误差

校准结果重复测量2次，取其平均值作为火花试验机输出试验电压实际值，火花试验机输出交直流试验电压的示值误差用相对误差表示，如(3)式。

$$\gamma = \frac{V_x - V_o}{V_o} \times 100\% \text{-----公式(3)}$$

式中： γ ——火花试验机输出试验电压相对误差，%；

V_x ——火花试验机输出试验电压标称值，kV；

V_o ——标准器输出试验电压实际值，kV。

校准结果应符合4.7的要求：

6.2.5 直流试验电压脉动因数的测量

6.2.5.1 用通用示波器测量

高压电容器的一端接试验电极，另一端接通用示波器输入端，接通直流火花试验机电源，将试验电压空载升至1kV，用通用示波器测量试验电压峰峰值 ΔU ，

直流脉动电压 $\delta = \Delta U/2$

式中： δ ——直流脉动电压，V；

ΔU ——直流试验电压峰峰值，V。

试验电压的脉动因数 $\gamma = \frac{\delta}{U} \times 100\%$

式中: γ —— 直流试验电压的脉动因数;

δ —— 直流脉动电压, V;

U —— 火花试验机输出试验电压实际值, V。

直流火花试验机试验电压的脉动因数结果应符合 4.8 的要求。

6.2.6 灵敏度试验

6.2.6.1 将工频高压电源试验电极电压调至有效值 3kV (或直流高压电源 5kV), 在高压端与地之间接入灵敏度试验用人工击穿装置, 串接一个一端接地的电阻器作为限流阻抗, 将短路状态的稳态电流限制在 600 μ A 以下。

6.2.6.2 断开触发信号, 启动人工击穿装置, 使金属板与金属针相对旋转持续 20 个周期, 火花试验机击穿指示器记录的击穿数和人工击穿装置记录下的击穿数一致。

灵敏度应符合 4.4 的要求。

6.2.7 稳定性试验

6.2.7.1 (a) 在工频火花试验机电极间接入用于稳定性试验的人工击穿装置, 将附加电阻 (若有) 短接, 在金属板电极与金属针电极之间并联一个与被试品具有相同电容值的电容器, 或选用一端没有缺陷的、并是该火花试验机将要测试的具有最大电容值的被试品, 该被试品的绝缘或护套应为 PVC 材料, 其线芯或铠装层接地。

(b) 直流火花试验机电极之间接入用于稳定性试验的人工击穿装置。

(c) 断开触发信号, 将试验电压升至最高标称电压, 启动人工击穿装置, 使金属板和金属针相对旋转持续 20 次, 分别记录工频火花试验机击穿指示器记录的击穿数和人工击穿装置记录下的击穿数。

稳定性试验应符合 4.5 的要求。

6.2.8 绝缘电阻试验

在 500V 电压下测量火花试验机电源输入端与机箱外壳的绝缘电阻。测量结果应符合 4.9 的要求。

6.2.9 工频耐压试验

用耐压测试仪对被检火花试验机进行工频耐压试验。耐压测试仪击穿电流设置为

5mA，被校准火花试验机的电源输入端和机箱外壳之间施加1.5kV的试验电压，持续时间1min。试验结果应符合4.10的要求。

7 校准结果

7.1 校准数据记入原始记录，记录应按规定格式和要求编制，给出示值和实际值及误差。出具校准证书。原始记录格式见（附录 A）校准证书应给出相关信息。见附录 B

7.2 实际值及误差修约到允许误差限的 1/10。

7.3 测量结果不确定度的评定应符合 JJF1059-1999 《测量不确定度的评定与表示》 的规定。

8 复校时间间隔

建议火花试验机复校时间间隔不超过一年。修理后或误差调整后的火花机在使用前应重新校准。

附录 A:

火花试验机校准记录

记录编号:

送检单位名称			用户地址和电话		
计量器具名称		规格/型号		编号	
制造厂		环境温度		相对湿度	%
校准依据	JJG(吉)XX—2010 火花试验机	校准地点		准确度等级	
		校准日期	年 月 日		
计量标准器具名称	型号/规格	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	有效期至

一、一般检查:

外观			功能		
试验电压源	工频 <input type="checkbox"/>	直流 <input type="checkbox"/>	最高试验电压 (kV)		
试品直径 ϕ (mm)			最大走线速度 (m/min)		

二、试验电极检查:

试验电极形状: V型 U型

链距 (mm)		电极有效长度 (mm)		电极有效宽度 (mm)	
---------	--	-------------	--	-------------	--

三、保护电极检查:

电极有效长度 (mm)		电极有效宽度 (mm)	
-------------	--	-------------	--

四、试验电压示值校准 (kV):

量程	示值(kV)	实际值(kV)	误差(%)

五、直流试验电压脉动因数测量: _____

试验电压实际值 (V)		脉动电压 (V)	
-------------	--	----------	--

六、灵敏度试验: 人工击穿装置持续旋转 20 次, 火花试验机击穿指示器记录次。

试验电压实际值 (kV)		短路电流 (μ A)	
--------------	--	-----------------	--

七、稳定性试验: 人工击穿装置持续旋转 20 次, 火花试验机击穿指示器记录次。

最高试验电压 (kV)		人工击穿装置并联电容 (pF)	
-------------	--	-----------------	--

八、绝缘电阻试验: _____

火花试验机电源输入端与机箱外壳之间_____ MΩ。

九、工频耐压试验 _____

电源输入端和机箱外壳之间施加 1.5kV 试验电压, 持续时间 1min。

测量结果不确定度:

校准人: _____

核 验 人: _____

附录 B:

火花试验机校准证书内页格式

一、一般检查 :

外观: _____

功能: _____

试验电压: 工频 直流

最高试验电压: _____ kV

二、试验电极检查: _____

校准项目	实测值 (mm)
试验电极有效宽度	
试验电极有效长度	
两链间距	

三、保护电极检查: _____

校准项目	实测值 (mm)
保护电极有效宽度	
保护电极有效长度	

四、试验电压示值校准:

量程	示值 (kV)	实际值 (kV)	误差 (%)

五、直流试验电压脉动因数的测量: _____

六、灵敏度试验: 试验电压升至_____ kV 时, 稳态短路电流限制在 600 μ A 以下, 人工击穿装置持续旋转 20 次, 火花试验机击穿指示器记录_____ 次。

七、稳定性试验: 当试验电压升至最大_____ kV 时, 人工击穿装置持续旋转 20 次, 火花试验机击穿指示器记录_____ 次。

八、绝缘电阻试验: _____

九、工频耐压试验: _____

十、测量结果不确定度: _____

中华人民共和国
吉林省地方计量技术规范
火花试验机校准规范
JJF(吉)44—2011
吉林省质量技术监督局发布