



# 中华人民共和国国家军用标准

FL 1375

GJB 736.15-94

---

## 火工品试验方法 电火工品射频阻抗测定

**Test method for initiating explosive devices  
— Determining the radio—frequency impedance of  
electric initiating explosive devices**

1994—04—28 发布

1994—12—01 实施

---

国防科学技术工业委员会 批准

# 中华人民共和国国家军用标准

## 火工品试验方法 电火工品射频阻抗测定

GJB 736.15-94

Test method for initiating explosive devices  
—Determining the radio—frequency impedance of  
electric initiating explosive devices

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了测定电火工品射频阻抗的主要仪器、设备、试样准备、试验程序和结果处理。  
本标准适用于在 1~1300MHz 频率条件下测定电火工品的射频阻抗。

### 2 引用标准

GJB 736.2 火工品试验方法 电火工品射频感度测定

### 3 方法原理

#### 3.1 测试端口延伸法

用射频阻抗分析仪通过一段长约 0.6m 同轴电缆的延伸,并在同轴电缆延伸终端,以三个标准终端(0Ω, 0S, 50Ω),在 1~250MHz 范围进行自动校准,并在校准频率点上,对电火工品进行射频阻抗测量,以数字直接显示其射频阻抗的电阻分量和电抗分量值。

电火工品的射频阻抗以公式(1)表示

$$Z = R + jX \dots\dots\dots (1)$$

式中:Z—电火工品射频阻抗,Ω;

R—电火工品射频阻抗的电阻分量,Ω;

j— $\sqrt{-1}$ ;

X—电火工品射频阻抗的电抗分量,Ω;

其测试框图如图 1 所示。

#### 3.2 同轴测量线探针馈电法

利用同轴测量线在 500~1300MHz 频率下,分别测定电火工品负载的驻波系数 S 和驻波最小点  $D_{\min}$  到  $D_T$ (同轴测量线端接专用短路器驻波波节位置,即电火工品射频阻抗计算参照面)之间距  $\bar{D}$ ,利用公式(2)(3)分别计算电火工品射频阻抗的电阻分量和电抗分量,再以公式(1)表示电火工品的射频阻抗 Z。

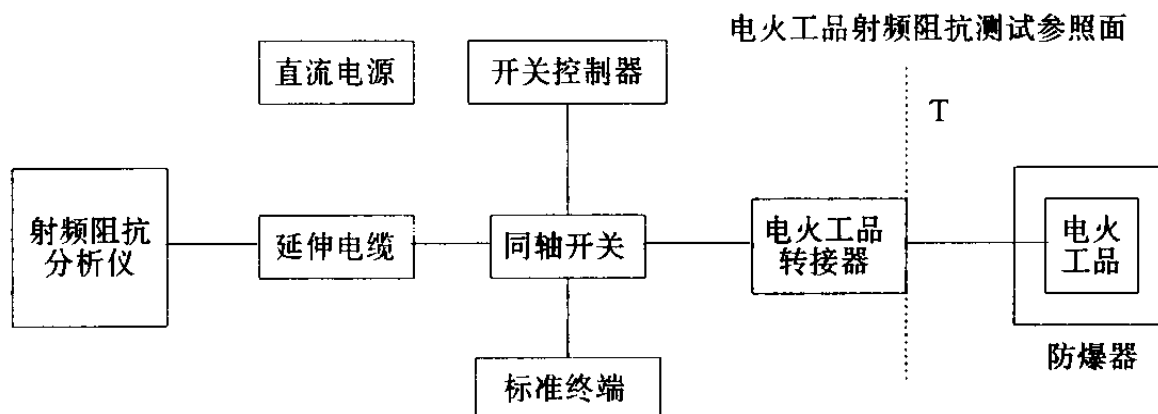


图1 测试端口延伸法测试框图

$$R = \frac{50S}{S^2 \cos^2(K\bar{D}) + \sin^2(K\bar{D})} \dots\dots\dots (2)$$

$$X = \frac{50(1 - S^2) \text{ctg}(K\bar{D})}{S^2 \text{ctg}^2(K\bar{D}) + 1} \dots\dots\dots (3)$$

式中： $R$ —电火工品射频阻抗的电阻分量， $\Omega$ ；

$X$ —电火工品射频阻抗的电抗分量， $\Omega$ ；

$S$ —电火工品负载的驻波系数；

$\bar{D}$ —同轴测量线端接电火工品，驻波最小点到  $D_T$  之间距，cm；

$K$ —同轴测量线中的相位常数， $K = \frac{2\pi}{\lambda_g}$ ；

$\lambda_g$ —同轴测量线中的波导波长，通常  $\lambda_g = \lambda_0$ （真空中的波长），cm。

其测试框图如图2所示。

#### 4 仪器和设备

- |            |                             |
|------------|-----------------------------|
| a. 交流稳压电源  | 功率 3kW；                     |
| b. 直流稳压电源  | 电压范围 0~30V；                 |
| c. 射频阻抗分析仪 | 工作频率为 1~500MHz 推荐用 HP4191A； |
| d. 可调射频源   | 频率 500~1500MHz；             |
| e. 功率计     | 0.1~10mW；                   |
| f. 同轴电缆    | SU(Y)-50-5,3-3A；            |
| g. 同轴隔离器   | 试验频率 500~1000MHz；           |
| h. 同轴隔离器   | 试验频率 1000~2000MHz；          |
| i. 同轴开关    | 试验频率 DC~12000MHz；           |
| j. 同轴晶体检波器 | 试验频率 500~12000MHz；          |
| k. 同轴测量线   | TC8D；                       |

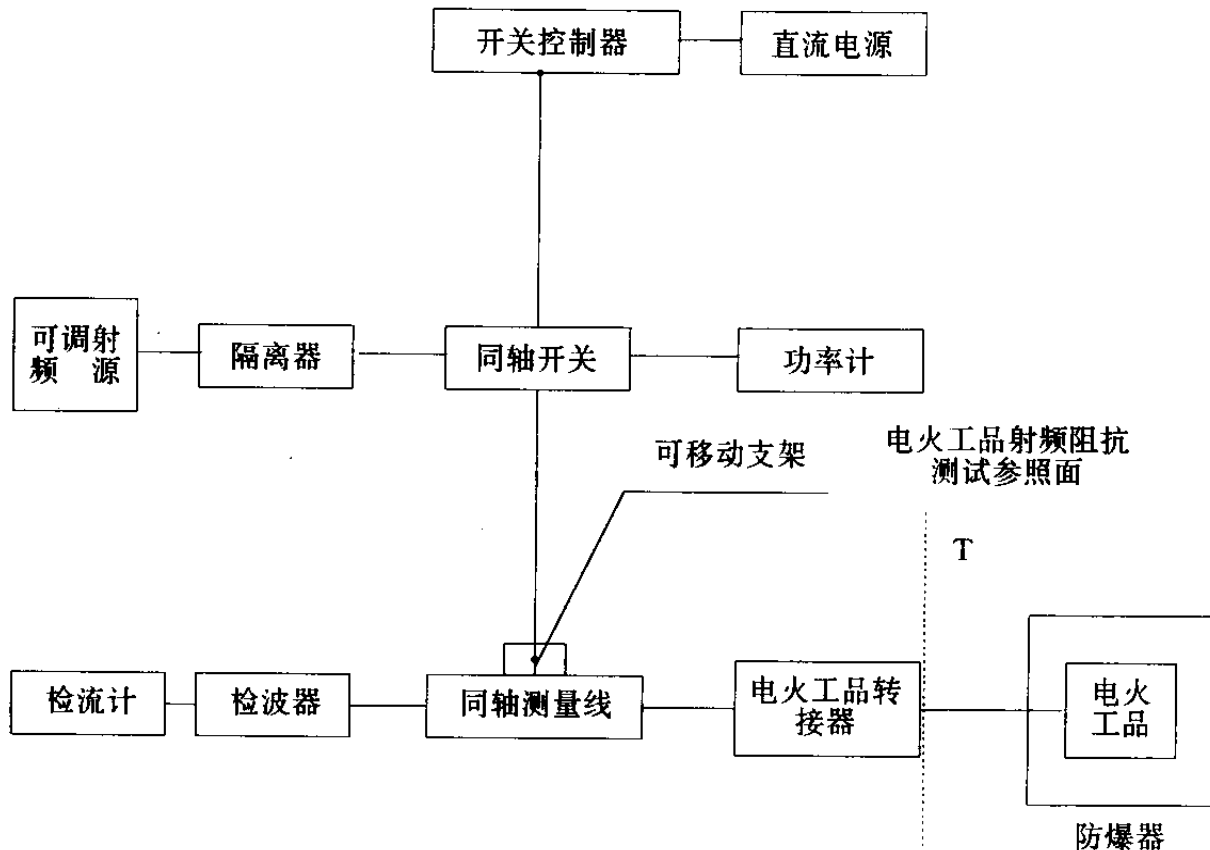


图2 同轴测量线探针馈电法测试框图

- l. 同轴转接器 L16G50-KK, L16G50-JJ;
- m. 专用短路器 要求其短路面和电火工品转接器输出端面重合;
- n. 电火工品转接器 见附录 A;
- o. 开关控制器;
- p. 护胸板;
- q. 防爆器;
- r. 电阻测量仪 测量电流应符合电火工品桥路电阻测量的规定。

## 5 试验程序

### 5.1 试验频率的选定

电火工品射频阻抗测定的试验频率 通常按 1, 6, 11, 100, 6, 250, 600, 900, 1200MHz 进行选取。

### 5.2 试样准备

5.2.1 准备电火工品试样 10~20 发。

5.2.2 将电火工品脚线长度截成  $25 \pm 0.5$ mm, 分别按脚一脚、脚一壳发火方式, 在护胸板后参照附录 A 中的图 A1 和图 A2 进行安装。

a. 脚一脚发火方式: 将电火工品脚线分别插入电火工品座(见图 A4)上的外插针、内插针

(见图 A3 和图 A5)孔内;若脚线直径小于 1mm,可插入一段粗细合适的铜导线,使电火工品脚线与插针孔紧密接触,并逐个编号。

b. 脚—壳发火方式:将电火工品的两根脚线插入内插针孔内,再用外插针联接件(见图 A6),一端夹住电火工品外壳,而另一端插入外插针孔内,并逐个编号。

5.2.3 在护胸板后,用电阻测量仪测量电火工品的桥路电阻。

5.2.4 允许在做完电火工品脚—脚发火方式的射频阻抗测量后,再用原试样按脚—壳发火方式进行安装,测定电火工品脚—壳发火方式的射频阻抗。

### 5.3 用测试端口延伸法测定电火工品的射频阻抗

5.3.1 按图 1 联接好射频阻抗测量系统。接通仪器电源,预热 15min,开关控制器置“校准”档后,方可进行试验。

5.3.2 用射频阻抗分析仪所附的三个标准终端( $0\Omega$ ,  $0S$ ,  $50\Omega$ ),按该仪器说明书规定,在试验频率 1~250MHz 范围内,分别进行校准。退出校准后,在射频阻抗分析仪上,应显示标准终端  $50\Omega$  阻抗值。

5.3.3 将已装配好的带有同轴转接器和电火工品转接器的电火工品试样,接到同轴开关上,并把试样推入防爆器后,方可将开关控制器置“测试”档。

分别用试验频率按键,送入应置定的试验频率,则射频阻抗分析仪就分别显示出不同试验频率条件下的电火工品射频阻抗值,并填入试验表格中。

当一发试样做完后,将开关控制器置“校准”档,方可取下电火工品试样。

5.3.4 更换电火工品试样,仍按 5.3.3 进行试验。

5.3.5 对 10 个电火工品试样,分别进行阻抗测定并记录试验数据。

### 5.4 用同轴测量线探针馈电法测定电火工品的射频阻抗

#### 5.4.1 测量线馈电探针的准备与安装

卸开 TC8D 同轴测量线所附的同轴检波器腔体,将腔体内晶体检波二极管,用与其尺寸相同的黄铜柱代替,并拆除腔体内线绕电阻,便成为测量线馈电探针。将探针装在同轴测量线可移动支架上,用带接头的同轴电缆分别与同轴开关和探针相联接。

#### 5.4.2 测量系统的准备

按图 2 联接好射频阻抗测量系统。接通仪器电源,预热 15min,开关控制器置“校准”档后,方可进行试验。

#### 5.4.3 测定电火工品射频阻抗计算参照面 $D_T$

在同轴测量线右端口上,接上专用短路器,开关控制器置“校准”档,此时同轴开关接通功率计,调节射频源的输出功率用功率计指示,然后开关控制器置“测试”档,移动同轴测量线上的可移动支架,此时驻波信号在检流计上的输出指示应在零到最大值之间作周期性变化。

在靠专用短路器一端的同轴测量线上的“零”指示处,利用交叉读数法,测出  $D_T$  值。

改变试验频率时,  $D_T$  需重新进行测定。

#### 5.4.4 测定驻波最小点 $D_{min}$ 到 $D_T$ 之间距 $\bar{D}$

取下专用短路器,关闭射频源高压,开关控制器再次置“校准”档,在同轴测量线右端口上,换上带有同轴转接器和电火工品转接器的电火工品试样(简称负载),将电火工品推入防爆器

内并到位,见附录 A 中的图 A7 所示。

打开射频源高压,开关控制器置“测试”档,移动同轴测量线上的可移动支架,并在  $D_T$  的左侧驻波最小点位置,利用交叉读数法,以精确测定接上负载后的驻波最小点位置  $D_{min}$ ,并把  $D_{min}$  与  $D_T$  之间距作为  $\bar{D}$ 。

更换电火工品试样时, $\bar{D}$  值需重新测定。

#### 5.4.5 测定负载的驻波系数 S

5.4.5.1 当被测负载的驻波系数 S 小于 20,可用检流计直接读数法进行测定:先利用检流计“×1”档,调节射频源输出功率,使负载驻波最小点  $D_{min}$  的检流指示值  $A_{min}$  至少取 5(格),然后检流计换档,测出负载驻波最大点  $D_{max}$  的检流值  $A_{max}$ (格)。(检流计“×1”,×0.1,×0.01 档,所测值需分别×1,×10,×100)

按平方检律用公式(4)计算负载的驻波系数

$$S = \sqrt{\frac{A_{max}}{A_{min}}} \dots\dots\dots (4)$$

5.4.5.2 当被测负载的驻波系数 S 大于 20,则按等指示度(二倍最小)法按 GJB 736.2 中的附录 B 或功率衰减法进行测定:在驻波最小点使检波电流  $A_{min}$  至少取 20(格),在 2 倍  $A_{min}$  条件下,在驻波最小点附近分别测出两个等指示点位置  $D_1$  和  $D_2$  值,那么其宽度 D

$$D = D_2 - D_1, \text{cm.}$$

代入公式(5)计算负载的驻波系数 S

$$S = \frac{\lambda g}{\pi \cdot D} \dots\dots\dots (5)$$

#### 5.4.6 改变频率,更换试样

均需按 5.4.3~5.4.5 进行并记录与之相对应的 S、 $\bar{D}$  值。

### 6 结果处理

6.1 根据 S、K、 $\bar{D}$  数据,按公式(2)(3)分别计算电火工品射频阻抗的电阻分量 R 和电抗分量 X,再用公式(1)表示电火工品的射频阻抗 Z,电火工品的射频阻抗,也可用阻抗圆图图解求得。

6.2 将 10 个试样的测试结果列表表示,并报出最大值、最小值和平均值。

附录 A  
电火工品转接器  
(补充件)

A1 电火工品转接器由电火工品座(见图 A4)、内插针(见图 A5)、外插针(见图 A3)和外插针联接件(见图 A6)等所组成。电火工品和同轴转接器之间的联接见图 A1 和图 A2。

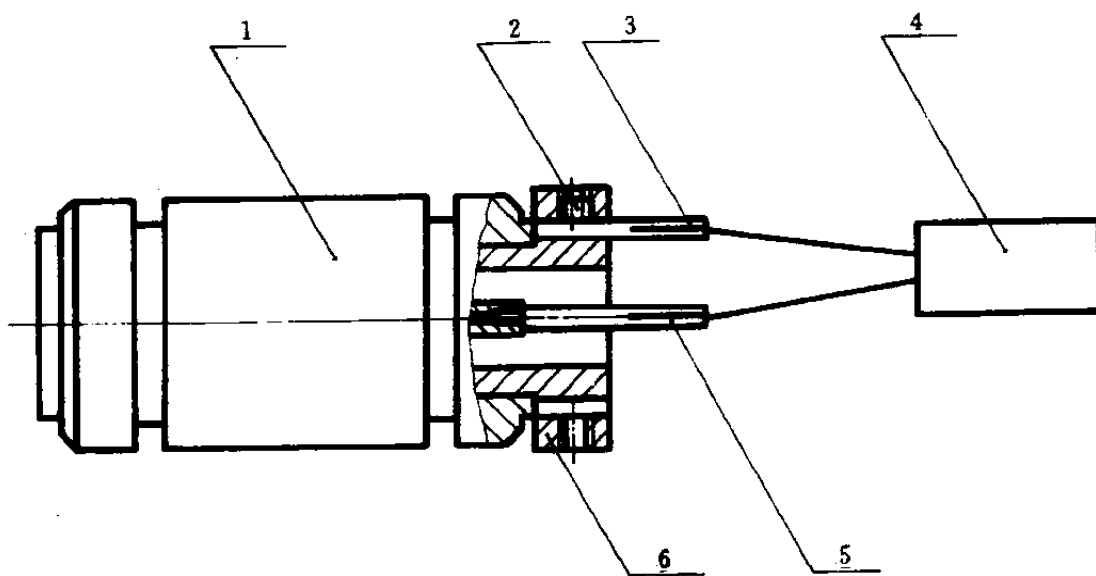


图 A1 电火工品脚一脚发火方式与转接器装配示意图

- |             |                  |
|-------------|------------------|
| 1—同轴转接器     | L16G50-KK ST 499 |
| 2—紧定螺钉      | M3×3             |
| 3—外插针(图 A3) | 4—电火工品           |
| 5—内插针(图 A5) | 6—电火工品座(图 A4)    |

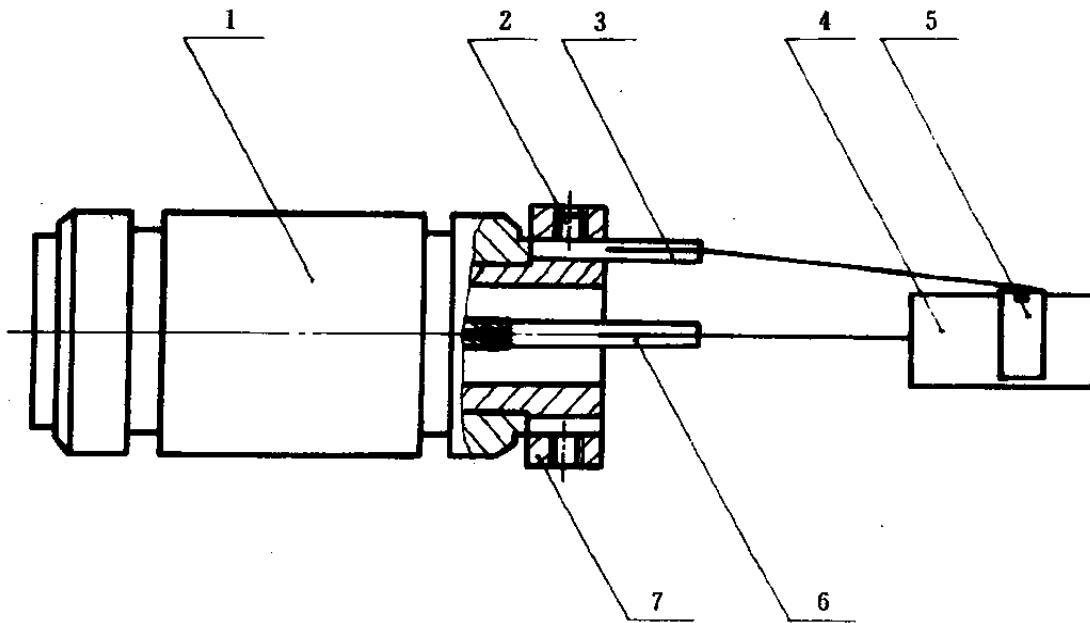


图 A2 电火工品脚—壳发火方式与转接器装配示意图

- 1—同轴转接器 L16G50-KK ST 499
- 2—紧定螺钉 M3×3
- 3—外插针(图 A3) 4—电火工品
- 5—外插针联接件(图 A6) 6—内插针(图 A5)
- 7—电火工品座(图 A4)

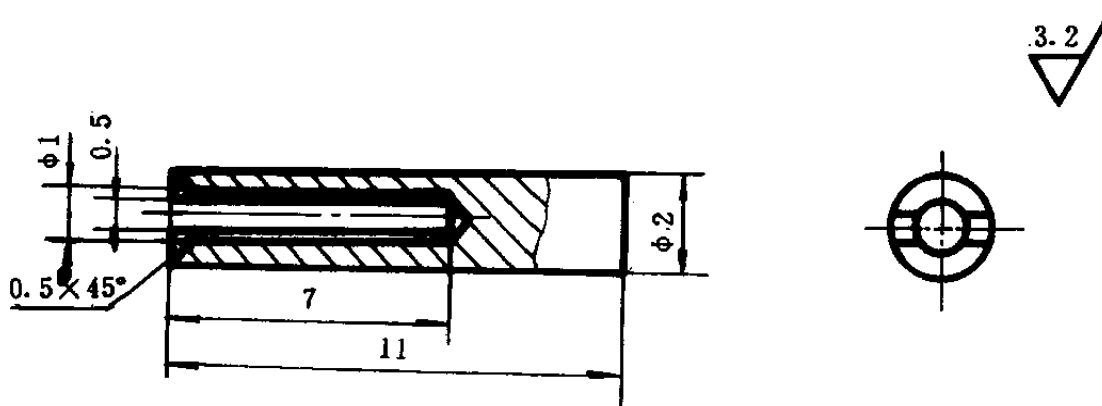


图 A3 外插针

材料:铝青铜棒  
全部尺寸按 IT12 级加工



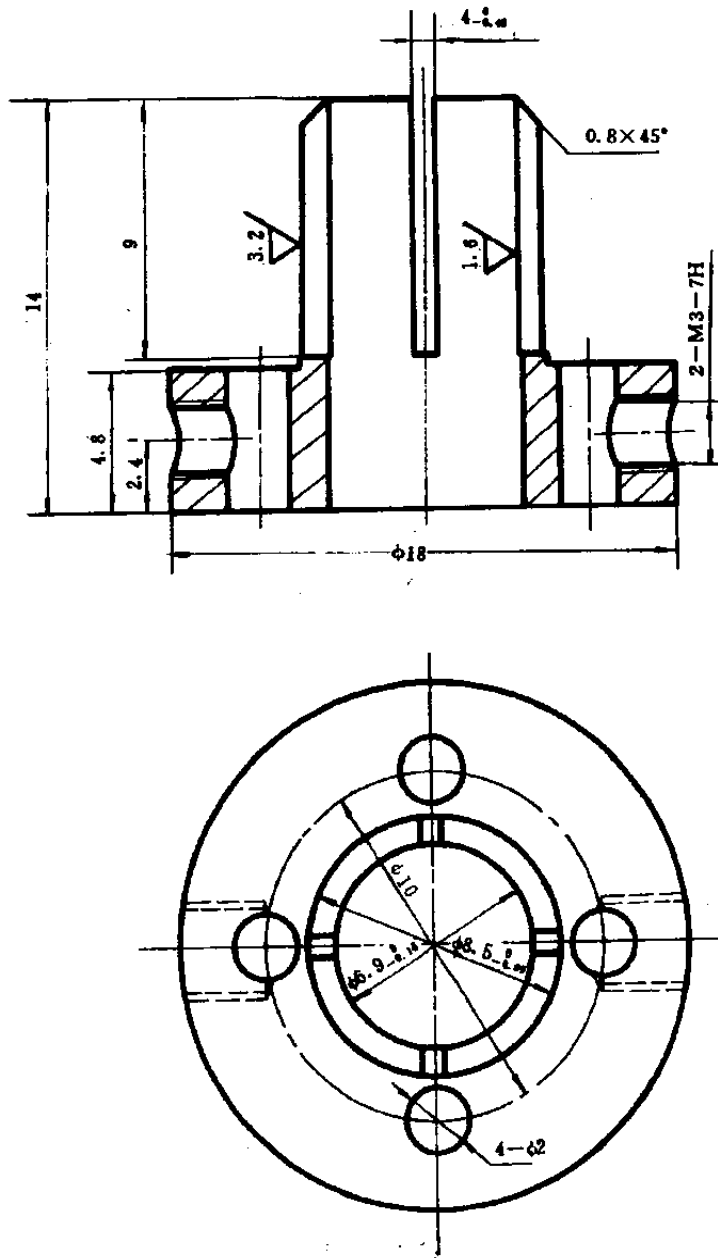


图 A4 电火工品座

材料: 铝青铜棒

未注公差按 IT12 级加工

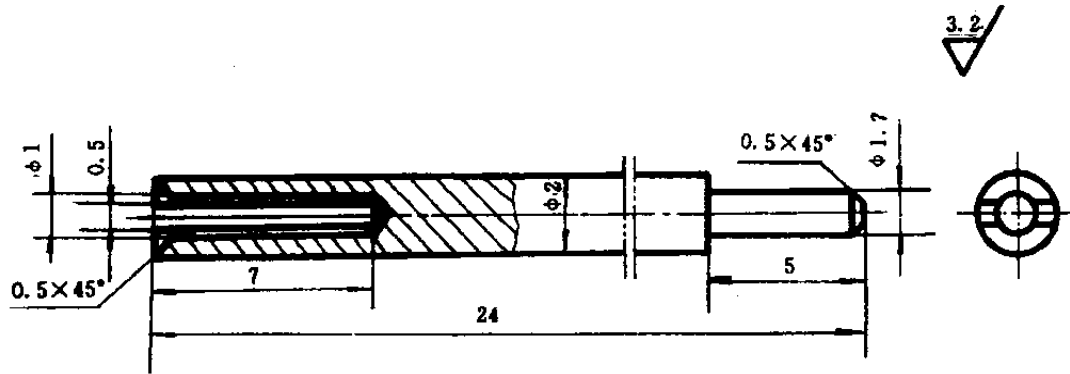


图 A5 内插针

材料: 铝青铜棒

全部尺寸按 IT12 级加工

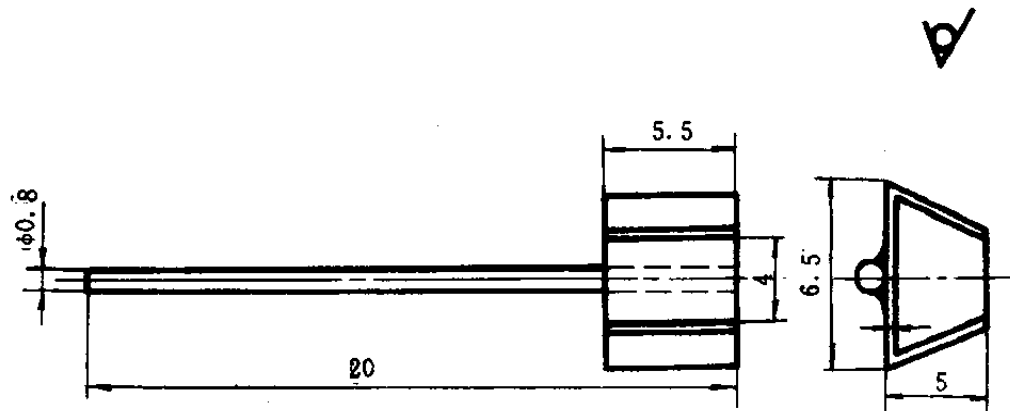


图 A6 外插针联接件

材料: 铝青铜带

钢丝

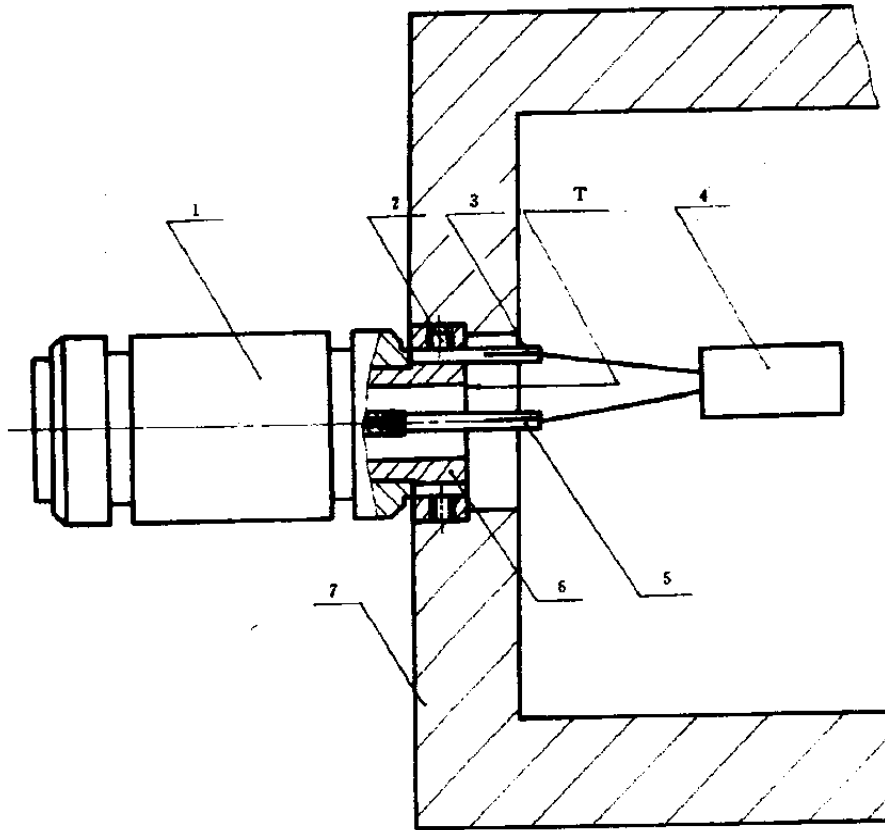


图 A7 电火工品转接器,电火工品与防爆器(局部)装配示意图

- |             |                  |
|-------------|------------------|
| 1—同轴转接器     | L16G50-KK ST 499 |
| 2—紧定螺钉      | M3×3             |
| 3—外插针(图 A3) | 4—电火工品           |
| 5—内插针(图 A5) | 6—电火工品座(图 A4)    |
| 7—防爆器       | T—电火工品射频频阻抗测试参照面 |

**附加说明:**

本标准由中国兵器工业总公司提出。  
 本标准由中国兵器工业标准化研究所归口。  
 本标准由中国兵器工业第二一三研究所负责起草。  
 本标准主要起草人:李锦荣、封青梅。  
 计划项目代号:87082-15。