

内部

GJB

中华人民共和国国家军用标准

FL 5971

GJB 1667—93

火工品用精密电阻合金规范

Specification for precision electrical resistance
alloy of initiating explosive device

1993—09—30 发布

1994—06—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

火工品用精密电阻合金规范

GJB 1667-93

Specification for precision electrical resistance
alloy of initiating explosive device

1 范围

1.1 主题内容

本规范规定了火工品用镍铬基精密电阻合金细丝(以下简称合金丝)和极薄带(以下简称合金带)的分类、技术要求、质量保证规定、交货准备等内容。

1.2 适用范围

本规范适用于火工品元器件电点火用的镍铬基精密电阻合金细丝和合金带。

本规范不适用于作绕线电阻等电阻元件用的电阻合金细丝和合金带。

1.3 分类

1.3.1 按交货状态分为

硬 态:冷加工状态。

半硬态:热处理后经过较小的或适量的冷加工。

软 态:热处理状态。

2 引用标准

GB 222 钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差

GB 223 钢铁及合金化学分析方法

GB 228 金属拉伸试验方法

GB 6146 精密电阻合金电阻率测试方法

GB 6147 精密电阻合金热电动势率测试方法

GB 6397 金属拉伸试验试样

GB/T 13297 精密合金的包装、标志和质量证明书的一般规定

3 要求

3.1 工艺

3.1.1 冶炼方法

合金丝用合金一般应采用真空感应炉加真空电弧重熔双重冶炼方法。合金带用合金一般应采用上述冶炼方法或非真空感应炉加电渣重熔冶炼方法,也可采用满足本规范要求的其它

国防科学技术工业委员会 1993-09-30 发布

1994-06-01 实施

冶炼方法。

3.1.2 热处理方法

合金丝和合金带的成品及成品前的热处理均采用光亮热处理。

3.2 化学成分

合金的化学成分(熔炼成分)应符合表1的规定。在保证合金丝、带性能符合本规范规定时,其成品化学成分允许与表1规定有微量偏差。

表 1

合金 牌号	化 学 成 分 %									
	C	P	S	Ni	Cr	Al	Fe	Mn	Si	Cu
	不 大 于									
6J 10	0.04	0.010	0.010	余 Ni+Co	9.0~10.0	—	≤0.4	≤0.30	≤0.20	≤0.2
6J 15	0.04	0.010	0.010	55.0~61.0	15.0~18.0	≤0.3	余	≤1.50	0.40~1.30	—
6J 20	0.04	0.010	0.010	余	20.0~23.0	≤0.3	≤1.5	≤0.70	0.40~1.30	—
6J 22	0.04	0.010	0.010	余	19.0~21.5	2.7~3.2	2.0~3.0	0.50~1.50	≤0.20	—
6J 23	0.04	0.010	0.010	余	19.0~21.5	2.7~3.2	—	0.50~1.50	≤0.20	2.0~3.0
6J 24	0.04	0.010	0.010	余	19.0~21.5	2.0~3.2	≤0.5	1.00~3.00	0.90~1.50	—

3.3 力学性能

3.3.1 软态合金丝的断后伸长率应符合表2的规定。

表 2

直径 mm	断后伸长率($L_0=100\text{mm}$), %, 不小于	
	6J 10、6J 15、6J 20	6J 22、6J 23、6J 24
0.009~0.012	4	4
>0.012~0.020	8	5
>0.020~0.050	12	7
>0.050~0.10	16	10

3.3.2 半硬态合金丝断后伸长率由供需双方协商。

3.3.3 直径不大于0.050mm的6J 15、6J 20、6J 22、6J 23、6J 24软态和硬态合金丝的破断拉力应符合表3的规定。

3.4 工艺性能

各种状态的合金丝和合金带应具有良好的可焊性。适用于手工锡焊、机械贮能焊和其它焊接工艺。

3.5 物理性能

表 3

直 径 mm	破 断 拉 力, N, 不 小 于	
	软 态	硬 态
0.009	0.040	0.070
0.010	0.050	0.080
0.011	0.060	0.100
0.012	0.070	0.110
0.014	0.100	0.150
0.015	0.110	0.180
0.016	0.130	0.200
0.018	0.140	0.250
0.020	0.200	0.310
0.022	0.240	0.370
0.025	0.300	0.480
0.028	0.400	0.600
0.030	0.440	0.700
0.032	0.510	0.800
0.035	0.610	0.940
0.040	0.790	1.23
0.045	0.980	1.57
0.050	1.23	1.93

3.5.1 软态合金丝的公称每米电阻值及其允许偏差应符合表 4 的规定。

表 4

直 径 mm	公称每米电阻值 Ω/m				每米电阻值允许 偏差, % 不大于
	6J 10	6J 15	6J 20	6J 22、6J 23、6J 24	
0.009	8180	17610	14600	20900	±10
0.010	7000	14180	11800	16900	
0.011	5910	11790	10300	14000	
0.012	5015	9910	8660	11760	
0.014	3750	7270	6630	8640	
0.015	3285	6340	5780	7530	
0.016	2920	5570	5080	6610	
0.018	2330	4410	4010	5230	
0.020	1900	3565	3340	4230	±8
0.022	1585	2950	2770	3500	
0.025	1235	2280	2140	2710	
0.028	995	1820	1700	2160	
0.030	875	1580	1490	1880	±6
0.032	780	1390	1310	1650	
0.035	660	1165	1090	1380	
0.040	525	890	835	1060	±5
0.045	412	705	660	835	
0.050	335	570	535	680	
0.055	273	470	440	560	±3.5
0.060	242	395	370	470	
0.070	175	290	270	345	
0.080	139	220	210	255	
0.090	110	175	165	210	
0.100	91	140	135	170	

3.5.2 硬态、半硬态合金丝公称每米电阻值及其允许偏差应符合表 5 的规定。

表 5

直 径 mm	公 称 每 米 电 阻 值 Ω/m				每米电阻值允许 偏差, % 不大于	
	6J 10	6J 15	6J 20	6J 22、6J 23、6J 24		
0.009	7940	15850	13140	18810	±10	
0.010	6800	12760	10620	15210		
0.011	5740	10610	9270	12600		
0.012	4870	8920	7790	10580		
0.014	3640	6540	5970	7770		
0.015	3190	5700	5200	6770		
0.016	2835	5010	4570	5950		
0.018	2265	3970	3610	4700		
0.020	1850	3210	3000	3800		±8
0.022	1540	2650	2490	3150		
0.025	1200	2050	1920	2440		
0.028	960	1640	1530	1940		
0.030	850	1420	1340	1690	±6	
0.032	760	1250	1180	1480		
0.035	640	1050	980	1240		
0.040	510	800	750	950	±5	
0.045	400	630	590	750		
0.050	325	510	480	610		
0.052	265	420	390	510		
0.060	235	355	330	425	±3.5	
0.070	170	260	245	310		
0.080	135	200	190	230		
0.090	108	155	150	190		
0.100	88	125	120	155		

3.5.3 同轴合金丝、同条合金带任意部位的每米电阻值变化(电阻值均匀性)不大于 3%。

3.5.4 合金带电阻率应符合表 6 的规定。

表 6

状 态	电 阻 率 $\mu\Omega \cdot m$			
	6J 10	6J 15	6J 20	6J 22,6J 23,6J 24
软态	0.64~0.74	1.05~1.15	1.03~1.13	1.28~1.38
硬态 半硬态	0.60~0.74	0.90~1.10	0.80~1.08	1.10~1.33

3.5.5 软态合金丝和合金带对铜热电势的平均值应符合表 7 的规定。

表 7

合 金 牌 号	对铜热电势平均值 $\mu V/^\circ C$ 不大于
6J 10	21.0(0~100 $^\circ C$)
6J 15	1.0(0~100 $^\circ C$)
6J 20	5.0(0~100 $^\circ C$)
6J 22,6J 23,6J 24	1.5(-55~150 $^\circ C$)

3.6 尺寸、外形、重量

3.6.1 尺寸

3.6.1.1 合金丝直径及其允许偏差应符合表 8 的规定。当合金丝电性能符合规范要求时,允许尺寸偏离表 8 中的规定。

表 8

合金丝公称直径 mm	允许偏差 mm	每轴合金丝重量 g 不小于
0.009	±0.001	0.10
0.010		0.12
0.011		0.15
0.012		0.30
0.014		1.0
0.015		1.5
0.016		2.0
0.018	±0.002	5.0
0.020		10.0
0.022		
0.025		
0.028		20.0
0.030		
0.032		
0.035	±0.003	30.0
0.040		
0.045		
0.050	±0.004	75.0
0.055		
0.060		
0.070		150
0.080		
0.090		
0.100		

3.6.1.2 合金带尺寸及其允许偏差应符合表 9 的规定。

表 9

合金带厚度	允许偏差	合金带宽度	允许偏差
0.010~0.030	±0.001	5.0~80.0	±0.5
>0.030~0.050	±0.002		

3.6.2 外形

3.6.2.1 合金丝不圆度不应超过相应直径公差之半,在电性能符合规范要求时,其合金丝不圆度供参考。

3.6.2.2 硬态、半硬态合金丝当一端自由下垂时,其螺旋曲率直径不小于 20mm。

3.6.3 重量

3.6.3.1 合金丝每轴重量应符合表 8 的规定。

3.6.3.2 每批允许有不超过总重量 15% 的较轻重量的合金丝,但每轴重量不应小于表 8 中相应重量的 50%。

3.6.3.3 合金带单支长度不小于 5m。

3.7 外观质量

3.7.1 合金丝表面应清洁、光亮、无氧化色和油污,不允许有竹节、擦伤、扭结、扭曲、毛刺以及轻微起毛等缺陷。

3.7.2 合金带应清洁、光亮、平整、无氧化色和油污,不允许有裂纹、折叠、分层、结疤、锈斑、皱折。允许有轻微的,不影响使用的加工痕迹、擦伤等缺陷存在。

3.7.3 合金带边缘上不允许有超过厚度公差的毛刺。

3.8 本规范规定之外的特殊要求应在合同中注明。

4 质量保证规定

4.1 检验责任

除合同或订货单中另有规定外,供方应负责完成本规范规定的所有检验项目。必要时需方或上级鉴定机构有权对规范所述的任一检验项目进行检验。

4.1.1 合格责任

合金丝和合金带必须符合本规范第 3 章及第 5 章的全部要求。本规范中规定的检验应成为供方整个质量检验体系的一个组成部分,若合同中包括本规范未规定的检验要求供方还应保证所提交验收的合金丝和合金带符合订货合同要求。质量一致性抽样不允许提交明知有缺陷的产品,也不能要求需方接受有缺陷的产品。

4.2 质量一致性检验

4.2.1 组批规则

合金丝和合金带应成批提交验收,每批应由同一合金牌号、同一熔炼炉号、同一规格、同一交货状态、同一热处理制度的合金丝或带组成。

4.2.2 检验项目、取样数量、取样部位

质量一致性检验项目、取样数量、取样部位以及相应要求和检验方法的章条号应符合表 10 的规定。

4.2.3 判定和复验规则

合金丝和合金带的性能检验结果,若有一项技术指标不符合规范要求,则该批视为不合格,被检支判废,但允许从未经检验的合金丝和带中取双倍数量的试样,按本规范要求进行复验,如复验结果仍不合格时,则该批不予验收,但供方可逐支检验,合格者交货。

表 10

序号	检验项目	取样数量	取样部位	要求的章条号	检验方法的章条号
1	化学成分	每炉 1 个(最终冶炼炉)	按 GB 222 规定	3.2	4.3.1
2	断后伸长率	每批 3%(不少于 2 支)	按 GB 6397 规定	3.3	4.3.2
3	破断拉力	每批 3%(不少于 2 支)	按 GB 6397 规定	3.3	4.3.2
4	电阻率	每批 2 支	按 GB 6146 规定	3.5	4.3.3
5	每米电阻	每支 2 个	按 GB 6146 规定	3.5	4.3.3
6	电阻值均匀性	每支 2 个	按 GB 6146 规定	3.5	4.3.3
7	对铜热电势平均值	每批 3%(不少于 2 支)	按 GB 6147 规定	3.5	4.3.4
8	尺寸	逐支	成品任意部位	3.6	4.3.5
9	外形	逐支	成品任意部位	3.6	4.3.6
10	重量	逐支	成品丝和带	3.6	
11	外观质量	逐支	成品丝和带	3.7	4.3.7

4.3 检验方法

4.3.1 化学成分分析

合金的化学成分分析应按 GB 223 的有关规定进行。

4.3.2 断后伸长率及破断拉力试验

合金丝断后伸长率及破断拉力试验用试样按 GB 6397 规定制做,试验按 GB 228 的规定进行。

4.3.3 电阻率、每米电阻、电阻值均匀性试验

合金丝和合金带的电阻率、每米电阻及电阻值均匀性试验按 GB 6146 的规定进行。

电阻值均匀性计算公式:

$$\frac{2(R_1 - R_2)}{R_1 + R_2} \times 100\%$$

式中: R_1 —— 高电阻值, Ω ;

R_2 —— 低电阻值, Ω 。

4.3.4 合金丝和带对铜热电势平均值试验

合金丝和带的对铜热电势平均值试验在规定的温度范围内按 GB 6147 有关规定进行。特殊要求按供需双方协议进行。

4.3.5 尺寸测量

合金丝直径的测量采用最小分度值为 0.001mm 的量具进行测量。

合金带厚度的测量采用最小分度值为 0.001mm 的量具进行测量,合金带宽度测量采用最小分度值为 0.1mm 的量具进行测量。

4.3.6 外形检查

合金丝螺旋曲率直径的检查,将合金丝一端自由下垂,平稳的落在任一平面上,采用最小分度值为 1mm 的量具,测量其螺旋曲率相互垂直的两个直径,以最小值作为检查结果。

4.3.7 外观质量检查

合金丝和合金带外观质量的检查,在普通日光灯下,采用目视检查。

5 交货准备

5.1 包装

5.1.1 合金丝应均匀地缠绕在轻质、坚硬的塑料轴上,每轴只绕一根合金丝,其末端应有明显标记。

5.1.2 每轴合金丝应装入相应规格透明的塑料盒中。根据需方要求,可将每轴合金丝连同其塑料盒装入金属镀膜的塑料复合包装袋内进行真空包装。

5.1.3 合金带按要求尺寸剪边后,均匀、整齐地卷在与其宽度尺寸相应的轻质、坚硬的塑料轴上,每轴卷一条合金带。

5.1.4 每轴合金带用防潮纸包扎后,装入硬质容器中进行真空包装。根据需方要求,也可不进行真空包装。

5.1.5 合金丝和合金带完成上述包装后,装入木箱等容器中。

5.2 标志

5.2.1 每支合金丝和合金带的标志应注明:

- a. 制造厂(所)名称;
- b. 合金牌号;
- c. 熔炼炉号;
- d. 尺寸;
- e. 每米电阻或电阻率;
- f. 对铜热电势平均值;
- g. 供货状态;
- h. 净重;
- i. 生产日期;
- j. 本规范编号。

5.3 贮存

合金丝和合金带应以包装形式贮存,其存放环境温度为一30℃~+40℃,相对湿度不大于80%,严禁与腐蚀性介质接触。

5.4 质量证明书

合金丝和合金带的质量证明书应符合 GB/T 13297。

6 说明事项

6.1 预定用途

本规范所含合金丝和合金带适用于制做各种电起爆装置的桥丝或桥带。不用于制做其它电阻或电热材料。

6.2 订货文件内容

合同或订货单中应写明下列内容：

- a. 本规范的编号和名称；
- b. 合金牌号(见 3.2)；
- c. 合金丝和带规格(见 3.6)；
- d. 合金状态(见 1.3)；
- e. 每米电阻值范围(见 3.5)；
- f. 特殊要求(见 3.8)；
- g. 重量以及单支重量范围(见 3.6)；
- h. 交货时间。

附 录 A
合金的主要性能参数
(参考件)

A1 合金的主要性能参数见表 A1。

表 A1

合 金 牌 号	6J 10	6J 15	6J 20	6J 22,6J 23 6J 24
合金性能				
公称电阻率, $\mu\Omega \cdot m$ 20°C	0.69	1.12	1.08	1.33
平均电阻温度系数, $10^{-6}/^{\circ}C$ 20~100°C	350	150	150	—
—55~150°C	—	—	—	±5~±20
平均线膨胀系数, $10^{-6}/^{\circ}C$ 20~100°C	13.8	13.5	13.0	—
20~300°C	—	—	—	13.6
比热, $J/g \cdot ^{\circ}C$ 20°C	0.46	0.46	0.46	0.46
密度, g/cm^3	8.7	8.2	8.3	8.04~8.10
熔点(近似值), °C	1425	1390	1400	1400
磁性	无	微	无	无

附录 B
合金丝室温每米电阻值范围
(参考件)

B1 软态合金丝室温每米电阻值范围见表 B1。

表 B1

公称直径 mm	每米电阻 允许偏差, %	6J 10			6J 15			6J 20			6J 22、6J 23、6J 24		
		每米电阻值, Ω/m											
		上限	公称值	下限	上限	公称值	下限	上限	公称值	下限	上限	公称值	下限
0.009	±10	8998	8180	7362	19371	17610	15849	16060	14600	13140	22990	20900	18810
0.010		7700	7000	6300	15598	14180	12762	12980	11800	10620	18590	16900	15210
0.011		6500	5910	5320	12969	11790	10611	11330	10300	9270	15400	14000	12600
0.012		5515	5015	4515	10901	9910	8919	9526	8660	7794	12936	11760	10584
0.014		4125	3750	3375	7997	7270	6543	7293	6630	5967	9504	8640	7776
0.015		3613	3285	2957	6974	6340	5706	6358	5780	5202	8283	7530	6777
0.016		3212	2920	2628	6127	5570	5013	5588	5080	4572	7271	6610	5949
0.018		2503	2330	2097	4851	4410	3969	4411	4010	3609	5753	5230	4707
0.020	±8	2052	1900	1748	3850	3565	3280	3607	3340	3073	4568	4230	3892
0.022		1712	1585	1458	3186	2950	2714	2992	2770	2548	3780	3500	3220
0.025		1333	1235	1136	2462	2280	2098	2311	2140	1969	2927	2710	2493
0.028		1075	995	915	1966	1820	1674	1836	1700	1564	2333	2160	1987
0.030	±6	927	875	823	1675	1580	1485	1579	1490	1401	1993	1880	1767
0.032		826	780	733	1473	1390	1307	1389	1310	1231	1749	1650	1551
0.035		700	660	620	1235	1165	1095	1155	1090	1052	1463	1380	1297
0.040	±5	551	525	499	935	890	846	877	835	793	1113	1060	1007
0.045		433	412	391	740	705	670	693	660	627	868	835	793
0.050		352	335	318	599	570	542	562	535	508	714	680	646
0.055	±3.5	282	273	263	486	470	454	455	440	425	580	560	540
0.060		250	242	234	409	395	381	383	370	357	486	470	454
0.070		181	175	169	300	290	280	279	270	261	357	354	333
0.080		143	139	134	227	220	212	217	210	203	364	255	246
0.090		114	110	106	181	175	169	171	165	159	217	210	203
0.100		94.0	91.0	88.0	145	140	135	140	135	130	176	170	164

B2 硬态合金丝室温每米电阻值范围见表 B2。

表 B2

公称直径 mm	每米电阻 允许偏差, %	6J 10		6J 15			6J 20			6J 22, 6J 23, 6J 24			
		每 米 电 阻 值, Ω/m											
		上限	公称值	下限	上限	公称值	下限	上限	公称值	下限	上限	公称值	下限
0.009	±10	8734	7940	7146	17435	15850	14265	14454	13140	11826	20690	18810	16929
0.010		7480	6800	6120	14036	12760	11484	11682	10620	9558	16731	15210	13689
0.011		6314	5740	5166	11671	10610	9549	10197	9270	8343	13860	12600	11340
0.012		5357	4870	4383	9812	8920	8028	8569	7790	7011	11638	10580	9522
0.014		4004	3640	3276	7194	6540	5886	6567	5970	5373	8547	7770	6993
0.015		3509	3190	2871	6270	5700	5130	5720	5200	4680	7447	6770	6093
0.016		3118	2835	2552	5511	5010	4509	5027	4570	4113	6545	5950	5355
0.018		2491	2265	2039	4367	3970	3573	3971	3610	3249	5170	4700	4230
0.020	±8	1998	1850	1702	3466	3210	2953	3240	3000	2760	4104	3800	3496
0.022		1663	1540	1417	2862	2650	2438	2689	2490	2291	3402	3150	2898
0.025		1296	1200	1104	2214	2050	1886	2074	1920	1766	2635	2440	2245
0.028		1042	965	888	1771	1640	1509	1652	1530	1408	2095	1940	1785
0.030	±6	901	850	799	1505	1420	1335	1420	1340	1260	1791	1690	1589
0.032		805	760	714	1325	1250	1175	1251	1180	1109	1569	1480	1391
0.035		678	640	602	1113	1050	987	1039	980	921	1314	1240	1166
0.040	±5	535	510	485	840	800	760	787	750	713	988	950	903
0.045		420	400	380	661	630	599	620	590	561	788	750	713
0.050		341	325	309	535	510	485	504	480	456	641	610	580
0.055	±3.5	274	265	256	435	420	405	404	390	376	528	510	492
0.060		243	235	227	367	355	343	342	330	318	440	425	410
0.070		176	170	164	269	260	251	254	245	236	321	310	299
0.080		140	135	130	207	200	193	197	190	183	238	230	222
0.090		112	108	104	160	155	150	155	150	145	197	190	183
0.100		91.0	88.0	85.0	129	125	121	124	120	116	160	155	150

附加说明：

本规范由中华人民共和国冶金工业部提出。

本规范由冶金工业部情报标准研究总所归口。

本规范由陕西钢铁研究所、航空航天部 692 厂、兵器工业总公司 804 厂起草。

本规范主要起草人：马宗岩、李铄鑫、张文宏、郎敬新。

计划项目代号：1YJ 01。