



中华人民共和国国家标准

GB/T 6145—1999

锰铜、康铜精密电阻合金线、片及带

Manganin and constantan alloy wires, sheet and rolled
wires for precision electrical resistance

广州市荔湾区铜仁合金贸易部
电话/传真:(020)81815882 81958188
手提:上海13901662182
广州13005164264
地址:广州市多宝路149号

1999-09-13 发布

2000-05-01 实施

国家质量技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

锰铜、康铜精密电阻合金线、片及带

GB/T 6145—1999

Manganin and constantan alloy wires, sheet and rolled wires for precision electrical resistance

代替 GB/T 6145—1985

1 范围

本标准规定了锰铜、康铜精密电阻合金的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、供应方式、包装及标志。

本标准适用于制造各种标准电阻器、分流器、精密或普通的电阻元件的锰铜、康铜电阻合金的裸线、片材及带材。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 228—1987 金属拉伸试验法
- GB/T 6146—1985 精密电阻合金电阻率测试方法 (neq IEC 60468:1978)
- GB/T 6147—1985 精密电阻合金热电动势率测试方法 (neq JIS G 2527)
- GB/T 6148—1985 精密电阻合金电阻温度系数测试方法 (neq ASTM B84:1981)
- GB/T 2828—1987 逐批检查计数抽样程序及抽样表 (适用于连续批的检查)
- GB/T 2829—1987 周期检查计数抽样程序及抽样表 (适用于生产过程稳定性的检查)
- JB/T 6819.3—1998 仪表材料术语 电阻材料、导电材料和电触点材料
- JB/T 9493.1~9493.7—1999 锰铜和新康铜电阻合金化学分析方法
- JB/T 9499.1~9499.7—1999 康铜电阻合金化学分析方法

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 JB/T 6819.3 定义的术语适用于本标准。

3.2 电阻温度系数 temperature-resistance coefficient

在给定的温度范围内,电阻与温度的关系满足式(1)

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha(t - 20) + \beta(t - 20)^2] \dots\dots\dots(1)$$

时,称 α 为一次电阻温度系数,单位为 C^{-1} ; β 为二次电阻温度系数,单位为 C^{-2} 。式中 t 为温度,单位为 C ; R_t 和 R_{20} 分别为 tC 和 $20C$ 时的电阻值,单位为 Ω 。

3.3 平均电阻温度系数 mean temperature-resistance coefficient

在给定的温度范围内,电阻与温度的关系满足式(2)

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha(t - 20)] \dots\dots\dots(2)$$

时,称 α 为平均电阻温度系数,单位为 C^{-1} 。式中 t 为温度,单位为 C ; R_t 和 R_{20} 分别为 tC 和 $20C$ 时的电

阻值,单位为Ω。

3.4 电阻值均匀性 homogeneity of resistance

同一轴线任意两段每米实际电阻值之差与其平均值的比称为电阻值均匀性。电阻值均匀性按式(3)计算:

$$U = \frac{R_a - R_b}{(R_a + R_b)/2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中U为电阻值均匀性;R_a和R_b为a段和b段电阻线的每米电阻值,单位为Ω/m(R_a>R_b)。

4 产品分类

4.1 产品名称、合金牌号及产品代号如表1所示:

表 1

产品名称		合金牌号	产品代号
锰铜合金	线	6J12	6J12X
	片		6J12P
F1 锰铜合金	线	6J8	6J8X
	片		6J8P
F2 锰铜合金	线	6J13	6J13X
	片		6J13P
康铜合金	线	6J40	6J40X
	片		6J40P
	带		6J40D

4.2 产品等级

锰铜合金线、片按电阻温度系数的大小分1级,2级,3级。

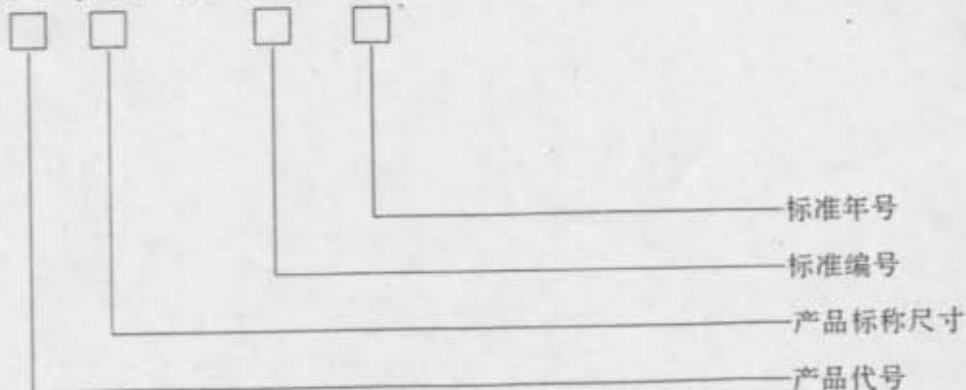
4.3 产品规格

各种合金线材的标称线径见表5,片材的标称尺寸见表6,带材的标称尺寸见表7。

4.4 产品标记

产品标记按下列格式表示:

6J12X-1-φ0.08 GB/T 6145-XXXX



5 技术要求

5.1 合金化学成分见表2。

表 2

合金名称	合金牌号	主要化学成分, (质量)%			
		Cu	Mn	Ni	Si
锰钢	6J12	余量	11~13	2~3	—
F1 锰钢	6J8	余量	8~10	—	1~2
F2 锰钢	6J13	余量	11~13	2~5	—
康钢	6J40	余量	1~2	39~41	—

注: 若能满足本标准的技术要求, 化学成分允许稍有变动。

5.2 表面质量

合金线、片及带的表面应平整、光洁、无油污、无折叠、无裂纹、无毛刺及夹层。允许有不超过尺寸允差的细小划痕和不影响使用的氧化色。

5.3 电阻率

合金线、片及带的体积电阻率应符合表 3 的规定。

表 3

合金名称	合金牌号	体积电阻率, $\mu\Omega \cdot m$
锰钢	6J12	0.47 ± 0.03
F1 锰钢	6J8	0.35 ± 0.05
F2 锰钢	6J13	0.44 ± 0.04
康钢	6J40	0.48 ± 0.03

5.4 电阻温度系数

5.4.1 一次电阻温度系数和二次电阻温度系数

各种锰钢合金在适用温度范围内的一次和二次电阻温度系数应符合表 4 的规定。

5.4.2 平均电阻温度系数

康钢合金的平均电阻温度系数应符合表 4 的规定。

表 4

产品名称		适用温度 C	测试温度 C	电阻温度系数		平均电阻温度系数 $\alpha \times 10^{-4} C^{-1}$
				$\alpha \times 10^{-4} C^{-1}$	$\beta \times 10^{-6} C^{-2}$	
锰钢合金线、片	1 级	5~45	10, 20, 40	-3~+5	-0.7~0	—
	2 级			-5~+10		
	3 级			-10~+20		
F1 锰钢合金线、片		10~80	10, 40, 60	-5~+10	-0.25~0	—
F2 锰钢合金线、片		10~80		0~+40	-0.7~0	—
康钢合金线、片		0~50	20, 50	—	—	-40~+40

5.5 尺寸

5.5.1 线材直径应符合表 5 的规定, 线材的圆度应不超过允差的一半。

5.5.2 片材的尺寸应符合表 6 的规定, 片材边的镰刀弯曲度每米长应不大于 10 mm, 并限于单向。

5.5.3 带材的厚度和宽度应符合表 7 的规定, 带材边的镰刀弯曲度每米长应不大于 10 mm, 并限于单向。

表 5

线径 mm		截面积 mm ²	每米电阻值.Ω/m								
			6J12X		6J8X		6J13X		6J40X		
标称值	允 差		标称值	允 差	标称值	允 差	标称值	允 差	标称值	允 差	
0.200	±0.002	0.000 314	1 496	±10%					1 528	±10%	
0.022		0.000 380	1 236						1 263		
0.025		0.000 491	957						978		
0.028		0.000 516	763						780		
0.032	±0.003	0.000 804	584	±8%					597	±8%	
0.036		0.001 018	462						472		
0.040		0.001 257	374						382		
0.045		0.001 590	296						302		
0.050		0.001 963	239						244		
0.056		0.002 463	191						195		
0.063		0.003 117	151						154		
0.071		0.003 959	119						121		
0.080		0.005 027	93.5				69.6		87.5		95.5
0.090		0.006 362	73.9				55.0		69.2		75.5
0.100	±0.005	0.007 854	59.8	±7%	44.3		56.0	61.1			
0.112		0.009 852	47.7		35.3		44.7	48.7			
0.125		0.012 27	38.3		28.5		35.9	39.1			
0.140		0.015 35	30.5		22.7		28.6	31.2			
0.160		0.020 47	23.4		17.4		21.9	23.9			
0.180	0.025 45	18.5	13.8		17.3	18.9					
0.200	±0.005	0.031 42	15.0	±6%	11.1		14.0	15.3			
0.224		0.039 41	11.9		8.85		11.2	12.2			
0.250		0.049 09	9.57		7.15		8.96	9.78			
0.280		0.061 58	7.63		5.68		7.15	7.80			
0.315	±0.010	0.077 93	6.03	±5%	4.49		5.65	6.16			
0.355		0.098 98	4.75		3.54		4.45	4.85			
0.400		0.125 7	3.74		2.79		3.50	3.82			
0.450		0.159 0	2.96		2.20		2.77	3.02			
0.500		0.196 3	2.39		1.73		2.24	2.44			

表 5(续)

线径 mm		截面积 mm ²	每米电阻值,Ω/m									
			6J12X		6J8X		6J13X		6J40X			
标称值	允 差		标称值	允 差	标称值	允 差	标称值	允 差	标称值	允 差		
0.560	±0.015	0.246 3	1.91		1.42		1.79		1.95			
0.630			0.311 7	1.51		1.12		1.41		1.54		
0.710			0.395 9	1.19		0.884		1.11		1.21		
0.750			0.441 8	1.05		0.792		1.00		1.09		
0.800			0.502 7	0.935	±4%	0.696	±4%	0.875	±4%	0.955	±4%	
0.850			0.567 4	0.828		0.617		0.775		0.846		
0.900			0.636 2	0.739		0.550		0.692		0.755		
0.950			0.708 8	0.663		0.494		0.621		0.677		
1.000			0.785 4	0.598		0.446		0.560		0.611		
1.060		±0.020	0.868 5	0.533		0.397		0.499		0.544		
1.120				0.955 2	0.477		0.355		0.447		0.487	
1.180				1.094	0.430		0.320		0.402		0.439	
1.250				1.227	0.383	±4%	0.285	±4%	0.359	±4%	0.391	±4%
1.320				1.368	0.343		0.256		0.322		0.351	±4%
1.400			1.539	0.305		0.227		0.286		0.312		
1.500			1.767	0.266		0.198		0.249		0.272		
1.600			2.011	0.234		0.174		0.219		0.239		
1.700	±0.025		2.270	0.207		0.154		0.194		0.211		
1.800				2.546	0.185		0.138		0.173		0.189	
1.900			2.835	0.166	±4%	0.123	±4%	0.155	±4%	0.169	±4%	
2.000			3.142	0.150		0.111		0.140		0.153		
2.120			3.530	0.133		0.099 2		0.125		0.136		
2.240	±0.030	3.941	0.119		0.088 8		0.112		0.122			
2.360			4.374	0.107		0.080 0		0.101		0.110		
2.500			4.909	0.095 7	±4%	0.071 3	±4%	0.089 6	±4%	0.097 8	±4%	
2.650			5.515	0.085 2		0.063 5		0.079 8		0.087 0		
2.800			6.158	0.076 3		0.055 5		0.071 5		0.078 0		
3.000			7.069	0.066 5		0.049 5		0.062 2		0.067 9		
3.150		±0.035	7.793	0.060 3		0.044 9		0.056 5		0.061 6		
3.350				8.814	0.053 3		0.039 7		0.049 9		0.054 5	
3.550				9.898	0.047 5		0.035 4		0.044 5		0.048 5	
3.750				11.04	0.042 6	±4%	0.031 7	±4%	0.039 8	±4%	0.043 5	±4%
4.000			12.57	0.037 4		0.027 9		0.035 0		0.038 2		
4.250			14.19	0.033 1		0.024 7		0.031 0		0.033 8		
4.500			15.90	0.029 6		0.022 0		0.027 7		0.030 2		

表 5(完)

线径 mm		截面积 mm ²	每米电阻值,Ω/m							
			6J12X		6J8X		6J13X		6J40X	
标称值	允 差		标称值	允 差	标称值	允 差	标称值	允 差	标称值	允 差
4.750	±0.040	17.72	0.026 5	±4%	0.019 8	±4%	0.024 8	±4%	0.027 1	±4%
5.000		19.63	0.023 9		0.017 8		0.022 4		0.024 4	
5.300	±0.050	22.06	0.021 3		0.015 9		0.019 9		0.021 8	
5.600		24.63	0.019 1		0.014 2		0.017 9		0.019 5	
6.000	±0.060	28.27	0.016 6		0.012 4		0.015 6		0.017 0	
6.300		31.17	0.015 1		0.011 2		0.014 1		0.015 4	

表 6

mm

厚 度	厚度允差	宽 度	宽度允差
0.100	±0.010	50 75 100	宽度<100时, ±1 宽度≥100时, ±1.5
0.112			
0.125			
0.140			
0.160			
0.180	+0.010 -0.020	50 75 100	
0.200			
0.224			
0.250			
0.280			
0.315			
0.355			
0.400	±0.020	50 75 100	
0.450			
0.500			
0.560	+0.020 -0.030	50 75 100	
0.630			
0.710			
0.800	±0.030	125 150	
0.900			
1.000	±0.040	175	
1.120			
1.250			
1.400	±0.050		
1.600			
1.800	±0.060		
2.000			

表 7

mm²

厚度,mm \ 宽度,mm		6.3	8.0	10.0	12.5	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0
		±0.3	±0.3	±0.3	±0.4	±0.4	±0.5	±0.5	±0.6	±0.7
0.180	±0.010	1.066								
0.200		1.184								
0.224		1.327	1.684							
0.250	+0.010 -0.020	1.481	1.880	2.450						
0.280		1.658	2.106	2.744						
0.315		1.865	2.369	3.087	3.859					
0.355		2.102	2.670	3.479	4.349					
0.400	±0.020	2.369	3.008	3.920	4.900	6.272				
0.450		2.665	3.384	4.410	5.513	7.056	8.820	11.03		
0.500		2.961	3.760	4.900	6.125	7.840	9.800	12.25		
0.560	+0.020 -0.030	3.316	4.211	5.188	6.860	8.781	10.98	13.72		
0.630		3.731	4.738	6.174	7.718	9.878	12.35	15.44		
0.710		4.205	5.339	6.958	8.698	11.13	13.92	17.40		
0.800	±0.030	4.738	6.016	7.840	9.800	12.54	15.68	19.60	24.70	31.36
0.900		5.330	6.768	8.820	11.03	14.11	17.64	22.05	27.78	35.28
1.000	±0.040	5.922	7.520	9.800	12.25	15.68	19.60	24.50	30.87	39.20
1.120		6.633	8.422	10.98	13.72	17.56	21.95	27.44	34.57	43.90
1.250		7.403	9.400	12.25	15.31	19.60	24.50	30.63	38.59	49.00
1.400	±0.050	8.291	10.53	13.72	17.15	21.95	27.44	34.30	43.22	54.88
1.600		9.475	12.03	15.68	19.60	25.09	31.36	39.20	49.39	62.72
1.800	±0.060	10.66	13.54	17.64	22.05	28.22	35.28	44.10	55.57	70.56
2.000		11.84	15.04	19.60	24.50	31.36	39.20	49.00	61.74	78.40

注：带材的有效截面积是把宽度与厚度之积乘以如下的系数求得：
 宽度≥10 mm时，乘以0.98；
 宽度<10 mm时，乘以0.94。

5.6 每米电阻值

5.6.1 线材每米电阻值应符合表 5 电阻值允差的规定，同一轴（或卷）线材的每米电阻值的均匀性应不超过 5%。

5.6.2 康铜带材的每米电阻值见附录 A（标准的附录）。

5.7 抗拉强度和伸长率

5.7.1 线材的伸长率应不小于表 8 的规定。

5.7.2 厚度大于 0.5 mm 的片、带材的伸长率应不小于 15%。

5.7.3 康铜合金线、带材的抗拉强度应不小于 390 MPa(N/mm²)。

表 8

线径, mm	伸长率($L_0=200$ mm), %
≤ 0.05	6
$> 0.05 \sim 0.10$	8
$> 0.10 \sim 0.50$	12
> 0.50	15

5.8 对铜热电动势率

各种合金的对铜平均热电动势应不大于表 9 的规定。

表 9

合金名称	合金牌号	温度范围, C	对铜平均热电动势率, $\mu\text{V}/\text{C}$
锰铜	6J12	0~100	1
F1 锰铜	6J8	0~100	2
F2 锰铜	6J13	0~100	2
康铜	6J40	0~100	45

注: 对铜热电动势率为绝对值。

6 试验方法

- 6.1 化学成分用 JB/T 9493.1~9493.7 和 JB/T 9499.1~9499.7 规定的方法进行分析。
- 6.2 表面质量用目力检查。
- 6.3 尺寸测量
- 6.3.1 当尺寸小于 0.40 mm 时, 用精确度不低于 0.001 mm 千分尺进行测量; 当尺寸大于或等于 0.40 mm 时, 用精确度不低于 0.01 mm 的测量工具测量。
- 6.3.2 线材的直径测量, 应在同一截面两个相互垂直的方向上进行, 每卷(盘)线材至少应测量三个不同部位。
- 6.3.3 片、带材的厚度测量应在距端头不小于 100 mm, 距边缘不小于 10 mm 的部位(带的宽度小于 20 mm 时, 则在宽的中心线上)进行, 至少应测量三个不同的部位。
- 6.3.4 镰刀弯曲度的测量, 应把片材或带材平放在平板上, 用一根 1 m 长的直尺向其靠拢, 以弯曲部分到直尺的最大距离为其弯曲度数(mm)。
- 6.4 抗拉强度和伸长率按 GB/T 228 规定的方法进行测量。
- 6.5 电阻率和每米电阻值按 GB/T 6146 规定的方法进行测量。
- 6.6 对铜热电动势按 GB/T 6147 规定的方法进行测量。
- 6.7 电阻温度系数按 GB/T 6148 规定的方法进行测量。

7 检验规则

- 7.1 合金化学成分每炉进行检验。
- 7.2 产品检验分为交收检验和型式检验。
- 7.3 交收检验
- 7.3.1 产品应经质量检验部门交收检验合格, 附有产品合格证才能入库或出厂。
- 7.3.2 产品分批交收, 一个交收批应由同一规格的产品组成。
- 7.3.3 交收检验应采用 GB/T 2828 规定的抽样方法进行抽样检查, 推荐附录 B(提示的附录)的抽样方案。

7.3.4 交收检验的项目

- a) 表面质量;
- b) 尺寸;
- c) 伸长率;
- d) 每米电阻值(线材);
- e) 电阻温度系数;
- f) 对铜热电动势率。

注: 康铜的平均电阻温度系数和对铜热电动势率, 当用户无要求时, 可以免检。

7.3.5 交收检验不合格的批, 应整批报废或全检, 合格者单独组批交收。

7.4 型式检验

7.4.1 型式检验每年至少进行一次, 当出现下列情况之一时, 也应进行型式检验:

- a) 产品试制定型鉴定时;
- b) 工艺、主要原材料(配方)有较大改变时;
- c) 产品长期停产后, 恢复生产时;
- d) 交收检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.4.2 型式检验的样品在交收检验合格批中随机抽取。

7.4.3 型式检验按 GB/T 2829 的一次抽检方案进行。

7.4.4 电阻合金型式检验项目的分组、顺序、判别水平(DL)、不合格质量水平(RQL)、判定数组(A, R)和抽样数量应按表 10 中的规定进行。

表 10

组号	不合格类	序号	检验项目	判别水平 DL	不合格质量水平 RQL	判定数组		抽样数量 <i>n</i> 轴
						A	R	
I	C类	1	表面质量	I	40	2	3	10
		2	尺寸					
		3	伸长率					
		4	电阻温度系数					
I	B类	5	每米电阻值	I	30	1	2	10
		6	电阻温度系数					
		7	对铜热电动势率					
		8	电阻均匀性					

7.4.5 型式检验合格, 生产厂可进行生产或继续生产; 若型式检验不合格, 产品应停止抽样交验, 直至新的型式检验合格才能恢复抽样交验。

7.4.6 若用户要求, 生产方应提供型式检验数据。

8 供应方式、包装及标志

8.1 供应方式

8.1.1 本产品均以软态供货。

8.1.2 线材应成轴(或卷)交货, 每轴(或卷)应由一根线组成, 每轴的净质量应不小于表 11 的规定。

表 11

标称直径 d , mm	净质量, g	标称直径 d , mm	净质量, g
0.02~0.025	5	>0.28~0.45	300
>0.025~0.03	10	>0.45~0.63	400
>0.03~0.04	15	>0.63~0.75	700
>0.04~0.06	30	>0.75~1.18	1 200
>0.06~0.08	60	>1.18~2.50	2 000
>0.08~0.15	80	>2.50	3 000
>0.15~0.28	150		

8.1.3 片、带材一般成卷供应。当用户要求时,厚度在 0.50 mm 以上的片材,可以平直状态供应。

8.2 包装

线材应紧密、均匀、整齐地绕在线轴上或绕成卷,带材绕成卷,片材绕成卷或成平直状态,均应妥善包装,以保证运输中不受潮和不受机械损伤。

8.3 标志

每轴(或卷)产品应标志:

- a) 制造厂名或商标;
- b) 产品名称、规格及标准代号或标记;
- c) 每米电阻值;
- d) 批号;
- e) 毛质量,净质量;
- f) 生产日期。

附录 A
(标准的附录)
康铜带材每米电阻值

康铜带材的标称每米电阻值如表 A1 所示。

表 A1

 Ω/m

宽度,mm 厚度,mm	6.3	8.0	10.0	12.5	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0
0.180	0.450								
0.200	0.405								
0.224	0.362	0.285							
0.250	0.324	0.255	0.196						
0.280	0.289	0.228	0.175						
0.315	0.257	0.203	0.155	0.124					
0.355	0.228	0.180	0.138	0.110					
0.400	0.203	0.160	0.122	0.098 0	0.076 5				
0.450	0.180	0.142	0.109	0.087 1	0.068 0	0.054 4	0.043 5		
0.500	0.162	0.128	0.098 0	0.078 4	0.061 2	0.049 0	0.039 2		
0.560	0.145	0.114	0.087 5	0.070 0	0.054 7	0.043 7	0.035 0		
0.630	0.129	0.101	0.077 7	0.062 2	0.048 6	0.038 9	0.031 1		
0.710	0.114	0.090	0.069 0	0.055 2	0.043 1	0.034 5	0.027 6		
0.800	0.101	0.080	0.061 2	0.049 0	0.038 3	0.030 6	0.024 5	0.019 4	0.015 3
0.900	0.090	0.071	0.054 4	0.043 5	0.034 0	0.027 2	0.021 8	0.017 3	0.013 6
1.000	0.081	0.064	0.049 0	0.039 2	0.030 6	0.024 5	0.019 6	0.015 5	0.012 2
1.120	0.072	0.057	0.043 7	0.035 0	0.027 3	0.021 9	0.017 5	0.013 9	0.010 9
1.250	0.065	0.051	0.039 2	0.031 3	0.024 5	0.019 6	0.015 7	0.012 4	0.009 8
1.400	0.058	0.046	0.035 0	0.028 0	0.021 9	0.017 5	0.014 0	0.011 1	0.008 75
1.600	0.051	0.040	0.030 6	0.024 5	0.019 1	0.015 3	0.012 2	0.009 72	0.007 65
1.800	0.045	0.035	0.027 2	0.021 8	0.017 0	0.013 6	0.010 9	0.008 64	0.006 80
2.000	0.041	0.032	0.024 5	0.019 6	0.015 3	0.012 2	0.009 8	0.007 77	0.006 12

附录 B
(提示的附录)

推荐电阻合金产品交收检验抽样检查方案

按 GB/T 2828 正常检查的一次抽样方案,电阻合金产品交收检验的项目、分组、检验顺序、检查水平(IL)和合格质量水平(AQL)如表 B1 所示,对应的抽样数量如表 B2 所示。

表 B1

组号	不合格类	序号	检验项目	检查水平 IL	合格质量水平 AQL
I	C类	1	表面质量	I	6.5
		2	尺寸		
		3	伸长率		
I	B类	4	每米电阻值	I	4.0
		5	电阻温度系数		
		6	对铜热电动势率		

表 B2

批量数 N	AQL 4.0			AQL 6.5		
	n	A _c	R _c	n	A _c	R _c
1~15	3	0	1	2	0	1
16~25	3	0	1	8	1	2
26~50	13	1	2	8	1	2
51~90	13	1	2	13	2	3
91~150	20	2	3	20	3	4

版权专有 不得翻印

书号: 155066·1-16402

定价: 10.00 元

标目 396—07