



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 4990—1995

---

## 热电偶用补偿导线合金丝

Alloy wires of extension and compensating  
cables for thermocouples

1995-01-27 发布

1995-10-01 实施

---

国家技术监督局 发布

本标准等效采用 IEC 584-3—1989《热电偶：第三部分——延长导线与补偿导线的允差和着色标识制》的第一节《延长导线与补偿导线的允差》。

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装等。

本标准适用于分度号为 S、R、K、N、E、J 和 T 的热电偶配用的补偿导线合金丝(以下简称合金丝)。

## 2 引用标准

- GB 228 金属拉力试验方法
- GB 2614 镍铬-镍硅热电偶丝分度表
- GB 2903 铜-铜镍(康铜)热电偶丝及分度表
- GB 3772 铂铑 10-铂热电偶丝及分度表
- GB 4989 热电偶用补偿导线
- GB 4993 镍铬-铜镍(康铜)热电偶丝及分度表
- GB 4994 铁-铜镍(康铜)热电偶丝及分度表
- GB 6146 精密电阻合金电阻率测试方法
- ZB N05 004 镍铬硅-镍硅热电偶丝及分度表

## 3 术语、符号

### 3.1 术语

3.1.1 GB 4989 规定术语适用于本标准。

3.1.2 补偿导线合金丝 (alloy wires of extension and compensating cables for thermocouples)  
构成补偿导线的导体的一组金属或合金丝。

### 3.2 符号

S——表示热电特性的允差为精密级的合金丝；

G——表示一般用补偿导线合金丝；

H——表示耐热用补偿导线合金丝。

## 4 产品分类

4.1 产品代号、合金丝品种、合金丝代号、品种及规格如表 1 和表 2 所示

表 1

热电偶分度号	补偿导线型号	补偿导线合金丝 名称	正极		负极	
			名称	代号	名称	代号
S	SC	铜-铜镍 0.6	铜	SPC	铜镍 0.6	SNC
R	RC	铜-铜镍 0.6	铜	RPC	铜镍 0.6	RNC
K	KCA	铁-铜镍 22	铁	KPGA	铜镍 22	KNCA
K	KCB	铜-铜镍 40	铜	KPGB	铜镍 40	KNCB
K	KX	镍铬 10-镍硅 3	镍铬 10	KPX	镍硅 3	KNX
N	NC	铁-铜镍 18	铁	NPC	铜镍 18	NNC
N	NX	镍铬 14 硅-镍硅 4	镍铬 14 硅	NPX	镍硅 4	NNX
E	EX	镍铬 10-铜镍 45	镍铬 10	EPX	铜镍 45	ENX
J	JX	铁-铜镍 45	铁	JPX	铜镍 45	JNX
T	TX	铜-铜镍 45	铜	TPX	铜镍 45	TNX

注:热电偶分度号字母标记:

S——铂铑 10-铂热电偶; R——铂铑 13-铂热电偶;  
 K——镍铬-镍硅热电偶; N——镍铬硅-镍硅热电偶;  
 E——镍铬-铜镍热电偶; J——铁-铜镍热电偶;  
 T——铜-铜镍热电偶。

表 2

合金丝直径,mm	适用于线芯股数	线芯标称截面积,mm <sup>2</sup>
0.20	7	0.2
0.30	7	0.5
0.41	19	2.5
0.43	7	1.0
0.52	7	1.5
0.52	1	0.2
0.80	1	0.5
1.13	1	1.0
1.37	1	1.5
1.76	1	2.5

#### 4.2 合金丝使用分类、允差等级

合金丝按使用温度分为一般用和耐热用。按热电特性的允差不同分为精密级和普通级,分级条件见技术要求规定。

#### 4.3 合金丝名义化学成分

合金丝的名义化学成分如表 3 所示

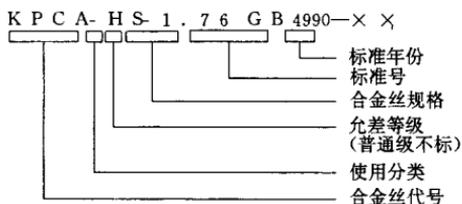
表 3

合金丝名称	代号	名义化学成分, %				
		Cu	Ni	Cr	Si	Fe
铜	SPC	100	—	—	—	—
	RPC					
	KPC					
	TPX					
铜镍 0.6	SNC	99.4	0.6	—	—	—
	RNC					
镍铬 10	KPX	—	90	10	—	—
	EPX					
镍铬 14 硅	NPX	—	84	14.5	1.5	—
镍硅 3	KNX	—	97	—	3	—
镍硅 4	NNX	—	95.5	—	4.5	—
铜镍 40	KNCB	60	40	—	—	—
铜镍 22	KNCA	78	22	—	—	—
铜镍 18	NNC	82	18	—	—	—
铜镍 45	ENX	55	45	—	—	—
	JNX					
	TNX					
铁	NPC	—	—	—	—	100
	JPX					
	KPCA					

## 4.4 产品标记

产品的标记应按下列格式:

例如:



## 5 技术要求

## 5.1 表面质量

合金丝表面应平整、光洁、无油污、无折叠、无裂纹、无毛刺及夹层,允许有不超过直径允许偏差的细小划痕和凹陷及个别斑点。

## 5.2 合金丝直径及允许偏差

合金丝的直径及允许偏差应符合表 4 规定,其圆度不得超过直径的允许偏差。

表 4

mm

合金丝直径	允许偏差
0.20 0.30 0.41 0.43 0.52	±0.020
0.80	±0.025
1.13 1.37 1.76	±0.030

注：经供需双方协议，允许供应其它直径的合金丝。

### 5.3 热电特性及允差

5.3.1 由合金丝正、负极配对后，当参考端温度为 0℃时，其温度与热电动势的关系应符合 GB 3772、GB 2614、ZB N05 004、GB 4993、GB 4994、GB 2903 中的 S、K、N、E、J 和 T 分度表，其允差应符合表 5 规定。

5.3.2 由合金丝正负极配对和正极对铂、铂对负极配对后，当参考端温度为 0℃，测量端温度分别为 -25、100、200℃时，所测量的热电动势值及允差应符合表 6、表 7、表 8 规定。

表 5

热电偶分度号	补偿导线型号	合金丝名称	使用分类	温度范围 ℃	允差		热电偶测量端温度℃
					精密级 ±μV	普通级 ±μV	
S 或 R	SC 或 RC	铜-铜镍 0.6	G	0~100	30(2.5℃)	60(5.0℃)	1000
			H	0~200	—	60(5.0℃)	1000
K	KCA	铁-铜镍 22	G	0~100	60(1.5℃)	100(2.5℃)	900
			H	0~200	60(1.5℃)	100(2.5℃)	900
	KCB	铜-铜镍 40	G	0~100	60(1.5℃)	100(2.5℃)	900
			KX	镍铬 10-镍硅 3	G	-25~100	60(1.5℃)
N	NC	铁-铜镍 18	G	0~100	60(1.5℃)	100(2.5℃)	900
			H	0~200	60(1.5℃)	100(2.5℃)	900
	NX	镍铬 14 硅-镍硅 4	G	-25~100	60(1.5℃)	100(2.5℃)	900
			H	-25~200	60(1.5℃)	100(2.5℃)	900
E	EX	镍铬 10-铜镍 45	G	-25~100	120(1.5℃)	200(2.5℃)	500
			H	-25~200	120(1.5℃)	200(2.5℃)	500
J	JX	铁-铜镍 45	G	-25~100	85(1.5℃)	140(2.5℃)	500
			H	-25~200	85(1.5℃)	140(2.5℃)	500
T	TX	铜-铜镍 45	G	-25~100	30(0.5℃)	60(1.0℃)	300
			H	-25~200	48(0.8℃)	90(1.5℃)	300

表 6 正、负极配对时的热电动势及允差范围

热电偶 分度号	补偿导 线型号	使用分类	测量端 温度 °C	热电动势 标称值 μV	精密级		普通级	
					允差 μV	热电动势范围 μV	允差 μV	热电动势范围 μV
S 或 R	SC 或 RC	G	100	645	±30	615~675	±60	585~705
	SC 或 RC	H	100	645	—	—	±60	585~705
			200	1440	—	—	±60	1380~1500
K	KX 或 KCA、KCB	G	-25	-968	±60	-908~-1028	±100	-868~-1068
			100	4095		4035~4155		3995~4195
	KX 或 KCA	H	-25	-968	±60	-908~-1028	±100	-868~-1068
			100	4095		4035~4155		3995~4195
			200	8137		8077~8197		8037~8237
N	NX 或 NC	G	-25	-646	±60	-586~-706	±100	-546~-746
			100	2774		2714~2834		2674~2874
	NX 或 NC	H	-25	-646	±60	-586~-706	±100	-546~-746
			100	2774		2714~2834		2674~2874
			200	5912		5852~5972		5812~6012
E	EX	G	-25	-1432	±120	-1312~-1552	±200	-1232~-1632
			100	6317		6197~6437		6117~6517
	EX	H	-25	-1432	±120	-1312~-1552	±200	-1232~-1632
			100	6317		6197~6437		6117~6517
			200	13419		13299~13539		13219~13619
J	JX	G	-25	-1239	±85	-1154~-1324	±140	-1099~-1379
			100	5268		5183~5353		5128~5408
	JX	H	-25	-1239	±85	-1154~-1324	±140	-1099~-1379
			100	5268		5183~5353		5128~5408
			200	10777		10692~10862		10637~10917
T	TX	G	-25	-940	±30	-910~-970	±60	-880~-1000
			100	4277	±30	4247~4307	±60	4217~4337
	TX	H	-25	-940	±48	-892~-988	±90	-850~-1030
			100	4277	±48	4229~4325	±90	4187~4367
			200	9286	±48	9238~9334	±90	9196~9376

注：本表补偿型补偿导线如 SC、RC、KCA、KCB、NC 等不考核负温值。

表7 正极与铂配对时的热电动势及允差范围

补偿导线型号	合金丝代号	使用分类	测量端温度 ℃	热电动势 标称值 μV	精密级		普通级	
					允差 μV	热电动势范围 μV	允差 μV	热电动势范围 μV
SC,RC 或 KCB	SPC,RPC 或 KPCB	G	100	773	±10	763~783	±12	761~785
		H	100 200	773 1836	±10		±12	761~785 1824~1848
TX	TPX	G	-25 100	-135 773	±10	-125~-145 763~783	±12	-123~-147 761~785
		H	-25 100 200	-135 773 1836	±10	-125~-145 763~783 1826~1846	±12	-123~-147 761~785 1824~1848
KX	KPX	G	-25 100	-626 2855	±40	-586~-666 2815~2895	±65	-561~-691 2790~2920
		H	-25 100 200	-626 2855 5977	±40	-586~-666 2815~2895 5937~6017	±65	-561~-691 2790~2920 5912~6042
EX	EPX	G	-25 100	-626 2813	±50	-576~-676 2763~2863	±80	-546~-706 2733~2893
		H	-25 100 200	-626 2813 5969	±50	-576~-676 2763~2863 5919~6019	±80	-546~-706 2733~2893 5889~6049
NX	NPX	G	-25 100	-368 1784	±40	-328~-408 1744~1824	±65	-303~-433 1719~1849
		H	-25 100 200	-368 1784 3942	±40	-328~-408 1744~1824 3902~3982	±65	-303~-433 1719~1849 3877~4007

表8 铂与负极配对时的热电动势及允差范围

补偿导线型号	合金丝代号	使用分类	测量端温度 ℃	热电动势 标称值 μV	精密级		普通级	
					允差 μV	热电动势范围 μV	允差 μV	热电动势范围 μV
SC,RC	SNC 或 RNC	G	100	-128	±20	-108~-148	±48	-80~-176
		H	100 200	-128 -396	— —	— —		-80~-176 -348~-444
KCB	KNCB	G	100	3322	±50	3272~3372	±88	3234~3410

续表 8

补偿导线型号	合金丝代号	使用分类	测量端 温度 ℃	热电动势 标称值 μV	精密级		普通级	
					允差 μV	热电动势范围 μV	允差 μV	热电动势范围 μV
TX	TNX	G	-25 100	-805 3504	±20 ±20	-785~-825 3484~3524	±48 ±48	-757~-853 3456~3552
		H	-25 100 200	-805 3504 7450	±38	-767~-843 3466~3542 7412~7488	±78	727~883 3426~3582 7372~7528
EX	ENX	G	-25 100	-805 3504	±70	-735~-875 3434~3574	±120	-685~-925 3384~3624
		H	-25 100 200	-805 3504 7450	±70	-735~-875 3434~3574 7380~7520	±120	-685~-925 3384~3624 7330~7570
KX	KNX	G	-25 100	-342 1240	±20	-322~-362 1220~1260	±35	-307~-377 1205~1275
		H	-25 100 200	-342 1240 2160	±20	-322~-362 1220~1260 2140~2180	±35	-307~-377 1205~1275 2125~2195
NX	NNX	G	-25 100	-278 989	±20	-258~-298 969~1009	±35	-243~-313 954~1024
		H	-25 100 200	-278 989 1970	±20	-258~-298 969~1009 1950~1990	±35	-243~-313 954~1024 1935~2005

注：① 经供需双方协议，允许单极热电动势允差超过表 7、表 8 规定，但正极与负极配对后，其热电动势应符合表 5、表 6 规定。

② JPX 与 JNX、KPCA 与 KNCA、NPC 与 NNC 只考虑配对热电动势及允差，不考核单极热电动势。

#### 5.4 电阻率

合金丝的电阻率应符合表 9 规定。

表 9

合金丝名称	代号	20℃时的电阻率, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
铜	SPC	<0.018
	RPC	
	KPCB	
	TPX	
铜镍 0.6	SNC	<0.03
	RNC	

续表 9

合金丝名称	代号	20℃时的电阻率, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
铜镍 40	KNCB	<0.50
铜镍 18	NNC	
铜镍 22	KNCA	<0.55
铜镍 45	ENX	<0.50
	JNX	
	TNX	
镍铬 10	KPX	<0.75
	EPX	
镍铬 14 硅	NPX	<1.05
镍硅 4	NNX	<0.38
镍硅 3	KNX	<0.28
铁	JPX	<0.15
	KPCA	
	NPC	<0.25

## 5.5 机械性能

合金丝的机械性能应符合表 10 规定。

表 10

合金丝名称	代号	抗拉强度, $\text{N}/\text{mm}^2$	伸长率, % (计算长度 100mm)
铜	SPC	$\geq 190$	$\geq 30$
	RPC		
	KPCB		
	TPX		
铜镍 0.6	SNC	$\geq 190$	$\geq 25$
	RNC		
铜镍 40	KNCB	$\geq 390$	$\geq 25$
铜镍 22	KNCA	$\geq 250$	$\geq 20$
铜镍 18	ENX	$\geq 390$	$\geq 25$
	JNX		
	TNX		
镍铬 10	KPX	$\geq 490$	$\geq 25$
	EPX		
镍硅 3	KNX	$\geq 390$	$\geq 25$
镍硅 4	NNX	$\geq 450$	$\geq 25$
镍铬 14 硅	NPX	$\geq 500$	$\geq 25$
铁	JPX	$\geq 240$	$\geq 20$
	NPC		
	KPCA		

## 6 试验方法

## 6.1 试验仪器及设备要求

- a. 千分尺:分度值不低于0.01 mm;
- b. 恒温油槽及低温槽:在其有效工作区间任意点之间的温度差小于0.1℃。在测量温度时,其波动不大于0.05℃;
- c. 电测仪器:准确度不低于0.01级低电势直流电位差计及其相应配套装置,或同级准确度的其它电测设备;
- d. 标准器:二等标准水银温度计;
- e. 纯铂丝:直径为0.5 mm,电阻比  $R_{100}/R_0 \geq 1.3920$ ,或经过纯铂丝检定后的纯铜丝,其直径为1.0 mm,纯铜丝对铂丝的热电动势应符合表11规定。

表 11

 $\mu\text{V}$ 

-25℃		100℃		200℃	
标准值	允差	标准值	允差	标准值	允差
-135	-5	773	-6	1836	-6

## 6.2 直径测量

合金丝直径测量应在整卷(盘)的三个不同部位,在同一截面两个互相垂直的方向上进行。

## 6.3 表面质量

整卷(盘)合金丝的表面质量用目力观察。

## 6.4 热电特性试验

## 6.4.1 测试方法

用比较法进行测量。

## 6.4.2 试样要求

将合金丝试样用酒精或乙醚擦拭清洗,然后用干净的瓷绝缘管或瓷绝缘珠和塑料管穿好,并将试样测量端与纯铂丝或经过检定的纯铜丝焊接成球状,其表面光滑,无划痕,直径约为线径的2~3倍。

## 6.4.3 测量程序

将试样插入低温槽或恒温油槽内,插入深度不小于200 mm,当参考端温度为0℃时,测量端温度按表12规定,读数时温度控制在试验温度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内,其温度波动不得大于0.05℃。

上述所得的单极对铂热电动势值和单极对铜热电动势值,均等同有效,当二者结果有异议时,则应由单极对铂热电动势为准。

表 12

检验型式	试验温度点,℃	
	一般用合金丝	耐热用合金丝
出厂检验	100	100,200
型式检验	-25,100	-25,100,200

注:补偿型合金丝不测-25℃试验点。

## 6.5 电阻率测量

合金丝的电阻率测量按GB 6146规定进行。

## 6.6 机械性能试验

合金丝的机械性能试验按GB 228规定进行。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验两种。

#### 7.1.1 出厂检验

合金丝应经制造厂技术检验部门进行出厂检验合格并附有产品质量合格证,方可出厂。

出厂检验项目:

- a. 合金丝直径;
- b. 表面质量;
- c. 热电动势及允差。

#### 7.1.2 型式检验

按本标准规定的全部试验项目进行。有下列情况之一时,一般应进行型式检验:

- a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b. 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变时;
- c. 正常生产时,每年应不少于一次检验;
- d. 产品长期停产后,恢复生产时;
- e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

### 7.2 抽样规则

7.2.1 出厂检验应从每卷(盘)的头、尾两端各取样约 1.2 m。

7.2.2 型式检验应从生产厂的成品库中任意抽取每种型号正、负极各不少于 3 卷(盘)合金丝,头、尾两端各样取 3 m 左右。

### 7.3 判定规则

7.3.1 出厂检验时只要有一项不合格,则判定该卷(盘)产品为不合格产品。

7.3.2 型式检验时,只有一项不合格,则应加倍抽样进行全部复验。若仍有一项不合格,则判定型式检验不合格。

## 8 供应方式、包装及标志

### 8.1 供应方式

合金丝每卷(盘)由同一炉号的一根丝组成,其净质量不小于表 12 规定。若正、负极配对出厂,其长度或重量应相当。

表 13

合金丝直径,mm	每卷(盘)净质量,kg
0.2,0.3	0.6
0.41,0.43,0.52	1.0
0.8	2
1.13,1.37	5
1.76	6

注:小于表 12 规定质量,由供需双方协商供应。

### 8.2 包装

合金丝直径在 0.8 mm 以上的,可成卷供应,每卷至少捆扎 3 处,并用防潮材料包扎。

合金丝直径在 0.52 mm 以下的,可绕在线盘上,排线整齐,线头固定,并用防潮材料包装好。

### 8.3 标志

- 8.3.1 每卷(盘)合金丝包扎后应标志下列内容:
- a. 制造厂名及商标;
  - b. 产品名称;
  - c. 产品标记;
  - d. 产品毛质量及净质量;
  - e. 产品编号;
  - f. 出厂年、月、日。
- 8.3.2 每卷(盘)补偿导线的产品合格证书上应标明:
- a. 制造厂名及商标;
  - b. 产品名称;
  - c. 产品标记;
  - d. 产品净质量;
  - e. 本产品符合 GB/T 4990—1995;
  - f. 检验员章;
  - g. 出厂年、月、日。

附录 A  
正极对铜和铜对负极的热电势及允差范围  
(补充件)

当参考端温度为 0℃时,正极对铜和铜对负极在各主要温度点产生的热电势及允差应符合表 A1 和表 A2 的规定。

表 A1 正极对铜的热电势及允差范围

合金丝代号	测量端温度 ℃	热电势 标称值 μV	精密级		普通级	
			允差 μV	热电势范围 μV	允差 μV	热电势范围 μV
KPX	-25	-492	±40	-452~-532	±65	-427~-557
	100	2082		2042~2122		2017~2147
	200	4141		4101~4181		4076~4206
EPX	-25	-492	±50	-442~-542	±80	-412~-572
	100	2040		1990~2090		1960~2120
	200	4133		4083~4183		4053~4213
NPX	-25	-234	±40	-194~-274	±65	-169~-299
	100	1012		972~1052		947~1077
	200	2106		2066~2146		2041~2171

表 A2 铜对负极的热电势及允差范围

合金丝代号	测量端温度 ℃	热电势 标称值 μV	精密级		普通级	
			允差 μV	热电势范围 μV	允差 μV	热电势范围 μV
SNC 或 RNC	100	645	±30	615~675	±60	585~705
	200	1440				1380~1500
KNCB	100	4095	±60	4035~4155	±100	3995~4195
ENX	-25	-940	±70	-870~-1010	±120	-820~-1060
	100	4277		4207~4347		4157~4397
	200	9286		9216~9356		9166~9406
TNX	-25	-940	±30	-910~-970	±60	-880~-1000
	100	4277		4247~4307		4217~4337
TNX	-25	-940	±48	-892~-988	±90	-850~-1030
	100	4277		4229~4325		4187~4367
	200	9286		9238~9334		9196~9376
KNX	-25	-476	±20	-456~-496	±35	-441~-511
	100	2013		1993~2033		1978~2048
	200	3996		3976~4016		3961~4031

续表 A2

合金丝 代号	测量端 温度 C	热电动势 标称值 $\mu\text{V}$	精密级		普通级	
			允差 $\mu\text{V}$	热电动势范围 $\mu\text{V}$	允差 $\mu\text{V}$	热电动势范围 $\mu\text{V}$
NNX	-25	-412	$\pm 20$	-392~-432	$\pm 35$	-377~-447
	100	1762		1742~1782		1727~1797
	200	3806		3786~3826		3771~3841

注：一般用补偿导线合金丝出厂检验时测 100 C 一个测温点；  
 耐热用补偿导线合金丝出厂检验时测 100 C、200 C 二个测温点；  
 型式检验时则加 -25 C 一个测温点。

### 附录 B 合金丝的密度 (参考件)

合金丝的密度，如表 B1 所示：

表 B1

合金丝名称	20 C 时密度, $\text{g}/\text{cm}^3$	平均电阻温度系数 (0~100 C) $^{\circ}\text{C}^{-1}$
铜	8.95	$4.3 \times 10^{-3}$
铜镍 0.6	8.9	$2.8 \times 10^{-3}$
镍铬 10	8.7	$4.0 \times 10^{-4}$
镍硅 3	8.6	$2.6 \times 10^{-3}$
铜镍 40	8.9	$4.0 \times 10^{-5}$
铜镍 45	8.9	$4.0 \times 10^{-5}$
铁	7.8	$6.0 \times 10^{-3}$
镍铬 14 硅 1.5	8.7	$9.6 \times 10^{-5}$
镍硅 4.5	8.6	$1.2 \times 10^{-4}$
铜镍 22	8.9	$2.5 \times 10^{-4}$
铜镍 18	8.9	$4.7 \times 10^{-4}$

#### 附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。  
 本标准由机械电子工业部重庆仪表材料研究所归口。  
 本标准由重庆仪表材料研究所、天津电工合金厂等单位负责起草。  
 本标准主要起草人沈维善、王振华、唐锐、陈鸿德。  
 本标准委托重庆仪表材料研究所负责解释。  
 本标准于 1985 年 3 月 7 日首次发布，1995 年第一次修订。