



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 4989—2013  
代替 GB/T 4989—1994

---

## 热电偶用补偿导线

Extension and compensating cables for thermocouples

2013-12-31 发布

2014-08-15 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 4989—1994《热电偶用补偿导线》。

本标准与 GB/T 4989—1994 相比,主要变化如下:

- 调整了标准的结构,增加了前言、规范性引用文件、术语和定义三部分内容;
- 屏蔽层材料增加了镀银铜丝和不锈钢丝两种;
- 热电动势允差按 ASTM E230—2003 的规定进行了修改;
- 绝缘电阻按不同绝缘材料分别做出要求。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国仪表功能材料标准化技术委员会(SAC/TC 419)归口。

本标准负责起草单位:重庆材料研究院。

本标准参加起草单位:绍兴春晖自动化仪表有限公司、中国人民解放军海军驻苏锡地区航空军事代表室、常州八益电缆股份有限公司、重庆大正温度仪表有限公司、江苏华鑫合金有限公司、浙江乐清市华东仪表厂、中国测试技术研究院、安徽天康(集团)股份有限公司、天津市信九电子有限公司、常州市潞城伟业合金厂、重庆川仪自动化股份有限公司金属功能材料分公司、浙江金中机电科技有限公司、安徽蓝德集团股份有限公司、安徽鑫国仪表有限公司、上海焱鑫合金材料有限公司、杭州萧山陆氏仪表线缆有限公司、常州市创新仪表材料有限公司、浙江伦特机电有限公司。

本标准主要起草人:谌立新、刘庆宾、邹华、唐锐、何伦英、陈亚、洪启付、刘仁聪、袁勤华、吴兴华、曾亚光、周步余、马金亭、王伯伟、徐永红、任祖建、王赵兰、潘百来、熊烽、陆祥根、沈来欣、吴加伦。

本标准所代替标准的历次版本发布情况:

- GB/T 4989—1985、GB/T 4989—1994。

# 热电偶用补偿导线

## 1 范围

本标准规定了热电偶用补偿导线的产品分类、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(以下简称补偿导线)。补偿导线的绝缘层与护套以聚氯乙烯、无碱玻璃丝及聚四氟乙烯为主体材料。对于其他材料,若能满足本标

准的技术要求,亦可采用。

2 规范性引用文件

值在 0℃~100℃或 0℃~200℃时与配用热电偶的热电动势标称值相同,它用字母“C”附加在热电偶分度号之后表示,例如“KC”。不同合金丝可应用于同种型号(分度号)的热电偶,并用附加字母予以区别,例如 KCA 和 KCB。

3.1.4

允差 tolerance

热电偶用补偿导线的允差是由于测量系统中引入了延长型补偿导线或补偿型补偿导线而产生的

大附加偏差,该值用微伏表示。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

- B:无碱玻璃丝材料。
- F:聚四氟乙烯材料。
- G:一般用补偿导线。
- H:耐热用补偿导线。
- P:有屏蔽层的补偿导线。
- R:多股软线芯。
- S:热电特性的允差为精密级的补偿导线。
- V:聚氯乙烯材料(PVC)。

4 产品分类

4.1 产品品种

补偿导线的产品品种及产品型号如表 1 所示。

表 1 产品品种和产品型号

产品名称	材料	配用热电偶	热电偶分度号
------	----	-------	--------

表 2 线芯结构型式

线芯型式	线芯标称截面积 mm <sup>2</sup>	线芯股数	单线直径 mm
单股线芯	0.2	1	0.52
	0.5	1	0.80
	1.0	1	1.13
	1.5	1	1.37
	2.5	1	1.76
多股线芯(软线)	0.2	7	0.20
	0.5	7	0.30
	1.0	7	0.43
	1.5	7	0.52
	2.5	19	0.41

#### 4.3 产品等级、使用分类

补偿导线按热电特性的允差不同分为精密级和普通级两种。按使用温度范围分为一般用和耐热用两种。分级和分类见技术要求规定。

#### 4.4 产品结构型式

##### 4.4.1 线芯

补偿导线的结构一般由线芯、绝缘层、护套或加屏蔽层组成。线芯型式分为单股线芯和多股线芯(软线)两种,线芯股数如表 2 所示。

##### 4.4.2 绝缘层

一般用补偿导线的绝缘层以聚氯乙烯为主体材料,聚氯乙烯要求参见附录 B。若性能符合本标准

耐热用补偿导线的绝缘层以聚四氟乙烯为主体材料,聚四氟乙烯要求参见附录 B。若耐热性能符合本标准技术要求,则允许用其他材料。

##### 4.4.3 护套

一般用补偿导线的护套以聚氯乙烯为主体材料。

耐热用补偿导线的护套以聚四氟乙烯或无碱玻璃丝为主体材料。用无碱玻璃丝编织做护套应表面涂有机硅漆或聚四氟乙烯分散液烧结。若耐热性能符合本标准技术要求,则允许用其他材料,如高温橡皮等。材料要求参见附录 B。

##### 4.4.4 屏蔽层

采用镀锡铜丝、镀银铜丝、镀锌钢丝、不锈钢丝编织或用铝(塑复合)或铜(塑复合)带绕包。

表 3 等级、使用温度范围、绝缘层及护套层材料

热电偶分度号	补偿导线型号	代号	等级	绝缘层材料及护套材料	使用温度范围 ℃	
S 或 R	SC 或 RC	SC-G	一般用普通级	V.V V.V	0~70 0~100	
		SC-H	耐热用普通级	F.B	0~200	
		SC-GS	一般用精密级	V.V V.V	0~70 0~100	
K	KCA	KCA-G	一般用普通级	V.V V.V	0~70 0~100	
		KCA-H	耐热用普通级	F.B	0~200	
		KCA-GS	一般用精密级	V.V V.V	0~70 0~100	
		KCA-HS	耐热用精密级	F.B	0~200	
	KCB	KCB-G	一般用普通级	V.V V.V	0~70 0~100	
		KCB-GS	一般用精密级	V.V V.V	0~70 0~100	
	KX	KX-G	一般用普通级	V.V V.V	-20~70 -20~100	
		KX-H	耐热用普通级	F.B	-25~200	
		KX-GS	一般用精密级	V.V V.V	-20~70 -20~100	
		KX-HS	耐热用精密级	F.B	-25~200	
	N	NC	NC-G	一般用普通级	V.V V.V	0~70 0~100
			NC-H	耐热用普通级	F.B	0~200
NC-GS			一般用精密级	V.V V.V	0~70 0~100	
NC-HS			耐热用精密级	F.B	0~200	
NX		NX-G	一般用普通级	V.V V.V	-20~70 -20~100	
		NX-H	耐热用普通级	F.B	-25~200	
		NX-GS	一般用精密级	V.V V.V	-20~70 -20~100	
		NX-HS	耐热用精密级	F.B	-25~200	

表 3 (续)

热电偶分度号	补偿导线型号	代号	等级	绝缘层材料及护套材料	使用温度范围 ℃
E	EX	EX-G	一般用普通级	V.V V.V	-20~70 -20~100
		EX-H	耐热用普通级	F.B	-25~200
		EX-GS	一般用精密级	V.V V.V	-20~70 -20~100
		EX-HS	耐热用精密级	F.B	-25~200
J	JX	JX-G	一般用普通级	V.V V.V	-20~70 -20~100
		JX-H	耐热用普通级	F.B	-25~200
		JX-GS	一般用精密级	V.V V.V	-20~70 -20~100
		JX-HS	耐热用精密级	F.B	-25~200
T	TX	TX-G	一般用普通级	V.V V.V	-20~70 -20~100
		TX-H	耐热用普通级	F.B	-25~200
		TX-GS	一般用精密级	V.V V.V	-20~70 -20~100
		TX-HS	耐热用精密级	F.B	-25~200

## 4.5 标记

以符合本标准耐热精密级铜-铜镍 0.6 多股补偿导线软线为例,其线芯数为 2,线芯单芯截面积为 1.5 mm<sup>2</sup>,绝缘层材料为聚四氟乙烯,护套材料为无碱玻璃丝,其标记为:

补偿导线 GB/T 4989-SC-HS-2×1.5FBRP

标记中各要素的含义如下:

SC —— 补偿导线型号(SC、RC、KCA、KCB、KX、NC、NX、EX、JX、TX 等);

H —— 耐热等级(G、H);

S —— 允差等级(普通级不标);

2 —— 线芯数(单对或多对);

1.5 —— 线芯单芯截面积(1.5 mm<sup>2</sup>);

F —— 绝缘层材料(F、V100、V70);

B —— 护套材料(B、F、V100、V70);

R —— 线芯软线(硬线不标);

P —— 有屏蔽层(无屏蔽层不标)。

注: V100、V70 表示聚氯乙烯材料耐温等级为 100℃、70℃。

## 5 技术要求

### 5.1 热电特性及允差

当参考端温度为 0 °C 时,补偿导线的热电动势与温度的关系应符合 GB/T 16839.1 的规定,参见附录 C。其允差应符合表 4 规定。

表 4 热电特性及允差

型号	补偿导线温度 范围	使用分类	允差 $\mu\text{V}$	热电偶测量端温度 $^{\circ}\text{C}$

表 5 着色

补偿导线型号	绝缘层着色		护套着色			
	正极	负极	一般用		耐热用	
			普通级	精密级	普通级	精密级
SC 或 RC	红	绿	黑	灰	黑	黄
KCA	红	蓝	黑	灰	黑	黄
KCB	红	蓝	黑	灰	黑	黄
KX	红	黑	黑	灰	黑	黄
NC	红	灰	黑	灰	黑	黄
NX	红	灰	黑	灰	黑	黄
EX	红	棕	黑	灰	黑	黄
JX	红	紫	黑	灰	黑	黄
TX	红	白	黑	灰	黑	黄

5.2.2 根据用户要求,允许按 IEC 60584-3:2007 推荐着色的产品,参见附录 D。

### 5.3 结构尺寸

#### 5.3.1 绝缘层厚度、护套厚度及最大尺寸

补偿导线的线芯绝缘层厚度、护套厚度及最大外径尺寸应符合表 6 的规定。

表 6 尺寸

使用分类	线芯标称截面积 mm <sup>2</sup>	绝缘层标称厚度 <sup>a</sup> mm	护套标称厚度 mm	补偿导线最大外径 <sup>b</sup> mm	
				单股线芯	多股软线芯
一般用	0.2	0.4	0.7	3.0×4.6	3.1×4.8
	0.5	0.5	0.8	3.7×6.4	3.9×6.6
	1.0	0.7	1.0	5.0×7.7	5.1×8.0
	1.5	0.7	1.0	5.2×8.3	5.5×8.7
	2.5	0.7	1.0	5.7×9.3	5.9×9.8
耐热用	0.2	0.4	0.3	2.3×4.0	2.4×4.2
	0.5	0.4	0.3	2.6×4.6	2.8×4.8
	1.0	0.4	0.3	3.0×5.3	3.1×5.6
	1.5	0.4	0.3	3.2×5.8	3.4×6.2
	2.5	0.4	0.3	3.6×6.7	4.0×7.3

<sup>a</sup> 一般用补偿导线的绝缘层厚度允许为正偏差,但补偿导线最大外径不得超过本表规定。  
<sup>b</sup> 若加屏蔽层,则导线最大外径的增大值不得大于 1.6 mm。

### 5.3.2 绝缘层

5.3.2.1 一般用补偿导线的绝缘层表面应圆整、色泽均匀,无机械损伤。

5.3.2.2 一般用补偿导线绝缘层厚度允许偏差为标称厚度的负 10%,最薄处的厚度应不小于标称值的 90%减 0.1 mm。

5.3.2.3 一般用补偿导线的绝缘层应经受交流 50 Hz,电压 4 000 V 的火花试验不击穿。试验机的运行速度应保证绝缘层每点经受电压作用时间不小于 0.1 s。

5.3.2.4 耐热用补偿导线的绝缘层厚度允许偏差不超过标称厚度的负 20%,最薄处厚度应不小于标称值的 90%减 0.1 mm。绝缘线芯外径允许局部放大,但粗大处的外径不应超过最大外径值。

### 5.3.3 护套

5.3.3.1 护套的厚度允许偏差为标称厚度的负 20%,最薄处应不小于厚度标称值的 80%。

粘连,表面应平整,颜色均匀。

5.3.3.2 护套的厚度允许偏差为标称值的负 20%,最薄处应不小于厚度标称值的 80%。

5.3.3.3 用玻璃丝编织的护套,其编织密度应不小于 90%。

### 5.3.4 屏蔽层

5.3.4.1 编织密度应不小于 80%,断头处经衔接后应修剪整齐。

5.3.4.2 铝(塑复合)或铜(塑复合)带应紧密贴在绝缘层上,不易松脱。

5.3.4.3 屏蔽层的厚度不得大于 0.8 mm。

### 5.4 护套标识

一般用补偿导线的护套表面应连续印有制造厂名或商标、导线代号、规格、使用温度范围等标识,标识要求清晰牢固,标识之间距离不大于 500 mm。

### 5.5 绝缘电阻

## 5.7 耐热性能

耐热用补偿导线经受 $(220\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ,历时24 h耐热性能试验后,立即将试样在其五倍直径的圆柱体上弯曲 $180^{\circ}$ 后,应满足下列要求:

- a) 表面无裂纹;
- b) 补偿导线线芯间、线芯与屏蔽层间的绝缘电阻值应不小于 $25\text{ M}\Omega\cdot\text{m}$ 。

## 5.8 防潮性能

耐热用补偿导线经受环境温度为 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 $(95\pm 3)\%$ ,历时24 h防潮性能试验后,导线线芯间和线芯与屏蔽层间的绝缘电阻应不小于为 $25\text{ M}\Omega\cdot\text{m}$ 。

## 5.9 低温卷绕性能

一般用补偿导线应经受 $-20^{\circ}\text{C}$ 的低温卷绕试验后,用目力观察卷绕在试棒上的试样的绝缘层均无任何裂纹。

## 6 试验方法

### 6.1 热电特性及允差

#### 6.1.1 测试方法

用比较法进行测试。

#### 6.1.2 测试仪器及设备

测试仪器及设备如下:

- 恒温油槽:在其有效工作区间任意两点之间的温差 $<0.04^{\circ}\text{C}$ ;
- 电测仪器:准确度不低于0.01级的电测设备;
- 标准器:二等标准铂电阻温度计或二等标准水银温度计;
- 读数望远镜。

#### 6.1.3 试样制备

按本标准7.2和7.3规定取样,试样长度约 $1.0\text{ m}\sim 1.5\text{ m}$ 。先将试样两端剥去约 $10\text{ mm}\sim 20\text{ mm}$ 长绝缘层与护套,其中一端将两极焊成一个球状的测量端,其表面层应光滑、无划痕,球状直径约为线径的2倍~3倍。另一端两极分开,并分别连接测量导线(铜导线)组成参考端。

#### 6.1.4 试验程序

##### 6.1.4.1 试验准备

将制备的试样测量端插入恒温槽内,插入深度应不小于 $200\text{ mm}$ ,参考端插入冰点器内(或冰瓶),插入深度为 $150\text{ mm}\sim 200\text{ mm}$ ,测量导线连接电测仪器,然后升温测量。

##### 6.1.4.2 测量温度点

当参考端温度为 $0^{\circ}\text{C}$ 时,测量端温度一般用补偿导线为 $100^{\circ}\text{C}$ ,耐热用补偿导线为 $100^{\circ}\text{C}$ 、 $200^{\circ}\text{C}$ ,

读数时温度控制在 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内,其温度波动不得大于 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在型式试验时,应测头、尾的热电动势值,两端合格后,取其最大热电动势偏差值。

## 6.2 着色

补偿导线的绝缘层、护套着色用目力观察。

## 6.3 结构尺寸

补偿导线的外径、绝缘层厚度和护套厚度测量按 GB/T 2951.11 的规定进行。

## 6.4 护套标识

能清晰辨认。

## 6.5 绝缘电阻

补偿导线的绝缘电阻试验在本标准 5.5 规定的试验环境中进行,用准确度为 1.0 级的 500 V 绝缘电阻表测量其绝缘电阻值。

## 6.6 机械性能和老化性能

补偿导线的绝缘层护套、护套机械性能试验按 GB/T 2951.11 的规定进行,老化性能试验按 GB/T 2951.12 的规定进行。

## 6.7 耐热性能

从成品中取不小于 1 m 的试验样品,放在温度为 $(220\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ (200 $^{\circ}\text{C}$ 级)的恒温器中(试样不应接触



表 10 型式检验项目、检验水平

不合格类	序号	检验项目	DL	<i>n</i>	Ac	Re	RQL
C类	1	着色	II	4	0	1	40
	2	结构尺寸					
	3	护套标志					

**附录 A**  
(资料性附录)  
**补偿导线的往复电阻值**

在 20 ℃时分别测量 1 m 长补偿导线的正极和负极的电阻值后,正、负极的电阻值相加之和为补偿导线的往复电阻,各种型号的不同规格的往复电阻值不大于表 A.1 所示。

**表 A.1 补偿导线在 20 ℃时的往复电阻值**

单位为欧姆每米

补偿导线型号	规格 mm <sup>2</sup>				
	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5
SC 或 RC	0.25	0.10	0.05	0.03	0.02
KCA	3.50	1.40	0.70	0.47	0.28
KCB	2.60	1.04	0.52	0.35	0.21
KX	5.50	2.20	1.10	0.73	0.44
EX	6.25	2.50	1.25	0.83	0.50
JX	3.25	1.30	0.65	0.43	0.26
TX	2.60	1.04	0.52	0.35	0.21
NC	3.75	1.50	0.75	0.50	0.30
NX	7.15	2.86	1.43	0.95	0.57

附录 B  
(资料性附录)  
补偿导线所用材料要求

B.1 芯线合金丝

补偿导线芯线合金丝的性能应符合 GB/T 4990《热电偶用补偿导线合金丝》。

B.2 绝缘层护套用材料

B.2.1 聚氯乙烯塑料应符合 GB/T 8815《电线电缆用软聚氯乙烯塑料》的规定。

B.2.2 无机玻璃丝应符合 GB/T 1007《无机玻璃丝纤维》。

B.2.3 聚四氟乙烯薄膜:QB/T 3627《聚四氟乙烯薄膜》。

B.2.4 有机硅漆主要性能应符合表 B.1 的要求。

表 B.1 有机硅漆主要性能

序号	项目	单位	指标
1	黏度(涂-4黏度计)	S	40~85
2	固体含量	%	>60
	体积电阻率	$\Omega \cdot \text{cm}$	常态[(25±1)°C] $>10^{14}$

B.3 屏蔽层用材料

屏蔽层用镀锌钢丝应符合 GB/T 10120《镀锌圆钢丝》

B.3.2 屏蔽层用镀锌钢丝应符合 YB/T 5294《一般用途低碳钢丝》。



## 附录 D (资料性附录)

### 延长型补偿导线和补偿型补偿导线的着色标识

本附录摘自 IEC 60584-3:2007 的规定(不包括无机物绝缘导线)。

#### D.1 颜色标记

##### D.1.1 负极

所有型号的执由偶用补偿导线, 负极的绝缘层都是白色

##### D.1.2 正极

正极的绝缘层颜色如表 D.1 所示。

表 D.1 正极绝缘层着色

热电偶分度号	补偿导线型号	正极的护套颜色
S	SC	橙
R	RC	橙
K	KX 或 KC	绿
N	NX 或 NC	粉红
E	EX	紫
J	JX	黑
T	TX	棕

##### D.1.3 护套

热电偶用补偿导线如有护套,颜色应按表 D.1 的规定进行标识。如果安全电路用补偿导线的护套已标识为蓝色,则应以其他方式标识热电偶型号,如印刷或彩色标签等(颜色见表 D.1)。

#### D.2 标识

制造商应按下列格式标记产品:

IEC 60584-3-KX-1

标记中各要素的含义如下:

IEC 60584-3——IEC 标准编号;

K——热电偶型号(T、E、J、K、N、R、S);

X——补偿导线型号(X、CA、CB);

1——允差等级(1 或 2)

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
热 电 偶 用 补 偿 导 线  
GB/T 4989—2013

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235  
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 36 千字  
2014年4月第一版 2014年4月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-48577 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



GB/T 4989-2013