



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、标识、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

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第 1 部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 2829 周期检查计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检查)

GB/T 2951.11 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 11 部分:通用试验方法 厚度和外形尺寸测量 机械性能试验

GB/T 2951.12 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 12 部分:通用试验方法 热老化试验方法

GB/T 2951.14 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 14 部分:通用试验方法 低温试验

GB/T 16839.1 热电偶 第 1 部分:分度表

IEC 60584-3:2007 热电偶 第 3 部分:延长电缆和补偿电缆 允差和识别系统

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

热电偶用补偿导线 extension and compensating cables for thermocouples

在一定温度范围内(包括常温)具有与所匹配的热电偶的热电动势的标称值相同的一对带有绝缘层的导线,用它们连接热电偶与测量装置,以补偿它们与热电偶连接处的温度变化所产生的误差,补偿导线分为延长型与补偿型两种。

3.1.2

延长型补偿导线 extension cables

延长型补偿导线又称延长型导线,其合金丝的名义化学成分及热电动势标称值与配用热电偶偶丝相同,它用字母“X”附加在热电偶分度号之后表示,例如“EX”。

3.1.3

补偿型补偿导线 compensating cables

补偿型补偿导线又称补偿型导线,其合金丝的名义化学成分与配用热电偶偶丝不同,但其热电动势

值在 0 °C~100 °C 或 0 °C~200 °C 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最大附加偏差,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 | 型号 | 配用热电偶 | 热电偶分度号 |
|--|------------------|--------------------------|--------|
| 铜-铜镍 0.6 补偿型导线 | SC 或 RC | 铂铑 10-铂热电偶 铂铑 13-铂热电偶 | S 或 R |
| 铁-铜镍 22 补偿型导线 铜-铜镍 40 补偿型导线 镍铬 10-镍硅 3 延长型导线 | KCA KCB KX | 镍铬-镍硅热电偶 | K |
| 铁-铜镍 18 补偿型导线 镍铬 14 硅-镍硅 4 镁延长型导线 | NC NX | 镍铬硅-镍硅镁热电偶 | N |
| 镍铬 10-铜镍 45 延长型导线 | EX | 镍铬-铜镍热电偶 | E |
| 铁-铜镍 45 延长型导线 | JX | 铁-铜镍热电偶 | J |
| 铜-铜镍 45 延长型导线 | TX | 铜-康铜热电偶 | T |

4.2 产品规格

补偿导线的线芯型式、线芯股数、线芯标称截面积、合金丝直径如表 2 所示。各种型号的不同规格的往复电阻值参见附录 A。

表 2 线芯结构型式

| 线芯型式 | 线芯标称截面积 mm ² | 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。若性能符合本标准技术要求,则允许用其他材料。

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。

4.4.5 产品代号

补偿导线产品代号,使用温度范围、绝缘层和护套的主体材料如表 3 所示。

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 mm²,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 mm²);

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 °C | 使用分类 | 允差 μV | | 热电偶测量端温度 °C |
|---------|----------------|------|--------------|---------------|----------------|
| | | | 精密级 | 普通级 | |
| SC 或 RC | 0~100 | G | ±30(±2.5 °C) | ±60(±5.0 °C) | 1 000 |
| SC 或 RC | 0~200 | H | — | ±60(±5.0 °C) | 1 000 |
| KCA | 0~100 | G | ±44(±1.1 °C) | ±88(±2.2 °C) | 900 |
| KCA | 0~200 | H | ±44(±1.1 °C) | ±88(±2.2 °C) | 900 |
| KCB | 0~100 | G | ±44(±1.1 °C) | ±88(±2.2 °C) | 900 |
| KX | -20~100 | G | ±44(±1.1 °C) | ±88(±2.2 °C) | 900 |
| KX | -25~200 | H | ±44(±1.1 °C) | ±88(±2.2 °C) | 900 |
| NC | 0~100 | G | ±43(±1.1 °C) | ±86(±2.2 °C) | 900 |
| NC | 0~200 | H | ±43(±1.1 °C) | ±86(±2.2 °C) | 900 |
| NX | -20~100 | G | ±43(±1.1 °C) | ±86(±2.2 °C) | 900 |
| NX | -25~200 | H | ±43(±1.1 °C) | ±86(±2.2 °C) | 900 |
| EX | -20~100 | G | ±81(±1.0 °C) | ±138(±1.7 °C) | 500 |
| EX | -25~200 | H | ±81(±1.0 °C) | ±138(±1.7 °C) | 500 |
| JX | -20~100 | G | ±62(±1.1 °C) | ±123(±2.2 °C) | 500 |
| JX | -25~200 | H | ±62(±1.1 °C) | ±123(±2.2 °C) | 500 |
| TX | -20~100 | G | ±30(±0.5 °C) | ±60(±1.0 °C) | 300 |
| TX | -25~200 | H | ±30(±0.5 °C) | ±60(±1.0 °C) | 300 |

注: 本表所列允差用微伏表示,用摄氏度表示的允差与热电偶测量端的温度有关,括号中的温度值按表列热电偶测量端温度换算而成。

5.2 着色

5.2.1 补偿导线的绝缘层和护套着色应符合表 5 规定。

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 ² | 绝缘层标称厚度 ^a mm | 护套标称厚度 mm | 补偿导线最大外径 ^b 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 |

^a 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。
^b 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 凡用聚氯乙烯或聚四氟乙烯做护套,其护套应紧密包在线芯的绝缘层上,绝缘层与护套之间不粘连,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

在温度为 $(20 \pm 15)^\circ\text{C}$,相对湿度为 45%~85%的环境中,直流电压为 $(500 \pm 50)\text{V}$ 下,用纤维材料和聚氯乙烯做绝缘的补偿导线的线芯间、线芯与屏蔽层间的最小绝缘电阻为 $5\text{ M}\Omega \cdot \text{km}$,用聚四氟乙烯等其他材料做绝缘的补偿导线的导体与导体、导体与屏蔽层之间的最小绝缘电阻为 $500\text{ M}\Omega \cdot \text{km}$ 。

注:系统总的电气要求可以优先于本技术规定。

5.6 机械性能和老化性能

一般用补偿导线的绝缘层和护套的机械性能和老化性能应符合表 7 的规定。

表 7 机械性能和老化性能

| 使用温度范围 ℃ | 机械性能 | | 老化性能 | | |
|-------------|--------------|------------|-------------|---------|------------|
| | 抗拉强度 N/mm | 伸长率 % | 温度 ℃ | 时间 h | 强度变化率 % |
| -20~70 | ≥ 12.5 | ≥ 125 | 80 ± 2 | 168 | ± 20 |
| -20~100 | ≥ 12.5 | ≥ 125 | 135 ± 2 | 168 | ± 25 |

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° 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°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 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°C 时,测量端温度一般用补偿导线为 100°C ,耐热用补偿导线为 100°C 、 200°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

标识试验用一块浸泡在水中的棉花或棉布在印有标识的补偿导线护套上轻轻擦拭 10 次后,标识仍能清晰辨认。

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(试样不应接触器壁),经历 24 h 后取出,立即将试样放在五倍其直径的圆柱上弯曲 180° ,用目力观察是否有裂纹,若无裂纹,则按本标准 6.5 方法进行绝缘电阻试验。

6.8 防潮性能

从成品中取长 1.5 m 的试验样品,放入 $(40\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温器中,相对湿度保持 $(95\pm 3)\%$ 。经 24 h 后,按 6.5 规定方法测量补偿导线线芯之间,线芯与屏蔽层之间的绝缘电阻值。

6.9 低温卷绕性能

低温卷绕试验按 GB/T 2951.14 规定进行。

7 试验规则

7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验两种。

7.2 出厂检验

7.2.1 出厂检验按 GB/T 2828.1 的计数抽样程序进行,采用一次抽样方案,其中 C 类缺陷采用整卷检验,B 类缺陷在样品卷的任意端取约 1.5 m 进行检验。

7.2.2 出厂检验的检验项目、分类、检验顺序、检查水平(IL)及合格质量水平(AQL)见表 8,样本大小(n)及判定数组(Ac、Re)见表 9。

表 8 出厂检验项目及检验水平

| 不合格类 | 序号 | 检验项目 | IL | AQL |
|------|----|-------------|----|-----|
| C类 | 1 | 着色 | II | 6.5 |
| | 2 | 结构尺寸(检最大外径) | | |
| | 3 | 护套标识 | | |
| | 4 | 绝缘电阻 | | |
| B类 | 5 | 热电特性及允差 | II | 4.0 |

表 9 出厂检验抽样方案

| N | AQL=4.0 | | | AQL=6.5 | | |
|--------|---------|----|----|---------|----|----|
| | n | Ac | Re | n | Ac | Re |
| 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 |

注：N 代表批量(卷)。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时,一般应进行型式检验:

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

7.3.2 型式检验按 GB/T 2829 的计数抽样程序进行,采用一次抽样方案。在抽取样品中,每卷取头 10 m~12 m,尾约 1.5 m 左右进行试验。

7.3.3 型式检验项目的分组、检验顺序、判别水平(DL)、不合格质量水平(RQL)、判定数组(Ac、Re)、样本大小(n)见表 10。

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 | | | | | |
| | 4 | 防潮性能 | | | | | |
| | 5 | 低温卷绕性能 | | | | | |
| B类 | 6 | 热电特性及允差 | II | 5 | 0 | 1 | 30 |
| | 7 | 绝缘电阻 | | | | | |
| | 8 | 机械性能和老化性能 | | | | | |
| | 9 | 耐热性能 | | | | | |

8 包装、标识

8.1 包装

8.1.1 补偿导线成品应成卷(或成盘)供应,每卷(盘)只能由一根组成。每卷至少捆扎3处,用防潮材料包扎。绕在线盘上的,应排线整齐,线头固定,用防潮材料包装好。

8.1.2 交货长度为200 m或百米的整倍数补偿导线,也可根据双方协议允许以任意长度交货,长度计量误差不应大于0.5%,允许以不短于20 m的短线段交货,但数量不应超过交货总长的10%。

8.2 标识

8.2.1 每卷(盘)补偿导线包扎后应标识:

- a) 制造厂名及商标;
- b) 产品名称;
- c) 产品标记;
- d) 产品编号;
- e) 每卷长度及毛重量;
- f) 出厂年、月、日。

8.2.2 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) 产品编号;
- e) 每卷长度;
- f) 产品标准编号;
- g) 检验员章;
- h) 出厂年、月、日。

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 ² | | | | |
|---------|-----------------------|------|------|------|------|
| | 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 无碱玻璃丝:JC/T 169《无碱玻璃纤维纱》。

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 |
| 3 | 体积电阻率 [漆膜在(200±2)℃下烘 10.8 h] | $\Omega \cdot \text{cm}$ | 常态[(25±1)℃]>10 ¹⁴ |
| | | $\Omega \cdot \text{cm}$ | 热态[(200±2)℃]>10 ¹² |

B.2.5 聚四氟乙烯浓缩分散液应符合表 B.2 要求。

表 B.2 聚四氟乙烯浓缩分散液主要性能

| 序号 | 项目 | 单位 | 指标 |
|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| 1 | 外观 | — | 白色均匀乳液 |
| 2 | 密度(20℃) | g/cm ³ | 1.50~1.55 |
| 3 | 运动黏度(25℃) | mm ² /s | 6~15 |
| 4 | 酸碱性(pH) | — | ≥8 |
| 5* | 树脂含量 | % | 60±2 |
| * 该项作为保证指标。 | | | |

注:聚四氟乙烯浓缩分散液是平均颗粒为 0.05 μm~0.5 μm 的聚四氟乙烯树脂颗粒均匀分散在水相中形成的分散液,使用时可根据用途和需要分别加入无离子水、表面活性剂或增稠剂、氨水或有机酸等对浓缩液的浓度、黏度和 pH 予以适当的调节。

B.3 屏蔽层用材料

B.3.1 屏蔽层用镀锡铜丝应符合 GB/T 4910《镀锡圆铜线》。

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 C
(资料性附录)

热电动势标称值与允差范围

当参考端温度为 0 °C, 测量端温度分别为 100 °C、200 °C 时, 其热电动势标称值及允差范围如表 C.1 所示。

表 C.1 补偿导线的热电动势标称值及允差

| 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 μV | | 普通级 μV | |
|------------|------------------|----------|-----------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---|---|
| | | | | | 允差 | 热电动势范围 | 允差 | 热电动势范围 |
| S 或 R | SC 或 RC | G | 100 | 646 | ± 30 | 616~676 | ± 60 | 586~706 |
| | | H | 100 200 | 646 1 441 | — — | — — | ± 60 | 586~706 1 381~1 501 |
| K | KX, KCA 或 KCB | G | -25 100 | -968 4 096 | ± 44 | -924~-1 012 4 052~4 140 | ± 88 | -880~-1 056 4 008~4 184 |
| | | | H | -25 100 200 | | -968 4 096 8 138 | | -924~-1 012 4 052~4 140 8 094~8 182 |
| N | NX 或 NC | G | | -25 100 | -646 2 774 | ± 43 | -603~-689 2 731~2 817 | ± 86 |
| | | | H | -25 100 200 | -646 2 774 5 913 | | -603~-689 2 731~2 817 5 870~5 956 | |
| E | EX | G | | -25 100 | -1 432 6 319 | ± 81 | -1 351~-1 513 6 238~6 400 | ± 138 |
| | | | H | -25 100 200 | -1 432 6 319 13 421 | | -1 351~-1 513 6 238~6 400 13 340~13 502 | |
| J | JX | G | | -25 100 | -1 239 5 269 | ± 62 | -1 177~-1 301 5 207~5 331 | ± 123 |
| | | | H | -25 100 200 | -1 239 5 269 10 779 | | -1 177~-1 301 5 207~5 331 10 717~10 841 | |
| T | TX | G | | -25 100 | -940 4 279 | ± 30 | -910~-970 4 249~4 309 | ± 60 |
| | | | H | -25 100 200 | -940 4 279 9 288 | | -910~-970 4 249~4 309 9 258~9 318 | |

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

所有型号的热电偶用补偿导线,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)。

如有必要,还可标识线芯对数、导体截面积、使用温度范围、制造商等附加信息。

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

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