



中华人民共和国国家标准

GB/T 2903—2015
代替 GB/T 2903—1998

铜-铜镍(康铜)热电偶丝

Copper/Copper-Nickel(Constantan) thermocouple wires

2015-05-15 发布

2015-12-01 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 2903—1998《铜-铜镍(康铜)热电偶丝》。

本标准与 GB/T 2903—1998 相比主要差异如下：

——修改产品标记表示方法；

——热电偶在 350 °C 时的热电动势 I 级允差修改为 $\pm 34 \mu\text{V}$ ，II 级允差修改为 $\pm 157 \mu\text{V}$ ；

——调整附录 A 和附录 B 的顺序。

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：重庆材料研究院有限公司。

本标准参加起草单位：重庆川仪自动化股份有限公司金属功能材料分公司、重庆川仪十七厂有限公司、江苏华鑫合金有限公司、安徽蓝德集团股份有限公司、常州市潞城伟业合金厂、浙江伦特机电有限公司、山东力群合金材料有限公司、沈阳市中色测温仪表材料研究所有限公司。

本标准主要起草人：何伦英、湛立新、李联文、吴磊、袁勤华、殷成楼、王伯伟、吴加伦、张力群、陈骁、齐宝军、唐逾。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 2903—1992, GB/T 2903—1999, GB/T 2903—1998,

铜-铜镍(康铜)热电偶丝

1 范围

本标准规定了铜-铜镍(铜镍)热电偶丝的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、供应方式、包装及标志。

本标准适用于制造工业铜-铜镍(康铜)热电偶(T型热电偶)用合金丝(以下简称偶丝)。

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 16701 贵金属、贱金属热电偶丝热电动势 测量方法

GB/T 16339.1—1997 热电偶 第1部分:分度表

JB/T 6819.2 仪表材料术语 测温材料

3 术语和定义

JB/T 6819.2 界定的术语和定义适用于本文件。

4 产品分类

4.1 产品名称、代号及名义化学成分

产品名称、代号及名义化学成分如表1所示。

表1 产品名称、代号及名义化学成分

产品名称	极性	代号	名义化学成分(质量分数)/%	
			Ni	Cu
铜丝	正极	TP	—	100
铜镍合金丝	负极	TN	45	55

4.2 偶丝等级

偶丝按使用要求和热电特性的允差不同,分为Ⅰ级、Ⅱ级和Ⅲ级,分级条件由技术要求规定。

4.3 偶丝推荐使用温度上限

各种直径的偶丝推荐使用温度上限如表2所示。

表 2 偶丝推荐使用温度

偶丝直径/mm	长期使用温度上限/℃	短期使用温度上限/℃
0.2、0.3	150	200
0.5、0.8	200	250
1.0、1.2	250	300
1.6、2.0	300	350

4.4 标记示例

产品标记按下列格式表示：

铜-铜镍(康铜)热电偶丝 GB/T 2903-TN-I-1.2

标记中各要素的含义如下：

TN——产品代号(TP、TN)；

I——允差等级(I、II、III)；

1.2——偶丝直径。

4.5 产品物理参数

产品有关物理参数参见附录 A。

5 技术要求

5.1 表面质量

偶丝的表面应颜色均匀、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差的细小划痕、凹陷及个别暗色斑点。

5.2 尺寸

偶丝的直径及允许偏差应符合表 3 的规定。偶丝的圆度不应超过直径的允许偏差。

表 3 偶丝直径及允许偏差 单位为毫米

偶丝直径	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0
允许偏差	-0.04		-0.05		-0.06		-0.08	
注：经供需双方协商，允许供应其他规格的偶丝。								

5.3 不均匀热电动势

当参考端温度为 0℃,测量端温度为表 4 规定的温度时,整卷(盘)偶丝的不均匀热电动势应不超过表 4 的规定。

表 4 偶丝不均匀热电动势

等级	测量端温度/℃	不均匀热电动势/ μV	
		铜丝	铜镍合金丝
I	200	3	12
II	200	4	22
III	-196	4	12

5.4 热电动势

5.4.1 由偶丝构成的热电偶,当参考端温度为 0℃时,温度与热电动势的关系应符合 GB/T 16839.1—1997 中 T 型热电偶分度表的规定,允差应符合表 5 的规定,热电偶在主要温度点的热电动势见表 5。热电偶在主要温度点的热电动势率见附录 B。

5.4.2 由铜与铂、铂与铜镍构成的热电偶,当参考端温度为 0℃时,温度与热电动势的关系应符合表 6 和表 7 热电动势值及允差的规定。铜-铂和铂-铜镍在主要分度点的热电动势率及分度表见附录 B。

表 5 铜-铜镍热电偶热电动势及允差

单位为微伏

测量端温度/℃	热电动势标称值	I 级		II 级		III 级	
		允差	热电动势范围	允差	热电动势范围	允差	热电动势范围
-196	-5 539	—	—	—	—	± 43	-5 491~-5 587
-79	-2 757	—	—	—	—	± 37	-2 720~-2 794
100	4 279	± 24	4 255~4 303	± 47	4 232~4 326	—	—
150	6 704	± 30	6 674~6 734	± 56	6 643~6 760	—	—
200	9 233	± 43	9 215~9 331	± 80	9 208~9 363	—	—
250	12 013	± 56	11 957~12 069	± 105	11 908~12 118	—	—
300	14 862	± 70	14 792~14 932	± 130	14 732~14 992	—	—
350	17 819	± 84	17 735~17 903	± 157	17 662~17 976	—	—

表 6 铜-铂热电偶热电动势及允差

单位为微伏

测量端温度/℃	热电动势标称值	I 级		II 级		III 级	
		允差	热电动势范围	允差	热电动势范围	允差	热电动势范围
-196	-212	—	—	—	—	± 10	-202~-222
-79	-332	—	—	—	—	± 7	-325~-339
100	773	± 12	761~785	± 15	758~788	—	—
150	1 275	± 12	1 263~1 287	± 15	1 260~1 290	—	—
200	1 837	± 12	1 825~1 849	± 15	1 822~1 852	—	—
250	2 462	± 12	2 450~2 474	± 15	2 447~2 477	—	—
300	3 149	± 12	3 137~3 161	± 15	3 134~3 164	—	—
350	3 892	± 12	3 880~3 904	± 15	3 877~3 907	—	—

表 7 铂-铜镍热电偶热电动势及允差

单位为微伏

测量端温度/℃	热电动势标称值	Ⅰ 级		Ⅱ 级		Ⅲ 级	
		允差	热电动势范围	允差	热电动势范围	允差	热电动势范围
—196	—5 327	—	—	—	—	±38	—5 289～—5 365
—79	—2 426	—	—	—	—	±30	—2 396～—2 456
100	3 505	±12	3 493～3 517	±32	3 473～3 537	—	—
150	5 430	±18	5 412～5 448	±41	5 389～5 471	—	—
200	7 451	±31	7 420～7 582	±65	7 386～7 516	—	—
250	9 551	±44	9 507～9 595	±90	9 461～9 641	—	—
300	11 713	±58	11 655～11 771	±115	11 598～11 828	—	—
350	13 926	±62	13 864～13 988	±140	13 786～14 066	—	—
单极热电动势的Ⅲ级允差供参考,出厂成品以表 5 配对的Ⅲ级允差交货验收。 经供需双方协议,并在订货合同中注明,允许正负极配对供货,配对热电动势及允差应符合表 5 的规定。							

5.5 稳定性

由各种规格偶丝构成的热电偶,在空气中按表 8 规定的试验温度连续加热恒温 200 h,恒温过程中在该温度点热电动势变化的绝对值应不超过表 8 的规定。

表 8 热电偶稳定性

偶丝直径/mm	试验温度/℃	热电动势变化/μV	相当于温度值/℃
0.2、0.3	190±10	80	1.50
0.5、0.8	240±10	100	1.88
1.0、1.2	290±10	130	2.25
1.6、2.0	340±10	150	2.62

6 试验方法

6.1 表面质量

表面质量用目力观察。

6.2 尺寸

偶丝的直径和圆度用分辨率不低于 0.01 mm 千分尺,在偶丝的同一直径截面的两个垂直方向上进行测量,每卷(盘)偶丝至少应测量三个不同部位。

6.3 不均匀热电动势

在同一卷(盘)偶丝的两端截取试样,将所取试样的一端与直径为 0.5 mm 的铂丝(铂丝的 $R_{100}/R_0 \geq 1.392 0$)焊接在一起作为测量端,放进热电偶检定炉内,插入炉内的深度应不小于 300 mm。另一端作

为参考端置于 0℃ 恒温器中。在表 4 规定的试验温度中保温 2 h 后,测量其对铂热电动势。同一卷(盘)偶丝试样间的对铂热电动势的最大差值为其不均匀热电动势值。

6.4 热电动势

按 GB/T 16701 规定的方法进行,试验温度按表 9 规定。

表 9 热电动势测量温度

偶丝直径/mm	测量温度/℃
0.2、0.3、0.5	—79、—196
0.2、0.3、0.5、0.8	100、200
1.0、1.2、1.6、2.0	100、200、250

6.5 稳定性

将正负极偶丝焊成热电偶,并与二等标准铂铑 10-铂热电偶捆扎在一起(标准偶的测量端应套上一端封闭的高温氧化铝管),装入热电偶检定炉内,试样插入炉内的深度应不小于 300 mm。当炉温升到表 8 规定的温度后,开始测量热电动势,且每隔 1 h 测量一次。当热电动势值的变化稳定在 60 μ V 范围内时,以该热电动势作为第一次测量值 E_0 ,同时记录时间,以此作为稳定性试验的起始时间。连续保温并每隔数小时监测热电动势。200 h 内,所测热电动势值 E 与 E_0 的最大差值 $\delta = |E - E_0|$ 为其稳定性值。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 概述

产品检验分为出厂检验和型式检验。

7.1.2 出厂检验

偶丝应经质量检验部门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) 表面质量;
- b) 尺寸;
- c) 不均匀热电动势;
- d) 热电动势。

7.1.3 型式检验

按本标准规定的全部检验项目进行。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) 正常生产后,如原材料、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 出厂检验应从生产的每卷(盘)偶丝的头、尾两端各取约 1.1 m 进行检验,其中表面质量[7.1.2a)]和尺寸[7.1.2b)]两项应对整卷(盘)偶丝检验。

7.2.2 型式检验应从生产厂的成品库中任意抽取正、负极各不少于 3 卷(盘)偶丝,在头部取约 5.5 m,尾部取约 1.1 m 进行检验。其中表面质量[7.1.2a)]和尺寸[7.1.2b)]应对整卷(盘)偶丝检验。

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,只要有一项不合格,则应加倍抽样进行全部复检。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

8.1.1 偶丝应经退火供应。偶丝表面应具有一层均匀的氧化膜。若用户要求,允许以光亮丝供应。

8.1.2 每卷(盘)偶丝只能由一根丝材绕成,不得有接头,扭转及结节。

8.1.3 每卷(盘)偶丝质量应不小于表 10 的规定。

表 10 每卷(盘)偶丝质量

偶丝直径/mm	质量/kg
0.2、0.3	0.1
0.5、0.8	0.5
1.0、1.2、1.6、2.0	1.0
注:对于使用大量偶丝的用户,每卷(盘)偶丝的质量可由供需双方协议。	

8.2 包装

直径小于或等于 0.5 mm 的偶丝可卷绕在线盘上,其余规格的偶丝可绕成卷状,每卷至少捆扎两处,每卷(盘)用防潮材料包装。

8.3 标志

8.3.1 每卷(盘)偶丝的标志应包括下列内容:

- a) 制造厂名或商标;
- b) 产品名称、标记;
- c) 产品编号;
- d) 尺寸规格;
- e) 每卷(盘)偶丝的毛质量和净质量;
- f) 出厂日期。

8.3.2 每卷(盘)偶丝的产品合格证书上应标明:

- a) 制造厂名或商标;

- b) 产品名称；
- c) 产品编号；
- d) 尺寸规格或标记；
- e) 产品标准号(即本标准号)；
- f) 每卷(盘)偶丝的毛质量和净质量；
- g) 出厂日期。

附录 A

(资料性附录)

铜丝及铜镍合金丝的物理参数

铜丝及铜镍合金丝的熔点、密度、电阻率、平均电阻温度系数、抗拉强度及伸长率如表 A.1 所示。

表 A.1 铜丝及铜镍合金丝的物理参数

名 称	铜 丝	铜 镍 合 金 丝
熔点/℃	1 084	1 220
20 ℃时的密度/(g/cm ³)	8.9	8.8
20 ℃时的电阻率/(μΩ·cm)	1.71	49.0
在 20 ℃~400 ℃范围内的平均电阻温度系数/(×10 ⁻⁴ /℃)	43.0	0.5
抗拉强度/MPa	≥195	≥390
伸长率(L ₀ =100 mm)/%	≥30	≥25

附 录 B
(规范性附录)

铜-铜镍热电偶的热电动势率及单极对铂分度表

B.1 铜-铜镍、铜-铂、铂-铜镍热电偶在主要温度点的热电动势率

铜-铜镍、铜-铂、铂-铜镍热电偶在主要温度点的热电动势率(塞贝克系数 S)如表 B.1 所示。

表 B.1 铜-铜镍、铜-铂、铂-铜镍热电偶在主要温度点的热电动势率

温度/℃	热电动势率(塞贝克系数 S)/(μV/℃)		
	铜-铜镍	铜-铂	铂-铜镍
—196	16.30	—4.26	20.56
—79	30.77	2.32	28.45
0	38.75	5.88	32.83
100	46.78	9.39	37.39
200	53.15	11.89	41.26
300	58.09	14.31	43.78
400	61.80	16.31	45.49

B.2 铜(TP)-铂(Pt-67)分度表

铜(TP)-铂(Pt-67)分度表见表 B.2 所示。

表 B.2 铜(TP)-铂(Pt-67)分度表

温度/℃	0	—10	—20	—30	—40	—50	—60	—70	—80	—90
	热电动势/μV									
—200	—195	—150	—106	—64	—29	—1	16	20		
—100	—369	—378	—382	—379	—370	—356	—335	—308	—275	—237
0	0	—57	—110	—158	—203	—243	—278	—309	—334	—354
温度/℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热电动势/μV									
0	0	61	125	193	265	341	421	504	591	681
100	773	869	966	1 067	1 169	1 275	1 382	1 492	1 604	1 719
200	1 837	1 957	2 080	2 205	2 332	2 462	2 595	2 730	2 867	3 007
300	3 149	3 293	3 439	3 588	3 739	3 892	4 048	4 206	4 366	4 527
400	4 690	—	—	—	—	—	—	—	—	—
注：参考端温度为 0℃。										

铜(TP)-铂(Pt-67)的分度表由多项式(B.1)计算:

$$E(\mu\text{V}) = \sum_{i=0}^n c_i t^i \quad \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中系数为:

温度范围	-270 ℃~0 ℃	0 ℃~400 ℃
	$c_0=0.0$	$c_0=0.0$
	$c_1=5.894\ 548\ 229\ 7$	$c_1=5.894\ 548\ 226\ 5$
	$c_2=2.177\ 354\ 616\ 7 \times 10^{-2}$	$c_2=1.509\ 134\ 765\ 2 \times 10^{-2}$
	$c_3=2.826\ 761\ 733\ 1 \times 10^{-4}$	$c_3=1.385\ 988\ 324\ 2 \times 10^{-4}$
	$c_4=2.256\ 129\ 063\ 2 \times 10^{-5}$	$c_4=-1.827\ 351\ 164\ 9 \times 10^{-5}$
	$c_5=9.502\ 026\ 902\ 0 \times 10^{-7}$	$c_5=1.033\ 635\ 649\ 1 \times 10^{-8}$
	$c_6=2.412\ 716\ 823\ 3 \times 10^{-8}$	$c_6=-3.065\ 826\ 553\ 4 \times 10^{-11}$
	$c_7=3.910\ 747\ 567\ 8 \times 10^{-10}$	$c_7=4.681\ 530\ 823\ 5 \times 10^{-14}$
	$c_8=4.217\ 403\ 476\ 6 \times 10^{-12}$	$c_8=-2.974\ 071\ 681\ 2 \times 10^{-17}$
	$c_9=3.094\ 671\ 890\ 4 \times 10^{-14}$	$c_9=1.474\ 503\ 431\ 3 \times 10^{-21}$
	$c_{10}=1.551\ 930\ 033\ 9 \times 10^{-16}$	$c_{10}=-3.659\ 405\ 308\ 7 \times 10^{-25}$
	$c_{11}=5.235\ 860\ 981\ 1 \times 10^{-19}$	
	$c_{12}=1.136\ 383\ 791\ 3 \times 10^{-21}$	
	$c_{13}=1.433\ 054\ 079\ 2 \times 10^{-24}$	
	$c_{14}=7.979\ 515\ 392\ 7 \times 10^{-28}$	

B.3 铂(Pt-67)-铜镍(TN)分度表

铂(Pt-67)-铜镍(TN)分度表见表 B.3。

表 B.3 铂(Pt-67)-铜镍(TN)分度表

温度/℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
	热电动势/ μV									
-200	-5 408	-5 603	-5 783	-5 942	-6 076	-6 179	-6 248	-6 277	—	—
-100	-3 010	-3 279	-3 541	-3 798	-4 049	-4 293	-4 531	-4 762	-4 986	-5 202
0	0	-326	-647	-962	-1 272	-1 576	-1 874	-2 167	-2 454	-2 735
温度/℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热电动势/ μV									
0	0	330	665	1 004	1 347	1 695	2 047	2 405	2 767	3 134
100	3 505	3 881	4 262	4 647	5 036	5 430	5 827	6 228	6 632	7 040
200	7 451	7 865	8 283	8 703	9 126	9 551	9 979	10 409	10 842	11 276
300	11 713	12 152	12 593	13 035	13 480	13 926	14 374	14 824	15 275	15 728
400	16 182	—	—	—	—	—	—	—	—	—
注: 参考端温度为 0 ℃。										

铂(Pt-67)-铜镍(TN)的分度表由多项式(B.2)计算：

$$E(\mu V) = \sum_{i=0}^n c_i t^i$$

.....(B.2)

式中系数为：

温度范围	－270 ℃～0 ℃	0 ℃～400 ℃
	$c_0=0.0$	$c_0=0.0$
	$c_1=3.285\ 355\ 813\ 4\times 10$	$c_1=3.285\ 355\ 813\ 8\times 10$
	$c_2=2.242\ 088\ 818\ 1\times 10^{-2}$	$c_2=1.820\ 088\ 022\ 7\times 10^{-2}$
	$c_3=-1.642\ 329\ 422\ 6\times 10^{-4}$	$c_3=6.758\ 360\ 162\ 4\times 10^{-5}$
	$c_4=-2.528\ 317\ 078\ 0\times 10^{-6}$	$c_4=-3.608\ 745\ 197\ 5\times 10^{-7}$
	$c_5=-4.882\ 249\ 460\ 9\times 10^{-8}$	$c_5=6.605\ 244\ 362\ 3\times 10^{-10}$
	$c_6=-1.476\ 011\ 640\ 4\times 10^{-9}$	$c_6=-1.574\ 932\ 377\ 1\times 10^{-13}$
	$c_7=-3.036\ 321\ 473\ 1\times 10^{-11}$	$c_7=-1.336\ 172\ 944\ 2\times 10^{-15}$
	$c_8=-3.680\ 094\ 883\ 0\times 10^{-13}$	$c_8=2.227\ 815\ 139\ 1\times 10^{-18}$
	$c_9=-2.733\ 196\ 978\ 5\times 10^{-15}$	$c_9=-1.474\ 503\ 431\ 3\times 10^{-21}$
	$c_{10}=-1.267\ 705\ 560\ 5\times 10^{-17}$	$c_{10}=3.659\ 405\ 308\ 7\times 10^{-25}$
	$c_{11}=-3.589\ 947\ 524\ 7\times 10^{-20}$	
	$c_{12}=-5.682\ 986\ 428\ 0\times 10^{-23}$	
	$c_{13}=-3.855\ 137\ 308\ 5\times 10^{-26}$	

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
铜-铜镍(康铜)热电偶丝
GB/T 2903—2015

*

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(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

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

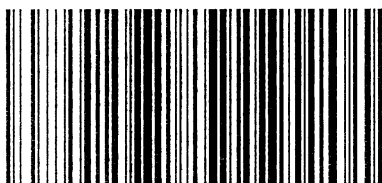
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 24 千字
2015 年 4 月第一版 2015 年 4 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-51282 定价 18.00 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 2903—2015