

铠装电缆系列

铠装热电偶测温电缆

铠装热电阻测温电缆

浙江泰索科技有限公司

www.taisuo.com

2017年版

序号	内容	页码
1、	公司简介	01
2、	公司沿革	02
3、	资质与荣誉	03
4、	铠装电缆生产及检验设备	04
5、	铠装热电偶测温电缆生产工艺流程	05
6、	铠装电缆定义、分类、用途、截面示意图	06
7、	铠装热电偶测温电缆定义、工作原理、特点	07
8、	铠装热电偶测温电缆截面分布/尺寸/绝缘电阻等参数	08
9、	铠装热电偶测温电缆常见分度号热电偶丝简介及适用环境	09
10、	常见铠装热电偶测温电缆偶丝直径及推荐长期/短期使用最高温度	10
11、	常见热电偶各分度号允差与应用标准对照表	11
12、	热电偶温度与热电势绝对毫伏数据对照表	12
13、	铠装热电偶测温电缆产品检定流程	13
14、	铠装热电偶测温电缆型号命名方式	14
15、	铠装热电偶测温电缆使用温度参照表	15
16、	常见热电偶各分度号的允差标准和电动势对应表	16
17、	矿物绝缘电缆常用的绝缘材料	17
18、	常用铠装电缆绝缘材料的物理特性对比表和成份含量分析	18
19、	国内外铠装热电偶测温电缆常用外保护管牌号对照表	19
20、	铠装电缆常用外保护管性能分析	20
21、	常用不锈钢/合金外管化学成份表	21
22、	铠装热电偶测温电缆各分度规格尺寸说明	22
23、	特殊规格双层铠装热电偶测温电缆简介	23
24、	厚壁铠装热电偶测温电缆简介	24
25、	铠装热电阻测温电缆的定义、特点及命名方式	25
26、	铠装热电阻测温电缆标准规格产品参考尺寸及截面示意图表	26
27、	附录 I 国内外不锈钢牌号对照表	27
28、	附录 II 热电偶常用外保护管材料及适用温度、特点、用途	28
29、	附录 III 热电偶外保护管选型参考表	29
30、	附录 IV 铠装式热电偶补偿导线及本公司其它温度产品简介	30

公司简介

浙江泰索科技有限公司始建于1992年，公司孜孜以求以成为“温度测控及相关领域具有世界影响力的知名品牌企业”作为长期发展理念和目标，旨在通过产业链上下游的提升和整合，践行低碳环保职责，努力为温度测控领域及相关产业在全球范围内的可持续发展作出贡献。公司现有的业务单元主要包括：多种系列矿物绝缘铠装电缆、应用于多领域解决方案的温度传感器及各类配件、智能化电子仪表，以及电气和机械模具制造等服务。本公司在为国内外中高端客户提供高性价比测温电缆（铠装热电偶/阻）的同时，根据市场需求和公司定位不断加大对防火、加热、信号等特种矿物绝缘铠装电缆产品的技术和设备的研发投入，相关产品将陆续面世，为社会创造更大的价值。

泰索科技通过不懈努力，投入巨资建成先进的综合性温度测控检测中心。本公司在温度测控和自动化控制、新材料研究等领域具有强大的科研能力，可为客户提供基于温度测控系统机电一体化综合研发配套解决方案。公司已与美国、德国、法国、英国等世界知名温控产品公司形成了紧密的战略、技术、生产合作关系，多项技术比肩国际水平。泰索科技公司将持续创新、提升品质，以更优秀的产品为全球用户提供专业化的技术和服

务。热诚欢迎国内外客户莅临指导！

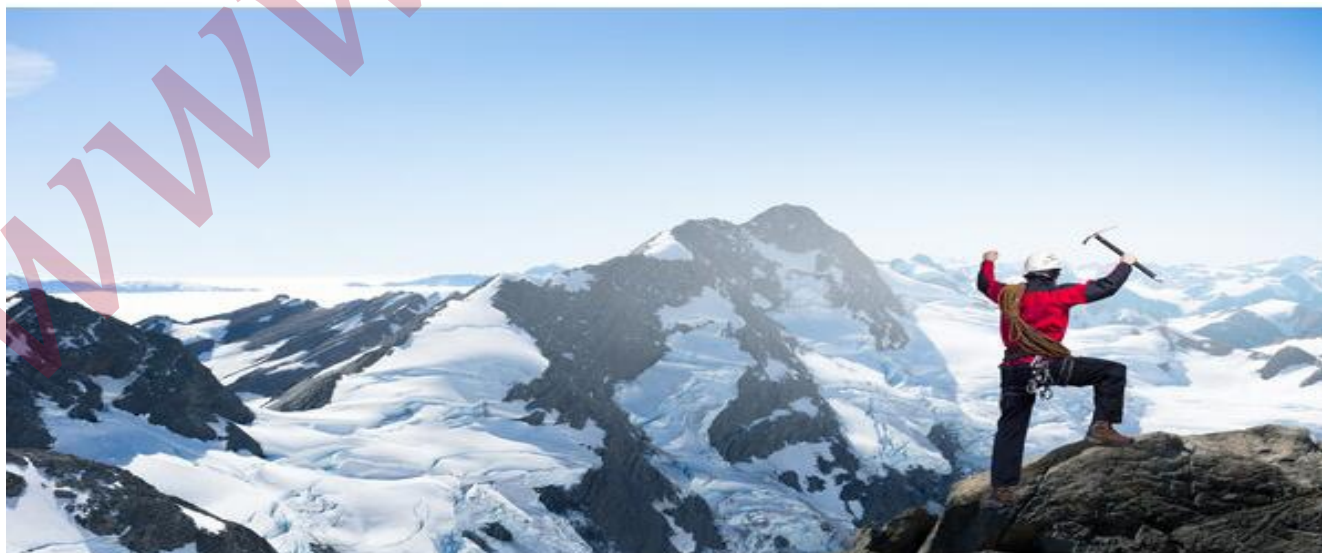


泰索科技杭州运营中心



泰索科技生产基地

<p>【2015~2016】管理转型提升年 持续加强与国内外科研院校、机构和专业厂商深度合作，对泰索科技在产业升级发展过程中存在的技术和管理瓶颈，诸如关键核心材料、智能装备、高性能检测和技术标准确立等薄弱环节进行逐项攻关，全面提升泰索科技的相关产业链的自我管控、自我提升的能力和空间，持续完善技术和管理储备，为下一步在细分市场专业化领域深耕发展做好扎实基础。</p>
<p>【2014】夯实基础年 公司明确定位：在未来十年，将致力打造并使得公司成为“温度测控及相关领域具有世界影响力的知名品牌企业”，通过产业链上下游的整合，履行低碳环保职责，同时开辟用于热管理领域的高分子复合新材料的研发和生产，为温度控制领域相关产业在全球范围内可持续发展的目标作出更大贡献。</p>
<p>【2013】产品体系拓展与品牌口碑提升的一年，公司产品广泛应用于军工、热电、化工、核电、机械、食品、医药等各行业和领域，赢得市场赞誉。</p>
<p>【2012】成立杭州运营中心，拓展国内外销售渠道；同年整合公司内外资源升级正式成立“浙江泰索科技有限公司”。</p>
<p>【2011】公司通过ISO:9001.2008版国际质量体系认证；被评定为国家核能行业协会理事会会员单位。</p>
<p>【2010】公司出口30万米铠装电缆产品获得国际品牌用户赞誉，当年产品的一级品率就达到了90%以上。同时公司开始从事铠装防火电缆、加热电缆及其它特种电缆的开发研制。</p>
<p>【2006~2008】在相关温控投资领域的基础上，成立宁波泰索科技有限公司；首条年产25万米的铠装电缆生产线筹建并投产。</p>
<p>【2004】在原有产业基础上，筹建规划温控领域相关产品的技术设计和研发工作。</p>
<p>【1999】引进先进的温度仪表自动化SMT作业流水线及一流的检测作业系统。</p>
<p>【1997】成立泰索科技的前身华泰仪表，并在之后的几年内高速成长。</p>
<p>【1995】致力于温度控制领域的电子仪表产品系列化开发和生产业务开拓工作。</p>
<p>【1992】成立生产销售实体，进行温控产品的批量化生产和销售。</p>
<p>【1989】公司创业团队开始从事工业用温度自动化控制领域的技术研究。</p>



资质与荣誉



铠装电缆生产及检验设备



直线拉丝机



轧头机



中高温测试炉



倒立式拉丝机



退火炉



激光焊接机

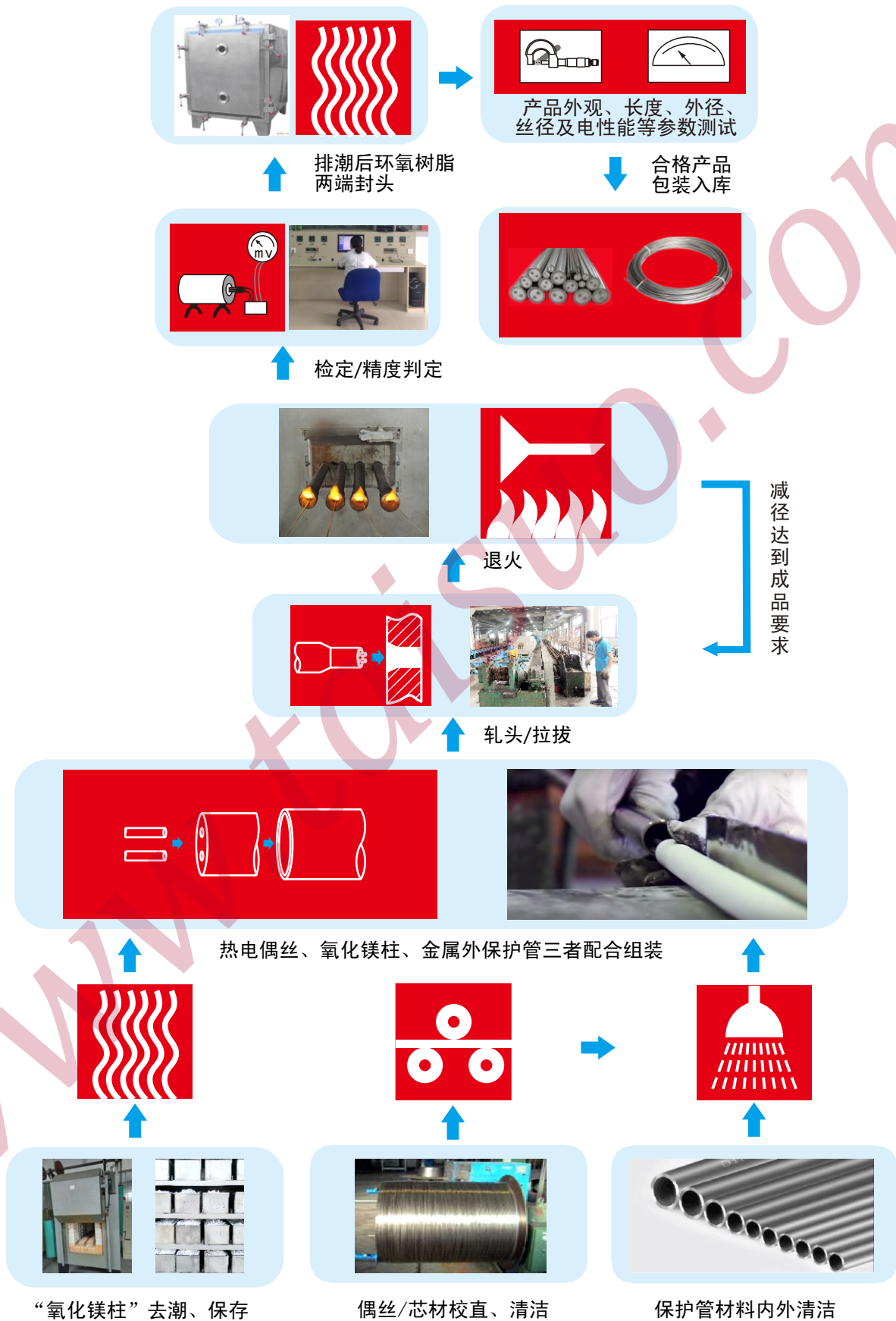


收卷机



检测炉

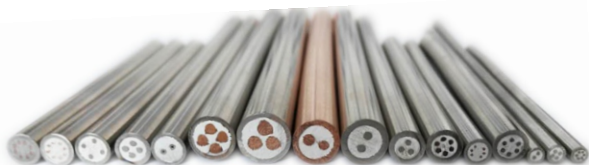
铠装热电偶测温电缆生产工艺流程



铠装电缆

定义

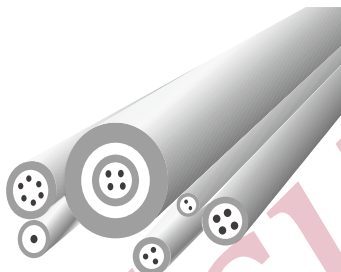
按要求将金属导体芯线和无机矿物绝缘材料（氧化镁/氧化铝）置于相配套的金属套管内，经过多次拉拔及热处理，改变组合体结构直至达到要求，从而实现电缆整体的紧密结合，使之具有耐高温、耐腐蚀、防火、高气密性、性和可弯曲等特点，达到气机械性能。这种坚实的电缆或矿物绝缘铠装材（MI Cable）。



高绝缘性和优良的抗振抗压常规电缆所不具备的优异电组合体被称为矿物绝缘铠装料，简称铠装电缆或铠材

分类

- 铠装热电偶测温电缆
- 铠装热电阻测温电缆
- 铠装防火电缆
- 铠装加热电缆
- 铠装信号电缆
- 铠装特种电缆



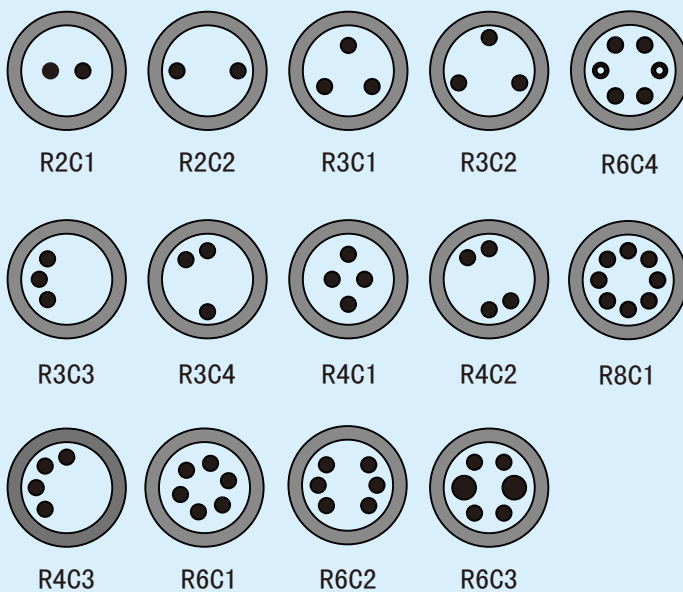
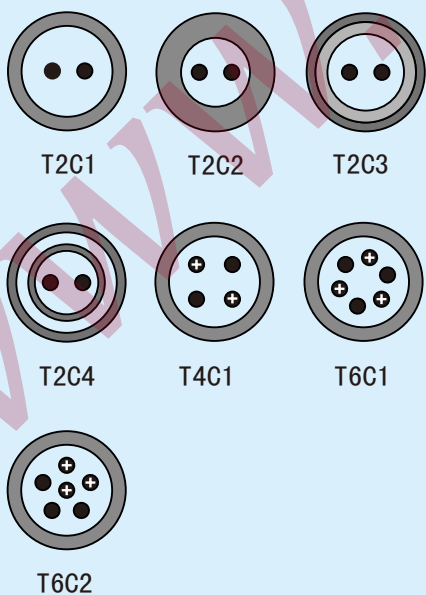
用途

主要用于化工、医药、食品、冶金、机械制造、核电、火电和科学试验等行业的温度测量、信号传输及特殊加热等。

本手册着重介绍铠装热电偶测温电缆及铠装热电阻测温电缆

铠装热电偶测温电缆截面示意图

铠装热电阻测温电缆截面示意图



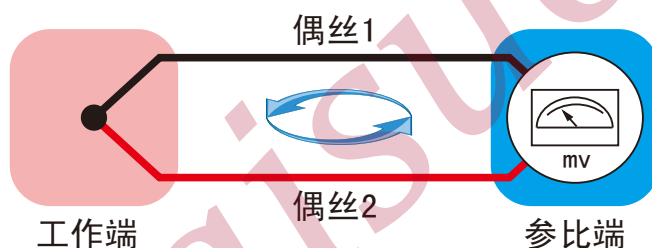
铠装热电偶测温电缆

定义

铠装热电偶测温电缆，俗称铠装丝，国际上又称之为无机矿物绝缘热电偶电缆。是由不锈钢外保护管、高绝缘性氧化镁柱、按需选配热电偶丝材，三者组合后，经模具多次拉拔及热处理，形成坚实的整体。具有耐压、耐高温、抗震、抗腐蚀、抗氧化、可弯曲、小型化、使用寿命长、温度范围广、热响应时间快等优点。并具有一定的耐辐射，防水等性能，是制造铠装热电偶的核心材料。

工作原理

是由两种不同成份的导体两端经焊接，形成回路。直接测温端称为工作端，接线端子端称为冷端，也称参比端。当工作端和参比端存在温差时，就会在回路中产生热电流，此现象称为热电效应（赛贝克效应）。连接温度显示仪表，仪表就会显示出热电偶所产生的热电动势的对应温度值。铠装热电偶的热电动势将随着测量端温度升高而增长，热电动势的大小只与热电偶导体材质以及两端温差有关，和热电极的长度、直径无关。



铠装热电偶测温电缆截面分布/尺寸/绝缘电阻等参数
 (GB/T18404-2001等同于IEC61515:1995铠装热电偶电缆及铠装热电偶)

偶丝对数	外径 D (mm)	外径允差 T (mm)	偶丝线径 C (mm)	壁厚 S (mm)	绝缘电阻		
					试验温度	绝缘电阻	测量电压
单对式 	0.5	±0.025	0.078	0.08	20°C ± 15°C	≥100MΩ	75V ± 25VDC
	1.0	±0.025	0.16	0.15			
	1.6	±0.025	0.26	0.23	【K/N/E/J】 20°C ± 15°C 500°C ± 15°C 【T】 300°C ± 15°C	≥1000MΩ ≥5MΩ ≥500MΩ	500V ± 50VDC 500V ± 50VDC 500V ± 50VDC
	2.0	±0.025	0.32	0.26			
	2.3	±0.025	0.36	0.30			
	3.0	±0.030	0.47	0.40			
	3.2	±0.030	0.51	0.36			
	4.0	±0.04	0.63	0.53			
	4.8	±0.040	0.75	0.64			
	5.0	±0.050	0.78	0.66			
	6.0	±0.060	0.96	0.80			
	6.4	±0.060	1.02	0.85			
	8.0	±0.080	1.28	1.06			
	12.7	±0.120	2.15	1.70			
双对式 	1.6	±0.025	0.26	0.23	【K/N/E/J】 20°C ± 15°C 500°C ± 15°C 【T】 300°C ± 15°C	≥1000MΩ ≥5MΩ ≥500MΩ	500V ± 50VDC 500V ± 50VDC 500V ± 50VDC
	2.0	±0.025	0.32	0.26			
	2.3	±0.025	0.36	0.30			
	3.0	±0.030	0.47	0.40			
	3.2	±0.030	0.51	0.42			
	4.0	±0.040	0.63	0.53			
	4.8	±0.040	0.75	0.64			
	5.0	±0.050	0.78	0.66			
	6.0	±0.060	0.96	0.80			
	6.4	±0.060	1.02	0.85			
8.0	±0.080	1.28	1.06				
12.7	±0.120	2.15	1.70				
三对式 	3.2	±0.030	0.33	0.42	【K/N/E/J】 20°C ± 15°C 500°C ± 15°C 【T】 300°C ± 15°C	≥1000MΩ ≥5MΩ ≥500MΩ	500V ± 50VDC 500V ± 50VDC 500V ± 50VDC
	4.8	±0.040	0.48	0.64			
	6.4	±0.060	0.68	0.85			
	8.0	±0.080	0.87	1.06			
	12.7	±0.120	1.49	1.70			

以上表格中绝缘电阻数据所采用的绝缘材料氧化镁≥96%。其它测试条件参照国家标准。

注：【1】本公司另可提供氧化镁 (MgO) 纯度≥99.4%的产品。具体请咨询本公司销售代表。

【2】铠装热电偶测温电缆的绝缘层具有有限的导电性，绝缘电阻值会随着电缆长度的增加而减小。电缆的导电率用 $S \cdot m^{-1}$ 表示 (等于 $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$)。对于长度大于1m 的电缆最小绝缘电阻用 $\Omega \cdot m$ 或 $M\Omega \cdot m$ 表示，小于1m 的用 $M\Omega$ 表示。

【3】本公司另可提供K、N、E、J等分度号的铠装热电偶测温电缆在660°C时高温绝缘电阻≥5MΩ/500V的产品。具体请咨询本公司销售代表。

铠装热电偶测温电缆

常见分度号热电偶丝简介及适用环境

分度号	偶丝材质		分度号简介	偶丝适用环境
K	+	镍铬	研发时间：1906年 研发公司：美国Hoskins公司 【优点】1. 最常用的高温廉金属热电偶，价格便宜，使用广泛。2. 复现性好。3. 热电动势大，热电动势高。4. 抗氧化性能较好，可在氧化性气氛及空气中长期使用。	适用于1260℃以下的氧化性及惰性气氛。不适用于高温还原气氛中，在一定条件下容易腐蚀，会在很短的时间内引起电动势的大幅下降。主要成分镍，不适合含硫的气氛。
	-	镍硅	【缺点】1. 稳定性稍差，若长期在高温下使用，热电性能不稳定。2. 不适合在真空、含碳、含硫气氛中使用。	
N	+	镍铬硅	研发时间：20世纪70年代初 研发公司：澳大利亚国防部实验室 【优点】1. 高温下抗氧化能力强，长期稳定性强。2. 低温时短期热循环稳定性好。3. 耐核辐射能力强。4. 400~1300℃范围内，热电特性的线性比K型好。	线性好，热电动势较大，灵敏度较高，稳定性和均匀性较好，抗氧化性能强，不受短程有序化影响。其综合性能优于K型热电偶。
	-	镍硅	【缺点】1. 材质硬，加工难。2. 价格相对较贵。3. 在-200~400℃范围内非线性误差较大。	
E	+	镍铬	【优点】1. 灵敏度高。2. 与J型热电偶相比耐热性良好。3. 稳定性好。4. 适用于氧化性气体环境。	适合-200℃~900℃的氧化性及惰性气氛。不适用于还原性的气氛。可用于测量0℃以下的低温领域。
	-	康铜	【缺点】不适用于还原性气体环境。	
J	+	铁	【优点】1. 灵敏度高。2. 均匀性好。3. 稳定性好。4. 适用于氧化性气体环境。	适合0℃~750℃的氧化性、还原性、惰性气氛。正极热电偶丝（铁）540℃以上时，氧化较快，因此热电偶丝需要加粗。不适合0℃以下使用。
	-	康铜	【缺点】不适用于高温硫化气氛中。	
T	+	铜	【优点】1. 热电动势较大。2. 灵敏度较高。3. 温度近似线性和复现性好，传热快。4. 稳定性和均匀性较好。5. 价格便宜。	适合-200℃~370℃氧化性、还原性和适宜的惰性气氛中，可用于0℃或0℃以下的低温领域测量。上限温度依赖于铜的氧化温度。
	-	康铜	【缺点】在高温下抗氧化性能差，故使用温度上限受到限制。	
R	+	铂铑13	研发时间：1967年至1971年 研发公司：英国NPL、美国NBS和加拿大NRC 【优点】1. 准确度高。2. 稳定性好。3. 测温温区宽。4. 使用寿命长。	适用于0℃~1480℃下的氧化性及惰性气体环境，不适用于还原性气氛和含有金属蒸汽在内的气氛。不能直接插入金属外保护管中使用。在1000℃以上时使用寿命较短，可以用INC600做外保护管。
	-	铂	【缺点】1. 热电动势较小。2. 灵敏度低。3. 对污染非常敏感。4. 属贵金属热电偶，材料价格昂贵。	
S	+	铂铑10	研发时间：1885年 研发公司：Le-chatelier 【优点】1. 测量精度高。2. 物理、化学性能稳定。	适用于0℃~1480℃下的氧化性及惰性气体环境，不适用于还原性气氛和含有金属蒸汽在内的气氛。不能直接插入金属外保护管中使用。在1000℃以上时使用寿命较短，可以用INC600做外保护管。
	-	铂	【缺点】1. 属贵金属热电偶，成本高，在所有热电偶系列中，仅比B型热电偶价格略低。2. 机械强度差，热电动势小。3. 热电偶丝直径(0.35mm~0.5mm)很细，机械强度差。	
B	+	铂铑30	【优点】1. 准确度高。2. 稳定性好。3. 测温温区宽。4. 使用寿命长。	适用于870℃~1700℃的氧化性或惰性气氛，可短时间用于真空中。不适用于还原性气氛和含有金属蒸汽在内的气氛。在常温下的温差电动势小，所以不适合使用补偿导线。
	-	铂铑6	【缺点】1. 热电动势较小。2. 灵敏度低。3. 高温下机械强度下降，对污染非常敏感。4. 属贵金属热电偶，材料价格昂贵。	

常见铠装热电偶测温电缆
热电偶丝直径及推荐长期/短期使用最高温度

分度号	热电偶丝名称及代号				100℃时的热电势	热电偶丝直径 (mm)	使用最高温度℃	
	正极		负极				长期	短期
	名称	代号	名称	代号				
K	镍铬10	KP	镍硅3	KN	4.096mV	Φ 0.3	700	800
						Φ 0.5	800	900
						Φ 0.8~Φ 1.0	900	1000
						Φ 1.2~Φ 1.6	1000	1100
						Φ 2.0~Φ 2.5	1100	1200
						Φ 3.2	1200	1300
N	镍铬14.2硅	NP	镍硅4	NN	2.774mV	Φ 0.3	700	800
						Φ 0.5	800	900
						Φ 0.8~Φ 1.0	900	1000
						Φ 1.2~Φ 1.6	1000	1100
						Φ 2.0~Φ 2.5	1100	1200
						Φ 3.2	1200	1300
E	镍铬10	EP	铜镍45	EN	6.319mV	Φ 0.3~Φ 0.5	350	450
						Φ 0.8~Φ 1.2	450	550
						Φ 1.6~Φ 2.0	550	650
						Φ 2.5	650	750
						Φ 3.2	750	900
J	铁	JP	铜镍45	JN	5.269mV	Φ 0.3~Φ 0.5	300	400
						Φ 0.8~Φ 1.2	400	500
						Φ 1.6~Φ 2.0	500	600
						Φ 2.5~Φ 3.2	600	750
T	铜	TP	铜镍45	TN	4.279mV	Φ 0.2~Φ 0.3	150	200
						Φ 0.5~Φ 0.8	200	250
						Φ 1.0~Φ 1.2	250	300
						Φ 1.6~Φ 2.0	300	350
R	铂铑13	RP	铂	RN	0.647mV	Φ 0.5	1400	1600
S	铂铑10	SP	铂	SN	0.646mV	Φ 0.5	1400	1600
B	铂铑30	BP	铂铑6	BN	0.033mV	Φ 0.5	1600	1700

参照标准:

- 1、K型《GB/T 2614-2010 镍铬-镍硅热电偶丝》。
- 2、N型《GB/T 17615-2015 镍铬硅-镍硅镁热电偶丝》。
- 3、E型《GB/T 4993-2010 镍铬-铜镍（康铜）热电偶丝》。
- 4、J型《GB/T 4994-2015 铁-铜镍（康铜）热电偶丝》。
- 5、T型《GB/T 2903-2015 铜-铜镍（康铜）热电偶丝》。
- 6、R/S/B型《GB/T1598-2010 铂铑13-铂热电偶丝、铂铑10-铂热电偶丝、铂铑30-铂铑6热电偶丝》。

常见热电偶各分度号允差与应用标准对照表

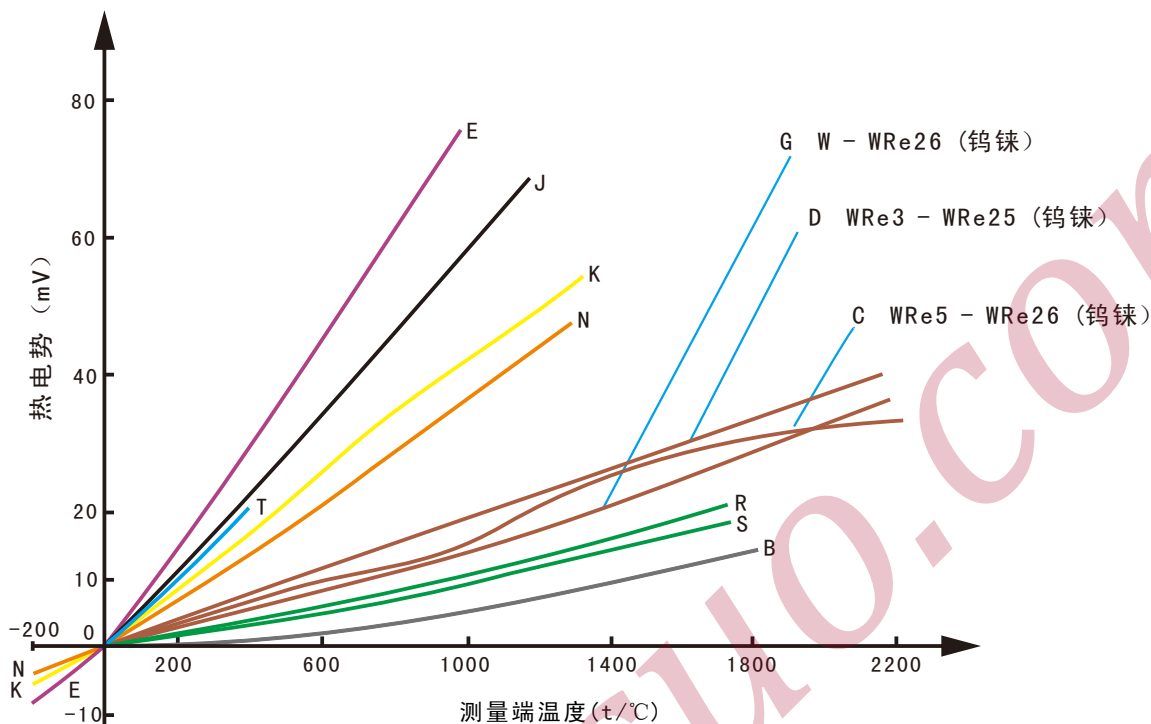
标准		日标JIS C1602			国标GB/T16839.2 欧标IEC584-2		美标ASTM E230		
分度号	温度范围 (°C)	等级	允差 (°C)	等级	允差 (°C)	温度范围 (°C)	等级	允差 (°C)	
K	-40~375	1	±1.5	1	±1.5	0~1260	普通级 STD	±2.2 ±0.75%· t	
			±0.004· t		±0.004· t				
	-40~333	2	±2.5	2	±2.5		精密级 SP	±1.1 ±0.4%· t	
			±0.0075· t		±0.0075· t				
	-167~40	3	±2.5	3	±2.5		-200~0	普通级 STD	±2.2 ±2%· t
			±0.015· t		±0.015· t				
E	-40~375	1	±1.5	1	±1.5	0~870	普通级 STD	±1.7 ±0.5%· t	
			±0.004· t		±0.004· t				
	-40~333	2	±2.5	2	±2.5		精密级 SP	±1 ±0.4%· t	
			±0.0075· t		±0.0075· t				
	-167~40	3	±2.5	3	±2.5		-200~0	普通级 STD	±1.7 ±1%· t
			±0.015· t		±0.015· t				
J	-40~375	1	±1.5	1	±1.5	0~760	普通级 STD	±2.2 ±0.75%· t	
			±0.004· t		±0.004· t				
	-40~333	2	±2.5	2	±2.5		精密级 SP	±1.1 ±0.4%· t	
			±0.0075· t		±0.0075· t				
T	-40~125	1	±0.5	1	±0.5	0~370	普通级 STD	±1 ±0.75%· t	
			±0.004· t		±0.004· t				
	-40~133	2	±1	2	±1		精密级 SP	±0.5 ±0.4%· t	
			±0.0075· t		±0.0075· t				
	-67~40	3	±1	3	±1		-200~0	普通级 STD	±1 ±1.5%· t
			±0.015· t		±0.015· t				
R/S	0~1100	1	±1	1	±1	0~1480	普通级 STD	±1.5 ±0.25%· t	
	0~600	2	±1.5	2	±1.5		精密级 SP	±0.6 ±0.1%· t	
			±0.0025· t		±0.0025· t				
B	600~1700	2	±0.0025· t	2	±0.0025· t	870~1700	普通级 STD	±0.5	
	600~800	3	±4	3	±4				
			±0.005· t		±0.005· t				

注:

- 1、允差是指测量端温度与从电动势 (EMF) 表上查得温度之间的最大允许偏差。
- 2、ASTM允差用测得温度的°C 或 % 数值来表示, 取较大值。
- 3、|t| 表示用°C为单位的测得温度, 无正负号。

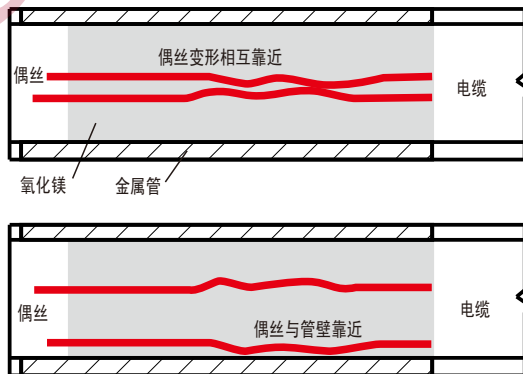
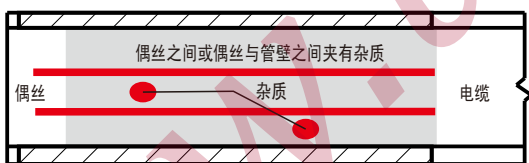
热电偶温度与热电势绝对毫伏数据对照表

(DIN EN60584 IEC 60584-1:1995)



铠装热电偶电缆内部结构不良示意图

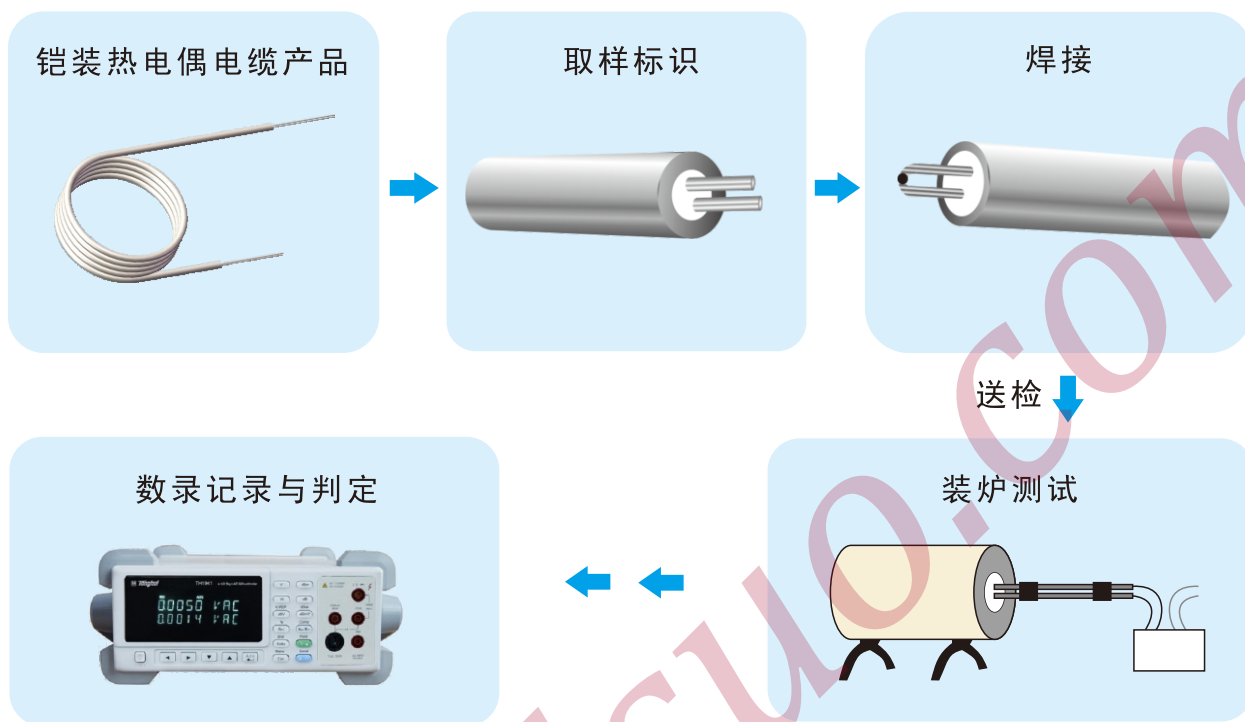
如图所示铠装热电偶电缆内部结构不良现象的存在，不仅会出现热电势漂浮不定的情况；严重时还有可能因电缆在运输过程中受到震动和撞击，导致电缆内部形成短路。



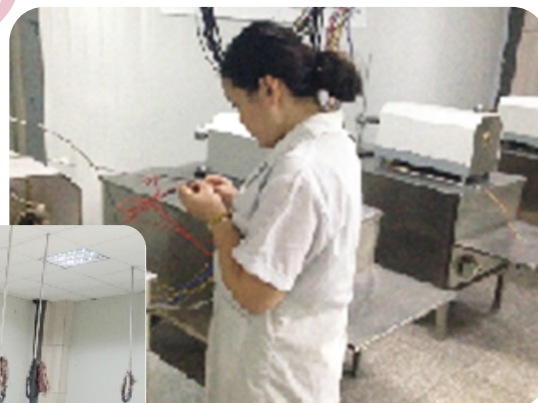
铠装热电偶产生分流误差的因素

影响因素	使用环境和条件
铠装热电偶的直径	直径越细，越容易产生误差。
中间部位的温度	中间部位的温度超过800℃，容易产生分流误差。
中间部位加热带长度	中间部位加热带长度越长，越容易产生分流误差。
中间部位加热带位置	中间部位加热带位置距测量端越远，越容易产生分流误差。
绝缘电阻	绝缘电阻越低，越容易产生分流误差。
热电偶丝电阻	1. K型与S型相比，K型热电偶丝电阻比S型电阻大，故更容易产生分流误差。 2. 外径相同的铠装热电偶，热电偶丝越细，越容易产生分流误差。

铠装热电偶测温电缆产品检测流程



检测依据：
GB/T 18404-2001
JJF 1262-2010



铠装热电偶测温电缆型号命名方式

MIC	TC	1	2	3	4	5	6
矿物绝缘铠装电缆	铠装热电偶测温电缆系列	热电偶丝分度号	外保护管材质	外径(Φ)	芯数	允差等级	截面形式
		K	304	0.5	2	I	T2C1
		N	321	1.0	4	II	T2C2
		E	316	1.5	6	III	T2C3
		J	316L	1.6			T2C4
		T	310S	2.0			T4C1
		R	INCONEL600	3.0			T6C1
		S	GH3030	3.2			T6C2
		B	GH3039	4.0			
			446	4.8			
			GH2747	5.0			
				6.0			
				6.4			
				8.0			
				9.5			
		10.0					
		10.8					
		12.7					

例：MIC-TC-N-316-3.0-4-I-T4C1

铠装热电偶测温电缆 - 分度号(N型) - 外保护管材质(316) - 外径(Φ3.0) - 偶丝芯数(4芯) - 精度等级(I级) - 截面形式(T4C1)。

- 注：1、以上所列为常见标准规格型号记号，其它未列规格请咨询本公司销售代表。
 2、关于允差请参阅第16页：常见热电偶各分度号的允差标准和电动势对应表。
 3、以上命名方式表格中，**6**表示截面形式，截面形式请参阅如下图；详见本手册第6页。
 4、其它外保护管材料请参见19页。

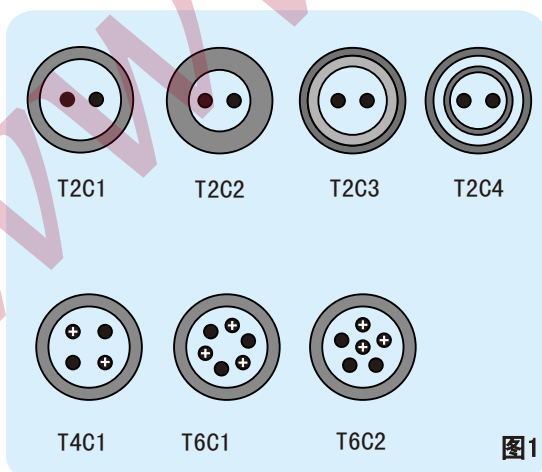


图1



图2

铠装热电偶测温电缆使用温度参照表

分度号	常用保护管材料	外径 Φ (mm)	参考使用温度 (°C)	
K	304/321/316/316L	0.5~1.0	400	
		1.5~3.2	600	
		4.0~8.0	800	
	310S/INCONEL600/GH3030/GH3039	0.5~1.0	500	
		1.5~3.2	800	
		4.0~6.4	900	
N	304/321/316/316L	0.5~1.0	400	
		1.5~3.2	600	
		4.0~8.0	800	
	310S/INCONEL600/GH3030/GH3039	0.5~1.0	500	
		1.5~3.2	800	
		4.0~6.4	900	
E	304/321/316/316L	0.5~1.0	400	
		1.5~3.2	500	
		4.0~8.0	800	
	J	304/321/316/316L	1.0	300
			1.5~3.2	500
			4.0~8.0	800
T	304/321/316/316L	1.0	-200~100	
		1.5~3.2	100~200	
		4.0~8.0	100~350	
S/R	310S/INCONEL600/GH3030/GH3039	2.0~4.8	1000	
		5.0~6.4	1050	
		8.0	1150	
	Pt Rh 6	2.0~6.4	1200	
B	310S/INCONEL600/GH3030/GH3039	2.0~4.8	1000	
		5.0~6.4	1080	
		8.0	1180	
	Pt Rh 6	2.0~6.4	1300	

注：不同的测温介质和使用条件，对铠装热电偶测温电缆材料的使用寿命及温度范围都会有不同影响。表中数据仅为推荐数据。

常见热电偶各分度号的允差标准和电动势对应表

分度号		"T" Cu-CuNi	"J" Fe-CuNi	"E" NiCr-CuNi	"K" NiCr-NiSi	"N" NiCrSi-NiSi	"S" PtRh10%-Pt	"R" PtRh13%-Pt	"B" PtRh30%-PtRh6%	"C" Wre5%-Wre26%
标准号		IS2056/ ASTM E230	IS2056/ ASTM E230	ASTM E230	IS2054/ ASTM E230	ASTM E230	IS2055/ ASTM E230	IS2055	IS6720	ASTM E230
允差	标准	±1°C or ±0.75%	±2.2°C or ±0.75%	±1.7°C or ±0.5%	±2.2°C or ±0.75%	±2.2°C or ±0.75%	±1.5°C or ±0.25%	±1.5°C or ±0.275%	±0.5°C	4.5°C or ±1.0%
	特级	±0.5°C or ±0.4%	±1.1°C or ±0.4%	±1°C or ±0.4%	±1.1°C or ±0.4%	±1.1°C or ±0.4%	±0.6°C or ±0.1%	±0.6°C or ±0.1%	OVER800°C	-
温度 °C	-100	-3.379	-4.633	-5.232	-3.554	-2.407	-	-	-	-
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	100	4.279	5.269	6.319	4.096	2.774	0.646	0.647	0.033	1.451
	200	9.288	10.799	13.421	8.138	5.913	1.441	1.469	0.178	3.089
	300	14.862	16.327	21.036	12.209	9.314	2.323	2.401	0.431	4.863
	400	20.872	21.848	28.946	16.397	12.974	3.259	3.408	0.787	6.731
	500	-	27.393	37.005	20.644	16.748	4.233	4.471	1.242	8.655
	600	-	33.102	45.093	24.905	20.613	5.239	5.583	2.431	10.606
	700	-	39.132	53.112	29.129	24.527	6.275	6.743	3.154	12.558
	800	-	45.494	61.017	33.275	28.455	7.345	7.950	3.957	14.494
	900	-	-	68.787	37.326	32.371	8.449	9.205	4.834	16.397
	1000	-	-	76.373	41.276	36.256	9.587	10.506	5.78	18.257
	1100	-	-	-	45.119	40.087	10.757	11.850	6.786	20.066
	1200	-	-	-	48.383	43.846	11.951	13.228	7.311	21.819
	1250	-	-	-	50.644	45.694	12.554	13.926	7.848	22.674
	1300	-	-	-	52.410	47.513	13.159	14.629	8.956	23.514
	1400	-	-	-	-	-	14.373	16.040	10.099	25.148
	1500	-	-	-	-	-	15.582	17.451	11.263	26.722
	1600	-	-	-	-	-	-	-	12.433	28.236
	1700	-	-	-	-	-	-	-	-	29.688
1800	-	-	-	-	-	-	-	-	31.078	
1900	-	-	-	-	-	-	-	-	32.404	
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	33.660	
2100	-	-	-	-	-	-	-	-	34.839	
2200	-	-	-	-	-	-	-	-	35.932	
2300	-	-	-	-	-	-	-	-	36.922	



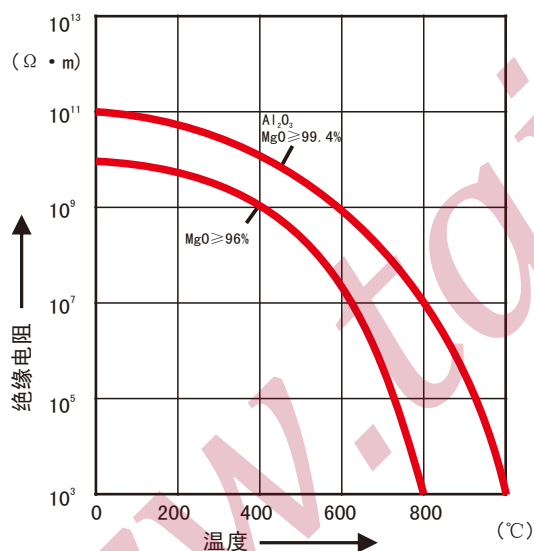
矿物绝缘电缆常用的绝缘材料



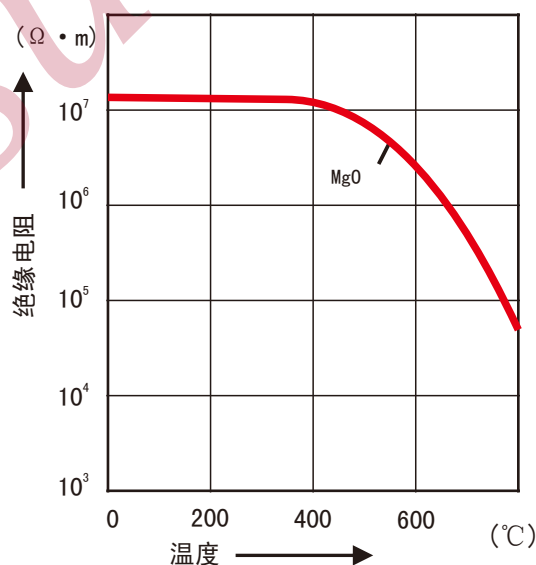
氧化镁俗称苦土，也称镁氧，氧化镁是碱化物，具有碱性氧化物的通性，属于胶凝材料。白色或淡黄色粉末，无臭、无味、无毒，是典型的碱土金属氧化物，化学式MgO。白色粉末，熔点为2852℃，沸点为3600℃，相对密度为3.58g/cm³ (25℃时)。

氧化铝(Al₂O₃)是一种高硬度的化合物，熔点为2054℃，沸点为2980℃，难溶于水的白色固体，无臭、无味、质极硬，易吸潮而不潮解（灼烧过的不吸湿）。属于两性氧化物，能溶于无机酸和碱性溶液中，几乎不溶于水及非极性有机溶剂。

绝缘材料：氧化镁(MgO)/氧化铝(Al₂O₃)
不同纯度、不同温度下的阻值变化



氧化镁(MgO)在不同温度下的
绝缘电阻值的变化



氧化镁(MgO)/氧化铝(Al₂O₃)不同温度下的绝缘性

温度范围	Al ₂ O ₃	MgO ≥ 99.4%	MgO ≥ 96%
	氧化铝	高纯度氧化镁	氧化镁
25℃	100000M Ω	100000M Ω	10000M Ω
400℃	10000M Ω	10000M Ω	1000M Ω
800℃	10M Ω	10M Ω	1M Ω
1000℃	1M Ω	1M Ω	25K Ω
1200℃	25K Ω	25K Ω	10K Ω
1500℃	10K Ω	10K Ω	1000Ω

(本页部分资料转自国外文献)

常用铠装电缆绝缘材料氧化镁 (MgO) / 氧化铝 (Al₂O₃) 物理特性对比表

物理特性	单位	氧化镁 (MgO)	氧化铝 (Al ₂ O ₃)
密度 (晶体)	g/cm ³	3.65	3.98
密度 (粉末)	g/cm ³	3	2.9
熔点	°C	2800	3000
比热 (20-300°C)	J/gK	1.03	0.95
热膨胀系数 (20-200°C)	10 ⁻⁶ /K	11.3	6.55
热膨胀系数 (20-600°C)	10 ⁻⁶ /K	13.2	7.62
20°C时电阻值	Ω · m	5 × 10 ¹⁶	1 × 10 ¹⁴
400°C时电阻值	Ω · m	1 × 10 ¹³	1 × 10 ¹²
800°C时电阻值	Ω · m	5 × 10 ⁸	2 × 10 ⁸
20°C时介电常数	-	5	9
莫氏硬度	N/mm ²	3700	21000
杨氏模量	N/mm ²	3 × 10 ⁵	3.6 × 10 ⁵

常用铠装电缆绝缘材料氧化镁 (MgO) / 氧化铝 (Al₂O₃) 成份含量分析

成份含量	MgO (96%)	氧化镁 (MgO)	氧化铝 (Al ₂ O ₃)
MgO	≥96.0	≥99.4	0.08
Al ₂ O ₃	0.15	0.019	99.8
CaO	0.7	0.02	0.004
Fe ₂ O ₃	0.09	0.018	0.009
SiO ₂	2	0.02	0.08
B, Cd, S	<10 ppm	<10 ppm	<10 ppm
C*	10ppm	50ppm	20ppm

C*) 当暴露于辐射中使用时, 需提前注明, 碳含量可进一步减少。

(本页部分资料转自国外文献)

国内外铠装热电偶测温电缆常用外保护管材料(不锈钢/镍基合金)牌号对照表

序号	德国		美国	英国	法国	日本	中国
	Wnr	DIN	AISI	BS	AFNOR	JIS	GB
1	1. 4301	X5CrNi18-9	304	304S	Z6CN18-09	SUS304	06Cr19Ni10
2	1. 4306	X5CrNi19-11	304L	304S	Z2CN18-10	SUS304L	022Cr19Ni10
3	1. 4401	X5CrNiMo18-10	316	316S	Z6CND17-11	SUS316	06Cr17Ni12Mo2
4	1. 4404	X2CrNiMo18-10	316L	316S	Z2CND17-12	SUS316L	022Cr17Ni12Mo2
5	1. 4541	X6CrNiTi18-10	321	321S	Z6CNT18-11	SUS321	06Cr18Ni11Ti
6	1. 4550	X6CrNiNb18-10	-	347S	Z6CNNb18-11	SUS347	06Cr18Ni11Nb
7	1. 4571	X6CrNiMoTi17-12-2	316Ti	320S31	Z6CNDT17-12	SUS316Ti	06Cr17Ni12Mo3Ti
8	1. 4845	X12CrNi25-21	310S	310S	Z12CN25-20	SUS310S	06Cr25Ni20
9	2. 4816	Alloy600	INC600	NA14	NC15Fe	NCF600	NS3102
10	2. 4851	Alloy601	INC601	-	-	NCF601	NS313
11	1. 4876	Alloy800	INC800	NA15	Z10NG32-21	NCF800	NS1101
12	2. 4858	Alloy825	INC825	NA16	NFe32C20DU	NCF825	NS142

注：其它外保护管材料如有定制铠装热电偶电缆需求，请联系本公司销售代表。



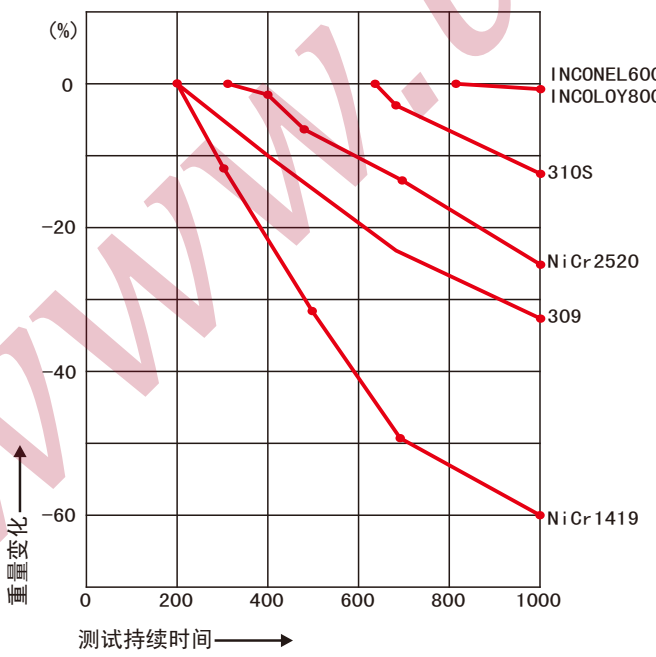
铠装电缆常用外保护管材质在适用气体环境下的温度上限

材质名称	适用气体环境	温度上限
304	氧化性/还原性/中性/真空	930℃
321	氧化性/还原性/中性/真空	930℃
316/316L	氧化性/还原性/中性/真空	980℃
310S	氧化性/还原性/中性/真空	1100℃
446 (耐高温腐蚀性强)	氧化性/还原性/中性/真空	1090℃
INCONEL600	氧化性/还原性/中性	1100℃
GH3030	氧化性/还原性/中性	1100℃
GH3039	氧化性/还原性/中性	1100℃

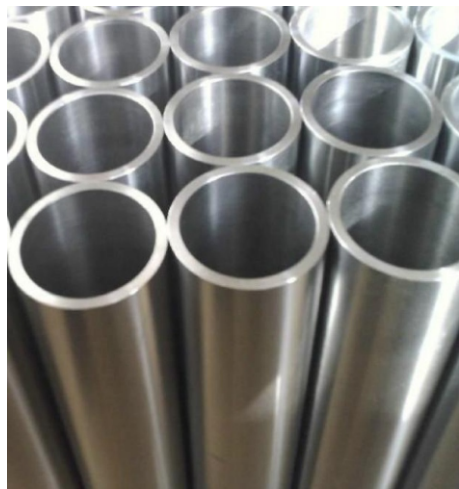
铠装电缆部分常用外保护管材质在燃烧过程中重量衰减测试

测试方法

在15分钟内将温度升高到980℃，接着在5分钟内冷却至室温，然后15分钟内升温至980℃，在5分钟内冷却至室温。如此循环，不同时间下，各材料的重量变化如图所示。



由图左图可知：INCONEL600、INCONEL800在测试中重量损耗较少，310S、NiCr2520、309次之。NiCr1419及其余普通材料损耗最大。



交替：15分钟加热, 5分钟冷却

(本页部分资料转自国外文献)

常用不锈钢/镍基合金外保护管的化学成份表

标记	材质	化学成份 (%)							
		C碳	Si硅	Mn锰	P磷	S硫	Ni镍	Cr铬	其它
1	1Cr18Ni9Ti SUS321	≤0.12	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.03	8~10	17~19	Ti: [5X(C-0.02)] ~0.80
	0Cr18Ni10Ti ASTM321	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.03	9~12	17~19	Ti ≥5XC
2	0Cr18Ni9 ASTM304	≤0.07	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.03	8~11	17~19	-
	00Cr19Ni10 ASTM304L	≤0.03	≤1.00	≤2.00	≤0.035 美≤0.045	≤0.03	8~12	18~20	-
3	0Cr17Ni12Mo2 ASTM316	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035 美≤0.045	≤0.03	10~14	6~18	Mo: 2~3
	00Cr17Ni14Mo2 ASTM316L	≤0.03	≤1.00	≤2.00	≤0.035 美≤0.045	≤0.03	12~15 美10~14	6~18	Mo: 2~3
	0Cr18Ni12Mo2Ti ASTM316Ti	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.03	11~14	6~18	Mo: 2~3 Ti: (5XC) ~0.70
4	0Cr25Ni20 ASTM310S	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.03	19~22	24~26	-
	GH3030	≤0.12	≤0.80	≤0.70	≤0.03	≤0.12	余 (>75)	19~22	Fe: ≤1.5
5	INCONEL600	≤0.15	≤0.50	≤1.00	≤0.03	≤0.15	>72	14~17	Fe: 6~10 Cu: <0
6	GH2747	≤0.10	≤1.0	≤1.0	≤0.025	≤0.02	44~46	15~17	Al铝 2.9~3.9 余量

其它铠装电缆外保护管材料化学成份表

常用铜外保护管化学成份

材质	化学成份 (%)	
	Cu铜+Ag银	P磷
TP2 (铜)	99.9	0.015~0.040

常用铝合金外保护管化学成份

材质	化学成份 (%)								
	Si硅	Fe铁	Cu铜	Mn锰	Mg镁	Cr铬	Zn锌	Ti钛	Al铝
6061 (铝)	0.4~0.8	0.7	0.15~0.4	0.15	0.8~0.12	0.04~0.35	0.25	0.15	余量

注：如有需要采用特殊材质作为铠装电缆外保护管材质，请联系本公司销售代表。

(铝合金外保护管)



(铜外保护管)



(不锈钢/镍基合金外保护管)



铠装热电偶测温电缆 表1: K/N/E/J/T

外保护管数据 (mm)		热电偶丝直径 (mm)	单卷最大长度 (m)			参考重量 (kg/M)
外径 (Φ)	壁厚		采用8/9m (321/304/316/316L /310S)保护管	采用6/7m (INC600/INC800) 保护管	采用12/13m (321/304/316/316L /310S)保护管	
0.5	0.05~0.10	0.077~0.1	双方约定	双方约定	-	0.001
1.0	0.10~0.20	0.15~0.20	双方约定	双方约定	-	0.004~0.005
1.5	0.15~0.25	0.23~0.30	双方约定	双方约定	-	0.010
1.6	0.16~0.26	0.24~0.30	双方约定	双方约定	-	0.011~0.012
2.0	0.23~0.30	0.31~0.40	430	354	-	0.017~0.018
3.0	0.38~0.45	0.47~0.55	230	189	1000	0.038~0.042
3.2	0.40~0.48	0.49~0.55	200	164	870	0.045~0.049
4.0	0.52~0.6	0.61~0.70	130	107	560	0.066~0.076
4.8	0.60~0.70	0.73~0.8	85	70	390	0.097~0.108
5.0	0.63~0.70	0.77~0.85	80	65	360	0.106~0.122
6.0	0.78~0.88	0.93~1.02	60	49	250	0.153~0.171
6.4	0.82~0.90	1.0~1.10	50	40	219	0.182~0.199
8.0	1.04~1.14	1.25~1.33	30	24	140	0.285~0.310
12.7	1.70~1.85	2.08~2.18	11	9	55	0.750

注: 1、以上为常规规格产品, 如有特殊要求可定制。
 2、J/T分度号常用外保护管材质为321/304/316/316L。
 3、J/T分度号外径Φ0.5/Φ1.0规格长度请咨询本公司销售代表。

铠装热电偶测温电缆 表2: S/R/B

外保护管数据 (mm)		热电偶丝直径 (mm)	常见外保护管材质	长度
外径 (Φ)	壁厚	S/R/B		
3.0	0.32~0.45	0.30~0.35	GH3030 GH3039 INCONEL600 INCONEL800	双方约定
3.2	0.32~0.45	0.30~0.35		
4.0	0.45~0.55	0.30~0.35		
4.8	0.50~0.65	0.35~0.45		
5.0	0.50~0.65	0.35~0.45		
6.0	0.85~1.05	0.35~0.45		
6.4	0.85~1.05	0.35~0.45		
8.0	0.85~1.05	0.40~0.45		

注: 以上为常规规格产品, 如有特殊要求可定制。

特殊规格铠装热电偶测温电缆

双层铠装热电偶测温电缆

定义

本产品是采用高精度、粗芯线的K型或N型热电偶丝，结合高纯度氧化镁（MgO），选用两种特种镍基耐热合金或高温不锈钢无缝管作为外保护管材质，以特殊工艺（两层金属保护管经过反复拉拔缩径，使其层间间隙达到最小）制成的铠装热电偶电缆。在高温下（ $\leq 1280^{\circ}\text{C}$ ）具有优异的稳定性，制作成温度传感器后，在某些场合，可替代铂铑热电偶使用。

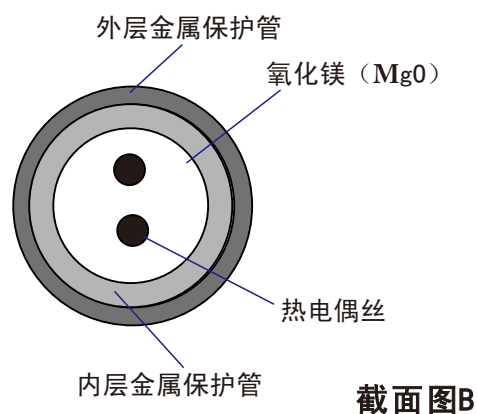
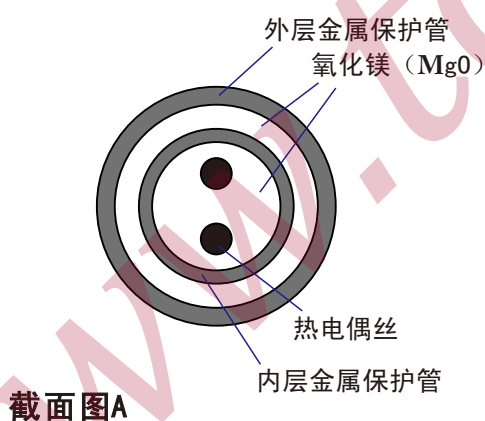
双层铠装热电偶测温电缆具有耐高温、抗氧化性、使用寿命长的特点，即使在 1100°C 高温、含氢气（ H_2 ）的原性气体环境中，也可正常使用。

双层铠装电缆参考尺寸及使用温度（最外层外管材质以GH2747为例）

外径 Φ (mm)	4.8/5.0	6.0/6.4	8.0	10.0	12.0	12.7	16.0
热电偶丝径 Φ (mm)	0.7	1.1	1.1	1.0	2.0	2.4	2.5
双层壁厚 (mm)	0.9	1.4	1.4	2.2	2.2	2.2	2.3
长期使用最高温度 ($^{\circ}\text{C}$)	1100				1150		
短期使用最高温度 ($^{\circ}\text{C}$)	1250				1250		

注：以上数据仅供参考，以实物尺寸为准。

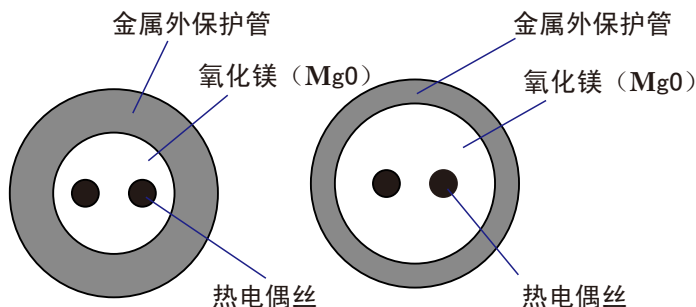
双层铠装热电偶测温电缆截面结构示意图



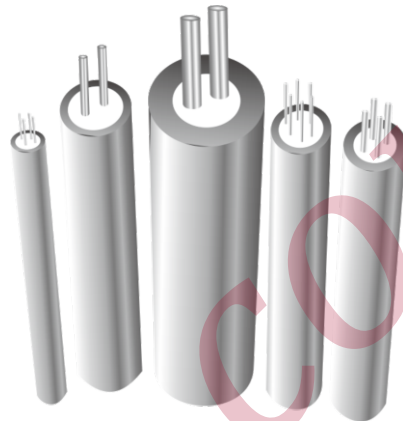
双层铠装热电偶测温电缆制成品局部剖示图



厚壁铠装热电偶测温电缆



厚壁铠装热电偶测温电缆与常规铠装热测温电偶电缆截面对比示意图



厚壁铠装热电偶测温电缆简介

厚壁铠装热电偶测温电缆外保护管壁厚比常规铠装热电偶测温电缆壁厚厚很多。在高温、腐蚀性环境中，常规铠装热电偶在使用过程中，需另外采用相配套的热电偶外保护套管以延长使用寿命，但热响应时间会变长。为了克服这些困难，公司研发了厚壁铠装热电偶测温电缆，可以直接制作铠装热电偶使用，一般情况下不再需要热电偶外保护套管，热响应时间会更快。适用于熔炉、烧窑、热转换器等。

厚壁铠装热电偶测温电缆常用外保护管材质为：SS316/SS310/INCONEL600/INCONEL800/SS446/GH2747等。

厚壁铠装热电偶测温电缆特点

- **大直径：**铠装一体结构综合了普通铠装热电偶测温电缆和装配热电偶的优点，有较大的外保护管直径和壁厚以及较大的偶丝直径，还有较好的高温机械强度。主要有Φ5、Φ6、Φ8、Φ12、Φ16等直径规格。
- **高精度：**优选K或N型热电偶丝与适宜的高温合金管进行复合铠装，热电特性稳定，精度高。
- **长寿命：**强化了合金外保护管的高温抗腐蚀性能，提高了热电偶丝的高温稳定性，发挥出了构成材料的最佳综合性能，延长使用寿命。

厚壁铠装测温电缆参考尺寸及适用温度（外管材质以GH2747为例）

外径 (mm)	Φ5	Φ6/Φ6.4	Φ8	Φ10	Φ12	Φ12.7	Φ16
偶丝最小直径 (mm)	Φ0.7	Φ1.1	Φ1.1	Φ1.4	Φ2.0	Φ2.4	Φ2.5
单层套管壁厚 (mm)	0.88	1.1	1.4	1.9	2.1	2.1	2.3
长期使用最高温度 (°C)	1100				1150		
短期使用最高温度 (°C)	1250				1250		

铠装热电阻测温电缆

定义

铠装热电阻电缆是由不锈钢等金属保护管、氧化镁绝缘粉、纯镍丝（或纯铜丝/纯银丝）组合后经模具压实的坚实整体（由纯镍丝制的铠装热电阻电缆俗称铠装纯镍丝）。具有耐压、抗振、可挠、小型化、热响应时间快等优点，是制造铠装热电阻的引线材料。

铠装热电阻测温电缆型号命名方式

MIC	RTD	1	2	3	4	5	6
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
矿物绝缘铠装电缆	铠装热电阻测温电缆系列	热电阻丝材质	外保护管材质	外径(Φ)	芯数	截面形式	备注
		Ni	304	2.0	2	R2C1	
		Cu	321	2.5	3	R2C2	
		Ag	316	3.0	4	R3C1	
		其它	316L	3.2	6	R3C2	
			310S	4.0	8	R3C3	
			INCONEL600	4.8		R3C4	
			TP2	5.0		R4C1	
				6.0		R4C2	
				6.4		R4C3	
				8.0		R6C1	
				9.5		R6C2	
				10.0		R6C3	
				12.7		R6C4	
						R8C1	

例：MIC-RTD-Cu-304-3.0-4-R4C1

铠装热电阻测温电缆 - 热电阻丝材质(Cu) - 外保护管材质(304) - 外径(Φ3.0) - 芯数(4芯) - 截面形式(R4C1)。

- 注：
 1、以上所列为常见标准规格型号命名方式，其它未列规格请咨询本公司销售代表。
 2、以上命名方式表格中，**5**表示截面形式，代码请参阅本手册第6页。**6**如有其它要求请注明。

铠装热电阻测温电缆常见外保护管材质及适用温度

外保护管材料	推荐最高使用温度(°C)	熔点(°C)	标准外保护管尺寸Φ(mm)
TP2(紫铜管)	350	1080	按要求
304	930	1400	2.0 2.5 3.0 3.2 4.0 4.8 5.0 6.0 6.4 8.0 9.5 10.0 12.7
321	930	1350	
316	980	1370	
INCONEL600	1100	1345	

铠装热电阻测温电缆标准规格产品参考尺寸表

外径 Φ (mm)	壁厚 (mm)	芯材丝径 (mm)	MgO纯度	外保护管材质	每卷常规投料参考长度 (m)	每卷特供投料参考长度 (m)
		镍/铜				
2.5±0.025	≥0.25	≥0.32	≥96%	304 321 316 316L 310S INC600 TP2	320	≥700
3.0±0.030	≥0.30	≥0.4			230	≥500
3.2±0.032	≥0.32	≥0.4			200	≥400
4.0±0.040	≥0.40	≥0.53			130	≥300
4.8±0.048	≥0.48	≥0.64			85	≥200
5.0±0.050	≥0.50	≥0.67			80	≥200
6.0±0.060	≥0.60	≥0.8			60	≥150
6.4±0.064	≥0.64	≥0.85			50	≥150
8.0±0.080	≥0.80	≥1.06			30	≥150
12.7±0.127	≥1.27	≥1.69			10	≥80

- 注：1、以上数据仅供参考。纯银、康铜或其它材质芯线的丝径尺寸，请在下单前与销售代表确认。
 2、本公司另可提供MgO纯度≥99.4%的电缆产品及超长规格铠装热电阻测温电缆，具体请咨询本公司销售代表。
 3、上表中未列外径可联系销售代表进行咨询。表中所列外保护管为常用材质，如需其它材质可联系本公司销售代表。

铠装热电阻测温电缆常规截面规格示意图表

表1：标准型芯材分布

芯材数量	外保护管直径 (D)								导体中心圆直径(d)
	1.0	1.5	2.0	3.0	3.2	4.5	6.0	8.0	
2芯	X	X	X	(d) 0.9	(d) 1.0	(d) 1.5	(d) 2.0	(d) 2.7	导体中心圆直径(d)
3芯	X	X	X						
4芯	X	X	X						
6芯	X	X	X						
8芯	暂不生产								

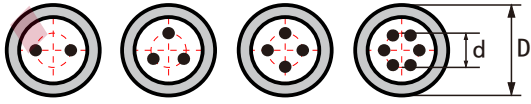
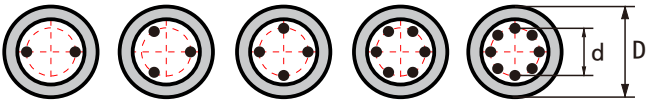


表2：偏心型芯材分布

芯材数量	外保护管直径 (D)								导体中心圆直径(d)
	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	4.5	6.0	8.0	
2芯	X	X	X	X	(d) 2.12	(d) 2.38	(d) 3.18	(d) 4.24	导体中心圆直径(d)
3芯	X	X	X	X					
4芯	X	X	X	X					
6芯	X	X	X	X	X	X			
8芯	X	X	X	X	X	X			



附录 I : 国内外不锈钢牌号对照表

中国 GB1220-2007	日本 JIS	美国 AISI UNS	英国 Bs970 part4 Bs1449 part2	德国 DIN17440 DIN17224	法国 NFA35-527 NFA35-576~582 NFA35-584
0Cr13	SUS410S	S41000		X7Cr13	Z6C13
1Cr13	SUS410	410	410S21	X10Cr13	Z12Cr13
2Cr13	SUS420J1	420	420S29	X20Cr13	Z20Cr13
		S4200	420S27		
3Cr13	SUS429J2		420S45		
3Cr16	SUS429J1				
1Cr17Ni2	SUS431	431	431S29	X22CrNi17	Z15CN-02
7Cr17	SUS440A	440A			
		S44002			
11Cr17	SUS440C	440C			
		S44004			
8Cr17	SUS440B	44013			
		S44003			
0Cr15Ni7Mo2Al		632			
00Cr12	SUS410				
0Cr13Al [00Cr13Al]	SUS405	405			
		S40500	405S17	X7CrAl13	Z6CA13
1Cr15	SUS429	429			
1Cr17	SUS430	430			
		S43000	430S15	X8Cr17	Z8C17
[Y1Cr17]	SUS430F	430F			
		S43020		X12CrMoS17	Z10CF17
		S43400	434S19	X6CrMo17	Z8cd17.01
1Cr17Ni7	SUA301	301			
		S30100	301S21	X12CrNi177	Z12CN17.07
1Cr17Ni8	SUS301J1			X12CrNi177	
1Cr17Ni9	SUS302	302	302S25	X12CrNi188	Z10CN18.09
1Cr18Ni9Si3	SUS302B	302B			
Y1Cr18Ni9	SUS303	303	303S21	X12CrNiS188	Z10CNFS18.09
Y1Cr18Ni9Se	SUS303Se	303Se	303S41		
0Cr18Ni9	SUS304	304	304S15	X2CrNi89[1.4301]	Z6CN18.09
		S30400			
00Cr19Ni10	SUS304L	304L	304S12	X2CrNi189[1.4306]	Z2CN18.09
		S30403			
0Cr19Ni9N	SUS304N1	304N			Z5CN18.09A2
		S30451			
00Cr19Ni10NbN	SUS304N	XM21			
		S30452			
00Cr18Ni10N	SUS304LN			X2CrNiN1810	Z2CN18.10N
1Cr18Ni12	SUS305	S30500	305S19	X5CrNi911	Z8CN18.12
[0Cr20Ni10]	SUS308	308			
0Cr23Ni13	SUS309S	309S			
0Cr25Ni20	SUS310S	310S			
0Cr17Ni12Mo2	SUS316	316	316S16	X5CrNiMo1812[1.4436]	Z6CND17.12
00Cr17Ni14Mo2	SUS316L	316L	316S12	X2CrNiMo1812[1.4435][1.4404]	Z2CND17.12
0Cr17Ni12Mo2N	SUS316N	316N			
00Cr17Ni13Mo2N	SUS316LN			X2CrNiMoN1812[1.4429]	Z2CND17.12N
0Cr18Ni12Mo2Ti			320S17	X10CrNiMo1810	Z6CND17.12
0Cr18Ni14Mo2Cu2	SUS316J1				
00Cr18Ni14Mo2Cu2	SUS316J1L				
0Cr18Ni10Ti	SUS321	321, S32100	321S12, 321S20	X10CrNiTi189	Z6CNT18.10
1Cr18Ni12Mo3Ti					
0Cr19Ni13Mo3	SUS317	317	317S16		

附录 II：热电偶常用外保护管材料及适用温度、特点、用途

材料		温度上限	特点	用途
金属材料	黄铜H62	400℃	气密性好，热传导系数好，易氧化。	适用于无腐蚀性介质中的温度测量。
	钢Q235	550℃	机械强度良好，可承受一定的压力，但在高温下易氧化，且气密性较差。	适用于中性无腐蚀介质。
	不锈钢 1Cr18Ni9Ti 0Cr18Ni12Mo2Ti	900℃	奥氏体不锈钢，对磷酸、稀硝酸具有良好的耐腐蚀性。如果在这种钢中加入2%的钼，比如0Cr18Ni12Mo2Ti可以提高在尿素、稀硫酸和醋酸中的耐腐蚀能力。	用于食品工业、化工、石油以及电站的蒸汽管道中。
非金属材料	Al ₂ O ₃	1700℃	温度在1700℃以下时，氧化铝在空气、水蒸汽、氢气、氩气、一氧化碳和真空中都很稳定，但能与硫化氢反应；温度在1700℃以上时易与水蒸汽和还原性介质发生反应。	
特种合金	锰铬合金	1050℃	在高温、强磨损环境下，表面硬度高，能承受颗粒冲刷。	适用于电厂、化肥厂及冶金等行业的燃烧炉中。
	GH3039	1250℃	在1250℃下，具有良好的高温强度和耐弱腐蚀性能。	适用于高温环境下气密性要求较高的场合。
	3YC52	1300℃	是目前适用温度范围最高的镍基合金。	适用于高温环境下气密性要求较高的场合。
特种合金	哈氏合金/蒙耐尔合金/因科耐尔合金/钛合金			根据用户具体的使用环境要求进行选择。
复合材料	金属陶瓷	1200℃	可抗高温熔盐、熔融金属液腐蚀。	适用于高温盐浴炉、化工行业用炉、铜熔液测温。
	高温合金+金属间化合物	1350℃	具有优良的抗高温、耐化学介质腐蚀、耐磨损的综合性能。根据用户的具体要求，适合高温恶劣环境下使用。该外保护管材料分进口和国产两种。	

注：常用装配式热电偶外保护管可按需定制长度，通常Φ5/Φ6/Φ6.4/Φ8/Φ9.5/Φ12.7/Φ16/Φ18/Φ21.7/Φ25等规格，可供长度500~4000mm。其它未列规格，量大可定制供应。

公制/英制部分长度单位换算公式		举例说明
1	英尺换算为米	例：将100英尺换算成米
	1英尺 (ft) = 0.3048米 (m)	米 (m) = 100 × 0.3048 = 30.48米 (m)
2	英寸换算为厘米	例：将100英寸换算成厘米 (cm)
	1英寸 (in) = 2.54厘米 (cm)	厘米 (cm) = 100 × 2.54 = 254厘米 (cm)

温度换算公式		举例说明
1	摄氏度换算为华氏度	例：将75℃换算成华氏度
	$F = (180/100 \times C) + 32$	$F = (180/100 \times 75) + 32 = 167^{\circ}F$
2	华氏度换算为摄氏度	例：将212°F换算成摄氏度
	$C = 100/180 \times (F - 32)$	$C = 100/180 \times (212 - 32) = 100^{\circ}C$
3	华氏度换算为绝对兰氏度	例：将40°F换成算绝对兰氏度
	$Fa (^{\circ}R) = F + 460$	$Fa (^{\circ}R) = 40 + 460 = 500Fa (^{\circ}R)$
4	摄氏度换算为开氏度	例：将-10℃换算成开氏度
	$K = C + 273$	$K = -10 + 273 = 263K$

附录III：热电偶外保护管选型参考表

材质		特性
奥氏体 不锈钢	304	0Cr8Ni不锈钢。耐热耐腐蚀性能优良，在氧化气氛下，可用到900℃。由于渗碳作用，致使其抗腐蚀能力降低，使用温度降为430~540℃，在-185~790℃范围内，有良好的机械强度。 主要用于化工、食品、塑料、石油工业。是一种典型的热电偶外保护管材料，有80%以上的热电偶采用此保护管。抗硫、抗还原性差。
	321	除了含钛外，这种合金与304不锈钢相似。它专门用于高温下工作的焊接部件，非常适合在温度大约427℃的空气和燃烧环境中长时间使用。
	316	0Cr17Ni12Mo2不锈钢。因含钼，在氧化气氛下可用到930℃。适用范围与304型相同。耐热、耐酸、碱腐蚀性能优良。
	316L	由于其中添加了钼，这种材料与大部分不锈钢相比，对大多数化学品、盐和酸的耐腐蚀性更强。对含硫或含氯液体的耐受性也不错。
	310S	0Cr25Ni20不锈钢。镍、铬含量高，耐热性能优良，抗硫能力低，在氧化气氛下，可用至1150℃。主要用于发电锅炉，温度可达980℃。
	347	0Cr18Ni11Nb不锈钢。常用温度900℃。因加铌(Nb)，抗晶界腐蚀性能强。
铁素体 耐热钢	446	在氧化性气氛下使用温度为1090℃，具有优异的耐高温腐蚀及抗氧化能力。主要适用于火炉、氮化炉和退火炉，盐浴及铅、锡、巴氏合金熔体，含硫气氛。还可用于均热炉、锌熔体、废气锅炉、水泥窑出口、沥青混合煅烧炉、玻璃窑烟道等。不适于含碳气氛。
镍基变形 高温合金	GH3030	化学成分为19~22铬(Cr)、0.15~0.33钛(Ti)、余镍(Ni)。具有优良的抗腐蚀及抗氧化性能，良好的工艺性能与焊接性能，常用温度为1150℃。化学成份等同于美国Inconel。
	GH3039	化学成份为18~22铬(Cr)、1.8~2.3钼(Mo)、0.9~1.3铌(Nb)、0.3铁(Fe)，余镍(Ni)。加入钼(Mo)、铌(Nb)等元素进行固溶强化，在800℃以下有足够的持久强度和冷热疲劳性能。常用温度为1150℃。
	GH2747	具有良好的高温抗氧化性和强度。
因科耐尔耐 热耐腐蚀合 金(Ni-Cr-Fe)	INCONEL600	在氧化性气氛下可达1150℃，在还原性气氛下最高使用温度降至1040℃。在含硫气氛下，使用温度不能超过540℃。主要用于渗碳炉、退火炉、盐浴炉、高温炉热风管、余热锅炉、矿石焙烧炉、水泥窑排烟道、煅烧炉、玻璃窑烟道管。
	INCONEL601	其用途与INCONEL600相似，但高温下抗氧化、抗硫腐蚀能力强，使用温度可达1260℃。
	INCONEL800	在氧化气氛下，可用到1090℃，与INCONEL600型相似，但不适用于氧化炉、氢氧化物熔体。抗硫腐蚀能力超过INCONEL600。
	INCONEL825	耐应力腐蚀开裂性能、耐点腐蚀和缝隙腐蚀性能、抗氧化性和非氧化性热酸性能、在室温至550℃时都具有很好的机械性能，具有制造温度达450℃的压力容器的认证。
耐磨合金	UMC050	28铬(Cr)-21铁(Fe)-1硅(Si)-50钴(Co)耐热冲击、耐磨、耐硫化物，高温时强度大。可用于1150℃以下。
	HR1230 HR3160	镍(Ni)-铬(Cr)-钨(W)-钼(Mo)-铝(Al)具有极好的强度及耐磨性能，使用于硫化床等恶劣的磨损环境。常用温度为800~1200℃。
耐热合金	3YC52 HR1300	Ni45Cr17Al-Ni-Cr-W-Mo-Al在1250℃以下高温抗氧化性能优于同类高温合金。
低碳钢		有水蒸汽存在时，将明显氧化。在熔融金属和热处理盐浴中，较其他合金抗腐蚀性能强。
钛(Ti)		耐化学腐蚀性能比不锈钢好。
铂与铂铑合金		由于价格昂贵，仅在特殊用途下使用，耐热性能强，适用于玻璃熔融行业。

附录IV：铠装式热电偶补偿导线

定义

铠装式热电偶补偿导线是由不锈钢、铜等金属管材，无机绝缘物（氧化镁/氧化铝），补偿导线合金丝三者组装后，经模具压实的坚实体，改变了传统补偿导线的结构，主要作为热电偶冷端温度补偿之用。

特点

具有比传统补偿导线更为出色的耐压、耐震、耐高温、阻燃、屏蔽、抗辐射、防爆、机械强度高、使用寿命长等优点。

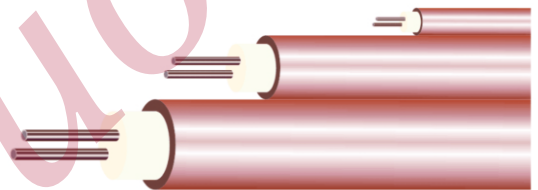
作用和用途

用来将热电极(热电偶的冷端)与显示仪表连接，构成测温系统。主要应用于各种测温装置。铠装补偿导线等效采用《IEC584-3》国际标准。

铠装补偿导线作为传统补偿导线的升级换代产品，可广泛应用于电力、冶金、石油、化工、轻纺、智能装备等工业、高科技行业及国防、科研等领域。

适用范围

- 铜外管矿物绝缘补偿导线
- 适用于分度号B/R/S
- 正极：铜
- 负极：铜镍合金
- 同时也可提供K/N/E/J/T不锈钢护套的补偿导线。



本公司其它温度产品简介

本公司专注于温度测控领域的产品系列化、高端化开发。除本手册推荐的铠装测温电缆系列外，公司还可提供适用于多行业的温度传感器及周边配件系列、温控电子仪表系列等产品。

欢迎新老客户惠顾和洽谈。

部分配件系列



部分接线板系列样



部分温度传感器接线盒系列样



部分温度传感器系列



部分温控仪表系列样



www.taisuo.com



泰索官网



泰索微信

浙江泰索科技有限公司

地址: 浙江·宁波·余姚·余周公路东2号

全国免费电话: 4008-517-888

电话: 0574-62506588 (总机) / 62505590

传真: 0574-62506589

E-mail: tst@taisuo.com

Http: [//www.taisuo.com](http://www.taisuo.com)