

KANTHAL®

热电偶、伸长引线 和补偿合金

KANTHAL® 合金



目录

引言与总述	4
二级	5
一级	5
护套等级	5
其他特性	6
热电偶	7
热电偶的选择	7
最高工作温度	7
NICROSIL/NISIL 热电偶 (N 型)	10
热电偶 THERMOTHAL™ P/THERMOTHAL N (K 型)	12
热电偶 THERMOTHAL P (EP)/CUPROTHAL® (EN) (E 型)	14
热电偶铜/CUPROTHAL (TN) (T 型)	15
热电偶铁 (JP)/CUPROTHAL (JN) (J 型)	16
CUPROTHAL CL	17
电动势公差	18
热接点的构造	21
氧乙炔焊与气焊	21
电弧焊	22
电容放电焊	22
热电偶补偿与伸长级合金	23
表	26
Thermothal P 丝线	26
Thermothal N 丝线	27
Cuprothal (EN)、Cuprothal (JN)、Cuprothal (TN)、Cuprothal WX 丝线	28
铁丝	29
Cuprothal SX 丝线	30
Nicrosil 丝线	31
Nisil 丝线	32
供货形式	33
公差	34
标准耐火管	35
KANTHAL® 保护管	37

引言与总述

对许多工业加热工艺（尤其是高温下的此类工艺）而言，最准确、最方便和最简单的温度测量方法就是使用热电偶。在某些情况下甚至是唯一可行的方法。Kanthal 一直在各种热电偶材料的生产方面处于领先地位。

塞贝克 (Seebeck) 的发现造就了现代热电偶的工作原理：如果用两种两端接点温度不同的相异金属导体形成一个回路，那么该回路中就会产生电流。由此产生的电动势与接点之间的温度差成正比。

我们 Therموthal™ P 和 Therموthal N 基底合金的工作温度可高达 1260°C，长期以来，一些最为苛刻的应用领域（核反应堆、核潜艇、喷气式飞机发动机和工业炉等）都在指定使用这些合金。引入 Nicrosil/Nisil 热电偶极大地改善了 NiCr/NiAl 固有的不稳定性，而其他热电偶组合则能以相同的准确性完成那些稍欠精确性的任务。

下文将完整而详细地介绍 Kanthal® 系列的热电偶合金。如果您需要技术建议或帮助，我们乐于免费向您提供我们在这一高度专业化领域中积累的知识与专长。

我们会按照以下标准提供 Kanthal 合金。

鉴于某些不同于当前版本的旧版标准尚在使用，我们可以按照客户的要求提供不同电动势数值的产品。与 Kanthal 等效的合金和组合也会使用我们的知名商标。下面将对此逐条详述，并在每种情形后用括号附上相关的类型代码。“P”和“N”分别表示正引线和负引线。

标准与规范

ASTM	(美国试验与材料学会) E 230
ANSI	(美国国家标准协会) MC 96.1
IEC	(国际电工技术委员会的欧标) 584 -1/2/3
DIN	(德国工业标准) EN 60584 -1/2
BS	(英国标准) 4937-1041, EN 60584 -1/2
NF	(法国标准) EN 60584 -1/2 - NFC 42323 - NFC 42324
JIS	(日本工业标准) C 1602 - C 1610
GOST	(俄罗斯统一规范) 3044

二级

该等级的整个工作温度范围均经过校准，且这些热电偶的电动势均符合相关标准或客户的标准。每一支引脚都用铂校准过，且每卷盘线或线轴的标签上都印有电动势数值。通常来说，我们为 J 型热电偶提供的是光亮退火状态下的 Cuprothal® (JN) 电热元件和铁 (JP) 电热元件。

不过 Thermothal P 丝和 Thermothal N 丝 (K 型热电偶) 则有光亮或氧化状态可供选择。

一级

所有热电偶组合都有比正常值还小的公差 (1/2 公差和 1/4 公差) 可供选择，以用于那些需要特别精确的应用领域。下文罗列了一级材料 (需支付附加费) 的公差。

我们可为某些应用领域提供 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 0.002\text{ T}$ (以较高者为准；其中“T”为温度) 的专用公差。

也可根据要求提供其它的专用公差等级。

护套等级

若需要将热电偶做成填充矿物质的护套元件内，则需选择符合专用电动势要求的合金。相关线材符合以下国际标准：

JIS C 1605 - ASTM E 608, E 585 以及其他主要标准。在生产用于“填充矿物质的护套元件”的热电偶时，电动势数值会因以下缘故发生变化：

- 准备方法和相继的热处理
- 护套的材料类型：耐高温的不锈钢或镍铬合金
- 绝缘材料数值

山特维克公司生产的一级热电偶丝既能减少电动势的影响，又能确保电缆成品与标准值之间的偏差最小。

山特维克公司生产的热电偶丝类型

代码	热电偶丝成分	
	正引线	负引线
N	Nicrosil (NP)	Nisil (NN)
K	Thermothal™ P (KP)	Thermothal N (KN)
E	Thermothal P (EP)	Cuprothal® (EN)
J	铁 (JP)	Cuprothal (JN)
T	铜	Cuprothal (TN)

其他特性

氧化表面

当存在 H₂S 和 CO₂ 气氛时，光亮的丝线很容易被腐蚀。采用表面氧化的线材可改善其耐腐蚀性。此外还可用密封护套来保护线材；我们会把少量干净的空气泵送进护套（热接点端有开口，而冷接点端为排气侧）内以实现通风。Kanthal 制造的氧化型线材要么符合标准电动势要求，要么遵循客户的特殊需求。

对特定应用领域而言，我们将通过特殊的热处理来实现最高水平的电动势稳定性。

校准

所有类型的热电偶都将经过校准，以确保在国际标准要求的温度范围内存在正确的电动势。那些需要在低于零度的温度下工作的热电偶必须以这种方式订购。所有热电偶合金都单独用 Pt 67 校准过，它们的标签上也注明了各自在不同温度下的电动势数值。

硬质加工产品与半硬质加工产品（接头）

人们经常需要制造各种接头来连接热电偶与补偿电缆或伸长电缆。为此，最好使用与热电偶（或电缆）相同的合金，以免在接头温度不同时产生杂散电动势。

为便于机加工，更令人满意的做法往往是加强合金的回火程度。

为了改善可加工性，这些材料必须是硬质材料或半硬质材料才行。由于加工硬化工序或其他加工工序会导致电动势发生变化，因此必须对成品进行退火，从而形成正确的电动势。

Thermothal™ P/Thermothal N 会在 1100°C 温度的还原性气氛或真空中条件下进行 30 分钟的光亮退火。此气氛中不得有任何含硫气体或潮气。

热电偶

最常用的热电偶组合

热电偶	热电元件	合金	工作气氛	温度范围 (°C)	
K 型	KP	Thermothal™ P	氧化	-200	+1200
	KN	Thermothal N	惰性		
E 型	EP	Thermothal P (EP)	氧化	-200	+900
	EN	Cuprothal® (EN)	惰性		
T 型	TP	铜	氧化, 真空	-200	+350
	TN	Cuprothal (TN)	还原、惰性		
J 型	JP	铁 (JP)	氧化 (高温时使用受限)	-40	+750
	JN	Cuprothal (JN)	还原, 惰性, 真空		
N 型	NP	Nicrosil	氧化	-200	+1200
	NN	Nisil	惰性		

热电偶的选择

必须根据相关温度、工作气氛和部件物理特征来选择热电偶。

J 型热电偶 (铁 (JP)/Cuprothal® (JN)) 的一大优势, 就是能够在氧化性气氛和还原性气氛中工作。

铁外面覆盖铜可以避免保质期内发生腐蚀。

K 型 (Thermothal P/Thermothal N) 由两种镍含量较高的合金制成, 因此这种合金既可用于氧化性气氛, 也可用于还原性气氛。

若在还原性气氛中使用 K 型, 则有必要采取下一章所述的防范措施。

T 型热电偶 (铜/Cuprothal (TN)) 最常用于室温和低温。

对应需要较高的热电值应用, 可使用 E 型热电偶 (Thermothal P (EP)/Cuprothal (EN))。

最高工作温度

工业热电偶的工作条件五花八门, 以至于我们不可能给出确切的热电偶寿命。

影响热电偶寿命的首要因素

温度:

若温度上升 50°C, 那么热电偶寿命会缩短 50% 左右。

直径:

若线材直径翻倍, 那么热电偶寿命会延长 2-3 倍。

热循环:

若热电偶要经受从室温到 500°C 以上的热循环, 那么与在同一温度下连续使用的热电偶相比, 前者的寿命会缩短 50% 左右。

保护:

若用保护套管住热电偶, 并将其置于陶瓷绝缘体中, 那么其寿命会大幅延长。

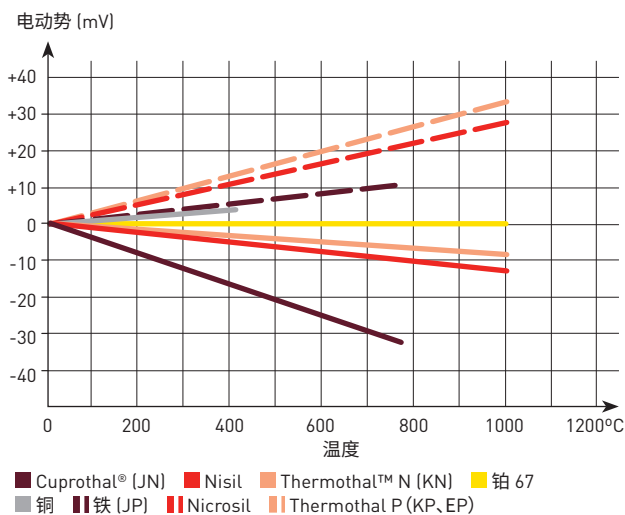
我们在下表中建议了不同直径的裸露热电偶丝和受保护热电偶丝在空气中以非循环方式工作时的最高温度。

裸露热电偶丝和受保护热电偶丝的最高建议温度

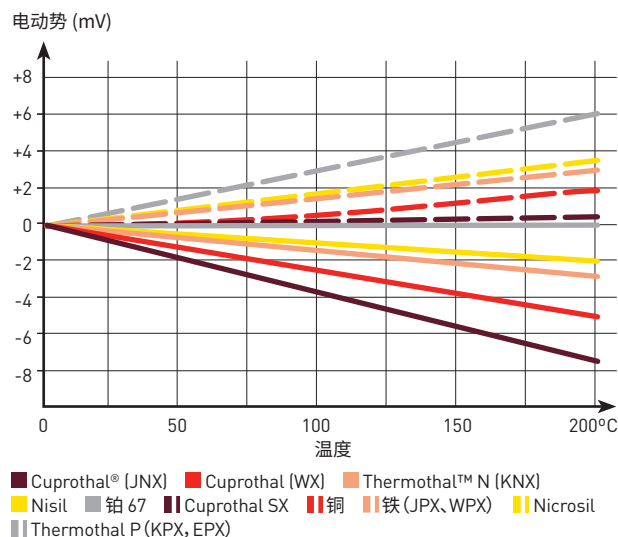
热电偶	类型	3.26 MM	1.63 MM	1.00 MM	0.80 MM	0.50 MM	0.30 MM	0.25 MM
Thermothal™ P/ Thermothal N (K 型)	裸露的线材	1050°C	930°C	900°C	860°C	800°C	750°C	710°C
	受保护的线材	1150°C	1080°C	1050°C	970°C	910°C	860°C	820°C
Thermothal P (EP)/ Thermothal (EN) (E 型)	裸露的线材	860°C	800°C	750°C	700°C	660°C	620°C	580°C
	受保护的线材	1000°C	910°C	860°C	810°C	770°C	730°C	690°C
铜/ Cuprothal® (TN) (T 型)	裸露的线材	-	400°C	360°C	320°C	280°C	250°C	220°C
	受保护的线材	-	450°C	410°C	370°C	370°C	330°C	270°C
铁 (JP)/ Cuprothal (JN) (J 型)	裸露的线材	760°C	760°C	720°C	680°C	650°C	600°C	560°C
	受保护的线材	760°C	760°C	760°C	760°C	760°C	710°C	670°C
Nicrosil/Nisil (N 型)	裸露的线材	1100°C	1010°C	960°C	930°C	890°C	840°C	800°C
	受保护的线材	1250°C	1180°C	1110°C	1040°C	1000°C	950°C	910°C

给出这些温度是为了指引有关方面得到令人满意的热电偶寿命（即失效前的使用寿命）。应定期检查其稳定性。

热电偶合金与铂 67 的标称电动势对比



热电偶伸长电缆和补偿电缆与铂 67 的标称电动势对比



热电偶与补偿合金的性质与等级

		THERMOTHAL™ P (+)	THERMOTHAL N (-)	CUPROTHAL® (EN)、(JN)、TN (-)	CUPROTHAL WX (-)	CUPROTHAL SX (-)
标称成分 (%)	镍	90	95	44	43	3
	铬	10	-	-	-	-
	铁	-	-	+	2	-
	铜	-	-	剩余量	剩余量	剩余量
	其他	+	AlMn- Si+	Mn+	Mn+	2 Mn
大致熔点 (°C)		1430	1400	1210	1210	1080
在 20°C 的特定电阻 (micro-ohm cm)		70.6	29.2	49	52	12
密度 (g/cm ³)		8.72	8.60	8.90	8.90	8.91
电阻温度系数 (×10 ⁻⁶ /°C)		300 20-100	1900 20-100	60 20-100	100 20-100	1500 20-100
线性膨胀系数 (×10 ⁻⁶ /°C)		17 20-100	17 20-100	14 20-100	15 20-100	16 20-100
20°C 下的导热性 (Wm ⁻¹ °C ⁻¹)		19.2	29.7	21.2	21.0	-

(续)

(续)

		铂	铁 (+)	NICROSIL (+)	NISIL (-)	铜 (+)	CUPROTHAL® CL (-)
标称成分 (%)	镍	-	-	剩余量	剩余量	-	45
	铬	-	-	14.2	-	-	-
	铁	-	100	-	-	-	-
	铜	-	-	-	-	100	剩余量
	其他	-	+	Si+	4.3 Si	-	-
大致熔点 (°C)		1773	1535	1420	1420	1083	1210
在 20°C 的特定电阻 (micro-ohm cm)		10.6	13	100	36.5	1.72	49
密度 (g/cm ³)		21.45	7.86	8.5	8.58	8.92	8.90
电阻温度系数 (×10 ⁻⁶ /°C)		3000 20-100	5000 20-100	390 20-100	678 20-100	3930 20-100	100 20-100
线性膨胀系数 (×10 ⁻⁶ /°C)		89 20-100	11.7 20-100	17 20-100	17 20-100	16.6 20-100	14 20-100
20°C 下的导热性 (Wm ⁻¹ °C ⁻¹)		69.5	66.2	13	27	388	21.2

NICROSIL/NISIL 热电偶 (N 型)

多年以来, K 型基底金属热电偶一直是在 1000°C 左右测量温度时的首选。这种组合虽然有许多优点, 但也存在一些缺点, 因此我们开发了新的改良型合金组合 Nicrosil/Nisil。

尽管 K 型热电偶拥有校准准确性、稳定性、抗氧化性、较高的热电动势以及合理的价格, 但某些工作条件却会削弱其性能。

- 若长期暴露在高温下, 则可能导致电动势逐渐漂移。
- 250–550°C 范围内的电动势可能出现短暂变化

在电动势漂移和电动势短暂变化方面, N 型组合比 K 型组合有了更大改善, 此外由于改善了 Nisil 负引线的抗氧化性, 因此 N 型的寿命也更长。

Nicrosil/Nisil 的热电动势输出值低于 K 型的热电动势输出值, 所以除非改造现有的仪器仪表, 否则无法直接用 N 型取代 K 型。不过温度的测量与控制在航空航天工业、核工业和半导体工业中尤为重要, 所以这些行业不可能对更长的寿命和更好的热电动势稳定性视而不见。而对整个工业而言, 人们也亟需节省热电偶感应的高温测量装置的检查、维护和校准成本。

我们可提供 Nicrosil/Nisil 热电偶的伸长线材。

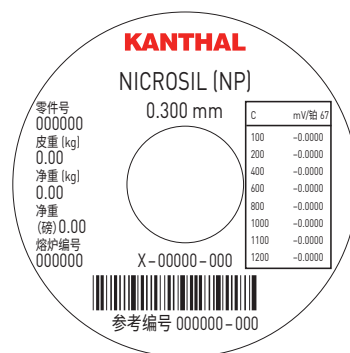
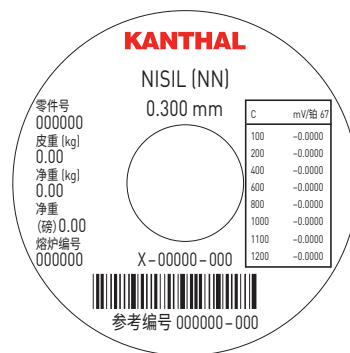
下表在 ITS 90 的基础上罗列了 Nicrosil/Nisil 相对于铂 67 的电动势—温度特征 (NIST 专著 175)。

NICROSIL/NISIL 电动势参考表 (MV) (参考接点 0°C)

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.000	0.261	0.525	0.793	1.065	1.340	1.619	1.902	2.189	2.479	2.774
100	2.774	3.072	3.374	3.680	3.989	4.302	4.618	4.937	5.260	5.585	5.913
200	5.913	6.245	6.579	6.916	7.255	7.597	7.941	8.288	8.637	8.988	9.341
300	9.341	9.696	10.054	10.413	10.774	11.136	11.501	11.867	12.234	12.603	12.974
400	12.974	13.346	13.719	14.094	14.469	14.846	15.225	15.604	15.984	16.362	16.748
500	16.748	17.131	17.515	17.900	18.286	18.672	19.059	19.447	19.835	20.224	20.613
600	20.613	21.003	21.393	21.784	22.175	22.566	22.958	23.350	23.742	24.134	24.527
700	24.527	24.919	25.312	25.705	26.098	26.491	26.883	27.276	27.669	28.062	28.455
800	28.455	28.847	29.240	29.632	30.024	30.416	30.807	31.199	31.590	31.981	32.371
900	32.371	32.769	33.151	33.541	33.930	34.319	34.707	35.095	35.482	35.869	36.256
1000	36.256	36.641	37.027	37.411	37.796	38.179	38.562	38.944	39.326	39.706	40.087
1100	40.087	40.466	40.845	41.223	41.600	41.976	42.352	42.727	43.101	43.474	43.846
1200	43.846	44.218	44.588	44.958	45.326	45.694	46.060	46.426	46.789	47.152	47.513
1300	47.513										

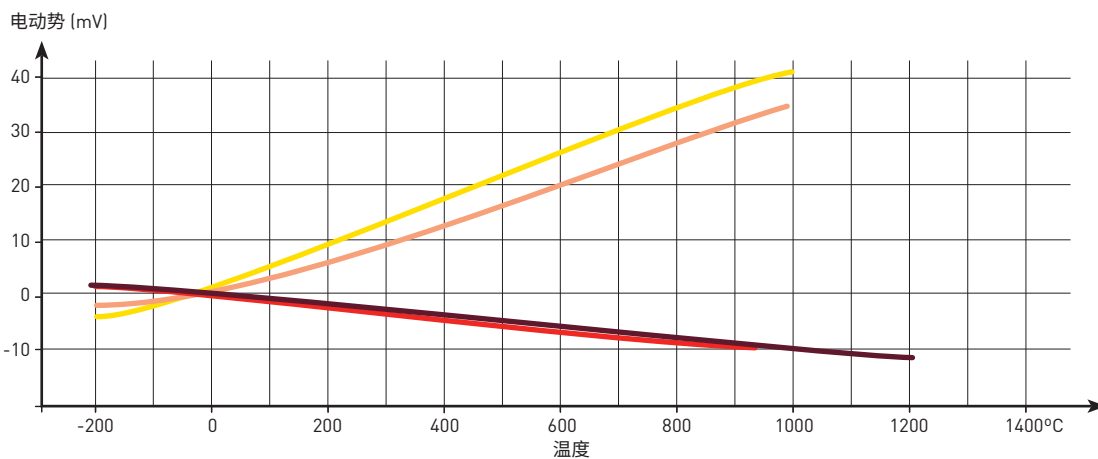
相对于铂 67 的标准电动势 (参考接点 °C)

温度 °C	电动势 (mV)	
	NICROSIL 引线 (正)	NISIL 引线 (负)
0	0.000	0.000
100	1.784	0.990
200	3.943	1.970
300	6.348	2.993
400	8.919	4.055
500	11.603	5.145
600	14.370	6.243
700	17.202	7.325
800	20.094	8.360
900	23.045	9.327
1000	26.046	10.210
1100	29.083	11.004
1200	32.144	11.702
1300	35.221	12.292



用于识别 Nicrosil 和 Nisil 的标签。

NICROSIL、NISIL、THERMOTHAL™ P 和 THERMOTHAL N 与铂之间的电动势对比



■ Thermothal™ N ■ Nisil ■ Nicrosil ■ Thermothal P

热电偶 THERMOTHAL™ P/ THERMOTHAL N (K 型)

由于 K 型热电偶的抗氧化性强于其它基体金属热电偶，因此其在 500°C 以上的温度使用最为广泛。

Thermothal P/Thermothal N 热电偶符合所有国际标准。

我们制造的每个热电偶元件都符合配对铂的专用公差，因此将任一卷 Thermothal P 与任一卷 Thermothal N 配对，都能形成标准公差。我们在 200°C/400°C/600°C/800°C/1000°C 下用铂 67 测试了每卷热电偶材料，并在每一卷的标签上都注明了用铂 67 测得的电动势数值。

下表罗列了相对于铂 67 的 KP/KN 电动势特征 (NIST 专著 175)。

使用 K 型时的防范措施

下面给出了使用 K 型热电偶时的防范措施。ASTM STP 470A 列有这些内容。

K 型热电偶的抗氧化性要强于其他组合 (N 型除外)，因此建议在氧化性气氛或惰性气氛中使用该型热电偶。

K 型热电偶无法直接用于或在无保护时用于以下情形：

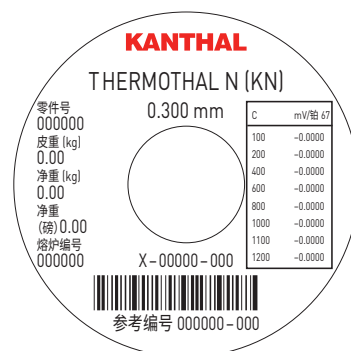
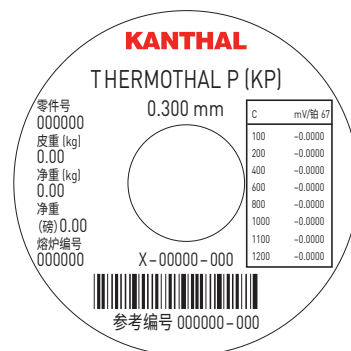
- 交替出现氧化性和还原性的气氛。
- 有含硫气体的气氛。合金受到的腐蚀会使负引线发生晶间腐蚀、脆化和开裂 (Thermothal N)。
- 所有保护套都应进行清洁，以便去除油、脂、含碳物质和污垢。
- 处于真空中时，除非时间不长，否则负引线 Thermothal P 会蒸发出大部分的铬，进而导致热电偶的电动势发生变化。
- 氢气以及游离氨或一氧化碳等含氧量较低的还原性气氛。

THERMOTHAL P (KP)/THERMOTHAL N (KN) 电动势参考表 (MV) (参考接点 0°C)

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.000	0.397	0.798	1.203	1.612	2.023	2.437	2.851	3.267	3.682	4.096
100	4.096	4.509	4.920	5.328	5.735	6.138	6.540	6.941	7.340	7.739	8.139
200	8.139	8.539	8.940	9.343	9.747	10.153	10.561	10.971	11.382	11.795	12.209
300	12.209	12.624	13.040	13.457	13.875	14.293	14.713	15.133	15.554	15.975	16.397
400	16.397	16.820	17.243	17.667	18.091	18.516	18.941	19.366	19.792	20.218	20.644
500	20.644	21.071	21.497	21.924	22.350	22.776	23.203	23.629	24.055	24.480	24.906
600	24.906	25.330	25.755	26.179	26.602	27.025	27.447	27.869	28.290	28.710	29.129
700	29.129	29.548	29.965	30.382	30.798	31.214	31.628	32.041	32.453	32.865	33.275
800	33.275	33.685	34.093	34.501	34.908	35.313	35.718	36.121	36.524	36.925	37.326
900	37.326	37.726	38.124	38.522	38.918	39.314	39.708	40.102	40.494	40.885	41.276
1000	41.276	41.665	42.053	42.440	42.826	43.211	43.595	43.978	44.359	44.740	45.119
1100	45.119	45.497	45.873	46.249	46.623	46.996	47.367	47.737	48.105	48.473	48.839

相对于铂 67 的标准电动势 (参考接点 °C)

温度 °C	电动势 (mV)	
	THERMOTHAL™ P (KP) 引线 (正极)	THERMOTHAL N (KN) 引线 (负极)
0	0.000	0.000
100	2.814	1.283
200	5.970	2.168
300	9.323	2.886
400	12.764	3.633
500	16.214	4.431
600	19.618	5.287
700	22.951	6.178
800	26.205	7.070
900	29.386	7.940
1000	32.499	8.777
1100	35.544	9.575
1200	38.508	10.330



用于识别 Thermothal P 和 Thermothal N 的标签。

在还原性气氛中, 正引线 (90% 镍 10% 铬) 的镍铬氧化物 (NiO-Cr₂O₃) 会变成名为“绿腐”的绿色氧化物 (Cr₂O₃)。这种绿色氧化物的增多会减少 Thermothal P 中的铬含量, 这会降低 Thermothal P 的电动势, 进而使电动势输出值最多降低 55% (特别是在 816°C 到 1038°C 的范围内)。与此同时, 铬的损失也会使 KP 极产生磁性。

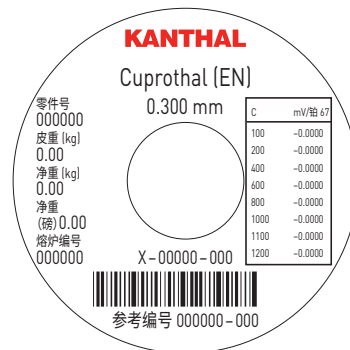
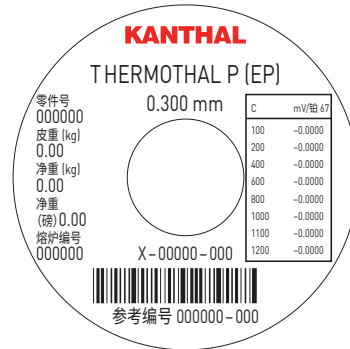
通过使用合适的护套材料, 我们可以避免腐蚀性气体破坏热电偶。不宜使用直径过小的护套。

热电偶 THERMOTHAL™ P (EP)/ CUPROTHAL® (EN) (E 型)

E 型是常见热电偶中电动势输出值的最大型号，它有时被用在火力发电机（热电堆）之中。其工作温度高达 900°C，且在从低温到 300°C 的范围内拥有出色的稳定性。该型热电偶的正极是和 K 型一样的 Thermothal P，而负极则是 Cuprothal (EN)。

相对于铂 67 的标准电动势 (参考接点 °C)

温度 °C	电动势 (mV)	
	THERMOTHAL™ P (EP) 引线 (正极),	CUPROTHAL® (EN) 引线 (负极)
0	0.000	0.000
100	2.814	3.505
200	5.970	7.457
300	9.323	11.713
400	12.764	16.182
500	16.214	20.792
600	19.618	25.475
700	22.951	30.161
800	26.205	34.812
900	29.386	39.401



用于识别 Thermothal P (EP) 和 Cuprothal (EN) 的标签。

THERMOTHAL P (EP)/CUPROTHAL (EN) 电动势参考表 (MV) (参考接点 0°C)

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.000	0.591	1.192	1.801	2.420	3.048	3.685	4.330	4.985	5.648	6.319
100	6.319	6.998	7.685	8.379	9.081	9.789	10.504	11.224	11.951	12.684	13.421
200	13.421	14.164	14.912	15.664	16.420	17.181	17.945	18.713	19.484	20.257	21.036
300	21.036	21.817	22.600	23.386	24.174	24.964	25.757	26.552	27.348	28.146	28.946
400	28.946	29.747	30.550	31.354	32.159	32.965	33.772	34.579	35.388	36.196	37.005
500	37.005	37.815	38.624	39.434	40.244	41.053	41.862	42.671	43.479	44.286	45.093
600	45.093	45.900	46.705	47.510	48.313	49.116	49.917	50.718	51.517	52.315	53.112
700	53.112	53.908	54.703	55.497	56.289	57.080	57.870	58.659	59.446	60.232	61.017
800	61.017	61.801	62.583	63.364	64.144	64.922	65.698	66.473	67.246	68.017	68.787
900	68.787	69.554	70.319	71.083	71.844	72.603	73.360	74.115	74.869	75.621	76.373

热电偶铜/CUPROTHAL (TN) (T 型)

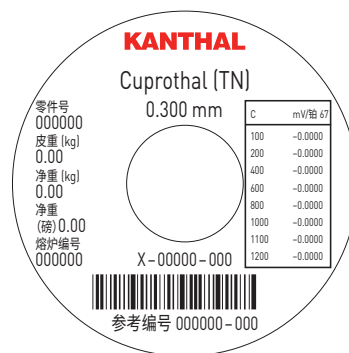
铜 (正极元件) 和 Cuprothal (TN) (负极元件) 组合使得该热电偶能用于 -185°C 到 +370°C 的温度范围内的各种实验室与工业环境。鉴于铜的抗氧化性有限, 建议不要在此温度范围外使用该型号。由于任何优质的纯电解铜 (即符合 ASTM 标准 B3 的纯电解铜) 都能产生均匀且恒定的电动势, 各批次之间没有差别 (尤其是当温度在 -185°C 以上时), 因此我们一般只提供负极元件 (Cuprothal (TN))。

需要记住的是, Thermothal P(EP)-Cuprothal (EN) 和铜-Cuprothal (TN) 的负极元件的电动势输出值不同于铁 (JP)-Cuprothal (JN), 因此 Cuprothal (EN) 和 Cuprothal (TN) 两者不能与 Cuprothal (JN) 进行互换。

铜/Cuprothal (TN) 热电偶的电动势-温度特征罗列如下。若材料需在低于零度的温度下工作, 那么订购时请务必说明这一点 (因为需选用特殊质量的 Cuprothal)。

相对于铂 67 的标准电动势 (参考接点 °C)

温度 °C	电动势 (mV)	
	铜 引线 (正极)	CUPROTHAL® (TN) 引线 (负极)
-200	-0.195	-5.408
-100	-0.369	-3.010
0	0	0
100	0.773	3.505
200	1.837	7.451
300	3.149	11.713
400	4.690	16.182



用于识别 Cuprothal (TN) 的标签。

铜-CUPROTHAL (TN) 电动势参考表 (MV) (参考接点 0°C)

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
-200	-5.603	-5.439	-5.261	-5.070	-4.865	-4.648	-4.419	-4.177	-3.923	-3.657	-3.379
-100	-3.379	-3.089	-2.788	-2.476	-2.153	-1.819	-1.475	-1.121	-0.757	-0.383	0.000
0	0.000	0.391	0.789	1.196	1.612	2.036	2.468	2.909	3.358	3.814	4.279
100	4.279	4.750	5.228	5.714	6.206	6.704	7.209	7.720	8.235	8.760	9.288
200	9.288	9.822	10.362	10.908	11.458	12.013	12.574	13.139	13.709	14.283	14.862
300	14.862	15.445	16.032	16.624	17.219	17.819	18.422	19.030	19.641	20.255	20.872

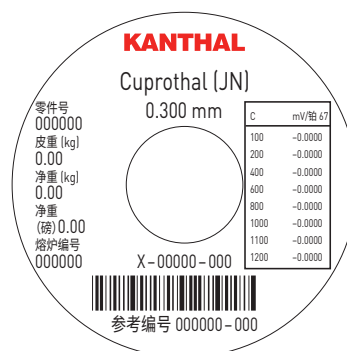
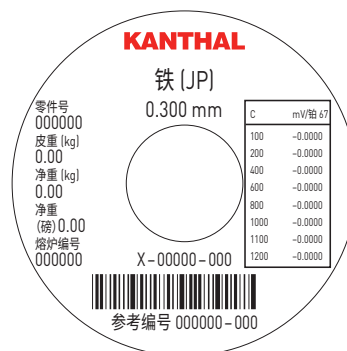
热电偶铁 (JP)/CUPROTHAL® (JN) (J 型)

该热电偶一方面电动势较高，一方面成本较低，因此是一种常用的热电偶。它既可在高达 760°C 的氧化环境下工作，也可在高达 900°C 左右的还原环境下工作。我们建议温度越高，则使用越大的线材直径。我们还考虑到了铁在 770°C 下的磁性转变以及 900°C 时的结晶变化。这些因素会显著影响到铁的热电特征。

不得在 500°C 以上的含硫气氛中使用 J 型热电偶，且不建议在低于零度的温度下使用该型号 (否则会发生脆化)。

全世界生产的铁丝中只有一小部分供热电偶使用，因此钢铁生产商没兴趣将铁熔体控制在某个电动势数值上。

这样一来，我们便需根据可用的铁来选择与铁结合的适当 Cuprothal 熔体，此外这些熔体也要符合各自公差范围内的标准化曲线。山特维克公司可提供 J 型热电偶所需的专用铁。需要记住的是，Cuprothal (JN) 既不能与 Cuprothal (TN) 或 Cuprothal (EN) 互换，也不能与其他类型的铁搭配使用。



用于识别铁 (JP) 和 Cuprothal (JN) 的标签。

铁 (JP)/CUPROTHAL (JN) 电动势参考表 (MV) (参考接点 0°C)

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.000	0.507	1.019	1.537	2.059	2.585	3.116	3.650	4.187	4.727	5.269
100	5.269	5.814	6.360	6.909	7.459	8.010	8.562	9.115	9.669	10.224	10.779
200	10.779	11.334	11.889	12.445	13.000	13.555	14.110	14.665	15.219	15.773	16.327
300	16.327	16.881	17.434	17.986	18.539	19.091	19.642	20.194	20.745	21.297	21.848
400	21.848	22.400	22.952	23.504	24.057	24.610	25.164	25.720	26.276	26.834	27.393
500	27.393	27.953	28.516	29.080	29.647	30.216	30.788	31.362	31.939	32.519	33.102
600	33.102	33.689	34.279	34.873	35.470	36.071	36.675	37.284	37.896	38.512	39.132
700	39.132	39.755	40.382	41.012	41.645	42.281	42.919	43.559	44.203	44.848	45.494
800	45.494	46.141	46.786	47.431	48.074	48.715	49.353	49.989	50.622	51.251	51.877

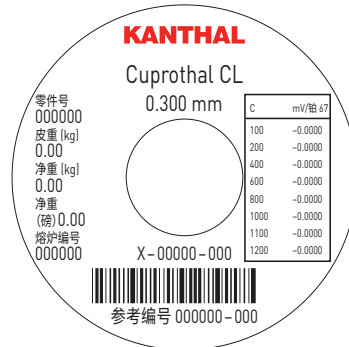
根据客户请求，山特维克公司还可连同铁 (LP) 一起提供用于 L 型热电偶且符合旧德国标准 DIN 43710 的 Cuprothal (LN)。

CUPROTHAL CL

Cuprothal CL 的电动势数值很高（相对于铂 67），是所有 Cuprothal 类型中数值最高的，而产生这种性质的原因则是其化学组成中的额外元素含量较少。相反，其他类型的 Cuprothal 则需添加某些物质才能满足各标准中要求的电动势数值。由于其热电输出值较高，因此 Cuprothal CL 的主要用途是在制造热电偶时（此时会连接各种安全装置）检测燃气燃烧器中是否存在火焰。

供货形式

在正常情况下，我们提供的是抗拉强度介于 600 到 800 MPa 的半硬质盘线。



用于识别 Cuprothal CL 的标签。

CUPROTHAL CL - 相对于铂 67 的电动势最小值 (MV) (参考接点 0°C)

温度 (°C)	最小电动势 (MV)
0	0
100	-4.00
200	-8.62
800	-38.68

必须在已退火的材料上测试电动势

电动势公差

除非是指定的热电偶，否则我们将提供“二级”公差的温度补偿和连接材料。

下表详述了相关的二级和一级公差。

根据客户要求，我们还可提供一级公差的材料。每个线轴和盘线都在从 0°C 到每种合金组合规定的最高温度（根据客户要求，我们也可以 1000°C、1100°C 和 1200°C 作为最高温度）的范围内校准过。

美国标准 ASTM E 230-ANSI MC 96.1

热电偶的类型	温度范围 (°C)	公差		
		二级	一级	二级
Thermothal™ P (KP)/Thermothal N (KN) (K 型)	从 0 到 1250	± 2.2°C 或 ± 0.75%	-	-
Thermothal P (EP)/Cuprothal® (EN) (E 型)	从 0 到 900	± 1.7°C 或 ± 0.5%	-	-
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	从 0 到 350	± 1°C 或 ± 0.75%	-	-
铁 (JP)/Cuprothal (JN) (J 型)	从 0 到 750	± 2.2°C 或 ± 0.75%	-	-
Nicrosil (NP)/Nisil (NN) (N 型)	从 0 到 1300	± 2.2°C 或 ± 0.75%	-	-
Thermothal P (KP)/Thermothal N (KN) (K 型)	从 0 到 1250	-	± 1.1°C 或 ± 0.40%	-
Thermothal P (EP)/Cuprothal (EN) (E 型)	从 0 到 900	-	± 1°C 或 ± 0.40%	-
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	从 0 到 350	-	± 0.5°C 或 ± 0.40%	-
铁 (JP)/Cuprothal (JN) (J 型)	从 0 到 750	-	± 1.1°C 或 ± 0.40%	-
Nicrosil (NP)/Nisil (NN) (N 型)	从 0 到 1300	-	± 1.1°C 或 ± 0.40%	-
Thermothal P (KP)/Thermothal N (KN) (K 型)	从 -200 到 0	-	-	± 2.2°C 或 ± 2%
Thermothal P (EP)/Cuprothal (EN) (E 型)	从 -200 到 0	-	-	± 1.7°C 或 ± 1%
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	从 -200 到 0	-	-	± 1°C 或 ± 1.5%

以数值较大的公差为准

正如我们所看到的那样，低于 0°C 的温度范围采用了不同的公差。如果得在 0°C 以下使用热电偶，那么订购时请务必提出这一点，以便选择特定的材料。

欧洲标准 IEC 584-2 (DIN EN 60584-2; BS EN 60584-2; JIS C 1602)

热电偶的类型	温度范围 (°C)	公差		
		1 级	2 级	3 级
Thermothal P™ (KP)/Thermothal N (KN) (K 型)	从 -40 到 1000	± 1.5°C 或 ± 0.40%	-	-
Thermothal P (EP)/Cuprothal® (EN) (E 型)	从 -40 到 800	± 1.5°C 或 ± 0.40%	-	-
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	从 -40 到 350	± 0.5°C 或 ± 0.40%	-	-
铁 (JP)/Cuprothal (JN) (J 型)	从 -40 到 750	± 1.5°C 或 ± 0.40%	-	-
Nicrosil (NP)/Nisil (NN) (N 型)	从 -40 到 1000	± 1.5°C 或 ± 0.40%	-	-
Thermothal P (KP)/Thermothal N (KN) (K 型)	从 -40 到 1200	-	± 2.5°C 或 ± 0.75%	-
Thermothal P (EP)/Cuprothal (EN) (E 型)	从 -40 到 900	-	± 2.5°C 或 ± 0.75%	-
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	从 -40 到 350	-	± 1°C 或 ± 0.75%	-
铁 (JP)/Cuprothal (JN) (J 型)	从 -40 到 750	-	± 2.5°C 或 ± 0.75%	-
Nicrosil (NP)/Nisil (NN) (N 型)	从 -40 到 1200	-	± 2.5°C 或 ± 0.75%	-
Thermothal P (KP)/Thermothal N (KN) (K 型)	从 -40 到 +40	-	-	± 2.5°C 或 ± 1.5%
Thermothal P (EP)/Cuprothal (EN) (E 型)	从 -40 到 +40	-	-	± 2.5°C 或 ± 1.5%
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	从 -40 到 +40	-	-	± 1°C 或 ± 1.5%
Nicrosil (NP)/Nisil (NN) (N 型)	从 -200 到 +40	-	-	± 2.5°C 或 ± 1.5%

以数值较大的公差为准

法国标准 NF EN 60584-2

热电偶的类型	温度 范围 [°C]	公差		
		1级	2级	3级
Thermothal™ P (KP)/Thermothal N (KN) (K 型)	从 -40 到 1000	±1.5°C 或 ±0.40%	-	-
Thermothal P (EP)/Cuprothal® (EN) (E 型)	从 -40 到 800	±1.5°C 或 ±0.40%	-	-
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	从 -40 到 350	±1.5°C 或 ±0.40%	-	-
铁 (JP)/Cuprothal (JN) (J 型)	从 -40 到 750	±0.5°C 或 ±0.40%	-	-
Nicrosil (NP)/Nisil (NN) (N 型)	从 -40 到 1000	±1.5°C 或 ±0.40%	-	-
Thermothal P (KP)/Thermothal N (KN) (K 型)	从 -40 到 1200	-	±2.5°C 或 ±0.75%	-
Thermothal P (EP)/Cuprothal (EN) (E 型)	从 -40 到 900	-	±2.5°C 或 ±0.75%	-
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	从 -40 到 750	-	±2.5°C 或 ±0.75%	-
铁 (JP)/Cuprothal (JN) (J 型)	从 -40 到 350	-	±1°C 或 ±0.75%	-
Nicrosil (NP)/Nisil (NN) (N 型)	从 -40 到 1200	-	±2.5°C 或 ±0.75%	-
Thermothal P (KP)/Thermothal N (KN) (K 型)	从 -200 到 +40	-	-	±2.5°C 或 ±1.5%
Thermothal P (EP)/Cuprothal (EN) (E 型)	从 -200 到 +40	-	-	±2.5°C 或 ±1.5%
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	从 -200 到 +40	-	-	±1°C 或 ±1.5%
Nicrosil (NP)/Nisil (NN) (N 型)	从 -200 到 +40	-	-	±2.5°C 或 ±1.5%

以数值较大的公差为准

注意:

当温度高于 -40°C 时, 我们正常提供的热电偶材料可以达到表中规定的公差。不过对 T 型、E 型、K 型和 N 型来

说, 这些材料可能无法在低温下达到 3 级公差。如果需要让热电偶既达到 3 级公差, 又达到 1 级或 2 级公差, 那么买家就需要说明这一点 (因为往往需要挑选材料)。

热接点的构造

若要形成热接点，则必须用适当的方法在热电偶丝之间形成良好的电触点。

低温时（此时一般会使用铜/Cuprothal® (TN)）可以采用软钎焊或银钎焊。

若要在高温下用 Thermothal™ P/Thermothal N 或其他组合进行测量，那么就只能通过焊接来形成适当的接头。

人们最常用氧乙炔焊来完成此项操作，但电弧焊也能取得不错的结果。

氧乙炔焊与气焊

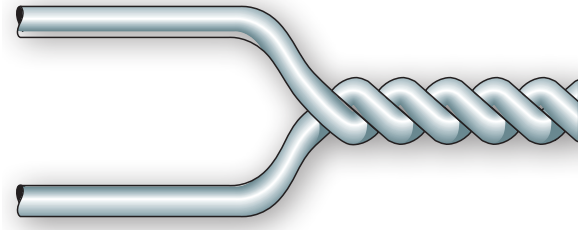
有关人员必须用磨锉的方式来清洁丝线末端，然后像下图那样将各末端扭绞两三圈。

这一程序能为焊接时提供良好的触点，并防止焊接接头存在应力。将线材竖直地固定在虎钳中，然后用朝下的火焰对绞合线材进行焊接。

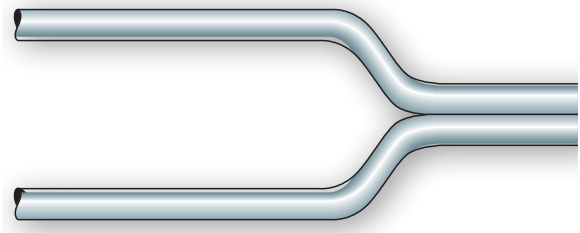
当一小滴熔融物把各丝线的绞合末端融合在一起时，便形成了一个良好的焊点。必须根据丝线-变气体火焰的大小，且有必要使用中性火焰或还原性火焰。应避免过度加热，否则可能导致线材脆化。

根据经验，人们无需使用焊剂就能实现令人满意的焊接，不过有困难时也可使用硼砂。请记住，最好在焊点冷却后对金属进行彻底清洁。

重新焊接的难度较大，如果焊接不当，那么通常就得切掉线材，然后再制作新的焊点。



扭绞丝线末端。



让丝线末端保持接触。

电弧焊

先像气焊那样清洁和扭绞线材，再将其固定在虎钳中，然后将虎钳与直流电源的 +VE 端子相连。接着用作为 -VE 引线的一根碳电极接触绞合的线材，使其恰好足以形成一道电弧，然后焊接丝线末端。所需的电压取决于线材直径，不过当直径为 3.2 mm 时，所需的电压约为 40V。这种焊接无需焊剂。

若用一根钨电极取代碳电极，则可采用钨极惰性气体保护焊 (TIG)，这也是一种很常用的热电偶材料焊接方法。TIG 有一股吹向焊缝接头的惰性气体，其作用是将焊缝完全保护起来，以免被空气污染。

电容放电焊

这种焊接方法被用于直径不大（最多 0.8 mm）的线材。

热电偶的末端必须用砂纸来清洁，然后像下图那样让丝线靠在一起。

热电偶补偿与伸长级合金

在将热电偶接入仪器时，不可或缺的一点就是使用电动势输出值与该热电偶相同的电缆，否则两者的接点处就会产生杂散的电动势。最佳解决方案就是使用与该热电偶相同的材料（伸长电缆）。下表罗列了这些材料的公差。

一种成本更低的替代方法则是使用补偿电缆，这些电缆的合金材料并非热电偶的材料，但两者在某个有限的温度范围内拥有相同的输出值。

这种方法的一个例子就是将铜/Cuprothal®(VNX) 型 KCB (VX) 电缆与 Thermothal™ P/Thermothal N (K 型) 热电偶搭配使用。

我们的 Cuprothal SX 合金 (RCA-SCA、RCB-SCB、SNX-RNX) 可与补偿 Pt/PtRh 热电偶 (S 与 R) 用的铜搭配使用。

我们提供的是光亮退火状态下的补偿级和伸长级线材。

下表列出了最主要的 Kanthal® 补偿电缆与伸长电缆。

美国标准 ANSI MC 96-1

热电偶的类型	补偿电缆或伸长电缆	电缆的标称成分	美国标准 ANSI MC 96-1			
			MV	所处温度 (°C)	公差	
					二级	一级
Thermothal™ P (KP)/ Thermothal N (KN) (K 型)	Thermothal P (KPX)/ Thermothal N (KNX) (KX)	Thermothal P (KPX) : 90% 的镍 - 10% 的铬 Thermothal N (KNX) : 95% 的镍 + 铝锰硅	4.096 8.139	100 200	从 0°C 到 200°C 为 ± 2.2°C	
Thermothal P (KP)/ Thermothal N (KN) (K 型)	铜/Cuprothal® (VNX) (VX)*	铜: 100% 的铜 Cuprothal (VNX): 44% 的镍-其余为铜	4.096 -	100	从 0°C 到 100°C 为 ± 2.2°	
Thermothal P (EP)/ Cuprothal (EN) (E 型)	Thermothal P (EPX)/ Cuprothal (ENX) (EX)	Thermothal P (EPX) : 90% 的镍-10% 的铬 Thermothal N (KNX) : 95% 的镍锰+铝锰硅, 其余为铜	6.319 13.421	100 200	从 0°C 到 200°C 为 ± 1.7°C	
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	铜/Cuprothal® (TNX) (TX)	铜: 100% 的铜 Cuprothal (TNX): 44% 的镍-其余为铜	4.279	100	从 0°C 到 100°C 为 ± 1°C	从 0°C 到 100°C 为 ± 0.5°C
铁 (JP)/Cuprothal (JN) (J 型)	铁 (JPX)/Cuprothal (JNX) (JX)	铁 (JPX): 100% 的 铁 Cuprothal (JNX) : 44% 的镍-其余为铜	5.269 10.779	100 200	从 0°C 到 200°C 为 ± 2.2°C	从 0°C 到 200°C 为 ± 1.1°C
Pt/Pt 10% Rh Pt/Pt 13% Rh (S、R 型)	铜/Cuprothal SX (SX) (RX)	铜: 100% 的铜 Cuprothal SX: 3% 的 镍锰-其余为铜	0.646 1.441	100 200	从 0°C 到 200°C 为 ± 0.057 mV	
Nicrosil (NP)/Nisil (NN) (N 型)	Nicrosil (NPX)/Nisil (NNX) (NX)	Nicrosil (NPX): 84% 的镍 - 14.2% 的铬 - 硅 Nisil (NNX): 95% 的 镍 - 4.3% 的硅	2.774 5.913	100 200	从 0°C 到 200°C 为 ± 2.2°C	

*最近的美国标准并不包括 VX 型，但该型号尚在使用

欧洲标准 IEC 584-3 (DIN EN 60584-3; BS 4937; NFC 42324)

热电偶的类型	补偿电缆或伸长电缆	电缆的 标称 成分	欧洲标准 IEC 584-3			
			MV	所处温度 (°C)	公差	
					二级	一级
Thermothal™ P (KP)/ Thermothal N (KN) (K 型)	Thermothal P (KPX)/ Thermothal N (KNX) (KX)	Thermothal P (KPX) : 90% 的镍 - 10% 的铬 Thermothal N (KNX) : 95% 的镍 + 铝锰硅	4.096 8.139	100 200	从 -25°C 到 200°C 为 ±2.5°C	从 -25°C 到 200°C 为 ±1.5°C
Thermothal P (KP)/ Thermothal N (KN) (K 型)	铁 (WPX)/Cuprothal® (WX)(WNX) (KCA)	铁 (WPX): 100% 的铁 Cuprothal WX (WNX) : 43% 的镍 - 2% 的锰 2% 的铁 - 其余为铜	4.096 8.139	100 200	从 0°C 到 150°C 为 ±2.5°C	
Thermothal P (KP)/ Thermothal N (KN) (K 型)	铜/Cuprothal (VNX) (KCB)	铜: 100% 的铜 Cuprothal (VNX): 44% 的镍 - 其余为铜	4.096 -	100	从 0°C 到 100°C 为 ±2.2°C	
Thermothal P (EP)/ Cuprothal (EN) (E 型)	Thermothal P (EPX)/ Cuprothal (ENX) (EX)	Thermothal P (EPX) : 90% 的镍 - 10% 的铬 Cuprothal (ENX) : 44% 的镍 - 其余为铜	6.319 13.421	100 200	从 -25°C 到 200°C 为 ±2.5°C	从 -25°C 到 200°C 为 ±1.5°C
铜/Cuprothal (TN) (T 型)	铜/Cuprothal® (TNX) (TX)	铜: 100% 的铜 Cuprothal (TNX): 44% 的镍 - 其余为铜	4.279 -	100	从 -25°C 到 100°C 为 ±1°C	从 -25°C 到 100°C 为 ±0.5°C
铁 (JP)/Cuprothal (JN) (J 型)	铁 (JPX)/Cuprothal (JNX) (JX)	铁 (JPX): 100% 的铁 Cuprothal (JNX) : 44% 的镍 - 其余为铜	5.269 10.779	100 200	从 -25°C 到 200°C 为 ±2.5°C	从 -25°C 到 200°C 为 ±1.5°C
Pt/Pt 10%Rh Pt/Pt 13%Rh (S、R 型)	铜/Cuprothal SX RCA-SCA RCB-SCB	铜: 100% 的铜 Cuprothal SX: 3% 的 镍锰 - 其余为铜	-	-	从 0°C 到 100°C 为 ±2.5°C 从 0°C 到 200°C 为 ±5°C	
			0.646	100		
			-	-		
			0.646 1.441	100 200		
Nicosil(NP)/Nisil(NN) (N 型)	Nicosil (NPX)/Nisil (NNX) (NX)	Nicosil (NPX): 84% 的镍 - 14.2% 的铬 - 硅 Nisil (NNX): 95% 的 镍 - 4.3% 的硅	2.774 5.913	100 200	从 -25°C 到 200°C 为 ±2.5°C	从 -25°C 到 200°C 为 ±1.5°C

日本标准 JIS C 1610

热电偶的类型	补偿电缆或伸长电缆	电缆的标称成分	日本标准 JIS C 1610			
			mV	所处温度 (°C)	公差	
					2级	1级
Thermothal P™ (KP)/ Thermothal N (KN) (K型)	Thermothal P (KPX)/ Thermothal N (KNX) (KX)	Thermothal P (KPX) : 90% 的镍-10% 的铬 Thermothal N (KNX) : 95% 的镍+铝锰硅	4.096	100	±100 mV 从 -25°C 到 200°C	±60 mV 从 -25°C 到 200°C
			8.139	200		
Thermothal P (KP)/ Thermothal N (KN) (K型)	铁 (WPX)/Cuprothal® (WX)(WNX) (KCA)	铁 (WPX): 100% 的铁 Cuprothal WX (WNX) : 43% 的镍-2% 的锰 2% 的铁-其余为铜	4.096	100	±100 mV 从 0°C 到 150°C	
			8.139	200		
Thermothal P (KP)/ Thermothal N (KN) (K型)	铜/Cuprothal (VNX) (KCB)	铜: 100% 的铜 Cuprothal (VNX) : 44% 的镍-其余为铜	4.096	100	±100 mV 从 0°C 到 100°C	
			-			
Thermothal P (EP)/ Cuprothal (EN) (E型)	Thermothal P (EPX)/ Cuprothal (ENX) (EX)	Thermothal P (EPX) : 90% 的镍-10% 的 铬 Cuprothal (ENX) : 44% 的镍-其余为铜	6.319	100	±200 mV 从 -25°C 到 200°C	±120 mV 从 -25°C 到 200°C
			13.421	200		
铜/Cuprothal (TN) (T型)	铜/Cuprothal® (TNX) (TX)	铜: 100% 的铜 Cuprothal (TNX) : 44% 的镍-其余为铜	4.279	100	±160 mV 从 -25°C 到 100°C	±30 mV 从 -25°C 到 100°C
			-			
铁 (JP)/Cuprothal (JN) (J型)	铁 (JPX)/Cuprothal (JNX) (JX)	铁 (JPX): 100% 的 铁 Cuprothal (JNX) : 44% 的镍-其余为铜	5.269	100	±140 mV 从 -25°C 到 200°C	±185 mV 从 -25°C 到 200°C
			10.779	200		
Pt/Pt 10% Rh Pt/Pt 13% Rh (S型、R型)	铜/Cuprothal SX RCA-SCA RCB-SCB	铜: 100% 的铜 Cuprothal SX: 3% 的 镍锰-其余为铜	-	-	±30 mV 从 0°C 到 100°C ±60 mV 从 0°C 到 200°C	
			0.646	100		
			-	-		
			0.646	100		
			1.441	200		
Nicrosil (NP)/Nisil (NN) (N型)	Nicrosil (NPX)/Nisil (NNX) (NX)	Nicrosil (NPX): 84% 的镍-14.2% 的铬-硅 Nisil (NNX): 95% 的 镍-4.3% 的硅	2.774	100	±200 mV 从 -25°C 到 200°C	±60 mV 从 -25°C 到 200°C
			5.913	200		

表

THERMOTHAL™ P 丝线

B&S 或 AWG				SWG			
B&S 或 AWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	SWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
6	4.115	8.62	116.0	8	4.064	8.84	113.1
7	3.658	10.91	91.64	9	3.658	10.91	91.64
8	3.251	13.82	72.38	10	3.251	13.82	72.38
10	2.591	21.75	45.98	12	2.642	20.92	47.80
12	2.057	34.51	28.98	14	2.032	35.36	28.28
14	1.626	55.23	18.11	16	1.626	55.23	18.11
16	1.295	87.07	11.49	18	1.219	98.26	10.18
18	1.016	141	7.07	19	1.016	141	7.07
20	0.813	221	4.53	20	0.914	175	5.72
22	0.643	353	2.83	21	0.813	221	4.53
24	0.511	559	1.79	22	0.711	289	3.46
25	0.455	705	1.418	24	0.559	467	2.14
26	0.404	895	1.12	26	0.457	699	1.43
28	0.320	1426	0.70	30	0.315	1472	0.68
32	0.203	3543	0.28	34	0.234	2667	0.38
36	0.127	9053	0.11	36	0.193	3920	0.26

THERMOTHAL P 丝线

公制					
直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
10.00	1.46	684.9	1.20	101	9.86
8.00	2.28	438.3	1.15	110	9.06
7.00	2.98	335.6	1.13	114	8.75
6.00	4.06	246.6	1.00	146	6.85
4.70	6.61	151.3	0.81	223	4.49
4.00	9.13	109.6	0.64	356	2.81
3.90	9.60	104.2	0.63	368	2.72
3.26	13.74	72.8	0.60	406	2.47
3.20	14.26	70.1	0.51	561	1.78
3.00	16.22	61.6	0.50	584	1.71
2.50	23.36	42.8	0.45	721	1.39
2.30	27.60	36.2	0.40	913	1.10
2.05	34.74	28.8	0.32	1426	0.70
2.00	36.50	27.4	0.30	1622	0.62
1.63	54.96	18.2	0.25	2336	0.43
1.50	64.89	15.4	0.20	3650	0.27
1.40	74.50	13.41	0.18	4507	0.22
1.29	87.74	11.41	0.10	14601	0.07

THERMOTHAL N 丝线

B&S 或 AWG			SWG				
B&S 或 AWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	SWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
6	4.115	8.7	114.4	8	4.064	8.96	111.6
7	3.658	11.1	90.3	9	3.658	11.06	90.38
8	3.251	14.0	71.3	10	3.251	14.01	71.39
10	2.591	22.1	45.34	12	2.642	21.21	47.15
12	2.057	35.0	28.58	14	2.032	35.86	27.89
14	1.626	56.0	17.86	16	1.626	56.00	17.86
16	1.295	88.3	11.33	18	1.219	99.63	10.04
18	1.016	143	6.97	19	1.016	143	6.97
20	0.813	224	4.46	20	0.914	177	5.64
22	0.643	353	2.79	21	0.813	224	4.46
24	0.511	567	1.76	22	0.711	293	3.41
25	0.455	715	1.36	24	0.559	474	2.11
26	0.404	907	1.10	26	0.457	709	1.41
28	0.320	1446	0.69	30	0.315	1492	0.67
32	0.203	3593	0.28	34	0.234	2704	0.37
36	0.127	9179	0.11	36	0.193	3975	0.25

THERMOTHAL N 丝线

公制					
直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
10.00	1.48	675.4	1.20	103	9.73
8.00	2.31	432.3	1.15	112	8.93
7.00	3.02	331.0	1.13	116	8.62
6.00	4.11	243.2	1.00	148	6.75
4.70	6.70	149.2	0.81	226	4.43
4.00	9.25	108.1	0.64	361	2.77
3.90	9.73	102.7	0.63	373	2.68
3.26	13.93	71.78	0.60	411	2.43
3.20	14.46	69.17	0.51	569	1.76
3.00	16.45	60.79	0.50	592	1.69
2.50	23.69	42.22	0.45	731	1.37
2.30	27.99	35.73	0.40	925	1.08
2.05	35.23	28.39	0.32	1446	0.69
2.00	37.01	27.02	0.30	1645	0.61
1.63	55.72	17.95	0.25	2369	0.42
1.50	65.80	15.20	0.20	3701	0.27
1.40	75.54	13.24	0.18	4569	0.22
1.29	88.97	11.24	0.10	14805	

CUPROTHAL® (EN)、CUPROTHAL (JN)、CUPROTHAL (TN)、CUPROTHAL WX 丝线

B&S 或 AWG				SWG			
B&S 或 AWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	SWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
6	4.115	8.4	118.4	8	4.064	8.66	115.4
7	3.658	10.7	93.53	9	3.658	10.69	93.53
8	3.251	13.5	73.88	10	3.251	13.54	73.88
10	2.591	21.3	46.93	12	2.642	20.50	48.79
12	2.057	33.8	29.58	14	2.032	34.65	28.86
14	1.626	54.1	18.48	16	1.626	54.11	18.48
16	1.295	85.3	11.72	18	1.219	96.27	10.39
18	1.016	139	7.22	19	1.016	138.6	7.22
20	0.813	216	4.62	20	0.914	171.2	5.84
22	0.643	346	2.89	21	0.813	216.4	4.62
24	0.511	548	1.83	22	0.711	283.0	3.53
25	0.455	691	1.45	24	0.559	457.8	2.18
26	0.404	877	1.14	26	0.457	685	1.46
28	0.320	1397	0.72	30	0.315	1442	0.69
32	0.203	3472	0.29	34	0.234	2613	0.38
36	0.127	8870	0.11	36	0.193	3841	0.26

CUPROTHAL® (EN)、CUPROTHAL (JN)、CUPROTHAL (TN)、CUPROTHAL WX 丝线

公制

直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
10.00	1.43	699.0	1.20	99	10.07
8.00	2.24	447.4	1.15	108	9.24
7.00	2.92	342.5	1.13	112	8.93
6.00	3.97	251.6	1.00	143	6.99
4.70	6.48	154.4	0.81	218	4.59
4.00	8.94	111.8	0.64	349	2.86
3.90	9.41	106.3	0.63	360	2.77
3.26	13.46	74.29	0.60	397	2.52
3.20	13.97	71.58	0.51	550	1.82
3.00	15.90	62.91	0.50	572	1.75
2.50	22.89	43.69	0.45	707	1.42
2.30	27.04	36.98	0.40	894	1.12
2.05	34.04	29.38	0.32	1397	0.72
2.00	35.77	27.96	0.30	1590	0.63
1.63	53.84	18.57	0.25	2289	0.44
1.50	63.58	15.73	0.20	3577	0.28
1.40	72.99	13.70	0.18	4415	0.23
1.29	85.97	11.63	0.10	4306	0.07

铁丝

B&S 或 AWG				SWG			
B&S 或 AWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	SWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
6	4.115	9.57	104.51	8	4.064	9.8	102.0
7	3.658	12.11	82.60	9	3.658	12.1	82.60
8	3.251	15.33	65.24	10	3.251	15.3	65.24
10	2.591	24.13	41.44	12	2.642	23.2	43.09
12	2.057	38.28	26.12	14	2.032	39.2	25.49
14	1.626	61.27	16.32	16	1.626	61.3	16.32
16	1.295	96.59	10.35	18	1.219	109	9.17
18	1.016	157	6.37	19	1.016	157	6.37
20	0.813	245	4.08	20	0.914	194	5.16
22	0.643	392	2.55	21	0.813	245	4.08
24	0.511	620	1.61	22	0.711	320	3.12
25	0.455	783	1.28	24	0.559	518	1.93
26	0.404	992	1.01	26	0.457	776	1.29
28	0.320	1582	0.63	30	0.315	1633	0.61
32	0.203	3931	0.25	34	0.234	2958	0.34
36	0.127	10043	0.10	36	0.193	4349	0.23

铁丝

公制

直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
10.00	1.62	617.3	1.20	112	8.89
8.00	2.53	395.1	1.15	122	8.16
7.00	3.31	302.5	1.13	127	7.88
6.00	4.50	222.2	1.00	162	6.17
4.70	7.33	136.4	0.81	247	4.05
4.00	10.12	98.77	0.64	395	2.53
3.90	10.65	93.89	0.63	408	2.45
3.26	15.24	65.61	0.60	450	2.22
3.20	15.82	63.21	0.51	623	1.61
3.00	18.00	55.56	0.50	648	1.54
2.50	25.92	38.58	0.45	800	1.25
2.30	30.62	32.66	0.40	1012	0.99
2.05	38.55	25.94	0.32	1582	0.63
2.00	40.50	24.69	0.30	1800	0.56
1.63	60.97	16.40	0.25	2592	0.39
1.50	72.00	13.89	0.20	4050	0.25
1.40	82.65	12.10	0.18	5000	0.20
1.29	97.34	10.27	0.10	16199	0.06

CUPROTHAL® SX 丝线

B&S 或 AWG				SWG			
B&S 或 AWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	SWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
6	4.115	8.4	118.5	8	4.064	8.7	115.6
7	3.658	10.7	93.64	9	3.658	10.7	93.64
8	3.251	13.5	73.96	10	3.251	13.5	73.96
10	2.591	21.3	46.98	12	2.642	20.5	48.85
12	2.057	33.8	29.61	14	2.032	34.6	28.89
14	1.626	54.0	18.50	16	1.626	54.0	18.50
16	1.295	85.2	11.74	18	1.219	96	10.40
18	1.016	138	7.22	19	1.016	138	7.22
20	0.813	216	4.63	20	0.914	171	5.85
22	0.643	346	2.89	21	0.813	216	4.63
24	0.511	547	1.83	22	0.711	283	3.54
25	0.455	690	1.45	24	0.559	457	2.19
26	0.404	876	1.14	26	0.457	684	1.46
28	0.320	1390	0.72	30	0.315	1440	0.69
32	0.203	3468	0.29	34	0.234	2610	0.38
36	0.127	8860	0.11	36	0.193	3836	0.26

CUPROTHAL® SX 丝线

公制

直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
10.00	1.43	699.8	1.20	99	10.08
8.00	2.23	447.9	1.15	108	9.25
7.00	2.92	342.9	1.13	112	8.94
6.00	3.97	251.9	1.00	143	7.00
4.70	6.47	154.6	0.81	218	4.59
4.00	8.93	112.0	0.64	349	2.87
3.90	9.40	106.4	0.63	360	2.78
3.26	13.45	74.37	0.60	397	2.52
3.20	13.96	71.66	0.51	549	1.82
3.00	15.88	62.98	0.50	572	1.75
2.50	22.86	43.74	0.45	706	1.42
2.30	27.01	37.02	0.40	893	1.12
2.05	34.00	29.41	0.32	1396	0.72
2.00	35.73	27.99	0.30	1588	0.63
1.63	53.78	18.59	0.25	2286	0.44
1.50	63.51	15.75	0.20	3573	0.28
1.40	72.91	13.72	0.18	4410	0.23
1.29	85.87	11.65	0.10	14290	0.07

NICROSIL 丝线

B&S 或 AWG				SWG			
B&S 或 AWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	SWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
6	4.115	8.8	113.4	8	4.064	9.0	110.6
7	3.658	11.2	89.65	9	3.658	11.2	89.65
8	3.251	14.1	70.81	10	3.251	14.1	70.81
10	2.591	22.2	44.98	12	2.642	21.4	46.76
12	2.057	35.3	28.35	14	2.032	36.2	27.66
14	1.626	56.5	17.71	16	1.626	56.5	17.71
16	1.295	89.0	11.24	18	1.219	100	9.96
18	1.016	145	6.92	19	1.016	145	6.92
20	0.813	226	4.43	20	0.914	179	5.60
22	0.643	361	2.77	21	0.813	226	4.43
24	0.511	572	1.75	22	0.711	295	3.39
25	0.455	721	1.39	24	0.559	478	2.09
26	0.404	915	1.09	26	0.457	715	1.40
28	0.320	1458	0.69	30	0.315	1504	0.66
32	0.203	3622	0.28	34	0.234	2726	0.37
36	0.127	9255	0.11	36	0.193	4007	0.25

NICROSIL 丝线

公制

直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
10.00	1.49	669.9	1.20	104	9.65
8.00	2.33	428.8	1.15	113	8.86
7.00	3.05	328.3	1.13	117	8.55
6.00	4.15	241.2	1.00	149	6.70
4.70	6.76	148.0	0.81	228	4.40
4.00	9.33	107.2	0.64	364	2.74
3.90	9.81	101.9	0.63	376	2.66
3.26	14.05	71.20	0.60	415	2.41
3.20	14.58	68.60	0.51	574	1.74
3.00	16.59	60.30	0.50	597	1.67
2.50	23.88	41.87	0.45	737	1.36
2.30	28.22	35.44	0.40	933	1.07
2.05	35.52	28.15	0.32	1458	0.69
2.00	37.32	26.80	0.30	1659	0.60
1.63	56.18	17.80	0.25	2388	0.42
1.50	66.34	15.07	0.20	3732	0.27
1.40	76.16	13.13	0.18	4607	0.22
1.29	89.70	11.15	0.10	14927	0.07

NISIL 丝线

B&S 或 AWG				SWG			
B&S 或 AWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	SWG	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
6	4.115	8.8	114.1	8	4.064	9.0	111.3
7	3.658	11.1	90.17	9	3.658	11.1	90.17
8	3.251	14.0	71.22	10	3.251	14.0	71.22
10	2.591	22.1	45.24	12	2.642	21.3	47.04
12	2.057	35.1	28.51	14	2.032	35.9	27.82
14	1.626	56.1	17.82	16	1.626	56.1	17.82
16	1.295	88.5	11.30	18	1.219	100	10.01
18	1.016	144	6.96	19	1.016	144	6.96
20	0.813	225	4.45	20	0.914	178	5.63
22	0.643	359	2.79	21	0.813	225	4.45
24	0.511	568	1.76	22	0.711	294	3.41
25	0.455	717	1.40	24	0.559	475	2.11
26	0.404	909	1.10	26	0.457	711	1.41
28	0.320	1449	0.69	30	0.315	1496	0.67
32	0.203	3601	0.28	34	0.234	2710	0.37
36	0.127	9201	0.11	36	0.193	3984	0.25

NISIL 丝线

公制

直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)	直径 (MM)	长度 (M/KG)	重量 (G/M)
10.00	1.48	673.9	1.20	103	9.70
8.00	2.32	431.3	1.15	112	8.91
7.00	3.03	330.2	1.13	116	8.60
6.00	4.12	242.6	1.00	148	6.74
4.70	6.72	148.9	0.81	226	4.42
4.00	9.27	107.8	0.64	362	2.76
3.90	9.76	102.5	0.63	374	2.67
3.26	13.96	71.62	0.60	412	2.43
3.20	14.49	69.00	0.51	571	1.75
3.00	16.49	60.65	0.50	594	1.68
2.50	23.74	42.12	0.45	733	1.37
2.30	28.05	35.65	0.40	927	1.08
2.05	35.31	28.32	0.32	1449	0.69
2.00	37.10	26.95	0.30	1649	0.61
1.63	55.85	17.90	0.25	2374	0.42
1.50	65.95	15.16	0.20	3710	0.27
1.40	75.71	13.21	0.18	4580	0.22
1.29	89.181	11.21	0.10	14840	0.07

供货形式

包装

在正常情况下, Kanthal® 品牌材料会包装成右侧所示的样子。若有可能, 有时也会按个别的要求进行专门包装。若需额外保护, 我们则会在线轴外裹一层塑料膜。

线材

如表中所示, 线轴所能提供的最大直径为 1.40 mm 左右。

我们会用内径在 500-600 mm 左右的线圈提供直径为 1.5 mm (最大 6 mm) 的线材。如果客户提出要求, 我们可将半硬质状态的 2 mm (最大 6 mm) 丝线拉直成 3 m 长的直段。如果丝线直径大于 6 mm (最大 10 mm), 那么就只能提供氧化形式或拉直形式的线材了。线长度以束形式提供。

扁带

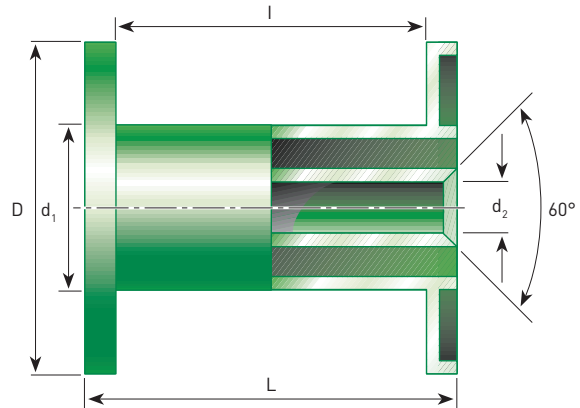
正常情况下是用 K 125 线轴来供应扁带。截面大小 $\geq 0.3 \text{ mm}^2$ 的扁带则会绕在 K 100 线轴上。我们可根据客户要求提供不同的线轴 (最小为 K 80 线轴)。

带材

标准的供货形式为线圈。

连杆

根据具体合金提供切削型或未切削型。



线轴尺寸

不同线轴类型的尺寸

线轴名称	直径 (MM)	标称丝线重量 (KG)	D (MM)	D ₁ (MM)	D ₂ (MM)	L (MM)	I (MM)	皮重 (G)
K 500	0.80-1.40	90	500	315	36	250	189	8000
K 355	0.50-1.40	40	355	224	36	200	160	1850
K 250	0.30-1.00	20	250	160	36	200	160	1050
K 200	0.25-0.80	10	200	125	36	200	160	600
K 160	0.20-0.80	6	160	100	22	160	128	350
K 125	0.15-0.80	3	125	80	16	125	100	200
K 100	0.10-0.50	1.5	100	63	16	100	80	125
K 80	0.04-0.15	0.5	80	50	16	80	64	70

公差

除非另有规定, 否则提供的所有线材、扁带和扁线都已完全退火, 且呈现为光面、粗面或氧化面。宜在订购时说明表面类型。

下面给出了线材、直段和扁带的标准公差。

冷轧带尺寸公差

带状元件通常指定有电阻公差。如果客户提出要求, 我们也可采用下表中的尺寸公差。

切割直段和拉直直段 (即直条) 的标称长度公差

不论直径多大, 所有直段的标称长度公差一律为 $-0/+1\%$ 。

线材的直径公差

线材尺寸	与标称值间的最大偏差 (MM)	最大椭圆度 (MM)
d	$Tol = \pm 0.015 \cdot \sqrt{d}$	$Tol = \pm 0.015 \cdot \sqrt{d}$

直段的直径公差

直径 (MM)	公差 (MM)
1.7 到 3	+0/-0.060
3.01 到 6	+0/-0.075
6.01 到 10	+0/-0.09

冷轧带尺寸公差

宽度 (MM)	厚度 (MM)		
	0.07-0.2	0.2-0.5	0.5-0.8
0.5-1.5	+0.02-0.04	+0.01-0.03	
1.5-2.5	+0.04-0.07	+0.03-0.04	+0.02-0.04
2.5-4.0		± 0.08	+0.12

标准耐火管

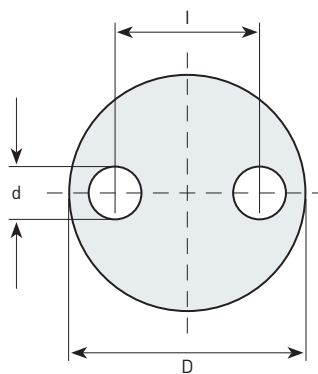
Al ₂ O ₃ %	最高工作温度 °C	H ₂ O 吸收率 按体 积百分数计	体积密度 KG/DM ³	20-100°C 之 间的热导率 W/MK	冷态抗压强度	100-1000°C 之 间的比热 J/KGK	FE ₂ O ₃ 含量 (%)	热冲击抗性	一级
44	1250	12-18	1.9	1.28-1.74	300	837	< 1	良好	KER 530 DIN 40685
63 块板 80 根管	1350	12-18	2.2	1.74-2.32	400	837	0.8	良好	KER 610 轻质多孔
堇青石	1200	10-15	1.9	1.28-1.63	500	837	< 1	卓越	KER 520

根据线材合金和工作温度来选择是标准耐火件还是高 Al₂O₃ 含量的耐火件。

图 1 尺寸

编号	D	D (MM)	I (MM)
028	3	0.8	1.3
028	3.5	1	1.6
028	3.8	1.15	1.8
028	4	1	1.8
028	4	1.2	1.8
028	4.5	1.3	2.35
028	5	1.5	2.35
028	5	1.8	2.35
028	6	2	2.8
028	6.5	2	3.2
028	7	2.5	3.2
028	7.5	2	3.6
028	7.5	2.5	3.6
028	8	2.2	3.6
028	8	3	3.6
028	8.5	3	4.1
028	9	3	4.1
028	10	3	4.5
028	12	4	5.4
028	12	4.5	5.4
028	14	4	6.4
028	14	5	6.4
028	16	5	7

图 1



标准长度: L = 25/50/100 mm, 亦可根据客户要求提供其他长度。

图 2 尺寸

编号	D	D (MM)	I (MM)
029	3	2	1.6
029	4.3	3	1.8
029	12	7	5.5
029	12.7	7.21	5.5
029	15	9	7
029	15	9	7

图 2

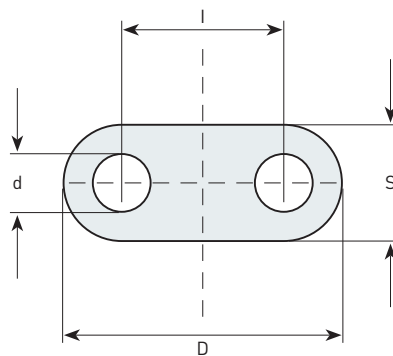


图 3 尺寸

编号	D	D (MM)	I (MM)	孔数
030	4	0.8	2.2	4
030	4.5	1	2.5	4
030	6	1.5	3.0	4
030	8.5	2	4.5	4
030	8.5	2.5	4.7	4
030	8.5	1.5	4.25	4
030	9.5	3	5.3	4
030	12	3	6.5	4
030	12	3.5	6.7	4
030	13	4	7.3	4
030	14	4	7.7	4
030	16	5	9	4
030	16	4.5	9.5	4
030	17	5	10	4

图 3

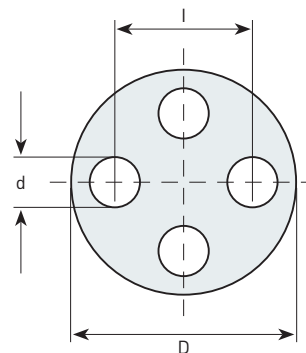


图 4 尺寸

编号	D	D (MM)	I (MM)	孔数
030	5.5	1	3.4	6
030	8	1.6	5.1	6
030	10	2.2	6.5	6
030	14	3.5	9	6
030	15	3.5	9.5	6

图 4

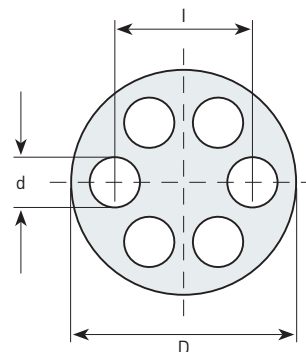
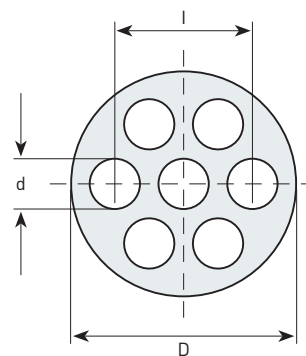


图 5 尺寸

编号	D	D (MM)	I (MM)	孔数
030	11.5	2.7	8	7
030	12.4	2.7	8	7
030	13	3	8.5	7
030	14.5	2	9	7
030	16	4	10	7
030	18	4.5	11.5	7

图 5



标准长度: L = 25/50/100 mm, 亦可根据客户要求提供其他长度。

KANTHAL® 保护管

KANTHAL 金属保护管 (最高工作温度为 1400°C)

这些金属保护管是用我们的耐高温合金 Kanthal AF 和 Kanthal APM™ 制成的 (其中, Kanthal AF 直径在 6.0 到 22.0 mm 不等, Kanthal APM™ 直径在 22.0 到 40.0 mm 不等), 空气中的最高工作温度为 1400°C。

将 Kanthal 保护管用于热电偶的好处在于:

- 与其他类型的金属保护管相比, 该管所能耐受的温度要高出 150 到 200°C。
- 对含硫或含碳化合物有着较高的抗腐蚀性。
- 采用了耐高温材料, 使我们得以生产出使用寿命较长的薄壁保护管, 而薄壁可以加快传热, 这意味着对温度变动更加灵敏。
- 这种保护管上的氧化铝层不易剥落, 这意味着可以避免污染。

KANTHAL 金属保护管

外径尺寸 (MM)	壁厚 (MM)	最大长度 (MM)
6.0	0.4	6000
15.0	1.3	6000
19.1	1.3	6000
22.0	1.3 或 2.0	6000
26.0	2.9	6000
33.7	3.0 或 6.0	6000
40.0	3.0	6000

我们提供的 Kanthal 金属保护管一端封闭, 另一端有供连接头使用的螺纹。我们还能提供两端都打开的标准管段 (最长 6 m)。外径 6 到 22 mm 的保护管需要焊接, 外径 26 到 40 mm 的保护管需要挤压。

KANTHAL® 硅钼保护管 (最高工作温度为 1700°C)

和我们的 Kanthal® 硅钼棒加热元件一样, 这些保护管也是由二硅化钼制成的。Kanthal® 硅钼保护管拥有以下优点:

- 最高工作温度为 1700°C。
- 其多孔性和脆性均低于陶瓷保护管, 因此这些保护管尤其适合在高温下和腐蚀性熔炉气氛中工作。
- 电磁振荡有时会影响到金属保护管, 进而可能会干扰热电偶的运作, 而 Kanthal® 硅钼保护管则能抑制此类振荡。

KANTHAL® 硅钼保护管

外径尺寸 (MM)	壁厚 (MM)	最大长度 (MM)
7.0	2.0	2000
10.0	2.0	2000
12.0	4.5	2000
12.0	3.0	2000
18.0	4.0	2000
22.0	4.5	2000
25.0	5.0	2000
32.0	7.0	1000
50.0	11.0	1000

我们还能提供一端封闭、且配有螺纹管接头的 Kanthal® 硅钼管。

山特维克集团

山特维克集团是一家全球高科技企业，拥有 47,000 名员工，运营范围覆盖 130 个国家/地区。山特维克的业务集中在五个领域，其中集团在选定的利基市场中占据全球领先地位：山特维克矿业、山特维克加工解决方案、山特维克材料技术、山特维克建筑和山特维克风投。

山特维克材料技术

山特维克材料技术是全球领先的高级不锈钢产品、适用于最苛刻环境的特殊合金以及工业加热产品和系统的开发商和制造商。

Kanthal 品牌隶属于山特维克，旨在提供世界一流的加热技术产品和解决方案。Sandvik、Kanthal、Nifethal、Nikrothal、Alkrothal 和 Cuprothal 是隶属于山特维克知识产权公司的商标。

质量管理

山特维克材料技术拥有国际认证组织认可的质量管理体系。例如，作为一家材料企业，我们获得了 ASME 质量体系认证，并且符合 ISO 9001、ISO/TS 16949、ISO 17025 和 PED 97/23/EC 标准。我们还拥有 TÜV、JIS、DNV 和 Lloyd's Register 等机构的产品和/或车间认证。

环保、健康与安全

环境意识、健康和安全的业务是我们业务的重要组成部分，处于我们一切运营活动的最前沿。我们获得了 ISO 14001 和 OHSAS 18001 认证。

建议仅供参考，仅当我们知道实际客户需求时，才能明确针对特定应用的适用材料。在产品持续研发过程中，我们可能需要更改技术数据，恕不另行通知。

本印刷品仅适用于山特维克材料。其他材料，包括国际规格相同的材料，不一定达到本印刷品中提供的机械性能和抗腐蚀性能。

