

## 前　　言

本标准等效采用 IEC 584-1:1995《热电偶 第1部分：分度表》中N型热电偶分度表和 IEC 584-2:1989《热电偶 第2部分：允差》中N型热电偶允差。

本标准是在ZB N05 004—1988《镍铬硅-镍硅热电偶丝及分度表》的基础上制定的国家标准，本标准与ZB N05 004—1988(以下简称原标准)有如下的主要差异：

1 原标准热电偶丝的负极名为“镍硅”，与K型热电偶丝负极的名称相同。但二者的化学成分和性能并不相同，为使二者相区别，本标准将其负极的名称更名为“镍硅镁”。

2 原标准采用的是 IPTS-68 温标，本标准采用的是 ITS-90 温标，因而所有的热电动势值都进行了修正。

3 原标准中包含热电偶的分度表，因已有热电偶分度表国家标准，本标准中不再列热电偶分度表。但本标准列出热电偶在主要温度点的热电动势值及允差，以利偶丝的检验。

4 本标准根据 GB/T 1.1—1993 和 GB/T 1.22—1993 要求对原标准作了编辑、文字上的修改。

本标准自实施之日起，ZB N05 004—1988 作废。

本标准附录 A 是标准的附录。

本标准附录 B 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由机械工业部仪表功能材料标准化技术委员会归口。

本标准由机械工业部重庆仪表材料研究所负责起草，上海合金有限公司、四川仪表一厂、沈阳合金股份有限公司、武进市电子合金材料厂、天津德塔科技集团有限公司、武进市远东仪表材料厂等单位参加起草。

本标准主要起草人：张泽林、谌立新、王幼德、朱炳银、徐永红、张晓华、陈鸿德。

本标准委托机械工业部仪表功能材料标准化技术委员会负责解释。

# 中华人民共和国国家标准

## 镍铬硅-镍硅镁热电偶丝

GB/T 17615—1998

Nickel-Chromium-Silicon/Nickel-Silicon-Magnesium  
thermocouple wires

### 1 范围

本标准规定了镍铬硅-镍硅镁热电偶丝的品种规格、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镍铬硅-镍硅镁热电偶(N型热电偶)用合金丝(以下简称偶丝)。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 16839.1—1997 热电偶 第1部分:分度表

GB/T 16839.2—1997 热电偶 第2部分:允差

GB/T 16701.2—1996 热电偶材料试验方法 第2部分:廉金属热电偶丝热电动势测量方法

JB/T 6819.2—1993 仪表材料术语 测温材料

### 3 定义

JB/T 6819.2 定义的术语适用于本标准。

### 4 产品分类

#### 4.1 产品名称、代号及名义化学成分如表1所示。

表1

产品名称	极性	代号	名义化学成分,%			
			Ni	Cr	Si	Mg
镍铬硅合金丝	正极	NP	余	13.7~14.7	1.2~1.6	<0.01
镍硅镁合金丝	负极	NN	余	<0.02	4.2~4.6	0.5~1.5

#### 4.2 偶丝等级

偶丝按使用要求和热电特性的允差,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

偶丝直径,mm	长期使用温度上限,℃	短期使用温度上限,℃
0.3	700	800
0.5	800	900

国家质量技术监督局1998-12-11 批准

1999-07-01 实施

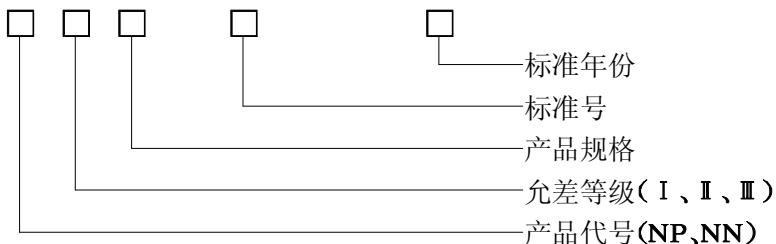
表 2(完)

偶丝直径,mm	长期使用温度上限,℃	短期使用温度上限,℃
0.8,1.0	900	1 000
1.2,1.6	1 000	1 100
2.0,2.5	1 100	1 200
3.2	1 200	1 300

#### 4.4 标记示例

产品标记按下列格式表示:

NP-I-3.2-GB/T 17615—1998



4.5 产品有关物理参数见附录B(提示的附录)。

### 5 技术要求

#### 5.1 表面质量

偶丝表面应颜色均匀、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和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规定。偶丝的圆度应不超过直径的允许偏差。

表 3 mm

直径	0.3	0.5	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.2
允许偏差	-0.04		-0.05		-0.06		-0.08		-0.10

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

各种规格的偶丝,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

偶丝直径 mm	测量端温度 ℃	不均匀热电动势,μV		
		I 级	II 级	III 级
0.3,0.5	-196			20
0.3	700	35	70	
0.5,0.8,1.0	800	40	80	
1.2,1.6,2.0,2.5,3.2	1 000	50	100	

#### 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,其温度与热电动势的关系应符合GB/T 16839.1中N型热电偶分度表和GB/T 16839.2中的N型热电偶允差的规定。热电偶在主要温度点的热电动势值及允差见表5。热电偶在主要温度点的热电动势率见附录A(标准的附录)。

5.4.2 由镍铬硅对铂、铂对镍硅镁构成的热电偶,当参考端温度为0℃时,其温度与热电动势的关系应

符合表 6 和表 7 的规定。镍铬硅-铂和铂-镍硅镁在主要温度点热电动势率和分度表见附录 A(标准的附录)。

表 5 镍铬硅-镍硅镁热电偶热电动势及允差

μV

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	-3 950					±31	-3 919~-3 981
-79	-1 950					±56	-1 894~-2 006
100	2 774	±44	2 730~2 818	±74	2 700~2 848		
200	5 913	±49	5 864~5 962	±82	5 831~5 995		
300	9 341	±53	9 288~9 394	±88	9 253~9 429		
400	12 974	±59	12 915~13 033	±110	12 864~13 084		
500	16 748	±76	16 672~16 824	±143	16 605~16 891		
600	20 613	±94	20 519~20 707	±175	20 438~20 788		
700	24 527	±110	24 417~24 637	±206	24 321~24 733		
800	28 455	±126	28 329~28 581	±236	28 219~28 691		
900	32 371	±140	32 231~32 511	±263	32 108~32 634		
1 000	36 256	±154	36 102~36 410	±289	35 967~36 545		
1 100	40 087	±167	39 920~40 254	±313	39 774~40 400		
1 200	43 846			±334	43 512~44 180		
1 300	47 477			±352	47 125~47 829		

表 6 镍铬硅-铂的热电动势及允差

μV

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	-1 590					±21	-1 569~-1 611
-79	-1 025					±37	-988~-1 062
100	1 784	±29	1 755~1 813	±49	1 735~1 833		
200	3 943	±33	3 910~3 976	±55	3 888~3 998		
300	6 348	±35	6 313~6 383	±59	6 289~6 407		
400	8 919	±39	8 880~8 959	±74	8 845~8 993		
500	11 603	±51	11 552~11 654	±95	11 508~11 698		
600	14 370	±63	14 307~14 433	±117	14 253~14 487		
700	17 202	±73	17 129~17 275	±137	17 065~17 339		
800	20 094	±84	20 010~20 178	±157	19 937~20 251		
900	23 045	±94	22 951~23 139	±175	22 870~23 220		
1 000	26 046	±103	25 943~26 149	±193	25 853~26 239		
1 100	29 083	±111	28 972~29 194	±209	28 874~29 292		
1 200	32 144			±223	31 921~32 367		
1 300	35 221			±235	34 986~35 456		

表 7 铂-镍硅镁的热电动势及允差

μV

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	-2 360					±10	-2 350~-2 370
-79	-924					±19	-905~-943
100	990	±15	975~1 005	±25	965~1 015		
200	1 970	±16	1 954~1 986	±27	1 943~1 997		
300	2 993	±18	2 975~3 011	±29	2 964~3 022		

表 7(完)

μV

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
400	4 055	±20	4 035~4 075	±37	4 018~4 092		
500	5 145	±25	5 120~5 170	±48	5 097~5 193		
600	6 243	±31	6 212~6 274	±58	6 185~6 301		
700	7 325	±37	7 288~7 362	±69	7 256~7 394		
800	8 360	±42	8 318~8 402	±79	8 281~8 439		
900	9 327	±46	9 281~9 373	±88	9 239~9 415		
1 000	10 210	±51	10 159~10 261	±96	10 114~10 306		
1 100	11 004	±56	10 948~11 060	±104	10 900~11 108		
1 200	11 702			±111	11 591~11 813		
1 300	12 292			±117	12 175~12 409		

注

1 单极热电动势的 III 级允差供参考, 出厂成品应按表 5 配对的 III 级允差为依据。

2 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, 配对热电动势符合表 5 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 规定的温度连续加热 200 h, 其加热前后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

偶丝直径, mm	试验温度, ℃	热电动势变化, μV	相当于温度值, ℃
0.3	790±10	246	6.00
0.5	890±10	270	6.75
0.8, 1.0	990±10	292	7.50
1.2, 1.6	1 090±10	312	8.25
2.0, 2.5	1 190±10	329	9.00
3.2	1 290±10	340	9.75

## 6 试验方法

### 6.1 表面质量

表面质量用目力观察。

### 6.2 尺寸测量

偶丝的直径和圆度用精确度不低于 0.01 mm 千分尺在偶丝的同一截面两个垂直的方向上进行测量, 每卷(盘)偶丝至少应测量三个不同部位。

### 6.3 不均匀热电动势试验

将在同一卷(盘)偶丝两端所取试样的一端与  $\varnothing 0.5 \text{ mm}$  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, 参考端置于 0℃, 在表 4 规定的试验温度中保温 2 h, 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最大差值为其不均匀热电动势值。

### 6.4 热电动势测量

按 GB/T 16701.2 规定方法进行, 试验温度按表 9 规定。

表 9

偶丝直径, mm	试验温度, ℃		
0.3, 0.5	-79	-196	
0.3	400	600	700

表 9(完)

偶丝直径,mm	试验温度,℃			
0.5,0.8,1.0	400	600	800	
1.2,1.6,2.0,2.5	400	600	800	1 000
3.2	400	600	800	1 000 (1 200)

注：括号内检验温度根据用户要求进行测量。

## 6.5 稳定性试验

将正负极偶丝焊成热电偶，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不小于 300 mm。炉温升到表 8 规定的温度后，开始测量其热电动势，每隔一小时测量一次，当其热电动势值的变化稳定在 60 μV 范围内时，所测得的热电动势作为第一次测量值  $E_0$ ，同时记录时间，作为稳定性试验的起始时间，连续保温并每隔数小时对热电势进行监测，200 h 内，所测热电势值  $E$  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

产品检验分为出厂检验和型式检验。

#### 7.1.1 出厂检验

偶丝应经制造厂质量检验部门进行出厂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) 热电动势测量。

#### 7.1.2 型式检验

按本标准规定的全部试验项目进行。有下列情况之一时，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，其中表面质量和尺寸(7.1.1 的 a)、b)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)的偶丝，在头部取约 5.5 m、尾部取约 1.1 m 进行检验。其中表面质量和尺寸应对整卷(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。 $\varnothing 1.2\text{ mm}$  和  $\varnothing 1.2\text{ mm}$  以下的偶丝, 允许以光亮丝出厂, 对于  $\varnothing 1.2\text{ mm}$  以上的偶丝, 若要求供应光亮丝, 应经供需双方协商, 并在合同中注明。

8.1.2 每卷(盘)偶丝应由一根丝绕成, 中间不得有接头、严重扭曲及结节。

8.1.3 每卷(盘)偶丝重量应不小于表 10 的规定。

表 10

偶丝直径, mm	重量, kg
0.3, 0.5, 0.8	0.5
1.0, 1.2, 1.6, 2.0	1.0
2.5, 3.2	2.0

注: 对于大量使用偶丝的用户, 卷的重量可由供需双方协议。

### 8.2 包装

除  $\varnothing 0.3\text{ mm}$  和  $\varnothing 0.5\text{ mm}$  的偶丝可卷绕在线盘上外, 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) 偶丝尺寸规格;
- e) 每卷(盘)偶丝的毛重和净重;
- f) 出厂年、月、日。

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) 偶丝尺寸规格或标记;
- e) 本产品符合 GB/T 17561—1998;
- f) 每卷(盘)的毛重和净重;
- g) 出厂年、月、日。

附录 A  
(标准的附录)  
镍铬硅和镍硅镁合金丝热电特性

**A1** 镍铬硅-镍硅镁、镍铬硅-铂和铂-镍硅镁热电偶在主要温度点的热电动势率(塞贝克系数  $S$ )如表 A1 所示。

表 A1

温度 ℃	热电动势率 $S, \mu\text{V}/^\circ\text{C}$		
	镍铬硅-镍硅镁	镍铬硅-铂	铂-镍硅镁
-196	10.64	-1.00	11.64
-79	22.55	10.21	12.34
0	26.16	15.44	10.72
100	29.64	19.97	9.67
200	32.99	22.99	10.00
300	35.42	24.98	10.44
400	37.12	26.34	10.78
500	38.28	27.30	10.98
600	38.96	28.01	10.95
700	39.26	28.63	10.63
800	39.26	29.22	10.04
900	39.04	29.76	9.28
1 000	38.61	30.21	8.40
1 100	37.98	30.50	7.48
1 200	37.19	30.73	6.46
1 300	36.01	30.68	5.33

**A2** 镍铬硅-铂分度表如表 A2 所示。

表 A2 镍铬硅(NP)-铂(Pt-67)的分度表 (参考端温度为 0°C)

温度 ℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
	热电动势, $\mu\text{V}$									
-200	-1 585									
-100	-1 222	-1 302	-1 374	-1 436	-1 488	-1 530	-1 561	-1 583	-1 593	-1 594
0	0	-152	-297	-437	-571	-698	-818	-930	-1 036	-1 133
温度 ℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热电动势, $\mu\text{V}$									
0	0	157	319	487	659	836	1 017	1 203	1 393	1 587
100	1 784	1 986	2 191	2 400	2 611	2 826	3 044	3 265	3 488	3 714
200	3 943	4 174	4 408	4 643	4 881	5 121	5 363	5 606	5 852	6 099
300	6 348	6 599	6 851	7 105	7 360	7 617	7 874	8 134	8 394	8 656
400	8 919	9 183	9 448	9 714	9 981	10 249	10 518	10 788	11 059	11 331
500	11 603	11 876	12 151	12 426	12 701	12 978	13 255	13 532	13 811	14 090
600	14 370	14 650	14 931	15 213	15 495	15 778	16 062	16 346	16 631	16 916
700	17 202	17 489	17 776	18 064	18 352	18 641	18 930	19 220	19 511	19 803

表 A2(完)

温度 ℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热电动势, μV									
800	20 094	20 387	20 680	20 974	21 268	21 563	21 858	22 154	22 450	22 747
900	23 045	23 343	23 641	23 940	24 240	24 540	24 840	25 141	25 442	25 744
1 000	26 046	26 348	26 651	26 954	27 257	27 560	27 864	28 169	28 473	28 778
1 100	29 083	29 388	29 693	29 999	30 305	30 611	30 917	31 224	31 530	31 837
1 200	32 144	32 452	32 759	33 067	33 375	33 683	33 991	34 298	34 606	34 914
1 300	35 221									

镍铬硅(NP)-铂(Pt-67)的分度表是由下列多项式计算出来的：

$$E = \sum_{i=0}^n c_i t^i \quad \mu\text{V}$$

式中系数为

温度范围	-200℃~0℃					0℃~1 300℃				
	$c_0=0$	$c_1=1.541\ 798\ 843\ 0 \times 10^0$	$c_2=2.570\ 738\ 245\ 7 \times 10^{-2}$	$c_3=-9.018\ 782\ 577\ 1 \times 10^{-5}$	$c_4=-5.365\ 479\ 300\ 5 \times 10^{-7}$	$c_5=-3.352\ 621\ 597\ 6 \times 10^{-9}$	$c_6=-7.272\ 344\ 767\ 0 \times 10^{-12}$	$c_7=5.181\ 347\ 352\ 2 \times 10^{-16}$	$c_8=-3.688\ 712\ 493\ 1 \times 10^{-19}$	$c_9=1.426\ 873\ 470\ 8 \times 10^{-22}$
										$c_{10}=-2.312\ 130\ 215\ 4 \times 10^{-26}$

A3 铂-镍硅镁分度表如表 A3 所示。

表 A3 铂(Pt-67)-镍硅镁(NN)的分度表

(参考端温度为 0℃)

温度 ℃	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
	热电动势, μV									
-200	-2 406									
-100	-1 185	-1 309	-1 434	-1 559	-1 683	-1 807	-1 930	-2 052	-2 172	-2 290
0	0	-109	-221	-335	-452	-571	-692	-814	-937	-1 061
温度 ℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热电动势, μV									
0	0	104	206	306	406	504	602	699	796	893
100	990	1 086	1 183	1 281	1 378	1 476	1 574	1 672	1 771	1 871
200	1 970	2 071	2 171	2 272	2 374	2 476	2 579	2 682	2 785	2 889
300	2 993	3 097	3 202	3 308	3 414	3 520	3 626	3 733	3 840	3 947
400	4 055	4 163	4 271	4 380	4 488	4 597	4 707	4 816	4 925	5 035
500	5 145	5 255	5 364	5 474	5 584	5 694	5 804	5 914	6 024	6 134
600	6 243	6 353	6 462	6 571	6 679	6 788	6 896	7 004	7 111	7 218
700	7 325	7 431	7 536	7 641	7 746	7 850	7 953	8 056	8 158	8 259

表 A3(完)

温度 ℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热电动势, μV									
800	8 360	8 460	8 560	8 658	8 756	8 853	8 949	9 045	9 140	9 233
900	9 327	9 419	9 510	9 601	9 690	9 779	9 867	9 954	10 040	10 126
1 000	10 210	10 294	10 376	10 458	10 539	10 619	10 697	10 776	10 853	10 929
1 100	11 004	11 078	11 152	11 224	11 295	11 366	11 435	11 503	11 571	11 637
1 200	11 702	11 766	11 829	11 891	11 952	12 011	12 070	12 127	12 183	12 238
1 300	12 292									

铂(Pt-67)-镍硅镁(NN)的分度表是由下列多项式计算出来的：

$$E = \sum_{i=0}^n c_i t^i \quad \mu\text{V}$$

式中系数为

温度范围	-200°C~0°C		0°C~1 300°C	
	$c_0=0.0$		$c_0=0.0$	
	$c_1=1.074\ 111\ 753\ 2\times 10$		$c_1=1.048\ 400\ 865\ 5\times 10$	
	$c_2=-1.474\ 989\ 822\ 9\times 10^{-2}$		$c_2=-1.101\ 219\ 940\ 9\times 10^{-2}$	
	$c_3=-3.653\ 285\ 783\ 2\times 10^{-5}$		$c_3=6.942\ 094\ 028\ 9\times 10^{-5}$	
	$c_4=4.901\ 358\ 902\ 9\times 10^{-7}$		$c_4=-2.195\ 836\ 005\ 3\times 10^{-7}$	
	$c_5=7.222\ 858\ 260\ 4\times 10^{-10}$		$c_5=4.423\ 649\ 636\ 8\times 10^{-10}$	
	$c_6=-1.538\ 109\ 323\ 6\times 10^{-11}$		$c_6=-5.792\ 656\ 096\ 4\times 10^{-13}$	
	$c_7=-7.608\ 930\ 079\ 1\times 10^{-14}$		$c_7=4.793\ 186\ 547\ 0\times 10^{-16}$	
	$c_8=-9.341\ 966\ 783\ 5\times 10^{-17}$		$c_8=-2.397\ 612\ 067\ 6\times 10^{-19}$	
			$c_9=6.580\ 494\ 631\ 8\times 10^{-23}$	
			$c_{10}=-7.560\ 893\ 996\ 5\times 10^{-27}$	

## 附录 B (提示的附录) 镍铬硅和镍硅镁合金丝的物理参数

**B1** 偶丝的熔点、密度、电阻率、平均电阻温度系数、抗拉强度和伸长率如表 B1 所示。

表 B1

名 称	镍铬硅合金丝	镍硅镁合金丝
熔点, °C	1 410	1 340
密度, g/cm <sup>3</sup>	8.5	8.6
在 20°C 时的电阻率, μΩ · cm	100.0	33.0
在 0°C~1 200°C 范围内平均电阻温度系数, ×10 <sup>-4</sup> /°C	0.78	14.9
抗拉强度, MPa	≥620	≥550
伸长率( $L_0=100$ mm), %	≥30	≥35