

电工合金标准汇编

技术标准出版社

目 录

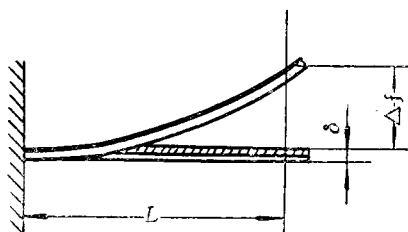
JB 739—65	热双金属片比弯曲试验方法.....	1
JB 740—65	高电阻电热合金线、片及带材技术条件.....	4
JB 795—72	工业热电偶用镍铬—镍硅偶丝技术条件（代替JB 795—66）.....	23
JB 796—66	RS2011型热双金属片技术条件	30
JB 797—66	RS1408型热双金属片技术条件	35
JB 798—66	热双金属片弹性模量试验方法.....	40
JB1096—67	高电阻电热合金电阻随温度变化试验方法.....	44
JB1097—67	高电阻电热合金线快速寿命试验方法.....	46

热双金属片比弯曲试验方法

本方法规定采用悬臂梁安装试样的方式，如图所示。一端固定，另一端自由。在 $-80\sim+200^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内测定适用于电器工业所使用的各种热双金属片的热弯曲性能——比弯曲。

1. 定义：

(1) 热双金属：是至少由二层具有不同热膨胀系数的金属或合金，在它们之间沿整个接触面牢固结合起来的材料。当温度发生变化时，由于双金属片组元的热膨胀系数的不同，而发生弯曲。



(2) 比弯曲：单位厚度的双金属片，温度变化一度时，曲率变化的一半。热双金属片的比弯曲用下式表示：

$$K = \frac{\Delta f \cdot \delta}{t - t_0} \times \frac{1}{\Delta f^2 + L^2}$$

式中：K——热双金属片的比弯曲， $\times 10^{-6}/\text{度}$ ；

δ ——试样的厚度，毫米；

L——试样的有效长度，毫米；

Δf ——试样自由端挠度的偏移值，毫米；

$t - t_0$ ——试样自由端挠度偏移值的温度区间，度。

2. 仪器设备：由下列几部分组成

(1) 恒温浴槽：浴槽内置放有加热（或冷却）介质，并装置有发热元件，搅拌机构以及温度控制器。在整个试验过程中浴槽内的温度变化应该维持在 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 以内。

(2) 温度计：用最小刻度为 0.1°C 的水银温度计或相当精确度的电阻温度计来测量浴槽内的温度。温度计水银球的位置应接近试样并处于同一水平面上。

(3) 测挠仪：测量误差应小于 $\pm 3\%$ 。（使用上海电器科学研究所等联合设计的热双金属片测挠仪）

(4) 高灵敏电子接触指示器：当测挠仪的接触杆刚与试样相接触时，发出表示已经接触的讯号。

3. 试样及制备：

(1) 试样为条片形状，全长应比试样有效长度长约30毫米。试样的厚度可在 $0.2\sim 1.5$ 毫米之间的任何数值。试样的有效长度、厚度、宽度之间的关系应符合下表的规定。试样厚度的测量应精确至 0.01 毫米。试样有效长度的测量应精确至 0.02 毫米。

mm

试 样 厚 度	试样有效长度	试 样 宽 度
$\geq 0.2 \sim < 0.4$	25	约5
$\geq 0.4 \sim < 1$	50~100	约5~10
≥ 1	100	约10

(2) 制备：

a. 沿片材的轧制方向切或剪下一块试样后（取样的部位应该符合有关的产品技术条件的规定）用机械加工或锉的方法加工到所需要的尺寸。（注意：加工后试样不应该弯曲得很厉害，应平整。试样二边应光滑，无毛刺。沿长度方向无扭曲）。

b. 标记：任何用以识别的标记都应该打在试样的固定端，而不允许打在试样的有效长度内。

c. 热处理：加工成形完成之后的试样应该进行热处理，以便消除其内应力。热处理就是将试样放在热处理炉内，让试样能自由弯曲地加热到一定的温度，并且在这一温度下保温一段时间。热处理的具体规范由热双金属片的特性来决定，或者由制造者与订货者协议而定。

4. 试验程序:

(1) 在热处理之前用千分卡沿试样长度方向在有效长度内量测3~5点, 取其算术平均值作为计量厚度 δ (毫米), 并测量出其宽度 b (毫米)。

(2) 清除热处理之后试样表面上的污物, 并且用细砂纸仔细地去除试样自由端表面上与测挠仪的接触杆相接触区域内的氧化皮。

(3) 将一平直的标准板 (单金属材料制成) 的一端, 于测挠仪的试样夹持器上夹紧。测量出它的位置 (水平状态位置)。

(4) 将试样的一端于测挠仪的试样夹持器上夹紧之后, 把仪器的下端浸入恒温浴槽的加热 (或冷却) 介质之内。且试样在恒温浴槽内的位置应该在加热 (或冷却) 介质液面以下至少80毫米。

(5) 测量出试样相当于平直标准板的位置时 (即水平状态) 之温度 t_0 。

(6) 将恒温浴槽的温度从 t_0 升高 (或降低) 至 t , 并且测量出此时双金属片试样的位置。双金属片试样于温度 t 时之位置与温度为 t_0 时位置之差即为其自由端之挠度的偏移值 Δf 。

5. 计算与试验报告:

(1) 根据下面的公式来计算热双金属片的比弯曲值。

$$K = \frac{\Delta f \cdot \delta}{t - t_0} \cdot \frac{1}{\Delta f^2 + L^2}$$

式中各量已于第2条第(2)款中作过说明。应该注意的是, 当 $\Delta f < 10\% L$ 时, 比弯曲值可用下面较为简单的公式来计算:

$$K = \frac{\Delta f \cdot \delta}{t - t_0} \cdot \frac{1}{L^2}$$

比弯曲计算值应用三位数字表示。

(2) 试验报告: 应包括下列内容:

- a. 热双金属试样的类别 (包括型号或制造厂名)
- b. 热处理规范及经过
- c. 试样尺寸
- d. 试验温度
- e. 比弯曲值
- f. 试验员签名 (盖章)

中华人民共和国第一机械工业部

部 标 准

JB 740—65

高电阻电热合金线、片及带材 技 术 条 件

本条件适用于制造加热元件和电阻元件用的高电阻电热合金线、片及带材的镍基和铁基合金的部分品种。

合金的、性能与用途见附表 1。

一、品 种 分 类

1. 合金分线材、片材及带材三大类。

(1) 线材：圆状；分冷拉线材与热轧线材二种。

(2) 片材：厚度 ≥ 0.20 mm，宽度 $> 40.00 \sim 250.00$ mm，分冷轧（剪边与不剪边）和热轧片材二种。

(3) 带材：厚度 ≥ 0.20 mm，宽度 $\geq 6.00 \sim \leq 40.00$ mm，分辗压带材、剪边与不剪边带材三种。

二、技 术 要 求

2. 合金的化学成份，应符合表 1 规定。

3. 合金的热轧线材与冷拉线材的线径与允许公差应符合附表 2、3 的规定。

4. 合金的冷轧片材与带材的厚度与宽度及其允许公差应符合附表 4 的规定。

5. 合金的热轧片材的厚度、宽度与允许公差应符合附表 5 的规定。

6. 合金的线、片及带材的重量。

(1) 合金线材（包括热轧与冷拉）每圈（轴）的重量应符合附表 6 的规定。

(2) 合金冷轧片材、辗压与剪切带材的长度应符合附表 7 的规定。

中华人民共和国第一机械工业部 发布
上海市电器科学研究所 提出

1965 年 5 月 24 日 试行

合金 化 学 成 份

表 1

合金名称	合金型号	主要成份%				杂质含量不大于%				
		镍	铬	铝	铁	碳	硅	锰	硫	磷
镍 铬	Ni80Cr20	75~78	20~23	<0.2	<1.0	0.15	0.4~1.3	0.70	0.025	0.030
镍铬铁	Ni60Cr15	55~61	15~18	<0.2	余量	0.15	0.4~1.3	1.50	0.025	0.035
零 号 铁铬铝	Cr13Al4	<0.6	12~15	3.5~5.5	余量	0.15	1.00	0.70	0.025	0.035
贰 号 铁铬铝	Cr25Al5	<0.6	23~27	4.5~6.5	余量	0.06	0.60	0.70	0.030	0.035

注：①根据双方协议镍铬合金中碳及铁的含量可以降低。

②如果钛的含量没有专门规定，在零号与贰号铁铬铝中不得>0.30%，在镍铬与镍铬铁中不得>0.40%。

③如果在镍铬与镍铬铁中，没有钛含量，允许含锆<0.30%。

④根据双方协议，允许在上述品种内添加适量的稀土族元素。

(3) 合金热轧片材与宽度大于 100 毫米的片材的长度不作规定，在生产时由供需双方另订协议。

7. 合金线、片及带材必须退火后呈下列任何一种软状态供应，如有特殊要求，可由供需双方另订协议。

(1) 退火后经清洗表面呈银白色——代号 YB。

(2) 退火后经清洗再经过表面氧化处理呈蓝色氧化膜——代号 LY。

(3) 退火后表面呈氧化色——代号 Y。

(4) 热轧线、片及带材表面呈棕褐色氧化膜——代号 ZY。

8. 合金线、片及带材要有光滑洁净的表面，但允许有局部的深度不超过正负公差之和一半的加工痕迹、划痕等缺陷。

9. 合金片材与带材两边在宽度公差内互相平行。

(1) 冷轧片材（剪边片材）与剪边带材的边缘上，不允许有深度超过宽度公差一半的不平度和大于厚度公差的飞边与毛刺。

(2) 冷轧与热轧片材及带材（不剪边供应）的边缘上，不允许有深度超过宽度公差的断裂缺陷。

(3) 辗压带材以不切边供应，但不允许在边缘上有裂口存在。

10. 合金片材及带材的镰刀弯度，在每一米长度内不超过 10 mm。

11. 合金线材、片材及带材在 20°C 时的比电阻应符合表 2 的规定。

合 金 比 电 阻

表 2

合金型号	线、片及带材在20℃的比电阻 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$				允许公差 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
	线材直径 mm	比电阻	片、带材厚度 mm	比电阻	
Ni80Cr20	≥ 0.1	1.07	≤ 0.8	1.08	± 0.05
	≥ 0.5	1.09	≥ 0.9	1.10	
	≥ 3.0	1.12	≥ 3.0	1.11	
Ni60Cr15	≥ 0.1	1.11	≤ 0.8	1.09	
	≥ 0.5	1.12	≥ 0.9	1.11	
			≥ 3.0	1.12	
Cr13Al4	≥ 0.1	1.26	≥ 0.2	1.26	± 0.08
Cr25Al5	≥ 0.1	1.40	≥ 0.2	1.40	± 0.10

注：经供需双方协议可供应比电阻的允许公差为 $\pm 0.03 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 的 Ni80Cr20 和 Ni60Cr15 的产品。

12. 合金线材及带材从每圈（轴）卷的任何部位，测其每米电阻值（电阻均匀性），其结果彼此应符合下列规定。

（1）线材的每米电阻均匀性应符合表 3 规定。

（2）带材的每米电阻均匀性应不大于 8%。

每 米 电 阻 均 匀 性

表 3

线材直径 mm	$\geq 0.10 \sim < 0.15$	$\geq 0.15 \sim 0.30$	> 0.30
允许偏差 %	6	5	4

13. 合金线材、片材及带材的电阻温度系数应符合表 4 规定，但不作验收条件，如用户需要时，可双方另订协议，作为验收条件，在设计时可应用附表 8 的修正系数。

14. 合金线材、片材及带材每米长的电阻值不作验收条件，仅供用户设计时参考，数据见附表 9~16。

15. 合金线材的延伸率除 ≤ 0.6 毫米的镍铬合金 (Ni80Cr20) 应符合表 5 规定外，其他合金材料及 > 0.6 毫米的规格不作验收条件。

电 阻 温 度 系 数

表 4

合 金 型 号	电阻温度系数 $\times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$	允许偏差 %
Ni80Cr20	8.5	± 10
Ni60Cr15	14.0	
Cr13Al4	15.0	
Cr25Al5	5.0	

Ni80Cr20线材延伸率

表 5

线 材 直 径 mm	延 伸 率 %
$\geq 0.10 \sim 0.40$	> 16.0
$\geq 0.45 \sim 0.60$	> 18.0

16. 合金片材与带材的延伸率应符合表 6 规定。

片材及带材延伸率

表 6

合 金 型 号	延 伸 率 %
Ni80Cr20	> 20
Ni60Cr15	> 22
Cr13Al4	> 15
Cr25Al5	> 12

17. 合金线材直径为 $0.20 \sim 6.00$ mm 的需进行缠绕试验, 在第 32 条规定直径的心轴上缠绕 5 圈以后, 不应有折断或起层。

18. 合金在规定的温度下进行快速寿命试验, 其寿命值应符合表 7 规定。

快 速 寿 命 试 验

表 7

合 金 型 号	试 验 温 度 $^{\circ}\text{C}$	寿命值 (小时)
Cr25Al5	1200	≥ 80
Cr13Al4	1000	
Ni80Cr20	1100	≥ 100
Ni60Cr15	1050	

三、验收规则

19. 产品检验由制造厂技术检查科负责进行。

20. 产品可分批交验, 每批需由同一型号、尺寸和供应状态的材料组成, 每批重量由制造厂自行规定。

21. 产品需100%进行表面与尺寸检查。

22. 产品的化学成份由制造厂保证, 但使用单位如认为必要时可进行复查。

23. 从经过表面与尺寸检查合格的产品中, 选取试样作如下试验。

(1) 线材:

a. 取3%, 但不得少于5圈(轴), 按第11、12条要求作比电阻与电阻均匀性检查。

b. 在用户的要求下检查电阻温度系数, 取样1%, 但不得少于3圈(轴)。

c. 取3%, 但不得少于5圈(轴), 按第15与17条作延伸率与缠绕试验的检查。

(2) 片材及带材:

a. 取3%, 但不得少于5卷(片), 按第11、12条要求作比电阻及电阻均匀性试验(片材不作12条电阻均匀性试验)。

b. 取3%, 但不得少于5卷(片), 按第10与16条作镰刀弯度与延伸率试验。

c. 带材可根据供需双方协议取1%, 但不得少于3卷, 按第13条作电阻温度系数试验, 片材可不作该项试验。

24. 产品的寿命, 以每批(指在正常的生产情况下, 一个班的生产量)取一组(三根)样品按第18条作寿命试验检查。

注: 所选取的每个试样只限于作一种试验。

25. 检查结果, 只要有一个试验项目不合格, 则需取双倍试样重复检查, 如果复查结果不合格时, 则将该批全部报废, 或以每圈(轴)、卷(片)由制造厂负责个别检查。

四、试验方法

26. 表面外观检查应以肉眼进行。

27. 尺寸检查

(1) 线材的测量点, 不得少于3处, 如有粗糙的缺陷应清除并应在清除点

进行测量。

(2) 片材及带材如宽度在 ≤ 20 mm 时, 则其厚度测量应在中心进行, 如宽度 > 20 mm 时, 则其厚度测量应在距边缘不小于 5 mm 的点测量。

28. 尺寸检查测量工具的精确规定如下:

(1) 当允许公差 ≤ 0.01 mm 时, 量具的精确度(读数值) 达 0.002 mm 或应用称重法。

(2) 当允许公差 $> \pm 0.01$ mm 时, 量具的精确度(读数值) 达 0.01 mm。

29. 合金的化学成份, 以化学分析和光谱分析方法检查。

30. 合金的比电阻检查: 可用适当的电桥或电位差计, 在室温下测量。但其总测量误差不得大于 2%。

(1) 由剪切的片、带材计算截面时可假定为矩形的。

(2) 计算带材的断面积时, 因考虑其平面向两侧倾斜的影响, 可用称重法测得其断面或把它的乘积(厚度 $\times$ 宽度)乘以如下的修正系数: 宽度 ≥ 10 mm 乘以 0.98; 宽度 < 10 mm 乘以 0.94。

31. 合金的平均电阻温度系数“ α ”的检查: 将试样加热到最高使用温度 t (见附表 1), 测得其电阻值(R_t), 然后随炉冷却到室温 t_0 , 再测其电阻值(R_0), 按下列公式计算:

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{(t - t_0) R_0}$$

32. 合金线材的缠绕性能, 按冶金部标准(YB37—64)“缠绕试验法”检查。

(1) 镍铬合金与镍铬铁合金线径 $\geq 0.2 \sim 4.5$ mm 时, 缠绕轴直径等于线径的 4 倍。

(2) 铁铬铝合金的缠绕轴直径等于线径的 5 倍。

(3) 线径 > 4.5 mm ~ 6.0 mm 的所有型号的合金线其缠绕轴的直径等于线径的 6 倍。

33. 合金的延伸率试验: 试样长度为 200 mm。倘试样拉断于夹具内, 则为无效。应另取试样, 再作试验。(铁铬铝合金的带与片可加热到 $100 \sim 300^\circ\text{C}$ 进行试验。)

34. 合金的寿命试验方法用高电阻电热合金快速寿命试验方法试验。快速寿命值至少用三根样品的平均值, 如其中任何一根试样所得的数值偏离平均值 10%, 则认为该次试验无效。但在保证测试精度的前提下, 三根样品的寿命值均

超过第18条的规定值时,可不再继续进行试验。

35. 片及带材的镰刀弯曲检查:将受检的片或带段,放在一平面上,并在其侧边放一根 1 米长的直尺作为弦,然后测量弧与弦之间的最大距离。

五、包装与标志

36. 线材的包装:

- (1) 线径 ≤ 0.5 mm 的线材,应以成轴包装供应。
- (2) 线径 > 0.5 mm 的线材,应以成圈包装供应。
- (3) 线材必须整齐地成轴或成圈,不得紊乱和急剧地折弯。
- (4) 线径 < 1.6 mm 的线材,应包上防水纸,然后装入干燥的箱内供应。
- (5) 线径 ≥ 1.6 mm 的线材,应包上防水纸,然后再用包装纸包好供应。
- (6) 线径 ≥ 3.0 mm 的线材,应包上防水纸,然后再用草绳或麻布包扎供

应。

37. 片及带材的包装:

- (1) 根据尺寸大小,可成卷或平直状态供应。
- (2) 每卷必须由同一型号、尺寸及供应状态供应。
- (3) 每卷须用铁丝捆扎,至少三处。
- (4) 片、带材须用防水纸包好,再用草绳或麻布包扎。

38. 包装件的毛重不应超过50公斤。

39. 每卷上须扎一检查合格的标签,其上注明:

- (1) 制造单位名称或商标。
- (2) 合金名称或型号。
- (3) 规格。
- (4) 各项性能合格否。
- (5) 批号。
- (6) 制造日期。
- (7) 检查员印鉴。

40. 在木箱上应注明:

- (1) 制造单位名称或商标。
- (2) 合金名称或型号。
- (3) 规格。
- (4) 毛重和净重。

(5) 出厂日期。

41. 每一箱内必须附有装箱单, 其上应注明第40条各项。

42. 每批合金必须附有说明书, 其上注明。

(1) 制造单位名称或商标。

(2) 合金名称或型号。

(3) 规格。

(4) 净重与件数。

(5) 批号。

(6) 各项性能指标。

(7) 产品标准号。

(8) 制造单位技术监督科及检查员印鉴。

附 表

附表 1 合金的性能与用途

合金型号	主 要 性 能		用 途
	比电阻与使用温度	不起磷皮和耐热强度 的大约鉴定	
Ni80Cr20	在室温时比电阻为 $1.11\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$ 。最适宜使用温度 $\leq 1000^\circ\text{C}$ 。 最高使用温度 1100°C	合金在氧化性气氛，氢与真空中不起磷在含有硫和硫化物的大气中不耐久，高温机械强度比铁铬铝合金高	工业和实验用电炉的线、片及带材，并且能制造仪器用的小型电阻元件的线、片及带材 (但特小规格本条件不包括)
Ni60Cr15	在室温时比电阻为 $1.10\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$ 。最适宜使用温度 $\leq 900^\circ\text{C}$ 。 最高使用温度 1050°C	合金在氧化性气氛，氢与真空中不起磷在含有硫和硫化物的大气中不耐久，高温机械强度比铁铬铝合金高	日用电热器具，变阻器，工业和实验用电炉的线、片及带材
Cr25Al5	在室温时比电阻为 $1.40\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$ 。最适宜使用温度 $\leq 1100^\circ\text{C}$ 。 最高使用温度 1200°C	合金在氧化气氛中或含有硫或硫化物的大气中不起磷皮，而在高温下易变形	工业及实验用电炉，日用电热器具。 变阻器等线、片及带材
Cr13Al4	在室温时比电阻为 $1.26\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$ 。最适宜使用温度 $\leq 750^\circ\text{C}$ 。 最高使用温度 850°C	合金在氧化气氛中或含有硫或硫化物的大气中不起磷皮，而在高温下易变形	日用电热器具，变阻器中热元件的线、片及带材

注：表中的最适宜使用温度和最高使用温度均指元件的发热温度。

附表 2 热轧线材公称直径与允许公差

mm	
公 称 直 径	允 许 公 差
6.0	± 0.5
7.0	
8.0	
9.0	
10.0	

附表 3 冷拉线材公称直径与允许公差

mm				
公称直径	允 许 公 差		公称直径	允 许 公 差
	电阻级 (A 级)	电热级 (B 级)		
0.10 0.12	± 0.004	- 0.02	0.80 0.90	± 0.02
0.14 0.16 0.18 0.20	± 0.006		1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 (1.50)	+ 0.03 - 0.02
0.22 0.25 0.28 0.30	± 0.008		1.60 1.80 2.00 2.20 2.50 2.80 3.00	± 0.03
0.32 0.35 0.38 0.40	± 0.01			
0.42 0.45 (0.48) 0.50 0.55 0.60	+ 0.02 - 0.01		3.20 3.50 4.00 4.50 5.00	± 0.04
(0.65) 0.70	± 0.02		5.50 6.00	± 0.05

注：①线材的椭圆度：对热轧线材不应超过公差范围，而对冷拉线则不应超过允许公差一半的范围。

② ≤ 0.40 mm 线材有电阻级 (A 级) 与电热级 (B 级) 之分， > 0.40 不分级别。

附表 4

冷轧片材与带材的公称

mm

公 称 厚 度	厚 度 允 许 公 差	公 称						
		6	8	10	12	14	16	18
		宽 度 允						
		≤ -0.6	≤ -0.7			≤ -0.9		
0.20 0.22 0.25	± 0.01	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓
0.28 (0.30) 0.32 (0.35) 0.36 0.40	+ 0.02 - 0.01	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓
0.45 0.50 0.55 0.60 0.70	± 0.02	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓
0.80 0.90	+ 0.03 - 0.02	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
1.00 1.10 1.20 (1.30)	± 0.03	✓	✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓
1.40 1.50	± 0.04			✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
1.60 1.80 2.00 2.20 (2.30)	± 0.05			✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
2.50 2.80 (3.00) 3.20	± 0.06							

注：宽度大于 100 毫米的片材的厚度与宽度允许公差由供需双方另订协议。

厚度与宽度及其允许公差

宽 度											
20	25	(30)	32	36	40	45	50	60	70	80	100
许 公 差											
≤ -1.1			≤ -1.2		≤ -1.3		剪边的 ≤ -2.0				
							不剪边的 ≤ -1.5				
✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓			
✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	
✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	
✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓
✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓
✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓
✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓