

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 3890—XXXX

代替 JB/T 3890—2017

碳化硅特种制品 硅碳棒

Special products of silicon carbide—Silicon carbide heating elements

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品分类 1

 4.1 类型及标记 1

 4.2 规格系列 3

5 技术要求 3

 5.1 外观 3

 5.2 尺寸偏差 3

 5.3 形位公差 3

 5.4 电气性能 3

 5.5 发热部发热温度偏差 4

 5.6 物理性能 4

 5.7 化学成分 4

6 检验方法 4

 6.1 外观 4

 6.2 尺寸偏差 4

 6.3 形位公差 5

 6.4 电气性能 5

 6.5 发热部发热温度偏差 6

 6.6 物理性能 6

 6.7 化学成分 6

7 检验规则 7

 7.1 出厂检验 7

 7.2 型式检验 7

8 标志和包装 7

 8.1 标志 7

 8.2 包装 7

附录 A（规范性） 等直径硅碳棒规格系列 8

附录 B（规范性） 粗端硅碳棒规格系列 10

附录 C（资料性） 发热部单位长度常用电阻 12

附录 D（资料性） 喷铝层长度 13

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替JB/T 3890—2017《碳化硅特种制品 硅碳棒》，与JB/T 3890—2017相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了产品标记（见 4.1，2017 年版的 3.1）；
- b) 更改了外径尺寸极限偏差的要求（见 5.2.1；2017 年版的 4.2.1）；
- c) 更改了直线度公差的要求（见 5.3.1；2017 年版的 4.3.1）；
- d) 增加了供货电阻范围的规定（见 5.4.1）；
- e) 更改了单支电阻允许偏差的要求（见 5.4.2；2017 年版的 4.4.1）；
- f) 更改了发热部体积密度的要求（见 5.6.1；2017 年版的 4.6.1）；
- g) 更改了检验规则（见第 7 章，2017 年版的第 6 章）；
- h) 更改了产品标志的规定（见 8.1.1，2017 年版的 7.1.1）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国磨料磨具标准化技术委员会（SAC/TC 139）归口。

本文件起草单位：西安华泉硅碳棒制造有限公司、郑州瑞昇新材料科技有限公司、山东鑫亿新材料科技有限公司、淄博群强电热元件有限公司、西安环箭硅碳棒电热元件有限责任公司、辽阳宏图碳化物有限公司。

本文件主要起草人：程西安、陈国蓉、杨学好、王镇、潘劭华、苏青、李发光。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1985 年首次发布为 JB 3890—1985《等直径硅碳棒》和 JB 3895—1985《粗端部硅碳棒》；
- 1999 年合并修订为 JB/T 3890—1999《硅碳棒》，2008 年第二次修订，2017 年第三次修订；
- 本次为第四次修订。

碳化硅特种制品 硅碳棒

1 范围

本文件规定了硅碳棒的产品分类和技术要求，描述了相应的试验方法，规定了检验规则、标志和包装。
本文件适用于工作时表面温度不高于1 500 °C的硅碳棒的制造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 2997 致密定形耐火制品体积密度、显气孔率和真气孔率试验方法
- GB/T 3045 普通磨料 碳化硅化学分析方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 产品分类

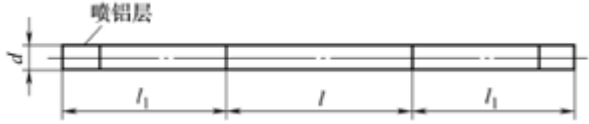

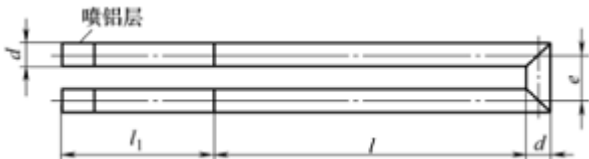
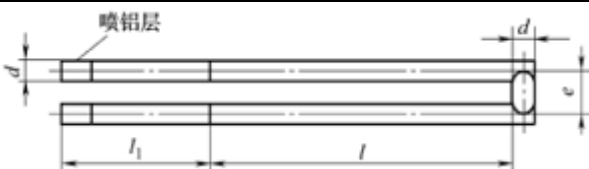
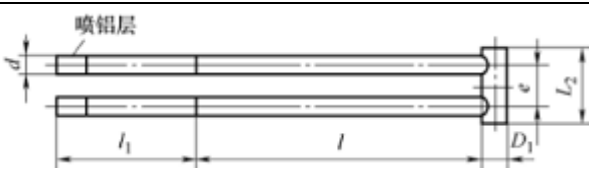


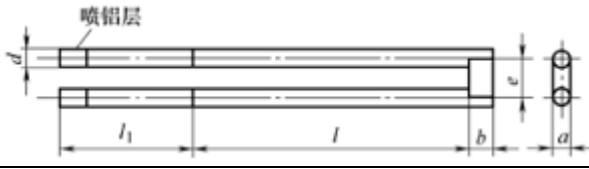
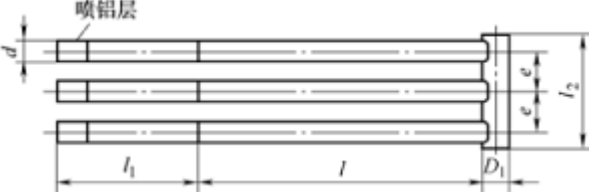
4.1 类型及标记

硅碳棒的类型及标记见表1。

表1 类型及标记

系列	类型	形状示意图	代号	产品标记
粗端系列	粗端 I型		GC I	GC I $d/l/l_1/D(L)$
	粗端 II型		GC II-a	GC II-a $d/l/l_1/D/e(L)$
			GC II-b	GC II-b $d/l/l_1/D/e+D_1/l_2(L)$
	粗端 III型		GC III	GC III $d/l/l_1/D/e+D_1/l_2(L)$

表 1 类型及标记（续）

系列	类型	形状示意图	代号	产品标记
等直径系列	等直径 I 型		GD I-a	GD I-a $d/l/l_1 (L)$
			GD I-b	GD I-b $d/l/l_3/l_1 (L)$
	等直径 II 型		GD II-a1	GD II-a1 $d/l/l_1/e (L)$
			GD II-a2	GD II-a2 $d/l/l_1/e (L)$
			GD II-b	GD II-b $d/l/l_1/e + D_1/l_2 (L)$
			GD II-c	GD II-c $d/l/l_1/e/l_4 (L)$
			GD II-d	GD II-d $d/l/l_1/e/l_4 (L)$
			GD II-e	GD II-e $d/l/l_1/e + a/b (L)$
	等直径 III 型		GD III	GD III $d/l/l_1/e + D_1/l_2 (L)$
<p>表中未列类型可由供需双方协议商定。</p> <p>注1：形状示意图中 l 为发热部，其余均为非发热部分（其中 l_1 为冷端部）。</p> <p>注2：产品标记中 L 为硅碳棒总长度。</p>				

4.2 规格系列

等直径硅碳棒规格系列见附录A。

粗端硅碳棒规格系列见附录B。

5 技术要求

5.1 外观

硅碳棒表面不应有裂纹、洞眼。喷铝段表面应平整，铝层均匀、结合牢固。

5.2 尺寸偏差

5.2.1 外径尺寸的极限偏差应符合表 2 的规定。

表2 外径尺寸极限偏差

单位为毫米

外径尺寸 d 、 D 、 D_1	极限偏差
d (D 、 D_1) ≤ 14	± 0.6
$14 < d$ (D 、 D_1) ≤ 25	± 1.0
$25 < d$ (D 、 D_1) ≤ 40	± 1.2
d (D 、 D_1) > 40	± 1.5

5.2.2 长度尺寸的极限偏差应符合表 3 的规定。

表3 长度尺寸极限偏差

单位为毫米

长度尺寸		极限偏差
发热部长度 l	≤ 1000	± 5
	> 1000	± 8
其它长度 l_2 、 l_3 、 l_4		± 3
总长度 L	≤ 1600	± 8
	> 1600	± 12

5.2.3 分支间中心距 e 的偏差应不超过 ± 4 mm。

5.3 形位公差

5.3.1 直线度

硅碳棒直线度公差为总长度的0.28 %。

5.3.2 平面度

II型硅碳棒平面度公差为5 mm；III型硅碳棒平面度公差为4 mm。

5.4 电气性能

5.4.1 供需双方无特殊约定时，制造商应以订货电阻的 $(1 \pm 15\%)$ 为供货电阻范围。附录C给出了硅碳棒发热部单位长度常用电阻。

5.4.2 单支硅碳棒电阻允许偏差应符合表 4 的规定。

表4 电阻允许偏差

单位为欧

电阻 R	允许偏差
$R \leq 1.0$	± 0.1
$1.0 < R < 3.5$	± 0.2
$R \geq 3.5$	± 0.3
注：III型硅碳棒的电阻是指其各分支的电阻。	

5.4.3 硅碳棒发热部与冷端部单位长度电阻比应符合表 5 的规定。

表5 发热部与冷端部单位长度电阻比

产品类型	发热部与冷端部单位长度电阻比
GD I、GD II、GC III	≥ 12
GC I、GC II	≥ 5
GD III	≥ 15

5.5 发热部发热温度偏差

硅碳棒发热部发热温度偏差应符合表6的规定。

表6 发热部发热温度偏差

发热部长度 mm	发热温度偏差 (同一发热部上) ℃		发热温度偏差 (各发热部间) ℃
	高温均温区 沿长度任意两点间	同一圆周上	
$l \leq 500$	≤ 50	≤ 50	≤ 150
$500 < l \leq 1000$	≤ 60		
$1000 < l \leq 1500$	≤ 70		
$l > 1500$	≤ 80		

5.6 物理性能

- 5.6.1 硅碳棒发热部体积密度应不小于 2.45 g/cm³。
5.6.2 硅碳棒发热部常温抗折强度应不小于 40.0 MPa。

5.7 化学成分

未经特殊处理的硅碳棒发热部碳化硅含量（质量分数）应不小于98.5%。

6 检验方法

6.1 外观

目视检查。

6.2 尺寸偏差

6.2.1 外径尺寸用分度值为 0.02 mm 的游标卡尺检验。

6.2.2 长度尺寸用分度值为 0.5 mm 的钢卷尺或直尺检测。

6.2.3 分支间中心距用分度值为 0.5 mm 的钢卷尺、直尺或用分度值为 0.02 mm 的游标卡尺测量分支间内侧或外侧距、分支直径。分支间的中心距为分支间内侧距与分支直径之和或分支间外侧距与分支直径之差。

6.3 形位公差

6.3.1 直线度

将两个相同高度的V形支架置于检验平台上，根据被检硅碳棒的长度调整两支架间的距离，该距离应大于被检硅碳棒全长的98%。

将被检硅碳棒的两端置于两支架的V形槽内，使最大弯曲点向下并与平台距离最小，用分度值为 0.02 mm 的高度尺测量最大弯曲点至平台间的高度值 H_1 ；然后将棒体旋转180°，使最大弯曲点向上并与平台距离最大，在同一位置用同样的方法测量最大弯曲点至平台间的高度值 H_2 ；则两高度差的一半，即 $(H_2 - H_1) / 2$ ，为该硅碳棒的直线度误差值。

6.3.2 平面度

将硅碳棒置于检验平台上，把其中一侧分支紧贴于平面上，用塞规或塞尺测其另外分支与平面之间的最大间隙 h ，则 h 为该硅碳棒的平面度误差值。

6.4 电气性能

6.4.1 检测仪器

调压器：容量视硅碳棒规格选定。

电压表：测量范围为0~450 V，准确度为0.5级。

电流表：测量范围为0~300 A，准确度为0.5级。

电流互感器：变比为300：5，准确度为0.5级。

光学高温计或远红外测温仪：准确度为1.0级。

6.4.2 检测方法

6.4.2.1 电阻偏差

6.4.2.1.1 I型或II型硅碳棒

将硅碳棒水平放置于两电极之间，接通电源，调整电压，待发热部表面温度达到 $1\ 050\ ^\circ\text{C} \pm 50\ ^\circ\text{C}$ 后，稳定电压和电流，根据欧姆定律计算该硅碳棒的电阻值。

6.4.2.1.2 III型硅碳棒

将硅碳棒水平放置于检验台上，接入三相电源，各相分别接入一块电流表，线间接入电压表，通电后，调整电压，待发热部表面温度达到 $1\ 050\ ^\circ\text{C} \pm 50\ ^\circ\text{C}$ 后，稳定线电压和相电流，将线电压换算为相电压（相电压=线电压/ $\sqrt{3}$ ），根据欧姆定律计算各分支电阻值（亦可标定为测试电压值和电流值）。

6.4.2.2 发热部与冷端部单位长度电阻比

与6.4.2.1的检测同步进行。

对于I型硅碳棒，待发热部表面温度达到 $1\ 050\ ^\circ\text{C} \pm 50\ ^\circ\text{C}$ 后，用电压表分别测量发热部和整支棒的电压，并根据公式（1）计算电阻比。

对于II型及III型硅碳棒，待发热部表面温度达到 $1\ 050\ ^\circ\text{C} \pm 50\ ^\circ\text{C}$ 后，用电压表分别测量各分支发热部和冷端部的电压，并根据公式（2）计算电阻比。

$$K = \frac{U_1/l}{(U_2 - U_1)/2l_1} \dots\dots\dots (1)$$

$$K' = \frac{U_1/l}{(U'_2 - U_1)/l_1} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

K 、 K' ——发热部与冷端部单位长度电阻比；

U_1 ——发热部实测电压，单位为伏（V）；

l ——发热部长度，单位为毫米（mm）；

U_2 ——整支棒实测电压，单位为伏（V）；

l_1 ——冷端部长度，单位为毫米（mm）；

U_2' ——各分支实测电压，单位为伏（V）。

6.5 发热部发热温度偏差

与6.4的检测同步进行。待发热部表面温度达到 $1\ 050\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后，恒温5 min，按表6的规定用光学高温计或远红外测温仪测量各部分温差。

6.6 物理性能

6.6.1 发热部体积密度

将试样浸没于盛水的烧杯中，煮沸1 h，按GB/T 2997的规定进行检测。

6.6.2 发热部抗折强度

6.6.2.1 检测设备

万能材料试验机，负荷示值相对误差不超出 $\pm 1\%$ ，加载速率小于 0.1 mm/min 。

6.6.2.2 检测方法

在室温下，取发热体任意部分，水平放置于试验机支架的两个支点上，两支点间距离应符合表7的规定。

表7 两支点间距离

单位为毫米				
外径 d	<6	$6\sim 18$	$20\sim 25$	≥ 30
两支点间距离 S	50	100	200	400

在被检硅碳棒两支点间中点处垂直加压，测量折断时的负荷（见图1），并根据公式（3）计算出抗折强度。

$$\sigma = \frac{80dWS}{\pi(d^4-d_0^4)} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

σ ——抗折强度，单位为兆帕（MPa）；

$80/\pi$ ——因单位换算而产生的系数；

d ——发热体外径，单位为厘米（cm）；

W ——荷重，单位为千牛（kN）；

S ——两支点间距离，单位为厘米（cm）；

d_0 ——发热体内径，单位为厘米（cm）。

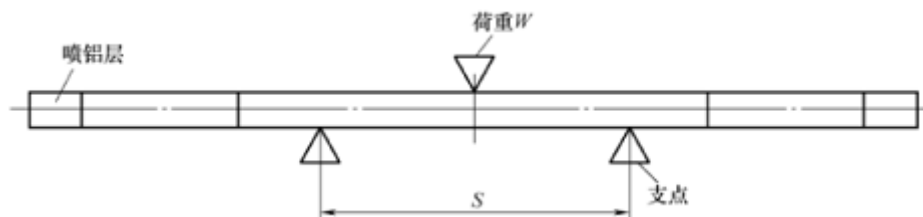


图1 抗折强度试验示意图

6.7 化学成分

硅碳棒发热部化学成分按GB/T 3045的规定进行检测。

7 检验规则

7.1 出厂检验

出厂检验按5.1、5.2、5.3、5.4.1、5.5的规定逐支进行。

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制定型或老产品转厂生产；
- 停产后复产；
- 材料或工艺有重大改变；
- 产品使用中发生明显质量问题；
- 正常生产时每年一次；
- 质量监督机构提出要求。

7.2.2 型式检验项目：5.4.2、5.6、5.7 规定的项目。

7.2.3 样本抽取：从出厂检验合格的产品中任选三种规格，每种规格任意抽取三支（也可按合同要求抽取）。

7.2.4 检验顺序：发热部与冷端部单位长度电阻比、抗折强度、发热部体积密度、化学成分。化学成分检验样本从上述样本中任取一支。

7.2.5 判定规则：所有项目测试结果均符合技术要求的规定，判为合格。若一项或多项测试结果不符合要求，则应在该批产品中另抽取双倍数量的样本进行不合格项目的复验，复验结果符合技术要求的规定，判为合格；否则判为不合格。

8 标志和包装

8.1 标志

8.1.1 产品标志

每支产品上应清晰标明其电阻值（对于Ⅲ型硅碳棒亦可标明测试电压值和电流值）。

每批次应附有产品检验合格证，标明产品名称、型号规格、数量、执行标准、检验员号、生产日期、制造厂名及商标。

8.1.2 外包装标志

包装箱表面应清晰标注产品名称、规格型号、数量、电阻值及符合GB/T 191规定的“易碎”“防潮”等字样。

8.2 包装

硅碳棒应采用木箱或硬质纸箱包装，应有防震措施。

附 录 A
(规范性)
等直径硅碳棒规格系列

等直径硅碳棒规格系列见表A. 1。

表A. 1 等直径硅碳棒规格系列

单位为毫米

外径 d		10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45	50	55	60
冷端 部 长 度 l_1	100	○	○	○											
	150	○	○	○											
	200	○	○	○	○	○	○								
	250	○	○	○	○	○	○	○							
	300		○	○	○	○	○	○	○	○					
	350			○	○	○	○	○	○	○	○				
	400					○	○	○	○	○	○				
	500								○	○	○	○			
	600									○	○	○			
	765										○	○			
	800										○	○	○	○	○
	950										○	○	○	○	○
发 热 部 长 度 l	100	○													
	150	○	○												
	200	○	○	○	○	○	○								
	250	○	○	○	○	○	○	○							
	300		○	○	○	○	○	○							
	400			○	○	○	○	○	○	○					
	500			○	○	○	○	○	○	○	○				
	600				○	○	○	○	○	○	○				
	700							○	○	○	○				
	800							○	○	○	○	○	○	○	○
	900							○	○	○	○	○	○	○	○
	1000							○	○	○	○	○	○	○	○
	1100								○	○	○	○	○	○	○
	1200								○	○	○	○	○	○	○
	1300								○	○	○	○	○	○	○
	1400								○	○	○	○	○	○	○
	1500								○	○	○	○	○	○	○

表 A.1 等直径硅碳棒规格系列（续）

单位为毫米

外径 d	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45	50	55	60
发热部长度 l	1600							○	○	○	○	○	○	○
	1700							○	○	○	○	○	○	○
	1800							○	○	○	○	○	○	○
	1900							○	○	○	○	○	○	○
	2000							○	○	○	○	○	○	○
	2500									○	○	○	○	○
	2800									○	○	○	○	○
	3000									○	○	○	○	○
	3500									○	○	○	○	○
分支间中心距 e	40	○	○											
	50			○	○	○	○							
	60			○	○	○	○	○	○					
	70					○	○	○	○					
	80					○	○	○	○	○	○			
	90						○	○	○	○	○			
	100							○	○	○	○			
联桥外径	≤25	≤30	≤30	≤35	≤35	≤40	≤40	≤50	≤50	≤55	≤60			
表中未列尺寸和其它规格由供需双方协议商定。 喷铝层长度参见附录D。 注1：GD II-a型的联桥长度等于“分支间中心距+发热体外径”，联桥外径等于发热体外径。 注2：GD II-b型的联桥（管联桥）长度等于“分支间中心距+发热体外径×2”。 注3：GD III型的联桥长度等于“分支间中心距×2+发热体外径×2”。														

附 录 B
(规范性)
粗端硅碳棒规格系列

粗端硅碳棒规格系列见表B. 1。

表B. 1 粗端硅碳棒规格系列

单位为毫米

外径	<i>d</i>	8	12	14	18	25	30	35	40	45
	<i>D</i>	14	20	22	28	38	45	50	60	65
冷端 部长度 <i>l</i> ₁	60	○								
	80	○								
	100	○	○							
	150	○	○	○	○					
	180	○								
	200	○	○	○	○	○				
	250	○	○	○	○	○				
	300		○	○	○	○	○			
	350			○	○	○	○	○		
	400			○	○	○	○	○	○	
	500				○	○	○	○	○	○
	600						○	○	○	○
	700						○	○	○	○
	800						○	○	○	○
	900						○	○	○	○
发热 部长度 <i>l</i>	100	○	○							
	120	○								
	150	○	○	○						
	180	○	○	○						
	200	○	○	○	○					
	250		○	○	○					
	300		○	○	○	○				
	350			○	○	○				
	400			○	○	○	○			
	500				○	○	○	○		
	600				○	○	○	○		
	700					○	○	○		
	800					○	○	○	○	

表 B.1 粗端硅碳棒规格系列（续）

单位为毫米

外径	d	8	12	14	18	25	30	35	40	45
	D	14	20	22	28	38	45	50	60	65
发热部长度 l	900					○	○	○	○	
	1000					○	○	○	○	○
	1100						○	○	○	○
	1200						○	○	○	○
	1300						○	○	○	○
	1400						○	○	○	○
	1500						○	○	○	○
	1800						○	○	○	○
	2000						○	○	○	○
	2200						○	○	○	○
	2400						○	○	○	○
	2600						○	○	○	○
	2800								○	○
	3000								○	○
	3500								○	○
分支间中心距 e	40		○							
	50			○						
	60			○	○					
	70				○	○				
	80				○	○				
	90					○	○			
	100						○			
联桥外径			≤30	≤30	≤35	≤40	≤50			
表中未列尺寸和其它规格由供需双方协议商定。 喷铝层长度参见附录D。 注1：GC II-a型的联桥长度等于“分支间中心距+发热体外径”，联桥外径等于发热体外径。 注2：GC II-b型的联桥（管联桥）长度等于“分支间中心距+发热体外径×2”。 注3：GC III型的联桥长度等于“分支间中心距×2+发热体外径×2”。										

附 录 C
(资料性)
发热部单位长度常用电阻

硅碳棒发热部单位长度常用电阻见表C.1。

表C.1 发热部单位长度常用电阻

发热部直径 mm	发热部单位长度常用电阻 (1 050 °C±50 °C) Ω / m
$\phi 8$	13.0~34.0
$\phi 10$	11.0~24.0
$\phi 12$	8.0~21.0
$\phi 14$	5.0~18.0
$\phi 16$	2.5~8.1
$\phi 18$	3.0~8.0
$\phi 20$	2.0~7.0
$\phi 25$	1.5~4.6
$\phi 30$	1.2~3.0
$\phi 32$	1.2~2.0
$\phi 35$	1.0~2.1
$\phi 40$	0.5~1.5
$\phi 45$	0.5~1.5
$\phi 50$	0.5~1.3
$\phi 55$	0.4~1.0
$\phi 60$	0.4~0.8

附 录 D
(资料性)
喷铝层长度

硅碳棒喷铝层长度见表D. 1。

表D. 1 喷铝层长度

单位为毫米

冷端部直径	喷铝层长度
≤14	35±5
16~18	45±5
20~25	60±5
≥30	70±5