

T/CAICI

中国通信企业协会团体标准

T/××× ××××—××××

光纤毛细管技术条件

Technical requirement of capillary for optical fiber

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国通信企业协会 发布

目 次

前言	II
光纤毛细管技术条件	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	2
4.1 分类	2
4.2 图形与尺寸	3
4.3 物理特性	9
4.4 材料	9
4.5 环保符合性	9
5 测量和试验	9
5.1 环境要求	9
5.2 外观检查	9
5.3 尺寸测量	9
5.4 试验条件	14
6 质量评定程序	17
6.1 鉴定批准程序	17
6.2 质量一致性	17
7 检验	18
7.1 检验分类	18
7.2 型式检验	19
8 标志、包装、运输和储存	19
8.1 标志	19
8.2 包装	19
8.3 运输	19
8.4 储存	20
附 录 A（资料性附录） 毛细管加速老化试验方法	21

前 言

本标准按照 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》给出的规则编写。

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这些专利的责任。

本标准的附录A为资料性附录。

本标准由中国通信企业协会提出并归口。

本标准主要起草单位：深圳市比洋光通信科技股份有限公司。

本标准参加起草单位：深圳市特发信息光网科技股份有限公司、深圳市比洋互联科技有限公司、衡水皓辰光电科技有限公司、厦门贝莱信息科技有限公司、昂纳信息技术（深圳）有限公司、江苏福钦通信器材有限公司、深圳市科信通信技术股份有限公司。

本标准主要起草人：周杰、赖明芳、沙和鸣、余华杰、林承城、覃晓枫、刘松臣、张可文。

本标准首次发布。

光纤毛细管技术条件

1 范围

本标准规定了光纤毛细管（以下简称毛细管）的术语和定义、要求、测量和试验、质量评定程序、检验、标志、包装、贮存和运输等条件。

本标准适用于高硼硅毛细管，其他类型毛细管也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- YD/T1198.1-2014 光纤活动连接器插芯技术条件 第1部分：陶瓷插芯
- SJ/T 11363-2006 电子信息产品中有毒有害物质的限量要求
- SJ/T 11364-2006 电子信息产品中污染控制标识要求
- SJ/T 11365-2006 电子信息产品中有毒有害物质的检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

毛细管 Micro Capillary

光纤插头中用于实现精密对接的玻璃圆柱体/长方体，由二氧化硅等组成的高硼硅玻璃材料制成，中间有一个或多个微孔，用作定位光纤。

3.2

圆形毛细管 Columniform Micro Capillary

圆柱体形的光纤毛细管。

3.3

方形毛细管 Square Micro Capillary

外形截面为正方形的光纤毛细管。

3.4

间距毛细管 Dual-hole Micro Capillary

纵向截面有两个可穿光纤孔的毛细管。

3.5

T/xxx xxx—xxx

外圆直径 Outer Circle Diameter

光纤毛细管外圆柱体的直径大小，单位为mm。

3.6

内孔直径 Inner Diameter

毛细管中微孔的直径大小，单位为mm。

3.7

同心度 Concentricity

光纤毛细管微孔中心和外圆柱体中心之间的偏移量的两倍，单位为 μm 。

3.8

偏心距 Eccentricity

毛细管外圆柱轴线与内孔轴线在前端面上的距离，单位为 μm 。

3.9

外圆圆度 Outer Roundness

毛细管外圆柱体同一截面上最大直径与最小直径差值的一半，单位为 μm 。

3.10

外圆圆柱度 Outer Cylindricity

毛细管外圆柱体，不在同一截面上的最大值与最小值直径差值的一半，单位为 μm 。

3.11

表面粗糙度 Surface Roughness

毛细管表面加工后具有较小间距和微小峰谷不平度，单位为 μm 。

3.12

角偏差 Angular Misalignment

毛细管内孔轴线与毛细管外圆柱体轴线之间的夹角，单位为度。

4 要求

4.1 分类

4.1.1 按光纤的使用数量分类

可分为：

- 单纤毛细管；
- 双纤毛细管；
- 多纤毛细管。

4.1.2 按毛细管同心度精度/公差等级分类

可分为：

- A 级标准毛细管；

T/xxx xxx—xxx

- B 级标准毛细管；
- C 级标准毛细管；
- D 级标准毛细管。

4.1.3 按毛细管外形分类

可分为：

- 圆形毛细管；
- 方形毛细管；
- 异形毛细管。

4.1.4 按毛细管端面类型分类

可分为：

- 圆形单纤毛细管；
- 圆形双纤毛细管；
- 圆形间距毛细管；
- 方形正芯毛细管；
- 方形偏芯毛细管。

4.2 图形与尺寸

4.2.1 圆形单纤毛细管

圆形单纤毛细管图形和几何尺寸如图1所示，相关数值见表1和表2：

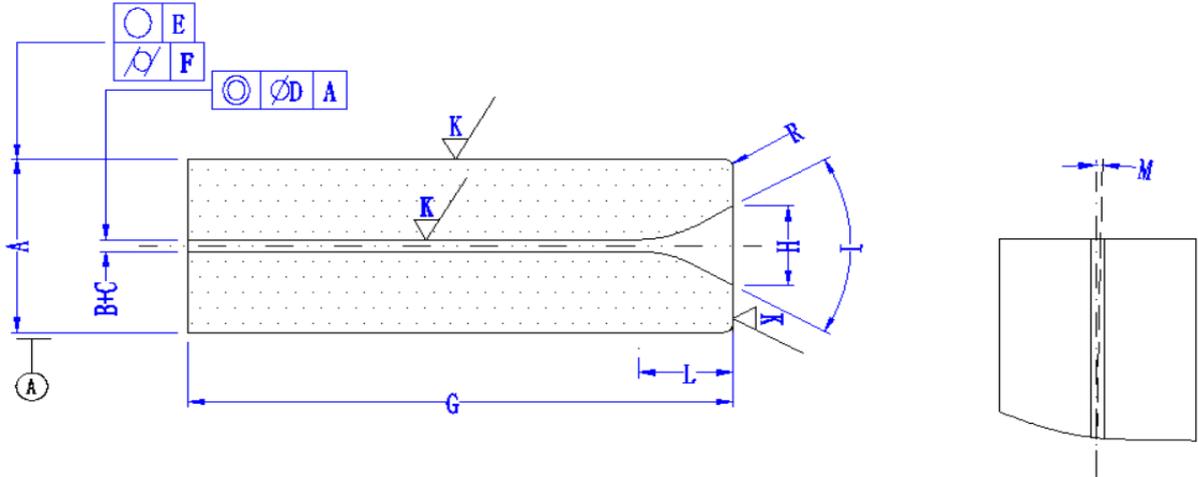


图1 圆形单纤毛细管图形和几何尺寸

表1 1.8mm 圆形单纤毛细管几何尺寸

参数	单位	A 级		B 级		C 级		D 级	
		最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
A	mm	1.800	1.795	1.805	1.795	1.805	1.795	1.805	1.790
B	μm	126	126	126	126	126	126	126	126

T/xxx xxx—xxx

C	μm	1		2		3		4	
D	μm	3		8		15		20	
E	μm	0.2		0.3		0.5		0.5	
F	μm	0.4		0.6		1.0		1.0	
G	mm	G+0.1	G-0.1	G+0.2	G-0.1	G+0.2	G-0.2	G+0.2	G-0.2
H	mm	1.0	0.5	1.0	0.5	1.2	0.5	1.2	0.5
I	°	60	30	60	30	60	30	60	30
K	μm	0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra	
L	mm	2.0	1.0	2.0	1.0	2.5	1.0	3.0	1.0
M	°	0.3		0.3		0.6		0.6	
R	mm	0.05		0.05		0.05		0.05	
<p>注1: 尺寸G, 毛细管长度为5.0~7.0mm</p> <p>注2: 尺寸R, 即加工成圆角</p>									

表2 1.0mm 圆形单纤毛细管几何尺寸

参数	单位	A 级		B 级		C 级		D 级	
		最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
A	mm	1.0	0.995	1.005	0.995	1.005	0.985	1.005	0.980
B	μm	126	126	126	126	126	126	126	126
C	μm	1		2		3		4	
D	μm	3		8		15		20	
E	μm	0.2		0.3		0.5		0.5	
F	μm	0.4		0.6		1.0		1.0	
G	mm	G+0.1	G-0.1	G+0.2	G-0.1	G+0.2	G-0.2	G+0.2	G-0.2
H	mm	0.6	0.4	0.6	0.4	0.7	0.4	0.7	0.4
I	°	60	30	60	30	60	30	60	30
K	μm	0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra	
L	mm	2.0	1.0	2.0	1.0	2.5	1.0	3.0	1.0
M	°	0.3		0.3		0.6		0.6	
R	mm	0.05		0.05		0.05		0.05	
<p>注1: 尺寸G, 毛细管长度为3.5~7.0mm;</p> <p>注2: 尺寸R, 即加工成圆角;</p>									

4.2.2 圆形双纤毛细管

圆形双纤毛细管图形和几何尺寸如图2所示, 相关数值见表3:

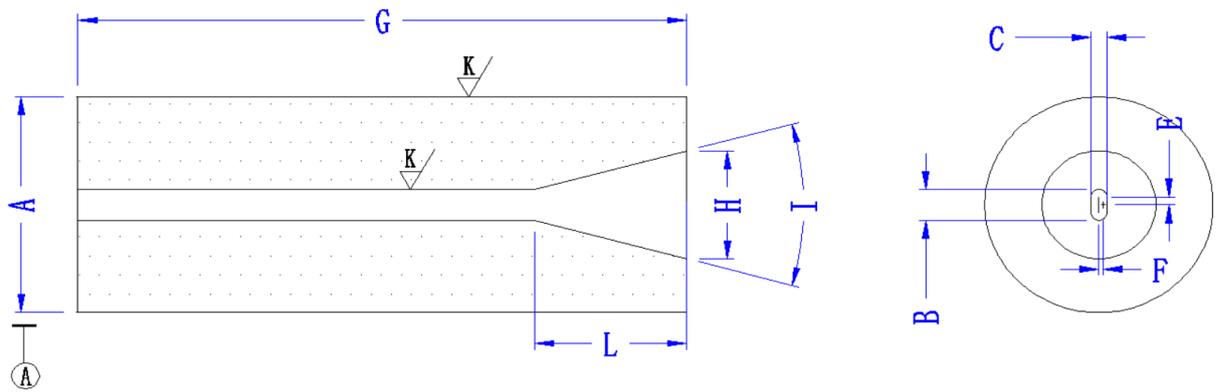


图2 圆形双纤毛细管图形和几何尺寸

表3 圆形双纤毛细管几何尺寸

参数	单位	A级		B级		C级		D级	
		最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
A	mm	1.800	1.795	1.805	1.795	1.805	1.795	1.805	1.790
B	μm	254	252	256	252	258	252	260	251
C	μm	127	126	127	126	129	126	130	126
E	μm	63.5		63.5		64.5		65	
F	μm	2		3		5		5	
G	mm	G+0.1	G-0.1	G+0.2	G-0.1	G+0.2	G-0.2	G+0.2	G-0.2
H	mm	1.2	0.6	1.2	0.6	1.2	0.6	1.2	0.6
I	°	60	30	60	30	60	30	60	30
K	μm	0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra	
L	mm	2.0	1.0	2.0	1.0	2.5	1.0	3.0	1.0
注1: 尺寸E, 为外圆柱体中心与跑道形内最大圆圆心的距离; 注2: 尺寸F, 为外圆柱体中心与跑道形内长轴的距离; 注3: 尺寸G, 毛细管长度为5.0~7.0mm。									

4.2.3 圆形双纤间距毛细管

圆形间距双纤毛细管图形和几何尺寸如图3所示, 相关数值见表4:

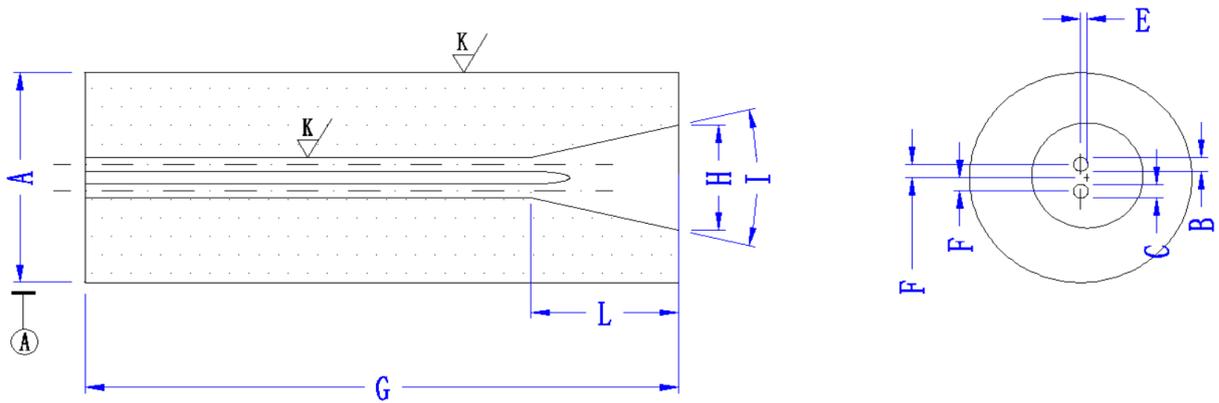


图3 圆形双纤间距毛细管图形和几何尺寸

表4 圆形双纤间距毛细管几何尺寸

参数	单位	A 级		B 级		C 级		D 级	
		最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
A	mm	1.800	1.795	1.805	1.795	1.805	1.795	1.805	1.790
B	μm	126	126	127	126	127	126	128	126
C	μm	126	126	127	126	127	126	128	126
E	μm	2		3		5		5	
F	μm	F/2+1		F/2+1		F/2+1		F/2+2	
G	mm	G+0.1	G-0.1	G+0.2	G-0.1	G+0.2	G-0.2	G+0.2	G-0.2
H	mm	1.2	0.6	1.2	0.6	1.2	0.6	1.2	0.6
I	°	60	30	60	30	60	30	60	30
K	μm	0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra	
L	mm	2.0	1.0	2.0	1.0	2.5	0.5	2.5	0.5

注1：尺寸E，为外圆柱体中心与两内圆圆心连线的距离；
 注2：尺寸F，为外圆柱体中心与内圆圆心的距离；
 注3：尺寸G，毛细管长度为5.0~7.0mm。

4.2.4 方形正芯毛细管

方形正芯毛细管图形和几何尺寸如图4所示，相关数值见表5和表6：

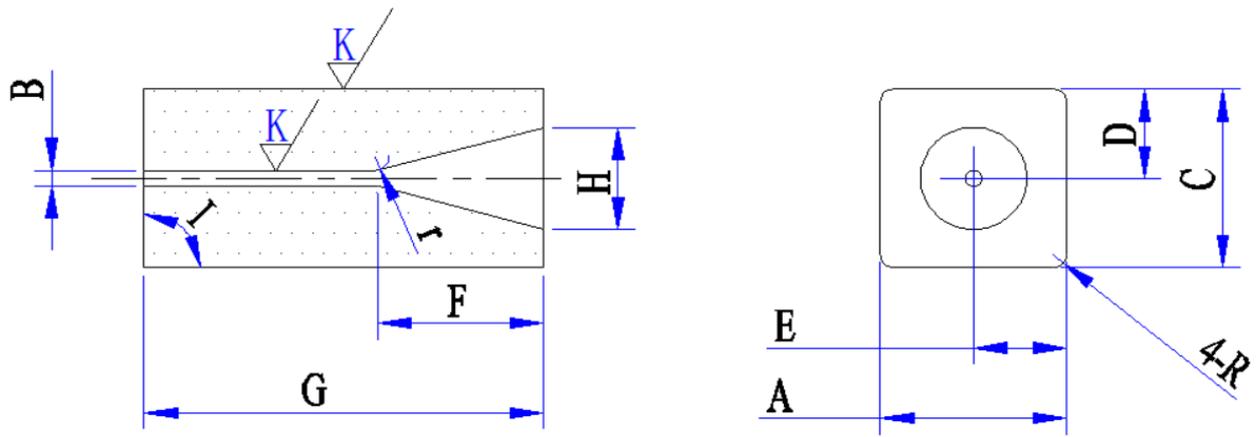


图4 方形正芯毛细管图形和几何尺寸

表5 1.5mm 方形正芯毛细管几何尺寸

参数	单位	A 级		B 级		C 级		D 级	
		最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
A	mm	1.52	1.48	1.53	1.46	1.55	1.45	1.55	1.45
B	μm	127	125.5	127	125.5	129	125.5	130	125.5
C	mm	1.52	1.48	1.53	1.46	1.55	1.45	1.55	1.45
D	mm	0.78	0.72	0.78	0.72	0.8	0.7	0.8	0.7
E	mm	0.78	0.72	0.78	0.72	0.8	0.7	0.8	0.7
F	mm	0.9	0.7	1.0	0.7	1.3	0.6	1.5	0.5
G	mm	G+0.1	G-0.1	G+0.15	G-0.15	G+0.2	G-0.2	G+0.2	G-0.2
H	mm	0.6	0.4	0.6	0.4	0.7	0.4	0.8	0.4
I	°	90.3	90	90.3	90	90.3	90	90.3	90
K	μm	0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra	
R	mm	0.15		0.15		0.15		0.15	
r	mm	0.05		0.05		0.05		0.05	

注1: 尺寸r, 为喇叭口与内孔连接位置, 即圆弧过渡;
 注2: 尺寸G, 为产品长度, 范围为2.8~3.2mm。

表6 1.25mm 方形正芯毛细管几何尺寸

参数	单位	A 级		B 级		C 级		D 级	
		最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
A	mm	1.27	1.23	1.27	1.20	1.30	1.20	1.30	1.20
B	μm	127	125.5	127	125.5	129	125.5	130	125.5
C	mm	1.27	1.23	1.27	1.20	1.30	1.20	1.30	1.20

T/xxx xxx—xxxx

D	mm	0.65	0.6	0.65	0.6	0.675	0.575	0.675	0.575
E	mm	0.65	0.6	0.65	0.6	0.675	0.575	0.675	0.575
F	mm	1.0	0.7	1.0	0.7	1.3	0.6	1.5	0.5
G	mm	G+0.1	G-0.1	G+0.15	G-0.15	G+0.2	G-0.2	G+0.2	G-0.2
H	mm	0.6	0.4	0.6	0.4	0.7	0.4	0.7	0.4
I	°	90.3	90	90.3	90	90.3	90	90.3	90
K	μm	0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra	
R	mm	0.15		0.15		0.15		0.15	
r	mm	0.05		0.05		0.05		0.05	

注1: 尺寸r, 为喇叭口与内孔连接位置, 即圆弧过渡;
注2: 尺寸G, 为产品长度, 范围为2.8~3.2mm。

4.2.5 方形偏芯毛细管

方形偏芯毛细管图形和几何尺寸如图5所示, 相关数值见表7:

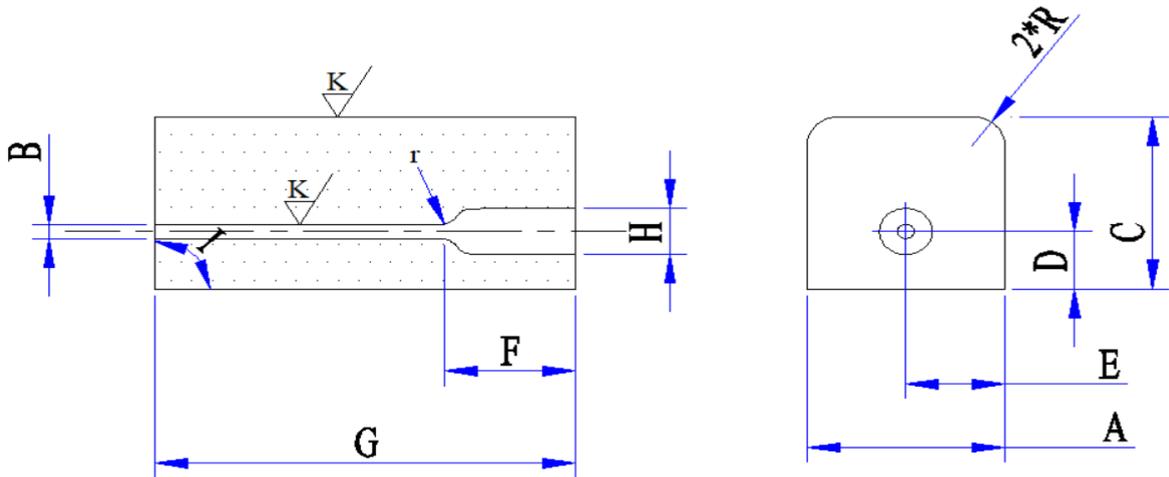


图5 方形偏芯毛细管图形和几何尺寸

表7 1.5mm 方形偏芯毛细管几何尺寸

参数	单位	A 级		B 级		C 级		D 级	
		最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
A	mm	1.52	1.48	1.53	1.46	1.55	1.45	1.55	1.45
B	μm	127	125.5	127	125.5	129	125.5	130	125.5
C	mm	1.52	1.48	1.53	1.46	1.55	1.45	1.55	1.45
D	mm	0.52	0.48	0.53	0.45	0.55	0.45	0.55	0.45
E	mm	0.78	0.72	0.78	0.72	0.8	0.7	0.8	0.7
F	mm	0.9	0.7	1.0	0.7	1.2	0.5	1.5	0.5
G	mm	G+0.1	G-0.1	G+0.15	G-0.15	G+0.2	G-0.2	G+0.2	G-0.2

T/xxx xxx—xxx

H	mm	0.6	0.4	0.6	0.4	0.7	0.4	0.7	0.4
I	°	90.3	90	90.3	90	90.3	90	90.3	90
K	μm	0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra		0.02Ra	
R	mm	0.15		0.15		0.15		0.15	
r	mm	0.05		0.05		0.05		0.05	
<p>注1: 尺寸r, 为喇叭口与内孔连接位置, 即圆弧过渡; 注2: 尺寸G, 为产品长度, 范围为2.8~3.2mm。</p>									

4.3 物理特性

光纤毛细管物理特性如表8所示。

表8 光纤毛细管物理特性要求

序号	参数名称	单位	指标
1	密度	g/cm ³	≥2.23
2	抗弯强度	MPa	≥167
3	硬度	HV	≥5.5

4.4 材料

光纤毛细管所使用的材料应保证无老化现象。能经受光纤及光纤组件所需的试验及使用条件。其物理, 化学及光学特性应与光纤匹配, 不得有损害光纤光学性能的情况发生。

4.5 环保符合性

光纤毛细管的组成单元分类应符合SJ/T 11363-2006中表1的规定, 有毒有害物质的限量要求按SJ/T 11365-2006规定检测, 应符合SJ/T 11363-2006中表2的要求。

5 测量和试验

5.1 环境要求

毛细管的测量和试验应在下列规定的标准大气压条件下进行:

- 温度: 15℃~35℃;
- 相对湿度: 25%~75%;
- 大气压力: 86kPa~106kPa。

当不能在标准大气条件下进行测量和试验时, 应在检验和试验报告上表明其大气条件。

5.2 外观检查

毛细管外观应平滑, 干净, 无油污, 无异物及毛刺, 颜色均匀一致, 无肉眼可见的伤痕和裂纹。端面检查采用20倍及以上放大镜, 要求内孔壁和表面无裂痕和崩缺等现象。

5.3 尺寸测量

5.3.1 测量装置及精度要求

毛细管的尺寸测量装置及精度要求如下:

T/xxx xxx—xxx

- 数显千分尺，精度为 0.001mm，用来测量长度；
- 外径测量仪，精度为 0.1 μm，用来测量外径；
- 针规，精度为 0.2 μm，用来测量内径；
- 同心度检测仪，精度为 0.1 μm，用来测量同心度和偏心距；
- 圆度测量仪，精度为 0.01 μm，用来测量外圆圆度；
- 圆柱度测量仪，精度为 0.01 μm，用来测量外圆圆柱度；
- 表面粗糙度测量仪，精度为 0.01 μm，用来测量表面粗糙度。

注：本部分不排除其他达到测量精度要求的测量装置和方法。

5.3.2 测量参数及指标

测量具体的参数及指标应符合4.2中的要求。

5.3.3 测量程序

5.3.3.1 外径测量

光纤毛细管外径测量采用激光外径测量仪进行测量，直接读取数值，测量装置和部位如图6和图7所示，每个毛细管至少应测量图7所示的3个位置的数值，其差值应符合表1、表2和表3中F值的要求。

测量步骤如下：

- a) 将光纤毛细管固定在载物台上；
- b) 使用激光外径测量仪分别至少测量毛细管的3个不同位置，测试仪直接读取数据；
- c) 3个不同测试位置的最大值，即为毛细管的外径值。

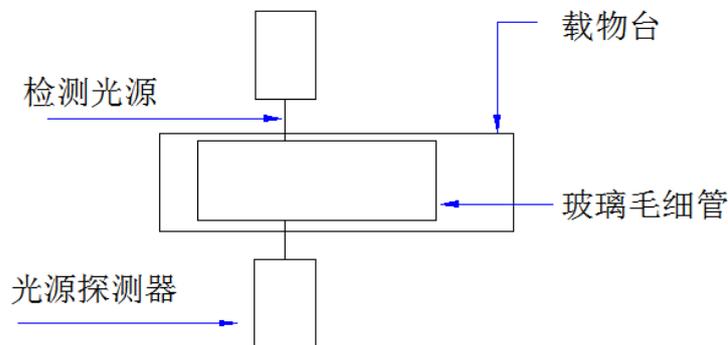


图6 毛细管外径测量装置示意

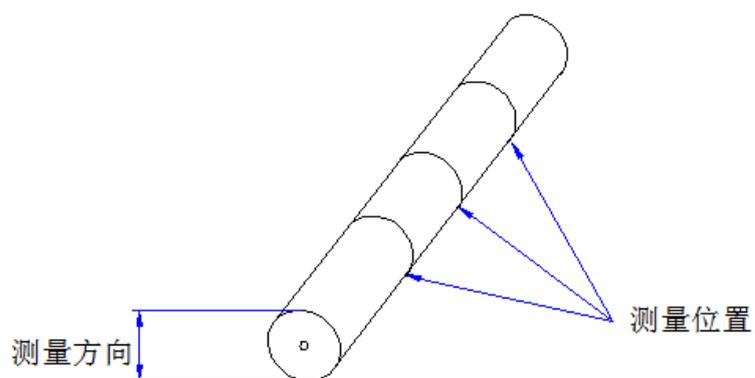


图7 毛细管外径测量部位示意

5.3.3.2 内径测量

采用针规法测量，针规应采用耐磨的材料制成，如碳化钨，需要具备较高的硬度，针规采用通针规和止针规配对使用，其中：

- 通针规：直径应大于等于毛细管内径公差的下限值，其差值应 $\leq 0.2 \mu\text{m}$ ；
- 止针规：直径应大于等于毛细管内径公差的上限值，其差值应 $\leq 0.2 \mu\text{m}$ 。

通针规应当可以穿过毛细管内孔，如图8所示，止针规不可穿过毛细管内孔，如图9所示。

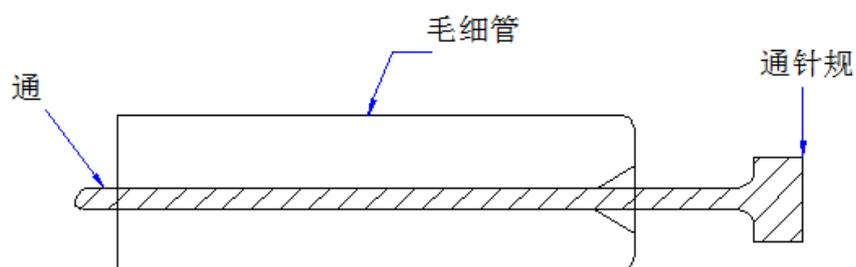


图8 毛细管内径通规测量示意

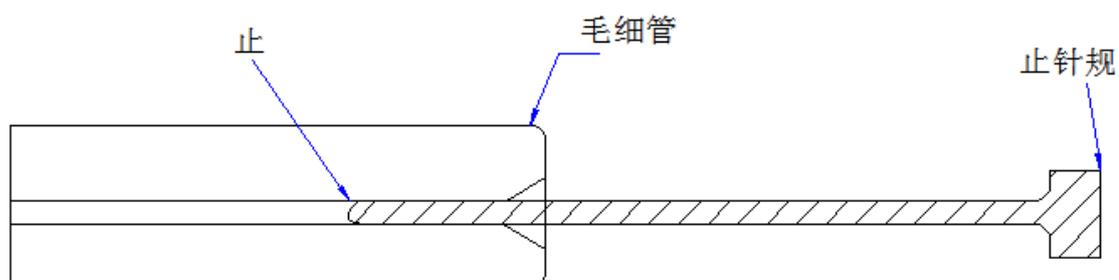


图9 毛细管内径止规测量示意

5.3.3.3 同心度测量

同心度的测量以下两种方法：

a) 毛细管外圆柱面参照法：

将毛细管安装在一个V型槽或定心的装置中并旋转，通过测量毛细管内径的位移量得出同心度值。

测量步骤如下：

- 1) 清洗毛细管的内孔保证其中无灰尘，毛刺或其他阻碍物；
- 2) 将毛细管放入V型槽或定心装置中，如图10所示；
- 3) 用激光探测内孔边缘，若为探针测试，将探针放入试验前毛细管端内孔，放入深度为0~100 μm，探针水平夹角小于15°；
- 4) 利用激光测试仪对准探针位置；
- 5) 将毛细管旋转360度以上；
- 6) 记录探针的最大位移变化量C。

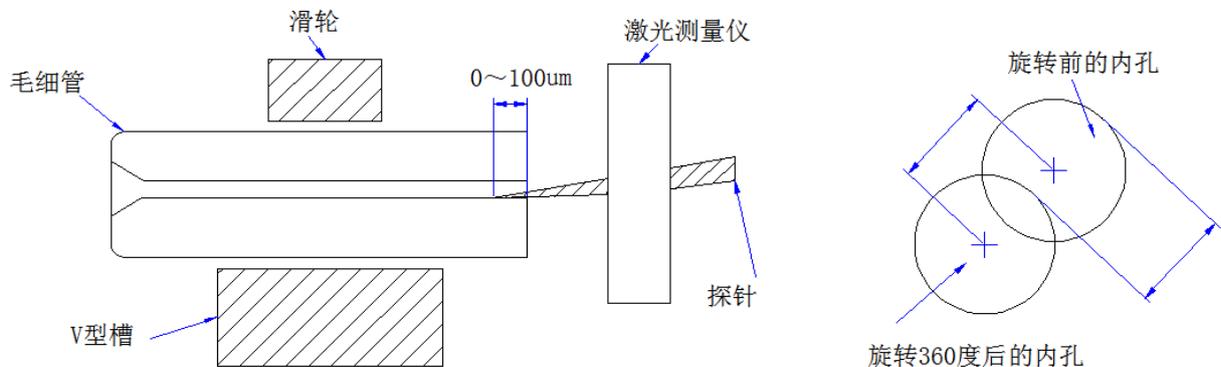


图10 同心度测量示意

b) 毛细管内孔参照法

采用千分尺测量同心度。毛细管的内孔被固定在测量仪器上的轴上，通过旋转毛细管，测量毛细管外径的位移来测量同心度。

测量步骤如下：

- 1) 清洗毛细管的内孔保证其中无灰尘，毛刺或其他阻碍物；
- 2) 如图11所示，将毛细管固定在测试装置的固定顶针上；
- 3) 将千分尺的探头搭在毛细管外径表面上，旋转毛细管，测量毛细管外表面的位移量；
- 4) 记下千分尺的最大读数C1和最小读数C2，则同心度 $C=C1-C2$ ，单位为 μm。

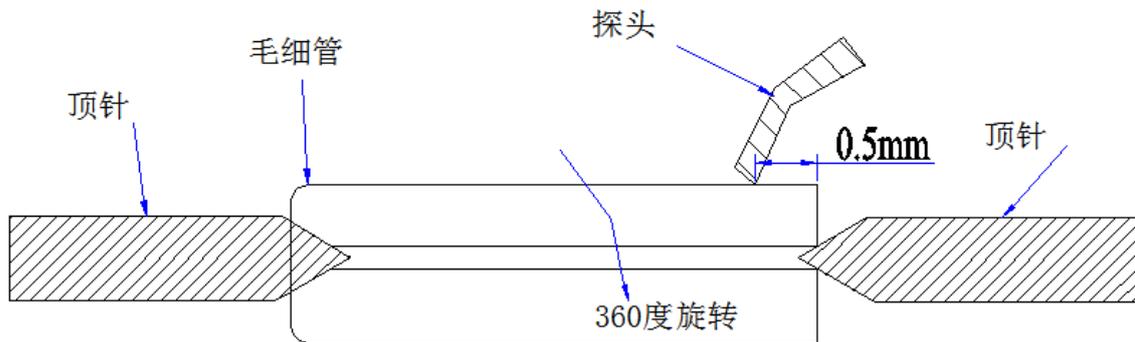


图11 毛细管内孔孔参照法装置

5.3.3.4 外圆圆度测量

采用圆度仪测量，测量装置如图12所示，毛细管固定在载物台上并转动一周，测得的最大值与最小值差值的一半即为圆度。

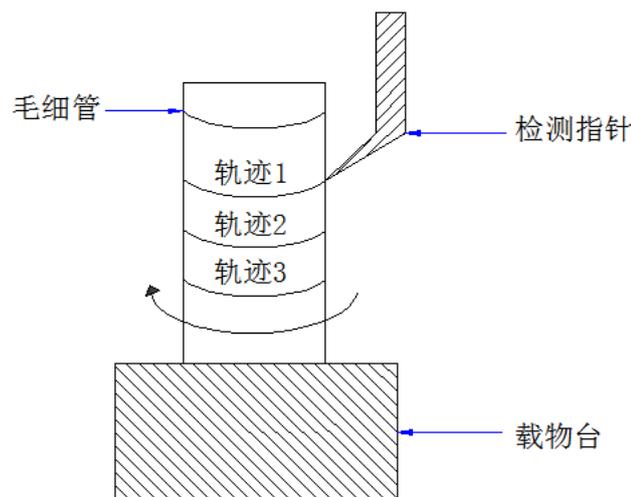


图12 毛细管外圆圆度/圆柱度测量装置

5.3.3.5 外圆圆柱度的测量

采用圆度仪测量，测量装置如图12所示，毛细管固定在载物台上并转动一周，探针置于毛细管外圆柱面沿轴向移动，测量三个点的轨迹，测量轨迹如图12中的轨迹1，轨迹2，轨迹3所示，不同截面上测量的最大值与最小值直径差值的一半即为圆柱度。

5.3.3.6 角偏差

毛细管角偏差通常采用针规辅助法和投影法测量。

角偏差针规辅助法测量装置如图13所示。

测量装置要求如下：

- 针规：长度要求 $\geq 30\text{mm}$ ；外径与毛细管内孔间隙要求 $\leq 0.5\ \mu\text{m}$ ；
- V型支撑座：V型槽角度为 108° ；

——测试仪：测量精度为 10 μm，测试仪与毛细管外圆柱轴线垂直。

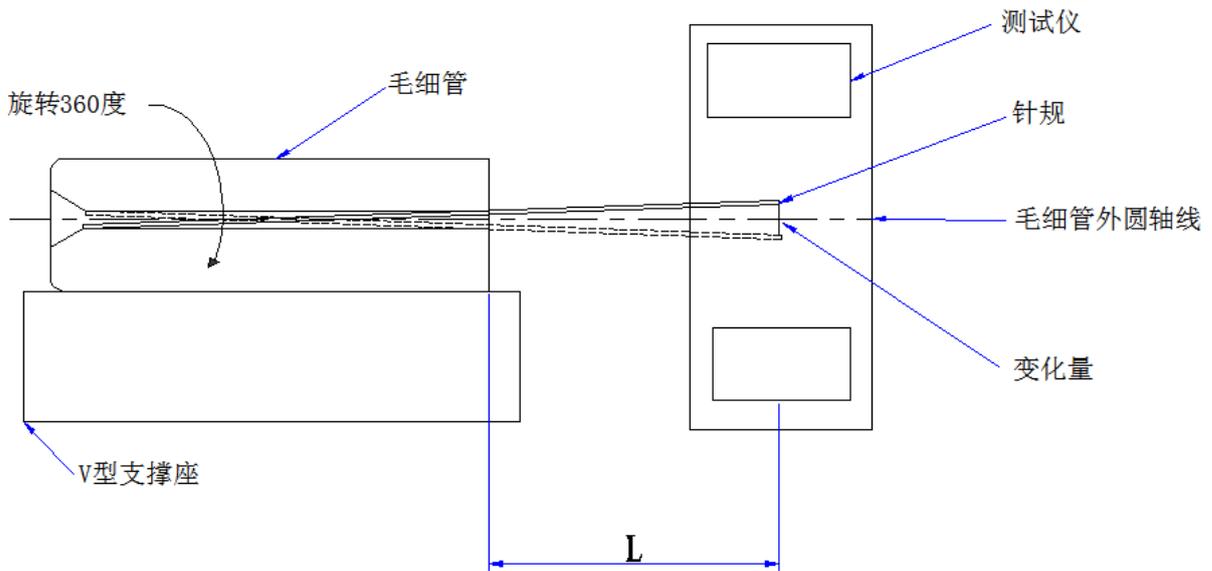


图13 角偏差针规辅助法测量装置

$$a = \arctg \frac{\Delta X}{2L} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

a——角偏差，单位为度；

ΔX——激光测试仪测试的变化量，单位为mm；

L——毛细管端面与激光测试面的距离，单位为mm。

5.3.3.7 表面粗糙度的测量

使用表面粗糙度测量仪进行测量。

5.3.3.8 偏心距的测量

同心度的测量方法适用于偏心距的测量。

5.4 试验条件

5.4.1 环境性能试验

5.4.1.1 温湿老化试验

试验步骤如下：

- a) 毛细管试样在 20 倍以上放大镜检查，端面平滑，无划痕、斑点、裂痕、大缺损等现象；
- b) 将试样放置在 85℃，85%RH 的恒温恒湿箱内，要求恒温恒湿箱的温度精度为±2℃，湿度精度为±2%，时间持续为 2000h；
- c) 试验结束后，将试样取出在常温下放置 2h，试样在 20 倍放大镜中观察，端面应平滑，无划痕、斑点、裂痕、大缺损等现象。

5.4.1.2 温度循环试验

试验步骤如下:

- a) 毛细管试样在 20 倍以上放大镜检查, 端面平滑, 无划痕、斑点、裂痕、大缺损等现象;
- b) 将试样放置在-40℃~+85℃温度循环箱内, 要求温度精度为±2℃, 极限温度下的维持时间大于等于 15min, 500 次循环;
- c) 试验结束后, 将试样取出在常温下放置 2h, 试样在 20 倍放大镜中观察, 端面应平滑, 无划痕、斑点、裂痕、大缺损等现象。

5.4.1.3 高温试验

试验步骤如下:

- a) 毛细管试样在 20 倍以上显微镜检查, 端面应平滑, 无划痕, 斑点, 裂痕, 缺损等现象;
- b) 将试样放置在 85℃的高温箱内, 要求高温箱的温度精度为±2℃, 持续时间 2000h;
- c) 试验结束后, 将试样取出后在常温下放置 2h, 试样的端面在 20 倍以上显微镜中观察, 端面应平滑, 无划痕, 斑点, 裂痕, 缺损, 起层, 波浪形和鱼鳞状等现象发生。

5.4.1.4 低温试验

试验步骤如下:

- a) 毛细管试样在 20 倍以上显微镜检查, 端面应平滑, 无划痕, 斑点, 裂痕, 缺损等现象;
- b) 将试样放置在-40℃的低温箱内, 要求高温箱的温度精度为±2℃, 持续时间 2000h;
- c) 试验结束后, 将试样取出后在常温下放置 2h, 试样的端面在 20 倍以上显微镜中观察, 端面应平滑, 无划痕, 斑点, 裂痕, 缺损, 起层, 波浪形和鱼鳞状等现象发生;

5.4.2 机械性能试验

5.4.2.1 密度测量

采用排水法来测量毛细管密度。

测量步骤如下:

- a) 测量空瓶重量 W₁;
- b) 测量空瓶注满水后的总重量 W₂;
- c) 测量空瓶加产品的总重量 W₃;
- d) 测量空瓶加产品再注满水后的总重量 W₄;

按照公式 (2) 计算:

$$\rho = \frac{(w_3 - w_1)}{[(w_2 - w_1) - (w_4 - w_3)] / \rho_{\text{水}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- ρ ----为毛细管密度, 单位为 g/cm³;
- $\rho_{\text{水}}$ ----为测量环境下水密度, 单位为 g/cm³;
- W₁----为空瓶重量, 单位为 g;
- W₂----为空瓶加注满水的总重量, 单位为 g;
- W₃----为空瓶加产品的中重量, 单位为 g;
- W₄----为空瓶加产品再注满水的总重量, 单位为 g。

5.4.2.2 抗弯强度试验

毛细管的抗弯强度直接影响产品的寿命，若抗弯强度太小，在使用过程中，容易出现毛细管断裂情况。抗弯强度的测试原理如图14所示。

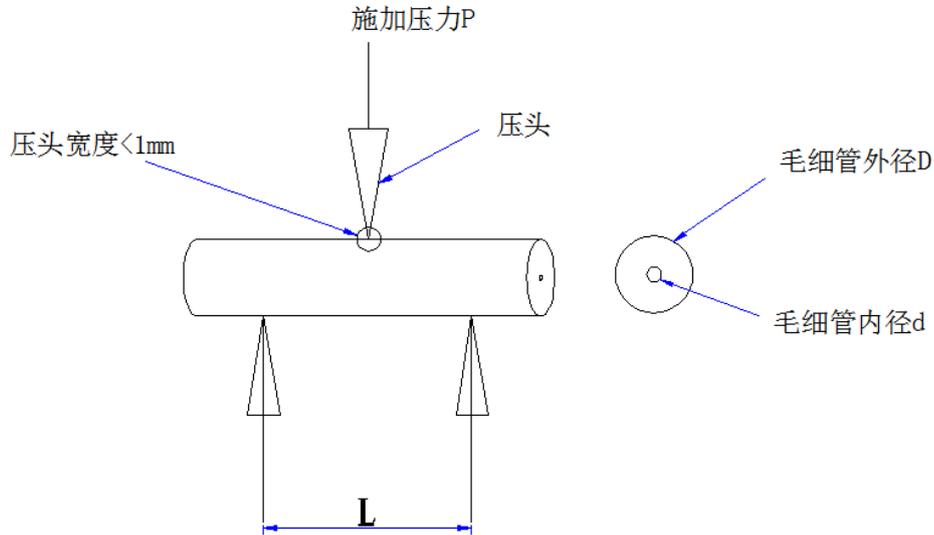


图14 抗弯强度测试原理图

试验步骤如下：

- a) 压头位置处于支撑跨距的中心位置。要求 1.8mm 毛细管抗弯支撑跨距 L 为 5mm, 1.0 毛细管抗弯支撑跨距 L 为 3mm, 压头宽度小于 1mm;
- b) 在压力位置正上方施加速率为 10N/s 的递增压力;
- c) 继续施加压力至毛细管断裂，记录施加压力最大值作为测试值 P;
- d) 通过公式 (3) 得出抗弯强度 σ_f 。

$$\sigma_f = \frac{8PL(1-d^4)}{\pi D^3} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- σ_f ----抗弯强度，单位为 MPa;
- P----施加的最大压力值，单位为 N;
- D----毛细管外径值，单位为 mm;
- E----毛细管内径值，单位为 mm;
- L----支撑点间跨距，单位为 mm。

5.4.2.3 硬度试验

使用检测莫氏硬度的测试仪进行测试。

6 质量评定程序

6.1 鉴定批准程序

6.1.1 初始制造阶段

初始制造阶段定义为：将毛细管毛坯制作成毛细管成品的制造阶段。

6.1.2 结构类似元器件

为鉴定和质量一致性检验，按下列界限对结构类似元器件进行定义：

- a) 具有相同的配合面尺寸；
- b) 用基本相同的材料制造；
- c) 按基本相同的设计制造；
- d) 采用基本相同的工艺和方法制造。

6.1.3 鉴定批准程序

采用固定样品质量检验程序进行鉴定批准。按照表7进行并按本部分固定的性能要求检验，检验一经成功完成，作为结构类似元器件而提交的全部规格产品将获得鉴定批准。

- a) 样品
被鉴定的样品应是成品毛细管。在完成了“0”组样品检验后，其他各组样品应从“0”组样品中随机抽取。
- b) 试验
按照表9规定的方法和顺序进行试验，这些样品应满足本部分规定的机械和环境性能要求。

表9 固定样品质量抽检程序

检验顺序	相应方法	产品数量
0 组检验		
----零部件外观检查	5.2	33
----尺寸	5.3	
1 组检验		
----湿热老化	5.4.1.1	11
----低温	5.4.1.4	
2 组检验		
----温度循环	5.4.1.2	11
----高温	5.4.1.3	
3 组检验		
----密度	5.4.2.1	11
----抗弯强度	5.4.2.2	
----硬度	5.4.2.3	

6.2 质量一致性

6.2.1 逐批检验

当正常生产有要求时，可采用逐批检验。逐批检验包括对样品进行表10中规定的A组检验。被检样品应从近期批量生产中随机抽取，抽取样品数量按GB/T2828.1-2012规定。

表10 逐批质量检验程序

检验顺序	相应方法	设定水平	
		检验水平 (IL)	合格质量水平 (AQL)
A 组			
----外观检验	5.2	II	0.4
----尺寸	5.3		

6.2.2 周期检验

当有规定要求时，可采用周期性检验。周期检验包括对样品进行表11中B组检验，应互相维持检验周期。检验一经成功完成，以结构类似元器件而提交的全部规格产品，将获得周期检验批准。

表11 周期质量检验程序

检验顺序	相应方法	设定水平	
		产品数量	月单位周期 (P)
B0 组			
----外观检验	5.2	33	24
----尺寸	5.3		
B1 组			
----湿热老化	5.4.1.1	11	24
----低温	5.4.1.4		
B2 组			
----温度循环	5.4.1.2	11	24
----高温	5.4.1.3		
B3 组			
----密度	5.4.2.1	11	24
----抗弯强度	5.4.2.2		
----硬度	5.4.2.3		

a) 样品

被鉴定的样品应是成品毛细管。在完成了“B0”组样品检验后，其他各组样品应从“B0”组样品中随机抽取。

b) 试验

按照表 11 规定的方法和顺序进行试验，试验样品应满足本部分规定的机械和环境性能要求。

7 检验

7.1 检验分类

毛细管的检验分两类：出厂检验和型式检验。

7.1.1 出厂检验

T/xxx xxx—xxx

分日常检验和抽样检验两种。

7.1.1.1 日常检验

该检验是生产厂家对全部产品进行的检验，其检验数据应随同产品提交给用户，毛细管需要进行日常检验的项目：外观，尺寸。

7.1.1.2 抽样检验

该检验是质量检验部门从批量生产中或不同时期产品中按一定比例抽取完整的产品或样品进行的检验。毛细管的抽样检验按6.2.1规定进行。

7.2 型式检验

毛细管有下列情况之一时，一般进行型式检验：

- a) 新产品定型鉴定或老产品转厂生产的试制；
- b) 正式生产后，如在结构/材料/工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品长期停产 12 月后，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与鉴定时的型式检验有较大差别时；
- e) 正常生产 24 个月后；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

注：型式检验按质量评定程序中的6.2.2进行。

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

8.1.1 标志内容

产品应标明产品型号/规格/编号/批次及安全等标志。

8.1.2 标志要求

进行全部试验后，标志应保持清晰。标志损伤了的产品必须重新打印标志，以保证发货之前标志的清晰。

8.1.3 污染控制标志

产品的污染控制标志应按SJ/T11364-2006第5章固定，在包装盒或产品上打印带电子信息产品污染控制标志。

8.2 包装

产品应有良好的包装及防护槽，避免在运输过程中受到损坏。包装盒上应有产品名称，型号和规格，生产厂家，产品执行标准号，防护标识，激光防护标志等。

包装盒内应有产品说明书。说明书内容包括产品名称，型号，主要技术指标，极限工作条件，安装尺寸，使用注意事项等。

8.3 运输

包装好的产品使用常用的交通工具运输，运输中避免雨水，雪的直接淋袭，烈日暴晒和猛烈撞击。

T/xxx xxx—xxx

8.4 储存

产品应储存在环境温度为-10℃~+40℃，相对湿度不大于80%且无腐蚀性气体/液体的仓库里。

附 录 A
(资料性附录)
毛细管加速老化试验方法

A.1 毛细管加速老化试验方法

毛细管加速试验方法试验步骤如下：

- a) 毛细管试验的端面抛光后，在 20 倍以上显微镜检查，端面应平滑，无划痕，斑点，裂痕，缺损等现象；
 - b) 将试样放置于 PCT 试验箱内，要求温度为 121℃，压强 0.2MPa，并密封保持 72h；
 - c) 试验结束后，将试样去除后在常温下放置 4h，试样的端面在 20 倍以上显微镜中观察，端面应平滑，无划痕，斑点，裂痕，缺损等现象。
-