



# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 533—2020

代替 JT/T 533—2004

---

## 沥青路面用纤维

Fiber for asphalt pavements

2020-04-28 发布

2020-07-01 实施

---

中华人民共和国交通运输部 发布

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 产品分类和标记 .....	1
5 技术要求和试验方法 .....	2
6 检验规则 .....	6
7 标志、包装、运输和储存 .....	9
附录 A(规范性附录) 絮状纤维的冲气筛分析试验方法 .....	10
附录 B(规范性附录) 木质纤维的灰分含量试验方法 .....	11
附录 C(规范性附录) pH 值试验方法 .....	12
附录 D(规范性附录) 吸油率试验方法 .....	13
附录 E(规范性附录) 含水率试验方法 .....	15
附录 F(规范性附录) 耐热性试验方法 .....	16
附录 G(规范性附录) 木质纤维含量试验方法 .....	17
附录 H(规范性附录) 纤维长度和直径试验方法 .....	20
附录 I(规范性附录) 液体置换法测定纤维密度试验方法 .....	22
附录 J(规范性附录) 比重瓶法测定纤维密度试验方法 .....	24
附录 K(规范性附录) 粒状木质纤维的颗粒直径和颗粒长度试验方法 .....	26
附录 L(规范性附录) 粒状木质纤维的筛分和磨损试验方法 .....	27
附录 M(规范性附录) 粒状木质纤维的造粒剂含量及旋转黏度试验方法 .....	30
附录 N(规范性附录) 粒状木质纤维的松方密度试验 .....	32
附录 O(规范性附录) 絮状矿物纤维的渣球含量试验方法 .....	34
附录 P(规范性附录) 絮状矿物纤维的耐高温、抗磨损性能试验方法 .....	35
附录 Q(规范性附录) 絮状矿物纤维的絮状纤维团质量含量试验方法 .....	36
附录 R(规范性附录) 束状纤维的长度试验方法 .....	37
附录 S(规范性附录) 纤维断裂强度和断裂伸长率试验方法 .....	38
附录 T(规范性附录) 横截面法测定纤维直径试验方法 .....	41
附录 U(规范性附录) 聚合物纤维的卷曲纤维含量试验方法 .....	43

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 JT/T 533—2004《沥青路面用木质素纤维》。与 JT/T 533—2004 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

——修改了木质纤维术语和定义,增加了矿物纤维、聚合物纤维的术语和定义(见第3章,2004年版的第3章);

——增加了产品分类和标记(见第4章);

——修改了木质纤维的技术要求(见5.1,2004年版的4.2);

——增加了矿物纤维的技术要求(见5.2);

——增加了聚合物纤维的技术要求(见5.3);

——增加了检验项目(见6.2);

——修改了组批和抽样要求(见6.3,2004年版的6.2);

——修改了包装要求(见7.2,2004年版的7.2);

——修改了絮状纤维的冲气筛分析试验方法(见附录A,2004年版的5.2);

——修改了木质纤维灰分含量试验方法(见附录B,2004年版的5.3);

——修改了吸油率试验方法(见附录D,2004年版的5.5);

——修改了含水率试验方法(见附录E,2004年版的5.6);

——修改了耐热性试验方法(见附录F,2004年版的5.7);

——增加了木质纤维含量试验方法(见附录G);

——修改了纤维长度测定方法(见附录H和附录R,2004年版的5.1);

——增加了纤维密度试验方法(见附录I和附录J)

——增加了粒状木质纤维试验方法(见附录K、附录L、附录M和附录N)

——增加了絮状矿物纤维试验方法(见附录O、附录P和附录Q)

——增加了纤维断裂强度和断裂伸长率试验方法(见附录S);

——增加了横截面法测定纤维直径试验方法(见附录T);

——增加了聚合物纤维的卷曲纤维含量试验方法(见附录U)。

本标准由全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会(SAC/TC 223)提出并归口。

本标准起草单位:交通运输部公路科学研究院、安徽省交通控股集团有限公司、福建省高速公路建设总指挥部、瑞登梅尔(上海)纤维贸易有限公司、长沙北美孚新材料科技有限公司、长沙理工大学、安徽省高速公路试验检测科研中心有限公司、湖南省交通科学研究院、北京伦怀科技有限公司。

本标准主要起草人:严二虎、曾俊铖、高晓影、常嵘、周震宇、陈飞、黄学文、吴林松、邵腊庚、何玉荣、冯力、李旭、浦永杰、肖菁、吴善周、王高超、张仕、罗恺彦、龚演、王志军。

本标准历次版本发布情况为:

——JT/T 533—2004。

# 沥青路面用纤维

## 1 范围

本标准规定了沥青路面用纤维的产品分类和标记、技术要求和试验方法、检验规则,以及标志、包装、运输和储存等要求。

本标准适用于沥青路面用纤维的生产、检验和使用。

## 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 14335 化学纤维 短纤维线密度试验方法

GB/T 16582 塑料 用毛细管法和偏光显微镜法测定部分结晶聚合物熔融行为(熔融温度或熔融范围)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**木质纤维 cellulose fiber**

以木材为原料进行化学或机械加工而成的植物纤维,以及以木质纤维为主要成分的回收废纸加工而成的植物纤维。

### 3.2

**矿物纤维 mineral fiber**

以玄武岩为主材料,经高温熔融、高速离心旋转、净化加工及阳离子浸润剂处理形成的絮状纤维,或经高温熔融、拉丝、亲油浸润剂处理及合股缠绕,并切短而成的束状纤维。

### 3.3

**聚合物纤维 polymer fiber**

以合成高分子聚合物为原料制成的化学纤维。

## 4 产品分类和标记

### 4.1 产品分类

#### 4.1.1 木质纤维

材料代码为 CF,分为絮状木质纤维和粒状木质纤维,形状代码分别为 XZ 和 LZ。

#### 4.1.2 矿物纤维

材料代码为 MF,分为絮状矿物纤维和束状矿物纤维,形状代码分别为 XZ 和 SZ。

4.1.3 聚合物纤维

聚合物纤维可按材料化学成分和纤维形状分类：

- a) 按材料化学成分：
- 1) 芳香族聚酰胺纤维,根据分子结构又分为聚对苯二甲酰对苯二胺纤维(材料代码为 PP-TA)和聚间苯二甲酰间苯二胺纤维(材料代码为 PMIA)等。当未明确具体化学成分时材料代码为 AR；
  - 2) 聚丙烯纤维,材料代码为 PP；
  - 3) 聚丙烯腈纤维,材料代码为 PAN；
  - 4) 聚酯纤维,根据分子结构又分为聚对苯二甲酸乙二酯纤维(材料代码为 PET)、聚对苯二甲酸丙二酯(材料代码为 PTT)和聚对苯二甲酸丁二酯(材料代码为 PBT)。当未明确具体化学成分时材料代码为 PES。
- b) 按纤维形状：
- 1) 单丝纤维,形状代码为 DS；
  - 2) 膜裂网状纤维,形状代码为 ML。

4.2 产品标记

4.2.1 絮状木质纤维、粒状木质纤维和絮状矿物纤维产品标记由标准号、材料代码和形状代码组成。

示例 1：

絮状木质纤维,标记为:JT/T × × × × -CF-XZ。

示例 2：

粒状木质纤维,标记为:JT/T × × × × -CF-LZ。

示例 3：

絮状矿物纤维,标记为:JT/T × × × × -MF-XZ。

4.2.2 束状矿物纤维、聚合物纤维产品标记由标准号、材料代码、形状代码、规格长度(单位为毫米)和规格直径(单位为微米)组成。

示例 1：

聚对苯二甲酸乙二酯纤维单丝纤维,规格长度 12mm、规格直径 10 $\mu$ m,标记为:JT/T × × × × -PET-DS-12/10。

示例 2：

束状矿物纤维,规格长度 9mm、规格直径 12 $\mu$ m,标记为:JT/T × × × × -MF-SZ-9/12。

5 技术要求和试验方法

5.1 木质纤维

5.1.1 絮状木质纤维技术要求和试验方法应符合表 1 的规定。

表 1 絮状木质纤维技术要求和试验方法

序号	项 目	技 术 要 求	试验方法
1	0.15mm 质量通过率(%)	60 ~ 80	附录 A
2	灰分含量(%)	13 ~ 23	附录 B
3	pH 值	6.5 ~ 8.5	附录 C
4	吸油率(倍)	5 ~ 9	附录 D

表 1(续)

序号	项 目	技 术 要 求	试验方法
5	含水率(%)	≤5	附录 E
6	质量损失(210℃,1h)(%)	≤6,且无燃烧	附录 F
7	木质纤维含量(%)	≥85	附录 G
8	最大长度(mm)	≤6	附录 H
9	平均长度	实测	附录 H
10	密度	实测	附录 I 或 J

5.1.2 粒状木质纤维应采用造粒剂,技术要求和试验方法应符合表 2 的规定。

表 2 粒状木质纤维技术要求和试验方法

序号	项 目		技 术 要 求		试验方法
			直径规格 4.0mm	直径规格 6.5mm	
1	颗粒直径(mm)		4.0±1	6.5±1	附录 K
2	颗粒长度(mm)		≤16	≤16	附录 K
3	原纤维颗粒筛分	4mm 通过率(%)	—	≤8	附录 L
4		2.8mm 通过率(%)	≤7	—	附录 L
5	磨损后纤维颗粒筛分	4mm 通过率增加值(%)	—	≤12	附录 L
6		2.8mm 通过率增加值(%)	≤11	—	附录 L
7	造粒剂	含量(%)	3~20		附录 M
8		旋转黏度(135℃)(mPa·s)	≥200		附录 M
9	灰分含量(%)		12~22		附录 B
10	质量损失(210℃,1h)(%)		≤6,且无燃烧现象		附录 F
11	含水率(%)		≤5		附录 E
12	松方密度(kg/m <sup>3</sup> )		350~550		附录 N
13	密度		实测		附录 I 或 J
14	热萃取后的木质纤维	吸油率(倍)	4~8		附录 D
15		木质纤维含量(%)	≥85		附录 G
16		最大长度(mm)	≤6		附录 H
17		平均长度	实测		附录 H

## 5.2 矿物纤维

5.2.1 通过目测进行检验,矿物纤维应色泽均匀,无污染。

5.2.2 絮状矿物纤维技术要求和试验方法应符合表 3 的规定。



表3 絮状矿物纤维技术要求和试验方法

序号	项 目	技 术 要 求	试验方法
1	平均长度(mm)	$\leq 6$	附录 H
2	平均直径( $\mu\text{m}$ )	$\leq 5$	附录 H
3	渣球含量(0.15mm)(%)	$\leq 20$	附录 O
4	0.15mm 质量通过率(%)	$60 \pm 10$	附录 A
5	0.15mm 通过率增加值(%)	$\leq 22$	附录 P
6	吸油率(倍)	$\geq 2.0$	附录 D
7	密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	$\geq 2.600$	附录 I 或 J
8	含水率(%)	$\leq 1.0$	附录 E
9	絮状纤维团质量百分率(%)	$\leq 20$	附录 Q

5.2.3 束状矿物纤维技术要求和试验方法应符合表4的规定。

表4 束状矿物纤维技术要求和试验方法

序号	项 目		技 术 要 求	试验方法
1	长度	平均长度(mm)	6、9、12	附录 R
2		偏差(%)	$\pm 10$	附录 R
3	直径	平均直径( $\mu\text{m}$ )	16	附录 H
4		偏差(%)	$\pm 10$	附录 H
5	断裂强度(MPa)		$\geq 1\,000$	附录 S
6	断裂伸长率(%)		2.0~3.0	附录 S
7	断裂强度保留率(%)		$\geq 85$	附录 S
8	吸油率(倍)		$\geq 0.5$	附录 D
9	密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )		$\geq 2.600$	附录 I 或 J
10	含水率(%)		$\leq 0.2$	附录 E

5.3 聚合物纤维

5.3.1 聚合物纤维在自然光线下进行目测及手感检验,应颜色单一、无色差;手感柔软;无污染、无杂质。芳香族聚酰胺纤维、聚丙烯单丝纤维和聚酯纤维应为束状丝,切口均匀;聚丙烯腈纤维应为束状丝,切口为腰果形截面;聚丙烯网状纤维应开网均匀、规则,每10mm长度至少一个连接点,且为网状结构。

5.3.2 芳香族聚酰胺纤维技术要求和试验方法应符合表5的规定。

表5 芳香族聚酰胺纤维技术要求和试验方法

序号	参 数		技 术 要 求	试验方法
1	长度	平均值(mm)	6~12	附录 R
2		偏差(%)	$\pm 10$	附录 R

表 5(续)

序号	参 数		技 术 要 求	试验方法
3	直径	平均值( $\mu\text{m}$ )	8 ~ 15	附录 H
4		偏差(%)	$\pm 10$	附录 H
5	断裂强度(MPa)		$\geq 2\ 600$	附录 S
6	断裂伸长率(%)		$\geq 1.4$	附录 S
7	密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )		$1.430 \pm 0.050$	附录 I 或 J
8	卷曲纤维含量(%)		$\leq 3$	附录 U

5.3.3 聚丙烯纤维技术要求和试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 聚丙烯纤维技术要求和试验方法

序号	参 数		技 术 要 求		试验方法
			聚丙烯单丝纤维	聚丙烯网状纤维	
1	长度	平均值(mm)	10 ~ 38	10 ~ 38	附录 R
2		偏差(%)	$\pm 10$	$\pm 10$	附录 R
3	直径	平均值( $\mu\text{m}$ )	15 ~ 35	—	附录 H
4		偏差(%)	$\pm 10$	—	附录 H
5	断裂强度(MPa)		$\geq 270$	$\geq 350$	附录 S
6	断裂伸长率(%)		$\geq 8.0$	$\geq 8.0$	附录 S
7	密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )		$0.910 \pm 0.040$	$0.910 \pm 0.040$	附录 I 或 J
8	卷曲纤维含量(%)		$\leq 3$	$\leq 3$	附录 U
9	熔点( $^{\circ}\text{C}$ )		$\geq 160$	$\geq 160$	GB/T 16582

5.3.4 聚丙烯腈纤维技术要求和试验方法应符合表 7 的规定。

表 7 聚丙烯腈纤维技术要求和试验方法

序号	参 数		技 术 要 求	试验方法
1	长度	平均值(mm)	6 ~ 12	附录 R
2		偏差(%)	$\pm 10$	附录 R
3	直径	平均值( $\mu\text{m}$ )	15 ~ 25	附录 T
4		偏差(%)	$\pm 10$	附录 T
5	断裂强度(MPa)		$\geq 800$	附录 S
6	断裂伸长率(%)		$\geq 8.0$	附录 S
7	密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )		$1.183 \pm 0.053$	附录 I 或 J
8	卷曲纤维含量(%)		$\leq 3$	附录 U
9	熔点( $^{\circ}\text{C}$ )		$\geq 220$	GB/T 16582

5.3.5 聚酯纤维技术要求和试验方法应符合表 8 的规定。



表 8 聚酯纤维技术要求和试验方法

序号	参 数		技 术 要 求	试验方法
1	长度	平均值 (mm)	19 ~ 38	附录 R
2		偏差 (%)	± 10	附录 R
3	直径	平均值 (μm)	10 ~ 20	附录 H
4		偏差 (%)	± 10	附录 H
5	断裂强度 (MPa)		≥ 450	附录 S
6	断裂伸长率 (%)		≥ 20	附录 S
7	密度 (g/cm <sup>3</sup> )		1.360 ± 0.050	附录 I 或 J
8	卷曲纤维含量 (%)		≤ 3	附录 U
9	熔点 (°C)		≥ 240	GB/T 16582

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

6.1.1 纤维检验分为型式检验和出厂检验。

6.1.2 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品定型或者老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后,如材料、工艺有较大变更,可能影响产品性能;
- c) 产品停产一年以上,恢复生产;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异;
- e) 国家质量技术监督部门和行业管理部门提出型式试验要求。

### 6.2 检验项目

6.2.1 木质纤维的检验项目见表 9 和表 10。

表 9 絮状木质纤维的检验项目

项 目	技 术 要 求	试 验 方 法	型 式 检 验	出 厂 检 验
0.15mm 质量通过率	表 1 序号 1	附录 A	+	+
灰分含量	表 1 序号 2	附录 B	+	+
pH 值	表 1 序号 3	附录 C	+	+
吸油率	表 1 序号 4	附录 D	+	+
含水率	表 1 序号 5	附录 E	+	+
质量损失 (210°C, 1h)	表 1 序号 6	附录 F	+	+
木质纤维含量	表 1 序号 7	附录 G	+	+
最大长度	表 1 序号 8	附录 H	+	+
平均长度	表 1 序号 9	附录 H	+	-
密度	表 1 序号 10	附录 I 或 J	+	+
注:“+”表示需要检验;“-”表示不需要检验。				

表 10 粒状木质纤维的检验项目

项 目		技 术 要 求	试 验 方 法	型 式 检 验	出 厂 检 验
颗粒直径		表 2 序号 1	附录 K	+	+
颗粒长度		表 2 序号 2	附录 K	+	+
原纤维颗粒筛分	4mm 通过率	表 2 序号 3	附录 L	+	+
	2.8mm 通过率	表 2 序号 4	附录 L	+	+
磨损后纤维颗粒筛分	4mm 通过率增加值	表 2 序号 5	附录 L	+	-
	2.8mm 通过率增加值	表 2 序号 6	附录 L	+	-
造粒剂	含量	表 2 序号 7	附录 M	+	+
	旋转黏度(135℃)	表 2 序号 8	附录 M	+	+
灰分含量		表 2 序号 9	附录 B	+	+
质量损失(210℃,1h)		表 2 序号 10	附录 F	+	+
含水率		表 2 序号 11	附录 E	+	+
松方密度		表 2 序号 12	附录 N	+	+
密度		表 2 序号 13	附录 I 或 J	+	+
热萃取后的 木质纤维	吸油率	表 2 序号 14	附录 D	+	+
	木质纤维含量	表 2 序号 15	附录 G	+	+
	最大长度	表 2 序号 16	附录 H	+	+
	平均长度	表 2 序号 17	附录 H	+	-
注：“+”表示需要检验；“-”表示不需要检验。					

6.2.2 矿物纤维的检验项目见表 11 和表 12。

表 11 絮状矿物纤维的检验项目

项 目	技 术 要 求	试 验 方 法	型 式 检 验	出 厂 检 验
平均长度	表 3 序号 1	附录 H	+	+
平均直径	表 3 序号 2	附录 H	+	+
渣球含量(0.15mm)	表 3 序号 3	附录 O	+	+
0.15mm 质量通过率	表 3 序号 4	附录 A	+	+
0.15mm 通过率增加值	表 3 序号 5	附录 P	+	+
吸油率	表 3 序号 6	附录 D	+	+
密度	表 3 序号 7	附录 I 或 J	+	+
含水率	表 3 序号 8	附录 E	+	+
絮状纤维团质量百分率	表 3 序号 9	附录 Q	+	+
注：“+”表示需要检验。				

表 12 束状矿物纤维的检验项目

项 目		技 术 要 求	试 验 方 法	型 式 检 验	出 厂 检 验
长度	平均长度	表 4 序号 1	附录 R	+	+
	偏差	表 4 序号 2	附录 R	+	+
直径	平均直径	表 4 序号 3	附录 H	+	+
	偏差	表 4 序号 4	附录 H	+	+
断裂强度		表 4 序号 5	附录 S	+	-
断裂伸长率		表 4 序号 6	附录 S	+	-
断裂强度保留率		表 4 序号 7	附录 S	+	-
吸油率		表 4 序号 8	附录 D	+	+
密度		表 4 序号 9	附录 I 或 J	+	+
含水率		表 4 序号 10	附录 E	+	+
注：“+”表示需要检验；“-”表示不需要检验。					

6.2.3 聚合物纤维的检验项目见表 13。

表 13 聚合物纤维的检验项目

项 目		技 术 要 求				试验方法	型式检验	出厂检验
		芳香族 聚酰胺纤维	聚丙烯纤维	聚丙烯腈纤维	聚酯纤维			
长度	平均值	表 5 序号 1	表 6 序号 1	表 7 序号 1	表 8 序号 1	附录 R	+	+
	偏差	表 5 序号 2	表 6 序号 2	表 7 序号 2	表 8 序号 2	附录 R	+	+
直径	平均值	表 5 序号 3	表 6 序号 3	表 7 序号 3	表 8 序号 3	附录 H 或 T	+	+
	偏差	表 5 序号 4	表 6 序号 4	表 7 序号 4	表 8 序号 4	附录 H 或 T	+	+
断裂强度		表 5 序号 5	表 6 序号 5	表 7 序号 5	表 8 序号 5	附录 S	+	-
断裂伸长率		表 5 序号 6	表 6 序号 6	表 7 序号 6	表 8 序号 6	附录 S	+	-
密度		表 5 序号 7	表 6 序号 7	表 7 序号 7	表 8 序号 7	附录 I 或 J	+	+
卷曲纤维含量		表 5 序号 8	表 6 序号 8	表 7 序号 8	表 8 序号 8	附录 U	+	+
熔点		—	表 6 序号 9	表 7 序号 9	表 8 序号 9	GB/T 16582	+	-
注：“+”表示需要检验；“-”表示不需要检验。								

6.3 组批和抽样

6.3.1 组批

产品以批为单位进行验收,同一原料、同一配方、同一规格的产品每 50t 为一批,不足 50t 的以实际数量为一批。

6.3.2 抽样

以批为单位抽样。在不同包装袋、不同位置随机抽样后,混合、搅拌和四分法缩分得到两份样品,每

份样品 3kg,并立即采用塑料袋密封包装。

#### 6.4 判定规则

6.4.1 取一份样品进行检测,若所有项目检验合格,则判定该批次合格。

6.4.2 若有一项或一项以上不合格,则进行第二份样品不合格项复验。若所有复验项目检验合格,则判定该批次合格;否则判定该批次不合格。

### 7 标志、包装、运输和储存

#### 7.1 标志

应在外包装的显著位置注明以下内容:产品名称、标记、净质量、生产厂名、厂址、生产日期等,如有商标应在产品包装上标明。

#### 7.2 包装

7.2.1 包装应达到避光、密封防潮的要求。

7.2.2 可按沥青混凝土拌和机每盘用量进行小袋包装,若干个小袋组合成一个大件包装。小包装袋可使用高温可熔型材料,在沥青混凝土施工使用时无须拆包,可直接投入拌和机热料仓中拌和。

7.2.3 每批次产品应随货提供产品说明书、合格证和检验报告。产品说明书应包括产品名称、标记、出厂日期、主要特性、适用范围及推荐掺量、储存条件、使用方法及注意事项。

#### 7.3 运输

产品运输中应采取防潮、防雨、防晒、防污损等措施,应轻装轻卸、防止挤压,包装袋应完好无损。

#### 7.4 储存

产品应储存在通风、阴凉、干燥的仓库内,按批次堆放。产品应避免暴晒,并不得与其他易腐蚀的化学产品混放。





## 附录 A

## (规范性附录)

## 絮状纤维的冲气筛分析试验方法

## A.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 冲气筛分析仪:负压可调,试验时最大负压可达 3 500Pa,负压显示精度 1Pa;
- b) 冲气筛:方孔筛,直径 200mm,筛网 0.15mm;
- c) 电子天平:量程 1 000g,精度 0.01g;
- d) 烘箱:能够恒温  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- e) 瓷盘、毛刷、秒表。

## A.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成一份  $5\text{g} \pm 0.10\text{g}$  纤维试样(絮状矿物纤维约  $8\text{g} \pm 0.10\text{g}$ ),共取 2 份;将试样放入瓷盘中,在  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  烘箱中烘干 2h 以上,在干燥器中冷却至室温;
- b) 轻叩冲气筛,并用毛刷将筛上清理干净;将筛子放到天平上清零,将烘干试样放入筛子上称取  $m_0$ ,准确至 0.01g;
- c) 将装有试样的冲气筛安装到筛分仪上,盖好筛盖,接通电源,设定负压 3 000Pa 和筛分时间 10min,开动仪器进行筛分。持续筛分 10min,注意负压稳定在  $3\,000\text{Pa} \pm 300\text{Pa}$ ,喷嘴旋转速度为  $20\text{r}/\text{min} \pm 5\text{r}/\text{min}$ ;
- d) 筛分结束后,减量法称取筛上纤维质量  $m_1$ ,准确至 0.01g。

## A.3 试验数据处理

A.3.1 试样 0.15mm 质量通过率按式(A.1)计算,准确至 0.1。

$$P_{0.15} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中: $P_{0.15}$ ——试样 0.15mm 质量通过率(%);

$m_1$ ——筛分后 0.15mm 筛上纤维质量(g);

$m_0$ ——筛分前纤维试样质量(g)。

A.3.2 同一样品测定两次,取算术平均值作为 0.15mm 质量通过率试验结果,准确至 0.1%。当两次测定值的差值大于 4.0% 时,应重新取样进行试验。



## 附录 B

## (规范性附录)

## 木质纤维的灰分含量试验方法

## B.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 高温炉:封闭式高温炉,可恒温  $620^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 电子天平:精度为  $0.001\text{g}$ ;
- c) 坩埚:碗型陶瓷坩埚,上部内径约  $15.5\text{mm}$ ,高度约  $5.5\text{mm}$ ,容积为  $625\text{mL} \pm 75\text{mL}$ ;
- d) 烘箱:能够恒温  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- e) 打散机:四刀片刀头的料理机,转速约  $20\,000\text{r/min} \sim 30\,000\text{r/min}$ ,容积为  $200\text{mL} \sim 300\text{mL}$ 。
- f) 干燥器:干燥剂为硫酸钙。

## B.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成一份  $2.5\text{g} \pm 0.10\text{g}$  纤维试样,共取 2 份;将试样放入瓷盘中,在  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  烘箱中烘干  $2\text{h}$  以上,在干燥器中冷却;按同样方法将坩埚烘干、冷却;
- b) 将高温炉预热至  $620^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 将坩埚在天平上称取质量  $m_2$ ,准确至  $0.001\text{g}$ ;
- d) 将坩埚在天平上清零,将烘干纤维试样放入坩埚上称取质量  $m_0$ ,准确至  $0.001\text{g}$ ;
- e) 将坩埚(含纤维)置于高温炉中, $620^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}$  加热至质量恒重(指每间隔  $1\text{h}$  前后两次称量质量差不大于试样总质量的  $0.1\%$ ,本标准以下同),加热不少于  $2\text{h}$ ;
- f) 取出坩埚(含纤维灰分),放入干燥器中冷却(不少于  $30\text{min}$ )。将坩埚(含纤维灰分)放到天平上称取质量  $m_1$ ,准确至  $0.001\text{g}$ ;
- g) 对于粒状木质纤维,应按四分法一次取  $10\text{g} \pm 1\text{g}$  试样打散  $15\text{s} \pm 2\text{s}$ , $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  烘箱中烘干  $2\text{h}$  后,取 2 份  $2.5\text{g} \pm 0.10\text{g}$  纤维试样,按照步骤 b) ~ f) 进行试验。

## B.3 试验数据处理

B.3.1 纤维灰分含量按式(B.1)计算,准确至  $0.1$ 。

$$A_c = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

式中: $A_c$ ——纤维灰分含量(%);

$m_0$ ——纤维试样质量(g);

$m_1$ ——坩埚(含纤维灰分)质量(g);

$m_2$ ——坩埚质量(g)。

B.3.2 同一样品测定两次,取算术平均值作为灰分含量试验结果,准确至  $0.1\%$ 。当两次测定值的差值大于  $1.0\%$  时,应重新取样进行试验。



附 录 C  
(规范性附录)  
pH 值试验方法

C.1 试验仪器与材料

C.1.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 250mL 烧杯;
- b) 电子天平;精度 0.01g;
- c) 玻璃棒;
- d) pH 计;精度 0.01;
- e) 干燥器;干燥剂为硫酸钙。

C.1.2 试验材料

蒸馏水或去离子水。

C.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成一份  $5.00\text{g} \pm 0.10\text{g}$  纤维试样,共取 2 份;将试样放入瓷盘中,在  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  烘箱中烘干 2h 以上,在干燥器中冷却;
- b) 将烘干的纤维放入盛有 100mL 蒸馏水的烧杯中,用玻璃棒充分搅拌,静置 30min;
- c) 用 pH 计测纤维悬浮液的 pH 值,准确至 0.01。

C.3 试验数据处理

同一样品测定两次,取算术平均值为 pH 值试验结果,准确至 0.1。



附 录 D  
(规范性附录)  
吸油率试验方法

## D.1 试验仪器与材料

### D.1.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 纤维吸油率测定仪:试样筛,含筛子和筛底,筛网为 0.5mm;振动频率为 240 次/min,振幅 32mm;
- b) 电子天平:精度 0.01g;
- c) 烧杯:容积大于 200mL,若干;
- d) 烘箱:可恒温  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- e) 干燥器:干燥剂为硫酸钙;
- f) 收集容器、玻璃棒;
- g) 打散机:四刀片刀头的料理机,转速约 20 000r/min ~ 30 000r/min,容积为 200mL ~ 300mL。

### D.1.2 试验材料

煤油。

## D.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成 1 份  $5.00\text{g} \pm 0.10\text{g}$  纤维试样,共取 2 份;将试样放入瓷盘中,在  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  (聚合物纤维为  $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) 烘箱中烘干 2h 以上,在干燥器中冷却;
- b) 将烧杯放到天平上清零;将烘干试样放到烧杯中称取质量  $m_1$ ,准确至 0.01g;
- c) 向烧杯中倒入适量煤油没过纤维顶面约 2cm,然后静置 5min 以上;
- d) 轻叩、毛刷等清理干净试样筛,称取质量  $m_2$ ,准确至 0.01g;
- e) 将试样筛放在收集容器上方,将烧杯中的混合物轻轻倒入试样筛中,并用煤油将烧杯中纤维冲洗干净,并仔细倒入试样筛中;操作过程中不要扰动试样筛;
- f) 将试样筛(含吸有煤油的纤维)在纤维吸油率测定仪上安装好;启动测定仪,经 10min 振筛后自动停机;
- g) 取下试样筛,称取试样筛和吸有煤油的纤维质量  $m_3$ ,准确至 0.01g;
- h) 对于粒状木质纤维,采用四分法取 3 份  $5.5\text{g} \pm 0.1\text{g}$  粒状木质纤维,按附录 M 中 M.2.1 分别热萃取去造粒剂,并烘干、冷却;将去造粒剂的纤维混合拌匀,一次性取  $10.0\text{g} \pm 0.1\text{g}$  试样,打散机打散  $15\text{s} \pm 2\text{s}$ ;称取  $5.0\text{g} \pm 0.1\text{g}$  纤维试样 2 份,按照步骤 b) ~ g) 试验。

## D.3 试验数据处理

### D.3.1 纤维吸油率按式(D.1)计算,准确至 0.1 倍。

$$O_A = \frac{m_3 - m_2 - m_1}{m_1} \quad (\text{D.1})$$

式中: $O_A$ ——纤维吸油率(倍);

$m_1$ ——纤维试样质量(g)；

$m_2$ ——试样筛质量(g)；

$m_3$ ——试样筛,吸有煤油的纤维合计质量(g)。

D.3.2 同一样品测定两次,取平均值作为吸油率试验结果,准确至0.1倍。当两次测定值的差值大于1.0时,应重新取样进行试验。



## 附录 E

### (规范性附录)

### 含水率试验方法

#### E.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 烘箱:能够恒温  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 电子天平:精度  $0.001\text{g}$ ;
- c) 坩埚:碗型陶瓷坩埚,上部内径约  $15.5\text{mm}$ ,高度约  $5.5\text{mm}$ ,容积为  $625\text{mL} \pm 75\text{mL}$ ;
- d) 干燥器:干燥剂为硫酸钙。

#### E.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成一份  $10.0\text{g} \pm 0.1\text{g}$  纤维试样,共取 2 份;对于粒状木质纤维,按四分法取 2 份  $10.0\text{g} \pm 0.1\text{g}$  纤维试样;
- b) 将烘箱预热至  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 将坩埚放在天平上称取质量  $m_2$ ,准确至  $0.001\text{g}$ ;
- d) 将坩埚放在天平上清零,将试样放入坩埚后称取质量  $m_0$ ,准确至  $0.001\text{g}$ ;
- e) 将坩埚(含纤维)置于烘箱中, $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  加热至恒重,不少于 2h;
- f) 取出坩埚(含干燥纤维),放入干燥器中冷却。冷却后放到天平上称取坩埚(含干燥纤维)质量  $m_1$ ,准确至  $0.001\text{g}$ 。

#### E.3 试验数据处理

E.3.1 纤维含水率按式(E.1)计算,准确至 0.1。

$$W_c = \frac{m_0 - m_1 + m_2}{m_1 - m_2} \times 100\% \quad (\text{E.1})$$

式中: $W_c$ ——纤维含水率(%);

$m_0$ ——纤维试样质量(g);

$m_1$ ——坩埚(含干燥纤维)质量(g);

$m_2$ ——坩埚质量(g)。

E.3.2 同一样品测定两次,取算术平均值作为试验结果,准确至 0.1%。当两次测定值的差值大于 0.5% 时,应重新取样进行试验。



## 附录 F

### (规范性附录)

### 耐热性试验方法

#### F.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 烘箱:可恒温  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $210^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;在预热状态下,开门将纤维放入后,烘箱能够在 4min 内恢复到设定温度;
- b) 电子天平:精度 0.001g;
- c) 坩埚:碗型陶瓷坩埚,上部内径约 15.5mm,高度约 5.5mm,容积为  $625\text{mL} \pm 75\text{mL}$ ;
- d) 干燥器:干燥剂为硫酸钙。

#### F.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成 1 份  $10\text{g} \pm 0.10\text{g}$  纤维试样,共取 2 份;对于粒状木质纤维,按四分法取 2 份  $10\text{g} \pm 0.10\text{g}$  纤维试样。将纤维试样移入坩埚中,置于已预热至  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  的烘箱中烘干 2h,在干燥器中冷却(至少 30min);
- b) 将烘箱预热至  $210^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 将干燥坩埚在天平上称量,准确至 0.001g,记为  $m_2$ ;
- d) 将坩埚放在天平上清零,将试样放入坩埚后称取质量  $m_0$ ,准确至 0.001g;
- e) 将坩埚(含纤维)置于烘箱中, $210^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  加热  $1\text{h} \pm 1\text{min}$ 。加热完成后观察纤维是否有燃烧现象;
- f) 取出坩埚(含干燥纤维),放入干燥器中冷却。将坩埚(含纤维)放到天平上称取质量  $m_1$ ,准确至 0.001g。

#### F.3 试验数据处理

F.3.1 质量损失按式(F.1)计算,准确至 0.1。

$$A_c = \frac{m_0 - m_1 + m_2}{m_0} \times 100\% \quad (\text{F.1})$$

式中: $A_c$ ——质量损失(%);

$m_0$ ——纤维试样质量(g);

$m_1$ ——坩埚(含干燥纤维)质量(g);

$m_2$ ——坩埚质量(g)。

F.3.2 同一样品测定两次,取算术平均值作为质量损失试验结果,准确至 0.1%。当两次测定值的差值大于 0.5% 时,应重新取样进行试验。

F.3.3 记录试验过程中纤维是否有燃烧现象。如果有燃烧情况,则该纤维耐热性评定为不合格。



附 录 G  
(规范性附录)  
木质纤维含量试验方法

## G.1 试验仪器与材料

### G.1.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

a) 纤维图像分析仪:

- 1) 专用分析软件:能够实现多功能纤维分析测量,对于0.2mm以上的纤维,成像系统的采集效率应100%有效。测量长度分辨率0.01mm,宽度分辨率0.01 $\mu$ m;
- 2) 显微镜:放大倍数达40~400倍,带有孔径光阑的阿贝聚光镜;
- 3) 彩色数码摄像机:500万像素以上的CCD;
- 4) 摄配镜:放大倍数为0.5倍;
- 5) 照明装置:反射光LED。

b) 滴管:长约100mm,内径为5mm~8mm,一端粗细平滑但不封闭,另一端套一个橡胶囊,管上刻有0.5mL、1.0mL的刻度。

c) 移液管:5mL、15mL。

d) 显微镜载玻片、盖玻片。

e) 分散器:用于分散样品的低速搅拌器。

f) 棕色试剂瓶、小烧杯、滤纸。

g) 玻璃棒、解剖针、镊子。

### G.1.2 试验材料

试验材料如下:

a) 蒸馏水或去离子水;

b) 氯化锌( $\text{ZnCl}_2$ ):分析纯试剂;

c) 碘化钾(KI):分析纯试剂;

d) 碘( $\text{I}_2$ ):分析纯试剂。

## G.2 试验步骤

### G.2.1 赫兹伯格(Herzberg)染色剂配制

G.2.1.1 将20g氯化锌( $\text{ZnCl}_2$ )加入10mL蒸馏水或去离子水中,加热直至剩余溶质不再溶解,得到饱和氯化锌溶液。冷却溶液至室温后储存于棕色试剂瓶中备用。

G.2.1.2 称取2.1g碘化钾(KI)和0.1g碘( $\text{I}_2$ ),用移液管逐滴加入5mL蒸馏水或去离子水,边加水边搅拌均匀,得到碘溶液。碘在水中应完全溶解;若有碘残留而未被溶解,可能是水加入的速度太快,溶液应废弃。

G.2.1.3 在搅拌状态下,用移液管将配制好的碘溶液徐徐加入氯化锌溶液中,于暗处静置6h以上;待所有沉淀物沉降后,缓慢倒出上层清液至棕色滴瓶中,并在滴瓶中加入1~2粒碘片,得到赫兹伯格(Herzberg)染色剂。染色剂不用时应在黑暗处保存,有效期为两个月。

G.2.1.4 新染色剂在使用前,应用已知纤维检查。棉纤维应呈酒红色,如呈浅蓝色,则说明氯化锌溶



液浓度太高,应加入很少量的蒸馏水或去离子水进行稀释。化学浆纤维应呈蓝色至浅蓝紫色,如呈淡红色,说明氯化锌浓度太低,应加入少量氯化锌结晶片进行调整。

### G.2.2 试样制备

试样制备步骤如下:

- 在5个以上不同位置取大致等量样品组成约1g试样,放入小烧杯中,加蒸馏水或去离子水不断地搅拌,使纤维在水中分散。如果试样在水中难以分散,则可以煮沸几分钟,并不断搅拌,使纤维在水中充分分散;
- 在小烧杯中加入蒸馏水或去离子水进一步稀释纤维浓度至0.01%~0.05%,搅拌均匀。用滴管取约1.0mL悬浮液滴置于载玻片上,用解剖针使纤维均匀分散。将载玻片放入50℃~60℃的烘箱中干燥,并室温冷却;
- 纤维试样冷却后,加入2~3滴染色剂进行纤维染色;
- 染色1min~2min后,盖上盖玻片,避免气泡存在,用滤纸吸去多余的染色剂,试样即可供观察分析;
- 由于赫兹伯格(Herzberg)染色剂具有一定的膨润作用,时间长了易使纤维变形和褪色而影响测定结果,因此纤维载玻片宜现做现用;
- 纤维也可不进行染色,但当进行仲裁或争议时应进行试样染色。步骤b)中,待纤维均匀分散后盖上盖玻片,在烘箱中50℃~60℃干燥、室温冷却后备用;
- 共制作5块纤维载玻片;
- 对于粒状木质纤维,应按附录M中M.2.1热萃取得到絮状木质纤维后进行试验。

### G.2.3 试验步骤

按照如下试验步骤进行纤维含量测定:

- 将纤维载玻片置于显微镜下,借助于载物台移动纤维载玻片,通过目镜观察寻找代表性视野,选择合适放大倍数,拍摄形成纤维静态图片。观察纤维染色后的颜色可选择100~200倍数;观察纤维纵向形态特征可选择400~800倍数;
- 按照表G.1,通过纤维静态图片的纵向形态特征和染色情况来逐根鉴别纤维种类;当纤维不进行染色时可根据纤维纵向形态特征进行鉴别;

表 G.1 纤维类型识别标准

纤维类型	染色后纤维颜色	纵向形状特征
化学针叶木纤维	蓝色、浅蓝色	宽带状、断口锯齿状
化学阔叶木纤维	蓝色、浅蓝色	两端逐渐缩小成针状
化学机械针叶木纤维	暗蓝色、暗黄色、混杂蓝色和黄色	宽带状、断口锯齿状
化学机械阔叶木纤维	暗蓝色、暗黄色、混杂蓝色和黄色	两端逐渐缩小成针状
机械针叶木纤维	黄色	宽带状、断口锯齿状
机械阔叶木纤维	黄色	两端逐渐缩小成针状
棉等破布纤维	酒红色	长带状

- 化学浆纤维呈现蓝色,其蓝色深浅程度取决于制浆过程和脱木素程度,脱木素不完全的纤维呈现黄色。染色剂得到的颜色是不稳定的,化学浆纤维的蓝色会逐渐变深,机械浆纤维的黄色会逐渐呈现灰色调;

- d) 每个载玻片可选定多个不重叠的视野拍摄相应的静态图片,使有效纤维总根数为 40 ~ 50 根; 5 个纤维载玻片的有效纤维总根数为 200 ~ 250 根。长度小于 0.2mm 细小纤维或杂质,或不清晰纤维均为无效纤维,但应计入纵裂较大的纤维碎片。统计可识别的针叶木纤维、阔叶木纤维的根数以及有效纤维总根数;
- e) 对于同一纤维静态图片,应由 2 人单独进行识别,分别统计、计算。

### G.3 试验数据处理

G.3.1 木质纤维含量按式(G.1)计算,计算结果取整。

$$F_c = \frac{N_1}{N_0} \times 100\% \quad (\text{G.1})$$

式中: $F_c$ ——木质纤维的含量(%);

$N_1$ ——识别的针叶木纤维和阔叶木纤维的根数之和;

$N_0$ ——识别的纤维总根数。

G.3.2 取两人测定值的算术平均值作为木质纤维含量试验结果,准确至 1%。当两个测定值的差值大于 4% 时,应重新取样进行试验。



## 附录 H

### (规范性附录)

#### 纤维长度和直径试验方法

#### H.1 试验仪器与材料

##### H.1.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 纤维图像分析仪:见 G.1.1;
- b) 滴管:长约 100mm,内径为 5mm~8mm,一端粗细平滑但不封闭,另一端套一个橡胶囊,管上刻有 0.5mL、1.0mL 的刻度;
- c) 移液管:5mL、15mL 各若干个;
- d) 显微镜载玻片、盖玻片;
- e) 分散器:用于分散样品的低速搅拌器;
- f) 棕色试剂瓶、小烧杯、解剖针、镊子、滤纸;
- g) 玻璃棒。

##### H.1.2 试验材料

试验材料如下:

- a) 蒸馏水或去离子水;
- b) 浸液:等体积的甘油和蒸馏水混合物。

#### H.2 试验步骤

##### H.2.1 纤维试样制备

###### H.2.1.1 木质纤维和絮状矿物纤维试样制备

按 G.2.2 制作 5 块纤维载玻片,可不进行染色。

###### H.2.1.2 聚合物纤维试样制备

在 5 个以上不同位置取约 200 根纤维试样(注意同一束纤维中仅可取一根纤维,不得取多根纤维);再随机选取 50 根纤维,分成大致等量的三等份;取一份试样放在载玻片上,用玻璃棒蘸取适量浸液浸渍试样,用解剖针使纤维均匀分散,盖上盖玻片。共制作 3 块纤维载玻片。

###### H.2.1.3 束状矿物纤维试样制备

在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成约 5g 纤维试样,在 530℃~570℃ 的温度下灼烧 30min 去除浸润剂。冷却至室温后,按 H.2.1.2 共制作 3 块纤维载玻片。

##### H.2.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 置纤维载玻片于显微镜下。调整焦距使单纤维成像清晰,利用载物台缓慢移动纤维载玻片,通过目镜观察寻找代表性纤维的视野,选择合适的放大倍数,拍摄成静态图片;
- b) 对于木质纤维或絮状矿物纤维,每个载玻片可选定多个不重叠的视野拍摄相应静态图片,使有效纤维总根数为 40~50 根;5 个纤维载玻片的有效纤维总根数为 200~250 根。长度小于 0.2mm 细小纤维或杂质,纵裂较大的纤维碎片,重叠或不清晰纤维均为无效纤维;

- c) 对于束状矿物纤维或聚合物纤维,拍摄多张静态图片,应包含试样中每根纤维,同时避免重复测定同一根纤维;
- d) 测定纤维长度时,在静态图片中选定待测纤维,沿纤维走向,用鼠标在显示屏上点击单根纤维,把纤维细分成多段直线段,计算机自动描绘纤维骨架结构,并计算纤维长度  $L_i$ ;
- e) 测定纤维直径时,在静态图片中选定待测纤维,用鼠标在显示屏上点击纤维宽度方向两个边缘点,计算机计算距离即为纤维直径  $d_i$ ;
- f) 测定纤维最大长度时,调低放大倍数,利用载物台缓慢移动纤维载玻片,通过目镜观察全部载玻片上纤维,寻找其中认为最长的 3 根纤维,选择合适的放大倍数,拍摄形成静态图片后按 d) 测定选定纤维的长度;按同样方法测定所有纤维载玻片,取所有测定值的算术平均值作为纤维最大长度  $L_{\max}$ 。

### H.3 试验数据处理

H.3.1 纤维平均长度  $L$  按式(H.1)计算,准确至 0.1mm。

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \quad (\text{H.1})$$

式中: $L$ ——纤维的平均长度(mm);

$L_i$ ——第  $i$  根纤维的长度(mm);

$n$ ——测量的纤维总根数。

H.3.2 纤维长度偏差率按式(H.2)计算,准确至 0.1。

$$C_L = \frac{L_0 - L}{L_0} \times 100\% \quad (\text{H.2})$$

式中: $C_L$ ——纤维长度偏差率(%);

$L_0$ ——纤维规格长度(mm)。

H.3.3 纤维平均直径  $d$  按式(H.3)计算,准确至 0.1 $\mu\text{m}$ 。

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (\text{H.3})$$

式中: $d$ ——纤维平均直径( $\mu\text{m}$ );

$d_i$ ——第  $i$  根纤维的直径( $\mu\text{m}$ )。

H.3.4 纤维直径偏差率按式(H.4)计算,准确至 0.1。

$$C_d = \frac{d_0 - d}{d_0} \times 100\% \quad (\text{H.4})$$

式中: $C_d$ ——纤维直径偏差率(%);

$d_0$ ——纤维规格直径( $\mu\text{m}$ )。





## 附录 I

## (规范性附录)

## 液体置换法测定纤维密度试验方法

## 1.1 试验仪器与材料

## 1.1.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 分析天平:精度 0.1mg;
- b) 浸没容器:烧杯或其他适于盛放浸渍液的广口容器;
- c) 水平跨架:可将浸没容器支放在水平面板上;
- d) 温度计:量程 0℃ ~ 30℃,最小分度 0.1℃;
- e) 细丝:细金属线,耐腐蚀性,直径不大于 0.5mm;
- f) 坠球:适当质量、耐腐蚀的金属球,当纤维密度小于浸没液体密度时,可将其悬挂在系有试样的细丝上,使试样完全浸没在液体中。坠球上应有个开口方便样品和样品夹相连,同时密度不小于 7.0g/cm<sup>3</sup>;表面平滑,形状规则;
- g) 比重瓶:带侧臂式溢流毛细管,当浸渍液不是水时,用来测定浸渍液的密度。比重瓶应配备分度值为 1℃,范围为 0℃ ~ 30℃ 的温度计;
- h) 恒温水浴:温度控制精度 23℃ ± 0.5℃;
- i) 抽真空装置:必要时应用。

## 1.1.2 试验材料

试验材料及要求如下:

- a) 浸没液体:新鲜的蒸馏水或去矿物质水。如果水不能使样品受潮,则可以在水中洒几滴润湿剂;
- b) 其他浸没液体:当 a) 液体会影响纤维时,则可选煤油中蒸馏出的窄馏分。

## 1.2 试样处理

在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成一份  $3\text{g} \pm 0.5\text{g}$  纤维试样,共取 3 份;对于粒状木质纤维,按四分法取 3 份  $3\text{g} \pm 0.5\text{g}$  纤维试样。将纤维试样在  $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  (聚合物纤维为  $60^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ) 烘箱内烘干 2h,在干燥器中冷却到室温待用。

## 1.3 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 称取试样空中质量  $m_1$ ,准确至 0.1mg;
- b) 在分析天平挂钩上系上细线,将试样系在细线下端(如果需要,也将坠球系在下端)。细线下垂正好悬于水平跨架上方 25mm 处;
- c) 将盛有  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  的浸没液体的浸水容器放在水平跨架上,将悬挂试样完全浸没在浸没液体中。细线或试样(如果悬挂坠球,则包括坠球)不得接触浸水容器;
- d) 试样会携带空气,浸水时会产生气泡。可用一根金属线通过摩擦去除试样、细线(如果悬挂坠球,则包括坠球)上的气泡,尤其注意试样和坠球小孔处气泡。如果这种方法不能清除气泡,

- 建议抽真空处理。将浸泡试样放入一个单独容器中进行抽真空,直至无气泡;
- e) 测定悬挂的试样、细线(如果悬挂坠球,则包括坠球)的水中质量  $m_2$ 。应尽可能快地称取质量,以使样品吸收的水量最小;
  - f) 按照步骤 b) ~ e),测定细线(如果悬挂坠球,则包括坠球)水中质量  $m_3$ ,注意浸没深度与前一致;
  - g) 如果浸没液体不是水,则测定浸没液体的密度。称取干燥比重瓶质量  $m_4$ ;将  $23^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  新鲜的蒸馏水或去矿物质水,装满比重瓶,擦净比重瓶外壁上的水,称取瓶 + 水质量  $m_5$ ;清空比重瓶中水,烘干后,加入浸没液体装满比重瓶,采用同样的方法称取瓶 + 浸没液体质量  $m_6$ 。

#### 1.4 试验数据处理

1.4.1 浸没液体密度,对于水,直接取  $0.9975\text{g}/\text{cm}^3$ ;对于非水液体,浸没液体密度按式(1.1)计算,准确至  $0.001\text{g}/\text{cm}^3$ 。

$$\rho_1 = \frac{m_6 - m_4}{m_5 - m_4} \times 0.9975 \quad (1.1)$$

式中: $\rho_1$ ——浸没液体的密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$m_4$ ——比重瓶空中质量(g);

$m_5$ ——比重瓶 + 水质量(g);

$m_6$ ——比重瓶 + 液体质量(g)。

1.4.2 纤维密度按式(1.2)计算,准确至  $0.001\text{g}/\text{cm}^3$ 。

$$\rho = \frac{m_1}{m_1 + m_3 - m_2} \rho_1 \quad (1.2)$$

式中: $\rho$ ——纤维密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$m_1$ ——纤维样品空中质量(g);

$m_2$ ——纤维样品、细丝(如果有坠球,则包含坠球)液体中质量(g);

$m_3$ ——细丝(如果有坠球,则包含坠球)液体中质量(g)。

1.4.3 同一样品测定三次,取算术平均值作为密度试验结果,准确至  $0.001\text{g}/\text{cm}^3$ 。





## 附录 J

## (规范性附录)

## 比重瓶法测定纤维密度试验方法

## J.1 试验仪器与材料

## J.1.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- 分析天平;精度 0.1mg;
- 水平跨架;可将浸没容器支放在水平面板上;
- 温度计;量程 0℃~30℃,最小分度 0.1℃;
- 比重瓶;当浸渍液不是水时,用来测定浸渍液的密度。带侧臂式溢流毛细管。比重瓶应配备分度值为 1℃,范围为 0℃~30℃的温度计;
- 恒温水浴,温度控制精度 23℃±0.5℃;
- 干燥和抽真空装置。

## J.1.2 试验材料

试验材料及要求如下:

- 浸没液体;新鲜的蒸馏水或去矿物质水。如果水不能使样品受潮,则可以在水中洒几滴润湿剂;
- 其他浸没液体;当 a) 液体会影响纤维时,则可选煤油中蒸馏出的窄馏分。

## J.2 试验步骤

试验步骤如下:

- 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成一份 3g±0.5g 纤维试样,共取 3 份;对于粒状木质纤维,按四分法取 3 份 3g±0.5g 纤维试样;将纤维试样在 105℃±5℃(聚合物纤维为 60℃±5℃)烘箱内烘干 2h,在干燥器中冷却到室温待用;
- 称取干燥比重瓶质量  $m_1$ ;将试样放入比重瓶中称取试样质量  $m_2$ ;
- 将 23℃±0.5℃浸没液体注入比重瓶至试样完全浸没,将比重瓶放在干燥器中抽真空,去除气泡;停止抽真空,将 23℃±0.5℃浸没液体继续注满比重瓶,擦净比重瓶外壁上的水,称取比重瓶+液体+试样质量  $m_3$ ;
- 清空比重瓶中水,烘干后,注满 23℃±0.5℃浸没液体,将比重瓶放在干燥器中抽真空,去除气泡;停止抽真空,擦净比重瓶外壁上的水,称取比重瓶+浸没液体质量  $m_4$ ;
- 如果浸没液体不是水,则按照 d) 方法注满新鲜的蒸馏水或去矿物质水,称取比重瓶+水质量  $m_5$ 。

## J.3 试验数据处理

J.3.1 浸没液体密度,对于水,直接取 0.997 5g/cm<sup>3</sup>;对于非水液体,浸没液体密度按式(J.1)计算,准确至 0.001g/cm<sup>3</sup>。

$$\rho_l = \frac{m_4 - m_1}{m_5 - m_1} \times 0.9975 \quad (\text{J.1})$$

式中: $\rho_1$ ——浸没液体的密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$m_1$ ——比重瓶空中质量( $\text{g}$ );

$m_3$ ——比重瓶 + 水质量( $\text{g}$ );

$m_4$ ——比重瓶 + 液体质量( $\text{g}$ )。

J.3.2 纤维密度按式(J.2)计算,准确至 $0.001\text{g}/\text{cm}^3$ 。

$$\rho = \frac{m_2}{m_3 - m_4} \rho_1 \quad (\text{J.2})$$

式中: $\rho$ ——纤维密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$m_2$ ——纤维样品空中质量( $\text{g}$ );

$m_3$ ——比重瓶 + 液体 + 试样质量( $\text{g}$ )。

J.3.3 同一样品测定三次,取算术平均值作为密度试验结果,准确至 $0.001\text{g}/\text{cm}^3$ 。























## 附 录 P

## (规范性附录)

## 絮状矿物纤维的耐高温、抗磨损性能试验方法

## P.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 冲气筛分析仪:负压可调,试验时最大负压可达 3 500Pa,负压显示精度 1Pa;
- b) 冲气筛:直径 200mm,方孔筛,筛网 0.15mm;
- c) 天平:精度不小于 0.01g;
- d) 烘箱:能够恒温  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $210^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- e) 微型狄法尔试验仪:圆筒内径  $200\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ,内侧长  $154\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ,两端封闭,投料口的钢盖通过紧固螺栓和橡胶垫与钢筒紧闭密封。钢筒的回转速率为  $95\text{r/min} \sim 105\text{r/min}$ ;
- f) 10~20 倍放大镜。

## P.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成 1 份  $8\text{g} \pm 0.5\text{g}$  试样,共取 4 份;将每份试样放入  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  烘箱内烘干 2h;
- b) 取其中 2 份试样,在干燥器中冷却到室温;称取干燥试样质量后按附录 A 试验方法进行筛分析,计算 0.15mm 通过率,取平均值作为试验结果,记为  $P_0$ ;
- c) 取另外 2 份试样,在  $210^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  高温烘箱内继续加热 1h。将热的试样放入微型狄法尔试筒中,加 1 250g 钢球,设定转速  $100\text{r/min} \pm 5\text{r/min}$ ,磨损 10min。收集研磨后纤维试样,在干燥器中冷却到室温。按附录 A 试验方法进行筛分析,计算 0.15mm 通过率,取平均值作为试验结果,记为  $P_1$ 。

## P.3 试验数据处理

高温、磨损后 0.15mm 通过率增加值  $\Delta P$  按式(P.1)计算,准确至 0.1。

$$\Delta P = P_1 - P_0 \quad (\text{P.1})$$

式中: $\Delta P$ ——0.15mm 通过率增加值;

$P_0$ ——未经高温、磨损处理的纤维 0.15mm 通过率;

$P_1$ ——经高温、磨损处理后的纤维 0.15mm 通过率。



## 附录 Q

## (规范性附录)

## 絮状矿物纤维的絮状纤维团质量含量试验方法

## Q.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 天平:精度为 0.1g;
- b) 标准筛:方孔筛,直径为 9.5mm;
- c) 摇筛机。

## Q.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成 1 份  $100\text{g} \pm 1\text{g}$  试样,共取 3 份。将试样在  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  烘箱内烘干,在干燥器中冷却到室温待用;
- b) 称取干燥纤维质量  $M_0$ ,准确至 0.1g;
- c) 将 9.5mm 筛和筛底组成套筛,将试样放入顶筛上,盖上筛盖;将套筛放到摇筛机上振筛 5min;
- d) 取出筛子,减量法称取 9.5mm 筛上纤维质量  $M_1$ 。

## Q.3 试验数据处理

Q.3.1 纤维团质量百分率  $P_{9.5}$ 按式(Q.1)计算,准确至 0.1。

$$P_{9.5} = \frac{M_1}{M_0} \times 100\% \quad (\text{Q.1})$$

式中: $P_{9.5}$ ——絮状纤维团质量含量(%);

$M_0$ ——干燥纤维总质量(g);

$M_1$ ——9.5mm 筛上纤维质量(g)。

Q.3.2 同一样品测定三次,取算术平均值作为絮状纤维团质量含量试验结果,准确至 0.1%。





## 附录 R

## (规范性附录)

## 束状纤维的长度试验方法

## R.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 钢直尺:量程 150cm,分度值 1mm;
- b) 常闭镊子:钳口宽度不大于 0.5mm。

## R.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成 200 根纤维试样(注意同一束纤维中仅可取一根纤维,不得取多根纤维),再随机选取 25 根纤维试样;
- b) 取出一根纤维,用两把镊子分别夹持纤维的两端,保证纤维的两端在镊子的钳口以外刚好被看到;
- c) 将一侧镊子钳口处外露出的纤维同钢直尺的零刻度线处对齐;
- d) 将另一侧镊子沿钢直尺使纤维拉直(拉直时不要用力过猛)至卷曲刚好消失,当刚好能看到纤维端所对准的钢直尺的刻度即为该纤维的长度,准确至 0.5mm;
- e) 重复以上试验,测定 25 根纤维长度;
- f) 如果一束纤维切口整齐,也可以看成一根纤维,按照以上方法进行测量,为一个测定值。

## R.3 试验数据处理

纤维的平均长度按式(R.1)计算,准确至 1mm。

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \quad (\text{R.1})$$

式中: $L$ ——纤维的平均长度(mm);

$L_i$ ——单根(束)纤维的长度(mm);

$n$ ——试验测定的纤维总根数。



## 附录 S

## (规范性附录)

## 纤维断裂强度和断裂伸长率试验方法

## S.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 等速伸长拉伸试验机(CRE),要求如下:
  - 负荷测量:量程能适应试样最大荷载要求,误差应不大于0.1%;分辨率0.001N;
  - 伸长测量:量程0mm~100mm,误差应不大于0.05mm,分辨率1%;
  - 夹持器:采用平板式夹持器,下夹持器下降速度连续可调;隔距2mm~20mm连续可调,示值误差应不大于0.2mm;下夹持器动程0mm~100mm;
  - 具备负荷-伸长曲线储存、输出功能。
- b) 烘箱:能够恒温 $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 和 $210^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

## S.2 试验步骤

## S.2.1 试样准备

按如下要求准备试样:

- a) 在5个以上不同位置取大致等量样品组成约3g试样,当进行原样纤维断裂强度和断裂伸长率试验时,在 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (聚合物纤维为 $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ )烘箱内烘干2h,然后在干燥器中冷却至室温备用;当进行纤维耐热性试验时,将纤维置于 $210^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱内加热1h后,然后在干燥器中冷却至室温备用;
- b) 束状矿物纤维需分离出单根纤维后进行试验;单丝和膜裂网状聚合物纤维需分离出单根纤维后进行试验;
- c) 取分离后的单根纤维,随机抽取50根为一组试样。

## S.2.2 试验参数设定

试验参数设定如下:

- a) 拉伸速度参数设定:
  - 1) 当试样的平均断裂伸长率小于8%时,拉伸速度为每分钟50%名义隔距长度;
  - 2) 当试样的平均断裂伸长率为8%~50%时,拉伸速度为每分钟100%名义隔距长度;
  - 3) 当试样的平均断裂伸长率大于或等于50%时,拉伸速度为每分钟200%名义隔距长度。
- b) 名义隔距长度参数设定:
  - 1) 当合成纤维的名义长度小于6mm时,名义隔距长度采用2mm;
  - 2) 当合成纤维的名义长度为6mm~10mm时,名义隔距长度采用3mm;
  - 3) 当合成纤维的名义长度为10mm~19mm时,名义隔距长度采用5mm;
  - 4) 当合成纤维的名义长度大于19mm时,名义隔距长度采用10mm。
- c) 预张力参数设定:
 

根据纤维线密度,按以下推荐值计算确定预张力,其中纤维线密度由厂家给定,或按GB/T 14335测定:

  - 1) 束状矿物纤维,0.03cN/dtex~0.07cN/dtex;

- 2) 聚酯纤维, 0.15cN/dtex ~ 0.2cN/dtex;
- 3) 聚丙烯纤维, 0.07cN/dtex ~ 0.13cN/dtex;
- 4) 聚丙烯腈纤维, 0.07cN/dtex ~ 0.13cN/dtex;
- 5) 芳香族聚酰胺纤维, 0.05cN/dtex ~ 0.08cN/dtex。

### S.2.3 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 检查钳口, 确保钳口对正、平行, 以保证试验时施加荷载不产生偏移;
- b) 选择合适的张力夹, 随机夹取一根纤维的一端, 另一端在上夹持器中夹紧后放手, 让张力夹自由下垂, 以保证纤维沿轴向伸直, 再夹紧下夹持器;
- c) 在试样夹入夹持器时施加预张力, 施加的预张力能够消除纤维卷曲又能够避免纤维产生伸长, 不要用手触摸夹具之间试样;
- d) 开始拉伸试验, 直到试样被拉断, 记录断裂时荷载和断裂伸长值; 试验时应防止夹具夹持处打滑或夹伤纤维;
- e) 移动夹具回到零位, 取下断裂的纤维试样;
- f) 按附录 H (聚丙烯腈按附录 T) 方法测定断裂纤维直径; 对于膜裂网状纤维, 应测定对应的单根纤维直径;
- g) 在拉伸试验时仔细观察纤维断裂情况; 当纤维断裂在钳口上 (纤维断裂时看不出断裂端) 或在夹持器中滑移的数量超过 10%, 应检查和调试夹持器, 重新试验; 若不超过 10%, 则纤维断在钳口上或在夹持器中滑移的试样结果予以剔除。

### S.3 试验数据处理

S.3.1 单根纤维断裂强度按式 (S.1) 计算, 准确至 0.01MPa。

$$\sigma_i = \frac{4F_i}{\pi D_i^2} \quad (\text{S.1})$$

式中:  $\sigma_i$ ——第  $i$  根纤维的断裂强度 (MPa);

$F_i$ ——第  $i$  根纤维断裂时荷载 (N);

$D_i$ ——第  $i$  根纤维的直径 (mm)。

S.3.2 断裂强度按式 (S.2) 计算, 准确至 0.01MPa。

$$\sigma_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i}{n} \quad (\text{S.2})$$

式中:  $\sigma_1$ ——纤维的断裂强度 (MPa);

$n$ ——测定的纤维根数。

S.3.3 单根纤维断裂伸长率按式 (S.3) 计算, 准确至 0.1。

$$\varepsilon_i = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (\text{S.3})$$

式中:  $\varepsilon_i$ ——第  $i$  根纤维断裂伸长率 (%);

$L_i$ ——夹持器的断后隔距 (mm);

$L_0$ ——夹持器的原始隔距 (mm)。

S.3.4 纤维断裂伸长率按式 (S.4) 计算, 准确至 0.1。

$$\varepsilon_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i}{n} \quad (\text{S.4})$$

式中: $\varepsilon_1$ ——纤维断裂伸长率。

S.3.5 纤维断裂强度保留率按式(S.5)计算,准确至0.1。

$$P = \frac{\sigma_{\text{后}}}{\sigma_{\text{前}}} \times 100\% \quad (\text{S.5})$$

式中: $P$ ——纤维断裂强度保留率(%);

$\sigma_{\text{前}}$ ——原纤维的断裂强度(MPa);

$\sigma_{\text{后}}$ ——210℃加热1h后纤维的断裂强度(MPa)。

S.3.6 纤维直径、断裂强度和断裂伸长率的标准差和变异系数按式(S.6)、(S.7)计算,准确至0.1。

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (\text{S.6})$$

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \quad (\text{S.7})$$

式中: $S$ ——标准差;

$X_i$ ——单根纤维的测定值;

$\bar{X}$ ——测定平均值;

$C_v$ ——变异系数。

S.3.7 当断裂强度、断裂伸长率测定值任何一项的变异系数大于30%时,则该组试验结果无效,应重新试验。





## 附录 T

## (规范性附录)

## 横截面法测定纤维直径试验方法

## T.1 试验仪器与材料

## T.1.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 纤维图像分析仪:见 G.1.1;
- b) 显微镜载玻片、盖玻片;
- c) 塑料管:长度约 10mm,直径约 30mm;
- d) 一次性塑料杯、玻璃板、双面胶;
- e) 抛光机、砂纸(100 目~800 目)、抛光布。

## T.1.2 试验材料

试验材料及要求如下:

- a) 包裹树脂:快速固化的聚酯或环氧树脂;
- b) 脱模剂:硅脂等。

## T.2 试样制备和试验步骤

## T.2.1 试样制备

按如下要求制备试样:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成约 100 根纤维(注意同一束纤维中仅可分离出一根纤维,不得取多根纤维),再随机选取 50 根纤维试样;
- b) 在玻璃板上粘贴 40mm×40mm 的双面胶带;
- c) 在塑料管内涂覆脱模剂,以方便树脂块从管内取出;将塑料管的一端粘贴到玻璃板上的双面胶带上;
- d) 在一次性塑料杯中配制树脂;
- e) 玻璃板水平放置,逐根将纤维粘树脂,垂直放入管内,并垂直立于玻璃板上;把树脂缓慢注入塑料管内,在室温下固化,如果树脂固化不充分,可在烘箱中加热固化;
- f) 将固化的树脂从管中取出,用抛光机将树脂中垂直于纤维轴向的一面抛光,先用 100 目~150 目的砂纸打磨,再逐渐换用更细颗粒的砂纸继续抛光(至 800 目),最后用抛光布抛光。

## T.2.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 将试样置于载物台上,试样抛光表面朝上;调整焦距使单丝成像清晰,利用载物台缓慢移动纤维载玻片,通过目镜观察寻找代表性纤维的视野,选择合适的放大倍数,拍摄形成静态图片;
- b) 在静态图片中逐根选择单根纤维,用鼠标沿纤维横截面轮廓线点击、计算机自动描绘纤维横截面曲面,由软件计算横截面面积  $s_i$ 。

## T.3 试验数据处理

T.3.1 单根纤维的当量直径按式(T.1)计算,准确至 0.1 $\mu\text{m}$ 。



$$d_i = 2\sqrt{\frac{s_i}{\pi}} \quad (\text{T.1})$$

式中:  $d_i$ ——第  $i$  根纤维的当量直径( $\mu\text{m}$ );

$s_i$ ——第  $i$  根纤维的横截面面积( $\mu\text{m}^2$ )。

T.3.2 纤维平均直径按式(T.2)计算,准确至  $0.1\mu\text{m}$ 。

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (\text{T.2})$$

式中:  $d$ ——纤维的平均直径( $\mu\text{m}$ );

$n$ ——测量的纤维根数。

T.3.3 纤维直径偏差率按式(T.3)计算,准确至 0.1。

$$C_d = \frac{d_0 - d}{d_0} \times 100\% \quad (\text{T.3})$$

式中:  $C_d$ ——纤维直径偏差率(%);

$d_0$ ——纤维规格直径( $\mu\text{m}$ )。



## 附 录 U

## (规范性附录)

## 聚合物纤维的卷曲纤维含量试验方法

## U.1 试验仪器

试验仪器及要求如下:

- a) 烘箱:能够恒温  $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 镊子。

## U.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在 5 个以上不同位置取大致等量样品组成约 1g 纤维样品,在  $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  烘箱内烘干 2h,在干燥器中冷却至室温;
- b) 随机取不少于 100 根纤维为一组试样,统计其数量,记为  $N_0$ ;
- c) 逐根检查纤维,挑选出卷曲的纤维,统计其数量,记为  $N_1$ ;
- d) 卷曲的纤维判断标准:同时有一个或以上的卷曲峰和卷曲谷;
- e) 如果一束纤维切口整齐,也可以看成一根纤维,按以上方法进行测量。

## U.3 试验数据处理

卷曲纤维含量按式(U.1)计算,计算结果取整。

$$J_c = \frac{N_1}{N_0} \times 100\% \quad (\text{U.1})$$

式中: $J_c$ ——卷曲纤维含量(%);

$N_0$ ——测量的纤维总根数;

$N_1$ ——挑选出的卷曲纤维根数。

