

ICS 93.080

P66

备案号:



# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T ×××-20××

## 沥青路面用纤维稳定剂

Fiber used in asphalt mixtures

(征求意见稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

中华人民共和国交通运输部

发布



## 目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 产品分类及标记.....	2
5 技术要求.....	3
6 试验方法.....	7
7 检验规则.....	11
8 标志、包装、运输和储存.....	14
附录 A(规范性附录) 冲气筛分析试验方法.....	15
附录 B(规范性附录) 纤维长度和直径试验方法.....	17
附录 C(规范性附录) 灰分含量试验方法.....	21
附录 D(规范性附录) PH试验方法.....	23
附录 E(规范性附录) 吸油率试验方法.....	24
附录 F(规范性附录) 含水率试验方法.....	26
附录 G(规范性附录) 耐热性试验方法.....	27
附录 H(规范性附录) 木材纤维含量试验方法.....	29
附录 I(规范性附录) 絮状纤维松方密度试验.....	31
附录 J(规范性附录) 液体置换法测定纤维密度试验方法.....	33
附录 K(规范性附录) 比重瓶法测定纤维密度试验方法.....	36
附录 L(规范性附录) 粒状纤维的颗粒直径和长度.....	38
附录 M(规范性附录) 粒状纤维筛分和磨损试验方法.....	39
附录 N(规范性附录) 粒状纤维结合料含量及旋转粘度试验方法.....	42
附录 O(规范性附录) 粒状纤维松方密度试验.....	45
附录 P(规范性附录) 絮状矿物纤维渣球含量试验方法.....	47
附录 Q(规范性附录) 絮状矿物纤维耐高温、抗磨耗性能试验方法.....	48
附录 R(规范性附录) 絮状纤维团粒径分布试验方法.....	49
附录 S(规范性附录) 束状纤维长度试验方法.....	51

附录 T(规范性附录)	纤维断裂强度和断裂伸长率试验方法.....	52
附录 U(规范性附录)	横截面法测定纤维直径试验方法.....	56
附录 V(规范性附录)	卷曲纤维含量试验方法.....	58

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由全国交通工程设施（公路）标准化技术委员会(SAC/TC223) 提出并归口。

本标准起草单位：交通运输部公路科学研究院、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、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、王志军、常嵘、周震宇、邵腊庚、王高超、张仕、冯力、浦永杰、李旭、肖菁、谢丹。



# 沥青路面用纤维稳定剂

## 1 范围

本标准规定了沥青混合料用纤维的产品分类及标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存的要求。

本标准适用于沥青混合料用纤维的生产、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

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**纤维素纤维 cellulose fiber**

以木材为原料进行化学或机械加工而成的植物纤维，或者是以木材纤维为主要成分的二类及以上类别的回收废纸加工而成的植物纤维。

### 3.2

**矿物纤维 mineral fiber**

玄武岩，辉绿岩等硅酸盐类岩石，或矿渣，经高温熔融、高速离心、净化加工及阳离子施胶剂处理形成的絮状矿物纤维；或这些材料经高温熔融、拉丝、亲油浸润剂处理及合股缠绕，并切短而成的束状矿物纤维。

### 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。

### 3.4

**单丝纤维 monofilament fiber**

由相应的合成纤维基材经截面呈圆形或异形的喷丝头细孔压出，经后处理所制成的（当量直径在5 $\mu\text{m}$ ~100 $\mu\text{m}$ ）单丝和束状单丝纤维。

### 3.5

**膜裂网状纤维 fibrillated fiber**

由相应的有机熔体经挤出裂膜和高倍拉伸取向后制成相互牵连的网状纤维束。

## 4 产品分类及标记

### 4.1 产品分类

#### 4.1.1 按纤维来源，分为三类：

- a) 纤维素纤维；
- b) 矿物纤维；
- c) 聚合物纤维。

#### 4.1.2 按纤维素纤维形状，分为两类：

- a) 絮状纤维素纤维，代号LC；
- b) 粒状纤维素纤维，代号PC。

#### 4.1.3 按矿物纤维形状，分为两类：

- a) 絮状矿物纤维，代号LM；
- b) 束状矿物纤维，代号FM。

#### 4.1.4 按聚合物纤维形状，分为两类：

- a) 单丝纤维，代号M；
- b) 网状纤维，代号F。

#### 4.1.5 聚合物纤维按其原材料化学成分，分为五类：

- a) 芳香族聚酰胺纤维(代码 AR)，又分为聚对苯二甲酰对苯二胺纤维(代码PPTA)和聚间苯二甲酰间苯二胺纤维(代码PMIA)等；
- b) 聚丙烯纤维(代码PP)；
- c) 聚丙烯腈纤维(代码PAN)；
- d) 聚酯纤维(代码PES)，根据分子结构又分为聚对苯二甲酸乙二酯纤维(代码PET)，聚对苯二甲酸丙二酯(代码，PTT)和聚对苯二甲酸丁二酯(代码PBT)；
- e) 聚丙烯-芳香族聚酰胺纤维混合纤维(代号AR+PP)。

### 4.2 产品标记

#### 4.2.1 纤维素纤维产品标记应由类型代码、木材纤维素纤维含量组成，如图 1 所示。

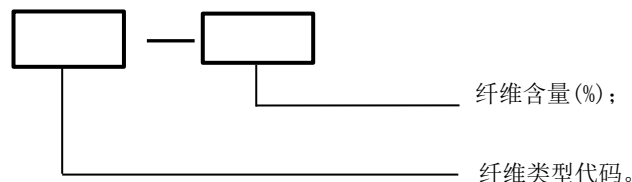


图 1 纤维素纤维产品标记方法

示例:絮状纤维素纤维，木材纤维素合计含量96%，标记为LC-96。

#### 4.2.2 矿物纤维产品标记应由形状代码、平均直径组成，如图 2 所示。



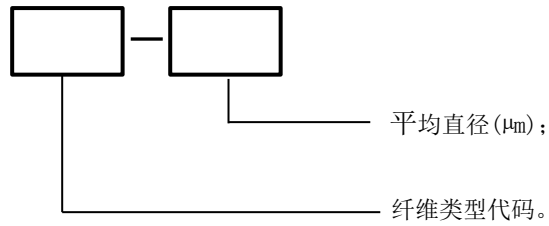


图2 矿物纤维产品标记方法

示例:絮状矿物纤维, 平均直径5μm, 标记为LM-5。

4.2.3 聚合物纤维产品标记应由材料代码、外形代号、平均长度组成, 如图3所示。

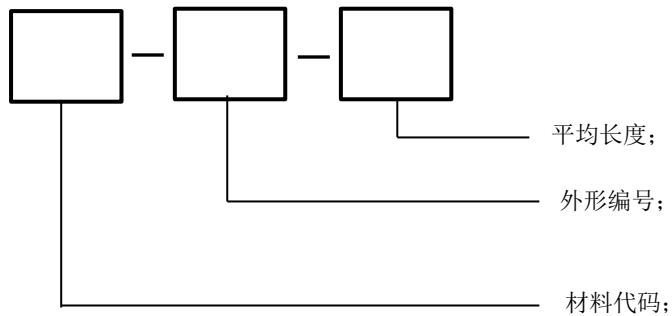


图3 聚合物纤维产品标记方法

示例:芳香族聚酰胺纤维纤维、单丝纤维、平均长度12mm, 标记为AR-M-12。

## 5 技术要求

### 5.1 纤维素纤维

5.1.1 絮状纤维素纤维技术要求见表1。

表1 絮状纤维素纤维技术要求

项 目	单 位	技术要求	
0.15mm 质量通过率	%	70±10	
灰分含量	%	18±5	
PH 值	-	7.5±1.0	
吸油率	倍	6.5±1.5	
含水率	%	≤5	
质量损失(210℃, 1h)	%	≤6	
木材纤维含量	%	≥95	
松方密度	g/l	30±10	
密度	g/cm <sup>3</sup>	实测值	
纤维尺寸	最大长度	mm	≤6
	平均长度	mm	实测值
	平均直径	μm	实测值

5.1.2 粒状纤维素纤维技术要求见表2, 宜选用沥青作为结合料。

表 2 粒状纤维素纤维技术要求

项 目		单位	技术要求	
纤维规格		-	4.5mm	6.5mm
颗粒直径		mm	4.5±0.5	6.5±0.5
颗粒长度		mm	≤16	≤16
原纤维颗粒筛分	4mm 通过率	%	—	≤8
	2.8mm 通过率	%	≤5	—
磨损后纤维颗粒筛分	4mm 通过率增加值	%	—	≤9
	2.8mm 通过率增加值	%	≤9	—
沥青类结合料	结合料含量	%	≤20	
	旋转粘度(135℃)	mPa·s	≥400	
蜡类结合料	结合料含量	%	≤8	
	旋转粘度(135℃)	mPa·s	≥20	
灰分含量		%	16±5	
质量损失(210℃, 1h)		%	≤6	
含水率		%	≤5	
松方密度		g/l	500±100	
密度		g/cm <sup>3</sup>	实测值	
热萃取后的絮状纤维	吸油率	倍	6±2	
	木材纤维含量	%	≥95	
	最大长度	mm	≤6	
	平均长度	mm	实测值	
	平均直径	mm	实测值	

## 5.2 矿物纤维

## 5.2.1 絮状纤维素纤维技术要求见表 3。

表 3 絮状矿物纤维技术要求

项 目		单位	技术性能
外观		—	色泽均匀, 无污染, 呈絮状颗粒
尺寸	平均长度	mm	≤6
	平均直径	μm	≤5
渣球含量(0.15mm)		%	≤18
0.15mm 质量通过率		%	60±10
0.15mm 通过率增加值		%	≤20
吸油率		倍	≥2.5

项 目	单 位	技术性能
密度	g/cm <sup>3</sup>	≥2.60
含水率	%	≤0.5
不同粒径纤维团质量百分率		
4.75-13.2mm	%	50±15
1.18-4.75mm	%	30±15
其他	%	20±15

5.2.2 束状矿物纤维技术要求见表4。

表4 束状矿物纤维技术要求

项 目		单 位	技术要求	
			合股丝纤维	加捻合股纱纤维
外观		—	色泽均匀，无污染	
尺寸	平均长度	mm	5-15	5-15
	平均直径	μm	9-25	7-13
断裂强度		MPa	≥1000	
断裂伸长率		%	≥2.1	
断裂强度保留率		%	≥85	
吸油率		倍	≥0.5	
密度		g/cm <sup>3</sup>	≥2.60	
含水率		%	≤0.5	

5.3 聚合物纤维

5.3.1 芳香族聚酰胺纤维技术要求见表5。

表5 芳香族聚酰胺纤维技术要求

参 数		单 位	技术要求
外观	颜色	—	单一、无色差
	手感	—	柔软
	洁净度	—	无污染、无杂质
	形状	—	单丝，切口均匀
长度	平均值	mm	6-12
	偏差	%	±10
直径	平均值	μm	8-15
	偏差	%	±10
断裂强度		MPa	≥2600
断裂伸长率		%	≥1.4
密度		g/cm <sup>3</sup>	1.43±0.05

参 数	单 位	技术要求
卷曲纤维含量	%	≤2

5.3.2 聚丙烯纤维技术要求见表 6。

表 6 聚丙烯纤维技术要求

参 数		单 位	技术要求	
			聚丙烯单丝纤维	聚丙烯网状纤维
外观	颜色	-	单一、无色差	单一、无色差
	手感	-	柔软	柔软
	洁净度	-	无污染、无杂质	无污染、无杂质
	形状	-	单丝，切口均匀	开网均匀、规则，每 10mm 长度至少一个连接点，目为网状结构
长度	平均值	mm	10-38	10-38
	偏差	%	±10	±10
直径	平均值	mm	15-35	-
	偏差	%	±10	-
断裂强度		MPa	≥270	≥350
断裂伸长率		%	≥8.0	≥8.0
密度		g/cm <sup>3</sup>	0.91±0.04	0.91±0.04
熔点		℃	≥160	≥160
卷曲纤维含量		%	≤2	≤2

5.3.3 聚丙烯腈纤维技术要求见表 7。

表 7 聚丙烯腈纤维技术要求

参 数		单 位	技术要求
外观	颜色	—	单一、无色差
	手感	—	柔软
	洁净度	—	无污染、无杂质
	形状	—	单丝，切口腰果形截面
长度	平均值	mm	6-12
	偏差	%	±10
直径	平均值	μm	15-25

参 数		单 位	技术要求
	偏差	%	±10
断裂强度		MPa	≥800
断裂伸长率		%	≥8.0
密度		g/cm <sup>3</sup>	1.18±0.05
熔点		℃	≥220
卷曲纤维含量		%	≤2

5.3.4 聚酯纤维技术要求见表 8。同时聚丙烯-芳香族聚酰胺纤维混合纤维，其芳香族聚酰胺纤维和聚丙烯纤维应分别满足表 8 相应的技术要求，且两种纤维长度平均值之差不大于 2mm。

表 8 聚酯纤维技术要求

参 数		单 位	技术要求
外观	颜色	—	单一、无色差
	手感	—	柔软
	洁净度	—	无污染、无杂质
	形状	—	单丝，切口均匀
长度	平均值	mm	19-38
	偏差	%	±10
直径	平均值	μm	10-20
	偏差	%	±10
断裂强度		MPa	≥450
断裂伸长率		%	≥20
密度		g/cm <sup>3</sup>	1.36±0.05
熔点		℃	≥246
卷曲纤维含量		%	≤2

## 6 试验方法

### 6.1 絮状纤维素纤维

#### 6.1.1 0.15mm 质量通过率

按附录 A 的规定进行。

#### 6.1.2 纤维尺寸

按附录 B 的规定进行。

#### 6.1.3 灰分含量

按附录 C 的规定进行。

6.1.4 PH 值

按附录 D 的规定进行。

6.1.5 吸油率

按附录 E 的规定进行。

6.1.6 含水率

按附录 F 的规定进行。

6.1.7 质量损失（210℃、1h）

按附录 G 的规定进行。。

6.1.8 木材纤维含量

按附录 H 的规定进行。

6.1.9 松方密度

按附录 I 的规定进行。

6.1.10 密度

按附录 J 或 K 的规定进行。

6.2 粒状纤维素纤维

6.2.1 颗粒的直径、长度

按附录 L 的规定进行。

6.2.2 4mm 通过率和 2.8mm 通过率

按附录 M 的规定进行。

6.2.3 4mm 通过率增加值和 2.8mm 通过率增加值

按附录 M 的规定进行。

6.2.4 结合料含量和旋转粘度

按附录 N 的规定进行。

6.2.5 灰分含量

按附录 C 的规定进行。

6.2.6 质量损失（210℃、1h）

按附录 G 的规定进行。

6.2.7 含水率

按附录 F 的规定进行。

6.2.8 松方密度

按附录 O 的规定进行。

6.2.9 密度

按附录 J 或 K 的规定进行。

6.2.10 吸油率

热萃取后的絮状纤维按附录 E 的规定进行。

6.2.11 木材纤维含量

热萃取后的絮状纤维按附录 H 的规定进行。

6.2.12 纤维尺寸

热萃取后的絮状纤维按附录 B 的规定进行。

6.3 絮状矿物纤维

6.3.1 外观

通过目测检验。

6.3.2 纤维尺寸

按附录 B 的规定进行。

6.3.3 渣球含量(0.15mm)

按附录 P 的规定进行。

6.3.4 0.15mm 质量通过率

按附录 A 试验方法进行。

6.3.5 0.15mm 通过率增加值

按附录 Q 的规定进行。

6.3.6 密度

按附录 J 或附录 K 的规定进行。

6.3.7 纤维团质量百分率

按附录 R 的规定进行。

6.3.8 吸油率

按附录 E 的规定进行。

6.3.9 含水率

按附录 F 的规定进行。

## 6.4 束状矿物纤维

### 6.4.1 外观

通过目测检验。

### 6.4.2 平均长度

按附录 S 的规定进行。

### 6.4.3 平均直径

按附录 B 的规定进行。

### 6.4.4 断裂强度、断裂伸长率和断裂强度保留率

按附录 T 的规定进行。

### 6.4.5 吸油率

按附录 E 的规定进行。

### 6.4.6 密度

按附录 J 或附录 K 的规定进行。

### 6.4.7 含水率

按附录 F 的规定进行。

## 6.5 聚合物纤维

### 6.5.1 外观

在自然光线下通过目测及手感检验聚合物纤维外观。

### 6.5.2 长度

按附录 S 的规定进行。

### 6.5.3 直径

对于非圆截面的聚丙烯腈纤维分离出单根纤维后，按附录 U 的规定进行。

对于圆截面的聚合物纤维分离出单根纤维后，按附录 B 的规定进行。

### 6.5.4 断裂强度、断裂伸长率

按附录 T 的规定进行。

### 6.5.5 密度

按附录 J 或附录 K 的规定进行。

### 6.5.6 熔点

按 GB/T 16582 方法的规定进行。

### 6.5.7 卷曲纤维含量



按附录 V 的规定进行。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

7.1.1 纤维检验分为型式检验和出厂检验。

7.1.2 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。

### 7.2 检验项目

7.2.1 纤维素纤维的型式检验和出厂检验的检验项目见表 9 和表 10。

表 9 絮状纤维素纤维的检验项目

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		4.1	5.1.1	+	+
灰分含量		4.1	5.1.3	+	+
PH 值		4.1	5.1.4	+	+
吸油率		4.1	5.1.5	+	+
含水率		4.1	5.1.6	+	+
质量损失(210℃, 1h)		4.1	5.1.7	+	+
木材纤维含量		4.1	5.1.8	+	+
松方密度		4.1	5.1.9	+	+
密度		4.1	5.1.10	+	-
纤维尺寸	最大长度	4.1	5.1.2	+	+
	平均长度	4.1	5.1.2	+	-
	平均直径	4.1	5.1.2	+	-
注：+ 表示需要检验，- 表示无需检验。					

表 10 粒状纤维素纤维的检验项目

项 目		技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
颗粒平均直径		4.2	5.2.1	+	+
颗粒平均长度		4.2	5.2.1	+	+
原纤维颗粒筛分	4mm 通过率	4.2	5.2.2	+	+
	2.8mm 通过率	4.2	5.2.2	+	+

项 目		技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
磨损后纤维颗粒筛分	4mm 通过率增加值	4.2	5.2.3	+	+
	2.8mm 通过率增加值	4.2	5.2.3	+	+
沥青类结合料	结合料含量	4.2	5.2.4	+	+
	旋转粘度(135℃)	4.2	5.2.4	+	-
蜡类结合料	结合料含量	4.2	5.2.4	+	+
	旋转粘度(135℃)	4.2	5.2.4	+	-
灰分含量		4.2	5.2.5	+	+
质量损失(210℃, 1h)		4.2	5.2.6	+	+
含水率		4.2	5.2.7	+	+
松方密度		4.2	5.2.8	+	+
密度		4.2	5.2.9	+	-
热萃取后的絮状纤维	吸油率	4.2	5.2.10	+	+
	木材纤维含量	4.2	5.2.11	+	+
	最大长度	4.2	5.2.12	+	+
	平均长度	4.2	5.2.12	+	+
	平均直径	4.2	5.2.12	+	+
注： + 表示需要检验， - 表示无需检验。					

7.2.2 矿物纤维型式检验和出厂检验的检验项目见表 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
外观	5.1	6.1.1	+	+
平均长度	5.1	6.1.2	+	+
平均直径	5.1	6.1.2	+	+
渣球含量(0.15mm)	5.1	6.1.3	+	+
0.15mm 质量通过率	5.1	6.1.4	+	+
0.15mm 通过率增加值	5.1	6.1.5	+	+
密度	5.1	6.1.6	+	-
纤维团质量百分率	5.1	6.1.7	+	+
吸油率	5.1	6.1.8	+	+
含水率	5.1	6.1.9	+	+
注： + 表示需要检验， - 表示无需检验。				

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
外观	5.2	6.2.1	+	+

项 目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
平均长度	5.2	6.2.2	+	+
平均直径	5.2	6.2.3	+	+
断裂强度	5.2	6.2.4	+	+
断裂伸长率	5.2	6.2.4	+	+
断裂强度保留率	5.2	6.2.4	+	+
吸油率	5.2	6.2.5	+	+
密度	5.2	6.2.6	+	-
含水率	5.2	6.2.7	+	+

注：+ 表示需要检验，- 表示无需检验。

7.2.3 聚合物纤维型式检验和出厂检验的检验项目见表 13。

表 13 聚合物纤维型式检验项目

参 数		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			
外观	颜色	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.1	+	+
	手感	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.1	+	+
	洁净度	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.1	+	+
	形状	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.1	+	+
长度	平均值	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.2	+	+
	偏差	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.2	+	+
直径	平均值	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.3	+	+
	偏差	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.3	+	+
断裂强度		5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.4	+	+
断裂伸长率		5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.4	+	+
密度		5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.5	+	+
卷曲纤维含量		5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.6	+	+
熔点		—	5.1.2	5.1.3	5.1.4	6.7	+	-

注：+ 表示需要检验，- 表示无需检验。

### 7.3 组批和抽样

#### 7.3.1 组批

产品以批为单位进行验收，同一原料、同一配方、同一规格的产品每一吨为一批，不足一吨的以实际数量为一批。

#### 7.3.2 抽样

以批为单位抽样。在不同包装袋、不同位置随机抽取样后，混合、搅拌和四分法缩分得到两份样品，每份样品 3kg。

#### 7.4 判定规则

7.4.1 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。

7.4.2 若有一项或以上不合格，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。

### 8 标志、包装、运输和储存

#### 8.1 标志

所有包装上均应在显著位置注明以下内容：产品名称、规格型号、净质量、生产厂名、厂址、生产日期、执行标准等，如有商标应在产品包装上标明。

#### 8.2 包装

8.2.1 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。

8.2.2 包装应达到避光、密封防潮的要求。

8.2.3 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及型号、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。

#### 8.3 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。

#### 8.4 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)

## 冲气筛分析试验方法

## A.1 试验仪器

试验仪器如下：

- a) 冲气筛分析仪：负压可调，试验时负压可达 2500Pa~3500Pa，负压显示精度 1Pa；
- b) 冲气筛：筛网 0.15mm；
- c) 电子天平：量程 1000g，精度为 0.01g；
- d) 烘箱：能够恒温 105℃±5℃；
- e) 瓷盘、毛刷、秒表等。

## A.2 方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取一定纤维样品放入瓷盘中，在 105℃±5℃烘箱中烘干 2h 以上，在干燥器中冷却；
- 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，取 5g±0.10g 纤维（絮状矿物纤维为 8g±0.10g）试样放入筛子上称量 $m_0$ ，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，设定负压和筛分时间，开动仪器进行筛分。持续筛分 10min，注意负压稳定在 2500Pa ~3500Pa；
- d) 到设定时间后筛分仪自动停止筛分。将装有试样的冲气筛放到天平上清零，将筛上纤维移走，轻叩冲气筛，并用毛刷将筛上清理干净，将筛子放到天平上称取质量 $m_1$ （取绝对值），准确至 0.01g；
- e) 按照以上完成两个试样的试验。

## A.3 计算和结果处理

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

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

式中：

- $P_{0.15}$ — 纤维 0.15mm 质量通过率，单位为百分比 (%)；
- $m_1$ — 筛分后 0.15mm 筛上纤维质量，单位为克 (g)；
- $m_0$ — 筛分前纤维质量，单位为克 (g)。

A.3.2 同一试样试验两次，两次试验结果的差值不大于 4% 时，取平均值作为试验结果。当两

次试验结果的差值大于 4%时，应重新取样进行试验。

## 附录 B

## (规范性附录)

## 纤维长度和直径试验方法

## B.1 仪器仪器与材料

## B.1.1 仪器

试验仪器如下：

## a) 纤维图像分析仪的要求如下：

- 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，宽度分辨率为 0.01  $\mu\text{m}$ ；
- 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 5-8mm，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) 烘箱。

## B.1.2 试验材料为蒸馏水或去离子水

## B.2 试验方法与步骤

## B.2.1 赫兹伯格(Herzberg)染色剂的配制

## B.2.1.1 试剂应使用分析纯试剂和蒸馏水或去离子水。

## B.2.1.2 饱和氯化锌溶液的配制

将 20g氯化锌 ( $\text{ZnCl}_2$ ) 加入到 10ml 蒸馏水或去离子水中，加热直至剩余溶质不再溶解。冷却溶液至室温，并观察有氯化锌结晶析出，储存此溶液于棕色试剂瓶中备用。

## B.2.1.3 碘溶液的配制

称取 2.1g 碘化钾(KI)和 0.1g 碘(I<sub>2</sub>)，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。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。

#### B. 2. 1. 4 赫兹伯格(Herzberg) 染色剂的配制

在搅拌状态下，用移液管将配制好的碘溶液徐徐加入到氯化锌溶液中，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。不用时将该溶液放在黑暗处保存，每两个月应制备更换一次。

B. 2. 1. 5 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。

#### B. 2. 2 纤维试样制备

##### B. 2. 2. 1 纤维素纤维试样制备步骤如下：

- a) 将适量试样放入小烧杯中，加蒸馏水或去离子水不断地搅拌，使纤维在水中分散。  
如果样品难以在水中分散，则可以煮沸几分钟，并不断搅拌，使纤维在水中分散；
- a) 小烧杯中加蒸馏水或去离子水进一步稀释至浓度 0.01%~0.05%，搅拌均匀。用滴管取约 1.0ml 悬浮液滴置于显微镜载玻片上，用解剖针或轻击载玻片的方法使纤维均匀分散。将载玻片放入烘箱 50℃~60℃干燥，并室温冷却；
- b) 纤维样品冷却后，加入 2、3 滴染色剂在纤维载玻片上，使纤维染色；
- c) 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；
- d) 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，影响测定结果，因此纤维试样以现做现用为宜。

##### B. 2. 2. 2 矿物纤维试样制备

称取约 2g 絮状矿物纤维，在 530℃-570℃的温度下灼烧 30min 去除粘结剂，冷却后剔除明显的非纤维状杂质后备用。

##### B. 2. 2. 3 聚合物纤维试样制备

称取约 1g 聚合物纤维，手工分离出单根纤维后备用。

#### B. 2. 3 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，拍摄形成静态图片，用于测定纤维的长度和直径；

- b) 在静态图片中，随机选择单根纤维。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 $L_i$ 。非常细小的纤维碎片可以忽略不计。观察足够视野的纤维，共测定 200 根纤维长度，取算术平均值作为纤维平均长度；
- c) 选择更大放大倍数，拍摄静态图片，随机选择单根纤维。用鼠标在显示屏上点击单根纤维纵侧面两个边缘点，计算机计算距离即为纤维直径 $d_i$ 。观察足够视野的纤维，随机测定 50 根纤维直径，计算算术平均值作为纤维平均直径；
- d) 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 5 根纤维，选择合适的放大倍数，逐根测定选定的纤维长度，取其中长度最大值为纤维最大长度 $L_{max}$ 。

### B.3 计算和结果处理

#### B.3.1 按式(B.1)计算纤维平均长度 $L$ ，准确至 0.1：

$$L = \frac{\sum L_i}{n} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$L$ —纤维的平均长度，单位为毫米 (mm)；

$L_i$ —单根纤维的长度，单位为毫米 (mm)；

$n$ —测量的单根纤维数量，单位为无量纲。

#### B.3.2 按式(B.2)计算纤维平均直径 $d$ ，准确至 0.1：

$$d = \frac{\sum d_i}{n} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$d$ —纤维的平均直径，单位为微米 ( $\mu\text{m}$ )；

$d_i$ —单根纤维的直径，单位为微米 ( $\mu\text{m}$ )；

$n$ —测量的单根纤维数量，单位为无量纲。



## 附录 C

## (规范性附录)

## 灰分含量试验方法

## C.1 仪器

试验仪器如下：

- a) 高温炉：封闭式高温炉，可恒温 590℃~650℃；
- b) 电子天平：精度为 0.001g；
- c) 坩埚：50ml；
- d) 烘箱：能够恒温 105℃±5℃；
- e) 打散机：将颗粒纤维打散为絮状；
- f) 干燥器：干燥剂为硫酸钙。

## C.2 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取一定纤维样品放入瓷盘中，在 105℃±5℃烘箱中烘干 2h 以上，在干燥器中冷却；同时，按同样方法将坩埚烘干、冷却；
- b) 对于粒状纤维素，应采用打散机打散后按 C.2.1 操作；
- c) 将高温炉预热至 590℃~650℃；
- d) 将坩埚在天平上称量质量 $m_2$ ，准确至 0.001g；
- e) 将坩埚在天平上清零，取 2.5g±0.10g 纤维试样放入坩埚上称量质量 $m_0$ ，准确至 0.001g；
- f) 将坩埚(含纤维)置于高温炉中，590℃~650℃加热至纤维质量恒重，不少于 2h；
- g) 取出坩埚(含纤维灰分)，放入干燥器中冷却（不少于 30min）。将坩埚(含纤维灰分)放到天平上称量质量 $m_1$ ，准确至 0.001g。

## C.3 计算和结果处理

C.3.1 纤维灰分含量按式 (C.1) 计算，准确至 0.1。

$$AC = \frac{(m_1 - m_2)}{m_0} \times 100 \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

AC—纤维灰分含量，单位为百分比（%）；

$m_0$ —纤维试样质量，单位为克（g）；

$m_1$ —坩埚(含纤维灰分)质量，单位为克（g）；

$m_2$ —坩埚质量，单位为克（g）。

C.3.2 同一试样试验两次，当两次试验结果的差值不大于 1%时，取平均值作为试验结果。当两次试验结果的差值大于 1%时，重新取样进行试验。

附录 D  
(规范性附录)  
PH 试验方法

D.1 仪器与材料

D.1.1 仪器

试验仪器如下：

- a) 250ml 烧杯；
- b) 电子天平：精度为 0.01g；
- c) 玻璃棒；
- d) PH 计（测量精度为 0.1）；
- e) 干燥器：干燥剂为硫酸钙。

D.1.2 材料为蒸馏水。

D.2 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取一定纤维样品放入瓷盘中，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) 称取  $5.00\text{g} \pm 0.10\text{g}$  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。

D.3 计算和结果处理

同一试样试验两次，取算术平均值为纤维的 PH 值，准确至 0.1。

## 附录 E

### (规范性附录)

#### 吸油率试验方法

##### E.1 仪器与材料

###### E.1.1 仪器

试验仪器如下：

- 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/分钟，振幅 32mm；
- b) 电子天平：精度为 0.01g；
- c) 烧杯：容积大于 200ml 若干；
- d) 烘箱：可恒温 105℃±5℃；
- e) 干燥器：干燥剂为硫酸钙；
- f) 收集容器、玻璃棒。

###### E.1.2 试验材料为煤油。

##### E.2 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取一定纤维样品放入瓷盘中，在 105℃±5℃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；取 5.00g±0.10g 烘干的纤维，放到烧杯中称量质量  $m_1$ ，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、毛刷筛等清理干净试样筛，称量质量  $m_2$ ，准确至 0.01g；
- e) 将试样筛放在收集容器上方，将烧杯中的混合物倒入试样筛中，并用煤油轻轻将烧杯中纤维冲洗干净，并全部倒入试样筛中；操作过程中不要振动试样筛；
- f) 将试样筛(吸含油的纤维)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。

##### E.3 计算和结果处理

###### E.3.1 纤维吸油率按式 (E.1) 计算，准确至 0.1。

$$OA = \frac{(m_3 - m_2 - m_1)}{m_1} \times 100 \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

OA— 纤维吸油率，单位为倍 (times)；

$m_1$ — 纤维试样质量，单位为克 (g)；

$m_2$ — 试样筛质量，单位为克 (g)；

$m_3$ — 试样筛、吸有煤油的纤维合计质量，单位为克 (g)。

E. 3. 2 同一试样试验两次，当试验结果的差值不大于 1 时，取平均值作为试验结果。当试验结果的差值大于 1 时，重新取样进行试验。

附录 F  
(规范性附录)  
含水率试验方法

F.1 仪器

试验仪器如下:

- a) 烘箱: 能够恒温 105℃±5℃;
- b) 电子天平: 精度为 0.001g;
- c) 浅瓷盘:
- d) 干燥器: 干燥剂为硫酸钙。

F.2 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下:

- a) 将烘箱预热至 105℃±5℃;
- b) 将瓷盘放在天平上称量质量 $m_2$ , 准确至 0.001g;
- c) 将瓷盘在天平上清零, 取 10.0g±0.1g纤维试样放入瓷盘中称量质量 $m_0$ , 准确至 0.001g;
- d) 将瓷盘(含纤维)置于烘箱中, 105℃±5℃加热至恒重, 不少于 2h;
- e) 取出瓷盘(含纤维), 放入干燥器中冷却。冷却后将放到天平上称量瓷盘(含纤维)质量 $m_1$ , 准确至 0.001g。

F.3 计算和结果处理

F.3.1 纤维含水率按式 (F.1) 计算, 准确至 0.1。

$$WC = \frac{(m_0 - m_1 + m_2)}{m_1 - m_2} \times 100 \dots\dots\dots (F.1)$$

式中:

- WC— 纤维含水率, 单位为百分比 (%) ;
- $m_0$ —纤维试样质量, 单位为克 (g);
- $m_1$ —瓷盘(含纤维灰分)质量, 单位为克 (g);
- $m_2$ —瓷盘质量, 单位为克 (g)。

F.3.2 同一试样试验两次, 当两次试验结果的差值不大于 0.5%时, 取平均值作为试验结果。当两次试验结果的差值大于 0.5%时, 重新取样进行试验。



附录 G  
(规范性附录)  
耐热性试验方法

G.1 仪器

试验仪器如下：

- a) 烘箱：可恒温 105℃±5℃、210℃±5℃；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：50ml；
- d) 瓷盘；
- e) 干燥器：干燥剂为硫酸钙。

G.2 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取一定质量的代表纤维样品。烘箱预热至 105℃±5℃后，将样品及坩埚放入瓷盘中，在 105℃±5℃烘箱中烘干 2h，在干燥器中冷却(至少 30min)；
- b) 将烘箱预热至 210℃±5℃；
- c) 将坩埚在天平上称量，准确至 0.001g，记为 $m_2$ ；
- d) 将坩埚在天平上清零，取 10g±0.10g纤维试样放入坩埚上称量，准确至 0.001g，记为 $m_0$ ；
- e) 将坩埚(含纤维)置于烘箱中，210℃±5℃恒温 1h±1min；注意观察纤维是否有燃烧现象；
- f) 取出坩埚(含纤维)，放入干燥器中冷却。将坩埚(含纤维)放到天平上称量质量 $m_1$ ，准确至 0.001g。

G.3 计算和结果处理

G.3.1 质量损失按式 (G.1) 计算，准确至 0.1。

$$AC = \frac{(m_1 - m_2)}{m_0} \times 100 \dots\dots\dots (G.1)$$

式中：

AC—质量损失，单位为百分比 (%)；

$m_0$ —纤维试样质量，单位为克 (g)；

$m_1$ —坩埚(含纤维)质量, 单位为克(g);

$m_2$ —坩埚质量, 单位为克(g)。

G.3.2 同一试样至少试验两次, 当两次试验结果的差值不大于0.5%时, 取平均值作为试验结果。当两次试验结果的差值大于0.5%时, 重新取样进行试验。

G.3.3 记录试验过程中纤维是否有燃烧现象。

## 附录 H

## (规范性附录)

## 木材纤维含量试验方法

## H.1 仪器与材料

## H.1.1 仪器

试验仪器如下：

- a) 纤维图像分析仪：同附录 B 中 B.1.1.1；
- b) 滴管：同附录 B 中 B.1.1.2；
- 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、解剖针、镊子、滤纸；
- g) 玻璃棒；
- h) 烘箱。

## H.1.2 试验材料为蒸馏水或去离子水

## H.2 试验方法和步骤

## H.2.1 赫兹伯格(Herzberg)染色剂配制

同按照附录 B 的 B.2.1。

## H.2.2 纤维试样制备

同附录 B 的 B.2.2。

## H.2.3 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 将纤维载玻片置于显微镜下，并在 100~200 倍放大倍数下观察纤维染色后的颜色，在 400~800 倍数下观察纤维纵向形态特征，通过形态特征和染色来鉴别纤维种类。；

表 H.1 纤维类型识别标准

纤维类型	纤维颜色	纵向形状
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	宽带状、断口锯齿状

纤维类型	纤维颜色	纵向形状
	和黄色	
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

- b) 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；
- c) 借助于载物台移动纤维载玻片，通过目镜观察寻找代表性纤维的视野，选择合适放大倍数，通过拍摄形成静态图片。按照 H. 2. 3. 1-H. 2. 3. 2 观测静态图片中每根纤维的类型。非常细小的纤维碎片可以忽略不计，但应统计那些纵裂较大的纤维碎片；
- d) 观察足够视野的纤维，共记录 200 根及以上根数的纤维，统计针叶木纤维、阔叶木纤维、破布纤维及其他纤维的数量。

### H. 3 计算和结果处理

#### H. 3. 1 按式(H. 1)计算木材纤维含量：

$$FC = \frac{N_1}{N_0} \times 100 \dots \dots \dots (H. 1)$$

式中：FC—木材纤维的含量，单位为百分比（%）；

N<sub>1</sub>—识别的针叶木材纤维和阔叶木材纤维的根数之和，单位为无量纲；

N<sub>0</sub>—识别的纤维总根数，单位为无量纲。

## 附录 I

(规范性附录)

## 絮状纤维松方密度试验

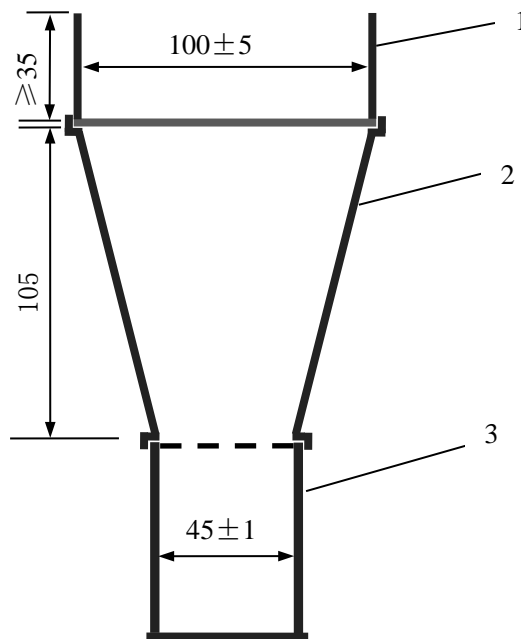
## I.1 仪器

试验仪器如下：

a) 絮状纤维密度仪：

- 1) 金属筒：容积约为 100ml 的不锈钢金属筒，内径  $45\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，高度  $63\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ；内表面应光滑；
- 2) 漏斗：内表面应光滑的金属漏斗；
- 3) 筛子：筛网为方孔筛，孔径为 1mm；

单位为毫米



说明：

- 1—筛子；                      2—漏斗；                      3—金属筒

图 I.1 絮状纤维密度仪

- b) 电子天平：精度 0.01g；
- c) 烘箱：可恒温  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 浅瓷盘、硬刷子、金属铲，钢尺等；
- e) 干燥器：干燥剂为硫酸钙。

## I.2 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取约 20g 纤维样品放入瓷盘中，在 105℃±5℃烘箱中烘干 2h 以上，在干燥器中冷却；
- b) 将金属筒清理干净；金属筒、漏斗及筛子依次组装好；取适量纤维放到筛子上，用硬刷将纤维从筛孔中刷入金属筒中，重复多次直至纤维略高出金属筒表面；
- c) 拿开金属筒上的筛子和漏斗，用直尺去除金属筒上多余的纤维；
- d) 试验过程中，不要振动、挤压金属筒中的纤维；
- e) 将瓷盘在天平上清零，将金属筒中纤维移入瓷盘称量质量 $m_0$ ，准确至 0.01g；
- f) 重复 I.2.2~I.2.5，完成两次测试；
- g) 将金属筒放到天平上清零，将 23℃±0.5℃纯净水，装满金属筒，擦净金属筒外壁上的水，称量金属筒盛满水的质量 $m_w$ ，准确至 0.01g。

## I.3 计算和结果处理

I.3.1 纤维松方密度按式 (I.1) 计算，准确至 0.1。

$$\rho_l = \frac{m_0}{V} \dots\dots\dots (I.1)$$

式中：

$\rho_l$ —纤维松方密度，单位为每升克(g/l)；

V—金属杯容积，单位为升(l)，按下式 (I.2) 计算；

$$V = \frac{m_w}{0.9975} \dots\dots\dots (I.2)$$

式中：

$m_w$ —金属杯盛满水的质量，单位为克(g)。

I.3.2 两次试验结果的差值，絮状纤维松方密度不大于 5g/l。当两次试验结果的差值不满足要求时，重新取样进行试验。

## 附录 J

## (规范性附录)

## 液体置换法测定纤维密度试验方法

## J.1 仪器与材料

## J.1.1 仪器

试验仪器如下：

- 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℃，最小分度为 0.1℃；
- e) 细丝：细金属线，耐腐蚀性，直径不大于 0.5mm；其长度应满足 J.3.2 要求；
- 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。坠球上应该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。

## J.1.2 材料

试验材料如下：

- 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) 浸没液体：当 J.1.2.1 会影响纤维时，则选其他液体。此时，液体必须不能溶解纤维样品或使纤维样品膨胀等其他影响，且能潮湿样品。同时，浸没液体应无吸湿性，低蒸汽压，低粘度，蒸发时要无蜡或焦油残渣。从煤油中蒸馏出的窄馏分满足大部分材料要求。

## J.2 试样处理

取代表性纤维试样 3g±0.5g，在 60℃±5℃烘箱内烘干 2h，在干燥器中冷却到室温待用。

## J.3 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 称量试样空中质量 $m_1$ ，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，尤其是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 $m_2$ 。应尽可能快称量出质量，以使样品吸收的水量最小；
- f) 按照 J.3.2~J.3.5 步骤，测定细线(如果悬挂坠球，则包括坠球)水中重 $m_3$ ，注意浸没深度与前一一致；
- 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，称量瓶+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，采用同样的方法称量瓶+浸没液体质量 $m_6$ ；
- h) 重复以上试验，测量三次。

#### J.4 计算和结果处理

J.4.1 浸没液体密度  $\rho_l$ ，对于水，直接取  $0.9975\text{g}/\text{cm}^3$ ；对于非水液体，按式(J.1)计算，准确至小数点后 4 位。

$$\rho_l = \frac{m_6 - m_4}{m_5 - m_4} \times 0.9975 \dots\dots\dots (J.1)$$

式中：

- $\rho_l$ —浸没液体的密度，单位为每立方厘米克 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )；
- $m_4$ —比重瓶空中质量，单位为克(g)；
- $m_5$ —比重瓶+水质量，单位为克(g)；
- $m_6$ —比重瓶+液体质量，单位为克(g)。

J.4.2 按式(J.2)计算纤维密度，准确至小数点后 3 位。



$$\rho = \frac{m_1}{m_1 + m_3 - m_2} \times \rho_l \quad \dots\dots\dots (J.2)$$

式中:

$\rho$  — 纤维密度, 单位为每立方厘米克 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$m_1$  — 纤维样品空中质量, 单位为克 (g);

$m_2$  — 纤维样品、细丝 (如果有坠球, 则包含坠球) 液体中质量, 单位为克 (g);

$m_3$  — 细丝 (如果有坠球, 则包含坠球) 液体中质量, 单位为克 (g)。

J. 4. 3 对于每个试样的密度, 至少进行三次测定, 取平均值作为试验结果, 准确至小数点后 3 位。

## 附录 K

### (规范性附录)

#### 比重瓶法测定纤维密度试验方法

##### K.1 仪器与材料

###### K.1.1 仪器

试验仪器如下：

- a) 分析天平：精度 0.1mg；
- b) 水平跨架：可将浸没容器支放在水平面板上；
- c) 温度计：量程 0℃~30℃，最小分度为 0.1℃；
- d) 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；
- e) 恒温水浴，温度控制精度 23℃±0.5℃；
- f) 干燥和抽真空装置。

###### K.1.2 材料

试验材料如下：

- 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) 浸没液体：其他液体。当 a) 会影响纤维时，则选其他液体。此时，液体必须不能溶解纤维样品或使纤维样品膨胀等其他影响，且能潮湿样品。同时，浸没液体应无吸湿性，低蒸汽压，低粘度，蒸发时要无蜡或焦油残渣。从煤油中蒸馏出的窄馏分满足大部分材料要求。

##### K.2 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取代表性纤维试样 3g±1g，在 60℃±5℃烘箱内烘干 2h，在干燥器中冷却到室温待用；
- b) 称取干燥比重瓶质量 m<sub>1</sub>；将试样放入比重瓶中称量试样质量 m<sub>2</sub>；
- c) 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，称量瓶+液体+试样质量 m<sub>3</sub>；
- d) 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，称量瓶+浸没液体质量  $m_4$ ；

e) 如果浸没液体不是水，则按照 K. 3. 4 注满新鲜的蒸馏水或去矿物质水，同样方法称量瓶+水质量  $m_5$ ；

f) 重复以上试验，测量三次。

### K. 3 计算与结果处理

K. 3. 1 浸没液体密度  $\rho_l$ ，对于水，直接取  $0.9975\text{g/cm}^3$ ；对于非水液体，按式 (K. 1) 计算，准确至小数点后 4 位。

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

式中：

$\rho_l$ —浸没液体的密度，单位为每立方厘米克 ( $\text{g/cm}^3$ )；

$m_1$ —比重瓶空中质量，单位为克 (g)；

$m_5$ —比重瓶+水质量，单位为克 (g)；

$m_4$ —比重瓶+液体质量，单位为克 (g)。

K. 3. 2 按式 (K. 2) 计算纤维密度，准确至小数点后 3 位。

$$\rho = \frac{m_2}{m_3 - m_4} \rho_l \dots \dots \dots \text{(K. 2)}$$

式中：

$\rho$ —纤维密度，单位为每立方厘米克 ( $\text{g/cm}^3$ )；

$m_2$ —纤维样品空中质量，单位为克 (g)；

$m_3$ —瓶+液体+试样质量，单位为克 (g)；

$m_4$ —瓶+浸没液体质量，单位为克 (g)。

K. 3. 3 对于每个试样的密度，至少进行三次测定，取平均值作为试验结果，准确至小数点后 3 位。

## 附录 L

## (规范性附录)

## 粒状纤维的颗粒直径和长度

## L.1 仪器

试验仪器如下：

- a) 游标卡尺：精度为 0.1mm。
- b) 瓷盘。

## L.2 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取适量粒状纤维，放到瓷盘中；
- b) 从瓷盘中挑选出 10 颗最大纤维颗粒；
- c) 用游标卡尺逐颗测量纤维颗粒的长度和直径，准确至 0.1mm。

## L.3 计算与结果处理

L.3.1 按式(L.1)计算纤维颗粒的平均长度 L，准确至 0.1：

$$L = \frac{\sum L_i}{n} \dots\dots\dots (L.1)$$

式中：

- L—纤维颗粒的长度，单位为毫米(mm)；
- $L_i$ —单颗纤维的长度，单位为毫米(mm)；
- n—测量的单个纤维颗粒数量，单位为无量纲。

L.3.2 按式(L.2)计算纤维颗粒的平均直径 d，准确至 0.1：

$$d = \frac{\sum d_i}{n} \dots\dots\dots (L.2)$$

式中：

- d—纤维颗粒的直径，单位为毫米(mm)；
- $d_i$ —单颗纤维的直径，单位为毫米(mm)；
- n—测量的单个纤维颗粒数量，单位为无量纲。

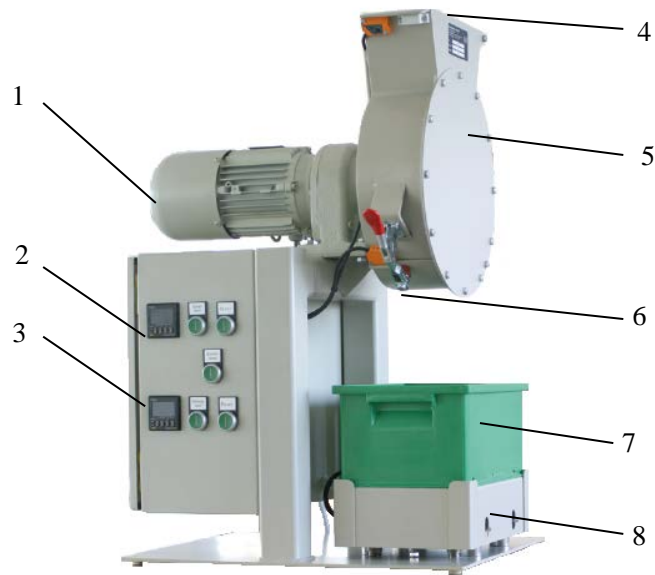
## 附录 M

(规范性附录)

## 粒状纤维筛分和磨损试验方法

## M.1 仪器

M.1.1 纤维磨耗机：磨耗机有研磨系统、振筛系统、控制系统和电机系统组成。其中研磨系统、振筛系统要求如下：



1—电机； 2—磨耗控制； 3—振筛控制； 4—进料口；  
5—磨耗室； 6—出料口； 7—矩形筛子； 8—振筛器。

图 M.1 纤维磨耗机样机

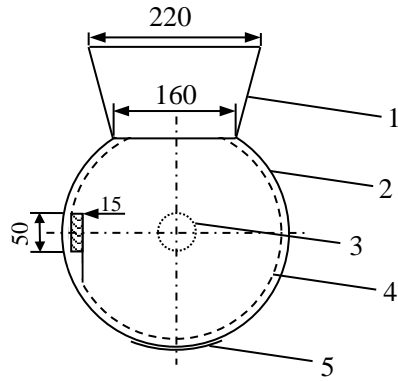
a) 振筛系统：4mm 筛孔(适合直径为 6.5mm 粒状纤维)、2.8mm 筛孔(适合直径为 4.5mm 粒状纤维)，振幅 2mm；

b) 研磨系统，由进料口、出料口、研磨室、研磨轮等组成；研磨轮宽度 4mm，直径 28cm，与研磨室内径之间有 1cm 的间隙，与研磨室两侧壁有 4.8cm 间距。研磨轮上需要有卷曲，长度 5cm，宽度 1.5cm，与研磨轮旋转平面夹角 30°。

M.1.2 电子天平：精度为 0.1g。

M.1.3 烘箱：能够恒温 105℃±5℃；

M.1.4 干燥器：干燥剂为硫酸钙；



1—进料口；2—研磨室；3—传动轴；4—研磨轮；5—出料口。

图 M. 2 a) 立面图

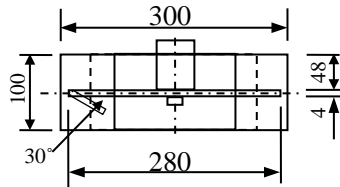


图 M. 2 b) 俯视图

图 M. 2 磨耗系统示意图

M. 1. 5 浅瓷盘。

M. 2 试验方法与步骤

M. 2. 1 粒状纤维筛分

试验步骤如下：

- a) 取 500g 纤维放入瓷盘中，在  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  烘箱中烘干 2h，在干燥器中冷却(至少 30min)；
- b) 将瓷盘放在天平上清零，取 100g 干燥后的纤维放在瓷盘上称量质量 $m_0$ ，准确至 0.1g；
- c) 将筛子放到研磨机振筛器上，开动振筛器、振筛 2min；
- d) 将瓷盘在天平上清零，将筛上纤维移到瓷盘中称量质量 $m_1$ ，准确至 0.1g。

M. 2. 2 纤维磨耗及再次筛分

- a) 将瓷盘放在天平上清零，取M. 2. 1. 1 干燥后的纤维 100g，放在瓷盘上称量质量 $m_2$ ，准确至 0.1g；

- b) 关闭出料口，将纤维从进料口放入磨耗室，关闭进料口，开启研磨机研磨 6s；
- c) 打开研磨机出料口，将纤维移到瓷盘中；按 M. 2. 1 再次筛分，并称量磨耗后筛分纤维质量  $m_3$ 。

### M. 3 计算与结果处理

M. 3. 1 磨耗前纤维质量通过率按式 (M. 1) 计算，准确至 0. 01。

$$P'_0 = 100 - \frac{m_1}{m_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (M. 1)$$

式中：

$P'_0$ —磨损前纤维质量通过率，单位为百分比(%)；

$m_0$ —纤维试样质量，单位为克(g)；

$m_1$ —2. 8mm筛上纤维质量，单位为克(g)。

M. 3. 2 磨耗前平行试样结果取算术平均值，记为  $P'_0$ ，准确至 0. 1%

M. 3. 3 磨耗后纤维质量通过率按式 (M. 2) 计算，准确至 0. 01。

$$P'_1 = \left(1 - \frac{m_3}{m_2}\right) \times 100 \quad \dots\dots\dots (M. 2)$$

式中：

$P'_1$ —磨耗后纤维质量通过率，单位为百分比(%)；

$m_2$ —纤维试样总质量，单位为克(g)；

$m_3$ —磨耗后 2. 8mm筛上纤维质量，单位为克(g)。

M. 3. 4 磨耗后平行试样结果取算术平均值，记为  $P_1$ ，准确至 0. 1%

M. 3. 5 磨耗后质量通过率增加值按式 (M. 3) 计算，准确至 0. 1。

$$W = P_1 - P_0 \quad \dots\dots\dots (M. 3)$$

式中：W—磨损后质量通过率增加值，%；

M. 3. 6 同一试样试验两次，纤维质量通过率的差值不大于 1%时，取平均值作为试验结果。当两次纤维质量通过率结果的差值大于 1%时，重新取样进行试验。

## 附录 N

### (规范性附录)

#### 粒状纤维结合料含量及旋转粘度试验方法

##### N.1 仪器与材料

###### N.1.1 仪器

试验仪器如下：

- a) 全自动索式热萃取仪：一体式金属浴加热；应同时具有加热萃取、淋洗、溶剂回收功能；具有计时和时间控制的循环系统；冷却水全自动控制。热萃取高温可达 300℃；溶剂杯容积 150ml；
- b) 蒸馏烧瓶，溶剂不小于 500ml；
- c) 可调电热炉；
- d) 锥形烧瓶：150ml 数个；
- e) 冷凝管、牛角管、烧杯和长柄镊子；
- f) 分析天平：分度值 0.1mg；
- g) 烘箱：能够恒温 105℃±5℃；
- h) 干燥器：干燥剂为硫酸钙；
- i) 过滤筒：200 目金属过滤网，也可以采用滤纸筒或滤纸；
- j) 布氏旋转粘度计。

###### N.1.2 试验材料

热萃取溶剂：石脑油或甲苯。

##### N.2 试验方法和步骤

###### N.2.1 样品制备

取适量粒状纤维，装入瓷盘中(不打散)。将瓷盘(含样品)在 105℃±5℃烘箱中烘干 2h，在干燥器中冷却。

###### N.2.2 结合料与纤维的分离

试验步骤如下：

- a) 将滤纸筒清理干净，放到分析天平上清零；取 5.5g±0.5g 纤维试样移入滤纸筒中称量质量 $m_1$ ，准确至 0.1mg；
- b) 热萃取仪安装妥当后，将装有试样的滤纸筒置于萃取容器内，也可以将滤纸包裹纤维颗粒置于萃取容器内，注意要包裹好，萃取过程中不要散开。将 100ml 溶剂注入



溶剂杯中；

- c) 按照热萃取仪操作要求，打开电源，设定萃取温度(一般为 220℃)、回流速度等参数，进行加热、萃取。萃取时加热温度不能过高，以溶剂刚沸腾、回流速度不低于 0.5 次/min 为宜。时间视试样中结合料含量而定，不得低于 2h，萃取至溶剂变为无色(黑色或黄色消失)为止；
- d) 萃取结束后，用长柄镊子取出滤纸筒(或滤纸包裹纤维)；将滤纸筒(或滤纸包裹纤维)放到 105℃±5℃烘箱中烘干 2h 以上，在干燥器中冷却；
- e) 冷却、干燥后滤纸筒放到分析天平上清零，清除纤维后称量质量  $m_2$ (取绝对值)，准确至 0.1mg。

### N. 2.3 结合料与溶剂的分离

试验步骤如下：

- a) 将溶剂杯中溶液移入蒸馏烧瓶中；
- b) 将盛有试样的蒸馏瓶放到电热套中，用原溶剂瓶做接受容器，将冷凝管、牛角管等将蒸馏瓶、接受容器等连接，接好水管；调整电热套温度，使溶剂快速蒸发、且无飞溅；
- c) 持续蒸馏至所有溶剂被蒸发，将残留物移到旋转粘度计旋转筒中；
- d) 按照以上步骤，多次蒸馏得到足够的残留物。

### N. 2.4 结合料旋转粘度试验

试验步骤如下：

- a) 检查旋转粘度计状态，开启粘度计温度控制器电源，设定试验温度 135℃；
- b) 选择合适的转子；烘箱预加热到 135℃，将盛有残留物的旋转筒和转子放入烘箱，保温 90min 以上；
- c) 将转子接到旋转粘度计上，启动电源进行仪器自检；将盛有残留物的旋转筒安装在粘度计上，降低粘度计使转子进入旋转筒的液面中，至规定高度；
- d) 使残留物液体在旋转筒中继续保温 15min 以上，达到试验所需的平衡温度；
- e) 设定好试验参数，启动测量按钮开始测量粘度。观测粘度变化，当小数点后 2 位读数稳定后，每隔 60s 读数一次，连续读数 3 次。

## N. 3 计算与结果处理

### N. 3.1 结合料含量按式(N. 1)计算，准确至 0.01。

$$BC = (1 - \frac{m_2}{m_1}) \times 100 \dots\dots\dots (N. 1)$$

式中:

BC—结合料含量, 单位为百分比(%);

$m_1$ —纤维干燥试样质量, 单位为克(g);

$m_2$ —热萃取后干燥纯纤维质量, 单位为克(g)。

N. 3. 2 同一试样, 结合料含量试验两次, 差值不大于 1%时, 取平均值作为试验结果, 准确至 0. 1%。当两次差值大于 1%时, 重新取样进行试验。

N. 3. 3 同一试样, 粘度取连续读数 3 次算术平均值作为测量结果, 准确至 0. 1mPa · s。

## 附录 0

(规范性附录)

## 粒状纤维松方密度试验

## 0.1 仪器

试验仪器如下：

## a) 粒状纤维密度仪：

- 1) 金属杯：容积约为 100ml 的不锈钢金属杯，内径  $40\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，高  $80\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，且内表面应光滑；
- 2) 漏斗：高度为 115mm 的漏斗，上下内径分别为  $55\text{mm} \pm 1\text{mm}$  和  $35\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，且内表面应光滑。

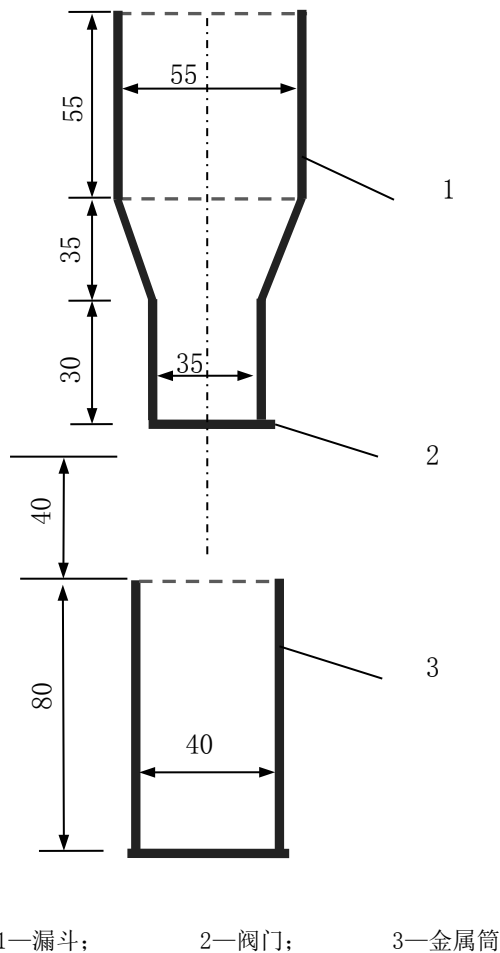


图 0.1 粒状纤维密度仪

- b) 电子天平：精度 0.01g；

- c) 烘箱：可恒温 105℃±5℃；
- d) 浅瓷盘、硬刷子、金属铲，钢尺；
- e) 干燥器：干燥剂为硫酸钙。

### 0.2 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取 100g±1g 纤维样品放入瓷盘中，在 105℃±5℃烘箱中烘干 2h 以上，在干燥器中冷却；
- b) 将金属杯、漏斗内部清理干净；将漏斗底部阀门关闭，用铲子将烘干、冷却的粒状纤维缓慢装入漏斗中；将漏斗底部置于金属杯上部约 40mm 处，打开阀门，让粒状纤维在自重作用下落入金属杯中；
- c) 用直尺去除金属杯上多余的纤维、并平整表面；
- d) 试验过程中，不要振动、挤压金属杯中的纤维；
- e) 重复 0.2.2-0.2.4，完成两次测试，粒状纤维可重复利用；
- f) 将金属杯放到天平上清零，将 23℃±0.5℃纯净水，装满金属杯，擦净杯外壁上的水，称量金属杯盛满水的质量  $m_w$ ，准确至 0.01g。

### 0.3 计算与结果处理

0.3.1 纤维松方密度按式 (0.1) 计算，准确至 0.1。

$$\rho_l = \frac{m_0}{V} \dots\dots\dots (0.1)$$

式中：

$\rho_l$ —纤维松方密度，单位为每升克(g/l)。

V—金属杯容积，单位为升(l)，按下式 (0.2) 计算；

$$V = \frac{m_w}{0.9975} \dots\dots\dots (0.2) \text{ 式中：}$$

$m_w$ —金属杯盛满水的质量，单位为克(g)。

0.3.2 两次试验结果的差值不大于 10g/l。当两次试验结果的差值不满足要求时，重新取样进行试验。

## 附录 P

## (规范性附录)

## 絮状矿物纤维渣球含量试验方法

## P.1 试验仪器

试验仪器如下：

- a) 冲气筛分析仪：负压可调，试验时负压可达 2500Pa ~3500Pa，负压显示精度 1Pa；
- b) 冲气筛：直径 150mm，方孔筛，筛网 0.15mm；
- c) 电子天平：精度为 0.01g；
- d) 烘箱：能够恒温 105℃±5℃；
- e) 瓷盘、平底盘、毛刷、秒表；
- f) 研磨棒：一头直径 5cm~10cm 左右金属棒。

## P.2 方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 称取 8g±0.10g 干燥纤维试样放入瓷盘上称量  $m_0$ ，准确至 0.01g；按附录 A 试验方法，筛分析 10min 后收集筛上纤维，移到平底盘中；
- b) 手工将纤维和渣球进行分离，分别收集分离的渣球和纤维，将渣球移入瓷盘；
- c) 用研磨棒缓慢研磨平底盘中分离出的纤维 5min，然后再次手工分离纤维和渣球，将收集的渣球并入步骤 b) 的瓷盘中；
- d) 重复步骤 c)，直到渣球质量变化小于 1%。称量渣球质量  $m_1$ ，准确至 0.01g。

## P.3 计算和结果处理

P.3.1 按式(P.1)计算渣球含量，准确至 0.01。

$$S_{0.15} = \frac{m_1}{m_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (P.1)$$

式中：

$S_{0.15}$ —渣球含量，单位为百分比 (%)；

$m_0$ —烘干纤维总质量，单位为克 (g)；

$m_1$ —0.15mm筛上纤维分离出的渣球质量，单位为克 (g)。

P.3.2 对于每个样品，取三次测定值的算术平均值作为试验结果，准确至 0.1。

附录 Q

(规范性附录)

絮状矿物纤维耐高温、抗磨耗性能试验方法

Q.1 试验仪器

试验仪器如下：

- a) 冲气筛分仪：负压可调，满足 2500Pa-3500Pa，负压显示精度 1Pa；
- b) 冲气筛：直径 150mm，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℃±5℃、210℃±5℃；
- e) 微型狄法尔试验仪：圆筒内径 200mm±1mm，内侧长 154mm±1mm，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 95r/min~105r/min；
- f) 10-20 倍放大镜。

Q.2 方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取 4 份 8g±0.5g 试样，放入 105℃±5℃烘箱内烘干 2h；
- b) 取其中 2 个试样在干燥器中冷却到室温，称取干燥试样质量，按附录 A 规定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<sub>0</sub>，准确至 0.1%；
- c) 取另外 2 个试样烘干 2h 后，在 210℃±5℃高温烘箱内继续烘干 1h。烘干之后，立即将纤维放入微型狄法尔试筒中，加 1250g 钢球，设定转速 100 转/分钟±5 转/分钟，磨耗 10 分钟。待试样温度冷却后称取纤维质量，然后再次按附录 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<sub>1</sub>，准确至 0.1%。

Q.3 计算与结果处理

Q.3.1 按式 (Q.1) 计算高温、磨耗后 0.15mm 通过率增加值 ΔP，准确至 0.1。

$$\Delta P = P_1 - P_0 \dots\dots\dots (Q.1)$$

式中：ΔP—0.15mm 通过率增加值，单位为百分比 (%)；

P<sub>0</sub>—未经高温、磨耗处理的纤维 0.15mm 通过率，单位为百分比 (%)；

P<sub>1</sub>—经高温、磨耗处理后的纤维 0.15mm 通过率，单位为百分比 (%)。

## 附录 R

## (规范性附录)

## 絮状纤维团粒径分布试验方法

## R.1 试验仪器

试验仪器如下：

- a) 天平：精度 0.1g 或更优；
- b) 标准筛，方孔筛，直径分别为 1.18mm、4.75mm 和 13.2mm；
- c) 摇筛机。

## R.2 方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取代表性纤维，缩分 2 个试样，各 120g±1g。在 105℃±5℃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) 按照 13.2mm、4.75mm、1.18mm 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) 取出套筛，分别称量 13.2mm、4.75mm、1.18mm 和筛底上纤维质量。

## R.3 计算与结果处理

R.3.1 按式(T.1)计算 4.75mm-13.2mm纤维团质量百分率 $P_{4.75-13.2}$ ，准确至小数点后 2 位。

$$P_{4.75-13.2} = \frac{M_1}{M_0} \times 100 \dots\dots\dots (R.1)$$

式中： $P_{4.75-13.2}$ —4.75mm-13.2mm纤维团质量含量，单位为百分比（%）；

$M_0$ —干燥纤维总质量，单位为克（g）；

$M_1$ —4.75mm筛上纤维，单位为克（g）。

R.3.2 按式(T.2)计算 1.18mm-4.75mm纤维团质量百分率 $P_{1.18-4.75}$ ，准确至小数点后 2 位。

$$P_{1.18-4.75} = \frac{M_2}{M_0} \times 100 \dots\dots\dots (R.2)$$

式中： $P_{1.18-4.75}$ —1.18mm-4.75mm纤维团颗粒质量含量，单位为百分比（%）；

$M_2$ —1.18mm筛上纤维，单位为克（g）。

R.3.3 按式(T.3)计算其他粒径质量百分率 $P_{其他}$ ，准确至小数点后 2 位。

$$P_{其他} = 100 - P_{4.75-13.2} - P_{1.18-4.75} \dots\dots\dots (R.3)$$

式中： $P_{其他}$ —其他颗粒纤维团质量含量，单位为百分比（%）。

R. 3.4 对于每个样品，取平均值作为试验结果，准确至 0.1%。



## 附录 S

## (规范性附录)

## 束状纤维长度试验方法

## S.1 试验仪器

试验仪器如下：

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

## S.2 方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 在不同部位取约 200 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。拉直时要小心, 不要用力过猛;
- e) 重复以上试验, 直到测定 25 根纤维;
- 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, 测定 25 束纤维。

## S.3 计算与结果处理

S.3.1 纤维的平均长度按式(R.1)计算, 准确至整数:

$$L = \frac{\sum L_i}{N} \dots\dots\dots (S.1)$$

式中:

L—纤维的平均长度, 单位为毫米 (mm);

$L_i$ —单(束)纤维的长度, 单位为毫米 (mm);

N—试验测定的纤维根数, 单位为无量纲。

## 附录 T

### (规范性附录)

#### 纤维断裂强度和断裂伸长率试验方法

##### T.1 试验仪器

###### T.1.1 等速伸长拉伸试验机(CRE),要求如下:

- a) 负荷测量:量程能适应试样最大荷载要求,误差不大于 0.1%;分辨率为 0.001N;
- b) 伸长测量:量程 0 mm-100mm,误差 不大于 0.05mm,分辨率 1%;
- c) 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,示值误差不大于 0.2mm;下夹持器动程 0mm-100mm;
- d) 具备负荷—伸长曲线储存、输出功能。

###### T.1.2 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 $210^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

##### T.2 试验方法与步骤

###### T.2.1 试样准备:

- a) 取约 2g 试样,对于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 4h 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。

###### T.2.2 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 $<8\%$ 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  $8\%-50\%$  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 $\geq 50\%$ 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 6 mm 时,名义隔距长度采用 2mm;
- 2) 当合成纤维的名义长度 6mm-10mm 时,名义隔距长度采用 3mm;
- 3) 当合成纤维的名义长度 10 mm-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：

- 1) 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。

注：纤维线密度由厂家给定，或按 GB/T 14335 测定。

## T. 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 B 试验方法测定断裂纤维直径；
- 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。

## T. 4 计算和结果处理

T. 4.1 单根纤维断裂强度按式(S.1)计算，准确至 0.01；

$$\sigma_i = \frac{4F_i}{\pi D_i^2} \dots\dots\dots (T. 1)$$

式中：

$\sigma_i$ —单根纤维的断裂强度，单位为兆帕 (MPa)；

$F_i$ —单根纤维断裂时荷载，单位为牛 (N)；

$D_i$ —单根纤维的直径，单位为毫米 (mm)。

注：当膜裂网状纤维测定时，应用对应的单根纤维直径计算单根断裂强度。

T. 4. 2 断裂强度按式(S. 2)计算，准确至 0. 01。

$$\sigma_t = \frac{\sum \sigma_i}{N} \dots\dots\dots (T. 2)$$

式中：

$\sigma_t$ —纤维的断裂强度，单位为兆帕（MPa）；

N—试验测定的纤维根数，单位为无量纲。

T. 4. 3 单根纤维断裂伸长率按式（S. 3）计算，准确至 0. 1。

$$\varepsilon_i = \frac{L_i - L_0}{L_i} \times 100 \dots\dots\dots (T. 3)$$

式中：

$\varepsilon_i$ —单根纤维断裂伸长率，单位为百分比（%）；

$L_i$ —夹持器的断后隔距，单位为毫米（mm）；

$L_0$ —夹持器的原始隔距，单位为毫米（mm）。

T. 4. 4 纤维断裂伸长率按式(S. 4)计算，准确至 0. 1。

$$\varepsilon_t = \frac{\sum \varepsilon_i}{N} \dots\dots\dots (T. 4)$$

式中：

$\varepsilon_t$ —纤维断裂伸长率，单位为百分比（%）。

T. 4. 5 纤维断裂强度保留率按式(S. 5)计算，准确至 0. 1。

$$P = \frac{\sigma_{t后}}{\sigma_{t前}} \times 100 \dots\dots\dots (T. 4)$$

式中：

P—纤维断裂强度保留率，单位为百分比（%）；

$\sigma_{t前}$ —原纤维的断裂强度，单位为兆帕（MPa）；

$\sigma_{t后}$ —210℃加热 4h 后纤维的断裂强度，单位为兆帕（MPa）。

T. 4. 6 用下列公式计算纤维直径、断裂强度和断裂伸长率的标准差和变异系数，准确至 0. 1。

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (T. 5)$$

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 \dots\dots\dots (T. 6)$$

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。

T. 4. 7 如断裂强度、断裂伸长率测定值任何一项的变异系数大于 30%，则该组试验结果无效，应重新试验。

## 附录 U

### (规范性附录)

#### 横截面法测定纤维直径试验方法

##### U.1 仪器与材料

###### U.1.1 仪器

试验仪器如下：

###### 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，宽度分辨率为 0.01 μm；
- 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) 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。

###### U.1.2 材料

试验材料如下：

###### a) 包裹树脂：快速固化的聚酯或环氧树脂；

###### b) 脱模剂：如硅脂等。

##### U.2 试验方法与步骤

###### U.2.1 试样制备：

- a) 在玻璃板上粘贴 40 mm×40 mm 的双面胶带；
- b) 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；
- c) 在一次性塑料杯中配制树脂；
- d) 玻璃板水平放置。将束状纤维分离出单根纤维后，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；

- e) 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。

### U.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) 在静态图片中随机选择单根纤维,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 $s_i$ 。观察足够视野的纤维,随机测定 50 根及以上根数的纤维横截面面积。

### U.3 计算和结果处理

U.3.1 单根纤维的当量直径按式(U.1)计算,准确至 0.1:

$$d_i = 2\sqrt{\frac{s_i}{\pi}} \dots\dots\dots (U.1)$$

式中:

$d_i$ —单根纤维的当量直径,单位为微米( $\mu\text{m}$ );

$s_i$ —单根纤维的横截面面积,单位为平方微米( $\mu\text{m}^2$ )。

U.3.2 纤维平均直径按式(U.2)计算,准确至 0.1:

$$d = \frac{\sum d_i}{n} \dots\dots\dots (U.2)$$

式中:

$d$ —纤维的平均直径,单位为微米( $\mu\text{m}$ );

$n$ —测量的单根纤维数量,单位为无量纲。

附录 V

(规范性附录)

卷曲纤维含量试验方法

V.1 仪器

试验仪器如下：

- a) 烘箱：能够恒温 60℃±5℃；
- b) 镊子

V.2 试验方法与步骤

试验方法与步骤如下：

- a) 取代表性纤维试样约 1g，在 60℃±5℃烘箱内烘干 2h，在干燥器中冷却至室温；
- b) 随机取 100 根或以上纤维为一组试样，统计其数量，记为 N<sub>0</sub>；
- c) 逐根检查纤维，挑选出卷曲的纤维，统计其数量，记为 N<sub>1</sub>；
- 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。

V.3 计算和结果处理

$$J = \frac{N_1}{N_0} \dots\dots\dots (V.1)$$

式中：

- J—卷曲纤维含量，单位为百分比（%）；
- N<sub>0</sub>—测量的纤维总根数，单位为根数（n）；
- N<sub>1</sub>—挑选出的卷曲纤维总根数，单位为无量纲。