

APC

光纤光缆原材料标准

**RAW MATERIAL STANDARD OF
OPTICAL FIBRE AND OPTICAL CABLE**

光纤用UV-LED固化涂料
版本：1.0 (2019)

UV-LED Curing Coating for
Optical Fibre Rev: 1.0 (2019)

APC

光纤光缆原材料标准

光纤用UV-LED固化涂料

版本：1.0(2019)

APC

Asian-Pacific Optical Fiber
& Cable Industry Association

发行人：
亚太光纤光缆产业协会 (APC)

前言

摘要：

本标准规定了光纤用UV-LED固化涂料（简称LED涂料）的分类、技术要求、检验方法、检验规则、标识、包装、运输及存储等。

关键词：

涂料； 光纤拉丝； 光固化； UV-LED

发行历史：

版本号	标准名称	发行日期	编号
1.0	APC光纤光缆原材料材准 -光纤用UV-LED固化涂料	2019年11月20日	APC RLAP-0001 V1.0(2019)

版权信息：

亚太光纤光缆产业协会(APC)保留所有权利。未经事先书面许可，不得以任何方式复制本出版物的任何部分。

目录

光纤用 UV-LED 固化涂料.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	1
3.1 颗粒度 granularity.....	1
3.2 粘度 viscosity.....	1
3.3 密度 density.....	1
3.4 折射率 refractive index.....	1
3.5 表面张力 surface tension.....	1
3.6 液态涂料稳定性 liquid coating stability.....	2
3.7 玻璃化转变温度 glass transition temperature.....	2
3.8 特定模量 special module.....	2
3.9 断裂伸长率 elongation at break.....	2
3.10 抗张强度 tensile strength.....	2
3.11 固化速率 cure rate.....	2
3.12 水萃取率 water extraction.....	2
3.13 吸水率 water absorption.....	2
3.14 析氢 hydrogen evolution.....	2
3.15 线膨胀系数 linear expansion coefficient.....	2
3.16 剥离强度 peel strength.....	2
3.17 摩擦系数 friction coefficient.....	2
4 缩略语.....	2
5 修约规则.....	3
6 分类.....	3
7 产品型号命名.....	3
8 要求.....	3
8.1 一般要求.....	3
8.2 通信用光纤 LED 涂料技术要求.....	3
8.3 器件用光纤 UV-LED 固化涂料技术要求.....	8
9 检验方法.....	10
9.1 总则.....	10
9.2 外观及颗粒度.....	10
9.3 粘度.....	10
9.4 密度.....	10
9.5 折射率.....	10
9.6 表面张力.....	10
9.7 液态涂料稳定性.....	10
9.8 玻璃化转变温度.....	10
9.9 特定模量, 断裂伸长率, 抗张强度.....	10

9.10	固化度	10
9.11	固化速率	10
9.12	水萃取率、吸水率	11
9.13	析氢	11
9.14	固化收缩率	11
9.15	线膨胀系数	11
9.16	剥离强度	11
9.17	摩擦系数	11
9.18	热重变化	11
10	检验规则	11
10.1	检验分类	11
10.2	出厂检验	11
10.2.1	生产批	11
10.2.2	检验批	11
10.2.3	检验程序项目	12
10.2.4	抽样方案	12
10.2.5	固化样品的制备	12
10.2.6	判定规则	12
10.2.7	检验报告	13
10.3	型式检验	13
11	包装、标识、运输、存储	13
11.1	包装	13
11.2	标识	14
11.3	运输和存储	14
11.4	使用方法及安全注意事项	14
附录 A		15
	(规范性附录)	15
	液体涂料颗粒度的测量方法	15
附录 B		16
	(规范性附录)	16
	液体涂料粘度的测量方法	16
附录 C		17
	(规范性附录)	17
	折射率的测量方法	17
附录 D		18
	(规范性附录)	18
	液体涂料表面张力的测量方法	18
附录 E		19
	(规范性附录)	19
	涂料固化膜玻璃化转变温度的测量方法	19
附录 F		20
	(规范性附录)	20
	涂料固化样品特定模量、断裂伸长率、抗张强度的测量方法	20

附录 G.....	21
(规范性附录)	21
固化后涂料固化度的测量方法.....	21
附录 H.....	22
(规范性附录)	22
涂料固化速率的测量方法.....	22
附录 I.....	23
(规范性附录)	23
涂料固化膜水萃取率和最大吸水率的测量方法.....	23
附录 J.....	24
(规范性附录)	24
内层涂料固化膜与玻璃间剥离强度的测量方法.....	24
附录 K.....	25
(规范性附录)	25
外层涂料固化膜表面摩擦系数的测量方法.....	25
附录 L.....	26
(规范性附录)	26
涂料固化膜热重变化的测量方法.....	26
附录 M.....	27
(资料性附录)	27
涂料的使用方法及安全注意事项.....	27

光纤用 UV-LED 固化涂料

1 范围

本标准规定了光纤用UV-LED固化涂料（简称LED涂料）的分类、技术要求、检验方法、检验规则、标识、包装、运输及存储等。

单涂层、有色涂层和特种光纤涂层不在本标准适用范围。

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，仅所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。

中国国家标准 GB/T 191-2008 包装储运图示标志
中国国家标准 GB/T 4472-2011 化工产品密度、相对密度的测定
中国国家标准 GB/T 1034-2008 塑料 吸水性的测定
中国国家标准 GB/T 1040.1-2006 塑料拉伸性能的测定 第1部分：总则
中国国家标准 GB/T 1040.2-2006 塑料拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件
中国国家标准 GB/T 1040.3-2006 塑料拉伸性能的测定 第3部分：薄塑和薄片的试验条件
中国国家标准 GB 10006-88 塑料薄膜和薄片摩擦系数测定方法
中国国家标准 GB/T 6541-1986 石油产品油对水界面张力测定法（圆环法）
中国国家标准 GB/T 8170 数值修约与极限值的表示与判定
中国国家标准 GB/T 22567-2008 电气绝缘材料 测定玻璃化转变温度的试验方法
中国通信行业标准 YD/T 839.1-2015 通信电缆光缆用填充和涂覆复合物 第1部分：试验方法
ASTM E831-2014 固体材料线性热膨胀的标准试验方法
ISO/IEC 11801-1 信息技术—用户房屋的综合布线
ITU-T G.652 单模光纤和光缆特性
ITU-T G.654 截止波长位移单模光纤和光缆特性
ITU-T G.655 非零色散位移单模光纤和光缆特性
ITU-T G.657 弯曲损耗不敏感单模光纤和光缆特性

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 颗粒度 granularity

指单位液体涂料中各种微粒的数量，单位为个/g。

3.2 粘度 viscosity

粘度是物质的一种物理化学性质，使液体产生一速度变化度所需的力对应面积之比。

3.3 密度 density

是对特定体积内的质量的度量，密度等于物体的质量除以体积，用符号 ρ 表示。

3.4 折射率 refractive index

光在真空中的速度与光在该材料中的速度之比率。

3.5 表面张力 surface tension

指气体或液体表面层由于分子引力不均衡而产生的沿表面作用于任一界线上的张力。

3.6 液态涂料稳定性 liquid coating stability

指试验后液体涂料粘度相对试验前液体涂料粘度变化的比值。

3.7 玻璃化转变温度 glass transition temperature

指材料由高弹态转变为玻璃态或玻璃态转变为高弹态所对应的温度。

3.8 特定模量 special module

指材料产生2.5%应变时的杨氏模量。

3.9 断裂伸长率 elongation at break

指材料受外力作用至拉断时，拉伸前后的长度变化量与原长度的比值。

3.10 抗张强度 tensile strength

是指材料受拉力时抵抗破坏的能力，单位为Pa。

3.11 固化速率 cure rate

涂料的固化速率用达到95%最大特定模量时的辐射剂量来表征，最大特定模量经由拟合模量增长曲线取得。

3.12 水萃取率 water extraction

在正常大气压下，一定时间内将规定尺寸的物体浸入水中或在一定的湿度条件下的吸水后，再在一定的条件下干燥后物体的质量变化量，用百分率来表示。

3.13 吸水率 water absorption

在正常大气压下，一定时间内将规定尺寸的物体浸入水中或在一定的湿度条件下的吸水量，用百分率来表示。

3.14 析氢 hydrogen evolution

是指材料在一定的热老化条件下产生氢的现象，用析氢量表示，单位为 $\mu\text{L/g}$ 。

3.15 线膨胀系数 linear expansion coefficient

指物体的温度每升高 1°C 时，其单位长度的伸长量，单位为 $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。

3.16 剥离强度 peel strength

指内层涂料在一定的条件固化成膜后，与玻璃板之间的粘接强度，单位 N/m 。

注：本标准中的固体涂料指液体涂料固化后形成的固化膜。

3.17 摩擦系数 friction coefficient

指外层涂料在一定的条件固化成膜后，将两固化膜表面平放在一起，在一定的接触压力下使两表面相对移动，一般用动摩擦系数表征。

4 缩略语

无

5 修约规则

在判定数值是否符合标准要求时，应采用GB/T 8170规定的修约值比较法，先将测量值向偶数修约，然后再与标准值比较。

6 分类

石英玻璃光纤 UV-LED 光纤涂料产品按用途分为内层光纤涂料和外层光纤涂料；按光纤类别分为单模光纤 G. 652, G. 654, G. 655 和 G. 657 用涂料, 多模光纤 (50/125 和 62.5/125) 用涂料；按光纤涂覆层直径分为 250 μm 和 200 μm 光纤用涂料；按光纤用途可分为通信用光纤涂料和器件用光纤涂料。

7 产品型号命名

产品的型号及命名应能充分体现第6章的分类信息。具体型号编制生产厂家可以与用户协商。

8 要求

8.1 一般要求

LED涂料通常是指由丙烯酸类树脂（预聚物和单体）、光引发剂和添加剂（包含抑制剂、粘合促进剂、润滑剂、活性稀释剂等）为主要成份构成的液体类材料。

LED涂料的典型工作波长为395nm、385nm、365nm等。

8.2 通信用光纤LED涂料技术要求

8.2.1 250 μm 通信用G. 652和G. 657单模光纤LED涂料的性能参数应符合表1的规定。

表 1. 250 μm 通信用 G. 652 和 G. 657 单模光纤 LED 涂料的技术要求

性 能	单位	技术要求	
		内层	外层
固化前			
1. 外观	—	透明液体	透明液体
2. 颗粒度（>2 μ m 颗粒浓度）	/g	≤100	≤100
3. 粘度 (25℃)	mPa. s	1000~10000	1000~10000
4. 密度 (20℃)	g/cm ³	0. 90~1. 20	1. 00~1. 20
5. 折射率 (23℃)	—	1. 46~1. 50	1. 48~1. 55
6. 表面张力 (23℃)	mN/m	≤50	≤50
7. 液态涂料稳定性（7×24h, 60℃ 粘度升高比）	%	≤10	≤10
固化后			
8. 玻璃化转变温度	℃	≤-20	≥50
9. 特定模量 (23℃)	MPa	0. 3~2	500~1500
10. 断裂伸长率 (23℃)	%	≥80	≥10
11. 抗张强度 (23℃)	MPa	≥0. 2	≥30

12. 固化速率	J/cm ²	≤0.8	≤0.5
13. 水萃取率	%	≤4	≤4
14. 吸水率	%	≤6	≤4
15. 折射率 (23℃)	—	1.47~1.51	1.50~1.57
16. 析氢 (24h, 80℃, 惰性气体保护)	μL/g	≤1	≤1
17. 固化收缩率 (23℃)	%	≤10	≤10
18. 线膨胀系数 玻璃态 高弹态	10 ⁻⁶ /℃	— ≤800	≤800 —
19. 剥离强度 (23℃, 50%R.H)	N/cm×10 ⁻¹	0.5~5.0	—
20. 摩擦系数 (23℃, 50%R.H)	—	—	≤1.0
21. 热重变化 (老化 56×24h, 85℃)	%	≤8	≤8
注：1. 固化后是指一定涂膜厚度的液体涂料在 UV 紫外光源下曝光，其固化度(%RAU)尽可能接近 100%时的固化状态。 2. 玻璃化转变温度仅针对涂料固化膜，实际应用中应满足国标规定的光纤使用温度范围。			

8.2.2 通信用 G. 654. x 和 G. 655 单模光纤 LED 涂料的性能参数应符合表 2 的规定。

表 2. 通信用 G. 654. x 和 G. 655 单模光纤 LED 涂料的技术要求

性 能	单位	技术要求	
		内层	外层
固化前			
1. 外观	—	透明液体	透明液体
2. 颗粒度（>2 μ m 颗粒浓度）	/g	≤100	≤100
3. 粘度 (25℃)	mPa. s	1000~10000	1000~10000
4. 密度 (20℃)	g/cm ³	0. 90~1. 20	1. 00~1. 20
5. 折射率 (23℃)	—	1. 46~1. 50	1. 48~1. 55
6. 表面张力 (23℃)	mN/m	≤50	≤50
7. 液态涂料稳定性（7×24h, 60℃ 粘度升高比）	%	≤10	≤10
固化后			
8. 玻璃化转变温度	℃	≤-30	≥50
9. 特定模量 (23℃)	MPa	0. 1~1. 5	500~1500
10. 断裂伸长率 (23℃)	%	≥80	≥10
11. 抗张强度 (23℃)	MPa	≥0. 2	≥30
12. 固化速率	J/cm ²	≤0. 8	≤0. 5
13. 水萃取率	%	≤4	≤4

14. 吸水率	%	≤6	≤4
15. 折射率 (23℃)	—	1.47~1.51	1.50~1.57
16. 析氢 (24h, 80℃, 惰性气体保护)	μL/g	≤1	≤1
17. 固化收缩率 (23℃)	%	≤10	≤10
18. 线膨胀系数	10 ⁻⁶ /℃	—	≤800
玻璃态			
高弹态		≤800	—
19. 剥离强度 (23℃, 50%R.H)	N/cm×10 ⁻¹	0.5~5.0	—
20. 摩擦系数 (23℃, 50%R.H)	—	—	≤1.0
21. 热重变化 (老化 56×24h, 85℃)	%	≤8	≤8
注：1. G. 654. x 中 x 表示 G. 654 标准中的 A、B、C 和 D 类； 2. 固化后是指一定涂膜厚度的液体涂料在 UV 紫外光源下曝光，其固化度 (%RAU) 尽可能接近 100% 时的固化状态； 3. 玻璃化转变温度仅针对涂料固化膜，实际应用中应满足国标规定的光纤使用温度范围。			

8.2.3 通信用 G. 654. E 单模光纤的 LED 涂料的性能参数应符合表 3 的规定。

表 3. 通信用 G. 654. E 单模光纤的 LED 涂料技术要求

性 能	单位	技术要求	
		内层	外层
固化前			
1. 外观	—	透明液体	透明液体
2. 颗粒度（>2 μ m 颗粒浓度）	/g	≤100	≤100
3. 粘度 (25℃)	mPa. s	1000～10000	1000～10000
4. 密度 (20℃)	g/cm ³	0. 90～1. 20	1. 00～1. 20
5. 折射率 (23℃)	—	1. 46～1. 50	1. 48～1. 55
6. 表面张力 (23℃)	mN/m	≤50	≤50
7. 液态涂料稳定性（7×24h, 60℃ 粘度升高比）	%	≤10	≤10
固化后			
8. 玻璃化转变温度	℃	≤-30	≥50
9. 特定模量 (23℃)	MPa	0. 1～1. 2	800～1500
10. 断裂伸长率 (23℃)	%	≥80	≥10
11. 抗张强度 (23℃)	MPa	≥0. 2	≥30
12. 固化速率	J/cm ²	≤0. 8	≤0. 5
13. 水萃取率	%	≤4	≤4
14. 吸水率	%	≤6	≤4

15. 折射率 (23℃)	—	1.47~1.51	1.50~1.57
16. 析氢 (24h, 80℃, 惰性气体保护)	μL/g	≤1	≤1
17. 固化收缩率 (23℃)	%	≤10	≤10
18. 线膨胀系数 玻璃态 高弹态	10 ⁻⁶ /℃	— ≤800	≤800 —
19. 剥离强度 (23℃, 50%R.H)	N/cm×10 ⁻¹	0.5~5.0	—
20. 摩擦系数 (23℃, 50%R.H)	—	—	≤1.0
21. 热重变化 (老化 56×24h, 85℃)	%	≤8	≤8
注: 1. 固化后是指一定涂膜厚度的液体涂料在 UV 紫外光源下曝光, 其固化度 (%RAU) 尽可能接近 100% 时的固化状态。 2. 玻璃化转变温度仅针对涂料固化膜, 实际应用中应满足国标规定的光纤使用温度范围。 3. 180μm 的 G.652 和 G.657 单模光纤也可参考使用。			

8.2.4 200 μm 通信用 G.652 和 G.657 单模光纤 LED 涂料的性能参数应符合表 4 的规定。

表 4. 200μm 通信用 G.652 和 G.657 单模光纤 LED 涂料技术要求

性 能	单位	技术要求	
		内层	外层
固化前			
1. 外观	-	透明液体	透明液体
2. 颗粒度（>2 μ m 颗粒浓度）	/g	≤100	≤100
3. 粘度 (25℃)	mPa. s	1000~10000	1000~10000
4. 密度 (20℃)	g/cm ³	0. 90~1. 20	1. 00~1. 20
5. 折射率 (23℃)	-	1. 46~1. 50	1. 48~1. 55
6. 表面张力 (23℃)	mN/m	≤50	≤50
7. 液态涂料稳定性（7×24h, 60℃ 粘度升高比）	%	≤10	≤10
固化后			
8. 玻璃化转变温度	℃	≤-30	≥50
9. 特定模量 (23℃)	MPa	0. 1~1. 5	500~1500
10. 断裂伸长率 (23℃)	%	≥80	≥10
11. 抗张强度 (23℃)	MPa	≥0. 2	≥30
12. 固化速率	J/cm ²	≤0. 8	≤0. 5
13. 水萃取率	%	≤4	≤4
14. 吸水率	%	≤6	≤4
15. 折射率 (23℃)	-	1. 47~1. 51	1. 50~1. 57

16. 析氢 (24h, 80℃, 惰性气体保护)	$\mu\text{L/g}$	≤ 1	≤ 1
17. 固化收缩率 (23℃)	%	≤ 10	≤ 10
18. 线膨胀系数 玻璃态 高弹态	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	- ≤ 800	≤ 800 -
19. 剥离强度 (23℃, 50%R.H)	$\text{N/cm} \times 10^{-1}$	0.5~5.0	-
20. 摩擦系数 (23℃, 50%R.H)	-	—	≤ 1.0
21. 热重变化 (老化 56×24h, 85℃)	%	≤ 8	≤ 8
注: 1. 固化后是指一定涂膜厚度的液体涂料在 UV 紫外光源下曝光, 其固化度 (%RAU) 尽可能接近 100% 时的固化状态。 2. 玻璃化转变温度仅针对涂料固化膜, 实际应用中应满足国标规定的光纤使用温度范围。			

8.2.5 通信用多模光纤 (50/125 和 62.5/125) LED 涂料的性能参数应符合表 5 的规定。

表 5. 通信用多模光纤 (50/125 和 62.5/125) LED 涂料技术要求

性 能	单位	技术要求	
		内层涂料	外层涂料
固化前			
1. 外观	-	透明液体	透明液体
2. 颗粒度（>2 μ m 颗粒浓度）	/g	≤100	≤100
3. 粘度 (25℃)	mPa. s	1000~10000	1000~10000
4. 密度 (20℃)	g/cm ³	0. 90~1. 20	1. 00~1. 20
5. 折射率 (23℃)	-	1. 46~1. 50	1. 48~1. 55
6. 表面张力 (23℃)	mN/m	≤50	≤50
7. 液态涂料稳定性（7×24h, 60℃ 粘度升高比）	%	≤10	≤10
固化后			
8. 玻璃化转变温度	℃	≤-30	≥50
9. 特定模量 (23℃)	MPa	0. 1~1. 5	500~1500
10. 断裂伸长率 (23℃)	%	≥80	≥10
11. 抗张强度 (23℃)	MPa	≥0. 2	≥30
12. 固化速率	J/cm ²	≤0. 8	≤0. 5
13. 水萃取率	%	≤4	≤4
14. 吸水率	%	≤6	≤4
15. 折射率 (23℃)	-	1. 47~1. 51	1. 50~1. 57
16. 析氢 (24h, 80℃, 惰性气体保护)	μ L/g	≤1	≤1
17. 固化收缩率 (23℃)	%	≤10	≤10

18. 线膨胀系数 玻璃态 高弹态	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	— ≤ 800	≤ 800 —
19. 剥离强度 (23℃, 50%R.H)	$\text{N}/\text{cm} \times 10^{-1}$	0.5~5.0	—
20. 摩擦系数 (23℃, 50%R.H)	—	—	≤ 1.0
21. 热重变化 (老化 56×24h, 85℃)	%	≤ 8	≤ 8
注: 1. 固化后是指一定涂膜厚度的液体涂料在 UV 紫外光源下曝光, 其固化度 (%RAU) 尽可能接近 100% 时的固化状态。 2. 玻璃化转变温度仅针对涂料固化膜, 实际应用中应满足国标规定的光纤使用温度范围。			

8.3 器件用光纤UV-LED固化涂料技术要求

8.3.1 器件用 G. 652 和 G. 657 的 250μm 和 200μm 单模光纤 LED 涂料的性能参数应符合表 6 的规定。

表 6. 器件用 G. 652 和 G. 657 单模光纤 LED 涂料的技术要求

性 能	单位	技术要求	
		内层涂料	外层涂料
固化前			
1. 外观	—	透明液体	透明液体
2. 颗粒度（>2 μ m 颗粒浓度）	/g	≤100	≤100
3. 粘度 (25℃)	mPa. s	1000～10000	1000～10000
4. 密度 (20℃)	g/cm ³	0. 90～1. 20	1. 00～1. 20
5. 折射率 (23℃)	—	1. 46～1. 50	1. 48～1. 55
6. 表面张力 (23℃)	mN/m	≤50	≤50
7. 液态涂料稳定性（7×24h, 60℃ 粘度升高比）	%	≤10	≤10
固化后			
8. 玻璃化转变温度	℃	≤-20	≥50
9. 特定模量 (23℃)	MPa	0. 1-1. 5	500～1500
10. 断裂伸长率 (23℃)	%	≥80	≥10
11. 抗张强度 (23℃)	MPa	>0. 2	≥30
12. 固化速率	J/cm ²	≤0. 8	≤0. 5
13. 水萃取率	%	≤4	≤4
14. 吸水率	%	≤6	≤4
15. 折射率 (23℃)	—	1. 47～1. 51	1. 50～1. 57
16. 析氢 (24h, 80℃, 惰性气体保护)	μ L/g	≤1	≤1
17. 固化收缩率 (23℃)	%	≤10	≤10

18. 线膨胀系数 玻璃态 高弹态	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	- ≤ 800	≤ 800 -
19. 剥离强度 (23℃, 50%R.H)	$\text{N}/\text{cm} \times 10^{-1}$	0.5~5.0	-
20. 摩擦系数 (23℃, 50%R.H)	-	—	≤ 1.0
21. 热重变化 (老化 56×24h, 85℃)	%	≤ 8	≤ 8
注: 1. 固化后是指一定涂膜厚度的液体涂料在 UV 紫外光源下曝光, 其固化度尽可能接近 100%时的固化状态。 2. 玻璃化转变温度仅针对涂料固化膜, 实际应用中应满足国标规定的光纤使用温度范围。			

8.3.2 器件用多模光纤 (50/125和62.5/125) LED涂料的性能参数应符合表7的规定。

表 7. 器件用多模光纤 (50/125 和 62.5/125) LED 涂料技术要求

性 能	单位	技术要求	
		内层	外层
固化前			
1. 外观	-	透明液体	透明液体
2. 颗粒度（>2 μ m 颗粒浓度）	/g	≤100	≤100
3. 粘度(25℃)	mPa. s	1000~10000	1000~10000
4. 密度(20℃)	g/cm ³	0. 90~1. 20	1. 00~1. 20
5. 折射率(23℃)	-	1. 46~1. 50	1. 48~1. 55
6. 表面张力(23℃)	mN/m	≤50	≤50
7. 液态涂料稳定性(7×24h, 60℃ 粘度升高比)	%	≤10	≤10
固化后			
8. 玻璃化转变温度	℃	≤-30	≥50
9. 特定模量(23℃)	MPa	0. 1~1. 5	500~1500
10. 断裂伸长率(23℃)	%	≥80	≥10
11. 抗张强度(23℃)	MPa	>0. 2	≥30
12. 固化速率	J/cm ²	≤1. 0	≤0. 8
13. 水萃取率	%	≤4	≤4
14. 吸水率	%	≤6	≤4
15. 折射率(23℃)	-	1. 47~1. 51	1. 50~1. 57
16. 析氢(24h, 80℃, 惰性气体保护)	μ L/g	≤1	≤1
17. 固化收缩率(23℃)	%	≤10	≤10
18. 线膨胀系数 玻璃态 高弹态	10 ⁻⁶ /℃	- ≤800	≤800 -

19. 剥离强度 (23℃， 50%R. H)	N/cm×10 ⁻¹	0.5～5.0	-
20. 摩擦系数 (23℃， 50%R. H)	-	—	≤1.0
21. 热重变化 (老化 56×24h, 85℃)	%	≤8	≤8
注：1. 固化后是指一定涂膜厚度的液体涂料在 UV 紫外光源下曝光，其固化度尽可能接近 100%时的固化状态。 2. 玻璃化转变温度仅针对涂料固化膜，实际应用中应满足国标规定的光纤使用温度范围。			

9 检验方法

9.1 总则

涂料的各项性能检验允许使用替代检验方法（待研究），当有争议时，以本标准规定的检验方法为基准试验方法。

9.2 外观及颗粒度

抽取涂料液体试样放入无色透明广口瓶中，并置于背光环境中，待气泡完全自然消除后，移至自然光下宜在5 min内目视观察并记录检验结果。

液体涂料颗粒度的测量按照附录A的规定进行。

9.3 粘度

液体涂料的粘度测量按照附录B的规定进行。

9.4 密度

按 GB/T 4472-2011 的方法分别测定液体涂料和固体涂料的密度。

9.5 折射率

按附录C规定的细节测定液体涂料和涂料固化膜的折射率。

9.6 表面张力

按附录D规定的细节测定液体涂料的表面张力。

9.7 液态涂料稳定性

按附录B的规定进行检验，试验温度为60°，试验时间为7天，计算试验前后的粘度变化率。

9.8 玻璃化转变温度

涂料固化膜的玻璃化转变温度测量按照附录E的规定进行。

9.9 特定模量，断裂伸长率，抗张强度

按GB/T 1040.1-2006、GB/T 1040.2-2006、GB/T 1040.3-2006和附录F规定的细节测定涂料固化膜的特定模量、断裂伸长率及抗张强度。

9.10 固化度

固化后涂料固化度的测量按照附录G的规定进行。

9.11 固化速率

液体涂料的固化速率测量按照附录H的规定进行。

9.12 水萃取率、吸水率

按GB/T 1034-2008和附录I规定的细节测定涂料固化膜的水萃取率和吸水率。

9.13 析氢

按YD / T 839.1-2015通信电缆光缆用填充和涂覆复合物 第1部分：试验方法分别测试内层涂料和外层涂料固化膜的析氢。

9.14 固化收缩率

按 GB/T 4472-2011 的方法分别测定液体涂料和固体涂料的密度，试样的固化收缩率 S_c 按公式(1)计算：

$$S_c = (\rho_{\text{固}} - \rho_{\text{液}}) / \rho_{\text{液}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\rho_{\text{固}}$ ——固化后材料密度，单位为克每立方厘米 (g/cm^3)。

$\rho_{\text{液}}$ ——液体涂料的密度，单位为克每立方厘米 (g/cm^3)。

平行测量三次，取其算术平均值为测量结果，并精确到小数点后一位。

9.15 线膨胀系数

按 ASTM E831-2014 固体材料线性热膨胀的标准试验方法测试涂料固化膜的线膨胀系数。

9.16 剥离强度

内层涂料固化膜与玻璃间的剥离强度测量按照附录J的规定进行。

9.17 摩擦系数

按GB 10006-88和附录K规定的细节测定外层涂料固化膜的表面摩擦系数。

9.18 热重变化

涂料固化膜的热重变化测量按照附录L的规定进行。

10 检验规则

10.1 检验分类

本标准规定的检验分为：

- a) 出厂检验；
- b) 型式检验。

10.2 出厂检验

10.2.1 生产批

在基本相同的条件下，采用同种原料、同种工艺、同一设备、同一时间内生产的产品。

10.2.2 检验批

同一生产批为一个检验批。

10.2.3 检验程序项目

出厂检验项目、技术要求及试验方法按表 8 进行。

表 8. 出厂检验项目、技术要求及试验方法

检验项目	要求章条号	检验方法章条号
外观	8	9.2
颗粒度	8	9.2
粘度	8	9.3
特定模量	8	9.9
断裂伸长率	8	9.9
抗张强度	8	9.9

10.2.4 抽样方案

从同一生产批灌装好的容器中随机抽取三个样品, 单个样品的容量应能满足出厂检验所需要的总量。

10.2.5 固化样品的制备

10.2.5.1 试验仪器与材料

试验仪器和材料如下:

- a) 光源: 与涂料紫外吸收波长匹配的UV-LED光源, 光源辐射强度 $>5\text{W}/\text{cm}^2$, 光源的波长范围200nm至400nm, 辐射剂量设置应保证固化度尽可能接近100%, 例如 $1\text{J}/\text{cm}^2$;
- b) 紫外光照度计: 测量UV-LED光源紫外光波长区域的能量;
- c) 氮气环境设施
- d) 底材: 玻璃板用于内层涂料; 外层涂料应采用聚酯薄膜置于玻璃板之上, 中间垫高以防止玻璃热导效应。
- e) 涂料涂布器。

10.2.5.2 操作步骤

- a) 按仪器操作说明开启UV-LED光源, 打开氮气设施, 设置适当流量例如 $0.2\text{ m}^3/\text{min}$ 。经过充分预热和氮气环境稳定后, 把紫外光照度计放置在传送带的中间位置上对紫外光剂量进行测量。三次光照剂量测试值与平均值相差小于5%时, 测量结果才有效, 取平均值作为测量结果。调节传送带速度以达到预定的辐射剂量值。
- b) 把涂布器放置在清洁干净的玻璃板或针对外层涂料的聚酯薄膜上, 加适量无气泡的液态涂料试样, 使用涂布器, 刮膜。薄膜厚度建议范围 $0.050\sim0.150\text{mm}$ 。
- c) 把带有液态涂料试样膜的玻璃板放在传送带中央位置, 经过UV光源进行固化, 制得固化样品。

10.2.6 判定规则

10.2.6.1 合格

对三个样品进行表 8 规定的项目检测, 所有检测结果均符合表 8 的规定, 则该批产品判定合格。

10.2.6.2 不合格

三个样品中任意一个样品中任意一项或多项检测结果不符合表 8 的规定, 则允许重新抽样进行复测, 若复

测结果满足 10.2.6.1, 则该批产品合格。若仍有任意一项不合格, 则该批次判定为不合格。

10.2.7 检验报告

判定合格的批次出具产品出厂检验合格报告。

10.3 型式检验

10.3.1 通则

正常情况下每年一次。有下列情况之一时, 应进行型式检验:

- a) 新产品或者产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后, 如结构、材料、工艺有较大改变, 考核对产品性能影响时;
- c) 正常生产过程中, 定期或积累一定产量后, 周期性的进行一次检验, 考核产品质量稳定性时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- e) 产品停产超过三个月后恢复生产时;
- f) 用户需求时。

10.3.2 检验程序项目

型式检验的检验项目为第 8 章规定的涂料特性的所有项目。按第 9 章规定的光纤涂料特性的对应检验方法进行相应的检验验证。

10.3.3 抽样方案

从通过出厂检验的检验批中随机抽取 1 个样品。

10.3.5 判定规则

10.3.5.1 合格

样品的任意一项检测结果应满足第 8 章对应产品的技术要求, 则型式检验合格。

10.3.5.2 不合格

样品的一项或多项检验结果不满足第 8 章对应产品的技术要求, 应重新对保存的样品进行复验, 若复验仍不合格, 则型式检验不合格。

10.3.6 型式检验报告

按第 8 章对应产品的技术要求的所有检测项目出具型式检验报告。

11 包装、标识、运输、存储

11.1 包装

包装产品的容器采用不透可见光和紫外光, 可透气的棕色、灰色或黑色聚乙烯或聚丙烯塑料瓶, 其标称容量为 10L。根据用户要求也可采用其他容器和容量包装。

内层光纤涂料和外层光纤涂料在包装产品的容器上应采用下列其中一种或多种方法进行区分:

- a) 用两种不同颜色的字体进行标识;
- b) 标志边框用两种不同颜色进行标识;
- c) 标志的背景用两种不同颜色进行标识;

d) 厂家和用户之间约定的其他标识方法。

11.2 标识

包装标识应包括外包装纸箱标识（只针对标称容量包装，其他非标称容量包装可按实际需求选择使用或不使用）和瓶装标识。外包装纸箱标识和瓶装标识上均应有产品名称、型号规格、批号、生产日期或有效期、厂家商标、厂家名称、地址、电话及邮政编码。外包装箱上还应按 GB/T191-2008 规定，标有“小心轻放”、“防止雨淋”、“避免日晒”、“远离热源”等字样或标识。根据用户要求也可采用其他标识，如典型工作波长。

11.3 运输和存储

产品运输时应防热、避光、防水，在运输中应防止挤压、碰撞。

产品应密封存储于干燥的室内。存储温度为 0℃~40℃，避光。

产品储存期，通常内涂层为自生产日期起不超过 12 个月，外涂层为自生产日期起不超过 18 个月。

11.4 使用方法及安全注意事项

产品的使用方法及安全注意事项参照附录M。

附录 A

（规范性附录）

液体涂料颗粒度的测量方法

A.1 概述

颗粒度测定使用激光颗粒计数器，依据光的散射原理来检测液体涂料中各种微粒的尺寸和数量。

A.2 仪器与材料

测量所需要的仪器有：

- a) 激光颗粒计数器；
- b) 恒温箱；
- c) 洁净烧杯。

A.3 试样制备

将涂料样品15g-20g倒入通过空白实验（激光颗粒计数器测量颗粒度为0）的洁净烧杯，加入通过0.2 μ m滤网过滤的丙酮溶剂九倍于涂料样品重量，并用无尘布包裹，防止颗粒物进入影响实验结果。

A.4 测量步骤

将预处理后的样品放置在激光颗粒计数器对应的样品池中，开启仪器进行测试。

A.5 测量结果

按该测量步骤平行测量二次，并记录测量结果，计算平均值。由溶液样品获得的颗粒浓度值乘以10换算成原始涂料中的颗粒浓度值。

附录 B

（规范性附录）

液体涂料粘度的测量方法

B.1 概述

本方法适用于测量UV-LED固化涂料的粘度。

B.2 仪器

测量所需要的仪器有：

- a) 旋转粘度计；
- b) 恒温水浴。

B.3 试样制备

抽取适量的试样，静置于背光的环境，以完全消除气泡。

B.4 测量步骤

打开恒温水浴，当水浴温度稳定在 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 后。按仪器使用说明书测试试样的粘度，记录显示的读数。

B.5 测量结果

按该测量步骤测量二次, 当二次测试值与平均值相差小于3%时，测量结果才有效，取平均值作为测量结果。

附录 C

（规范性附录）

折射率的测量方法

C.1 概述

本方法适用于测量UV-LED固化光纤涂料液体和固化膜的折射率。

C.2 仪器与材料

测量所需的仪器和材料如下：

- a) 折射仪：折射率测量范围：1.3000~1.7000，准确度为： ± 0.0002 ；
- b) 恒温水浴；
- c) 溴代萘。

C.3 试样制备

试样为液体涂料和裁成长、宽、厚分别为： $1.0\text{cm} \pm 0.1\text{cm}$ 、 $1.0\text{cm} \pm 0.1\text{cm}$ 、 $75\mu\text{m} \pm 5\mu\text{m}$ ，表面光亮、干净的透明固化膜。固化膜的制备按 10.2.5 方法进行。

C.4 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 将已校正过的折射仪放置在光线充足的位置，打开恒温水浴，使水浴温度稳定在 $23^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 分开两面棱镜，滴上一滴液体涂料；或滴上数滴溴代萘，将固体膜试样粘在有溴代萘的棱镜上，闭合棱镜，取下保护罩作为进光面，利用反射光来测量。
- c) 按标尺刻度记录读数，读数应准确到小数点第四位。

C.5 测量结果

按该测量步骤重复测量二次，当二次测试值差数不大于0.0005时，测量结果才有效，取平均值作为测量结果。

附录 D

（规范性附录）

液体涂料表面张力的测量方法

D.1 概述

本方法适用于测量UV固化光纤涂料液体的表面张力。

D.2 提要

按GB/T 6541-1986和以下细节进行。

D.3 仪器及材料

界面张力仪（吊环法-铂金环法，或铂金板法）

D.4 试样制备

抽取适量的试样，静置于背光的环境，以完全消除气泡。

D.5 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 把铂金环或铂金板和玻璃皿冲洗干净；
- b) 打开仪器电源, 按照仪器指定步骤进行校正；
- c) 把调整到 $23^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 的试样倒入玻璃皿中，铂金环法需20mm~25mm高，将玻璃杯放在托盘的中间位置上，调整好零点后按上升键，铂金环将与被测样品接触，使铂金环深入到液体中5mm~7mm处，按停止键并读数；铂金板法程序设置铂金板浸入样品深度2mm，启动测试，记录表面张力数值。

D.6 测量结果

按该测量步骤重复测量二次，当二次测试值与平均值相差小于5%时，测量结果才有效，取平均值作为测量结果。

附录 E

(规范性附录)

涂料固化膜玻璃化转变温度的测量方法

E.1 概述

玻璃化转变温度可以采用动态机械分析仪或热机分析仪等多种仪器进行测定。本标准以动态机械分析法为基准测试方法和仲裁方法。

E.2 仪器与材料

测量所需的仪器和材料如下：

- a) 配有电脑及液氮控制系统动态机械分析仪；
- b) 测径器：准确度 0.1 mm；
- c) 平头千分尺：准确度 0.002 mm。

E.3 试样制备

由于动态力学仪器繁多，对样品长宽尺寸不做规定，以仪器制造商推荐为优；样品厚度建议范围 0.050~0.150mm 的固化样品膜可适用。

E.4 测量条件

测量条件如下：

- a) 测量试样的宽度和厚度，结果准确至±5%；
- b) 震动频率设置范围 0.1Hz~1.0 Hz，振幅应在材料的线性粘弹范围内（推荐应变小于 1%）；
- c) 温度范围：取决于试样类型，从试样的玻璃态区到试样的高弹态区；
- d) 在整个温度范围内以足够慢的升温速率进行试验。

E.5 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 把试样的尺寸输入到电脑软件中以测量弹性模量和粘性模量；
- b) 将试样装在测量夹具上；
- c) 输入起始温度、结束温度、测试的起始阶段所用的应变；
- d) 从低温到高温对试样进行温度扫描，试样在所需的测量温度范围内进行分析。

E.6 测量结果

所记录的损耗因子 $\tan \delta$ — 温度曲线上的最高点为玻璃化转变温度。

附录 F

(规范性附录)

涂料固化样品特定模量、断裂伸长率、抗张强度的测量方法

F.1 概述

本方法适用于测量UV固化光纤涂料固化膜的特定模量、断裂伸长率、抗张强度。

F.2 提要

涂料固化样品特定模量、断裂伸长率及抗张强度的测量按 GB/T 1040.1-2006、GB/T 1040.2-2006 、GB/T 1040.3-2006 和以下细节进行。

F.3 仪器和材料

测试用仪器和材料如下：

- a) 电子拉力机：测外层涂料时，传感器适用范围100N~200N，拉伸速度范围20 mm/min~100 mm/min, 测内层涂料时，传感器10N~50N，拉伸速度20 mm/min~100 mm/min；
- b) 光源： 需满足10.2.5.1 a)的要求；
- c) 样品夹具；
- d) 底材：玻璃板；
- e) 涂料涂布器。
- f) 这是环境要求，不是检测设备。

F.4 试样制备

F.4.1 内层涂料薄膜样品

按 10.2.5 的规定，在洁净的玻璃板上分别制备内层涂料长方形固化样品膜。样品长、宽尺寸不做规定，以仪器制造商推荐为优；样品厚度建议范围 0.050mm~0.150mm。表面平整，无气泡，无裂纹，每组至少 3 片试样。

F.4.2 外层涂料圆柱形样品

因外层涂料薄膜在切成条状样品时无法完全避免边缘微小撕裂，所得断裂伸长率和抗张强度均不能代表材料本征值。此方法建议外层涂料制成圆柱形样品以得到准确的材料断裂伸长率和抗张强度。利用压力注射泵将外层涂层通过注射器注入硅胶软管。 适宜软管例如内径 0.76mm, 外径 1.65mm。注射过程中应避免气泡生成。将注入涂料的硅胶软管切成适当长度，例如 10cm。依照 10.2.5 的规定，另外在洁净的玻璃板上粘贴铝箔纸用于反光，将装有涂料的硅胶软管放置于铝箔纸上，完成固化步骤，然后将固化后的柱状涂料样品从硅胶软管中抽出。

F.5 测量条件

测量条件如下：

- a) 温度：23℃±1℃；
- b) 相对湿度（R.H.）：50%±5%；
- c) 拉伸速度：测外层涂料时，传感器适用范围 100N~200N，拉伸速度范围（20~100）mm/min, 测内层涂料时，传感器 10N~50N，拉伸速度（20~100）mm/min；

F.6 测量步骤

测量应按下述步骤进行：

- a) 测量试样的厚度和宽度，或外涂圆柱形样品的直径，并输入控制程序中；
- b) 将试样固定在电子拉力机的样品夹具的两端并夹紧；
- c) 开启测试软件测量数据并记录。

F.7 测量结果

平行测试三次，当三次测试值与平均值相差小于 5%时，测量结果才有效，取平均值作为测量结果。

附录 G

(规范性附录)

固化后涂料固化度的测量方法

G.1 概述

固化后涂料的固化度，通过红外光谱仪扫描对比固化前后涂料中丙烯酸树脂烯属双键C=C键的相对减少来表征。

G.2 仪器和材料

红外光谱仪。

G.3 试样制备

按照 10.2.5 规定制备的固化内层涂料或外层涂料薄膜样品。

G.4 测量条件

温度：23℃ ± 1℃；

G.5 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 打开红外光谱仪；
- b) 测背景光谱；
- c) 取适量液体涂料放在晶体表面上，测样品的红外光谱；
- d) 在丙烯酸树脂烯属双键的吸收峰（810 nm⁻¹，1410 nm⁻¹，1635nm⁻¹）中选择适宜的不受其他化学键干扰的吸收峰积分，然后将标准吸收峰积分（选择适宜的恒定吸收峰作为标准），两吸收峰的面积 SAL/SRL 积分比定为：AU_{液体}；
- e) 用刀片取下固化膜，用红外光谱仪测得固化膜与玻璃板接触面的红外光谱图；
- f) 重复步骤d)，S_{AC}/S_{RC0}两吸收峰的面积积分比定为AU_{样品}。

G.6 测量结果

绝对固化度按公式G.1计算：

$$\%RAU = \frac{AU_{液体} - AU_{样品}}{AU_{液体}} \times 100\% \dots\dots\dots (G.1)$$

式中：

%RAU ——固化度；（%RAU - Percentage Reacted Acrylate Unsaturation）

AU_{液体} ——液体两吸收峰的峰面积比；

AU_{样品} ——样品两吸收峰的峰面积比。

附录 H

(规范性附录)

涂料固化速率的测量方法

H.1 概述

涂料的固化速率用达到 95%最大特定模量时的辐射剂量来表征。最大特定模量经由拟合模量增长曲线取得。

H.2 仪器与材料

测量所需的仪器和材料如下：

- a) 紫外光照度计；
- b) 光源：需满足 10.2.5.1 a) 的要求；
- c) 底材：玻璃板；
- d) 涂料涂布器；
- e) 红外光谱仪。

H.3 试样制备

按照 10.2.5 的规定制备内层涂料或外层涂料的液体薄膜备用。

H.4 测量条件

测量条件如下：

- a) 温度：23℃ ± 1℃；
- b) 膜厚：样品厚度建议范围 0.050mm~0.150mm。

H.5 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按仪器操作说明开启 UV 灯源，打开氮气设施，设置适当流量例如 0.2 m³/min。
- b) 经过充分预热和氮气环境稳定后，把紫外光照度计放置在传送带的中间位置上对紫外光辐射剂量（能量密度）进行测量。三次光照剂量测试值与平均值相差小于 5% 时，测量结果才有效，取平均值作为测量结果。
- c) 在 0J/cm²~1.0J/cm² 的能量密度范围内从小到大最少取 5 个点进行固化，得到固化好的样品膜。例如在 0.2J/cm²，0.3 J/cm²，0.5J/cm²，0.75，1.0J/cm² 的能量密度下固化；目标能量密度应在保证恒定光强的条件下，通过调节传送带速度达到。
- d) 所得在不同能量密度下固化的涂料薄膜样品按照附录 F 测量特定模量。（因无需获得断裂伸长率、抗张强度，外层涂料无需制备圆柱形样品）。
- e) 以特定模量 E 为纵坐标，UV 辐射剂量 d 为横坐标，按最小二乘回归法根据以下公式 H.1 拟合以模量增长为表征的固化速度曲线。

$$E = E_{\max}(1 - e^{-k(d-d_0)}) \dots\dots\dots (H.1)$$

式中：

- $E_{\max}$ —— 最大特定模量；
- k —— 速率常数；
- d_0 —— 诱导剂量。

以上三项参数由曲线拟合取得，根据拟合曲线得出达到最大特定模量 95% 时的 UV 辐射剂量 d 作为固化速率的表征指数。

附录 I

(规范性附录)

涂料固化膜水萃取率和最大吸水率的测量方法

I.1 概述

按GB/T 1034-2008和以下细节进行。

I.2 仪器

测试需要的仪器如下。

- a) 分析天平：分度值0.0001g；
- b) 恒温箱；
- c) 恒温水浴。

I.3 试样制备

按10.2.5的规定，制备为长、宽、厚分别为例如40 mm±1mm、40 mm±1mm、0.16 mm±0.05 mm的长方形 固化样品膜。表面平整，无气泡，无裂纹，每组3片试样。然后将试样置于50℃恒温箱中干燥24h，并在干燥器中冷却至室温，重复本步骤至重量变化小于0.1mg。

I.4 测量条件

测量条件如下：

- a) 水温：23℃±2℃；
- b) 每组试验用水量不低于150ml。

I.5 测量步骤

测量步骤如下：

- c) 称量干燥后的试样重量 (m_1)，精确至0.1mg，每3片试样一组，放入装有蒸馏水的容器，于23℃±2℃温度下浸泡24h；
- d) 浸泡24h后，取出试样，用洁净的滤纸擦去试样表面的水，称量试样重量 (m_2)，精确至0.1mg（试样从水中取出1min内完成称量）；
- e) 将称量后的试样放置在50℃恒温箱中干燥24h，取出后在干燥器中冷却至室温，称量试样重量 (m_3)，精确至0.1mg，重复本步骤至重量变化小于0.1mg。

I.6 测量结果

水萃取率按公式 I.1 计算：

$$\text{水萃取率} = (m_1 - m_3) / m_1 \times 100\% \quad \text{..... (I.1)}$$

吸水率按公式 I.2 计算：

$$\text{吸水率} = (m_2 - m_3) / m_1 \times 100\% \quad \text{..... (I.2)}$$

附录 J

(规范性附录)

内层涂料固化膜与玻璃间剥离强度的测量方法

J.1 概述

通过测量涂料与玻璃板之间的剥离强度，从而间接反应涂料对光纤玻璃纤芯的剥离强度。

J.2 仪器与材料

测量所需的仪器与材料如下：

- a) 电子拉力机；
- b) 光源：与涂料紫外吸收波长匹配的UV光源；
- c) 样品夹具；
- d) 底材：洁净玻璃板（例如长×宽×高=120mm×50mm×4.5mm）。

J.3 试样制备

在洁净的玻璃板上制备长、宽、厚例如分别为 90mm±1 mm、30mm±1mm、160μm±20μm 的液体涂膜；用与涂料紫外吸收波长匹配的 UV 光源固化，光源辐射强度>5W/cm²；固化度(%RAU)尽可能接近 100%，例如 1J/cm。将制备完成的试样避光放置 16h~24h 备用。

J.4 测量条件

测量条件如下：

- a) 温度：23℃±1℃；
- b) 相对湿度 (R.H.)：50%±5%；
- c) 传感器：50N；
- d) 试验速度：25cm/min。

J.5 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 取剥离强度实验夹具，安装在电子拉力机上；
- b) 将试样一端揭下 30mm 左右，作为自由端；
- c) 测试可采用 90° 角度剥离法或 180° 角度剥离法。采用 90° 角度剥离法时，将试样的自由端固定在夹具上，使试样膜垂直地从玻璃板表面剥离，并通过水平移动玻璃板，保证玻璃板与试样膜始终保持 90° 角；采用 180° 角度剥离法时，玻璃板固定，牵引夹具的引线通过滑轮固定在上方样品夹上，试样膜剥离角度接近 180°。固化样品表面需涂抹滑石粉以避免牵引夹滑动于样品膜上摩擦力的干扰。
- d) 测试长度为 10mm，通过测试软件读取剥离强度数据并记录。

J.6 测量结果

平行测试三次，当三次测试值与平均值相差小于 10%时，测量结果才有效，取平均值作为测量结果。

附录 K

(规范性附录)

外层涂料固化膜表面摩擦系数的测量方法

K.1 概述

按GB 10006和以下细节进行。

K.2 仪器与材料

测量所需的仪器和材料如下：

- a) 电子拉力机；
- b) 滑块63 mm × 63 mm，重量200g±2g。

K.3 试样制备

在洁净的玻璃板上制备长、宽、厚例如分别为 20cm±1cm、8cm±0.5cm、160μm±20μm（试样 1）以及长、宽、厚例如分别为 63mm±1mm、63mm±1mm、160μm±20μm（试样 2）的两种液体涂膜，按 6.2.5 制得试样固化膜。试样膜应平整、无皱纹和可能改变摩擦性质的伤痕，边缘应圆滑；试验是试样膜表面应无灰尘、指纹和任何可能改变表面性质的外来物质。

K.4 测量条件

测量条件如下：

- a) 温度：23℃±2℃；
- b) 相对湿度（R.H.）：50%±5%；
- c) 传感器：200N；
- d) 试验速度：100mm/min。

K.5 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 将试样2固化膜的非实验面用双面胶带固定到滑块上；
- b) 将试样1固化膜的试验面向上，平整地固定在水平试验台上；
- c) 将固定有试样的滑块无冲击地放在试样1固化膜中央，并使两试样的试验方向与滑动方向平行且测力系统恰好不受力；
- d) 两试样接触后保持15秒，启动仪器使两试样相对移动；
- e) 两试样相对移动6cm内的力的平均值(不包括静摩擦力)为动摩擦力F。

K.6 测量结果

试样的动摩擦系数（ μ_d ）按公式 K.1 计算：

$$\mu_d = F_d / F_p \dots\dots\dots (K.1)$$

式中：

μ_d — 动摩擦系数；

F_d — 动摩擦力，N；

F_p — 法向力，N。

平行测试三次，当三次测试值与平均值相差小于 10%时，测量结果才有效，取平均值作为测量结果。

附录 L

(规范性附录)

涂料固化膜热重变化的测量方法

L.1 概述

试样在加热的条件下，一些小分子物质会从固化膜中挥发，导致固化膜重量发生变化，通过称量热处理前后试样的质量，可以检测试样的热重变化情况。

L.2 仪器与材料

测量所需的仪器和材料如下：

- a) 分析天平：精度0.0001g；
- b) 恒温箱；
- c) 称量瓶： $\phi 100\text{mm} \times 20\text{mm}$ 。

L.3 试样制备

在洁净的玻璃板上制备长、宽、厚例如分别为 $10\text{cm} \pm 0.5\text{cm}$ 、 $5\text{cm} \pm 0.5\text{cm}$ 、 $150\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ 的液体涂膜，按 6.2.5 制得试样固化膜。制得的固化膜在 60°C 恒温箱中放置1 h，然后在干燥器中放置15 min。

L.4 测量条件

测量条件如下：

- a) 加热温度： $85^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ；
- b) 加热时间： $(56 \times 24)\text{h}$ 。

L.5 测量步骤

将试样称量后，放入规定温度的恒温箱中， $56 \times 24\text{h}$ 后取出试样放置在干燥器中冷却至室温，再行称量。

L.5 测量结果

试样的热失重 L_H (%) 按公式L.1计算：

$$L_H = (m_1 - m_2) / m_1 \times 100\% \dots\dots\dots (\text{L.1})$$

式中：

- L_H ——热失重，%；
- m_1 ——试验前试样质量，单位为克（g）；
- m_2 ——试验后试样质量，单位为克（g）。

平行测量三次，当三次测试值与平均值相差小于5%时，测量结果才有效，取平均值作为测量结果。

附录 M

(资料性附录)

涂料的使用方法及安全注意事项

M.1 使用方法

光纤涂料在低温运输或存储过程中，可能发生相分离。同时在运输过程中易产生气泡，为避免出现异常，建议使用前在适当的温度下加热若干小时，以消除气泡。

M.2 安全注意事项

M.2.1 危险性概述

M.2.1.1 危险性类别

涂料的危险性按危险类别通常有表M.1所列几项。

表 M.1 涂料的常用危险类别

危险类别GHS	可能引起的危害
皮肤腐蚀/刺激类别2	造成皮肤刺激
皮肤致敏物类别1	可引起皮肤过敏反应
严重眼损伤/眼刺激类别 2	造成严重眼刺激

M.2.2 防护措施

防护措施通常有：

- 呼吸系统防护：通常无需个人呼吸防护设备。眼睛防护：佩戴安全护目镜。
- 皮肤和身体防护：穿戴防护服。
- 手防护：戴防护手套。
- 其他防护：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。

M.2.3 急救措施

急救措施通常有：

- 迅速脱离现场至空气新鲜处；保持呼吸道通畅；立即就医。
- 用水漱口，饮水；立即就医。
- 立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少15分钟；立即就医。
- 用水小心冲洗眼睛至少15分钟；如戴隐形眼镜并可方便取出，取出隐形眼镜继续冲洗；立即就医。

M.2.4 消防措施

M.2.4.1 灭火介质

使用干粉、二氧化碳、泡沫灭火器灭火。

M.2.4.2 有害燃烧产物

一氧化碳、二氧化碳。

M.2.4.3 灭火注意事项及防护措施

隔离事故现场，禁止无关人员进入；消防人员应在上风向灭火；消防员和其它接触的人带自备空气的呼吸装置，穿完全防火衣，使用符合现场和周围环境的灭火设备。

M. 2.5 泄漏应急处理

M. 2.5.1 人员防护措施、防护装备和应急处置程序

撤离无关人员，隔离泄漏污染区。建议应急处理人员戴防护口罩，穿防护服，不要直接接触泄漏物。

M. 2.5.2 环境保护措施

本品会造成水体污染，防止进入下水道、地表水和地下水。

M. 2.5.3 泄露化学品的收容、清除方法及处置材料

少量泄漏时，可采用惰性吸附材料吸收泄漏物，大量泄漏时需筑堤控制。附着物或收集物可存放在合适的密闭容器中，并根据当地相关法律法规废弃处置。清除所有点火源，并采用防火花工具和防暴设备。

M. 2.6 操作处置与储存

M. 2.6.1 操作注意事项

保持充分的通风，特别在封闭区内。作业场所附近宜设置洗眼和淋浴设施。配备泄漏应急处理设备。使用防爆电器、通风、照明等设备。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。操作人员佩戴护目镜，穿防护服，戴防护手套。

M. 2.6.2 存储注意事项

容器密封存储在干燥、通风良好处。开封后的容器必须重新盖好并保持直立以防止泄漏。储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。避光保存，防止紫外光照射。包装密封。存储区应备有合适的材料收容泄漏物。

自生产日期开始计算，内层涂料的储存有效期为12个月，外层涂料的储存有效期为18个月。涂料如果超出储存有效期，建议联系生产厂家进行复测，依据测试结果再确定是否可以继续使用。