

国家标准《纺织品 夜光余辉性能试验方法 亮度计法》

编制说明

一、工作简况

1、任务来源和起草单位

2020年12月，国家标准化管理委员会下达了2020年第四批推荐性国家标准计划，《纺织品 夜光余辉性能试验方法 亮度计法》（计划编号：20204788-T-608）由全国纺织品标准化技术委员会归口，全国纺织品标委会基础标准分会执行，上海海关工业品与原材料检测技术中心等起草单位负责起草。

近年来，随着科技的不断发展进步，夜光余辉纺织品也逐渐在市场上崭露头角，夜光余辉纺织品能够在接受太阳光或灯光的照射后将能量储存起来，将其移至暗处后，该能量转换成可见光慢慢释放出来，并可以持续一段时间，且该纺织材料能够不限次循环使用，是一种有利于环保、节能的新型纺织产品。夜光余辉纺织品之所以能够发光，主要源于夜光余辉纤维或夜光余辉织物涂层中含有铕（Eu）、镝（Dy）等稀土元素，而稀土元素具有丰富的电子能级，可以产生多种能级间的跃迁。夜光余辉纺织品一般由是稀土材料与纺织纤维加工而成的各类织物及其制品，一类是夜光余辉纤维经过织造加工而成，另一类是采用纺织品整理技术合成夜光余辉印花、涂层织物。由于夜光余辉纺织品具有独特的发光效果，具有夜光余辉性能的发光面料逐渐被应用在纺织服装上，例如警示安全服、夜跑运动服、舞台服装、日常服装或家用装饰纺织品，达到一定的发光警示和装饰效果。通过查阅国内外相关检测标准和文献，对夜光余辉纺织品还没有统一的检测标准和专门的检测设备，因此，建立纺织品夜光余辉性能的试验方法，可以填补我国夜光余辉功能性纺织品检测方法的空白，有利于生产企业对该类产品的夜光余辉性能的质量控制。

2、主要工作过程

2021年1月-12月，成立起草小组，收集资料，对国内外相关标准、文献资料进行比较分析，根据纺织品夜光余辉的原理，研制试验仪器，收集样品。

2022年1月-7月，制定试验方案，并进行试验，确定试验操作步骤和各项试验参数。

2022年8月-10月，起草标准草案和编制说明，并进行重复性验证试验。

2022年11月-12月，修改完善标准内容形成征求意见稿，发委员征求意见。

二、标准编制原则

本标准的制定本着“技术先进、符合国情”的原则，结合企业生产实际和市场需求，又充分考虑到了标准的可操作性以及有效性，使标准先进可行。本标准格式按GB/T 1.1《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求编写。

三、主要内容的确定

1. 试验原理和定义

纺织品夜光余辉性能是指纺织面料中的涂层或纤维材料含有的 Eu, Dy 等稀土元素吸收环境中的光能,可以产生多种电子能级间的跃迁,释放出光能,同时将一部分光能储存起来,在黑暗环境中,这些储存的能量再持续以光的形式释放出来,使纺织品能持续发光一段时间。因此,夜光余辉性能可定义为:纺织品吸收环境中的光能,并将其储存起来,在黑暗环境中,仍可以持续发光一定时间。根据纺织品的这一特性,本试验原理可确定为:使用规定的光源作为激发光源,在一定的光照度条件下,直接照射试样,待试样达到光激发饱和状态后,移去光源,通过亮度计测量试样表面的发光亮度,并以规定的时间间隔点记录试样的发光亮度值。

2. 测试环境

由于测试结果会受到环境温湿度一定的影响,考虑到测试结果的可比性,应统一测试环境,所以本标准采用 GB/T 6529-2008“纺织品 调湿和试验用标准大气”中规定的标准大气环境($(20\pm 2)^\circ\text{C}$ 、 $(65\pm 4)\%RH$)进行调湿。另外,应将试样放置在不透光的容器中进行平衡 24 小时,使试样在测试前,将之前吸收的光能释放完毕。

3. 仪器设备

根据试验原理,纺织品夜光余辉性能测试仪主要由箱体、光源、亮度计、照度计、试样盒及控制系统组成,仪器结构示意图见图1,仪器装置见图2。

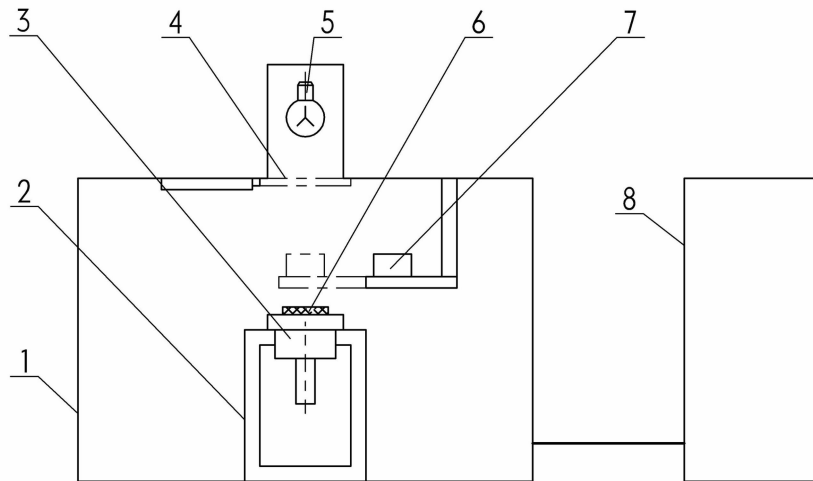


图1 纺织品夜光余辉性能测试仪结构示意图

图中: 1-箱体; 2-试样架; 3-照度计; 4-移门; 5-光源; 6-试样; 7-亮度计; 8-控制系统。

3.1 光源: 采用荧光灯, 色温 (6500 ± 500) K, 可调节其照度, 每10min光输出稳定度优于 1%。荧光灯相比较于钨丝灯、LED灯其光源输出稳定性更好, 相比较于氙弧灯, 成本更低, 更加节能, 不会产生大量热量, 所以, 在本实验中选用荧光灯, 色温6500K是暖白色光, 是

国际标准光源的统一色温，便于对光源的统一。在光源的下方有一个不透光的移门，当需要照射试样时，移门打开，当激发饱和后，移门关闭。

3.2 光照度：根据查阅现有的研究资料，相关标准“GB/T 24981.2-2020 稀土长余辉荧光粉试验方法 第2部分：余辉亮度的测定”中规定的光照度是1000lx左右，另外，荧光灯每10min光输出稳定度优于1%，因此，本标准规定测试仪应能在试样中心处产生 (1000 ± 10) lx的辐照度，并且光照度可调节。

3.3 照度计：位于试样台的下方，用于调节试样台处的平均照度，照度测量范围至少为10-5000lx，按照照度计校准规程中一级照度计的要求，示值误差应不超过 $\pm 4\%$ 。

3.4 亮度计：位于试样台的上方，可以移动，用于测量试样的余辉亮度，亮度测试范围至少为1-5000mcd/m²，能测试被测面积所发出的平均亮度，按照亮度计校准规程中一级亮度计的要求，示值误差不超过 $\pm 5\%$ ；

3.5 控制系统：用于调节光照度、控制光源照射时间，记录夜光余辉亮度的变化等。



图2 夜光余辉性能测试仪

4. 试样制备

样品应具有代表性，从每个样品上发光部位剪取至少3块圆形试样，试样大小参照了GB/T 24981.2-2020，试样的直径为 (50 ± 1) mm；如果发光部分形状不规则或尺寸较小，可将多个发光部分材料拼成直径为 (50 ± 1) mm的圆形试样，剪取一个直径50mm的粘贴纸，然后将不同大小的发光材料粘在粘贴纸上，发光面向上，应完全覆盖住粘贴纸。

5. 光源稳定性试验

研究小组选取了荧光灯、钨丝灯、LED灯三种不同的光源，分别调节至1000lx照度下，观察其照度随时间的变化情况。

经测试，开灯约20min后，光源的光照度趋于稳定，荧光灯光源照度变化范围为 (1000 ± 10) lx，钨丝灯光源照度变化范围为 (1000 ± 80) lx，LED灯光源照度变化范围为 (1000 ± 50) lx，荧光灯光源相对最为稳定。其中荧光灯光源照度变化情况如下：

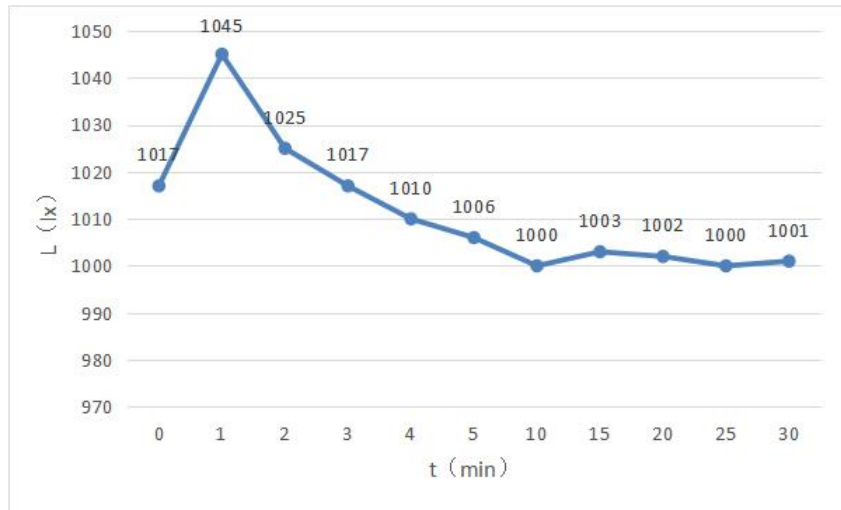


图3 荧光灯照射时间照度变化曲线

6. 激发饱和和试验

本标准规定在 (1000 ± 10) lx 的辐照度下，激发夜光余辉纺织品，使其充分吸收光能，以达到激发饱和状态，然后再进行余辉亮度和衰减时间的测试。激发饱和状态是指纺织品在激发光源的照射下，延长照射时间，试样余辉亮度的变化值在 5% 以内时的状态。为了确定光照激发饱和时间，我们对 30 种不同样品进行了激发饱和试验，分别记录试样在不同时间的照射后，其余辉亮度的变化情况。

试样编号	激发饱和时间 (min)	饱和亮度 (mcd/m^2)	余辉亮度变化率 (%)
1	27	2374.4	4.6
2	22	697.8	2.0
3	28	1098.1	4.5
4	4	4452.0	1.5
5	3	1991.0	2.7
6	13	1151.7	3.0
7	29	214.4	2.0
8	4	6924.6	2.8
9	12	670.9	2.9
10	10	18613.7	0.5
11	13	1318.9	2.0
12	6	9719.2	2.5
13	14	1808.9	2.8
14	8	631.3	3.6
15	6	8430.2	2.2
16	4	142.4	2.0
17	3	7654.4	3.8

18	7	2412.3	3.7
19	12	475.8	1.7
20	4	26774.9	1.2
21	5	311.1	2.7
22	9	2420.8	4.2
23	13	261.0	3.9
24	5	311.9	2.9
25	11	768.3	1.7
26	7	1392.5	3.8
27	13	2184.2	2.9
28	3	4593.3	1.9
29	2	4739.1	1.3
30	20	1366.6	2.5

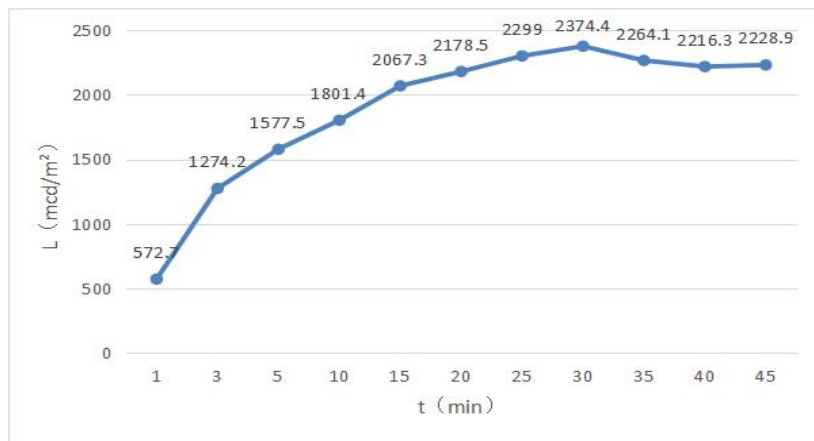


图4 试样1随激发时间的亮度变化曲线

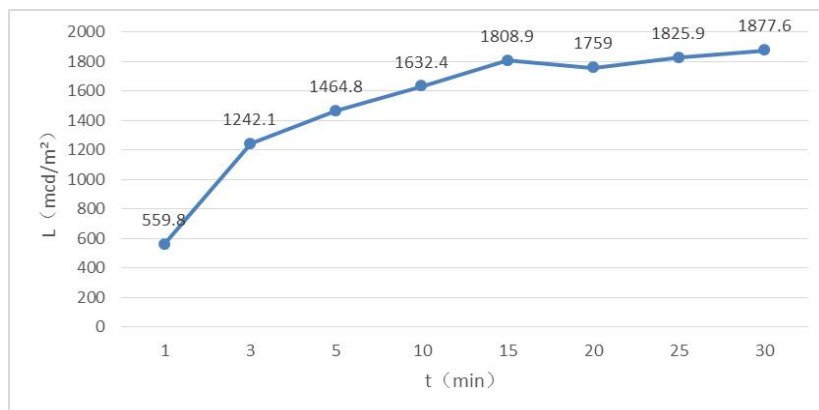


图5 试样13随激发时间的亮度变化曲线

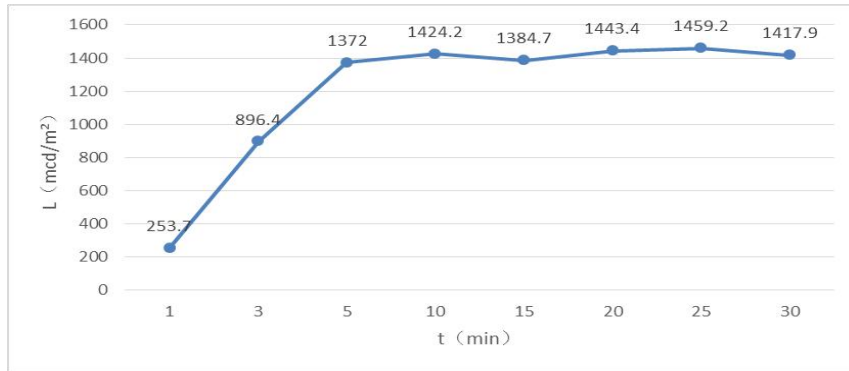


图 6 试样 26 随激发时间的亮度变化曲线

实验的结果表明：30 个试样中激发饱和照射时间最长为 29min，激发饱和照射时间最短为 2min。

7. 试样的余辉亮度和衰减情况

在 (1000 ± 10) lx 的辐照度下，激发样品，使其充分吸收光能，达到激发饱和状态，然后再进行余辉亮度和衰减时间的测试。本试验分别对 46 个不同样品进行测试，每分钟记录一次亮度值，当余辉亮度衰减至 10 mcd/m^2 或以下时，停止试验，计算平均亮度值和亮度衰减时间，结果如下：

表 2 夜光余辉性能测试结果

样品编号	亮度衰减时间 (min)	平均亮度值 (mcd/m^2)
1	54	115.71
2	18	24.03
3	22	76.46
4	60	58.94
5	4	21.00
6	21	74.06
7	5	28.83
8	32	100.87
9	27	34.57
10	43	115.31
11	24	38.88
12	49	127.50
13	44	64.94
14	25	24.45
15	37	109.89
16	2	15.40
17	39	106.27
18	25	80.30
19	6	19.17

20	50	107.91
21	5	17.38
22	20	72.24
23	8	19.68
24	10	16.76
25	30	50.81
26	46	99.63
27	26	76.07
28	28	77.06
29	4	60.33
30	35	82.94
31	29	76.15
32	14	54.99
33	23	77.13
34	24	83.07
35	27	84.81
36	25	82.43
37	26	83.59
38	29	83.70
39	25	82.43
40	26	81.97
41	30	92.74
42	30	112.26
43	16	54.09
44	12	66.38
45	52	134.14
46	4	33.63

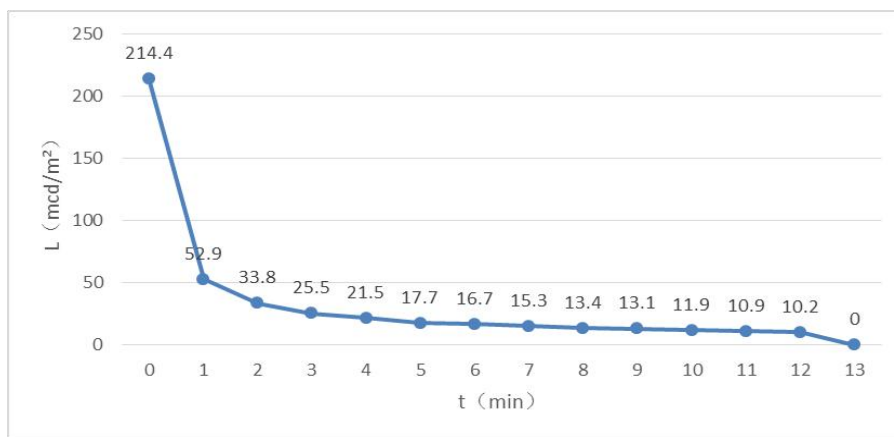


图 7 试样 7 余辉亮度衰减变化曲线

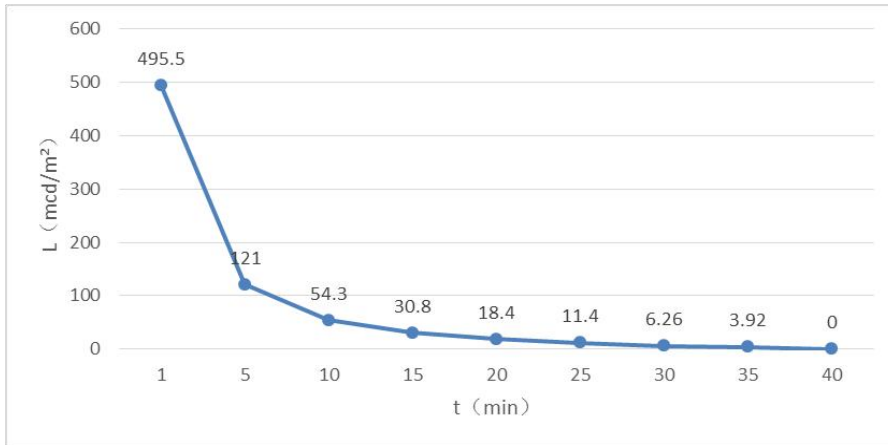


图 8 试样 18 余辉亮度衰减变化曲线

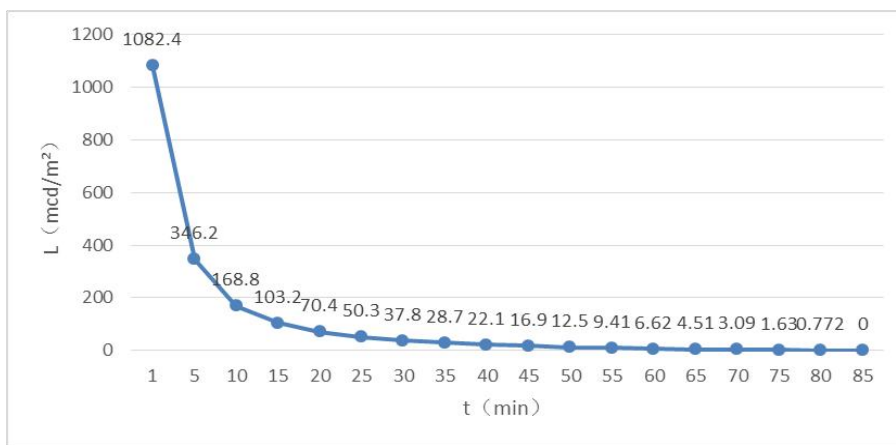


图 9 试样 1 余辉亮度衰减变化曲线

从实验结果可以看出，在 46 个样品中余辉亮度衰减时间 $t < 10\text{min}$ 的占 17%，余辉发光时间较短； $10\text{min} \leq t < 30\text{min}$ 的占 50%，余辉发光时间一般； $t \geq 30\text{min}$ 的占 33%，余辉发光时间较长。余辉亮度平均值 $L < 30\text{mcd/m}^2$ 的占 20%，余辉亮度较低；在 $30\text{mcd/m}^2 \leq L < 100\text{mcd/m}^2$ 的占 60%，余辉亮度中等； $L \geq 100\text{mcd/m}^2$ 的占 20%，余辉亮度较高。从检测数据看，样品的余辉亮度衰减时间越长，余辉亮度平均值也越大。

8. 试验方法的重复性验证

采用荧光灯，在光照强度为 $(1000 \pm 10)\text{lx}$ 的条件下，选取 15 种不同样品进行夜光余辉性能的测试，每个样品重复测量 3 次，记录每个试样的余辉亮度衰减至低于 10mcd/m^2 的时间以及余辉亮度平均值，结果如下：

表 2 余辉亮度衰减时间

试样编号	余辉亮度衰减时间 (min)				标准偏差 sd (min)	变异系数 cv (%)
	结果 1 (t_1)	结果 2 (t_2)	结果 3 (t_3)	平均值 (t)		

1	55	53	54	54	1.00	1.85
3	22	22	23	22	0.58	2.59
6	21	22	22	22	0.58	2.67
7	5	5	5	5	0	0
8	32	34	32	33	1.16	3.54
10	43	43	41	42	1.16	2.73
12	49	51	50	50	1.00	2.00
15	37	37	36	37	0.58	1.58
17	39	41	39	40	1.16	2.91
18	25	24	24	24	0.58	2.37
22	20	20	19	20	0.58	2.94
26	46	49	51	49	2.00	4.08
27	26	27	28	27	1.00	3.70
29	4	4	4	4	0	0
30	25	25	26	25	0.58	2.28

表 3 余辉亮度平均值

样品编号	余辉亮度平均值 (mcd/m ²)				标准偏差 sd (mcd/m ²)	变异系数 cv (%)
	试样 1	试样 2	试样 3	平均值		
1	114.37	117.70	115.71	115.93	1.68	1.45
3	76.46	78.26	76.98	77.23	0.93	1.20
6	74.06	78.05	77.20	76.44	2.10	2.75
7	28.83	28.20	28.48	28.50	0.32	1.11
8	100.87	104.73	102.66	102.75	1.93	1.88
10	115.31	113.09	115.07	114.49	1.22	1.06
12	110.83	122.82	126.06	125.46	2.40	1.91
15	109.89	108.92	111.88	110.23	1.51	1.37
17	106.27	105.48	105.16	105.64	0.57	0.54
18	80.30	77.30	74.15	77.25	3.08	3.98
22	72.24	71.32	73.69	72.42	1.20	1.65
26	99.63	95.51	90.40	95.18	4.62	4.86
27	76.07	73.50	73.35	74.31	1.53	2.06
29	60.33	60.10	59.60	60.01	0.37	0.62
30	82.94	82.93	78.00	81.29	2.85	3.51

通过对 15 种不同夜光余辉纺织品分别进行 3 次测试，并计算其标准偏差和变异系数，其结果显示余辉亮度衰减时间的标准偏差最大为 2.00min，变异系数最大为 4.08%；余辉亮

度平均值的标准偏差最大为 4.62 mcd/m²，变异系数最大为 4.86%。变异系数均低于 5%，结果表明在该试验方法及条件下，测试结果具有较好的稳定性和重复性。

四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

目前，在国外尚无夜光余辉纺织品的相关国际标准，本标准填补了国内外纺织服装领域相关检测方法标准的空白，总体技术达到了国际先进水平。

五、与有关标准的关系

有关标准 GB / T 24981.2-2020《稀土长余辉荧光粉试验方法 第2部分：余辉亮度的测定》也是测试余辉性能，但该标准适用的检测对象是荧光粉，测试指标是 10min、30min、60min 时的余辉亮度值。本标准是适用于具有夜光余辉性能纺织品，测试其余辉性能，测试指标为余辉亮度衰减时间，以及在该时间内的平均亮度值。因此，本标准与 GB / T 24981.2-2020 没有重复关系。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无

七、国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议

本标准作为推荐性国家标准上报，并建议作好标准的宣贯和咨询解答工作。

八、贯彻国家标准的要求和措施建议

建议实施日期为标准发布后 6 个月。

九、废止现行有关标准的建议

本标准为新制定推荐性国家标准，不代替其他标准。

十、其他应予说明的事项

无。

附件 1 试验样品

样品序号	样品名称	发光部分	发光部分颜色
1	夜光衣服	涂层印花	白色
2	修身夜光衣	面料	绿色+蓝色
3	印花夜光衣	涂层印花	白色
4	夜光儿童书包	涂层印花	白色
5	发光衣服	面料	绿色
6	夜光帽子	涂层印花	白色
7	发光卫衣	涂层印花	蓝色
8	夜光帆布鞋	涂层印花	白色
9	运动背包	涂层印花	蓝色
10	印花外套	涂层印花	白色
11	夜光运动服	面料	白色
12	表演服装	涂层印花	米白色
13	夜光 T 恤	涂层印花	白色
14	休闲短袖	涂层印花	粉红
15	夜光鞋子	涂层印花	白色
16	夜跑服	面料	蓝色+绿色
17	舞蹈服	涂层印花	白色
18	帆布鞋	发光薄膜	绿色
19	发光 T 恤	面料	粉色
20	发光帆布鞋	发光薄膜	淡黄色
21	短袖套装	涂层印花	绿色+白色
22	双肩背包	发光薄膜	橙色
23	篮球长裤	面料	白色
24	短袖 T 恤	面料	黄色+橙色
25	夜光长裤	涂层印花	白色
26	夜光男衣	涂层印花	白色
27	夜光双肩包	发光薄膜	橙色
28	夜光鞋子	发光薄膜	淡绿色
29	夜光双肩包	发光薄膜	淡绿色
30	短袖 T 恤套装	涂层印花	白色
31	夜光 T 恤	涂层印花	白色
32	夜光衣服	涂层印花	白色
33	夜光童装	涂层印花	白色
34	夜光 T 恤	涂层印花	绿色
35	夜光童装	涂层印花	白色
36	夜光衣服	涂层印花	白色
37	夜光短袖	涂层印花	白色
38	夜光 T 恤衫	涂层印花	白色
39	夜光儿童套装	涂层印花	蓝色
40	夜光衣服	涂层印花	白色
41	夜光短袖	涂层印花	白色

42	夜光学生包	涂层印花	白色
43	夜光卫衣套装	涂层印花	白色
44	夜光学生包	涂层印花	白色
45	夜光布	涂层印花	白色
46	夜光学生包	涂层印花	白色