

T/SLDA

团 体 标 准

T/SLDA 0xx—202x

LED 霓虹灯技术规范

Technical specification for LED neon lights

(征求意见稿)

2025-11-27

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 实施

深圳市照明与显示工程行业协会 发 布

目 次

前言 IV

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 LED 产品构成 3

5 LED 霓虹灯分类 3

6 技术要求 3

 6.1 通则 3

 6.2 标记 4

 6.2.1 基本要求 4

 6.2.2 产品标记 4

 6.2.3 包装标记 4

 6.2.4 标记中的产品信息 4

 6.3 外观及结构 4

 6.3.1 外观 4

 6.3.2 结构 5

 6.3.3 材料 5

 6.4 环境适应性 5

 6.4.1 工作温度环境适应性 5

 6.4.2 湿热 5

 6.4.3 LED 模块性能温度 5

 6.4.4 低温启动 6

 6.4.5 温度循环 6

 6.4.6 电源开关 6

 6.4.7 耐盐雾 6

 6.4.8 抗紫外辐射 6

 6.4.9 振动 6

 6.4.10 冲击 6

 6.5 光学特性 7

 6.5.1 调光 7

 6.5.2 单色光 7

 6.5.3 白光 7

 6.5.4 色容差 7

 6.5.5 亮度均匀性 7

 6.5.6 色彩均匀性 8

 6.5.7 显色指数 8

 6.5.8 波动深度 8

 6.5.9 初始光通量 8

 6.5.10 颜色可调光源 8

 6.6 电气特性 8

 6.6.1 输入功率 8

6.6.2 功率因数	8
6.6.3 电源适应性	9
6.6.4 电源效率	9
6.7 能效等级（讨论）	9
6.8 突变失效	9
6.9 光通维持率	9
6.10 级联要求	9
6.10.1 级联基本要求	9
6.10.2 级联间抗拉强度	9
6.10.3 级联首尾端光通量偏差度	9
6.10.4 级联电源	9
6.11 控制与接口要求	9
6.11.1 控制要求	9
6.11.2 信号与接口要求	10
6.11.3 控制协议与方式	10
6.12 LED 霓虹灯安装	10
6.12.1 规划	10
6.12.2 焊接与连接	10
6.12.3 散热	10
7 试验方法	10
7.1 一般试验要求和条件	10
7.2 标记	10
7.3 外观检查	11
7.4 结构	11
7.5 材料	11
7.6 限用物质要求	11
7.7 防护等级	11
7.8 环境适应性	11
7.8.1 工作温度	11
7.8.2 湿热	11
7.8.3 LED 模块性能温度	11
7.8.4 低温启动	11
7.8.5 温度循环试验	11
7.8.6 电源开关	12
7.8.7 耐盐雾	12
7.8.8 抗紫外辐射	12
7.8.9 振动	12
7.8.10 冲击	12
7.9 光学特性	12
7.9.1 调光	12
7.9.2 单色光主波长	12
7.9.3 白光色温与色容差	12
7.9.4 亮度均匀性	12
7.9.5 色度均匀性	12
7.9.6 显色指数	13
7.9.7 波动深度	13
7.9.8 初始光通量	13

7.9.9 颜色可调光源	13
7.10 电气安全	13
7.11 电气性能试验	13
7.11.1 电源基本检查	14
7.11.2 输入功率	14
7.11.3 电源适应性试验	14
7.11.4 功率因数与效率试验	14
7.12 电磁兼容性	14
7.13 能效与可靠性试验	14
7.13.1 光效	14
7.13.2 突变失效	14
7.13.3 光通维持率	14
7.14 级联	14
7.14.1 级联间抗拉强度	14
7.14.2 级联首尾端光通量偏差值	14
7.15 控制功能试验	14
8 检验	14
8.1 总则	15
8.2 检验分类	15
8.3 型式检验	15
8.4 质量一致性检验	15
8.5 试验项目和顺序	15
8.6 抽样和判定规则	16
8.6.1 组批规则	16
8.6.2 抽样方案	16
8.6.3 不合格分类	16
8.6.4 判定规则	16
8.6.5 不合格品的处理	16
8.6.6 批的再提交	16
附录 A （规范性） 颜色可调光源试验方法	17
附录 B （规范性） LED 霓虹灯级联首尾端光通量偏差值检测方法	18
B.1 柔性 LED 霓虹灯的检测方法	18
B.1.1 样品准备	18
B.2.2 级联首尾端光通量偏差值的测试步骤	18
B.2.1 样品准备	18
B.2.2 级联首尾端光通量偏差值的测试步骤	18
参 考 文 献	20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由xxxxxx提出并归口。

本文件主要起草单位： 。

本文件参与起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

LED霓虹灯作为传统霓虹灯的替代产品，具有节能高效、长寿命、安全环保等优点。随着城市景观照明的升级改造，LED霓虹灯已逐步取代传统霓虹灯。为规范LED霓虹灯的技术要求，确保产品质量，促进产业健康发展，同时联合香港、澳门地区，特制定本文件

LED 霓虹灯技术规范

1 范围

本文件规定了以发光二极管（LED）为光源的霓虹灯产品构成、产品分类、技术要求、试验方法和检验等。

本文件适用于额定电源电压250V及以下直流或50Hz或60Hz交流供电的柔性及刚性（硬质）LED霓虹灯（亦称“LED霓虹灯带”）的设计、生产和检验。

本文件适用于室内外装饰照明的LED霓虹灯，不适用于高压气体放电式霓虹灯。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A： 低温（IEC 60068-2-1：2007,IDT）
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温（IEC 60068-2-2：2007,IDT）
- GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热（EC 60068-2-78：2012,IDT）
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾（IEC 60068-2-11：1981,IDT）
- GB/T 2423.24 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Sa：模拟地面上的太阳辐射（IEC 68-2-5：1975,IDT）
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划（ISO 2859-1:1999，IDT）
- GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）
- GB/T 2900.65 电工术语 照明（IEC 60050（845）:1987,MOD）
- GB/T 7000.1—2023 灯具 第1部分：一般要求与试验（IEC 60598-1:2014，IDT）
- GB/T 7000.221—2023 灯具 第2-21部分：特殊要求 灯带（IEC 60598-2-21:2014,MOD）
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判断
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验（ISO 9227:2017,MOD）
- GB/T 17625.1 电磁兼容 限值 第1部分：谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）（IEC 61000-3-2:2020，MOD）
- GB/T 17743 电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法（CISPR 15:2018，IDT）
- GB/T 24823—2017 普通照明用LED模块 性能要求（IEC 62717:2014，IDT）
- GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求
- GB/T 31831—2015 LED室内照明应用技术要求
- GB/T 31897.201—2016 灯具性能 第2-1部分：LED灯具特殊要求（IEC 62722-2-1:2014，IDT）
- GB/T 39237—2020 LED夜景照明应用技术要求
- GB/T 39560（所有部分） 电子电气产品中某些物质的测定
- GB/T 39394 LED灯、LED灯具和LED模块的测试方法
- GB/T 39943 LED灯串性能要求
- GB 43472 灯具及灯具用电源导轨系统 安全要求
- ANSI/IES LM-80-20 认可方法：封装、阵列和模块的光通量和颜色维持率的测量方法（Approved method: Measuring Luminous Flux and Color Maintenance of LED Packages, Arrays and Modules）
- IEEE Std 1789—2015 在高亮度LED中调节电流以减轻对观众健康风险的推荐性操作规范（IEEE Recommended Practices for Modulating Current in High-Brightness LEDs for Mitigating Health Risks to Viewers）

IES LM-79-19 固态照明产品电气和光度测量 (IES Approved Method for Electric and Photometric Measurements of Solid-state Lighting Products)

UL94 塑料材料垂直燃烧测试 (Vertical Burning Test for Plastic Materials)

3 术语和定义

GB/T 2900.65及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

LED 霓虹灯 LED neon light

采用LED为光源,将LED芯片贴装在线路板(如FPC)上,以柔性或刚性包覆材料(如PVC、硅胶)制成并通过特定光学结构设计而实现与传统(如玻璃)霓虹灯相似照明效果的线性照明装置,LED霓虹灯产品示例见附录C。

注:传统玻璃霓虹灯是指采用冷阴极管形放电灯和类似设备的灯具。

3.2

显色指数 color rendering index

CRI

R

被测照明体照射物体所呈现的心理物理色与由参照照明体照射同一物体所呈现的心理物理色一致程度的度量,其中已考虑了适当的色适应状态。

注1:另见CIE13。

注2:本条目在IEC60050-845:1987中编号为845-02-61。

[来源:GB/T 2600.65—2023,845-22-109]

3.3

特殊显色指数 special colour rendering index

R_i

被测照明体)照射CIE试样所呈现的心理物理色与由参照照明体照射同一试样所呈现的心理物理色一致程度的度量,其中已考虑了适当的色适应状态。

注1:见CIE13。

注2:本条目在IEC60050-845:1987中编号为845-02-62845-22-111

[来源:GB/T 2600.65—2023,845-22-110]

3.4

一般显色指数 general colour rendering index

R_a

对于规定的一组8种试验色样的CIE1974特殊显色指数(3.3)的平均值

注1:另见CIE13。

注2:本条目在IEC60050-845:1987中编号为845-02-63。

[来源:GB/T 2600.65—2023,845-22-111]

3.5

色容差 chromaticity tolerances

SDCM

表征一批光源中各光源与光源额定色品的偏离,用颜色匹配标准偏差SDCM (standard derivation of color matching) 表示。

注:计算光源的色坐标X/Y值与标准光源之间的差异,数值越小,越接近标准光源,其颜色的一致性越好。

[来源:GB/T 31831—2015,3.14]

3.6

突变失效 abrupt failure

LED模块不能工作或不能发出光通量时的失效。

[来源:GB/T 24823—2017/IEC62717:2014,3.6]

3.7

波动深度 percent flicker

FPF

在一个波动周期内, 光输出的最大值与最小值的差与光输出最大值及最小值的和之比, 以百分比表示。

[来源: GB/T 31831—2015,3.5]

3.8

颜色可调光源 colour-tuneable light source

CTLS

指可设置为发射白光以外如蓝、绿、红等颜色, 但也可设置为多色光可调色至白光的光源。

只能将可调白光光源设置为发出具有不同相关色温的光, 以及在变暗时将其白光输出移至较低相关色温的暗淡至暖光源, 模拟白炽灯光源的行为, 不视为 CTLS。

3.9

激发纯度 excitation purity

 p_e

其为以主波长描述颜色时之辅助表示, 以百分比计, 又名兴奋纯度或色纯度。

CIE1931或1964标准色度系统色品图(GB/T 2900.65-2023,845-23-054)上两共线距离NC/ND之比, 第一个距离为代表所考虑的色刺激(GB/T 2900.65-2023,845-23-002)的C点和代表指定无彩色刺激(GB/T 2900.65-2023,845-23-009)的N点之间的距离, 第二个距离为N点和所考虑色刺激(845-23-002)的主波长(GB/T 2900.65-2023,845-23-062)在光谱轨迹(GB/T 2900.65-2023,845-23-056)上的D点之间的距离。 P_e 计算公式见附录A中公式(A.1)和公式(A.2)。

[来源: GB/T 2900.65-2023,845-23-066]

4 LED 产品构成

LED霓虹灯主要由以下部分构成:

- a) 核心部件: LED灯珠、PCB板、导光条/扩散罩;
- b) 外部结构: 防护套(PVC/硅胶等包覆材料)、端盖、密封胶等;
- c) 电气部件: 电源线、连接器、防水接头、驱动电源;
- d) 控制部件: 控制器、信号放大器(如需要)。

5 LED 霓虹灯分类

LED霓虹灯分类应符合GB/T 7000.221—2023中5的相关要求, 并符合以下分类:

- a) 按照结构分为刚性(硬质)型和柔性型, 符合以下要求:
 - 1) 柔性LED霓虹灯灯体采用柔性材料制成, 可弯曲;
 - 2) 刚性LED霓虹灯灯体采用刚性材料制成, 不易弯曲。
- b) 按照防护等级分为以下几类:
 - 1) 室内型: 不低于IP20;
 - 2) 户外有遮蔽型(半户外): 不低于IP44;
 - 3) 户外型: 不低于IP65。

注: IP65: 防尘喷水, IP67: 浸水防护, IP68: 水下。

- c) 按光色效果: 单色型、双色型、RGB多彩型和RGBW全彩型等;
- d) 按照颜色分为红(R)、黄(Y)、绿(G)、蓝(B)、白(W)等。

6 技术要求

6.1 通则

LED霓虹灯的设计和制造应使其在正常使用时能正常工作, 并符合其声称的性能指标; 通常需要用所有适用的试验来检验其合格性。并符合以下要求:

- a) LED 霓虹灯的安全要求应符合GB 43472中的规定；
- b) 电压波动范围、功率因数、防雷性能、无线电骚扰限值、谐波电流等电气要求应符合GB/T 39237—2020中6.2的要求；
- c) 限用物质要求应符合GB/T 26572的规定；
- d) 产品命名规则宜包含：产品类型、长度、结构类型、防护等级、颜色代号等要素。

6.2 标记

6.2.1 基本要求

LED 霓虹灯的标记应符合GB/T 7000.1—2023中3的要求。

6.2.2 产品标记

产品上应有清晰、持久的标记，至少包括：额定电压、额定功率、额定频率（如适用）、IP等级、型号、制造商名称或商标、额定最高环境温度（Ta）、冷光束符号（如适用）。

6.2.3 包装标记

包装上应标明：产品名称、型号、规格、长度、光色、防护等级（IP代码）、执行标准编号、生产日期、制造商信息及注意事项（如“室内使用”或“户外使用”）。

6.2.4 标记中的产品信息

应符合GB/T 31897.201—2016中4的要求，并符合表1的要求。

表 1 标记

标记组成	编号	参数
基本标记 GB/T 31897.201-2016 第 4 章规定的标记	a	LED 霓虹灯最小单元的额定功率或一条完整 LED 霓虹灯的额定功率；LED 霓虹灯每米的额定功率（W/m）。
	h	额定相关色温（CCT，K） ^a 。
	j	与灯具性能相关的额定环境温度（t _q ）℃ ^b 。
	l	老化时间，如果不是 0h。
附加标记	m	有色光：主波长； 白光 ^c ：色温； RGB：各颜色主波长。
	n	室内/室外防护等级。
	u	宜标记电源电压极性区别（产品额定工作电压）。
	x	LED 霓虹灯的能效等级，能效等级下方应标注 LED 霓虹灯用途类型，所需要的能效额定值，以及依据标准 ^d 。 如：能效等级 3 级 波动深度（%） 2.0 兴奋纯度（%）蓝色：90 绿色：65 红色：95 光效（lm/W） 90 色容差 5.0
^a 仅针对白光 LED 霓虹灯。 ^b 见 GB/T 31897.201—2016 中 6.2 的要求。 ^c 照明性 LED 霓虹灯不需要标注主波长。 ^d 能效限定值及能效等级对应的标准。		

6.3 外观及结构

6.3.1 外观

LED 霓虹灯的外观及结构符合以下要求：

- a) 表面无划痕、气泡、杂质；颜色均匀，无可见色差；表面涂层均匀，无脱落、锈蚀；
注：不应有影响发光效果的污点或划痕等缺陷。

- b) 外形尺寸应符合制造商所宣称的产品规格；
- c) 标识应清晰、牢固；
- d) 可剪断单元应明确标示剪切位置。

6.3.2 结构

LED霓虹灯的结构符合以下要求：

- a) 连接器应插拔方便，接触可靠，具有防呆和防水（户外型）设计；
注：连接部位密封良好，达到标称防护等级。
- b) 应便于安装和固定；
- c) LED 霓虹灯及其连接部件，应承受 30N 的拉力 1 min，不会产生连接脱离等现象；端盖密封结构应能承受 20 N 轴向拉力；
- d) 柔性 LED 霓虹灯最小弯曲半径应符合产品提供商或厂家宣称值。
- e) 刚性 LED 霓虹灯应具有足够的机械强度，结构牢固；
- f) 对于户外使用的有防护型 LED 霓虹灯，应使用防水接头。

6.3.3 材料

LED霓虹灯的材料符合以下要求：

- a) 防护套厚度不应小于 0.5 mm；
- b) 外壳材料应耐候、阻燃，符合 UL94 V-0 等级或 GB/T 7000.1—2023 中 13.3 的相应要求；
- c) 光学材料透光率不宜低于 65%，与宣传值相比偏差不应大于±2%；
- d) 导体截面积应满足电流要求，低压大电流应用应适当增大截面积，主供电线宜使用 1.5 mm² 或以上的铜线，数据线应做好屏蔽。

6.4 环境适应性

6.4.1 工作温度环境适应性

LED霓虹灯的工作温度环境适应性应符合表 的要求，在承受各项气候环境试验中和试验后，均应正常工作。

表 2 LED 霓虹灯所处环境适应性要求

试验项目	试验参数	室内	室外安装		要求
		I	II	III	
高温试验 (工作状态)	温度	40℃±2℃	50℃±2℃、 55℃±2℃	70℃±2℃或80℃ ±2℃	相对湿度为30%~ 95%（无凝露）， 在试验期间和试 验后均应正常工 作。
	持续时间	8h	8h	8h	
低温温试验 (工作状态)	温度	-10℃±2℃、 0℃±2℃	-30℃±2℃ -20℃±2℃ -10℃±2℃ 0℃±2℃	-40℃±2℃	
	持续时间	8h	8h	8h	

6.4.2 湿热

6.4.2.1 湿热负载

对LED霓虹灯进行试验：在最高工作环境温度、相对湿度RH（90±3）%条件下，通电工作8h应能正常工作。

6.4.2.2 恒定湿热

除另外规定外，室内LED霓虹灯在环境温度为（40±2）℃，LED霓虹灯在环境温度为（50±2）℃，相对湿度为RH（90±3）%环境中，贮存48h后，应能正常工作。

6.4.3 LED 模块性能温度

LED霓虹灯在额定条件下工作时，其 t_p 点温度不应超过标记值。未标记时，外表面最高温度不应超过65℃。

6.4.4 低温启动

试验温度为制造商声称的最低工作温度，如无声称时，室内LED霓虹灯采用-20℃，室外LED霓虹灯采用-40℃；室/内外LED霓虹灯在试验后应无明显的损坏，且相对于初始光通量的变化不应超过额定值的10%。

6.4.5 温度循环

- LED霓虹灯在温度为-30℃至+55℃之间循环环境下工作，符合以下要求：
- a) 该环境下持续时间可由制造商根据产品情况进行声明，但持续时间应至少为168h；
 - b) 外观无异常损坏，包覆材料（环氧树脂或硅胶等）无变形、变色，胶水无变形、变色；
 - c) 温度循环后的15min内，室/内外LED霓虹灯应能持续点燃；
 - d) 发光无异常，无闪烁、变色、变暗甚至不亮；
 - e) 总光通量、显色指数及色温值变化不超过表3的要求。

表 3 温度循环试验产品参数变化限制要求

参数	变化限值
光通量	$\leq \pm 10\%$
显色指数 (Ra)	$\leq \pm 3$
相关色温 (CCT)	$\leq \pm 5\%$

6.4.6 电源开关

以通电30秒再断电30秒为一次循环进行电源开关试验，试验中和试验后的15min内，LED霓虹灯应能正常启动。

6.4.7 耐盐雾

- 盐雾环境（见表4）场所使用的LED霓虹灯，设备内部及外部不应有以下情况：
- 试验后，应无明显锈蚀现象，外壳外表面的保护层不得有松软、起泡及明显起皱现象，不得出现金属基体腐蚀（焊缝、机械损伤处除外）；
 - 试验后，涂层不得普遍出现直径大于1mm以上的气泡，单个气泡的最大直径不得超过5mm。

表 4 盐雾环境要求

项目名称	额定值	试验时间
盐雾试验	15℃~35℃； 盐溶液浓度为（5±0.1）%； 雾化前盐雾的pH值在6.5~7.2之间。	168h

注：完全暴露于室外环境条件，经受大气环境的气压、湿度、温度、日晒、风力、淋雨等作用，此情况下的耐盐雾在我国北部寒冷地区、沙漠地区不做要求。

6.4.8 抗紫外辐射

室外或特殊环境条件下使用的LED霓虹灯灯体应能承受24 h的紫外辐射试验，无开裂、粉化、变色。

6.4.9 振动

应符合 GB/T 7000.1 中关于抗振动的相关要求。振动试验后无结构性损坏，功能正常。

6.4.10 冲击

应符合 GB/T 7000.221 中关于冲击试验的相关要求，冲击试验后无结构性损坏，功能正常。

6.5 光学特性

6.5.1 调光

若LED霓虹灯可调光，符合以下要求：

- 步进式调光：LED霓虹灯调节光通量不应大于额定光通量的20%；
- 连续式调光：LED霓虹灯调节光通量不应大于额定光通量的10%；
- 调光至最低时不应产生肉眼可见的闪烁。

6.5.2 单色光

装饰性LED霓虹灯符合以下要求：

- 主波长与其标称值的允差不应超过5 nm，或制造商声称的更小的波长允差；
- LED霓虹灯有多种单色光，则应分别针对每个单色光进行测试，且每个单色光的主波长与其标称值的允差不应超过±5 nm，或制造商声称的更小的波长允差；
- LED霓虹灯具备可调光时，其所有单色光的主波长与其标称值的允差（在100%调光、50%调光，20%调光情况下）均不应超过±5 nm。

6.5.3 白光

按照GB 39943—2021中7.2.2的要求，白光LED霓虹灯符合以下要求：

- 可调色温的LED霓虹灯，其相关色温应与其标称值一致，并符合表5的要求；
- 若多色光可调色至白光，其白光色温也应符合表5的要求；
- 色坐标偏差： $\Delta x/\Delta y$ 小于或等于0.005；
- 色温一致性：偏差范围值不宜超过±150K。

表 5 白光 LED 霓虹灯的相关色温及其允差

标称相关色温 K	中心色坐标 x	中心色坐标 y	目标相关色温及其允差 K	目标 D_{uv}	D_{uv} 容差
2200	0.5018	0.4153	2238±102	0.0000	对 $T_x < 2870$ K, 0.000 ± 0.0060 ; 对 $T_x \geq 2870$ K, $D_{uv}(T_F)^c \pm 0.0060$ 其中: T_x 是光源的相关色温。
2500	0.4806	0.4141	2460±120	0.0000	
2700	0.4578	0.4101	2725±145	0.0000	
3000	0.4339	0.4033	3045±175	0.0001	
3500	0.4078	0.3930	3465±245	0.0005	
4000	0.3818	0.3797	3985±275	0.0010	
4500	0.3613	0.3670	4503±243	0.0015	
5000	0.3446	0.3551	5029±283	0.0020	
5700	0.3287	0.3425	5667±355	0.00225	
6500	0.3123	0.3283	6532±510	0.0031	
灵活相关色温 T_F (2300~6400) ^a	/	/	$T_F \pm \Delta T^b$	$D_{uv}(T_F)^c$	
^a 灵活相关色温 T_F 是制造商自定义除上述 10 个标称色温以外相关色温（如 2300 K, 2400 K, ……，6400 K），以 100 K 为间隔。					
^b $\Delta T = 1.1900 \times 10^{-8} \times T^3 - 1.5434 \times 10^{-4} \times T^2 + 0.7168 \times T - 902.55$					
^c 对 $T < 2870$ K, $D_{uv}(T) = 0$; 对 $T \geq 2870$ K, $D_{uv}(T) = 5700 \times (1/T)^2 - 44.6 \times (1/T) + 0.00854$					

6.5.4 色容差

LED霓虹灯白光的色度坐标应在表5规定的色度范围之内，在任何情况下其初始读数距离目标值均不应大于6SDCM。

6.5.5 亮度均匀性

LED霓虹灯整体发光应均匀，无明显的暗区、亮斑或色斑。亮度均匀性不应低于0.8。

6.5.6 色彩均匀性

LED霓虹灯色彩均匀性 $\Delta E_{CIE\text{Lab}}$ 应小于1.0。

注：一般而言， $\Delta E_{CIE\text{Lab}}$ 小于1时人眼难以察觉色差， $\Delta E_{CIE\text{Lab}}$ 在不低于1且小于2时为轻微色差， $\Delta E_{CIE\text{Lab}}$ 在不低于2且小于3.5时为明显色差， $\Delta E_{CIE\text{Lab}}$ 大于3.5则为显著色差。

6.5.7 显色指数

白光或可调至白光的LED霓虹灯，其一般显色指数应符合表6的要求。

表 6 白光的显色指数

显色指数	1 级	2 级	3 级
一般显色指数初始值 R_a	≥ 95	≥ 80	≥ 70
特殊显色指数 R_9	≥ 90	≥ 0	≥ 0

6.5.8 波动深度

用于人员长期停留场所的LED霓虹灯在其额定电压下工作时，其光输出波形的波动深度不应超过IEEE Std 1789-2015中规定低风险等级限值，见表7中的限值，波动深度应按照公式（1）计算。

表 7 不可察觉到的影响水平区域的波动深度限值

波动频率 f	波动深度 FPF 限值 (%)
$f \leq 9\text{Hz}$	$\text{FPF} \leq 0.288$
$9\text{Hz} < f \leq 90\text{Hz}$	$\text{FPF} \leq f \times 0.08/2.5$
$f > 3125\text{Hz}$	无限制

$$\text{FPF} = 100\% \times (A - B)/(A + B) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

A——在一个波动周期内光输出的最大值；

B——在一个波动周期内光输出的最小值。

6.5.9 初始光通量

LED霓虹灯的0h光通量不应低于标称值的90%。

6.5.10 颜色可调光源

颜色可调光源（CTLS）至少可设置蓝、绿、红、黄光三种颜色，且主波长范围及颜色纯度应符合GB/T 39237—2020中6.4.6表13的要求，见表8。

表 8 主波长及最小激发纯度

颜色	主波长 (nm)	最小兴奋纯度
蓝色	455~485	$\geq 90\%$
绿色	508~550	$\geq 72\%$
红色	610~700	$\geq 94\%$
黄光	585~600	$\geq 93\%$

6.6 电气特性

6.6.1 输入功率

额定工作电压下，LED霓虹灯的初始功率与额定功率之差不应大于10%。

6.6.2 功率因数

LED霓虹灯的功率因数不应低于0.9。

6.6.3 电源适应性

在额定电压的85%~110%范围内，以及额定频率的 ± 2 Hz范围内，应能正常工作。

6.6.4 电源效率

驱动电源的效率不应低于85%。

6.7 能效等级

LED霓虹灯的能效应符合制造商或产品提供商宣称值，如无宣称，白光、单色光、RGB彩色、RGBW彩色LED霓虹灯宜按照GB/T 39237—2020中表17和表18的相应要求进行评测。

6.8 突变失效

室内性LED霓虹灯在高温为45℃或室外性LED霓虹灯在高温为65℃环境下连续工作168h，突变失效率应为0%。

6.9 光通维持率

LED霓虹灯工作3000h后的光通维持率不应小于96%。

6.10 级联要求

6.10.1 级联基本要求

级联系统应能使所有灯段同步显示，形成一个统一的视觉整体。

注：级联系统指将多段LED霓虹灯首尾相连，组合成一条更长的、由同一个信号源控制的灯光系统，让所有灯段同步显示相同的动态效果（如流水、渐变、彩虹等）。

6.10.2 级联间抗拉强度

LED霓虹灯级联连接部位（级联间的连接导线、连接导线与霓虹灯间的结合部位），承受30N、1 min持续拉力作用，相邻霓虹灯之间的位移差值不应超过1mm，且不应对产品造成电气安全和机械性的损伤。

6.10.3 级联首尾端光通量偏差值

在额定工作条件下，级联LED霓虹灯的首尾端光通量偏差值应小于8%。

6.10.4 级联电源

LED霓虹灯的驱动电源应符合GB/T 39237—2020中5.3、7的要求，并符合以下要求：

a) 确保电源电压和电流符合LED承受范围，避免过载损坏；电源的总功率应大于所有级联灯带总功率之和，并留有至少20%~30%的余量；

b) 电源输出电压应与霓虹灯工作电压一致；

注：常见的有5V、12V、24V等，24V霓虹灯带在长距离级联时压降更小，效果更好，是首选。

c) 长距离级联（例如5V霓虹灯超过5米，12V超过10米，24V超过15米）时应采用“多点供电”或“中途补电”的方式。

注：从电源的正负极分别引出电线，在灯带的起点、中点和末端等多个点并行接入电源，而不是只从一端供电。这能有效克服“压降”问题，确保末端的灯珠亮度/颜色与前端一致。

6.11 控制与接口要求

6.11.1 控制要求

符合以下要求：

a) 控制系统应符合GB/T 39237—2020中5.4、8的要求；

b) 控制器应支持声明的级联长度（如简易控制器控制距离10~15米）；

c) 超长级联（如超过500~1000个像素点）时，应使用信号放大器或分区控制，符合以下要求：

1) 信号放大器：在中间段添加，应支持重整和放大数据信号，保证后续灯珠显示正常；

2) 分区控制：应支持使用多个控制器分别控制不同区段的LED霓虹灯，再通过软件进行同步。

注：级联灯珠数量越多，信号传输距离越长，波形可能失真。

6.11.2 信号与接口要求

符合以下要求：

- a) 确保数据信号从上一段的DOUT端口流向下一段的DIN端口，不能接反；
- b) 电源接口应符合国家标准要求。

6.11.3 控制协议与方式

控制调光设备与灯具进行信号互通和调光控制的通信协议及方式，符合以下要求：

- a) 宜支持 DMX512-A、RS485、电力载波、MODBUS、0-10V 和 DALI 等一种或多种协议；

注：采用DMX512，可通过级联单根数据线实现同步控制，需保证数据传输速率与同步性。

- b) 采用数据寻址协议时，控制器发送的数据信号应包含每个灯珠的 RGB 颜色信息，支持独立编程控制每个像素点；

注：每个LED灯珠都是一个独立的智能像素点（内置IC），信号像水流一样一级一级向下传递，从而实现每个灯珠可独立编程控制，实现极其复杂的动画和效果，长距离级联需要处理信号衰减问题。

- c) 采用模拟协议时，应能通过改变 R、G、B 三条线路的电压来混色。

注：整条灯带所有灯珠同时显示相同的颜色和亮度，无法实现“每个灯珠不同效果”的级联。

6.12 LED 霓虹灯安装

6.12.1 规划

符合以下要求：

- a) 在安装前，应规划好总长度、走向、电源和控制器放置的位置；
- b) 计算总功率和压降，判断是否需要多点供电和信号放大器。

6.12.2 焊接与连接

符合以下要求：

- a) 连接点应焊接牢固，采用避免虚焊、短路的措施，如使用热缩管做绝缘保护；
- b) 使用免焊连接器时，应确保接触良好，并做好防水处理（用于户外时）。

6.12.3 散热

高亮度白光工作时，LED会产生大量热量，应确保霓虹灯带有良好的散热条件，避免长时间密闭安装导致过热，影响寿命。

7 试验方法

7.1 一般试验要求和条件

除非另有规定，试验应在以下条件下进行：

- a) 环境温度：25℃±5℃；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 大气压：86kPa~106kPa；
- d) 光电测量应符合GB/T 39394的方法要求。
- e) 测量LED霓虹灯的光电特性应符合GB/T 39394的方法要求；
- f) 带有调色控制装置的LED霓虹灯应按照制造商或责任销售商的指示调节（设置）到固定值，除调光试验，带有调光控制装置的LED霓虹灯应调节到最大光输出状态进行其他所有试验；

g) 测试长度：以“每米”为基准单位计量或检测LED霓虹灯的各项性能参数；非制造厂商特定要求情况下，LED霓虹灯测试长度取值为1m；

- h) 测试所选择的试样应具备正常的功能；

- a) 如条款无特定要求，应按照 GB/T8170 的相关要求进行修约，保留 1 位小数。

- b) 级联通电测试符合以下要求：

- 1) 先分段测试，再整体级联。即先单独测试每一段灯带和控制器是否正常工作，然后再连接起来进行整体测试。
- 2) 接通电源前，应检查正负极性和数据线顺序是否正确。

7.2 标记

按照GB/T 7000.1—2023中3规定的方法进行标记检查和耐久性试验。

7.3 外观检查

在照度不低于300 lx的漫射光下，正常视力目视检查LED霓虹灯的外观，包括表面、表面涂覆层、标识等是否符合要求。

7.4 结构

按照以下方法进行试验：

- a) 手动操作检查连接器的插拔、安装情况；对于室外使用的LED霓虹灯，检查是否具备防水连接器。
- b) 拉力试验：使用标准工具（如拉力计）对连接部件、端盖密封结构分别按照6.3.2的要求施加相应的拉力，持续1 min；
- c) 弯曲试验：没有宣称产品弯曲直径时，将柔性LED霓虹灯绕直径为60 mm的圆柱弯曲；
- d) 机械强度试验：按照GB/T 7000.221中规定的方法对柔性和刚性LED霓虹灯进行试验；
- e) 色彩均匀性：按照7.10.5中的方法测量，计算 $\Delta E_{CIE Lab}$ ；

7.5 材料

检查供应商提供的材质证明或测试报告。

7.6 限用物质要求

按照GB/T 39560（所有部分）规定的方法，测试灯具所使用材料的限用物质的限量，或者提供相应的测试报告。

7.7 防护等级

按照GB/T 7000.1—2015的相关要求进行试验。

7.8 环境适应性

7.8.1 工作温度

按照GB/T 2423.1和 GB/T 2423.2规定的方法进行高低温工作试验。

7.8.2 湿热

按照GB/T 2423.3规定的方法进行湿热负载和恒定湿热试验。

7.8.3 LED 模块性能温度

当LED霓虹灯正常安装后，在额定电源电压及在LED霓虹灯制造商标称的环境温度下进行测试，稳定工作4 h后，用热电偶测量 t_p 点温度。

7.8.4 低温启动

试验时应先使试验箱和试验样品处于实验室环境条件下，然后将试验箱温度以不超过1K/min的变化速率降低到制造商声称的最低工作温度，如无声称时室内灯带采用-20℃，室外LED霓虹灯带采用-40℃，温度容差为 ± 2 K，待箱内的温度达到规定值并稳定2h后，样品进行300次1 min开，19 min关的循环。循环结束后的样品在低温状态下应能在5 s内点亮。

当试验结束时，试验样品应保留在试验箱内，然后以不超过1 K/min的变化速率将温度恢复到实验室环境温度，并稳定2h。

试验过程中及试验后判定结果是否符合要求。

7.8.5 温度循环试验

LED霓虹灯的温度循环试验按以下方法进行：

- a) 测试样品放置在一个试验箱中，在该试验箱中，温度在-30℃至+55℃之间循环变化4h（为1个周期），试验持续时间为42个周期（168h）；
 - b) 4h（1个周期）包括两个极端温度下各保持1h的时间和两个极端温度之间1h的爬升时间（1 K/min），在此期间LED霓虹灯带通电和断电各17min；
- 为避免破坏结构，在试验时不应截取灯带（柔性LED霓虹灯）。

LED霓虹灯（试样）在室温环境下静态放置2h后，测量总光通量、显色指数和色温，并记录；将LED霓虹灯（试样）不通电状态放置于试验箱中，温度循环持续168h，关闭试验设备，取出LED霓虹灯（试样）。

试验后在室温下恢复2 h，检查外观并测量光电参数，判定结果是否符合要求。

7.8.6 电源开关

以通电30s、断电30s为一次循环，进行规定次数的试验。规定的循环次数等于指定使用寿命中位数的一半（以小时为单位）（例如：如果指定使用寿命中位数为20000h，则为10000次）

试验过程中及试验后LED霓虹灯应能正常启动。

7.8.7 耐盐雾

按照GB/T 10125或GB/T 2423.17中规定的方法进行168 h试验，试验后判定结果是否符合要求。

7.8.8 抗紫外辐射

按照 GB/T 2423.24中规定的方法进行试验，判定结果是否符合要求。

7.8.9 振动

按照 GB/T 7000.1 中规定的试验方法进行试验，判定结果是否符合要求。

7.8.10 冲击

按照 GB/T 7000.221 中规定的试验方法进行试验，判定结果是否符合要求

7.9 光学特性

7.9.1 调光

按照GB/T 39394的方法要求及以下程序进行：

- 测试前连接好LED霓虹灯制造商指定调光控制方式的调光器；
- 在积分球或分布光度计中测量LED霓虹灯100%调光下的光通量，调至最小调光再次测量光通量，计算比值；

判定试验过程中及试验后结果是否符合要求。

7.9.2 单色光主波长

单色光按照以下方法进行试验：

- 每件LED霓虹灯样品中随机取1.0m进行检验；
- 在积分球中，根据GB/T 39394的方法要求测量单色光的主波长；
- 对于有多种单色光霓虹灯，应分别测量各种光色的主波长。

判定试验结果是否符合要求。

7.9.3 白光色温与色容差

白光按照以下方法进行试验：

- 每件LED霓虹灯样品中随机取1.0m进行检验；
- 在积分球中，根据GB/T 39394的方法要求测量白光LED霓虹灯的相关色温和色品坐标，计算色容差。

判定试验结果是否符合要求，并纳入相应等级。

7.9.4 亮度均匀性

在暗室中，点燃LED霓虹灯，使用亮度计沿灯带长度方向等距测量至少5个点的亮度，按公式计算均匀性（最小亮度/最大亮度），判定结果是否符合要求。

7.9.5 色彩均匀性

7.9.5.1 样品准备

样品表面清洁、平整，无污染或损伤；

7.9.5.2 测量工具

准备专业的色彩测量仪器，包括分光光度计、色差仪、光谱辐射计等精密设备，在测量前使用标准白板和黑板对仪器进行校准，确保测量数据的准确性；

7.9.5.3 测试方法

采用多点测量法，在样品（沿LED霓虹灯长度方向）表面均匀选取至少5个测量点，每个点测量3次取平均值。测试步骤如下：

- 将产品置于稳定的照明环境中（环境照明变化范围在 $\pm 10\%$ 以内，且不存在明显的有色光源）；
- 将LED霓虹灯调整至工作状态：白光、蓝、绿、红等单色光模式；
- 以D65光源作为基准光源，测试三刺激值 X_n 、 Y_n 、 Z_n ，作为参考色品坐标值；
- LED霓虹灯处于关断状态，在D65光源照射的状态下（8度照射），测试并记录LED霓虹灯每一个测试点的 CIE 1931 亮度和色度值（CIE xyz）；

注：8度照射是指D65光源使用8度角照射90度角接收（或90度角照射8度角接收）的方法的漫反射测量。

- 按公式（2）～（5），将测试数据转换为CIELab数值，包括明度坐标 L^* 和色品坐标 a^* 、 b^* ；

注：实际测试时，可用色差计测试 L^* 、 a^* 和 b^* 数值；使用色差计测试 L^* 、 a^* 和 b^* 数值时，建议重复测试（比如3次）以保证数值的准确性。

$$L^* = 116f(Y/Y_n) - 16 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$b^* = 500[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)] \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & t > 0.008856 \\ 7.787t + 16/116 & \text{其他} \end{cases} \quad \dots\dots\dots (5)$$

- 按照公式（6）计算5个相邻测试点（横向，竖向，斜向）之间的CIELab色差，找出最大值；

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中 ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 分别为两颜色样本的坐标 L^* 、 a^* 和 b^* 之差，即：

$$\Delta L^* = L_i^* - L_j^* ;$$

$$\Delta a^* = a_i^* - a_j^* ;$$

$$\Delta b^* = b_i^* - b_j^* .$$

- 记录LED霓虹灯每个测试点的 L^* 、 a^* 和 b^* ，计算所有相邻模块计算的色差 ΔE_{CIELab} ，判定结果是否符合要求。

7.9.6 显色指数

按照GB/T 39394规定的方法测量LED霓虹灯的一般显色指数 R_a 和特殊显色指数 R_9 ，判定结果是否符合要求，并纳入相应等级。

7.9.7 波动深度

按照6.5.8的要求测量，并按公式（1）计算波动深度FPF限值，判定结果是否符合要求。

7.9.8 初始光通量

按照GB/T 39394的方法要求测量LED霓虹灯光通量，判定结果是否符合要求。

7.9.9 颜色可调光源

LED霓虹灯的颜色可调光源试验方法见附录A。

7.10 电气安全

LED霓虹灯的电气安全特性按照GB 43472规定的方法进行试验，判定结果是否符合要求。

7.11 电气性能试验

7.11.1 电源基本检查

检查电源是否符合制造商宣称的额定电压电流要求，并按照6.10.4的要求检测级联电源是否符合要求。

7.11.2 输入功率

在额定电压下，使用功率计测量LED霓虹灯的输入功率；输入功率低于10W保留2位小数，输入功率10W及以上保留1为小数。

7.11.3 电源适应性试验

调节电源电压在额定值的85%~110%范围内变化，频率在 ± 2 Hz内变化，观察LED霓虹灯工作状态，判定结果是否符合要求。

7.11.4 功率因数与效率试验

在额定条件下，使用功率分析仪测量输入功率、电压、电流，计算功率因数和电源效率，判定结果是否符合要求。

7.12 电磁兼容性

电源电流的谐波含量测量按GB 17625.1规定的方法进行试验，无线电骚扰限值按照GB/T 17743规定的方法进行试验，判定结果是否符合要求。

7.13 能效与可靠性试验

7.13.1 光效

根据7.10.8测得初始光通量除以7.11.1测得的输入功率，计算光效（lm/W），判定结果是否符合要求，并纳入相应等级。

7.13.2 突变失效

将LED霓虹灯置于高温箱（室内45℃，室外65℃），在额定电压下连续工作168 h。试验期间和结束后按照GB/T 39943中规定的目视法检查突变失效的灯珠数量，突变失效率应为0%，判定结果是否符合要求。

7.13.3 光通维持率

按照GB/T 31897.201中规定的方法进行光通量维持率试验。

等效试验方法：当灯具使用有ANSI/IES LM-80-20测试报告的LED封装（器件），按照GB/T 7000.1—2023中12.4.1的方法测试LED封装（器件）焊点的最高温度、按照GB/T 31897.201或ANSI/IES LM-79-19测得LED封装（器件）的最大正向电流，将实测值与有ANSI/IES LM-80-20测试报告验证符合后，可将测试报告中LED封装（器件）的3000h和6000h光通维持率作为灯具3000h和6000h的光通维持率。

7.14 级联

7.14.1 级联间抗拉强度

对级联连接部位施加50 N的轴向拉力，持续1 min。试验后测量位移，并检查电气连通性和机械损伤，判定结果是否符合要求。

7.14.2 级联首尾端光通量偏差值

LED霓虹灯级联首尾端光通量偏差值的检测方法见附录C。

7.15 控制功能试验

按照制造商声明的控制方式（如DMX512控制器）连接LED霓虹灯，检查其调光、调色、动态效果等控制功能是否正常，判定结果是否符合要求。

8 检验

8.1 总则

产品在定型时（设计定型、生产定型）和生产过程中应按照本文件的要求进行检验，并符合各项要求。

8.2 检验分类

产品检验分为型式试验和质量一致性检验（出厂检验）。

8.3 型式检验

凡具有下列情况之一时，应进行型式试验：

- 新产品或老产品转厂生产的试制定向鉴定；
- 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 产品长期停产半年以上，恢复生产时；
- 正式批量生产时，每两年一次；
- 国家质量监督机构提出要求时。

8.4 质量一致性检验

A组检验（逐批）：交收产品时，全数检验（小批量）；

B组检验（逐批）：交收产品时，抽样检验；

C组检验（周期）：每年进行一次，受试样品从交收检验合格中随机抽取。

8.5 试验项目和顺序

产品各类检验的试验项目、技术要求、试验方法及不合格分类按表9要求。

表 9 试验项目、技术要求、试验方法及不合格分类

序号	试验项目		技术要求	试验方法	不合格分类	型式试验	质量一致性检验		
							A组	B组	C组
1	外观及结构	外观	6.3.1	7.3	C	●	●	●	●
2		标记	6.2	7.2	A	●	●	●	●
3		结构	6.3.2	7.4	B	●		●	●
4		材料	6.3.3	7.5	B	●			
5		限用物质	6.1	7.6	A	●			
6	防护要求	IP防护等级	5	7.7	B	●		●	●
7	电气安全		6.1	7.10	A	●	●	●	●
8	电磁兼容		6.1	7.12	B	●			●
9	环境适应性	工作环境温度	6.4.1	7.8.1	B	●			●
10		湿热	6.4.2	7.8.2	B	●			
11		LED模块性能温度	6.4.3	7.8.3	B	●			
12		低温启动	6.4.4	7.8.4	B	●			
13		温度循环	6.4.5	7.8.5	B	●			
14		电源开关	6.4.6	7.8.6	B	●			●
15		耐盐雾	6.4.7	7.8.7	B	●			
16		抗紫外辐射	6.4.8	7.8.8	B	●			
17		振动	6.4.9	7.8.9	B	●			
18		冲击	6.4.10	7.8.10	C	●			
19	光学特性	调光	6.5.1	7.9.1	B	●	●	●	●
20		单色光主波长	6.5.2	7.9.2	B	●			●
21		白光	6.5.3	7.9.3	B	●			●
22		色容差	6.5.4	7.9.3	B	●			●
23		亮度均匀性	6.5.5	7.9.4	B	●			
24		色度均匀性	6.5.6	7.9.5	B	●			
25		显色指数	6.5.7	7.9.6	B	●			
26		波动深度	6.5.8	7.9.7	B	●			●
27		初始光通量	6.5.9	7.9.8	B	●			●
28		颜色可调光源	6.5.10	7.9.9	B	●			

表 9 试验项目、技术要求、试验方法及不合格分类（续）

序号	试验项目		技术要求	试验方法	不合格分类	型式试验	质量一致性检验		
							A组	B组	C组
29	电气性能	输入功率	6.6.1	7.11.2	B	●	●	●	●
30		功率因数	6.6.2	7.11.3	B	●			
31		电源适应性	6.6.3	7.11.4	B	●	●	●	●
32		能源效率	6.6.4	7.11.4	B	●			
33	能效等级		6.7	7.13.1	B	●			●
34	突变失效		6.8	7.13.2	B	●			
35	光通量维持率		6.9	7.13.3	B	●			
36	级联	基本要求	6.10.1	7.1	A	●	●	●	●
37		抗拉强度	6.10.2	7.14.1	B	●		●	●
38		首尾端光通量偏差	6.10.3	7.14.2	B	●			●
39		级联电源	6.10.4	7.11.1	B	●			●
40	控制与接口功能		6.11	7.5	B	●	●	●	●
a 光通维持率的检验应不少于3件受试样品，其他项目的检验应为同1件受试样品。									
注1： 表中有“●”表示必检项目。									

8.6 抽样和判定规则

8.6.1 组批规则

交付检验的批应由同一生产批的产品构成。

8.6.2 抽样方案

符合以下要求：

- 型式检验样品不少于 3 个；
- A 组检验可全数检验或按 GB/T 2828.1 正常检查一次抽样方案，一般检验水平 II；
- B 组检验按 GB/T 2829 的判别水平 II 的一次抽样方案。

8.6.3 不合格分类

不合格分为三类：

A类：极重要质量特性不符合规定，如安全、突变失效；

B类：重要质量特性不符合规定，如光效、色容差、光通维持率；

C类：一般质量特性不符合规定，如外观、标记。

8.6.4 判定规则

按照表5规定的试验项目、技术要求、试验方法对样品进行合格性判定，判定规则如下：

A类不合格：不允许出现；

B类不合格：允许数Ac=1，Re=2；

C类不合格：允许数Ac=2，Re=3。

批合格判定：样本中的不合格品数小于或等于接收数（Ac），则判该批合格；否则判为不合格。

8.6.5 不合格品的处理

对判为合格批中的不合格品应由制造厂商调换或修复成合格品。

B组、C组检验不合格时，其代表批的产品应停止检验，分析原因，消除不合格因素后再提交检验。

8.6.6 批的再提交

批检验不合格时，经修理、调试、检验合格后，再次随机抽取规定数量的样品提交检验。

若仍判为不合格时，则可拒收，待查明原因，采取措施通过新的周期试验后，才能恢复正常生产和交收检验。

附录 A
(规范性)
颜色可调光源试验方法

将LED霓虹灯设置为蓝、绿、红等单色光模式，在积分球中测量其色坐标。按照GB/T 39394的方法要求测量LED霓虹灯色坐标，并通过以下步骤进行计算：

- a) 设置在色彩空间图上的色坐标 ($x=0.333$ 和 $y=0.333$) 为点1；
 - b) 设置表示LED霓虹灯光源的 (x_n 和 y_n) 颜色坐标的点为点2；
 - c) 以点1为起点，画一条射线通过点2，并结束于颜色空间的外边界点3 (x_d 和 y_d)，见图1；
 - d) 用公式 (A.1) 或公式 (A.2) 计算激发纯度，结果用百分比表示。
- 判定结果是否符合要求。

$$p_e = \frac{x - x_n}{x_d - x_n} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$p_e = \frac{y - y_n}{y_d - y_n} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

x, y ——点1的色坐标；
 x_n, y_n ——点2的色坐标；
 x_d, y_d ——点3的色坐标。

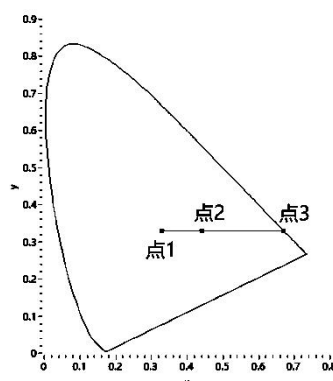


图 1 兴奋纯度示意图

注1:对于紫色刺激(GB/T 2600—2023, 845-23-057),单色刺激(845-23-011)由紫色边界(GB/T 2600—2023, 845-23-058)上的一点所代表色品(GB/T 2600—2023, 845-23-052)的刺激来替代。

注2: x 的公式与 y 的公式等效，但公式中分子的值越大，其精度就越高。

注3:激发纯度 p_e 与色度纯度(GB/T 2600—2023, 845-23-065) p 。相关，表示为： $p_e = p_e y / y_d$ 。

注4:激发纯度的单位为1。

附录 B (规范性)

LED 霓虹灯级联首尾端光通量偏差值检测方法

B.1 柔性 LED 霓虹灯的检测方法

B.1.1 样品准备

符合以下要求：

- 产品提供商或厂家在送样时，以最小电气回路单元制作成单元模块样品不少于3套，选择2套分别作为级联的首、尾端单元模块进行测试；
- 根据产品提供商或厂商的产品应用要求，准备好柔性LED霓虹灯测试样品 n 个($n \geq 10$)，并依据说明书或相关安装指引文件分别完成级联安装；
- 光通量值的测试环境按照GB/T 39394规定的要求准备。

B.1.2 级联首尾端光通量偏差值的测试步骤

按照以下步骤进行测试

- 将级联LED霓虹灯产品的首端接至额定输入电源；
- 在额定工作状态下，按照GB/T 39394规定的方法，利用光电参数测量系统（积分球）分别测量接电源输入端（首端）第1个单元LED模块的光通量值（记作 ϕ_1 ），以及离电源输入最远端（尾端）第 n 个单元LED模块的光通量值（记作 ϕ_n ）；
- 通过公式(B.1)计算级联首尾端光通量偏差值。

$$\Delta\phi = \frac{|\phi_1 - \phi_n|}{\phi_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$\Delta\phi$ ——级联首尾端光通量偏差值；
 ϕ_1 ——第1个单元LED模组的光通量值；
 ϕ_n ——第 n 个单元LED模组的光通量值。

B.2 刚性LED霓虹灯的检测方法

B.2.1 样品准备

符合以下要求：

- 基于刚性LED霓虹灯产品的刚性物理特征，可采取以下两种方式准备测试样品：
 - 第一种方式：产品提供商或厂家在送样时，以最小电气回路单元制作成单元模块样品不少于3套，选择2套分别作为级联的首、尾端单元模块进行测试；
 - 第二种方式：用工具把刚性LED霓虹灯首端模块以后的电路断开（比如用刀把电路切断，通电时后面的灯都不亮），然后按照模拟输入首端和尾端电压值的方式点亮产品进行测试（此时只有一个电气回路单元（单元模块）会亮）。
- 根据产品提供商或厂家宣称的产品应用要求准备刚性LED霓虹灯测试样品，数量为 n ($n \geq 10$)，依据说明书或相关安装指引文件分别完成级联安装；
- 按照GB/T 39394规定的要求准备好光通量值的测试环境。

B.2.2 级联首尾端光通量偏差值的测试步骤

按照以下步骤进行测试：

- 在刚性LED霓虹灯的一个供电端接至额定输入电源；
- 在额定工作状态下，按照GB/T 39394规定的方法，利用光电参数测量系统（积分球）分别测量首端第一单元模块的光通量值（记做 ϕ_1 ）和尾端最后一单元模块的光通量值（记为 ϕ_n ）；
- 利用公式(A.1)计算出级联首尾端光通量偏差值。

附录 C
(资料性)
LED 霓虹灯产品示例

LED 霓虹灯产品分为柔性和刚性（硬性）两类，示例分别见图 C. 1 和图 C. 2。
注：传统玻璃霓虹灯是指采用冷阴极管形放电灯和类似设备的灯具。

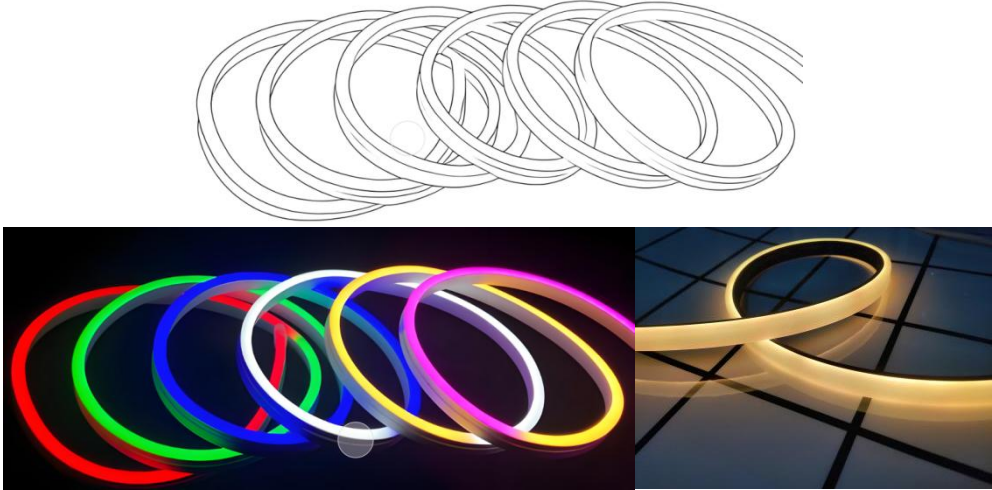


图 C. 1 柔性 LED 霓虹灯产品示例图

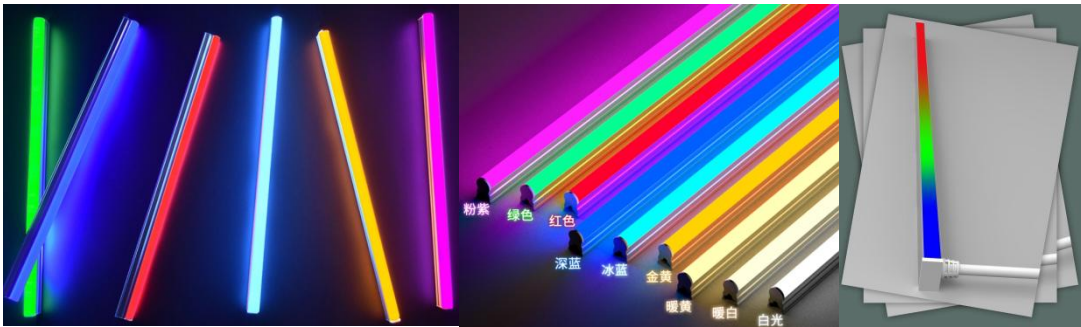


图 C. 2 刚性 LED 霓虹灯产品示例图

LED 霓虹灯产品按照出光/发光结构分为正发光、侧发光、360° 发光等。360° 发光 LED 霓虹灯见图 C. 3。

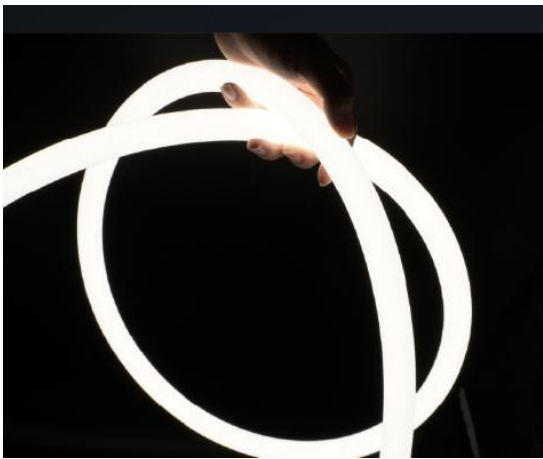


图 C. 3 360° 发光 LED 霓虹灯

参 考 文 献

- [1] GB/T 2423.18—2021 环境试验 第2部分：实验方法 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）（IEC 60068-2-52:2017, IDT）
 - [2] GB/T 2423.34—2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验Z/AD：温度/湿度组合循环试验（IEC 60068-2-38:2009, IDT）
 - [3] GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）（IEC 60529:2013, IDT）
 - [4] GB/T 7000.9 灯具 第2-20部分：特殊要求 灯串（IEC 60598-2-20:2002, IDT）
 - [5] GB/T 7000.17 限制表面温度灯具安全要求（IEC 60598-2-24:1997, IDT）
 - [6] GB/T 7000.214-2015 灯具 第2-14部分：特殊要求 使用冷阴极管形放电灯（霓虹灯）和类似设备的灯具
 - [7] GB/T 19149-2003 空载输出电压超过1000V的管形放电灯用变压器（霓虹灯变压器）的一般要求和安全要求
 - [8] GB 19261—2009 霓虹灯管的一般要求和安全要求
 - [9] GB/T 19510.210-2013 灯的控制装置 第2-10部分：高频冷启动管形放电灯（霓虹灯）用电子转换器和变频器的特殊要求
 - [10] GB/T 19653-2005 霓虹灯安装规范
 - [11] GB/T 20145—2006 灯和灯系统的光生物安全（CIE S 009/E:2002, IDT）
 - [12] GB 20943—2025 单路输出式交流-直流和交流-交流外部电源能效限定值及节能评价值
 - [13] GB/T 24819—2023 普通照明用LED模块 安全要求（IEC 62031:2008, IDT）
 - [14] IEC 60749-25-2003 半导体器件机械和气候试验方法第25部分：温度循环（Semiconductor devices - Mechanical and climatic test methods - Part 25: Temperature cycling）
 - [15] IEC 62471:2006 灯具和灯具系统的光生物安全（photobiological safety of lamps and lamp system）
 - [16] IEC 62778 应用IEC62471评估光源和灯具的蓝光危害（Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires）
 - [17] 2019年3月11日第2019/2015号委员会授权条例（欧盟）：a) 2019/2020【2019年10月1日】根据欧洲议会和理事会指令2009/125/EC规定光源和单独控制装置的生态设计要求，并废除委员会法规（EC）第244/2009号，（EC）第245/2009和（EU）第1194/2012号；b) 补充欧洲议会和理事会关于光源能源标签的法规（EU）2017/1369，并废除第874/2012号委员会授权法规（EU）
 - [18] ANSI C78.377-2017 用于电灯 - 固态照明产品的色度指标（Electric lamps - specifications for the chromaticity of solid-state lighting products）
-