

团 体 标 准

T/CSA 072-2021

光催化用 UVA LED 模块技术要求

Technical requirements on UVA LED module for photocatalytic technology

版本：V01.00

2021-04-12 发布

2021-04-12 实施

国家半导体照明工程研发及产业联盟 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 技术要求.....	2
4.1 一般要求.....	2
4.2 安全性能.....	3
4.3 光生物安全.....	3
4.4 电学特性.....	3
4.5 光学特性.....	3
4.6 防护性能.....	4
4.7 可靠性.....	4
4.8 电磁兼容性.....	4
4.9 静电防护性能（ESD）.....	4
4.10 有害物质限值.....	4
5 试验方法.....	5
5.1 试验条件.....	5
5.2 一般要求.....	5
5.3 安全性能.....	5
5.4 光生物安全.....	5
5.5 电学特性.....	5
5.6 光学特性.....	5
5.7 防护性能.....	6
5.8 可靠性.....	6
5.9 电磁兼容性.....	7
5.10 静电防护性能（ESD）.....	7
5.11 有害物质限值.....	7

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》的规则起草。

本文件由国家半导体照明工程研发及产业联盟标准化委员会（CSAS）制定发布，版权归 CSA 所有，未经 CSA 许可不得随意复制；其他机构采用本文件的技术内容制定标准需经 CSA 允许；任何单位或个人引用本文件的内容需指明本文件的标准号。

到本文件正式发布为止，CSAS 未收到任何有关本文件涉及专利的报告。CSAS 不负责确认本文件的某些内容是否还存在涉及专利的可能性。

本文件主要起草单位：广东粤能净环保科技有限公司、晶能光电（江西）有限公司、南京大学、厦门通裕科技股份有限公司、北京智创华科半导体研究院有限公司、无锡华兆泓光电科技有限公司、厦门立达信照明有限公司、英飞特电子（杭州）股份有限公司、杭州远方光电信息股份有限公司、上海应用技术大学、广州市莱帝亚照明股份有限公司、北京大学东莞光电研究院、佛山市国星光电股份有限公司、国家半导体光源产品质量监督检验中心（广东）、鸿利智汇集团股份有限公司、广州市鸿利秉一光电科技有限公司、珈伟新能源股份有限公司、江苏新广联光电股份有限公司、厦门华联电子股份有限公司、常州市武进区半导体照明应用技术研究院。

本文件主要起草人：张皓、王琼、陆海、徐虹、余湛、沈凯、陈友三、江步亨、李倩、宋立、李月锋、吕鹤男、吴乾、李成明、丁晓民、袁毅凯、麦家儿、李本亮、王跃飞、吕天刚、刘忠祺、胡锡兵、郑智斌、祁高进。

五邑大学李炳乾教授、复旦大学樊嘉杰研究员为本文件的撰写提供了大量支持，在此一并表示感谢。

引 言

光催化技术是指利用在光作用下可以诱发光氧化-还原反应、具有光催化作用的材料以达到一定目的的技术。TiO₂ 是应用最为广泛的半导体催化剂之一，具有合适的半导体禁带宽度（3.0 eV 左右，可以用 385 nm 以下的光源激发活化）、光催化效率高、化学稳定性好、价格便宜、无毒且原料易得等优点，广泛应用于空气净化、水净化、废水处理、抗菌材料等领域。

现有光催化用光源国际、国家标准仅规范了汞紫外光源，相对于传统汞紫外光源，紫外 LED 具有节能环保、寿命长、开启速度快、辐射强度可控、尺寸小工业设计灵活、光发射指向性好、光谱可定制等特点；目前针对光催化净化领域应用的 UVA LED，峰值波长 370 nm 的外量子效率研发水平达到 40%左右，在光催化应用方面已经达到可以取代传统汞紫外光源的要求。

希望借助本文件的制定，推动半导体照明、光催化的两个技术领域的融合，引导新兴市场应用和行业健康发展。

光催化用 UVA LED 模块技术要求

1 范围

本文件规定了光催化用 UVA LED 模块技术要求，包括术语和定义、技术要求和试验方法。

本文件适用于峰值波长小于 370 nm 的 UVA LED 模块作为光源的光催化净化应用。

本文件适用于空气、水的净化，应用场景包括但不限于家庭、商业、工业、医院等。

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 2900.65—2004 电工术语 照明

GB 7000.1—2015 灯具 第 1 部分：一般要求与试验

GB 17625.1—2012 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术静电放电抗扰度试验

GB/T 17743—2017 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

GB/T 18595—2014 一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求

GB/T 20145 灯和灯系统的光生物安全性

GB 24819—2009 普通照明用LED模块 安全要求

GB/T 24823—2017 普通照明用LED模块 性能要求

GB/T 24824—2009 普通照明用 LED 模块 测试方法

GB/T 24826—2016 普通照明用 LED 产品和相关设备术语和定义

GB/T 33721—2017 LED 灯具可靠性试验方法

GB/T 39394—2020 LED 灯、LED 灯具和 LED 模块的测试方法

JB/T 9536—2013 户内户外防腐低压电器环境技术要求

SJ/T 11364—2014 电子电气产品有害物质限制使用标识要求

IES TM-28 LED 灯或灯具长期光通量维持率的推算（Projecting Long-Term Luminous Flux Maintenance of LED Lamps and Luminaires）

3 术语和定义

GB/T 2900.65—2004 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

紫外光催化 ultraviolet photocatalytic

光催化剂在 UV 波段的紫外光照射下，能够提升（或加快）空气或水中污染物降解（或分解）的化学反应速率，而本身的物理和化学性质不发生变化的现象。

3.2

UVA LED 模块 UVA LED module

发射光谱范围在 315 nm ~ 400 nm 之间，未装灯头的 LED 光源，包含一个或多个装在印刷电路板上的 LED 封装，并可能包括一个或多个组件，比如电子、光学、机械、热部件、接口等，但不包括控制装置。

[来源：GB/T 24826—2016, 3.19, 有修改]

3.3

辐射照度（表面上一点的） irradiance (at a point of a surface)

E_e

投射到包含该点的面元上的辐射通量 $d\Phi_e$ 除以该面元面积 dA 。

$$E_e = \frac{d\Phi_e}{dA} = \int_{2\pi sr} L_e \cdot \cos\theta \cdot d\Omega \dots \dots \dots (1)$$

单位：mW/cm²。

[来源：GB/T 2900.65—2004, 845-01-37, 有修改]

3.4

辐（射）通量 radiant flux

辐射功率 radiant power

Φ_e

以辐射的形式发射、传播或接收的功率。

单位：mW。

[来源：GB/T 2900.65—2004, 845-01-24, 有修改]

3.5

辐（射）照度均匀度 uniformity of irradiance

受照面辐射照度最小值与平均值之比。

3.6

寿命（UVA LED 模块） life (of UVA LED modules)

在规定条件下，模块的紫外线辐射通量衰减到初始值的 70% 时的累计燃点时间。

3.7

辐射通量维持率 radiant flux maintenance

在寿命期间内一特定时间的辐射通量与初始辐射通量之比，以百分数表示，此期间模块在规定条件下燃点。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 结构

UVA LED 模块的结构应使其在正常使用时能安全地工作,对使用者或周围环境不产生直接或潜在危险。

应无尖角,无毛刺,无松动,无装配缺失等可能对用户造成危害的因素。

4.1.2 外观

UVA LED 模块应无明显破损、变形,无裂纹、污迹、锈蚀等外观缺陷,涂层附着力良好。

在使用寿命期内不应有明显的外观质量变化。

4.1.3 标志

标志应清晰耐久。

4.1.4 尺寸

UVA LED 模块样品的所有测量尺寸应在生产者或销售商所宣称的尺寸容差范围内。

4.2 安全性能

UVA LED 模块应符合 GB 24819—2009 的安全要求。

4.3 光生物安全

UVA LED 模块应符合 GB/T 20145 的要求,如有不符合项,应在光催化设备正常使用时在醒目位置上标有警示标签,在标签上或说明书上详细描述危害及应建议采取的防护措施。

4.4 电学特性

4.4.1 功率

UVA LED 模块实测功率与标称额定功率之差应不大于 10%。

4.5 光学特性

4.5.1 辐射通量

额定工作条件下,UVA LED 模块实测辐射通量不低于标称值的 90%。

4.5.2 峰值波长

额定工作条件下,UVA LED 模块发射峰值波长范围宜在 365 nm ~ 370 nm,实测值与标称值偏差范围不大于 3 nm。

4.5.3 辐射照度

除另有规定外,UVA LED 模块在距离 2 cm 的被照面的辐射照度应不小于 25 mW/cm²。

注:本文件中规定辐射照度的测量波长范围为 200 nm ~ 400 nm。

4.5.4 辐射照度均匀度

除另有规定外，UVA LED 模块在距离 2 cm 的被照面的辐射照度均匀度应大于 0.5。

4.6 防护性能

UVA LED 模块的防护性能应满足以下要求：

- a) 空气净化用 UVA LED 模块的防护性能应不小于 IP23。防腐等级应满足 JB/T 9536—2013 的要求，防腐等级宜不低于 F1；
- b) 水净化用 UVA LED 模块的防护性能应不小于 IP68。防腐等级应满足 JB/T 9536—2013 的要求，防腐等级宜不低于 WF1。

4.7 可靠性

4.7.1 寿命

额定工作条件下，UVA LED 模块平均寿命不低于 20 000 h。

额定工作条件下，3 000 h 辐射通量维持率不低于 90%；6 000 h 辐射通量维持率不低于 85%。

4.7.2 开关次数

在额定工作输入电压、电流下，UVA LED 模块开启和关闭各 30 s，此循环的次数为 10 000 次，在试验结束后，在不少于 15 min 的时间段内，UVA LED 模块可以工作，且辐射通量维持率在所宣称辐射通量维持率的范围内。

4.7.3 环境适应性

UVA LED 模块应在以下环境中正常工作：

- a) 温度：UVA LED 模块应在 -20 °C ~ 50 °C 的温度范围内可靠工作，应在 -40 °C ~ 85 °C 的温度范围内可靠贮存；
- b) 湿度：在空气净化设备中，UVA LED 模块应在相对湿度 ≤95% RH（无凝露）下可靠工作；
- c) 振动：UVA LED 模块在标准振动台振动 30 min，各焊点零部件无松动、脱落，模块能正常工作。

4.8 电磁兼容性

对于有电磁兼容性需求的光催化设备，UVA LED 模块应满足以下要求：

- a) UVA LED 模块的输入电流谐波应符合 GB 17625.1—2012 中第 7 章的规定；
- b) UVA LED 模块的无线电骚扰特性应符合 GB/T 17743—2017 中第 4 章的规定；
- c) UVA LED 模块的电磁兼容抗扰度应符合 GB/T 18595—2014 中第 5 章的规定。

4.9 静电防护性能（ESD）

静电防护性能（ESD）应达到 GB/T 17626.2 规定的 1 级以上要求，即大于 2 kV。

4.10 有害物质限值

按照SJ/T 11364—2014的要求，标识电子电气产品有害物质限制使用标志，并在必要时披露与产品中含有的有害物质相关的信息和标注环保使用期限。

5 试验方法

5.1 试验条件

除另有规定外，测试条件应符合GB/T 39394—2020的相关规定。

寿命试验中，UVA LED模块的引脚温度应不超过55℃。

注：在光催化净化的实际工作中，UVA LED会经受一定的风流速度，或水流速度；必要时，给出规定的测试条件。

5.2 一般要求

尺寸采用合适的测量工具进行检测，其余用目测法检查。

5.3 安全性能

按照 GB 24819—2009 的方法进行试验。

5.4 光生物安全

按照 GB/T 20145 的方法评估。

5.5 电学特性

按照 GB/T 24824—2009 中 5.1 的方法进行试验。

5.6 光学特性

5.6.1 辐射通量

5.6.1.1 试验方法

辐射通量的测量参照 GB/T 24824—2009 第 5.2 条采用分布辐射度计/分布光谱辐射度计或积分球辐射度计/积分球光谱辐射度计测量 UVA LED 模块的总辐射通量。使用积分球辐射度计/积分球光谱辐射度计时，积分球的内壁涂层应在被测紫外波段具有平坦的光谱响应度且没有荧光；应采用与被测 UVA LED 模块具有相似空间辐射分布的参考标准灯校准系统。

注：辐射通量和光通量的基本测量原理和方法基本相同，但对光辐射探测器的要求不同。

5.6.1.2 辐照度探测器要求

分布辐射度计或积分球辐射度计中所采用的辐照度探测器应满足如下要求：

- a) 响应波段范围应覆盖被测 UVA LED 模块的波长范围；
- b) 辐照度探测器（对于积分球辐射度计应考虑积分球响应度）的光谱响应曲线在整个波段范围内保持平坦，或者使用与被测 UVA LED 模块同类型的参考标准灯对测量设备进行校准；
- c) 可采用紫外光谱辐照度计对积分型紫外辐照度计进行计量校准；

- d) 余弦特性（方向性响应）误差： $\leq 10\%$ ；
- e) 长波截止特性误差： $\leq 10\%$ ；
- f) 换挡误差： $\leq \pm 1.0\%$ ；
- g) 非线性误差： $\leq \pm 1.5\%$ ；
- h) 量值校准溯源至国家计量机构。

5.6.1.3 光谱辐射度计要求

辐射通量测量中采用的光谱辐射度计应满足如下要求：

- a) 波长范围应至少覆盖待测波段范围；
- b) 波长最大允许误差为 $\pm 0.2 \text{ nm}$ ；
- c) 带宽（半峰全宽）以及扫描间隔应不大于 5 nm ；
- d) 光谱辐射计应对辐射输入的光谱非线性误差 $\leq \pm 1.5\%$ ；
- e) 光谱辐射计的杂散光 $\leq 0.5\%$ ；
- f) 积分球-光谱辐射计中的光谱辐射计入光口需经余弦校正，其值应小于或等于 15% ；
- g) 量值校准溯源至国家计量机构。

5.6.2 辐射照度

在与 UVA LED 模块辐射面平行的 2 cm （ $\pm 2 \text{ mm}$ ）距离的测试平面上，照射面积小于等于 10 cm^2 条件下，将测量面平均分为 5 点测量；照射面积大于 10 cm^2 条件下，将测量面平均分为 9 个区域，用光谱辐照度计测量每个区域中心点位置的辐射照度，重复 5 次，取平均值。

辐射照度的最低值应满足 4.5.3 的要求。

辐射照度测量中所采用的辐照度探测器应满足 5.6.1.2 的要求。

5.6.3 辐射照度均匀度

5.6.2 中测得的辐射照度，以最低值除以平均值即为均匀度，应满足 4.5.4 的要求。

5.7 防护性能

UVA LED 模块的防护性能应按以下方法进行试验：

- a) UVA LED 模块的防护等级按 GB 7000.1—2015 中第 9 章的方法进行试验；
- b) UVA LED 模块的防腐等级按 JB/T 9536—2013 中第 6 章的方法进行试验。

5.8 可靠性

5.8.1 寿命

按照规定条件下正常点燃 UVA LED 模块（样本数量 ≥ 3 个），从开始点燃起和以后至少每隔 $1\,000 \text{ h}$ ，记录一定距离下的 UVA LED 模块在参考轴方向上的辐射照度，以辐射照度值作为辐射通量的相对值，测试周期 $D \geq 6\,000 \text{ h}$ ，且 $\geq 1\,000 \text{ h}$ 的数据用于外推寿命；如果

测试周期 $D > 10\,000$ h, 则采用 $D/2$ 以后的所有辐通量维持数据进行寿命推算, 寿命推算方法参考 IES TM-28 进行。

5.8.2 开关次数

UVA LED 模块的开关次数测试应按照 GB/T 24823—2017 中 10.3.3 的方法进行试验。

5.8.3 环境适应性

UVA LED 模块的环境适应性应按以下方法进行试验:

- a) 温度冲击试验: 依照 GB/T 33721—2017 第 8 章规定的方法进行试验。试验后, 样品应无明显损坏, 辐射通量变化不应超过 10%;
- b) 恒定湿热试验: 依照 GB/T 33721—2017 第 9 章规定的方法进行试验。试验后, 样品应无明显损坏, 辐射通量变化不应超过 10%;
- c) 高温操作试验: 依照 GB/T 33721—2017 第 10 章规定的方法进行试验。试验后, 样品应无明显损坏, 辐射通量变化不应超过 10%;
- d) 低温启动试验: 依照 GB/T 33721—2017 第 11 章规定的方法进行试验。试验后, 样品应无明显的损坏, 辐射通量变化不应超过 10%;
- e) 极端温度贮存试验: 依照 GB/T 33721—2017 第 12 章规定的方法进行试验。试验后, 样品应无明显损坏, 辐射通量变化不应超过 10%;
- f) 振动试验: 依照 GB/T 33721—2017 第 13 章规定的方法进行试验。

5.9 电磁兼容性

UVA LED 模块的电磁兼容性应按以下方法进行试验:

- a) UVA LED 模块的输入电流谐波应按照 GB 17625.1—2012 的方法进行;
- b) UVA LED 模块的无线电骚扰特性应按照 GB/T 17743—2017 的方法进行;
- c) UVA LED 模块的电磁兼容抗扰度应按照 GB/T 18595—2014 的方法进行。

5.10 静电防护性能 (ESD)

UVA LED 模块的静电防护性能应按照 GB/T 17626.2 的方法进行试验。

5.11 有害物质限值

目视检查是否已标注电子电气产品有害物质限制使用标志, 及在适用时提供产品中有害物质的名称及含量信息。

