



紫外 LED 标准化体系分析报告

国家半导体照明工程研发及产业联盟

标准化委员会 (CSAS)

2020 年 02 月

目 录

前 言.....	I
第一章 紫外 LED 技术和应用概述.....	1
1.1 紫外光及应用	1
1.2 传统紫外光源	1
1.3 紫外 LED 光源	2
1.3.1 传统光源性能对比	2
1.3.2 紫外 LED 产业链环节	3
第二章 紫外技术及应用标准现状分析.....	4
2.1 材料及设备	4
2.1.1 单晶及衬底	4
2.1.2 紫外 LED 外延片	4
2.1.3 半导体设备	4
2.1.4 原材料	5
2.2 芯片及封装	5
2.2.1 紫外 LED 芯片	5
2.2.2 紫外 LED 封装	5
2.2.3 封装相关材料	7
2.3 光源及设备	7
2.3.1 模块	7
2.3.2 光源	8
2.3.3 配套部件	9
2.3.4 设备	9
2.4 应用系统	13
2.4.1 光固化	13
2.4.2 光催化	15
2.4.3 杀菌消毒	16

第三章 紫外 LED 标准化工作建议	20
3.1 构建紫外 LED 标准体系面临的挑战	20
3.1.1 LED 光谱不同导致传统紫外标准的适用性待确认	20
3.1.2 紫外 LED 应用市场细分，标准体系建立领域跨度大	21
3.1.3 市场细分成熟度各有不同，标准化需求有待进一步梳理	22
3.1.4 光生物安全是市场推广需要阐述清楚的重要问题	23
3.1.5 计量、测试是产业规模发展的保障，亟需研究解决	24
3.3 紫外 LED 标准化体系建议	25
3.3.1 框架图	25
3.3.2 标准制定建议	26
3.4 CSAS 标准化工作建议	26
3.4.1 以技术标准促进科技成果转化应用，规范新兴市场发展	26
3.4.2 推动行业组织跨领域标准制定，推动交流与合作	26
3.4.3 标准制定立足填补空白，避免重复立项，协调发展	27
3.4.4 加强与计量、测试等单位合作，推动标准的实施与应用	27
3.4.5 条件成熟的情况下，推动国家/国际标准的制定	27
附件 1：紫外技术标准体系现有标准明细表	28

前 言

为以技术标准推动紫外 LED 技术创新应用和新兴市场发展,建立紫外 LED 产业和标准化工作协同发展机制,现组织梳理紫外已有的相关标准,分析紫外 LED 标准体系建立面临的问题,提出建议,以指导 CSAS 标准化工作开展,服务产业快速、健康发展。

主要参编单位:

中国科学院半导体研究所

复旦大学

佛山市国星光电股份有限公司

晶能光电(江西)有限公司

北京智创华科半导体研究院有限公司

杭州远方光电信息股份有限公司

广东粤能净环保科技有限公司

武汉优炜星科技有限公司

山西中科潞安半导体技术研究院有限公司

广州和光同盛科技有限公司

五邑大学

河北奥特维力医疗器械有限公司

深圳市蓝巨科技有限公司

第一章 紫外 LED 技术和应用概述

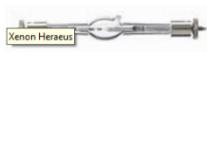
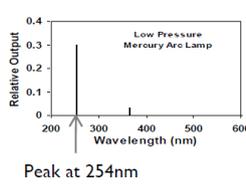
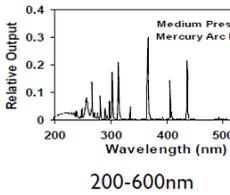
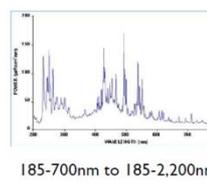
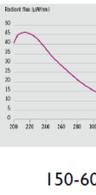
1.1 紫外光及应用

按照波长，紫外 (Ultra Violet, UV) 光通常分为 UVA (315nm-400nm)、UVB (280nm-315nm)、UVC (200nm-280nm)¹。UVA 应用包括固化、光催化净化、防伪等领域；UVB 应用包括光健康/医疗、植物生长光照调节等；UVC 波段波长短，能量高，短时间内破坏微生物机体(细菌、病毒等病原体)DNA 或 RNA，达到直接杀灭或抑制其繁殖的作用，因此广泛应用于如水、空气等的杀菌消毒。

1.2 传统紫外光源

传统紫外光源均为气体放电灯，主要分 3 种，汞/金属卤化物灯、氙气灯和氙灯，其主要特点如表 1-1 所示。

表 1-1 传统紫外光源对比

分类	汞/金属卤化物		氙气灯	氙灯
	低压	中/高压		
特征应用	消毒/净化 	消毒/净化、UV 固化 	分析仪器 	
光谱	 Peak at 254nm	 200-600nm	 185-700nm to 185-2,200nm	 150-600nm
输入功率	5W-100W	100W-60000W	150W-50000W	30W-200W
辐射效率	15%-45% (30%平均)		~ 30%	~ 30%
寿命 (h)	2000-10000		2000	2000

¹ 国际照明委员会 CIE 将紫外辐射划分为 UV-A (315 nm~400 nm)、UV-B (280 nm~315nm) 和 UV-C (100 nm~280 nm) 三个波段。由于 100 nm~200 nm 的紫外辐射在空气中被强烈吸收，因此对于 UV-C 波段，仅考虑 200 nm~280 nm 波长范围。

1.3 紫外 LED 光源

1.3.1 传统光源性能对比

紫外 LED (紫外发光二极管), 即是紫外光波段的 LED。可见光 LED 应用于普通照明, 已经替代白炽灯、荧光灯, 成为产业的主导力量, 这为紫外 LED 的推广和应用奠定了良好的技术基础。

紫外 LED 具有节能环保、寿命长、光谱可定制、辐射强度可控、开启速度快、可脉冲工作、光源形状可定制、光输出角度小等特点。紫外 LED 与传统紫外光源的特性对比如表 1-2 所示。

表 1-2 紫外 LED 与传统紫外灯特性对比

分类	紫外 LED		传统紫外灯
	UVB/UVC	UVA	
尺寸	器件每颗最大 1cm ² , 可按照要求组装		管状, 可能大于 1m
毒性	无		含汞
光谱	单颗 LED 半宽度十几 nm, 峰值波长一般分布在 395nm、385nm/365nm/280nm 等		不同技术, 特定的波段
寿命 (h)	5000-10000	20000	2000-20000 多数为 2000
启动时间	瞬间		长达 10 分钟
辐射效率 Pout/Pin	3%左右	365nm--35% 395nm—70%	10%-45%不等
设计	可随系统设计调整发光面积、发光波长		直且长
维护成本	寿命长, 维护成本低		高, 寿命短

传统紫外光源 360 度发光, 单位面积辐射能量的成本较低, 需要很多反光镜聚焦到照射面, 光损失大, 引起成本增加, 并且光学设计需要较大的空间; 紫外 LED 面光源的辐射需要 LED 器件阵列排布, 容易设计为不同的形状, 光输出角度小, 单位面积辐射能量的成本高, 需要单独的直流驱动。相对于传统紫外光源, 紫外 LED 可以更好的适应系统设计。

1.3.2 紫外 LED 产业链环节

紫外LED的产业链与可见光LED照明相似，如图1-1所示，分为衬底、外延、芯片、器件、模块、光源、设备及应用等主要环节。

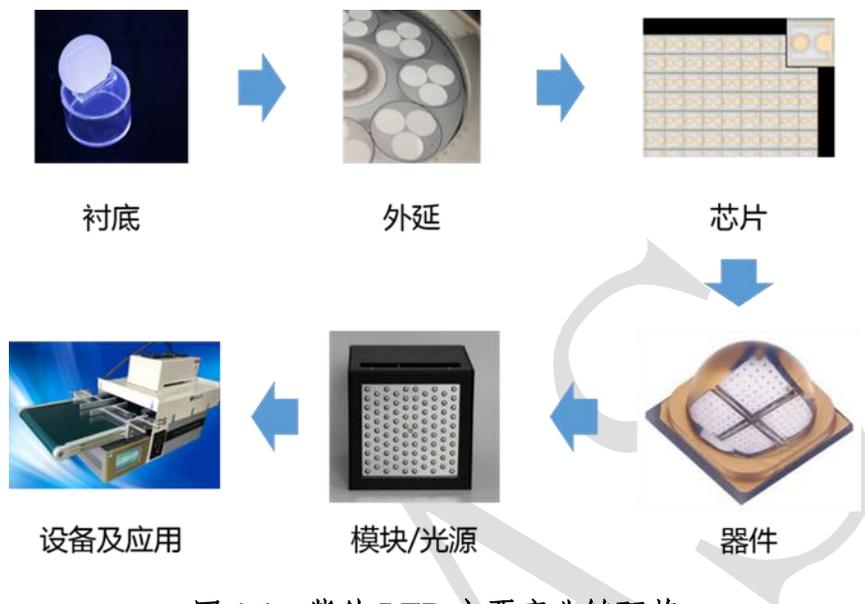


图 1-1 紫外 LED 主要产业链环节

第二章 紫外技术及应用标准现状分析

2.1 材料及设备

2.1.1 单晶及衬底

单晶、衬底材料是半导体照明产业发展的基石，不同的衬底材料决定了外延片的生长技术、芯片加工技术和器件封装技术，衬底材料决定了半导体照明技术的发展路线。目前生产上用的衬底有蓝宝石、碳化硅、硅，正在研究中潜在衬底材料有 GaN、AlN。衬底相关标准明细表见附件 1。

2.1.2 紫外 LED 外延片

紫外 LED 外延片基于 (In/Al) GaN 合金的 PN 结，外延层生长在衬底上，典型的紫外 LED 外延结构如图 2-1 所示，由下往上包括缓冲层、n 型扩展层、有源区、p 型扩展层等；缓冲层用来缓解衬底和 InAlGa_N 晶格的不匹配；Si 作为 n 型施主掺杂，而 Mg 作为 P 型受主掺杂；有源区 (UV 发射层) 通常不掺杂，含有多个量子阱。外延片相关的标准汇总表见附件 1。

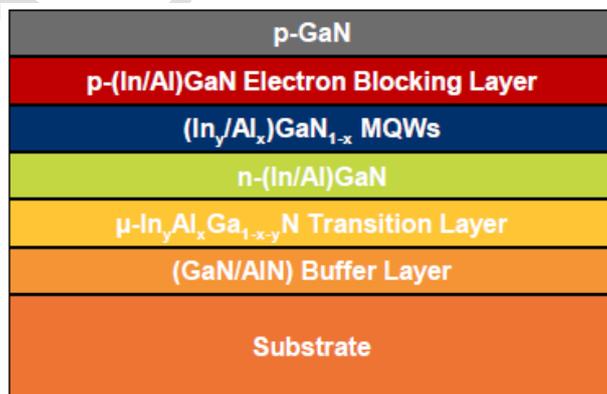


图 2-1 紫外 LED 外延层结构简图

2.1.3 半导体设备

紫外 LED 相关的半导体生产、封装设备标准较少，因为制造设备本身供应商较少，我国半导体生产制造设备很多为进口，国产化数量比较少。现有相关标准明细表见附件 1。

2.1.4 原材料

UV LED 生产涉及的原材料包括高纯金属有机化合物、特种气体材料等，这方面国产化比例较高，如电子级三甲基镓、电子级三甲基铟、电子级三甲基铝、电子级三乙基镓、电子级二茂镁等已经制定国家标准。

2.2 芯片及封装

2.2.1 紫外 LED 芯片

紫外 LED 外延片经过光刻、刻蚀、淀积、退火等半导体制作工艺，形成可以切割、分离的芯片。如果衬底是不导电的蓝宝石，P 电极通过淀积合适的金属材料形成，而 n 电极需要腐蚀 p 型层和有源区，淀积电极材料形成平面结构的正装芯片；其他如平面结构的倒装芯片、转移衬底的垂直结构芯片等，芯片相关的标准汇总表见附件 1。

2.2.2 紫外 LED 封装

紫外 LED 封装技术与可见光 LED 工序类似，现在的主要两个问题是热管理和光提取。产品封装形式比较多样化，根据封装材料的类型，可以分为有机封装，半无机封装以及全无机封装。有机封装与传统封装一样，采用硅胶、硅树脂或者环氧树脂等有机材料进行封装，技术相对比较成熟，包括 Lamp、SMD、陶瓷 Molding 等产品。密封

材料和光学材料需要增加抗 UV 的材料。

半无机封装采用有机硅材料搭配玻璃等无机材料，通过在基板四周涂覆胶水来实现透镜的放置。若环氧树脂透镜被玻璃透镜取代，寿命可以从 5000 小时提高到 2 万小时（研发水平），因为紫外光加速了环氧树脂材料的老化，玻璃的耐久性和可靠性相对好一些。另外一个选择是玻璃透镜和硅胶封装组合，可以承受更高的密度，更高的光效，但是寿命相对短，理论上只有 15000 小时-20000 小时。相比有机封装，半无机封装方式的优势在于极大程度地减少了有机材料的比例，减少了有机材料带来的光衰问题以及湿热应力导致的失效问题，稳定性和可靠性得到了大幅度的提升。

全无机封装则是不使用有机材料，通过激光焊、波峰焊、电阻焊等方式来实现透镜和基板的结合，完全避免了有机材料的存在。当然目前已经存在了抗 UVC 波段的氟树脂材料，并随着材料的发展，未来紫外器件封装在部分领域还是有回归到有机封装当中的可能。

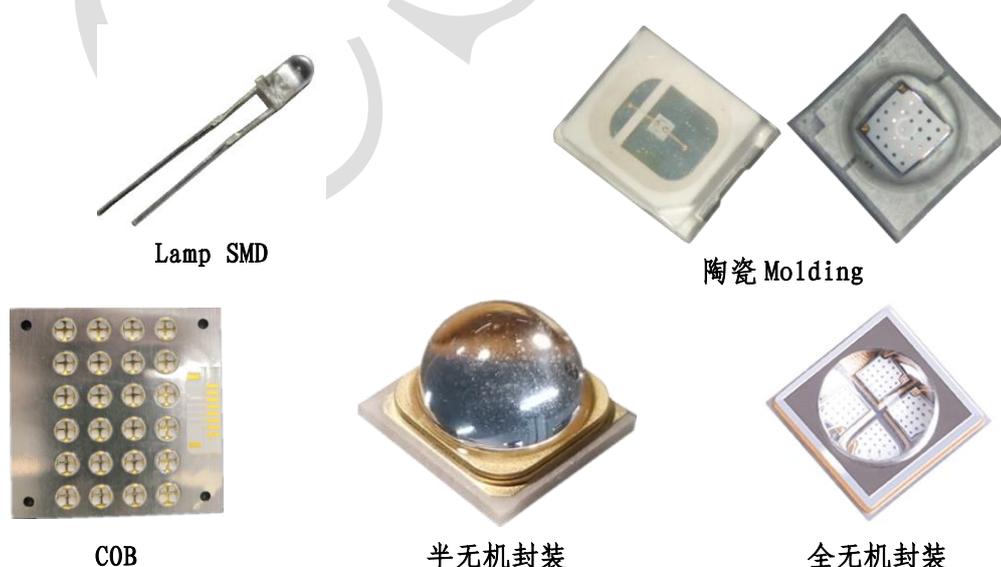


图 2-2 紫外 LED 不同封装形式图例

紫外 LED 随着波长的降低，寿命会降低。目前 395nm 比较好的寿命 L_{70} 基本 30000 小时左右，而 UVC 的寿命 L_{70} 目前国内外参差不齐，好的能到 15000 小时以上，而差的只有 2000 小时不到，这和 LED 外延层的缺陷有关，此时无机封装对寿命的提升效果有限。

正在制定中的器件相关电子行业标准《半导体紫外发射二极管第一部分：测试方法》（2018-0137T-SJ）、《半导体紫外发射二极管第二部分：芯片规范》（2018-0138T-SJ）、《半导体紫外发射二极管第三部分：器件规范》（2018-0139T-SJ）。

2.2.3 封装相关材料

封装相关材料涉及散热基底、石英玻璃透镜、封装粘结材料等。

2.3 光源及设备

2.3.1 模块

GB/T 24826-2016《普通照明用 LED 产品和相关设备术语和定义》中，LED 模块的定义为“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、接口和控制装置等”。

紫外 LED 在应用时，可分为两种情况，一为直接替换原有紫外光源（含灯头），二为设计新的接口的 LED 模块（不含灯头）。针对普通照明，LED 球泡灯、LED 管灯是第一种替代方案，LED 路灯、LED 筒灯、LED 射灯多为灯具的直接替换，不再沿用原有光源的灯头（如 E40、E27、E14、GU10 等）。在光固化等应用中，目前多为按照 LED 发光形式直接研发 LED 模块，未来随着紫外 LED 辐射效

率的提高，可能逐渐会有直接替代传统紫外光源的解决方案出现。

2.3.2 光源

GB 19258-2012《紫外线杀菌灯》规定了低气压汞蒸气放电、石英玻璃生产的有臭氧或无臭氧、峰值波长为 253.7nm、功率 65W 以下的灯；双端灯和单端灯初始紫外线辐照度(1m 测试距离，双管)不低于表 2-1 中的 93%；灯的平均寿命应不低于 5000h，2000h 紫外辐射通量维持率不低于 85%，寿终时紫外线辐射通量的维持率不低于 65%。

表 2-1 GB 19258-2012 对双灯管的紫外线辐射照度要求

标称功率/W	4	6	8	13	15	18	30	36
双端灯紫外线辐射照度 / ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	11	17	22	35	50	62	100	135
标称功率/W	7	9	11	18	24	36	55 (T5)	
单端灯紫外线辐射照度 / ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	18	28	40	52	100	150	185	

GB/T 30809-2014《光催化材料性能测试用紫外光光源》规定了光催化材料性能测试对紫外光光源的要求，不包含 LED 紫外光光源；规定紫外光光源在灯管的光输出中紫外光占光总输出功率 80% 以上的低压气体放电灯，以 365nm 为主波长，在辐射距离为 1000mm \pm 1mm 条件下，光辐射照度额定值要求如表 2-2 所示。同时规定紫外光

表 2-2 GB/T 30809-2014 紫外光线辐射照度额定值

标称功率/W	4	6	8	15	20	30	36
双端灯紫外线辐射照度 / ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	4	11.1	15.8	40.2	50.1	71.0	88.0
标称功率/W	7	9	11	18	24	36	55 (T5)
单端灯紫外线辐射照度 / ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	10.7	13.8	19.5	28	54	89.7	117.0

光源的平均寿命不低于 5000h，在正常燃点 2000h 时，辐射通量维持率不低于 80%，在正常燃点至 70% 寿命时，辐射通量维持率不低于 65%。

YY 0055.1-2009 《牙科-光固化机第 1 部分:石英钨卤素灯》、YY 0055.2-2009 《牙科光固化机第 2 部分:发光二极管(LED)灯》规定了光固化机所用光源的技术要求。

GB/T 21096-2013 《保健用荧光紫外灯测量和规范方法》给出了用于保健目的荧光紫外灯的性能规定以及测量和评估方法，包括涉及这种灯标志的具体要求；只涉及型式试验。

2.3.3 配套部件

配套部件如驱动电源、控制器、透镜、陶瓷基板、散热部件、灯头/灯座等。

2.3.4 设备

(1) 光固化

QB/T 4967-2016 《制鞋机械紫外线光固化机》中，紫外线光固化机要求输送速度 2m/min ~ 3m/min，紫外线光源光谱范围为 350nm ~ 450nm，光源功率密度在 50W/cm ~ 120W/cm。

YY 0055-2018 《牙科学光固化机》规定了光固化机在 200nm ~ 385nm 波长范围以及 515nm 以上波长范围光辐射值的要求和试验方法。

(2) 光催化

空气净化器方面，国家出台了一系列的安全、能效、性能的标准

如 GB 4706.45-2008《家用和类似用途电器的安全空气净化器的特殊要求》、GB 36893-2018《空气净化器能效限定值及能效等级》、GB/T 18801-2015《空气净化器》；其他家用电器如有净化功能，需满足 GB 21551.3-2010《家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能空气净化器的特殊要求》。

GB/T 18801-2015《空气净化器》适用于家用和类似用途的空气净化器，用于但不限于以下工作原理：过滤式、吸附式、络合式、化学催化式、光催化式、静电式、等离子式、复合式等。目标污染物主要分为颗粒式、气态污染物、微生物三大类。

其他一些标准，如 QB/T 5217-2018《医用环境空气净化器》、JG/T 294-2010《空气净化器污染物净化性能测定》、GB/T 33017.5-2017《高效能大气污染物控制装备评价技术要求第 5 部分：空气净化器》、DB31/T 1022-2016《乘用车空气净化器净化性能测定方法》等。

(3) 紫外杀菌消毒

GB 28235-2011《紫外线空气消毒器安全与卫生标准》“6.2.7 消毒效果”要求，在空气消毒效果试验中，对白色葡萄球菌（8032 株）的杀灭率 $\geq 99.90\%$ ，或对自然菌的消亡率 $\geq 90\%$ 的消毒时间不超过 3h 者为合格，用于医疗机构环境空气消毒的，还应符合 GB 15982 的卫生标准值；适用体积不得小于 30m^3 ；距消毒器周边 30cm 处，紫外线泄漏量应 $\leq 5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

HJ 2522-2012《环境保护产品技术要求紫外线消毒装置》规定了饮用水、城镇污水、城市污水再生水、医院污水、禽畜养殖场污水

的生物验证计量要求，具体如表 2-3 所示。

表 2-3 HJ 2522-2012 中各种水处理的紫外线要求

水的类别	水分类	进水要求	进水紫外线透射率	进水 SS	紫外线生物验证剂量	出水要求
饮用水		除余氯和微生物指标外，其余符合 GB5749	T_{254} 不小于 85%	/	不小于 40mJ/cm ²	GB5749《生活饮用水卫生标准》中相应的微生物学指标
城镇污水	一级 A	除微生物学指标外，符合 GB18918 一级 A 规定	T_{254} 不小于 65%	不大于 10mg/L	不小于 20mJ/cm ²	达到 GB18918《城镇污水处理厂污染物排放标准》所规定的微生物学指标
	一级 B 和二级	除微生物学指标外，符合 GB18918 规定	T_{254} 不小于 50%	一级 B 不大于 20mg/L； 二级不大于 30mg/L	不小于 15mJ/cm ²	
城市污水再生水		二级生化沉淀后、经深度处理的水，除余氯和微生物指标外，其余符合 GB18920	T_{254} 不小于 65%	不大于 10mg/L	不小于 80mJ/cm ²	GB18920《城市污水再生利用城市杂用水水质》中微生物学指标要求
医院污水		经过二级生物处理或其他工艺深度处理的水	T_{254} 不小于 60%	排放标准：不大于 20mg/L； 预处理：不大于 60mg/L	不小于 60mJ/cm ²	GB18466《医疗机构水污染物排放标准》中微生物学指标要求
禽畜养殖污水		经过二级生物处理或其他工艺深度处理的水	T_{254} 不小于 60%	不大于 20mg/L	不小于 60mJ/cm ²	GB18596《畜禽养殖业污染物排放标准》中微生物学指标要求

GB 21551 系列标准分别规定了家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能的通则、抗菌材料的特殊要求、空气净化器的特殊要求、电冰箱的特殊要求、洗衣机的特殊要求、空调器的特殊要求，其中通则附录 A 规定了抗菌、除菌、防霉部件毒理学试验项目的卫生要求，包括急性经口毒性试验要求急性经口毒性 (LD_{50}) >10g/Kg 体重，鼠伤寒沙门氏菌/回复突变试验 (Ames 试验) 为阴性，体外哺乳动物细胞染色体畸变试验为阴性，斑马鱼急性毒性试验要求 96h 试验后无中毒病症。

(4) 普通照明用紫外 LED

目前产业内有以 380nm-400nm 的紫外 LED 激发荧光粉用于普通照明，因半导体照明标准体系相对成熟，LED 器件、光源、灯具均可参照普通照明各标准，所以附件标准明细表不再列入照明相关技术标准。

(5) 昆虫等生物诱集

因昆虫具有趋光性，能感受到的波长范围为 240nm(紫外光)-700nm(黄、橙色)的光，如蚊虫趋光性的光谱波长集中在 254nm-265nm、365nm-370nm 左右。

农业、林业方面有杀虫灯、诱虫灯等相关标准。

GB/T 24689.2-2017《植物保护机械杀虫灯》是全国农业机械标准化技术委员会归口，适用于电击式、风力式杀虫灯；NB/T 34001-2011

《太阳能杀虫灯通用技术条件》由能源行业农村能源标准化技术委员会归口，适用于太阳能光伏发电系统供电的杀虫灯；LY/T 1915-2010

《诱虫灯林间使用技术规程》由国家林业局森林病虫害防治总站提出并归口，适用于全国范围内林业有害生物监测中诱虫灯的使用，防治可参考使用。T/CSA 067-20XX《田间防治棉铃虫高选择性 LED 杀虫灯系统一般技术要求》适用于针对棉铃虫的高选择性 LED 杀虫灯系统，针对田间黏虫、二点委夜蛾等其他鳞翅目害虫的 LED 杀虫灯系统可参考使用。

(6) 医学相关应用

紫外医疗相关的应用包括：A、白癜风、银屑病等皮肤疾病的紫外照射治疗；B、UVB 照射促进形成维生素 D 以及相关医学作用；C、

美黑作用等。国家对医疗器械按照风险程度实行分类管理。按照《医疗器械分类目录》，“光量子血液治疗机（紫外线照射）、紫外线治疗机、红外线治疗机、远红外辐射治疗机常规光源治疗机、光谱治疗仪、强光辐射治疗仪”属于“6826 物理治疗及康复设备”，管理类别为 II 类。根据《医疗器械监督管理条例》的规定，开办第 I 类医疗器械生产企业，应向生产企业所在地市级药监局进行备案；开办第 II、III 类医疗器械生产企业需要向省（直辖市）药监局办理生产许可证。

相关的行业标准有 YY 0901-2013《紫外治疗设备》、YY 0055-2018《牙科学光固化机》，还有一些地方标准等。

2.4 应用系统

2.4.1 光固化

（1）概述

光固化技术是一种高效、环保、节能、优质的材料表面处理技术，被誉为面向 21 世纪绿色工业的新技术，具有高效、适应性广、节能、环境友好、经济的特点。光固化产品最常见的为 UV 涂料、UV 油墨和 UV 胶黏剂，固化速率快，一般在几秒到几十秒之间；可适用于多种基材，如纸张、木材、塑料、金属、皮革、石材、玻璃、陶瓷等，特别对一些热敏感材质（如纸张、塑料或电子元器件等）尤其适用。

UV 固化应用标准的光参数方面包括光谱、辐照度、辐照能量密度等。

（2）油墨固化

QB/T 2826-2017《胶印紫外光固化油墨》适用于带紫外光固化装

置的胶印印刷机、纸张及复合材料上使用的胶印紫外光固化油墨；照射条件是高压汞灯或金属卤素灯，紫外光灯管电功率不小于 $80\text{W}/\text{cm}$ ，干燥 1 次紫外线能量（以 UVA 计） $18\text{mJ}/\text{cm}^2 \sim 22\text{mJ}/\text{cm}^2$ 。

HG/T 4577-2014 《数字化喷墨印刷紫外光固化油墨》规定了喷墨印刷机用无溶剂的数字化喷墨印刷紫外光固化油墨的产品要求，主要有黄、品、青、黑四种颜色。其中，要求固化速度（汞灯） $\leq 12\text{s}$ ，色度测定时要求紫外固化箱的参数为主波长 365nm 、功率 1000W 、灯距 10cm 。

QB/T 4580-2013 《紫外光固化喷墨打印墨水》对产品技术指标中，要求在光谱范围为 $250\text{nm} \sim 450\text{nm}$ 、光强为 $300\text{mW}/\text{cm}^2$ 的紫外光源下固化性能速度 $\geq 25\text{m}/\text{min}$ 。

GB/T 30671-2014 《纸质印刷品紫外线固化光油上光过程控制要求及检验方法》指出，UV 上光具有固化速度快、膜层光泽度高、耐磨性强，可使 UV 上光图文产生强烈的立体感、主题感、色彩更加鲜艳的特点，在印刷行业已广泛使用；标准提出了对设备的要求，紫外灯线功率应不小于 $80\text{W}/\text{cm}$ ，在正常工作速度下，紫外灯发射的能量应不小于 $80\text{mJ}/\text{cm}^2$ ，主波长在 $280\text{nm} \sim 420\text{nm}$ 之间。

（3）涂料固化

HG/T 3655-2012 《紫外光（UV）木器涂料》产品适用于室内用木质地板、家具等木器的装饰与保护，规定了如地板用面漆、家具等木器用面漆和通用底漆的要求；固化性能测量单位为 mJ/cm^2 （用 UV 能量计测试），判定按照 GB/T 1728《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》

实干中甲法规定进行；产品性能参数包括外观、打磨性、光泽、耐磨性、铅笔硬度、划格试验、耐干热/水/碱/醇/污染/黄变性等。

SJ/T 11475-2014 《紫外光固化光纤涂料》规定了通信用双涂层石英玻璃光纤紫外光（UV）固化光纤涂料的技术要求，要求紫外光光源是 D 灯，紫外光剂量应控制在 1.0 mJ/cm^2 。

GB/T 33374-2016 《紫外光固化涂料挥发物含量的测定》中，对于测试试验中紫外光固化设备的要求是光谱范围 $\geq 250\text{nm}$ ，主要波段波长为 365nm ，灯管功率密度在 $80\text{W/cm}^2 \sim 120\text{W/cm}^2$ ，灯光寿命 600h 光衰不低于 80% ，UV 灯类型高压汞灯。

LY/T 2710-2016 《木地板用紫外光固化涂料》在固化性能测试方面，采用 UV 能量计测试固化能，单位为 mJ/cm^2 ，固化装置参数，高压汞灯（ $320\text{nm} \sim 390\text{nm}$ ），功率 $80\text{W/cm} \sim 120\text{W/cm}$ ，适用于固化透明涂料；金属卤素镓灯（ $390\text{nm} \sim 420\text{nm}$ ），功率 $80\text{W/cm} \sim 120\text{W/cm}$ ，适用于固化有色涂料。

GB/T 35241-2017 《木质制品用紫外光固化涂料挥发物含量的检测方法》适用于人造板、木质门、木质地板等木质制品涂饰用非水性 UV 涂料，测试仪器方面要求紫外光（UV）固化机要求 UV 灯功率在 $80\text{W/cm} \sim 120\text{W/cm}$ 之间，UV 灯数量为 2PCs 以上，输送宽度 600mm 以上，辐照能量可调节范围 $300\text{mJ/cm}^2 \sim 1000\text{mJ/cm}^2$ 。

2.4.2 光催化

光催化，通常为半导体金属材料氧化物（如 TiO_2 ）催化剂，在能量高于光催化材料禁带宽度(E_g)的光源（UV 光源）照射下，催化剂

价带上的电子被激发，跃迁到导带上，同时在价带产生相应的空穴，这样就半导体内部生成电子(e-)—空穴(h+)，其具备强氧化和还原性，可以和半导体催化剂表面的反应物发生氧化或还原反应。

光催化能在常温常压下高效的分解几乎全部的有机物、矿化硫化物、氮氧化物、去除异味、自清洁，同时光催化具备细菌病毒微生物杀消能力，破坏细菌与病毒细胞膜，固化病毒蛋白，将细菌病毒辅酶 A、RNA、DNA 破坏，并分解残余毒素，具有广谱性、无选择性、无抗药性的高效杀灭特点，其物理化学性质稳定，耐腐蚀，绿色环保，温度湿度影响小。光催化是一门新兴的有广阔应用前景的技术，特别适用于生化、物化等传统方法无法处理的难降解物质的处理。

GB/T 23761-2009《光催化空气净化材料性能测试方法》中，测试用紫外光源是主波长为 365nm、功率为 8W 的四只管状荧光灯。四只灯平行固定在光路窗口上方，每只灯管间距为 2cm-3cm，同时保证灯与测试样品最小距离不小于 5mm。测试时，标识除样品表面的两条对角线，测试每条对角线上相等间隔 5 个点的光照强度，每点光照强度平均值应为 $1\text{mW}/\text{cm}^2 \pm 0.1\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

2.4.3 杀菌消毒

紫外线空气消毒器适用于医疗卫生机构、病原微生物实验室、有卫生要求的生产车间、公共场所、学校、托幼机构等场所在有人条件下的室内动态空气消毒，也可在无人条件下使用。**紫外线水消毒器**适用于各种水体的消毒。**紫外线物表消毒器**适用于医疗器械和用品、餐（饮）具以及其他物体表面的消毒。

(1) 《消毒技术规范》(2002)

国家卫生部发布的《消毒技术规范》(2002)指出,消毒(disinfection)是指“杀灭或清除传播媒介上病原微生物,使其达到无害化的处理”,灭菌(sterilization)是指“杀灭或清除传播媒介上一切微生物的处理”。

“3.1.4 紫外线消毒”部分指出,紫外线消毒的适用范围为“用于室内空气、物体表面和水及其他液体的消毒”,消毒使用的紫外线是C波紫外线,其波长范围是200nm~275nm,杀菌作用最强的波段是250nm~270nm,消毒用的紫外线光源必须能够产生辐照值达到国家标准的杀菌紫外线灯”,“紫外线可以杀灭各种微生物,包括细菌繁殖体、芽孢、分支杆菌、病毒、真菌、立克次体和支原体等,凡被上述微生物污染的表面、水和空气均可采用紫外线消毒”。

(2) 表面消毒

《消毒技术规范》(2002)“3.1.4.4 使用方法”指出对物品表面的消毒时:

1) 照射方式: 最好使用便携式紫外线消毒器近距离移动照射,也可采取紫外灯悬吊式照射。对小件物品可放紫外线消毒箱内照射。

2) 照射剂量和时间: 不同种类的微生物对紫外线的敏感性不同,用紫外线消毒时必须使用照射剂量达到杀灭目标微生物所需的照射剂量。

杀灭一般细菌繁殖体时,应使照射剂量达到 $10\ 000\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$;杀灭细菌芽孢时应达到 $100\ 000\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$;病毒对紫外线的抵抗力介于

细菌繁殖体和芽胞之间；真菌孢子的抵抗力比细菌芽孢更强，有时需要照射到 $600\ 000\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ ，但一般致病性真菌对紫外线的抵抗力比细菌芽胞弱；在消毒的目标微生物不详时，照射剂量不应低于 $100\ 000\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ 。辐照剂量是所用紫外线灯在照射物品表面处的辐照强度和照射时间的乘积。因此，根据紫外线光源的辐照强度，可计算出需要照射的时间。例如，用辐照强度为 $70\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的紫外线表面消毒器近距离照射物品表面，选择的辐照剂量是 $100\ 000\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ ，则需照射的时间是： $100\ 000\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2 \div 70\mu\text{W}/\text{cm}^2 = 1429\ \text{s} \div 60\text{s} \cong 24\text{min}$ 。

(3) 空气消毒

WS/T 367-2012《医疗机构消毒技术规范》中，“A.3 紫外线消毒的效果监测”要求，紫外灯下垂直距离 1m 处，中紫外线辐照强度 $\geq 70\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，高紫外线辐照强度 $\geq 180\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ；“A.6 空气的消毒效果监测”要求，洁净手术部（室）和其他洁净场所，空气中的细菌菌落总数要求应遵循 GB 50333《医院洁净手术部建筑技术规范》，非洁净手术部（室）等房间的细菌菌落总数 $\leq 4\ \text{CFU}/(5\text{min} \cdot \text{直径 } 9\text{cm} \text{ 平皿})$ 。

GB 15982-2012《医院消毒卫生标准》中，“4.1 各类环境、物

表 2-4 医院各类环境空气、物体表面菌落总数卫生标准

环境类别		空气平均菌落数 ^a		物体表面平均菌落数 CFU/cm ²
		CFU/皿	CFU/m ³	
I 类环境	洁净手术部	符合 GB 50333 要求	≤ 150	≤ 5.0
	其他洁净场所	$\leq 4.0(30\ \text{min})^b$		
II 类环境		$\leq 4.0(15\ \text{min})$	—	≤ 5.0
III 环境		$\leq 4.0(5\ \text{min})$	—	≤ 10.0
IV 环境		$\leq 4.0(5\ \text{min})$	—	≤ 10.0

^aCFU/皿为平板暴露法，CFU/m³为空气采样器法。
^b平板暴露法检测时的平板暴露时间。

体表面”要求的菌落总数要求见表 2-4，怀疑医院感染暴发或疑似暴发与医院环境有关时，应进行目标微生物检测。

(4) 水消毒

GB 5749-2006 《生活饮用水卫生标准》中要求不得含有病原微生物，水质常规指标中相应的微生物指标要求不得检出总大肠菌群、耐热大肠菌群、大肠埃希氏菌（MPN/100mL 或 CFU/100mL），菌落总数限制为（CFU/100mL）100。

GB18918-2002 《城镇污水处理厂污染物排放标准》要求粪大肠菌群数/(个/L) 所要求的日均值最高允许排放浓度一级标准 A 为 10^3 个/L、一级标准 B 为 10^4 个/L、二级标准为 10^4 个/L、三级标准不作要求。

GB 18466 《医疗机构水污染物排放标准》要求传染病、结核病医疗机构水污染物排放限值(日均值)粪大肠菌群数(MPN/L)为 100，不得检出肠道致病菌、肠道病毒、结核杆菌；综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）粪大肠菌群数(MPN/L) 为 500，不得检出肠道致病菌、肠道病毒。

第三章 紫外 LED 标准化工作建议

3.1 构建紫外 LED 标准体系面临的挑战

3.1.1 LED 光谱不同导致传统紫外标准的适用性待确认

传统紫外光源主波长(253.7nm、365nm 等)、光源外形基本固定,基于此前提条件,优化形成的应用解决方案可能并不适用于紫外 LED,即波长不同、紫外线能量/照射剂量相同时,紫外 LED 能否达到传统光源固化、杀菌消毒的同样的作用,这需要进一步确认。

目前产业化比较多的紫外 LED,峰值波长多为 395nm、385nm、375nm、365nm、280nm 等,半宽度>10nm,不同波长的紫外 LED 可组装在一起应用。

不同波长的紫外 LED 外量子效率差异较大,这对未来应用市场的开启带来一定的不确定性,而标准紧随市场发展,这对标准化工作提出了更高的要求。

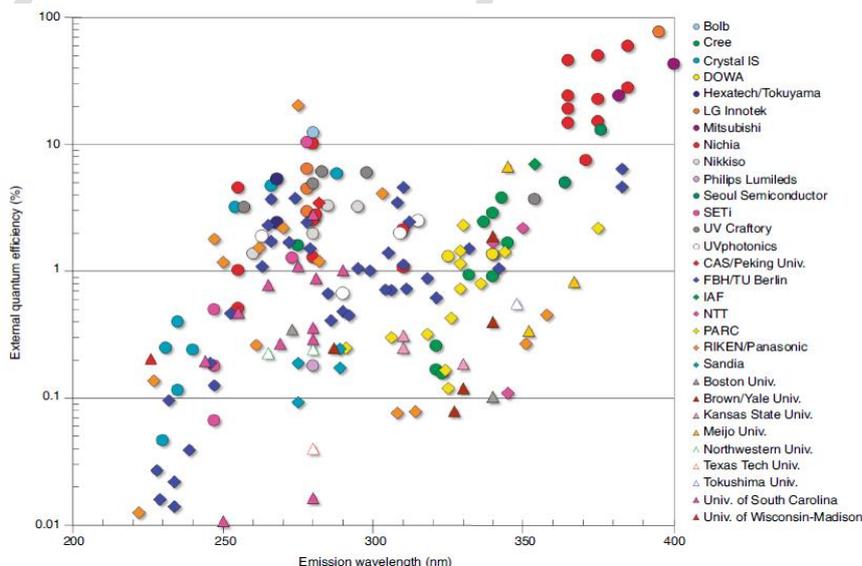


图 3-1 不同波段紫外 LED 研究国际进展²

²Michael Kneissl et al. The emergence and prospects of deep-ultraviolet light-emitting diode technologies Nature Photonics VOL 13 | APRIL 2019 | 233 - 244

根据图 3-1 所示，研发方面，紫外 LED 可覆盖 230nm-400nm 的紫外波段，其中，395nm 外量子效率可达到 80%；随着波长减小 395nm-365nm 外量子效率逐渐降低，365nm 约可达到 40%左右；295nm-355nm 波段外量子效率较低，最高 7%-8%，320nm 左右是外量子效率的波谷点；280nm 左右是 UVC 研究最多的波长，外量子效率约 10%，最新消息 275nm 可以做到 20%；225nm-285nm，随着波长减小，外量子效率逐渐降低，365nm 最高 40%左右；230nm 紫外 LED 外量子效率约 0.03%。

以目前产业发展来看，UVA LED 辐射照度可以达到 20 W/cm^2 - 50 W/cm^2 ，寿命可达 20000 小时，UVC 寿命约 5000 小时-10000 小时，辐射照度可以达到 20 mW/cm^2 - 50 mW/cm^2 ；对于紫外 LED 固化来讲，UVA 辐射照度的大小可基本满足要求，但因 UVC 波段的效率低，无法利用低成本的短波光引发剂，同时，涂料树脂与印刷中油墨的固化相比，辐照度、光谱需求各有不同，标准制定紧随新兴市场发展时，成熟度是重要的考虑因素之一。

3.1.2 紫外 LED 应用市场细分，标准体系建立领域跨度大

紫外 LED 产业链中，半导体器件中上游的全国标准化技术委员会有 SAC/TC203 半导体设备和材料（业务指导：国家标准化管理委员会）、SAC/TC78 半导体器件（业务指导：工业和信息化部）、SAC/TC284 光辐射安全和激光设备（业务指导：中国机械工业联合会）；光源产品相关的全国标准化技术委员会有 SAC/TC224 照明电器（业务指导：中国轻工业联合会）。

应用方面,紫外光固化相关全国标准化技术委员会有 SAC/TC192 印刷机械(业务指导:中国机械工业联合会)、SAC/TC127 油墨(业务指导:中国轻工业联合会)、SAC/TC5 涂料和颜料(业务指导:中国石油和化学工业联合会)、SAC/TC198 人造板(业务指导:国家林业和草原局)、SAC/TC170 印刷(业务指导:国家新闻出版署(国家版权局)、SAC/TC41 木材(业务指导:国家林业和草原局);杀菌消毒相关的全国标准化技术委员会有 SAC/TC200 消毒技术与设备(业务指导:国家药品监督管理局)、SAC/TC299 紫外线消毒(业务指导:住房和城乡建设部)、361 国家卫生健康委员会 消毒标准专业委员会,光催化相关的全国标准化技术委员会有 SAC/TC194 工业陶瓷(业务指导:中国建筑材料联合会);医疗相关的全国标准化技术委员会有 SAC/TC10 医用电器(业务指导:国家药品监督管理局)。

紫外 LED 未来涉及的全国标准化技术委员会繁多,国家标准制定需符合各自的标准化范围,不能直接满足紫外 LED 技术与应用领域跨度大、学科交叉、市场细分的要求;而这恰恰是团体标准的优势所在,快速响应市场发展的同时,团体之间开展标准化合作,共同研制技术标准,推动产业融合。合适的时机下,推动团体标准向国家标准的转化。

3.1.3 市场细分成熟度各有不同,标准化需求有待进一步梳理

紫外 LED 应用可分为光固化、光催化净化、杀菌消毒、光医疗等。

以光固化市场为例,按照应用领域可分为粘结剂、油墨、涂料,

按照油墨的印刷方式，可分为喷墨/数码印刷、丝印、柔印、胶印、平印、凹印等，按照固化的基底材料，可分为金属、木器、可印制电路板、塑料等。

每个细分市场成熟度各有不同。固化应用方面，粘结剂、喷墨/数字印刷是最先进入的市场，替代率大约 80%-90%；丝网印刷的市场替代率大约 50%；柔印虽然光源距离印刷物可以比较近，约 1cm，但速度要求快 200m/min，替代率仍然低于 50%；胶印要求光源距离印刷物远(约 5cm-10cm)，替代率低于 20%；而凹印等市场刚刚起步。涂料方面，因树脂固化与油墨的光谱需求不同，偏 UVB、UVC，因此波段功率较低，市场刚刚起步。在国家大气污染治理的背景下，紫外 LED 固化市场不仅要看替代传统紫外灯的市场，未来突破传统紫外固化的市场完全可期。

杀菌消毒方面，原有紫外消毒标准要求针对紫外汞灯，对紫外 LED 的参数适用性需要进一步确认。不同细菌、病毒对波长的反应不同，表面消毒、空气消毒、水消毒应用方向不一，消费类、工业类、医疗类的要求各有不同，市场启动需要进一步调研和预测。

针对细分市场应用，标准化、可规模推广的方案各有不同，市场集中度、规模大小各有不同，不同大小的企业对标准的关注度、投入度、标准化能力各有不同，标准如何满足市场发展有待进一步梳理。

3.1.4 光生物安全是市场推广需要阐述清楚的重要问题

照明领域光生物安全方面，GB7000.1—2015(IDT IEC60598-1:2014)明确了灯具在蓝光危害方面的要求。

GB4706.85—2008《家用和类似用途电器的安全紫外线和红外线辐射皮肤器具的特殊要求》(IDT IEC60335—2—27:2004(Ed4.1))规定了家用和类似用途的装有向皮肤辐射紫外线和红外线的发射器的电器的安全,其中 7.12 部分要求装有 UV 发射器的器具的使用说明书应包含的内容中,部分条款有“有关预期照射距离的说明”、“推荐的照射时间表,指出照射持续时间和间隔”(注 101 指出,对于未晒黑过的皮肤第一阶段照射推荐照射时间是对应于不超过 $100\text{J}/\text{m}^2$,按照红斑作用光谱加权)、“一年内不应超过的照射次数推荐值”(注 102 指出,对身体各部分推荐的照射次数,是依据最大年照射剂量 $25\text{kJ}/\text{m}^2$,按照非黑色素皮肤癌作用光谱加权)。

GB/T 21096-2013《保健用荧光紫外灯测量和规范方法》(IDT IEC61228:2008)规定了红斑和 NMSC 的紫外作用光谱、加权系数的测试方法;GB/T 21005-2007《紫外红斑效应参照谱、标准红斑剂量和紫外指数标准》(MOD ISO17166:1999)规定了紫外红斑效应参照谱、标准红斑剂量、紫外辐射的波段范围、紫外指数、曝露等级等术语及相关的内容,适用于有关红斑计量的测量及其结果的表达、应用和紫外指数的发布等。

3.1.5 计量、测试是产业规模发展的保障,亟需研究解决

紫外 LED 技术、市场的不断发展,面临着系列的计量、检测的技术难题。如传统紫外探头相应波段单一,多数只对特定波段紫外辐射(253.7nm、365nm)有响应,而紫外 LED 辐射带宽大,探头光谱灵敏度曲线相差大,造成量值溯源和校准难等问题,导致测量结果误

差较大。紫外 LED 需要逐步开发、形成结合自身光谱特点传感探头、标准光源、校准方法，特别是 UVB、UVC 波段 LED 的计量、测试是技术难点。

计量、标准、检验检测等质量技术基础是新兴产业规模、健康、快速发展的保障。质量技术基础优势机构的交流、协作将为会更好的服务于产业发展，这不仅包含紫外 LED 产业链的相关机构，也包括固化、杀菌消毒等应用领域的标准、检测等相关单位。

3.3 紫外 LED 标准化体系建议

3.3.1 框架图

标准化是对实际与潜在问题作出统一规定，供共同和重复使用，以在预定的领域内获得最佳秩序的活动。紫外 LED 新兴产业的标准化体系与技术市场发展动态相关，其框架如图 3-2 所示。

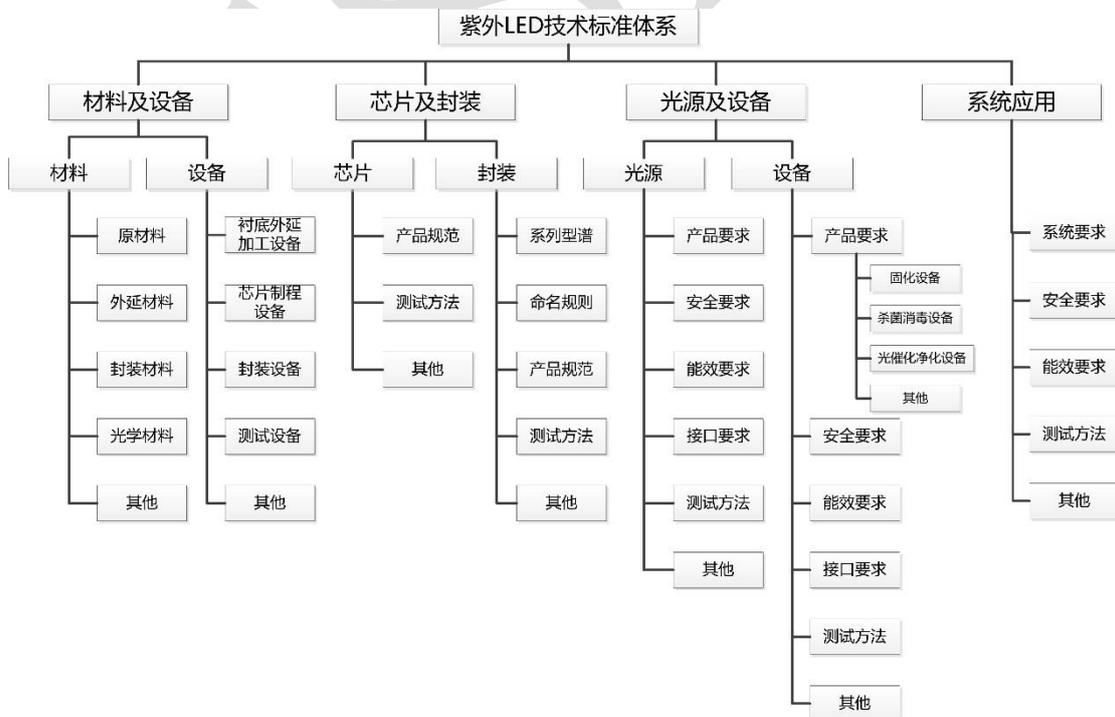


图 3-2 紫外 LED 标准化体系框架图

3.3.2 标准制定建议

从紫外 LED 全产业链的角度来讲，标准制定不仅涉及从上游衬底到下游应用系统，还包括相关的原材料、生产设备、封装配套材料、设备配套部件等。从紫外 LED 应用的角度，细分市场的行业差异性很大，光谱分布、辐射照度、照射距离、均匀性、辐射能量等方案需求各有差异，如何发挥技术标准的作用，需要产业内的企业共同参与、共同讨论，“公开、透明、协商一致”的宗旨来制定，以提高标准的产业接受度，保证标准的实施应用。

3.4 CSAS 标准化工作建议

3.4.1 以技术标准促进科技成果转化应用，规范新兴市场发展

标准与研发结合可以推动产品设计与研制，加快新产品研发步伐，原有标准的梳理有助于了解替代市场的门槛，减少产品投入的研究力量。以标准推动产业链之间企业的技术合作，共同拓展市场，可以保障产品质量，提高消费者信心。

3.4.2 推动行业组织跨领域标准制定，推动交流与合作

在联合制定团体标准方面，CSA 已经和台湾光电半导体产业协会（TOSIA）、闪联产业联盟（IGRS）、中国照明学会（CIES）共同制定、联合发布标准。

紫外 LED 标准化体系涉及领域众多，各行业组织在开展团体标准化工作时，标准制定程序相对灵活，建议注重合作，探讨共同制定、联合发布标准的程序可行性，推动技术的交流、产业的合作。

3.4.3 标准制定立足填补空白，避免重复立项，协调发展

现有紫外标准覆盖国际标准、国家标准、行业标准、地方标准，众多类别，标准制定角度各有不同，有相对有序的管理体系；因不同的团体标准立项的决策机制比较灵活，未来标准体系发展可能面临重复立项、指标参数各有矛盾，给企业发展带来一定的困扰。

建议 CSA 的标准/技术报告立项时，应立足填补标准领域空白，推动协调、有序发展。

3.4.4 加强与计量、测试等单位合作，推动标准的实施与应用

标准、计量、认证认可、检验检测是国际公认的国家质量技术基础设施，其发展旨在服务产业发展。CSA 团体标准的制定应考虑与紫外 LED 的计量、测试等单位开展合作与交流，推动团体标准发布之后的实施应用，发挥标准化作用，服务市场发展。

3.4.5 条件成熟的情况下，推动国家/国际标准的制定

现有紫外 LED 技术有待进一步提高，市场面临逐步启动，国家/国际标准制定对技术成熟度要求相对较高；条件允许的情况下，可以先基础标准、测试标准，后产品标准、应用标准的顺序逐步推动不同标准化技术委员会相应领域的国家/国际标准制定。

附件 1：紫外技术标准体系现有标准明细表

子体系 00：通用标准

总序号	分类	标准号	标准名称	采用的或相应的国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备注
1	通用标准	GB/T 2900.65-2004	电工术语 照明	IEC 60050(845):1987 MOD	发布	基础标准	国标
2		GB/T 37031-2018	半导体照明术语	—	已发布	基础标准	国标
3		GB/T 24826-2016	普通照明用 LED 产品和相关设备术语和定义	IEC 62504:2014 IDT	已发布	基础标准	国标
4		GB/T 21005-2007	紫外红斑效应参照谱、标准红斑剂量和紫外指数	ISO 17166:1999 MOD	已发布	基础标准	国标
5		—	半导体器件 第 5-6 部分：光电子器件 - 发光二极管	IEC 60747-5-6	IEC 旧版 2016 发布/IEC 新版制定中/国标制定中	基础标准	国标

子体系 01：材料及设备

总序号	分类	标准号	标准名称	采用的或相应的国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备注
6	单晶及衬底-蓝宝石	GB/T30858-2014	蓝宝石单晶衬底抛光片	—	已发布	产品标准	国标
7		GB/T31092-2014	蓝宝石单晶晶锭	—	已发布	产品标准	国标
8		SJ/T 11505-2015	蓝宝石单晶抛光片规范	—	已发布	产品标准	行标
9		GB/T31093-2014	蓝宝石晶锭应力测试方法	—	已发布	方法标准	国标
10		GB/T31352-2014	蓝宝石衬底片翘曲度测试方法	—	已发布	方法标准	国标
11		GB/T31353-2014	蓝宝石衬底片弯曲度测试方法	—	已发布	方法标准	国标

总序号	分类	标准号	标准名称	采用的或相应的国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备注
12		GB/T30857-2014	蓝宝石衬底片厚度及厚度变化测试方法	—	已发布	方法标准	国标
13		GB/T 34504-2017	蓝宝石抛光衬底片表面残留金属元素测量方法	—	已发布	方法标准	国标
14		DB 44/T 1328-2014	蓝宝石图形化衬底片测试技术规范	—	已发布	方法标准	地标
15		SJ/T 11396-2009	氮化镓基发光二极管蓝宝石衬底片	—	已发布	产品标准	行标
16	单晶及衬底-碳化硅	GB/T 32278-2015	碳化硅单晶片平整度测试方法	—	已发布	方法标准	国标
17		GB/T31351-2014	碳化硅单晶抛光片	—	已发布	产品标准	国标
18		SJ/T 11502-2015	碳化硅单晶抛光片规范	—	已发布	产品标准	行标
19		SJ/T 11504-2015	碳化硅抛光晶片表面质量测试方法	—	已发布	方法标准	行标
20		SJ/T 11499-2015	碳化硅单晶电学性能的测试方法	—	已发布	方法标准	行标
21		SJ/T 11500-2015	碳化硅单晶晶向的测试方法	—	已发布	方法标准	行标
22		SJ/T 11501-2015	碳化硅单晶晶型的测试方法	—	已发布	方法标准	行标
23		SJ/T 11503-2015	碳化硅抛光片表面粗糙度的测试方法	—	已发布	方法标准	行标
24		GB/T30867-2014	碳化硅单晶片厚度和总厚度变化测试方法	—	已发布	方法标准	国标
25		GB/T 30868-2014	碳化硅单晶片微管密度的测定化学腐蚀法	—	已发布	方法标准	国标
26		GB/T30866-2014	SiC 晶片直径测试方法	—	已发布	方法标准	国标
27		GB/T 31351-2014	碳化硅单晶抛光片微管密度无损检测方法	—	已发布	方法标准	国标
28		GB/T 32278-2015	碳化硅单晶片平整度测试方法	—	已发布	方法标准	国标
29		原材料	GB/T 34213-2017	蓝宝石衬底用高纯氧化铝	—	已发布	产品标准
30	GB/T 37007-2018		电子级三甲基镓	—	已发布	产品标准	国标
31	GB/T 37030-2018		电子级三甲基铟	—	已发布	产品标准	国标
32	GB/T 36653-2018		电子级三甲基铝	—	已发布	产品标准	国标
33	GB/T 36656-2018		电子级三乙基镓	—	已发布	产品标准	国标
34	GB/T 35315-2017		LED 行业用氨气处理指南	—	已发布	方法标准	国标

总序号	分类	标准号	标准名称	采用的或相应的国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备注
35	外延片	GB/T 30854-2014	LED发光用氮化镓	—	已发布	产品标准	国标
36		GB/T 30653-2014	III族氮化物外延片结晶质量测试方法	—	已发布	方法标准	国标
37		GB/T 30654-2014	III族氮化物外延片晶格参数测试方法	—	已发布	方法标准	国标
38		GB/T 30655-2014	氮化物 LED 外延片内量子效率测试方法	—	已发布	方法标准	国标
39		SJ/T 11471-2014	发光二极管外延片测试方法	—	已发布	方法标准	行标
40		SJ/T 11470-2014	发光二极管外延片	—	已发布	产品标准	行标
41		GB/T 37053-2018	氮化镓外延片及衬底片通用规范	—	已发布	产品标准	国标
42	半导体设备	GB/T 37466-2019	氮化镓激光剥离设备	—	已发布	产品标准	国标
43		GB/T 36646-2018	制备氮化物半导体材料用氯化物气相外延设备	—	已发布	产品标准	国标
44		SJ 21129-2016	金属有机化学气相沉积设备(MOCVD)通用规范	—	已发布	产品标准	行标

子体系 02：芯片及封装

总序号	分类	标准号	标准名称	采用的或相应的国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备注
45	芯片	SJ/T 11399-2009	半导体发光二极管芯片测试方法	—	已发布	方法标准	行标
46		SJ/T 11398-2009	功率半导体发光二极管芯片技术规范	—	已发布	方法标准	行标
47		SJ/T 11486-2015	小功率 LED 芯片技术规范	—	已发布	产品标准	行标
48		GB/T 36357-2018	中功率半导体发光二极管芯片技术规范	—	已发布	产品标准	国标
49		GB/T 36356-2018	功率半导体发光二极管芯片技术规范	—	已发布	产品标准	国标
50		GB/T 36613-2018	发光二极管芯片点测方法	—	已发布	方法标准	国标
51	封装	GB/T 15651-1995	半导体器件分立器件和集成电路第 5 部分:光电子器件	IEC 747-5-1992	已发布	基础标准	国标

总序号	分类	标准号	标准名称	采用的或相应的国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备注
52		GB/T 15651.2-2003	半导体分立器件和集成电路第 5-2 部分:光电子器件基本额定值和特性	IEC 60747-5-2:1997	已发布	基础标准	国标
53		GB/T 11499-2001	半导体分立器件文字符号	—	已发布	基础标准	国标
54		SJ/T 11401-2009	半导体发光二极管产品系列型谱	—	已发布	基础标准	行标
55		GB/T 4937-1995	半导体器件机械和气候试验方法	IEC 60749-4:2002	已发布	方法标准	国标
56		GB/T 15651.3-2003	半导体分立器件和集成电路第 5-3 部分:光电子器件测试方法	IEC 60747-5-3:1997	已发布	方法标准	国标
57		SJ/T 11394-2009	半导体发光二极管测试方法	—	已发布	方法标准	行标
58		GB/T 4589.1-2006	半导体器件第 10 部分:分立器件和集成电路总规范	IEC 60747-10:1991	已发布	产品标准	国标
59		GB/T 12565-1990	半导体器件光电子器件分规范	—	已发布	产品标准	国标
60		GB/T 18904.3-2002	半导体器件第 12-3 部分:光电子器件显示用发光二极管空白详细规范	IEC 60747-12-3:1998	已发布	产品标准	国标
61		SJ/T 11393-2009	半导体光电子器件功率发光二极管空白详细规范	—	已发布	产品标准	行标
62		SJ/T 11400-2009	半导体光电子器件小功率发光二极管空白详细规范	—	已发布	产品标准	行标
63		SJ/T 11485-2015	LED 型号命名规则	—	已发布	基础标准	行标
64		SJ/T 11577-2016	《SJ/T 11394-2009 半导体发光二极管测试方法》应用指南	—	已发布	方法标准	行标
65		GB/T 36360-2018	半导体光电子器件中功率发光二极管空白详细规范	—	已发布	产品标准	国标
66		GB/T 36358-2018	半导体光电子器件功率发光二极管空白详细规范	—	已发布	产品标准	国标
67		GB/T 36359-2018	半导体光电子器件小功率发光二极管空白详细规范	—	已发布	产品标准	国标

子体系 03：光源及设备

总序号	分类	标准号	标 准 名 称	采用的或相应的 国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备 注
68	模块	20151774-T-339	发光二极管模块热特性瞬态测试方法	—	制定中	方法标准	国标
69		GB/T 30104.207-2013	数字可寻址照明接口第 207 部分：控制装置的特殊要求 LED 模块（设备类型 6）	IEC 62386-207:2009	已发布	基础标准	国标
70		GB/T 32483.3-2016	灯控制装置的效率要求第 3 部分：卤钨灯和 LED 模块 控制装置效率的测量方法	IEC 62442-3:2014	已发布	方法标准	国标
71		20172344-T-607	灯的控制装置第 14 部分：LED 模块用直流或交流电子 控制装置的特殊要求	—	制定中	产品标准	国标
72		GB/T 24825-2009 20172345-T-607	LED 模块用直流或交流电子控制装置性能要求	EC 62384:2006 MOD	修订中	产品标准	国标
73		GB/T 19651.3-2008	杂类灯座第 2-2 部分：LED 模块用连接器的特殊要求	IEC 60838-2-2:2006	已发布	产品标准	国标
74		GB T 20145-2006	灯和灯系统的光生物安全性	CIE S 009/E:2002			
75	灯	GB/T 34075-2017	普通照明用 LED 产品光辐射安全测量方法	—	已发布	方法标准	国标
76		GB/T 23112-2008	紫外线金属卤化物灯	—	已发布	产品标准	国标
77		GB/T 28795-2012	冷阴极紫外线杀菌灯	—	已发布	产品标准	国标
78		GB 19258-2012	紫外线杀菌灯	—	已发布	产品标准	国标
79		GB/T 21096-2013	保健用荧光紫外灯测量和规范方法	IEC61228:2008 IDT	已发布	方法标准	国标
80		GB/T 30809-2014	光催化材料性能测试用紫外光源	—	已发布	产品标准	国标
81		20181893-T-333	高强低压紫外线杀菌灯	—	制定中	产品标准	国标
82		YY 0055.1-2009	牙科-光固化机第 1 部分:石英钨卤素灯	—	已发布	产品标准	行标
83		YY 0055.2-2009	牙科光固化机第 2 部分:发光二极管(LED)灯	—	已发布	产品标准	行标

总序号	分类	标准号	标准名称	采用的或相应的国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备注
84		LY/T 1915-2010	诱虫灯林间使用技术规程	—	已发布	产品标准	行标
85		NB/T 34001-2011	太阳能杀虫灯通用技术条件	—	已发布	产品标准	行标
86	设备	GB 4706.85-2008	家用和类似用途电器的安全紫外线和红外线辐射皮肤器具的特殊要求	IEC 60335-2-27:2004	已发布	产品标准	国标
87		GB/T 19837-2005	城市给排水紫外线消毒设备	—	已发布	产品标准	国标
88		GB 21551.1-2008	家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能通则	—	已发布	产品标准	国标
89		GB 21551.2-2010	家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能抗菌材料的特殊要求	—	已发布	产品标准	国标
90		GB 21551.3-2010	家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能空气净化器的特殊要求	—	已发布	产品标准	国标
91		GB 21551.4-2010	家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能电冰箱的特殊要求	—	已发布	产品标准	国标
92		GB 21551.5-2010	家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能洗衣机的特殊要求	—	已发布	产品标准	国标
93		GB 21551.6-2010	家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能空调器的特殊要求	—	已发布	产品标准	国标
94		GB 28235-2011 20183406-Q-361	紫外线空气消毒器安全与卫生标准	—	已发布	产品标准	国标
95		GB/T 32091-2015	紫外线水消毒设备紫外线剂量测试方法	—	已发布	方法标准	国标
96		GB/T 24689.2-2017	植物保护机械杀虫灯	—	已发布	产品标准	国标
97		20112079-Q-607	家用和类似用途电器的安全紫外线辐射水处理器具的特殊要求	—	制定中	产品标准	国标

总序号	分类	标准号	标准名称	采用的或相应的国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备注
98		CB/T 4290-2013	船舶压载水紫外线消毒装置	—	已发布	产品标准	行标
99		QB/T 1172-1999	紫外线消毒器	—	已发布	产品标准	行标
100		CJ/T 204-2000	生活饮用水紫外线消毒器	—	已发布	产品标准	行标
101		YY 0901-2013	紫外治疗设备	—	已发布	产品标准	行标
102		YY 0055-2018	牙科学光固化机	—	已发布	产品标准	行标
103		HJ 2522-2012	环境保护产品技术要求紫外线消毒装置	—	已发布	产品标准	行标
104		DB44/T 658-2015	水处理用膜生物反应器和紫外线消毒设备	—	已发布	产品标准	地标

子体系 04：应用系统

总序号	分类	标准号	标准名称	采用的或相应的国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备注
105	光固化- 涂料	GB/T 35241-2017	木质制品用紫外光固化涂料挥发物含量的检测方法	—	已发布	方法标准	国标
106		GB/T 33374-2016	紫外光固化涂料挥发物含量的测定	—	已发布	方法标准	国标
107		SJ/T 11475-2014	紫外光固化光纤涂料	—	已发布	产品标准	行标
108		HG/T 3655-2012	紫外光（UV）固化木器涂料	—	已发布	产品标准	行标
109		HG/T 5183-2017	水性紫外光（UV）固化木器涂料	—	已发布	产品标准	行标
110		HG/T 5369-2018	塑胶地板用紫外光（UV）固化涂料	—	已发布	产品标准	行标
111	光固化- 油墨	QB/T 2826-2017	胶印紫外光固化油墨	—	已发布	产品标准	行标
112		QB/T 4580-2013	紫外光固化喷墨打印墨水	—	已发布	产品标准	行标
113		GB/T 18754-2002	凹版印刷紫外激发荧光防伪油墨	—	已发布	产品标准	国标
114	光催化材 料	GB/T 23761-2009	光催化空气净化材料性能测试方法	—	已发布	方法标准	国标

总序号	分类	标准号	标准名称	采用的或相应的国际、国外标准号	标准状态	标准类型	备注
115	杀菌消毒	WST 367-2012	医疗机构消毒技术规范	—	已发布	产品标准	行标
116		国际紫外线协会 Draft Guideline IUVA-G01A-2005	紫外线空气和表面消毒系统指导原则概要	—	已发布	基础标准	国际标准
117		GB/T 32092-2015	紫外线消毒技术术语	—	已发布	基础标准	国标
118		GB 5749-2006	生活饮用水卫生标准	—	已发布	产品标准	国标
119		GB18918-2002	城镇污水处理厂污染物排放标准	—	已发布	产品标准	国标
120		GB18920	城市污水再生利用城市杂用水水质	—	已发布	产品标准	国标
121		GB18466	医疗机构水污染物排放标准	—	已发布	产品标准	国标
122		GB18596	畜禽养殖业污染物排放标准	—	已发布	产品标准	国标

编制：国家半导体照明工程研发及产业联盟标准化委员会

电话：010-82387600-211 传真：010-82388580

E-mail：csas@china-led.net

网址：<http://csas.china-led.net/>

地址：北京市海淀区清华东路甲 35 号（中科院半导体所院内 5 号楼 5 层）