

团 体 标 准

T/CSA 067-2021

田间防治棉铃虫高选择性 LED 杀虫灯系统 一般技术要求

General Technical Requirements of Highly Selective LED Insect-killing Light Trap
System for Control Cotton Bollworm in Field

版本：V01.00

2021-02-22 发布

2021-02-22 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 分类	3
4.1 按杀虫灯系统能源.....	3
4.2 按杀虫模式.....	3
4.3 按控制方式.....	3
5 技术要求.....	3
5.1 结构和外观.....	3
5.2 杀虫灯要求.....	3
5.3 杀虫灯系统要求.....	4
5.4 控制系统要求.....	4
5.5 安全要求.....	5
5.6 安装要求.....	5
6 试验方法.....	6
6.1 结构和外观.....	6
6.2 杀虫灯性能.....	6
6.3 杀虫灯系统性能.....	7
6.4 控制系统试验.....	7
6.5 安全试验.....	8
附录 A（资料性）棉铃虫在我国不用地区的发生情况及成虫习性	9
附录 B（资料性）棉铃虫对不同波长光谱 LED 杀虫灯的选择性	10
附录 C（资料性）典型控制系统功能结构图	11
附录 D（规范性）高选择性 LED 杀虫灯系统应用效果评价方法	12

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：中国农业科学院植物保护研究所、宁波升谱光电股份有限公司、中国科学院半导体研究所、中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、中关村半导体照明联合创新重点实验室、厦门通裕科技股份有限公司、北京大学东莞光电研究院、利亚德照明股份有限公司、杭州华普永明光电股份有限公司、福州物联网开放实验室有限公司、上海时代之光照明电器检测有限公司。

本文件主要起草人：梁革梅、陆宴辉、牛宏强、姚然、李涛、高伟、徐浩、杨现明、徐虹、丁晓民、徐有菘、夏誉、孙浩嘉、庄晓波。

新乡市天意新能源科技开发有限公司王兆荣总经理和邢江涛经理、深圳扑浪创新科技有限公司张志宽经理为本文件的撰写提供了大量支持，在此一并表示感谢。

本文件为首次发布。

引 言

杀虫灯作为农作物病虫害绿色防控技术体系中的一种技术措施，在害虫的防治和监测中起着重要的作用。以 LED 为光源的杀虫灯系统已逐渐形成一定的市场规模。《田间防治棉铃虫高选择性 LED 杀虫灯系统一般技术要求》的制定可以加快推动半导体照明产业与绿色农业生产的融合，服务于市场应用，引导产业健康发展。

CSA

田间防治棉铃虫高选择性 LED 杀虫灯系统一般技术要求

1 范围

本文件规定了针对田间防治棉铃虫的高选择性 LED 杀虫灯系统的一般技术要求，包括分类、技术要求和试验方法。

本文件仅适用于针对棉铃虫的高选择性 LED 杀虫灯系统的应用，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。

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 2900.65—2004 电工术语 照明

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB 7000.1—2015 灯具 第 1 部分：一般要求与试验

GB 19258—2012 紫外线杀菌灯

GB/T 22473 储能用铅酸蓄电池

GB/T 23110—2008 投光灯具光度测试

GB/T 24689.2—2017 植物保护机械 杀虫灯

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 31241 便携式电子产品用锂离子电池和电池组安全要求

GB/T 33721—2017 LED 灯具可靠性试验方法

GB/T 36276 电力储能用锂离子电池

IEC 61215（所有部分） 地面用光伏（PV）组件-设计鉴定和定型（Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval）

IEC 61347-1:2015+A1:2017 灯的控制装置 第 1 部分：一般要求和安全要求（Lamp controlgear - Part 1: General and safety requirements）

3 术语和定义

GB 2900.65—2004、GB 19258—2012、GB/T 24689.2—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。为便于使用，以下重复列出涉及 GB/T 24689.2—2017 的部分术语和定义。

3.1

杀虫灯 insect-killing light trap

根据昆虫对特定光谱范围趋光性的特点，利用光源诱集并能有效杀灭昆虫的专用装置。

[来源：GB/T 24689.2—2017，3.1，有修改]

3.2

LED 杀虫灯系统 LED insect-killing light trap system

以 LED 作为电光源，具有满足诱集特定种类昆虫的波长需求，保证特异性高效诱杀害虫的诱虫、杀灭装置和定时器等组成的整体。

3.3

灯具寿命 lifetime of luminaire

在规定条件下，LED 灯具工作到失效时，或根据标准规定认为其已失效时的累计工作时间。

注：本文件规定 LED 灯具辐射通量衰减到初始值的 70% 时，则可判别为灯具失效。

单位：小时。

[来源：GB 2900.65—2004，845-07-61，有修改]

3.4

半峰边角 half-peak side angle

最大辐射强度方向和选定半平面上测得的 50% 最大辐射强度方向之间的角度。

[来源：GB/T 23110—2008，2.2，有修改]

3.5

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]

3.6

辐射通量维持率 radiant flux maintenance

模块在规定条件下燃点，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，以初始辐射通量的百分数表示。

[来源：GB 19258—2012，3.17，有修改]

3.7

电击式杀虫灯系统 electric shock type insect-killing light trap system

通过升压器把低电压转换成高压电，通过电击杀死触碰高压电网昆虫的杀虫灯系统。

[来源：GB/T 24689.2—2017，3.2，有修改]

3.8

风力式杀虫灯系统 pneumatic insect-killing light trap system

通过气流方式，将诱集到的昆虫吹入或吸入储虫器中进行扑杀的杀虫灯系统。

[来源: GB/T 24689.2—2017, 3.3, 有修改]

3.9

益害比 ratio of beneficial insects to pests

诱集到的益虫数量与害虫数量的比值。

3.10

辐射面积 radiation area

使用单个杀虫灯系统能有效诱集并杀死害虫的范围，一般单位是平方米（m²）。

4 分类

4.1 按杀虫灯系统能源

按照杀虫灯系统利用的能源，分为太阳能型、交流电型。

4.2 按杀虫模式

按照杀虫模式，分为电击式、风力式。

4.3 按控制方式

按照控制方式，分为智能型、非智能型。

5 技术要求

5.1 结构和外观

5.1.1 结构

5.1.1.1 LED 杀虫灯系统的设计和结构要求外部结构坚固，内部结构、安装结构以及光源连接结构牢固，应能使其在正常使用过程中不会对使用者或周围环境构成危险。

5.1.1.2 LED 杀虫灯系统外壳内外表面（与外界接触）均应进行防腐处理。

5.1.2 外观

5.1.2.1 LED 杀虫灯系统应无明显破损、变形，无裂纹、污迹、锈蚀等缺陷，无尖角处毛刺，无松动，无装配缺失，无变色和严重色差，光学材料应无气泡、明显划痕，涂层附着良好，标志应清晰耐久。

5.1.2.2 LED 杀虫灯系统应能够满足使用场所的环境要求，在使用寿命期内不应有明显的外观质量变化。

5.2 杀虫灯要求

5.2.1 光学特性

LED 杀虫灯发光组件的半峰边角应大于 180°，推荐 300° 以上。

5.2.2 开关次数

通过 10 000 次的开关试验后，应仍能正常工作。

5.2.3 灯具寿命

LED 杀虫灯的寿命应不低于 20 000 小时，在额定工作条件下，3 000 小时辐射通量维持率不低于 95%；6 000 小时辐射通量维持率不低于 90%。

5.2.4 环境适应性

- a) 按照 GB/T 24689.2—2017 中 5.5 的要求，LED 杀虫灯应能在温度为-20℃~70℃环境下存放后，不影响正常工作；
- b) 按照 GB/T 24689.2—2017 中 5.6 的要求，LED 杀虫灯应能在温度 10℃~70℃、相对湿度不大于 98%的环境下正常工作，在相对湿度大于 98%的环境下，应能保证灯的安全。

5.3 杀虫灯系统要求

5.3.1 输入功率

LED 杀虫灯系统和灯具的实测功率相差不得大于标称功率的正负 5%。

5.3.2 辐射功率

LED 杀虫灯系统的辐射功率宜在 2.5W 以上。

5.3.3 开灯周期

开灯时间可根据不同地区棉铃虫发生高峰及当地日落时间调整，参考附录 A。

5.3.4 光谱分布

光谱峰值波长宜为 380nm~390nm 之间。

注：棉铃虫适宜的光谱分布建议参考附录 B。

5.3.5 外壳防护性能

按照 GB/T 24689.2—2017 中 4.1 的要求，电击式杀虫灯系统的防护等级应不低于 GB/T 4208—2017 规定的外壳防护等级 IPX5；风力式杀虫灯系统的防护等级应不低于 GB/T 4208—2017 规定的外壳防护等级 IP55。

5.3.6 应用效果评价

LED 杀虫灯系统的应用效果以益害比为评价指标。

5.4 控制系统要求

5.4.1 系统功能

智能型和非智能型杀虫灯系统都应具备防短路、防电流泄露等功能。智能型杀虫灯系统可按照需求增加自动计数、远程通信与控制、工作状态检测及显示等功能，也可根据需要

增加自动清虫、无线遥控、地理信息定位、故障自动报警等功能。

注：典型控制系统功能结构图可参考附录 C。

5.4.2 时控功能

LED 杀虫灯系统应能在设定的时间开始工作或停止工作，误差应不超过 10 min。

5.4.3 太阳能充放电系统及电池组

- a) 对于使用太阳能作为能源的太阳能型杀虫灯系统，应具有输入过压/欠压、输出开路/短路保护功能；
- b) 光伏组件功率宜不小于 40W，同时应当具备过温保护及输入/输出过流保护功能。按太阳能光伏组件不同类型，应符合 IEC 61215 系列标准的要求；
- c) 蓄电池电压宜为 12V，容量宜不小于 24Ah。按蓄电池不同类型，应符合 GB/T 22473、GB 31241、GB/T 36276 的要求。

5.4.4 交流电驱动装置

对于使用交流电作为能源的交流电型杀虫灯系统，电源电压为 160V~280V，交流电驱动装置的安全性能应符合 IEC 61347-1:2015+A1:2017 的标准要求。

5.4.5 自动计数、远程通信与控制

对于智能型杀虫灯系统，可具备自动计数功能、远程通信与控制功能，通过本机显示、无线基站和远程通信模块实时回传信息给总控端，功能可包括：自动记录诱集昆虫数量、杀虫灯实时工作状态传递、人工或远程定时开关机及基本控制功能等操作。

5.4.6 工作状态检测及显示

对于智能型杀虫灯系统，控制系统还可包含 LED 杀虫灯系统的工作状态、故障、杀虫数量等基本工作信息的检测和显示功能。

5.5 安全要求

LED 杀虫灯系统中的灯具应符合 GB 7000.1—2015 的安全要求。

其他满足杀虫灯系统田间使用的安全要求应符合 GB/T 24689.2—2017 中第 4 章的规范。

5.6 安装要求

5.6.1 密度、高度要求

应根据作物高度不同，选择适合高度的杆。灯源最低端应高于作物顶 1m 以上。

不同模式 LED 杀虫灯系统安装密度范围见表 1：

表 1 不同模式杀虫灯系统安装密度范围

杀虫模式	灯具输入功率 W	安装密度 m ² /盏（辐射面积）
风吸式	10~12	6 000~8 000
电击式	12~15	10 000~12 000

5.6.2 太阳能光伏组件安装要求

太阳能光伏组件应固定在灯杆上，并建议安装于 LED 杀虫灯系统上方；光伏组件正面应调整至朝向南向西偏 5 度。

5.6.3 施工要求

为充分固定 LED 杀虫灯系统，安装时应利用水泥底座基础，预埋好地脚螺栓，将灯杆立起用预埋螺栓固定在底座上，再将系统固定在灯杆上。

6 试验方法

6.1 结构和外观

目测法检查。

6.2 杀虫灯性能

6.2.1 光学特性

LED 杀虫灯在额定条件下正常（热）稳定工作时，按照 GB/T 24823—2017 中附录 A 的方法对灯具的光学特性进行试验。

6.2.2 开关次数

将 LED 杀虫灯置于额定的工作条件下，以工作 30 s、中止 30 s 为一个循环，连续进行至少 10 000 次循环试验后，仍能正常工作。

6.2.3 灯具寿命

除另有规定外，辐射通量维持率参考 GB/T 24824—2009 中的方法进行试验。

6.2.4 环境适应性

- a) 高温操作试验：依照 GB/T 33721—2017 规定（标称最高工作温度+10℃，相对湿度不超过 50%）的条件下，持续试验 168h，后恢复到室温，并稳定 2h。试验后，样品应无明显的损坏，且辐射通量维持率不低于 5.2.3 章节的要求；
- b) 低温启动试验：依照 GB/T 33721—2017 规定（标称最低工作温度，若无，使用-20℃）的条件，待温度稳定 2h 后，样品进行 300 次 1min 开，19min 关的循环。循环结束后的样品在低温状态下应能在 5s 内点亮。后恢复到室温，稳定 2h。试验后，样品应无明显的损坏，且辐射通量维持率不低于 5.2.3 章节的要求；

- c) 高低温冲击试验: 依照 GB/T 33721—2017 规定的: 低温-20℃, 暴露 2h, 高温 70℃, 暴露 2h, 为一次循环, 循环 15 次。试验后, 样品应无明显损坏, 且辐射通量维持率不低于 5.2.3 章节的要求;
- d) 湿度试验: 按照 GB/T 24689.2—2017 中 6.3.21 的方法进行试验。

6.3 杀虫灯系统性能

6.3.1 输入功率

LED 杀虫灯系统在额定条件下正常(热)稳定工作时, 按照 GB/T 24823—2017 中附录 A 的方法对系统和灯具的功率进行试验。

6.3.2 辐射功率

除另有规定外, 辐射功率的测量参照 GB/T 24824—2009 中 5.2 光通量测量的方法, 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杀虫灯系统的辐射通量。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; 应采用与被测杀虫灯系统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。

6.3.3 开灯周期

根据附录 A 中所规定的时间, 使用计时器记录相应的电网和诱集光源的启闭时间。

6.3.4 光谱分布

暗室内, 使用光谱测试装置测量 LED 杀虫灯系统的光谱波长。

6.3.5 外壳防护性能

按 GB/T 4208—2017 中 13.4、13.5 和 14.2.5 规定的试验方法进行。

6.3.6 应用效果评价

LED 杀虫灯系统的应用效果评价方法见附录 D。

6.4 控制系统试验

6.4.1 系统安全控制

防雷击、防雨水、露水造成高压杀虫网短路等造成的安全隐患控制检测按照 GB/T 24689.2—2017 的方法进行试验。

6.4.2 时控功能

使用计时器记录相应的电网和诱集光源的启闭时间。

6.4.3 太阳能充放电系统及电池组

- a) 根据不同太阳能光伏组件的类型，按照 IEC 61215 系列标准的方法进行试验；
- b) 根据不同蓄电池的类型，按照 GB/T 22473、GB 31241、GB/T 36276 的方法进行试验。

6.4.4 交流电驱动

交流电驱动装置的安全性能按照 IEC 61347-1:2015+A1:2017 的方法进行试验。

6.4.5 自动计数、远程通信与控制、工作状态检测及显示

目测法检查。

6.5 安全试验

LED 杀虫灯系统中灯具的安全性能按照 GB 7000.1—2015 的方法进行试验，检测结果应符合 5.5 的要求。

其他满足杀虫灯系统田间使用的安全性能应按照 GB/T 24689.2—2017 的方法进行。

附录 A

(资料性)

棉铃虫在我国不用地区的发生情况及成虫习性

我国不同棉区棉铃虫发生的代数不同,由北向南逐渐增多。辽河流域及新疆大部分棉区,每年发生3代,为害较重的是第2代;黄河流域每年发生4代,其中第2代(6月中、下旬)和第3代(7月中、下旬)为害较重;长江流域每年发生4至5代,以第3~4代(7月中至8月下旬)为害较重。黄河流域棉区以滞育蛹越冬,4月中、下旬始见成虫,一代幼虫为害盛期为5月中、下旬,5月末大量入土化蛹。一代成虫始见于6月上旬末至6月中旬初,盛发于6月中、下旬,主要为害棉花。幼虫为害盛期在6月下旬至7月上旬。二代成虫始见于7月上旬末至中旬,盛发于中、下旬。三代幼虫主要为害棉花、玉米等,始见于8月上、中旬,发生期延续的时间长。四代幼虫继续为害。长江流域棉区四代成虫始见于9月上、中旬,以五代滞育蛹越冬。在新疆,越冬蛹5月开始羽化,一代成虫产卵高峰期南疆在6月上旬、北疆在6月中旬;二代产卵高峰期南疆在7月上、中旬,北疆在7月中旬;三代产卵高峰均在8月。

棉铃虫成虫多在夜间羽化,羽化后当夜即可交配,一生可交尾1-5次。羽化后第2-5天开始产卵,产卵期一般5-10天。成虫交尾、产卵和取食花蜜等活动主要在夜间进行,日出后停止飞翔活动,栖息于棉叶背面、花冠内和玉米、高粱心叶内或其他植物丛间。成虫飞翔能力强,往往在植株的中部或上部穿飞,能借助气流作迁移扩散。对特异波长的光有较强趋性。

根据各地日落时间,杀虫灯系统开启时间可以调节;根据棉铃虫上灯高峰,开灯时间可分为两个时段,第一时段为:黄昏或日落前开灯2小时,如在新疆地区开灯时间为22:00-24:00开灯;其他地区开灯时间为20:00-22:00;第二时段为4小时,如新疆地区开灯时间为2:00-6:00开灯,其他地区开灯时间为0:00-4:00。

附录 B

(资料性)

棉铃虫对不同波长光谱 LED 杀虫灯的选择性

通过在田间设置374nm~748nm 19个不同波长的LED杀虫灯,比较棉铃虫对不同波长光谱的趋光反应,发现374nm~418nm的LED灯对棉铃虫具有较好的诱捕效果,尤其是405 nm的LED灯,每盏灯的平均诱虫量达286头(图B.1)。

进一步比较375nm、385nm、395nm和405nm 4种波长LED杀虫灯对棉铃虫的诱捕效果,结果显示385nm的LED灯诱集的棉铃虫成虫总数最多(图B.2)。

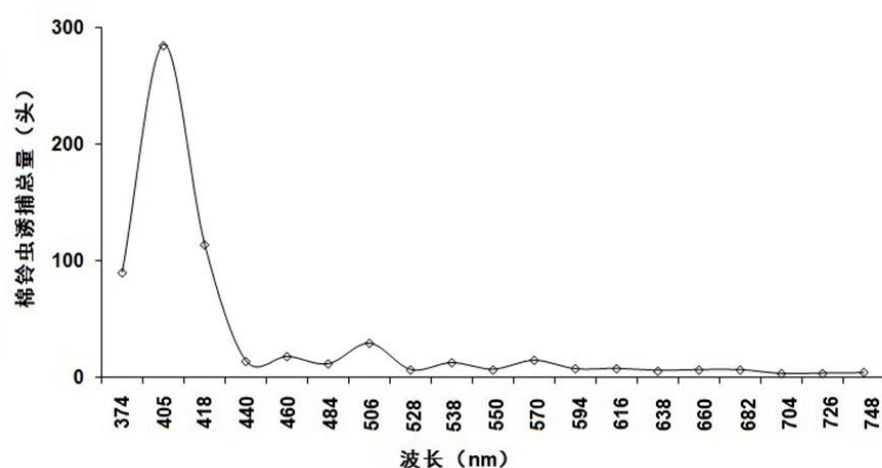


图 B.1 田间不同波长 LED 杀虫灯对棉铃虫的诱捕效果

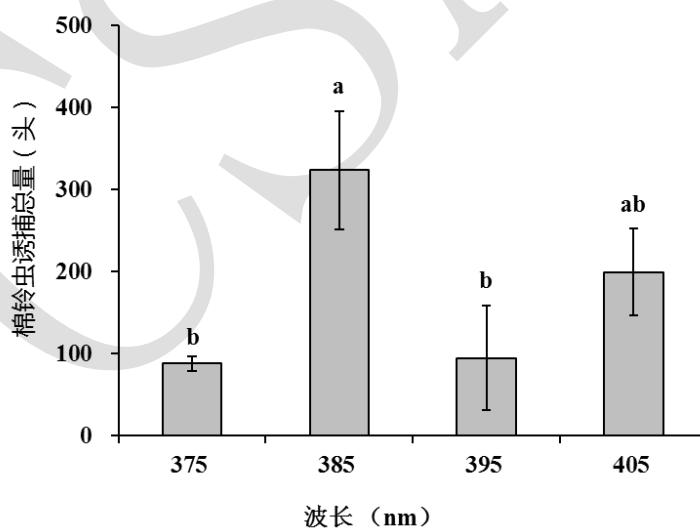


图 B.2 4 种波长 LED 杀虫灯对棉铃虫的诱捕效果

附录 C
(资料性)
典型控制系统功能结构图



图 C.1 典型控制系统功能结构

附录 D

(规范性)

高选择性 LED 杀虫灯系统应用效果评价方法

D.1 棉铃虫成虫的识别

体长 14 mm~18mm，翅展 30 mm~38mm，雌蛾赤褐色或黄褐色，雄蛾青灰色。前翅近外缘有一暗褐色宽带，带内有清晰的白点 8 个，外缘有 7 个红褐色小点，排列于翅脉间。环状纹圆形具褐边，中央有 1 褐点。后翅灰白色，外缘暗褐色宽带纹中央常有两个相连的月牙形灰白斑。复眼球形，绿色。雄蛾腹末抱握器毛丛呈“一”字形。



图 D.1 棉铃虫雌（左）、雄（右）成虫

D.2 灯诱的主要天敌种类

瓢虫、寄生蜂、草蛉、虎甲等。

D.3 效果评价方法

- 同样的种植作物田环境下，在同一棉铃虫成虫发生期，同一地块放置不同类型的杀虫灯系统，可采用诱集到的棉铃虫数量作为主要评价指标，用三盏以上杀虫灯系统诱集数量的平均值进行比较，诱集到的棉铃虫数量越多越好；
- 在田间设黑光灯作为对照光源，统计诱杀的棉铃虫成虫、其他种类害虫的数量，统计瓢虫、草蛉等主要天敌的数量，计算益害比，用三盏以上杀虫灯系统诱集数量的平均值进行比较；
- 益害比值越小说明杀虫灯系统选择性越强，对天敌的保护效率越高。

表 D-1 诱集棉铃虫与天敌数量记载表

诱集田：

日期	棉铃虫（头）	天敌（头）	益害比
合计			

