



中国照明电器协会团体标准

T/CALI 1202-2022

人工光型植物工厂用 LED 光辐射产品 性能规范

LED radiation products for plant factories based on artificial lighting
– Performance specifications

2022—04—06 发布

2022—04—06 实施

中国照明电器协会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类	4
5 标识要求	4
5.1 宽波长 LED 光辐射产品标识要求	4
5.2 紫外 LED 光辐射产品标识要求	6
6 电参数要求	6
6.1 功率要求	7
6.2 功率因数要求	7
6.3 谐波电流限值要求	7
7 辐射参数要求	7
7.1 辐射参数初始值要求	7
7.2 光子通量维持特性要求	8
8 环境特性要求	8
8.1 耐久特性要求	8
8.2 IP 等级要求	9
9 尺寸和重量要求	9
9.1 外形尺寸要求	9
9.2 重量要求	9
10 试验方法和符合性验证方法	9
10.1 标识符合性验证和试验方法 (4)	9
10.2 电参数测试方法	9
10.3 辐射参数测试方法	9
10.4 环境特性测试方法	10
10.5 外形尺寸和重量测试方法	10
11 符合性试验用样本量	11
附录 A (规范性) 将 LED 封装的性能数据用于产品光子通量维持特性符合性的验证方法	12
A.1 一般说明	12

T/CALI 1202-2022

A.2 使用 LED 封装的 ANSI/IES LM-80 测试数据的准则 12

A.3 符合性准测 12

参考文献 13

表 1 宽波长 LED 光辐射产品标识内容和位置要求 5

表 2 紫外 LED 光辐射产品标识内容和位置要求 6

表 3 功率因数要求 7

表 4 光生物有效光子通量效率要求 7

表 5 光子通量维持率衰减至 90%的时间要求 8

表 6 IP 等级要求 9

表 7 符合性试验用样本量要求 11

中国照明电器协会团体标准

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。

本文件由中国照明电器协会团体标准化工作委员会提出。

本文件由中国照明电器协会归口。

本文件起草单位：国家电光源质量监督检验中心（北京）、无锡立德时代科技有限公司、北京电光源研究所有限公司、杭州远方光电信息股份有限公司、四维生态科技（杭州）有限公司、杭州华普永明光电股份有限公司、广东加华美认证有限公司、昕诺飞（中国）投资有限公司、爱盛生物科技（上海）有限公司、中国农业大学、上海时代之光照明电器检测有限公司、正恒（上海）农业科技有限公司、巴比仑庄园（广州）农业科技有限公司、深圳市霍迪科技有限公司、鸿利智汇集团股份有限公司、广州市莱帝亚照明股份有限公司、上海应用技术大学、宁波朗格照明电器有限公司、中国照明电器协会、中国农业科学院都市农业研究所、中国科学院空间应用工程与技术中心、中国科学院上海技术物理研究所、江苏新广联光电股份有限公司、浙江正泰照明有限公司、广州赛西标准检测研究院有限公司、惠州雷士光电科技有限公司、中山市半导体照明行业协会。

本文件主要起草人：张伟、洪兵、李倩、罗长春、徐明仲、黄志鹏、黄峰、周华方、王宠、贺冬仙、庄晓波、郭斗斗、樊付洪、杨雄、吕天刚、吕鹤男、李月锋、邹军、王卓、王森、汉鹏武、袁士东、华利生、郭清华、吴杜雄、闫舒雅、侯莎、王青松、王伟、黄凡、李艳杰、刘忠祺。

本文件为首次制定。

人工光型植物工厂用 LED 光辐射产品 性能规范

1 范围

本文件规定了人工光型植物工厂用 LED 光辐射产品的性能要求和对应的试验验证方法。

本文件适用于面向植物工厂植物栽培用途的作为终端产品使用的额定电压不超过直流 1 500 V 或交流 1 000 V 的独立式 LED 光源和 LED 灯具。

注：独立式 LED 光源是独立式 LED 模块和不加其他防护外壳使用的 LED 灯的统称。

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 2423.3 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.22 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 N：温度变化

GB 7000.1 灯具 第 1 部分：一般要求与试验

GB 17625.1 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每项输入电流≤16 A）

GB/T 24826 普通照明用 LED 产品和相关设备 术语和定义

GB/T 39394 LED 灯、LED 灯具和 LED 模块的测试方法

IEC 63013 LED 封装 - 长期光通量和辐射通量维持率的推算（LED packages – Long-term luminous and radiant flux maintenance projection）

3 术语和定义

GB/T 24826 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

LED 光源 LED light source

基于 LED 技术的电光源。

注：LED 光源包括 LED 模块、LED 灯。

[来源：IEC 60050-845:2020, 845-27-053]

3.2

集成式 LED 光源 integrated LED light source

包括控制装置，以及光源稳定燃点所必需的任何附加元件的 LED 光源，这种光源设计成可直接连接到电源电压上。

3.3

独立式 LED 模块 independent LED module

设计为与灯具、外壳或类似装置分开安装或放置的 LED 模块。

注 1: 独立式 LED 模块具有依据其分类和标志的安全相关所有保护措施。

注 2: 一个独立式 LED 模块的示例为通过玻璃纤维与灯具头相连接的系统。

[来源: IEC 60050-845:2020, 845-27-064]

3.4

LED 灯具 LED luminaire

设计用于包含一个或多个 LED 光源的灯具。

注: LED 光源可以是 LED 灯具不可拆卸的部分。

[来源: IEC 60050-845:2020, 845-30-056]

3.5

植物工厂 plant factory

通过人工调控植物生长和发育的环境条件实现植物周年连续生产的农业设施。

[来源: GB/T 32655-2016, 2.2.87, 有修改]

3.6

人工光型植物工厂 plant factory based on artificial lighting

光辐射全部基于人工光源的植物工厂。

3.7

光子; 光量子 photon

电磁辐射的量子, 被认为是能量为 $h\nu$ 的粒子, 其中 h 是普朗克常数, ν 是辐射的频率

注 1: 光子是自旋为 1 且静止质量为零的基本粒子。

[来源: IEC 60050-845:2020, 845-21-107]

3.8

光子通量 photon flux

ϕ_p ; ϕ

单位时间内的光子数

$$\phi_p = \frac{dN_p}{dt}$$

式中, N_p 为发射、传输或接收的光子数, t 为时间。

注 1: 单色辐射光子通量 ϕ_p 与辐射通量 ϕ_e 的关系为 $\phi_p = \frac{\phi_e}{h\nu}$, 式中 h 为普朗克常数 ($(6.6260755 \pm 0.0000040) \times 10^{-34}$ J s), ν 为相应的电磁波频率。

注 2: 光谱分布为 $\frac{d\phi_e(\lambda)}{d\lambda}$ 或 $\frac{d\phi_e(\lambda)}{d\nu}$ 的辐射束的光子通量为 $\phi_p = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{d\phi_e(\lambda)}{d\lambda} \cdot \frac{\lambda}{nc_0} d\lambda = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{d\phi_e(\nu)}{d\nu} \cdot \frac{1}{n\nu} d\nu$, 式中, h 为普朗克常数 ($(6.6260755 \pm 0.0000040) \times 10^{-34}$ J s), c_0 为真空中的光速 (299792458 m s⁻¹)。

注 3: 相应的辐射度量为“辐射通量”, 相应的光度量度量为“光通量”。

注 4: 光子通量的单位为 s⁻¹。

注 5: 园艺领域光子通量的单位通常表示为 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$, 其数值为光子通量 ϕ_p 除以阿伏伽德罗常数 N_A ($6.022 140 76 \times 10^{23}$ mol⁻¹) 并乘以 10^6 。

注 6: 光子通量可用于定义特定波长范围的光子通量, 例如光生物有效光子通量 (波长范围 280 nm ~ 800 nm)、光合有效光子通量 (波长范围 400 nm ~ 700 nm)、紫外光子通量 (波长范围 280 nm ~ 400 nm)、蓝光光子通量 (波长范围 400 nm ~ 500 nm)、绿光光子通量 (波长范围 500 nm ~ 600 nm)、红光光子通量 (波长范围 600 nm ~ 700 nm)、远红光光子通量 (波长范围 700 nm ~ 800 nm)。

[来源: IEC 60050-845:2020, 845-21-040, 有修改]

3.9

光子通量效率 photon flux efficacy

辐射源发出的光子通量与其消耗的功率的比值。

注 1: 应说明辐射源所消耗功率是否包括例如控制装置等辅助设备的功率消耗。

注 2: 园艺领域光子通量效率的单位通常表示为 $\mu\text{mol}/\text{J}$ 。

注 3: 光子通量效率可用于定义特定波长范围的光子通量效率, 例如光生物有效光子通量效率(波长范围 280 nm ~ 800 nm)、光合有效光子通量效率(波长范围 400 nm ~ 700 nm)、紫外光子通量效率(波长范围 280 nm ~ 400 nm)、蓝光光子通量效率(波长范围 400 nm ~ 500 nm)、绿光子通量效率(波长范围 500 nm ~ 600 nm)、红光光子通量效率(波长范围 600 nm ~ 700 nm)、远红光子通量效率(波长范围 700 nm ~ 800 nm)。

3.10

光子强度 photon intensity

I_p : I

给定方向的单位立体角内的光子通量

$$I_p = \frac{d\Phi_p}{d\Omega}$$

式中, Φ_p 为给定方向内发射的光子通量, Ω 为包含该方向的立体角。

注 1: 可使用极角形式(ϑ, φ)表示的发射方向为函数的光子强度分布计算辐射源在给定立体角内的光子通量:

$$\Phi_p = \iint_{\Omega} I_p(\vartheta, \varphi) \sin \vartheta d\vartheta d\varphi$$

注 2: 相应的辐射度量量为“辐射强度”, 相应的光度量量为“发光强度”。

注 3: 光子强度的单位为 $\text{s}^{-1} \text{sr}^{-1}$ 。

注 4: 园艺领域光子强度的单位通常表示为 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1}$, 其数值为光子强度 I_p 除以阿伏伽德罗常数 N_A ($6.022 140 76 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$) 并乘以 10^6 。

注 5: 光子强度可用于定义特定波长范围的光子强度, 例如光生物有效光子强度(波长范围 280 nm ~ 800 nm)、光合有效光子强度(波长范围 400 nm ~ 700 nm)、紫外光子强度(波长范围 280 nm ~ 400 nm)、蓝光光子强度(波长范围 400 nm ~ 500 nm)、绿光子强度(波长范围 500 nm ~ 600 nm)、红光光子通量强度(波长范围 600 nm ~ 700 nm)、远红光子通量强度(波长范围 700 nm ~ 800 nm)。

[来源: IEC 60050-845:2020, 845-21-046, 有修改]

3.11

光谱分布 spectral distribution

光谱密集度 spectral concentration

X_λ

在波长 λ 处, 辐射量、光度量或光子量 $X(\lambda)$ 相对于波长 λ 的密度。

$$X_\lambda = \frac{dX(\lambda)}{d\lambda}$$

注 1: 通常, X_λ 也是 λ 的函数, 在这种情况下可用 $X_\lambda(\lambda)$ 表示。

注 2: 辐射通量光谱分布的单位表示为 W nm^{-1} , 光通量光谱分布的单位表示为 lm nm^{-1} , 光子通量光谱分布的单位表示为 nm^{-1} , 其他量的光谱分布的单位做同样处理。

注 3: 园艺领域光子通量光谱分布的单位通常表示为 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \text{nm}^{-1}$ 。

注 4: X 也可以表示为频率 ν 、波长 σ 等的函数, 相应的对应于频率 ν 、波长 σ 等的密度表示为 X_ν 、 X_σ 等, 相应的单位对应调整。

[来源: IEC 60050-845:2020, 845-21-029, 有修改]

3.12

额定值 rated value

用于规范目的的特征值, 该值由生产者或责任销售商宣称并基于标准测试条件。

注 1: 当用于表述特定量的额定值时, 将术语中“值”替换为具体的量, 例如额定功率、额定电压、额定电流、额定温度。

注 2: 标准测试条件在相关标准中给出。

[来源: IEC 60050-845:2020, 845-27-100]

3.13

初始值 initial value

老炼和稳定时间结束后所测得的特征值。

注 1: 初始值可用于光度、色度或电参数量。

注 2: 初始值可用于产品或安装场景, 例如初始光子通量、初始平均光子通量密度、初始光谱分布。

注 3: 本文件中初始值所对应老炼时间为 0 h。

[来源: IEC 60050-845:2020, 845-27-107, 有修改]

3.14

维持值 maintained value

指定燃点时间和稳定时间后所测得的特征值。

注 1: 维持值可用于光度、色度或电参数量。

注 2: 维持值可用于产品或安装场景, 例如为光子通量维持值、平均光子通量密度维持值、光谱分布维持值。

[来源: IEC 60050-845:2020, 845-27-113, 有修改]

3.15

维持率 maintenance factor

维持值与初始值的比率。

注 1: 维持率考虑了由于辐射源表面灰尘、发光罩退化、光源光子通量衰减等导致的各类光辐射损失。

注 2: 维持率可用于产品或安装场景, 例如为光子通量维持率、平均光子通量密度维持率、光谱分布维持率。

注 3: 维持率为无量纲值。

3.16

总谐波畸变率 total harmonic distortion

THD

所有谐波分量有效值与基波电流有效值之比。

注: 本文件所指总谐波畸变率为计入 2 次至 40 次谐波电流的畸变率, 表示为

$$\sqrt{\sum_{h=2}^{40} \left(\frac{I_h}{I_1}\right)^2}$$

式中 I_h 为 h 次谐波的振幅。

[来源: GB 17625.1-2012, 3.14.2, 有修改]

4 分类

按照辐射波长范围, 可将人工光型植物工厂用 LED 光辐射产品分为宽波长 LED 光辐射产品、紫外 LED 光辐射产品。宽波长 LED 光辐射产品以提供光合有效光学辐射为主要目的, 也可以包括其他光生物有效光学辐射成分, 例如紫外辐射、远红辐射。紫外 LED 光辐射产品以提供紫外辐射为主要目的。

按照产品类型, 可将人工光型植物工厂用 LED 光辐射产品分为 LED 光源和 LED 灯具。

5 标识要求

5.1 宽波长 LED 光辐射产品标识要求

宽波长LED光辐射产品本体、包装和/或说明书应清晰标注表1所规定信息和参数指标，产品本体上标志内容应清晰牢固。

表1 宽波长 LED 光辐射产品标识内容和位置要求

标识内容	标识位置		
	产品本体	包装	说明书 (产品目录)
a) 来源标志：制造厂名称或注册商标	×	×	×
b) 产品名称	×	×	×
c) 典型工作环境温度	-	-	×
d) 适用环境温湿度范围	-	-	×
e) IP 等级	×	×	×
f) 调光特性，例如光谱调节能力、调节范围和调控技术（无线或有线）	-	-	×
g) 配置和操作说明，例如配合植物品类和生长阶段的开关周期、光谱调节等	-	-	×
h) 外形尺寸	-	-	×
i) 重量	-	-	×
j) 安装说明（如适用），例如连接方式，安装高度、间距和方向等，以及典型安装条件下的光子通量密度及其分布	-	-	×
k) 使用和维护注意事项	-	-	×
l) 额定输入电压和输入电流	×	×	×
m) 频率	×	×	×
n) 额定功率	×	×	×
o) 功率因数 ^a	-	×	×
p) 额定光生物有效光子通量	-	×	×
q) 额定光生物有效光子通量效率	-	×	×
r) 额定光合光子通量	-	×	×
s) 额定紫外光子通量 ^b	-	-	×
t) 额定远红光子通量 ^c	-	-	×
u) 光生物有效光子强度分布	-	-	×
v) 额定光合光子强度分布	-	-	×
w) 额定紫外光子强度分布 ^b	-	-	×
x) 额定远红光子强度分布 ^c	-	-	×
y) 光谱分布（光子度量） ^d	-	×	×
z) 90%光生物有效光子通量维持率额定工作时间（hrs）	-	×	×
注：“×”为必标的内容；“-”为选标的内容。			
^a 适用于集成式 LED 光源和 LED 灯具。			

- ^b 适用于含紫外辐射的 LED 光辐射产品。
- ^c 适用于含远红辐射的 LED 光辐射产品。
- ^d 也可以用光谱分类来标识，例如远红、紫外、光合有效、蓝、红、绿等。

5.2 紫外 LED 光辐射产品标识要求

紫外LED光辐射产品本体、包装和/或说明书应清晰标注表2所规定信息和参数指标，产品本体上标志内容应清晰牢固。

表2 紫外 LED 光辐射产品标识内容和位置要求

标识内容	标识位置		
	产品本体	包装	说明书 (产品目录)
a) 来源标志：制造厂名称或注册商标	×	×	×
b) 产品名称	×	×	×
c) 典型工作环境温度	-	-	×
d) 适用环境温湿度范围	-	-	×
e) IP 等级	×	×	×
f) 调光特性，例如辐射强度调节能力、调节范围和调控技术（无线或有线）	-	-	×
g) 配置和操作说明，例如配合植物品类和生长阶段的开关周期、辐射强度调节等	-	-	×
h) 外形尺寸	-	-	×
i) 重量	-	-	×
j) 安装说明（如适用），例如安装高度、间距和方向等，以及典型安装条件下的光子通量密度及其分布	-	-	×
k) 使用和维护注意事项	-	-	×
l) 额定输入电压和输入电流	×	×	×
m) 频率	×	×	×
n) 额定功率	×	×	×
o) 功率因数 ^a	-	×	×
p) 额定紫外光子通量	-	×	×
q) 额定紫外光子通量效率	-	×	×
r) 紫外光子强度分布	-	-	×
s) 光谱分布（光子度量） ^b	-	×	×
t) 90% 紫外光子通量维持率额定工作时间（hrs）	-	×	×
注：“×”为必标的内容；“-”为选标的内容。			
^a 适用于集成式 LED 光源和 LED 灯具。			
^b 也可以用光谱分类来标识，例如远红、紫外、光合有效、蓝、红、绿等。			

6 电参数要求

6.1 功率要求

额定输入条件下，样本中各LED光辐射产品的初始功率测量值与额定功率偏差应不超过10%，样本中各LED光辐射产品的初始功率测量值的平均值与额定功率偏差应不超过7.5%。

针对设计为多典型功率用途的LED光辐射产品，应测试各典型设置下的功率符合性。

6.2 功率因数要求

集成式LED光源和LED灯具的功率因数宣称值应符合表3的要求。

表3 功率因数要求

功率范围 ^a	$P \leq 2 \text{ W}$	$2 \text{ W} < P \leq 5 \text{ W}$	$5 \text{ W} < P \leq 25 \text{ W}$	$P > 25 \text{ W}$
指标要求	-	≥ 0.4	≥ 0.7	≥ 0.9

^a 按照产品额定功率选择适用的功率范围。

额定工作条件下，样本中各集成式LED光源和LED灯具功率因数测量值应不低于宣称值0.05。

针对设计为多典型功率用途的LED光辐射产品，应测试各典型功率设置下的功率因数符合性。

6.3 谐波电流限值要求

额定功率25 W及以上LED光辐射产品各次谐波电流应符合GB 17625.1的要求，总谐波畸变率应不超过20%。

7 辐射参数要求

7.1 辐射参数初始值要求

7.1.1 光子通量要求

额定工作条件下，样本中各LED光辐射产品的初始光子通量测试值应不低于额定值10%，样本中各LED光辐射产品的初始光子通量测试值的平均值应不低于额定值7.5%。

应针对所宣称各波长范围光子通量额定值做符合性测试和评估。

7.1.2 光子通量效率要求

LED光辐射产品的光生物有效光子通量效率额定值应符合表4的要求。

表4 光生物有效光子通量效率要求

光生物有效光子通量效率等级	1	2	3	4
光生物有效光子通量效率指标 ($\mu\text{mol}/\text{J}$)	≥ 2.6	≥ 2.4 且 < 2.6	≥ 2.2 且 < 2.4	≥ 1.9 且 < 2.2

额定工作条件下，样本中各LED光辐射产品的初始光子通量效率测试值应不低于额定值。

应针对所宣称各波长范围光子通量效率额定值做符合性测试和评估。

7.1.3 光子强度分布要求

应针对所宣称LED光辐射产品各波长范围光子强度分布，测试并报告实际光子强度分布。

注：光子强度分布供植物工厂栽培区光环境设计参考。

7.1.4 典型安装高度下的光子通量密度

应针对LED光辐射产品典型安装高度下所宣称光子通量密度，报告实际光子通量密度分布和平均光子通量密度。

注1：典型安装高度下的平均光子通量密度及其分布供植物工厂栽培区光环境设计参考。

注2：植物工厂栽培面光子通量密度分布受临近LED光辐射产品的影响，单个LED光辐射产品的光子通量密度不一定完全等同于实际使用条件下栽培面的光子通量密度分布。

7.2 光子通量维持特性要求

LED光辐射产品的光子通量维持率衰减至90%的时间应符合表5的要求。

表5 光子通量维持率衰减至 90%的时间要求

光子通量维持特性等级	1	2	3
光子通量维持率衰减至 90% 的时间 (h) ^a	$\geq 36\ 000$ 且 $< 50\ 000$	$\geq 25\ 000$ 且 $< 36\ 000$	$\geq 17\ 500$ 且 $< 25\ 000$

^a 适用于光生物有效光子通量、光合有效光子通量、蓝光光子通量、红光光子通量、绿光光子通量、远红光光子通量和紫外光子通量

按照 1 000 h、3 000 h、6 000 h、10 000h、17 500 h、25 000 h、36 000 h、50 000 h 的光子通量维持率判定符合性。

8 环境特性要求

8.1 耐久特性要求

8.1.1 温度循环耐受性要求及试验方法

将 LED 光辐射产品放置于符合 GB/T 2423.22 试验 Nb 要求的环境试验箱（室），按照以下条件对 LED 光辐射产品开展温度循环耐受性试验：

- 试验时间为 1 000 h，250 个循环周期，4 h 为一个温度循环周期，初始温度值为 25 ℃；
- 一个温度循环周期由 1h 低温保持、1h 温度上升时间、1h 高温保持和 1h 温度下降时间构成；
- 低温设定值为-10 ℃，若宣称适用环境温度下限值低于-10 ℃，应按照宣称值设定；
- 高温设定值为 40 ℃，若宣称适用环境温度上限值高于 40 ℃，应按照宣称值设定；
- 试验过程中 LED 光辐射产品供电按照 34 min 开、34 min 关设定开关时间。

注：选择 34 min 开、34 min 关的开关周期，目的是实现温度和切换周期之间的相移。

试验结束时，LED 光辐射产品应可运行，且 15 min 内光生物有效光子通量应不低于初始值的 90%，且不存在开裂等物理损坏情况。

8.1.2 高温高湿耐受性要求及试验方法

将 LED 光辐射产品放置在符合 GB/T 2423.3 要求的试验箱（室）内，试验箱温度和相对湿度设置为 60° C/90%RH。试验时间 1 000 h，试验过程中 LED 光辐射产品供电按照 4 h 开/4 h 关设定开关时间。

试验过程中，应关闭任何可能造成 LED 光辐射产品供电断开或降低其辐射输出的热保护装置。

试验结束时，冷却至室温并稳定后，LED 光辐射产品应可运行，且 15 min 内光生物有效光子通量应不低于初始值的 80%。

8.2 IP 等级要求

LED 光辐射产品的 IP 宣称等级应符合表 6 的要求。

表 6 IP 等级要求

防护特性等级	1	2
IP 宣称等级	不低于 IP65	不低于 IP54

LED 光辐射产品的 IP 试验结果应符合其宣称等级。

9 尺寸和重量要求

9.1 外形尺寸要求

LED 光辐射产品的外形尺寸应符合其宣称尺寸，包括但不限于安装接口。

灯头尺寸应符合适用的灯头标准的要求。

9.2 重量要求

LED 光辐射产品的重量应不超过其宣称重量。

10 试验方法和符合性验证方法

10.1 标识符合性验证和试验方法（4）

标识内容充分性和清晰度：采用目视法检查。

产品本身标识的耐久性：用蘸水的湿布轻轻擦拭标识 15 s，水渍干后再用蘸有己烷的布擦拭 15 s，擦拭后标识不存在脱落现象且标识内容仍清晰可辨。

10.2 电参数测试方法

10.2.1 功率和功率因数测试方法（5.1、5.2）

功率和功率因数的测试方法按照 GB/T 39394 的要求进行。

10.2.2 谐波电流测试方法（5.3）

各次谐波电流测试按照 GB 17625.1 的要求进行。

总谐波畸变在各次谐波电流测试值基础上，按照总谐波畸变的定义计算得出。

10.3 辐射参数测试方法

10.3.1 光子通量测试方法（6.1.1）

光子通量测试按照 GB/T 39394 的要求进行。测试应覆盖意图检测的辐射波长范围，具体见 3.8 注 6。

注：基于辐射通量 Φ_e 的光子通量 Φ_p 的计算方法见 3.8 注 2。

10.3.2 光子通量效率符合性验证方法（6.1.2）

依据初始光子通量测试值和初始功率测试值计算产品的光子通量效率，并与额定值对比判断符合性。

10.3.3 光子强度分布测试方法（6.1.3）

光子强度分布按照 GB/T 39394 的要求进行测试。测试应覆盖意图检测的辐射波长范围，具体见 3.10 注 5。

10.3.4 典型安装高度下的光子通量密度（6.1.4）

应采用算法或测试法报告 LED 光辐射产品典型安装高度下植物栽培面上的光子通量密度，算法适用于安装高度不小于 5 倍 LED 光辐射产品出光面最大尺寸的情况，实际测试法适用于各种安装高度。

注：安装高度和测试面需考虑植物的生长空间。

算法，基于实际光子强度分布计算典型安装高度下的光子通量密度。

测试法，在 GB/T 39394 所述的实验室条件下，在垂直于 LED 光辐射产品法线方向并与产品相距为典型安装高度的平面内，使用具有余弦修正的光谱辐射照度计测量光子通量密度。以 LED 光辐射产品的几何中心在该平面上的投影为中心点并将平面划分为若干区域，测量并记录中心点以及各区域的光子通量密度。

10.3.5 光子通量维持特性符合性验证方法（6.2）

光子通量维持特性可采用直接测试法或器件性能验证法两种方法验证其符合性。

直接测试法：按照 9.3.1 的要求测试产品在燃点前后的光子通量，计算维持率判断符合性。燃点过程环境条件要求如下：

- 环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 环境相对湿度 50% ~ 80%。

器件性能验证法：对于产品所使用 LED 封装已获得基于 ANSI/IES LM-80 的测试数据的情况，可采用器件性能验证法验证产品的光子通量维持特性符合性，验证方法应符合附录 C 的要求。本方法不适用于针对光输出衰减做自动补偿的控制电路策略的产品。

10.4 环境特性测试方法

10.4.1 温度循环耐受性测试方法（7.1.1）

按照 7.1.1 所规定试验方法进行。

10.4.2 高温高湿耐受性测试方法（7.1.2）

按照 7.1.2 所规定试验方法进行。

10.4.3 IP 等级符合性验证方法（7.2）

IP 等级符合性按照 GB 7000.1 的规定进行验证。

注：GB 7000.1—2015 的对应章节为第 9 章。

10.5 外形尺寸和重量测试方法

10.5.1 外形尺寸测试方法 (8.1)

产品的外形尺寸用适宜的量具测量。

与安装相关的尺寸用误差不大于 0.05 mm 的量具测量。

灯头尺寸用符合适用标准要求的量规进行检测。

10.5.2 重量测试方法 (8.2)

采用称重法测量。

11 符合性试验用样本量

符合性试验用样本量应符合表 6 的要求。

表7 符合性试验用样本量要求

条款号	试验项目	最低样本量
5	标识	1
6.2	功率因数	3 个样品 用于所有试验项目
6.3	谐波电流	
6.1	功率	10 个样品 用于所有试验项目
7.1.1	光子通量	
7.1.2	光子通量效率	
7.2	光子通量维持特性	
7.1.3	光子强度分布	3
8.1.1	温度循环耐受性	3
8.1.2	高温高湿耐受性	3
8.2	IP 等级	1
9.1	尺寸	1
9.2	重量	1

附录 A

(规范性)

将 LED 封装的性能数据用于产品光子通量维持特性符合性的验证方法

A.1 一般说明

ANSI/IES LM-80 提供了 LED 封装光子通量维持率测试方法和数据报告要求, IEC 63013 规定了 LED 封装光子通量维持率推算方法。

如果已有适用的 LED 封装的 ANSI/IES LM-80 测试数据, 并拟采用器件数据验证法, 应按照 IEC 63013 推算 LED 封装的光子通量维持特性, 并用于植物工厂 LED 光辐射产品的光子通量维持特性的符合性验证。符合性验证应符合 C.2 和 C.3 的要求。

注: IEC 63013 等同采标国标计划号为 20183090-T-607。

A.2 使用 LED 封装的 ANSI/IES LM-80 测试数据的准则

A.2.1 LED 封装的表面温度

将植物工厂用 LED 光辐射产品置于 GB/T 39394 所规定燃点环境并燃点, 待产品燃点温度后, 测量产品内部 LED 封装的表面温度 T_s , 所测得最高 T_s 值应不超过基于 ANSI/IES LM-80 所报告的 T_s 极限温度。

A.2.2 LED 封装的输入电流

植物工厂用 LED 光辐射产品内 LED 封装的最大输入电流有效值应不超过作为 ANSI/IES LM-80 测试组成部分的测试输入电流有效值。

A.3 符合性准则

按照 9.3.4 所规定直接测试法测试 LED 光辐射产品的 1 000h 光子通量维持率, 测试结果应不低于拟使用的 LED 封装 ANSI/IES LM-80 数据中 LED 封装的 1 000 h 光子通量维持率。

在此基础上, 可采信 LED 封装基于 ANSI/IES LM-80 的光子通量维持率数据, 以及基于 IEC 63013 的光子通量维持特性推算数据, 并与 6.2 的要求进行对比, 验证符合性。

参 考 文 献

- [1] GB 7000.1—2015 灯具 第1部分：一般要求与试验
 - [2] GB 17625.1—2012 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每项输入电流 ≤ 16 A）
 - [3] GB/T 32655—2016 植物生长用LED光照 术语和定义
 - [4] IEC 60050-845:2020 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 845: Lighting
 - [5] ANSI/IES LM-80 Approved method: Measuring luminous flux and color maintenance of LED packages, arrays, and modules
-

中国照明电器协会团体标准