

# 植物补光灯标准现状及技术要求分析

陈伟权 李本亮

广东省东莞市质量监督检测中心/国家半导体光源产品质量监督检验中心(广东) 广东 东莞 523000

**摘要:** 本文通过对植物补光灯相关的国家标准和国内行业及团体标准的现状进行分析,总结现有植物补光灯国家标准和国内最新团体标准的主要技术内容,结合国内植物补光灯团体和行业标准的制定的关键技术要求,给出植物补光灯标准制定工作的建议。

**关键词:** 植物,补光灯,标准,分析

## 1 引言

近年来,我国开始了植物补光灯的应用效果研究工作,在文献<sup>[1]</sup>中研究了全光谱LED补光的优势和应用效果。该文的研究对象是以最新的LED全光谱补光产品和传统高压钠为光源的植物补光灯在番茄补光中的效果对比,结果表明,在相同的温度条件下,全光谱LED灯与高压钠灯相比,番茄的产量有所提高。试验结果证明,全光谱LED灯替代传统的高压钠灯进行补光是可行的。

在文献<sup>[2]</sup>研究了LED不同光质补光对日光温室番茄生长及光合作用的影响,研究表明不同LED光质,红光、蓝光、红蓝5:1、红蓝7:1补光处理温室番茄,对番茄的生长特性和光合作用有不同的影响。从幼苗期到盛果期,蓝光对番茄生长起到了至关重要的作用,蓝光可以有效促进番茄的生长,且不同的光质对番茄的光合速率和叶绿素合成有一定的影响。

以LED为光源的植物补光灯逐渐成为了研究重点<sup>[3-5]</sup>,LED植物补光灯可设计成面向特定植物所需的光颜色,而且LED灯具发光具有很强的方向性,能够将灯具所发出的光通量大部分投向植物面或特定方向的被照面,具有补光效果好,节能环保等特点,已经开始批量替代传统高压钠灯为光源的植物补光灯,广泛应用于我国植物补光的农业生产上,取得了显著的经济效益。

## 2 植物补光灯国内标准现状

目前,我国是植物补光灯的标准化研究工作开展的比较早的国家,受半导体照明补光灯具技术及应用的影响,国际上植物补光灯标准化工作一直没有广泛和深入开展研究。目前植物补光灯相关的国际标准仍然是我国牵头的

\*本文为国家市场监督管理总局课题“健康节律照明检测系统研制及测试方法研究(课题编号:2021MK082)”资助。

**通讯作者:** 陈伟权,硕士,高级工程师,研究方向为电器产品质量检测与标准化。

的植物照明术语和定义的工作组。2016年,我国在国际上率先发布了GB/T 32655-2016《植物生长用LED光照术语和定义》。该标准对植物生长用LED光照的常用术语和定义做了规定,首次明确了人工光、光谱、光谱辐射、辐射(通)量、光子通量、光子数、光子强度、光子辐照度、红蓝辐照度比、光合有效辐射、光合光子通量、光合光子通量密度、光合光谱相应曲线及光饱和点等植物光照中的常用术语的明确定义。该标准的发布对植物生长用LED灯的生产设计具有显著的理论指导意义,但并不是针对植物补光灯用途制定的产品标准,因而对LED植物补光灯的标准化工作而言仍有较大的不足。

随着我国团体标准政策的推动<sup>[7]</sup>,国内率先开展植物补光灯团体标准、行业标准的制修订研究工作。2013年9月,国家半导体照明工程研发及产业联盟发布了在国内率先发布了CSA 021-2013《植物生长用LED平板灯性能要求》<sup>[8]</sup>,标准给出了植物生长用LED平板灯的术语和定义、分类与命名、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存,并从安全、控制装置、外观和结构、外形尺寸和辐射面积、电气特性、辐射性能、辐射光谱特性、寿命特性、电磁兼容等方面对LED植物平板型补光灯的标准化提出了规范性的技术要求,提高了LED植物补光灯的关注度,促进了产业的健康发展。

2016年9月,国家半导体照明工程研发及产业联盟进一步发布了CSA 036-2016《植物光照用LED灯具通用技术规范》<sup>[9]</sup>,该标准规定了植物光照用LED灯具的分类,技术要求、检验方法等内容,适用于在植物正常生长的温度范围内使用的植物光照用LED灯具产品,是植物光照用LED灯具产品设计、制造、测试、安装、验收、使用、质量检验和制定相关技术标准、技术文件的重要的参考依据。

2019年7月,中国质量认证中心发布了CQC138-2019《植物生长灯安全和技术规范》<sup>[10]</sup>,该规范规定了用于

光学辐射波长在280 nm到800 nm范围内,电压电压采用1000 V以下直流或50Hz/60Hz交流电源的植物灯的一般安全要求、功率因数、光子辐射效率、光子通量密度分布及开关试验要求,并规定了测量条件和仪器要求,规范的发布对提升植物生长灯的品质提出了更高要求。

2022年4月,中国照明电器协会发布了T/CALI 1202—2022《人工光型植物工厂用LED光辐射产品性能规范》<sup>[11]</sup>,标准在总结现有国家、团体标准的基础上,根据相关企业在植物补光灯产品使用过程中的经验总

结,对人工光型植物工厂用LED光辐射产品的标识要求、电参数要求、辐射参数初始值、光子通量维持率、环境特性的耐久性要求、IP等级求及外形重量和尺寸方面提出了更加科学和细致的技术要求,并对试验方法和符合性验证方法进行了规定,进一步完善了LED植物光辐射产品的技术标准体系。

### 3 标准技术要求分析

目前,植物补光灯的相关国家标准是GB/T 32655-2016,其关键术语和定义如表1所示:

表1 植物补光灯具的国家标准关键技术要求

序号	产品	项目	技术要求
1	植物生长用LED光照	辐射(通)量	以辐射的形式发射、传播或接收的功率
2		光子通量	在时间单元dt内发射、传播或接收的光子数dNp除以该时间元
3		红蓝辐照度比	红-橙辐照度与蓝-紫辐照度的比值
4		光合光子通量	能为植物光合作用所利用的光子通量
6		光饱和点	在一定环境条件下,植物叶片光合的光合速率达到最大值时的辐照度

相比传统的高压钠灯植物补光灯具,植物补光LED灯在产品的应用场景和用途方面有着显著的提升,产品的光学性能及光合作用的效果均有相对更严谨的规定。

最先发布的LED植物补光灯团体标准《植物生长用

LED平板灯性能要求》根据调光功能将灯具分为两类,可调光型LED灯和非可调光型LED灯,并对产品进行了详细的技术要求.其中具有创新性的关键技术要求如表2所示:

表2 植物生长用LED平板灯关键技术要求

序号	产品	项目	技术要求
1	植物生长用LED平板灯	灯的安全要求	符合GB7000系列要求
2		灯的功率	实测值与额定值之差不大于10%
3		灯的功率因数	实测值不低于标称值的0.05
4		初始辐射通量/辐射效率	实测值不低于标称值的90%
5		辐照度和红蓝辐照度比	实测值与标称值之差不大于10%
6		辐射照度的均匀性	实测值与标称值之差不大于10%
7		平均寿命	不低于25000h
8		开关次数	5000次开关试验

国家半导体照明工程研发及产业联盟发布的团体标准《植物光照用LED灯具通用技术规范》,重点规定了植

物补光用LED灯具的通用性能要求,其中具有创新性的关键技术要求如下表3所示。

表3 植物光照用LED灯通用技术规范关键要求

序号	产品	项目	技术要求		
1	植物光照用LED灯具	光子通量	实测值不低于标称值的90%		
2		光子通量效能 $\mu\text{mol}/\text{W}$	实测值不低于 $0.7\mu\text{mol}/\text{W}$		
3		灯具寿命	不低于20000h		
4		光子通量维持率	3000h不低于初始值的92%		
5		开关试验	15000次		
6		防护等级	灯具IP65		
7		防腐灯级	室内F2,室外WF2		
8		光子效能分级 $\mu\text{mol}/\text{W}$	1级	2级	3级
	$\geq 1.9$		$\geq 1.3$ 且 $< 1.9$	$\geq 0.7$ 且 $< 1.3$	

中国质量认证中心发布的关于LED植物补光灯具的《植物生长灯安全和技术规范》，从产品认证的角度出发全面规定了LED植物光灯的安全和技术要求，其中具有创新性的关键技术要求如表4所示：

表4 植物生长灯安全和技术规范关键要求

序号	产品	项目	技术要求		
1	植物生长灯	自镇流灯安全要求	GB24906-2010		
2		LED模块安全要求	GB24819-2019		
3		功率因数	不低于标称值的0.05，不大于5W不低于0.45，大于5W不低于0.7		
4		光辐射效率 $\mu\text{mol}/\text{J}$	1级	2级	3级
			$\geq 2.40$	$\geq 2.18$	$\geq 1.91$
5	开关试验	10000次			

中国照明电器协会发布的《人工光型植物工厂用LED光辐射产品性能规范》，从植物工的角度，全面规定了LED灯的性能技术要求，并率先开展了产品的分级性能评价，具有行业领先的产品质量参数要求，其中具有创新性的关键技术要求如表5所示：

表5 植物工厂用LED光辐射产品关键技术要求

序号	产品	项目	技术要求			
1	植物工厂用LED光辐射产品	产品的功率	单个实测值与额定值之差不大于10%，样本的平均值实测值与额定值之差不大于7.5%			
2		谐波电流要求	25W以上符合GB17625.1要求			
3		光生物有效光子通量效率 $\mu\text{mol}/\text{J}$	1级	2级	3级	4级
			$\geq 2.6$	$\geq 2.4$ 且 $< 2.6$	$\geq 2.2$ 且 $< 2.4$	$\geq 1.9$ 且 $< 2.2$
4		光子通量维持率(90%) h	1级	2级	3级	
	$\geq 35000$ 且 $< 50000$		$\geq 25000$ 且 $< 35000$	$\geq 175000$ 且 $< 25000$		
5	防护等级	1级	2级			
		不低于IP65	不低于IP54			

综上所述,植物补光用灯具的国家标准在辐射(通)量、光子通量、光子辐照度、红蓝辐照度比、光合有效辐射、光合光子通量、光合光子通量密度、光合光谱相应曲线及光饱和点等方面率先提出定义;国内制定和发布的植物补光灯团体和行业标准在关注产品的安全要求的基础上,进一步完善了灯具的光子通量、光谱红蓝比和光合光子通量及密度灯方面的性能要求。新发布的LED植物工程用产品的团体标准,针对产品的特有技术优势,率先对LED植物工厂光辐射产品的光生物有效光子通量效率、维持率进行了分级技术要求,整体推进了LED植物补光灯的质量提升和产业技术进步。

#### 4 结论与展望

本文总结了植物补光用国内标准现状,分析了植物补光灯标准的技术要求发展趋势,对植物补光用的标准制修订工作中的创新性技术要求进行了总结,为植物补光灯国家和行业标准的制修订提供了可借鉴的技术经验。

随着LED照明产品性能的快速进步,越来越多的植物补光用LED补光灯将投入使用,产品的光生物有效的光辐射性能、安全性能、电磁兼容性能需要通过标准化

工作来将逐步完善和提升,引导LED植物补光灯产品的高质量发展。

#### 参考文献

- [1]丁小明,温室农业生产全光谱LED补光技术[J],农业工程技术(温室园艺),2019,6:74-75.
- [2]卢纯,张亚红,李青,LED不同光质补光对日光温室冬春茬农业生长及光合特性的影响[J],江苏农业科学,2020,48(8):127-134.
- [3]朱鹿坤,陈俊琴,赵雪雅,张传玲等,红蓝绿LED延时补光对日光温室农业育苗的影响[J],中国蔬菜,2019(10):51-57.
- [4]刘福长,杨玉凯,林碧英,不同光质夜间补光对农业幼苗耐冷性的影响[J],福建农业学报,2020,35(11):1222-1227.
- [5]赵凯旋,苏丹,杨绒娥,日光温室农业应用植物补光灯效果试验[J],西北园艺,2021,07:47-49.
- [6]王忠敏.团体标准:中国标准化改革的未来[J].中国标准化,2019(12):26-29.
- [7]阮军、陈哲良、高伟、徐志刚等,植物生长用

LED光照 术语和定义, [S], 国家半导体照明工程研发及产业联盟, GB/T 32655-2016: 1-12.

[8] 陈哲良、宋昌斌、李许可、徐志刚等, 植物生长用LED平板灯性能要求[S], 国家半导体照明工程研发及产业联盟, CSA021-2013:1-12.

[9] 魏伟、丁晓民、刘红、陈金源等, 植物光照用LED灯具通用技术规范, 国家半导体照明工程研发及产

业联盟, CSA032-2016: 1-20.

[10] 李维泉, 李栋, 张新光, 辛洪正等, 植物生长灯安全和性能认证规范[S], 中国质量认证中心, CQC1328-2019: 1-14.

[11] 张伟, 洪兵, 李倩, 罗长春等, 工光型植物工厂用LED光辐射产品 性能规范[S], 中国照明电器协会, T/CALI 1202—2022: 1-18.