

中华人民共和国国家标准

GB/T 24461—2023

代替 GB/T 24461—2009

洁净室用灯具技术要求

Technical requirements for luminaries used for cleanroom

2023-12-28 发布

2024-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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 一般要求	3
5 技术要求	3
5.1 标记	3
5.2 结构	3
5.3 光通维持寿命	4
5.4 电磁兼容	4
5.5 瞬态光伪像	4
5.6 亮度限制	4
6 试验方法	5
6.1 标记	5
6.2 结构	5
6.3 光通维持寿命	6
6.4 电磁兼容	6
6.5 瞬态光伪像	6
6.6 亮度限制	6
参考文献	8

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。

本文件代替 GB/T 24461—2009《洁净室用灯具技术要求》，与 GB/T 24461—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 修改了标准的适用范围(见第 1 章,2009 年版的第 1 章)；
- b) 增加了“瞬态光伪像”“波动深度”“闪烁”“频闪效应”“光通维持寿命”5 个术语和定义(见 3.6～3.10),更改了“洁净室”“洁净区”“洁净度”“洁净室用灯具”4 个术语的定义(见 3.1、3.2、3.4、3.5,2009 年版的 4.1、4.2、4.4、4.5)；
- c) 删除了灯具分类(见 2009 年版的第 5 章)、爬电距离和电气间隙(见 2009 年版的第 8 章)、接地规定(见 2009 年版的第 9 章)、接线端子(见 2009 年版的第 10 章)、外部接线和内部接线(见 2009 年版的第 11 章)、防触电保护(见 2009 年版的第 12 章)、耐久性试验和热试验(见 2009 年版的第 13 章)、防尘、防固体异物和防水(见 2009 年版的第 14 章)、绝缘电阻和电气强度(见 2009 年版的第 15 章)、耐热、耐火和耐起痕(见 2009 年版的第 16 章)；
- d) 更改了一般要求(见第 4 章,2009 年版的第 3 章)；
- e) 更改了标记的相关要求(见 5.1,2009 年版的第 6 章)；
- f) 更改了结构的相关要求(见 5.2,2009 年版的第 7 章)；
- g) 增加了光通维持寿命的要求及试验方法(见 5.3、6.3)；
- h) 增加了电磁兼容的要求及试验方法(见 5.4、6.4)；
- i) 增加了瞬态光伪像的要求及试验方法(见 5.5、6.5)；
- j) 增加了亮度限制的要求及试验方法(见 5.6、6.6)。

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。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国照明电器标准化技术委员会(SAC/TC 224)归口。

本文件起草单位：上海市质量监督检验技术研究院、东莞中工通明光电科技有限公司、江苏新广联光电股份有限公司、欧普照明股份有限公司、江苏中工智能光电科技有限公司、深圳市尚为照明有限公司、浦江三思光电技术有限公司、苏州荣文库柏照明系统股份有限公司、上海时代之光照明电器检测有限公司、杭州华普永明光电股份有限公司。

本文件主要起草人：夏誉、姜丽丽、陆世鸣、杨樾、施晓红、张防政、华利生、赵俊、郑春华、张文华、王锦亮、侯晔、陈超中。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2009 年首次发布为 GB/T 24461—2009；

——本次为第一次修订。

洁净室用灯具技术要求

1 范围

本文件规定了使用电光源、电源电压不超过 1 000 V 的洁净室用嵌入式灯具和吸顶明装的固定式灯具(以下简称“灯具”)的技术要求,描述了相应的试验方法。

本文件适用于安装在有洁净度要求或类似场所的灯具。

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 电工术语 照明

GB/T 7000.1—2023 灯具 第 1 部分:一般要求与试验

GB/T 7000.201 灯具 第 2-1 部分:特殊要求 固定式通用灯具

GB/T 7000.202 灯具 第 2-2 部分:特殊要求 嵌入式灯具

GB/T 9468 灯具分布光度测量的一般要求

GB 17625.1 电磁兼容 限值 第 1 部分:谐波电流发射限值(设备每相输入电流 ≤ 16 A)

GB/T 17743 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 25915.4—2010 洁净室及相关受控环境 第 4 部分:设计、建造、启动

GB/T 31897.1 灯具性能 第 1 部分:一般要求

GB/T 31897.201—2016 灯具性能 第 2-1 部分:LED 灯具特殊要求

GB/T 33721—2017 LED 灯具可靠性试验方法

GB 50034 建筑照明设计标准

IEC TR 61547-1:2017 普通照明用设备 电磁兼容抗扰度要求 第 1 部分:客观光闪烁仪和电压波动抗扰度的试验方法(Equipment for general lighting purposes—EMC immunity requirements—Part 1: An objective light flickermeter and voltage fluctuation immunity test method)

IEC TR 63158 普通照明用设备 照明设备频闪效应的客观测试方法(Equipment for general lighting purposes—Objective test method for stroboscopic effects of lighting equipment)

IEEE Std 1789—2015 对于可调电流的高亮度 LED 为了降低对观众的健康风险 IEEE 的推荐实践(IEEE Recommended Practices for Modulating Current in High—Brightness LEDs for Mitigating Health Risks to Viewers)

3 术语和定义

GB/T 7000.1—2023、GB/T 9468、GB/T 31897.1、GB/T 31897.201—2016、GB 50034 和 GB/T 2900.65 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

洁净室 cleanroom

空气悬浮粒子浓度受控并分级的房间,其设计、建造到运行均使进入、产生、滞留于房间的粒子受控。

注 1: 规定了按空气悬浮粒子浓度划分的级别。

注 2: 对影响洁净度等级的其他因素,如空气中化学物、微生物或纳米尺度粒子浓度等,以及影响表面洁净度等级的其他因素,如粒子、纳米粒子、化学物或微生物浓度等,作出规定并进行控制。

注 3: 温度、湿度、压力、振动和静电等相关的物理参数,按要求受控。

[来源:GB/T 25915.1—2021,3.1.1]

3.2

洁净区 clean zone

空气悬浮粒子计数浓度受控并分级的限定空间,其建造和运行使进入、产生、滞留于空间的粒子受控。

注 1: 空气悬浮粒子浓度的级别已确定。

注 2: 对影响洁净度等级的其他因素,如空气中化学物、微生物或纳米尺度粒子浓度等,以及影响表面洁净度等级的其他因素,如粒子、纳米粒子、化学物或微生物浓度等,作出规定并进行控制。

注 3: 洁净区是限定于洁净室内的空间,也可用隔离装置实现。隔离装置既可设在洁净室内也可在洁净室外。

注 4: 温度、湿度、压力、振动和静电等相关的物理参数,按要求受控。

[来源:GB/T 25915.1—2021,3.1.2]

3.3

悬浮粒子 airborne particles

用于空气洁净度分级的空气中悬浮粒子尺寸范围在 $0.1\ \mu\text{m}\sim 5\ \mu\text{m}$ 的固体和液体粒子。

[来源:GB 50457—2019,2.0.6]

3.4

洁净度 cleanliness

产品、表面、装置、气体、流体等有明确污染程度的状况。

注: 污染是粒子的、非粒子的、生物的、分子的或其他类型的。

[来源:GB/T 25915.4—2010,3.3]

3.5

洁净室用灯具 luminaire used for cleanroom

有效控制污染物释放、满足洁净室或洁净区使用要求的灯具。

3.6

瞬态光伪像 temporal light artefact; TLA

特定环境中的人类观察者对由光刺激引起的视觉变化感知,其亮度或光谱分布会随时间波动。

注: 视觉感知的变化是将被调制光照射的环境的视觉感知与同一人在同一环境中被非调制光照射时的视觉感知进行比较的结果。

[来源:CIE TN 006:2016,2.4.1]

3.7

波动深度 fluctuation depth

光输出一个周期的最大值和最小值的差与最大值和最小值之和的比。

注 1: 以百分比表示。

注 2: 相同的定义,在 GB/T 2900.65 使用的中文术语是“波动幅度”,对应的英文是“amplitude of fluctuation”,在 IEEE Std 1789—2015 中使用的英文术语是“modulation depth”。

3.8

闪烁 flicker

静态环境中的静止观察者对由光亮度或光谱分布随时间波动的光刺激引起的视觉不稳定感知。

注 1: 光刺激随时间的波动包括周期波动和非周期波动,它可能是由光源本身、电源或其他影响因素引起的。

注 2: 闪烁是瞬态光伪像的一种类型。

注 3: 这里给出的定义不同于 ILV 中对“闪烁”的当下定义(CIE S 017/E:2011,术语 17-443)。

[来源:CIE TN 006:2016,2.4.2]

3.9

频闪效应 stroboscopic effect

非静态环境中的静止观察者对光亮度或光谱随时间波动的光刺激引起的运动感知变化。

注: 频闪效应是瞬态光伪像的一种类型。

示例 1: 对于方形周期性亮度波动,移动物体被感知为离散地而不是连续地移动。

示例 2: 如果周期性亮度波动的频率与旋转物体的频率一致,旋转物体被感知为是静止的。

[来源:CIE TN 006:2016,2.4.3]

3.10

光通维持寿命 lumen maintenance life

L_{70}

在额定工作条件下,LED 灯具光通量衰减至初始值的 70% 所经历的时间。

[来源:GB/T 33721—2017,3.5]

4 一般要求

4.1 灯具的安全应符合 GB/T 7000.201 或 GB/T 7000.202 的要求。

4.2 灯具应满足 GB/T 25915.4—2010 中 E.1、E.2 以及 F.3 的要求。

5 技术要求

5.1 标记

应符合 GB/T 7000.1—2023 第 3 章的要求及以下要求。

- a) 灯具应标记处于洁净区域内的外壳防护等级。该标记的可见性应符合 GB/T 7000.1—2023 中 3.2b)。
- b) 随灯具一起提供的制造商的说明书中应提供灯具的安装说明,如安装方式、适宜的场所、安装缝隙的密封措施等。说明书中应提供灯具正常使用时适合的环境温度、相对湿度和压力等信息。
- c) 灯具应声称下述一个或一个以上瞬态光伪像的特性:
 - LED 灯具波动深度为无显著影响水平,和/或
 - 频闪效应和闪烁可能被观察到的阈限水平为 $SVM \leq x$, $P_{st}^{LM} \leq y$ 。

注: SVM 是频闪效应可见度(stroboscopic effect visibility measure)的英文缩写; P_{st}^{LM} 指用闪光计测量的照度闪烁值。 x 和 y 为不大于 1 的数值。

- d) 声称的额定寿命。

5.2 结构

5.2.1 灯具应设计成不可替换或仅可在洁净区域外替换光源、控制装置或启动器。安装在洁净区域内

的灯具部分,其罩盖应设计成使用工具也不能打开。

5.2.2 灯具的边角应有圆弧或斜边过渡,并便于安装时对安装缝隙进行密封。

5.2.3 灯具外形应平滑,避免采用凹凸不平的轮廓。

5.2.4 灯具应采用密封式结构,按制造商的声明以正常工作位置安装完成后,暴露在洁净区内的所有部分应至少达到 IP5X 的要求。

注:密封式结构的例子如在接合面使用密封圈、胶封等措施。

5.2.5 应提供灯具以及灯的控制装置安装方式的防松措施。

5.2.6 灯具外壳应采用能避免静电荷积聚的材料。非金属材料灯具外壳的表面绝缘电阻应小于 $10^{10} \Omega$ 。

5.2.7 灯具外壳应防腐蚀。

5.3 光通维持寿命

LED 灯具的光通维持寿命不应低于制造商声称的额定寿命(声称的额定寿命不低于 25 000 h)。

5.4 电磁兼容

灯具的电磁兼容应符合 GB 17625.1、GB/T 17743 和 GB/T 18595—2014 中 5.5~5.7 的要求。

5.5 瞬态光伪像

5.5.1 通则

5.5.2 和 5.5.3 规定了灯具的瞬态光伪像特性,根据应用要求,灯具应至少符合其中一条的规定。

5.5.2 波动深度

在额定电压下工作时,灯具光输出波形的波动深度不应高于 IEEE Std 1789—2015 中图 18 无显著影响水平(NOEL)对应的限值要求(见表 1)。

注: IEEE Std 1789—2015 适用于 LED 灯具。

表 1 波动深度限值要求

光输出波形频率 f/Hz	$f \leq 10$	$10 < f \leq 90$	$90 < f \leq 3\,125$	$f > 3\,125$
波动深度限值/%	0.1	$f \times 0.01$	$f \times 0.08/2.5$	豁免

5.5.3 闪烁和频闪效应

5.5.3.1 按 IEC TR 61547-1:2017 规定测得的 P_{st}^{LM} 不应大于 1,也不应超过制造商声称的 P_{st}^{LM} 值。

注: P_{st} 是 IEC TR 61547-1:2017 中短期闪烁指标(short-term flicker indicator)的符号,指在相对较短的规定时间间隔内测量的闪烁量。按照 IEC 61000-4-15,持续时间一般为 10 min。IEC 61000-3-3 和 IEC 61000-4-15 采用了另一术语“短时间闪烁严重度(short term flicker severity)”。

5.5.3.2 按 IEC TR 63158 规定测得的 SVM 值不应大于 1,也不应超过制造商声称的 SVM 值。

5.6 亮度限制

灯具在 45° 及以上 γ 角的平均亮度不应大于表 2 规定的亮度限值。

在横向(C0 和 C180)、纵向(C90 和 C270)、以及 45° 方向(C45、C135、C225 和 C315)分别测量和计算 45° 、 55° 、 65° 、 75° 和 85° γ 角的平均亮度,15 个平均亮度值均应满足要求。

表 2 亮度限值

γ 角/(°)	亮度限值/(cd/m ²)
45	34 900
55	17 000
65	7 000
75	3 260
85	3 260

6 试验方法

6.1 标记

合格性按 GB/T 7000.1—2023 中 3.4 的规定检验。

6.2 结构

6.2.1 5.2.1、5.2.2、5.2.3、5.2.5 的合格性通过目视检验。

6.2.2 5.2.4 的合格性按 GB/T 7000.1—2023 中第 9 章规定的方法检验。但是 GB/T 7000.1—2023 中 9.2 所要求的金属网隔板不适用。

6.2.3 5.2.6 的合格性通过下述试验来检验。

如果部件尺寸允许,则表面电阻测定在外壳部件上进行,或在图 1 所示尺寸的矩形试件上进行。试件表面应干净,完好无损。在试件表面上用导电漆涂两条平行的电极,导电漆溶剂对表面电阻不应有明显影响。

试件应用蒸馏水擦净,然后用异丙基乙醇(或其他任何能与水混合且不影响试件或电极材料性能的溶剂)清洗,在干燥前再用蒸馏水清洗。不应用手触摸,置于温度(23±2)℃、相对湿度(50±5)%或(30±5)%条件下 24 h。试验应在同样的环境条件下进行。

在两极间应施加(500±10)V 的直流电压,历时(65±5)s。

测定时的电压应保持稳定,使电压波动所产生的充电电流与流过试件的电流相比可忽略不计。

表面电阻等于施加在电极间的直流电压与流过两极间的总电流之比。

如果在 500 V 直流试验电压时由于大电流而遇到困难,试验可进行以下修改:在电极间施加(10±0.5) V 的直流测量电压,历时(15±5) s;如果电阻小于 10 MΩ,测量电压应增至(100±5) V,历时(15±5) s。

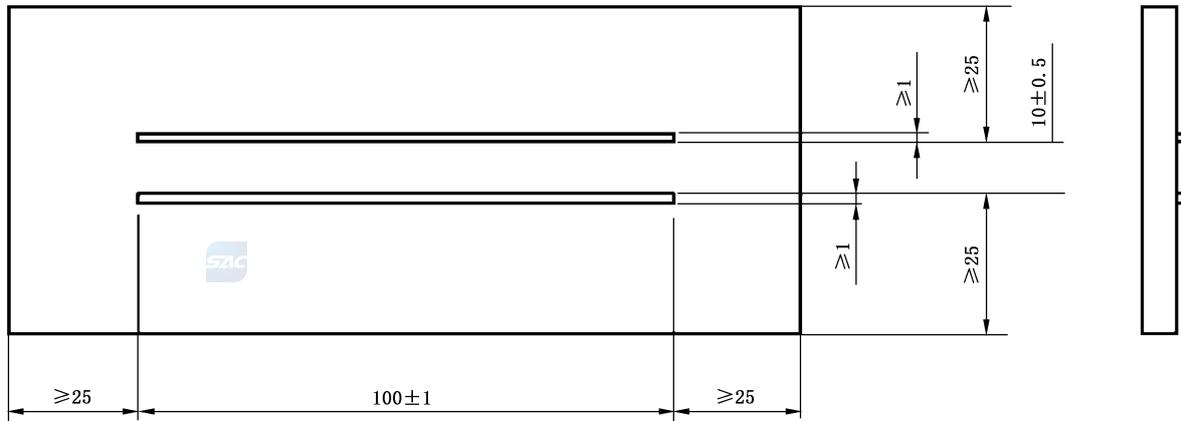


图 1 涂导电漆电极的试件

6.2.4 5.2.7 的合格性按 GB/T 7000.1—2023 中 4.18 规定的方法检验。

6.3 光通维持寿命

6.3.1 当灯具所使用的 LED 光源符合 IES LM-80 时,灯具按照 GB/T 33721—2017 中 14.2 在 1 个样品上进行试验。合格性按 GB/T 33721—2017 中 14.2.5 规定的方法检验。

6.3.2 当灯具所使用的 LED 光源不符合 IES LM-80 时,灯具按照 GB/T 31897.201—2016 中 10.2 进行试验。合格性按照以下要求进行检验。

LED 灯具在 6 000 h 的光通维持率不应低于与额定寿命相关的光通维持率要求值。光通维持率要求值按照公式(1)进行计算。

$$LM = (70\%)^{\frac{6\,000}{t_0}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

LM —— 光通维持率;

t_0 —— 额定寿命,单位为小时(h)。

6.4 电磁兼容

灯具的电磁兼容按照 GB 17625.1、GB/T 17743 以及 GB/T 18595—2014 中 5.5~5.7 的要求进行试验。

6.5 瞬态光伪像

6.5.1 波动深度

按照 IEEE Std 1789—2015 的要求测量波动深度。

6.5.2 闪烁和频闪效应

6.5.2.1 在满功率状态下,按照 IEC TR 61547-1:2017 的规定测量 P_{st}^{LM}

6.5.2.2 在满功率状态下,按照 IEC TR 63158 的规定测量 SVM。

6.6 亮度限制

测量按照以下步骤进行:

- a) 按照 GB/T 9468 测量规定 C 平面和 γ 角上的光强。
 - b) 计算灯具出光口面的面积。
- 典型的灯具出光口面见图 2。

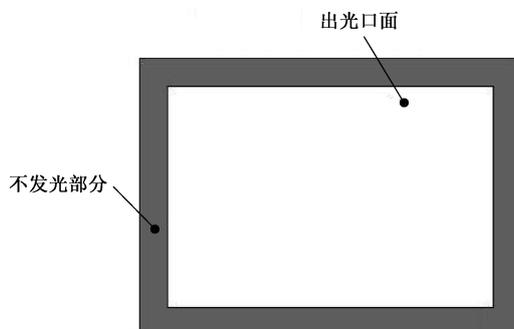


图 2 典型出光口面示意图

- c) 计算平均亮度。

在横向(C0 和 C180)、纵向(C90 和 C270)和 45°方向(C45、C135、C225、C315)分别计算 45°、55°、65°、75°和 85° γ 角的 15 个光强算术平均值 $I(\gamma)_{av}$ ，然后按照公式(2)计算亮度平均值 $L(\gamma)_{av}$ 。

$$L(\gamma)_{av} = \frac{I(\gamma)_{av}}{A \cdot \cos\gamma} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$L(\gamma)_{av}$ —— γ 角的亮度平均值；

$I(\gamma)_{av}$ —— γ 角光强平均值；

A —— 计算的灯具出光口面的面积。

横向(C0 和 C180)5 个 γ 角的平均亮度为 $L_{横}(45)_{av}$ 、 $L_{横}(55)_{av}$ 、 $L_{横}(65)_{av}$ 、 $L_{横}(75)_{av}$ 、 $L_{横}(85)_{av}$ ；

纵向(C90 和 C270)5 个 γ 角的平均亮度为 $L_{纵}(45)_{av}$ 、 $L_{纵}(55)_{av}$ 、 $L_{纵}(65)_{av}$ 、 $L_{纵}(75)_{av}$ 、 $L_{纵}(85)_{av}$ ；

45°方向(C45、C135、C225、C315)5 个 γ 角的平均亮度为 $L_{45}(45)_{av}$ 、 $L_{45}(55)_{av}$ 、 $L_{45}(65)_{av}$ 、 $L_{45}(75)_{av}$ 、 $L_{45}(85)_{av}$ 。

参 考 文 献

- [1] GB/T 25915.1—2021 洁净室及相关受控环境 第1部分:按粒子浓度划分空气洁净度等级
- [2] GB 50457—2019 医药工业洁净厂房设计标准
- [3] IEC 61000-3-3 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 3-3: Limits—Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current $\leq 16\text{A}$ per phase and not subject to conditional connection
- [4] IEC 61000-4-15 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-5: Testing and measurement techniques—Flickermeter—Functional and design specifications
- [5] CIE TN 006:2016 Visual Aspects of Time—Modulated Lighting Systems—Definitions and Measurement Models
-

