

# 团体标准

T/GDCKCJH 081—2023

## 紫外线杀菌灯现场检测方法

Field test methods for UV germicidal lamp

2023-11-17 发布

2023-11-20 实施



## 目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 性能要求.....	1
5 现场检测方法.....	2
6 检测结果的表述.....	5
附录 A（资料性） 不同类型的紫外线杀菌灯的测量距离确定 .....	6
附录 B（资料性） 测量结果不确定度分析 .....	8
附录 C（资料性） 检测报告内容及内页格式.....	12
附录 D（资料性） 检测报告记录格式.....	13

## 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。

本文件由广东省测量控制技术与装备应用促进会提出并归口。

本文件起草单位：深圳天溯计量检测股份有限公司、广州天溯检测科技有限公司、江苏天溯检测技术有限公司、深圳市中测计量检测技术有限公司、海南天中计量检测技术有限公司。

本文件主要起草人：郝洋洋、石霞、邓军、苏祺哲、柴龙刚、胡意华、曾盼。

本文件为首次发布。

## 引 言

紫外线杀菌灯由于其低成本、环保、高效等特点被广泛应用于医疗卫生、食品安全、疾病防疫等领域，紫外辐射强度作为影响消毒效果的基本因素，当紫外线杀菌灯辐射强度低于预期要求或应用不当，会直接影响消毒灭菌效果。

鉴于紫外线杀菌灯在使用过程中光衰较为严重，且实验室检测设备贵重、检测环境与实际使用环境差异较大等，为保证其性能能满足杀菌消毒要求，特参照相关标准和要求制订本文件，为紫外线杀菌灯在投入使用前的确认、使用中的验证以及维修后的再次确认等现场检测方法提供指南，避免紫外线杀菌灯因紫外线辐射照度不达标导致杀菌不彻底情况发生，也降低返厂进行确认邮寄费用以及灯管类物品邮寄过程易破损风险。



# 紫外线杀菌灯现场检测方法

## 1 范围

本文件规定了紫外线杀菌灯的术语和定义、性能要求与现场检测方法。

本文件适用于投入使用前、使用中或维修后紫外线杀菌灯的紫外线辐射照度是否达标的确认性现场检测。

## 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 19258.1 紫外线杀菌灯

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

## 3 术语和定义

GB/T 19258.1、JJF 1001-2011 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**紫外线杀菌灯** ultraviolet germicidal lamp

亦称紫外线消毒灯、紫外线荧光灯，一种利用紫外线杀菌作用进行灭菌消毒的低气压汞蒸气放电灯，向外辐射波长为 253.7 nm 的短波灭菌紫外线，可用于对人员或水、空气、衣物等的消毒灭菌。

### 3.2

**紫外线辐射照度** ultraviolet radiation luminance

指在单位面积上接受到的紫外线辐射能量，单位为  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

### 3.3

**辐照均匀度** irradiance uniformity

指辐射源辐射能在空间分布上的均匀程度，是规定表面上的最小紫外辐射照度与平均紫外辐射照度之比。

## 4 性能要求

紫外线杀菌灯的主要性能指标见表 1。

表 1 紫外线杀菌灯主要性能指标

序号	被检样品状态	项目	技术要求
1.1	投入使用前或维修更换灯管后的紫外线杀菌灯	(规定距离下的)紫外线辐射照度	$\geq 100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
1.2	使用中的紫外线杀菌灯	(规定距离下的)紫外线辐射照度	$\geq 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
2	投入使用前、使用中或维修更换灯管后的紫外线杀菌灯	辐照均匀度	$\geq 0.7$
注 1: 以上性能指标不用于合格判定, 仅供参考;			
注 2: $70 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \leq$ 紫外线辐射照度 $< 100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 时, 应当适当延长杀菌的照射时间。			

## 5 现场检测方法

### 5.1 检测环境条件要求

#### 5.1.1 检测环境条件

检测环境条件如下:

- a) 环境温度  $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- b) 相对湿度  $\leq 85\%$ ;
- c) 大气压力:  $(80 \sim 106) \text{kPa}$ ;
- d) 电源电压:  $(220 \pm 22) \text{V}$ ;
- e) 检测环境应采取遮光措施, 防止太阳、白炽光源及其他光源的干扰。

#### 5.1.2 检测注意事项

检测过程中应做好防护措施, 佩戴好防护设备, 如紫外线防护服、紫外线防辐射眼镜、紫外线防辐射手套等, 严禁眼睛直视紫外线光源以及皮肤长时间裸露于紫外线照射下。

### 5.2 检测原理

紫外线辐射照度采用直接测量法, 将紫外辐射照度计放在紫外线杀菌灯的中垂线上(见图 1), 测量紫外线辐射照度。

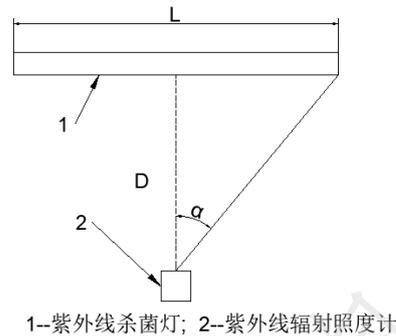


图 1 紫外线辐射照度测量示意图

### 5.3 计量标准器

计量标准器的技术指标要求见表 2，检测时应优先选用，也可以选用最大允许误差符合要求的其他计量标准器。

所用计量标准器必须经过计量部门校准或检定，并在校准或检定有效期内。

表 2 计量标准器技术指标要求

序号	名称	技术指标要求
1	紫外线辐射照度计	中心波长：253.7 nm；测量范围：(0.1~500) $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ； 不确定度： $U_{rel} \leq 12\%$ ， $k=2$
2	钢直尺或其他测量距离的设备	测量范围：(500~1500)mm； 不确定度： $U \leq 1 \text{ mm}$ ， $k=2$

### 5.4 检测前准备

检测前准备如下：

- a) 检查确认仪器调节旋钮、按键、开关均能正常工作；
- b) 现场测试点位置如图 2 所示。

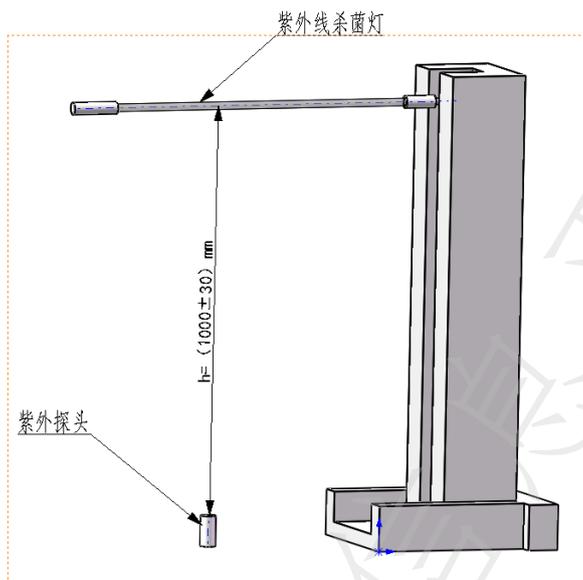


图2 现场测试点位置

## 5.5 现场测试

### 5.5.1 规定距离下的紫外线辐射照度

对于灯臂可调的紫外线杀菌灯，将灯臂调整至与支杆垂直且灯面朝下，将紫外线辐射照度计的探头接收面放置于地面，朝上正对灯面，测量距离为(1000±30) mm；对于灯臂不可调整的，可根据灯源面方向寻找可支托探头接收面摆放的平面，使探头接收面正对灯源面，测量距离为(1000±30) mm。

检测人员穿戴好防辐射服、调整好测量距离后，开启紫外线杀菌灯，预热时间不少于 1 min。完成预热后，在灯管发光面的几何中心点下方进行测量，重复测量 3 次，按式(1)计算紫外线辐射照度  $\bar{E}$ 。

$$\bar{E} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 E_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$E_i$ ——第  $i$  次的紫外线辐射照度计的读数 ( $i=1、2、3$ )， $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

对于不同灯管标称长度的紫外线杀菌灯，测量距离除用(1000±30) mm 外，还可根据附录 A 的要求确定。

对于紫外线杀菌灯紫外辐射照度测量结果的不确定度评定可参考附录 B 进行。

### 5.5.2 辐照均匀度

按照直线型灯管投影面的示意图进行布点(如图 3 所示); 测量距离同 5.5.1。

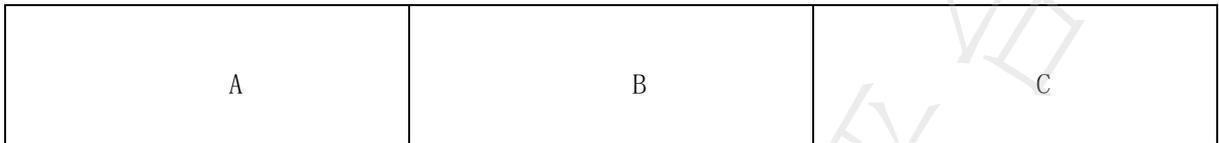


图 3 紫外线杀菌灯灯管投影面的布点示意图

图 3 所示的紫外线杀菌灯, 将灯面均分为 3 段, 取每一块的中心点进行测量, 每点测量 1 次; 均匀度计算公式如式(2)。

$$g = \frac{E_{\min}}{E_{\text{av}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$E_{\min}$  ——A~C 3 个测量点中的最小值,  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ;

$E_{\text{av}}$  ——A~C 3 个测量点的算术平均值,  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

## 6 检测结果的表述

检测结果至少应包含以下信息:

- a) 标题: “检测报告”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行检测的地点(如果与实验室的地址不同);
- d) 报告的唯一性标识(如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被检对象的描述和明确标识;
- g) 进行检测的日期, 如果与检测结果的有效性和应用有关时, 应说明被检对象的接收日期;
- h) 如果与检测结果的有效性和应用有关时, 应对被检样品的抽样程序进行说明;
- i) 检测所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次检测所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 检测环境的描述;
- l) 检测结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对检测规范偏离的说明;
- n) 检测报告及检测报告签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 检测结果仅对被检对象有效的声明;

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制报告的声明。

检测报告内容及内页格式见附录 C，检测报告记录格式见附录 D。

全国团体标准信息平台

## 附录 A

(资料性)

## 不同灯管标称长度的紫外线杀菌灯的测量距离确定

## A.1 计算紫外线辐射通量

紫外线辐射通量的测试原理与 5.2 的图 1 相同。紫外线辐射通量是根据紫外线辐射照度、测试距离、杀菌灯弧长以及夹角弧度通过式(A.1)计算得到。

$$\Phi = \frac{20E_e \pi^2 DL}{2\alpha + \sin 2\alpha} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$\Phi$ ——紫外线辐射通量，mW；

$E_e$ ——紫外线辐射照度计测得的紫外辐射照度，mW/cm<sup>2</sup>；

$D$ ——紫外线辐射照度计到紫外线杀菌灯中心的距离，m；

$L$ ——紫外线杀菌灯弧长，即灯两端灯丝的距离，m；

$\alpha$ ——紫外线辐射照度计与紫外线杀菌灯灯管两端的半夹角，rad。

$2\alpha$  随着  $D$  的变化而变化，由于不同的夹角对探头的响应有不同的影响，因此，要在不同距离测试紫外线辐射照度，直至找到合适的测试距离(通常测试距离取值见式(A.2))，使得测试得到的紫外线辐射通量  $\Phi$  不再随探头与紫外线杀菌灯之间距离的增加而增加。

$$D = L/2 \sim 4L \dots\dots\dots (A.2)$$

## A.2 紫外线辐射照度计探头与紫外线杀菌灯距离的确定

将被测紫外线杀菌灯管固定在光轨上水平放置，令点位距离墙壁 0.5 m 以上，距离地面高度 1 m，紫外线杀菌灯的中部的水平法线通过紫外线辐射照度计的感光探头中心，且紫外线杀菌灯应垂直于光轨并与紫外线辐射照度计感光探头感光面平行，如图 A.1 所示。

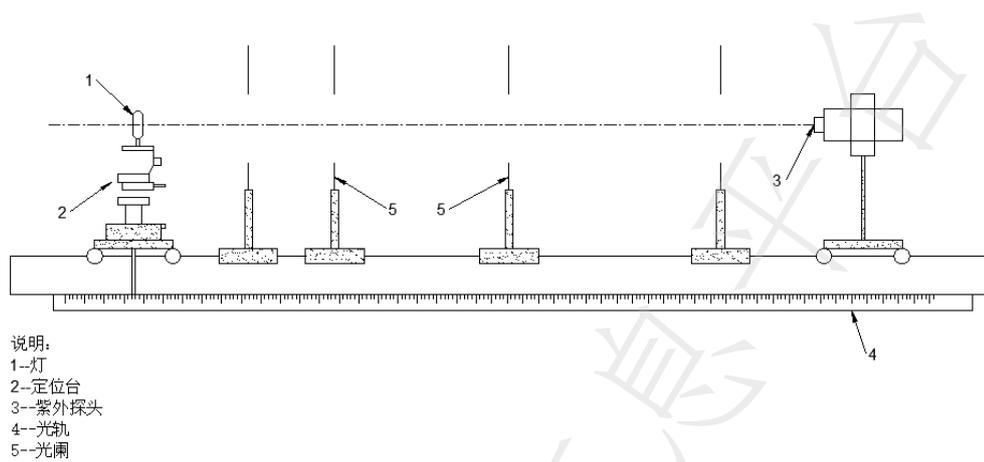


图 A.1 紫外线辐射照度测量示意图

将紫外线辐射照度计安装在导轨上，使紫外线辐射照度计的感光探头平面的法线与被测紫外线杀菌灯中部的水平法线相重合。在距地面 1 m 高度的紫外线杀菌灯中垂线上设置若干个测试点位，将紫外线辐射照度计的感光探头放置在第一个测试点处。接通被测紫外线杀菌灯管的电源使灯正常燃点，并预热 1 min。同时，调试好紫外线辐射照度计使其处于测量状态，待灯稳定后，直接读取紫外线辐射照度计的读数。再将紫外线辐射照度计的探头移至第二个测试点处，测试和记录紫外线辐射照度。按照上述步骤依次测试和记录每一个测试点的紫外线辐射照度。

根据式(A.1)计算紫外线辐射通量 $\Phi$ ，并计算 1 m 处的紫外线辐射通量 $\Phi$ 。

以紫外线辐射照度计探头到紫外线杀菌灯中心的距离( $D$ )为横坐标，紫外线辐射通量为纵坐标作图。当某个测试点之后所测得的紫外线辐射通量不再随 $D$ 的增加而增加时，这个距离就是最小测试距离 $D_{\min}$ 。对于同一种紫外线辐射照度计和相同灯管标称长度的紫外线杀菌灯， $D_{\min}$ 是固定不变的，可以作为相同灯管标称长度紫外线杀菌灯的紫外线辐射通量测试距离。

附 录 B  
(资料性)  
测量结果不确定度分析

### B.1 概述

对紫外线杀菌灯(型号 ZXC)的紫外线辐射照度测量结果进行不确定度评定。采用的计量标准器有:紫外线辐射照度计,中心波长:253.7 nm;钢直尺。

### B.2 测量方法

具体测量方法按照 5.5.1,计算公式按照式(1)进行。

### B.3 相关信息示例

紫外辐射照度计,型号 SUV-6T,出厂编号:2019-004I 溯源证书查得: $U_{rel}=5.8\%$ , $k=1$ 。

### B.4 测量模型

测量模型使用式(1)。即: $\bar{E} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 E_i$ 。

式中: $E_i$ 为第*i*次的测量值,单位为 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

### B.5 合成标准不确定度的计算公式

由测量模型可看出被测量的各输入量之间不相关,且有测量模型的函数的偏导数为1,则合成标准不确定度的计算如式(B.1)。

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N u_i^2(y)} \quad \dots\dots\dots \text{(B.1)}$$

式中:

$u_c(y)$ ——被测量  $y$  的合成标准不确定度,  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ;

$u_i$  ——被测量  $y$  的第  $i$  个分量的标准不确定度,  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

### B.6 评量不确定度分量

该模型只有一个输入量  $E$ , 其不确定度来源主要由两个方面:

- a) 标准器紫外辐射照度计溯源证书引入的相对标准不确定度  $u_{rel}(E_1)$ , 由相关信息查得:  
 $u_{rel}(E_1) = 5.8\%$ 。
- b) 重复测量性引入的标准不确定度  $u(E_2)$ , 测量中心点位置的 3 cm 半径范围和探头接收面到灯管面 3 cm 的影响 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ), 测量数据见表 B.1, 重复性不确定度测量布点图见图 B.1。

表 B.1 ZXC 型紫外线杀菌灯测量数据

标准器 编号	第( )位置的测量值					测量距离	中心点测 量值	标准器修 正值	修正后测量 结果
	上	下	中	左	右				
C-2	213	214.3	213.7	216.6	211.6	1.03 m	213.8	0.97	207.4
	223.8	225.9	224.7	227.2	220.3	1.00 m	224.4	0.97	217.6
	234.8	237.4	230.0	238.8	232.2	0.97 m	234.6	0.97	227.6
标准器 编号	第( )次测量值					测量距离	中心点测 量值	标准器修 正值	修正后测量 结果
	1	2	3	4	5				
C-2	223.8	224.5	224.7	—	—	1.00 m	224.3	0.97	217.6

测量重复性数据为 223.8  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、224.5  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、224.7  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。按照 A 类方法进行评定，

采用极差法， $n=3$ ， $C=1.69$ ，则： $u(E_2) = \frac{0.9}{1.69\sqrt{3}} = 0.31 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

根据测量结果得到  $\bar{E} = 224.3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

$$u_{\text{rel}}(E_2) = \frac{u(E_2)}{\bar{E}} = \frac{0.31}{224.3} = 0.14\%$$

- c) 由于在实际测量过程中，测量中心点针对不同的灯源形状，可能会存在差异，假定其测量点落在以几何中心点为圆点的 3 cm 半径范围内，重复性不确定度测量布点图见图 B.1；在辐射探头接收面与灯面距离固定下测量 5 个点的辐照度值，改变测量距离分别为 1.03 m、1.00 m、0.97 m；得到 3 组测量数据。对此数据进行分析计算几何中心测量范围引入的不确定度分量  $u(E_3)$ 。

由于每组测量次数为 5 次，采用贝塞尔公式计算  $s_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)^2}{n-1}}$ 。

由于改变距离后每组的测量次数相同，合并样本标准偏差计算：

$$1) \quad s_p = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m s_j^2}{m}} = \sqrt{\frac{1.84^2 + 2.61^2 + 3.62^2}{3}} = 2.79 \mu\text{W}/\text{cm}^2;$$

$$2) \quad u(E_3) = s_p / \sqrt{n} = 2.79 / \sqrt{5} = 1.25 \mu\text{W}/\text{cm}^2;$$

$$3) \quad u_{\text{rel}}(E_3) = \frac{u(E_3)}{\bar{E}} = \frac{2.79}{224.3} = 1.24\%$$

- d) 由于实际测量过程中可能会把探头接收面的尺寸算进去，以及灯面到探头接收面的弧度等其他因素影响，假设测量距离对实际测量产生  $(1.00 \pm 0.03)\text{m}$  允差；对上述数据分析每一个几何位置都会产生  $\pm 0.03 \text{m}$  的影响，那么对于 1.03 m、1.00 m、0.97 m 的测量距离下，在图示几何中心范围内上、中、下、左、右共产生 5 组数据，每组为 1.03 m、1.00 m、0.97

m 的测量值；对此数据进行分析，计算测量距离引入的不确定度分量  $u(E_4)$ 。

由于每组测量次数为 3 次，采用极差法计算  $s_j = \frac{R_j}{C} = \frac{R_j}{1.69}$ 。

由于改变距离后每组的测量次数相同，合并样本标准偏差计算：

$$1) \quad s_p = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m s_j^2}{m}} = \sqrt{\frac{12.90^2 + 13.67^2 + 9.64^2 + 13.14^2 + 12.19^2}{5}} = 12.39 \mu\text{W}/\text{cm}^2;$$

$$2) \quad u(E_4) = s_p / \sqrt{n} = 12.39 / \sqrt{3} = 7.15 \mu\text{W}/\text{cm}^2;$$

$$3) \quad u_{\text{rel}}(E_4) = \frac{u(E_4)}{\bar{E}} = \frac{7.15}{224.3} = 3.19\%。$$

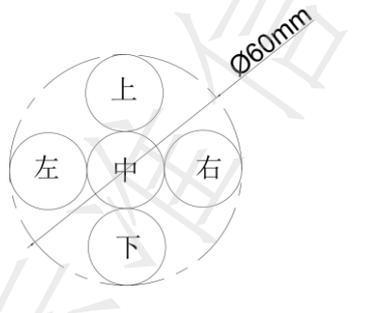


图 B.1 重复性不确定度测量布点图

### B.7 输出量 $\bar{E}$ 的标准不确定度分量 $u(E_i)$ 一览表

对上述不确定分量分析进行汇总，汇总结果见表 B.2 不确定度分量评定汇总表。

表 B.2 不确定度分量评定汇总表

不确定度分量	不确定度来源	$u_{\text{rel}}(E_i)$ 的值	灵敏系数 $c_1$	$u_{ri}(E) =  c_i  u_r(E_i)$
$u_{r1}(\bar{E})$	标准器的溯源证书	5.8%	1	5.8%
$u_{r2}(\bar{E})$	测量重复性	0.14%	1	0.14%
$u_{r3}(\bar{E})$	几何中心测量范围	1.24%	1	1.24%
$u_{r4}(\bar{E})$	测量距离	3.19%	1	3.19%

### B.8 计算合成标准不确定度

相对合成标准不确定度： $u_{rc} = \sqrt{5.8\%^2 + 0.14\%^2 + 1.24\%^2 + 3.19\%^2} = 6.74\%$ 。

### B.9 确定扩展不确定度

为了测量结果间可以相互比较，按惯例在确定扩展不确定度时取包含因子为 2，则： $U_{rel}=14\%$ 。

#### B.10 报告测量结果

紫外线杀菌灯的紫外线辐射照度测量结果的相对扩展不确定度为  $U_{rel}=14\%$ ， $k=2$ 。

## 附录 C

(资料性)

检测报告内容及内页格式

## 检测结果

1. 紫外线辐射照度			单位: $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
第一次测量值	第二次测量值	第三次测量值	测量均值
技术要求			
<input type="checkbox"/> 新购置或维修换灯管后	$\geq 100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$	<input type="checkbox"/> 使用中	$\geq 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
检测结果不确定度:			
2. 辐照均匀度			
A 点测量值 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	B 点测量值 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	C 点测量值 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	
技术要求	$\geq 0.7$	检测结果	
3. 检测结论			
检测项目	结论		
紫外线辐射照度	符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>		
辐照均匀度	符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>		
整体评价	符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>		

## 附录 D

(资料性)

检测报告记录格式

## 检测原始记录

记录编号：\_\_\_\_\_ 报告编号：\_\_\_\_\_

客户名称：\_\_\_\_\_ 客户地址：\_\_\_\_\_

设备名称：\_\_\_\_\_ 规格型号：\_\_\_\_\_ 制造厂商：\_\_\_\_\_ 管理编号：\_\_\_\_\_

检测日期：\_\_\_\_\_ 检测地点：\_\_\_\_\_ 环境条件：\_\_\_\_\_

检测依据的技术文件：\_\_\_\_\_

检测所用主要器具：\_\_\_\_\_ 编号：\_\_\_\_\_ 溯源机构：\_\_\_\_\_ 有效期：\_\_\_\_\_

1. 紫外线辐射照度			单位： $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
第一次测量值	第二次测量值	第三次测量值	测量均值
技术要求			
<input type="checkbox"/> 新购置或维修换灯管后	$\geq 100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$	<input type="checkbox"/> 使用中	$\geq 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
检测结果不确定度：			
2. 辐照均匀度			
A 点测量值 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	B 点测量值 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	C 点测量值 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	
技术要求	$\geq 0.7$	检测结果	
3. 检测结论			
检测项目	结论		
紫外线辐射照度	符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>		
辐照均匀度	符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>		
整体评价	符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>		