

团 体 标 准

T/CAMIE 14—2023

222 nm 远紫外消毒技术规程

Technical regulation for far ultraviolet disinfection at 222 nm

2023-09-18 发布

2023-10-18 实施

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	2
4.1 有效性指标	2
4.2 安全性指标	2
4.3 可靠性指标	3
4.4 设计要求	3
5 试验方法	3
5.1 检验光源输出	3
5.2 紫外灯运行寿命	4
5.3 远紫外剂量检测	4
5.4 臭氧浓度检测	4
5.5 石英套管检测	4
6 运行与管理	4
6.1 运行维护	4
6.2 安全防护	4
附录 A (规范性) 紫外灯 222 nm 输出功率和照度的检测方法	5
A.1 紫外灯 222 nm 输出测量系统	5
A.2 积分球法测量紫外灯的辐射功率	7
A.3 变角辐射计法测量紫外灯的辐射功率	8
附录 B (规范性) 紫外灯运行寿命测试要求	9
附录 C (规范性) 远紫外剂量检测方法	10
附录 D (规范性) 石英套管紫外线透射比测试方法	11
D.1 仪器设备	11
D.2 样品制备	11
D.3 试验步骤	11
D.4 试验结果	11
附录 E (资料性) 远紫外技术在水处理消毒方面的应用	12
E.1 水消毒	12
E.2 水消毒远紫外剂量检测方法	12
参考文献	13

图 A.1 紫外灯 222 nm 输出测量系统示意图	5
图 A.2 紫外线辐射照度测试示意图	6
图 A.3 积分球法测量装置示意图	7
图 A.4 变角辐射计法测量装置示意图	8
表 1 1 m 处远紫外光源照度要求	2

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。

本文件不涉及专利。

本文件由中国环保机械行业协会提出并归口。

本文件起草单位：清华大学、深圳市远紫外科技有限公司、青岛鸿裕吉轨道交通装备有限公司、牛尾贸易（深圳）有限公司、广明源光科技股份有限公司、浙江依圆医疗科技有限公司、北京首量科技股份有限公司、盛飞科仪器（上海）有限公司、中国电子工程设计院有限公司、世源科技工程有限公司、清华苏州环境创新研究院、中国科学院生态环境研究中心、北京科技大学、山东建筑大学、北京林业大学、中国计量科学研究院光学所。

本文件主要起草人：孙文俊、彭伯坚、秦思刚、曹鹏远、洪艺军、沈旭强、李锦、罗云、韦婷婷、薛雅内、刘澈、王鹏、敖秀玮、王永磊、齐飞、李晨、李梦凯、王彦飞、侯宇。

本文件为首次发布。

引 言

面对疫情大流行和频发的公共卫生事件，消毒技术的升级与创新势在必行。传统紫外线消毒和化学消毒剂无法满足有人环境安全消毒需求，适用于人机共存的新型消毒技术的开发与应用迫在眉睫。222 nm 远紫外消毒具有破坏核酸和蛋白质两种消毒机理，具有光子能量高、对眼睛、皮肤无害的人体友好性理论特点，用于空气和物体表面消毒，可实现人机共存式消杀，提升社会应对传染病的能力。虽然 222 nm 远紫外消毒理论研究在国际上得到初步认可，技术产品也得到初步应用，但仍然缺乏完整的标准规范体系和有效的技术指导规范。本文件的编制将为 222 nm 远紫外消毒技术在空气、物体表面消毒领域的规范化、标准化推广应用提供理论依据和技术指导，有利于推动 222 nm 远紫外消毒技术在安全卫生消毒领域的标准化应用。

222 nm 远紫外消毒技术规程

1 范围

本文件规定了 222 nm 远紫外消毒技术的术语、定义、技术指标要求、试验方法，运行维护及安全防护。

本文件适用于采用 222 nm 准分子灯光源的空气及物体表面消毒系统和设备。

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 15982 医院消毒卫生标准

GB/T 18202—2000 室内空气中臭氧卫生标准

GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准

GB/T 19258.1—2022 杀菌用紫外辐射源 第 1 部分：低气压汞蒸汽放电灯

GB 19510.1 灯的控制装置 第 1 部分：一般要求和安全要求

GB/T 32092—2015 紫外线消毒技术术语

T/CAMIE 01—2021 城镇给水紫外线高级氧化系统

3 术语和定义

3.1

紫外线 ultraviolet (UV)

波长为 100 nm~400 nm 的电磁波。

[来源：GB/T 32092，2.1]

3.2

远紫外 far ultraviolet (Far UV-C)

波长为 200 nm~230 nm 的电磁波。

3.3

222 nm 准分子远紫外 222 nm excimer Far UV-C

主波长为 222 nm 的电磁波。

3.4

222 nm 准分子灯 222 nm excimer lamp

以氯化氙发光产生主波长为 222 nm 远紫外线的光源。

3.5

222 nm 准分子灯运行寿命 operation life of 222 nm excimer lamp

在正常使用条件下，222 nm 准分子灯的照度下降至某一特定值时所累计的运行时间。

3.6

杂波 clutter

波长为 235 nm~320 nm 的紫外线。

注：235 nm 以上波长根据理论研究会导致 DNA 损伤，320 nm 波长的紫外线已接近 UV-B 的上限。

3.7

石英套管紫外线透射比 UV transmittance of quartz glass tube

紫外线透过被测物体的光通量与入射光通量之比。

4 技术要求

4.1 有效性指标

4.1.1 消毒效果

在 24 h 以内，空气中和物体表面上的自然菌的灭活率应大于或等于 90.0%。

注：用无人出入的封闭空间（以 25 m³ 为标准）进行评价。

4.1.2 剂量指标

4.1.2.1 空气消毒

当进行空气消毒时，室内应保持清洁干燥，当温度低于 20 ℃或高于 40 ℃或相对湿度大于 60% 时，应适当延长照射时间，保证空气消毒效果符合相关标准的规定。

用于室内空气消毒时，远紫外线平均辐射照度应大于 0.1 μW/cm²，1 h 内的平均辐射剂量应大于或等于 0.39 mJ/cm²。

注 1：平均辐射照度的测量具体见 GB/T 19258.1 附录 A；

注 2：当室内远紫外线平均辐射剂量达到 0.39 mJ/cm² 时，空气中新冠病毒灭活率能达到 90%。

用于医疗机构的室内空气消毒时，消毒后空气总菌落总数还应符合 GB 15982 的卫生标准值。

4.1.2.2 物表消毒

用于物表消毒时，紫外线剂量应大于或等于 4.5 mJ/cm²。

用于医疗机构物表消毒时，消毒后物体表面菌落总数应符合 GB 15982 的卫生标准值。

4.1.2.3 1 m 处远紫外光源照度要求

222 nm 准分子远紫外灯应进行 1 m 处光源照度的测定，具体测试方法见附录 A。不同功率的 222 nm 准分子远紫外灯的照度要求如下表 1 所示。

表 1 1 m 处远紫外光源照度要求

光源功率/W	15	20	35	75	150
测试距离/m	1	1	1	1	1
光源照度/(μW/cm ²)	3.5	8	14	32	56

4.2 安全性指标

4.2.1 照射剂量阈值

当进行室内空气消毒及物表消毒时，对人体 24 h 的照射剂量应为 150 mJ/cm² 以内。

注：该剂量为在保证人体安全的情况下，人体能接受的 222 nm 远紫外波长辐射的量/限值。

4.2.2 杂波比例

杂波比例在垂直光照下应小于 3%。

注 1：杂波比例为 222 nm 准分子光源发出的杂波与主波长的输出比值；

注 2：杂波比例的计算公式为 $[235\text{ nm}\sim 320\text{ nm 波长输出的积分值（面积）}] \div [200\text{ nm}\sim 230\text{ nm 波长输出的积分值（面积）}]$ 。

4.2.3 臭氧浓度

在有人条件下进行室内空气消毒及物表消毒时，距离光源 1 m 的距离处测量室内空气 1 h 平均臭氧浓度不应高于 0.1 mg/m^3 。

4.3 可靠性指标

4.3.1 运行寿命

4.3.1.1 222 nm 准分子灯从投入使用到发生失效的平均工作时间应不低于 3 000 h，在运行寿命内的紫外线辐射通量应不低于标称值的 70%。

4.3.1.2 在人来灯亮或人来灯灭的情况下，开关次数应大于 10 万次，在不需要频繁启动的应用场景下，开关次数应大于 1 万次。

4.3.2 稳定性

222 nm 准分子灯安装完毕首次启动后 10 s 内和在稳定工作后 1 h 后的实测辐射照度值均不应低于标称值的 90%。

4.3.3 灯具发热

222 nm 准分子灯启动 20 min 后，灯具外部温度不应超过 $60\text{ }^\circ\text{C}$ 。灯具温度应按 GB 7000.1—2015 中 12.4.1 规定的试验方法进行测定。

4.3.4 故障率

222 nm 准分子灯运行 3 000 h 内的故障率应不超过 5%。

4.4 设计要求

远紫外线消毒系统设计

a) 远紫外消毒系统组成：

面向公共空间的远紫外线消毒系统包括远紫外线空气消毒器和远紫外线物表消毒器，为保障系统的可靠性和有效性，产品设计时可增加时间记录器或光强传感器。

远紫外线空气消毒器用于室内空气消毒；远紫外线物表消毒器用于地面消毒、易污染表面消毒。

b) 远紫外线空气消毒器系统设计：

远紫外线空气消毒器一般由远紫外灯、过滤网、风机和镇流器等组成。

远紫外线空气消毒器应具有良好的启动性能，镇流器应符合 GB 19510.1 等相关标准的规定。

过滤网应采用纤维滤材，应具有阻挡远紫外线泄露的功能，应无粉尘脱落。

远紫外线空气消毒零部件及壳体应采用阻燃、抗远紫外线辐射和耐腐蚀的材料。

c) 远紫外线物表消毒器系统设计：

远紫外线物表消毒器一般应由远紫外灯、电源适配器等部件组成。

远紫外线物表消毒器宜密闭性能完好。

远紫外线物表消毒器体内胆应耐热，表面应平整、光洁。

远紫外线物表消毒器体内四角宜设计为弧形，应采用反光性能良好的材料。

5 试验方法

5.1 检验光源输出

222 nm 准分子灯紫外线辐射功率和照度应按照本文件附录 A 规定的方法测定。

5.2 紫外灯运行寿命

222 nm 准分子灯运行寿命应按照本文件附录 B 规定的方法测定。

5.3 远紫外剂量检测

远紫外剂量检测应按照本文件附录 C 规定的方法测定。

5.4 臭氧浓度检测

在一个天花板高度不低于 2 m，空间不大于 10 m³ 的密闭房间内，将 222 nm 紫外灯水平吊于中央位置 1.5 m~2 m 的高度处，从开灯起计时 30 min 后关闭，立即将臭氧浓度计置于灯下方垂直距离 1 m 处直接检测空气中臭氧浓度，1 h 内检测的平均最高容许浓度为 0.1 mg/cm³。

应按照 GB/T 18202—2000 附录 A 规定的方法测定。

5.5 石英套管检测

石英套管紫外线透射比应按照本文件附录 D 规定的方法测定。

6 运行与管理

6.1 运行维护

6.1.1 222 nm 准分子远紫外消毒系统的运营管理人员应经过专业培训。

6.1.2 222 nm 准分子远紫外消毒系统使用前，应制定管理制度（即设备清单文件、运行记录、日常检查、班次管理、安全检查、操作人员签名），还应提供每个位置的操作和维护程序的文档。

6.1.3 操作人员应熟悉系统的技术指标和设备的运行要求，必须经过技术培训，并定期进行培训演练。操作人员只有在通过培训考试后才能被允许操作设备。

6.1.4 操作和维护程序应放置在显眼且易于接近的位置，安全可控防止非专业人员误操作。

6.1.5 主要设备和部件应列入设备台账。应对设备进行例行检查，以验证其正常运行。还应对设备进行日常维护，以确保设备的可靠性。

6.1.6 在操作过程中，应进行定期的安全检查，以尽量减少事故的可能性并识别潜在的危险。

6.1.7 参与系统操作的所有人员应适当记录所有活动，包括操作、检查、轮班细节和维护。

6.1.8 各岗位人员在运行、巡视、交接班、检修等生产活动中，应做好相关记录。

6.2 安全防护

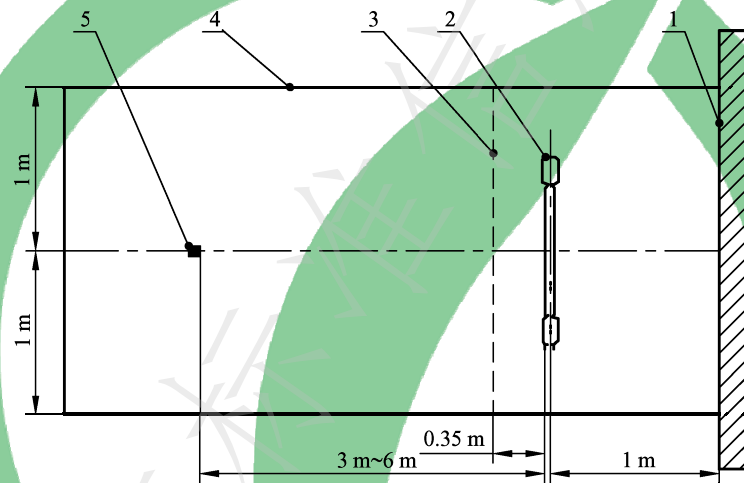
必须建立严格的安全规章制度。监督必须分配给特定的人员，以确保工人的安全。

附录 A (规范性)

紫外灯 222 nm 输出功率和照度的检测方法

A.1 紫外灯 222 nm 输出测量系统

A.1.1 紫外灯 222 nm 输出测量系统见图 A.1。辐射照度测量可采用 222 nm 的紫外线辐射照度计或化学感光剂（如碘化钾/碘酸钾）进行。



标引序号说明：

- 1——涂黑墙面；
- 2——待测灯管；
- 3——黑色开槽隔板；
- 4——黑色布帘（不反射紫外光）；
- 5——紫外照度计。

图 A.1 紫外灯 222 nm 输出测量系统示意图

A.1.2 测试条件

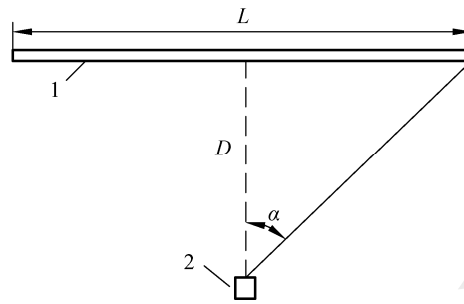
A.1.2.1 供电电源

A.1.2.2 测试环境

测试房间应无空气流动，且不反射紫外线。环境温度应保持在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

A.1.3 测试原理

A.1.3.1 将紫外线辐射照度计放在 222 nm 紫外灯的中垂线上（图 A.2），检测紫外线辐射照度。



标引序号说明：

1——紫外灯；

2——紫外线辐射照度计。

图 A.2 紫外线辐射照度测试示意图

A.1.3.2 根据式 (A.1) 计算紫外线辐射功率。

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

式中：

P ——紫外线辐射功率，单位为瓦 (W)；

E ——紫外线辐射照度计测得的紫外线辐射照度，单位为毫瓦每平方米 (mW/cm^2)；

D ——紫外线辐射照度计到紫外灯中心的距离，单位为米 (m)；

L ——紫外灯弧长，即灯两端灯丝的距离，单位为米 (m)；

α ——紫外线辐射照度计与紫外灯弧长的半夹角，单位为弧度 (rad)。

A.1.3.3 照度计探头与紫外灯弧长的夹角 2α 随着探头到紫外灯心的距离 D 的变化而变化，由于探头设计结构的特点，不同的夹角对探头的响应有不同的影响，需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（通常测试距离为 $D=2L\sim 4L$ ），使得测试得到的紫外线功率 P 不再随着探头与紫外灯的距离的增加而增加。

A.1.4 照度计探头与紫外灯距离的确定

A.1.4.1 将受试灯管固定在测试架上，水平放置，离墙壁 0.5 m 以上并高出地面 1 m，灯的中部的水平法线通过照度计探头的中心。灯应垂直于导轨并与照度计探头接收面平行。

A.1.4.2 将照度计安装在导轨上，使照度计的接受平面的法线与被测灯管中部的水平法线相重合。

A.1.4.3 在 1 m 高度的灯中垂线上设置若干个测试点，将照度计探头放置在第一个测试点处。

A.1.4.4 接通受试灯管的电源使灯正常开启，并预热 20 min。待灯稳定后，打开照度计，直接读取照度计的读数。

A.1.4.5 将照度计探头移至第二个测试点处，测试和记录紫外线辐射照度，并依次测试每一个测试点的紫外线辐射照度。

A.1.4.6 以照度计探头到紫外灯中心的距离 (D) 为横坐标，紫外线功率为纵坐标作图。当某一个测试点之后所测得的紫外线功率不再随 D 的增加而增加时，这个距离为最小测试距离 (D_{\min})。对于同一个紫外线辐射照度计和相同型号的紫外线灯， D_{\min} 是固定不变的，以后作相同型号紫外线灯的紫外线功率测试时不必重新确定 D_{\min} 。

A.1.5 测量步骤

A.1.5.1 将灯水平放置在测试房间的一侧，灯管的轴线离墙壁 0.5 m 以上，并高出地面约 1 m，接

上镇流器和电源。

A. 1. 5. 2 将照度计放置在 1 m 高度的灯的中垂线上，距离灯中心 D_{\min} ，照度计的感光面正对灯中心。

A. 1. 5. 3 开启紫外线灯，记录紫外线辐射照度、灯功率、电压和电流。

A. 1. 5. 4 每隔 2 s 扫描一次紫外线辐射照度，并注意记录最大紫外线辐射照度（此时为峰值状态），直至紫外线辐射照度稳定（此时为稳定状态）为止。

A. 1. 5. 5 每支紫外灯重复测试三次，取平均值，用式（A.1）计算峰值和稳定状态时紫外灯的紫外线功率。

A. 1. 5. 6 记录 D_{\min} 的紫外线辐射照度 E 的最大值及稳定值，根据式（A.1）计算相应的紫外线辐射功率 P 最大值及稳定值。

A. 1. 6 安全操作要求

在测试过程中，操作人员应采取有效措施，防止紫外线灼伤眼睛和人体裸露部分。

A. 2 积分球法测量紫外灯的辐射功率

A. 2. 1 积分球法测量系统

A. 2. 1. 1 积分球法测量装置示意图见图 A.3。

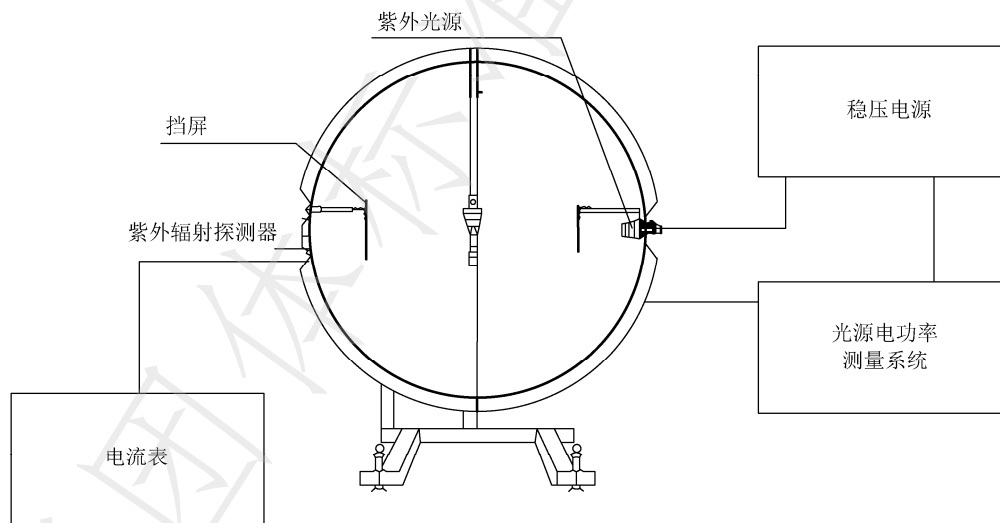


图 A. 3 积分球法测量装置示意图

A. 2. 1. 2 该装置主要由积分球、紫外线辐射照度计等组成。

A. 2. 2 测试原理及方法

积分球法测量紫外灯辐射功率采用替代法。将标准灯和待测灯分别安装到积分球内，经积分球漫射后被探测器接收，接收到的响应值正比于紫外辐射功率。

A. 2. 2. 1 将标准灯安装于积分球内，测量探测器响应 $I_{\text{标准}}$ 。

A. 2. 2. 2 将待测灯安装于积分球内，测量探测器响应 $I_{\text{待测}}$ 。

A. 2. 2. 3 设标准灯的辐射功率为 $\phi_{\text{标准}}$ ，有 n 只标准灯 ($n \geq 1$)。

则标准灯的功率常数 \bar{C} ，见式（A.2）：

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^n \frac{\phi_{标准i}}{I_{标准i}} / n \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

则待测灯的辐射功率为 $\phi_{待测}$ ，见式 (A.3)：

$$\phi_{待测} = \bar{C} \cdot I_{待测} \times \alpha \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

A. 2. 2. 4 其中 α 为吸收修正因子，当标准紫外灯和待测紫外灯的外形尺寸相差较大或玻壳状况不同时，应测量它们在积分球内的吸收修正因子。

A. 3 变角辐射计法测量紫外灯的辐射功率

A. 3. 1 变角辐射计法测量系统

A. 3. 1. 1 变角辐射计法测量装置示意图见图 A.4。

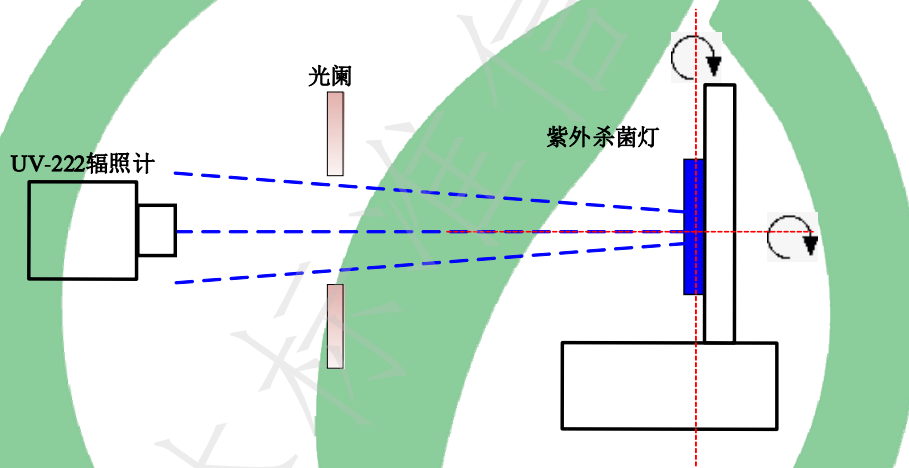


图 A. 4 变角辐射计法测量装置示意图

A. 3. 1. 2 测量标准器具包括：UV-222 波段紫外线辐射照度计，变角辐射计等。

A. 3. 1. 3 变角辐射计法测量紫外杀菌灯辐射功率，在图 A.4 所示测量装置上进行测量。

A. 3. 2 校准方法

A. 3. 2. 1 将 UV-222 波段紫外线辐射照度计校准，记录修正因子 k 。

A. 3. 2. 2 利用准直激光器等设备调节光路，使标准灯的中心位于水平轴和垂直轴的中心。

A. 3. 2. 3 将标准灯安装在转台位置，开启标准灯。预热 30 min，设置合适测量步长，进行测量。

A. 3. 3 测试原理

根据式 (A.4) 计算辐射功率：

$$\phi = \int_{(A)} E \cdot dA = r^2 \int_{\epsilon=0}^{\pi} \int_{\eta=0}^{2\pi} E(\epsilon, \eta) \cdot \sin(\epsilon) \cdot d\epsilon \cdot d\eta \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

E ——辐射照度，单位为毫瓦每平方米 (mW/cm^2)；

r ——灯管中心至辐射照度计的距离，单位为米 (m)。

若有遮挡情况，需要进行校正。需要对 UV-222 波段紫外线辐射照度计余弦响应误差进行考察，必要时要进行修正。

附录 B
(规范性)
紫外灯运行寿命测试要求

测试要求

运行寿命测试需测定紫外灯在运行寿命时间内 222 nm 紫外线输出的衰减，紫外线 222 nm 输出的测试应按照附录 A 的规定进行测量。

进行寿命试验时，灯应按照下述要求开启：

- a) 灯应在 20 °C~50 °C 之间的环境温度下开启。在开启时应避免过强的对流风，不得受到剧烈的振动和碰撞；
- b) 受试灯应水平开启；
- c) 灯触点与镇流器的端子的连接应在整个试验过程中应保持不变。

附录 C
(规范性)
远紫外剂量检测方法

测试方法

对于(有效)辐射照度不随时间变化的紫外辐射源,远紫外辐射剂量(D_{UV} , $\mu\text{J}/\text{cm}^2$)可直接采用远紫外辐射照度与照射时间的乘积对应获得。参考式(C.1):

$$D_{UV} = It \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

I —远紫外辐射照度,单位为 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$;

t —照射时间,单位为 s。

远紫外辐射照度应按照 GB 19258.1—2022 紫外线杀菌灯中附录 A 紫外线辐射照度的测量方法进行测定。

附录 D

(规范性)

石英套管紫外线透射比测试方法

D.1 仪器设备

D.1.1 紫外分光光度计：应以测量相对误差在 $\pm 1\%$ 范围内的紫外分光光度计对波长 200 nm~230 nm 的紫外线光谱透射比进行测试。

D.2 样品制备

D.2.1 从每批产品中任意抽取无气线、色线、沟楞、杂质点等影响试验结果的外观缺陷的管状样品 3 支，每支切取长度为 30 mm~50 mm 的管段，将每个管段沿管长方向切割成两个半圆形，任选其中一个半圆形，共 3 个，为待测样品。

D.2.2 用洁净的布擦拭，需要时用无水乙醇将待测样品擦洗干净、晾干。

D.3 试验步骤

D.3.1 开启并预热试验用仪器，开电脑进入测量系统。

D.3.2 选定方法、选定测量波长范围等设置参数。校正仪器基线及 100%线。

D.3.3 将待测样品的圆弧凸面放入样品室，对准分光光度计的光孔狭缝，随后关闭样品室后开始测量，保存样品紫外线光谱曲线。

D.4 试验结果

读取每个样品 222 nm 等规定波长下的紫外线透射比值，以百分数表示，修约至 1 位小数。

附录 E

(资料性)

远紫外技术在水处理消毒方面的应用

E.1 水消毒

当紫外线消毒用于生活饮用水或饮用净水消毒时,且紫外线消毒设备在峰值流量和紫外灯运行寿命终点时,紫外线有效剂量不应低于 40 mJ/cm^2 。

当紫外线消毒用于污水再生利用时,且紫外线消毒设备在峰值流量和紫外灯运行寿命终点时,紫外线有效剂量不应低于 40 mJ/cm^2 。

当紫外线消毒用于污水消毒时,消毒后的污水符合 GB 18918 规定的二级标准和一级标准的 B 标准的远紫外线消毒设备,在峰值流量和紫外灯运行寿命终点前,其紫外线有效剂量不应低于 15 mJ/cm^2 ;消毒后的污水符合 GB 18918 规定的一级标准的 A 标准的远紫外线消毒设备,在峰值流量和紫外灯运行寿命终点前,其紫外线有效剂量不应低于 20 mJ/cm^2 。

E.2 水消毒远紫外剂量检测方法

以 CB 实验为主,采用照射时间 \times 辐射照度计算,采用 James Bolton 和 Karl Linden 的方法,具体应按照 T/CAMIE 01—2021 中附录 B 规定的要求进行测定,其中准平行光束仪选用 222 nm 准分子灯作为紫外光源。

参 考 文 献

[1] ACGIH®. the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices[M], United States: ACGIH®, 2021:153-162.

[2] David J. Brenner. Far-UVC Light at 222 nm is Showing Significant Potential to Safely and Efficiently Inactivate Airborne Pathogens in Occupied Indoor Locations[J].Photochemistry and Photobiology.2022,99 (3) :1047-1050.

[3] Manuela Buonanno, David Welch, Igor Shuryak& David J. Brenne. Far-UVC light (222 nm) efficiently and safely inactivates airborne human coronaviruses[J]. Scientific Reports, 2020,10:10285.



标准实施反馈与服务

中国环保机械行业协会团体标准
222 nm 远紫外消毒技术规程
T/CAMIE 14—2023

*

北京科学技术出版社出版发行
(北京西直门南大街16号 邮编: 100035)

新华书店经销

河北泓景印刷有限公司印刷

版权专有 不得翻印



155714466

开本 880 × 1230 1/16 印张 1.25 字数 19 千字
2023 年 10 月第 1 版 2023 年 10 月第 1 次印刷

*

书号: 155714 · 466 定价: 45.00 元