

中华人民共和国国家标准

GB/T 32091—2015

紫外线水消毒设备 紫外线剂量 测试方法

Ultraviolet equipment for water disinfection—Ultraviolet dose testing method

2015-12-10 发布

2016-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

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 基本要求 1

5 微生物选择和设备要求 3

6 生物验证测试程序 4

7 测试数据分析与报告 6

8 质量控制 7

附录 A（规范性附录） 紫外灯管老化系数测试方法 9

附录 B（规范性附录） 紫外线灯套管结垢系数测试方法 10

附录 C（资料性附录） 紫外线设备剂量测试实验检验清单 11

附录 D（规范性附录） 受试微生物的分析方法 14

附录 E（规范性附录） 准平行光检测方法 16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本标准由全国紫外线消毒标准化技术委员会(SAC/TC 299)归口。

本标准起草单位：清华大学、国家环保产品质量监督检验中心、深圳市海川实业股份有限公司、福建新大陆环保科技有限公司、北京安力斯环保设备公司。

本标准主要起草人：刘文君、乔炜、何唯平、孙文俊、黄永衡、陈健、蔡晓涌。

紫外线水消毒设备 紫外线剂量 测试方法

1 范围

本标准规定了使用紫外线水消毒设备进行消毒时,对紫外线剂量测试的基本要求、微生物选择和设备要求、生物验证测试程序、测试数据分析与报告和测试质量控制。

本标准适用于紫外线水消毒设备在各种不同运行条件及水质条件下紫外线剂量的测试和验证。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 20001.4—2001 标准编写规则 第4部分:化学分析方法

GB/T 32092—2015 紫外线消毒技术术语

3 术语和定义

GB/T 32092—2015 界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本要求

4.1 方法及程序

紫外线水消毒设备剂量测试方法及操作程序应符合 GB/T 20001.4—2001 的要求。

4.2 测试内容和控制参数

4.2.1 测试内容

4.2.1.1 紫外线水消毒设备应对受试微生物进行灭活测试,其中管式消毒设备应进行全尺寸测试,渠式消毒设备应对消毒设备模块进行测试。

4.2.1.2 使用紫外线准平行光束仪测试受试微生物剂量-反应曲线。

4.2.1.3 数据分析和紫外线有效剂量的计算。

4.2.2 控制参数

4.2.2.1 在测试过程中检测、控制和记录的主要参数应包括流量、流速、灯管布置、紫外线强度、被测试水体的吸光度,紫外灯管和其他重要配件的工作状态和损坏情况,紫外线水消毒设备进出水管(渠)的构造等主要参数。

4.2.2.2 紫外线水消毒设备厂商应提供紫外灯管老化系数、结垢系数、紫外线水消毒设备的理论剂量计算结果等信息。

4.3 测试设备目标剂量要求

4.3.1 饮用水紫外线水消毒设备剂量要求

验证剂量范围应为 $20 \text{ mJ/cm}^2 \sim 80 \text{ mJ/cm}^2$ (MS2 剂量)。

4.3.2 污水紫外线水消毒设备剂量要求

验证剂量范围应为 $5 \text{ mJ/cm}^2 \sim 25 \text{ mJ/cm}^2$ (T1 剂量)。

4.3.3 再生水紫外线水消毒设备剂量要求

验证剂量范围应为 $50 \text{ mJ/cm}^2 \sim 100 \text{ mJ/cm}^2$ (MS2 剂量)。

4.4 测试工况选择

紫外线水消毒设备可调整的参数应包括流量、紫外线穿透率和紫外灯管的输出功率。

紫外线水消毒设备剂量验证测试应包括 3 组不同流量和 3 组不同紫外线穿透率。

当紫外灯管的输出功率可调时,还应包括灯管 3 组不同的输出功率。

4.5 实际工程设备安装应满足验证要求

4.5.1 现场条件

4.5.1.1 紫外线穿透率

实际运行时的紫外线穿透率不应小于验证时的紫外线穿透率。

4.5.1.2 流量

实际运行时的流量不应大于验证时的流量。

4.5.1.3 流态

实际运行时的流态应与验证时的流态一致。

4.5.1.4 紫外灯输出功率

实际运行时的紫外灯输出功率不应小于验证时的紫外灯输出功率。

4.5.2 设备要求

安装过程中消毒设备的尺寸、灯管型号、镇流器型号、灯管数量和灯管布置等应与紫外线水消毒设备验证时的参数一致。

4.5.3 安装要求

4.5.3.1 管式消毒设备

应保证实际运行的紫外线水消毒设备剂量大于或等于生物验证剂量。对于管式消毒设备,消毒设备入口前应安装一段直管,其长度应比验证时的入口直管增加 5 倍于管径的长度。

4.5.3.2 渠式消毒设备

应保证实际运行时进入水消毒设备的水力学状况优于剂量验证时的状况。

5 微生物选择和设备要求

5.1 微生物选择

对于饮用水和再生水消毒设备的剂量验证,应采用 MS2 作为受试微生物;对于污水消毒设备的剂量验证,应采用 T1 或者粪大肠杆菌作为受试微生物。T1 和粪大肠杆菌适用的剂量范围为 $2.5\text{ mJ/cm}^2\sim 25\text{ mJ/cm}^2$,MS2 适用的剂量范围为 $10\text{ mJ/cm}^2\sim 120\text{ mJ/cm}^2$ 。

5.2 测试设备要求

5.2.1 设备布置

测试所选择管路的水力学状况不应优于实际工程的水力学状况,保证测试剂量不高于实际工程的紫外线水消毒设备剂量。紫外线水消毒设备的剂量测试系统布置如图 1 所示。

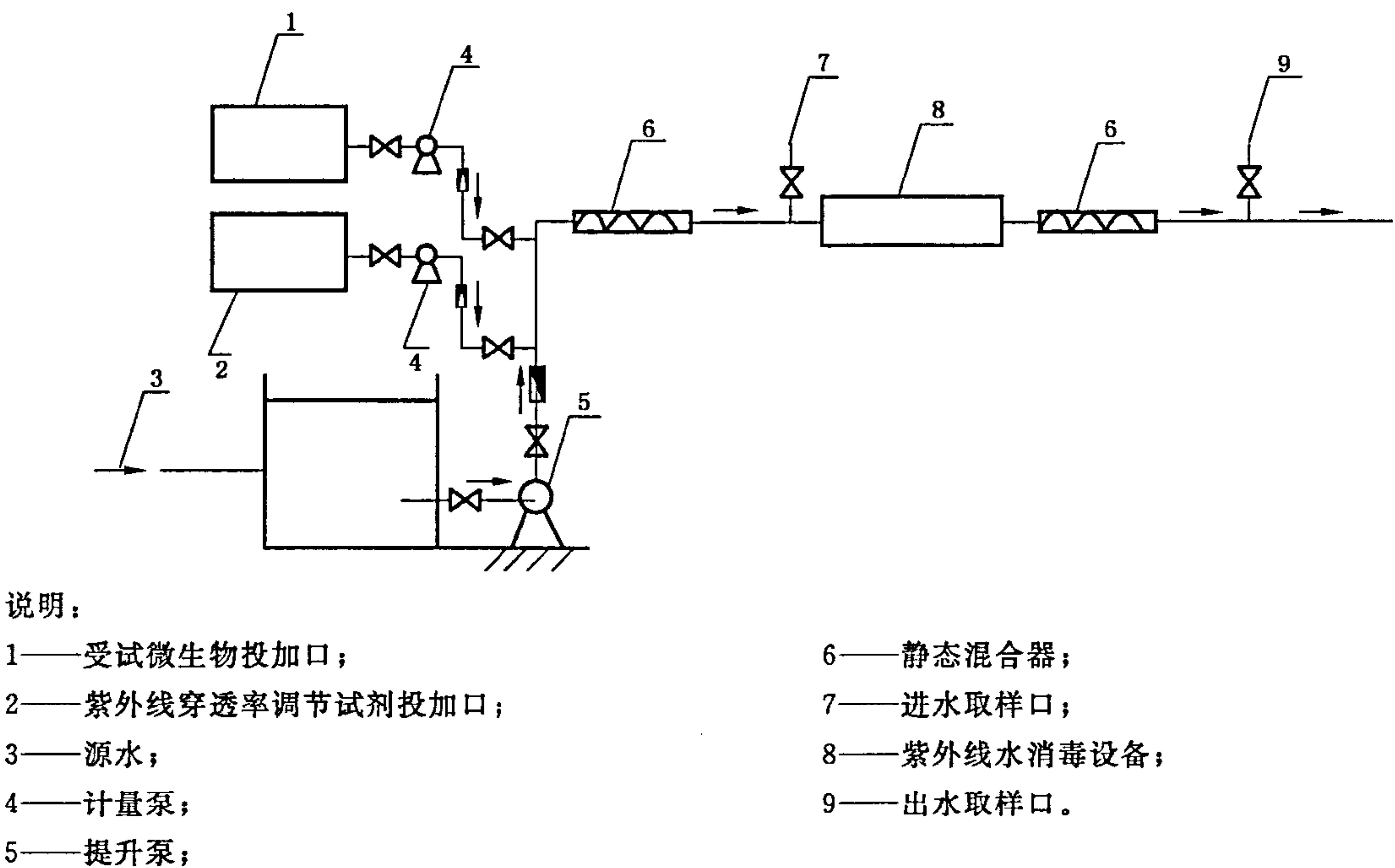


图 1 紫外线水消毒设备剂量测试系统布置

5.2.2 取样口

对于管式紫外线水消毒设备,进水取样口和出水取样口与消毒设备之间应连接一个 L 型、T 型或者 S 型弯头。

对于渠式紫外线水消毒设备,进水取样口和出水取样口应距离消毒设备 5 倍于渠道宽度的距离。

5.2.3 紫外灯管

紫外线水消毒设备验证用灯管应具有详细的型号、工作参数、尺寸、压力等级、发射光谱、光电转化率、生产厂商等信息。验证用灯管应采用运行时间大于 100 h 以上的灯管,以保证其能够产生稳定的紫外光辐射。采用中压灯的紫外线水消毒设备应配有过热安全切断开关。

5.2.4 紫外线光强计

对于管式紫外线水消毒设备,除了验证用传感器外,还应配有 2 个校准过的紫外线光强计,在消毒设备传感器同一安装位置紫外线光强计读数的平均值与验证用传感器读数的误差应小于 10%。

采用中压灯的紫外线水消毒设备,应安装有效杀菌光谱紫外线光强计。

6 生物验证测试程序

6.1 一般要求

生物验证应在紫外线水消毒设备特定的流量、紫外线穿透率(UVT)、光强的条件下测定水消毒设备对微生物的灭活率曲线。受试微生物对紫外线剂量-灭活率曲线应在实验室条件下用准平行光束仪来确定。通过对微生物的灭活效果、实验室的紫外线剂量-灭活率曲线、紫外灯管老化系数和结垢系数来确定紫外线水消毒设备的有效剂量。

紫外线灯老化系数的测试应符合附录 A,紫外线灯套管结垢系数的测试应符合附录 B。实验开始前和进行过程,可参照附录 C。

6.2 对源水的检测

用于水消毒设备验证的源水,不应含有化学消毒剂余量(如余氯),当源水中含有化学消毒剂时,可采用中和试剂(如硫代硫酸钠)对化学消毒剂进行中和。水体中的中和试剂残余浓度不应对水体的紫外线穿透率产生影响。

6.3 系统的调试运行

开启水泵和紫外线水消毒设备,通过调节入口阀门、出口阀门或水泵的功率,得到水体目标流量。取样开始和结束时检测的目标流量误差不应超过 5%。

6.4 受试微生物的投加和紫外线穿透率的调节

根据投加微生物的原液的浓度、期望的灭活率、水体流量等参数,计算受试微生物的注射速度和所需的原液体积。同时记录受试微生物开始投加的时间及投加速度。

调节水质紫外线穿透率的试剂可选择咖啡、木质素磺酸(LSA)或者腐植酸。根据紫外线穿透率调节剂的浓度、目标紫外线穿透率、水体自身紫外线穿透率、流量等因素计算其投加量。同时记录投加开始时间和投加速度。取样开始和结束时检测的水质紫外线穿透率误差不应超过 1%。

6.5 系统运行稳定状态测试和混合测试

6.5.1 稳定状态测试

取样前应对系统进行稳定状态测试。首先应根据整个测试系统的水容量和测试的流量,计算系统的水力停留时间(RT),往水中投加紫外线穿透率调节剂,开始计时为 0 时刻,每间隔 RT 在进水取样口和管路末端取样测试其紫外线穿透率,计算同一取样时间两个取样点紫外线穿透率的比值,从 0 时刻到比值趋近于 1 的时间即为系统达到稳定状态的时间(ST),对于不同的流量应进行相对应的 ST 测试。

6.5.2 进水口和出水口的混合测试

6.5.2.1 进水取样口测试过程

6.5.2.1.1 在受试微生物和紫外线穿透率调节剂投加口往水体中投加紫外线穿透率调节剂或者受试微

生物(紫外线穿透率和微生物浓度应选择在验证的范围内,紫外灯关闭)。

6.5.2.1.2 分别调节流量至测试中选择流量范围的最大值和最小值两种情况,在系统达到稳定状态后,检测消毒设备进水口和出水口的紫外线穿透率和受试微生物浓度。

6.5.2.1.3 混合测试中两个检测点的平均 UV254 差或微生物浓度误差应小于 5%,且同一点 3 次取样误差应小于 5%,表明系统通过混合测试。

6.5.2.2 出水取样口测试过程

6.5.2.2.1 在紫外线水消毒设备进水取样口往水体中投加紫外线穿透率调节剂或者受试微生物(紫外线穿透率和微生物浓度应选择在验证的范围内,紫外灯关闭)。

6.5.2.2.2 分别调节流量至测试中选择流量范围的最大值和最小值两种情况,在系统达到稳定状态后,检测消毒设备出水口和排水管末端的紫外线穿透率或受试微生物浓度。

6.5.2.2.3 混合测试中两个检测点的平均 UV254 差或者微生物浓度误差应小于 5%,且同一点 3 次取样误差应小于 5%,表明系统通过混合测试。

6.5.3 加强混合的方式

6.5.3.1 在取样口前增加静态混合器。

6.5.3.2 保证受试微生物和紫外线穿透率调节剂投加口距离取样口大于 5 倍管路直径。

6.5.3.3 在受试微生物和紫外线穿透率调节剂投加口与取样口之间增加弯管、接头等。

6.6 取样

6.6.1 取样时间

取样应在系统达到稳定状态后进行,取样过程中应定时检测和记录水体的温度。

6.6.2 取样要求

在进水口和出水口取样点分别取样。取样应包括 3 个 10 mL~20 mL 的微生物检测水样,1 个紫外线穿透率检测水样,如需做准平行光束仪实验,则还需在进水口取一个 0.5 L~1.0 L 的准平行光束仪实验水样,记录取样开始时间和结束时间。

取样时,测试人员和第三方验证人员应记录并检验以下数据:样品编号、流量、紫外灯功率、紫外灯电流、光强、传感器位置、取样时间和水温。

6.6.3 样品保存及运输

样品应保存在 4℃ 左右的环境中。水样由测试人员和第三方验证人员一起送到现场实验室,进行紫外线穿透率、基本水质指标和准平行光束仪测试等测量。微生物样品将由测试人员与第三方验证人员在取样后 24 h 内送到微生物实验室进行微生物分析检测。

受试微生物的分析方法应符合附录 D 的要求。

6.7 准平行光测试

为确定受试微生物的紫外线剂量-灭活率曲线,应对每一个紫外线穿透率(或者紫外灯输出功率)的进水水样进行准平行光测试,测试的具体步骤应符合附录 E 的要求。

7 测试数据分析与报告

7.1 准平行光束仪实验数据分析

根据准平行光束仪的实验结果,得到每一种紫外线穿透率的剂量-灭活率关系曲线,如果紫外灯的输出功率相同,则在不同紫外线穿透率的情况下,紫外线剂量-灭活率曲线理论上应该一致。图 2 是 MS2 紫外线剂量-灭活率曲线图。

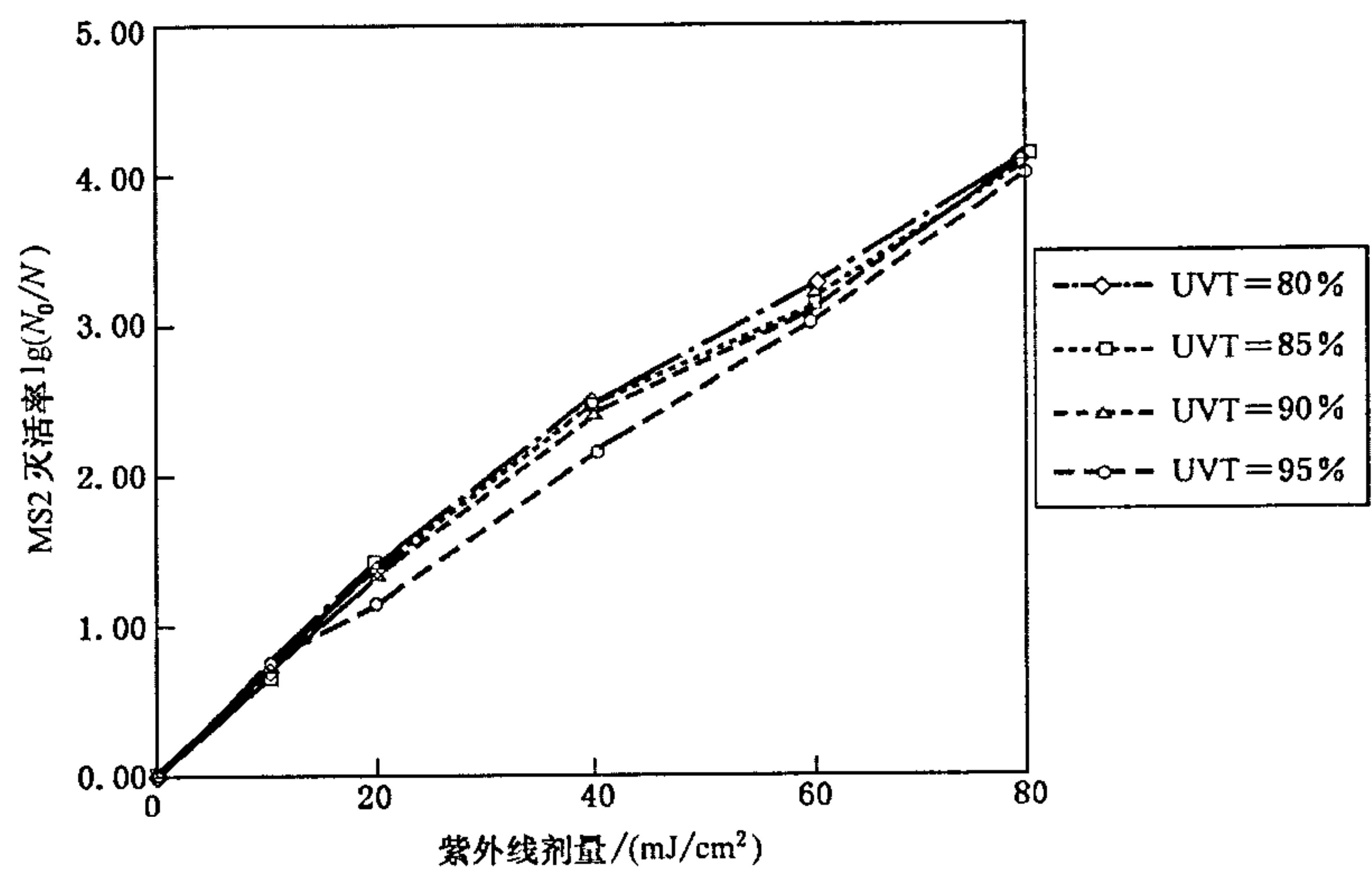


图 2 MS2 紫外线剂量-灭活率曲线

7.2 紫外线水消毒设备灭活实验数据分析

根据样品的检测结果,可得到在不同紫外灯输出功率和不同紫外线穿透率条件下紫外线水消毒设备流量-灭活率关系。

根据准平行光束仪结果和现场实验结果,做出紫外线水消毒设备的剂量-流量关系图,如图 3 所示,可得到在特定的紫外灯输出功率、流量、紫外线穿透率的情况下紫外线的生物验证剂量。准平行光实验和现场消毒设备灭活实验应在同一天进行。

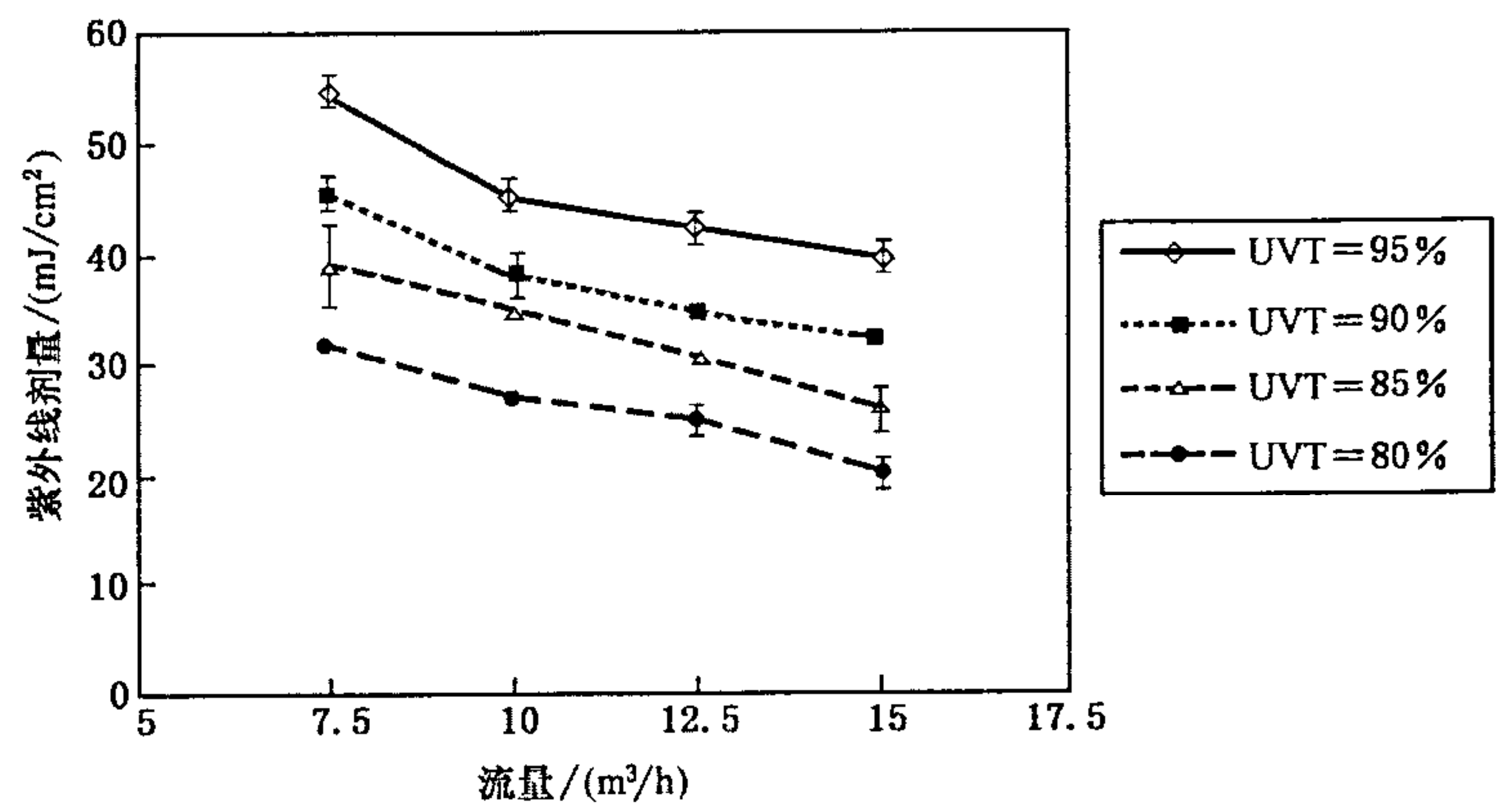


图 3 紫外线水消毒设备的流量-剂量曲线

7.3 有效生物验证剂量的计算

紫外线水消毒设备剂量与水体紫外线穿透率、紫外线光强、流量、灯管数目等因素有关,式(1)是水消毒设备验证剂量与上述因素的关系。根据消毒设备剂量测试的实验数据和式(1),利用线性回归的方法,计算出式(1)中的 a 、 b 、 c 、 d 、 e 常数,得到紫外线水消毒设备的特性曲线。

$$\text{RED} = 10^a \times A_{254}^b \times P^c \times Q^d \times B^e \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- RED ——紫外线水消毒设备的验证剂量;
 A_{254} ——测试水体的 UV254 吸光度;
 P ——紫外线水消毒设备的输出功率;
 Q ——流量;
 B ——紫外线模块单元数(只针对渠式消毒设备,管式消毒设备此项为 1);
 a 、 b 、 c 、 d 、 e ——常数。

计算消毒设备对受试微生物的灭活率时,针对每一个特定的流量,应对 3 次取样的数据进行 75% 置信区间的 t 检验分析。对于饮用水消毒系统,取 75% 下限的置信值作为微生物的灭活率;对于再生水消毒系统,取 90% 下限的置信值作为微生物的灭活率;对于污水消毒系统,取平均值作为灭活率。

根据式(2)计算出紫外线水消毒设备的有效验证剂量,其中紫外线水消毒设备的老化系数和结垢系数应由第三方权威机构提供具体数据,在第三方权威机构没有提供数据时,老化系数应取 0.5 为默认值,结垢系数应取 0.8 为默认值。

$$D = \text{RED} \times \text{FF} \times \text{AF} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- D ——紫外线水消毒设备的有效验证剂量;
RED ——紫外线水消毒设备的验证剂量;
FF ——紫外线水消毒设备的结垢系数;
AF ——紫外线水消毒设备的老化系数。

7.4 测试报告

应包括剂量验证测试报告、紫外线水消毒设备操作手册、设备参数文件、剂量测试计划、原始数据记录和其他相关资料。

还应包括测试的场地信息、测试系统信息、紫外线水消毒设备的运行参数和测定工况、测试用水的水质信息、实验数据处理和不确定度分析和有效生物验证剂量的计算等信息。

所有的测试报告和原始数据文件应经实验人员和第三方验证人员签字确认。

8 质量控制

8.1 仪器准确性的质量控制

所有仪器都应经过校准,且测试时需在校准的有效期内,现场主要仪器的要求如下:

- a) 流量计:检测的不确定度应小于 5%;
- b) 紫外线分光光度计:检测的不确定度应小于 5%;
- c) 电压:检测不确定度应小于 5%;
- d) 紫外线传感器:在消毒设备验证的过程中,验证用紫外线传感器与参照传感器的误差应控制在 10% 以内。

8.2 方案设计与测试参与人员

8.2.1 方案设计

应有环境工程、电气工程、生物工程相关的专业背景和具有紫外线水消毒设备剂量验证经验的技术人员根据紫外线水消毒设备的使用要求共同确定相关实验方案,包括水体目标流量、紫外灯输出功率、目标水体紫外线穿透率、受试生物投速率等。

8.2.2 现场测试人员

参加测试人员应具有相关的专业知识背景,应佩戴防护眼镜和穿安全鞋,参加取样人员应佩戴专用手套,取样人员不应接触受试微生物投加罐。现场实验参数的控制及水质指标检测应由具有相关资质及经验的人员专门负责。

8.2.3 第三方人员

不同于购买紫外线水消毒设备的业主方和紫外线厂商的第三方人员应见证和参与全过程,从方案设计、取样开始到所有实验操作结束,记录所有操作参数、实验数据和监督质量控制体系。第三方人员应有紫外线水消毒相关工程经验和微生物采样分析背景,并且应对验证报告进行审核。

8.3 样品储存运输质量控制

取样后微生物检测样品应放入便携冰箱保存,便携冰箱内应有足够的冰块。样品应由第三方验证人员贴上封条。封条只能由微生物实验室分析人员打开。样品运输交接过程中应有交接信息登记,登记表中要明确取样时间、交接时间、交接人等信息。交接登记信息应由第三方验证人员保管。微生物样品应在取样结束 24 h 内送往实验室检测。

8.4 准平行光实验和微生物测试的质量控制

准平行光实验应严格按照实验流程操作,每一个水样根据稀释的梯度做 3 个平行样。取样瓶应进行高压灭菌或者使用无菌取样瓶。微生物检测严格按照检测程序,保证无菌的工作环境,防止微生物交叉污染。

对于 MS2,其 1 lg 的灭活剂量应在 $18 \text{ mJ/cm}^2 \sim 22 \text{ mJ/cm}^2$ 的范围。对于 T1,其 1 lg 的灭活剂量应在 $4 \text{ mJ/cm}^2 \sim 6 \text{ mJ/cm}^2$ 的范围。

8.5 数据分析的质量控制

测试结束时第三方验证人员应复印当天所有的表格记录,记录下当天每个测试的数据并与当时记录核对。每个工况点的数据应做置信度 95% 的误差分析。在做线性回归时, t 检验的 P 值应小于 0.05。紫外线设备生产商,第三方验证人员应有权对微生物检测的原始数据以及数据分析过程进行查阅审核。

附 录 A

(规范性附录)

紫外灯管老化系数测试方法

A.1 老化系数的定义

紫外灯管老化系数是指紫外灯运行寿命终点时的紫外灯输出功率与新紫外灯(运行 100 h 后)的紫外灯输出功率之比。紫外灯寿命终点是指运行一段时间后,紫外灯的输出功率降低到消毒设备要求的最低输出功率以下的时刻。老化系数的验证应由有资质的第三方进行测试。

A.2 测试步骤

A.2.1 选取不少于 10 根测试用新紫外灯管。将紫外灯管置于水中运行。保持与紫外线水消毒设备运行时相同的温度条件、运行功率和镇流器控制情况。

A.2.2 测定新灯管在 100 h 的输出功率或同一位置的光强;检测光强测量点距紫外灯管的距离不应超过 5 cm。紫外线光强通常采用紫外线传感器测量。对于中压灯管,应详细记录所使用的紫外线传感器使用参数和测定结果。

A.2.3 在小于 20% 的紫外灯管运行寿命的间隔时间内检测灯管的输出功率或者同一位置的光强,例如灯管的寿命是 12 000 h,应间隔 2 000 h 测量 1 次每根灯管的输出功率或者同一位置的光强,并且确保每次测量时间间隔相同。在每次时间间隔内应对灯管进行不少于 1 次的开关操作。

A.2.4 灯管达到其预期使用寿命时刻的输出功率或者同一位置的光强与 100 h 的时刻数值的比值即为灯管老化系数。数据处理时取所有测试灯管的平均值。在测试中所有相关参数应详细记录(包括灯管的损坏情况)。

附 录 B
(规范性附录)

紫外线灯套管结垢系数测试方法

B.1 结垢系数定义

紫外线水消毒设备使用中的紫外灯套管的紫外线穿透率与洁净紫外灯套管的紫外线穿透率之比，通常由紫外线厂家委托第三方测定。套管的结垢系数通常用来衡量消毒设备清洗系统的工作效率。

B.2 结垢系数测试步骤

B.2.1 选取不少于 4 根紫外灯套管进行结垢系数检测。紫外灯套管放入水体前，要测试紫外灯套管的初始紫外线穿透率，所有测试的紫外灯套管在消毒器内的位置应始终保持不变。

B.2.2 对于选取的测试水体进行结垢速率测试，即关闭清洗设备，运行一段时间后检测套管的紫外线穿透率，该紫外线穿透率与套管初始紫外线穿透率的差值与运行时间的比值即为结垢速率。运行时间的选择应根据水质状况和结垢状况确定。一般结垢速率快则选取的时间相对较短。结垢系数测试和结垢速率测试应使用相同的水质。

B.2.3 根据结垢速率和厂家提供的信息设置清洗系统的启动时间和频率，且此项参数应与剂量验证和实际应用时的参数一致。

B.2.4 开启清洗系统，系统应持续运行不少于 6 个月。在不超过两个月的时间间隔后从水体中取出紫外灯套管，测量其紫外线穿透率。该紫外线穿透率与套管初始紫外线穿透率的比值即为结垢系数。检测结束后应将紫外灯套管放回水体原位。检测过程中不允许对套管进行手动清洗。

B.2.5 每个测试周期的结垢系数应取平均值，紫外线水消毒设备验证所采用的结垢系数应为其中的最小值。

B.2.6 套管的紫外线穿透率测量需按照测试仪器(一般为分光光度计)的标准操作流程进行。

附 录 C
(资料性附录)
紫外线设备剂量测试实验检验清单

1	项目信息		
1.1	项目名称(验证设备名称)		
1.2	项目编号		
2	正式测试前应确认项目	状况	签字
测试用水			
2.1	测试水中余氯(不应高于检出限)		
2.2	测试水中的微生物(T1 和 MS2)状况(不应早于 48 h 之前)		
2.3	平行光束仪预实验,确定		
2.4	测定水体的紫外线穿透率		
紫外线水消毒设备			
2.5	检查和记录消毒设备型号和尺寸、灯管型号数量和布置、镇流器型号		
2.6	设备和现场安全检查,排除测试过程中的安全隐患		
2.7	消毒设备安装在合适的位置		
2.8	确认紫外灯和套管清洁		
2.9	确认灯管和镇流器工作正常		
2.10	确认灯管为使用 100 h 的新灯管		
2.11	确认紫外线系统控制面板工作正常		
2.12	检查渠道是否清洁,没有杂质碎片(渠式)		
2.13	检查渠道宽度,包括底部和顶部(渠式)		
2.14	渠道高度是否合适(渠式)		
2.15	模块支撑架在合适的高度(渠式)		
2.16	检查紫外灯与灯之间的距离合适并记录(渠式)		
2.17	检查紫外灯与渠壁及渠底的距离合适并记录(渠式)		
2.18	检查其他的附属设备是否的尺寸与安装位置(渠式)		
2.19	水位控制设备安装在合适的位置和高度(渠式)		
附属设备			
2.20	流量计校准且工作正常		
2.21	分光光度计校准且工作正常		

续表

2.22	电压表校准且工作正常		
2.23	计量泵校准且工作正常		
2.24	微生物储存容器正常		
2.25	余氯计校准并工作正常		
2.26	温度计校准并工作正常		
2.27	米尺(水头损失测定)		
2.28	受试微生物原液、咖啡或腐殖质、取样瓶、便携冰箱		
2.29	备件是否充足(如套管、灯管等)		
3	生物验证测试	状况	签字
现场测试			
3.1	检查现场设备布置(取样口、微生物投加口等)		
3.2	确认没有死区(渠式)		
3.3	完成水力停留时间的计算		
3.4	计算微生物和咖啡(或腐植酸)的投加速率		
3.5	完成混合测试,确定取样点		
3.6	确认测试计划和时间表		
3.7	确认试验参与人员,包括第三方人员		
3.8	准备和打印详细试验计划(包括投加速率、达到稳态时间等信息)		
3.9	准备准平行光试验计算表		
3.10	准备微生物投加容器(混合均匀)		
3.11	完成生物验证测试		
3.12	完成其他测试(比如水头损失测试)		
3.13	完成实验控制测试(投加微生物但是不开启消毒设备)		
3.14	准备和打印样品交接信息表		
3.15	安排样品交接		
4	文件准备	状况	签字
生物验证完成后			
4.1	创建项目文件夹		
4.2	整理原始数据		
4.3	数据分析		
4.4	撰写报告		

续表

4.5	汇报及评审		
管理工作			
4.6	费用清单		
4.7	工作日志		
5	附录和备注		

附 录 D
(规范性附录)
受试微生物的分析方法

D.1 MS2 分析方法

D.1.1 实验步骤

D.1.1.1 于实验前一天,挑取迈康凯培养基上典型大肠杆菌(*E.coli* ATCC 15597)菌落于 TYGB 培养基中 37 ℃ 振荡培养 16 h~18 h,然后取出放置于室温处,振荡速度保持在 100 r/min,以免大肠杆菌鞭毛断裂。

D.1.1.2 取 1 mL 大肠杆菌菌液(每 mL 含 108 cfu 的 *E.coli* ATCC 15597 溶液)和 0.1 mL 噬菌体样品和 TYGA 培养基(冷却到 45 ℃)3 s 内铺平混匀。

D.1.1.3 倒置于 37 ℃ 的恒温培养箱中培养 12 h~16 h 观察噬菌斑。

D.1.2 培养基成分

D.1.2.1 TYGB 基础培养基

胰蛋白胨 10 g,酵母浸粉 1 g,NaCl 8 g,蒸馏水 1 000 mL。热水中溶解上述成分,调整 pH=7.2±0.1,121 ℃ 下灭菌 15 min。

钙-葡萄糖溶液:10 mL 水中缓慢加热融解 0.3 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,1 g 葡萄糖,冷至室温,通过 0.22 μm 滤膜过滤除菌。

无菌条件下将上述两种溶液充分混合备用。

D.1.2.2 TYGA 基础培养基

胰蛋白胨 10 g,酵母浸粉 1 g,NaCl 8 g,琼脂 18 g,蒸馏水 1 000 mL。沸水中溶解上述成分,调整 pH=7.2±0.1,121 ℃ 下灭菌 15 min。

钙-葡萄糖溶液:10 mL 水中缓慢加热融解 0.3 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,1 g 葡萄糖,冷至室温,通过 0.22 μm 滤膜过滤除菌。

无菌条件下将上述两种溶液充分混合备用。

D.1.2.3 迈康凯琼脂(McConkey agar)

蛋白胨 20 g,乳糖 10 g,胆盐 5 g,中性红 75 mg,琼脂 12 g~20 g,蒸馏水 1 000 mL。沸水中溶解上述成分,温度降为 25 ℃ 时调整 pH=7.4±0.1。分装 200 mL,121 ℃ 下灭菌 15 min。冷至 45 ℃~50 ℃,倒置平板,凝固后存放于黑暗中,(5±3)℃ 下保存不应超过半个月。

D.2 T1 分析方法

D.2.1 实验步骤

D.2.1.1 于实验前一天,挑取迈康凯培养基上典型大肠杆菌(*E.Coli* CN13)菌落于 TYGB 基础培养基中置电热恒温培养箱,35 ℃ 培养 18 h~24 h。

D.2.1.2 取 1 mL 大肠杆菌菌液(每 mL 含 108 cfu 的 *E.Coli* CN13 溶液)和 0.1 mL 噬菌体样品和

TYGA 培养基(冷却到 45 ℃)3 s 内铺平混匀。

D.2.1.3 倒置于 35 ℃ 的恒温培养箱中培养 18 h~24 h 观察噬菌斑。

D.2.2 培养基成分

培养基成分参见 D.1.2。

附录 E
(规范性附录)
准平行光检测方法

E.1 目的

为了准确定量传递到微生物表面的紫外线剂量。

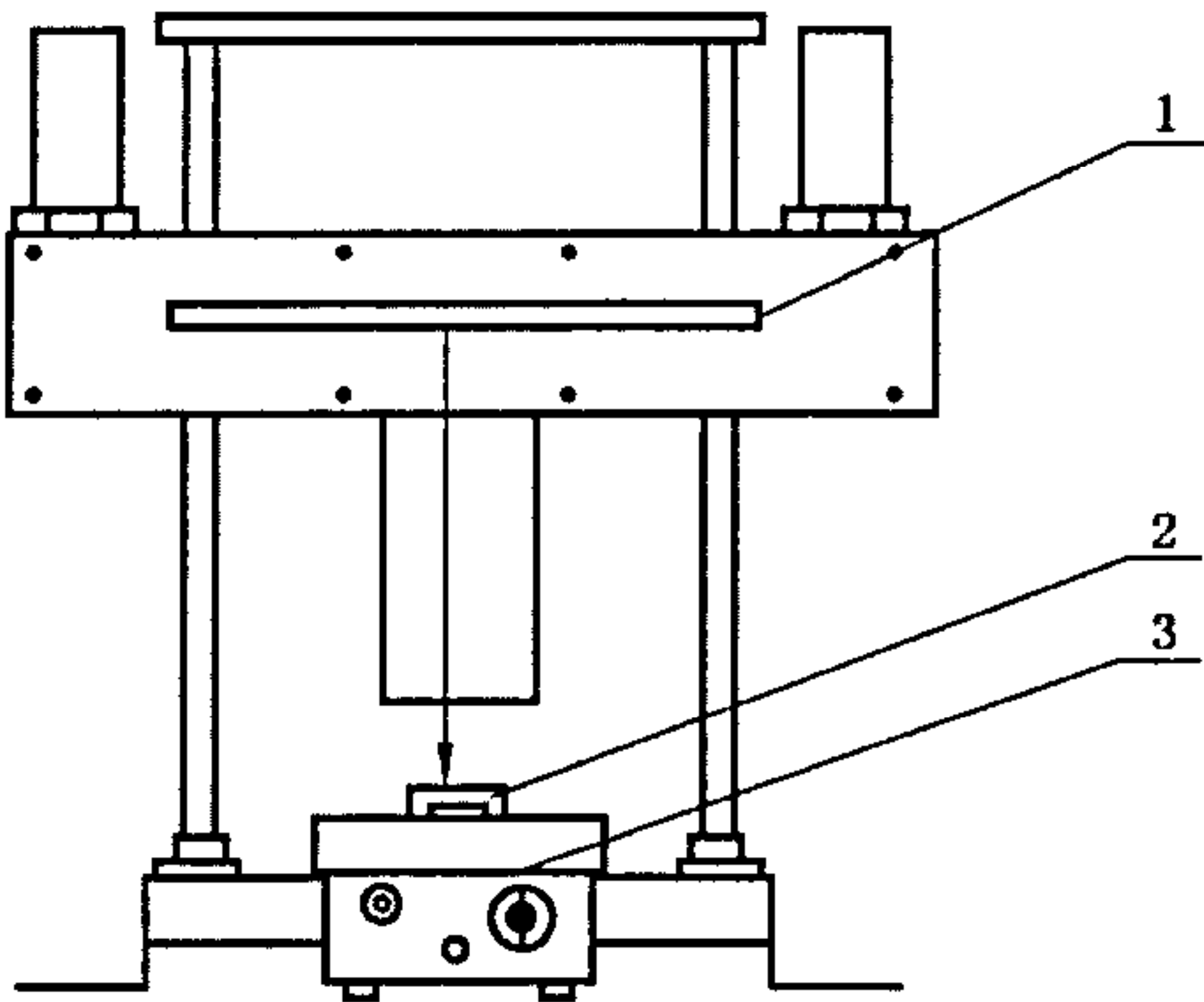
E.2 准平行光束仪

测定紫外线剂量-灭活率曲线应采用准平行光束仪(Collimated Beam Apparatus),装置如图 E.1 所示。

准平行光束仪选用低压汞灯作为紫外光源,安装在一个封闭的圆柱体内,在筒体的底部中央开口,下方接一段长度为 30 cm~60 cm,直径为 6 cm~9 cm 的圆管,其作用是产生平行紫外线,使得紫外线能够垂直到达样品的表面。

实验时在 $\phi 50\text{ mm}\sim 90\text{ mm}$ 的培养皿中装入 40 mL~50 mL 试验水样,为了保证所有的微生物都得到均匀的照射,用磁力搅拌器充分搅拌。为了防止搅拌中出现漩涡,应对搅拌速度进行很好的控制。

紫外线照射时间可通过控制遮光板的开启时间控制,紫外线的平均光强通过紫外线辐照计测量,并计算后得到。



说明:
1——紫外灯;
2——样品;
3——搅拌器。

图 E.1 准平行光束仪示意图

E.3 测试步骤

E.3.1 使用前,先打开紫外灯管开关,预热 30 min,使准平行光束仪发出的紫外光稳定。

E.3.2 在 $\phi 90\text{ mm}$ 的培养皿中放入 40 mL 试验水样,以水面为基准平面,以平行光管投影的中心为中心,分别在培养皿的水平方向(X 轴)和垂直方向(Y 轴)每隔 0.5 cm 划线。

E.3.3 将紫外辐照计置于该平面,按 X 轴和 Y 轴方向每隔 0.5 cm 测定该点的紫外线强度,测量点与中

心点的紫外线强度的比值的均值即为 P_f 系数。紫外线剂量用式(E.1)计算:

$$D_{CB} = E_c P_f (1 - R) \frac{L}{d + L} \frac{(1 - 10^{-A_{254} d})}{A_{254} d \ln(10)} t \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

D_{CB} ——紫外线剂量,单位为毫焦每平方米(mJ/cm^2);

E_c ——中心点的光强,单位为毫瓦每平方米(mW/cm^2);

P_f ——Petri 系数,测量点与中心点的紫外线强度的比值的均值;

R ——254 nm 时空气和水界面反射率;

L ——灯管中点距液面距离,单位为厘米(cm);

d ——溶液的深度,单位为厘米(cm);

A_{254} ——溶液紫外线 254 nm 吸光度,单位为每厘米(cm^{-1});

t ——照射时间,单位为秒(s)。

E.3.4 根据式(E.1)计算指定紫外线剂量的照射时间,将试验水样放在准平行光束仪辐照窗下,用磁力搅拌器搅拌 20 s 后,打开遮光板照射一定时间后关闭遮光板,以控制紫外线照射剂量。每组试验重复 3 次,照射后的水样应立即进行微生物检测,以未辐射的样品作为对照,计算微生物的灭活率,用式(E.2)计算:

$$\text{IR} = \lg(N_0/N) \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

IR——紫外线对微生物的灭活率;

N_0 ——消毒前水样中对照微生物个数;

N ——紫外线照射一定时间后等量水样中剩余微生物个数。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
紫外线水消毒设备 紫外线剂量
测试方法

GB/T 32091—2015

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

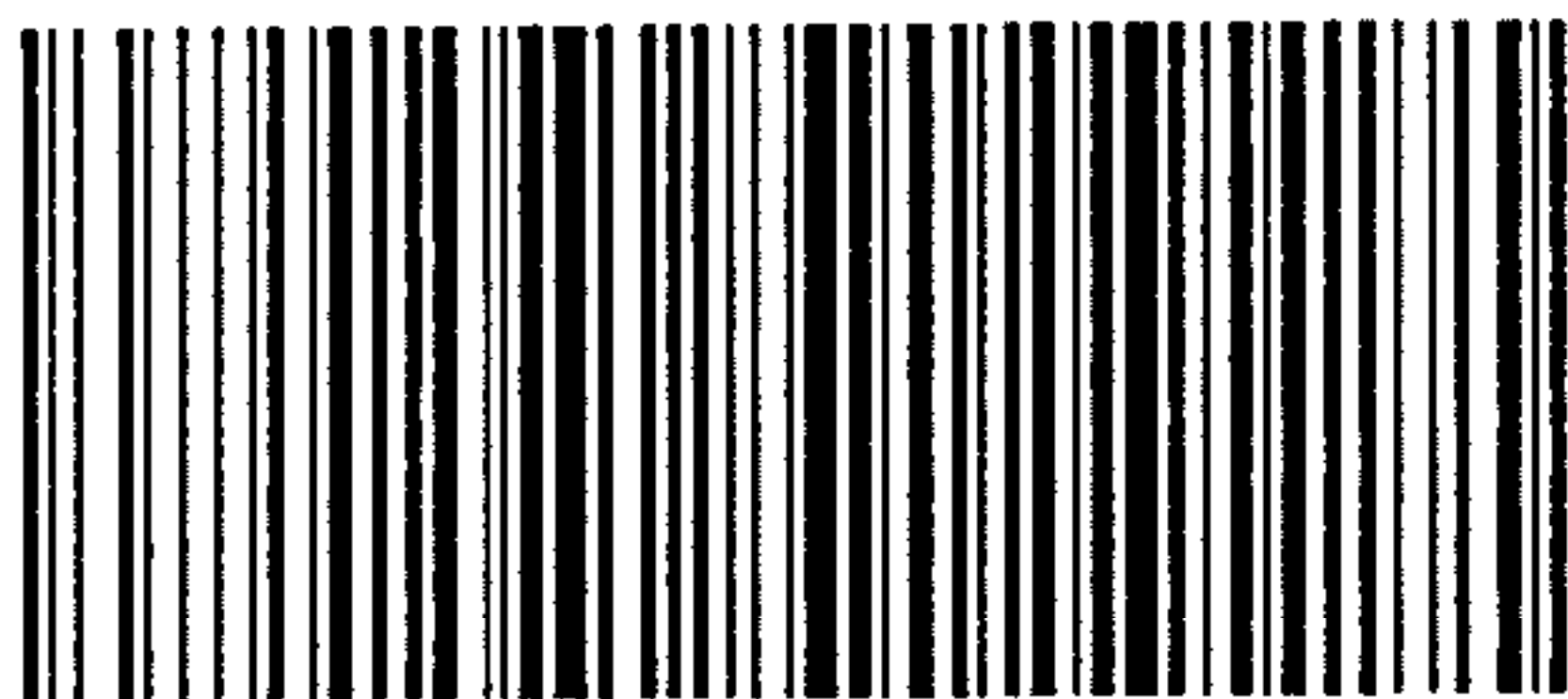
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 36 千字
2015 年 12 月第一版 2015 年 12 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-53276

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 32091—2015