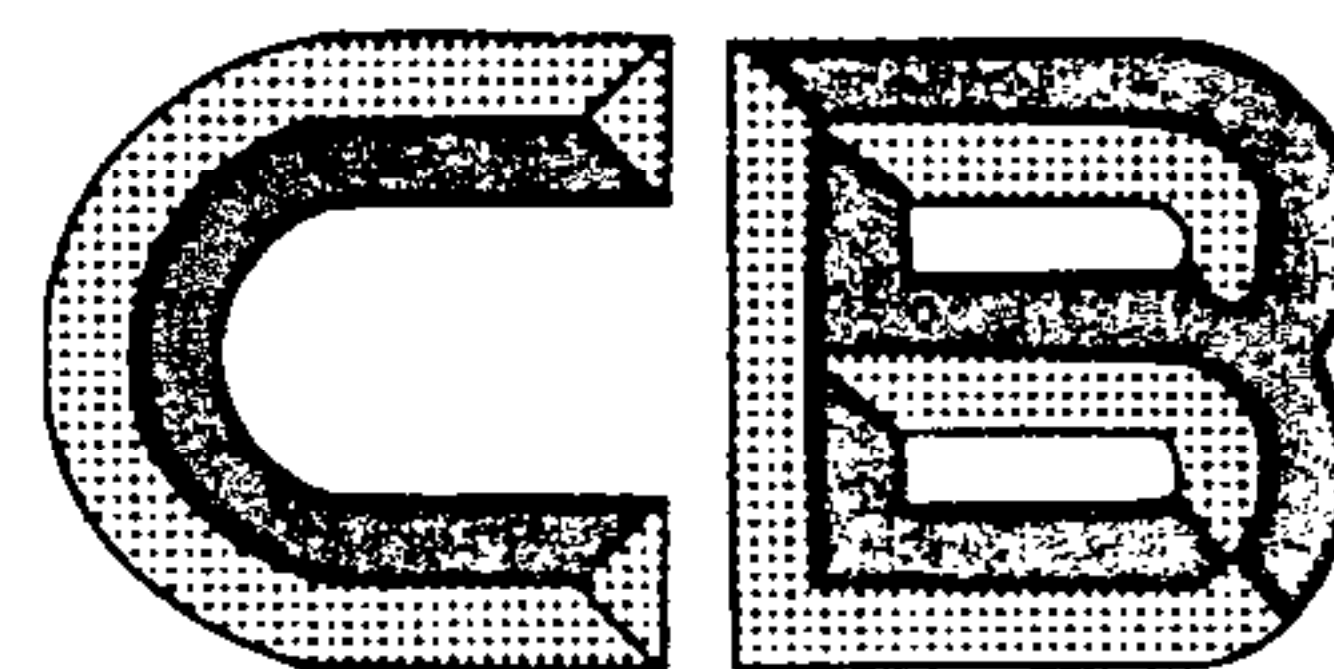


ICS 47.020.20  
U 47  
备案号: 44991-2014



# 中华人民共和国船舶行业标准

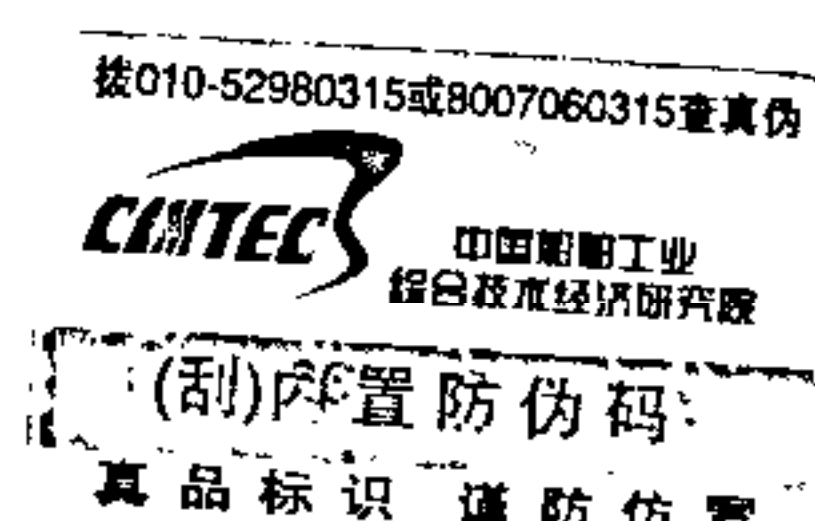
CB/T 4290—2013

## 船舶压载水紫外线消毒装置

Ultraviolet (UV) disinfection equipment for ship ballast water

2013 - 10 - 17 发布

2014 - 03 - 01 实施



中华人民共和国工业和信息化部 发布

中 华 人 民 共 和 国  
船 舶 行 业 标 准

船舶压载水紫外线消毒装置  
CB/T 4290-2013

\*

中国船舶工业综合技术经济研究院出版

北京市海淀区学院南路 70 号

邮政编码：100081

网址：www.shipstd.com.cn

电话：010-62185021

船舶标准化管理研究与咨询中心发行

版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.0 字数 6.69 千字

2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第一次印刷

印数 1—300

\*

船标出字第 2013303 号



CB/T 4290—2013

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由全国船用机械标准化技术委员会甲板机械和机舱辅机分技术委员会归口。

本标准起草单位：中国船舶重工集团公司第七一八研究所。

本标准起草人：白振光、赵瀛、原培胜、陈现明、李勇华、刘家勇。

# 船舶压载水紫外线消毒装置

## 1 范围

本标准规定了船舶压载水紫外线消毒装置（以下简称消毒装置）的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于船舶压载水紫外线消毒装置的设计、制造、检验和验收。

## 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，仅所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 191 包装储运图示标志
- GB/T 569 船用法兰 连接尺寸和密封面
- GB/T 2501 船用法兰 连接尺寸和密封面
- GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件
- GJB 3043—1997 舰船蒸馏装置通用规范
- CB/T 3250 —1986 船舶辅机电气控制设备通用技术条件
- 《压载水管理系统认可导则》（G8） MEPC. 2008 174（58）
- 《使用活性物质的压载水管理系统认可程序》（G9） MEPC. 2008 169（57）
- 《国际船舶压舱水和沉积物控制与管理公约》 IMO 2004

## 3 术语和定义

以下界定的术语和定义适用于本标准。

### 3.1

紫外线 ultraviolet (UV)  
波长在100 nm~380 nm之间的电磁波，其中具有消毒能力的紫外线波长为200 nm~275 nm。

### 3.2

紫外线消毒 ultraviolet disinfection  
微生物在吸收具有消毒能力紫外线能量后，遗传物质(DNA和RNA)受破坏导致丧失繁殖能力，不再分裂繁殖，达到杀灭病原微生物的目的，即为紫外线消毒。

### 3.3

紫外线穿透率 UV transmittance (UVT)  
未被吸收的紫外线与总输出紫外线的比值，以百分比表示。

3.4

紫外线辐照强度 UV irradiation intensity

单位时间内在紫外线传播方向垂直的单位面积上接受到的紫外线能。

注：单位为微瓦每平方米（ $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ）。

3.5

寿命 life

紫外灯管点亮后输出功率衰减到新灯管点亮100 h时紫外输出功率的60%经过的时长。

3.6

紫外线辐照剂量 UV irradiation dose

单位面积上接收到的紫外线总能量。

单位为微瓦秒每平方米（ $\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ ）。

3.7

紫外灯套管结垢系数 UV tube fouling factor

系统运行一段时间后的紫外灯穿透率与使用前的紫外灯穿透率之比。

3.8

低压高强灯 Low-pressure high-strength lamp

单根紫外灯的紫外能输出为100 W左右，紫外灯运行温度在100 ℃左右。

3.9

中压灯 Medium-voltage lamp

单根紫外灯的紫外能输出在420 W以上，紫外灯运行温度在700 ℃左右。

4 要求

4.1 外观质量

消毒装置组装完成后，外观质量应符合下列要求：

- a) 消毒装置表面涂层应喷涂均匀，颜色一致，表面应无流痕、起泡、漏漆、剥落现象。
- b) 外表整齐美观，无明显的锤痕和不平，仪表、开关、指示灯、标牌应安装牢固端正。
- c) 外壳及骨架的焊接应牢固，无明显变形或烧穿缺陷。

4.2 材料

消毒装置材料应符合GJB 3043—1997中3.3的要求。

4.3 设计与结构

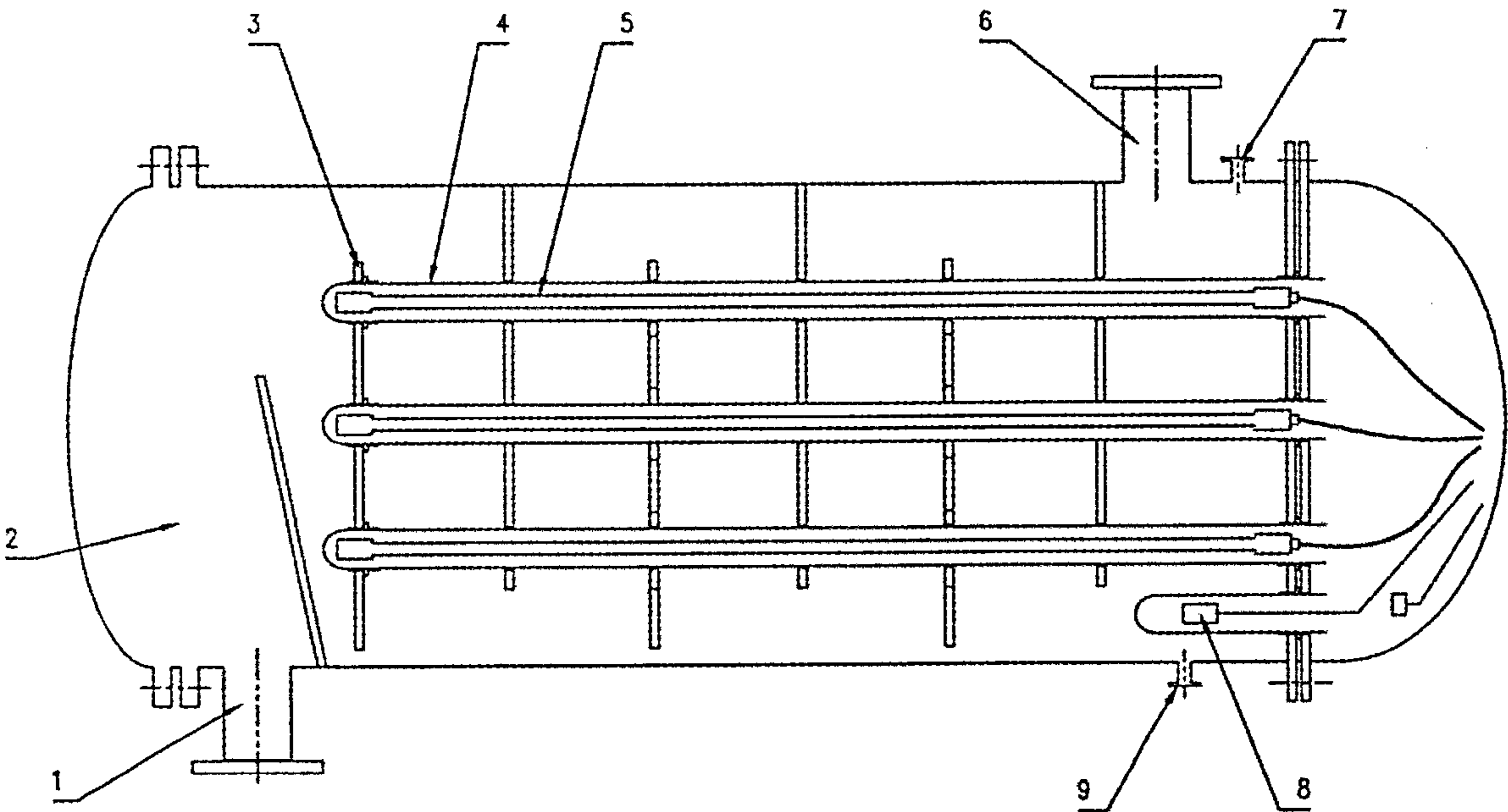
4.3.1 消毒装置应采用密闭式结构，主要由消毒容器、紫外灯、石英套管、支架、光强检测、水位探测及控制装置等部件组成（如图1所示）。

4.3.2 消毒装置的进水应经过预处理设备过滤，过滤粒径应不大于50  $\mu\text{m}$ ，满足消毒装置处理要求。

4.3.3 消毒装置应设有进水管、泄水管、取样管。



- 4.3.4 消毒管路和消毒容器的设计压力应不小于 0.30 MPa。
- 4.3.5 消毒容器内可设置导流板。
- 4.3.6 紫外灯管的布置应使容器内各点的紫外线辐照强度分布均匀。
- 4.3.7 消毒装置应设有紫外灯点亮指示、点亮累计时间指示或紫外线辐照强度的相对指示。
- 4.3.8 消毒装置选用的低压电器应满足 CB/T 3250—1986 中 3.3 的技术要求。
- 4.3.9 法兰和连接件应满足 GB/T 569 和 GB/T 2501 要求。
- 4.3.10 消毒装置应坚固耐用，且结构和设计应适合船上的工作环境。
- 4.3.11 消毒装置应设置清洗故障报警、灯管故障报警、低水位报警和旁通触发报警。
- 4.3.12 消毒装置的安装、运作和维护不应影响船舶安全和人员健康，也不应对环境和公众健康造成任何不可接受的危害。
- 4.3.13 消毒装置的平均故障间隔时间 (MTBF) 应不小于 3000 h，平均修复时间 (MTTR) 应不大于 4 h。
- 4.3.14 紫外灯管应能承受船舶航行时引起的船体振动及其他机械工作时的局部振动。
- 4.3.15 低压高强灯系统的紫外能输出可根据水流和水质的变化进行调节，从而优化电耗和延长紫外灯寿命。
- 4.3.16 中压灯系统的紫外能输出是所有紫外灯中最强的，对水体的穿透力强，消毒能力高。中压灯系统适用于大水量、高悬浮物以及紫外线穿透率低的水处理系统。



- 1——进水管
- 2——消毒容器
- 3——支架
- 4——石英套管
- 5——紫外灯管
- 6——出水管
- 7——取样管
- 8——泄水管
- 9——光强检测和水位探测

图1 消毒装置结构简图

## 4.4 性能

### 4.4.1 生物有效性

船舶整个服役期间排出水应符合《国际船舶压舱水和沉积物控制与管理公约》第D-2条要求。具体如下：

- a) 每 1 m<sup>3</sup> 排放水中所含的最小尺寸为大于或等于 50 μm 的活性有机物少于 10 个；
- b) 每 1 ml 排放水中所含的最小尺寸小于 50 μm 但大于或等于 10 μm 的活性有机物少于 10 个；
- c) 小于下列指示剂微生物浓度，作为人体健康标准：
  - 1) 产生有毒物质的弧菌性霍乱（血清型 01 和 0139），每 100 ml 排放水中少于 1 群体形成单位（cfu），或每 1 g（湿重）浮游生物样品中少于 1 cfu。
  - 2) 大肠埃希氏杆菌，每 100 ml 排放水中少于 250 cfu。
  - 3) 肠道球菌素，每 100 ml 排放水中少于 100 cfu。

### 4.4.2 密封性

消毒装置应能在 1.25 倍设计压力下不产生渗漏。

### 4.4.3 耐压性

消毒装置应能在 1.5 倍设计压力下无结构损坏、永久变形和渗漏等现象。

### 4.4.4 紫外灯寿命

紫外消毒装置中的低压高强灯寿命应不少于 12000 h；中压灯寿命应不少于 3000 h。

### 4.4.5 结垢系数

紫外灯套管结垢系数应不小于 0.8。

### 4.4.6 紫外线辐照剂量

紫外消毒装置的紫外线辐照剂量应不小于 9000 μW · s/cm<sup>2</sup>。

## 4.5 环境适应性

紫外消毒装置应在如下的环境中正常工作：

- a) 环境温度为 0℃～50℃；
- b) 环境相对湿度小于或等于 95%，并有凝雾。

## 5 试验方法

### 5.1 试验条件

试验条件为：环境温度 5℃～35℃，试验介质为清水。

### 5.2 检查及试验方法

#### 5.2.1 外观质量

用目测法检查装置外观质量，结果应符合 4.1 的要求。

### 5.2.2 材料

检查紫外消毒装置的材料材质单，结果应符合4.2的要求。

### 5.2.3 生物有效性

试验应按MEPC.174(58)《压载水管理系统认可导则》(G8)要求进行，结果应符合4.4.1的要求。

### 5.2.4 密封性

以清水为介质，将水泵入消毒装置，试验时，慢慢增加试验压力，达到1.25倍设计压力后保压10 min，降至设计压力，对所有的焊缝和连接部位进行检查，结果应符合4.4.2的要求。

### 5.2.5 耐压性

以清水为介质，将水泵入消毒装置，试验时，慢慢增加试验压力，达到1.5倍设计压力后保压5 min，降至设计压力，对所有的焊缝、连接部位及消毒装置壳体进行检查，结果应符合4.4.3的要求，试验方法见附录A。

### 5.2.6 紫外灯寿命

紫外灯寿命试验方法见附录B，结果应符合4.4.4的要求。

### 5.2.7 结垢系数

紫外灯套管的结垢系数试验方法见附录C，结果应符合4.4.5的要求。

### 5.2.8 紫外线辐照剂量

通过照度计直接测量消毒装置的紫外线辐照剂量，结果应符合4.4.6的要求。

### 5.2.9 环境适应性

消毒装置的电气和电子部分应按MEPC.174(58)《压载水管理系统认可导则》(G8)要求，进行环境试验，结果应符合4.5的要求。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

检验分型式检验和出厂检验。

### 6.2 检验条件

除另有规定外，应在自然大气条件下进行各种试验。

### 6.3 型式检验

6.3.1 紫外消毒装置的生产有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 申请型式认可时；
- b) 首制产品，包括转厂生产的首制产品；
- c) 产品定型鉴定时；
- d) 因产品结构、工艺或主要材料的更改足以影响产品性能时；



- e) 停产一年再恢复生产时;
  - f) 主管检验部门要求时。
- 6.3.2 型式检验抽样与检验项目为:
- a) 在出厂检验合格的产品中, 随机抽取 1 台~2 台装置进行型式检验;
  - b) 型式检验的项目为见表 1。

表1 检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求章条号	检验方法章条号
1	外观质量	●	●	4.1	5.2.1
2	材料	●	●	4.2	5.2.2
3	生物有效性	●	-	4.4.1	5.2.3
4	密封性	●	●	4.4.2	5.2.4
5	耐压性	●	●	4.4.3	5.2.5
6	紫外灯寿命	●	-	4.4.4	5.2.6
7	结垢系数	●	-	4.4.5	5.2.7
8	紫外线辐照剂量	●	●	4.4.6	5.2.8
9	环境适应性	●	●	4.5	5.2.9
注: ●必检项目; -不检验项目					

6.3.3 合格判断

当消毒装置所有检验项目均符合要求时, 则判该消毒装置为型式检验合格; 当消毒装置任一检验项目不符合要求时, 允许更换或维修后重新检验, 若符合要求, 则判定消毒装置型式检验合格; 若仍不符合要求, 则判该消毒装置为型式检验不合格。

6.4 出厂检验

6.4.1 检验项目

出厂检验的项目见表1。

6.4.2 受检样品数

每套设备均应进行出厂检验。

6.4.3 合格判断

当消毒装置所有检验项目均符合要求时, 则判该消毒装置为出厂检验合格; 当消毒装置任一检验项目不符合要求时, 允许更换或维修后重新检验, 若符合要求, 则判定消毒装置出厂检验合格; 若仍不符合要求, 则判该消毒装置为出厂检验不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

紫外消毒装置上应有标志牌, 并且安装在装置的明显位置上, 其内容包括:

- a) 设备名称;
- b) 产品编号;
- c) 生产日期;
- d) 厂家名称;
- e) 船检标志。

## 7.2 包装

7.2.1 设备包装应符合 GB/T 13384—2008 中 5.1 和 5.2 规定的要求。

7.2.2 紫外消毒装置包装箱内应包括下列文件:

- a) 设备检验合格证;
- b) 设备使用说明书;
- c) 设备主要配件清单;
- d) 装置总图、电控箱总图、电气原理图及外部接线图。

7.2.3 包装标志应符合 GB/T 191 规定的要求,并标明“易碎物品”、“向上”、“怕晒”、“怕雨”、“禁止翻滚”、“重心”等图示标志。

## 7.3 运输

7.3.1 装置的运输应轻装轻卸,途中不得拖拉、摔碰,挤压。

7.3.2 紫外灯在运输过程中应避免雨雪淋袭、强烈的机械振动和冲击以及重物的挤压。

## 7.4 贮存

7.4.1 紫外灯应贮存在干燥、清洁、通风的库房内,空气中不应有腐蚀性气体。

7.4.2 装置及备件入库后应及时检查包装是否完好。

7.4.3 采用箱装贮存方式。

附 录 A  
(规范性附录)  
消毒容器耐压试验方法

A.1 试验准备

试验时应准备如下器材:

- a) 一套装配完成管路系统的消毒容器;
- b) 消毒容器上设置一套经过校正的电容式数显压力表;
- c) 在消毒容器出口设置一台调节阀;
- d) 一台水泵。

A.2 试验方法和步骤

试验步骤如下:

- a) 启动系统, 调节消毒容器出口调节阀, 至工作压力显示为 0.30 MPa;
- b) 保持 30min, 严格监控压力表数值和容器的渗漏情况和工作情况;
- c) 调节消毒容器出口调节阀, 使工作压力升至 0.40 MPa, 保持 15 min;
- d) 调节消毒容器出口调节阀, 使工作压力升至 0.45 MPa, 保持 10 min;
- e) 调节消毒容器出口调节阀, 使工作压力降至 0.30 MPa, 保持 30 min;
- f) 调节消毒容器出口调节阀, 使工作压力升至 0.45 MPa, 保持 10 min;
- g) 关闭水泵, 全开调节阀, 试验结束。

如在上述步骤中任何一步出现问题, 整个试验应重新启动。

附 录 B  
(规范性附录)  
紫外灯管使用寿命试验方法

B.1 紫外灯管使用寿命的计算方法

紫外灯管每启动一次，其灯丝上的活性物质消耗相当于连续工作3 h的消耗。若紫外灯管不是持续点亮，则使用寿命试验时应按公式 (B. 1) 进行启动次数修正。即

$$T_z = t_z + 3n \dots\dots\dots (B. 1)$$

式中：

- $T_z$ ——使用寿命，单位为小时 (h) ；
- $t_z$ ——紫外输出功率衰减到新灯管60 %时经过的时长，单位为小时 (h) ；
- $n$ ——启动次数。

在试验中通过公式 (B. 2) 推算紫外灯管的使用寿命：

$$T_z = [(t_e + 3n) \times 0.4 I_0] \div (I_0 - I_e) \dots\dots\dots (B. 2)$$

式中：

- $T_z$ ——使用寿命，单位为小时 (h) ；
- $n$ ——试验期内启动次数；
- $t_e$ ——试验时长，单位为小时 (h) ；
- $I_0$ ——初始光强，单位为微瓦每平方厘米 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) ；
- $I_e$ ——试验终了光强，单位为微瓦每平方厘米 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) 。

B.2 紫外灯管使用寿命的试验方法

紫外灯管使用寿命的试验方法如下：

- a) 采样点选择：紫外线传感器的采样点距离灯管最近处的直线距离不大于 50 mm，距离灯管的两头不小于 200 mm，每支灯管至少设置 5 个采样点（用 A、B、C、D、E 表示）；
- b) 采样时间间隔：一般控制在 24 h 之内，推荐 12 h；
- c) 采样方式：可连续采样，也可间隔采样，其读数时间应在灯管启动 1 h 后；
- d) 根据灯管正常运行的时间来推断其使用寿命，推定时间不应小于理论寿命的十分之一。

B.3 推定法试验数据的记录和处理

紫外灯管的推定法试验数据的记录和处理见表B. 1。



表B.1 试验数据的记录和处理表

试验时间 h	紫外线辐照强度 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$					
	A	B	C	D	E	平均
初始						$I_0$
1						
13						
25						
37						
49						
61						
73						
85						
.....						
$t_e$						

附 录 C  
(规范性附录)  
紫外灯套管结垢系数试验方法

C.1 试验准备

准备4支点亮时间在100 h以上、400 h以下的灯管，编号分别为1#、2#、3#和4#。在相同的工作条件和状态下进行，准备一套消毒容器，以及配套管路和电路系统。配套系统中设置辐照强度采样点5处，采样点距灯管的垂直距离不大于50 mm，距灯管的两端不小于200 mm。

C.2 试验方法和步骤

试验按照如下步骤进行：

- a) 在套管无结垢的状态下，1#~4#灯管均装入同一根套管测试辐照强度并记录；
- b) 将一根新灯管装入套管，正常运行一个时间段，一般为 7 d~30 d；
- c) 将 1#~4#灯管再次装入同一根套管测试辐照强度并记录；
- d) 按公式 (C.1~C.3) 进行数据处理得出此时的结垢系数。

C.3 试验数据的记录和处理

试验数据的记录见表C.1。

