

# T/SZSA

## 团体标准

T/SZSA 014.2—2025

代替T/SZSA 014.2—2024

### LED 集鱼灯技术规范

### 第2部分：LED 水下集鱼灯

2025-11-10 发布

2025-11-10实施

深圳市半导体产业发展促进会

发布

# 目 次

前言.....	III
引言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 分类与命名规则.....	4
4.1 按光色分类.....	4
4.2 按控制方式分类.....	5
4.3 命名规则.....	5
5 要求.....	6
5.1 硬件环境.....	6
5.2 结构与外观.....	7
5.3 安全要求.....	7
5.4 光学电学性能.....	8
5.5 电磁兼容性.....	9
5.6 宣称寿命与辐射通量维持率.....	9
5.7 环境适应性.....	10
5.8 有害物质限值.....	10
6 检验方法.....	10
6.1 硬件环境监测.....	10
6.2 结构与外观检测.....	11
6.3 安全要求检测.....	11
6.4 光学电学性能检测.....	11
6.5 电磁兼容性检测.....	11
6.6 宣称寿命与辐射通量维持率检测.....	12
6.7 环境适应性检测.....	12
6.8 有害物质限值检测.....	13
7 检验项目及检验规则.....	13
8 标志、包装、运输和储存.....	14
8.1 标志.....	14
8.2 包装.....	15
8.3 运输.....	15
8.4 贮存.....	15
附录 A（资料性附录） LED 水下集鱼灯功率及照度测试图.....	16
附录 B（资料性附录） LED 水下集鱼灯水压/IP 测试图及试验方法.....	17

## 前 言

本标准按照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》的规定编制。

——T/SZSA 014.1—2025 LED集鱼灯技术规范 第1部分：LED船上集鱼灯；

——T/SZSA 014.2—2025 LED集鱼灯技术规范 第2部分：LED水下集鱼灯。

本标准**为LED集鱼灯技术规范第2部分**。

本部分的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由深圳市LED产业标准联盟提出。

本标准由深圳市半导体产业发展促进会归口管理。

本标准主要起草单位：惠州伟志电子有限公司、深圳市计量质量检测研究院、深圳市半导体产业发展促进会、浙江省舟山市海光明电器有限公司、浙江省舟山市中国水产舟山海洋渔业公司、广东海洋大学（湛江）、浙江省舟山市海光明电器有限公司、浙江省舟山市中国水产舟山海洋渔业公司、深圳市计量质量检测研究院、深圳市斯派克光电科技有限公司、德士达半导体技术开发(湖州)有限公司、瑞谷科技(深圳)有限公司、深圳市德普威科技发展有限公司、深圳清华大学研究院、北京大学深圳研究生院、深圳市标准技术研究院、深圳市日上光电有限公司、深圳市斯派克光电科技有限公司、深圳市瑞丰光电电子有限公司、深圳市九洲光电子有限公司、深圳航嘉驰源电气股份有限公司、中国科学院深圳先进技术研究院、深圳大学、深圳市灯光环境管理中心、深圳市帮贝尔电子有限公司。

本标准主要起草人：苏遵惠、蔡纯、吴建国、石胜旗、师文庆、熊正烨、张云峰、刘淮源、钱可元、曹小兵、鲍恩忠、李菊欢、彭鹿华、曾安妮、武广敬、权薇、蒋婷、何雨霞、杨宇、余新星、钟浩、敬刚、武广敬、吴春海、郑代顺、郭俭、金鹏、余建华、巨祥生、庄杰富、胡益民、吴冠、杨光。

本标准于2017年首次发布，本次为第二次修订。

# 引 言

众所周知，占地球70%的海洋蕴藏着丰富的石油、天然气及矿物资源，还拥有丰富的生物资源，提供给人类以鱼类和甲壳类、头足类为代表的食物或饲料。海洋中约有20余万种生物，其中已知鱼类约1.9万余种，头足类、甲壳类约2万余种（以下统称为“鱼类”）。科学家从食物链的学说出发，用可测试估算的全球海洋浮游植物和海底植物年产量为基准，对世界海洋渔业资源进行测算：世界海洋浮游植物和海底植物年产量约5000亿吨，折合鱼类年生产量约6亿吨，除幼鱼及自然消亡外，约有50%的资源量为可捕量，即世界海洋中鱼类年可捕量约3亿吨。而自2000年以来，虽然每年鱼类捕获量有所增加，但基本保持在1亿吨左右，所以，海洋鱼类资源还有相当的开发前景。而近海由于人类活动、环境恶化和过度捕捞，鱼类愈来愈少，人们不得不借用渔轮驶向远海和远洋；为了提高捕获量和时间效率，不仅白天捕捞，晚上也需要进行海上捕捞作业，便应用灯光进行诱鱼捕捞，这就是集鱼灯诞生的前提和背景。所以，集鱼灯也叫“捕鱼灯”或“诱鱼灯”。

趋光性是鱼类及其他水产经济动物对光刺激产生定向行为反应的特性。鱼类趋向光源的定向行为称正趋光性，而背离光源的行为称负趋光性；利用鱼类的趋光性，可以借助该特性设计正趋光性的光源，在光谱设计、照度控制、灯光闪烁等方面技术开发应用，提高渔获量；同时，也注意到避免产生驱赶鱼类的负趋光性的光谱、照度和灯光闪烁等。

灯光捕鱼的要求主要有如下因素有关：其一，不同的鱼眼对不同的色温和色品的敏感曲线是不相同的。一般而言底层鱼类感受光谱范围约为410~650nm，上层鱼类感受的光谱范围约为400~750nm；而对于某一种鱼类的敏感光谱则为较窄的光谱，如头足类（主要包括乌贼、鱿鱼、章鱼等）的光谱吸收峰值依种类不同，有的为475~500nm，有的为470~522nm；其二，鱼类有一定的适宜照度范围，并在这种照度的水层内集群；其三，鱼类对照度的敏感性与水温高低和月光（背景光）强弱有关，如水温越高趋光性越弱，晚上月光明亮趋光集群效果就较差；其四，可见光在海水中传播时，由于光被吸收和散射的作用，光强度随着深度增加不断衰减，不同波长衰减系数也不一样，长波衰减快，短波衰减慢；衰减系数还与海水中的有机物、悬浮物的浓度有关，如近海光衰大，外海光衰小；不同光源由于在海水中的衰减，其诱集范围也会发生变化。集鱼技术的理论依据，来源于长期的试验和实践，而这些规律又给我们对集鱼灯的光谱范围和发光强度设计提供了相应的依据。这样，就可以利用鱼类的趋光性，使分布在大范围的鱼群聚集在小范围内，形成密集的可捕鱼群进行捕捞。

集鱼灯是光诱捕鱼作业中最主要的助捕设备，可分为船上灯和水下灯两类。特别是水下集鱼灯不仅可以在晚上将深层的鱼群诱集到较浅的水层进行捕捞作业，还可以在白天将大型鱼群聚集在一定深度水层进行捕获。目前，集鱼灯以金属卤钨灯为主，金属卤钨灯(HID)属热光源，即大部分能源转换成热能，一部分能源转换成光能。开发金属卤钨灯进行捕捞，由于灯光的作用，使渔业捕获量有大幅度提升，但金属卤钨灯仍有其不可克服的弊端，主要表现在：1) 发光效率不够高，需要较大的船用动力，浪费大量能源；2) 金属卤钨灯的发光频谱是从紫外光至红外光，又是立体360°发光，所以光利用率低；3) 中心波长不可调节，不适应不同鱼类对不同光谱的趋光性的要求；4) 由于受工作原理限制，只能用玻璃外壳，机械强度差，易破裂，防水性能差，难以适应海上作业的恶劣环境，特别不适用于水下灯；5) 卤钨灯破裂后可能释放有害物质（如重金属“镉”“铊”等）对海水产生污染；6) 使用寿命短，一般金属卤钨灯的使用寿命只有3000h左右，使用和维护成本很高。

发光二极管(Light Emitting Diode, LED)是一种直接将电能转化为可见光和辐射能的半导体器件，属冷光固态光源。在我国已经具有近20年的发展历程，自2010年以来，已经进入大量应用的成熟阶段，广泛应用于显示光源、室外照明、室内照明、装饰照明、特种照明等多个领域。从2012年开始对LED集鱼灯进行研发和产业化制造，其相对金属卤钨灯的主要优势在于：1) 实际应用效果证明，用300W的LED集鱼灯可替代1000W金属卤钨灯，使能耗降低70%以上；2) LED发光对电流的响应极快，只需通过调整电流就可以调节光的强度和色品，因此可根据捕捞鱼类品种不同和环境的变化，实现控制和调节亮度、色

温和色品的功能；3) LED是固态光源,使用寿命可达2.5万小时以上;4) LED集鱼灯为全固体结构,抗震、抗冲击力强,密封防水结构易达到深水使用要求,维护极为方便;5) LED 无对集鱼无效的紫外和红外辐射,且LED 发光大部分集中会聚于人们所需要辐射的区域,发散角小,可以更有效地利用辐射光。

可见,就如LED照明灯具在日常照明中替代白炽灯一样,LED集鱼灯替代金属卤钨灯集鱼灯是海洋捕捞光源发展的必然趋势。所以按照收集的资料、海洋捕捞船上的实际应用中的要求、效果及总结出的规律,编写了本标准,以此作为规范LED集鱼灯的设计、制造、测试及供货检验的依据。

我们将会根据LED的发展、集鱼灯实际应用新的需求、对鱼类趋光性的精准试验,不断充实、完善和修正本标准,使之指导下的LED集鱼灯成为LED家族中的又一枝奇葩。

# LED 集鱼灯技术规范

## 第 2 部分：LED 水下集鱼灯

### 1 范围

本部分规定了LED水下集鱼灯（也称为“水下诱鱼灯”、“水下捕鱼灯”，以下简称“水下灯”）的定义，分类，技术要求，检验方法，检验规则以及标志、包装、运输、贮存的要求。

本部分适用于近海和远洋捕鱼船上用，置于捕捞船周边的水下，用来诱捕鱼类的LED照明集鱼灯。它是水下灯设计、制造、测试、安装、验收、使用、质量检验和制订各种分类型技术标准、技术文件的主要依据。

本部分不适用于水下集鱼灯以外具有其他特殊要求用的LED照明集鱼灯产品，如LED船上集鱼灯产品；也不适用金属卤钨灯（metal halide lamp [HID]）类的集鱼灯产品。

### 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 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）（IEC 60529:2013）

GB 7000.1 灯具 第1部分：一般要求与试验（IEC 60598-1: 2003, IDT）

GB 7000.201 灯具 第2-1部分：特殊要求 固定式灯具（IEC 60598-2-1: 1987, IDT）

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 $\leq 16\text{A}$ ）

GB 17743 电器照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法（CISPR 15: 2005, IDT）

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划（ISO 2859-1: 1999, IDT）

GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB/T 2900.65 电工术语 照明（IEC 60050-845: 1987, MOD）

GB/T 2900.66 电工术语 半导体器件和集成电路

GB/T 18595 一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求（IEC 61547: 1995, IDT）

GB/T 24824 普通照明用LED模块测试方法

GB/T 2423.1-2008/IEC 60068-2-1:2007 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A:低温

GB/T 2423.2-2008/IEC 60068-2-2:2007 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B:高温

GB/T 2423.3-2016/IEC60068-2-78 环境试验 第2部分：试验方法试验Cab:恒定湿热试验

GB/T 2423.5-2019/IEC 60068-2-27:2008 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击

GB/T 2423.21-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击

GB/T 2423.22-2012/IEC 60068-2-14:2009 环境试验 第2部分：试验方法试验N:温度变化

GB/T 4857.10/ISO8318-2000 包装 运输包装件基本试验 第10部分：正弦变频振动试验方法

GB/T 4857.5 包装 运输包装件 跌落试验方法

GB/T 14113-1993 半导体集成电路封装术语

### 3 术语和定义

## 3.1

**LED集鱼灯 LED fish aggregating lamp**

一种由LED光源、控制装置（一般为供电电源）、光分配部件、金属支架和外壳组成的LED照明集鱼灯，是一种根据鱼类趋光性的特征，用于近海和远洋捕鱼船上用灯光诱捕鱼类的LED照明集鱼灯。也称为“诱鱼灯”或“捕鱼灯”。

## 3.2

**LED船上集鱼灯 LED up ship fish aggregation lamp**

用于近海和远洋捕鱼船，置于捕鱼船上，用来诱捕鱼类的LED照明集鱼灯。

## 3.3

**LED水下集鱼灯 LED underwater fish aggregation lamp**

用于近海和远洋捕鱼船，置于捕鱼船边的水下，用来诱捕鱼类的LED照明集鱼灯。

## 3.4

**LED白光集鱼灯 LED white fish aggregation lamp**

用蓝色LED芯片加荧光粉而诱发白光的LED集鱼灯。

## 3.5

**LED单色光集鱼灯 LED monochrome fish aggregation lamp**

用单色LED芯片（或红色，或绿色，或蓝色，或黄色等）组成的LED集鱼灯。

## 3.6

**LED合成式光源集鱼灯 LED compound fish aggregation lamp**

用单色LED芯片（红色，绿色，蓝色等LED芯片，或另加白色LED芯片），经过调节或控制各种芯片的电参数比例，合成不同颜色的LED集鱼灯。

## 3.7

**可控式LED集鱼灯 controllable LED fish aggregation lamp**

通过调节或控制集鱼灯的电参数，改变集鱼灯的亮度、或色温、或亮度和色温、或色品，实现单灯控制或整体控制的LED集鱼灯。

## 3.8

**辐射通量 Radiant flux**

$$\Phi_0$$

单位时间内通过某一截面的辐射能，又称为辐射功率。

注1：辐射通量用瓦（W）表示；

注2：波长为 $\lambda$ 的辐射通量与 $\lambda$ 值有关。

## 3.9

**总辐射通量 Total Radiant flux**

$$\Phi_0$$

各个谱段辐射功率之和或辐射通量的积分值。

$$\Phi_0 = dQ / dt \dots \dots \dots (1)$$

注：总辐射通量用瓦 (W) 表示。

### 3.10

**光辐射通量比值 Radiant flux ratio**

$\eta_R$

通过发光二极管的正向电流为规定值时，器件光发射的辐射功率  $\Phi_0$  与器件电功率的比值。

$$\eta_R = \Phi_0 / P \dots \dots \dots (2)$$

### 3.11

**额定值 rating**

LED照明产品在规定的工作条件下其特定数值，该值及条件由本标准规定，或由制造商或销售商规定。

### 3.12

**额定功率 rated power**

$P_m$

厂家标称的在额定电参数条件下LED照明产品工作所耗费的功率。

注：额定功率用瓦 (W) 表示。

### 3.13

**初始值 initial value**

LED照明产品在额定条件下点亮2h后所测得的光电参数值。

### 3.14

**相关色温 correlated colour temperature**

CCT

黑体轨迹上，和某一光源的色品坐标相距最近的那个黑体的绝对温度，即为该光源的相关色温。

[GB/T 5838-1986, 定义 3.31]

注：相关色温用K表示。

### 3.15

**初始发光效率 initial luminous efficacy of light source**

$\eta_0$

LED照明产品发光效率的初始值。

注：初始发光效率用瓦 (W) 表示。

### 3.16

**辐射通量维持率 Radiant flux maintenance**

$\delta_\Phi$

LED照明产品在规定的工作条件下点亮，在寿命期间内一特定时间的辐射通量与初始辐射通量之比。

示例：1000 小时的辐射通维持率为 96%，表示为：96%[1000h]。

注：辐射通量维持率用百分比[小时] (%[h]) 表示。

### 3.17

**寿命 life time**

$T_s$

LED照明产品在规定工作条件下,光通量或照度衰减到初始值的70%时的工作时间,或集鱼灯已经出现异常、或不能正常启动所经历的时间。

注:寿命用小时(h)表示。

### 3.18

**宣称寿命** alleging life time

$T_{as}$

由LED集鱼灯制造商、或供应商所承诺的,而不是实际检测的LED集鱼灯在规定工作条件下,光通量或照度衰减到初始值的70%时的工作时间,或集鱼灯已经出现异常、或不能正常启动所经历的时间。

注:宣称寿命用小时(h)表示。

### 3.19

**开关次数** off and on time

LED照明产品加电或断电的次数。

### 3.20

**灯壳温度** case temperature

$T_k$

LED集鱼灯工作时,人手可触摸到的灯壳外表面的最高温度。

注:灯壳温度用摄氏度(°C)表示。

### 3.21

**有害物质** hazardous substance

电子电气产品中限用的六种物质(铅、镉、汞、六价铬、多溴联苯、多溴二苯醚)。

注:根据标准IEC 62321-2008定义。

## 4 分类与命名规则

### 4.1 按光色分类

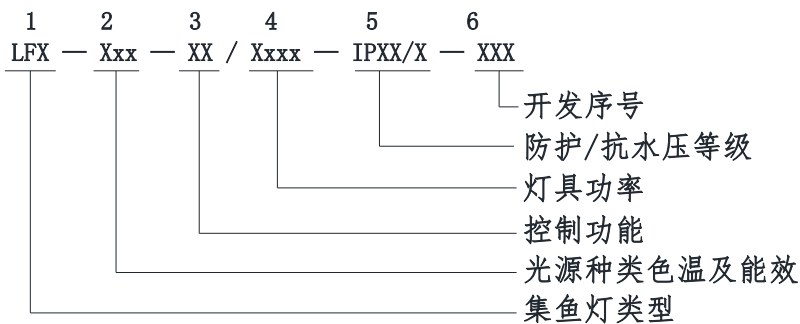
按水下灯所用的LED光色分为白光集鱼灯(W)、单色光集鱼灯(或R,或G,或B)、合成光集鱼灯(C)(即由R/G/B/W中2种或2种以上LED合成光)。

### 4.2 按控制方式分类

按控制方式分为可控式集鱼灯(C)和不可控式集鱼灯(CN),其中可控式集鱼灯(C)又分为自动控制或遥控方式(CA)和手动调节方式(CH)。

### 4.3 命名规则

按照以上分类方法,制定船上集鱼灯编码规则,如图1所示。



注1: 集鱼灯类型代号, 由3位大写字母组成。

注2: 光源种类、相关色温及能效等级代号, 由1位大写字母, 1位小写字母和1位数字(或2位数字)组成。

注3: 控制功能代号, 由2位大写字母组成。

注4: 功率代号, 由1位大写字母和3位数字组成。

注5: 防护/抗水压等级代号, 由2位大写字母 IP 和2位数字及“/”后1位数字组成。

注6: 开发序号代号, 由1位大写字母和2位数字组成。

图1 LED水下集鱼灯编码规则图示

水下灯命名规则及举例见表1。

表1 LED水下集鱼灯命名规则及举例

顺序	组成		表示意义	举例	举例表示意义
1	3位大写字母		集鱼灯类型	LFU	LED水下集鱼灯
2	白 光	1位大写字母W, 1位小写字母和1位数字	白光/相关色温/能效等级	Wn1	正白光, 能效1级
	其 他	1位大写字母和2位数字	单色或合成光/光辐射通量比	B45	蓝光, 光辐射通量比值为45%
3	2位大写字母		控制功能	CH	手动调节控制
4	1位大写字母和3位数字		电源功率值	D301	直流恒流输入300W
5	2位大写字母和3位数字		抗水压等级/防护等级	IP68/0	防尘: 完全防止灰尘侵入 防水: 防止持续潜水 抗水压: 一般水压 ( $\leq 0.3\text{MPa}$ )
6	1位大写字母和2位数字		特有代号和开发序号	X13	XX第1代第3次修改方案
<p>注1: 集鱼灯类型代号由3位大写字母“LFX”组成, “LFA”表示“LED船上集鱼灯”; “LFU”表示“LED水下集鱼灯”。</p> <p>注2: 光源种类由1位大写字母和一位小写字母+1位数字(或2位数字)组成, 由以下规则定义:  W——白光LED: (LED white light) 由1位大写字母和一位小写字母+1位数字组成。  Ww——高色温白光(5700—6500K), Wn——正白光(4000—5000K), Wc——低色温白光(2700—3500K);  能效等级代号: 能效等级与色温配合分为3级共9等, 用1位数字(1, 2, 3)表示。  R——红光LED: (LED red light) 由1位大写字母R和2位数字(光辐射通量比值)组成;  G——绿光LED: (LED green light) 由1位大写字母G和2位数字(光辐射通量比值)组成;  B——蓝光LED: (LED blue light) 由1位大写字母B和2位数字(光辐射通量比值)组成;  C——合成光LED: (一般由R/G/B/W合成)由1位大写字母C和2位数字(光辐射通量比值)组成。  只有白光才有相关色温, 其他单色LED和合成光LED没有相关色温代号; 在表示光源种类字母后面加2位数字, 表示光辐射通量比值。</p> <p>注3: 水下灯控制功能由2位大写字母组成, 由以下规则定义:  CN——无控制功能;  CA——具有按程序自动控制或遥控控制功能;  CH——具有手动调节功能。</p> <p>注4: 电源功率代号, 包括1位大写字母和3位数字组成, 由以下规则定义:  a) 交流电源定义规则: 用交流电源供电的水下灯, 数据前加“A”再加3位表示额定功率的数字, 单位为W; 前2位为功率有效值, 第3位为10的幂指数;</p>					

b) 直流电源定义规则：用直流电源供电的水下灯，数据前加“D”再加3位表示额定功率的数字，单位为W；前2位为功率有效值，第3位为10的幂指数。

注5：防护/抗水压等级，用2位大写字母和2位数字及“/”后1位数字表示：

2位字母IP表示“防护等级”；

第1位数字：表示防异物和防尘等级；第2位数字：表示防水等级；

“/”后面1位数字表示抗水压等级：

0——一般水压水下灯：水深小于50m ( $p < 0.5 \text{MPa}$ )；

1——低水压水下灯：水深50~100m ( $0.5 \text{MPa} < p \leq 1.0 \text{MPa}$ )；

2——中水压水下灯：水深100~200m ( $1.0 \text{MPa} < p \leq 2.0 \text{MPa}$ )；

3——高水压水下灯：水深200~300m ( $2.0 \text{MPa} < p \leq 3.0 \text{MPa}$ )。

注6：开发序号，包括1位大写字母和2位数字，其中1位大写字母由制造商确定，表示产品特有代号；2位数字表示产品设计代和改进流水号。

## 5 要求

### 5.1 硬件环境

由于海洋捕捞用电通常使用柴油发电机供电，用于水下灯检测的交流电源电压范围应为：

或  $(110\text{V} + 20\% \geq V \geq 110 \text{V} - 10\%)$ ；

或  $(220\text{V} + 20\% \geq V \geq 220 \text{V} - 10\%)$ ；

或  $(380\text{V} + 20\% \geq V \geq 380 \text{V} - 10\%)$ ；

或按产品说明书的额定电压选用；电源频率应为50Hz  $\pm$  5%，或60Hz  $\pm$  5%。

一般在一般水压和低水压情况下，推荐交流电源在船上经控制装置和控制后，用安全低压直流电源入水供电，以确保人身安全；但是在中水压和高水压情况下推荐采用交流供电，在水下近光源处用控制装置将交流电源变成低压直流电源供电。

LED水下灯应在灯体全部浸置于水中进行工作状态试验。

#### 5.1.1 环境温度要求

水下灯的检测环境温度为  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，或按产品相应测试条件要求。

#### 5.1.2 环境湿度要求

水下灯的检测环境湿度为  $(60 \pm 20)\%$ ，或按产品相应测试条件要求。

#### 5.1.3 环境气压要求

水下灯的检测环境气压应满足GB/T 2423.21-2008中的规定。

#### 5.1.4 水压环境要求

水下灯应根据设计最大允许水深值在以下深度或相对水压的条件下中进行。

设定：0——一般水压水下灯：水深小于50m ( $p < 0.5 \text{MPa}$ )；

1——低水压水下灯：水深50~100m ( $0.5 \text{MPa} < p \leq 1.0 \text{MPa}$ )；

2——中水压水下灯：水深100~200m ( $1.0 \text{MPa} < p \leq 2.0 \text{MPa}$ )；

3——高水压水下灯：水深200~300m ( $2.0 \text{MPa} < p \leq 3.0 \text{MPa}$ )。

## 5.2 结构与外观

### 5.2.1 外观

水下灯外观要求如下:

- a) 水下灯结构件材质要求:组成水下灯结构件的材质应具有抗盐水下长时间的腐蚀性,推荐材质为不锈钢、或防腐合金铝,或碳素钢表面进行防腐处理,金属件应无锈蚀现象;
- b) 水下灯外壳如有防腐处理涂层,应无脱漆、气泡、变色和明显色差现象。
- c) 水下灯光源的照射角度应在规定的范围内可调节,角度调节后具有紧固功能;
- d) 水下灯外壳应无破损,无明显划痕和污迹,无变形现象。

### 5.2.2 光源和电源外壳防护等级

外壳防护等级要求如下:

- a) 水下灯的光源外壳及置于水下的防水控制装置(电源)及接插件的防护等级应达到 IP68 规定的要求;如用于深水区域(深度大于 50m)的水下灯应按照水深的压力进行加压防水试验;(见附录 B)
- b) 水下灯用电源和控制装置如置于船上与水下灯分离式的,防护等级应不低于 IP65,或合同规定的要求;水下灯用控制装置和控制器如置于水下与水下灯一体式的,防护等级应满足在对应水压条件下的 IP68 要求。

## 5.3 安全要求

### 5.3.1 绝缘电阻

水下灯的电源对外壳的绝缘电阻不应低于GB7000.1第10.2.1条中表10.1规定的数值。

### 5.3.2 电气强度

水下灯可承受GB7000中第10.2.2条规定的试验电压,将试验电压施加于GB7000.1第10.2.2条中表10.2中列举的绝缘两端,时间为1min,不应发生闪络或绝缘击穿。

### 5.3.3 外壳温升

水下灯在规定条件下(在全部集鱼灯浸入常温水下)正常使用2h后,水下灯外壳的额定最高温度应不高于55℃。

## 5.4 光学电学性能

### 5.4.1 功率

水下灯的实测功率与额定功率的偏差应符合以下要求:

$$P_o (1+10 \%) \geq P \geq P_o (1-10 \%) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

P—水下灯的实测功率值;

P<sub>o</sub>—水下灯的额定功率值。

### 5.4.2 功率因数

水下灯的功率因数(cos φ)应不低于表2数据。

表2 LED 水下集鱼灯的功率因素要求表 (cos φ)

水下灯功率	最小功率因数
W ≤ 100W	0.90
100W < W ≤ 300W	0.92
W > 300W	0.95

### 5.4.3 初始辐射通量

水下灯的初始辐射通量 ( $\Phi_0$ ) 应不低于额定辐射通量的95%。

#### 5.4.4 白光相关色温及辐射通量效率

- 白光船上灯的相关色温 (CCT) 可按照用户要求在色温 w、n、c 中选取;
- 白光船上灯的实测色品参数与标称色品参数的偏差应符合表 3 的要求;
- 单色光及合成光 LED 船上灯的光辐射通量 (也称“光辐射功率”, “光功率”) 比值应不低于 30%。

注: 光辐射通量比值的计算方法见 3.10

表 3 白光 LED 水下集鱼灯的初始色品性能要求表

标称 CCT	色温代号	色品参数				
		中心色品坐标		色温允许范围 (CCT)	色品坐标允许范围	
		x	y		x	y
6500K	w	0.2123	0.3282	6530K±510K	0.3205	0.3282
					0.3028	0.3304
					0.3068	0.3113
					0.3221	0.3261
5700K		0.3287	0.3417	5665K±355K	0.3376	0.3616
					0.3207	0.3462
					0.3222	0.3243
					0.3366	0.3369
5000K	n	0.3447	0.3553	5028K±283K	0.3551	0.3760
					0.3376	0.3616
					0.3366	0.3369
					0.3515	0.3487
4500K		0.3611	0.3658	4503K±243K	0.3736	0.3874
					0.3548	0.3736
					0.3512	0.3465
					0.3670	0.3578
4000K	0.3818	0.3797	3985K±275K	0.4006	0.4044	
				0.3736	0.3874	
				0.3670	0.3578	
				0.3898	0.3716	
3500K	c	0.4073	0.3917	3465K±245K	0.4299	0.4165
					0.3996	0.4015
					0.3889	0.3690
					0.4147	0.3814

3000K		0.4338	0.4030	3045K±175K	0.4562	0.4260
					0.4299	0.4165
					0.4147	0.3814
					0.4373	0.3893
2700K		0.4578	0.4101	2725K±145K	0.4813	0.4319
					0.4562	0.4260
					0.4373	0.3893
					0.4593	0.3944

## 5.5 电磁兼容性

5.5.1 水下灯的无线电骚扰特性应符合 GB17743 的要求。

5.5.2 水下灯的电磁兼容抗扰度应符合 GB/T 18595 的要求。

5.5.3 水下灯输入电流谐波的要求应符合 GB 17625.1 的要求。

## 5.6 宣称寿命与辐射通量维持率

5.6.1 水下灯的宣称寿命应不低于 25,000 h。

5.6.2 水下灯 3000 h 的辐射通量维持率应不低于初始辐射通量的 92% (92%[3000h])。

5.6.3 水下灯 6000 h 的辐射通量维持率应不低于初始辐射通量的 90% (90%[6000h])。

5.6.4 水下灯应能通过至少 5000 次的正常开关试验，仍能够正常工作。

## 5.7 环境适应性

水下灯应满足以下的环境适应性要求。

### 5.7.1 温度及湿度

a) 推荐温度范围：

工作环境温度：-20℃ ~ +40℃；

贮存环境温度：-40℃ ~ +55℃。

### 5.7.2 振动

水下灯可承受在汽车、火车、飞机、轮船等运输、装卸、搬动中受到的振动；水下灯在正常工作状况下，能经受不低于 8 级风浪的应力(风速：62~74Km/h，17.2~20.7m/s；浪高：5.5~7.5m。)3min 后，能正常工作。

### 5.7.3 冲击

水下灯的抗冲击性应符合 GB/T2423.5-2019(IEC 60068-2-27)的要求

### 5.7.4 运输

水下灯可使用汽车、火车、飞机、海轮等普通运输工具运输。

## 5.8 有害物质限值

水下灯均值材料中所用金属件、塑料件中铅、镉、汞、六价铬、多溴联苯、多溴二苯醚的含量，应符合标准 IEC 62321 的规定。

注：针对限值，欧洲要求是 2005.618. EC 指令，中国要求是行业标准 SJ/T11363。

## 6 检验方法

### 6.1 硬件环境监测

#### 6.1.1 电源检测

用于水下灯检测用的交流电源电压的检测结果应符合5.1.1的要求。

#### 6.1.2 环境温度检测

水下灯检测环境的温度的检测结果应符合5.1.2要求。

#### 6.1.3 环境湿度检测

水下灯检测环境的湿度的检测结果应符合5.1.3要求。

#### 6.1.4 环境气压检测

水下灯检测环境的气压的检测结果应符合5.1.4要求。

#### 6.1.5 水压环境检测

水下灯应根据设计最大允许水深值在以下深度或相对水压的条件下中按照5.1.5要求进行。

设定：一般水压水下灯——水深不大于50m ( $p < 0.5\text{MPa}$ ) (标识符号为“0”)；

低水压水下灯——水深50~100m ( $0.5\text{MPa} < p \leq 1.0\text{MPa}$ ) (标识符号为“1”)；

中水压水下灯——水深100~200m ( $1.0\text{MPa} < p \leq 2.0\text{MPa}$ ) (标识符号为“2”)；

高压水下灯——水深200~300m ( $2.0\text{MPa} < p \leq 3.0\text{MPa}$ ) (标识符号为“3”)。

### 6.2 结构与外观检测

#### 6.2.1 外观检测

水下灯结构件材质要求按照5.2.1的要求进行抗盐水72h腐蚀检测，金属件应无锈蚀现象。

水下灯的外观检测采用目测的方法，检测结果应符合5.2.1的要求。

#### 6.2.2 外壳防护/抗水压等级检测

水下灯的外壳防护等级及抗水压等级，即在相应的水压条件下，按5.2.2条的要求进行外壳防护等级检测，检测结果应符合5.2.2的要求。

### 6.3 安全要求检测

水下灯的安全性能检测按照GB7000.1和GB7000.201的规定进行。安全检测应在盛水的容器中水下灯体全部浸泡在水中进行。

#### 6.3.1 绝缘电阻检测

水下灯绝缘电阻应按GB7000中10.2.1的要求进行检测，检测结果应符合5.3.3的要求。

#### 6.3.2 电气强度检测

水下灯抗电强度应按GB7000中10.2的要求进行检测，检测结果应符合5.3.4的要求。

#### 6.3.3 外壳温度

水下灯在额定条件下正常工作2h以后，对水下灯的外壳进行检测，检测结果应符合5.3.5的要求。

#### 6.4 光学电学性能检测

水下灯在额定条件下正常工作2h以后，对水下灯的光电性能进行检测，检测结果应符合5.4中各项要求。如果没有条件在浸水条件下检测水下灯光电参数，可采用以下方法检测：

- 1) 将被检测水下灯浸入盛水的容器中，并将水下灯灯体全部浸泡于水下；
- 2) 按额定条件给被检测水下灯供电，使其正常工作；
- 3) 在距离被检测水下灯一定垂直距离点测试其照度值，垂直距离为：0m, 1m, 3m, 10m, 30m 和 50m；
- 4) 在 30m 和 50m 处的照度值应不小于 0.02Lx。

#### 6.5 电磁兼容性检测

电磁兼容性检测应在盛水的容器中进行。检测要求如下：

- a) 水下灯的无线电骚扰特性按照 GB17743 的要求进行检测，检测结果应符合 5.5 的要求；
- b) 水下灯的电磁兼容抗扰度按照 GB/T 18595 的要求进行检测，检测结果应符合 5.5 的要求；
- c) 水下灯输入电流谐波的要求按照 GB 17625.1 的要求进行检测，检测结果应符合 5.5 的要求。

#### 6.6 宣称寿命与辐射通量维持率检测

6.6.1 水下灯的宣称寿命及辐射通量维持率检测按照 GB/T 24824-2009 的要求进行检测，检测结果应符合 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3 的要求。

6.6.2 水下灯的开关次数应置于额定的工作条件下，设置开关控制器为开 2s，断 5s 为一个循环，依靠测试装置自带的自动计数装置来计数，连续进行至少 5000 次循环实验以后，产品仍能正常工作，达到 5.6.4 的要求。

#### 6.7 环境适应性检测

##### 6.7.1 温度及湿度检测

水下灯温度及湿度检测在实验室用“高温试验箱”、“低温试验箱”、“湿度试验箱”、“高低温冲击试验箱”按以下要求进行检测，检测完成后，应能正常工作，达到5.7.1的要求。

##### 6.7.1.1 高温负荷检测

高温负荷检测按GB/T 2423.2-2008的规定在 $(40\pm 2)$ ℃条件下，水下灯在全部浸泡在水中，通电工作16 h，在室温条件下恢复2h后，对水下灯进行检查，应能正常工作，达到5.7.1.1的要求。

##### 6.7.1.2 低温负荷检测

低温负荷检测按GB/T 2423.1-2008的规定在 $(-20\pm 2)$ ℃条件下，在全部浸泡在水中，通电工作1h，在室温条件下恢复2h后，对水下灯进行检查，应能正常工作，达到5.7.1.2的要求。

##### 6.7.1.3 高温存贮检测

高温存贮检测按GB/T 2423.2-2008的规定在 $(55\pm 2)$ ℃条件下，将水下灯存贮2h，在室温条件下恢复2 h后，对水下灯进行检查，应能正常工作，达到5.7.1.3的要求。

##### 6.7.1.4 低温存贮检测

低温存贮检测按GB/T 2423.1-2008的规定在 $(-25\pm 3)$ ℃条件下，将水下灯存贮2h，在室温条件下恢复2h后，对水下灯进行检查，应能正常工作，达到5.7.1.4的要求。

##### 6.7.1.5 高低温冲击检测

被测水下灯在不包装、不通电、正常工作位置置放的条件下：

- 1) 降温至 $(-20\pm 2)$ ℃，恒温保持 3h；

- 2) 升温至  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，恒温保持 3h；
- 3) 降温至  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ （室温），恒温保持 2h；

以上步骤 1) 至步骤 3) 为 1 个循环，共进行 10 个循环。待循环完毕后，在室温条件下恢复 2 h 后，对水下灯进行检查。应能正常工作，达到 5.7.1.5 的要求。

#### 6.7.1.6 湿热负荷检测

湿热负荷检测按 GB/T 2423.3-2016 的规定在温度  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度  $(93 \pm 3)\%$  的条件下，将被测水下灯不通电置放 96h；恢复至温度  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ （室温），环境湿度为  $(60 \pm 20)\%$ ，置放 4h 后，对水下灯进行检查，应能正常工作，达到 5.7.1.6 的要求。

#### 6.7.1.7 低气压检测

在温度  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ （室温），气压为 55kPa 条件下（相当于海拔 2000m 高原气压），被测水下灯全部浸泡在水中，通电 5min，应无飞弧、放电现象；恢复 2h 到常压条件下，对水下灯进行检查，应能正常工作，达到 5.7.1.7 的要求。

#### 6.7.2 振动检测

水下灯运输包装的振动检测按照 GB/T 4857.10 的要求进行检测，检测完成后，水下灯应能正常工作，达到 5.7.2 的要求。

#### 6.7.3 冲击检测

水下灯的抗冲击性检测按照 GB/T 2423.5-2019 (IEC 60068-2-27) 的要求，在外壳或结构件机械强度最薄弱处进行检测，检测完成后，水下灯的外壳或结构件应无破损、开裂或明显变形，对其防护等级不产生改变，并应能正常工作，达到 5.7.3 的要求。

#### 6.7.4 运输检测

水下灯运输包装的跌落检测按照 GB/T 4857.5 的要求进行检测，检测完成后，水下灯应能正常工作，达到 5.7.3 的要求。

#### 6.8 有害物质限值检测

水下灯有害物质的检测按照 IEC 62321 的要求进行检测，检测结果应符合标准 IEC 62321 规定 5.8 的要求。

### 7 检验项目及检验规则

检验项目及检验规则要求如下：

- a) 出厂交收检验按《GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第 1 部分：按“一般检验水平 II”接收质量限 (AQL) 检索的逐批检验抽样计划》进行。
- b) 型式检验按《GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表 (适用于对过程稳定性的检验)》进行。
- c) 合格品判定：按表 5 项目判定合格：
  - 1) 集鱼灯存在 1 项严重缺陷，则判定不合格；
  - 2) 集鱼灯存在 2 项一般缺陷，则判定不合格；存在 1 项一般缺陷，则判定合格，但要求对引起不合格的因素进行整改；

- 3) 水下灯存在 3 项轻微缺陷, 则判定不合格; 存在 2 项以下轻微缺陷不合格, 则判定合格, 但要求对引起不合格的因素进行整改。

表 4 检验项目合格批判定标准

序号	试验项目	技术要求	检测方法	严重缺陷	一般缺陷	轻微缺陷	交收检验项目	型式检验项目		
1-1	结构与外观	材质符合抗腐蚀要求, 结构坚固	7.2.1	★			√	√		
1-2		外壳无破损			★		√	√		
1-3		无明显划痕和污迹					★	√	√	
1-4		无变形					★	√	√	
1-5		各部件之间无松动现象					★	√	√	
1-6		金属件应无锈蚀现象				★		√	√	
1-7		无脱漆						★	√	√
1-8		无气泡						★	√	√
1-9		无变色						★	√	√
1-10		无严重色差						★	√	√
2-1	安全	外壳抗水压等级 5.2.2	6.2.2	★			√	√		
		外壳防护等级 5.2.2								
2-4		绝缘电阻: 5.3.1	6.3.1	★			√	√		
2-5		电气强度: 5.3.2	6.3.2	★			√	√		
2-6		外壳温升: 5.3.3	6.3.3		★		√	√		
3-1	光电性能	功率: 5.4.1	6.4		★		√	√		
3-2		功率因数: 5.4.2			★		√	√		
3-3		初始辐射通量: 5.4.3		★			√	√		
3-6		色温: 5.4.6			★			√		
3-7		光辐射通量比值 5.4.4		6.4	★			√	√	
4	电磁兼容性	5.5	6.5	★			√	√		
5-1	宣称寿命	5.6.1、	6.6.1		★			√		
5-2	3Kh 辐射通量维持率	5.6.2	6.6.2		★					
	6Kh 辐射通量维持率	5.6.3	6.6.3		★			√		
	开关次数	5.6.4	6.6.4		★					
6-1	可靠性试验	温度及湿度: 5.7.1	6.7.1		★			√		
6-2		振动试验: 5.7.2	6.7.2		★		√	√		
6-3		冲击试验: 5.7.3	6.7.3	★			√	√		
6-4		运输试验: 5.7.4	6.7.2		★			√		
7	有害物质含量	5.8	6.8	★				√		
8-1	包装	标志: 8.1	目测	★			√	√		
8-2		包装: 8.2	目测			★	√	√		

## 8 标志、包装、运输和储存

### 8.1 标志

8.1.1 水下灯产品本体上至少应包含以下清晰且不易擦掉的信息:

- 额定电压/电流/频率;
- 额定功率;
- 适用于水深范围或能承受水压范围;
- 来源标记 (可以是商标, 或制造商识别标记, 或责任销售商的名称)。

### 8.1.2 产品包装盒上至少应包含以下清晰且不易擦掉的信息：

- a) 制造厂或销售商名称和商标；
- b) 产品的名称和型号；
- c) 白光水下灯产品的初始光通量，初始色温，初始光效，初始显色指数，能效等级（或标注照度检测结果）；
- d) 单色或合成光水下灯的 LED 组成及辐射通量比值（或标注照度检测结果）；
- e) 产品的额定电压、电流、频率、功率；
- f) 产品的使用环境要求；
- g) 适用于水深范围或能承受水压范围；
- h) 产品的宣称寿命；
- i) 产品的质保年限；
- j) 使用限制的说明。

### 8.2 包装

在产品的包装内应装入下列技术文件(装入防水袋中)：

- 装箱单；
- 产品合格证；
- 产品使用说明书；
- 附件及其他相关文件。

### 8.3 运输

水下灯在运输过程中应避免雨雪淋袭和强烈的机械振动。

### 8.4 贮存

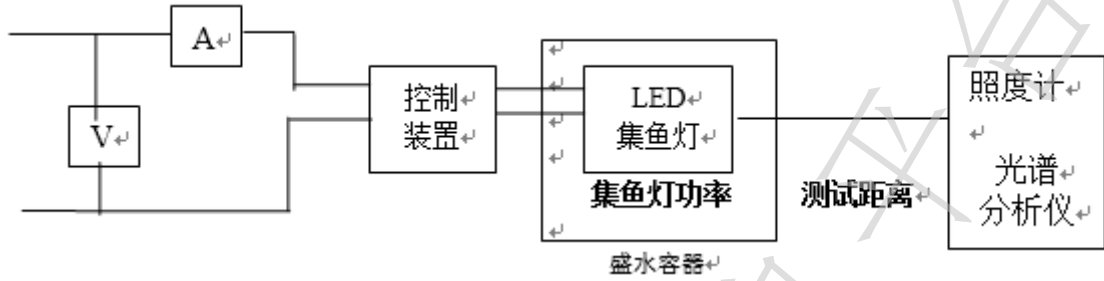
产品应贮存在温度和相对湿度符合5.7.1.1和5.7.1.2要求的室内，空气中不应有腐蚀性气体。

附录 A

(资料性附录)

LED 水下集鱼灯功率及照度测试图

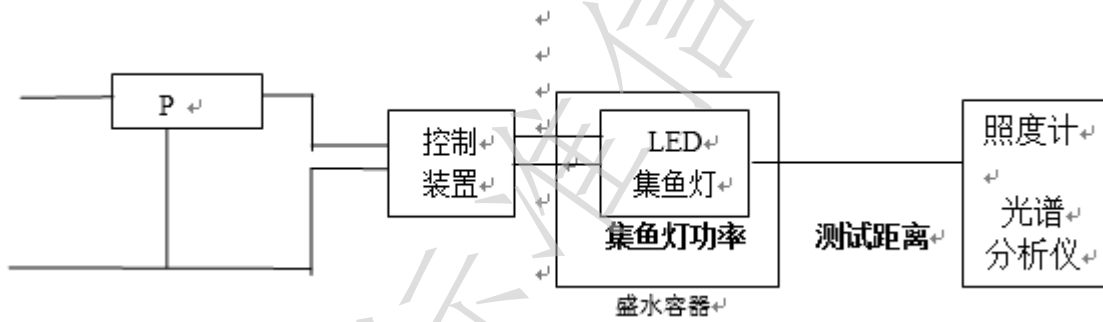
用电压表和电流表测试功率电路图见图A. 1，用功率计测试功率电路图见图A. 2。



说明:

集鱼灯功率应包括集鱼灯（光源）与供电电源消耗功率之和。

图A. 1 用电压表和电流表测试功率电路图

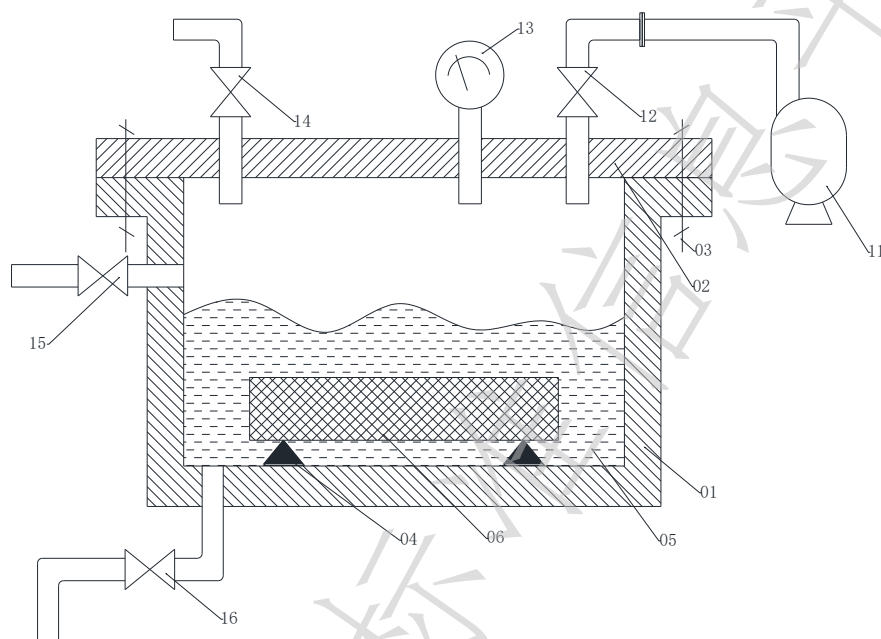


说明:

集鱼灯功率应包括集鱼灯（光源）与供电电源消耗功率之和。

图A. 2 用功率计测试功率电路图

附 录 B  
(资料性附录)  
LED 水下集鱼灯水压/IP 测试图及试验方法



- |            |           |
|------------|-----------|
| 01——腔体     | 11——空气压缩机 |
| 02——腔盖     | 12——空气阀   |
| 03——紧固件    | 13——压力计   |
| 04——集鱼灯托台  | 14——安全阀   |
| 05——水      | 15——泄压阀   |
| 06——被试验集鱼灯 | 16——排水阀   |

图B.1 LED 水下集鱼灯水压试验装置示意图

LED水下集鱼灯水压试验操作步骤（推荐）：

- a) 打开泄压阀（15），使试验腔内压力与腔外压力平衡；
- b) 打开排水阀（16），排尽腔内液体；
- c) 拧开紧固件（03），打开试验装置腔盖（02）；
- d) 将待检测试验的LED水下灯（06）置于试验腔体（01）内的集鱼灯托台（04）上，并固定牢固；
- e) 放置好密封胶圈（07），盖上腔盖（02），并拧紧紧固件（03）；
- f) 关闭空气阀（12）、安全阀（14）、排水阀（16）、进液阀（17）和压力计阀门（13）；
- g) 开启进液阀（17），给试验腔内（01）注水，使液面将待检测试验的LED水下灯（06）全部覆盖为限，关闭进液阀（17）；
- h) 调节安全阀（14）的安全压力值至额定安全压力值，开启压力计阀门（13），并开启空气阀阀门（12）；

- i) 接通空气压缩机（11）电源，启动空气压缩机，给试验腔（01）内压缩空气，使腔体内气压升高，监视压力计指示或读数，直至安全阀（14）自动启动，即达到额定压力值，进行安全保护，关闭空气阀（12），并关闭压缩机（11）电源；
  - j) 在额定压力条件下，静态维持 2h；
  - k) 缓慢开启泄压阀（15），当腔内气压指示与外部气压平衡后，开启排水阀（16）进行排水，至腔内液体完全排出；
  - l) 拧开腔体与腔盖的紧固件（03），开启腔盖（02）；
  - m) 取出待检测试验的 LED 水下灯（06），目测水下灯灯体内是否有渗水和进水现象，如果有渗水或进水现象，表示 IP68 防护等级不合格，则不得进行以下“14 条”试验；如果没有渗水或进水现象，表示 IP68 防护等级可能合格，则进行以下“14 条”试验；
  - n) 将待检测试验的 LED 水下灯（06）按额定电源要求，与带有保护性能的电源连接试验，如水下灯不能正常工作，则判定水下灯的 IP68 防护等级不合格；如水下灯能正常工作，则判定水下灯的 IP68 防护等级合格；
  - o) LED 水下灯 IP68 防护等级检测试验结束。将检测试验设备还原至初始状况。
-