

ICS 65.150

备案号: 16-2025

团 体 标 准

T/SZFAA 16-2025

海洋渔船用水上 LED 集鱼灯装置

Above-water LED Fish attracting Equipment for Ocean Fishing Vessels

2025 - 12 - 31 发布

2026 - 01 - 09 实施

深圳市设施农业行业协会 发布

目次

1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	4
4 灯具分类	5
5 技术要求	6
5.1 概要	6
5.2 结构和外观	6
5.3 光学性能	6
5.4 电学性能	7
5.5 可靠性	7
5.6 电磁兼容	7
5.7 环境适应性	7
5.8 外壳防护	9
5.9 有害物质限值	9
5.10 效能分级	9
6 试验方法	9
6.1 结构与外观	9
6.2 光学性能	10
6.3 电学性能	10
6.4 可靠性	10
6.5 电磁兼容	10
6.6 环境适应性	10
6.7 外壳防护	11
6.8 有害物质限值	11
6.9 效能分级	11
7 检验规则	11
7.1 检验分类	11
7.2 交收检验	11
7.3 型式试验	11
7.4 判定规则	12
8 标志、标签、包装、运输和贮存	13
8.1 总则	13
8.2 产品标志	13
8.3 包装标志与标签	13
8.4 随行文件	13

8.5 包装.....	13
8.6 运输.....	14
8.7 贮存.....	14
附录A（规范性附录）指定波段内LED光辐射通量的试验方法.....	15
附录B（规范性附录）LED集鱼灯漏电电流试验方法.....	17
附录C（规范性附录）LED集鱼灯结温测试方法.....	19
附录D（规范性附录）LED集鱼灯表面膜温试验方法.....	21
附录E（规范性附录）LED集鱼灯电源波动适应性试验方法.....	24

全国团体标准信息平台

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这些专利的责任。

本文件由深圳市设施农业行业协会（SZFAA）提出并归口。

本文件起草单位：舜传科技（深圳）有限公司、深圳市朗科智能电气股份有限公司、深圳市设施农业行业协会、广东品光照明有限公司、深圳市友亿成智能照明股份有限公司、广东东菱电源科技有限公司、中山市亮世照明科技有限公司、深圳市华浩德电子有限公司、广东海照科技有限公司、广东展海远洋渔业有限公司、深圳市深港远洋实业有限公司。

本文件主要起草人：吴秋允、张玉杰、李珂、颜国光、胡淑军、李进、庞里生、吴伟森、黄辉腾、陈浩、徐鑫淼、徐华森、孟庆杰、谢振斌、王振刚、张静、苏晓霞、吴解非、朱攀、刘玉婷。

本文件标审单位：浙江海洋大学、国家半导体光源产品检验检测中心（广东）、北京大学东莞光电研究院、深圳市现代农业装备研究院、中国水产科学研究院南海水产研究所。

本文件标审专家：钱卫国、李本亮、丁晓民、吴载炎、熊征、虞为。

本文件为首次发布。

引言

海洋渔业是全球渔业资源的开发与利用的重要领域。灯光诱鱼作为提高渔获效率的有效手段，其核心设备——集鱼灯的技术发展至关重要。传统集鱼灯多以金属卤化物灯为主，虽在一定历史时期内发挥了作用，但其存在能耗高、光效利用率低、光谱不可调节、机械强度差、使用寿命短及潜在环境污染等诸多弊端，已难以适应现代渔业节能、高效、环保的发展需求。

发光二极管（LED）作为一种固态冷光源，具有光效高、寿命长、光束指向性好、响应速度快、光谱可调等显著优势。LED集鱼灯的应用，能够实现针对不同鱼种的趋光特性进行精准化光谱设计，显著降低船用动力能耗，并因其固态发光特性更适合海上恶劣作业环境。随着LED技术不断成熟，用LED集鱼灯替代传统金属卤化物灯已成为海洋捕捞光源发展的必然趋势。

为规范我国LED集鱼灯，特别是水上集鱼灯的设计、生产、检验和应用，引导产业健康发展，提升产品质量与市场竞争力，同时保障渔业生产安全、促进海洋渔业资源的可持续利用，特制定本文件。

本文件是在充分研究国内外相关技术标准和研究成果的基础上，结合我国海洋渔业的实际情况制定的，对水上LED集鱼灯的术语定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则等方面进行了明确规定。本文件首次定义了“诱鱼光”、“辐射效能”等概念，并制定了LED集鱼灯的评级标准，旨在为水上LED集鱼灯的产品质量控制和市场准入提供统一、科学的技术依据。

1 范围

本文件规定了海洋渔船用水上 LED 集鱼灯（以下简称“LED 集鱼灯”）的分类、技术要求、试验方法、检验规则以及包装、运输和贮存。

本文件适用于海洋渔船用水上 LED 集鱼灯的研发、生产、检测和验证。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 2408 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.55 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Eh：锤击试验

GB/T 24824 普通照明用 LED 模块测试方法

GB/T 26125 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯、多溴二苯醚）的测定

GB 26572 电子电气产品有害物质限量要求

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 4857.3 包装 运输包装件基本试验 第 3 部分：堆码试验方法

GB/T 4857.5 包装 运输包装件基本试验 第 5 部分：跌落试验方法

GB/T 4857.7 包装 运输包装件基本试验 第 7 部分：正弦定频振动试验方法

GB/T 4857.10 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 5170.5 电工电子产品环境试验设备检验方法 湿热试验设备

GB/T 6543 运输包装用单瓦楞纸箱和双瓦楞纸箱

GB/T 7000.1 灯具 第 1 部分：一般要求与试验

GB/T 8166 缓冲包装设计方法

GB/T 8946 塑料编织袋通用技术要求

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 10707 橡胶燃烧性能的测定

GB/T 16422.3 塑料 实验室光源暴露试验方法 第 3 部分：荧光紫外灯

GB/T 17743 电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法

GB/T 23987 色漆和清漆 涂层的人工气候老化暴露 暴露于荧光紫外线和水

GB/T 33721 LED 灯具可靠性试验方法

3 术语和定义

GB/T 7000.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水上LED集鱼灯 **abovewater LED Fish attracting equipment**

一种用于海洋捕捞作业，通过发光诱集趋光性鱼类的组合式发光二极管（LED）照明装置。

注1：除LED光源外，通常还包括驱动电源、散热部件和结构部件。

注2：通常架设在渔船甲板或船舷上方使用。

3.2

诱鱼光 **fish-attracting light**

LED集鱼灯发出的光中，对目标鱼类具有最佳引诱效果的光谱成分波段。

注：其有效波段随海水水质、水深和目标鱼种而变化。

3.3

辐射通量 **radiant flux**

单位时间内发射、传输或接收的辐射能，单位为瓦特。在指定波段内的辐射通量表示为波段积分值。

3.4

指定波段辐射通量 **designated spectral band radiant flux** **LED**

在特定波长范围内辐射通量的积分值，表征该波段的辐射功率总和。

3.5

光谱辐射通量 **spectral radiant flux**

单位波长间隔内的辐射通量，单位为瓦特每纳米。

3.6

辐射通量波动率 **fluctuation rate of radiant flux**

在电源波动条件下，LED集鱼灯诱鱼光辐射通量偏离其额定条件下初始值的百分比。

3.7

辐射效能 **radiant efficiency**

LED集鱼灯在指定波段内的辐射通量与其输入电功率的比值，以百分比（%）表示，保留一位小数。

注：本文件用于量化可见光波段或特定光谱波段的效率，区别于常规照明的“光效”。

3.8

青光辐射效能 **cyan radiant efficiency (GRE)**

LED集鱼灯在480 nm~510 nm波段范围内的辐射效能。

3.9

绿光辐射效能 **green radiant efficiency (GRE)**

LED集鱼灯在510 nm~540 nm波段范围内的辐射效能。

3.10

黄光辐射效能 yellow radiant efficiency (YRE)

LED 集鱼灯在 560 nm~590 nm 波段范围内的辐射效能。

3.11

红光辐射效能 red radiant efficiency (RRE)

LED 集鱼灯在 610 nm~640 nm 波段范围内的辐射效能。

3.12

灯具寿命 lifetime

在额定环境性能温度下，LED 集鱼灯的诱鱼光辐射效能衰减至初始值 70%时的累计工作时间。

注 1：诱鱼光可根据目标鱼种选择 CRE, GRE, YRE, RRE 中的一种或多种进行判定。

注 2：额定环境性能温度见 5.7.1 规定”。

3.13

膜温 film temperature

LED 光源封装表面与空气接触层的温度。

4 灯具分类

按适用光谱、散热方式以及电源的位置进行分类：

a) 按光谱分类

分为全光谱型、非全光谱型。

注 1：全光谱型 LED 集鱼灯，在白光的基础上补充了 480nm 波段附近的光；

注 2：非全光谱型 LED 集鱼灯，出于特殊的捕鱼目的，偏重于青光或绿光或黄光或红光波段中的一个或二个。

b) 按散热方式分类

分为空冷型、风冷型、液冷型。

注 1：空冷型 LED 集鱼灯，空气被动散热方式。

注 2：风冷型 LED 集鱼灯，风扇主动散热方式。

注 3：液冷型 LED 集鱼灯，液态冷媒主动散热方式。

c) 按电源位置分类

分为一体式 LED 集鱼灯和分体式 LED 集鱼灯。

注 1：一体式 LED 集鱼灯，光源、散热器和电源一体化设计，布置在船的上方；

注 2：分体式 LED 集鱼灯，光源和散热器布置在船的上方，电源布置在船舱中。

5 技术要求

5.1 概要

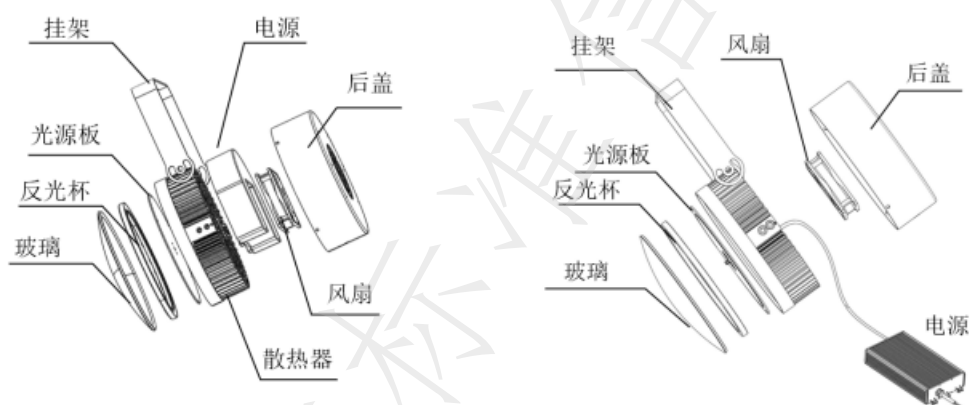
LED 集鱼灯应符合 GB/T 7000.1 和 GB/T 31897.201 的相关要求，并满足本文件的特殊规定。产品应适用于海洋环境下的连续运行。

5.2 结构和外观

- 结构设计应合理，一体式风冷和分体式风冷 LED 集鱼灯的结构示例分别见图 1、图 2。图 1、图 2 均包括光源板、散热器、风扇、电源以及其他附件，图 2 中的电源和光源板、散热器通过电线连接，在物理上是分开布置的，电源一般布置在船舱中。
- 应便于维护，光源模组应易于更换。
- 外观应整洁，无锐边毛刺，表面处理良好。

图 1 一体式风冷 LED 集鱼灯结构示意图

图 2 分体式风冷 LED 集鱼灯结构示意图



5.3 光学性能

5.3.1 非全光谱 LED 集鱼灯

应至少满足以下一项要求：

- $CRE \geq 8.0\%$;
- $GRE \geq 8.0\%$;
- $YRE \geq 5.0\%$;
- $RRE \geq 3.0\%$ 。

5.3.2 全光谱 LED 集鱼灯

应同时满足以下全部要求：

- $CRE \geq 7.0\%$;
- $GRE \geq 7.0\%$;
- $YRE \geq 4.0\%$;
- $RRE \geq 2.0\%$ 。

5.4 电学性能

5.4.1 漏电电流

<0.5mA。

5.4.2 功率因数

>0.9。

5.4.3 电源波动适应性

在表1规定的电压和频率波动条件下，应能可靠工作，其诱鱼光辐射通量波动应不大于10%。

表1 电源波动要求

参数	稳态 (%)	瞬态	
		(%)	恢复时间 (s)
电压	+6~-10	±20	1.5
频率	±5	±10	5

5.4.4 防触电保护

应符合 GB 7000.1-2023 第8章对 I 类或 II 类灯具的要求。

5.4.5 外部接线和内部接线

内部导线应选用船用导线，其标称截面积应符合 GB 7000.1 第5章的规定。

5.5 可靠性

5.5.1 灯具寿命

- a) 累计工作 2000 小时，诱鱼光辐射通量维持率 $\geq 95\%$;
- b) 累计工作 3000 小时，诱鱼光辐射通量维持率 $\geq 90\%$ 。

5.6 电磁兼容

无线电骚扰特性应符合 GB/T 17743 的限值要求。

5.7 环境适应性

5.7.1 结温

在 45℃ 环境温度下，灯具结温的温升 $\leq 60^\circ\text{C}$ ，且最高结温 $\leq 105^\circ\text{C}$ 。

5.7.2 膜温

- a) 型式试验，环境温度 $45\pm 3^\circ\text{C}$ ，膜温膜温温升 $\leq 80^\circ\text{C}$ ，最高温度 $\leq 125^\circ\text{C}$ 。
- b) 交收检验，实际环境温度测试，膜温温升 $\leq 80^\circ\text{C}$ 。

5.7.3 耐湿热性能

按 GB/T 5170.5 进行湿热试验（高温 45°C ，低温 $25^\circ\text{C}\pm 3^\circ\text{C}$ ）后，应满足：

- a) 绝缘电阻下降不超过 50%；
- b) 耐压强度不低于原要求的 80%；
- c) 功能正常，无严重影响外观或安全的腐蚀。

5.7.4 耐盐雾腐蚀

按 GB/T 10125 进行中性盐雾试验，持续时间应满足表 2 要求。

表 2 盐雾试验时间要求

单位为小时

设计寿命 (年)	试验时间 (小时)
2	≥480
3	≥720
4	≥1000

5.7.5 耐振动

应通过 GB/T 2423.10 规定的一般振动条件测试。

5.7.6 抗冲击性能

外壳抗冲击等级应不低于 IK06 (按 GB/T 2423.55 测试)。

5.7.7 滞燃性

a) 橡胶部件: 燃烧性能应达到 FV-0 级 (按 GB/T 10707);

b) 塑料部件: 燃烧性能应达到 V-0 级 (按 GB/T 2408)。

5.7.8 抗紫外线性能

5.7.8.1 塑料件

按 GB/T 16422.3 进行测试, 性能要求见表 3。

表 3 塑料件抗紫外线要求

单位为小时

设计寿命 (年)	测试时间 (小时)	合格标准
2	500	$\Delta E \leq 3.0$, 拉伸强度保留率 $\geq 80\%$
3	800	$\Delta E \leq 2.5$, 拉伸强度保留率 $\geq 80\%$, 冲击强度保留率 $\geq 70\%$
4	1200	$\Delta E \leq 2.0$, 无可见裂纹或粉化

5.7.8.2 油漆涂层

按 GB/T 23987 测试, 性能要求见表 4。

表 4 油漆涂层抗紫外线要求

单位为小时

设计寿命 (年)	测试时间 (小时)	合格标准
2	500	附着力 ≤ 1 级, 失光率 $\leq 30\%$, 粉化 ≤ 2 级
3	800	附着力 ≤ 1 级, 失光率 $\leq 20\%$, 粉化 ≤ 1 级
4	1200	附着力 0 级, 失光率 $\leq 15\%$, 无粉化、开裂

5.8 外壳防护

5.8.1 防烫伤

灯具易触及部位在额定工作条件下的表面温度应不高于 60℃。

5.8.2 防尘防水

外壳防护等级应不低于 IP66（按 GB/T 4208）。

5.9 有害物质限值

产品有害物质含量应符合 GB 26572 的要求。

5.10 效能分级

5.10.1 非全光谱 LED 集鱼灯

分级要求见表 5。

表 5 非全光谱 LED 集鱼灯效能分级

效能等级	CRE (%)	GRE (%)	YRE (%)	RRE (%)
一级	≥12.0	≥12.0	≥9.0	≥7.0
二级	≥11.0	≥11.0	≥8.0	≥6.0
三级	≥10.0	≥10.0	≥7.0	≥5.0
四级	≥9.0	≥9.0	≥6.0	≥4.0
五级	≥8.0	≥8.0	≥5.0	≥3.0

5.10.2 全光谱 LED 集鱼灯

分级要求见表 6。

表 6 全光谱 LED 集鱼灯效能分级

效能等级	CRE (%)	GRE (%)	YRE (%)	RRE (%)
一级	≥11.0	≥11.0	≥6.0	≥6.0
二级	≥10.0	≥10.0	≥5.5	≥5.0
三级	≥9.0	≥9.0	≥5.0	≥4.0
四级	≥8.0	≥8.0	≥4.5	≥3.0
五级	≥7.0	≥7.0	≥4.0	≥2.0

6 试验方法

6.1 结构与外观

采用目视法和手感法检验。

6.2 光学性能

6.2.1 非全光谱LED集鱼灯

按附录A规定的方法测试。

6.2.2 全光谱LED集鱼灯

按附录A规定的方法测试。

6.3 电学性能

6.3.1 漏电电流

按附录B规定的方法测试。

6.3.2 功率因数

按GB/T 31897.201规定的方法测试。

6.3.3 电源波动

按附录E规定的方法测试。

6.3.4 防触电保护

按GB/T 7000.1 3第8章规定的方法测试。

6.3.5 外部接线和内部接线

按GB/T 7000.1 第5章规定的方法测试。

6.4 可靠性

6.4.1 灯具寿命

按GB/T 33721规定的方法进行光通维持寿命试验，测试对象为诱鱼光辐射通量。

6.5 电磁兼容

按GB/T 17743规定的方法测试。

6.6 环境适应性

6.6.1 结温

按附录C规定的方法测试。

6.6.2 膜温

按附录D规定的方法测试。

a) 型式试验，环境温度为 $45^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ；

b) 交收检验，环境温度是实际温度。

6.6.3 耐湿热性能测试

按GB/T 5170.5规定的方法测试。

6.6.4 耐盐雾测试

按GB/T 10125规定的中性盐雾试验方法测试。

6.6.5 振动试验

按GB/T 2423.10规定的一般振动条件进行测试。

6.6.6 抗冲击测试

按 GB/T 2423.55 规定的方法测试。

6.6.7 滞燃测试

- a) 橡胶部件：按 GB/T 10707 规定的方法测试；
- b) 塑料部件：按 GB/T 2408 规定的方法测试。

6.6.8 抗紫外线性能测试

6.6.8.1 塑料件

按 GB/T 16422.3 规定的方法测试；

6.6.8.2 油漆涂层

按 GB/T 23987 等规定的方法测试。

6.7 外壳防护

6.7.1 防烫伤

在 45℃ 环境温度下，灯具额定工作至少 1 小时后，用热电偶或热像仪测量易触及部位表面温度。

6.7.2 防尘防水

按 GB/T 4208 规定的 IP66 等级方法测试。

6.8 有害物质限值

按 GB/T 26125 规定的方法测试。

6.9 效能分级

6.9.1 非全光谱 LED 集鱼灯

按附录 A 的方法测试各波段辐射效能，然后根据 5.10.1 的规定进行分级。

6.9.2 全光谱 LED 集鱼灯

按附录 A 的方法测试各波段辐射效能，然后根据 5.10.2 的规定进行分级。

7 检验规则

7.1 检验分类

LED 集鱼灯的检验分为交收检验和型式试验两类。

7.2 交收检验

- a) 交收检验亦称出厂检验，由生产厂的质量检验部门逐批进行，检验合格并签发合格证后方可出厂。
- b) 交收检验项目按表 7 的规定进行。

7.3 型式试验

- a) 在下列情况之一时，应进行型式试验：
 1. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
 2. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
 3. 产品停产一年以上，恢复生产时；
 4. 正常生产时，每四年进行一次；

5. 交收检验结果与上次型式试验有较大差异时；
 6. 国家质量监督机构提出进行型式试验的要求时。
- b) 型式试验的样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取。
- c) 型式试验项目为本标准第 5 章“技术要求”中的全部项目。
- d) 型式试验的样品数量为 3 台。若试验中有任何一台样品的一项指标不合格，则判定该次型式试验不合格。应分析原因，采取措施，重新进行型式试验，直至合格。

表 7 检验项目

序号	检验项目	技术要求 章条号	试验方法 章条号	交收检验	型式试验
1	结构与外观	5.2	6.1	✓	✓
2	光学性能（辐射效能）	5.3	6.2 / 附录 A	—	✓
3	漏电流	5.4.1	6.3.1 / 附录 B	✓	✓
4	功率因数	5.4.2	6.3.2	✓	✓
5	电源波动适应性	5.4.3	6.3.3 / 附录 D	—	✓
6	防触电保护	5.4.4	6.3.4	✓	✓
7	外部接线和内部接线	5.4.5	6.3.5	—	✓
8	可靠性（灯具寿命）	5.5	6.4.1	—	✓
9	电磁兼容性	5.6	6.5	—	✓
10	结温	5.7.1	6.6.1/附录 C	—	✓
11	膜温	5.7.2	6.6.2/附录 D	✓	✓
12	耐湿热性能	5.7.3	6.6.3	—	✓
13	耐盐雾腐蚀	5.7.4	6.6.4	—	✓
14	耐振动	5.7.5	6.6.5	—	✓
15	抗冲击性能	5.7.6	6.6.6	—	✓
16	滞燃性	5.7.7	6.6.7	—	✓
17	抗紫外线性能	5.7.8	6.6.8	—	✓
18	防烫伤	5.8.1	6.7.1	—	✓
19	防尘防水（IP 代码）	5.8.2	6.7.2	✓	✓
20	有害物质限值	5.9	6.8	—	✓
21	效能分级	5.10	6.9	—	✓
22	标识	8.2	目视检查	✓	✓
23	包装	8.5	8.5 C)	—	✓

注：“✓”表示必须进行的检验项目，“—”表示不进行检验的项目。

7.4 判定规则

- a) 交收检验中，所有项目均合格，则判定该批产品为合格品。
- b) 交收检验中，如发现一项不合格，则该台产品判为不合格。允许生产厂对该批产品进行全数检验，剔除不合格品后，再次提交检验。

8 标志、标签、包装、运输和贮存

8.1 总则

LED 集鱼灯上应有清晰、持久的标志，包装上应有必要的标签。随行文件应齐全。标志、标签的内容应符合相关国家标准的规定。

8.2 产品标志

每台 LED 集鱼灯上应在显而易见的部位设置永久性标志，标志内容应包括：

- a) 产品名称、型号；
- b) 制造商名称或商标；
- c) 额定电压 (V) 和额定频率 (Hz)；
- d) 额定输入功率 (W) 或额定电流 (A)；
- e) 灯具的 IP 防护等级 (如 IP66)；
- f) 灯具的防触电保护类别 (I 类或 II 类符号)；
- g) 额定环境温度 (如 45°C)；
- h) 产品执行标准编号 (T/SZF AA 16-2025)；
- i) 制造日期或生产批号。

8.3 包装标志与标签

产品包装箱上应有清晰的标志和标签，包括但不限于：

- a) 产品名称、型号、数量；
- b) 制造商名称、地址、联系方式；
- c) 执行标准编号；
- d) 生产日期、保质期或失效日期 (如适用)；
- e) 包装箱外形尺寸 (长×宽×高, mm)；
- g) 物流标识：
 1. “向上”标志、怕雨、怕晒、堆码层数极限等图示，符合 GB/T 191《包装储运图示标志》的规定；
 2. 易碎物品标志。

8.4 随行文件

每台 LED 集鱼灯应附带下列文件：

- a) 产品合格证：内容应包括产品名称、型号、制造商、检验日期、检验员代号、执行标准编号，并加盖制造商质量检验专用章。
- b) 使用说明书：内容应至少包括：
 1. 产品概述和主要技术参数；
 2. 结构示意图和安装说明；
 3. 接线图 (尤其是分体式灯具)；
 4. 操作使用方法；
 5. 安全注意事项、警告语句 (如：必须可靠接地、非专业人士禁止拆卸等)；
 6. 日常维护和保养方法；
 7. 常见故障分析与排除；
 8. 售后服务信息及联系方式。
- c) 装箱单 (如包装箱内有多件物品)。

8.5 包装

- a) 灯具的包装应符合 GB/T 6543-2008《运输包装用单瓦楞纸箱和双瓦楞纸箱》的要求，

确保产品在正常的运输和贮存条件下不受损坏。

- b) 内包装应采用防潮、防静电材料（如符合 GB/T 8946 的防潮袋），灯具应用缓冲材料（如泡沫、纸托）可靠固定，防止在包装箱内移动和碰撞。
- c) 包装的防护性能应通过下属规定的试验进行验证。
 - 1. 包装防护性能：按 GB/T 4857.7 或 GB/T 4857.10 进行振动试验；
 - 2. 包装跌落试验：按 GB/T 4857.5 进行；
 - 3. 堆码试验：按 GB/T 4857.3 进行。

8.6 运输

- a) 产品在运输过程中应防止剧烈震动、挤压、雨淋、受潮及化学物品的侵蚀。
- b) 搬运时应轻拿轻放，严禁抛掷和滚动。

8.7 贮存

- a) 产品应贮存在通风、干燥、清洁的库房内，周围应无腐蚀性气体、无强电磁场作用。
- b) 贮存环境温度范围为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 95%RH。
- c) 产品堆码高度不应超过包装箱上标明的堆码层数极限。

附录 A（规范性附录）指定波段内 LED 光辐射通量及辐射效能的试验方法

A.1 试验条件

- a) 环境温度: $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$; 相对湿度: $\leq 65\% \text{RH}$;
- b) 暗室环境, 照度 $< 0.5 \text{ lx}$;
- c) 供电电源: 直流稳压源, 电流波动 $\leq \pm 0.2\%$;
- d) 测试距离: 通常为 200mm 。

A.2 试验设备

- a) 积分球, 内径应至少为 LED 最大尺寸的 5 倍;
- b) 光谱辐射分析仪, 波长范围应覆盖 $380\text{nm} \sim 780\text{nm}$ 。

A.3 样品

LED 集鱼灯成品。

A.4 试验步骤

- a) 准备: 将 LED 样品固定在积分球中心, 预热至稳定;
- b) 定标: 用光谱辐射照度标准灯对系统进行定标;
- c) 设置: 设置起始波长 λ_1 和终止波长 λ_2 ;
- d) 测量: 点亮 LED, 用光谱辐射分析仪测量指定波段范围内的光谱功率分布。
- e) 数据处理。

A.5 试验数据处理

a) 辐射通量

对指定波段 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 内进行积分, 计算公式如下:

$$\Phi_{e,\lambda_1-\lambda_2} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \Phi_{e,\lambda} d\lambda$$

其中, $\Phi_{e,\lambda}$ 为光谱辐射通量, $\Phi_{e,\lambda_1-\lambda_2}$ 为指定波段辐射通量。

b) 辐射效能

辐射效能 = $\Phi_{e,\lambda_1-\lambda_2} / \text{输入功率} \times 100\%$ 。

A.5 测量不确定度

合成标准不确定度应不大于 5% ($k=2$)。

A.6 试验报告

试验报告应至少包含以下信息, 以确保测试的可追溯性和结果的准确性:

a) 报告标识信息

1. 报告编号;
2. 报告标题 (如“指定波段辐射通量测试报告”);
3. 出具本报告的单位名称、地址;
4. 报告的出具日期。

b) 样品信息

1. 样品名称、型号、编号 (或序列号);
2. 样品状态 (如: 新品);
3. 制造商名称;
4. 样品数量。

c) 测试依据

1. 本附录的标准编号及名称（即 T/SZF AA 16-2025 附录 A）；
2. 引用的其他相关标准。

d) 测试条件

1. 环境温度、相对湿度；
2. 测试日期和时间；
3. 供电条件（驱动电流、电压值）；
4. 测试距离；
5. 指定的波段范围（ $\lambda_1 \sim \lambda_2$ ，例如 480nm~510nm）。

e) 测试设备

1. 所用主要设备的名称、型号、编号（如：积分球系统、光谱辐射分析仪、标准灯）；
2. 设备的校准证书编号及有效期。

f) 测试结果

1. 指定波段（ $\lambda_1 \sim \lambda_2$ ）内的辐射通量测量值（单位：W）；
2. 样品的输入电功率（单位：W）；
3. 计算得到的指定波段辐射效能（单位：%），保留一位小数；
4. 光谱功率分布图（可作为附件）。

g) 测量不确定度

声明的测量扩展不确定度（U）及包含因子（k）。

h) 结论

明确说明样品是否符合标准规定的要求（可引用标准的具体条款号）。

i) 批准信息

测试人员、审核人员、批准人员的签名。

j) 备注

测试过程中需要特别说明的情况（如：异常现象、偏离标准测试条件的说明等）。

附录 B（规范性附录）LED 集鱼灯漏电电流试验方法

B.1 试验条件

- a) 环境温度：25℃±5℃；相对湿度：≤65%；
- b) 供电电源：额定电压±1%，频率 50Hz±0.5Hz。

B.2 试验设备

- a) 漏电流测试仪；
- b) 绝缘电阻测试仪；
- c) 接地电阻测试仪。

B.3 样品

LED 集鱼灯合格品。

B.4 测试步骤

- a) 接地电阻：测试外壳与接地端子的电阻，应≤0.5Ω。
- b) 漏电电流：在额定电压下，测量灯具外壳对地的漏电流，取 L/N 线互换后的最大值。
- c) 绝缘电阻：测量带电部件与外壳间的绝缘电阻，应≥2MΩ。

B.5 合格判据

（同 5.4.1）

B.6 试验报告

试验报告应至少包含以下信息，以确保测试的可追溯性和结果的准确性：

a) 报告标识信息

1. 报告编号；
2. 报告标题（如“漏电电流测试报告”）；
3. 出具本报告的单位名称、地址；
4. 报告的出具日期。

b) 样品信息

1. 样品名称、型号、编号（或序列号）；
2. 样品状态（如：新品）；
3. 制造商名称；
4. 灯具的防触电保护类别（I 类或 II 类）。

c) 测试依据

本附录的标准编号及名称（即 T/SZF AA 16-2025 附录 B）。

d) 测试条件

1. 环境温度、相对湿度；
2. 测试日期和时间；
3. 供电条件（额定电压、频率）。

e) 测试设备

1. 所用主要设备的名称、型号、编号（如：漏电流测试仪、绝缘电阻测试仪、接地电阻测试仪）；

2. 设备的校准证书编号及有效期。

f) 测试结果

1. 接地电阻测试值（如适用，单位： Ω ）；
2. 漏电流测试值（单位：mA），注明 L/N 线互换后的最大值；
3. 绝缘电阻测试值（单位：M Ω ）。

g) 测量不确定度

声明的测量扩展不确定度（U）及包含因子（k）（如适用）。

h) 结论

明确说明样品是否符合标准规定的要求（可引用标准的具体条款号，如 5.4.1）。

i) 批准信息

测试人员、审核人员、批准人员的签名。

j) 备注

测试过程中需要特别说明的情况。

附录 C (规范性附录) LED 集鱼灯结温测试方法

C.1 测试条件

- a) 环境温度: $45^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$;
- b) 电源: 额定电压, 波动 $\leq \pm 0.5\%$;
- c) 测试状态: 灯具处于正常工作位置, 并安装在符合 GB/T 2423.2-2008 中规定的测试支架上。

C.2 测试设备

- a) 高温试验箱, 控温精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 内腔容积不小于灯具体积的 5 倍;
- b) 精密热电偶 (如 T 型或 K 型), 线径不大于 0.2mm, 测量精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$;
- c) 多通道数据采集仪, 采样频率不低于 1Hz;
- d) 红外热像仪 (用于辅助定位和验证)。

C.3 样品

LED 集鱼灯成品灯。

C.4 测试步骤

C.4.1 热电偶安装

a) 在 LED 光源模组不通电的状态下, 使用高导热胶 (导热系数 $\geq 1.0 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) 将热电偶的测量端牢固粘贴在待测 LED 芯片或灯珠的基板表面。确保热电偶测量端中心点与 LED 芯片发光区的距离 $\leq 5\text{mm}$ 。安装时应避免热电偶丝对灯具原有的散热路径造成显著影响。

b) 测温点分布要求: 对于单芯片 LED, 应在芯片中心附近布置一个测温点; 对于多芯片 LED 模组, 应至少选择三个有代表性的芯片 (如内圈芯片、外圈芯片) 布置测温点, 并取最高温度值作为结温计算依据。

C.4.2 初始测量

将灯具置于 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 的恒温环境中, 静置至热电偶读数稳定, 记录此温度作为初始温度 T_{initial} 。

C.4.3 高温测试

将灯具移入已设定为 45°C 的高温试验箱中, 在额定电压下点亮灯具, 使其正常工作。

C.4.4 数据记录

使用数据采集仪持续记录热电偶的温度读数, 直至温度变化在 10 分钟内小于 1°C 时, 认为达到热平衡状态。记录此时热电偶的稳定读数 $T_{\text{thermocouple}}$ 。

C.4.5 结温计算

由于热电偶测量的是基板温度 T_{base} , 需计算其与结温 T_j 的温差 $\Delta T_{j-\text{base}}$ 。此温差可通过灯具制造商提供的热阻参数 $R_{\text{th-jb}}$ (结到基板的热阻) 和实测功率 P 计算得出: $\Delta T_{j-\text{base}} = P \times R_{\text{th-jb}}$ 。

因此, LED 结温 $T_j = T_{\text{thermocouple}} + \Delta T_{j-\text{base}}$ 。

(注: 若制造商无法提供可靠的热阻值, 则可直接报告基板温度 T_{base} , 并在报告中注明, 其值应满足相关温升限值要求。)

C.5 合格判据

(同 5.7.1)

- a) 结温温升 $\Delta T_j = T_j - T_{\text{amb}} \leq 60^{\circ}\text{C}$, 且最高结温 $T_j \leq 105^{\circ}\text{C}$ 。

(其中 T_{amb} 为环境温度, 本标准规定为 45°C)

C.6 测试报告

试验报告应至少包含以下信息, 以确保测试的可追溯性和结果的准确性:

a) 报告标识信息

1. 报告编号;

2. 报告标题（如“结温测试报告（热电偶法）”）；
 3. 出具本报告的单位名称、地址；
 4. 报告的出具日期。
- b) 样品信息
1. 样品名称、型号、编号（或序列号）；
 2. 样品状态（如：半成品，未安装透光罩）；
 3. 制造商名称。
- c) 测试依据
- 本附录的标准编号及名称（即 T/SZFAA 16-2025 附录 C）。
- d) 测试条件
1. 环境温度（45℃）、相对湿度；
 2. 测试日期和时间；
 3. 供电条件（额定电压、电流、功率）。
- e) 测试设备
1. 所用主要设备的名称、型号、编号（如：高温试验箱、热电偶型号及编号、数据采集仪）；
 2. 设备的校准证书编号及有效期。
- f) 测试结果
1. 热电偶安装位置描述及照片（注明与芯片距离 $\leq 5\text{mm}$ ）；
 2. 初始温度 $T_{i,initial}$ （单位：℃）；
 3. 热平衡后热电偶读数 $T_{thermocouple}$ （单位：℃）；
 4. 使用的结到基板热阻值 R_{th-jb} （单位：℃/W）及计算功率 P （单位：W）；
 5. 计算得到的 LED 结温 T_j （单位：℃）及温升 ΔT_j （单位：℃）。
- g) 测量不确定度
- 声明的测量扩展不确定度（U）及包含因子（k）。
- h) 结论
- 明确说明样品是否符合标准规定的要求（可引用标准的具体条款号，如 5.7.1）。
- i) 批准信息
- 测试人员、审核人员、批准人员的签名。
- j) 备注
- 测试过程中需要特别说明的情况（如：多芯片的测试点选择、热电偶安装细节、热阻值来源等）。

附录D（规范性附录）LED 集鱼灯表面膜温试验方法（非接触式原位测量法）

D.1 试验条件

a) 环境温度

1. 型式试验, $45^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$;
2. 交收检验: 实际环境温度。

b) 相对湿度: $\leq 75\% \text{RH}$ (避免凝露影响测量);

c) 环境要求: 测试场所应避免强气流干扰, 被测灯具周围不应有影响测温的强反射源 (如高温设备、窗户)。建议在暗室或背景温度接近环境温度的场所进行;

d) 电源: 额定电压, 波动 $\leq \pm 0.5\%$;

e) 预热时间: 灯具在测试环境下通电预热, 直至达到热平衡状态 (通常 ≥ 1 小时, 或连续 10 分钟内最大温度变化 $< 1^{\circ}\text{C}$)。

D.2 试验设备

a) 红外热像仪: 温度测量精度不低于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或读数的 $\pm 2\%$ (取大值), 空间分辨率 (IFOV) 满足精确测量灯具最小特征部位的要求。热像仪应具备高低温点跟踪、发射率调节和图像存储功能;

b) 接触式测温仪: 如精密热电偶或热电阻, 精度不低于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 用于发射率验证。测温探头应足够小, 以尽量减少对被测表面散热的影响;

c) 低发射率胶带 (可选): 已知高发射率 (通常 $\epsilon > 0.90$) 的特种胶带, 用于辅助验证。

D.3 样品

半成品灯, 未安装透光罩。

D.4 试验步骤

D.4.1 测量前准备

a) 将灯具按使用状态安装, 并置于 D.1 规定的测试环境中。

b) 表面发射率 (ϵ) 的确定与设置 (关键步骤):

1. 材料识别: 确认待测关键部位 (如 LED 光源板基板、散热器鳍片) 的表面材质 (如阳极氧化铝、抛光铝、陶瓷等);
2. 参考值设定: 根据材料类型和表面处理工艺, 从公认的工程材料发射率表中选取一个参考发射率值 (ϵ_{ref}) 输入热像仪;
3. 发射率验证 (二选一):

1) 方法 A (接触式比对法, 推荐): 在灯具不通电、处于环境温度稳定状态时, 将接触式测温仪的探头紧密附着于待测点旁的一个小区域内。使用热像仪对准该区域, 调整热像仪的发射率设置值, 直至热像仪显示的该点温度与接触式测温仪的读数基本一致 (差值在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 内)。此时热像仪设置的发射率值 ($\epsilon_{verified}$) 即为该表面区域的有效发射率。将此值 $\epsilon_{verified}$ 用于后续所有测量。

2) 方法 B (胶带比对法): 在待测点附近粘贴一小块已知高发射率 (ϵ_{ref}) 的低发射率胶带。确保胶带与表面接触良好。测量时, 调整热像仪的发射率设置, 使胶带区域的温度读数与其真实温度 (可通过接触法或认为与环境温度一致) 相符, 然后测量相邻未贴胶带的待测表面温度, 此时使用的发射率设置即为该表面的有效发射率。

c) 设置热像仪的其他参数, 包括反射温度 (通常设为环境温度)、环境温度 (T_a)、相对湿度及测量距离。

D.4.2 测量过程

- a) 在额定电压下点亮灯具，开始计时；
- b) 达到热平衡状态后，使用已设置好验证后发射率 ($\epsilon_{verified}$) 的热像仪对灯具外表面进行全面扫描；
- c) 确定并记录灯板表面及其他关键部位的最高温度点（膜温最高值， T_{s_max} ）；
- d) 保存清晰的红外热像图，图中应能显示温度分布、最高温度点的读数及位置。

D.4.3 数据处理

计算膜温温升： $\Delta T_s = T_{s_max} - T_a$

其中：

- a) ΔT_s 为膜温温升，单位 $^{\circ}\text{C}$ ；
- b) T_{s_max} 为热平衡后测得的表面最高膜温，单位 $^{\circ}\text{C}$ ；
- c) T_a 为试验时的环境温度，单位 $^{\circ}\text{C}$ 。

D.5 合格判据

（同 5.7.2）

测得的表面膜温 T_{s_max} 及温升 ΔT_s 应满足以下要求：

- a) 膜温温升 $\Delta T_s \leq 80^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 最高膜温 $T_{s_max} \leq 125^{\circ}\text{C}$ 。

D.6 试验报告

试验报告应至少包含以下信息，以确保测试的可追溯性和结果的准确性：

a) 报告标识信息

1. 报告编号；
2. 报告标题（如“表面膜温测试报告（非接触式原位测量法）”）；
3. 出具本报告的单位名称、地址；
4. 报告的出具日期。

b) 样品信息

1. 样品名称、型号、编号（或序列号）；
2. 样品状态（注明：成品灯，未进行表面处理）；
3. 制造商名称。

c) 测试依据

1. 本附录的标准编号及名称（即 T/SZFAA 16-2025 附录 D）。

d) 测试条件

2. 环境温度 (T_a)、相对湿度；
 1. 测试日期和时间；
 2. 供电条件（额定电压）；
 3. 预热时间及热平衡判定条件。

e) 测试设备

1. 所用主要设备的名称、型号、编号（如：红外热像仪、接触式测温仪型号及编号）；
2. 设备的校准证书编号及有效期。

f) 关键参数与结果

1. 表面描述与发射率：详细描述被测关键部位的表面材质和处理状态，以及最终确定并使用的发射率值 ($\epsilon_{\text{verified}}$) 及其确定方法（如接触式比对法）；
2. 热平衡后灯具表面红外热像图（可作为附件）；
3. 测得的表面最高膜温 T_{max} （单位：℃）及对应的位置描述；
4. 试验环境温度 T_a （单位：℃）；
5. 计算得到的膜温温升 ΔT_s （单位：℃）。

g) 测量不确定度

声明的温度测量扩展不确定度 (U) 及包含因子 (k)，应特别考虑发射率设定带来的不确定度分量。

h) 结论

明确说明样品是否符合标准 5.7.2 条款的要求。

i) 批准信息

测试人员、审核人员、批准人员的签名。

j) 备注

测试过程中需要特别说明的情况（如：发射率验证的详细过程、表面异常状况等）。

附录 E（规范性附录）LED 集鱼灯电源波动适应性试验方法

E.1 试验条件

E.1.1 环境条件

- a) 环境温度: $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $\leq 65\% \text{ RH}$;
- c) 测试环境应为光学暗室, 避免杂散光干扰。

E.1.2 供电电源

测试系统应使用可编程交流电源, 其输出波形失真度应不大于 3%。

E.1.3 样品状态

- a) LED 集鱼灯应按使用状态完整安装;
- b) 测试前, 样品应在测试环境下静置至少 1 小时, 并在额定电压下预热至光学输出稳定 (通常 ≥ 30 分钟)。

E.2 试验设备

E.2.1 测试系统构成

测试系统应包括:

- a) 可编程交流电源: 输出电压、频率精度不低于 $\pm 1\%$, 能模拟本标准表 1 规定的稳态及瞬态波动波形;
- b) 光辐射测量系统: 优先采用符合附录 A 要求的光谱辐射计, 其采样频率应不低于 10Hz, 以捕捉光输出的瞬态变化。也可采用经定标、响应波段与目标诱鱼光波段匹配的辐射照度计;
- c) 数据记录仪: 能同步记录电源参数 (电压、电流、频率) 和光辐射测量值。

E.2.2 设备校准

光辐射测量系统需溯源至国家基准, 校准周期不超过 12 个月。交流电源应定期核查其输出精度。

E.3 样品

LED 集鱼灯成品灯

E.4 试验步骤

E.4.1 基准值测量

在额定电压和频率下, 测量并记录诱鱼光 (根据产品宣称选择 CRE, GRE, YRE 或 RRE) 的辐射通量基准值 (Φ_0)。

E.4.2 稳态波动测试

- a) 调整交流电源, 使输出电压分别为额定值的 106% 和 90%, 频率为额定值。在每个电压点稳定运行至少 10 分钟后, 记录诱鱼光辐射通量的平均值 ($\Phi_{\text{steady-voltage}}$);
- b) 调整交流电源, 使输出频率分别为额定值的 105% 和 95%, 电压为额定值。在每个频率点稳定运行至少 10 分钟后, 记录诱鱼光辐射通量的平均值 ($\Phi_{\text{steady-frequency}}$)。

E.4.3 瞬态波动测试

- a) **电压瞬变:** 在额定工作状态下, 施加+20%的电压阶跃突变, 持续 1.5 秒后恢复至额定电压。使用数据记录仪捕获整个过程中的辐射通量变化。重复进行-20%的电压阶跃测试;
- b) **频率瞬变:** 在额定工作状态下, 施加+10%的频率阶跃突变, 持续 5 秒后恢复至额定频率。记录辐射通量变化。重复进行-10%的频率阶跃测试。

E.4.4 功能检查

在所有波动测试过程中及结束后, 检查灯具应无熄灭、闪烁、异常噪音或损坏等现象。

E.5 合格判据

- a) **稳态波动:** 在所有稳态波动测试点, 诱鱼光辐射通量的波动率应满足: $|\Phi_{\text{steady}} - \Phi_0| / \Phi_0 \times 100\% \leq 10\%$;
- b) **瞬态波动:** 在电压或频率瞬变过程中, 辐射通量的最大瞬时波动率应满足: $|\Phi_{\text{transient}} - \Phi_0| / \Phi_0 \times 100\% \leq 10\%$, 且在突变结束后, 光输出应在规定恢复时间(电压: 1.5 秒; 频率: 5 秒)内恢复到基准值 Φ_0 的 $\pm 10\%$ 范围内;
- c) **功能正常:** 试验过程中及结束后, 灯具功能正常, 符合 GB/T 7000.1 第 12.4 条的安全要求。

E.6 试验报告

试验报告应至少包含以下信息, 以确保测试的可追溯性和结果的准确性:

a) 报告标识信息

1. 报告编号;
2. 报告标题(如“电源波动适应性测试报告”);
3. 出具本报告的单位名称、地址;
4. 报告的出具日期。

b) 样品信息

1. 样品名称、型号、编号(或序列号);
2. 样品状态(如: 新品);
3. 制造商名称;
4. 测试所选的诱鱼光波段(如 CRE, GRE 等)。

c) 测试依据

本附录的标准编号及名称(即 T/SZFAA 16-2025 附录 E)。

d) 测试条件

环境温度、相对湿度;
测试日期和时间;
额定供电条件(电压、频率)。

e) 测试设备

所用主要设备的名称、型号、编号(如: 可编程交流电源、光谱辐射计/辐射照度计、数据记录仪);

设备的校准证书编号及有效期。

f) 测试结果

1. 基准辐射通量 Φ_0 (单位: W);
2. 各稳态波动测试点 (电压 106%, 90%; 频率 105%, 95%) 的辐射通量值及波动率 (单位: %);
3. 各瞬态波动测试过程的波形记录图 (可作为附件), 并标注最大瞬时波动率及恢复情况;
4. 功能检查结果 (正常/异常)。

g) 测量不确定度

声明的测量扩展不确定度 (U) 及包含因子 (k) (适用于辐射通量测量)。

h) 结论

明确说明样品是否符合标准规定的要求 (可引用标准的具体条款号, 如 5.4.3)。

i) 批准信息

测试人员、审核人员、批准人员的签名。

j) 备注

测试过程中需要特别说明的情况。