

ICS 编号

CCS 编号

# 团体标准

T/CHES XXX—20XX

## 防护材料防沼蛤附着性能测试与 评价方法

Test and evaluation method for *Limnoperna fortunei* resistance  
performance of protective materials

（报批稿）

请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布







# 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 总体要求 .....	1
5 测试装置与试样制备 .....	2
5.1 试验水池布设 .....	2
5.2 试样制备 .....	2
5.3 试样布置 .....	2
6 测试 .....	2
6.1 试验条件 .....	2
6.2 试验流程 .....	3
6.3 试验记录 .....	3
7 评价 .....	3
7.1 评价原则 .....	3
7.2 防沼蛤附着性能评价 .....	3
7.3 完整性评价 .....	4
7.4 报告 .....	4
附录 A （资料性）试验水池与试样布设示意图 .....	5
附录 B （资料性）沼蛤附着试验观察结果记录表样 .....	6
附录 C （资料性）性能评价结果计算过程 .....	7
参考文献 .....	9









# 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。

本文件共分为8章和3个附录，主要技术内容包括防护材料防沼蛤附着性能的测试和评价方法。

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专利的责任。

本文件由中国水利学会归口。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国水利学会（地址：北京市西城区白广路二条16号，邮编100053），以便今后修订时参考。

本文件主编单位：清华大学、北京东方雨虹防水技术股份有限公司。

本文件参编单位：珠江水利委员会珠江水利科学研究院、广东省水利水电科学研究院、中国南水北调集团中线有限公司、广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院、广东省水利电力勘测设计研究院有限公司、广东粤港供水有限公司、广东粤海粤西供水有限公司、广州自来水有限公司、虹嘉工业涂料有限公司、河南科技大学、中国南水北调集团东线有限公司、北京市水务局、北京市自来水集团有限责任公司、中国科学院生态环境研究中心、深圳市东江水源工程管理处、佳固士新材料有限公司、南阳师范学院。

本文件主要起草人：安雪晖、徐梦珍、周子鹄、庞瑾瑜、姚国友、赵娜、吕淼、傅旭东、蔡聿锋、杨小泉、丁红梅、常志兵、郭芳、肖新宗、雷发楷、徐锦华、王兆印、王宁羽、王睿禹、周心怡、范皓翔、郑欣、王聪聪、杨瑶、杨奇、吕鹏刚、曹小武、苏学敏、李永华、刘梅、李鑫、王敏、战爱斌、李世国、吴琼、王立华、张君禄、李兆恒、罗顺杰、万家瑞、谢亮、秦晓川、肖力、刘时明、郑航桅、黄振盈、潘志权、贾东远、李玉英。







# 防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法

## 1 范围

本文件规定了防护材料防沼蛤附着性能的测试内容与方法，以及性能评价内容、方法、分级标准等。

本文件适用于涉水工程结构表面防护材料在同一区域、同等条件下防沼蛤附着性能的测试与评价。

## 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 3838 地表水环境质量标准

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准

T/CHES 56 输水工程沼蛤防治系统技术导则

T/CHES 128 输水工程沼蛤监测技术导则

## 3 术语和定义

T/CHES 56 和 T/CHES 128 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**沼蛤附着试验** *Limnoperna fortunei* adhesion test

将涂装防护材料的试样放置在专用的试验水池中，定期观察试样上沼蛤附着量、繁殖程度以及破损程度，并与同期同等条件下的空白试样进行比较，根据观察的结果评价防护材料防沼蛤附着性能的一种试验。

### 3.2

**防沼蛤附着性能** *Limnoperna fortunei* resistance

材料表面防止沼蛤附着及维持有效防附着功能的能力。

### 3.3

**沼蛤幼虫密度** *density of Limnoperna fortunei larva*

指某一时刻单位水体中现存的沼蛤幼虫数量。

[来源“T/CHES 128”，定义 3.4]

### 3.4

**沼蛤附着密度** *density of Limnoperna fortunei*

指某一时刻某试样单位面积上附着的沼蛤数量。

## 4 总体要求

4.1 防护材料应无毒无害，饮用水工程所用材料还应符合 GB/T 17219 或卫生部相关要求。

4.2 试验水池应经济实用，且设计尺寸应便于长期监测。

4.3 试验水池的选址不应影响主体输水工程的过流能力。

## 5 测试装置与试样制备

### 5.1 试验水池布设

5.1.1 沼蛤附着试验应在水池中进行，水池应建设于沼蛤幼虫充足的水源附近，从水源中直接引入原水。水源中的水通过管道与水池连接；流经试样后，从尾水口排出。

5.1.3 水池的组成应包括进水池、水位调整池、整流装置、测试段和尾水口（布设示意图见附录 A），且应符合以下要求：

- a) 进水池应与自然水源或容纳自然水体的池子连接，尺寸应满足试验水池中的流速、水位要求；
- b) 测试段的长度应能容纳四排以上试样；
- c) 尾水口的排水管尺寸应保证尾水及时排出。

5.1.4 水池应配备多功能溶氧仪和水质分析仪等水质检测设备。

### 5.2 试样制备

5.2.1 试样基材宜采用与工程要求一致的材质，如混凝土、金属等。试样平面尺寸应为 500 mm $\times$ 500 mm，混凝土材料厚度应为 50 mm，其他材料厚度应为 20 mm。

5.2.2 每种待评价的材料应制备 3 块试样，并应另设 3 块空白基材试样。

5.2.3 制备待评价材料的试样时，应在基材板一个 500 mm $\times$ 500 mm 表面涂装防护材料，其他面应使用环氧等封闭材料进行封闭。

5.2.4 制备待评价试样过程中，基材表面处理、涂层用量及厚度、涂装工艺应符合材料供应商所给出的技术要求。

### 5.3 试样布置

5.3.1 试样应布置于监测水池的水流稳定段，且应垂直放置于水池内，大面应与水流方向平行。

5.3.2 在使用混凝土试样时，空白试样和同一种材料的 3 个试样应分别摆放在水流稳定段的上、中、下游，且应符合以下要求：

- a) 在垂直于水流方向上，试样间距宜为 20 mm，可根据水动力条件要求对间距进行调整；
- b) 在平行于水流方向上，试样间距应大于 600 mm；
- c) 在垂直方向上，水面高度应没过试样表面。

混凝土试样布置可参考附录 A。如使用非混凝土试样，应注意试样间的流速应符合 6.1.1 中的流速要求。

## 6 测试

### 6.1 试验条件

6.1.1 试样间的平均流速宜为 0.4 m/s ~ 0.9 m/s，可通过水泵流量与试样间的间距调整确保流速符合要求。

6.1.2 水池测试段应保持黑暗环境，光强应小于 10 lx。

6.1.3 试验宜在沼蛤繁殖期且沼蛤幼虫密度达到 1000 个/m<sup>3</sup>时启动。

6.1.4 水池进水口原水的溶解氧、浑浊度、pH 值和电导率等参数应符合 GB 3838 中地表水 III 类及以上的限值要求。

## 6.2 试验流程

6.2.1 将制备好的试验试样与空白试样按要求放入水池，在通水前应在试样表面做好标记，记录原始状态，并拍照留存。

6.2.2 应在调整好水动力条件后通水运行。

## 6.3 试验记录

6.3.1 试验时间应不少于 12 个月，试验过程中宜间隔 2~3 个月进行无损伤观察。当出现以下情况之一时，宜终止沼蛤附着试验，并记录最终试验结果：

- a) 按预定周期试验完毕；
- b) 涂装防护材料的试验面沼蛤覆盖面积大于 30%或完整性评价结果小于 70%，判定防沼蛤附着性能失效时。

6.3.2 每次观察时，应对涂装防护材料的试验面和空白试样进行检查和记录。

6.3.3 观察时，应保持试样表面湿润，不应破坏试样表面附着生物，不应损伤防护材料表面，取出观察时间不宜超过 4 小时。

6.3.4 试样边缘 20 mm 的范围不应计入评价的总面积，当沼蛤附着于边界线上时，其水平投影面积的一半及以上在边界线内时应计入结果。

6.3.5 试验过程中和试验终止时的观察记录应符合以下要求：

- a) 试验过程中的观察，应拍照并记录涂装防护材料试验面的沼蛤附着情况和防护材料完整性，以及空白试样的沼蛤附着情况，并判断是否终止试验；
- b) 试验终止时的观察，应拍照并统计涂装防护材料试验面和空白试样上附着的沼蛤数量，记录防护材料完整性；
- c) 观察结果记录表样见附录 B。观察时的照片应按统一规则编号并存档，且应详细记录试样的摆放位置、入水时间和观察时间；
- d) 用于图像识别软件分析的照片应保证每 10 mm 的沼蛤长度在图像上至少占 20 像素。

6.3.6 在试验期间，应按 T/CHES 128 中规定的方法每周进行沼蛤幼虫密度监测。

## 7 评价

### 7.1 评价原则

7.1.1 每种防护材料的评价内容应包括防沼蛤附着性能及防护材料完整性。

7.1.2 当试样表面沼蛤附着面积小于空白试样时，防沼蛤附着性能应评价为有效。

7.1.3 应取 3 块试样评价结果的平均值作为每种防护材料的最终评价结果。

### 7.2 评价内容

7.2.1 防沼蛤附着性能的评价应符合以下要求：

- a) 应按照 T/CHES 128 中的规定对试样表面的附着情况进行检查并计算沼蛤附着密度。
- b) 应分别对装涂防护材料的试样和空白试样进行检查和记录，且应采用公式（1）进行评价计算：

$$S = \left(1 - \frac{S_n}{S_{\text{blank}}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$S$  ——降低附着密度百分比（%）；

$S_{blank}$ ——空白试样的沼蛤附着密度（个/ $m^2$ ）；  
 $S_n$  ——涂装防护材料试样的沼蛤附着密度（个/ $m^2$ ）。

若试样表面无沼蛤附着，则防护材料的降低附着密度百分比为 100%。防沼蛤附着性能的评价计算示例见附录 C。

c) 应以 12 个月周期测试结果划分防沼蛤附着性能等级，对应的材料评价结果应按表 1 的要求判定。

表 1 防沼蛤附着性能分级

$S\%$	防沼蛤附着性能等级
>85%	A
70%~85%	B
<70%	C

7.2.2 防护材料完整性的评价应在观察防护材料自身性态完整性及其与基材保持良好粘结的能力后开展，评价结果为表面未发生破坏的面积百分数。具体计算示例见附录 C。

7.3 报告

- 7.3.1 评价完成后应编写评价报告。
- 7.3.2 评价报告应至少包括沼蛤幼虫监测结果、水质监测结果、测试试验检查结果，测试试验检查结果应包括试样编号、名称、试验地点、试验时间等，并宜绘制防附着性能与完整性评价结果随时间变化的防沼蛤附着性能曲线图，制图示例见附录 C。
- 7.3.3 评价报告中应注明防护材料名称、用量，且应对试样的防沼蛤附着性能与完整性作出评价结果，并附上最终的试验照片。
- 7.3.4 如涂装防护材料的试验面和空白试样表面有其他生物附着，除 7.3.2 和 7.3.3 中规定的内容外，报告中宜进行描述和记录。



附录 A  
(资料性)  
试验水池与试样布设示意图

图 A. 1 给出了试验水池和试样布设的典型案例示意图。

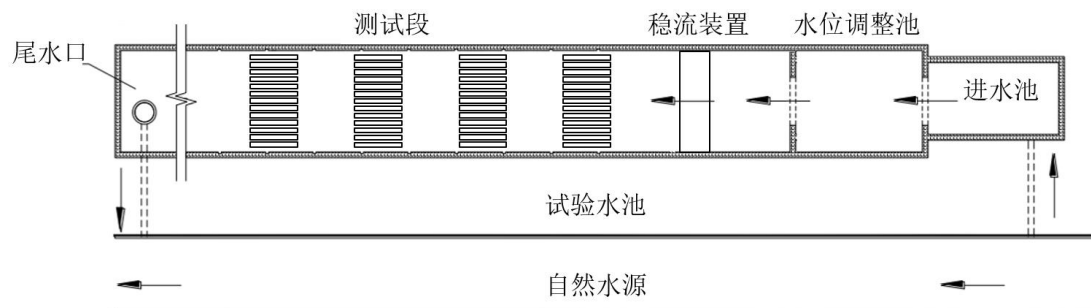


图 A. 1 试验水池与试样布设示意图

附录 B  
(资料性)  
沼蛤附着试验观察结果记录表样

表 B. 1 给出了沼蛤附着试验观察结果记录表样。

表 B. 1 沼蛤附着试验观察结果记录表

试样编号	沼蛤附着情况	防护材料完整性	典型照片	测试周期	备注
1					
2					
3					
4					
5					
.....					
n					
测试人员签字： 校核人员签字： 测试时间：					

**附录 C**  
**(资料性)**  
**性能评价结果计算过程**

示例 1 给出了防沼蛤附着性能评价的计算过程。

示例 1:

1. 附着物检查结果:

在 12 个月测试周期对某防护材料试样的沼蛤附着试验结果进行观察和记录。其表面附着物检查结果如表 C. 1 所示:

**表 C. 1 某防护材料试样表面沼蛤附着个数检查结果**

附着物	空白试样表面附着情况	待检查抗附着材料表面附着情况
沼蛤	160 个, 直径 1 mm~10 mm	4 个, 直径 1 mm~10 mm
检测面积	0.2116 m <sup>2</sup>	0.2116 m <sup>2</sup>

2. 计算过程:

空白试样的沼蛤附着密度:  $S_{blank} = \frac{160}{0.2116} = 756 \text{ 个/m}^2$ ;

涂装防护材料试样的沼蛤附着密度:  $S_n = \frac{4}{0.2116} = 19 \text{ 个/m}^2$ ;

降低附着密度百分比:  $S = (1 - \frac{19}{756}) \diamond 100\% = 97.5\%$ 。

3. 表面完整性检查结果:

对该试样的完整性进行观察和记录, 检查结果如表 C. 2 所示:

**表 C. 2 某防护材料试样表面完整性检查结果**

现象	面积
脱落	10%
破损	5%
其他完整性损伤	0%

4. 完整性评价结果:

$100\% - (10\% + 5\%) = 85\%$ 。

5. 附着性能曲线图:

综上, 该防护材料防沼蛤附着性能等级为 A, 完整性能评价结果为 85%。基于第 2、4、6、9 和 12 个月周期的检查结果绘制防沼蛤附着性能曲线图, 如图 C. 1 所示。

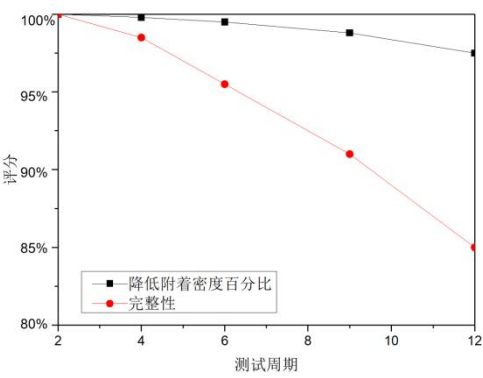


图 C.1 防护材料防沼蛤附着性能曲线图

### 参考文献

- [1] GB/T 5370 防污漆样板浅海浸泡试验方法
  - [2] GB/T 7789 船舶防污漆防污性能动态试验方法
  - [3] 中华人民共和国卫生部. 生活饮用水卫生规范[S]. 2001.
  - [3] 姚国友. 水工混凝土结构的贻贝侵蚀与防治技术研究[D]. 清华大学, 2012.
  - [4] 徐梦珍. 底栖动物沼蛤对输水通道的入侵及防治试验研究[D]. 清华大学, 2012.
  - [5] 王兆印, 徐梦珍, 叶宝民, 等. 一种污损生物的治理装置及一种输水工程系统[P]. 北京市: CN201110317506.1, 2014-02-19.
-