

# 《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》

(☒征求意见稿 ☐送审稿 ☐报批稿)

## 编制说明

主编单位：清华大学

---

2025 年 4 月

# 编制说明

## 一、工作简况

### 1.1 任务来源

2025年2月，中国水利学会根据《中国水利学会团体标准管理办法》相关规定，组织立项论证，通过论证后，以“中国水利学会关于《延续取水许可评估技术规程》《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》2项团体标准拟立项公示”进行公示，2025年3月批准该标准立项。

本标准的编制单位为清华大学、北京东方雨虹防水技术股份有限公司、珠江水利委员会科学研究院、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等。

### 1.2 任务背景

我国水资源时空分布不均问题突出，叠加区域水体污染加剧等因素，形成了资源型缺水、工程型缺水与水质型缺水并存的复合型缺水格局。为应对这一问题，缓解城乡生活用水、工农业生产用水及生态景观用水的多维压力，实施跨流域、长距离输水工程已成为优化水资源空间配置的重要手段。目前我国已建及在建大型跨流域调水工程已达100余项，在改善区域水资源承载能力、提升用水保障水平的同时，其伴生的生态风险亦不容忽视，特别是水源地生物群落可能通过输水廊道向受水区迁移扩散，形成非自然途径的生物入侵通道，这种人为干预的物种迁徙将对原生生态系统造成多层次、高强度、长周期的复合型生态压力。

沼蛤（*Limnoperna fortunei*），俗称淡水壳菜，隶属于软体动物门双壳纲贻贝科，广泛分布于中国及东南亚国家的淡水河湖、水库的硬质材料表面，其对环境适应能力极强，能够在低溶解氧、高水流流速的人工结构中生长，是典型的污损性生物。沼蛤具有较长的浮游幼虫阶段，可随自然水源入侵进入输水通道及工程，不仅对水工建筑物表面造成腐蚀、破坏，降低工程的使用寿命，还

会堵塞小直径管道，威胁工程的正常运行。沼蛤呼吸作用消耗水中的溶解氧，代谢过程排泄氨氮，容易引起水质恶化。死亡贝体腐烂变质过程也会导致有害菌群显著增加，影响供水水质，威胁用水安全。

工程大多数由混凝土材质构成，表面相对比较粗糙，这有利于贻贝的附着，某些防护材料不仅可提高壁面的光滑度，还能通过自身的物理化学作用抑制贻贝的附着，短期内能显著降低贻贝附着密度，作用直接、见效快，且不会对水质造成二次污染。在现有的沼蛤防治方法中，在结构物表面喷涂或粘贴防附着材料是相对合理、高效、适用于大规模应用的处理方法。但是防附着材料种类繁多，缺少系统的防附着材料防护效果的评价体系。为防止淡水壳菜异常增殖导致的附着密度爆发性增长，引发不可控的生物污损和相关生态风险，亟需针对淡水壳菜附着现状及发展规律形成系统的防附着材料防附着性能评价方法，为制定科学有效的防治方案提供决策依据。

为规范防沼蛤附着材料防附着性能的评价工作，保证评价结果的准确性、系统性和科学性，切实有效推动沼蛤防治工作，特申请编制本标准。编制该标准能够为工程中沼蛤的防附着材料选择提供系统依据，也是提升水利工程科学管理水平的具体体现，具有显著的经济、社会和生态环境效益。

## **1.3 主要工作过程**

### **1.3.1 组建标准编制组**

清华大学作为标准编制实施机构，于2024年8月组建了由清华大学、北京东方雨虹防水技术股份有限公司、珠江水利委员会科学研究院、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等单位的行业专家及一线人员组成的标准编制组，制定了标准编制工作方案，开展标准编制工作。

### **1.3.2 文献和资料收集**

标准编制组收集整理了相关的国家或行业标准，如输水工程沼蛤防治系统技术导则（T/CHES 56-2021）、技术供水系统沼蛤防治导则（T/CHES 55-2021）和输水工程沼蛤监测技术导则（T/CHES 128-2024）等相关标准和资料。标准编制

组按照标准编制依据和原则，对上述资料进行了认真分析、学习和研讨，初步理顺了标准编制的方向和思路。

### 1.3.3 调研及标准编制

#### （1）调研

标准编制组通过行业协会等平台，召集相关科研院所、工程管理部门和生产单位进行座谈，与从事工程建设管理工作、沼蛤防治工作和生态监测工作等方面的专家进行交流，了解国内相关监测工作的开展情况，总结其成功经验，分析项目实施中存在的问题。同时，标准编制组还赴从事沼蛤防治科学研究工作的相关科研院所、高校和深圳市东江水源工程管理处西枝江泵站、广东蓄能发电有限公司、琅琊山抽水蓄能电站等涉及沼蛤生物污损问题的工程管理部门进行了调研，了解各单位开展沼蛤生物污损监测工作的相关情况，获取了工作经验，总结了存在的问题。

通过调研，标准编制组系统梳理了《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》项目实施的主要内容，分析了防护材料防沼蛤附着性能测试与评价的主要目的、内容及要求，基本理清了本标准的编制思路。

#### （2）科研

针对本标准有关的防护材料防附着性能相关问题，项目组前期开展了一系列试验，研发了多种防护材料，并提出了防护材料防附着性能测试和评价的相关流程。最后，总结国内外沼蛤生物监测的相关研究成果，提出了《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》。

上述资料的分析和深入研究，为《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》团体标准的编制指明了方向。

#### （3）形成标准初稿

通过调研、科研，标准编制组对收集到的相关信息、资料进行了详细的分析、研讨和总结，结合防附着材料的防附着性能要求，围绕可操作性强、评价结果准确性高的原则，形成了《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》设计思

路。在此基础上，参照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》、GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》的规则，编写了《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》标准初稿。

#### （4）标准立项

2025年1月7日，标准编制组完成《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》初稿和立项申请材料，提交中国水利学会。2025年2月28日，中国水利学会以现场会议的方式召开了立项论证会，会议专家对标准进行了讨论，一致同意该标准立项。2025年4月3日，水利学会发布该标准立项公示。立项专家意见及建议主要包括：

1) 标准名称宜为《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》。

2) 进一步完善标准的章节设置和条文内容：

① 根据标准的实际情况，增减术语。

② 明确试验的具体规定，如水质、光照、温度、季节、投放时间等方面的具体要求。

③ 明确本标准的适用范围。

④ 将试件制备单独列为一节，并明确引用的相关法律法规和标准。

⑤ 细化评分的细则，并根据评分划分防护性能等级，并相应地规定各等级防护材料可应用于哪些风险等级区域、哪些区域。

⑥ 明确耐久性能的相关规定，是指材料本身的物理耐久性，是防护效果的持续性？

⑦ “实验报告”应改为“评价报告”。

⑧ 在防附着性能评价中，分析表面污损时，可以引用《输水工程沼蛤监测技术导则》（T/CHE 128）。

⑨ 试验的时长：不需要拘泥于目前规定的时间，防护效果好的材料也可以长期进行监测试验。

#### （5）形成征求意见稿

根据立项论证专家意见，标准编制组逐条讨论处理，对《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》初稿进行了多次讨论、修改，于 2025年4月11日形成征求意见稿，完成征求意见阶段材料（征求意见稿和编制说明），于2025年4月14日提交中国水利学会。

## **1.4 主要起草人及其所做的工作**

### **1.4.1 起草单位**

本标准起草工作由清华大学和北京东方雨虹防水技术股份有限公司牵头负责。

本标准起草单位：清华大学、北京东方雨虹防水技术股份有限公司、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。

### **1.4.2 任务分配介绍**

中国水利学会作为主管单位负责指导与协调标准的编制工作。

清华大学和北京东方雨虹防水技术股份有限公司作为标准起草的主编单位，负责标准起草、处理反馈意见、会议召集以及编制单位之间的沟通交流。

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、南阳师范学院负责各工序数据分析整理工作，参与草稿的编写、讨论及技术支持等工作。

## 二、主要内容及来源依据

### 2.1 主要内容

本标准共包括8章和4个附录，分别为：

- (1) 范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义

本章给出了本标准的主要术语和定义。

- (4) 总体要求

本章给出了防沼蛤附着材料防附着性能评价的总体原则和要求。

- (5) 试样制备

本章给出了试样制备的尺寸、数量和工艺的相关要求。

- (6) 测试方法

本章给出了附着试验的水池布设、水动力条件、试样制备和测试程序的相关要求。

- (7) 评价方法

本章给出了防沼蛤附着材料防附着性能和耐久性能评价的相关要求。

- (8) 评价报告

本章给出了评价报告编写的相关要求。

附录A（资料性）试验水池布设示意图

附录B（资料性）试样摆放示意图

附录C（资料性）沼蛤附着试验观察结果记录表样

附录D（资料性）沼蛤入侵风险高低判断依据表

### 2.2 来源依据

《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》（GB/T 20001.4-2015）、《技术

供水系统沼蛤防治导则》（T/CHES 55-2021）、《输水工程沼蛤防治系统技术导则》（T/CHES 56-2021）、输水工程沼蛤监测技术导则（T/CHES 128-2024）。

### 2.3 主要试验、验证及试行结果

（1）附着试验测试水池的布设：选取沼蛤幼虫充足的西枝江水源为试验池的水源，水源中的水通过管道与水池连接，流经试样后，从尾水口排到地下管道。通过调整水泵流量、水力坡度等方式调整水动力条件，将试样间的流速调整至0.5m/s，符合适宜沼蛤生存的流速范围。并为水池配备多功能溶氧仪和水质分析仪等水质检测设备，完善试验条件。

（2）沼蛤幼虫密度监测试验：采用浮游生物网过滤收集定量水样后，在显微镜下观测淡水壳菜幼虫发育阶段并计算密度。当采样点中幼虫密度较低时，一般采用自制采样系统进行0.5m<sup>3</sup>水样采集，以便收集足够的幼虫用于显微观测和分析。采样流程为：水泵抽水、浮游生物网过滤、定容桶定容、滤液收集、固定。

（3）防附着性能监测试验：进行若干组防护材料的防护性能的监测试验，在水池中投放涂有防护材料的500×500×50 mm试样，并对不同附着周期的试件进行附着情况的集中检查，通过对防附着性能和耐久性能的综合评价，对防护材料的防护效果进行对比和打分。

上述方法均在实际工程中进行了实践验证，效果良好。最后，总结国内外沼蛤生物污损的防附着材料相关研究成果，提出了《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》。

本项目参与单位涉及高校、工程管理部门等多个单位，这些单位长期以来，从沼蛤监测、工程中沼蛤的入侵机理及防治方法等方面进行了系统研究，主持完成了多项工程中沼蛤入侵防治的科研项目，取得了良好的科研成果和实践经验。

本标准的编写，旨在规范工程区、水源地、受水区的沼蛤监测工作，保证监测成果的准确性、系统性和科学性，为相关部门的工程管理提供科学依据和技术支撑。目前，相关技术已经在深圳市东江水源工程、南水北调中线工程、白鹤滩水电站、广州北江引水项目等工程中得到应用，取得显著的经济效益和社会效



益。标准的编写，吸纳了示范应用过程中的成功经验，解决了项目实施中存在的问题，对标准的验证、试行和推广具有重要意义。

### 三、专利情况说明

该标准涉及的专利包括如下1项，但与专利不同的是，专利更偏重防治，本标准更偏重标准化测试流程和量化方法：

[1] 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.

### 四、与相关标准的关系分析

**4.1 与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。**

目前国内外暂无专门针对防护材料防沼蛤附着性能的测试与评价标准，所以没有对比情况。

**4.2 与国内相关标准协调性分析。**

本标准编写过程中，编制组参考了相关国家、行业和地方标准，充分考虑了与国内相关标准的协调性问题，所述内容与国内相关标准保持协调。

### 五、重大分歧或重难点的处理经过和依据

无。

### 六、贯彻措施及预期效果

输水工程是解决水资源时空分布不均问题，提升国家水安全保障能力的重要措施，而沼蛤则可能对输水工程的正常运行产生影响。为保障输水工程及其他涉水工程的健康运行和受水区的生态安全，以及对沼蛤防护材料的防附着性能进行科学有效地测试和评价，迫切需要建立防沼蛤附着材料相关的技术标准和规程。因此，需要根据沼蛤的生态学特性，结合长期的防护材料开发与就用工作实践，

加快《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》团体标准编制进程，争取早日发布和实施，为相关工程的沼蛤防治及运行管理提供科学方法和技术支撑。

《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》团体标准出版后，应加大对本标准的宣贯力度，使之及时传达至输水工程相关的建设、管理单位，并将标准积极运用到具体工程建设和管理中，逐步提高行业、社会的标准意识，使其发挥应有的作用。

## 七、其他说明事项

围绕水利高质量发展的要求，坚持问题导向，坚持底线思维，坚持“三统筹、一具备”基本原则，对《防护材料防沼蛤附着性能测试与评价方法》的导向性、引领性、推动性、基础性进行自查。该团体标准填补了防护材料防附着性能测试与评价体系的空白，对防护材料的研发与工程应用具有引领性作用。