

# 《技术供水管道沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治装置技术导则》

（征求意见稿 送审稿 报批稿）

## 编制说明

主编单位： 清华大学

2020 年 8 月

# 编制说明

## 一、工作简况

### 1.1 任务来源

2020年8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，经过立项论证，公示后以《关于批准〈大中型泵站工程规范运行管理标准〉等10项标准立项的通知》（水学[2020]94号），批准该标准立项。

本标准的编制单位为清华大学、深圳市东江水源工程管理处、河南科技大学。

### 1.2 任务背景

沼蛤，俗称淡水壳菜，属于双壳纲异柱目贻贝科，幼虫阶段为浮游生物，成贝阶段是营附着或固着生活的底栖生物。沼蛤其对环境适应能力极强，具有较长的浮游幼虫阶段，幼虫进入受水体后逐步发育为营固着生活的成贝，成贝利用蛋白足丝牢固附着，通过滤食水中的浮游生物生活。

沼蛤幼虫个体微小，随水流自由迁移，可以到达任意狭小的水流空间。冷却水技术供水系统（比如水泵站、水电站、抽水蓄能电站、火电厂等的冷却水技术供水系统）属于小管路系统，管径小（小于10 cm），流速适宜沼蛤附着。沼蛤幼虫能随水流进入冷却水技术供水系统并在里面大量生长、高密附着，很容易造成冷却水管堵塞、腐蚀结构，引起系统故障，导致机组非计划停运，给水泵站、水电站、抽水蓄能电站等的安全稳定运行造成严重影响，形成生物污损灾害。

近年来，相关工程中爆发了一系列的沼蛤生物污损问题，严重影响电站的安全生产，引起了广泛关注。如武钢冷却水管道被层层附着的沼蛤堵塞；日本的一个水电站曾经出现过由于冷却水管道被沼蛤堵塞造成水轮机组停机事故；在巴西Parana河及其支流上至少33座电站因为沼蛤生物污损引发停机事故。另外，广州抽水蓄能电厂、安徽琅琊山抽水蓄能电站、浙江天荒坪抽水蓄能电

厂、北京十三陵抽水蓄能电厂等均面临冷却水系统生物污损的风险。

针对这些问题，许多学者研究了控制沼蛤大规模入侵的方法，预防措施包括水源地控制、防附着涂料、水流控制法等；治理措施包括物理灭杀法和药剂控制两种，物理手段常用方法有：离水干燥、封闭缺氧、高温水浸泡喷淋、高压水冲、人工或机器刮除等强制沼蛤死亡脱落，常用的药剂控制有：采用化学药剂杀死沼蛤、溶解沼蛤足丝使其从附着壁上脱落。然而，这些灭杀控制方法成本较高，而且会造成环境污染等问题，目前还没有可以普遍推广的方法。

随着我国水电开发力度的加大和沼蛤的蔓延，电站冷却水技术供水系统中沼蛤入侵及污损问题也逐渐凸显。为减少沼蛤生物污损，减轻对工程安全运行和机组稳定性的影响，迫切需要寻求一种安全健康、经济合理的生物污损防治措施。对于未来要修建的电站，在建设前设计并安装生物污损防治装置，可尽量减少电站运行后生物污损的危害；对于已经完成并运行的电站，可结合工程布置设计并安装生物污损防治装置，从而减少对电站运行的影响。然而，目前尚没有针对技术供水管道沼蛤生物污损防治装置的相关设计导则和标准。

对电站冷却水技术供水系统的生物污损防治系统进行设计指导可减轻对工程安全运行和机组稳定性的危害，有利于工程的长治久安。围绕安全健康、经济合理的生物污损防治原则，形成规范化的电站冷却水技术供水系统的生物污损防治系统设计方法将为降低工程的运行风险提供有效方法，也是提升水利工程科学管理水平的具体体现。

### **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2019年9月组建了由深圳市东江水源工程管理处、河南科技大学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《砌体结构设计规范》

(GB50003)、《给水排水构筑物施工及验收规范》(GB141)、《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB50268)、《通用阀门球墨铸铁技术条件》(GB122275)、《整体铸铁法兰》(GB/T17241.6)、《不锈钢食具容器卫生标准》(GB 9684)、《生活饮用输配水设置及防护材料的安全性评价标准》(GB/T17219)、《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》(GB/T10002.1)、《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管件》(GB/T10002.2)、《低合金高强度结构钢》(GB/T1591)、《连续热镀锌钢板及钢带》(GB/T 2518)、《铝合金铸件》(GB/T 9438)、《增强用玻璃纤维网布》(JC561)、《玻璃纤维防虫网布》(JC/T173)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,与从事电站管理工作和沼蛤防治工作等方面的专家进行交流,了解国内相关防治工作的开展情况,总结其经验,分析项目实施中存在的问题。同时,标准编制组还赴中国科学院水生生物研究所、长江科学院、湖北工业大学等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防治工作的相关情况,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技术供水管道沼蛤(淡水壳菜)生物污损防治装置技术导则项目实施的主要内容,分析了防治装置设计实施中各环节的主要目的、内容及要求,基本理清了本标准的编制思路。

#### (2) 科研

针对本标准有关的电站技术供水管道中沼蛤的生态水力学防治问题,项目组前期开展了一系列试验,掌握了沼蛤对附着材料的附着规律和幼虫的沉降规律,

以及水流脉动对沼蛤幼虫的灭杀规律。在上述试验基础上，进行了水槽试验，防治效果良好。最后，根据最优的附着材料、沉降流速、致紊结构和湍流流速，提出了技术供水管道沼蛤生物污损防治装置技术导则，制定了由进水池、附着沉降灭杀池、沉降灭杀池、湍流灭杀池组成的生物污损防治装置。

上述资料的分析 and 深入研究，为《技术供水管道沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治装置技术导则》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，结合技术供水管道的特点，围绕安全健康、经济合理的要求，形成了技术供水管道沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治装置设计思路。在此基础上，参照 SL 1—2014《水利技术标准编写规定》的规则，编写了《技术供水管道沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治装置技术导则》标准初稿。

### （4）标准立项

2020年2月18日，标准编制组完成《技术供水管道沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治装置技术导则》初稿和立项申请材料，提交中国水利学会。2020年3月31日至4月8日，中国水利学会以函审方式进行了立项论证审查，审查专家一致同意该标准立项，同时提出了修改意见及建议。5月13日，水利学会发布该标准立项公示。立项论证专家意见及建议主要包括：

- 1) 目前不宜用选择一种方式规范和限定技术方案。
- 2) 建议合并、调整题目和内容，更好地指导设计、管理运行。
- 3) 斟酌并完善标准名称，适当调整适用范围，并与标准名称一致。
- 4) 建议增加布置后的质量验收要求。
- 5) 建议增加运行维护、以及防治效果方面的内容。
- 6) ①建议术语简洁明了；②因是技术设计导则，建议各装置给出明确的设计尺寸、运行参数等以利于实际应用。
- 7) 《输水工程生物污损综合防治系统设计导则》和《技术供水管道沼蛤生

物污损防治装置技术导则》依据相同的专利技术，不同的是输水规模，是否可合并为一个导则？

8) 关于沼蛤的学名。沼蛤、湖沼股蛤的学名为淡水壳菜，沼蛤、湖沼股蛤只是淡水壳菜的俗称。作为技术导则，不应以俗称对物种进行取名，建议该导则将沼蛤改为淡水壳菜。

#### (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《技术供水管道沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治装置技术导则》初稿进行了多次讨论、修改，于 2020 年 8 月 26 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 2020 年 8 月 28 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牵头负责。

本标准起草单位：清华大学、深圳市东江水源工程管理处、河南科技大学。

#### 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。

深圳市东江水源工程管理处、河南科技大学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。

## 二、主要内容及来源依据

### 2.1 主要内容

本标准共包括 8 章，分别为：

#### 1. 范围

#### 2. 规范性引用文件

### 3.术语和定义

本章给出了本规范的主要术语和定义。

### 4.布置要求

本章给出了技术供水管道沼蛤生物污损防治装置的整体位置、高程等技术参数要求。

### 5.进水池

本章给出了进水池的尺寸、零部件等技术参数要求。

### 6.附着沉降灭杀池

本章给出了附着沉降灭杀池的尺寸、流速、水面高度、吸附排间距等技术参数要求。

### 7.沉降灭杀池

本章给出了沉降灭杀池的尺寸、形状、流速等技术参数要求。

### 8.湍流灭杀池

本章给出了湍流灭杀池的尺寸、湍流灭杀管材料、孔板尺寸等技术参数要求。

## 2.2 来源依据

《砌体结构设计规范》（GB50003）、《给水排水构筑物施工及验收规范》（GB141）、《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268）、《通用阀门球墨铸铁技术条件》（GB122275）、《整体铸铁法兰》（GB/T17241.6）、《不锈钢食具容器卫生标准》（GB 9684）、《生活饮用输配水设置及防护材料的安全性评价标准》（GB/T17219）、《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》（GB/T10002.1）、《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管件》（GB/T10002.2）、《低合金高强度结构钢》（GB/T1591）、《连续热镀锌钢板及钢带》（GB/T 2518）、《铝合金铸件》（GB/T 9438）、《增强用玻璃纤维网布》（JC561）、《玻璃纤维防虫网布》（JC/T173）。

## 2.3 主要试验、验证及试行结果

该标准涉及的试验主要包括：

(1) 附着试验：针对沼蛤对材料的附着问题，进行了一系列试验，结果表明，沼蛤对不同材料的偏好性存在差异，且其对附着材料的偏好性会随其生长过程的变化而改变。沼蛤初次附着后，会因自身生存条件的需要而改变其附着材料。细径单丝结构的纱网有利于沼蛤幼虫的附着，但不满足沼蛤成贝的生长需要，附着在网上的沼蛤幼虫发育至一定大小的成贝后就会自然脱落，进入底部浮泥层中窒息死亡。

(2) 沉降试验：针对沼蛤幼虫的沉降性，在繁殖高峰季节收集原水中大量沼蛤幼虫，进行静水沉降试验。静水沉降试验结果表明，80%的沼蛤幼虫的沉速在100-1000  $\mu\text{m/s}$ 。可参考沼蛤的沉速级配曲线，选择适当的沉速作为设计参考值，并按此标准设计沉降池尺寸与水流条件，从而实现相应的沉降效果。

(3) 湍流灭杀试验：在前期湍流灭杀试验测试孔板绕流的紊动流场对幼虫的灭杀效果的基础上，进一步试验了其它致紊结构的灭杀效果，同时，进一步对管道内部水力特性进行测量。结果表明，普通布置时孔板的灭杀效果优于筛网，加密布置后，大孔径孔板灭杀效果更加稳定，而小孔径孔板则因为过流能力减弱而明显下降，同时由于水流过网流速短暂提升，筛网灭杀效果得到增强，因此，推荐使用大孔径孔板，并在条件允许时尽量使用加密布置。

在上述试验基础上，结合国内外沼蛤生物污损的相关研究成果，提出了技术供水管道沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治装置技术导则。

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，从输水工程、电站技术供水管道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，旨在规范技术供水管道沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治装置的设计，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等输水工程和广东蓄能发电有限公司电厂引水隧洞中得到

应用，取得显著效果。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：

[1] 发明专利：王兆印，徐梦珍，赵娜，于丹丹，张晨笛，刘玮，邢继宏，袁波，汪卫平，熊续平，王大强，李威，王旭昭. 一种沼蛤杀灭池装置及灭杀方法，ZL2015 1 0586644.8

[2] 发明专利：王兆印，徐梦珍，王旭昭，曹小武，陈晓丹，刘乐，水体净化装置及包括该水体净化装置的输水工程系统. 2013.09，中国，2011 1 0256378.4

[3] 发明专利：王兆印，徐梦珍，叶宝民，王旭昭，袁宝招，赵娜，一种污损生物的治理装置及一种输水工程系统. 2013.04，中国，2011 1 0317506.1

[4] 发明专利：王兆印，徐梦珍，王旭昭，朱海龙，苏学敏，李文哲，水中有害微体生物的灭杀装置、灭杀方法及输水工程系统. 2013.12，中国，2011 1 2055939.9

[5] 实用新型：王兆印，徐梦珍，于丹丹，张晨笛，刘玮，李建光，强杰，李威，王莹，闵从军，于鲲，吴培枝，王旭昭. 一种沼蛤附着-沉降灭杀池与沼蛤灭杀装置. 205061643U

[6] 实用新型：王兆印，徐梦珍，王旭昭，刘玮，水中有害微体生物的灭杀装置及输水工程系统. 2012.5，中国，2011 2 0326870.X

[7] 实用新型：王兆印，徐梦珍，王旭昭，张康. 浮游生物的附着装置、附着系统、及输水工程系统和养殖装置. 2017.7，2011 2 0325605.X

### 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。

无。

#### 4.2 与国内相关标准协调性分析。

本规程编写过程中，充分考虑了与国内相关标准的协调性问题，如湍流灭杀管与电站冷却水管总进水口的连接件两侧均安装有阀门，应符合GB50332（给水排水工程管道结构设计规范）、GB50268（给水排水管道工程施工及验收规范）的要求。标准编写工作参考了国内相关标准，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

2020年全国水利工作会议明确将“水利工程补短板、水利行业强监管”做为今后一个时期水利行业的工作和发展重心。为保障电站工程的安全运行，迫切需要建立技术供水管道沼蛤生物污损防治装置标准体系，出台相关防治系统设计导则，这是“补短板”和“强监管”总基调要求的具体体现。因此，需要根据沼蛤生态水力学防控的基本理论，结合技术供水管道中沼蛤防治的工作实践，加快《技术供水管道沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治装置技术导则》团体标准编制进程，争取早日发布和实施，为相关工程技术供水管道中的沼蛤防治提供科学方法和技术支撑。

《技术供水管道沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治装置技术导则》团体标准出版后，应加大对本标准的宣贯力度，使之及时传达至电站相关的建设、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

无。