

水力聚氨酯碎石生态护坡工程技术规范（征求意见稿）

编制说明

水力聚氨酯碎石生态护坡工程技术规范标准编制组

二〇二五年九月

目 录

1	标准制订的必要性	1
2	任务来源及工作简要过程	2
2.1	任务来源	2
2.2	工作过程	2
2.2.1	主要起草单位和参加单位	2
2.2.2	主要起草人	3
3	编制原则	3
3.1	标准编写原则	3
3.2	主要内容	3
3.2.1	范围	3
3.3	采标情况	5
3.4	与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性	5
3.5	重要内容的解释和其他应予以说明的事项	5

1 标准制订的必要性

我国河湖纵横，水系发达，海岸线长超过 3 万公里，内陆和海岸生态护坡工程建设和维护工作量大。护坡工程土质、坡比、环境荷载（波浪、水流、冰）等差异也较大，护坡工程既要适应软土地基变形、护坡不均匀沉降、冻土的冻融循环、高速水流的冲刷、波浪的长期作用等恶劣环境影响，还要兼顾耐久性、可修复性、亲水性和生态效应。因此，需要选择合适的护坡结构型式和工程材料，以实现安全防护与生态环保。

目前国内外生态护坡技术发展迅速，创新型护坡形式得到越来越多的应用，但工程实践主要还是以传统护坡为主。传统护坡形式主要应用了“硬质护坡”模式，主体形式以块石和混凝土为主要材料，采用有效的现浇技术、铰接技术、块石技术、浆砌技术构造出护坡空间，起到提高稳定性功能的作用，辅以绿化实现环保功能。该类结构型式的优点是设计简易，能够提高边坡的稳定性，达到控制水土流失的目的。缺点是结构空间大，占用土地资源，忽略了生态环境，缺乏景观功能。硬质护坡破坏了生物的栖息环境，不利于生态功能修复，同时影响美观。

随着我国对环境相容性和环保要求的不断提高，石料和水泥的使用量和范围逐步受到限制，亟需探索兼具工程安全性和生态环保性的新型护坡材料及新型结构。围绕“十四五”环境改革发展目标，也迫切需要开展重要河湖领域保护、治理等关键技术研究与应用，满足护坡工程生态环保要求。

水工类聚氨酯作为一种粘结弹性材料，且具有环境友好的特点，逐渐被应用于生态护坡工程建设中，水工聚氨酯生态护坡结构可替代传统块石、浆砌块石、栅栏板、四角空心方块、扭王字块、扭工字块等人工块体护岸结构，也可替代生态混凝土、石笼网箱护坡等，尤其是已建护岸护坡结构的快速修复，特别适用于抗波浪、抗冲刷、抗侵蚀、耐紫外线、耐高低温、生态环保、快速施工等方面要求高的海堤、河堤、水库、渠道等岸坡防护工程。

国外如德国、荷兰、英国等将水工类聚氨酯作为粘结材料用于堤防护坡防护，已有超过 20 年的历史。项目组将水工类聚氨酯用于国内生态护坡工程，完成了十余个河道护坡生态防护和海岸生态防护的研究和应用，效果良好。

在已有研究和应用的基础上，建立技术标准，开展水工聚氨酯碎石生态护坡工程技术规范编制工作。

2 任务来源及工作简要过程

2.1 任务来源

根据中华环保联合会文件中环联字〔2025〕3号关于《水力聚氨酯碎石生态护坡工程技术规范》团体标准立项的公告，由水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、深圳市中泰基建设工程有限公司、南京水科院瑞迪科技集团有限公司等，承担《水力聚氨酯碎石生态护坡工程技术规范》团体标准的编写工作。标准编制组经广泛调查研究，认真总结了生态护坡工程的设计、施工方面的实践经验，参考了有关标准、手册等资料，组织制定了《水力聚氨酯碎石生态护坡工程技术规范》。

2.2 工作过程

依据《中华人民共和国标准化法》、国标委及民政部《团体标准管理规定》的文件精神，按照《中华环保联合会团体标准管理办法（试行）》的相关规定，按照 GB/T 1.1《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》的规定，成立了《水力聚氨酯碎石生态护坡工程技术规范》编制小组，起草过程如下：

- （1）制定工作计划，收集基础资料（2025年1月至2025年3月）；
- （2）编写标准初稿（2025年4月至2025年5月）。
- （3）编写征求意见稿和编写说明（2025年6月至2025年9月）。

2.2.1 主要起草单位和参加单位

本标准由水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、深圳市中泰基建设工程有限公司、南京水科院瑞迪科技集团有限公司、广东省水力生态科技有限公司、民航中南机场设计研究院（广州）有限公司、武汉长科设计有限公司、珠海市规划设计研究院、中国石油规划总院、黄河勘测规划设计研究院有限公司生态院、惠州大亚湾环境水务集团有限公司、晋江市围头湾开发建设有限公司、罗源县城建设发展集团有限公司、河海大学、南京市水利规划设计院股份有限公司、中交第四航务工程勘察设计院有限公司、深圳市大铲湾海洋科技有限公司、厦门市政集团有限公司、江苏省淮河入海水道工程管理处、重庆大学、中国市政工程中南设计研究总院有限公司等负责起草。

2.2.2 主要起草人

本标准主要起草人：黄汉雄，黄志庚，李景林，焦志斌，杨杰，黄楚康，刘涛，张述涛，鲁勇，赵亮，彭君，余成波，陈新荣，孙增强，龚泉，陈煜，邓晨光，张建，刘诗坤，胡丽香，肖剑，牟永春、郝晓东、张晓芳、高树林，曹平伟，张方方，赵才全、丁选明、陈武、陈洪喜，黄世杰，肖佳俊，黄少欣，鲁冠涛，吴泽熠，林佑高，杨克勤，王烽，李荣玉，陈清艺，翟作卫。

3 编制原则

3.1 标准编写原则

本标准按照 GB/T1.1-2020《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。

3.2 主要内容

3.2.1 范围

本标准规定了水力聚氨酯碎石生态护坡工程的材料、设计、施工、生态、质量验收方面的技术要求。

本标准适用于海洋工程、水利工程、水利水电工程、交通工程、核电工程、市政工程等岸坡和边坡的生态防护。

3.2.2 规范性引用文件

本章列出了本标准的引用文件。

3.2.3 术语和定义

本章给出的术语是本标准有关章节中所应用的。术语是本从标准的角度赋予其涵义的。

共定义了水力类聚氨酯胶黏剂、集料、水力聚氨酯碎石结构、水力聚氨酯碎石生态护坡 4 个术语。

3.2.4 材料

水力类聚氨酯胶黏剂作为生态护坡工程的胶结材料，直接影响水力聚氨酯碎石生态护坡工程的安全可靠性。国内外企业生产的聚氨酯粘合剂质量参差不齐。护坡结构承受波浪作用、水流冲刷、海水腐蚀、紫外老化、冻融破坏、基础变形

等多种因素共同影响，为保证工程质量，应选用具有一定强度、断裂延伸率和抗紫外老化性能的产品，同时应满足使用环境生态环保要求。

本标准制定的水力类聚氨酯胶黏剂技术要求是通过试验总结得出的，所采用的试验方法参考了国家现行的相关标准方法。

根据相关试验选择 5~10mm、10~16 mm 和 10~20 mm 三种规格的单粒级建筑石子或卵石，作为骨料。

3.2.5 设计

结合南京水利科学研究院岩土所生态护坡试验、福建平潭县大练岛月举村生态护坡工程、福建宁德江港海堤生态工程、福建晋江滨海新区海堤生态工程、江西宜春幸福河湖工程、广西南宁机场边坡防护工程、天津滨海海堤防护工程、河北曹妃甸海堤防护工程等工程设计，提出了现浇和预制两种结构型式。

对软土、液化土、膨胀土等特殊地质条件的地基，以及水力聚氨酯碎石结构层厚度小于 6cm 时，宜采用预制方式。

水力聚氨酯和碎石设计掺入比宜为 0.026~0.032（质量比），且应通过配合比试验确定。

采用 72 小时龄期试块抗压强度为标准强度。

水力聚氨酯碎石结构层厚度可取 4 倍~7 倍集料平均粒径，宜取 30 mm~120 mm。

水力聚氨酯碎石护坡应设置护脚，护脚宜采用预制混凝土或水力聚氨酯碎石结构，混凝土强度等级不应低于 C30。

植物物种应选择适合本工程所在地生长的禾本科草坪物种，种子纯净度应达到 95% 以上。冷地型草坪种子发芽率应达到 85% 以上，暖地型草坪种子发芽率应达到 70% 以上。

3.2.6 施工

结合南京水利科学研究院岩土所生态护坡试验、福建平潭县大练岛月举村生态护坡工程、江西宜春幸福河湖工程、广西南宁机场边坡防护工程、天津滨海海堤防护工程、河北曹妃甸海堤防护工程等工程设计，提出了水力聚氨酯碎石生态护坡工程施工的一般规定、准备、施工设备、工艺流程及施工控制参数等各项施工工艺要求。

3.2.7 质量检验

7.1 材料

结合水力聚氨酯碎石生态护坡工程设计和施工，划分了主控项目和一般项目，分项列出质量要求、检验方法、检验数量。

3.3 采标情况

本标准不属采标类标准，未进行与国际标准或国外先进标准的对比。

3.4 与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

本标准所涉及的生态功能为本标准的结构所产生的动植物、水生态或防土壤流失生态，与现有国内外及地方、团体标准无相关性，但在提高生态时效性方面参考了植绿护坡技术。

3.5 重要内容的解释和其他应予以说明的事项

无。