

ICS ****

CCS ***

团 体 标 准

T/JSSLKX ***—2026

粉砂土类河坡防护设计规程

Technical Specification for River Slope Protection Design of
Silty Sand Soil

(征求意见稿)

2026 - ** - **发布

2027 - ** - **实施

江苏省水利勘测设计协会 发 布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 勘察	2
5.1 一般规定	2
5.2 勘察内容	3
5.3 勘察方法	3
6 总体设计	3
6.1 总体布置	3
6.2 防护型式设计	3
6.3 排水与导渗设计	4
7 坡脚防护设计	5
7.1 一般规定	5
7.2 坡脚防护型式设计	5
7.3 坡脚排水与导渗设计	6
8 坡面防护设计	6
8.1 一般规定	6
8.2 水下区坡面防护设计	6
8.3 水位变幅区坡面防护设计	7
8.4 水上区坡面防护设计	7
8.5 坡面防护型式设计	7
8.6 坡面排水与导渗设计	9
9 坡顶防护设计	10
9.1 一般规定	10
9.2 坡顶防护型式设计	10
9.3 坡顶排水与导渗设计	11
10 计算要求	11
10.2 稳定计算	11
10.3 防护结构计算	11
10.4 排水设计计算	12
附 录 A （资料性）地基土勘探试验成果建议值表	13
附 录 B （资料性）常用粉砂土类河坡防护形式适用条件	14

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专利的责任。

本文件由江苏省水利勘测设计协会提出并归口。

本文件起草单位：淮安市水利勘测设计研究院有限公司、徐州市水利建筑设计研究院有限公司、华设设计集团股份有限公司。

本标准主要起草人：张丽娟、陈栋、胡林生、谷静、朱亚、纪伟、陈亚军、石长印、陈樊建、陈翔、周方圆。

粉砂土类河坡防护设计规程

1 范围

本文件规定了粉砂土类河坡防护工程勘察、总体设计、坡脚防护设计、坡面防护设计、坡顶防护设计及计算要求等内容。

本文件适用于粉砂土类河坡防护工程设计。

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/T 38509 滑坡防治设计规范
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- GB 50201 防洪标准
- GB 50286 堤防工程设计规范
- GB/T 50290 土工合成材料应用技术规范
- GB 50487 水利水电工程地质勘察规范
- GB 50707 河道整治设计规范
- GB/T 51015 海堤工程设计规范
- GB/T 51018 水土保持工程设计规范
- GB 51247 水工建筑物抗震设计标准
- SL 55 中小型水利工程地质勘察规范
- SL 188 堤防工程地质勘察规程
- SL/T 191 水工混凝土结构设计规范
- SL/T 252 水利水电工程等级划分及洪水标准
- SL 265 水闸设计规范
- SL/T 386 水利水电工程边坡与挡土墙设计规范
- SL/T 654 水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范
- SL 792 水工建筑物地基处理设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

粉砂土类 silty sand soils

为符合现行国家行业标准SL 188 土的分类中轻壤土、重砂壤土、轻砂壤土、粉土、轻粉质砂壤土、重粉质砂壤土、轻粉质壤土、粉砂及细砂。

3.2

粉砂土类河坡 silty sand type river slope

河坡主体土质为粉砂土类，或河坡的潜在滑动面、软弱结构面位于粉砂土类土层，其稳定性主要受粉砂土类工程特性控制的土质河道边坡。

3.3

河坡防护 river slope protection

为防止河道边坡受水流冲刷、风浪淘蚀及土体渗流破坏，采取的固脚、衬砌、护坡、排水、植被等措施，保障河坡稳定安全。

3.4

河坡基体 river slope matrix

河坡防护结构下部，承受防护体荷载、决定河坡整体稳定性的原生河坡土体。

3.5

河坡排水 river slope drainage

由地表排水和地下排水组成，用于拦截地表水入渗、疏排坡内地下水，降低孔隙水压力，防止土体软化滑坡，提高边坡稳定性的系统性措施。

3.6

河坡导渗 seepage drainage of river slope

采取工程措施导出地下水，减少或阻断渗流通道，降低渗流量，控制渗流对河坡的破坏作用。

4 基本规定

4.1 粉砂土类河坡防护设计应在河坡基体安全稳定的前提下进行，并确保防护措施和基体的整体安全稳定，遵循以防护为主、防护与加固相结合的原则。

4.2 粉砂土类河坡防护设计应符合流域、区域水利综合规划和防洪、排涝、水资源、岸线利用等专项规划，应与国土空间规划、生态空间管控区域规划、生态环境保护规划等相衔接。

4.3 粉砂土类河坡防护工程设计应遵循安全可靠、分区防护、渗控优先、工程与非工程措施结合、生态安全协调、经济合理便于运维的原则。

4.4 粉砂土河坡类防护应以坡脚固脚、渗流控制、水位变幅区防护为核心防护重点，统筹坡面防冲与坡体排水导渗。

4.5 粉砂土类河坡防护设计应同时满足抗滑稳定、渗流稳定、抗倾覆稳定三项要求。

4.6 粉砂土类河坡防护设计时应取得水文、气象、地形、地质、施工条件以及相关建筑物布置、安全和应用要求等资料，其应符合下列规定：

- 水文、气象资料，包括气温、风况、蒸发、降水、水位、流量、流速、波浪、冰清、集水面积及地面径流、地下水、冰清、在寒冷和严寒地区应包括最大冻土深度等资料。
- 地形、地质资料，包括土体结构特征、物理力学指标，地质及水文特征、地震、河坡变形情况及稳定性、工程施工特点与相关建筑物的施工协调要求等。
- 施工条件资料，包括对外交通运输条件、施工技术、主要建筑材料来源和供应条件、设备性能、施工经验和工期等。
- 相关建筑物资料，包括工程范围内平面图、剖面图、立面图，相邻建筑物的结构及基础图等。
- 河道环境资料，包括河坡影响范围内的建构筑物、道路及管网、施工期间环境保护等。

5 勘察

5.1 一般规定

5.1.1 勘察工作应查明河坡地质、水文、病害现状，为防护方案选型、稳定验算、抗冲防渗设计提供完整、准确的基础参数。

5.1.2 粉砂土类河坡防护设计项目勘察范围应涵盖全段防护工程范围，同时查明周边既有构筑物、堤防、排水设施与河坡的相互影响关系。

5.2 勘察内容

5.2.1 收集气象资料，包括历史最大（长）及典型降水/蒸发强度和降水/干旱历时，以及气温、湿度、风、霜雪冰冻等。

5.2.2 粉砂土类河坡沿线的地形、地貌及河坡形态、古河道、滩地等分布和近坡河底形态。

5.2.3 粉砂土类河坡沿线滑坡、冲沟等物理地质现象的分布、规模及对河坡稳定性的影响。

5.2.4 粉砂土类河坡沿线各地层物理力学性质及土层分布及变化情况，并提出各层物理力学参数。

5.2.5 粉砂土类河坡沿线含水层与隔水层的分布、地下水类型、地下水位、地下水与地表水的补排关系及环境水腐蚀性，环境水腐蚀性评价应符合 GB 50487 的有关规定。

5.2.6 软弱夹层分布、土层渗透破坏类型评价粉砂类土的地震效应及施工期震动对砂类土的影响。

5.2.7 对工程所需的天然建材进行调查。

5.3 勘察方法

5.3.1 沿河坡轴线及垂直于河坡方向均应布置勘探剖面线。

5.3.2 地质条件简单的河坡段，宜以静力触探结合坑探、槽探为主要勘察手段，规模较大、地质条件复杂的河坡段，应钻探孔为主辅以适当静力触探孔。

5.3.3 进行钻探、坑探、槽探时应采取有效措施，确保施工安全，并应于完工后妥善回填。

5.3.4 顺河道方向沿坡顶布置纵剖面，勘探孔间距宜为 100~500m，如护岸采用挡墙、板桩等形式宜加密钻孔；垂直河坡的横剖面间距宜为纵剖面间距的 2~4 倍，横剖面上勘探孔宜为 3 个（水上 1 个），若有河滩则河滩处宜增加 1 孔。

5.3.5 勘探孔深度应控制进入深泓以下不少于 10m，若河岸采用桩式防护，勘探孔深度应同时满足不低于桩端下 3m；取土孔数量不宜少于勘探孔总数的 1/3。

5.3.6 在粉砂土类中采取 I、II 级土样时，应采用原状取砂器；扰动样可从贯入器中采取。

5.3.7 应取样进行物理力学性质试验，粉砂土类的试验项目应包含以下试验内容：颗粒级配、比重、天然含水量、天然密度、渗透系数、抗剪强度（宜采用直快、固快）等，如有料场，还应进行料场土的含水量、湿密度、比重、孔隙比、稠度指标、直接快剪、固结快剪、渗透、相对密度等。

5.3.8 岩土性质的试验，其具体操作和试验仪器应符合 GB/T 50123 的规定。

5.3.9 每一工程地质单元内的主要岩土层试验累计有效组数不宜少于 10 组，并应采取代表性地表水、地下水进行水质分析，评价环境水的腐蚀性，主要岩土层物理力学指标的建议值可按附录 A 格式提供。

6 总体设计

6.1 总体布置

6.1.1 粉砂土类河坡防护总体布置应满足河道运行管理及水运、市政、交通、安全等要求。

6.1.2 粉砂土类河坡防护的范围应根据水流、水位、波浪、潮型的特性以及地形地质条件，在河床演变分析的基础上确定。

6.1.3 粉砂土类河坡防护设计宜采用护脚固基、坡面防护、坡顶截水、排水导渗一体化防护体系。

6.1.4 河道位于城镇区域的，其排水工程设计应与城镇现有或规划的排水系统和设施相协调，并有合适的排水接入点。

6.2 防护型式设计

6.2.1 粉砂土类河坡防护工程应根据水流条件、水文变幅、波浪强度和滩岸高度、岸坡坡度及土质、材料来源等情况，经技术经济比较后确定防护型式。

6.2.2 粉砂土类河坡防护结构应满足抗冲、导渗、防变形三位一体的要求，由护面层、垫层（反滤层）、护脚工程和排水系统组成。

6.2.3 粉砂土类河坡宜坡底、坡顶顺水流向设纵格埂，坡面设纵、横向格埂，分区、分段提升边坡稳定性。

6.2.4 粉砂土类河坡防护工程结构、材料应符合下列要求：

- a) 应坚固耐久，抗冲刷、抗磨损性能强。
- b) 应适应河床变形能力强。
- c) 应便于施工、修复、加固。
- d) 应就地取材、经济合理。
- e) 应满足河道边坡稳定要求。
- f) 防护材料或方案应结合河道周边环境，并考虑生态、美观等因素。

6.2.5 植物防护应选择满足抗冲、喜湿及固土等性能要求，宜优先选择多年生当地树（草）种。

6.2.6 粉砂土类河坡防护设计应积极采用和推广经过实践检验且成熟可靠的新技术、新工艺、新材料、新设备和新产品。

6.3 排水与导渗设计

6.3.1 粉砂土类河坡排水与导渗设计应结合地形、地质、水文及降雨条件进行，包括地表排水、地下排水以及减少地表水下渗等措施。

6.3.2 地表排水工程设计应包括河坡坡顶、坡面及其以外的集水面积内的截、排水和导渗设施，坡面内外水、高低水宜分开布置，自成体系。

6.3.3 地表排水工程设计应与河道护岸、防渗导渗、护坡工程协同配套，当河坡高于 3m 的粉砂土类河坡受雨水冲刷时，宜在坡顶、坡面、坡脚以及河坡与其他建筑物结合部设置排水设施，排水设施应具备抗渗、防冲、防淤、防粉砂流失性能，兼顾运维便捷性。

6.3.4 地下水排水工程应视滑动面分布特征、滑坡体的水文地质结构及地下水动态特征，采用坡面排水孔、排水洞、排水盲沟等措施。

6.3.5 排水沟宜顺应地形布置，地表水与地下水分排，坡面排水宜沿马道向坡外输送。

6.3.6 排水沟为坡顶截水沟、坡肩锁边沟、坡面排水沟、坡脚盲沟、堤身盲沟等。

6.3.7 排水沟数量和断面尺寸应根据降雨强度、历时、分区汇水面积等经计算确定，坡面排水沟尺寸除考虑坡面径流量外，还应计入坡体内渗出的水量。

6.3.8 排水沟不得造成坡体局部集中渗水淘土，排水出口须配反滤，严防粉砂土随渗流流失。

6.3.9 当河坡坡面或坡顶后缘（外围）存在有可能影响滑坡稳定的水田、池、塘等常年性或季节性地表水体时，应采取相应的防渗漏措施。

6.3.10 排水沟断面形状可为矩形、梯形、复合型等（图 1）。梯形、矩形断面排水沟，易于施工，便于清理维修，具有较大的水力半径和输水能力。

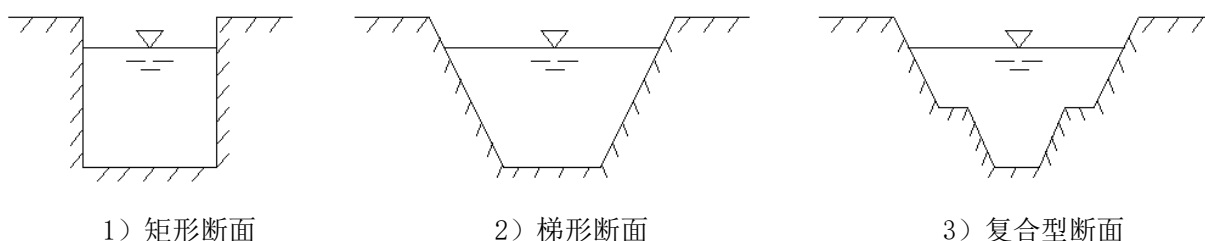


图 1 排水沟主要断面形状示意图

6.3.11 排水沟材质可采用现浇混凝土、预制混凝土件或块石砌筑，分缝处应设置止水或采取土工布外包裹，根据现场情况排水沟也可采用定型产品。

6.3.12 导渗设计中应严格执行：透水、排气、不透土、不淤堵，保证坡内渗水自由排出，禁止带走粉砂土细颗粒。

6.3.13 导渗结构宜采用三级反滤：

- a) 第一层（贴近土体）：细砂过渡层，保护粉砂不被冲刷；
- b) 第二层：粗砂滤层，拦截细颗粒；
- c) 第三层：碎石排水层，形成通畅排水通道；

d) 外部整体土工布包裹, 层级清晰、厚度均匀, 严禁碎石直接接触粉砂土。

6.3.14 排水与导渗工程设计应充分保证排水工程结构的寿命, 采用耐久性好的新材料、新技术和新工艺, 提高排水效果和效益。

7 坡脚防护设计

7.1 一般规定

7.1.1 坡脚防护应具备防冲抗冲功能, 并结合护坡方案, 保证河坡的整体稳定。

7.1.2 坡脚防护型式宜与坡面防护方案整体考虑, 护脚布置宜与河道轴线平顺衔接, 在河道凹岸、建筑物周边等情况, 应考虑水流局部冲刷问题。

7.1.3 坡脚与坡面防护应以设计枯水位为界, 设计枯水位可按月平均水位最低的三个月的平均值计算。

7.1.4 坡脚防护应包含主体防护结构、反滤垫层及基底处理措施。

7.1.5 坡脚防护结构底部应埋入河床最大冲刷线以下, 必要时设置戗台增加压重, 抑制河床淘刷, 防止坡脚掏空。

7.1.6 坡脚防护工程在深泓逼近的河岸段, 宜护至深泓线。

7.1.7 对于护脚新型材料、新工艺等, 应结合其技术特点要求进行设计、施工。

7.2 坡脚防护型式设计

7.2.1 坡脚防护主体结构应根据水流条件、河势条件、冲刷计算和材料来源等, 选用抛投体、沉排、沉枕等型式, 受地形条件制约或已建建筑物限制的河段, 也可采用墙式、桩式等方案, 经技术经济比较确定防护型式。

7.2.2 沉排、沉枕、抛填护脚可根据河道及护坡方案进行布置, 桩式及墙式护脚在满足冲刷深度要求的同时, 应满足坡脚稳定要求。

7.2.3 抛投体坡脚防护可选用块石、石笼、混凝土预制块等。

a) 抛投体护脚依靠材料自重、嵌锁作用及孔隙消能, 保护水流对堤基的冲刷, 适用于中低速河道粉砂土边坡坡脚防护。

b) 护脚的厚度应根据抛投范围、河滩地类型等综合确定, 水深流急处宜增大。深泓作为护脚时, 坡度不宜陡于 1: 2.0。

c) 石料饱和抗压强度 $\geq 30\text{MPa}$, 单块粒径宜为 20cm~50cm。

d) 预制块混凝土强度不宜低于 C25, 单块重量宜为 100kg~300kg。

7.2.4 沉排式护脚可选用柴排、土工织物软体排、铰链式模袋混凝土沉排、铰链式混凝土板沉排等。

a) 沉排适用于粉砂土河床、软基坡脚, 具有适应河床变形, 防止坡脚冲刷、阻隔粉砂流失的功能, 常用于流速大、河床易冲刷河段。

b) 沉排必须与护坡、坡脚排水系统、外缘抛石压载配套成型, 形成完整封闭的临水基底防护体系, 无防护盲区、无悬空空隙。

c) 搭接与锚固标准: 沉排与上部护坡搭接宽度 $\geq 50\text{cm}$, 相邻排体下游搭接宽度 $\geq 150\text{cm}$ 。

d) 常用土工织物沉排、铰链混凝土沉排、钢丝网石笼沉排; 基底反滤布渗透系数 $1 \times 10^{-3}\text{cm/s} \sim 1 \times 10^{-2}\text{cm/s}$, 等效孔径 0.07~0.2mm, 断裂强度 $\geq 12\text{kN/m}$ 。排体厚度: 土工织物碎石沉排 $\geq 0.35\text{m}$, 砼铰链沉排 $\geq 0.12\text{m}$; 排体上部用块石压重固定。

7.2.5 墙式护脚可选用浆砌石、格宾石笼、混凝土、钢筋混凝土等结构材料。

a) 墙式护脚为刚性挡护结构, 适用于河坡较陡、冲刷较强、用地受限的粉砂土河段, 兼具挡土、防冲刷作用。

b) 墙体需兼顾基底防渗、抗滑、抗倾覆, 规避粉砂地基渗水诱发管涌、地基掏空。

c) 墙式护脚高度不宜高于枯水位, 护脚基础埋设深度应满足冲刷深度要求, 墙顶高程以上可根据水位、地质等条件设坡面防护。基础底面置于河道最大冲刷线以下不小于 1.0m, 且穿透表层松散粉砂, 遇液化、软弱粉砂层需换填砂砾垫层处理。

d) 砌石护脚泥浆强度不宜低于 M10; 每隔 10~15m 设沉降缝, 缝宽 2cm。

e) 素混凝土护脚混凝土强度不宜低于 C25, 钢筋混凝土护脚混凝土强度不宜低于 C25。

f) 不透水墙体应设置排水孔, 排水孔应设置反滤层, 排水孔间距宜为 1.0m~2.0m。

- g) 钢筋混凝土或少筋混凝土结构墙体，其断面结构尺寸应根据结构应力分析计算确定。
- h) 软弱地基或存在软弱夹层地基，经分析满足整体稳定和墙体自身稳定的情况下，可不进行地基处理，否则应设置地基处理措施。

7.2.6 桩式护脚可选用木桩、钢筋混凝土预制桩等。

- a) 桩式护脚属轻型刚性支挡，适用于冲刷大、粉砂层深厚、开挖受限河段，依靠桩基嵌固深部稳定土层，约束坡脚粉砂滑移、防止基底淘空。
- b) 应与上部护坡、坡顶截排水、桩间反滤护底组合成整体防护。
- c) 桩式护脚悬臂高度不宜高于枯水位，桩顶高程以上可根据水位、地质等条件设坡面防护。
- d) 桩的材料可采用预制钢筋混凝土桩、木桩、钢板桩等，结构尺寸及桩距应根据水位、地质、河坡等情况通过计算分析确定。
- e) 桩与桩之间宜采用透水式，或在桩身设置排水孔。
- f) 桩身排水孔应设置反滤层，排水孔间距宜为 1.0m~2.0m。
- g) 排桩前可抛块石、混凝土预制块等护底防冲。

7.3 坡脚排水与导渗设计

7.3.1 粉砂土类河坡坡脚宜连续设置排水设施，汇集坡面排水、堤身渗流水、地下水，降低坡脚地下水位，消除坡脚软化、淘刷、管涌、流土风险，稳固坡体基底。

7.3.2 粉砂土类岸坡坡脚防护结构与土体之间应设置导渗反滤设施。

7.3.3 地表排水沟坡脚外设明沟，断面根据汇水量确定，沟体浆砌或砼衬砌，纵向坡度 $\geq 0.3\%$ ，水体就近入河。

7.3.4 地下水位偏高、粉砂层深厚、已发生渗透破坏的河段，坡脚应增设纵向排水盲沟。

7.3.5 排水盲沟可采用级配碎石外包土工布盲沟，埋深 500mm~800mm，或者采用 $\Phi 300\text{mm}$ 软式透水管，外包反滤土工布，管周充填级配碎石，严防粉砂淤堵。

7.3.6 排水盲沟埋设于坡脚基底，纵坡不小于 0.3%，纵向顺坡排水接入明沟；临河地段，常水位附近坡脚渗水严重时，盲沟出水口设反滤，防止河水倒灌淤塞盲沟。

7.3.7 坡面排水沟、竖向排水沟出水端统一接入坡脚排水系统，不得散水漫流浸泡坡脚。

8 坡面防护设计

8.1 一般规定

8.1.1 粉砂土类河道坡面防护应兼顾工程安全、水土保持与生态修复要求。

8.1.2 坡面防护设施应在河坡整体稳定的基础上进行布置，防护体系应满足抗滑、抗渗流及抗冲刷稳定要求。

8.1.3 坡面防护设计应依据河道功能选取特征水位，划分为水下区、水位变幅区、水上区三个区域，实行分区专项设计：

- a) 自然行洪河道：水下区上界采用多年平均枯水位，水位变幅区范围为多年平均枯水位至设计洪水位，水上区为设计洪水位以上河坡。
- b) 闸控、水库型河道：水下区上界采用最低水位/死水位，水位变幅区为最低水位/死水位至设计洪水位，水上区为设计洪水位以上河坡。
- c) 城镇景观河道：水下区上界采用景观常水位，水位变幅区为景观常水位至设计洪水位，水上区为设计洪水位以上河坡。
- d) 通航河道：水下区上界采用设计最低通航水位，水位变幅区为最低通航水位至设计洪水位（叠加船行波冲刷），水上区为设计洪水位以上河坡。

8.1.4 坡面防护按断面形式可分为坡式防护与墙式防护两类。

- a) 坡式防护坡比不宜陡于 1:3.0，适用于场地空间充足、无地形及建构筑物限制的河道边坡。
- b) 墙式防护适用于河道狭窄、地形受限或临近已建建构筑物的河道边坡。

8.2 水下区坡面防护设计

8.2.1 水下区坡面防护应以整体防淘刷、固基稳坡、阻断漏砂为核心。

8.2.2 水下区坡面防护遵循柔性适应、整体兜底、全段防淘、透水固砂、护底优先原则；防护体系应与上部水位变幅区防护、坡脚防护形成完整封闭结构。

8.2.3 水下区域禁止采用单薄刚性面层防护，优先选用整体性强、可适应河床微小变形、抗水下潜蚀的柔性、半柔性防护结构；严禁使用植草防护、单纯土工布薄护面等整体性差、水下抗冲刷能力不足的结构形式。

8.2.4 水下松散粉砂层不得直接作为防护结构持力层。施工时清除表层浮砂、淤砂并整平坡面，局部坑槽采用级配砂砾分层回填、碾压密实。

8.2.5 防护结构型式根据水位变化和流速分为以下几类：

- a) 平顺河段、水流平缓区域：优先采用铰链混凝土沉排、土工织物碎石沉排，实现整体兜底防护，紧密贴合坡面与河床，阻隔粉砂流失，防止水下潜蚀、基底掏空。
- b) 流速适中、轻微淘刷区域：采用石笼网垫、石笼网箱等生态防护结构，透水透气、整体性好，可适应水下土体微量沉降变形。
- c) 主流冲刷、弯道、回流强淘刷区域：采用浆砌石、混凝土、石笼护面组合防护，自重抗冲，稳固水下坡体与基底。

8.3 水位变幅区坡面防护设计

8.3.1 水位变幅区坡面防护遵循强抗冲、严反滤、耐干湿、适应水位骤降、结构平顺衔接原则，防护结构应与上部水上区防护、下部水下护脚结构平顺衔接并闭合，无防护断点。

8.3.2 防护设计应同时满足四项控制要求：波浪冲刷稳定、水位骤降工况下边坡稳定、渗流防管涌、结构耐久抗疲劳。

8.3.3 坡面施工前应彻底清除表层松散浮砂、软弱夹层，坡面表层碾压密实，压实度 ≥ 0.91 ，不得存在表层松软、空洞等质量缺陷。

8.3.4 防护结构基础必须坐落于稳定密实土层内；临近水下区域的基础应伸入冲刷稳定层，防止结构底部被水流掏空、脱空。

8.3.5 防护结构型式根据水位变化和流速分为以下几类：

- a) 常规河道、中小流速段：采用结构整体性好、抗冲刷性能好、可适应土体微小变形，适配粉砂土水位变幅区特性的防护结构，如石笼网垫、石笼网箱等。
- b) 流速较大、波浪明显、弯道凹岸段：采用结构强度高、抗浪淘刷、防渗能力优异，可有效阻断表层水体下渗的防护结构，如预制混凝土、浆砌石等。
- c) 水位变化频繁、冲刷剧烈重点段：采用整体防渗和抗冲性能强的防护结构，如现浇混凝土、模袋混凝土等。

8.4 水上区坡面防护设计

8.4.1 水上区坡面防护遵循封闭表层、防渗防裂、固土保坡、排水优先、生态适配的总体原则，防护体系应与坡顶截排水、坡面疏排水系统完整贯通、有效衔接。

8.4.2 水上区坡面防护体系应做到全断面整体封闭，严禁出现裸露松散粉砂坡面，避免土体长期干湿循环造成边坡逐层剥落、坍塌。

8.4.3 水上区坡面防护以固土、防冲刷、阻断雨水入渗、抑制土体开裂为核心，优先采用土工合成材料类与植物类防护结构。

8.4.4 土工合成材料类可选用土工格式、土工网垫、土工袋、纤维毯、水工保护毯等。

8.4.5 植物类分为人工种草和铺设草皮两种类型，草种选用耐旱、耐贫瘠的乡土品种，实现表层土体固结、防裂、防冲刷。

8.5 坡面防护型式设计

8.5.1 坡面防护型式的选择应根据地形、地质、水流、运用条件及材料来源情况，经技术经济比较确定。

8.5.2 坡面防护型式按材料类型分为混凝土类、石材类、土工合成材料类及植物类等，按结构类型分为坡式、墙式、桩式等。

8.5.3 坡面防护可根据工程特点和需要，采用多种型式进行组合，达到安全、生态等综合效果。

8.5.4 混凝土类分为现浇混凝土、预制混凝土两种类型；适用于水下区及水位变幅区。

8.5.5 石材类分为干砌块石、浆砌石、石笼网及抛石四种类型；适用于水下区及水位变幅区。

8.5.6 土工合成材料类分为土工格室、土工网垫、土工袋、纤维毯、水工保护毯五种类型；适用于水上区。

8.5.7 植物类分为人工种草和铺设草皮两种类型，适用于水上区。

8.5.8 砌石、混凝土等坡面防护形式与土体之间应设置垫层，垫层可采用砂、砾石或碎石及土工织物等，垫层材料及厚度根据工程类型按相应规范执行。

8.5.9 混凝土类坡面防护型式

- a) 现浇混凝土坡式防护型式混凝土强度不低于 C25，纵横向每隔 3m~5m 宜设置一道伸缩缝，宜错缝布置，缝宽 20mm；坡内应设排水孔，排水孔间距可为 2m~3m，孔径可为 50mm~100mm，排水孔应设级配良好的滤层及性能良好的集、排水设施。
- b) 模袋砼坡式防护型式混凝土强度不低于 C25，厚度宜不小于 0.15m；模袋混凝土护坡的坡肩、坡脚以及首末段应采取压护措施。
- c) 实心预制混凝土坡式防护型式混凝土强度不低于 C25；纵向宜 10m~15m 设置一道伸缩缝，缝宽 20mm~30mm，常用填缝材料为聚乙烯低泡板、沥青板等；适用于水下区及水位变幅区。
- d) 空心预制混凝土坡式防护型式混凝土强度不低于 C25；纵向宜 10m~15m 设置一道伸缩缝，缝宽 20mm~30mm，常用填缝材料为聚乙烯低泡板、沥青板等；孔内可根据具体工程选用种植土、碎石、生态混凝土等，填料厚度不宜小于 100mm，种植土一般适用于水上区，碎石、生态混凝土一般适用于水下区。
- e) 生态框坡式防护型式混凝土强度不低于 C25；适用于生态景观要求较高的河坡；常用规格 1.0m×1.0m（长×宽），厚度大于等于 120mm；框格空内可根据具体工程选用种植土、碎石、生态混凝土等，填料厚度不宜小于 100mm，种植土一般适用于水上区，碎石、生态混凝土一般适用于水下区；生态框坡式防护形式应在厂家指导下施工。
- f) 现浇混凝土挡墙适用于河道狭窄或受地形条件以及已建建筑物限制、抗冲刷要求高的河坡，挡土高度一般不超过 6m，顶部宽度不应小于 0.3m，底板厚度不宜小于 0.3m；混凝土强度不低于 C25；挡墙应设置伸缩缝，间距宜为 10m~15m，缝宽一般为 10mm~30mm，常用填缝材料为聚乙烯低泡板、沥青板等。挡墙应设排水孔，排水孔间距可为 2m~3m，孔径可为 50mm~100mm，从墙后到墙前应设不小于 3%的纵坡，最低一排排水管应高出地面不小于 200mm，排水管应保持通畅，排水管后应设级配良好的滤层及性能良好的集、排水设施。
- g) 绞链混凝土排适用水流复杂，长期处于迎流顶冲的岸坡；绞链混凝土排由混凝土预制块用“U”型环连接而成，绞链混凝土预制块起压载与抗冲作用。
- h) 自嵌式挡墙结构，适用于生态景观要求较高的河坡，墙高一般≤4m；混凝土强度不低于 C25，砌块开孔率一般不低于 20%；土工格栅布置根据 SL/T386-2025 抗滑稳定计算确定，土工格栅纵横抗拉强度一般不小于 50kN/m，其上必须覆土 20cm~30cm 才能碾压；锚固棒长≥250mm，直径不小于 10mm，纵向冲击强度 50MPa~80MPa，纵向弯曲强度 800MPa~1000MPa；自嵌式挡墙应在厂家指导下施工。
- i) 生态框挡墙结构，适用于生态景观要求较高的河坡，墙高一般≤4m；混凝土强度不低于 C25；常水位以下框格内应回填块石，粒径宜为 10cm~30cm，常水位以上框格内宜回填种植土，厚度一般为 30cm，利于植物生长。生态框挡墙应在厂家指导下施工。
- j) 预制桩适用于河道狭窄或受地形条件以及已建建筑物限制，不具备开挖施工条件的河坡；对生态景观要求较高的河坡宜采用仿木桩、波浪桩、生态板桩等桩型；混凝土强度不低于 C30；预制桩应在厂家指导下施工。

8.5.10 石材类坡面防护型式

- a) 石材类坡面防护型式适用于当地石材丰富，便于就地取材的地区。
- b) 石材强度等级不低于 MU30，饱和抗压强度>30MPa，软化系数 $\alpha > 0.75$ ，冻融损失率（质量）<1%；块石要求大小均一，上下两面平整，无尖角，块厚宜大于 20cm。
- c) 干砌块石护坡适用于有抗冲要求的河道护坡厚度根据计算确定，一般为 250mm~500mm，下部一般铺设 100mm 厚砂石垫层。
- d) 浆砌石坡式厚度根据计算确定，一般为 300mm~500mm；坡面应设置排水孔，排水孔间距可为 2m~3m，孔径可为 50mm~100mm，从坡后到坡前应设不小于 3%的纵坡，排水管后应设级配良好

的滤层及性能良好的集、排水设施；坡面顺水流向、垂直水流方向每隔 10m~15m 设置一道伸缩缝，缝宽 20mm，常用填缝材料为聚乙烯低泡板、沥青板等。

- e) 石笼网及填充石料具体参数需符合 CECS353-2024 中 4 材料和格网成品的要求。
 - f) 浆砌石挡墙适用于河道狭窄或受地形条件以及已建建筑物限制的河坡，挡土高度一般不超过 6m，顶部宽度不应小于 0.5m，底板厚度不宜小于 0.5m；浆砌石挡墙应设置伸缩缝，间距宜为 12m~15m，缝宽一般为 10mm~30mm，常用填缝材料为聚乙烯低泡板、沥青板等。挡墙应设排水孔，排水孔间距可为 2m~3m，孔径可为 50mm~100mm，从墙后到墙前应设不小于 3%的纵坡，最低一排排水管应高出河底不小于 200mm，排水管应保持通畅，排水管后应设级配良好的滤层及性能良好的集、排水设施。
 - g) 抛石防护主要用于水下区，可不断水施工，抛石厚度应不小于粒径的 2 倍。
- 8.5.11 土工合成类坡面防护型式
- a) 土工合成类坡面防护型式主要适用于流速小、风浪小、生态性、景观性要求较高的河坡，主要用于水上区。
 - b) 土工格室是由土工材料制作的蜂窝状或网格状三维结构，具有防雨水冲蚀和固土的作用；为保护土工格室体系的稳定采用钢钉固定，钢钉长度宜为格室厚度的 5 倍，钢钉间距 3 根/m²~5 根/m²；相邻格室之间应完全连接，以连接成整体；坡后填土应该采用人工夯实；土工格室设计应符合 T/CWEA19-2023 中 4.4.4 要求。
 - c) 土工网垫为长丝结合而成的三维透水聚合物网垫，与根系发达的植被相互结合具有防雨水冲蚀、固土和绿化的作用；四周用 U 型钢钉固定，锚入原状土≥40cm，间距为 50cm；铺至坡顶时需延伸 40cm~80cm，埋入压顶以下；土工网垫铺设完成后应在表面撒布一定厚度的土料，便于植物生长；土工网垫设计应符合 T/CWEA19-2023 中 4.4.3 要求。
 - d) 生态土工袋坡式防护型式填土时的充满度宜为 85%，选用叠铺、斜铺等铺设方式；生态袋设计应符合 T/CWEA19-2023 中 4.4.2 要求。
 - e) 纤维毯设计应符合 T/CWEA19-2023 中 4.4.5 要求。
 - f) 水工保护毯设计应符合 T/CWEA19-2023 中 4.4.8 要求。
- 8.5.12 植物类坡面防护型式
- a) 植物类坡面防护型式主要适用于水上区，用来保护粉砂土土壤团粒结构差、抗侵蚀能力低的河坡，植物发达根系的力学效应和水文效应有护坡固土、防止水土流失的作用。植物选择应符合 T/CWEA19-2023 中 4.3.3 要求。
 - b) 人工种草坡式防护型式坡面回填 100mm 改良土，建议根据气候采用两种以上的草种进行混播；人工种草设计应符合 T/CWEA19-2023 中 4.3.2 要求。
 - c) 铺设草皮坡式防护形式坡面回填 100mm 改良土，适合迅速绿化时；铺设种草设计应符合 T/CWEA19-2023 中 4.3.3 要求。
- 8.5.13 各坡面防护形式的特性参照附录 B。

8.6 坡面排水与导渗设计

- 8.6.1 粉砂土类河坡坡面宜采用“纵向排水沟+横向排水沟+透水排水孔”组合式立体排水布局，导排坡面水体。
- 8.6.2 坡面排水工程应视滑动面分布特征、滑坡体的水文地质结构及地下水动态特征，采用排水孔、排水洞、排水盲沟等措施。
- 8.6.3 排水沟宜顺应地形布置，地表水与地下水分排，坡面排水宜沿马道向坡外输送。
- 8.6.4 坡面排水由排水沟槽、排水暗管、坡面排水孔洞及导渗设施等组成。
- 8.6.5 坡面排水沟与坡顶截水沟相接时，应尽量采用大角度相交，必要时可设置消能井或挡水墙。
- 8.6.6 坡面排水沟按布置分为纵向排水沟和横向排水沟。纵向排水沟宜顺应地形平行坡顶沿等高线布置，横向排水沟（泄水槽、泄水暗管等）垂直等高线布置，并应与纵向排水沟连通，可每隔 25m~50m 设置一道。
- 8.6.7 坡面排水沟宜采用混凝土结构或砌块结构，其尺寸与底坡坡度可由计算或结合已有工程的经验确定。
- 8.6.8 黄泛地区粉砂土类河坡竖向排水沟结构型式可采用开敞式或暗管式，当河坡采用混凝土、砌块

等型式时，宜采用开敞式结构；当河坡采用植生型或附着型生态护坡时，宜采用暗管式结构。

8.6.9 横向排水沟（马道沟）沿边坡马道通长设置，间距 5m~8m；沟槽砼或浆砌砌筑，下设 $\geq 200\text{mm}$ 嵌齿入坡体，沟内铺土工布反滤。

8.6.10 马道排水沟的坡度宜为 0.2%~0.5%。在排水沟通过坡度大于 10%或局部落差大于 1.0m 地段时，应设置急流槽或跌水坑。

8.6.11 排水沟平面转弯时应根据流速、坡度设置弧度。排水沟宜根据长度设置排水出口。

8.6.12 排水沟进出口平面布置，应采用喇叭口或“八字形”。导流翼墙长度可取设计水深的 3 倍~4 倍。

8.6.13 坡面排水孔孔径可为 50mm~100mmPVC 透水管，梅花形布设，间距 1m~2m，孔深应伸至富水部位或潜在滑动面，孔向宜与边坡走向正交，并倾向坡外，倾角可为 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，排水管内应设置反滤。

8.6.14 排水洞应布置在潜在滑动面以下的稳定岩土层内。设置多条排水洞时，应形成完整的排水体系，排水洞走向宜与边坡走向一致或接近。

8.6.15 竖向急流槽坡面分水线、汇水冲沟位置设竖向急流槽，下端接入坡脚排水，槽体防渗防淘砂。

8.6.16 坡面地下水富集、渗水明显段落，应布设地下排水系统，包括反滤结构、渗排水通道（含排水孔、软式透水管等）和截排水等设施，主动疏排浅层地下水，降低坡体空隙水压力，地下排水系统宜结合河坡防护统一考虑。

8.6.17 粉砂土类河坡砌层底部应满铺土工布反滤排水垫层，厚度均匀、无破损搭接，搭接宽度不小于 300mm，确保坡面渗水快速汇集至排水通道。

8.6.18 渗水处置，坡面局部潮湿、有渗水点处，布设砂石盲沟，就近接入坡面排水沟。

9 坡顶防护设计

9.1 一般规定

9.1.1 粉砂土类河坡坡顶防护应与坡面、坡脚防护统筹设计，形成封闭防护体系。

9.1.2 坡顶防护应以截排水为核心，遵循先排水、再锁边、后封表的原则。

9.1.3 坡顶防护范围包括坡肩、坡顶平台、坡顶后缘截排水带，设防宽度根据岸坡高度、土质、降雨、地面汇水等因素综合确定。

9.1.4 兼作堤顶的河坡顶高程应按设计洪（潮）水位加超高确定，设计洪（潮）水位、超高及计算参照执行 GB 50286。

9.1.5 当坡顶临水侧堤肩设有防浪墙时，防浪墙顶高程计算同 6.4.1.4 条，但坡顶高程应高出设计水位 0.5m 以上。

9.1.6 坡顶宽度应满足防汛、管理、施工、构造及其他要求确定，参照执行 GB 50286。

9.1.7 墙式护岸顶部应设安全防护栏杆和警示牌，安全防护栏杆净高度不低于 1.1m。

9.2 坡顶防护型式设计

9.2.1 坡顶宜采用固化处理措施，减少水土流失，防护形式主要包括硬质防护（如混凝土防护等）、柔性防护（如三维植被网、土工格栅、植草等）、局部地表封闭与固化等。

9.2.2 坡顶防护优先采用柔性生态防护，存在以下情况宜采用硬质防护。

- a) 坡顶临近道路、建筑物、管线，有车辆荷载、地面堆载，土体易扰动滑移，坡肩做砼压顶+砼截水沟硬质防护。
- b) 暴雨集中、坡面汇流量大，常年雨水沿坡肩冲刷切沟、粉砂土类流失严重，坡肩锁边、截水沟采用浆砌石或混凝土。
- c) 地下渗水丰富、坡肩常年潮湿，粉砂土类软化蠕变塌边，必须硬质封边+截水沟阻断渗水入坡。
- d) 风口地段、大风扬尘剧烈，生态草皮易干枯失效，坡顶宜硬化封盖。
- e) 防洪标准 ≥ 20 年一遇、重要河道险工段，坡顶全段硬质锁边设防。
- f) 坡率陡、边坡易浅层滑塌，仅生态防护不能约束边缘变形，改用混凝土压顶齿墙。

9.2.3 若坡面采用植物防护，坡顶与坡面的衔接需增强植物根系的“缝合”和稳固能力。通过土体加筋、基础锚固、根系故土等措施，有效防止坡顶边缘的水土流失。

9.2.4 粉砂土类坡顶坡肩应设置格埂，嵌入原状粉砂土类土层，形成锁边加固，防止边缘滑移开裂。

- 9.2.5 格埂型式一般有混凝土、石笼等，现浇砼压顶应设结构缝，以适应粉砂土类地基的不均匀沉降变形。
- 9.2.6 在坡顶靠近坡面一侧可设置青坎，以防止坡顶水直冲坡面。
- 9.3 坡顶排水与导渗设计
- 9.3.1 粉砂土类河坡坡顶应布设截排水设施，汇水面积大、降雨集中、坡顶低洼易积水地段必须加强设防。
- 9.3.2 坡顶与坡面防护结构衔接的坡肩处应做好防渗封闭，形成可靠的封闭隔水层。
- 9.3.3 坡顶排水由坡顶截水沟、坡肩锁边沟、集水井及防渗设施等组成。
- 9.3.4 有条件的地区宜在坡顶后方设截水沟；在坡顶和斜坡交界处，可通过预埋排水管排出积水。
- 9.3.5 坡顶设纵向截水沟，位于坡肩外侧不小于 1.2m 处，且避开坡体潜在滑动面，严禁紧贴坡顶线布设；截水沟沿堤线通长布置，纵向排水坡度不宜小于 0.2%，局部平缓地段不应小于 0.15%，全程保持顺坡排水，就近引排至河道或场外排水系统。
- 9.3.6 坡肩边线设置浅型锁边沟，收集坡顶余水及坡面上部汇水，接入外侧纵向排水沟，避免水流沿坡肩冲蚀粉砂土类形成切沟。
- 9.3.7 坡顶地面做成向外排水横坡，填平坑塘洼地，严禁地表水顺边坡漫流下渗。
- 9.3.8 硬质防护段截水沟可采用混凝土、浆砌石；生态防护段截水沟可采用植草沟、格宾、生态袋等；渗水偏大段可采用无砂混凝土截水沟，并在沟壁、沟底增设砂石垫层、土工布等反滤层。

10 计算要求

- 10.1.1 粉砂土类河坡防护设计计算包括稳定计算、防护结构计算、排水计算等，按 GB 50286、GB 50707、GB/T 51015、GB/T 51015、GB/T 38509、SL/T386 等规定计算。
- 10.1.2 粉砂土类河坡防护工程等级应符合 GB 50286、SL 252、SL/T 386 的要求。
- 10.1.3 粉砂土类河坡防护工程合理使用年限及耐久性应符合 SL/T 654、DB32/T 2333 的要求。

10.2 稳定计算

- 10.2.1 粉砂土类河坡稳定计算主要包括整体稳定计算、抗滑和抗倾稳定计算等。
- 10.2.2 粉砂土河道边坡防护工程应进行稳定计算分析，其安全系数应符合 GB 50286 的有关规定，不应小于表 10.2.1 规定的数值。

表 10.2.1 粉砂土类河坡防护工程稳定安全系数

边坡级别	坡式防护工程	墙式护坡工程	
	整体稳定	抗滑稳定	抗倾覆稳定
4、5	1.15	1.20	1.40
3	1.20	1.25	1.50
2	1.25	1.30	1.50
1	1.30	1.35	1.60

- 10.2.3 抗滑和抗倾稳定计算工况，可参照 GB 50286 第 9.2.2 条执行。
- 10.2.4 稳定计算应考虑施工期、稳定运行期，以及水位骤降等工况，有抗震要求时，应考虑地震作用。

10.3 防护结构计算

- 10.3.1 防护结构计算应包括墙式结构稳定计算，护坡护脚计算，冲刷深度计算，反滤层计算等。
- 10.3.2 采用挡土墙、木桩、预制桩等垂直防护结构时，应进行支挡结构稳定计算。
- 10.3.3 护坡护脚计算包括护面厚度，护坡、护脚块石抗冲粒径计算等。
- 10.3.4 贴坡设置反滤措施时，应进行反滤层计算。
- 10.3.5 工程区位于液化土层时，不宜设置竖直防护措施，如需采用竖直防护措施时，应进行抗液化处

理措施。

10.4 排水设计计算

10.4.1 排水计算应包括地表排水计算和渗流控制计算。

10.4.2 地表排水计算应包括地表水汇水流量计算、排水沟（管）设计径流量计算、截水盲沟排水量计算等。

10.4.3 应根据水位、土质等情况，进行渗流计算，避免产生渗透破坏。

附录 A （资料性）地基土勘探试验成果建议值表

地基土勘探试验成果建议值表																																				
工程编号:					工程名称:																															
层号	层名	标准贯入静力触探击数	比重	天然含水率	天然湿密度	干密度	湿重度	天然孔隙比	饱和度	液限	塑限	塑性指数	液性指数	水平渗透系数	垂直渗透系数	颗粒分析								直剪				压缩		承载力允许值						
																限制粒径	平均粒径	有效粒径	不均匀系数	快剪	固快	压缩系数	压缩模量													
		N	qc	fs	Gs	W	ρ	ρd	γ	e	Sr	WL	WP	IP	IL	KH	KV	>2	2 f 0.5	0.5 f 0.25	0.25 f 0.075	0.075 f 0.005	<0.005	D60	D50	D10	Cu	C	Φ	C	Φ	a ₁₋₂	E _{s1-2}	fak		
		击	MPa	kPa	\	%	kN/m³	g/cm³	g/cm³	—	%	%	%	\	\	cm/s	cm/s	%	%	%	%	%	%	mm	mm	mm	mm	mm	kPa	o	kPa	o	MPa ⁻¹	MPa	kPa	

附 录 B （资料性） 常用粉砂土类河坡防护形式适用条件

B.1 常用粉砂土类河坡防护形式适用条件见表 B.1

表 B.1 常用粉砂土类河坡防护形式适用表

序号	坡面防护分类	坡面防护形式		适用条件					适用坡面区域
				允许不冲流速参考值 (m/s)	糙率参考值	透水性	抗冲性	生态性	
1	混凝土类	现浇混凝土	现浇混凝土坡式	<8	0.012~0.018	差	好	差	水下区、水位变幅区
			现浇混凝土挡墙	<8	0.012~0.018	差	好	差	水下区、水位变幅区
			膜袋混凝土	<8	0.012~0.018	差	好	差	水下区、水位变幅区
		预制混凝土	实心预制混凝土坡式	<5	0.016~0.018	差	好	差	水下区、水位变幅区
			空心预制混凝土坡式	<3	0.030~0.035	强	较好	较好	水上区
			铰链混凝土排	<6	0.025~0.030	强	较好	一般	水下区
			生态框坡式	1.5~3	0.016~0.0275	强	较好	较好	水上区、水下区、水位变幅区
			自嵌式挡墙	<4	0.035~0.045	强	较好	较好	水上区、水下区、水位变幅区
			生态框挡墙	<5	0.035~0.045	强	较好	较好	水下区、水位变幅区
			预制桩	<8	0.016~0.018	较好	较好	一般	水下区、水位变幅区
2	石材类	浆砌石	浆砌石坡式	3~6	0.015~0.0275	差	好	差	水下区、水位变幅区
			浆砌石挡墙	3~6	0.015~0.0275	差	好	差	水下区、水位变幅区
		干砌块石	干砌块石坡式	2.5~4	0.0250~0.0425	一般	好	较好	水下区、水位变幅区
		石笼网	石笼网垫坡式	<4	0.015~0.0275	强	好	较好	水下区、水位变幅区
			石笼网箱坡式	<4	0.015~0.0275	强	好	较好	水下区、水位变幅区
			石笼网箱挡墙	<4	0.015~0.0275	强	好	较好	水下区、水位变幅区
		抛石	抛石坡式	<4	0.035~0.045	强	好	一般	水下区
3	土工合成材料类	土工格室坡式		<2	0.030~0.035	强	一般	好	水上区
		土工网垫坡式		<2	0.030~0.035	强	一般	好	水上区
		生态土工袋坡式		<2	0.030~0.035	强	一般	好	水上区
		纤维毯		<2	0.030~0.035	强	一般	好	水上区

序号	坡面防护分类	坡面防护形式	适用条件					适用坡面区域
			允许不冲流速参考值(m/s)	糙率参考值	透水性	抗冲性	生态性	
		水工保护毯	<2	0.030~0.035	强	一般	好	水上区
4	植物类	人工种草坡式	<1.5	0.0225~0.035	强	差	好	水上区
		铺设草皮坡式	<1.5	0.0225~0.035	强	差	好	水上区