

福建省安全生态水系建设指南

(修订版)



福建省水利厅

2017年12月

前 言

《福建省安全生态水系建设指南（试行）》实施以来取得了很好成效，积累了大量经验，为贯彻十九大精神，树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，加快建设美丽中国，结合近年来福建省安全生态水系建设实践，在广泛征求意见基础上，组织修订建设指南，形成了本指南（修订版）。

本指南修订指导思想：

一是人与自然和谐共生。尊重自然、顺应自然、保护自然，坚持节约优先、保护优先，自然恢复为主的方针，形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生活方式，还自然以宁静、和谐、美丽。

二是山水林田湖草生命共同体。统筹山水林田湖草系统治理，实行最严格的生态环境保护制度，形成绿色发展方式和生活方式，坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。

三是多规合一、系统治理。政府主导，多规合一，项目整合，资金统筹，系统治理，两手发力。

四是因地制宜、一河一策。区分河流功能定位，对症下药，一河一策，一段一策，防止千篇一律。

五是长效管护、落实河长制。落实河长制，建立长效管理机制，注重经济、社会、生态协调发展。

本指南批准单位：福建省水利厅

本指南解释单位：福建省水利厅水政水资源处

本指南编制单位：福建省水利水电勘测设计研究院

本指南审查人员：厉 云 林 捷 卞宏达 王清贵

本指南起草人员：吴树延 程永隆 黄向阳 詹冯达 刘耀辉 陈 恩

洪理健 程碧山 黄滔滨 汤绍青 钟 明 吕 静



目 录

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语	1
4 建设目标	2
4.1 总体目标	3
4.2 具体目标	3
5 一般规定	4
6 生态保护与修复	6
6.1 生态保护措施.....	6
6.2 生态修复措施.....	6
6.3 生态水利措施.....	7
6.4 生态亲水措施.....	8
6.5 标识管理措施.....	8
7 建设管理	8
7.1 前期工作	8
7.2 规划设计	9
7.3 施工建设	9
7.4 竣工验收	10
7.5 运行管理	10
附录 1 福建省安全生态水系建设项目实施方案编制大纲	11
附录 2 生态护岸材料（供参考）	17
附录 3 福建省植被区划图	42
附录 4 安全生态水系项目标志（LOGO）	43



1 范围

适用于福建省安全生态水系建设项目。

涉河的生态修复、河道综合治理、水景观建设等项目可参照执行。

2 规范性引用文件

- GB3838 地表水环境质量标准
- GB8978 污水综合排放标准
- GB18918 城镇污水处理厂污染物排放标准
- GB50201 防洪标准
- GB50286 堤防工程设计规范
- GB50513 城市水系规划规范
- GB50707 河道整治设计规范
- GB/T18337.3 生态公益林建设技术规程
- SL252 水利水电工程等级划分及洪水标准
- SL431 城市水系规划导则
- HJ2005 人工湿地污水处理工程技术规范
- CJJ82 园林绿化工程施工及验收规范

此外，还应符合国家现行有关技术规范、标准的规定。

3 术语

1 河湖生态系统

由河流、湖泊等水域及其滨河、滨湖地带组成的生态子系统，其水域空间和水、陆生物群落交错带是水生等生物群落的重要生境。

2 安全生态水系建设

尊重自然、顺应自然，因势利导，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主，把生物措施、农艺措施和工程措施结合起来，祛滞化淤，固本培元，恢复河流生态环境，改造渠化的河道，重塑健康自然的弯曲河岸线、深潭浅滩和泛洪漫滩，营造生物生境，让河流恢复生命、流域重现生机。

3 人工湿地



人工建造和控制运行的湿地系统，是一种通过模拟和强化自然净化能力，利用土壤、人工介质、植物、微生物的物理、化学、生物的重重协同作用，实现对污水处理的生物净化技术。

4 生态基流

为保证自然河流的功能，用以维持或恢复河道地貌特征和河流生态系统基本结构与功能所需的最小流量。简要而言是指防止河道断流，避免河流水生生物群落遭到无法恢复的被破坏的河道内最小流量。

5 敏感生态需水

指维持河湖生态敏感区正常生态功能的需水量及过程，主要包括河流湿地及河谷林草生态需水、湖泊生态需水、河口生态需水、重要水生生物生态需水、输沙需水等。

6 生态护岸

指有利于植物生长，对河流、湖泊等水体岸边带进行防护的一种河道护坡型式，具有防止河岸塌方、维持岸边生物群落自然生长、沟通地表地下水力联系、增强河道自净能力的功能和自然景观效果。

7 生态缓冲带

指在河道与陆地交界的一定区域建设乔、灌、草相结合的立体植物带，对陆域面源污染进行拦截、过滤、净化，起到一定的缓冲作用。

8 生物多样性

所有来源活的生物体中的变异性，这些来源包括陆地和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体等，包括物种内部、物种之间和生态系统的多样性。

9 生态清淤

将河湖内源污染的底泥以及河岸垃圾、弃渣等堆积物进行清理，以改善水质，恢复水生态环境。

4 建设目标

安全生态水系建设目的是恢复河流生态环境，重塑健康自然的弯曲河岸线、深潭浅滩和泛洪漫滩。按照“八有”具体目标，促进水系完整性、水体流动性、水质



良好性、生物多样性、水文化传承性，构建“河畅、水清、岸绿、景美、安全、生态”的水系，让河流重现生机。

4.1 总体目标

1 河畅

河流纵向、横向连通性良好，河床常年流水不断，生态基流充足，鱼类洄游通畅。在河岸生态保护蓝线范围内，没有乱占乱建、乱排乱倒、乱采砂石、乱截流等现象。

2 水清

河流水质达到水功能区水质目标。沿河两岸无违规排放污水，水面无漂浮垃圾，水体感官良好。

3 岸绿

沿河两岸原生植物保护良好，人工绿化适宜。无人为破坏堤岸、滩地植被。

4 景美

河流生态环境良好，人文景观协调，景色宜人，人与自然和谐共生。

5 安全

满足行洪、滞洪要求，河岸稳定。沿河没有影响行洪安全的阻洪建筑物。

6 生态

水生态系统完整、生物多样性保护良好；保持自然的弯曲河岸线、深潭浅滩、泛洪漫滩。

4.2 具体目标

1 有常年流水。河道连通性好，河水常年流动。

2 有清澈水体。河流水体达到水功能区水质标准。

3 有护岸林带。河道两岸原生植物保护良好，乔灌草植物体系完善。

4 有野趣乡愁。河流沿岸自然景观良好，人与自然和谐共生，保护人文景观，留住乡愁。

5 有安全河岸。河道岸堤设施抗冲稳定，河岸型式生态多样，满足生物生活习性需求。



6 有自然河态。保持原河道的自然弯曲、深潭、浅滩、泛洪漫滩以及天然的砂石、江心洲（岛），因势利导，恢复自然河态。

7 有丰富生物。水域生态空间与生境多样，水生动植物种类丰富。

8 有管护机制。划定河道岸线与蓝线，建立管护标识系统，健全河道管护制度，形成河长制有效管护机制。

5 一般规定

1 调查分析要全面

项目建设应收集、调查项目区域自然环境、社会环境、水文水资源、水环境、水生态、水文化等方面的基础资料以及相关规划资料，重点调查饮用水源保护区、水产种质资源保护区、鱼类三场一道、重要湿地、珍稀保护物种、水利风景区、水文化遗址等生态敏感区现状；调查评价内容应包括水质状况、生态状况、水文水资源、河流生态空间状况等。在现状调查基础上开展河流生态现状评价，分析其存在的主要生态环境问题。

2 岸线蓝线要划定

划定岸线蓝线是开展安全生态水系建设的基础条件，是项目实施方案审批的前置条件，拟建项目区域应先划定河道岸线与蓝线。

3 “多规合一”要体现

项目建设要结合主体功能区划、水功能区划、生态功能区划、城镇总体规划等，做好规划衔接，体现“多规合一”，明确河流功能定位，进行系统治理，梳理建设任务，提出综合措施总体布局。

4 保护优先要重视

项目建设首重理念与任务是保护，实施方案内容要充分体现生态保护措施的内容、工程量和投资，探讨流域尺度下系统的保护方案。

5 河流水质要提升

项目建设应遵循改善河流水质的原则，现状水质未达到水功能区水质要求的河流，应在流域水环境综合整治方案框架下结合实施项目提出改善水质的对策措施。

6 自然河岸要保护



保护原河道的自然弯曲，保护深潭浅滩、泛洪漫滩、砂石、水草、江心洲等，营造多样水域生态空间与生境；严禁为建设用地占用河滩地、裁弯取直、填河改道等。

7 行洪空间要留足

项目建设不得任意缩窄河道，要满足行洪安全；应留足行洪、滞洪空间，维护现有河湖水面不减少、滞洪空间不占用。原则上，有条件的河道，堤岸宜后靠，还原河道的行洪空间和生态空间。

8 护岸型式要适境

项目建设要做到堤岸防冲稳定安全，要采用型式多样的生态护岸，因地制宜采用复合式、宽浅式、斜坡式等断面型式；新建河岸要有利于河流与岸滩水体交换，满足生物生活习性需求；对已建硬质防洪堤、护岸，有条件的宜进行生态化改造。

9 护岸林带要完善

项目建设要尽量保留河道两岸现有树木、草丛等，原生林要严格保护。要合理配置乔灌木植被，物种应选择乡土物种，兼顾生态性、适生性、经济性、低维护性、美观性；在河岸构建宽度适宜的生态缓冲带、护岸林带，发挥拦截、过滤、净化面源污染和生态屏障作用。

10 人文景观要协调

项目建设应遵循流域整体保护、局部建设的原则，要保护自然景观，适度合理建设人文景观。在人口集中的村庄、乡镇、城区河段，适度建设亲水设施，满足人民群众对优美生态环境的需要。亲水设施风格要结合当地乡情风貌，并为之相协调；不宜建设大广场、大公园、大亭子等破坏乡村风貌和自然生态的构筑物。

亲水设施应满足防洪与抗冲安全要求。廊架、亭子等构筑物应布置在五年一遇洪水位以上，巡查道（可兼休憩步道）要尽量布置在二年一遇洪水位以上。巡查道布置要顺应原有地貌，选择透水性好的路面，局部可采用低架空型步道或架空型栈道；亲水设施不得影响行洪安全，应避开河流顶冲段、树木、农田；乡村河段亲水设施要结合农艺措施，与农业生产、农艺设施紧密融合，建设低扰动、低投入、优生态、美空间的乡土景观。



11 植物种植要适地

应根据当地河流水系特点（山区或平原、内陆或沿海、急流或缓流），结合水质、土壤、气候、海拔等自然条件，选择适地适生的陆生植物、水生植物；沿海河流宜考虑抗风、耐贫瘠、耐盐碱的植物。原则上，二年一遇洪水位以下河滩地植物宜以自然修复为主，不作人为干预。植物种植宜选择在有利于植物存活、生长季节。

12 施工组织要到位

项目施工组织设计要涵盖项目实施全过程，要注重原生态保护，要选择合理的施工组织方案，优选合适的施工方法、工艺与设备，要严格保护现有自然植被，要做好施工过程水土保持和生态恢复。

6 生态保护与修复

6.1 生态保护措施

1 水域岸线管理保护

项目建设河段应划定河道岸线和河岸生态保护蓝线等水生态空间管控范围，明确管理区域，恢复和保护水域生态功能；通过划界保护，维护河道自然形态，为生物多样性营造生境，保护天然砂石、水草、江心洲（岛）、沙滩等湿地；保护饮用水源地、鱼类三场一道（产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道）、水产种质资源、珍稀保护物种、水利风景区等生态敏感区。

2 水文化保护

项目建设河段应保护其河流及沿岸古陂、古渡口、古码头、古桥、古堤、古树名木等，设立保护标识、完善配套设施，保持原有文脉特征，传承水文化。

6.2 生态修复措施

1 恢复生态流量

针对存在脱水段的河流，结合其他水利专项项目，通过电站机组生态改造、老旧小水电站退出、流域梯级水库电站生态调度等提出保障最小下泄流量措施，让河道有常流水，保护水生动植物的生存栖息环境。

2 改善河道水质

为避免污水进入河道，应分析提出截污控源、人工湿地、生物塘、水下森林、



污水处理等措施，以达到改善河道水质目标。

3 营造生物生境

因地制宜建设生态缓冲带、生态草沟、湿地、鱼巢，增强面源污染的拦截、净化功能，构建适宜的水生动植物群落，恢复生物多样性，营造水清岸绿的自然美景。

4 增进水系连通

针对河道拦河设施较多、河道断流、河道断头等问题，可根据河流水系的自然状况、水资源条件及功能定位，通过引水、调水、闸坝调度等生态补水方式，增强河道水流的水力联系，把水引进来、连起来，让水动起来，改善水的连通性。

6.3 生态水利措施

1 建设安全生态河岸

依据河道的自然形态，对已建直立式硬质防洪堤，通过软化、绿化等生态化改造措施加以提升；对顶冲河道，宜采用硬质的护岸或挡墙结构型式，且可在岸顶配置藤本植物、垂挂植物等柔化措施。凸岸、山地、高地、无人居住区等没有防洪要求的河道，应按防冲不防淹原则，顺应有凸有凹、有高有低、有弯有直、错落有致的自然形态河道建设安全河岸。

有条件的河道，可考虑堤岸后靠，进行退堤还河、还滩改造，还原行洪空间。

2 建设生态型护岸

护岸建设宜采用复合式、宽浅式、斜坡式等断面型式，选用生态护岸材料，既要有利于岸滩稳定，又要有利于岸滩地生物多样性恢复。

3 重塑河流形态

对已硬化、平整化河床进行适当整治，因势利导，尽量重塑自然的弯曲河岸线、深潭浅滩，营造水深水浅、水动水静、水急水缓的自然河流形态，恢复水生动植物栖息环境。

4 改造拦河设施

在平原河网、城镇河道，可采用过流堰、翻板坝、过鱼设施等措施，解决河道水面小、闸坝下游断流、底泥淤积、鱼类洄游受阻等问题，营造既有水面又有流动，既不淤积又能贯通，既生态又有景观的河流形态，保持河道水体连通。



6.4 生态亲水措施

根据河流沿岸不同区位需求、建（构）筑物功能特点和自然人文景观特色，在城镇、乡村人口密集河段，可利用自然条件，注重与周围自然环境的协调性，布置适宜廊架、栈道、亭子、亲水平台等设施，塑造亲水休憩空间场所。

6.5 标识管理措施

应建立保护标识、宣传标识、界桩标识、防洪警戒标识、安全警示标识等标识系统，以便当地群众生产、生活和安全生态管理。在实施项目河段要有 3 至 5 个项目标志牌（LOGO）。

7 建设管理

安全生态水系建设以县（市、区）、乡镇人民政府作为生态水系建设的组织实施者。安全生态水系建设必须尊重自然、顺应自然、保护自然，必须坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针，把“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期治水方针，把绿色发展的生态理念贯穿于安全生态水系建设前期工作、规划设计、施工建设、竣工验收、运行管理全过程。条件成熟的要采取代建制、EPC、PPP 等建设模式。

7.1 前期工作

1 项目申报

县（市、区）级人民政府应根据安全生态水系建设实施意见，按照“一河、一方案、一清单”的要求，结合项目区的功能定位，重点在城镇、乡村所在地提出项目建设需求，应编制简要明确的实施方案，按照规定程序进行申报，并落实项目法人。

2 多规合一

安全生态水系建设由当地政府主导，统筹各项规划，考虑与城乡规划、园林规划、旅游规划、环境保护规划、湿地保护规划、美丽乡村规划等衔接融合，实现多规合一。

3 资金统筹

统筹安全生态水系建设项目和资金，坚持“渠道不变、责任不变、统筹集中、



各计其功”。考虑统筹河道整治、防洪、水土流失综合治理等水利部门项目，进行系统治理，集中发力，发挥项目整体效益；通过河长制统筹考虑污水治理、垃圾处理、市政、园林、林业、美丽乡村建设等跨部门项目，共同建设安全生态水系。统筹项目可列入实施方案，并明确资金来源和实施部门。通过多部门协力合作、共同治理，实现安全生态水系建设目标，形成成果共享、合作共赢的良好局面。

7.2 规划设计

项目规划设计应优先考虑生态。用定量或定性的生态指标评估项目产生的生态效益及造成的生态影响。生态效益显著的项目优先实施，生态效益不明显或容易造成生态破坏的项目不予实施。

项目实施河道岸线和河岸生态保护蓝线制度（专题规划）。项目实施方案审批前应制定河道岸线规划，明确河道岸线和河道保护范围并向社会公布；以及划定河岸生态保护蓝线，在河岸划定一定区域作为水生态空间管控界限，并埋设界桩；在河岸生态保护蓝线内不得擅自建设与防洪、水文、交通、园林景观、取水、排水、排污管网无关的设施。

项目实施方案涉及的拆迁征地由地方政府负责，省级补助资金不包括拆迁征地、水土保持、环境保护专项费用和防洪堤、污水治理等统筹项目。项目景观部分（廊架、栈道、亭子、亲水平台等）投资不得超过工程部分投资的 30%。

项目实施方案设计应符合安全生态水系建设实施意见和指南要求。

7.3 施工建设

项目应按照批复的实施方案进行建设。项目建设过程中设计文件变更应经设计单位书面同意；工程设计变更审批采用分级管理制度，重大设计变更文件，由项目法人按原报审程序报原审批部门审批；一般设计变更文件由项目法人组织审查确认后实施，并报项目主管部门核备，必要时报项目主管部门审批。变更设计不得脱离建设指南要求。

项目施工过程中要保护现有自然植被、人文景观，尽量避免大型机械进入施工场地；不得就地取用河道原生石头、砂；要做好施工废弃材料、废弃物的回收利用，不得随意弃土、弃渣；施工完成后及时绿化，恢复植被。



7.4 竣工验收

项目建设完成后，项目法人对照批复的项目实施方案及项目清单进行完工验收，形成完工验收报告。

满足完工验收复核条件后，项目法人向完工验收复核主持单位申请完工验收复核并提交完工验收资料。完工验收复核工作由设区市水利局、财政局负责，省水利厅、财政厅负责抽查与稽查。

7.5 运行管理

项目建设完成后应建立长效管理机制，确立项目管理机构。按照项目管理范围和保护范围，负责项目日常维护、调度运行等管理。项目建设应推动河道岸线和河岸生态保护蓝线划定，为河流日常管理维护提供依据。在河道岸线及河岸生态蓝线管理范围内，严格规范各类涉水建设活动，防止新的乱占、乱挖、乱建等现象发生。

要落实河长制。安全生态水系建设是河长制的重要组成部分，所在河段的县、乡两级河长要全程介入，积极参与设计、参与建设监督、参与建后管护。



附录 1 福建省安全生态水系建设项目实施方案编制大纲

1 概述

简述项目所处地理位置、建设理由、建设目标、总体布局、主要建设内容及措施、项目投资以及项目建设单位、组织实施等情况。

应附“一图一表（项目总体布局图和项目清单）”及“工程特性表”。

2 项目区基本情况

2.1 自然地理

简述项目区地理位置（含地理位置图）、地形地貌（含地形地貌图）、气象水文、流域概况（含流域水系图）、土壤植被等情况。

2.2 资源环境

简述项目区域水资源、水能资源、生物资源、景观资源、矿产资源及周边生态敏感区等相关情况。

2.3 经济社会

简述项目所在地经济社会状况、文物古迹、文化风俗、地方特色等有关情况。

2.4 水利工程建设情况

简述项目区水利工程（水库、水电站、堤防、河道整治等）建设基本情况。

2.5 相关规划情况

简述本项目与主体功能区划、城镇总体规划、生态功能区划、水功能区划、流域综合规划、土地利用规划、农村水环境整治规划等关系，做好相关规划衔接。

2.6 与本项目相关的周边项目情况

简述与本项目相关的周边美丽乡村建设、中小河流治理、宜居环境整治等项目情况，以及相关截污、点源面源污染治理等水环境治理措施，着重阐述与本项目有交叉的规划或实施项目情况，做好项目衔接，说明项目统筹情况。

3 现状调查与评价

3.1 水质状况调查

简述水质调查情况，包括水质现状类别、污染源及沿岸排水设施等，阐述存在



问题。

3.2 生态状况调查

简述河流两岸植被、水生动植物分布和数量调查情况，以及沿河古陂、古码头、古渡口、古桥、古树等水文化遗产调查情况，阐述存在问题。

3.3 水文水资源调查

简述流域水资源量、洪涝灾害调查等情况，阐述存在问题。

3.4 河流空间调查

简述河床、河滩、河岸、水体连通性、水利工程，以及涉河工程阻水、河道冲淤变化等调查情况，阐述存在问题。

3.5 项目现状总体评价

围绕“河畅、水清、岸绿、景美、安全、生态”六个目标要求，对照“八有”具体目标情况，综合评价水系现状情况，分析提出本项目制约因素与生态环境敏感因子等主要问题，开展定性描述与定量评价分析，给出本底特征。

4 建设目标和总体布局

4.1 功能定位

应根据河流所处的地理位置、主体功能区划、水功能区划、生态功能区划、城镇总体规划等与本项目的关系，分析并阐述项目区河流的功能定位。

4.2 建设目标

4.2.1 总体目标与具体目标

应围绕“河畅、水清、岸绿、景美、安全、生态”六个目标要求，结合项目区河流的功能定位，说明项目建设总体目标；按照“八有”要求，分析并说明项目区建设具体目标。

4.2.2 控制性指标

根据“河畅、水清、岸绿、景美、安全、生态”总体目标和“八有”具体目标情况，提出本项目控制性指标。



4.3 建设总体布局

4.3.1 设计原则

依据相关规划、项目特性、与周边项目统筹情况，分析并说明满足“一河一策一清单”建设目标要求的项目设计原则。

4.3.2 建设布局

根据项目区主体功能区、水功能区水质目标、生态功能类别等要求，按照项目区河流水系功能特征，阐述项目建设布局。可根据城市、乡镇及农村河段和重要湖库等区位特点、保护要求、河段特征，提出相应的生态建设模式。

根据总体布局，简述安全生态水系建设各项措施（一图一表）。

5 建设条件

5.1 设计依据

说明项目设计依据的主要技术标准，以及有关技术标准规定的主要设计允许值。

5.2 水文条件

5.2.1 水文基本资料

说明项目区附近的水文站、雨量站分布及资料系列长度等情况。分析说明区域测站最大流量均值， C_v - C_F 关系线图。阐述参证站的基本情况。

5.2.2 设计洪水

（1）说明洪水特性及成因。简述区域洪水形成的主要原因。

（2）说明历史洪水调查情况，进行洪水频率计算。

（3）进行设计洪水计算，包括各种频率洪水及施工期洪水，采用水文比拟法、地区综合法、推理公式法等综合比较确定计算成果。

（4）进行合理性分析。

5.2.3 水面线推算

（1）说明水面线推算公式。测量断面按300m~400m布设一个，河道拐弯处要加密断面，遇到桥梁、闸坝需要测量其断面形状。

（2）确定河道糙率。采用洪痕调查成果反推糙率，无洪痕调查资料则参考相关资料结合现场估算糙率。



(3) 明确初始条件。

(4) 说明水面线推算成果。结合项目区的防洪标准考虑，同时考虑10年一遇、5年一遇、2年一遇、常流量形成的水位。

5.3 河道岸线和生态保护蓝线

说明河道岸线和河岸生态保护蓝线划定的依据、原则、方法和成果。（河道岸线和河岸生态保护蓝线划定应另做专题规划，经审批后由地方人民政府向社会公布）

5.4 地形

实测项目区的地形图（1:500或1:1000）。

5.5 地质

阐述项目区域地形地貌以及工程区相关建（构）筑物的地质条件、主要地质问题和结论性意见。

6 建设方案设计

6.1 生态保护设计

应根据划定的河道岸线和河岸生态保护蓝线等水生态空间管控范围，进行管理区域划分并提出相应管理要求。

应对项目建设区域内需保护的古陂、古码头、古渡口、古桥、古树，河道天然砂石、水草、江心洲、沙滩，饮用水源地、鱼类三场一道、水产种质资源区、珍稀保护物种区、水利风景区等生态敏感区，提出相应保护措施；对主要建筑物进行设计，对重要建筑物进行必要的计算分析。

6.2 生态修复设计

针对项目区域河道水量、水质存在的问题，对照目标要求，提出保障河道生态流量的措施，改善水质的措施，营造生物生境的措施，增进水系连通的措施；对主要建筑物进行设计，对重要建筑物进行必要的计算分析。

6.3 生态水利设计

提出因地制宜建设安全生态河岸，建设生态型护岸，重塑自然河床，生态改造拦河设施及建设过鱼设施等措施；对主要建筑物进行设计，对重要建筑物进行必要的计算分析。



6.4 生态亲水设计

在城镇、乡村人口密集河段，提出亲水设施，亲水休憩空间场所的构筑物设计；对主要构筑物进行设计，对重要构筑物进行必要的计算分析。

6.5 标识管理设计

提出标识管理系统，说明项目标志牌内容与制作、安装要求。

6.6 施工组织设计

6.6.1 施工条件

说明对外交通运输条件、主要建筑材料来源及供应条件等。

6.6.2 施工导截流

确定施工导截流方式和设计内容。

6.6.3 主体工程施工

确定土石方开挖、地基处理等施工方法；施工方案应保护项目区原生植被不破坏或少破坏。

6.6.4 施工总进度

说明施工总工期及施工进度安排。

6.7 各类措施汇总表

汇总各类措施及工程量。

7 投资概算

7.1 编制原则及内容

说明采用的编制规定、定额及其他有关规定、编制设计概算的价格水平年，以及主要材料、砂石料等价格的依据等。

项目附属工程（安全照明、给排水）、构筑物、小型构件等可采用概算指标法进行编制。

水质改善、生物、生态亲水等措施可参照市政、园林工程设计定额编制。

岸线蓝线专项规划（含埋设界桩）费用列入投资和省级补助资金；省级补助资金不包括拆迁征地、水土保持、环境保护专项费用和统筹项目投资。



7.2 设计概算

设计概算表。

8 建设管理

8.1 建设期管理

提出建设期的施工组织方式，施工环境保护措施以及管理要求。

8.2 竣工验收

说明竣工验收的主要时间安排、预期主要成果。

8.3 运行期管理

提出项目建设完成之后的管理、维护要求及人员组织、经费保障等。

附图：

- （1）项目区地理位置图
- （2）项目区水系图
- （3）项目区地形地貌图
- （4）项目总体布局图
- （5）项目总平面布置图
- （6）生态保护措施图
- （7）生态修复措施图
- （8）生态水利措施图
- （9）生态亲水措施图
- （10）标识管理措施图
- （11）其他相关设计图



附录 2 生态护岸材料（供参考）

1 一般规定

生态护岸材料特性指标应执行国家、地方及行业相关标准规范。具体设计时宜根据河湖地貌形态、水文特征、护岸设计断面型式等选择不同材料的边坡稳定性，确定生态护岸材质相关指标值。

生态护岸材料应满足结构安全、稳定和耐久性等相关要求，同时能较好地为河湖生境的连续性提供基础条件。断面结构型式宜采用复合式。

2 抛石护岸

抛石护岸是最常采用也是传统的方法，具有抗冲能力和自我调整能力强的优点。材料来源广，价格便宜，施工简单。

- (1) 石料材质必须新鲜、完整，具有较强的硬度、强度，遇水不易破碎或分解；
- (2) 一般要求石材湿抗压强度大于 50MPa，水软化系数大于 0.7，比重不小于 2.5t/m^3 ；
- (3) 不允许使用薄片、条状、尖角等形状及风化、易水解的块石，不得使用泥岩。

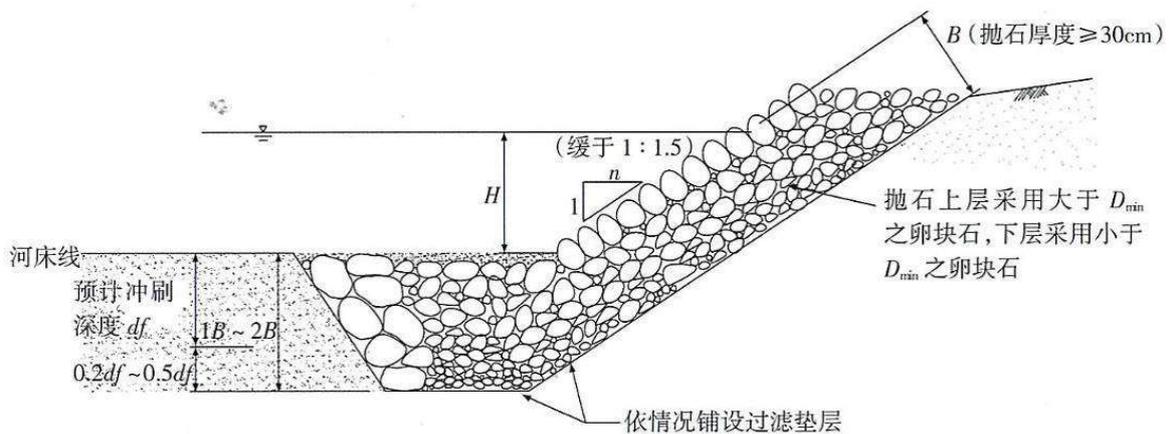


图 2-1 抛石护岸构造图



图 2-2 抛石护岸图

3 石笼护岸

石笼是国内常采用的传统结构，经常与抛石护脚结合使用，具有较大的体积、重量，抗冲性强，柔韧性较好，能适应河床变形的要求。石笼的运用在欧洲已有 100 多年的历史，国内采用过的石笼有竹笼、铅丝笼、木笼、钢筋（丝）笼以及用土工网、土工格栅做成网格笼状物等，内装块石、卵石。石笼大小可根据水深、流速、施工条件确定，在使用时将石笼大体按一定坡度依次从河底紧密排放至最低枯水位以下。钢丝石笼结构宜符合下列规定：

- (1) 石笼所用钢丝需采用防腐镀层等处理，并应用聚合物包裹；
- (2) 石笼内填筑的石料必须质地坚硬、表面洁净，耐久且抗风化性强；直径宜大于石笼网孔，宜为石笼网孔孔径的 1.5 倍~2.0 倍，不在外表面的石料尺寸可适当减小；
- (3) 石笼结构临土侧宜设置反滤结构；
- (4) 填充石块时，常水位以上结构宜在孔隙间人工填塞耕植土，为植被创造生存条件。



图 3-1 石笼护岸图



4 叠石挡墙

叠石挡墙墙顶需高低起伏、错落有致，叠石挡墙不同于砌石挡墙，外观结构讲究“人水相亲、和谐自然”。在叠石摆设时应尽量体现“自然文化”和景观效果。

(1) 叠石挡墙石材均采用质地坚硬、完整、强度高，耐风化，具有良好抗水性的块石。页岩、泥灰岩、粘土岩以及扁平细长和已经风化的块石均不得使用；

(2) 叠石挡墙墙顶可高低起伏、错落有致；

(3) 叠石挡墙宜设置混凝土基础和墙后反滤结构。墙身石材单块尺寸不小于 $300\text{mm}\times 300\text{mm}\times 300\text{mm}$ ，重量不小于 60kg ，迎水面 20cm 宽度范围内石块干摆放置，块石之间应留有缝隙，便于鱼类及其他水生物栖息、繁衍；背水面石块可采用水泥砂浆砌筑以增加挡墙牢固性。



图 4-1 叠石挡墙图

5 干砌石护坡

(1) 护坡厚度不宜小于 300mm ，所用石材宜采用质地坚硬、完整、强度高，耐风化，具有良好抗水性的块石。块石宜大致方正，上下面大致平行，单块厚度 $200\text{mm}\sim 300\text{mm}$ ，单重不宜小于 30kg ；砌筑宜采用竖砌法，使砌石的长边垂直于坡面以满足护面的设计厚度，顺坡向接缝应互相交错，块石间契合紧密，不得有松动，砌石表面须平整，砌石空隙率不得超过 30% ；

(2) 干砌石护坡宜设置反滤结构，块石摆放时宜大面向下，表面留有缝隙，便于鱼类及其他水生物栖息、繁衍；

(3) 干砌石护坡应每隔 $10\text{m}\sim 15\text{m}$ 设一砼格梗，格梗深度宜大于护坡与反滤层厚度总和。



砌石材料质量要求表

表 5-1

名称	主要内容
基本要求	施工材料系以就地取材为主，材料的规格受现场实际可运用状况而异，材料质量要求为一般性要求。
材质要求	<p>(1) 石料包括天然卵石、不规则形状块石等，须质地坚硬，无明显风化，无裂缝、页岩夹层及其他结构上之缺点，并经工程审验合格；</p> <p>(2) 选用经自然琢磨形成、无裂痕而坚实的石料，其长径应为横径 1.2 倍~1.8 倍，厚度应为横径之 1/2 以上，如无特别注明，石材的大小即以长径为代表。</p>



图 5-1 干砌石护岸构造示意图

6 生态混凝土

生态混凝土块是采用特殊级配的混凝土骨料加低碱性水泥等制成的具有一定孔隙率的块体。

(1) 生态混凝土块可分为坡面植草的植物生长砖和砌筑挡墙的挡墙壁砖两种，在满足结构耐久性的同时还需具备一定的孔隙率，实现高透水性并为植物根系的生长提供足够的空间；

(2) 生态混凝土块临土侧宜设置反滤结构，反滤结构不应影响植被生长；

(3) 生态混凝土挡墙常水位以下部分宜采用可作为鱼巢的挡墙壁砖，便于鱼类及其他水生物栖息、繁衍；

(4) 生态混凝土挡墙基础宜设置混凝土条状基础；当挡土高度较高时，宜在墙后加设土工格栅加筋，并确保土工格栅与挡墙连接牢固；



生态混凝土材料指标表

表 6-1

类别	项目	标准	备注
植物生长砖	孔隙率	$\geq 20\%$	植物根系能贯穿其中
	抗压强度	$\geq 6\text{Mpa}$	
	厚度	8cm~15cm	
挡墙壁砖	孔隙率	$\geq 12\%$	
	抗压强度	$\geq 10\text{Mpa}$	

注：挡墙壁砖的抗压强度应根据挡墙高度复核，10Mpa为最低要求。

植物生长砖首先要满足结构耐久性的要求，由于植物生长砖实际为多孔（又称无砂、干贫、大孔）混凝土，不同于普通混凝土结构，不适用现行的《混凝土结构耐久性设计规范》（GB/T50476），结合调研所得的厂家资料，建议采用抗压强度 6Mpa 为最小值。

植物生长砖应具备一定的孔隙率来实现高透水性并为植物根系的生长提供足够的空间，随着孔隙率的增大，其抗压强度一般会逐渐变小；结合调研所得的厂家资料，建议采用孔隙率 20%为最小值。

为使植物根系能贯穿砖体，扎根至底下的土体，需保证砖体空隙的连通，并且砖块厚度不能太厚；再者植物生长砖多采用同一级配的粗骨料制成，为保证其结构强度和完整性，必须有一定的厚度。结合调研所得的厂家资料，建议采用厚度 8cm~15cm。

挡墙壁砖指标确定与植物生长砖类似。考虑到挡墙结构需要较高的抗压强度，结合调研所得的厂家资料，建议采用抗压强度 10Mpa 为最小值，孔隙率 12%为最小值。



图 6-1 生态混凝土护坡图

7 CBS 植被混凝土

植被混凝土，又名“植生混凝土”，“绿化混凝土”，“生态混凝土”等。植被混凝土是指能够适应绿色植物生长、又具有一定的防护功能的混凝土及其制品。

植被混凝土具有一定的强度和整体性能（能抵御 110mm/h 的强暴雨的冲刷，不产生更龟裂），又是良好的植物生长基材，能够达到边坡浅层防护、修复坡面营养基质、营造植被生长环境、促进植被良好生长的多重功效。

该植被防护土壤基材活性化方法，应用于生态护坡工程、生态恢复工程及边坡、景观园林绿化工程等领域。本方法是将砵绿化添加剂、有机质、水泥与活化物充分均匀混合的掺入土壤基材中，采用喷播机最后喷射于边坡上，活化物是由固氮菌剂肥料、解磷菌剂肥料、硅酸盐细菌菌剂三种菌剂肥料混合活化而得。

主要性能指标：

（1）植被混凝土物理性能：容重 14—15kN/m³ 孔隙率 30—45%。性能稳定，抗湿变、抗光照性能好。

（2）植被混凝土力学性能：实验室试验强度为：7 天 0.3MPa，28 天 0.45MPa。

（3）边坡浅层防护功能：植边坡浅层防护功能：植被混凝土为挂网加筋基质，加上生长的植被能有效地防御暴雨冲刷、太阳暴晒、温度变化、实践证明，且其抗冲刷能力能抵御 120mm/h 降雨。

（4）植物生长指标：植物发芽率 90%；植物覆盖率 95%；土壤肥力合理；植物

多年生情况良好。

（5）施工设备与工艺：完全与喷射混凝土相同。

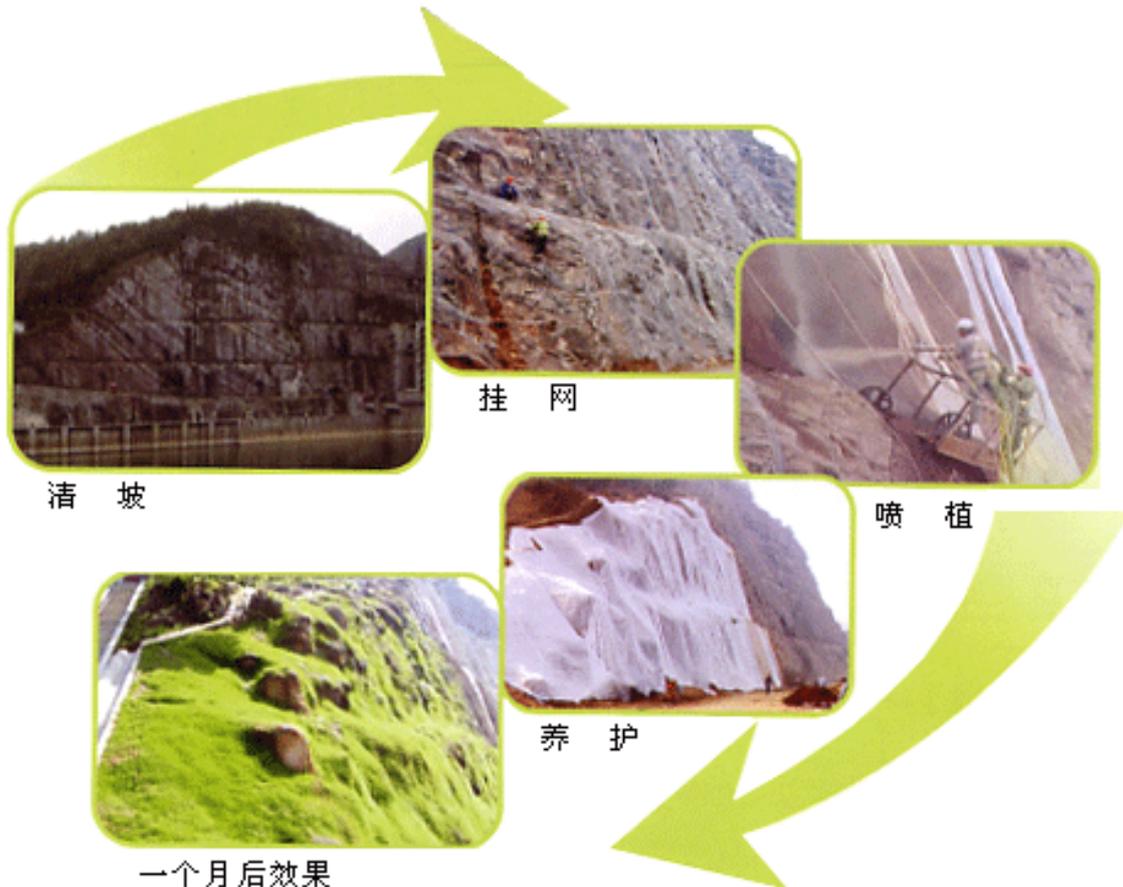


图 7-1 CBS 植被混凝土护坡施工工艺流程及效果示意图

8 开孔式混凝土砌块

（1）开孔式混凝土砌块临土侧宜设置反滤结构，反滤结构不应影响植被生长；

（2）砌块间宜采用联锁式、铰接式、水泥砂浆凹缝或其他方式连接，需保证结构稳定、安全；

（3）常水位以下的砌块孔洞内宜填充碎石或种植水生植物，防止水土流失。常水位以上的砌块孔洞宜填充种植土，为植被创造生存条件；

（4）开孔式混凝土砌块材料指标：

1) 开孔率 20%~40%

混凝土砌块作为河道护坡使用，在保证其护坡功能的前提下，应适当开孔以满



足河道与护岸的水体交换、生物栖息、植物生长等功能。结合调研所得的厂家资料，建议采用开孔率为 20%~40%。

2) 强度等级不低于 C25

根据《混凝土结构设计规范》(GB50010)，对处于二类环境中的混凝土最低强度等级取 C25。

3) 厚度 $\geq 8\text{cm}$

为保证砌块的护坡功能，结合工程经验，砌块厚度不宜小于 8cm。



图 8-1 开孔式混凝土砌块图

9 自锁式生态护坡砌块

自锁式生态护坡砌块是具有卡锁结构、安装后整体连锁的实心混凝土块体。

(1) 自锁式生态护坡砌块安装施工时宜采用离缝砌筑的干垒方式；

(2) 自锁式生态护坡砌块具有的卡锁结构可限制砌块间的运动，安装砌筑形成护坡后，坡体会产生众多生态孔洞；

(3) 自锁式生态护坡砌块的临土侧根据需要可以设置反滤结构，并同时能满足植物生长的需要；

(4) 常水位以下的生态孔洞内应填充碎石或种植水生植物，防止水土流失；常水位之上的生态孔洞内宜填充种植土，并配套进行绿化。



自锁式生态护坡砌块指标表

表 9-1

序号	项目	标准	备注
1	生态孔洞率	$\geq 30\%$	离缝砌筑安装形成生态孔洞
2	抗压强度	$\geq 20\text{Mpa}$	
3	厚度	$\geq 10\text{cm}$	



图 9-1 自锁式生态护坡砌块护岸图

10 生态护坡袋

袋体由致密聚丙烯（PP）等聚合物高分子材料长丝无纺土工织物制成，具有良好的孔隙度及透水不透土性能，装填土（种植土或当地开挖的泥土）后，土保持性能强，能有效防治坡面水流冲刷或降雨时溅蚀作用造成水土流失。生态袋对植被友善，植物可以从里面长出，也可以从表面扎根，起到“固根保土”作用。

（1）生态袋袋布宜具备保土性、透水性、防堵性的功能且具有一定的耐久性。

（2）生态袋表皮植被及土壤保护要求。

生态袋表皮植被可通过混播（将单子叶植物种子预先放在生态袋内的方法）、插播、铺草皮及喷播等方法实现，但无论使用哪种方法，在生态袋施工后 3 个月内均要求植被覆盖率符合以下要求：

常水位以上： $\geq 99\%$

常水位以下 300mm 及挺水植被种植区： $\geq 50\%$

生态袋中植被生长验证标准：袋内植被（籽）需从生态袋中长出；袋表面铺设植被需扎根进入生态袋。



生态袋表皮植物宜充分考虑物种多样性，合理搭配草皮、花卉、藤本、矮灌木、乔木等不同类型的植物。

（3）生态袋堆叠施工要点

装土之前，宜对当地的土质、袋装石对植物的生长进行充分的调研，如土质成分不利于植物生长，可外购部分土，并注意砂土与粘土的混合配比。

各生态袋间均须以专用钉板连接，并分层用人工或机械夯实，其夯实度为 0.85~0.90 或根据现场试验确定。

除基础层装入砾石或级配碎石粒径为 2cm~5cm，其余生态袋装填土要求有利于植物生长及有良好的透水性。当为粘性土时需先敲碎后装袋。若填土确需掺化肥时，应严格控制化肥掺量，使其不影响河道水质。装填土尽量满足最优含水量要求。

基础层应做 5% 的倒坡抗滑，顶层生态袋上则使用粘土夯压，做出 5% 的顺坡以利排水。

基础层施作时与基础可靠连接或扦插锚筋，以避免滑动。

生态袋指标表

表 10-1

序号	项目		标准	备注
1	保土性		$O_{95} \leq Bd_{85}$	
2	透水性		$K_g \geq AK_s$	
3	防堵性		$GR \leq 3$	
4	纵横向断裂强度		8kN/m	
5	纵横向撕破强力		$\geq 0.22kN$	
6	抗老化 指标	(1) 抗紫外线（强度保持）%（h）	>95（150）	荧光紫外试验
		(2)（强度保持）%（h）	>75（500）	氙弧辐射试验
7	说明		必须同时满足	

注：1、表中符号意义详见相关规范；

2、当坡比较陡峭，生态袋所构筑的挡墙结构需通过生态袋布起加筋作用才能稳定时，应根据力学计算，对袋布的标称断裂强度做出要求，对小变形时（如10%延长率）的抗拉强度做出规定，具体需根据实际结构进行分析；

3、袋布选用时仍需考虑“CBR顶破强度”及“纵横向断裂伸长率”等指标，应根据使用的条件、目标、堆叠坡度及高度等实际情况确定其具体标准。



图 10-1 生态护坡袋图



图 10-2 生态袋边坡防护图

11 三维网垫生态护坡

采用一种三维水土保持毯，由不可降解的聚酰胺单丝纤维制成，孔隙率超过 95%。它能加固土壤，为植物生长提供额外的加筋，与土壤、植被之间形成一个近自然的生态体系。

（1）三维植物网垫分类

三维植物网垫标准型由完全开孔的聚酰胺单丝纤维制成。它的型号包括厚度为 9mm、10mm、18mm、20mm 的几种产品，孔隙率超过 95%。越厚的三维植物网垫适用于荷载越高的环境。反之，低荷载情况使用更薄的三维植物网垫。

这类型的三维植物网垫适用于需要被保护的植被区域，用来抵抗水土流失，它能够保证植被的稳固性，通常用于保护新建造的边坡和堤岸。

（2）三维植物网垫特质

- 1) 在植被很难生长或者无法生长的地区，刺激植被生长，为土壤提供保护；



2) 永久性植被加筋。它能为植被提供加筋，使得植被能承受一般植物无法承受的荷载。

(3) 运输与保存

三维植物网垫成卷运输。推荐将三维植物网垫储存在它原有的包装中。如果要在室外存放，建议对三维植物网垫填充型进行覆盖，其他类型可不用覆盖，但是如果室外温度过高或室外放置时间过长，建议使用合适的覆盖处理。存料场的地面要平整，没有尖锐物体破坏三维植物网垫。对于三维植物网垫重量较大类型，不能叠放超过两层，需要更小心的机械搬运，以免发生破坏。

(4) 搭接和连接

三维植物网垫在施工时的搭接和连接要特别注意，避免工程土壤随时间发生松动。如果连接时存在软弱节点和连接处，那么工程将无法承受波浪、潮汐和其他荷载的攻击。当三维植物网垫承受单向流水时，搭接方向应当和流水方向一致，如遇到涡流，三维植物网垫需要被认真锚固或用沥青粘合。

特别应当注意边缘的整齐和折叠，例如当工程边缘的三维植物网垫被破坏时，破坏处会诱发更严重的水土流失和塌方，这种破坏点应当立即修复。工程边缘仔细的用铆钉，挖渠或沙土碎石层填筑。

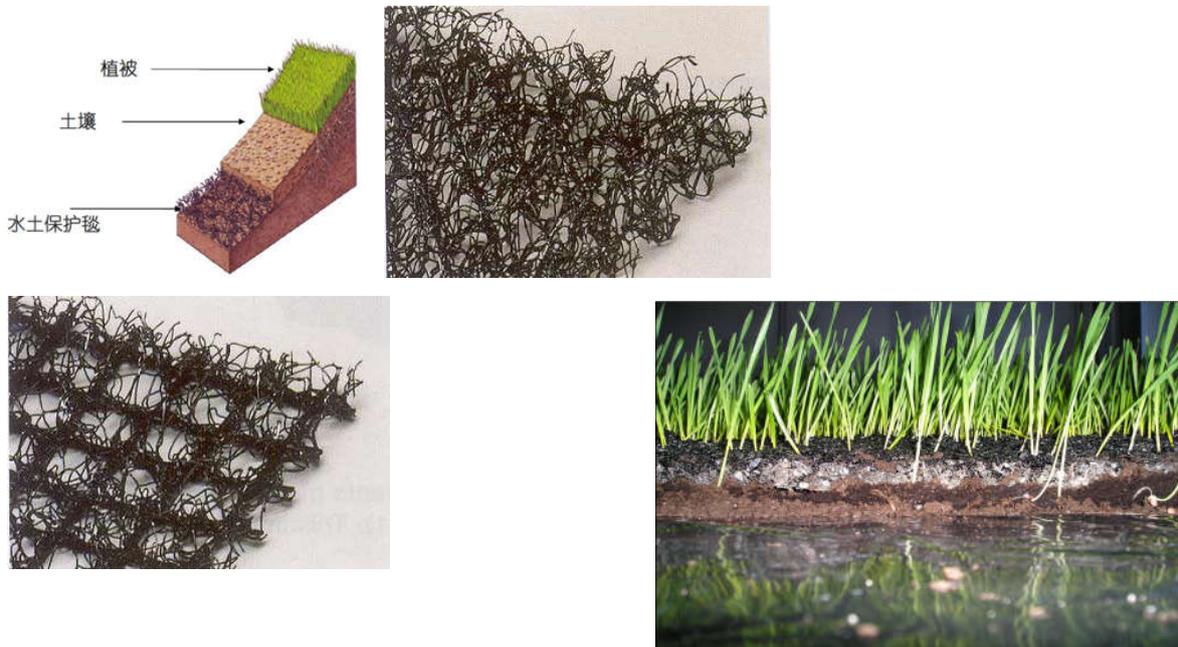




图 11-1 三维网垫生态护坡图

12 蜂巢格室护坡

蜂巢格室是采用高分子纳米复合合金材料经高强力焊接而形成的一种三维网状格室结构。该结构伸缩自如，运输时折叠，施工时张拉成网状，展开成蜂窝状的立体网格，填入泥土、碎石、混凝土等松散物料，构成具有强大侧向限制和大刚度的结构体。

蜂巢格室挡土护坡绿化格室材料选用高分子纳米合金。材料的性能应符合的要求，格室的物理性能应符合表 12-1 的要求。

蜂巢格室材料性能表

表 12-1

序号	项目	性能指标
1	板材材质	原生料+高分子纳米复合合金材料
2	颜色	通常为黑色，可根据需要制作成绿色、黄色、褐色等
3	炭黑含量，% \geq	1.5
4	厚度，mm	1.65 \pm 0.1
5	高度，mm	50~300
6	焊距，mm	300~700

蜂巢格室物理性能表

表 12-2

序号	项目	性能指标
1	低温脆化温度， $^{\circ}\text{C} \leq$	-40



2	维卡软化温度, $^{\circ}\text{C} \geq$	135
3	断裂强度, $\text{MPa} \geq$	38
4	屈服强度, $\text{MPa} \geq$	24
5	片材屈服强度（不打孔）, $\text{kN/m} \geq$	35
6	片材屈服强度（打孔）, $\text{kN/m} \geq$	18
7	焊接强度, $\text{kN/m} \geq$	18
8	片材透水开孔率, %	10~15

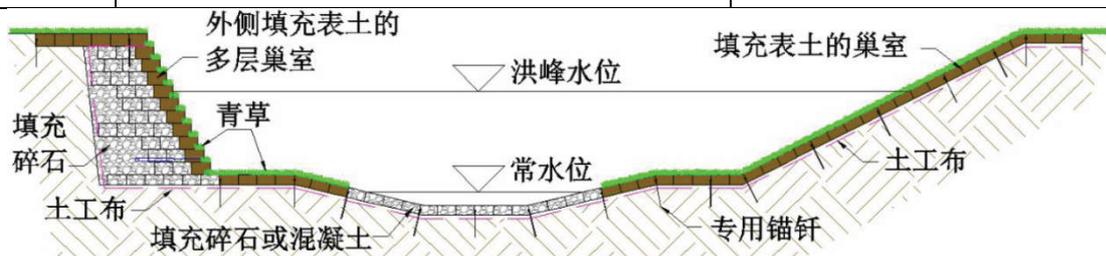


图 12-1 蜂巢格室在河湖岸坡中的应用

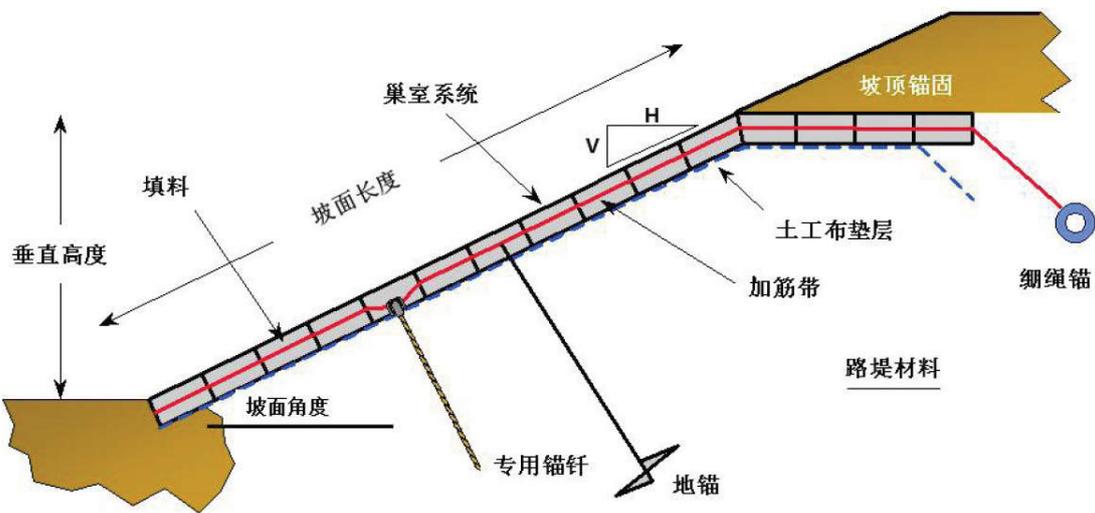


图 12-2 蜂巢格室柔性护坡示意图

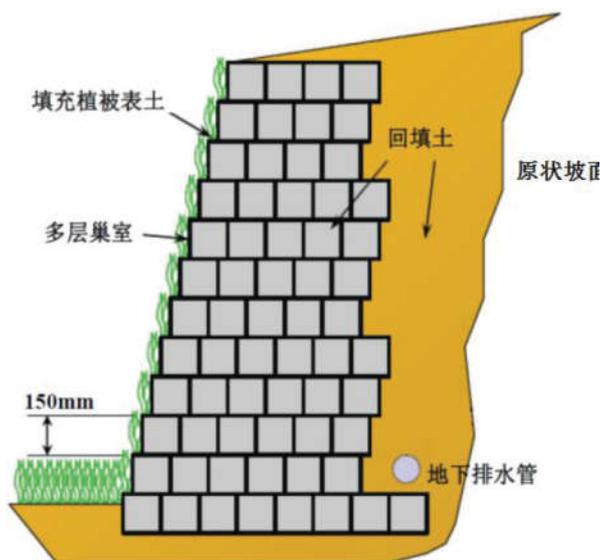


图 12-3 蜂巢格室柔性挡墙示意图

13 天然麻椰固土毯

(1) 麻椰固土毯基材皆为天然纤维，麻、椰纤维本身具有保水度高、透气性好的功能，因在种植时不需施放农药和杀虫剂，属于天然的绿色环保纤维。并有可生物降解的特性，麻椰固土毯直接埋入土壤中 3 年~5 年后上层的椰毯可逐渐降解为腐质，降解后的腐质可增加土中微生物营养，改善土质使泥土活化，一方面符合生态环保要求，又能改善土壤成分利于植物生长；此时虽上层椰毯已经降解，但仍有底层麻网起到固土作用，底层麻网的固土期可达到 8 年~10 年；

(2) 在工程完工初期，起到保护边坡土壤，不受雨水冲蚀，而后因其有充足空隙可让土壤渗入其中，达到土壤与材料完全结合，形成一天然的地表坡面保护层，具有很强的控制水土流失的能力；

(3) 天然植物纤维具有保水特性，一般正常状况下能保存 20%~25% 之灌溉水分，加强植物生成之有利条件。尤其在缺水地区更适用。节省水资源之浪费及减少人工劳务费用；

(4) 可有效降低扬尘，并且防止土壤土质的沙漠化；

(5) 施工铺设方便，结合处可用植物扦插，更能加强绿化效果。



(a) 正面

(b) 背面

图 11-1 天然麻椰固土毯图



图 11-2 天然麻椰固土毯工程与实例图

14 机织有纺土石笼袋

机织有纺土石笼袋是镀锌铅丝石笼内部，衬以透水织物（机织土石笼袋）。可藉由机械就地取材，填放泥土、沙土、砾石或天然级配，快速形成挡水结构体。该机织有纺土石笼袋需具有足够的高抗拉强度、抗穿刺力、抗老化及耐冻性能等特性。机织有纺土石笼的具体特点如下：

（1）用于城市行洪河道，起到稳固堤防、保护边坡、防止土壤流失的作用，在生态工法里唯一具有结构性的护岸治理，有极强的抗冲刷能力；

（2）用于水流湍急的河段坡岸及河道内汀、洲、岛的保护，完工后主体覆土后可以直接绿美化植生；

（3）可藉由机械施工缩短工期，就地取材，填放现状泥土、沙土、砾石或天然



级配，快速形成柔性结构的坚固重力挡土墙或护岸；

（4）该机织有纺土石笼袋具有高抗拉强度、抗穿刺力、抗冻、抗老化等特殊性能；

（5）在台湾公共工程委员会已列为护岸治理工程的标准工法之一，并在北京历年来的河道整治项目中取得了优异的验证。



图 14-1 机织有纺土石笼袋工程运用实例图

15 木质材料护岸

采用木材或利用河湖沿岸林中已死的木材进行换，既符合生态环境要求，又能起到保护、加固的作用。同时，木质护岸在某些情况下还具有良好的排水功能。常见的乔灌木均可用护岸，采用的方式有木桩护底、柴捆和木板护坡等。

木桩护岸分为单排木桩、双排木桩和多排木桩；按其构造又分为一般木排桩护岸、木桩编栅护岸、植桩护岸等。木料规格尺寸应符合设计要求，护岸使用的木桩入水前应进行防腐处理。

木桩的入水深度不应小于桩身长度的 50%。打桩时，通常应从河岸两侧向外侧进行，木桩打入角度应与地面基本垂直。如果是多排多层木桩护岸，那么每阶木桩高度应控制在 1m 内，层间间回填土后可植草皮或种乔灌木。

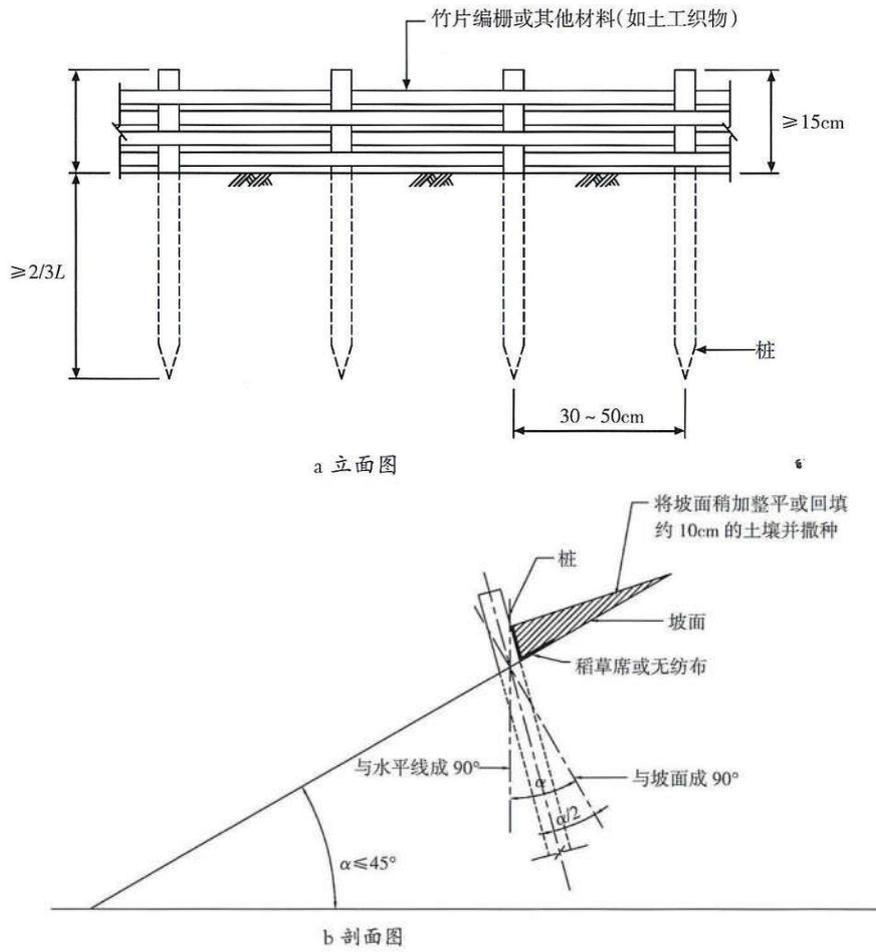
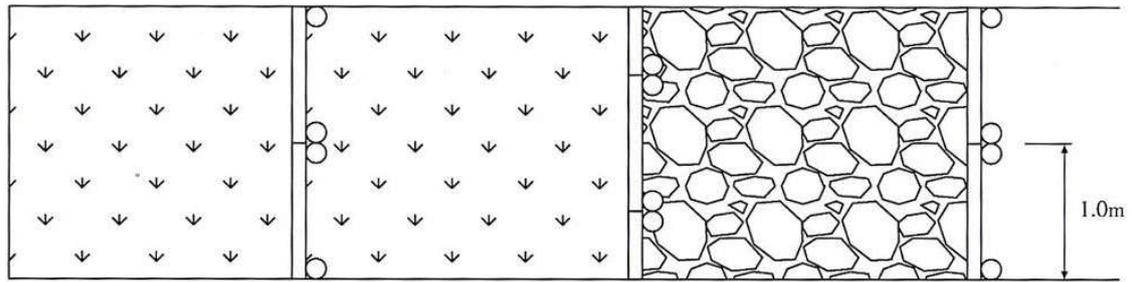
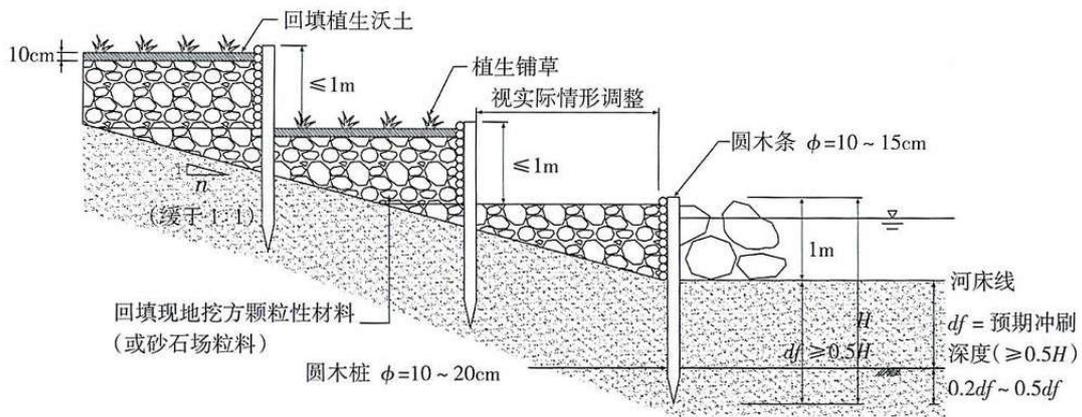


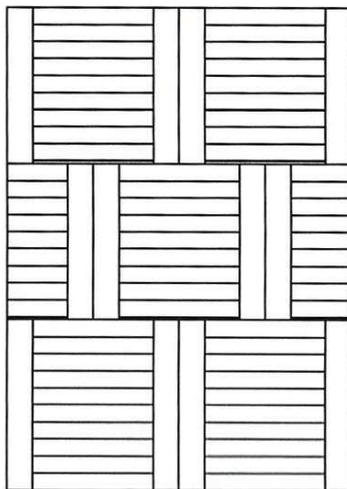
图 15-1 上部带边栅的木桩护岸图



a 平面图



b 木桩护岸断面图

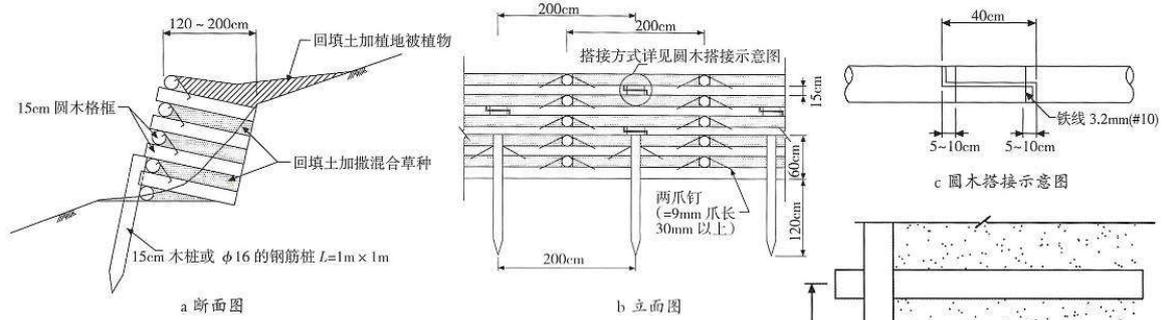


c 立面图



d 护岸效果

图 15-2 木桩护岸断面和多阶木排桩护岸图



14 植桩护坡

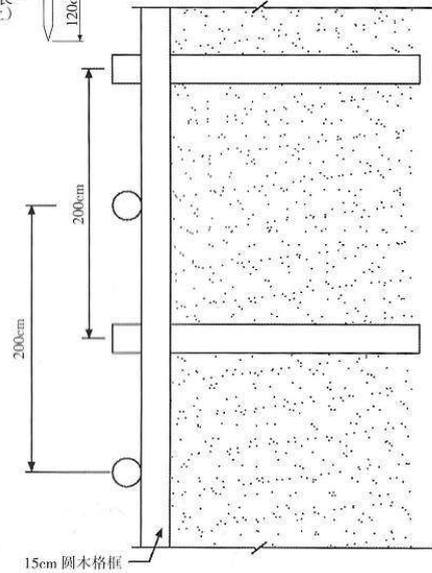
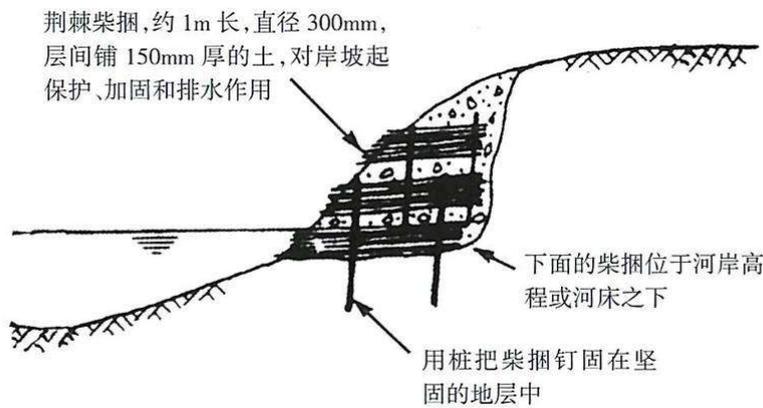


图 15-3 植桩护坡图



使用环境

- ①水平位置 岸坡的下部和中部
- ②冲刷 软弱
- ③土质 软弱土

图 15-4 用荆棘柴捆护岸图

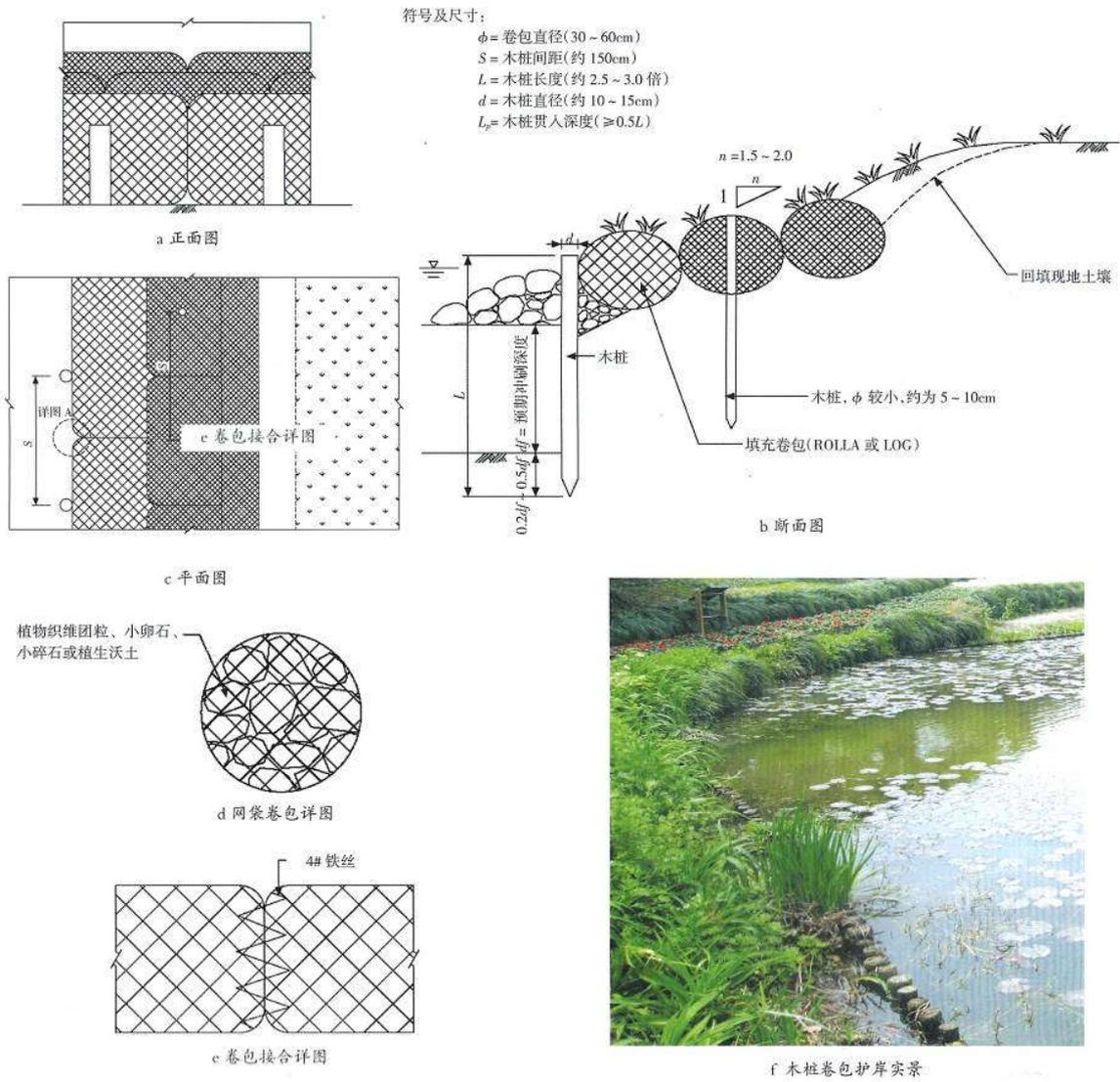


图 15-5 木桩卷包护岸图

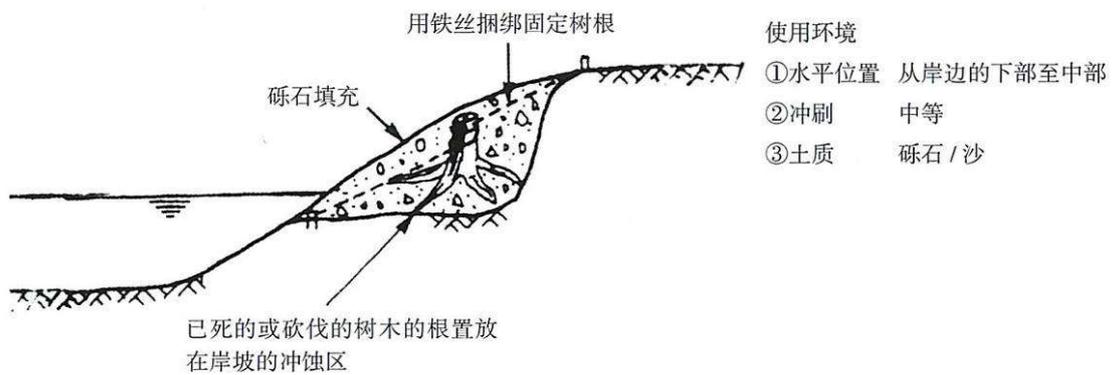


图 15-6 用树根防冲刷护岸图



16 草花及草皮护岸

草花和草皮对堤坡的保护作用，主要是由于植草之间的相互交叠，形成一种类似屋顶瓦片的结构。植生土坡控制土坡坡比，坡比一般不大于 1: 2.5。

草的工程作用可通过土工织物或格型混凝土块的加固，构成一种复合保护而得到增强。用土工织物加固后，草的抗冲能力可以提高，主要有以下方法：

(1) 二维编织织物和栅网；

(2) 三维开孔合成物护面，铺设后用表土层填充；

(3) 三维合成物面层，在铺设前用沥青粘结的砾石填充，同时还可利用格形混凝土加固，主要方法有：a、非捆扎的咬合混凝土预制块，每块单独铺设；b、缆索捆绑咬合混凝土预制块，岸柔性沉排方式铺设；c、用现浇钢筋混凝土板，岸标准单件制作。

混凝土和土工织物加固材料都能有效地延伸到平均水位以下的保护系统，虽然对两区之间的过渡带需要作出详细设计。

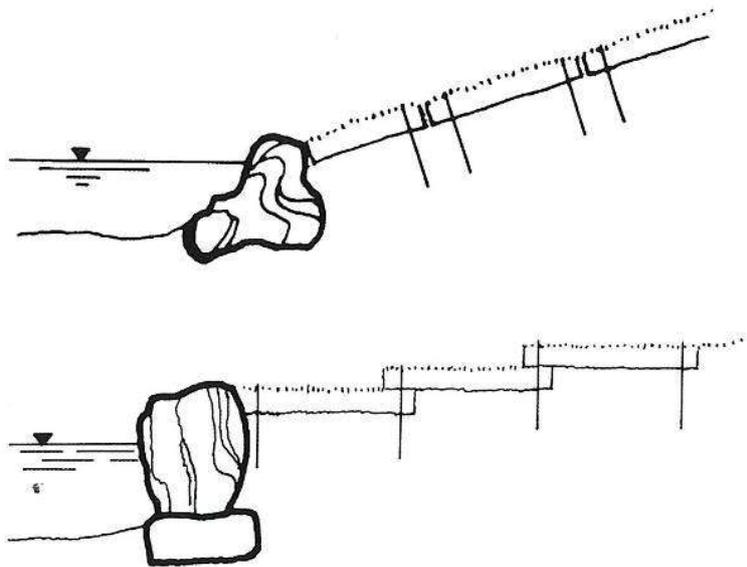


图 16-1 岸坡草皮铺法示意图

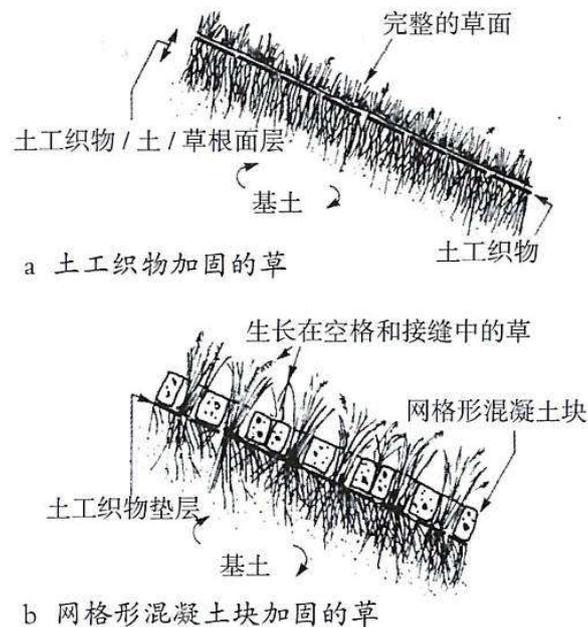


图 16-2 用土工织物及网格形混凝土块加固的草皮护坡图

17 抗冲生物毯

抗冲生物毯是一种“复合纤维织物”与“多样化草种”等配套养护材料一体化的新型生态护坡、水土保持产品；一般铺设于河道护坡等驳岸边坡上，以控制水力侵蚀、土壤流失，同时达到边坡生态修复、景观绿化的功效，还河道于自然。抗冲生物毯主要特征如下：

- (1) 施工简便、速度快；
- (2) 施工后较快实现绿化效果；
- (3) 由于草和复合纤维织物成一体化，对于成活前短暂的涨水具有一定程度的耐流性；
- (4) 复合纤维织物是从坡顶到坡脚的连续构造，两端被固定，对流水的抵抗性大。

抗冲生物毯施工时注意事项如下：

- (1) 土质确定，一定要调查确认施工土质是否适合植物生长，土质不能是岩石、碎石、砂土或重粘土；
- (2) 施工时间最好选择月平均气温持续在 10℃～15℃ 的月份；



- (3) 施工完成后，在植被完全覆盖前不要在上面走动；
- (4) 覆土厚度在 1cm~2cm，可以是壤土（最佳）或是砂土；
- (5) 根据现场实际情况，进行必要的维护管理。



图 17-1 抗冲生物毯图



图 17-2 河道抗冲生物毯护坡图

18 自嵌式植生型挡土墙（鱼巢砖）

自嵌式挡土墙是在干垒挡土墙的基础上开发的另一种结构。这种结构是一种新型的拟重力式结构，它主要依靠挡土块块体、填土通过加筋带连接构成的复合体自重来抵抗动静荷载，达到稳定的作用；并且墙体为开放式柔性结构，对小规模沉降及水位骤降有良好的适应性。自嵌式挡土墙分为自嵌式植生挡土块（鱼巢砖）和景观挡土块。

自嵌式植生型挡土墙（鱼巢砖）特点：

- (1) 改善后的内孔造型为水生植物提供了良好的生长空间，为净化水质创造了



条件；

（2）块体间的空隙和生长起来的植物体系将形成天然的鱼巢，加强了水体的生态平衡；

（3）块体本身、植物体系、鱼虾生态共同组建的景观效果将更加明显；

（4）渗透性的挡墙体，可以充分保证河岸与河流水体之间的水分交换和调节功能同时具有一定的抗洪强度。

自嵌式植生型挡土墙（鱼巢砖）相关技术参数：

产品规格：400mm×305mm×150mm

重 量：24kg

抗压强度： $\geq 10\text{Mpa}$

单块最小值： $\geq 8\text{Mpa}$

最大吸水率： $\leq 7\%$ ，符合国家 ASTM C90 标准

抗冻强度损失： $\leq 20\%$ ，质量损失： $\leq 5\%$ ，符合国家 ASTM C666 标准

空隙率： $\geq 25\%$ ，符合国家普通混凝土小型空心砌块标准。

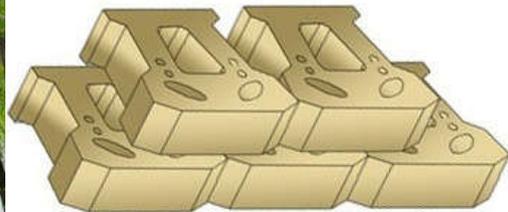


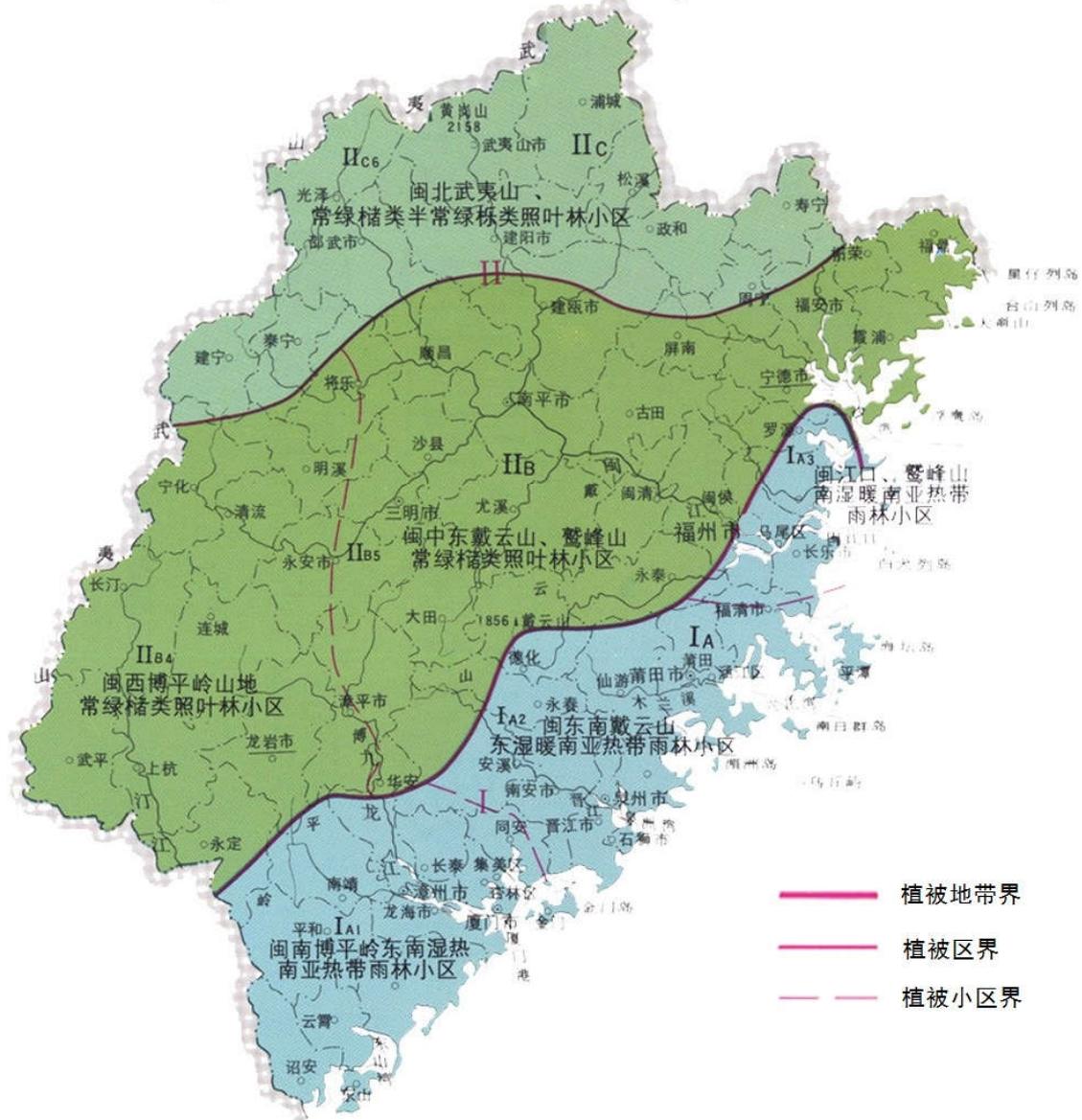
图 18-1 自嵌式植生型挡土墙（鱼巢砖）图

19 新型生态护岸材料的应用

新型生态型护岸材料，在满足相关规范要求、生态护岸稳定安全和维持生境连续性要求的前提下，需在国内外有规模化成功应用的案例，方可在福建省生态水系修复工程中示范应用，首次示范河段长度不宜超过 500m。示范工程经鉴定满足生态功能、相关质量及验收要求后，新型生态护岸材料方可规模化应用。

附录3 福建省植被区划图

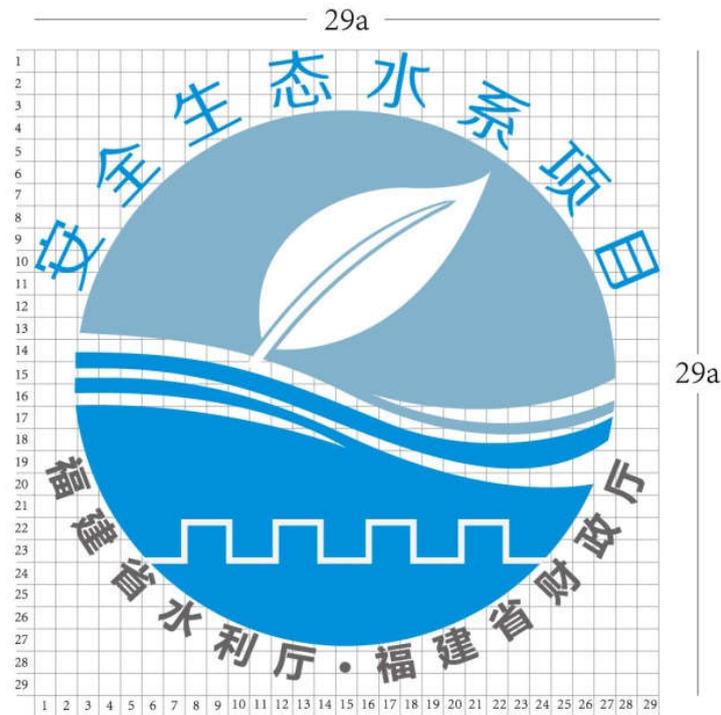
福建省植被区划 Vegetation Divisions in Fujian Province



- I_A 闽粤沿海丘陵平原南亚热带雨林区
- II_B 南岭东部山地常绿栎类照叶林小区
- II_C 闽浙赣山地丘陵常绿栎类、半常绿栎类照叶林小区



附录 4 安全生态水系项目标志（LOGO）



标志说明：

- 1、长城：代表安全设防；
- 2、绿叶：寓意生态，船帆构想，代表生态建设扬帆起航、一帆风顺；
- 3、水线：代表水系，曲线寓意河流自然弯曲的形态；
- 4、圆形：天圆，寓意天地自然，同时对图中水系构成管理与约束。