

上海市工程建设规范

国土综合整治工程技术规范

**Engineering specification for territorial comprehensive consolidation
and rehabilitation**

（征求意见稿）

2021 上海

上海市工程建设规范

国土综合整治工程技术规范

**Engineering specification for territorial comprehensive consolidation
and rehabilitation**

（征求意见稿）

主编单位：上海市地质调查研究院

上海市建设用地和土地整理事务中心

批准单位：上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期：XX 年 XX 月 XX 日

2021 上海

前 言

根据上海市住房和城乡建设管理委员会“沪建标定[2019]752号文《2020年上海市工程建设规范、建筑标准设计编制计划》的通知”的要求，上海市地质调查研究院、上海市建设用地和土地整理事务中心会同有关单位对《土地开发整理工程建设技术标准》（DG/TJ08-2079-2010）进行了修订。在国家大力推行生态文明建设、土地整治向国土综合整治的转变的背景下，整个修订过程中，编制组广泛调研上海市国土综合整治工作现状的基础上，明确各类整治工作的对象与需求，开展了相关专题研究，认真总结近十年来上海地区各类整治对象的工程实践经验与绿色先进技术，以多种方式广泛征求本市有关单位和专家的意见，经反复修改后，由上海市城乡建设和交通委员会科学技术委员会组织有关专家审查定稿。

本规范在基本保留原规范内容的基础上，针对上海市国土综合整治工作需求，对章节作了调整，新增了低效工业用地、矿山、海岸带、湿地综合整治的内容，突出了上海长江三角洲入海口特大型城市的区位特色。

本规范共分八章。内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 农村土地综合整治；5. 低效工业用地综合整治；6. 矿山综合整治；7. 海岸带综合整治；8. 湿地综合整治。

本次修订的主要内容有：

1、适用范围从农村土地综合整治扩大到农村土地综合整治、低效工业用地综合整治、矿山综合整治、海岸带综合整治、湿地综合整治的各项工程。

2、将原规范中土地平整工程、灌溉与排水工程、田间道路工程、农田防护及生态环境保持工程归并至第四章 农村土地综合整治中，删除了原规范中滩涂资源耕地开发工程特别规定、其他工程的章节内容。与《土地整治工程建设规范》（DB31/T 1056-2017）等地方标准相协调，对相关工程建设技术指标进行了相应的调整。

3、增加了“低效工业用地综合整治”章，包含了“地块清拆工程”、“土地复垦工程”、“土地改良修复与风险管控工程”节内容；

4、增加了“矿山综合整治”章，包含了“边坡地形整治与防护工程”、“废弃场地整治工程”、“生态环境修复工程”、“植被养护工程”节内容；

5、增加了“海岸带综合整治”章，包含了“自然岸段的生态保护与修复”、“人工岸段的海堤生态化建设”、“调查与监测评估”节内容；

6、增加了“湿地综合整治”章，包含了“湿地现状调查与评估”、“基质修复与生境塑造工程”、“湿地生态流量保障工程”、“水环境质量提升工程”、“重要水生生物栖息地与生物多样性保护工程”、“生物群落恢复工程”、“景观提升工程”、“有害生物防控工程”、“湿地整治工程管理与持续优化”节内容。

本标准由上海市地质调查研究院、上海市建设用地和土地整理事务中心负责实施和解释。

各单位在使用本标准的过程中，如有意见和建议请邮寄至上海市地质调查研究院（地址：灵石路 930 号，邮编：200072）或上海市建设用地和土地整理事务中心（地址：北京西路 95 号 18 楼，邮编：200003），以便今后标准修订时参考。

主编单位：上海市地质调查研究院

上海市建设用地和土地整理事务中心

参编单位：（排名不分先后）

上海市环境科学研究院

上海戎合城市规划设计有限公司

中交上海航道勘察设计研究院有限公司

上海勘测设计研究院有限公司

上海亚新建设工程有限公司

上海市地矿建设有限责任公司

英格尔集团

上海市地质勘查技术研究院

主要起草人：（按姓氏笔画排列）

丁 洁	丁 露	王丹妮	王寒梅	王 瑶	王嘉伟	方志雷
方 圆	邓 飞	左 倬	田 鹏	白友恩	白玉杰	刘丹青
刘金宝	刘 敏	汤 琳	许自力	李 超	李 蕙	孙彦伟
孙 鹏	吴创收	怀红燕	沈根祥	张振洋	陈大勇	陈小华
陈明忠	陈 勇	陈海英	罗鼎晖	赵宝成	胡双庆	徐明杰
郭淑红	陶恺赉	曹 燕	章长松	蒋旭敏	程南宁	程亚洲
鲁克文						

主要审查人：

上海市建筑建材业市场管理总站

目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	1
3 基本规定.....	1
4 农村土地综合整治	1
4.1 一般规定.....	错误！未定义书签。
4.2 土地平整工程.....	错误！未定义书签。
4.3 灌溉与排水工程.....	错误！未定义书签。
4.4 田间道路工程.....	错误！未定义书签。
4.5 农田防护与生态环境保持工程.....	错误！未定义书签。
5 低效工业用地综合整治	错误！未定义书签。
5.1 一般规定.....	错误！未定义书签。
5.2 地块清拆工程.....	错误！未定义书签。
5.3 土地复垦工程.....	错误！未定义书签。
5.4 土地改良修复与风险管控工程.....	错误！未定义书签。
6 矿山综合整治.....	38
6.1 一般规定.....	38
6.2 边坡地形整治与防护工程.....	39
6.3 废弃场地整治工程.....	42
6.4 生态环境修复工程.....	42

6.5 植被养护工程.....	45
7 海岸带综合整治.....	48
7.1 一般规定.....	错误！未定义书签。
7.2 自然岸段的生态保护与修复.....	错误！未定义书签。
7.3 人工岸段的海堤生态化建设.....	错误！未定义书签。
7.4 调查与监测评估.....	错误！未定义书签。
8 湿地综合整治.....	57
8.1 一般规定.....	57
8.2 湿地现状调查与评估.....	57
8.3 基质修复与生境塑造工程.....	61
8.4 湿地生态流量保障工程.....	67
8.5 水环境质量提升工程.....	69
8.6 重要水生生物栖息地与生物多样性保护工程	70
8.7 生物群落恢复工程.....	74
8.8 景观提升工程.....	79
8.9 有害生物防控工程.....	81
8.10 湿地整治工程管理与持续优化.....	81
附录 A 上海市土地综合整治工程类型区分布示意图	86
附录 B 上海市土地综合整治工程类型区划分表.....	87
附录 C 上海市土地综合整治工程体系构建成果表.....	89
附录 D 重金属离子次富集树种.....	91

附录 E 重金属超富集草木类植物	92
附录 F 陆域绿化植物推荐名录	94
附录 G 部分水生植物种植种类选择及特性表	99
附录 H 湿地整治现场记录表	104
附录 I 生态护岸材料选用及特性表	109
附录 J 上海湿地中常见的外来入侵植物	110
附录 K 部分水生动物种特性表	113
附录 L 生态需水标准计算方法	115
本规范用词说明.....	119
引用标准名录.....	120
附:条文说明.....	120

CONTENTS

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	6
4	Rural comprehensive land consolidation	8
4.1	General requirements	8
4.2	Land levelling engineering	13
4.3	Irrigation and drainage engineering	16
4.4	Farmland road engineering	31
4.5	Farmland protection and the ecological environment with project	33
5	The reclamation of the inefficiency industrial land	36
5.1	General requirements	36
5.2	Land clearance project	37
5.3	Land reclamation project	41
5.4	Soil improvement and restoration project、 of pollution risk control project reclaimed land	43
6	The comprehensive treatment of mines	44
6.1	General requirements	44
6.2	Slope topographic improvement and protection engineering	44
6.3	Abandoned site renovation project	46
6.4	Ecological environment restoration project	47
6.5	Plant conservation engineering	50
7	Comprehensive remediation and restoration of coastal zone	52
7.1	General requirements	52
7.2	Ecological protection and restoration of natural coastline	52
7.3	Seawall ecological construction of artificial coastal	55
7.4	Investigation and monitoring evaluation	59
8	The comprehensive treatment of wetland	62
8.1	General requirements	62

8.2	Current situation investigation and evaluation of wetland.....	62
8.3	Matrix remediation and habitat shaping project	64
8.4	Wetland ecological flow protection	70
8.5	Water environment improvement project	72
8.6	Important aquatic habitat and biodiversity protection project	73
8.7	biocommunity restoration engineering	77
8.8	Landscape improvement engineering	82
8.9	Pest prevention and control project	84
8.10	Wetland remediation project management and continuous optimization.....	84

Appendix A Distribution chart of shanghai comprehensive land consolidation and rehabilitation typical zone89

Appendix B Division list of shanghai comprehensive land consolidation and rehabilitation typical zone90

Appendix C Shanghai comprehensive land consolidation and rehabilitation engineering system table92

Appendix D Secondary enrichment tree species on heavy metal

Appendix E Hyperaccumulation herbs for heavy metal.....

Appendix F Recommended list of Land greening plants.....

Appendix G Table of planting species selection and characteristics for partial aquatic plants.....

Appendix H Field record sheet for wetland remediation.....

Appendix I Table of selections and characteristics for ecological revement materials.....

Appendix J Common alien invasive plants to wetland in Shanghai

Appendix K Species characteristic list of partial aquatic animals

Appendix L Standard calculation method of ecological water requirement

Explanation of wording in this standard

Addition:Explanations of Provisions

1 总 则

1.0.1 为加强国土综合整治工作全过程管理，提高工作实施决策的科学化水平，确保工程建设质量和工程效益，根据国家有关法律、法规，结合上海实际，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于上海市行政区域内国土综合整治工程的设计、施工、监测和验收。

1.0.3 国土综合整治工程应统筹考虑国土空间开发格局，实现“山、水、林、田、湖、草”系统整治与修复，提高生态环境质量，促进国土空间资源优化配置与永续利用。

1.0.4 国土综合整治工程，除应符合本标准外，尚应符合国家、行业 and 上海市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 国土综合整治 territorial comprehensive consolidation and rehabilitation

针对国土空间开发利用中产生的问题，遵循“山水林田湖草生命共同体”理念，综合采取工程、技术、生物等多种措施，修复国土空间功能，提升国土空间质量，促进国土空间有序开发的活动，是统筹山水林田湖草系统治理、建设美丽生态国土的总平台。

2.0.2 土地综合整治 comprehensive land consolidation and rehabilitation

为满足人类生产、生活和生态功能需要，依据国土空间规划、国土空间生态修复规划等相关规划，在一定区域范围内，按照全域规划、整体设计、综合治理理念，通过综合运用政策措施、工程措施以及生物措施，调整土地利用结构，优化空间布局，保障土地可持续利用，实现粮食安全、现代农业、生态修复等综合效应的治理活动，具有内容丰富、模式多样、目标多元、手段综合等特点，是推进乡村振兴和城市更新、实现城乡融合发展的重要平台。

2.0.3 土地综合整治工程 project of comprehensive land consolidation and rehabilitation

根据土地综合整治工程内容及其功能所划分的类别，主要指土地平整工程、灌溉与排水工程、田间道路工程、农田防护与生态环境保持工程及其他工程。

2.0.4 土地综合整治工程类型区 project types area of comprehensive land consolidation and rehabilitation

体现土地综合整治地域差异和工程组合特征基本一致的单元。

2.0.5 土地综合整治工程体系 project system of comprehensive land consolidation and rehabilitation

按照土地综合整治工程类型和特征以及内部联系组合而成的结构整体。

2.0.6 土地综合整治工程模式 project mode of comprehensive land consolidation and rehabilitation

实施土地综合整治而确立的各项工程组合方案和样式。

2.0.7 低效工业用地综合整治 the reclamation of the inefficiency industrial land

低效工业用地综合整治即低效工业用地复垦，对上海市集中建设区外现状低效工业用地（“198”区域）采取综合整治措施，使其达到可利用状态的活动。

2.0.8 “12+3”重点行业企业 the “12+3” types of key industry enterprises

“12+3”重点行业企业是指化工石化、医药制造、橡胶塑料制品、纺织印染、金属表面处理、金属冶炼及压延、非金属矿物制品、皮革鞣制、金属铸锻加工、危险化学产品生产储存及使用、农药生产、危险废物收集利用及处置等 12 个重点行业场地，以及加油站、生活垃圾收集处置、污水处理厂等 3 种市政场地。

2.0.9 土地再利用评估 the evaluation for the reuse of land

依据低效工业用地地块的调查和监测结果，对地块的再开发利用适宜性进行分级分类，判别适宜“耕地”或“非耕地”的评价结果。

2.0.10 矿山综合整治 the comprehensive treatment of mines

矿产资源勘探、采选或矿产资源生产加工过程中遭受破坏的土地进行综合治理，使其达到可利用状态的活动。

2.0.11 边坡监测 slope monitoring

对影响边坡稳定性的因素和表征边坡稳定性变化的边坡行为状态定期观测，

以判定边坡的稳定性及变化规律。

2.0.12 护坡工程 slope protection project

为防治边坡的表面风化、剥落、掉块或冲蚀，在坡面修建的表层防护工程。

2.0.13 工程监测 environment monitoring

布设专门性的监测网（点），定期观测矿山综合整治过程中及整治后的防治工程及其效果在时间上、空间上的变化情况。

2.0.14 海岸带综合整治 integrated regulation of coastal zones

对遭受破坏、退化、污染的陆海相互作用最为剧烈的海岸带区域，采取综合整治措施，使海岸带生态系统恢恢复或达到健康状态的活动。

2.0.15 海堤生态化 seawall ecologicalization

在保证海堤防潮减灾能力的前提下，利用工程措施，采用天然或者人工材料，在堤前、堤身、堤后对已建海堤进行生态化改造或优化，恢复健康生物群落。

2.0.16 滨海盐沼 salt marsh

位于海陆过渡区域， 周期性或间歇性地受海洋咸水或半咸水作用， 具有较高的草本或低灌木植物覆被的淤泥质或泥炭质的湿地生态系统。

2.0.17 人工鱼礁 artificial marine habitat

人为在海中设置的构造物，其目的是改善海域生态环境，营造海样生物栖息的良好环境，为鱼类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所，达到保护、增殖和提高渔获量的目的。

2.0.18 湿地综合整治 integrated regulation of wetlands

对遭受破坏、退化或消失的湿地进行综合治理，使其恢复或达到原有状态的活动。

2.0.19 一线大堤 first-tier dam

上海市一线大堤是指实际一线海塘大堤。

3 基本规定

3.0.1 国土综合整治工程应依据自然资源条件、社会经济条件、土地利用条件等，遵循自然和生态系统内在机理，通过对农用地、低效工业用地、矿山、海岸带、湿地开展综合整治，实现耕地面积增加与质量提升、促进城乡土地资源合理流动与城乡建设空间平衡发展、推进矿业向“资源节约型、环境友好型”产业转型、落实海岸保护与利用、推动城市生态系统健康与有序发展，以发挥国土综合整治在推进山水林田湖草系统治理中的重要平台作用，优化国土资源配置，强化国土空间用途管制，全面推进高效节约利用国土资源，形成适应绿色发展的国土利用格局。

3.0.2 国土综合整治工程应遵循以下原则。

1 合法性原则。符合相关法律、法规要求，符合国土空间规划、国土综合整治与生态修复规划；符合土地、水利、农业、林业、交通、村镇建设、环保等方面法律、法规的相关规定，与相关部门规划相衔接。

2 自然恢复为主、人工修复为辅原则。加强整治区域整体保护和塑造，根据受损程度、生态系统退化程度和恢复力，合理选择整治保护、自然恢复、辅助再生和生态重建等措施。

3 经济、社会和生态效益相统一原则。充分考虑长远利益，确保国土资源合理利用与生态安全，使经济效益、社会效益和生态效益三驾齐驱，效果达到统一和最优化。

3.0.3 国土综合整治工作流程可分为规划、设计、实施和管护四个阶段。

1 国土综合整治规划应立足于区域尺度对区域整体进行现状调查与分析、问题识别诊断、目标设定、适宜性分析评价、整体布局、进度安排、资金估算等，充分体现国土综合整治的整体性和系统性特征。

2 依据规划确定的整治对象或单元，设定工程项目的整治目标，明确工程的整治重点和内容，进行整治工程建设布局，设计各单项修复工作的具体技术细

节，制定整治工程设计文件或实施方案。

3 依据设计文件或实施方案，开展整治工程施工，并同步开展监测，采取必要管理措施避免工程施工导致的次生环境影响。

4 制定修复后管理维护方案，明确修复后监测评估的内容和指标，布设整治工程监测站点，形成时序完整的修复后监测数据，定期评估修复成效，对照整治工程目标，发现工程实施过程中可能问题和风险，适时调整修正，开展整治工程适应性管理与持续优化。

3.0.4 国土综合整治可根据广义国土综合整治分类框架，结合滨海河口特大型城市区位特征，按表 3.0.4 进行分类。

表 3.0.4 上海市国土综合整治分类体系

大类	亚类	小类	定位、目标与途径
城镇空间国土综合整治	低效工业用地再开发	低效工业用地综合整治	针对城市郊区、城中村工业用地利用效率低、生活品质差等问题，通过低效工业用地减量化手段，促进建设用地集约利用，盘活低效工业用地
乡村空间国土综合整治	农村空间功能提升型整治	农村土地综合整治	针对部分地区农用地质量低下、耕地破碎化严重、农业设施不完善等问题，通过地力提升、设施建设、权属调整等手段改善农用地生产能力，促进农用地高效集约利用
生态空间国土综合整治	生态重要区功能提升型整治	湿地综合整治	通过对河流湖泊等湿地治理促进生态源地质量提升
工矿空间国土综合整治	废弃矿山用地功能提升型整治	矿山综合整治	针对废弃工矿造成土壤污染、地质灾害风险、水土流失风险等问题，通过工矿用地复绿、还湿等措施恢复工矿用地生态功能，增加生态源地面积
海洋空间国土综合整治	海洋空间功能提升型整治	海岸带综合整治	针对海岸带污染物排放严重、滨海湿地退化等问题，通过水污染治理、海岸带生态用地修复等手段提升海洋生态灾害防范能力

4 土地综合整治

4.1 一般规定

4.1.1 土地综合整治适用对象为上海市市级土地整治项目中的市级土地综合整治、圈围成陆土地开发整理项目，以及区镇土地整理复垦项目中的一般土地整理复垦项目，郊野公园项目、城乡建设用地增减挂钩项目中相关土地整治内容可参照执行。

4.1.2 工作流程

土地综合整治工作内容包括现场情况调研、土地整治方案编制、土地整治方案立项、土地整治规划设计、土地整治项目施工、土地整治项目验收等，具体工作流程可按图执行。

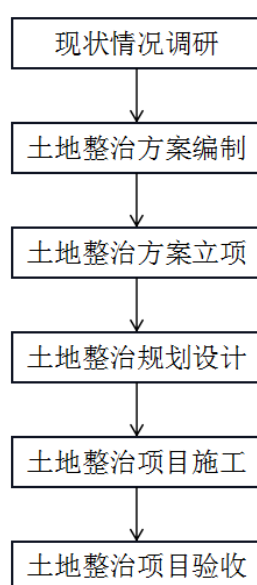


图 4.1.1 土地综合整治工作流程

4.1.3 土地综合整治工程类型区

根据上海市地势、地貌、水文等特征将上海市划分为三个土地综合整治工程类型区，分别为河口沙洲平原工程类型区、冈东滨海平原工程类型区、西部湖沼

平原工程类型区。

4.1.4 土地综合整治工程模式

在上海市土地综合整治工程类型区划分的基础上,根据各地区在土地综合整治工程建设特征的差异,以土壤类型、灌排方式、渠道形式、主要土地利用限制条件等因素为划分依据,划分出上海市土地综合整治工程模式共四种,分别为盐化成陆土地工程模式、沿江平原工程模式、平原河网工程模式、水网圩田工程模式。

上海市土地综合整治工程三个工程类型区、四种工程模式的具体范围、主体地域特征、主导限制性因素、土地综合整治工程重点方向和土地综合整治工程措施组合方案等详见附录 A 和附录 B。

4.1.5 土地综合整治工程总体布局

1 根据项目区地形、地貌条件和土地利用现状,因地制宜地确定土地利用方向、耕作田块类型及布局。

2 根据灌溉水源、排水承泄区的位置,结合田块、道路、农田林网和村庄布局情况,进行灌溉与排水工程布局,确定灌溉与排水工程(含水工建筑物)的级别、数量。农田灌溉排水工程布局应当遵循圩区内外分开、农田高低分开、作物水旱分开、布局灌排分开的原则。

3 结合田块、沟渠、农田林网和村庄布局情况,因地制宜布置田间道路,合理确定田间道路类型、路网密度和道路级别。

4 根据项目区抗灾防灾、生态建设与环境保护要求,因害设防,确定农田防护工程类型和结构。

5 项目区总体布局应重视相关规划对项目区总体布局影响,与相关规划保持一致。

4.1.6 土地综合整治工程模式的工程布局

根据土地综合整治 4 种工程模式构建的组合特征(见表 4.1.1),确定上海市土地综合整治工程不同工程模式布局:

1 盐化成陆土地工程模式

土壤盐渍化是该工程模式地区主要的土地利用限制条件，成陆土地洗盐排渍是土地综合整治工程的主要任务。加强农田灌排设施建设，增加有效耕地面积，完善田间道路建设，强化农田生态防护，合理拆并零星居民点、建设农业生产辅助设施是该工程模式布局的要求。

2 沿江平原工程模式。

沿江平原工程模式范围内地势较低、地下水位高、涝渍灾害、土壤偏碱是主要的土地利用限制因素，加强农田灌排设施建设，增加有效耕地面积，进行土壤改良，科学规划耕地，增加田间道路建设，加强农田生态防护，合理拆并零星居民点，建设农业生产辅助设施是本工程模式布局的要求。

3 平原河网工程模式。

平原河网工程模式范围内，农业生产条件、基础设施较好，科学规划耕地，增加有效耕地面积，加强农田灌排、道路设施建设，合理拆并零星居民点，建设农业生产辅助设施，加强农田生态防护是本工程模式布局的要求。

4 水网圩田工程模式

水网圩田工程模式范围内，地势低洼，地下水位高，排水不畅，灌排设施不完善，土壤潜渍明显，易板结和滞水。加强农田灌排设施建设，降低地下水位，科学规划耕地，增加有效耕地面积，建设田间道路、林网，合理拆并零星居民点，建设农业生产辅助设施是本工程模式布局的要求。

4.1.7 土地综合整治工程体系

上海市土地综合整治工程体系划分为 4 个一级项目，15 个二级项目，30 个三级项目。工程体系构成详见附录 C。

表 4.1-1 上海市土地综合整治工程模式组合特征表

国家土地综合整治二级工程类型区	上海市土地综合整治工程模式	耕地利用方式	农田灌排方式	田间道路及其它工程	关键指标
南方平原河网工程类型区	沿江平原工程模式	灌溉水田、水浇地、菜地	以河流、骨干渠道为水源，提水灌溉；渠道主要以低压管道布置为主；排水以自排方式为主	田间道为混凝土或沥青碎石路面，部分为砂石路面，生产路为泥结碎石路面；农田林网类型为护路护沟林；其他工程主要为零星居民点搬迁工程	灌溉保证率：90%~95%
					排涝标准：20 年一遇 1 日暴雨量，24 小时排除
					地下水控制深度，地下水位>0.5m；
					防洪标准：50 年一遇
					灌溉水利用系数：≥0.85
					有机质含量：2%~4%
					土壤 PH 值：6.0~7.9
					田块宽度：80m~120m
					田块长度：400m~600m
	平原河网工程模式	灌溉水田、旱地、菜地	以河流、骨干渠道为水源，提水灌溉；渠道主要为明渠或低压管道布置；排水以自排方式为主，强排为辅	田间道为混凝土路面或砂石路面，生产路为泥结碎石路面；农田林网类型为护路护沟林；其他工程主要为农业生产辅助设施和零星居民点搬迁工程	灌溉保证率：90%~95%
					排涝标准：20 年一遇 1 日暴雨量，24 小时排除
					地下水控制深度：地下水位>0.5m
					防洪标准：50 年一遇
					灌溉水利用系数：≥0.85
					有机质含量：2%~4%
					土壤 PH 值：6.0~7.9
					田块宽度：100m~200m
					田块长度：500m~800m

续表 4.1-1 上海市土地综合整治工程模式组合特征表

国家土地综合整治二级工程类型区	上海市土地综合整治工程模式	耕地利用方式	农田灌排方式	田间道路及其它工程	关键指标
南方平原河网工程类型区	成陆土地工程模式	灌溉水田、水浇地、菜地、鱼塘	以河流为水源；灌溉方式为提水灌溉；渠道主要以明渠布置；排水以自排方式为主，强排为辅	田间道为混凝土路面或砂石路面，生产路为泥结碎石路面；农田林网类型为农田防风林和护路护沟林；其他工程主要为土壤排渍洗盐工程和零星居民点搬迁工程	灌溉保证率：90%~95%
					排涝标准：20 年一遇 1 日暴雨量，24 小时排除
					地下水控制深度：地下水位>0.5m
					防洪标准：50 年一遇
					灌溉水利用系数：≥0.85
					1m 深土层含盐量<0.1%
					有机质含量：2%~4%
					土壤 PH 值：6.0~7.9
	水网圩田工程模式	灌溉水田、旱地、菜地、鱼塘、水产基地	以河流、骨干渠道为水源；提水或自流灌溉；渠道主要为明渠布置；排水以强排方式为主	田间道为砂石路面，生产路为砂石路面；农田林网类型为护路护沟林；其他工程主要为农业生产辅助设施和零星居民点搬迁工程	田块宽度：100m~200m
					田块长度：300m~600m
					灌溉保证率：95%
					排涝标准：20 年一遇 1 日暴雨量，24 小时排除
					地下水控制深度：地下水位 0.5m~0.7m
					防洪标准：50 年一遇
					灌溉水利用系数：≥0.85
					1m 深土层含盐量<0.1%
					有机质含量：2%~4%
					田块宽度：50m~100m
					田块长度：100m~200m

注：上海地区 20 年一遇一日暴雨量可参考各区县降雨资料，若个别区县无资料，可按 200mm 计。

4.2 土地平整工程

4.2.1 标准规定

4.2.1.1 耕作田块布置

耕作田块布置应符合当地现代农业发展导向，并与相关规划（如水利规划、农业规划等）相衔接，充分考虑相关规划对田块布置的影响。

1) 根据项目区地形、地貌和土地利用现状，因地制宜地确定耕作田块类型。全市大部分地区宜修筑条田，部分要求洗盐排渍地区可修筑台田。

2) 耕作田块布局应与沟渠、道路、村庄的布局相协调，与项目区农业生产要求相适应，符合当地群众耕作习惯。

3) 耕作田块的布置应满足排涝排渍、降低地下水位、防风害的要求。

4) 耕作田块形状应保持田块形状规整，便于田间机械作业和田间生产管理。

5) 耕作田块高程要依沟渠的走势从高到低变化，相邻田块之间的高差应满足沟渠的水位衔接要求。

6) 耕作田块建设应保持行政乡（镇）、村农田原有土地所有权的完整性，减少土地权属争议。

4.2.1.2 土地平整单元

完全平整的平整单元为整个项目区，适合地形变化不大的地区；在地形变化较明显地区，可采取局部平整的方案，平整单元为一个或多个田块。

4.2.1.3 田面平整度

格田内田面高差应在±3cm 之间，相邻田块高差不宜大于 15cm。

4.2.1.4 田面坡度

平整后田块顺灌水方向田面坡度为 1/2,000~1/1,000，最小为 1/2,500，最大为 1/800。畦灌格田的地面坡度不大于 1/1,000；水稻格田地面坡度不大于 1/2,000。

4.2.1.5 土地翻耕

对于平整田块应进行翻耕，田面 50cm 深以内土层中块石及建筑物及垃圾必须清除。耕作层土壤无碎屑物。

4.2.2 耕作田块修筑工程

4.2.2.1 条田

1) 田块南北向或接近南北向布置为宜；沿海平原有风害地区，田块方向还应与主害风向垂直或与主害风向垂直线的交角小于 30° ；在水网圩田工程模式、成陆土地工程模式应满足降低地下水位和排渍的要求。

2) 成陆土地工程模式、沿江平原工程模式和平原河网工程模式地区田块长度为 300m~800m；水网圩田工程模式地区的田块长度为 150m~200m。

3) 上海市成陆土地工程模式、沿江平原工程模式和平原河网工程模式的田块宽度为 80m~150m，水网圩田工程模式地区田块宽度为 50m~100m。

4) 田块形状最好为长方形和正方形，其次是梯形，应避免三角形、锐角梯形和多边形。

5) 田面高程设计应根据原地面高程、投资大小、排渍排盐要求来确定，在田面高程设置时，要考虑田块内部的自流灌（排）水能力和相邻田块间的灌（排）水位衔接。成陆土地工程模式地区和水网圩田工程模式地区，田面设计高程应高于涝水位 0.2m 以上；有盐碱治理要求的地区田面设计高程应高于常水位 0.6m 以上。相邻田块高差不超过 30cm。

6) 格田田面高差保持在 $\pm 5\text{cm}$ 以内。格田长度为 30m~120m；宽度为 20m~40m，具体设计可根据项目区地下水与土壤质地等条件确定。格田之间以田埂为界，埂宽取 15m~30cm，埂高不大于 30cm。

表 4.2-1 不同工程模式地区耕作田块建设标准

工程模式	成陆土地工程模式	沿江平原工程模式	平原河网工程模式	水网圩田工程模式
田块方向/主风向影响	南北	南北	南北	南北、与地下水流方向尽量垂直
田块长度 (m)	300~600	400~600	500~800	150~200
田块宽度 (m)	100~120	80~120	100~150	50~100
田块规模 (亩)	50~100	50~100	80~180	15~30
田面高程	应高于常年涝水位 0.2m 以上	由平整工程量而定	由平整工程量而定	应高于常年涝水位 0.2m 以上
耕作层厚度(cm)	>20	>30	>30	>30
格田内田块允许高差	±5cm	±5cm	±5cm	±5cm
相邻田块高差 (cm)	20~30	20~30	20~30	20~30
田块形状	依次为长方形、正方形、梯形	依次为长方形、正方形、梯形	依次为长方形、正方形、梯形	依次为长方形、正方形、梯形
典型田块设计要求	平整、能排能灌，有代表性	平整、能排能灌，有代表性	平整、能排能灌，有代表性	平整、能排能灌，有代表性
格田长度 (m)	50~60	40~80	60~100	50~100
格田宽度 (m)	30~40	30~40	25~40	30~40
格田规模 (亩)	2.0~3.5	2.0~4.5	2.0~6.0	2.0~6.0
田埂宽度 (cm)	30~40	30~40	30~40	30~40
田埂高度 (cm)	≤30	≤30	≤30	≤30

4.2.2.2 其它田块工程

成陆土地工程模式地区为排涝、排渍和洗盐需修筑台田。台田长度为 150m~200m；宽度为 50m~100m。台田内部的格田修筑要求与条田内部修筑工程一致。粘质土台田边坡的坡度为 1:1.5~1:1.2，沙质土台田边坡的坡度为 1:2~1:3。

4.2.3 耕作层地力保持工程

4.2.3.1 土地平整

土地平整应避免或减少对耕作层的破坏。对原有耕地平整时，应采取地力保持工程措施；对成陆土地和新增耕地，应采取土壤改良措施，提高耕地质量。

4.2.3.2 表土剥离与回填

在耕作层厚度和有效土层厚度较小的地区进行土地平整应采取表土剥离与表土还原措施，其中采用机械作业的耕作层剥离厚度不小于 30cm，采用人工作业的耕作层剥离厚度不小于 20cm；采用机械作业的耕作层回填厚度不小于 20cm，采用人工作业的耕作层回填厚度不小于 15cm。

4.2.3.3 客土填充与土地翻耕

客土土源应相对项目区应遵循就近取土原则；客土质地较好且无污染，能够保墒保水保肥，作为底土的客土须为粘性土，有一定的保水性，碎石和砂砾等粗颗粒含量不超过 40%；取土时必须考虑取土安全；填充客土应充分利用堰塘、沟渠清淤土。

对新增耕地要求翻耕 2~3 次，翻耕深度为 15cm~20cm，翻松深度不少于 30cm。

4.2.3.4 耕地地力保持指标

耕地地力保持指标应不低于表 4.2-2 复垦为耕地的质量控制标准”中土壤质量各项指标的要求。

表 4.2-2 复垦为耕地的质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
水田	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥60
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.35
		土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
		砾石含量/%	≤5
		pH 值	6.0~8.5
		有机质/%	≥1.5
		电导率/(dS/m)	≤2
	配套设施	灌溉	参考本规范灌溉与排水章节
		排水	参考本规范灌溉与排水章节
		道路	参照本规范田间道路章节
		林网	参照本规范生态环境整治章节
旱地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.4
		土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
		砾石含量/%	≤5
		pH 值	6.0~8.5
		有机质/%	≥1
		电导率/(dS/m)	≤2
	配套设施	灌溉	灌溉保证率不做要求
		排水	具备一定的排水条件
		道路	参照本规范田间道路章节的要求
		林网	参照本规范生态环境整治章节的要求

4.3 灌溉与排水工程

4.3.1 标准规定

4.3.1.1 工程级别

1) 土地综合整治工程建设规模级别按照表 4.3-1 划分。

表 4.3-1 土地开发整理建设规模级别表
位: hm^2

规模单

工程级别 项目类型	D1	D2	D3	D4	D5
土地整理	$\geq 1,500$	1,500~1,000	1,000~500	500~100	< 100
土地复垦	$\geq 1,000$	1,000~600	600~300	300~50	< 50
成陆土地	$\geq 1,500$	1,500~1,000	1,000~500	500~100	< 100

注：建设规模是指土地开发整理项目的单片建设规模。对包含多个项目片的土地开发整理项目，应按单片建设规模分属几个不同工程等别时，其规模级别按其中最高级别确定，单个项目项目区片数不多于 5 片。

2) 上海市土地综合整治工程建设的工程等级主要是小型工程，属于《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252) 中的 IV~V 型工程，主要包括：泵站、灌排渠沟、水工建筑物、渠系建筑物等。农田水利工程等级划分见表 4.3-2。

表 4.3-2 农田水利工程等级划分标准

农田水利工程等级	引水建筑物	灌溉泵站	排水泵站	灌溉建筑物过水流量	排水建筑物过水流量	防洪工程 (P=%)
	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	—
IV	5~20	5~20	4~20	5~20	4~20	2
V	≤ 5	≤ 5	≤ 4	≤ 5	≤ 4	5

3) 不同土地综合整治工程建设规模级别对应相应的农田水利工程等级，项目区建设规模越大，允许修建的农田水利工程等级越高。其具体对应关系见表 4.3-3。

表 4.3-3 灌排渠沟及建（构）筑物控制等级

工程级别	D1	D2	D3	D4	D5
农田水利工程等级	IV 级			V 级	

4.3.1.2 灌溉标准

上海市土地综合整治工程的四种工程模式中，规划以水田为主的田块，设计灌溉保证率应为 95% 以上；规划以旱地为主的田块，设计灌溉保证率应为 90% 以上。

4.3.1.3 排水标准

1) 排涝标准。以 20 年一遇一日暴雨量，24 小时排除。

2) 排渍标准。旱田设计排渍深度取 0.8~1.3m，排渍时间 2~3 日，水稻田设计排渍深度取 0.4m~0.6m，水稻区应能在晒田期内 3~5 天将地下水位降至设计排渍深度；对于地下水含盐量较高的地区，除满足防渍要求外，还应将地下水位控制在地下水临界深度以下。

4.3.1.4 防盐治碱标准

防盐治碱工程主要针对成陆土地工程模式和其他地下水盐化度高的地区，排水设施建设应在返盐季节前将地下水位控制在地下水临界深度以下。地下水临界深度可根据地下水矿化程度和土壤类型确定，不同地下水矿化程度和土壤类型的地下水临界深度取值范围详见表 4.3-4。

表 4.3-4 地下水临界深度				单位: m
土 质	地下水矿化度 (g/L)			
	<2	2~5	5~10	>10
沙壤土、轻壤土	1.8~2.1	2.1~2.3	2.3~2.6	2.6~2.8
中壤土	1.5~1.7	1.7~1.9	1.8~2.0	2.0~2.2
重壤土、粘土	1.0~1.2	1.1~1.3	1.2~1.4	1.3~1.5

4.3.1.5 防洪标准

土地综合整治项目建筑物防洪标准（重现期年 a）设计标准为 20 年一遇，校核标准为 50 年一遇。堤防上的建（构）筑物的防洪标准不得低于堤防的防洪标准；输配水工程、灌排建筑物的校核防洪标准，可视实际情况而定，但应高于设计标准。

4.3.1.6 水质标准

灌溉水源的水质须满足 GB5084 的规定。对于水质不达标的灌溉水源，可适当增加保护性工程措施。

4.3.1.7 水利用系数

- 1) 喷灌水利用系数不应低于 0.90，其它灌溉方式的水利用系数不应低于 0.85。
- 2) 防渗渠道的渠系水利用系数不应低于 0.90，管道水利用系数不应低于 0.95。
- 3) 水稻种植区田间水利用系数不应低于 0.90，旱作区田间水利用系数不应低于 0.85。

4.3.1.8 抗震标准

泵站、水工建筑物、渠系建筑物等设计和建设必须满足抗震要求，抗震参数按照 GB 18306 的规定。

4.3.2 水源工程

4.3.2.1 河道引水工程

1) 引水设计高程适宜，灌溉供水量充足，河、湖枯水期水位应能满足引水设计流量的要求。

2) 引水口通畅、稳定，应避免靠近支流汇流处。

3) 引水口应位于河岸坚实、河槽稳定、断面匀称的顺直河段，河道引水口的引水角取 $0^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。引水口前沿宽度小于进水口宽度的 2 倍。若采用导流堤，导流堤与水流之间的夹角取 $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

4) 河道护岸应优先采用植物护坡等生物防护措施，可种植草皮、芦苇、水杉等作物，少数风浪较大易冲刷或有结构稳定要求的岸坡可采用工程护岸等工程措施。

5) 河道护岸可在生物措施护岸的基础上采取辅助工程措施，可采用木桩、石笼等。

河道护岸工程的详细内容参见本《标准》4.5.3 岸坡防护工程。

4.3.2.2 泵站提水工程

在河、湖和主干沟渠水量丰富但水位与项目区要求灌溉水位相差较大时，可修建泵站，提水灌溉农田。泵站的选址要求、布置原则、装配标准等详见本标准 4.3.7 节。

4.3.2.3 蓄水工程

1) 以解决人畜饮用水为主的蓄水池应建在靠近庭院的地方。

2) 需要拦蓄降雨作为灌溉水源的蓄水池应建在较低洼处，蓄水池建筑位置处的地质条件应良好，地基应具有较好的承载及防渗能力，蓄水池不应建在地下水严重渗漏处。

3) 蓄水池的进口前应设拦污栅。

4) 利用天然土坡、土路、场院集流时，应在进口前修建沉沙池，沉沙池位置离道路路边距离不小于 2m。

5) 蓄水池的池墙应高于蓄水池最高蓄水位 0.3m~0.5m。

6) 在泄水口前还应设堵水设施，并布置泄水道，在正常蓄水位处设置泄水管（口）。

4.3.3 输水工程

4.3.3.1 低压管道

- 1) 管道布置时宜采用单水源管道系统布置，当采用多水源时，应进行专家论证。
- 2) 管道系统布置应做到平行于沟、渠、路、林带，应避开填方区和可能产生滑坡的地带，当管线需要穿越道路和河流时，尽可能与之垂直。
- 3) 管网布置应根据水源位置、地形条件、田间工程配套、用水量情况综合比较确定。
- 4) 管线应平顺，减少拐弯、起伏和折点，避免逆坡，力求使管道总长最短，管内压力均匀。
- 5) 管道分级主要根据灌溉面积、田块划分、经济条件等因素确定。旱作物区，当系统流量小于 $30\text{m}^3/\text{h}$ 时，可采用一级固定管道，系统流量在 $30\text{m}^3/\text{h}\sim 60\text{m}^3/\text{h}$ 时，可采用干管输水、支管配水两级固定管道，系统流量大于 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，可采用两级或多级固定管道。
- 6) 最末一级固定管道的走向应与作物种植方向一致，移动软管或田间垄沟宜垂直于作物种植行向。
- 7) 低压管灌系统布局应有利于建成后的管理运用，方便检查和维修，保证输水、配水和灌水的安全可靠。
- 8) 各用水单位应设置独立的配水口，给水栓(或出水口)应按灌溉面积均衡分布。
- 9) 管材的选择应综合考虑物理性质、施工适应性、安全性能以及造价等方面情况，大面积灌区输水距离远、流量大，可采用大口径管道，如玻璃钢夹砂管、混凝土管、铸铁球墨管、高密度聚乙烯缠绕管、U-PVC 管等；小面积灌区输水距离短，流量小，可采用 PE 管、U-PVC 管等管材。
- 10) 管灌水质应符合 GB5084 的规定。粒径大于 0.15mm 的泥沙不允许进入管道，若粒径大于 0.15mm 可设沉沙池，水源泥沙含量不大于 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 。土地综合整治项目灌溉水源主要来自于河道和骨干渠道。
- 11) 引(取)水枢纽形式取决于水源条件，多采用泵站直接从水源提水入输水管道。
- 12) 输配水管网系统由管道、管件和附属设施连接而成。控制灌溉面积较大的管灌系统，可由主管、干管、支管等多级管网组成，也可只设单级管道输水或配水管网。
- 13) 低压管道输水工程技术选用的标准应符合 GB/T 20203 的规定。

14) 管道应埋在地下, 管顶埋深应不小于 70cm, 管槽的开挖宽度应在管径基础上两侧各留 0.5m。

15) 支管间距宜采用 50m~150m (单向灌溉时取较小值, 双向灌溉时取较大值)。

16) 干、支两级固定管道在灌区内的长度宜在 $90\text{m}/\text{hm}^2 \sim 150\text{m}/\text{hm}^2$ 。

17) 给水栓若不采用连接软管灌溉, 间距宜为 50m~100m (单向灌溉时取较小值, 双向灌溉时取较大值), 单口灌溉面积宜在 $0.25\text{hm}^2 \sim 0.6\text{hm}^2$ 。

18) 田间灌水均匀度大于 0.95。

4.3.3.2 明渠

1) 渠道布置必须与排水沟、道路等布置相协调, 根据地形条件, 采用灌排相邻布置或相间布置。

2) 根据土地综合整治工程的建设规模, 项目区内应布置 2~3 级固定渠道。各级渠道应或接近相互垂直布置。

3) 渠线宜短而直, 做到交叉建筑物少, 土方量少, 占地少、拆迁少; 避免深挖、高填或穿越村庄。

4) 在规划渠系布置时, 应利用原有的渠道并兼顾行政区划。

5) 项目区布置 3 级固定渠道时, 支渠采用续灌方式, 斗渠、农渠宜采用轮灌方式。

6) 项目区布置 2 级固定渠道时, 斗渠多采用续灌方式, 农渠宜采用轮灌方式。

7) 当斗渠渠道较长, 农渠数量较多时, 农渠也可采用分组轮灌, 分组宜为 2~3 组。

8) 田间渠道工程多采用灌排相间或排灌相邻的布置方式。

9) 渠道纵断面设计应根据渠道沿线地形、地质条件、设计流量和含沙量等因素, 应经过计算分析确定, 各工程模式渠道比降具体规定见表 4.3-5。

表 4.3-5 不同工程模式渠道坡降

工程模式	渠道比降
成陆土地工程模式	斗渠比降取 $1/2,000 \sim 1/5,000$, 农渠比降 $1/2,000 \sim 1/3,000$
沿江平原工程模式	斗渠比降取 $1/2,000 \sim 1/5,000$, 农渠比降 $1/2,000 \sim 1/3,000$
平原河网工程模式	斗渠比降取 $1/3,000 \sim 1/5,000$, 农渠比降 $1/2,000 \sim 1/3,000$
水网圩田工程模式	斗渠比降取 $1/10,000$, 农渠比降 $1/2,000 \sim 1/3,000$

10) 农渠防渗渠道断面形式可采用混凝土 U 形渠, 成陆土地软基可采用倒梯形、矩形; 斗渠可采用的断面形式为混凝土倒梯形、矩形和 U 形渠。当田块宽度较大时宜采

用灌排合一的半地下渠道，当田块宽度较小时宜采用地上渠道。

11) 农渠设计流量宜控制在 $0.05 \text{ m}^3/\text{s} \sim 0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ ；斗渠设计流量宜控制在 $0.15 \text{ m}^3/\text{s} \sim 0.60 \text{ m}^3/\text{s}$ 。渠道断面设计时还需用加大流量校核，加大流量为设计流量的 1.3 倍；当灌区面积低于 35 hm^2 时，加大流量为设计流量的 1.05 倍。

12) 渠道防渗宜采用 C20 或 C25 混凝土衬砌。采用混凝土预制板衬砌的渠道，预制板厚度、接缝、砌缝、压顶等设计符合 GB50288 的规定。防渗渠道设计应符合 SL18 的规定。

4.3.4 喷微灌工程

4.3.4.1 喷灌

喷灌适用于经济条件较好或水资源较缺乏地区，对经济价值较高的菜园、果园、花卉、草皮等进行灌溉。灌水频繁的蔬菜和花卉等宜采用固定管道式或半固定管道式，灌水次数较少机械耕作较多的大田作物或果园等宜采用半固定管道式或移动管道式。

- 1) 喷灌系统由水源、首部装置、输水与配水管道系统及喷头组成。
- 2) 喷灌管网系统中应合理设置安全阀、空气阀等管道附属设施。
- 3) 取水泵站应满足输水管道及喷头对压力和流量的要求，首部枢纽应设置水量和压力量测设备；应将水量、压力量测设备和安全保护设备等集中安装。
- 4) 喷灌管网由干管和支管二级管道组成。项目区面积大的可增设分干管。
- 5) 管道布置的具体布置应按水源位置、地块形状、地形条件、耕作方向及主要风向风速而定。管道布置应使管道总长度最短，管道布置应与道路、林带、排水系统、供电系统及居民点的规划相结合，同时考虑各用水单位的需要，管理方便，有利于组织轮灌和迅速分散流量。
- 6) 支管应与作物垄及耕作方向一致。
- 7) 管线的纵剖面应力求平顺，减少折点，当管线有驼峰时，应避免产生负压。
- 8) 管道埋深应在冻土层以下，并满足地面荷载和机耕要求。
- 9) 水质要求应符合 GB5084 的规定，水源的含沙量不宜超过 5%。
- 10) 喷灌工程应符合 GB/T 50085 的规定，应按要求配备好水泵、喷头、管道及相应配套的田间工程设施。

4.3.4.2 微灌

微灌适用于经济条件较好或水资源较缺乏地区对果树、蔬菜、花卉、草皮等经济作物及其他作物的灌溉。微灌包括滴灌、微喷灌、小管出流和地下渗灌。滴灌宜用于果树、蔬菜、经济作物及温室大棚灌溉，微喷灌宜用于果树、经济作物、花卉、草坪及温室大棚灌溉，小管出流也宜用于果树等的灌溉，地下渗灌适合于大田作物的灌溉。微灌系统包括水源、首部枢纽、管网和灌水器。首部枢纽和管网包括加压、过滤、施肥、量测、安全保护设备。根据需要可增加监测和自动控制装置。

- 1) 微灌管网由干管、支管和毛管三级管道组成。项目区面积大的可增设分干管，面积小的也可只设支、毛管两级。
- 2) 移动管道应根据作物种植方向、机耕等要求铺设，不宜横穿道路。
- 3) 支管以上各级管道的首端宜设控制阀，地埋管道的阀门处应设阀门井。在管道起伏的高处、顺坡管道上端阀门的下游，逆止阀的上游均应设进排气阀。在干、支管的末端应设冲洗排水阀。
- 4) 在直径大于 50mm 的管道末端、变坡、转弯、分岔和阀门处应设固定墩，当坡度大于 20%或管径大于 65mm 时，宜增设固定墩。
- 5) 固定式塑料管道相邻固定墩之间，每隔 30m~60m 间距宜设伸缩节。
- 6) 管道埋深应在冻土层以下，埋深应不小于 60cm，并满足地面荷载和机耕要求。
- 7) 进入管网的水除必须符合 GB5084 的规定外，还应满足进入管网的水应经过净化处理，不应含有泥沙、杂草、鱼卵、藻类等物质；水质的 pH 值应在 5.5~8.0 范围内；水的总含盐量不应大于 2,000mg/L；水的含铁量不应大于 0.4 mg/L；水的总硫化物含量不应大于 0.2 mg/L。
- 8) 微灌工程建设应符合 SL103 的规定。

4.3.5 排水工程

4.3.5.1 明沟

- 1) 沟系布置应根据排水要求，合理确定排水沟道数量，排水沟的布置必须与渠道、道路、林网、容泄区等相协调。
- 2) 各级排水明沟宜相互垂直布置，排水线路宜短而直。
- 3) 排水沟宜布置在低洼地带，并利用天然河沟和原有排水沟；排水沟还应避免通

过流砂、淤泥等地质条件不良的地带。

4) 排水沟出口应采用自排方式。受承泄区或下一级排水沟水位顶托时，应设涵、闸或设泵站提排。

5) 斗沟、农沟及固定沟渠必须灌排分开。

6) 水旱间作地区，水田与旱田之间宜布置截渗排水沟。

7) 水网圩田工程模式区末级固定排水沟（农沟）长度为 150m~200m，其他工程模式区末级固定排水沟长度为 300m~800m；斗沟长度为 1,000m~2,000m。

8) 排水沟的间距与深度应满足排涝、排渍和洗盐的要求。斗沟的间距应与农沟的长度相适应，水网圩田工程模式斗沟间距宜在 150m~300m 之间，其它工程模式斗沟间距宜在 300m~800m 之间。单纯排除地面水的排水农沟沟深不小于 0.5m。兼有控制地下水位作用的明沟，其深度则视防渍和防盐的要求确定。控制地下水位农沟间距与深度应符合表 4.3-6 的规定。

表 4.3-6 农沟深度和间距		单位：m
工程模式	深度	间距
成陆土地工程模式	1.2~1.5	100~120
沿江平原工程模式	1.0~1.2	80~120
平原河网工程模式	0.8~1.2	100~150
水网圩田工程模式	0.8~1.0	50~100

注：新建农沟适用本表的规定，利用原有排水沟改建农沟以及洗盐要求的可以提高标准。

4.3.5.2 暗管

暗管排水可在水网圩田工程模式地区或其它湿田、冷浸田集中的地区使用，保护地栽培中为防治次生盐碱化也可使用。暗管排水网由吸水管、集水管、检查井和出口控制建筑物等几部分组成。

1) 吸水管应具有良好的吸聚地下水流和输水能力，其管线与地下水流动方向夹角不小于 40°，集水管与吸水管的管线夹角不应小于 30°。

2) 下列位置应设置检查井：吸水管长度超过 200m 或集水管长度超过 300m 处；集水管穿越道路或渠沟时，道路或渠沟两侧；集水管纵坡变化处；集水管与吸水管连接处。检查井间距不宜小于 50m，井径不宜小于 80cm。井的上一级管底应高于下一级管顶 10cm。井内应预留 30cm~50cm 的沉沙深度。明式检查井顶部应加盖保护，暗式检查井顶部覆土厚度应大于 50cm。

3) 水田或水旱轮作地区的吸水管出口为明沟时，应按调控排水要求逐条或多条联

合设置控制口门。

4) 吸水管埋深应满足控制地下水位、防盐排渍的要求，一般应低于当地地下水水位 0.2m，同时充分考虑河道常水位的影响。

5) 吸水管间距应符合表 4.3-7 的规定。

表 4.3-7 吸水管埋深和间距

单位：m

吸水管埋深	吸水管间距		
	粘壤、重壤	中壤	轻壤、砂壤
0.8~1.3	10~20	20~30	30~50
1.3~1.5	20~30	30~50	50~70
1.5~1.8	30~50	50~70	70~100
1.8~2.3	50~70	70~100	100~150

6) 吸水管实际选用的内径不得小于 50mm，集水管实际选用的内径不得小于 80mm。吸水管宜采用统一内径，集水管可根据情况分段采用不同的内径。

7) 排水管道比降 i 应满足管内最小流速不低于 0.3 m/s 的要求，管道比降可采用 1/500~1/1,500，可根据管径大小、地形等合理确定。

8) 暗管外包滤料可采用稻草、稻壳、麦秸、芦苇、土工布、尼龙绳及等有机材料，也可采用砂、碎石等无机材料。外包滤料选择应以取材容易，价格便宜，施工方便为原则，并应符合耐酸碱、不易腐烂，不污染环境为要求。

4.3.6 渠系建筑物工程

4.3.6.1 水闸

1) 在灌溉渠道轮灌组分界处或渠道断面变化较大的地点应设节制闸；在临近分水闸的下游可根据需要设置节制闸。

2) 在灌溉引水渠道的首部应设置进水闸。

3) 在分水渠道的进口处应设分水闸。

4) 在灌溉斗渠末端应设退水闸。

5) 在骨干排水沟出口段应设排水闸。

6) 进水闸应选择在渠线顺直段或渠道弯道凹岸顶点稍偏下游处。进水闸多采取开敞式水闸，当进水口水位变幅较大，而引水流量较小时，应采用带有胸墙的开敞式水闸，引水流量较小时，应采用涵洞式进水闸。

7) 分水闸应布置在由上一级渠道向下一级渠道分水处，分水闸的进口不应突出于

闸前上一级渠道之中，应后退建设。分水闸的分水角采用 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，斗门、农门的分水角多为 90° 。渠堤不高，分水流量较大时，分水闸宜采取开敞式；渠堤较高，分水流量较小时，分水闸宜采取封闭式。

8) 退水闸、排水闸应尽布置在地面低洼、靠近沟、河流或承泄区处。退水闸、排水闸中心线宜与渠道（排水沟）中心线重合，较大排水闸宜采用有胸墙的开敞式水闸。

9) 闸址应优先选择地形条件适宜、边坡稳定、地下水位较低、地质条件良好的天然地基。

4.3.6.2 渡槽

- 1) 渠道跨越洼地、道路或其它沟渠等障碍物，且河道无通航要求时选用渡槽。
- 2) 一般采用梁式渡槽。
- 3) 槽址选择应考察地质条件、地形条件，方便施工。
- 4) 渡槽轴线宜短而直，进、出口与上、下游渠道平顺连接。
- 5) 跨越河沟的渡槽，槽址应位于河床稳定、水流顺直的河段。
- 6) 渡槽进出口与槽身的连接，在平面上应成一直线，不可急剧转弯。
- 7) 较重要的渡槽，在进口段前还需设置退水闸，保证渡槽的输水安全。
- 8) 渡槽中流速宜为 $1 \text{ m/s} \sim 2 \text{ m/s}$ ，槽身比降宜为 $1/1,000 \sim 1/2,000$ 。
- 9) 槽身高度宜取设计水深加超高，超高取 $0.15 \text{ m} \sim 0.20 \text{ m}$ 之间。
- 10) 渡槽总跨度全长不超过 30 m 。

4.3.6.3 倒虹吸

渠道穿越河流、洼地、道路或其他沟渠等障碍物，且河道有通航要求时可采用倒虹吸。

1) 倒虹吸由进口段、管身段及出口段三部分组成。进口段应包括渐变段、拦污栅、节制闸、连接段、沉砂池等，出口段布置与进口段大致相同。管身优先采用圆形断面的混凝土管、钢筋砼管、硬质塑料管或钢管。

2) 小型倒虹吸管可将管身直接插入胸墙内，不用弯管；若岸坡较陡、管径较大时，进口在胸墙内为水平布置，呈喇叭口形并与管身以竖曲线连接。

3) 渐变段有扭曲面和直立八字墙的，需要进行防渗处理，且渐变段以上的渠段应护砌。

4) 小型倒虹吸管不设闸门，仅在进口边墙上预留门槽；对于双管或多管倒虹吸

管，则应在进、出口分别设置闸门。常用的闸门型式有平面闸门及叠梁闸门二种。

5) 小型倒虹吸管无需设消力池，但渐变段长度比进口段长约 4~6 倍渠道水深。渐变段下游渠道尚应护砌 3m~5m。较大的倒虹吸管，需在紧接出口设置消力池。

6) 倒虹吸轴线在平面上投影宜为直线，并宜与所交叉道路或沟渠中心线正交。

7) 倒虹吸管穿越渠道底部时，管顶至渠底应不小于 1.0m；倒虹吸管穿越河道时，管身需埋设于河床冲刷线 0.5m 以下；当穿越公路时，管顶以上填土厚度应大于 0.6m。

4.3.6.4 农桥

1) 农村道路与沟渠、河道相交时可修建农桥。

2) 生产路与沟渠、河道相交，主要通过人群和手扶拖拉机，布置生产桥。

3) 田间道与沟渠、河道相交，通行拖拉机、汽车等，布置机耕桥。

4) 农桥布置应根据桥所属类型合理确定桥面宽和负载标准。

5) 两岸基础条件好，宜选用砖、石、混凝土砌无铰拱桥，当两岸基础条件差时，宜选择装配式钢筋砼梁板式桥或双曲拱桥，生产桥可采用钢筋砼板式桥。

6) 农桥应与节制闸、涵洞、渡槽等建筑物结合布置，按照“安全、适用、经济、与周围环境协调、造型美观”的原则进行建设。

7) 生产桥面宽取 2.0 m~3.0m，机耕桥面宽取 4.0m~6.0m。

8) 农桥应采用标准化跨径，桥梁全长应与所跨沟渠、河道宽度相适应，桥孔的孔径宜大于其宽度，单跨跨度应不大于 10m，最大全跨不超过 30m。

9) 农桥的载重能力应不超过表 4.3-8 的规定。农桥应设置安全限载标志，并设置高度不小于 1.1m 的栏杆。

表 4.3-8 农桥的载重能力

农桥类型	机耕桥	生产桥
荷载取值	汽~15	汽~6

10) 农桥桥下净空应根据需要满足船只通行和防洪等要求。

11) 成陆土地项目的农桥基础应根据实际情况对基础进行加固处理。

4.3.6.5 涵洞

根据用途不同，涵洞分为过路涵、过沟渠涵、格田进出水涵。可采用圆形或矩形涵洞。圆形管涵可采用钢筋混凝土管、剥离纤维增强塑料夹砂管等材料；矩形管涵可

采用钢筋混凝土矩形涵、箱涵等。涵洞的布置应考虑水流通畅，上下游河沟不发生冲刷或淤积；涵洞轴线应与堤坝、道路、渠道力求正交，还应与原河沟水流方向一致，后者条件优先考虑；涵洞底高程应与原沟渠底高程衔接。

1) 涵管顶部埋深不小于 0.5m 为宜，穿过土渠下的涵洞顶部低于渠底的高度应不小于 0.6m，渠底可作防渗衬砌，穿过田间道或生产路的涵洞顶部填土高度应不小于 0.6m。

2) 管身纵坡应等于或稍大于原水道底坡比降，宜控制在 1%~3% 范围内，确保不冲不淤。

3) 圆管管壁厚度不小于管内径的 1/10，最小不低于 5cm。

4) 涵洞进、出口应以圆锥形护坡、八字墙、曲线形翼墙与上、下游渠道连接。进口处应设置沉砂池；出口流速大于 1.5m/s 时，应有消能防冲设施。

4.3.6.6 放水口

放水口布置应满足格田灌水和排水要求，布置于格田长边的中间位置，与毛渠、毛沟连通。放水口可采用 PVC 塑料管或预制混凝土构件。可采用半自动化田间退水口，在闸门处设置高低两个排水出口，较高的出水口的高程根据泡田期需求的水量高度确定，在泡田期遇暴雨时，可通过人为启闭闸门将高出出口水面的积水排出。

4.3.6.7 下田道

为满足机械和人力下田耕作，每个田块设置 1~2 处下田路，下田道过沟渠时布置涵管或钢筋砼桥面板，面层宜为毛面。下田道的宽度应满足耕作机械下田的行走宽度和转弯半径，宽宜为 3m~5m。坡道形式根据实际情况及当地习惯布置，坡度应小于耕作机械的最大爬坡度。

4.3.7 泵站及输配电工程

4.3.7.1 泵站

泵站适用于无法自流灌溉和自流排水、喷灌地区等，根据泵站在土地综合整治工程项目中的工作任务，泵站可分为灌溉泵站、排涝泵站和灌排结合泵站。泵站设计应符合 GB/T50265 的规定。

1) 水泵在满足灌溉排水流量和扬程要求的同时，应具有较高的效率和良好的抗汽

蚀性能。平均扬程运行时，水泵效率应在高效区内，在最高扬程与最低扬程运行时，不允许产生汽蚀和动力机超载。

2) 水泵宜为标准系列产品。上海地区灌排泵站宜采用轴流泵或混流泵。

3) 主机组宜为 2~4 台套，流量在 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ 以下的灌溉泵站可以采用单机组。灌溉单机功率不大于 45kW ，排水功率不大于 55kW 。

4) 泵站动力机应满足水泵配套的要求，应优先采用电动机；输电线路较长（电压降低于 10%）的泵站，可采用柴油机。

5) 泵站选用的动力机与主泵应配套合理。动力机功率备用系数，电动机可采用 $1.05\sim 1.3$ ，柴油机可采用 $1.15\sim 1.5$ 。

6) 进、出水建筑物应满足泵站灌排流量的要求，过流平顺，避免冲刷。

7) 引渠采用倒梯形断面，边坡应稳定，引水渠渠底高程应满足枯水期引水流量要求。

8) 前池宜采用倒梯形断面，纵向底坡宜为 $1/4\sim 1/5$ ，与引渠、进水池平顺衔接。

9) 卧式机组进水池可与泵房分建，位于泵房进水侧；立式机组进水池可与泵房合建，位于泵房下部。进水池可采用矩形断面，单泵流量超过 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ 泵站的进水池中应设置隔墩。

10) 出水建筑物宜采用开敞式出水池。出水池宜通过翼墙及倒梯形断面渐缩段与灌排渠沟相连。

11) 泵站的进、出水管路应短而直，力求减少弯头、附件，管径应合理；管道沿程水头损失控制在 $1.2\sim 1.3$ 倍的水泵净扬程。

12) 漂浮物较多的河流，应在泵站引渠末端或前池入口处设置拦污设施。

13) 泵房的设计应在便于设备安装、检修及运行的前提下，使泵房布局紧凑，尺寸合理。

14) 泵房设计应满足稳定性要求，泵房水下结构部分要进行防渗处理及抗裂校核。

15) 泵房内机组宜采用一列式布置；配电设备宜集中布置于泵房内一侧或一端；泵房内应布置吊运设备和人员通行的通道；应留有机组安装和检修的空间；门窗的布置应满足设备进出、通风散热和采光的要求。

16) 卧式机组泵站应采用分基型泵房或干室型泵房，分基型泵房宜采用砖混结构；干室型泵房地面以下部分（干室）宜采用现浇钢筋混凝土结构，泵房地面以上部分宜采用砖混结构；立式机组泵站应采用湿室型墩墙式泵房，泵房下部湿室（进水池）宜采用现浇

钢筋砼结构，泵房的上部（电机层）宜采用砖混结构。

4.3.7.2 输电线路

1) 泵站宜采用专用直配输电线路供电。项目区内输电线路宜采用架空线路，电压等级宜为 6kV 或 10kV，具体电压的确定和导线的选择见表 4.3-9。

表 4.3-9 输电线路输送容量、距离及导线选择表

额定电压 (kv)		输送功率 (kw)	输送距离 (km)	导线截面 (mm ²)
低压	0.22~0.38	50 以下	0.6 以下	25~120
高压	6	50~1,000	1~2	25~50
	10	50~2,000	1~3	35~70

注：成陆土地项目高压输送距离可放宽至 5km~6km。

2) 架空电力线路中导线可采用钢芯铝绞线或铝绞线，地线可采用镀锌铜绞线。导线的型号应与项目区所在地区电力系统总体规划和工程的技术条件相适应；地线的型号应满足防雷和工程技术要求。

3) 采取地埋电缆时，10kV 电压等级以下排管敷设、穿管敷设均可，10kV 以上宜采用排管敷设。

4) 输电线路的过引、线引下线与相邻导线之间的最小间隙不小于 0.3m；导线与杆塔构件、拉线之间的最小间隙不小于 0.2m。

5) 输电线路可采用单回路杆塔或多回路杆塔。单回路杆塔导线可采用三角排列或水平排列；多回路杆塔导线可采用三角和水平混合排列或垂直排列。

6) 输电线路的档距宜采用 50m~100m，380V 电压等级输电线路的档距宜为 30m~40m，10kV 电压等级输电线路的档距宜为 60m 左右，杆塔和基础应稳定。

7) 输电线路工程还应满足相关电力标准。

4.3.7.3 配电装置

1) 泵站宜设置专用变压器。若泵站装机容量较小、距离居民点较近，且泵站用电不对居民的生产、生活造成影响，可由居民点供电系统直接向泵站供电。

2) 泵站专用变压器电压宜为 10/0.4kV 或 6/0.4kV，变压器的容量应与泵站所需容量相符。

3) 变压器宜露天布置。变压器外壳距地面建筑物的净距离不应小于 0.8m；变压器装设在柱上时，无遮拦导电部分距地面应不小于 3.5m，变压器的绝缘子最低瓷裙距地面高度小于 2.5m 时，应设置固定围栏，其高度宜大于 1.5m。土地开发整理项目变压器宜采用杆上变压器布置方式。

4) 泵站应设置照明装置。

4.4 田间道路工程

4.4.1 标准规定

4.4.1.1 田间道路类型

田间道路分为田间道和生产路。田间道分为一级田间道和二级田间道。一级田间道连接村庄与村庄、村庄与田块，供农业机械、农用物资和农产品运输通行；二级田间道连接生产路与一级田间道；生产路联系田块之间。

4.4.1.2 田间道路结构

田间道路结构由路面、路基、路肩三部分组成。其中，软土地基的处理主要在成陆土地工程模式地区采用，其它工程模式地区道路、水工建筑的修建涉及地质条件较差的地区应进行软地基处理。软土地基处理方法采取置换法、砂垫层法、片石铺垫法、灌浆法、混凝土桩法等。道路地基和水工建筑物的地基的处理可采取不同的地基处理方法，道路地基的处理主要采用灰土桩法、片石铺垫法和置换法等，水工建筑物（泵站、闸、桥等）地基的处理主要采用混凝土桩基础、钢板桩基础和置换法等。

4.4.1.3 建设标准

1) 田间道路路面、路肩和路基宽度和厚（高）度应符合表 4.4-1 的规定。

表 4.4-1 田间道路建设标准

道路等级		田间道	生产路
路面	宽度 (m)	4.00~6.00	2.50~3.00
	厚度 (m)	0.15~0.20	0.10~0.20
路肩	宽度 (m)	0.50~1.00	0.30~0.50
	高度 (m)	0.40~0.60	0.30~0.40
路基	宽度 (m)	6.00~8.00	3.00~4.00
	高度 (m)	0.50	0.30~0.40

注：表中路肩高度已含路基高度

2) 路网密度。项目区内路网密度田间道路宜控制在 $2.0\text{km}/\text{km}^2$ 以下；生产路宜控制在 $6.0\text{km}/\text{km}^2$ 以下。

3) 道路荷载等级标准。道路荷载等级标准与桥梁标准相同。

4.4.2 田间道

4.4.2.1 田间道的布置原则

1) 道路中心线以平直线为主，路线最短且联系简捷，方便当地群众的生产与生活。

2) 一级田间道应结合外界主干道布置，力求接通村庄，并考虑为大多数田块服务，与其他道路相交时，应采用正交；二级田间道应沿着田块短边布设。

3) 应与田、林、村、渠、沟等布局相协调，能够闭合，有利于田间生产管理和车辆迂回。

4) 道路选线要注意保护生态环境，应与当地环境、景观以及农田与水利建设（灌排系统）、城市规划相协调，做到统筹兼顾，少占农田少拆房屋，不损坏历史文物。

4.4.2.2 技术要求

1) 田间道路路面可只设两层至三层：路基、垫层、面层。采用设接缝的普通混凝土，单层或多层结构砂石路面。田间道荷载等级与农桥（耕机桥）荷载等级相同。

2) 一级田间道路路面宜采用水泥混凝土路面或沥青碎石路面。水泥混凝土路面，面层厚度宜为 $0.15\text{m}\sim 0.20\text{m}$ ，路面表面应采取压纹或拉毛等增糙措施，每隔 $4\text{m}\sim 5\text{m}$ 设一处横向缩缝，每隔 $180\sim 200\text{m}$ 设一处纵向胀缝。沥青碎石路面，面层厚度宜为 $0.05\text{m}\sim 0.10\text{m}$ ，基层填筑厚度宜为 $0.15\text{m}\sim 0.20\text{m}$ 。二级田间道路路面面层宜采用泥结碎石路面、砂石料路面或水泥混凝土路面。泥结碎石、砂石料路面，面层厚度宜为 $0.10\text{m}\sim 0.20\text{m}$ 。

3) 田间道路路基宜采用泥结碎石、碎石、砂砾石、建筑废弃物等稳定性好的材料填筑，确保路基的强度和稳定性。一级田间道路路基厚度宜不小于 20cm ，二级田间道路路基厚度宜不小于 15cm 。

4) 成陆地区或软土地基的土质路段，由于路床湿度较大，宜设置排水垫层。垫层的宽度应与路基同宽，其最小厚度为 15cm ；路基宜采用块石、碎石等半刚性材料；路基填筑厚度宜为 $25\text{cm}\sim 35\text{cm}$ ；土质路基应采用灰土桩等加固处理。

5) 行车道路应设置双向或单向横坡, 坡度为 1%~2%, 路肩铺面的横向坡度值宜比行车道路面的横向坡度值大 1%~2%。

6) 田间道最大纵坡不宜超过 6%~8%; 最小纵坡以满足雨雪水排除要求为准, 取 0.4%~0.5%。

4.4.3 生产路

4.4.3.1 生产路的布置原则

- 1) 因地制宜, 充分利用原有较宽的田埂和小路。
- 2) 应综合考虑田块、农渠与农沟之间的协调配合, 宜布置在田块长边方向。
- 3) 应在总体规划下应结合行政区划及村、组、个人权属布置, 便于权属调整和田件生产。
- 4) 布局应力求采用十字型或井字型, 能与田间道结成路网。

4.4.3.2 技术要求

- 1) 生产路应防止路面过度硬化, 路面路基宜使用透水性好、生态环保的材料;
- 2) 生产路路基宽度 3m~4m, 路基高度 0.30m~0.40m, 路基材料采用素土或建筑废弃物, 路基形成后使用 5t 以上的压路机进行碾压, 以保证路基的强度和稳定性。
- 3) 路面宽度 2.5~3m, 路面厚度 10cm~20cm, 路面材料根据经济状况可采用混凝土、泥结碎石或沙砾石。
- 4) 生产路路面横坡坡度宜为 1.5%。

4.5 农田防护与生态环境保持工程

4.5.1 标准规定

生态环境建设标准: 包括农作物、林地、园地、牧草地等植被覆盖率达到 90%以上; 树木成活率 90%以上, 树木保存率大于 98%。

4.5.2 农田林网工程

4.5.2.1 农田防风林

- 1) 农田防风林形式。农田防风林采用林带混交形式, 主要用于沿海沿江农田防

风。

2) 林带走向。主林带走向应垂直于主风方向，或与主风向垂直线呈不大于 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 的偏角，副林带和主林带垂直；水网圩田工程模式农田防护林应结合河、沟走向进行布局，其他工程模式应与田间道路布局相结合。

3) 林带宽度。主林带采用乔木 1~2 行、灌木 1 行，主带宽 2m~4m，副带宽 1m~2m。

4) 林带结构。采用疏透结构，疏透度为 25%~35%，透风系数为 50%~60%。

5) 林带间距。主林带间距宜为树高的 15~25 倍，副林带间距宜为树高的 30~50 倍。

6) 树种选择。树种应选择根深、冠窄、干直、抗风的树种，如水杉、池杉、中山杉、落羽杉、东方杉、女贞等，具体树种选择应按照 DG/TJ08-2058 的要求执行。

4.5.2.2 护路护沟林

1) 在道路、沟渠两侧营造护路护沟林，改善农田生态环境。

2) 护路护沟林的配置应与农田防护林中的主副林带、渠道系统中各固定渠道以及田间道路布置相结合，配置模式采用带状混交或行间混交方式。

3) 护路护沟林宜充分考虑本地特有优势树种，乔木、灌木、地被植物相结合，形成复层结构，坡面不宜裸露土壤，起到保持水土、涵养水源，保护生产、改善环境和维持生态平衡的作用。

4) 田间道路护路林单侧宽度 1m~2m，生产路两侧种植地被植物。

5) 护沟护路林配置及树种选择应按照 DG/TJ08-2058-2017 的要求执行。

4.5.2.3 护岸林

护岸林采用带状混交或行间混交方式；树种应选择易于甯根萌蘖的灌木和乔木并与地被植物相结合；相关标准及树种选择应按照 DG/TJ08-2058 的要求执行。

4.5.3 岸坡防护工程

4.5.3.1 护坡工程

1) 护坡有植物护坡和工程护坡，力求做到“安全、亲水、景观、生态”四原则。

2) 植物护坡有种草护坡和植树护坡，种草护坡工程适用于坡比小于 1: 1.5，土层

较薄的沙质或土质坡面，草种选择要求抗逆性强，地上部矮，根系发达，生长迅速的多年生草种。可选草种有高羊茅、狗牙根、马唐、多年生黑麦草、白三叶、苜蓿、弯月画眉草、结缕草、假俭草等。

3) 工程护岸宜采用生态型护岸，如现浇绿化混凝土护岸、生态砼预制块挡墙护岸、木桩钢筋混凝土压顶护岸等形式。

4) 现浇绿化混凝土护坡的抗压强度宜不低于 8N/mm^2 ，孔隙率不低于 30%，厚度为 10cm~15cm。

5) 生态挡墙护岸应在设计常水位以下，采用土质断面，边坡 1:2~1:3.5，在设计常水位以下预留高度 0.5m 修筑 1.2~1.5m 平台，并种植水生植物。在设计常水位至堤顶采用预制混凝土块护坡，堤顶也可预留一定高度的草皮种植区，预制块顶部应现浇钢筋混凝土压顶并做砼护栏栏杆，同时应保证预制块基础稳固。基础应在水生植物平台以下 0.5~1.0m。

6) 木桩混凝土压顶护岸以双排木桩护坡为基础，木桩一般直径 15cm 左右，长度为 3~7m，木桩部分打入堤内固牢，木桩后侧铺无纺土工布，土工布上端铺至桩顶，下端铺至平台下 0.5m，木桩顶用钢筋水泥板压顶，压顶顶部至堤顶可预留一定高度的草皮种植区。

4.5.3.2 护脚工程

1) 护脚工程有抛石护脚工程和石笼护脚工程

2) 抛石护脚工程的边坡不陡于 1: 1.5，块石直径取 20cm~40cm；

3) 笼护脚多用于流速大、边坡陡的地区，笼的网格为箱形或圆柱形，铺设厚度为 0.4m~0.5m。

5 低效工业用地综合整治

5.1 一般规定

5.1.1 低效工业用地综合整治适用对象为上海市规划产业区外、规划集中建设区外的低效工业用地。

5.1.2 低效工业用地综合整治的基本原则是依据整治前开展环境质量调查结果，按照“宜田则田”、“宜林则林”、“宜建则建”的原则确立其土地再利用类型。

5.1.3 低效工业用地综合整治工作内容包括确定整治目标、地块清拆、水土环境调查、土地复垦、土地再利用评估、土壤改良、风险管控等，具体工作流程可按图执行。

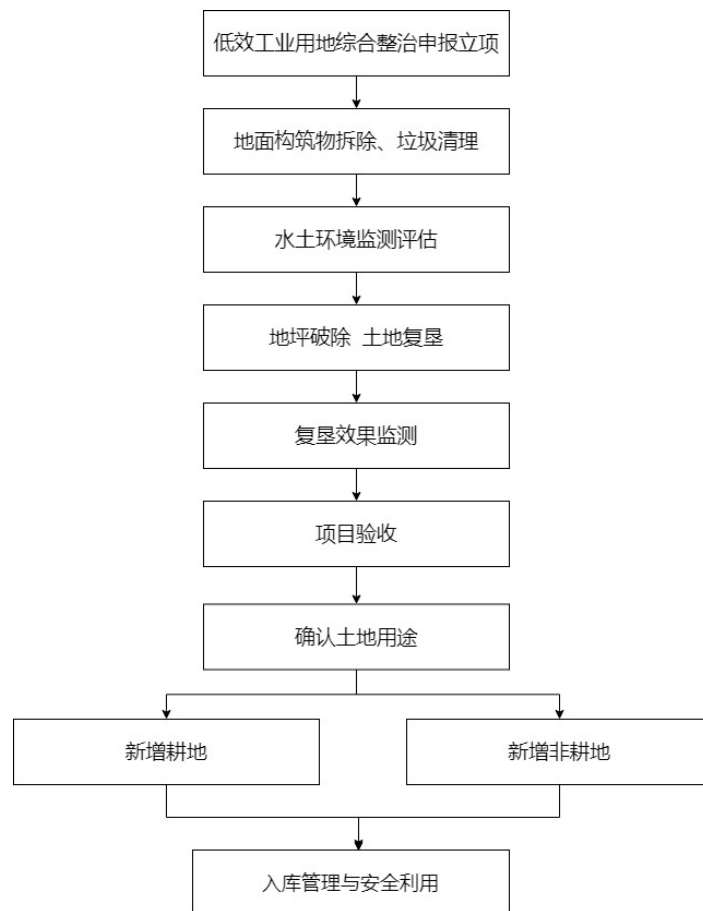


图 5.1.1 低效工业用地综合整治工作流程

5.1.4 按照标准导向、功能提升、分类管理原则，低效工业用地综合整治工程体系可分为 3 个二级项目、10 个三级项目，详见表 5.1.1。

表 5.1.1 低效工业用地综合整治工程体系

一级项目名称	编号	二级项目名称	编号	三级项目名称
低效工业用地 综合整治	21	地块清拆工程	2101	遗留物料、残留污染物清理工程
			2102	遗留设备拆除工程
			2103	建筑物拆除工程
			2104	污染防治工程
	22	土地复垦工程	2201	耕地复垦工程
			2202	非耕地复垦工程
	23	土地改良修复与 风险管控工程	2301	农用地土壤改良工程
			2302	非农用地污染风险管控与治理修复工程

5.1.5 低效工业用地综合整治项目复垦活动前应开展地块土壤和地下水环境质量调查监测工作。土壤调查点位布设和样品采集应按照 HJ/T 166、NY/T 395 等相关技术规范执行；地下水调查点位布设和样品采集应按照 HJ/T 164 的要求执行。地块历史上曾涉及重点行业企业，地块环境质量调查工作实施在复垦工程完成后且无法基于专业判断识别地块内可能存在的疑似污染区域，地块相关资料缺失缺少判断依据，可在调查点位布设前使用地球物理探测手段进行场地全覆盖探测，初步识别地块污染物及其分布，指导监测点位布设。

5.1.6 地块土地再利用评估应符合下列要求：

- 1 地块土壤中关注污染物采用 GB 15618 中的标准限值，并参照 GB36600 的一类用地风险筛选值，判别地块土壤环境质量类别。
- 2 地块地下水中关注污染物采用 GB/T 14848 的 V 类标准限值及根据企业历史生产情况补充监测指标的标准限值开展地下水环境质量评估，根据评估结果确定相应的生态环境风险。
- 3 采用单项评价法对地块进行农产品产地土壤污染风险性、农业生产基本条件符合性的评价，给出适宜“耕地”或“非耕地”的评价结果。

5.2 地块清拆工程

5.2.1 拆除前要求

- 1 依规定和相关主管部门做好沟通，了解现场环境现况、企业生产布局、地下管网、电缆分布、周边敏感目标等分布情况，完成拆除手续申请。
- 2 在施工现场设置固定式安全围网，必要时设置安全走廊，并在四周鲜明处装设警告牌。
- 3 根据现场建筑物实际情况，考虑建筑物拆除整体结构的安全性，架设临时支撑物以确保建筑物拆除过程中的稳定性。
- 4 建筑物拆除过程中，如周边存在居民区、农田等敏感目标，需架设防尘帆布网，防治拆除粉尘及物料向外飞散。

5.2.2 拆除活动施工区划分

根据拆除活动及土壤污染防治需要，可将拆除活动现场划分为拆除区域、设备集中拆解区、设备集中清洗区、临时贮存区等，实现污染物集中产生、集中收集，防止和减少污染扩散。不同区域应设立明显标志标识，标明污染防治要点、应急处置措施等，并绘制拆除作业区域分布平面图。

5.2.2.1 拆除区域

拆除区域可划分为高风险拆除区域、低风险拆除区域和无风险拆除区域。遗留的有毒有害物质、危险废物、第 II 类一般工业固体废物，其他可能有损人畜健康或环境安全的物质以及高风险设备、建（构）筑物所在的区域，可划分为高风险拆除区域；一般工业原料、第 I 类一般工业固体废物等所在区域，可划分为低风险拆除区域；一般性废旧设备及建（构）筑物等所在区域，可划分为无风险拆除区域。

5.2.2.2 设备集中拆解区

设立集中拆解区域，需要现场拆解的遗留设备尽量移至该区域进行拆解。可依托高风险建（构）筑物所在区域，设立高风险设备集中拆解区域。

5.2.2.3 设备集中清洗区

可依托原有水处理设施所在区域等设立集中清洗区，并利用原有设施收集清洗废水。没有收集处理系统或原有收集处理系统不可用的，可设立专门区域，建立设备集中清洗区，采取有效的废水收集措施。

5.2.2.4 临时贮存区

需要在拆除活动现场临时贮存的遗留物料、固体废物、废水、污染土壤和疑似污染土壤等，应根据环境风险程度，依托具有防淋溶、防渗、防逸散等条件的区域，划定临时贮存区，分类贮存。

5.2.3 遗留物料、残留污染物清理工程

5.2.3.1 分类

拆除施工作业前应对拆清理除区域内各类遗留物料和残留污染物进行分类清理。对于收集挥发或半挥发遗留物料或残留污染物时，应在相对封闭空间内操作，设置气体收集系统和净化处理装置，必要时可搭建密闭大棚（如农药生产企业污泥池的清理且周边存在居民区等环境敏感点的情形）。

5.2.3.2 包装和盛装

挥发性、半挥发性液体及半固态物质，须用密闭的容器贮存。遗留物料及污染物的包装或盛装应满足现场收集、转移要求，防止遗撒、泄露等。原包装或盛装物满足盛装条件的，应尽量使用原包装或盛装物；不能满足盛装条件的，应选择合适的收集包装或盛装设施。在包装或盛装设施明显的位置应放置标识标志或安全说明文件，载明包盛装物名称、性状、理化性质、重量、收集时间、安全性说明、应急处置要求等。

5.2.4 拆除工程中污染防治工程

5.2.4.1 固体废物污染防治工程

拆除活动中应尽量减少固体废物的产生。对遗留的固体废物，以及拆除活动产生的建筑垃圾、第Ⅰ类一般工业固体废物、第Ⅱ类一般工业固体废物、危险废

物需要现场暂存的，应当分类贮存，贮存区域应当采取必要的防渗漏（如水泥硬化）等措施，并分别制定后续处理或利用处置方案。

5.2.4.2 土壤污染防治工程

识别和登记拟拆除生产设施设备、构筑物和污染治理设施中遗留物料、残留污染物，妥善收集并明确后续处理或利用方案，防治泄露、随意堆放、处置等污染土壤。

5.2.4.3 水污染防治工程

- 1) 确认拆除工作不对临近河道、地下水及周边生产生活用水产生有害影响。
- 2) 拆除过程应确认废弃物、挥发性物质、油、润滑油、有毒有害溶剂等采用正当的处理程序，不可直接倒入周边河流、下水道的、雨水道。

5.2.4.4 大气污染防治工程

- 1) 设置加压喷淋水设施。
- 2) 建筑物主体结构用防尘布包覆。
- 3) 设置防风屏障。

5.2.4.5 噪声污染防治工程

- 1) 建筑物拆除工程中产生的噪音不应超过相关规定，制定降噪措施。
- 2) 工程施工导致的震动不得影响被拆建筑物及周边建筑物安全。

5.2.5 遗留设备拆除工程

存有遗留物料、残留污染物的设备，应将可能导致遗留物泄露的部分进行修补和封堵（排气口除外），防止在放空、清洗、拆除、转移过程中发生污染物泄露、遗撒。拆除和拆解过程中，应妥善收集和处理泄露物质；泄露物质不明确时，应进行取样分析。整体拆除后需转移处理或再利用的设备，应在转移前贴上标签，说明其来源、原用途、再利用或处置去向等，并做好登记。设备拆除过程中，应采取必要措施保证其中未能排空的物料及污染物有效收集，避免二次污染。

5.2.5.1 内部物料放空

根据设备遗留物料的遗留量、理化性质及现场操作条件，确定放空方法。流动物料可利用原有管道、放空阀（口）等，通过外加压力、重力自流或抽提等方式放空。不流动物料可借助原放空阀（口）或在适当位置开设物料放空口，采用人工或机械铲除的方式清除，必要时可采用溶液稀释或溶解，达到流动状态后放空。残留较少或未能彻底放空的气体及残余液体，如有必要可采用吹扫法、抽吸法、吸附法、液体吸收、膜分离等方式清除。

5.2.5.2 高环境风险设备拆除

设备放空后，应结合后期拆除、处置、转移等过程污染防治措施及环境风险影响情况，确定是否需进行无害化清洗。对需要清洗的设备，按照技术经济可行、环境影响最小的原则进行技术筛选。对于设备清洗、拆除过程产生的废水，应集中收集处置，禁止任意排放。对于设备清洗、拆除过程可能产生有毒有害气体的，应在相对封闭空间内操作，并设置气体收集系统和净化处理装置，必要时可搭建密闭大棚。高环境风险设备拆除时应采取有效措施防范有毒有害物质释放，防范人体健康危害和环境突发事件。

禁止在雷雨天（或气压低）或风力在五级以上的大风天进行室外清洗作业。

5.2.5.3 一般性废旧设备拆除

位于永久结构中的地下/半地下设备，经论证留在原址不会导致环境污染且不进行拆除的，应使用水泥、沙子、石子等惰性材料将其内部填充后就地封埋，同时建立档案，保留设备位置、体积、原用途、材质以及完好性等记录，并附相关图像资料。辅助管道若与主体一同保留的，应使用惰性材料将其填充后与主体一并就地封埋。地下/半地下设备拆除过程中清挖出的土壤应进行采样分析，确定污染情况。

5.2.6 建筑物拆除工程

5.2.6.1 高环境建筑物拆除

因沾染有毒有害物质而具有较高环境风险的建筑物，可结合拆除产物环境风

险、处置去向等情况，确定是否需对有毒有害物质实施无害化清理。确需进行无害化清理的，应按照技术经济可行、环境影响最小的原则筛选适宜方法。清理干净后按照一般性建筑物进行拆除。高风险建筑物基坑拆除过程中，应尽量避免干扰浅层地下水，或采取有效隔水措施，避免污染地下水。

5.2.6.2 一般性建筑物拆除

一般性建筑物拆除时应采取有效措施，防范扬尘、噪声等污染，参照 JGJ147 的要求进行安全拆除。

5.2.6.3 清理现场

拆除活动结束后，应对现场内所有区域进行检查、清理，确保所有拆除产物、遗留物料、残留污染物等得到合理处置，不遗留土壤污染隐患。

5.3 土地复垦工程

5.3.1 耕地复垦

5.3.1.1 基本要求

复垦成耕地的地块在土地平整、灌溉与排水、田间道路、农田防护与生态环境保持工程的建设技术要求方面原则上按照第四章 4.2、4.3、4.4、4.5 节执行。

5.3.1.2 质量控制标准

复垦成耕地的有效土层厚度应在 50cm 以上，砾石含量应小于 5%，耕作层有机质含量应大于 10g/kg，土壤酸碱度应达到 6.0~8.5，土壤环境质量应符合 GB 15618 的规定，土壤中 $\geq 10\text{mm}$ 以上土壤侵入体比例应小于 30%，土壤水溶性盐总量应小于 6g/kg，土壤容重不高于 1.35g/cm^3 。

5.3.2 非耕地复垦

非耕地复垦平整度、项目区标高、土地再利用类型等，应充分考虑地块布置与相关规划（如水利规划、农业规划、景观规划等）相衔接。

5.3.2.1 基本要求

1) 林地

林地道路等配套设施应满足同行业工程建设标准的要求，林地建设满足 GB/T 18337.2 和 GB/T 18337.4 的要求。

2) 园地

园地配套设施（包括灌溉、排水、道路等）应满足同行业工程建设标准要求，园地如有控制水土流失措施，边坡宜植被保护，满足 GB/T 16453 的要求。

3) 建设用地

地块地基承载力、变性指标和稳性指标应满足 GB 50007 的要求，地基抗震性能应满足 GB 50011 的要求

5.3.2.2 质量控制标准

1) 林地

复垦成林地的有效土层厚度应在 30cm 以上，砾石含量应小于 20%，土壤质地宜为砂土至壤质粘土，土壤酸碱度应达到 5.0~8.5，有机质含量应大于 10g/kg，土壤环境质量应符合 GB 15618 的规定，密度应满足 LY/T 1607 的要求，林地郁闭度应高于 0.35。

2) 园地

复垦成园地的有效土层厚度应在 30cm 以上，砾石含量应小于 10%，土壤质地宜为砂土至壤质粘土，有机质含量应大于 10g/kg，土壤酸碱度应达到 6.0~8.5，土壤环境质量应符合 GB 15618 的规定，土壤容重不高于 1.45g/cm³。

3) 建设用地

土壤环境质量应符合 GB 36600 的规定。

5.4 土地改良修复与风险管控工程

复垦地块土壤通过工程、生物、化学、生态等方法进行改良修复，改良后土壤作为农用地使用的应符合农用地土壤相关技术要求；修复后土壤作为建设用地使用的，应符合国家和本市污染场地修复的相关技术要求，场地污染物水平降低至人体可接受的污染风险范围内。

5.4.1 农用地土壤改良工程

采取工程、生物、农艺等综合措施，实施土壤快速培肥改良，有效改善、提升耕地地力和土壤生态环境

1 或者过黏的土壤应通过掺黏或者掺沙等措施，改良土壤质地，使其符合耕种条件。

2 针对新复垦农用地耕作层土壤肥力不足的问题，可通过深耕深松、施有机肥、种植绿肥、秸秆还田等工程、农艺和生物措施，使耕地基础地力贡献率 and 生产能力提高。

3 酸化土壤通过施用生石灰或土壤调理剂等措施，使土壤 pH 达到该区域的正常水平；盐碱地土壤通过工程和土壤调理剂等措施，使耕作层土壤满足农业种植要求。

4 针对受污染的复垦农用地，采用生态修复措施逐步降低土壤污染风险。植物修复措施应筛选出主要污染指标对应的适宜本地化绿化植物品种，实行乔木、灌木、草本结合种植（见附录 D、E），三年后植树成活率 70%以上，郁闭度 30%以上。

5 农田防护与生态环境保持参照第四章 4.5 执行。

5.4.2 非农用地污染风险管控与治理修复工程

按“污染源—暴露途径—受体”的不同，分为对污染源进行处理的治理修复、对暴露途径进行阻断的风险管控以及降低受体风险的制度控制。风险管控与治理修复工程参照 HJ 25.2、HJ 25.4、HJ 25.5、HJ 25.6 等建设用地土壤、地下水污染防治系列标准、规范与指南执行。

6 矿山综合整治

6.1 一般规定

6.1.1 矿山综合整治适用对象为上海地区因开采石材矿遗留下来的采石场以及开采黏土矿遗留下来的砖瓦厂区。

6.1.2 矿山综合整治主要是通过修复治理废弃矿山、矿产开发废弃地的地质环境问题，有效遏制矿产资源勘探、采选或矿产资源生产加工的土地环境污染和生态破坏，实现矿产资源开发利用和环境保护协调发展、人与自然和谐发展。

6.1.3 矿山综合整治遵循“以人为本、防灾减灾”、“因害设防、综合治理”、“注重效益、分期实施”。

6.1.4 矿山综合整治必须在充分调查分析矿山地质条件的基础上进行，针对其特点采取相应的整治工程，主要工作内容包括立项申报、项目勘查、项目设计、项目实施、项目验收等，具体工作流程可按图 6.1.4 执行。

6.1.5 根据整治对象、修复目的、修复技术方法等，矿山综合整治工程体系可分为 4 个二级项目、8 个三级项目，详见表 6.1.5。

6.1.6 对具有历史遗存的历史人文景观宜予保留，并采取相应的历史遗迹保护及宣传措施。

6.1.7 各工程中主控项目是指整治工程中对矿山安全隐患的消除、环境保护及治理效果起决定性作用的检验项目，一般项目指除主控项目以外的检验项目。

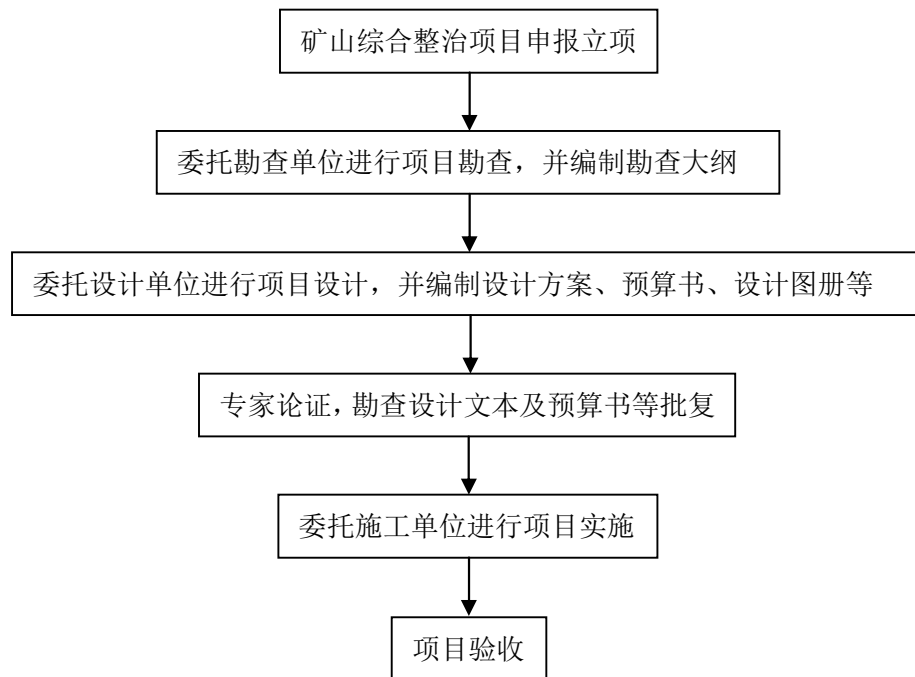


图 6.1.4 矿山综合整治工程工作流程图

表 6.1.5 矿山综合整治工程体系

一级项目名称	编号	二级项目名称	编号	三级项目名称
矿山综合整治	31	边坡地形整治与防护工程	3101	边坡地形整治工程
			3102	边坡防护工程
	32	废弃场地整治工程	3201	废弃场地整治工程
	33	生态环境修复工程	3301	绿化种植工程
			3302	采石坑水体循环系统设置及水体质量监测
			3303	文化风貌工程
	34	植被养护工程	3401	养护浇灌系统工程
			3402	植物养护

6.2 边坡地形整治与防护工程

6.2.1 边坡地形整治工程

6.2.1.1 土质边坡地形整治工程

1) 主控项目

整治后的边坡高度、坡度、台阶高度、回填边坡压实系数等根据稳定性分析计算确定，并应符合设计要求。

2) 一般项目

边坡坡面起伏度控制在 100~160mm；边坡顺直度（前后坡面交错）<200mm；回填边坡土石料颗粒粒径<500mm；平台宽度允许偏差±500mm；回填边坡分层厚度偏差±100mm。

6.2.1.2 岩质边坡地形整治工程

1) 主控项目

整治后的边坡高度、坡度、台阶高度等根据稳定性分析计算确定、边坡上崩塌、滑坡、不稳定岩块（松散的碎石土）、裂缝的处置、坡面特殊类岩土（膨胀性岩土等）、溶洞、管涌等的处置应符合设计及 GB/T 38509 的要求。

2) 一般项目

边坡坡面起伏度控制在 100~160mm；边坡顺直度（前后坡面交错）<200mm；平台宽度允许偏差±500mm。

6.2.2 边坡防护工程

6.2.2.1 非预应力锚杆（索）工程

1) 主控项目

锚杆强度、规格和质量、锚杆拉力、外锚头、台座、腰梁和辅助件应符合设计及 GB 50086 的要求；土层锚杆锚固段长度 $\geq 4\text{m}$ 且 $< 10\text{m}$ ；岩层锚杆锚固段长度 $\geq 3\text{m}$ 且 $< 45D$ （D 为锚杆直径）。

2) 一般项目

锚杆位置允许偏差 20mm；锚杆倾斜度允许偏差 3° ；注浆量大于理论计算用浆量；杆体插入深度不小于设计长度的 95%；土层边坡锚杆隔离架设置间距 1m；岩层边坡锚杆隔离架设置间距 3m；岩体破碎、渗水量大等不良区域的处置应在施工前按设计要求对岩体作固结灌浆处理；浆体强度、永久性锚杆的防腐蚀处理、临时性锚杆的防腐蚀处理应符合设计及 GB 50086 的要求。

6.2.2.2 预应力锚杆（索）工程

1) 主控项目

锚杆强度、规格和质量、孔径、内锚固段长度、杆体长度、砂浆强度、锚具、锚杆拉力设计值、锁定荷载应符合设计及 GB 50086 的要求；锚杆锚固段长度 $\geq$

3m 且 $\leq 45D$ (D 为锚杆直径)；自由段长度 ≥ 3 ，且应超过潜在滑裂面或软弱层。

2) 一般项目

锚杆位置允许偏差 20mm；锚固角度允许偏差 2.5° ；孔距水平误差 $\pm 500\text{mm}$ 、孔距垂直误差 $\pm 100\text{mm}$ ；注浆量大于理论计算用浆量；杆体插入深度不小于设计长度的 98%；浆体强度、永久性锚杆的防腐蚀处理、临时性锚杆的防腐蚀处理应符合设计及 GB 50086 的要求。

6.2.2.3 砌体或混凝土挡土墙工程

1) 主控项目

水泥、砂石、钢筋等原材料质量应符合设计及 GB 50010 的要求；砌体砂浆饱满度 $\geq 80\%$ ；基础及墙体断面尺寸允许偏差 $\pm 5\text{mm}$ ；基础地基承载力、基础埋置深度、砂浆强度、混凝土强度应符合设计要求。

2) 一般项目

浆砌片石平面位置允许偏差 $\pm 50\text{mm}$ 、混凝土平面位置允许偏差 $\pm 30\text{mm}$ ；浆砌片石顶面高程允许偏差 $\pm 20\text{mm}$ 、混凝土顶面高程允许偏差 $\pm 10\text{mm}$ ；竖直面或坡度(%)允许偏差 $\pm 0.5\text{mm}$ ；底面高程允许偏差 $\pm 50\text{mm}$ ；浆砌块石表面平整度允许偏差 $\pm 20\text{mm}$ 、浆砌片石表面平整度允许偏差 $\pm 30\text{mm}$ 、混凝土表面平整度允许偏差 $\pm 10\text{mm}$ ；基础倾斜量、沉降缝、泄水孔、反滤层的设置位置、质量和数量、墙背填料应符合设计及 GB 50010 的要求。

6.2.2.4 边坡锚喷防护工程

1) 主控项目

锚杆、钢筋和土工格栅的强度、数量、质量和规格、混凝土及砂浆所用的水泥、砂、石、水和外掺剂质量、混凝土强度、砂浆强度、锚杆拔力、锚索张拉应力、边坡坡度应符合设计及 GB 50086 的要求。

2) 一般项目

锚杆(索)间距允许偏差 $\pm 100\text{mm}$ ；喷层平均厚、锚索张拉伸长率、锚索断丝、滑丝数、钢筋网与锚杆或其他锚固装置连接应符合设计及 GB 50086 的要求。

6.2.2.5 回填压脚工程

1) 主控项目

边坡坡度不应陡于 35° ；碎石土粒径 $\leq 80\text{ mm}$ ；距表层 $0\sim 0.80\text{ m}$ 填料压实度 $\geq 93\%$ 、距表层 0.80 m 以下填料压实度 $\geq 90\%$ 、分层压实厚度允许偏差 $\pm 100\text{ mm}$ 。

2) 一般项目

碎石含量 $\leq 80\%$ ；边坡平整度 $100\sim 160\text{ mm}$ 。

6.3 废弃场地整治工程

露采矿山废弃场地地形整治工程的范围包括采矿场和排土场（固体废弃物土、石、渣堆放场地）以及生产加工、运输场地、矿山生产期间生活用地等。

1 主控项目。填土压实后的干容重应 90% 以上符合设计要求，其余 10% 的最低值与设计值的差不得大于 0.08 g/cm^3 ，且应分散不得集中；场地平整后的地面坡度不应陡于设计值；人工清理场地平整后的地面标高允许偏差 $\pm 50\text{ mm}$ 、机械清理场地平整后的地面标高允许偏差 $\pm 100\text{ mm}$ 、爆破平整场地平整后的地面标高允许偏差 $+10\sim -300\text{ mm}$ 。

2 一般项目。场地平整后的长度、宽度(由设计中心线向两边量)允许偏差 $+400\sim -100\text{ mm}$ ；地面、路面下的地基水平标高允许偏差 $0\sim -50\text{ mm}$ ；地面、路面下的地基平整度 $\leq 20\text{ mm}$ 。

6.4 生态环境修复工程

6.4.1 绿化种植工程

6.4.1.1 种植土工程

1) 主控项目

种植土及地下水位深度应能满足植物生长的要求；土地平整、排水坡度恰当，无积水；土壤厚度允许偏差 $\leq 8\text{ cm}$ ；无明显的石砾、瓦砾等杂物。

2) 一般项目

大、中乔木种植土深度允许偏差 $\leq 8\text{ cm}$ 、小乔木和大、中灌木种植土深度允许偏差 $\leq 5\text{ cm}$ 、小灌木、宿根花卉种植土深度允许偏差 $\leq 3\text{ cm}$ 、草本地被、草坪、

一、二年生草花种植土深度允许偏差 $\leq 2\text{cm}$ 。

6.4.1.2 植物材料工程

1) 主控项目

植物材料的品种符合设计要求，严禁带有严重病、虫、草害；树木树干挺直，树冠完整，生长健壮，根系茂盛，无病虫害，树木不破相，土球完整、包扎牢固、无裸出土球的根系；裸根树柱根无劈裂、根系完整、无拉伤；草块的尺寸基本一致，厚度不小于 2cm ，杂草不得超过 5% ；草根茎中的杂草不得超过 2% ；过长草应修剪，无病虫害，生长势良好；花卉、草本地被生长茁壮，发育匀齐，根系发达，无损伤和病虫害。

2) 一般项目

乔木、灌木胸径、高度、蓬径等符合设计要求。

6.4.1.3 树木种植工程

1) 主控项目

植物种植点放样符合设计要求并保证按图实施，符合 GB/T 38360 的要求。

2) 一般项目

坑径大于土球或裸根系 40cm ，深度同土球或根系的直径，翻松底土，树坑上下垂直；树木主要赏面应基本丰满完整、生长好，姿态美，孤植树木冠幅应基本完整，树木排列的林缘线、林冠线基本符合设计要求；在合理的基础上，树干或树木重心与地面垂直，规则式种植的支撑，支撑材料、高度、方向及位置应整齐划一绕杆或扎缚整齐，修除损伤折断的树枝、枯枝烂头、严重病虫枝等，规则式种植，绿篱、球类的修剪应基本整齐，线条挺拔，造形树的造形基本正确；修剪切口基本平整，留枝留梢基本正确，树形基本匀称，乔木、大灌木的数量符合设计要求，小灌木的数量比设计要求不得减少或超过 10% 。

6.4.1.4 草坪、花坛、草本地被种植工程

1) 主控项目

草坪、花坛、草本地被植物种植符合设计要求；草坪、草本地被发芽率必须达到 85% 。

2) 一般项目

种植土面基本平整，表面土块应小于 2cm；排水坡度基本恰当，无明显的低洼处，花坛无积水；无明显石砾、瓦砾等杂物；基本清除杂草根、茎；花坛应施腐熟基肥；草坪与树坛、花坛、地被边缘的草边，线条基本清晰；高低搭配基本恰当；种植深度恰当，根部捣实；花苗和草本地被不得沾污土壤、浇水足。

6.4.2 采石坑水体循环系统设置及水体质量监测

1 充分调查采石坑坑地水体环境，建立采石坑水体循环系统。

2 水质监测对象包括地表水和地下水。地表水为采石场或黏土矿周边流过或汇集的水；地下水为埋藏于地面以下岩土孔隙、裂隙中的水。

3 水质监测指标为常规指标 36 项，测试指标详见表 6.4.2，必要时还可增加部分有机测试指标。

表 6.4.2 水质测试指标明细表

常规指标测试项（36 项）					
序号	测试指标	序号	测试指标	序号	测试指标
1	浑浊度	13	锌	25	重碳酸根
2	色	14	镉	26	硫酸盐
3	嗅和味	15	铬（六价）	27	硝酸盐
4	肉眼可见物	16	汞	28	亚硝酸盐
5	钠	17	砷	29	偏硅酸
6	钾离子	18	硒	30	溶解性总固体
7	钙离子	19	铝	31	总硬度
8	镁离子	20	氯化物	32	高锰酸盐指数
9	铁	21	氰化物	33	氨氮
10	铜	22	氟化物	34	挥发性酚类
11	锰	23	碘化物	35	pH
12	铅	24	碳酸根	36	硫化物

4 合理安排采样时间和采样频率，选定采样方法和分析方法，制定质量保证程序、措施和实施计划。

1) 水质取样及测试频率每年不少于 1 次。

2) 采集原水样品时，采样前应用所采样品原水冲洗样品瓶 2~3 次后取样，样品不添加任何保护剂并尽快密封低温保存。

3) 采集需要酸性介质保护的金属元素样品时，应先用 1:1 硝酸浸泡样品瓶

24 小时，后用蒸馏水冲洗样品瓶 3 次；样品采集前再用所采原水冲洗样品瓶 2 次~3 次（必要时需用 0.45 μm 滤膜过滤水样），而后每 100ml 水样加入 1:1 硝酸(优级纯)1ml，使 pH 值小于 2。

6.4.3 文化风貌工程

1 对已有文化风貌工程采取以下保护原则：

- 1) 综合性保护的原则；
- 2) 全面保护与重点保护相结合的原则；
- 3) 不同功能区采取不同保护措施的原则；
- 4) 资源保护、恢复与合理利用相结合的原则；
- 5) 保护与监测相结合的原则；
- 6) 区内保护、区外建设的原则。

2 保护区的自然环境和自然资源，由保护区管理机构统一管理。未经批准，任何单位和个人不得进入保护区内建立对自然环境与资源产生破坏影响的机构设施。

6.5 植被养护工程

6.5.1 养护浇灌系统工程

6.5.1.1 水源工程

1) 主控项目

蓄水池砌块应错缝砌筑、相互咬紧；浆砌时砌块应坐浆挤紧，嵌缝后砂浆饱满，无空洞现象；干砌时不松动、无叠砌和浮塞；蓄水池容量满足养护要求；养护用水、蓄水池材料质量、砂浆强度或混凝土强度、蓄水池防渗漏措施应符合设计及 GB 50010 的要求。

2) 一般项目

蓄水池墙顶高程高于蓄水池最高水位 0.30m~0.50m；蓄水池位置要结合场地地形要求；蓄水池墙面平整顺直。

6.5.1.2 输配水工程

1) 主控项目

明渠和管道的布置、材料质量、规格应符合设计及 GB/T 50085 的要求。

2) 一般项目

明渠间距一般应小于 120 米；外观质量平整顺滑；管道埋深 $\geq 60\text{mm}$ ；明渠长度、管道附属设备应符合设计及 GB/T 50085 的要求。

6.5.1.3 喷灌工程

1) 主控项目

产品质量规格及布置应符合设计及 GB/T 50085 的要求。

2) 一般项目

喷灌强度允许偏差 $\pm 0.5\text{mm/h}$ ；喷洒水利用系数允许偏差 $\pm 5\%$ ；喷灌均匀系数允许偏差 $\pm 5\%$ ；喷头雾化指标不小于 2000。

6.5.2 植物养护

6.5.2.1 乔、灌木养护

1) 主控项目

乔、灌木养护成活率 $> 85\%$ ；超过该树种该规格的平均生长量。

2) 一般项目

叶片健壮、正常，落叶树叶片大而肥厚，针叶树针叶健壮；在正常条件下不黄叶、不焦叶、不卷叶、不落叶，叶上无虫粪、虫网；被虫咬的叶片每株在 5% 以下；枝干健壮，无明显枯枝死枝，枝条粗壮，过冬枝条已木质化；无蛀干害虫的活卵、活虫；介壳虫最严重处，主干主枝上平均每 100cm 有 1 头活虫以下(含 1 头)，较细枝条平均每 33cm 内有 5 头活虫以下(含 5 头)，病株数都在 2% 以下(含 2%)；无明显人为损坏；树冠完整美观、分枝点合适，主侧枝分布匀称，数量适宜，内膛不乱，通风透光，绿篱整型植株等枝叶茂密、丰满无缺，花灌木开花后进行修剪，缺株在 2% 以下(含 2%)。

6.5.2.2 藤本植物养护

1) 主控项目

藤本植物养护成活率 $>85\%$ ；不同种类攀缘植物栽后的年生长量应达到1.0~2.0m。

2) 一般项目

植株无主要病虫害危害的症状，生长良好，叶色正常，无脱叶、落叶的现象。无缺株、无严重的人为损坏，实现连线、连片、多样化的效果；修剪及时，疏密适度，保证植株叶不脱落，维持常年有整体效果。

6.5.2.3 草本植物养护

1) 主控项目

草本植物养护成活率 $>90\%$ ；叶片鲜绿，根深且壮。

2) 一般项目

无主要病虫害危害的症状、无杂草。

7 海岸带综合整治

7.1 一般规定

7.1.1 海岸带综合整治适用对象为纳入国土综合整治范围的自然和人工岸段，主要是通过自然恢复和人工修复相结合的技术手段，实施海岸带的生态保护与修复，使其恢复或达到自然或半自然生态属性功能的过程。

7.1.2 人工岸段的海堤生态化建设是以海堤的防灾减灾安全功能要求为前提，在满足安全要求的基础上进行生态化建设。

7.1.3 海岸带综合整治类型区

(1) 自然岸段：根据海岸带的地形和地貌等特征将上海市自然岸线划分为三个保护与修复区，分别为潮上带、潮间带和潮下带。

(2) 人工岸段：根据海堤生态化建设的范围将上海市的人工岸段划分为三个修复工程区，分别为堤前带、堤身带和堤后带。

7.1.4 海岸带综合整治工程模式

(1) 自然岸段根据各个类型区修复内容不同，分为互花米草生态控制、盐沼植被修复和辅助工程措施进行生态保护与修复。

(2) 人工岸段根据各个类型区修复内容不同，分为结构型式生态化、堤身材料生态化、护角和护坡的生态化、护底生态化等。

7.2 自然岸段的生态保护与修复

7.2.1 建设要求

1、自然岸段的整治修复应最大程度地恢复海岸的自然形态、地貌和植被单元，提升海岸防灾减灾能力，恢复和改善海岸生态功能。

2、自然岸段的修复区域应维持海岸地貌单元和生态系统的完整性。海岸线

界定参照《全国海岸线修测技术规程》（自然资办函〔2019〕1187号）的规定。

3、自然岸段以生态损害问题为导向，分析受损原因，综合考虑自然因素与技术条件，适应当地海岸自然环境条件，因地制宜，整体维护海岸生态功能。

7.2.2 建设范围

自然岸段生态保护与修复的建设范围包括潮上带、潮间带、潮下带三个区域（见图 7.2-1）：

- 1、潮上带：平均大潮高潮位至风暴潮侵进线的区域；
- 2、潮间带：平均大潮高潮位至平均大潮低潮位之间，海水周期性淹没和退出的浅滩地带；
- 3、潮下带：平均大潮低潮位至水深 6m 的浅水水域。

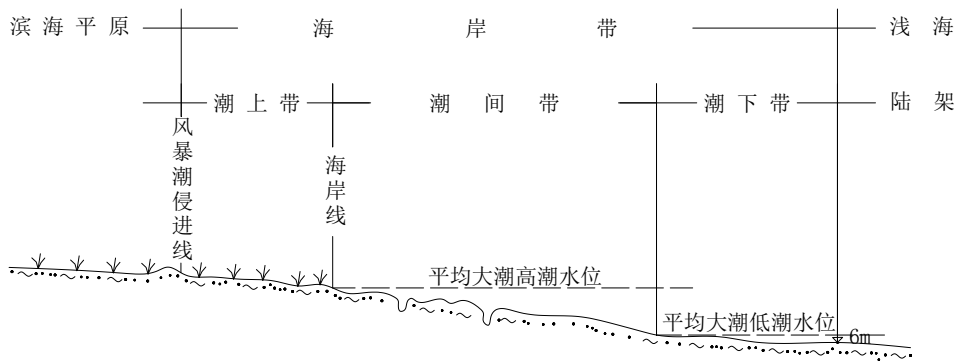


图 7.2-1 淤泥质岸线地貌剖面示意图

7.2.3 潮上带和潮间带生态保护与修复

海岸带的潮上带和潮间带区域所面临的生态问题主要是外来物种互花米草的入侵和盐沼植被恢复。因此，将二者合并在一起比较合适。

7.2.3.1 互花米草生态控制

互花米草的生态控制主要包括物理控制、化学控制和生物替代。

1、物理控制

物理法：物理法包括刈割、人工拔除或者挖掘、水淹、围堤等多种方法，直接或间接地抑制互花米草群落的扩张。物理法虽然比较有效，但费时费力，并且

成本也较高。

1) 刈割:

(1) 根据 DB31/T 1243-2020 的要求, 每年 7~8 月扬花期前刈割治理区的互花米草;

(2) 刈割互花米草留茬高度约为 5-10cm;

2) 挖掘

(1) 机械挖掘时, 挖掘的深度翻耕深度一般控制在 0.5m~1.0m, 具体深度根据现场互花米草根系进一步确定;

(2) 人工挖掘时, 应对互花米草的根部进行清除;

3) 水淹: 淹水的时间不少于 180 天;

2、化学控制

化学法: 化学防治法主要是应用各种药物来消除外来入侵种。施药情况根据《DB31/T 1243-2020》的规范要求进行实施。

3、生物替代

生物替代法是根据植物群落演替的自身规律, 利用竞争力强的本地植物取代外来入侵植物的一种生态学防治技术。

4、 秸秆处置

互花米草秸秆处置主要有: (1) 秸秆的燃料化利用; (2) 制备生物炭和板材加工; (3) 肥料化利用。

7.2.3.2 盐沼植被修复

1、植被种植选择以乡土物种为主, 并根据上海地区的气候、水文、地形地质等确定目标植物, 盐沼湿地植被宜选择碱蓬、芦苇和海三棱藨草、短叶茳芏等。其中碱蓬位于高潮滩; 芦苇位于中潮滩; 海三棱藨草位于低潮滩;

2、盐沼植被的种植时间一般在春夏季节, 其中芦苇和碱蓬的种植时间宜安排在 3 月~4 月, 海三棱藨草种植时间宜安排在 4 月~5 月;

3、盐沼植被的种植方法有多种, 碱蓬和海三棱藨草采用撒种或者移栽方式进行种植修复; 芦苇种植采取根状茎繁殖法、苗墩移栽法、根状茎育苗移植、青

芦苇带根移栽等不同繁殖方法；

7.2.4 潮下带生态保护与修复

对于受波浪、水流、潮汐作用可能发生冲刷破坏的自然侵蚀岸段，可采取工程措施、植物措施或者两者相结合的防护固滩保滩措施。固滩保滩的措施有坝式、护底式和缓流式等。缓流式固滩保滩通长采用缓流结构，改变流态，降低流速，促进泥沙落淤，实现防冲保滩。缓流结构可采用透空结构，如多孔空心方块、杓槎、柴枕等，也可结合人工鱼礁等生态措施。缓流保滩的效果宜通过物理模型试验或试验工程确定。

7.3 人工岸段的海堤生态化建设

7.3.1 建设要求

(1) 安全第一。海堤作为防御风暴潮水和波浪对防护区的危害而修筑的堤防工程，生态化建设应以海堤的防灾减灾功能要求为前提，在满足大堤自身安全和防护安全要求基础上统筹考虑。

(2) 生态优先。海堤生态化建设应以减少海堤建设对生态不利影响、恢复海岸的生态功能或改善原有不利生境为目标，实现生态和防灾减灾的协调增效。

(3) 因地制宜。充分考虑工程区域的水环境、气候、土壤、地形、生物、人类行为等生态因子特征及生态需求，提出适宜可行的生态化建设方案。

7.3.2 建设范围

人工岸段的海堤生态化的建设范围包括堤前带、堤身带、堤后带三个区域(见图 7.3.1-1)。

1、堤前带：1 级海堤为迎海侧护底（滩）外边线向海侧宽度不低于 300m 的区域；2、3 级海堤为宽度不低于 200m 的区域。。

结合堤前湿地综合整治或其他海岸带综合整治建设时，堤前带建设范围可根据具体情况调整。

2、堤身带：海堤迎海侧护底（滩）外边线与背海侧护底（滩）外边线之间的区域。

3、堤后带：背海侧护底（滩）外边线向陆侧一定宽度的区域，一般不少于

50m。

结合后方区域建设，堤后带建设范围可根据具体情况调整。

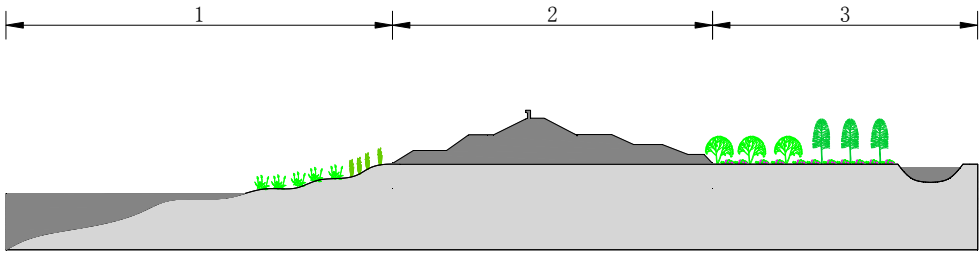


图 7.3.1-1 海堤生态化建设范围示意图

化工、港口、油田等特殊工程项目的专用海堤，应参照本标准并结合各行业的相关规定，确定生态建设范围。

7.3.3 堤前带生态化工程

堤前带的生态化工程可参考自然岸线的生态保护与修复相关要求。

7.3.4 堤身带生态化工程

1、结构型式生态化

（1）海堤的结构型式应以安全和功能为前提，可在生态效应与经济性上做适当权衡。

（2）结构型式应根据地形、地质、波浪潮汐特性以及生态要求，选用适宜的堤型，确保岸坡稳定、保持水土。

（3）注重结构型式的综合比选，应优先缓坡入海，依次为斜坡式断面、混合式断面等。

（4）海堤临海侧边坡设计应适当考虑亲水性，设置平台、护面坡度应适当放缓，条件允许的岸段可增设阶梯式护面等工程措施。

（5）结构型式选用时还应统筹考虑海堤占用海域面积。

2、堤身材料生态化

（1）堤身材料应体现防护功能和生态需求，应采用绿色环保、适宜当地海域生态系统的无害化建筑材料，以利于植物生长和藻类、贝类附着，促进生物多样性恢复。

(2) 材料宜优先选择生物类, 其次为散抛的小粒径材料(土、砂、石料等), 并鼓励采用多孔类新型材料。

(3) 根据生态需求, 以营造异质生境为目标的筑堤材料也可考虑混凝土、砌石材料等异域工程区环境。

3、堤顶

(1) 在不影响防汛抢险的前提下, 堤顶宜采取植被种植、绿道系统建设等措施构建生态廊道, 满足休憩、亲水、娱乐、观景等需求。堤顶应满足抗冲的要求。

(2) 路堤结合并有通车要求的堤顶, 应满足 CJJ 37、CJJ 75 的规定。

(3) 防浪墙可适当采用植被复绿等措施, 丰富防浪墙功能, 但应根据结构形式, 结合临海侧护面生态建设措施, 在满足防浪功能的基础上实施。

4、护面和护脚生态化

(1) 护面、堤脚为海堤防护面层结构, 应以安全优先, 综合生态、经济等因素, 通过生物防护、提高空隙率、增大表面粗糙度等方式实现。

(2) 对于受海流、波浪影响较小的堤段, 堤前滩地基本稳定且呈现淤涨趋势, 经稳定性论证, 临海侧护面可采用植物护面, 尽量选取防风抗浪、耐盐碱的本土植物物种进行种植和养护。临海侧存在多级平台的, 可因地制宜构建灌草结合、多种群交错的梯度布局, 逐级设计植物种植带。

(3) 对于受海流、波浪影响较大, 不具备植物护坡条件的堤段, 在加强护面结构强度的前提下, 可抛设适宜海洋生物附着生长的材料, 优先采用块石、框格、人工块体等材料保护。

(4) 在不影响临海侧安全的前提下, 常水位以下可采用人工鱼礁等生态设计, 为鱼类、贝类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所。

(5) 在满足稳定及防渗要求的前提下, 背海侧护面应采取生物措施, 充分满足生态方面的要求, 并营造与当地环境相适应的滨海生态景观带。允许部分越浪的海堤背海侧护面应满足抗冲的要求, 可采用预制螺母块、雷诺护垫及其他大空隙结构等营造生物生境, 结合植物种植构建生态护坡。植物种植尽量采用本地植物, 宜选用地被植物, 不得使用乔木或大型灌木。

5、护底(滩)生态化

(1) 护底(滩)为应以安全、防冲刷效果优先,综合生态等因素,以生态补偿的方式实现生态化。

(2) 在水下冲刷环境里,通过在护底(滩)构造促淤的方式,在护底表面营造生物生境,如空间体护底结构等。

(3) 在潮间带、水动力相对较弱的环境里,通过增大护底(滩)空隙率,并种植植被防冲,以保障防冲功能不降低,并实现生态效果。

(4) 条件允许的环境下,护底(滩)生态化也可建设人工礁体,或与堤前带生态化统筹考虑。

7.3.5 堤后带生态化

堤后带的生态化建设要求应结合当地实际情况确定。生态空间包括堤后带范围内的湿地、水系、绿地等。

7.3.6 海堤生态化建设控制指标

海堤生态化建设控制指标可参照,植物物种选择及种植推荐名录可参照附录F、G。

7.4 跟踪调查与监测评估

7.4.1 生态跟踪调查与评估

7.4.1.1 盐沼湿地

1) 调查内容及方法

调查内容包括盐沼植被种类、生物群落、环境要素及威胁因素等。

调查方法主要包括断面法、样方法、遥感识别法等,具体可参照 T/CAOE 20.4。

2) 生态状况评估

盐沼生态状况评估从盐沼植被、生物群落、环境要素等方面进行平局,具体

评估方法可参照 T/CAOE 20.4。

7.4.1.2 潮间带滩涂

1) 调查内容和方法

潮间带滩涂调查主要分为滩涂地形调查和滩涂生物调查两部分，其中潮间带地形调查按照 GB/T 17501 的要求执行。潮间带生态调查主要为潮间带生物调查，具体参照 GB/T 112763.6。

2) 效果评估

地形评估可根据调查前后地形变化的情况，评估潮间带滩涂地形演变特征。生态效果评估主要根据调查前后潮间带生物种类、数量、生物量和生物多样性指数等方面的变化，评估潮间带整治效果。

7.4.2 构筑物调查

7.4.2.1 海堤

1) 调查内容及方法

堤身带涉及海堤结构安全和生态性两方面内容，其中海堤安全性评价指标主要包括堤顶高程、越浪量、渗流及渗透稳定性、整体抗滑稳定性、挡墙及防浪墙抗滑稳定性、挡墙及防浪墙抗倾稳定性等，具体方法按照 GB/T 51015 执行。

生态性评价指标主要包括岸滩宽度、岸滩稳定、潮间带生物多样性、植被覆盖度、植被本土化程度、堤后生态空间、临海侧坡度、临海侧护面建筑材料生态性等。具体内容可参照《海堤生态化建设技术指南（试行）》。

经济性评价通过国民经济评价开展，主要指标包括经济内部收益率、经济净现值和效益费用比等，具体计算可参照 SL72 执行。

2) 效果评估

通过对比工程实施前和预测实施后海堤安全性、生态性和经济性评价结果，综合评价海堤生态化建设的效果。具体评价方法可参照《海堤生态化建设技术指南（试行）》。

7.4.2.3 人工礁体

1) 调查内容及方法

人工礁体质量的调查分为礁体质量调查、礁区投放误差等内容，具体调查方法参照《人工鱼礁建设项目工程质量评价技术规范》执行。

人工礁体对生态的影响调查内容及方法参照 SC/T 9417-2015 的要求执行。

2) 效果评估

礁体质量评价可通过计算误差指标确定，分为礁体质量误差、礁区重心位置误差、外围面积误差、单体数量误差和礁体间距偏差等指标，具体计算方法可参照《人工鱼礁建设项目工程质量评价技术规范》。

生态效果评估分为环境要素、生物要素、生态系统功能要素渔业生产要素和其他内容，具体参照 SC/T 9417。

8 湿地综合整治

8.1 一般规定

8.1.1 湿地综合整治的适用对象为上海市纳入国土空间综合整治范围的一线海堤之内的人工和自然湿地，包括永久性河流、永久性淡水湖、草本沼泽、森林沼泽、库塘、运河/输水河、水产养殖场等。

8.1.2 湿地综合整治应遵循生态优先、绿色发展；自然恢复为主，人工修复为辅；统筹规划，综合整治；问题导向，科学修复；经济合理，效益综合的原则。湿地综合整治工程项目建设除遵守本标准外，在国际重要湿地、国际人与生物圈自然保护区、世界自然遗产或自然与文化遗产开展的湿地整治工程建设还应符合有关国际组织的规定。

8.1.3 湿地综合整治的实施区域需符合总体规划、土地利用总体规划、郊野单元规划的导向，并在充分开展湿地调查与监测的基础上进行，基于湿地面积减少、生态功能下降的区域开展相应整治工程，具体工作流程可根据工程实际参考图 8.1.3 执行。

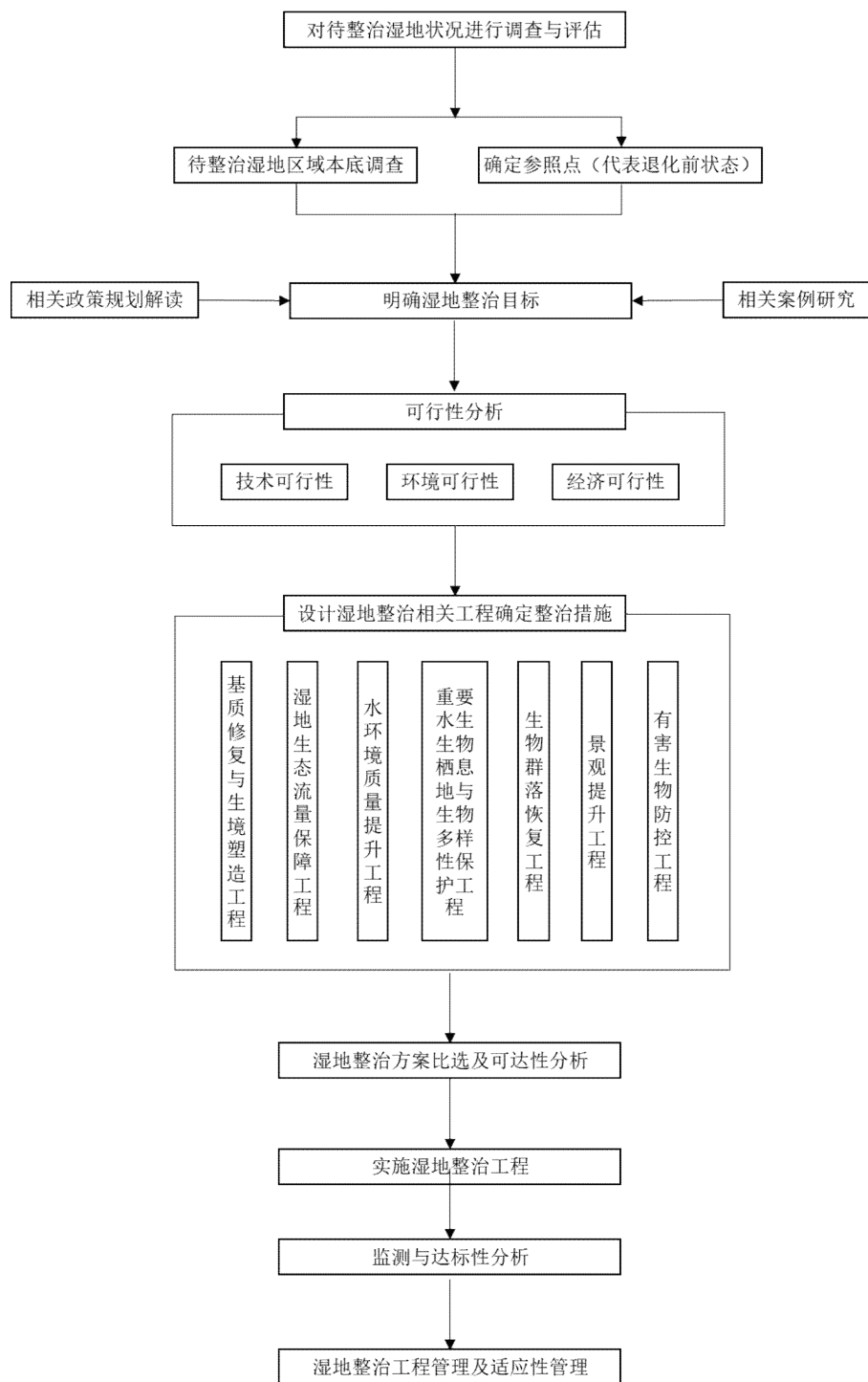


图 8.1.3 湿地整治工作流程参考图

8.1.4 按照技术自身特点、分类保护、功能提升原则，湿地综合整治工程体系可分为 3 个二级项目、10 个三级项目，详见表 8.1.4。

表 8.1.4 湿地综合整治工程体系

一级项目名 称	编 号	二级项目名 称	编 号	三级项目名称	备注
------------	--------	------------	--------	--------	----

湿地综合整治	51	基质修复与生境塑造	5101	基质修复工程	包括基质污染修复、基质理化性质改良、基质侵蚀控制、防渗层建设等措施
			5102	生境塑造工程	包括平面调整、断面设置、微地形塑造等措施
	52	湿地流量保障工程	5201	水工程生态调度工程	
			5202	非生态补水工程	
	53	水环境质量提升工程	5301	面源污染削减工程	包括海绵城市措施、滨岸带构建措施
			5302	水质生态净化工程	包括生态浮床、曝气设备、微生物净化等水质净化措施
	54	重要水生生物栖息地与生物多样性保护工程	5401	产卵场、庇护场、索饵场、越冬场保护与修复工程	
			5402	洄游通道保护与恢复工程	
			5403	增殖放流工程	
			5404	鸟类栖息生境改造工程	
			5405	替代生境保护工程	
			5406	水温影响缓解工程	
	55	生物群落恢复工程	5501	植物恢复工程	
			5502	水生动物恢复工程	
	56	景观提升工程	5601	湿地尽管构筑物建设工程	
			5602	生态廊道建设工程	
	57	有害生物防控工程	5701	病虫害防控工程	
			5702	外来物种治理工程	

8.2 湿地现状调查与评估

8.2.1 湿地现状调查

1 湿地综合整治工程应收集、分析工程建设区及周边影响区的水文水资源、水环境、水生态、社会经济、水利工程、监测能力等方面的基础资料。

2 根据相应的技术标准和要求对湿地的现状进行调查和评估，确定湿地修复工程类型（新建或修复等），及所修复湿地的类别（河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地、人工湿地），并确定修复定位和目标。

3 湿地生态调查应包括待整治湿地生态调查和对照湿地生态调查。对照湿地是在待整治湿地范围内或周边的未退化湿地区域，作为对照区域，为湿地修复提供参照。

4 湿地生态调查应符合《全国湿地资源调查技术规程》（国家林业局，2008）

相关要求。

5 湿地本底调查应包括水文水资源调查、水质状况调查、湿地地貌调查、生物状况调查、经济社会及历史文化调查等相关内容。

6 在湿地本底调查的基础上，应根据待修复湿地生态系统自身特征和演替规律，分步骤、分阶段实施。

8.2.2 湿地生态现状综合评价

1 湿地生态现状综合评价应根据湿地生态系统类型、功能、保护对象及目标，选取适宜的评价指标，对不同湿地水文情势、水质状况、湿地地貌、生物状况 4 类生态要素进行综合评价，湿地生态现状评价应符合 SL 709 和 SL/Z 467 的有关规定，湿地生态现状综合评价指标可参照 SL 709。

2 湿地生态现状综合评价宜针对流域、水系廊道、河段等不同尺度，对比现状与历史状况，建立参照系统和评价标准，利用河湖生态状况分级系统方法，按优、良、中、差、劣 5 个级别，对湿地生态各项指标进行单项评价和综合评价。

3 应通过湿地生态现状综合评价，分析存在的主要问题及其发展趋势，判断生态退化原因。

4 应根据现状调查和评价结果，筛选和识别湿地生态系统结构和功能演变的主要胁迫因子，明确湿地生态保护与修复的方向。

8.2.3 问题分析及整治修复目标

1 湿地整治目标设定应针对湿地退化的具体原因、退化程度及发展趋势。整治目标必须具有明确的针对性、可行性和可操作性。根据不同地域条件，不同经济社会状况、文化背景的要求，湿地修复目标也会不同。修复目标的确立还应考虑空间尺度，如流域尺度、景观尺度等。

2 应根据湿地生态保护与修复工程目标，针对河湖生态状况，综合考虑经济社会发展和生态保护需求，基于工程实施条件，提出湿地湿地土壤修复与生境塑造、水环境提升、重要水生生物栖息地与生物多样性保护、生物群落恢复、水文化传承及水景观构建等任务。

8.3 基质修复与生境塑造工程

8.3.1 基质修复与生境塑造主要是对各类湿地的物理结构进行整治，由人类活动引起的各类湿地底质污染和地貌形态受损导致鱼类及其它水生动物迁徙受阻、生态系统退化、栖息地条件恶化、水生生物多样性下降时，应进行基质修复与生境塑造。

8.3.2 基质修复工程

8.3.2.1 基质污染修复

1) 对已受污染的湿地，应在湿地修复工作开展前进行底质修复，基质修复应满足植物生长、微生物附着和底栖动物生存的需求。

2) 应对土壤贫瘠或缺少土壤的退化湿地进行土壤回填或改良。

3) 在原有水体淹没区域进行的底质修复，宜先排水或建造围堰，恢复后应拆除围堰。

4) 当水体底质污染较严重时应进行基质清除，有毒污染的底泥则需要专业人员进行处理。

8.3.2.2 基质理化性质改良

1) 通过提高土壤肥力和减小土壤密度或压实度来改良土壤性质。

2) 在针对水质净化的人工湿地修复中，通常在底部构建由粘土层构成的不透水层，防止有害物质对地下水造成潜在危害；在其上宜覆填渗透性良好的土壤，为各种挺水植物提供生长基质。

3) 对需要进行种植土回填的区域宜采用有机质土，分层覆土或回填，种植土层后 5cm~50cm，透水浸泡一次，有机质土按照 GB/T 50145 的规定执行。

4) 对土壤贫瘠湿地恢复可采用种植坑、种植槽或种植袋覆土。

8.3.2.3 控制基质侵蚀

1) 水流的过度侵蚀会导致岸线凌乱、水土流失、沉积物淤积、植物生长受到抑制。

2) 通常使用柔性结构进行固岸护岸，减弱水流对底质的侵蚀。

8.3.2.4 防渗层建设

1) 防渗层建设宜采用黏土，黏土厚度 5cm~10cm，机械夯实后透水浸泡一次至晒干，黏土标准按照 GB/T 50145 的规定执行。可以铺设多层黏土，以满足防渗需求。

2) 防渗层建设不宜使用混凝土、水泥等硬质铺装材料。

8.3.3 生境塑造工程

8.3.3.1 平面调整

1) 平面调整在设计中强调近自然形态。

2) 在满足相关规划的情况下，平面宜依据现状走向，充分体现河道的蜿蜒性，同时充分考虑现有地形特点，尽量避免高挖低填，减少土方工程量。

3) 河流湿地应总体维持河流现有平面形态，在规划蓝线范围内岸线可依照河势进行局部蜿蜒设计，如条件限制无法调整岸线，可考虑恢复河道中心线的蜿蜒特征，但对除涝排水等功能有影响的规划河道水面面积、过水断面指标不得减小。

4) 生态景观要求高的湿地在规划蓝线范围内，宜结合周边环境等进行蜿蜒性设计，避免人工裁弯取直，河道不宜渠道化，宜有宽窄、弯曲。

5) 应充分考虑现有地形特点，保持局部弯道、深潭、浅滩、江心洲、洲滩湿地以及河滨带等自然景观格局多样性特征。

6) 平面调整工程设计可参考以下方法：

a) 复制法：参考附近未受干扰河段的蜿蜒模式作为模板，采用卫片或者测绘资料等手段对某一特定区域的蜿蜒模式进行调查，并在此基础上建立河道蜿蜒参数与流域水文和地貌特征的关系，作为河道形态设计重要依据。

b) 经验关系法：当资料不具备时，可利用蜿蜒性与其他水文或地貌数据之间的经验关系式进行推算。

8.3.3.2 断面设置

1) 对于河流、湖泊和人工湿地等湿地类型，在满足规划断面的基础上，应充分考虑水位变化、流速及流量等，结合水生动植物生境构建的基本要求，确定

设计断面形式。

2) 根据过水断面形状, 上海断面形式主要分为三类: 矩形断面、梯形断面和复式断面。

3) 矩形断面占地面积较少, 一般适用于用地受较大制约的区域。此类断面较难构建利于生态系统恢复的基底条件, 不利于河道中的水生动植物的生长, 生态亲和性相对较差。

4) 梯形断面占地面积较矩形断面大, 一般适用于用地有一定充裕的区域。此类断面可构建利于生态系统恢复的基底条件, 但因边坡的单一和水深的制约, 能够生长水生植物的基底相对较少, 生态亲和性相对一般。

5) 复式断面是根据河道水位特性设置分级护坡、平台或小挡墙的断面形式, 占地面积较大, 一般适用于用地较为充裕的区域。此类断面较易构建利于生态系统恢复的基底条件, 因地制宜设置边坡及平台, 有利于其中的水生动植物的生长, 生态亲和性较佳。

6) 在满足河道排涝、通航等功能要求的前提下, 湿地断面宜保持天然河道断面形态, 优先选用斜坡式断面, 当难以保持斜坡式断面时, 应按复式断面、梯形断面和矩形断面的顺序选择断面。

7) 用地紧张的河流湿地, 可采用矩形或复合式断面, 但应结合生态护岸、生态绿化等措施加以弥补, 为水生态构建创造有利条件。生态护岸的结构应总体满足以下功能要求:

a) 满足河道堤防稳定的功能。护岸应满足河道稳定性与安全性的要求, 兼顾生态环境效益与其他效益。对于受水流、风浪和船行波等作用影响以及沿岸有承载要求的河段, 宜采用局部硬质护岸兼顾生态措施的方式进行岸坡加固。

b) 满足生态环境修复的功能。生态护岸建设应为植被恢复创造适宜条件, 优先选用透水性高、多孔质构造的自然材料, 为水生生物创造安全适宜的生存与生长空间。

c) 体现人水和谐理念的功能。生态护岸建设应考虑市民的亲水需求, 宜结合形式多样、高低错落、水陆交融的石阶、长廊、栈台、步道等亲水设施, 为人们的亲水、近水需求创造条件。

d) 构建自然与美学结合的水景观功能。生态护岸建设应结合周边环境需要,

开展适宜的景观文化建设，其设计宜遵循城乡历史人文，并与提升区域品味和回归自然相结合。

表 8.3.1 生态护岸技术要点

序号	技术名称	技术要点	实施条件	限制要素
1	石笼结构	石笼网箱应采用优质低碳钢丝，并经过防腐蚀处理后经拧网机拧编成相应规格，网箱内填充块石石料	石笼挡墙挡土高度不宜过高	须严格控制网箱结构材料；网箱结构材料抗老化抗腐蚀检测周期较长；网箱结构遭损坏和锈蚀后难以更换
2	生态袋	袋布应具备保土性、透水性、防堵性和耐老化的功能且具有一定的耐久性；生态袋表皮植被可通过混播、插播、铺草皮及喷播等方法实现	引排流速流量不大的水体	须严格控制生态袋材料；生态袋沉降不一，局部易出现塌陷现象；生态袋垂直面难以长出植物，景观效果一般
4	生态混凝土	分为坡面植草的植物生长砖和砌筑挡墙的当墙壁砖两种，在满足结构耐久性的要求下还应具备一定的孔隙率，实现高透水性并为植物根系的生长提供足够的空间	引排流速流量不大的水体	须严格控制生态混凝土块质量；生态混凝土块垂直面难以长出植物，景观效果一般
5	开孔预制块	砌块间宜采用联锁式、铰接式等方式链接，需保证结构稳定、安全；常水位以下的孔洞内宜填充碎石或种植水生植物，防止水土流失；常水位以上孔洞宜填充种植土，为植被创造生存条件	引排流速流量不大的水体	当水流流速较大时，需限定砌块的最小重量；砌块的绿化覆盖率不高，砌块中的土体长期易掏刷
6	叠石挡墙	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。墙顶可高低起伏、错落有致	适用于各种流速流量的水体	对石材和堆砌工艺的要求较高；造价较高；绿化率不高
6	干砌块石	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。砌筑块石工艺满足要求	河口具有放坡条件	当水流流速较大时，需限定石块的最小重量；绿化覆盖率不高
7	抛石护岸	石材材质宜耐风化、完整，硬度、强度指标满足要求	适用于河口具有放坡条件的水体	当水流流速较大时，需限定石块的最小重量；视觉效果一般；绿化覆盖率不高
8	网垫植被	网垫材质应无腐蚀性、耐酸碱；表层植被需扎根进入垫下土层网垫铺设完成后应在表面覆上一定厚度的土料	河口具有放坡条件且岸坡以沉降稳定、流速低风浪小的水体	水流流速和风浪较大时，土体易掏刷；不宜应用在回填堆高的堤岸
9	木桩/仿木桩	桩顶高程略高出常水位上限，兼顾安全性与景观效果	适用于河道流速及风浪作用不大的河段	施工安装的垂直度、轴线等质量控制对景观效果影响大

10	植生土坡	坡比不小于 1: 2.6; 土坡应布置绿化	河口具有放坡条件且流速低风浪小	安全性耐久性不足, 水位变动区土体易掏刷
----	------	-----------------------	-----------------	----------------------

8) 复式断面的主槽糙率和滩地糙率应分别确定。河道过水断面湿周上各部分糙率不同时, 应求出断面的综合糙率, 当沿程长方向的变化较大时, 尚应分段确定糙率, 从而进行必要的河道水力计算。

9) 一般情况下, 如用地允许, 水上边坡坡比应尽量缓, 不宜陡于 1:2.5; 水下坡比应满足边坡土体自然稳定要求, 同时不宜陡于 1:2。水生植物种植平台高程及宽度应根据所选植物需求确定, 一般较常水位低 0~1m, 宽度不宜小于 1m。

10) 对于不同的水域平面形态, 在满足河道水利、航运等行业规划断面的基础上, 应充分考虑修复水体的生态保护需求, 根据水位、流量、流速、流态、泥沙等水文要素, 结合河道的堤防、护岸及防汛道路等工程, 合理确定断面设计形式。

8.3.3.3 微地形塑造

1) 湿地整治工程中微地形的塑造必须以修复目标为前提, 在整治区域内通过地形恢复, 使地形不规则化和具有起伏, 来创造丰富的湿地地貌类型或高低起伏的地形形态。具有不规则形状和边缘的湿地更加接近于自然形态, 拥有更大的表面来吸收地表径流的营养物质, 并且包含更多形态多样的空间和空穴来为水生生物提供栖息和庇护场所。

2) 典型地形恢复主要包括缓坡岸带、浅滩、深水区、生境岛、急流带、滞水带、洼地、水塘等 8 种类型。

3) 营造缓坡岸带

a) 根据岸带水平方向调整地形地貌, 宜具有一定高低起伏和弯曲度, 可形成浅滩、浅水区、深水区等不同的地形地貌单元。为乔灌木防护带、挺水植物、沉水植物的生长创造条件。

b) 根据岸线发育系数恢复岸带, 确定地形修复工程的空间位置, 对较陡的坡岸进行削平处理, 削低高地, 平整岸坡, 去直取弯, 进行缓坡岸带地形恢复。

4) 营造浅滩

a) 对于石驳岸、陡坡等类型湿地岸带以及具有面积 1hm^2 以上开阔水体的湿地, 应进行地形修复, 营造浅滩基底。

b) 浅滩宜在临近水面起伏不平的开阔地段营建，通过地形平整，减少坡度，营建适宜湿地植被生长和水鸟栖息的开阔环境。

c) 浅滩坡度宜在 1‰~4 ‰之间，宽度不宜小于 5m，常水位下淹深度宜为 10cm~30cm。

d) 浅滩地表可种植低矮植被，也可为裸露的泥滩或沙石滩。

5) 营造深水区

a) 具有面积 8hm² 以上开阔水体的湿地，宜营造深水区。

b) 营造深水区以凹形地形恢复为主，深挖基底形成深水区。

c) 深度应保证湿地修复区所在地最冷月份底层水体不结冰，并预留 0.5m 深的流动水体。

6) 营造生境岛

a) 具有面积 8hm² 以上开阔水体的湿地，宜在开阔水体中营造生境岛。

b) 生境岛在常水位下应露出水面，并与岸上区域隔离。

c) 生境岛露出水面高度宜为 0.5~1.5m，岸带坡度宜小于 15°，针对水鸟的生境岛地形宜平坦、低矮，也可建成浅滩。

d) 生境岛总面积占开阔水体面积不宜超过 10%。

7) 营造洼地

用地条件允许的湿地区域，在平坦的湿生植物带上应塑造不均一分布的洼地，提高地表环境异质性，在降雨时蓄滞水，在非降雨期由于水分饱和、土壤湿润，起到释放水分、调节微气候的作用。

8) 营造水塘

在水岸上可挖掘大小、深浅不一的塘，这种地形重塑的方法通过洪水脉冲和季节性水文变动使岸边水塘与水体发生联系，形成湿地多塘系统，是旱涝调节、提高生物多样性的有效模式，为水生植物和涉禽等鸟类提供更多的生存空间。

9) 营造急流带

急流带地形恢复采用地形抬高和地形削平相结合的方法营造，在来水方向抬高地形，与出水方向形成倾斜状地形，加速水体流动速度。急流带地形恢复可为那些喜流水的水生昆虫、鱼类提供适宜的流水环境。

10) 营造滞水带

a) 在出水方向抬高地形形成类似堤坝形态的基底结构，或者在出水方向基底堆积石块，恢复滞水带地形，以减缓水体流动速度的方式实现滞水效果，为着生藻类、适应静水的沉水植物、各种水生昆虫、鱼类、穴居或底埋动物提供适宜生境。

b) 以削低湿地修复区局部地势较高的区域，间接实现增加水深，以适应一些湿地植被对水位的要求，特别是对水深有要求的挺水植被、沉水植被和浮叶植被。

11) 微生境改善可采用挑流丁坝、生态堰、砾石群、木、固床技术：

a) 砾石群是利用砾石、块石等材料在河道内建设的小型构筑物，可应用于顺直、稳定、坡降介于 0.5~4% 的河道，尤其适用于河床材料为砾石的宽浅式河道，砾石群所阻断的过流区域宜在 20~30% 之间。

b) 挑流丁坝应用于纵坡降缓于 2%，河道断面相对比较宽而且水流缓慢的河段，可沿河道两岸交叉布置或成对布置。因自然形成的浅滩应加以保护，不建议在此类区域修建挑流丁坝。

c) 生态堰是利用圆木、块石、填料等材料建造的跨越河道的透水式拦河建筑物，可采用单个或沿河流上下游阶梯式布置的方式，堰高不宜超过 30 cm。生态堰的布置方式和结构组成应结合当地材料、水动力情况、稳定分析情况综合确定，外部形态应能保证洄游鱼类通过。

d) 固床技术的主要作用是降低河水流速、防止河床淘刷和稳定河床等，可分为阶梯式固床技术和石梁式固床技术。

8.4 湿地生态流量保障工程

8.4.1 湿地生态流量类型及核算方法

1 湿地生态流量包括河道内生态基流、敏感生态需水及其过程、全年及年内不同时段生态水量等。对于湖/库湿地，应提出适宜生态水位指标。

2 生态流量核算方法包括水文学方法、水力学方法、栖息地模拟法、综合法、水文变化的生态限度法（ELOHA）等，详见附录 L。并应符合 SL 613 和 SL 709 的有关规定。

3 生态流量保障措施应在优化流域及区域水资源配置方案基础上，结合不

同区域湿地生态流量存在问题及成因，分区分类提出水工程生态调度、生态补水等措施。

8.4.2 水工程生态调度

1 水工程生态调度应在充分收集与分析水工程下游河段生态流量的基础上，制订科学合理的水库调度方式，改善水库调节对下游河段水文情势、水温、水质等环境要素的影响，使得水工程在满足防洪、供水、发电、航运等水资源开发利用目标的基础上，最大程度地减缓对生态环境影响，维持河流生态系统的基本稳定。

2 水工程下游河段生态流量分析宜考虑满足下游河段鱼类生长繁殖、维持河流冲沙输沙能力、保持河流自净能力、防止水体富营养化和河口咸潮入侵等用水需求，结合水工程建成运行后水环境及水生生态变化趋势分析，筛选环境保护目标，明确生态流量控制断面，界定流量、水温、水质等环境要素取值适宜区间，以此作为水工程生态调度的控制条件，合理确定工程下泄生态流量及其过程。

3 单个水工程应通过工程下游河段生态需求和工程调度约束条件分析，明确生态调度目标，针对保护目标拟定流量、水文过程、水温、水质的调度方式及控制条件，并制定后续监测与评估计划。

4 闸坝工程生态调度应综合考虑生态环境、防洪除涝、经济社会、工程技术等因素影响，依据核算得到的河湖生态流量及过程综合确定闸坝工程调度模式和运行方式。合理确定闸坝下泄水量、下泄时间和下泄历时，满足河流生态流量要求。

5 非汛期闸坝工程生态调度应以维持水系连通、改善水环境质量和提供鱼类洄游通道为生态环境目标。在满足生态流量的基础上，闸坝控制范围内河道流速宜大于 0.15 m/s，水深宜大于 0.3 m。

6 汛期闸坝工程生态调度应综合考虑拦蓄洪水和营造洪水脉冲效应，对于存在敏感生态需水要求的，参照自然水文情势，通过合理控制下泄流量和下泄时间，人为制造洪峰过程，为主要水生生物在敏感期提供适宜的水文和水力学条件。

7 平原水网区的闸站群联合调度应综合考虑地区需求，突出主要目标，在满足防洪排涝安全前提下，充分利用水闸、泵站、堰坝等水利设施，结合水

系汛期非汛期水情特点，合理制定联合调度方案。

8.4.3 生态补水

1 对于严重缺乏生态流量、受纳区存在敏感保护目标、周边具备引水条件的，进行充分的评估论证后，可实施生态补水工程。生态补水工程包括常规生态补水、应急生态补水，生态补水工程应在确保引水区生态环境不受影响的前提下进行。

2 应根据补水对象区域的生态敏感期需求，合理确定补水水量、补水时段，制定生态补水工程运行规程。

3 生态补水工程应充分利用现有水系河道及渠道，在保证灌溉渠道基本功能下，可将灌溉渠道合理改造为生态补水工程，并合理规划疏浚开挖、闸涵配套工程改扩建等工程内容。

4 对于新开挖补水工程，应根据补水规模和方式合理确定工程规模、建设方法，并采取必要生态修复措施。

8.5 水环境质量提升工程

8.5.1 面源污染消减措施

1 面源治理技术包括农业面源和城市面源污染治理技术。面源污染治理应包括三个环节：源头减量、过程削减和终端净化。

2 农业面源污染源头减量针对农业面源的源头，进行农业施用肥料效益最大化、防止农田水土流失等。城市面源污染源头减量应结合海绵城市低影响开发措施，根据屋面、庭院、道路、滨水区等下垫面特点，提出截留和处理城市降雨初期径流措施。

3 面源污染过程削减为面源污染向附近水体传递过程中的截留技术，可采用生态拦截缓冲带技术、生态沟渠、人工湿地塘、净水式岸坡防护系统、土地处理系统等。

4 面源污染终端净化是污染物进入水体后的处理过程，可采用河岸带滨水湿地恢复技术、生态浮床技术等。

8.5.2 水质生态净化措施

水质生态净化措施作为一类阶段性、辅助性的技术措施，一般用于入河湖库塘等污染源业已消除，但水体自净能力羸弱或对水面景观有较高要求的水体，以加速水生态的恢复及水质的改善。技术主要有：生态浮床技术(包括水中绿毯、拼接浮盆、浮动湿地等技术)，曝气增氧技术(包括跌水曝气、机械曝气、喷泉曝气、鼓风曝气等技术)，微生物净化技术(包括人工介质、微生物投加、土著微生物激活等技术)。除此之外，应根据不同的整治工程实际，因地制宜选择核实的工程措施，鼓励采用成熟可靠的新技术、新材料、新工艺。

8.6 重要水生生物栖息地与生物多样性保护工程

8.6.1 生物栖息地与生物多样性保护工程类型及要点

1 重要水生生物栖息地与生物多样性保护对象为濒危、珍稀、特有水生生物及维持其生存繁衍所需的底质、植被、水文、水质等生境条件，主要措施应包括产卵场、庇护场、索饵场、越冬场、洄游通道保护与恢复、增殖放流、替代生境保护、水温影响减缓、下泄饱和气体影响减缓等。

2 生物多样性保护的重点区域宜为生物多样性水平较高的水陆交错带，包括河岸带、湖滨带、湿地生态系统等，应通过实行生态保护红线划定、生态补水、生境恢复与改造等技术措施和河滩湖洲整治、执法管理等综合措施，实现提高生物多样性的目标。

3 高等水生植物生物多样性保护宜重点保障其生长所需的底质和水文条件，保护措施包括底质保护与恢复、生态补水、人工恢复植被等。

4 鱼类生物多样性保护宜重点保障区域特有种完成生活史，繁殖期应加强水资源统一调度、优化水库运行方式、保护繁殖所需水文条件，早期资源发生期应保护岸边带植被、保持浅滩宽度、保护早期资源生长所需环境条件。

5 两栖动物、爬行动物、湿地鸟类等其它生物保护可采用禁止非法捕捞、设立自然保护区等手段，尽量减少人类活动对天然种群的直接影响，以保护其生物多样性。

8.6.2 产卵场、庇护场、索饵场、越冬场保护与修复

1 从流域整体出发，对天然生境进行调查、划分、评价和分级，评估其重要性，对重要水生生物的产卵场、庇护场、索饵场、越冬场等区域，应根据其生存空间需求，保留一定范围的天然生境河段，限制或禁止开发活动。

2 对在工程区水域鱼类或其它重要水生生物的产卵场、庇护场、索饵场、越冬场等重要生境，应设置警示标识实施保护，禁止破坏生境的生产经营活动。

3 调查重要水生生物繁殖和早期生态习性，分析其产卵场、庇护场和索饵场需求，以塑造水流结构多样性和增加微生境复杂度为原则，确定保护与修复措施类型和方案，包括底质保护与修复、人工鱼巢构建等。

4 对采砂活动较多或底质破坏较大的地区，应当尽量恢复与原有底质相类似的河床结构，营造适宜土著生物生存和繁衍的栖息地条件，可通过堆砌在河岸上的采砂废弃石块再回填、在河道内安放砾石群、合理分布大小卵石位置、增大底质颗粒间隙等手段，改善受损区域底质类型和组成、提高底质异质性。

5 人工鱼巢类型包括浮动式人工鱼巢、鱼礁式人工鱼巢和护岸式人工鱼巢等。产卵场修复可选择浮动式人工鱼巢，庇护场和索饵场修复可选择鱼礁式人工鱼巢和护岸式人工鱼巢。

8.6.3 洄游通道保护与恢复

1 对于珍稀濒危水生生物的洄游通道，应根据实际情况，适当限制闸坝等阻隔鱼类洄游的水利设施。

2 以恢复生境连通性和鱼类洄游通道为目的，在河湖支流进行堤坝拆除和过鱼设施建设。对于年久失修、效益不佳以及对鱼类洄游通道阻隔效应显著的小型水库予以拆除；对于对鱼类产生阻隔影响但仍在发挥其它重要作用的工程，若具备补建过鱼设施的条件，应补建过鱼设施。

3 根据工程水头高低选择适合类型的过鱼设施，水头小于 1 m 的工程可采取岩石漫坡型鱼道，水头 1~5 m 的工程可采取仿自然通道，水头 5~30 m 的工程可采取鱼道，水头大于 30 m 的工程可视坝址地形、工程特性等选择鱼闸、升鱼机、集运鱼系统等措施。对于对鱼类存在阻隔影响但由于当地地质等因素无法补建过鱼设施的工程，在主要过鱼季节可开展人工捕捞过坝，以减缓其阻隔影响。

4 根据工程河段鱼类资源状况、洄游鱼类分布、洄游距离、洄游季节等的调研成果，结合工程特性、运行方式及工程运行后鱼类生境变化预测成果，确定工程的过鱼目的、过鱼种类及过鱼季节。

5 设计过鱼设施应掌握主要过鱼种类的生物学特性及行为学特征，包括鱼类尺寸规格、栖息水层、趋流特性、克流能力等，缺少相应资料时应开展相关调查、测试及研究。

6 过鱼设施中鱼道、仿自然通道、鱼闸、集运鱼系统、辅助设施、运行管理的设计应符合 NB/T 35054 的要求。

8.6.4 增殖放流措施

1 对受水工程建设影响资源量显著下降的重要水生生物，可实施人工增殖放流。

2 根据工程河段鱼类资源状况、工程运行后鱼类生境条件、鱼类亲本可获得性、人工驯养繁殖技术基础，合理确定放流对象，并根据水域生境条件、生态承载力、放流对象生存力等因素综合确定放流规模及放流规格。

3 水生生物增殖放流的水域条件、本底调查，放流物种的质量、检验、包装、计数、运输、投放，放流资源保护与监测，效果评价等应按 SCT 9401 的相关规定进行。

4 水电工程鱼类增殖放流站的设计等应符合 NB/T 35037 的相关要求。

8.6.5 鸟类栖息生境改善

1 鸟类栖息地需要满足三个条件，即为鸟类提供栖息场所、避敌场所和食物来源。

2 在恢复技术上主要是多样化生境单元构建和食源供给两大方面，依主要保护对象特性而定。可按栖息、繁殖和觅食活动分别进行微地形改造、底质改造、水位控制和补充食源地配置。

3 鸟类食源主要包括底栖动物、鱼虾、植物种子、球茎和果实等。游禽多以水中昆虫、鱼类及植物为食，涉禽喜在滩涂觅食软体动物、昆虫、小鱼等，鸣禽多在水边灌丛或密林中找寻浆果、草籽、昆虫等为食。营造鸟类栖息地时应尽

量创造多种食源，满足不同鸟类的食物需求。在湿地周边种植鸟嗜树种（如桃、杏、李、樱桃、葡萄、火棘、枸杞、女贞等），同时可在水塘中人工投放适量动物性饵料（如河蚬等贝类）。在自然食物链不能满足觅食需求时，可通过农田留存作物（如稻谷、玉米等）等方式补充食源。

4 湿地鸟类的生存，需要水域、裸地、植被三种要素共存，不同生境单元的组合会对鸟类种类和数量产生影响。

1) 涉禽觅食和栖息需要浅滩环境，游禽需要开阔明水面和深水域。在工程汇总宜营造“浅滩—大水面”复合生境，同时通过挖掘或淤填等方式构建不同水深环境以提高生境异质性，为湿地鸟类提供多种栖息环境。

2) 湿地植被可为鸟类筑巢觅食、躲避天敌入侵和人类干扰等创造天然的庇护环境，鸟类生境改善中应配置乔灌草混交的植物群落以满足不同鸟类，同时应按照主要保护鸟类和优势水鸟的觅食习性，恢复相应的食源性水生植被和外围保护隔离带植被。

3) 枯木或倒木作为重要的小型生境单元，能够为鸟类提供庇护和栖息生境，在其腐烂的同时也为苔藓、草本植物的生长提供基质。从岸边伸向开放水域的倒木可为水禽、爬行动物和两栖动物提供栖木，并且能够成为鱼类和水生昆虫的庇护场所。

4) 鸟类需要吞咽少量沙子以帮助消化植物性食物，生境恢复与改善中，对一些完全是淤泥质的底质，可适当在局部区域斑块状铺设粗砂，形成有利于鸟类生存的镶嵌状底质斑块。

5) 针对不同的鸟类，设计不同水位深浅的缓坡水域。就觅食环境来说，设计水深分别为，鸕鹚类：0~0.15m；鹤鹳鹭类：0.10~0.40m；雁鸭类：0.1~1.2m。

8.6.6 替代生境保护

1 当流域内特定物种种群数量极低，或其生存环境被自然或人为因素破坏或不复存在，为保护生物多样性，应对该物种采取迁地保护措施。

2 替代生境的选址应综合考虑物种生态学特征和生活习性、生境需求、人类活动情况等，必要时开展人工适宜生境再造。

3 水生生物的替代生境宜在与已开发工程区相通的支流中选择适宜河段，

通过水文水力学法、河流地貌法、栖息地模拟法等判断生境适宜性，划定出一定范围的限制开发水域，作为受开发影响的重要水生生物的替代生境予以保护。

4 陆生动物的替代生境宜尽量在其活动范围内选择相似生境，使其能够自然迁入。当陆生动物应迁出该区域时，宜优先选择已有该物种分布的区域作为其替代生境。

5 陆生植物的替代生境宜尽量在原生境附近选择，否则宜选择满足其生长条件，交通运输便利，人工干扰较少，便于移栽后维护管理的区域。

6 对于迁入替代生境的物种应持续监测，明确物种生存与繁衍情况。

8.6.7 水温影响减缓措施

1 具有水温分层现象的水库，当同期下泄水温接近重要水生生物繁殖温度阈值下限或灌溉农作物发育温度阈值下限，且采取措施后水温恢复值可达到1℃以上时，应采取分层取水措施。

2 分层取水设施的水库进水口选型、建筑物布置、水力设计、结构设计、金属结构设计等应符合 NB/T 35053 规定。

8.6.8 其他保护措施

1 建立防范外来物种入侵和危害长效机制，对引进物种进行生态环境影响评价，实行市场准入，采取隔离或缓冲区等措施，防范外来种入侵对本地生物多样性的影响。

2 对于在短期内难以实现生物多样性就地保护的物种，应建立种质资源库，对其活体、组织、精子、卵子、基因等种质资源进行保存，在技术成熟时择地对其天然种群进行恢复。

8.7 生物群落恢复工程

8.7.1 植被恢复工程

存在植被覆盖率和物种丰富度低等问题时、对现状硬质化岸带改造时、现状非湿地区域通过地形塑造新建湿地时，应进行湿地植被恢复。湿地植被的恢复应根据恢复地天然湿地植物种子库丰富程度，优选自然恢复方式。

8.7.2.1 缓冲带植被恢复

1) 缓冲带植物种类配置及设计宜满足下列要求:

a) 缓冲带植物配置应具有控制径流和污染的功能, 并宜根据所在地的实际情况进行乔、灌、草的合理搭配。

b) 宜充分利用乔木发达的根系稳固河岸, 防止水流的冲刷和侵蚀, 并为沿水道迁移的鸟类和野生动植物提供食物及为河水提供良好的遮蔽。

c) 宜通过草本植物增加地表粗糙度, 增强对地表径流的渗透能力和减小径流流速, 提高缓冲带的沉积能力。

d) 宜兼顾旅游和观光价值, 合理搭配景观树种。

2) 缓冲带植物配置应防范外来物种侵害对缓冲带功能造成的不利影响, 外来植物品种的引进应进行必要的研究论证。

3) 湿地缓冲带植物种类的设计, 应结合不同的要求进行综合研究确定。不同植物种类对缓冲带作用的影响可参考表 8.7.1。

表 8.7.1 不同植被类型对缓冲带作用的影响参考表

作用	草地	灌木	乔木
稳固岸坡	低	高	中
过滤沉淀物、营养物质、杀虫剂	高	低	中
过滤地表径流中的营养物质、杀虫剂和微生物	高	低	中
保护地下水和饮用水的供给	低	中	高
改善水生生物栖息地	低	中	高
抵制洪水	低	中	高

4) 植物的种植密度或空间设计, 应结合植物的不同生长要求、特性、种植方式及生态环境功能要求等综合研究确定, 一般要求可参照如下:

a) 大乔木间隔空间宜为 5~10m;

b) 小乔木间隔空间宜为 3~6m;

c) 灌木间隔空间宜为 100~200cm;

d) 草本植株间隔宜为 40~120cm。

5) 湿地缓冲带植物一般由林地、草地、灌木、混合植被等组成, 不同植被

类型配置应满足缓冲带的功能需求。一般情况下，缓冲带植物配置的要求可参照如下：

a) 植物恢复初期的建群种，宜选择具有较大生态耐受范围及较宽生态位的物种，以适应初期的生境状况。

b) 河道缓冲带植物群落破坏较为严重、生态位存在较多空白河段，宜进行人工恢复，引入合适的物种，填补空白的生态位，增加生物多样性，提供群落生产力。

c) 植物配置在水平空间格局和垂直空间格局上，应重视人工恢复和群落自然建立的结合。

d) 针对不同区域的特点，宜通过论证分析，进行生态型植物群落和经济型植物群落的结合布置。

e) 应对缓冲带土壤的 pH 值、盐碱度、疏松度、透水性、肥力等进行分析，研究确定是否采取置换或回填种植土、施肥、浇水灌溉等要求。

f) 缓冲带的植物栽种宜制定详细的栽种计划，确保植物种植满足设计要求。一般情况下，宜编制种植计划和进度表，乔木和灌木应在休眠期栽种。草本植物栽种宜结合成活率或草籽发芽要求，择时栽种或撒播草籽。

8.7.2.2 水生植物恢复

1) 水生植物群落是水生态系统的生产者，是生态健康稳定的基础，各类水体生态治理在保障水安全的均宜开展水生植物种植设计，但需关注不同生活型水生植物的配置要点与限制条件。

2) 应根据河道水深、水质、流速、风浪等实际状况，结合水生植物生态特性，构建可自我维持、自我更新的近自然植物群落，以提高水生态系统的稳定性和群落的多样性。

3) 水生植物分类：

a) 挺水植物植株高大，上部挺出水面，根或地下茎生长在泥中，如鸢尾、水葱等；

b) 沉水植物全部植株或茎叶沉没在水下，根系扎根在泥土中，如苦草、黑藻等；

c) 浮叶植物植株或叶片漂浮于水面上，根或地下茎生长于泥中，多用于水

景水面景观的布置，如睡莲、芡实等；

d) 漂浮植物植株或茎叶漂浮在水面上，根系悬于水中，因不好管控，易于大规模繁殖，较少采用，采用时需要设置必要的拦护措施，如凤眼莲、浮萍等；

4) 水生植物选择要求：

a) 耐粗放管理，日常养护中删剪、清除杂草和病虫害防治等养护频次较低。

b) 开花整齐、花量大、花期长，花色艳丽、花型独特或叶形叶色、果形果姿以及株形奇特优美的观赏价值高的植物。

c) 自然生长或通过建植密度、删减等人工干预能控制覆盖度的植物。

d) 生长速度快，分生能力强，具有较为广泛的适应性和较强的抗逆性，能够适应较为恶劣的自然环境。

e) 防污抗污、具有净化水质功能的。

f) 同时对本地生态环境无危害、无入侵性的植物。

g) 应选择植株健壮、新芽饱满、根系完整、无病虫害、无枯枝叶的种苗。

5) 水生植物配置原则：

a) 综合考虑气候特点、水质条件、周边环境、污染源成分等因素，筛选适生水生植物品种。

b) 充分考虑植物与环境的空间关系，留出娱乐行船通道。应选择适宜高度，控制数量，合理搭配，水面植物覆盖度应小于水面面积的三分之一。

c) 根据水文条件进行配置，考虑不同植被的色彩搭配、层次搭配和季相变化的互补，必须与整体景观保持一定的平衡和比例关系。

d) 水生植物配置要合乎园林生态美学规律，改善水体水质，降低维护费用，保护生物多样性，体现自然人文价值。

6) 水生植物种植对环境的要求：

a) 挺水、浮叶、漂浮植物应种植在光照充足的区域；沉水植物种植区应确保 3h 以上光照。

b) 挺水、浮叶植物宜选择肥沃、疏松的壤土，pH 值以 6.0~8.5 之间为宜，种植前对土壤应进行消毒，种植土厚度不小于 30 cm。

c) 沉水植物底泥厚度要求在 20 cm 以上，质地以松软为好，肥力中等以上。

7) 水生植物种植对水质的要求：

a) 挺水、浮叶、漂浮植物种植区域的水质 pH 值以 6.0~8.5 为宜；盐碱地区种植时含盐量应控制在 1.5 ‰以下，成活后含盐量可放宽至 2.0 ‰。

b) 沉水植物水质要求洁净，水体适宜的 pH 值为 6.0~9.0 之间，水体的化学需氧量高锰酸盐指数控制在 15mg/L 以下，水体含盐量在 1.5‰以下，透明度小于种植水深二分之一的水体不宜种植。

c) 氨氮含量偏高的污染水体不适宜种植挺水、浮叶植物及小型漂浮植物，可根据污染程度适当选择一些大型漂浮植物。

8) 水生植物种植对流速的要求：

a) 挺水、浮叶植物要求相对静止、流速低缓的水体。

b) 沉水植物要求中、下层水体流速小的水体。

c) 漂浮植物一般适宜在水面相对静止的围合区域种植。

9) 隔离及围护措施：

a) 在湖库、河塘等湿地区域种植挺水、浮叶植物，宜采取隔离围栏，减少来自鱼类的危害，减缓船行波对植物和土壤的冲刷。

b) 沉水植物种植初期应采取隔离及围护措施，一是减少食草性鱼类的危害，二是控制沉水植物无序蔓延，确保其景观效。

c) 为防止漂浮植物无序漂移和蔓延生长，须采用围护把漂浮植物限制在一定范围内，围护的高度应根据植物体大小、水体表面流速性大小和风浪高低等指标确定，一般在 5cm~20cm。

10) 种植时间：

a) 挺水、浮叶植物以 16℃以上水温种植为宜，气温低于 5℃时不宜种植。

b) 沉水植物播种在春、夏季进行，移植或扦插在生长期均可进行。

c) 漂浮植物的种植时间为春末至秋季。

11) 种植方式及密度：

a) 挺水植物采用扦插或籽播的方式种植，种植密度根据不同种类一般控制在 10~50 株/m²。

b) 浮叶植物采用扦插或穴埋的方式种植，种植密度在 1~30 株/m²。

c) 沉水植物采用扦插或籽播的方式种植，种植密度在 10~50 丛/m²。

d) 漂浮植物采用移植方式种植，种植密度在 20~50 株/m²。

e) 常见水生植物设计种植密度参见 8.6.2.1。

12) 种植水深:

a) 挺水植物一般控制种植水深 0~0.4m。

b) 浮叶植物种植水深 0.5~1.5m。

c) 沉水植物种植水深 0.5~2.5m。

8.7.3 水生动物工程

1 水生动物的修复应当遵循从低等向高等的进化缩影修复原则去进行, 避免系统不稳定性。当沉水植物生态修复和多样性恢复后, 开展水系现存物种调查, 首先选择修复水生昆虫、螺类、贝类、杂食性虾类和小型杂食性蟹类; 待群落稳定后, 可引入本地肉食性鱼类。

2 水生动物投放时间宜选择在水温 12℃~18℃的季节, 一般投放时间为 3 月~5 月上旬或 10 月中旬~11 月中旬。

3 水深动物放养投放地点宜选择水位稳定, 背风向阳, 水深大于 1m 的水域, 贝类、螺类及小规格鱼类和虾类等迁移活动能力较弱的水生动物应多点放养。

4 需要投放浮游动物的, 需在修复初期, 种植水生植物前进行浮游动物投放;

5 滤食性鱼类、虾类、贝类、螺类应在河湖修复初期进行投放, 滤食性鱼类与浮游动物投放间隔 7~15d。

6 肉食性鱼类需与滤食性鱼类、虾类、贝类、螺类分开放养, 滤食性鱼类、虾类、贝类、螺类放养 7d 后, 才可进行肉食性鱼类放养。

7 植食性鱼类需在水生植物快速生长季进行放养, 河湖修复初期不得放养。

8.8 景观提升工程

8.8.1 景观提升工程设计要求

1 湿地整治中景观提升工程应在保证湿地生态功能健康稳定的基础上进行, 不得以降低湿地率和生物多样性为代价而造景。

2 具有较高景观要求的湿地公园的设计参见 LY/T 1755 和 GB 51192, 并符合其相关规范, 本标准仅对常规湿地景观提升设施的建设提出规定。

8.8.2 湿地景观构筑物

1 以自然修复为主的湿地整治中，在保证安全及实用性的基础上应弱化景观建筑物的建设。

2 对景观要求较高的湿地修复，如湿地公园的建设等相关景观构筑物的技术要求参见 GB 51192。

8.8.3 生态廊道

1 生态廊道是指具有保护生物多样性、过滤污染物、防止水土流失、防风固沙、调控洪水等生态服务功能的廊道类型，主要由植被、水体等生态性结构要素构成。

2 生态廊道包括线状生态廊道、带状生态廊道和河流廊道三种基本类型。不同类型的生态廊道在设计中涉及到一些关键性问题包括数目、本底、宽度、连接度、构成等。

表 8.8.1 生态廊道类型

生态廊道类型	特点
线状生态廊道	全部由边缘种占优势的狭长条带
带状生态廊道	有较丰富内部种的较宽条带
河流廊道	河流两侧与环境基质相区别的带状植被，又称滨水植被带或缓冲带

- 3 数目：在满足基本功能要求的基础上，生态廊道的数目应越多越好。
- 4 本底：对本底的研究应充分考虑从动物利用廊道的方式、周围的土地利用方式、生态廊道联接的大型生态斑块三个方面问题。
- 5 宽度：生态廊道主要有生物栖息地、生物迁移通道、防风固沙、隔离（如控制城市扩张的绿带）等功能。不同的功能对应的廊道宽度不同，廊道宽度宜不低于 7m，在满足湿地基本功能基础上，越宽越好。
- 6 连接度：是指生态廊道上各点的联接程度，规划与设计应通过各种手段增加连接度。
- 7 构成：是指生态廊道的各组成要素及其配置，分为物种、生境两个层次。生态廊道应由层次丰富的乡土物种组成，廊道边界范围内应包括尽可能多的环境

梯度类型，并与其相邻的生物栖息相连。

8.9 有害生物防控工程

8.9.1 病虫害防控工程

用本地种迅速恢复受干扰地区，以最小化入侵风险。如果外来物种进入，在其种子成熟之前杀死它们。确保外来物种和其繁殖体不会通过设备、牲畜、衣服和鞋子传播。

8.9.2 外来物种治理工程

1 外来物种入侵控制技术包括人工收割或打捞、使用除草剂以及立即在受干扰区域再种植本地植物等。

2 在湿地修复工程中可通过调控水位（如潮水涨落）而形成水淹环境来抑制入侵植物扩张（互花米草）。

3 在不同地区或不同季节常常需要结合多种方法控制。在外来种密布的区域，可使用生态除草剂，使用应向专家咨询确保不伤害可用植物、野生生物和其他生态因子。在混杂乡土物种的区域，可采用人工拔除或修剪方法。每一种方法都要求不能伤害本地物种。

4 一旦入侵物种被移除，本地物种将会在修复区找到自己的位置。对于已经变得孤立或裸露的待修复地区，可选择种植合适的乡土植物为修复区域重新注入生命。

5 在乡土植物重新生长的过程中，外来种残存的以及被风和鸟类带来的繁殖体也可能会再次萌发。有入侵隐患的湿地应加强监控和预警。

8.10 湿地整治工程管理与持续优化

8.10.1 湿地整治工程综合管理

1 生态综合管理应包括法规、制度、监督管理体制与机制、监控应急、科研与推广、综合管理等多方面的能力建设。

2 湿地生态保护与修复竣工验收后应建立日常运营维护的保障措施，持

续进行后期的管护、养护、保育等工作，保障系统正常运行的工艺环节及对系统有重要影响的指标，确保河湖生态保护与修复工程发挥最大效益。

3 应加强湿地生态保护与修复工程在汛期、极端气温、干旱时期、突发水污染事故等特殊条件下的应急监控能力，制定特殊水情的应急预案和应对措施，建立人员、物资储备机制和技术保障体系，提高应急能力建设。

4 应建立完善的管理机构，配备专职管理人员，建立稳定的资金投入机制，定期培训技术人员，加强执法监督，提升综合管理能力。

8.10.2 水生动植物养护管理

8.10.2.1 水生植物

1) 应对水生植物病虫害、水生植物长势、有无枯黄枝、折断枝及落叶、杂草生长情况、有无垃圾杂物等进行日常巡检，巡检频率可由实际情况确定，汛期暴雨、台风等不利气象条件下应加密巡检频率，并做好日常巡检记录，建立管理日记，记录优势种，并分析其演化情况。

2) 应对水生植物长势不良情况，给予必要的人工干预措施，以保持生态平衡；应及时清除枯黄、枯死和倒伏植株，防止枯萎腐烂造成二次污染；应及时清除入侵种，避免影响栽种植株的正常生长；应定期检查挺水、浮叶、漂浮、湿生植物植株密度，过度或过稀情况下，可适时进行分株栽植或补种；应及时清除密度过高的沉水植物并及时打捞浮出水面的死株、叶片，控制沉水植物生长密度。

3) 应根据水生植物品种习性和生长周期及时排水、补水。

4) 暴雨、台风等极端天气过后，应及时检查挺水植物生长状况，及时清理植物残体，进行补种。

8.10.2.2 水生动物

1) 应定期巡检水生动物的活动和水质变化，巡检频率可由实际情况确定，保证水生动物生活环境良好，并做好巡检记录，建立管理日记。

2) 应做好防洪、防逃等工作，应及时清捞动物残尸并妥善处理。

3) 应定期观察水体中底栖动物、虾类及鱼类的种类与数量，形成监测数据与评估报告，监测方法可参考生物物种监测技术指南相关标准：应考虑种群规模

不足的水生动物（如小型鱼类）进行资源补充，以及对于大型鱼类进行捕捞，轮捕轮换；应加强对水体中草食性 / 滤食性鱼类种群的数量、规模、优势度的控制，具体规模依据河湖生态系统初级生产力、次级生产力而定。

4) 应加强水生动物疾病、虫害等防控，做好病害预防，对病残水生动物及时救治或捕捞。

5) 应通过捕捞或适当投放肉食鱼类等，调节草食性鱼类的数量，减少草食性鱼类对沉水植物的过度摄食，维持沉水植物合理密度：应控制对底泥扰动强烈的大型水生动物的投放。

6) 应加强水生动物种类管控，以当地水生动物资料作为依据，优先考虑本土物种，严禁投放入侵动物。

7) 涉及水生野生动物“三场一通道”（即产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道）重要栖息地，应加强“三场一通道”的保护。如重要栖息地受损，应在秉持有限性、可操作性的原则下，制定重要栖息地生态恢复与修复方案并科学实施。

8.10.3 水质保障管理

8.10.3.1 水质净化设备维护和管理

1) 应定期检查曝气增氧等相关水质净化设备，检查频率应按各厂家运行维护要求确定，确保设备按设计参数正常使用。对设备运行不正常或损坏的，应及时检修或换新。

2) 对因河流水体上下游或湖泊周边陆域环境改变较大，导致水质净化设备无法正常运行的，应及时与河湖生态修复工程设计人员沟通，调整水质净化设备运行方案，必要时更换水质净化设备。

8.10.3.2 补水及水动力保障管理

1) 对有补水条件的河湖，应与水利管理部门充分协作，保障闸、坝、泵等水利设施按照设计参数正常运行。

2) 对无补水条件的河湖，可采用曝气增氧、局部微循环、补水系统等措施，改善死水区的弱水动力条件。

3) 对雨季污染冲击或水环境突发事故导致水体水质恶化时，应及时启动应

急方案措施，促使水质快速恢复至原有水平。

8.10.3.3 河湖污染源管理

1) 应定期监测排污口、雨污混接口污水水质及污水处理设施出水水质。排污口、雨污混接口污水监测频率及监测指标，应按照 GB8978 及国家行业水污染排放标准相关监测要求进行监测；污水处理设备出水监测频率及指标，应布设在线监测设施进行实时监测，对污水处理设备设计处理指标进行监测。对污水处理设备出水不达标的情况，应及时采取有效措施对污水进行应急处理，尽快联系相关技术人员进行维修。

2) 应定期监测河湖底泥厚度、污染物含量，监测频率不少于两年一次，必要时进行生态清淤。

8.10.4 人类活动管理

8.10.4.1 人为损坏活动管理

- 1) 定期巡查并防止各类对滨岸带植被采收等人为损坏活动。
- 2) 禁止对水生动物采取商业捕捞行为。
- 3) 禁止损坏水体内及岸边水体净化装置、曝气增氧设备，以及河湖水体保护宣传标示等。

8.10.4.2 人类活动管理

定期巡查湿地内部、岸带周边等受影响范围内的水产养殖、自然资源开采、乱堆乱建、擅自放生等活动，防止影响河湖水质、水生态的人类活动发生。

8.10.4.3 垃圾清理

- 1) 应在径流入口处设置格栅，定期清理垃圾、水生植物残体。
- 2) 应定期清理河湖管理范围内外围输移进入湿地的垃圾，对水体表面漂浮垃圾，通过人工或机械的方式定期打捞。

8.10.5 适应性管理

- 1 水生态系统在时间和空间上的不确定性，建立生态系统保护与修复工程

全过程管理机制，根据生态监测和评估的结果，不断调整工程的各项管理措施。

2 整治工程完工验收且稳定运行一定周期后，在实际运行管理中发生因生态系统自然演替或突发事件而导致的与原设计方案及设计目标偏离现象时，应编制生态修复工程适应性管理方案。

附录 A 上海市土地综合整治工程类型区分布示意图



附录 B 上海市土地综合整治工程类型区划分表

上海市土地综合整治一级类型区	河口沙洲平原工程类型区	冈东滨海平原工程类型区	西部湖沼平原工程类型区
主体地域特征	主要包括长江河口的崇明、长兴、横沙、团结沙四个岛屿，主要由长江水体携带的大量泥沙淤积而成，该区成陆较晚，水资源较丰富，但地势低平，沟河水位高，地下水位较高，涝渍灾害较严重	分布范围包括“冈身”以东的上海、嘉定、川沙、南汇、奉贤等县，主要由不同时期的滨海沉积物组成，该区域地势较高，地下水位埋深 1m 以下	主要包括青浦、松江和金山三县，本区主要由较为封闭的碟形洼地组成，地势低洼，多低田、洼地，区域内湖荡众多，岛状地形发育，部分土体渍水较严重，土壤抗逆性弱，内排水性能差
主导限制性因素	1、土壤盐碱化严重，以壤土和粘土为主，偏碱或碱性；2、灌排条件差，缺乏灌排设施；3、地下水位较高，涝渍灾害较严重。	1、土壤不同程度地存在盐渍现象，土壤质地粘重，略显碱性，地下水矿化度高，部分有滞渍现象，土地基础肥力有下降趋势；2、灌排水体系尚不健全，丰水年暴雨后有短期洪涝发生。	1、土壤厚度较小，轻度盐渍在一定范围内存在，另有部分地区地势低洼，多低田洼地，且以囊水型、滞水型居多；2、地下水位高，土壤抗逆性弱，土地潜渍明显，内排水性能差，易板结和滞水；3、灌排设施不够完善。
土地综合整治工程重点和方向	1、科学布局排水系统，缩小排水设施服务范围，加大排水沟深度；且可适当抬高田面，降低地下水位，缓解反盐威胁。2、加强农田防护林建设，合理布局林带方向、林带间距和林带宽度，降低风害。3、着重对现有的排水沟、河道进行清淤，扩大过水能力，改善农田排灌系统，做到有灌有排，消除涝害、潜害，加速土壤脱盐	1、加强土壤改良力度，注重改善农田排灌系统，做到有灌有排，消除涝害、渍害，加快土地脱盐进度。2、在部分条件较好的地区进一步加强农田水利设施建设，修建灌溉斗、农渠，对原有设施进行更新、改造、新建，改善农田排灌系统，做到有灌有排，消除涝害、潜害，灌溉保证率达 90%	进一步完善农田水利设施建设，灌排分开，降低地下水位，消除涝害、渍害，开展土地平整等是今后土地综合整治工程的重点。

上海市土地综合整治工程模式	沿江平原工程模式	成陆土地工程模式	平原河网工程模式	水网圩田工程模式
土地综合整治工程措施组合方案	田块以条田形式为主；以河流、骨干沟渠为水源；灌溉方式为提水或自流灌溉；渠道特征主要为明渠布置；排水以自排方式为主；田间道为水泥混凝土或沥青碎石路面，部分为砂石路面，生产路为泥结碎石路面；农田林网类型为护路护沟林；其他工程主要为散户搬迁工程	田块以条田和台田结合的形式，条田为主台田为辅；以河流为水源；灌溉方式为提水或自流灌溉；渠道特征主要为明渠布置；排水以自排方式为主，强排为辅，部分渍水严重地区以强排为主；田间道为水泥混凝土或砂石路面，生产路为泥结碎石路面；农田林网类型为农田防风林和护路护沟林；其他工程主要为晒谷场、农业生产辅助用房建设、土壤洗盐排渍工程和散户搬迁工程	田块以条田形式为主；以河流、骨干沟渠为水源；灌溉方式为提水或自流灌溉；渠道特征主要为低压管道布置；排水以自排方式为主；田间道为水泥混凝土路面或砂石路面，生产路为泥结碎石路面；农田林网类型为护路护沟林；其他工程主要为晒谷场、农业生产辅助用房和散户搬迁工程	田块以台田形式为主，以条田形式为辅；以河流、骨干沟渠为水源；灌溉方式为提水或自流灌溉；渠道特征主要为明渠布置；排水以自排方式为主；田间道为砂石路面，生产路为砂石路面；农田林网类型为护路护沟林；其他工程主要为晒谷场、农业生产辅助用房和散户搬迁工程
典型县级行政区	老河口沙岛、长兴和横沙岛，位于崇明县南侧濒临长江部分，包括崇明县的绿华镇、三星镇、庙镇、港西镇、城桥镇、建设镇、新河镇、竖新镇、堡镇、向化镇（部分）、中兴镇（部分），长兴乡和横沙乡	新河口沙岛，分布在崇明县西北至东北部沿江沿海一带，包括崇明县的跃进农场、新海农场、新村乡、红星农场、东风农场、长江农场、长征农场、前进农场、前哨农场、团结沙垦区和陈家镇的沿海部分、浦东的曹路镇（东部）、合庆镇（部分）和机场镇，南汇的祝桥镇（部分）、老港镇、书院镇、泥城镇、大团镇、万祥镇、芦潮港镇、芦潮港农场、朝阳镇和惠南镇（部分），奉贤的四团镇、奉城镇（大部分）、海湾镇（部分）和柘林镇（部分）	平原河网工程模式主要分布在冈身以东的古、老、早滨海平原区，行政区划上包括嘉定区、宝山区、闵行区的全部、浦东新区、南汇县、奉贤县中扣除临海部分的盐化成陆土地工程模式地区、青浦的赵屯镇、白鹤镇、重固镇、华新镇和徐泾镇，松江的九亭镇和新桥镇（部分），金山区漕泾镇、金山卫镇、廊下镇、吕巷镇、干巷镇、亭林镇、张堰镇、山阳镇和松隐镇（部分）等地区	湖沼平原中的湖沼洼地和湖滨平原部分，行政区划上包括青浦区、松江区、和金山区中非水网圩田工程模式的乡镇

附录 C 上海市土地综合整治工程体系构建成果表

一级项目		二级项目		三级项目		备注
编号	名称	编号	名称	编号	名称	
1	土地平整工程	11	耕作田块修筑工程	111	条田	
				112	其他田块工程	
		12	耕作层地力保持工程	121	土地平整	
				122	表土剥离与回填	
				123	客土填充与土地翻耕	
				124	耕地地力保持指标	
2	灌溉与排水工程	21	水源工程	211	河道引水工程	
				212	泵站提水工程	
				213	蓄水工程	
		22	输水工程	221	低压管道	
				222	明渠	
		23	喷微灌工程	231	喷灌	
				232	微灌	
		24	排水工程	241	明沟	
				242	暗管	
		25	渠系建筑物工程	251	水闸	
				252	渡槽	
				253	倒虹吸	
				254	农桥	
				255	涵洞	
				256	放水口	
		26	泵站及输配电工程	257	下田道	
				261	泵站	
				262	输电线路	
				263	配电装置	
3	田间道路工程	31	田间道	311	田间道	
		32	生产路	321	生产路	
4	农田防护与生态环境保护工程	41	农田林网工程	411	农田防风林	

				412	护路护沟林	
				413	护岸林	
		42	岸坡防护工程	421	护坡工程	
				422	护脚工程	

附录 D 重金属离子次富集树种

编号	植物名称	拉丁学名	镉 Cd	铅 Pb	镍 Ni	砷 As	锌 Zn
1	杨树	<i>Populus</i>	√				
2	紫薇	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	√			√	√
3	广玉兰	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	√				
4	榆树	<i>Ulmus pumila</i> L.	√				√
5	柳树	<i>Salix babylonica</i>				√	
6	杨梅	<i>Myrica rubra</i>		√			
7	龙葵	<i>Solanum nigrum</i>	√				
8	盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>		√			
9	套娃九节	<i>Psychotria doarrei</i>			√		
10	桤木	<i>Alnus cremastogyne</i>		√			
11	旱柳	<i>Salix matsudana</i>		√			
12	泡桐	<i>Paulownia fortunei</i>		√			
13	卷柏	<i>Selaginella tamariscina</i>		√			
14	冬青树	<i>Ilex chinensis</i>		√			
15	雪松	<i>Cedrus</i>					√
16	南天竺	<i>Nandinadomestica</i>					√
17	红叶李	<i>Rosaceae</i>	√	√	√	√	√
18	女贞	<i>Ligustrum lucidum</i> Ait.	√			√	√
19	龙柏	<i>Plumeriarubra Acutifolia</i>	√	√			
20	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl.	√			√	√

附录 E 重金属超富集草木类植物

编号	植物名称	拉丁学名	镉 Cd	铅 Pb	镍 Ni	铬 Cr	砷 As	铜 Cu	锰 Mn	锌 Zn
1	大叶井口边草	<i>Pteris nervosa</i>					√			
2	蜈蚣草	<i>Pteris vittata</i> L.					√			
3	腺毛委陵菜	<i>Potentilla longifolia</i>					√			
4	糙苏	<i>Phlomis umbrosa</i>								
5	井栏边草	<i>Pteris multifida</i>					√			
6	斜羽凤尾蕨	<i>Pteris oshimensis</i>					√			
7	金钗凤尾蕨	<i>Pteris fauriei</i>					√			
8	天蓝遏蓝菜	<i>Thlaspi caerulescens</i>	√		√					√
9	灯芯草	<i>Juncus effusus</i>	√							
10	宝山堇菜	<i>Viola baoshanensis</i>	√							
11	龙葵	<i>Solanum nigrum</i>	√							
12	铁角蕨属植物	<i>Asplenium</i>	√							
13	海州香薷	<i>Elsholtzia hai-chowensis</i>						√		
14	鸭拓草	<i>Silene fortunei</i>						√		
15	金丝草	<i>Pogonatherum crinitum</i>								
16	圆叶遏蓝菜	<i>T. rotundifolium</i>		√						
17	石竹科米努草属	<i>Caryophyllaceae Minuartia</i>		√						
18	酸模	<i>Rumex acetosa</i>		√						
19	羽叶鬼针草	<i>Bidens aximawiczlana</i> Oett		√						
20	土荆芥	<i>Chenopodium ambrosioides</i>		√						

21	紫穗槐	<i>Sophora japonica</i>		√						
22	紫花苜蓿	<i>Medicago sativa</i>		√						
23	蜈蚣蕨	<i>Pteris vittata</i>		√			√			
24	凤尾蕨	<i>Pteris cretica</i>		√			√			
25	马鞭草	<i>Verbena officinalis</i>		√						
26	全叶马兰	<i>Kalimeris integrifolio</i>		√						
27	蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>		√						
28	茵陈蒿	<i>Artemisia capillaris</i>		√			√			√
29	黑麦草	<i>Lolium perenne</i> L.	√	√		√			√	√
30	柳叶碧	<i>Isachne globosa</i> (Thunb.)Kuntze		√						
31	白背叶	<i>Mallotus apelta</i> (Lour.) Muell.-Arg.								
32	匍匐叶下珠	<i>Phyllanthus serpentines</i>			√					
33	商陆	<i>Phytolacca</i> L.	√						√	
34	高山甘薯	<i>Ipomoea batatas</i> Lam						√	√	√
35	粗脉叶澳坚	<i>Macadamia neurophylla</i>							√	
36	鼠鞠草	<i>Gnaphalium offline</i>							√	
37	十字花科	<i>Brassieaceae</i>			√					
38	多花鼠鞭草	<i>Hybanthus florifundus</i>			√					
39	李氏禾	<i>Leersi ahexandra</i> Swartz			√	√		√		
40	车前草	<i>Plantago depressa</i> Willd				√				
41	庭芥	<i>Alyssum desertorum</i>			√					
42	岩芥菜	<i>Aethionema grandiflorum</i>			√					
43	东南景天	<i>Sedum alfredii</i> Hance	√							√

附录 F 陆域绿化植物推荐名录

序号	植物种类	拉丁名	植物形态				生态习性		
			种类	株高	花期	果期	耐盐碱	耐干旱	耐水湿
乔木									
1.	水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	落叶乔木	高达 35 米	2 月下旬	球果 11 月成熟	●	●	●
2.	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i>	落叶乔木	高 10-20 米	4-5 月	6-7 月	●	●	○
3.	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	常绿乔木	高可达 30 米	4-5 月	8-11 月	△	△	○
4.	合欢	<i>Albizzia julibrissin</i>	落叶乔木	高可达 16 米	6-7 月	8-10 月	○	●	△
5.	榉树	<i>Zelkova schneiderian</i>	落叶乔木	高达 15 米	3-4 月	10-11 月	○	○	○
6.	池杉*	<i>Taxodium ascendens</i>	落叶乔木	高可达 25 米	3-4 月	球果 10 月成熟	●	●	●
7.	垂柳*	<i>Salix babylonica</i>	落叶乔木	高达 12-18 米	3-4 月	4-5 月	●	●	●
8.	旱柳*	<i>Salix matsudana</i>	落叶乔木	高达 18 米	4 月	4-5 月	○	○	○
9.	枫杨*	<i>Pterocarya stenoptera</i>	落叶乔木	高达 30 米	4-5 月	果熟期 8-9 月	○	●	●
10.	玉兰*	<i>Magnolia denudata</i>	落叶乔木	高达 25 米	2-3 月	8-9 月	○	●	△
11.	广玉兰*	<i>Magnolia grandiflora</i>	常绿乔木	高可达 30 米	5-6 月	9-10 月	○	●	△

12.	刺槐*	<i>Robinia pseudoacacia</i>	落叶乔木	高 10-25 米	4-6 月	8-9 月	○	○	△
13.	紫叶李*	<i>prunns cerasifera</i>	落叶小乔木	高达 4 米	4 月	8 月	○	○	○
14.	梅*	<i>Armeniaca mume</i>	落叶小乔木	高达 15 米	冬春季	5-6 月	○	○	△
15.	樱花*	<i>Cerasus serrulata</i>	乔木	高 4-16 米	4 月	5 月	△	○	△
16.	乌柏*	<i>Sapium sebiferum</i>	落叶乔木	高可达 15 米	5-7 月	10-11 月	●	○	○
17.	垂丝海棠	<i>Malus halliana</i>	落叶小乔木	高可达 9 米	4-5 月	8-9 月	●	○	○
18.	鸡爪槭	<i>Acer palmatum</i>	落叶小乔木	高达 6~15 米	4-5 月	9-10 月	△	●	△
19.	黄山栎树	<i>Koelreuteria bipinnata</i> <i>var.integrifolia</i>	落叶乔木或灌木	高 15-25 米	6-7 月	9-10 月	●	●	○
20.	无患子	<i>Sapindus mukorossi</i>	落叶大乔木	高 20-25 米	5-6 月	10 月	△	△	○
21.	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	落叶乔木	高达 40 米	3-4 月	9-10 月	△	●	△
22.	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	落叶乔木	高 20-30 米	6-7 月	9-10 月	●	●	△
23.	楝树	<i>Melia azedarach</i>	落叶乔木	15 米	5 月	秋至翌春	●	○	●
24.	黄连木	<i>Pistacia chinensis</i>	落叶乔木	25 米	5 月	10 月	●	○	○
25.	光皮树	<i>Cornus wilsoniana</i>	落叶乔木	18 米	5 月	10 月	○	○	○
26.	墨西哥落羽杉	<i>Taxodium mucronatum</i>	半常绿乔木	20 米			●	△	●
27.	女贞*	<i>Ligustrum lucidum</i>	灌木	高可达 25 米	5-7 月	7 月至翌年 5 月	○	○	●

28.	碧桃*	<i>Amygdalus persica</i>	乔木	高 3-8 米	3-4 月	8-9 月	△	○	△
灌木									
29.	杞柳	<i>Salix integra</i>	灌木	高 1-3 米	5 月	6 月	○	○	○
30.	南天竹	<i>Nandina domestica</i>	常绿小灌木	高 1-3 米	3-6 月	5-11 月	○	●	○
31.	石楠	<i>Photinia serrulata</i>	常绿灌木	高 4-6 米	4-5 月	10 月	○	○	△
32.	杜鹃	<i>Rhododendron simsii</i>	落叶灌木	高 2-5 米	4-6 月	8-10 月	●	○	△
33.	枸骨	<i>Ilex cornuta</i>	常绿灌木	高 1-3 米	4-5 月	9-10 月	△	○	△
34.	夹竹桃*	<i>Nerium indicum</i>	常绿大灌木		花期	冬春季	○	●	○
35.	木芙蓉*	<i>Hibiscus mutabilis</i>	落叶灌木	高 2-5 米	9-10 月		●	△	○
36.	金叶女贞*	<i>Ligustrum vicaryi</i>	半常绿小灌木				○	○	○
37.	醉鱼草*	<i>Buddleja lindleyana</i>	灌木	高 1-3 米	4-10 月	8 月至翌年 4 月	○	○	○
38.	紫荆*	<i>Cercis chinensis</i>	落叶灌木	高 2-5 米	3-4 月	9-10 月	△	●	△
39.	绣线菊*	<i>Spiraea salicifolia</i>	落叶灌木	高 1-2 米	6-8 月	8-9 月	○	●	○
40.	火棘*	<i>Pyracantha fortuneana</i>	常绿灌木	高达 3 米	3-5 月	8-11 月	○	●	○
41.	海桐*	<i>Pittosporum tobira</i>	常绿灌木	高达 6 米	3-5 月	9 至 10 月	○	●	○
42.	红花檵木*	<i>Loropetalum chinense</i>	常绿灌木	高达 10 米	3-5 月	8 月	△	○	○
43.	云南黄馨*	<i>Jasminum mesnyi</i>	常绿灌木	高 3-4.5 米	花果期 3~4 月		○	○	○

44.	瓜子黄杨*	<i>Buxus sinica</i>	灌木	高 1-6 米	3 月	5-6 月	●	○	○
45.	桂花*	<i>Osmanthus fragrans</i>	常绿大灌木	高达 12 米	9-10 月上旬	翌年 3 月	△	○	○
46.	栀子*	<i>Gardenia jasminoides</i>	常绿灌木	高 0.3-3 米	3-7 月	5 月至翌年 2 月	△	△	○
47.	木槿*	<i>Hibiscus syriacus</i>	落叶灌木	高 3-4 米	7-8 月	10-11 月	○	●	○
48.	凤尾兰*	<i>Yucca gloriosa</i>	常绿灌木	株高 50-150 厘米	5-8 月	8-9 月	○	●	●
49.	海滨木槿	<i>Hibiscus hamabo</i>	落叶灌木	2-4 米	7-9 月	10-11 月	●	○	●
50.	小叶蚊母树	<i>Distylium buxifolium</i>	常绿灌木	2 米	3-4 月	10 月	●	○	●
51.	贴梗海棠	<i>Chaenomeles speciosa</i>	落叶灌木	2 米	3-4 月		○	○	△
52.	棣棠	<i>Kerria japonica</i>	落叶灌木	2 米	4 月		○	○	△
53.	金叶大花六道木	<i>Abelia grandiflora</i>	常绿灌木	2 米	6-9 月		○	○	△
54.	金钟花	<i>Forsythia viridissima</i>	落叶灌木	2 米	3-4 月		●	●	△
草本									
55.	麦冬	<i>Liriope spicata</i>	常绿草本植物	高 30 厘米	5-8 月	8-9 月	○	●	○
56.	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	低矮草本植物	高可达 30 厘米	5-10 月开花		●	●	●
57.	条穗苔草	<i>Carex nemostactachys</i>	半常绿多年生草本	高 20 厘米			●	●	●
58.	狼尾草	<i>Setaria viridis</i>	多年生草本	高 30-120 厘米			●	●	●
59.	酢浆草	<i>Oxalis corniculata</i>	多年生草本	高 10-35 厘米	2-9 月	2-9 月	○	●	●

60.	白三叶	<i>Trifolium repens</i>	多年生草本	高 10-30 厘米	4-11 月		△	○	○
61.	美人蕉*	<i>Canna indica</i>	多年生草本	高可达 1.5 米	3-12 月花红色、黄色		○	○	○
62.	鸢尾*	<i>Iris tectorum</i>	多年生草本	高约 30-50 厘米	4-6 月，花多色	6-8 月	○	●	●

注：

1 陆域绿化树种配置可参考但不限于本名录所列植物。本名录中，物种名后带有*号的，表示该物种为栽培种，其余物种为乡土物种，判定依据为上海数字植物志。

2 耐盐碱：指植物在盐渍环境生长的能力，●表示“耐盐碱能力强”；○表示“耐盐碱能力一般”；△表示“耐盐碱能力差”。

3 耐干旱：指植物在水分缺失环境下生长的能力，●表示“耐干旱能力强”；○表示“耐干旱能力一般”；△表示“耐干旱能力差”。

4 耐水湿：指植物在水淹环境下生长的能力，●表示“耐水湿能力强”；○表示“耐水湿能力一般”；△表示“耐水湿能力差”。

附录 G 部分水生植物种植种类选择及特性表

序号	生活型	种名	栽植方式和时间				适宜湿地类型	参考种植密度 (株、丛、头/m ²)
			播种	扦插	分蘖/分株	根茎等		
1	挺水、湿生和沼生型植物	水蕨			5~7 月		湖泊、池塘	5~10
2		菖蒲	3~4 月		3~11 月	3~10 月	滨岸带	10~16
3		石菖蒲	3~4 月		全年	全年	滨岸带	10~15
4		黄菖蒲	4~5 月		3~7 月	全年	滨岸带	10~12
5		玉蝉花	1~5 月		3~8 月	全年	滨岸带	12~16 丛/ m ² , 5~8 芽/丛
6		溪荪	4~9 月		3~B 月	全年	滨岸带	12~16 丛/ m ² , 5~8 芽/丛
7		鸂尾	9~10 月		3~8 月	全年	滨岸带	10~20
8		灯芯草	3~4 月		全年	全年	滨岸带	8~12
9		菰	3~5 月		4~5 月	全年	湖泊、河流、池塘、水库岸边	4~10
10		香蒲	3~5 月		4~5 月	全年	均可	7~10
11		水烛	3~5 月		4~5 月	全年	均可	10~25
12		芦竹	3~5 月		4~5 月	全年	水库、河流、湖泊的岸边	6~9
13		花叶芦竹	3~5 月		4~5 月	全年	水库、河流、湖泊的岸边	6~10
14		慈菇	3~5 月			4~6 月	池塘、沼泽以及水库、河流、湖泊的近岸区	8~10
15		水葱	3~4 月		3~6 月		均可	8~12
16		花叶水葱	3~4 月		3~6 月		均可	10~12
17		千屈菜	3~4 月	3~4 月	4~5 月		池塘、沼泽以及水库、河流、湖泊的近岸区	12~16

18		泽泻	3~5 月			4~5 月	池塘、沼泽以及水库、河流、湖泊的近岸区	16~25
19		芦苇	3~5 月	8~10 月	3~5 月	全年	湖泊、沼泽、水库	16~36
20		花蔺	4~5 月		4~8 月	4~5 月	池塘、河边、湖泊浅水中	20~26
21		马蔺	3~4 月		4~5 月	4~5 月	滨岸带	20~25
22		野芋	4~5 月		3~6 月	4~6 月	浅水区、林下湿地	10~15
23		紫杆芋(紫芋)	4~5 月		3~6 月		浅水区、林下湿地	4~9
24		美洲蜘蛛兰			4~6 月		林下湿地	6~8
25		再力花	4~5 月		5~10 月	全年	湖泊、河流、池塘、沼泽	2~3 丛/ m ² , 10~20 芽/丛
26		早伞草	3~4 月		4~8 月		沼泽	10~12
27		美人蕉	4~5 月		4~8 月	全年	浅水区、滨岸带	4~6
28		莲	3~4 月		4~8 月	全年	湖泊、河流、池塘	1 株/1~2m ²
29		泽苔草	3~4 月		4~10 月	全年	湖泊、池塘	20~30
30		梭鱼草	3~4 月		3~8 月	全年	河道、池塘、湖泊、人工湿地	3~5 丛/ m ² , 12 芽/丛
31		荸荠			5~6 月	球茎 4~5 月	浅水区	10~12
32		蔗草	3~4 月		3~8 月	全年	池塘、沼泽	8~10
33		天胡荽	8~10 月		4~8 月	全年	水库坡岸	10~20
34		双穗雀稗	3~4 月	4~5 月	4~10 月	全年	池塘、沼泽、河流	10~15
35		水韭			4~8 月	孢子 5~10 月	沼泽	10~20
36		红蓼	3~4 月				湖泊、池塘、沼泽	15~30
37		矮蒲苇			3~5 月		滨岸带	1~2
38		戴菜	3~4 月	4~6 月	3~8 月	3~5 月	湿地岸边、林下湿地	5~10
39		花叶冷水花	4~5 月		4~10 月		湿地公园	10~20
40		山梗菜	3~5 月		4~5 月	全年	湿地公园、水库坡岸	15~30
41		落新妇	3~4 月				林下湿地、湿地公园、河边	20~30

42		泽珍珠菜	3~4 月				水库林下湿地、湿地公园、河流湿地	6~10
43		姜花	3~4 月		3~6 月	全年	湿地公园、林下湿地、河滨	8~10
44		问荆			5~8 月	孢子随采随播	河滨	20~30
45		节节草			5~8 月	孢子随采随播	河滨	20~30
46		紫萁			5~8 月	孢子随采随搭	林下湿地、岸边	10~20
47		荻	3~4 月	5~8 月	3~4 月	全年	沼泽、滨岸带	3~5
48		毛茛	9~10 月		生长季		湖泊、河流浅水区	25~35
49		肉根毛茛	10~4 月				湖泊	25~35
50		萱草	11~12 月		5~9 月	全年	湿地公园、林下湿地、水库坡岸	10~30
51		鸭跖草	2~3 月	4~8 月	4~8 月		湿地公园、河流岸边	5~10
52		水竹叶	2~3 月		4~8 月		湿地公园、河流岸边	20~30
53		细叶莎草	3~4 月		4~8 月	全年	沼泽、浅水湖泊	10~12
54		班茅	3~4 月		3~5 月	全年	水库坡岸	3~4
55		砖子苗	3~4 月				沼泽	10~20
56		蹄叶橐吾/橐吾	3~4 月		3~10 月	全年	湿地公园、河边、沼泽	15~20
57		金荞麦	3~4 月		4~7 月	全年	沼泽、湿地公园	20~30
58		驴蹄草	3~4 月		4~8 月	全年	湿地公园	6~10
59		水田碎米荠	10~3 月				治泽、河流、湖泊	20~30
60		白耳菜	3~4 月		4~8 月		湿地公园、林下湿地	10~30
61		显脉香茶菜	3~4 月	5~8 月	5~8 月	全年	湿地公园、林下湿地	10~20
62		水苏	3~4 月	5~8 月	5~8 月	全年	湿地公园、沼泽	6~10
63		朝天委陵菜	11~4 月				湖泊滩涂	10~20
64		薄荷	3~4 月		4~5 月	全年	湿地公园	5~10
65		三白草	3~4 月		4~5 月	全年	湿地公园	20~30

66		水车前	3~4 月				湖泊、池塘	1 株/1~2m ²
67		陌上萱	10~3 月		12~2 月	全年	湖泊滩涂、河流岸边	40~50
68		石蒜	11~3 月		10~3 月	全年	湿地公园、水库林下湿地	5~10
69		忽地笑	11~3 月		10~3 月	全年	湿地公园、水库林下湿地	5~10
70		卷丹		10~11 月		9~11 月	湿地公园、水库林下湿地	3~5
71		慈菇	4~5 月			全年	沼泽	3~4
72		水芹	11~3 月	4~10 月	4~10 月	全年	沼泽	20~30
73		藜草	9~10 月		10~5 月	全年	沼泽	10~20
74		狗牙根	全年		全年	全年	沼泽、滨岸带	10~20
75		石龙尾	11~4 月		全年		沼泽、池塘、湖泊	40~50
76	沉 水 植 物	苦草	3~4 月		5~8 月	全年	湖泊、池塘、河流	40~60
77		刺苦草	3~4 月		5~8 月	11~5 月	湖泊、池塘、河流	40~60
78		黑藻/轮叶黑藻	3~5 月	4~8 月	4 月	芽殖体 12~3 月	湖泊、池塘、河流	25~36, 芽孢每亩用种 500~1000 克; 扦插每亩按 30~50 kg
79		狐尾藻	3~4 月	4~8 月	全年		湖泊、池塘、河流	10~20
80		穗状狐尾藻	3~4 月	4~8 月	全年	断枝或根状茎的方式进行	湖泊、池塘、河流	10~20
81		金鱼藻	3~4 月	4~8 月	断体繁殖 3~8 月		湖泊、池塘、河流	1 丛/m ² , 700 蓬/亩
82		黄花狸藻	3~4 月	4~8 月	4~8 月		湖泊、池塘、沼泽	20~30
83		菹草	3~4 月	11~4 月	11~4 月	芽殖体 10~3 月	湖泊、池塘、河流	20~30, 芽孢每亩用种 0.7~1.5 kg; 代根扦插培养每亩按 20~40 kg
84		大茨藻	3~7 月		3~6 月		湖泊、池塘、河流	20~30
85		小茨藻	3~7 月		3~6 月		湖泊、池塘、河流	20~30
86		竹叶眼子菜	3~4 月	4~8 月	3~10 月	断体繁殖	湖泊、池塘、河流	4~6

87		微齿眼子菜	3~4 月		3~6 月	断体繁量	湖泊、池塘	4~6
88		篳齿眼子菜	3~4 月	4~8 月	4~10 月	断体繁整	湖泊、池塘、河流	4~6
89	浮 叶 植 物	蘋(苹、萍)		5~8 月	1~8 月	4~8 月	静水小水体、湿地认知园	40~50
90		睡莲	3~4 月		4~8 月	4~8 月	池塘	1~2
91		亚马逊王莲	4~5 月		3~6 月	球基 4~6 月	湿地公园	1 株/3~5m ²
92		金银莲花	3~4 月	4~6 月	5~6 月	4~9 月	湖泊、池塘	20~30
93		萍蓬草	3~4 月		5~6 月	4~9 月	湖泊、池塘、河流	1~2
94		荇菜	3~5 月		3~7 月	4~9 月	均可	3~4
95		芡	10~4 月				湖泊、池塘	1 株/4~6m ²
96		莼菜	3~5 月	4~5 月	4~5 月		湖泊、池塘、河流	10~12
97		菱(野菱)	10~4 月		5~6 月		湖泊、池塘、河流	3~5
98		乌菱	10~4 月		5~6 月		湖泊、池塘、河流	3~5
99		茶菱		4~6 月	1~6 月		湖泊、池塘、河流	20~30
100		雨久花	3~4 月		3~6 月		池塘	15~30
101		鸭舌草	3~4 月		3~6 月		湖泊、池塘、河流	25~35
102	漂 浮 植 物	风眼莲	2~4 月		4~9 月		池塘	20~30
103		水鳖	3~4 月		3~8 月		湖泊、池塘	10~15
104		槐叶萍			3~6 月		静水小水体、湿地公园	60~80
105		满江红			4~6 月		静水小水体、湿地公园	90~100
106		大藻			4~8 月		池塘、水库	15~20

附录 H 湿地整治现场记录表

项目		描述	备注
地形	地形起伏状况		
	高程		
	坡度		
	坡向		
	方位		
土壤	类型		
	质地		
	pH 值		

	有机质含量		
	营养状况		
	压实度		
	透水性		
	污染状况		
	泥炭层厚度		
水文与水环境	水源		
	水量		
	水质		
	水深		
	地下水位		
	淹没和饱和期		

	季节性涨落		
	洪泛持续时间和频率		
植物	地带性植被类型和现有植被类型		
	湿生植物和中生植物分布格局及优势度		
	种类		
	生活型		
	生活习性		
	耐阴性		
	耐寒性		
	杂草生长潜力		
	植被结构		
	乡土植物		

	珍稀濒危特有植物		
	珍稀濒危植物的特殊生境需求		
	土壤种子库		
	外来物种入侵情况		
动物	种类		
	种群数量		
	生活习性		
	食物来源		
	分布		
	栖息地质量		
	迁徙廊道		
	迁徙习性		

	庇护场所		
	筑巢条件		
	繁殖条件		
社会经济	人口数量		
	地区经济发展水平		
	地方财政收入		
	城镇居民收入水平		
文化特征	生活习俗		
	文化遗产		
	公众湿地保护意识		
人为干扰	干扰源		
	干扰程度		
	是否为不可逆干扰		

附录 I 生态护岸材料选用及特性表

护岸材料类型	适用条件	优点	缺点
石笼	河道流速一般不大于 4m/s	抗冲刷、透水性强、施工简便、生物易于栖息	水生植物恢复较慢
生态袋	河道流速一般不大于 2m/s	地基处理要求低、施工和养护简单	材料采购控制要求高，部分材料绿化效果、耐久性、稳定性较差
生态混凝土块	河道流速一般不大于 3m/s	抗冲刷、透水性较强	生物恢复较慢
开孔式混凝土砌块	河道流速一般不大于 3m/s， 坡比在 1:2 及更缓时使用	整体性、透水性好、施工和养护简单	生物恢复较慢
叠石	对坡比及流速一般没有特别要求， 可适用于冲蚀严重的河道	施工简单、生物易于栖息	水生植物恢复较慢
干砌块石	对坡比及流速一般没有特别要求， 可适用于高流速、岸坡渗水较多的河道	透水性强、施工简便	生物恢复较慢
网垫植被类	坡度在 1: 2 及更缓时使用， 河道流速一般不大于 2m/s	生态亲和性较佳，生物恢复较快	材料采购控制要求高，部分材料耐久性一般
植生土坡	坡度在 1: 2.5 及更缓时使用， 河道流速一般不大于 1.0m/s	生态亲和性佳	不耐冲刷、不耐水位波动
抛石	坡度在 1: 2.5 及更缓时使用	透水性强、施工简便	在石缝中生长植物，植物覆盖度不高

附录 J 上海湿地中常见的外来入侵植物

序号	植物名称	拉丁名	所属科	图片	生态学特性	原产地
1	凤眼莲	<i>Eichhornia crassipes</i>	雨久花科		多年生草本，浮水或生泥沼中。繁殖方式以无性为主，依靠匍匐枝与母株分离方式，植株数量可在 5 天内增加 1 倍。长生于水库、湖泊、池塘、沟渠、流速缓慢的河道、沼泽地和稻田中	巴西东北部；现分布于全世界温暖地区
2	空心莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	苋科		多年生草本，以茎节行营养繁殖；旱地型肉质贮藏根受刺激时可产生不定芽。生长高峰期每天可生长 2~4cm。花期 5~10 月，常不结实	南美洲；世界温带及亚热带地区广泛分布
3	互花米草	<i>Spartina alterniflora</i>	禾本科		多年生草本，生于潮间带。植株耐盐耐淹，抗风浪。种植可随风浪传播。根系分布深达 60cm 的滩土中，单株一年内能繁殖几十甚至上百株	美国东南部海岸；在美国西部和欧洲海岸广泛分布

4	大藻	<i>Pistia stratiotes</i>	天南星科		多年生水生漂浮草本。主茎缩短、有白色成束的须根；匍匐茎从叶腋间向四周分成，茎顶端发出新植株，植株莲座状	原产巴西；现分布于热带和亚热带
5	豚草	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	菊科		一年生草本，生于荒地、路边、沟旁或农田中，适应性广，种子产量高，主要依靠水、鸟和人携带传播，抗逆性极强	北美洲；在世界各地广泛分布
6	毒麦	<i>Lolium temulentum</i>	禾本科		一年生草本，高 20~120cm.叶片扁平，质地较薄，边缘微粗糙。穗型总状花序。花果期 6~7 月	原产欧洲地中海地区
7	石茅	<i>Sorghum halepense</i>	禾本科		多年生禾草，有根状茎。秆直立，高 100~150cm。叶宽线性至线状披针形。圆锥花序	原产地中海地区

8	土荆芥	<i>ysphania ambrosioides</i>	藜科		一年生或多年生草本，高 50~80cm，有强烈香味。茎直立，多分枝。叶片矩圆状披针形至披针。花两性及雌性，绿色。花期和果期时间很长	原产中、南美洲
9	刺苋	<i>Amaranthus spinosus</i>	苋科		一年生草本，高 30~100cm，茎直立，多分枝，绿色或带紫色。叶片菱状卵形或卵状披针形。圆锥花序腋生及顶生；胞果矩圆形，种子近球形，黑色或带棕黑色。花果期 7~11 月	原产热带美洲
10	加拿大一枝黄花	<i>Solidago canadensis</i>	菊科		多年生草本，具长根状茎。茎直立。花果期 7~11 月。	原产北美；在北半球温度栽培

附录 K 部分水生动物种特性表

	种 类	拉丁名	图 片	投 放 要 求	生 物 特 性
鱼 类	白 鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		50-100g/ 尾, 鲢、 鳙鱼尽量 不要混养	滤食性鱼类, 主食浮游生物, 鱼苗阶段仍以浮游动物为食。行动敏捷, 争食力强, 喜在沿江附属静水水体肥育, 冬季回到干流河床或在湖泊深处越冬。
	鳙 鱼	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>		50-100g/ 尾, 鲢、 鳙鱼尽量 不要混养	滤食性鱼类, 主食浮游动物、部分浮游植物。行动迟缓, 争食力弱。
	鲫 鱼	<i>Carassius auratus auratus</i>		50-100g/ 尾	杂食性鱼类, 食性广、适应性强、繁殖力强、抗病力强、生长快、对水温要求不高, 便于养殖。
	鲤 鱼	<i>Cyprinus carpio</i>		50-100g/ 尾	杂食性鱼类, 适应性强, 耐寒、耐碱、耐缺氧。单独或成小群地生活于平静且水草丛生的泥底的池塘、湖泊、河流中。
	翘 嘴 鲌	<i>Culter alburnus</i>		50-100g/ 尾	杂食性鱼类, 以水中的浮游生物为主要食物来源。多生活在水的中上层。
	细 鳞 斜 颌 鲂	<i>Xenocypris microlepis</i>		50-100g/ 尾	杂食性鱼类, 喜生活在江河、湖泊、水库等较开阔的水体里, 栖息于水体的中下层。有集群摄食、活动的习性, 一般冬季群栖于开阔水面的深水处, 春暖后分散活动、觅食。
	草 鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>		50-100g/ 尾	草食性鱼类, 栖息于平原地区的江河湖泊, 一般喜居于水的中下层和近岸多水草区域。

	鳊鱼	<i>Parabramis pekinensis</i>		50-100g/尾	草食性鱼类, 以苦草、轮叶黑藻、眼子菜等水生维管束植物为主要食料。平时栖于水的中下层, 比较适于静水性生活。
	鳊鱼	<i>Siniperca chuatsi</i>		50-100g/尾	肉食性鱼类, 以鱼类和其他水生动物为食。喜欢栖息于江河、湖泊、水库等水草茂盛较洁净的水体中。
甲壳类	青虾	<i>Macrobrachium nipponense</i>		体长 2-3cm 左右	杂食性动物, 幼虾阶段以浮游生物为食, 自然水域中的成虾主要食物是各种底栖小型无脊椎动物、水生动物的尸体、固着藻类、多种丝状藻类、有机碎屑、植物碎片等。通常栖息在水草丛中。
螺类	田螺	<i>Viviparidae</i>		螺壳高 4~7mm	食性杂, 在自然环境中, 主要吃水生植物嫩茎叶、藻类、细菌和有机碎屑等, 也滤食浮游生物, 喜欢夜间活动和摄食, 可自然繁殖。
	沼螺	<i>Parafossarulus</i>		螺壳高 10-12mm	成螺栖息于有水草孳生的溪流、湖泊、沟渠和池塘内, 匍匐在水草上或在水底爬行。
蚌类	河蚌	<i>Unionidae</i>		体长 6cm 左右	滤食性动物, 食物主要是单胞藻、原生动物和有机碎屑等。生活在淡水湖泊、池沼、河流等水底, 半埋在泥沙中。

附录 L 生态需水标准计算方法

L.1 水文学方法

L.1.1 当对于数据的要求不高，不需要考虑生物参数及其相互影响时，或者对于优先度不高的河段，可采用水文学方法。水文学方法也可作为其它方法的一种粗略检验。

注1：水文学方法是确定一个保护河流流量权所需的最小流量标准。这种方法属于非现场类型的方法，根据流量的历史资料而不是现场测量数据来推导河流流量推荐值。

注2：水文学方法的优点是计算简单，容易操作，对于数据的要求不高，但由于过于简化了河流的实际情况，没有直接考虑生物参数及其相互影响，同时，由于受气候、人为污染等因素的影响并不能完全反映出河流生态需水的实际情况，只能在优先度不高的河段使用，或作为其它方法的一种粗略检验。）

L.1.2 水文学方法主要有Tennant法（或Montana法）、7Q10法和Texas法。

L.1.3 在考虑保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流流量状况下，按照年平均流量的百分数来推荐河流基流时可使用Tennant法：

1、根据流量级别及其对生态的有利程度，将河道内生态环境需水量确定为从“极差”到“最大”共8个级别；

2、对不同级别推荐了河流生态流量占多年平均流量的百分比。

L.1.4 7Q10法可用于计算污染物排放对水生物长期影响效果的水质标准设计流量，采用90%保证率最枯连续7天的平均流量作为河流最小流量设计值。

注：7Q10法为美国考虑水质因素确定河道内生态环境需水的方法，即美国环保署通过研究表明基于水文学的7Q10法和基于生物学的4B3法的计算结果十分接近，因而建议以此作为污染物排放对水生物长期影响效果的水质标准设计流量。此后，美国联邦政府和许多州政府通过立法将7Q10法作为确定河道内基流的计算方法。7Q10法在20世纪70年代传入我国并在许多大型水利工程建设的环境影响评价中得到应用。

L.2 水力学方法

L.2.1 根据河道水力参数（如宽度、深度、流速和湿周等）确定河流所需流量，所需水力参数可以实测获得，也可以采用曼宁公式计算获得。

注：水力学方法需要确定这些水力学参数与流量之间的关系，通常能够绘成一条光滑曲线，曲线存在某个特殊点被称为阈值，流量低于此值，生态环境质量就会降低，此阈值即为保证生态环境质量不恶化的最小流量。其理论依据基于以下假设：保证一些被选定的水力学参数的阈值，将会保证整个生物区或生态系统的完整性。

L.2.2 水力学方法代表方法有湿周法和水力学模型（R2-CROSS）等。

L.2.3 湿周法适用于宽浅河道：

1、根据河道断面的断面资料确定水位-湿周关系，并结合水文学中的水位-流量关系，确定流量-湿周关系；

2、找出流量-湿周关系图中变化曲折的临界点，将临界点的流量值作为保持河道内生态需水的流量值，由此流量值求得全年的生态环境需水量。

注：湿周法是一种水力学计算方法，其主要依据是水力学研究中得到的基本认识。通常湿周随着河流流量的增大而增加，然而当湿周超过某临界值后，即使河流流量的大幅增加也只能导致湿周的微小变化。只要保护好作为水生物栖息地的临界湿周区域，也就基本上满足了临界区域水生物栖息保护的最低需求。将河流临界湿周作为水生物栖息地质量指标估算相应河流生态需水量时，所得的流量会受到河道形状的影响。

L.2.4 水力学模型法能为其它方法提供水力学依据，可与其它方法相结合使用。

注：水力学模型法的优点是只需进行简单的现场测量，不需详细的物种—生境关系数据，故数据容易获得。但是该方法体现不出季节变化因素，通常不能用于确定季节性河流的流量。例如，水力学模型法R2-Cross法目前仍在使用，尽管其基本形式已有30多年的历史了，但是，和湿周法相比，其应用仅局限于某个区域。在美国科罗拉多州，这种方法是当地冷水河流确定生态流的标准方法，在全州范围内应用。和其它一些水力学评价方法一样，该方法依赖水力学模型R2-Cross来确定流量和河道水力学特性之间的关系，并参考专家意见和关键的水力参数，最终得出（鱼类）生态需水量。近年来水力学评价方法本身很少有新的发展，但是这些方法已经在推动更加先进的栖息地模拟生态流方法的发展中起到了关键作用。

L.3 栖息地模拟法

L.3.1 采用河道内流量增量法IFIM评价水资源开发对下游水生生物栖息地的影响。IFIM分析的重点应是目标物种而非整个河流生态系统。

L.3.2 IFIM需考虑的主要指标有流速、最小水深、底质情况、水温、溶解氧、总碱度、浊度、透光度等。

注：世界各国使用的栖息地模拟法约有58种（占总数的28%），仅次于水文生态流评价方法。但其中约有半数历史上只在美国用过几次的专用水力法，例如Idaho法是从上述早期较简单方法中，逐渐发展出复杂的生态流评价方法的一个分支，代表当前的最高水平。IFIM法的优点在于能将生物资料与河流流量相结合，使其更具有说服力。但是传统IFIM法分析的重点是目标物种而非整个河流生态系统，因此，它的输出结果也非整个河流管理计划所要求的流量推荐值。因为定量化的生物信息较难获得，所以大大限制了该方法的使用。

L.4 综合法

L.4.1 需对流量大小变化与相应的河流生态系统进行长年的观测，通过流量的变化对河流生态与环境的影响分析，界定不同流量。

注：该方法的典型代表是BBM法（building block methodology），目前该法在南非得到了较为广泛的应用。BBM法集中于流量的变化对河流生态与环境的影响分析，需要对流量大小变化与相应的河流生态系统进行长年的观测，对不同流量的界定非常关键，整个过程需要由水生生态学家和水利工程师等多学科团体的参与，较为复杂，使用起来比较困难。

L.5 水文变化的生态限度法（ELOHA）

L.5.1 针对河流大规模取水以及水库径流调节改变了自然水文情势的河流，建立特定河流水文情势变化与生态响应定量关系（简称水文-生态关系），确定环境流标准，制定取水标准和改善水库调度方案。

L.5.2 对规划中的大坝项目或其他水资源开发项目，预测大坝建设和河流开发后的生态响应，评估大坝及河流开发的生态影响，优化大坝、水库的规模以及梯级开发总体布置方案。建立水文情势变化与生态响应定量关系构建环境流标准的方法ELOHA步骤见图L.5.1。

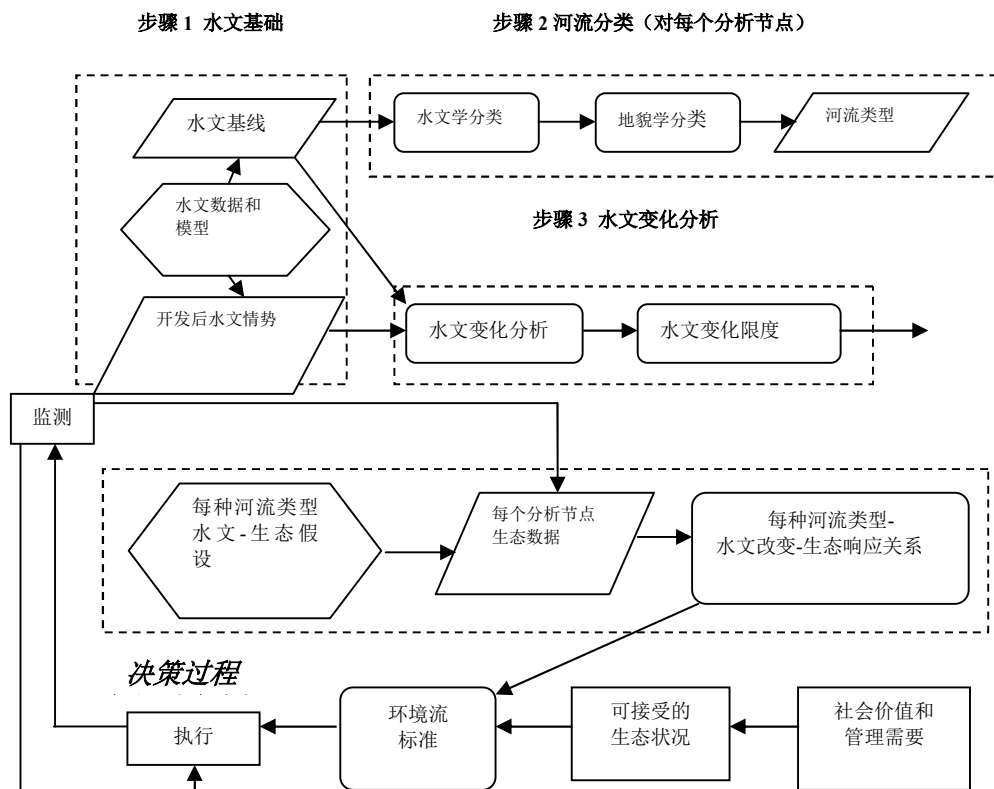


图 L.5.1 水文变化的生态限制（ELOHA）框架

L.5.3 水文-生态关系是建立环境流的基础。描述水文-生态关系，可以建立下列3种函数关系：

$$E = f(\Delta Q) \quad (\text{L.5.3-1})$$

式中 E —生态特征；

ΔQ —与自然水流相比水文状况改变；

$$\Delta E = f(\Delta Q) \quad (\text{L.5.3-2})$$

式中 ΔE —相对于参考状态的生态特征变化；

ΔQ —与自然水流相比水文状况改变；

$$E = f(Q) \quad (\text{L.5.3-3})$$

式中 E —期望生态特征；

Q —水文参数。

L.5.4 水文-生态关系有3种类型，即线性、有阈值和非线性。如图L.5.4所示。

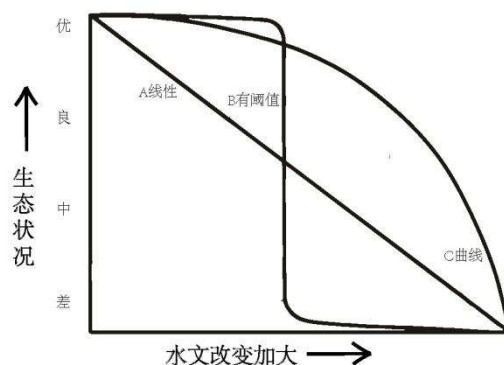


图 L.5.4 水文改变-生态响应关系示意图

说明：横坐标为水文改变，纵坐标为生态状况。A线表示线性关系；B表示有阈值；C表示非线性关系。

注：一般认为，水文-生态响应关系多为非线性。具有阈值的水文-生态关系，表示了一种突变形式。阈值标志着生态系统或有价值的生态要素已经超越弹性界限，反映系统崩溃或者出现一种不期望的生态状态。

L.5.5 需建立水文和生物数据的大型数据库，通过选择参数、加工分析最终建立水文-生态关系。

L.5.6 选择水文数据时，不需要使用自然水流范式理论提出的5种组分、33个指标的全部数据，只需要选择其中部分数据构建水文-生态关系。如极端低流量、小洪水、高流量脉冲、大洪水，洪水发生时机、低流量持续时间等都是常用的参数。

L.5.7 选择水文数据的原则如下：

- 1、能够表现水文情势变化特征；
- 2、对于水文情势变化具有敏感性；
- 3、易于计算；
- 4、与生态响应具有明显的关联性；无冗余。

L.5.8 通过回归分析可拟合水文-生态函数曲线。

注：回归分析的方法很多，包括一元线性回归，抛物线回归，可化成线性回归的曲线回归等。目前在ELOHA中常用分位数回归（Quantile regression）和广义线性模型GLM (Generalized Linear Modeling)。

本规范用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 文中应按其他有关标准执行的写法“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1、SL252 水利水电工程等级划分及洪水标准
- 2、GB 5084 农田灌溉水质标准
- 3、GB 18306 中国地震动参数区划图
- 4、GB/T 20203 农田低压管道输水灌溉工程技术规范
- 5、GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
- 6、SL 18 渠道防渗工程技术规范
- 7、GB/T 50085 喷灌工程技术规范
- 8、DG/TJ 08-2058 生态公益林建设技术规程
- 9、GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准
- 10、GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准
- 11、GB/T 14848 地下水质量标准
- 12、GB/T 18337.2 生态公益林建设 规划设计通则
- 13、GB/T 18337.4 生态公益林建设 检查验收规程
- 14、GB/T 16453 水土保持综合治理技术规范
- 15、GB 50007 建筑地基基础设计规范
- 16、GB 50011 建筑抗震设计规范
- 17、LY/T1607 造林作业设计规程
- 18、GB/T 38509 滑坡防治设计规范
- 19、GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范
- 20、GB 50010 混凝土结构设计规范
- 21、GB/T 38360 裸露坡面植被恢复技术规范
- 22、《全国海岸线修测技术规程》（自然资办函〔2019〕1187号）
- 23、DB31/T 1243 互花米草生态控制技术规范
- 24、T/CAOE 21.3 海岸带生态减灾修复技术导则 第3部分：盐沼
- 25、CJJ37 城市道路设计规范
- 26、CJJ75 城市道路绿化规划与设计规范
- 27、T/CAOE 20.4 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第4部分：盐沼

- 28、GB/T 17501 海洋工程地形测量规范
- 29、GB/T 112763.6 海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查
- 30、GB/T 51015 海堤工程设计规范
- 31、海堤生态化建设技术指南（试行）
- 32、SL 72 水利建设项目经济评价规范
- 33、人工鱼礁建设项目工程质量评价技术规范
- 34、SC/T 9417 人工鱼礁资源养护效果评价技术规范
- 35、《全国湿地资源调查技术规程》（国家林业局，2008）
- 36、SL 709 河湖生态保护与修复规划导则
- 37、SL/Z 467 生态风险评价导则
- 38、GB/T 50145 土的工程分类标准
- 39、NB/T 35054 水电工程过鱼设施设计规范
- 40、SCT 9401 水生生物增殖放流技术规程
- 41、NB/T 35037 水电工程鱼类增殖放流站设计规范
- 42、NB/T 35053 水电站分层取水进水口设计规范
- 43、LY/T 1755 国家湿地公园建设规范
- 44、GB 51192 公园设计规范
- 45、GB8978 污水综合排放标准

上海市工程建设规范
国土综合整治工程技术规范
DG/TJ**-**-**
条文说明

上海市规划和自然资源局

二零二一年十月

1总则

1.0.1 根据中共中央国务院发布的《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》中，国土综合整治是实施国土空间规划、落实用途管制的重要手段。国土空间规划是根据自然环境的演变、经济社会目标的改变及相互影响而作出的整体综合规划，国土综合整治也不应限于土地要素的调整，因此，在对象上，应由“田水路林村厂”综合整治转向“山水林田湖草”系统治理和城乡建设用地统筹协调，促进人与自然和谐发展；另一方面，上海市需开展的国土综合整治工作尚无统一标准。本标准的制定使得上海市拟开展的国土综合整治工程建设能够做到有据可依，可以在标准的指导下合理确定各国土综合整治具体工程建设技术标准，确保工程建设质量和工程效益。

1.0.2 长期以来，我国始终坚持节约资源、保护环境和保护耕地的基本国策，全民生态文明意识逐步增强。从党的十八大报告明确提出要“大力推进生态文明建设”，并将其纳入社会主义现代化建设“五位一体”总布局到党的十九大报告提出“坚持人与自然和谐共生纳入新时代发展中国特色社会主义”的总体方略，生态文明建设被提高到空前的历史高度和战略地位。在国家大力推行生态文明建设的背景下，土地整治内涵发生了改变，而自然资源部的组建使得土地整治向国土综合整治的转变要求更加清晰。

一、国土综合整治内涵与外延

1、国土综合整治内涵发展

中国于1981年公布的《国务院批转国家建委关于开展国土整治工作报告的通知》指出：“国土整治包括考察、开发、利用、治理、保护这些相互关联的5个方面的工作。”《现代地理学辞典》将国土整治定义为：“对国土资源的开发、利用、治理、保护以及为此目的而进行的国土规划、立法和管理。”不少专家学者也认为国土整治工作主要包括国土的开发、利用、治理和保护等基本环节，其中，开发利用是国土整治的中心环节，治理保护则是确保国土资源长期持续利用

的必要步骤。经过 30 多年的实践发展和概念演化，特别是随着国土开发、利用和保护等方面或环节的定位日渐清晰，前述有关国土综合整治概念的界定明显过于宽泛。

实现人与自然的和谐发展，发展友好的人地关系依旧是国土整治内涵所强调的重点。郑度认为人与自然的关系在很大程度上就是人与国土的关系，因此需要高度重视国土的开发、利用、治理和保护的研究。国土开发整治包括国土的开发、利用、治理、保护以及为此而制定的规划。合理开发利用国土，就要加强对国土研究的基础工作，调查各类国土资源的数量、质量、利用现状和开发潜力。国土整治要遵循客观经济规律，考虑城市产业布局和城镇化问题，按照生产发展、生活方便、生态良好的原则，合理确定经济发展规模和布局，避免资源过度集中，造成地区发展差距过大。陈小平认为国土整治项目主要通过对农村道路、沟渠、田地、林木、村庄的综合改造，开发利用新的耕地，提高耕地质量，最终改善农业生产条件，促进农业发展，提高农民生活水平。国土整治项目具体包括土地复垦利用、基本农田保护、高产农田建设、低丘岗地改造等众多项目。

2010 年起，中国将生态文明建设上升到了国家发展的战略层面，国土综合整治被赋予了更深层次的内涵和目标，并成为生态文明建设的重要措施，标志着中国国土综合整治进入新纪元。肖轶等指出土地资源的稀缺性严重制约了人口、资源、环境三者的协调发展。国土综合整治规划对区域土地的开发、整理、复垦、治理和保护起重要的指导作用。在国土综合整治规划的指导下，土地开发整理作为促进区域经济发展、协调人地关系、促进土地资源优化配置和保护生态环境的重要手段，在有效缓解人地矛盾、解决土地利用问题等方面发挥着越来越重要的作用。程燕认为国土整治是对国土实施考察、开发、利用、治理和保护的工作。国土整治的具体任务是通过技术考察、评价、规划和管理的工作，对国土整治实施有计划、有步骤的合理开发，从而有效地保护国土资源，促进社会经济发展，改善生态环境，提高人民生活水平。国土整治通过加强基础设施建设，促进产业发展，提高经济效益；通过改善农村的生产、生活条件，改变农村的单一发展模式，缩小城乡差距；通过经济、社会、生态的可持续协调发展，最终实现人地关系、人与自然关系、城乡关系的协调发展。封志明等认为国土综合整治区划以国土资源的开发利用和生态环境的治理保护为基本内容，在对区域国土资源的开发利用

条件、结构特征、存在问题、整治途径及发展方向的相似性和差异性进行综合分析的基础上,对不同的国土整治类型在空间上进行群体分区,从而最大限度地发挥国土资源潜力,改善生态环境。国土综合整治与生态文明建设有着非常密切的联系。它以国土资源的可持续利用为目的,根据经济发展、人口增长等社会经济的客观需求,利用现有科技及资源条件,对人地关系做出统筹安排。

各学者在界定国土综合整治概念时,大部分遵循原有概念框架,即对国土开发、利用、治理、保护的总称,对区域内进行的更加优化的整治都可以归入国土整治的范畴。在具体的界定中,涉及不同的项目、不同的区域、不同的类型,对国土综合整治的概念有所细化,使之在指导具体实践或进行研究时有更加清晰的界定。总体来看,**国土综合整治**是采取综合措施对某一空间范围内国土进行开发、利用、整治、保护的全部活动,是以整个区域空间(包括土地及其范围内的“资源综合”)为对象,是基于立体空间的综合整治,更加强调国土整治的理论基础以及整治目标、整治手段、整治主客体、整治措施、整治效果等的综合性和系统性,是国土整治的高级阶段,也是国土整治发展的必然趋势。

2、国土综合整治的近似术语与辨析

(1) 土地整治、土地综合整治与国土综合整治的概念辨析

根据《土地整治术语》(2018版),**土地整治**是为满足人类生产、生活和生态功能需要,依据土地整治规划及相关规划,对未利用、低效和闲置利用、损毁和退化土地进行综合治理的活动,是土地开发、土地整理、土地复垦、土地修复的统称。**土地综合整治**是为满足人类生产、生活和生态功能需要,依据土地整治规划及相关规划,在一定区域范围内,通过综合运用相关政策,采取工程技术、调整土地利用结构、优化土地空间布局、保障土地可持续利用,实现粮食安全、现代农业、精准扶贫、生态修复等综合效应的治理活动,具有内容丰富、形式多样、目标多元、手段综合等特点,是推进乡村振兴和城市更新、实现城乡融合发展的重要平台。土地综合整治是对一定区域内各类土地进行全域规划、整体设计、综合治理,相比土地整治,更强调对象、内容、措施的综合性、整治目标的多元化和实施模式的多样化。

国土综合整治与土地综合整治均着眼于通过整治,消除资源利用过程中的障碍性因素,但与土地综合整治相比,国土综合整治跳出土地谈整治,内涵与外延

的深度与广度均大为加强，并具体表现在范畴、定位、任务、手段、主体、区域、周期等方面。

第一，两者都是调适资源禀赋以满足发展需求，但国土综合整治的范畴更广。在本质上，国土综合整治和土地综合整治都是为了满足区域社会经济可持续发展，统筹协调，综合配套，进而消除国土资源和土地资源中的障碍性因素的过程，但国土涵盖土地而不局限于土地，水体、林木、矿产、能源、生物、其他自然资源都可以成为国土综合整治的客体，这些资源与区域可持续发展之间所有的现存以及潜在的“化学反应”都可以成为国土综合整治的任务与手段，因此尽管国土综合整治与土地综合整治在字面上仅是国土与土地的差别，但国土综合整治的范畴更为综合广泛。

第二，两者均服务于国家战略，但国土综合整治的定位更高。当前，土地综合整治的目标已转变为建设性保护耕地与推进新农村建设和城乡统筹发展相结合，但其战略高度仍然局限于与土地息息相关的国家战略。国土综合整治既能促进国土资源、空间的持续优化，也可以通过国土资源的差别化供给与配置促进产业转型升级与经济转型发展，通过国土资源的保护与质量提升服务生态文明建设，通过不同国土资源统筹规划利用倒逼各部门协同配合与政府治理机制创新等，因此，国土综合整治定位可以包括统筹城乡发展的重要抓手，推进新型城镇化和新农村建设的核心平台，实现生态文明的建设路径，提升民生福祉的发展动力，加强政府治理的突破窗口，保障社会经济可持续发展的政策工具。

第三，两者均须优化土地资源，但国土综合整治的任务更多。《全国土地整治规划（2011—2015年）》明确了“十二五”期间土地整治的五项主要任务：一是统筹推进土地整治，二是大力推进农用地整治，三是规范推进农村建设用地整治，四是有序开展城镇工矿建设用地整治，五是加快土地复垦。因此土地综合整治的主要任务仍然在于优化土地资源。而国土综合整治的广阔范畴和高层定位决定了国土综合整治的任务不能仅仅着眼于土地：一方面，国土综合整治还包括水体、林木、矿产、能源、生物、其他自然资源等方面的整治，从而消除每种国土资源在满足区域可持续发展需求中的障碍性因素，同时还需要调整不同国土资源类型之间的质量、结构、布局，进而消除统筹利用国土资源的障碍性因素；另一方面，国土综合整治需要服务于经济新常态、新型城镇化、精准扶贫、生态文明建设等

发展战略而不能局限于资源集约利用与城乡统筹发展。因此国土综合整治的任务更多。

第四，两者均会使用相同的手段，但国土综合整治的手段更复杂。从土地资源角度而言，两者都会利用土地利用总体规划指导土地整治的合理布局，都会运用城乡建设用地增减挂钩筹集土地整治所需资金，都会运用耕地表层剥离再利用技术、沟渠生态化设计技术等提升土地资源的质量与承载力。但内涵的扩张将带来外延的扩大，更多的国土综合整治任务带来的不仅是任务数量的增加，也是多任务之间协调难度的增加，因此除了土地方面相同的手段外，国土综合整治需要更为广泛、全面、精细的手段。例如国土综合整治需要统筹空间规划指导国土资源的合理调配，需要整合市场资金、政府各部门资金等渠道保证国土整治的资金充足，需要水体优化、林木种植、矿产挖掘、生物微循环等多种技术提升每类国土资源及其之间的质量与协调共生能力。

第五，两者都需要上下结合，但国土综合整治的主体更广泛。无论是土地综合整治还是国土综合整治，都需要政府、市场、社会的通力合作、上下结合。但就主体而言，土地综合整治主要需要国土部门指导运作、其他相关部门协调配合，市场主体主要围绕土地相关产业展开，社会主体主要为土地产权主体。而在国土综合整治过程中，国家发改委、住房和城乡建设部、农业农村部、水利部、生态环境部等部门不仅仅是协作主体，更是参与主体，市场主体与社会主体类别及其诉求也会远远超过土地范畴，因此，国土综合整治既需要考虑到主体广泛所带来的协调难度，也更需要根据各个主体的优势、诉求，统筹利用，从而发挥多主体带来的资源、知识、资金、政策等方面的优势，形成合力，促进国土综合整治的落实。

第六，两者都着眼于全域设计，但两者的区域属性不同。在范围上，土地综合整治和国土综合整治都可以针对全国或者地区。在理念上，土地综合整治和国土综合整治都需要全域统筹、全域规划，但两者的区域属性并不一致：一是区域的地位不同。在土地综合整治过程中，区域往往是土地综合整治的外在环境而非客体，即区域中的林木、水体、能源等自然资源是限制或引导土地整治的要素，其本身并不是土地综合整治的对象；而国土综合整治的区域往往是有待改造的客体。二是区域的划分标准不同。土地综合整治往往以行政区域、土地功能特征、

土地综合整治目标划分整治区域；而国土综合整治则需要超越土地，从国土资源功能特征、国土综合整治目标等方面划分区域，因此整治分区存在标准的差异。

第七，两者都认同可持续理念，但两者的周期特征不同。在强化后期管护、促进资源持续有效利用、实现区域可持续健康发展等理念上，土地综合整治和国土综合整治是一样的，但两者在相应的时间属性上有所不同。一是整治工程的周期不同。任务多寡的差距决定了国土综合整治在整治前需要评判国土资源整治的综合潜力、编制全域统筹的规划方案、整合部门协作的政策体系，在整治过程中需要构建要素综合的整治体系、激励多元共投的资金筹集，在整治后需要提炼满足国土综合整治战略需求的经验教训。因此国土综合整治的工程周期会长于土地综合整治。二是整治效果的周期不同。土地综合整治效果发挥的时间长度主要取决于土地要素的优化程度，而国土综合整治效果发挥的周期长短则取决于整体国土资源的优化程度、配合程度及其与区域发展战略的匹配程度。因此国土综合整治的效果根基深厚，周期也会更为长久。

（2）国土综合整治、生态修复的概念辨析

随着各种全球性问题的加剧，中国面临着资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的形势。在对传统文明形态特别是工业文明深刻反思的基础上，党中央、国务院提出了生态文明建设。

2013年11月，习近平总书记在《关于〈中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定〉的说明》中指出：“我们要认识到，山水林田湖是一个生命共同体，人的命脉在田，田的命脉在水，水的命脉在山，山的命脉在土，土的命脉在树。用途管制和生态修复必须遵守自然规律，如果种树的只管种树、治水的只管治水、护田的单纯护田，很容易顾此失彼，最终造成生态的系统性破坏。由一个部门负责领土范围内所有国土空间用途管制职责，对山水林田湖进行统一保护、统一修复是十分必要的。”2015年9月，中共中央、国务院印发了《生态文明体制改革总体方案》，提出“树立山水林田湖是一个生命共同体的理念”。2015年11月，党的十八届五中全会提出“筑牢生态安全屏障，坚持保护优先、自然恢复为主，实施山水林田湖生态保护修复工程，开展大规模国土绿化行动”。

2018年国土资源工作会议提出要发挥国土综合整治在推进山水林田湖草系统治理中的重要平台作用；同年自然资源部成立后，推进和落实国土空间规划，

统筹新时代山水林田湖草生态保护修复,使国土综合整治与生态修复成为生态文明建设和国土空间规划的重要抓手。国土综合整治与生态修复致力于国土空间的优化和生态功能的提升,从而促进对自然资源 and 环境的保护利用以及人地关系的协调,因此就要求改变中国传统土地整治以及生态建设中围绕单一要素搞整治和修复的做法,应当基于国土空间进行综合整治修复。

首先,两者在内容上各有侧重,相互促进。从上述两者的发展历程可以看出,国土综合整治与生态修复从最初的各司其职,已经逐步发展到现在共同组合成全方位、全地域、全过程的整治修复活动。其中,国土综合整治逐步形成“田水路林村城”的全域型整治措施,主要针对于国土空间中格局失序、效能低下和品质不高的空间进行调整和整治,而生态修复则形成“山水林田湖草”的修复思路,主要针对结构不良、功能受损的生态系统进行修复。其次,两者在关系上互为依存,有机统一。对于国土综合整治来说,其从耕地出发,发展到现在形成四区一带的整治格局,修复生态系统、改善生态环境应为国土综合整治的重要目标。而生态修复的实现必须通过国土综合整治这一重要平台,依靠其技术方法及工程措施,提高生态修复的效率,提升生态系统的服务与功能。

二、国土综合整治的实践发展历程

1、国家

1998 年国务院机构改革后,国土整治和国土规划职能由国家计委划转至国土资源部。

国土综合整治概念的提出、工作的开展主要是国土资源部成立后开始的。国土资源部成立以来,组织开展了多次国土资源大调查、土地利用调查,开展了土地整治、地质灾害防治等工作,积累了丰富的国土和土地利用现状资料,促进了国土整治工作的开展。“十五”到“十三五”四个国土资源五年规划(计划)也将开展国土综合整治相关工作摆在重要位置(见表 1)。

表 1 “十五”至“十三五”国土资源规划(计划)中国土综合整治相关内容

规划 (计划)	篇名称	主要内容
国土资源“十五”计划	四、国土综合整治	“十五”期间,启动国土规划与国土综合整治工作。加强地质灾害防治,推进土地整理和复垦,加大矿山环境管理和治

		理力度，搞好海洋环境整治，实现资源开发和环境保护的协调发展。
国土资源“十一五”规划纲要	第九章 国土综合整治与地质灾害防治	开展国土综合整治示范制定差别化的国土综合整治政策，以土地整理复垦、矿山环境恢复治理、地质灾害防治为重点，选择不同地区开展国土综合整治示范，积极推进重点城市、重要矿山、重要交通干线、重点流域、东北黑土资源区、西南岩溶石山区等国土综合整治。综合治理近海岸带海洋环境。
国土资源“十二五”规划纲要	第六章 加强地质灾害防治与国土综合整治	按照保障和改善民生的根本要求，大力加强地质灾害防治，全面推进国土综合整治，促进宜居家园和安全国土建设。
国土资源“十三五”规划纲要	第五章第二十三节 推进国土综合整治	形成“四区一带”国土综合整治格局。重点在城市化地区、农村地区、重点生态功能区、矿产资源开发集中区和海岸带及海岛开展国土综合整治，修复国土功能。

从表 1 可以看出，在“十五”～“十二五”期间，国土综合整治工作以“土地整理复垦”、“矿山环境恢复治理”、“地质灾害防治”为重点，但从“十一五”开始，已开启国土综合整治示范，将国土综合整治的对象扩大至重点流域、生态问题严重的区域，“十二五”期间，国家发布了一系列有关国土综合整治的政策文件，2014 年 1 月召开的全国国土资源工作会议上，将“推进生态国土建设”作为 2014 年的十大重点工作之一，“实施国土综合整治”是其中一项重要任务。2015 年，国土资源部提出国土资源工作要点为“推进绿色矿业发展示范区和国土综合整治试点建设”。国土综合整治工作也受到党中央、国务院的高度重视，2015 年 4 月发布的《关于加快推进生态文明建设的意见》提出：“编制实施全国国土规划纲要，加快推进国土综合整治。”2016 年 4 月印发的《国土资源“十三五”规划纲要》提出：“形成‘四区一带’国土综合整治格局。重点在城市化地区、农村地区、重点生态功能区、矿产资源开发集中区和海岸带及海岛开展国土综合整治，修复国土功能。”

与此同时，农业农村部、水利部、国家林业和草原局等相关部门也开展了不同类型的国土整治工作。但从全国层面来看，国土综合整治工作仍处于探索阶段。

2、上海

上海土地整治发展曾经历以农用地整治为主、“三个集中”整治和土地综合整治3个阶段，已经建立起较为完善的规划管理体系，形成“规划—项目—资金”一体化运作的实施路径。当前的主要实践包括：实施整治对象涵盖田、水、路、林、村的市级土地整治项目，建设以生态修复和景观改善为重点的郊野公园，编制郊野单元规划以镇域为单位统筹减量化和乡村发展。目前，上海市域国土空间综合整治与生态修复工作处于探索阶段。

a、以农用地整治为主的阶段（1949—1990年）

1958年，国务院批准将江苏省的嘉定、松江等10个县划归上海市，为郊区大规模的农业基本建设提供了重要条件。上海土地整治初期以农用地整治为主，核心围绕农业生产。1950年代，通过培修圩堤，提高抗涝能力。1960年代，重点发展机电排灌和联圩建闸，提高农田排水能力。1970年代，全面调整灌区和建设圩区配套工程，提高土壤生产力。1980年代，在注重农用地改良、提高种植业经济效益的同时，也开始加强农村环境综合整治。

b、“三个集中”整治阶段（1990—2008年）

1990年，党中央国务院宣布开发开放浦东。党的十四大作出把上海建成“一个龙头、三个中心”的重大战略决策，使上海的战略地位和城市功能都发生了巨大变化，工业化和城镇化发展进入快车道。1993年，上海市政府将“耕地向种田能手集中，工业向园区集中，居住向城镇集中”的“三个集中”战略确立为指导郊区发展的基本方针。

上海土地整治的第二阶段一直围绕着“三个集中”发展战略，以农地整理、农村居民点置换和耕地占补平衡为主。在空间规划引导和资金政策支持下，上海归并零散田块、建设农田基础设施，对零散居民点进行适度集中，对不符合规划的工业用地“腾笼换鸟”。上海土地复垦工作和对田、水、路、林、村的综合整理也起步于此阶段，耕地质量和数量得到有效增加。

c、土地综合整治阶段（2008年至今）

2008年上海市规划管理和土地管理机构合并，2009年全市开展“两规合一”

成果编制，为后续规划引领空间发展奠定了坚实基础。2013 年，上海又进一步确立“总量锁定、增量递减、存量优化、流量增效、质量提高”的土地利用基本策略，并提出规划建设用地“负增长”的目标要求。

由此，上海土地整治的目标由“增地提等”转向锚固城乡生态空间等综合目标，对象由农村土地转向全域用地的“增减挂钩、流量管控、结构优化”，推进思路由项目实施操作转向依托整治平台统筹各方资源，效益由完成耕地保护任务转向激发城市开发边界外郊野地区发展的内生动力。在这个阶段，土地整治规划作为土地整治工作的龙头地位得到确立，上海发布了首部市级土地整治规划，创设了郊野单元规划，实施了多个市级土地整治项目和郊野公园建设，并在全国率先实施低效建设用地减量化。

d、上海土地综合整治的主要实践

市级土地整治项目：田水路林村综合整治

2011 年，上海启动了市级土地整治项目。在基本农田保护区、生态网络等重点区域分批投资建设 11 个高标准、示范性的市级项目，总投资近 28 亿元，涉及金山、崇明、奉贤、浦东、嘉定、青浦、松江 7 个区。

市级土地整治项目由原来单一类型项目转向区域综合整治，是上海创新土地综合整治方法的重要探索之一。通过田水路林村等综合整治，提升耕地质量、扩容生态空间、提高农村生活条件和环境品质，带来社会、生态和经济等多元效益。由于资金来源单一和专款专用要求，市级土地整治项目本身仍主要聚焦各类涉农要素的整治，土地整治的平台作用尚未充分发挥。

郊野公园建设：生态修复和景观改善

2012 年底，全市确定首批 5 个试点公园并启动规划编制和实施。到 2014 年，试点名单增加至 7 个。上海郊野公园的实践不仅仅是一个生态景观专项规划或土地整治项目，而且是对土地整治方法的进一步升级，从“强调全要素整治”到“体现生态保育和综合效益”的思路转变，也是贯穿规划、建设和管理的一次机制创新。上海郊野公园建设满足了市民的休闲游憩需求，也带动了产业升级，促进农民增收和乡村振兴；更探索了生态修复区土地综合整治路径，将土地综合整治作为统筹协调城乡空间布局、土地资源利用、集体经济发展、基础设施建设、历史文明传承等一系列问题的重要手段，起到总平台的作用。

郊野单元规划：以镇域为单元统筹减量化和乡村发展

上海于 2013 年起正式开展郊野单元规划编制，其核心内容以解决现实问题为导向，并随管理要求变化而调整。1.0 版主推低效建设用地减量化，初步形成以空间规划为引领、以土地综合整治为基础、以城乡建设用地增减挂钩等政策为工具的郊野地区网格化精细管理平台。2.0 版强调“全镇域”统筹和“一张图”管理，坚持在底线约束下，细化空间落地和土地利用，并建立项目库和乡村单元图则以指导近期建设，同时勾勒出乡村地区详细规划的雏形。而刚更新的 3.0 版则是在历版基础上更侧重农民集中居住和乡村规划实施，并正式更名为郊野单元（村庄）规划。推行实施以来，郊野单元规划在推进低效建设用地减量化、优化土地利用结构布局、推动农村产业转型升级等方面发挥了重要作用。

e、国土综合整治与生态修复探索

在快速城镇化发展过程中，上海大都市的城市功能不断提升，城市规模不断扩大，市民的生态游憩需求快速上涨，自然资源紧约束、生态空间供给不足且品质相对不高等矛盾进一步凸显。为缓解上海大都市生态空间紧张现状，2012 年，上海市启动郊野公园规划选址工作，在全市重要生态节点布局 21 个郊野公园，并确定 7 个近期试点，位于淀山湖地区的青西郊野公园作为试点之一，针对区内湿地萎缩、水体连通性差、农业面源污染严重、用地布局散乱等突出问题，统筹开展湿地保护与自然恢复、河道综合整治、农田生态系统整治、用地结构布局调整、科普休闲人文空间塑造等工程。

1.0.4 除本标准外，上海市开展国土综合整治工作的工程活动还应符合相关的现行国家和行业标准（规范）及部分上海市规范。下面是与本标准相关的标准与政策文件。

《水利水电工程等级划分及洪水标准》 SL252

《农田灌溉水质标准》 GB 5084

《中国地震动参数区划图》 GB 18306

《农田低压管道输水灌溉工程技术规范》 GB/T 20203

《灌溉与排水工程设计标准》 GB 50288

《渠道防渗工程技术规范》 SL 18

《喷灌工程技术规范》 GB/T 50085

《生态公益林建设技术规程》 DG/TJ 08-2058

《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》 GB 36600

《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》 GB 15618

《地下水质量标准》 GB/T 14848

《生态公益林建设规划设计通则》 GB/T 18337.2

《生态公益林建设检查验收规程》 GB/T 18337.4

《水土保持综合治理技术规范》 GB/T 16453

《建筑地基基础设计规范》 GB 50007

《建筑抗震设计规范》 GB 50011

《造林作业设计规程》 LY/T1607

《滑坡防治设计规范》 GB/T 38509

《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》 GB 50086

《混凝土结构设计规范》 GB 50010

《裸露坡面植被恢复技术规范》 GB/T 38360

《全国海岸线修测技术规程》（自然资办函〔2019〕1187号）

《互花米草生态控制技术规范》 DB31/T 1243

《海岸带生态减灾修复技术导则第3部分：盐沼》 T/CAOE 21.3

《城市道路设计规范》 CJJ37

《城市道路绿化规划与设计规范》 CJJ75

《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则第4部分：盐沼》 T/CAOE 20.4

《海洋工程地形测量规范》 GB/T 17501

《海洋调查规范第6部分：海洋生物调查》 GB/T 112763.6

《海堤工程设计规范》 GB/T 51015

《海堤生态化建设技术指南（试行）》

《水利建设项目经济评价规范》 SL 72

《人工鱼礁建设项目工程质量评价技术规范》

《人工鱼礁资源养护效果评价技术规范》 SC/T 9417

《全国湿地资源调查技术规程》（国家林业局，2008）
《河湖生态保护与修复规划导则》SL 709
《生态风险评价导则》SL/Z 467
《土的工程分类标准》GB/T 50145
《水电工程过鱼设施设计规范》NB/T 35054
《水生生物增殖放流技术规程》SCT 9401
《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》NB/T 35037
《水电站分层取水进水口设计规范》NB/T 35053
《国家湿地公园建设规范》LY/T 1755
《公园设计规范》GB 51192
《污水综合排放标准》GB8978

3 基本规定

3.0.1 上海市国土综合整治工程体系的确立

1、上海市国土综合整治内容

现按照“四区一带”的分类方式，结合“全空间延拓”的国土综合整治目标、任务、内容与上海市国土综合整治实践情况，对现阶段上海市国土综合整治工作中常以项目方式管理、有典型工程实证案例、近期国土综合整治与生态修复重点的对象进行简单的总结。

a、城市化地区综合整治

上海地狭人多，是典型的超大型城市。经历了城市快速扩张、人口剧增等阶段后，同时也面临着人口、土地、环境、安全等多重压力。在面对建设用地有“天花板”的前提下，为了实现存量扩张、内涵发展，上海市将不符合土地利用总体规划要求且社会经济或环境效益较差的现状建设用地作为减量化生态修复的重点对象，而这些现状建设用地历史上主要是一些镇、村集体或私营企业，能耗、污染、安全等社会问题比较突出，存在较高的土壤/地下水污染风险，对复垦农用地后的农产品安全构成重大隐患，现有减量化项目水土环境质量监测与评价工作常后置于工程建设验收阶段，对地块建筑物拆除、土地复垦过程中污染无防治措施。

另外，市级生态间隔带与“五违四必”整治力度较大，已拆除空间后续利用缺乏统筹，区、镇交界交错，空间特征差异大，生态资源价值和功能未能充分挖潜和发挥，空间品质较低，体现出减量化空间缺乏统筹，生态功能待提升。

上海市城市管理水平先进，针对低效建设用地再开发利用，发布了《上海市建设用地地块土壤污染状况调查、风险评估、效果评估等报告评审规定(试行)》（沪环规[2019]1号）、《上海市建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险

管控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定（试行）》（沪环土[2020]62号）、《建设用地地块土壤污染状况初步调查报告评审技术要点审查表》、《建设用地地块土壤污染状况详细调查报告评审技术要点审查表》等相关管理制度与报告评审要点文件，配合着国家颁布的一系列建设用地土壤污染防治相关规范指南，高效科学地管理低效建设用地再开发，保证再开发工作规范运作、有序推进、防止污染。“十三五”期间，上海市发布了第七轮环保三年行动计划、《上海市水污染防治行动计划实施方案》（沪府发[2015]74号）、《上海市土壤污染防治行动计划实施方案》（沪府发[2016]111号）等11个污染防治专项行动计划，确保了城市污染防治工作的顺利开展。由于城市地区的大气、水、土壤污染防治工作需多措并举、多方统筹、范围与时间跨度较大，难以特定的工程建设方式和标准去限定其中的防治活动，故本规范中将不涉及城市化地区综合整治的内容。

b、农村土地综合整治

目前，上海市农村地区耕地存在两个显著问题：一是，受城市快速扩张、城镇集聚发展的影响，靠近城市开发边界的区域耕地破碎度较高，如嘉宝片区、浦东川沙、奉贤区等地区耕地破碎化程度较高，耕地集中度 $\leq 40\%$ ；二是，生态保育区内农田有待集聚，如宝山、嘉定、浦东、奉贤、临港、崇明（部分）等生态保育区内永久性农田及储备地块空间集聚性仍需提升。因此，上海市农村地区应加快“田水路林村”综合整治，实现耕地面积和质量提升，农村生产生活条件和生态环境改善。

c、重点生态功能区综合整治

上海是一个位于长江入海口的国际化特大型城市，有着丰富的湿地资源。城市湿地(城市区域之内的具有水陆过渡性质的生态系统，主要包括浅水湖沼、水源保护区、河岸、自然和人工池塘等)资源非常丰富与珍贵，从环境功能来说，有调节大气等自然环境、为野生动植物提供栖息地等。从社会功能来说，有提供城市用水、促进水运交通等作用。然而，上海市城市湿地存在以下问题：一是，上海城市中先天蕴藏的丰富的水资源与湿地资源未被充分利用，反而遭到严重的破坏。河道污染虽经近几年的综合治理有所好转，但某些地方河水的富营养化仍然较严重，河水水质较差，植被单一，鸟类、鱼类的数量、种

类较少。二是，上海地下水位高但水质差，城市面临着水质型缺水的危险。三是，水生、湿生植物品种单一，结构单调，引进动物资源更处于探索之中，难以形成具有较高生物多样性的自然平衡的生态系统。滨海地区，滩涂湿地是全市最重要的生物栖息地，且是上海作为大都市最具特色的栖息地类型。目前，上海滨海地区湿地存在以下两个突出问题：一是，长江上游来沙锐减，导致长江口河势变化，影响整体冲淤格局。湿地淤张速度总体趋缓，浅滩出现受冲刷现象，滩涂湿地减少。二是，近 20 年，全市滩涂湿地互花米草面积持续增加，导致本土物种（海三棱藨草、芦苇）分布范围与面积大幅减少，生物栖息地质量恶化，生物多样性降低，生态功能退化。因此，针对生态本底问题，科学合理制定修复策略，通过治理外来物种入侵、改善水动力条件等手段，通过人工与自然相结合的方式，改善生境质量，提升生态功能，防治湿地退化。

d、矿产资源开发集中区综合整治

上海市可开发利用的矿产资源十分有限，开采仅限于地下水、矿泉水和粘土资源。地下水、矿泉水资源虽然比较丰富，但开发利用对地面沉降影响较大，已严格控制。目前取得矿泉水采矿许可证的企业尚剩 11 家，且多数处于停采状态。从 2013 年起根据产业结构调整政策，浦东、宝山等区县的砖瓦企业已陆续关闭，仅剩金山、崇明两区的 10 家砖瓦企业，其采矿许可证至 2016 年 10 月也已全部到期，不再延续。经过前期调研，发现矿山综合整治工程任务较重，截止到 2019 年 6 月，小机山、罗山（二期）采石坑尚未完成矿山综合整治和生态修复工作，面积约为 83 亩，在砖瓦粘土矿专项综合整治和生态修复上，尚未完成整治任务的 10 家矿区面积约 770 亩，存在着一定的整治任务。总体来说，上海市在矿山地质环境恢复和治理方面还存在以下几个主要问题：一是矿山地质环境治理后期维护管理制度尚待健全；二是部分关闭的砖瓦企业未及时履行环境恢复治理义务；三是矿山地质环境动态监测体系尚未健全。

e、海岸带和海岛综合整治

近年来，上海近海污染物排海量仍在增加，河口及其邻近海域环境没有得到根本性改善。近海生物多样性有所降低，海洋资源和环境承载力有所下降。海平面上升和长江入海泥沙量的减少将造成侵蚀海岸岸段增加、咸潮入侵加剧、海岸带湿地面积减少等，对上海海洋环境产生较大影响。调查监测结果显

示，长江三角洲经济区沿海海平面平均上升速率为 $2.5\sim 3.2\text{ mm/a}$ 。2004~2006 年，长江三角洲经济区沿海海平面都高于常年，如江苏沿海海平面 2006 年比常年高 79 mm，上海沿海海平面 2006 年比常年高 67mm。海平面上升会引起三个方面的危害：一是，海平面上升引发海水入侵：海平面上升引发海水上涨，产生咸潮入侵内河，致使原本属淡水的河道或河段出现水质变咸、盐度增高。1978 年至今，长江口咸潮入侵频率越来越高，持续时间也越来越长。2006 年有 2 次比较严重的咸潮入侵，对上海城市供水造成影响，造成水质不符合饮用水和工农业用水标准。据查长江口海水上涨最长距离可达 170 多公里，一直影响至苏州望虞河口，受咸水侵袭最长时间达 5 个月之久；二是，海平面上升减低防洪防涝能力：海平面持续上升使原有的海塘、江堤将远远不能适应新的高潮位的压力，必须增高加固，加强防浪措施。过去几十年，海平面上升引发黄浦江相对水位的上升，上海沿江挡潮墙已多次加高加固，从 $4.70\text{m}\rightarrow 4.94\text{m}\rightarrow 5.30\text{m}\rightarrow 5.86\text{m}$ 。据有关资料显示，海平面上升 40cm 时，太湖以东平原的河道水闸排水能力将下降 20%，导致低洼地区排水不畅，内涝时间延长，加重洪涝灾害；三是，海平面上升引发岸线侵蚀强度增加、侵蚀范围扩大：长江口自 20 世纪 70 年代以来，大通站入海泥沙呈明显下降趋势。90 年代（平均 $3.44\times 108\text{t/a}$ ）比 60 年代减少 34%，比 80 年代减少 21%（1951~1985 年大通站多年平均输沙量为 $4.68\times 108\text{t/a}$ ，而 1951~1999 年只有 $4.35\times 108\text{t/a}$ ）。随着海平面上升，海岸侵蚀范围将不断扩大，预计当海平面上升 50 cm 时，本地区侵蚀岸线占总岸线的比例将由目前的 36%提高到 50%左右。若干目前相对稳定的岸线将陆续发展成侵蚀海岸。侵蚀岸段的范围将扩大，侵蚀强度增加，滩涂资源淤涨将减缓，甚至会导致滩面刷低，险工岸段增加。

上海沿海的侵蚀海岸主要位于南汇县南汇嘴至奉贤县中港岸段，岸线长 18.4km，70 年代以前，曾淤积外延 300~500m，但 80 年代以来岸线自东向西不断发生侵蚀。杭州湾侵蚀海岸主要位于金山县漕泾至海盐县高阳山岸段，公元 4 世纪以来一直侵蚀后退。海岸侵蚀主要造成土地损失、沿岸建筑物破坏、增大洪涝几率与土地盐渍化强度。

2009~2019 年间，长江河口主河槽基本以侵蚀为主，部分滩涂处发生淤积，且南支、南港和北港侵蚀深度在 -1~-2m 之间，南槽侵蚀深度在 -0.2~-0.5m

之间，北支中上段发生侵蚀，下段发生淤积，崇明东滩和横沙东滩基本以淤积为主，口外发生明显侵蚀，杭州湾北岸在东海大桥两侧发生侵蚀，金山深槽发生侵蚀，中间发生淤积。

2、上海市国土综合整治工程体系

本文将国土综合整治在国土空间规划体系中的作用定位为：针对当前国内资源环境承载压力增加、人地关系不匹配、生态环境恶化、能源资源面临挑战、自然灾害频发等重大问题，以山水林田湖草系统治理为理念，以促进国土空间资源格局优化与功能提升为目标、生态修复为目标，确保宏观引领和微观落实相统一、目标一致性与区域差异性相结合，与国土空间开发、保护、利用共同构成国土空间优化格局，因此，本文首先依据“四区一带”的分类框架确定实际整治类型划分，其次根据规划要求明确不同整治类型的定位，最后需要提出可为层级间传导提供参考的控制指标，见表 2。

表 2 上海市国土综合整治分类划分表

大类	亚类	小类	定位、目标与途径	参考指标
城市化地区综合整治	城镇空间功能提升型整治	低效工业用地再开发	针对城市郊区、城中村工业用地利用效率低、生活品质差等问题，通过低效工业用地减量化手段，促进建设用地集约利用，盘活低效工业用地	低效工业用地再开发面积
农村土地综合整治	农村空间功能提升型整治	农用地规模质量提升型整治	针对部分地区农用地质量低下、耕地破碎化严重、农业设施不完善等问题，通过地力提升、设施建设、权属调整等手段改善农用地生产能力，促进农用地高效集约利用	耕地数量与质量双提升
重点生态功能区综合整治	生态重要区功能提升型整治	生态源地规模质量提升型整治	通过对河流湖泊等湿地治理促进生态源地质量提升	河流湖泊等湿地治理修复面积
矿产资源开发集中区综合整治	废弃矿山用地功能提升型整治	工矿废弃地生态修复	针对废弃工矿造成土壤污染、地质灾害风险、水土流失风险等问题，通过工矿用地复绿、还湿等措施恢复工	工矿废弃地复绿面积

			矿用地生态功能，增加生态源地面积	
海岸带和海岛综合整治	海洋空间功能提升型整治	海岸带生态修复型整治	针对海岸带污染物排放严重、滨海湿地退化等问题，通过水污染治理、海岸带生态用地修复等手段提升海洋生态灾害防范能力	整治修复海岸线与滨海湿地

在明确上海市“四区一带”国土综合整治的主要工作内容的基础上，针对各对象中常见的生态环境问题，结合已有工程先进经验与技术，整合出具体工程内容。目前，上海市国土综合整治工程体系划分为 5 个一级项目，22 个二级项目。工程体系构成详见表 3。

表 3 上海市国土综合整治分类体系

一级项目		二级项目	
编号	名称	编号	名称
1	农村土地综合整治	11	土地平整工程
		12	灌溉与排水工程
		13	田间道路工程
		14	农田防护与生态环境保持工程
2	低效工业用地综合整治	21	地块清拆工程
		22	土地复垦工程
		23	土地改良修复与风险管控工程
3	矿山综合整治	31	边坡地形整治与防护工程
		32	废弃场地整治工程
		33	生态环境修复工程
		34	植被养护工程
4	海岸带综合整治	41	自然岸段的生态保护与修复
		42	人工岸段的海堤生态化建设
		43	调查与监测评估
5	湿地综合整治	51	湿地现状调查与评估
		52	基质修复与生境塑造工程
		53	湿地生态流量保障工程
		54	水环境质量提升工程
		55	重要水生生物栖息地与生物多样性保护工程
		56	生物群落恢复工程
		57	景观提升工程
		58	有害生物防控工程
		59	湿地整治工程管理与持续优化

4 农村综合整治

4.1 一般规定

4.1.2 土地综合整治工程类型区

上海市土地综合整治工程类型区是按照上海市土地综合整治的基础条件、建设目标、工程建设内容、工程组合地域特征等一致性原则，划定的体现上海

市土地综合整治地域差异和工程组合特征的单元。上海市共划分 3 个工程类型区。

1、河口沙洲平原工程类型区。河口沙洲平原工程类型区主要包括长江河口的崇明、长兴、横沙、团结沙四个部分。水资源较丰富，但地势低平，沟河水位高，地下水位较高，涝渍灾害较严重。土壤质地偏砂，部分质地较粘，以壤土和粘土为主，土壤类型主要为水稻土中的夹砂泥和潮土中的夹砂土；该区地质环境复杂，断裂构造较发育，毗邻长江口震源，且距南黄海震源亦近，天然地基条件差，易产生不均匀沉降和海潮水侵袭问题。

2、冈东滨海平原工程类型区。该区分布范围包括“冈身”以东的闵行、嘉定、川沙、南汇、奉贤等区域。该区地势较高，地下水位埋深 1m 以下。土壤类型以黄泥、园林灰潮土和潮泥沙组合为主，土层深厚，熟化度较高，保水保肥性能较好，养分含量比较丰富。部分地区土壤质地粘重，有机肥不足，耕作不善，土壤易发僵。在沿海地区，土壤以滨海盐化土、滨海盐土组合为主。由于引淡不畅，排水困难，土壤不同程度地含有可溶盐，地下水矿化度很高，减缓了土壤脱盐进度，有碍土壤肥力的提高。该区地质环境较简单，有断裂构造分布，隐伏活动性断裂，天然地基条件变化较大，有轻度地面沉降。

3、西部湖沼平原工程类型区。该区主要包括青浦、松江和金山等区域，该区主要由较为封闭的碟形洼地组成，地势低洼，多低田、洼地，碟形洼地的碟底地面高程多在 3.2m 以下，稳定地下水埋深为 0.5m~0.8m，但碟缘部位的地势稍高，地面高程以 3.8m~4.5m 居多，稳定地下水位已降至 1.0m 左右，区域内湖荡众多，岛状地形发育，部分土体渍水较严重，土壤抗逆性弱，内排水性能差。土壤类型以青紫泥、青泥土、青黄泥组合为主。该区地质环境简单，南部有断裂构造分布，但基底相对较稳定，总的天然地基条件尚好，但因局部有工程地质条件不良的泥炭层分布，所以存在轻度地面沉降。

4.1.3 土地综合整治工程模式

上海市土地综合整治工程模式是为实现土地综合整治目标而确立的与特定工程类型区相适应的工程组合方案。上海市可分为四种工程模式。

1、成陆土地工程模式

成陆土地工程模式包括两部分，第一部分为新河口沙岛，分布在崇明县西北至东北部沿江沿海一带，包括崇明县的跃进农场、新海农场、新村乡、红星农场、东风农场、长江农场、长征农场、前进农场、前哨农场、团结沙垦区，第二部分为滨海平原东南侧与海相连部分，主要为中滨海平原区、新滨海平原区和潮坪区，行政区划上包括浦东的曹路镇、合庆镇和机场镇，南汇的祝桥镇、老港镇、书院镇、泥城镇、大团镇、万祥镇、芦潮港镇、芦潮港农场、朝阳镇和惠南镇，奉贤的四团镇、奉城镇和海湾镇。

基础条件：水质矿化度高、土壤盐碱化严重，灾害性天气频繁，存在台风危害，农业基础条件较差，生态环境脆弱。

2、沿江平原工程模式

沿江平原工程模式主要为老河口沙岛、长兴和横沙岛，位于崇明县南侧濒临长江部分，包括崇明县的绿华镇、三星镇、庙镇、港西镇、城桥镇、建设镇、新河镇、竖新镇、堡镇、向化镇（部分）、中兴镇（部分），长兴乡和横沙乡。

基础条件：土壤偏碱或碱性；地势低平，沟河水位高，地下水位较高，而排水条件较差，涝渍灾害较严重。

3、平原河网工程模式

平原河网工程模式位于西部湖沼洼地腹地与滨海平原沿海地带之间。行政区划上包括嘉定区、宝山区、闵行区的全部和浦东新区、南汇区、奉贤区中扣除临海盐化滩涂工程模式的部分以及青浦的赵屯镇、白鹤镇、重固镇、华新镇和徐泾镇，松江的九亭镇和新桥镇，金山区漕泾镇、金山卫镇、廊下镇、吕巷镇、亭林镇、张堰镇和山阳镇等。

基础条件：经济条件较好，农田灌排系统较完善，部分地区土层厚度较小，粘土面积分布较广，存在一定的涝害、渍害现象。

4、水网圩田工程模式

水网圩田工程模式要为湖沼平原腹地部分，行政区划上包括青浦区、松江区、和金山区中非平原河网工程模式的乡镇。

基础条件：地势低洼，多低田洼地，且以囊水型、滞水型居多，地下水位

高，土壤抗逆性弱，土地潜渍明显，内排水性能差，易板结和滞水，灌排系统较差。

4.1.4 土地综合整治工程总体布局

条从土地开发整理五大分项工程的角度提出了各项工程布局的基本要求：在符合土地总体规划和土地开发整理专项规划的前提下，充分根据上海市土地利用现状、预期建设目标等，按照科学规划、因地制宜、配套组合的原则，针对不同工程模式的土地利用限制因素，紧密结合平整田块、增加有效耕地面积、提高耕地质量、优化土地利用结构，完善农田水利设施、提高水资源利用率，改善农业生产和农民生活条件、保护生态环境、促进农村建设和发展的目标进行，合理安排土地开发整理各项工程布局，确保土地开发整理工程总体布局的合理性。

4.1.5 土地综合整治工程体系

根据 4 个工程模式特征，本着科学性、系统性、独立性、实用性与确定性原则，依据相关规定与规范，通过对青浦区、金山区、崇明县、奉贤区等区土地开发整理典型项目区的实地调查，结合上海市土地开发整理工程类型区划分结果，参照上海市土地开发整理 4 个工程模式的工程建设特性，分类分析不同项目区的土地开发整理工程模式、工程建设内容、建设程序以及建设标准等，归纳总结出上海市土地开发整理工程体系。

4.2 土地平整工程

4.2.1 一般规定

4.2.1.1 耕作田块布置

在土地综合整治工程中，耕作田块分为田块和格田两类。田块是由道路或农沟农渠围成的耕作区域。格田是田块的组成部分，是由田埂或毛沟毛渠围成的耕作区域，是农户耕作的基本单元。本条规定提出了田块布置类型的确定原则、田块方向、高程等的选取依据。

1、上海市的田块类型有条田和台田两种，全市大部分地区宜修筑条田，部分要求洗盐排渍地区可修筑台田。

2、耕作田块建设是一项系统工程，田块的布局应与沟渠、道路、村庄的布局相协调，与项目区农业生产要求相适应，通过耕作田块与其他基础设施的统一规划与建设，在项目区内形成田成方、路成框、渠成网、林成行的格局。田块的布置应有利于作物的生长，有利于灌排的顺畅，有利于人力、机械的下田作业。

4、耕作田块形状直接影响到机械作业的效率及田间生产管理。耕作田块形状应保持田块形状规整，便于田间机械作业和田间生产管理。在条件许可的前提下，田块的形状要力求规整，以长方形为最佳，其次为正方形、梯形，尽量避免不规则的三角形和多边形。

5、土地平整后相邻田块之间高差应顺应末级沟渠之间田块的高程走势，总体上从高到低变化。但相邻田块之间的高差尽可能小，以免增加渠道连接建筑物。

4.2.1.2 土地平整单元

根据土地综合整治区平整工程量及地形变化幅度的大小，农田平整方案可分为局部平整与完全平整。本条提出了土地平整方案的选择原则。

局部平整就是结合地形地势进行平整，允许田块有一定坡度，以耕作田块为平整单元，在每个平整单元内部，保持土方的挖填方平衡，不需要从区外大量取土或将土方大量外运，最终的田面高程是在挖填方平衡的基础上，根据所布置的沟渠水流方向来确定，各田块之间允许有一定的高差。局部平整的优点是填挖方工程量和工程投资大大降低，有利于保护表土层。局部平整的缺点是土方量计算较复杂，耕地新增量有所降低，增大沟渠布置的难度。若地面高差较大，局部平整也可以按格田为平整单元进行平整。

全面平整是在地形平坦地区，将整个项目区作为一个平整单元，设立一个平整高程，以平整高程为基准面对整理区进行全面平整。全面平整的优点是能够最大限度地挖掘土地利用潜力，增加耕地面积；便于布置各项工程项目，方便农业生产；易于机械化作业和沟渠、道路、防护林的规划设计。全面平整的缺点是：填挖方工程量大，投资量大，极易对表土造成破坏，在土地开发整理的土地平整工程中一般不常用。

土地平整单元是制定土地平整方案的基础，土地平整单元的大小直接影响土地平整土方工程量，应根据地形条件和灌排要求和投资的大小合理确定平整单元。平整单元的确定还应满足耕作田块、沟、路、渠布置要求为原则。

4.2.1.3 田面平整度

平整度是指一个灌水单元内部的地面高差值，耕作田块的田面平整度应满足作物对灌水均匀性的要求。灌溉水田区，对田面平整度要求较高，以旱作为主的地区对平整度可适当降低，但土地平整后的田块应不仅能满足灌排的要求还应满足有利于作物生长的要求，土地平整度的确定应综合考虑灌排、作物生产、投资和施工等的综合要求。

4.2.1.4 田面坡度

田面坡度是指一个灌水单元内部沿灌水流向的地面坡度，指田面变化高度与田面水平距离的比值。耕作田块田面坡度应满足灌溉水流推进和作物对灌水均匀性的要求，不同的灌水技术要求的坡度不同，不能有倒坡的情况，坡度太大会产生冲刷，坡度太小灌排困难或不均匀，田面坡度的确定主要考虑灌排水和不冲不渍的要求。

4.2.2 耕作田块修筑工程

4.2.2.1 条田

1、田块方向。田块方向指田块的长边方向，也是末级固定沟渠的布置方向。田块方向的选择主要考虑有利于作物生长和田间灌排水的要求，结合主风向、外部交通、外部水源等因素综合考虑确定，田块方向的合理与否，长期影响田块的日照、灌排、田间作业、防风以及下地距离远近。

2、田块长度。田块的长度不仅关系到机械作业效率的发挥、田块平整工程量的大小，还影响到灌溉和排水的通畅程度。确定田块长度时应根据地形、灌排和常用机械的工作单程。另外在盐化滩涂工程模式、和水网圩田工程模式对排盐和降渍的要求较高，田块长度应适当调整。

3、田块宽度。田块宽度应与农沟间距及沟渠布置形式、农田防风林的有效防护距离相一致，同时还应满足农业机械作业要求，同时还应考虑地形、地貌的限制。田块的宽度应为常用机械作业宽的整数倍。不同地区、不同土壤下所

要求的排水宽度不相同，如有排盐和降渍要求的地区以降低地下水位为主，风害地区则侧重于考虑防护林的有效防护距离。上海市水网圩田工程模式地区由于地下水位对田块设计的影响，田块宽度相对较小。

5、田面高程。田面高程设计的合理与否直接影响着田间平整工程量的大小以及灌排沟渠的布局。因此，应该本着节约成本、有利灌排的原则进行田块平整高程设计。针对上海市土地整理各类型区的具体情况，田块高程设计应该主要根据原地面高程确定，在滩涂开发中，应保证有足够的有效土层和耕作层。在田面高程设置时，不但要考虑同一田块内部的自流灌（排）水能力，同时要满足相邻田块间的灌（排）水位衔接，但应尽可能避免出现高填方渠道。

6、格田（畦田）。格田是由田埂格在田块内部划分出的耕作单元，格田方向和大小应根据田块大小合理确定，格田规模过大，会给水田插秧前的整地工作造成困难，也不易达到质量要求，对施肥等田间管理工作也不方便；格田规模过小，一方面田埂占地多，降低土地利用率，另一方面也影响作业效率。

4.2.2.2 其它田块工程

本条主要针对台田提出其在长度、宽度、边坡等的特殊规定，方向、布置原则等均与条田一致。

4.2.3 耕作层地力保持工程

4.2.3.2 表土剥离与回填

表土剥离应根据实地情况来确定剥离的厚度及方法，一般挖方处保留表土 20~30cm，填方超过 50cm 时，必须使熟土上翻，回填熟土层厚 10cm~20cm。旱作地区一般挖方部位，保留表土厚度为 20cm~30cm；填方部位在填厚超过 50cm 左右时，也要保留 20cm~30cm 的熟土层。采用机械作业的耕作层剥离厚度不小于 30cm，采用人工作业的耕作层剥离厚度不小于 20cm。可采取多种方式进行表土剥离，通常可采用倒行子法、抽槽法等，施工时可采用人工和机械结合的措施。进行表土剥离厚度及措施的确定时应考虑投资的大小。上海市多数农田土层深厚，若土地平整不影响肥力，可不作表土剥离与回填；若土地平整影响肥力，应进行表土剥离与回填。

4.2.3.3 客土填充与土地翻耕

如果平整单元内有坑塘或高地而难以实现土方挖填平衡时，可考虑在项目区范围内进行土方调配平衡，如果在项目区内还不能实现挖填内部平衡，比如项目区内有大面积的坑塘洼地、复垦废弃地，可以考虑客土填充。另外，在盐化滩涂工程模式区可利用田块平整多余土方及客土覆盖对滩涂开发的盐碱地进行改良，促进土壤脱盐。对坑塘填埋等确需客土填充的，应保证客土的无污染、熟化程度等，可采用一些沟渠清淤土、或附近土堆上的熟土等，客土填充的新增耕地应采取翻耕措施。

对新增耕地应采取翻耕措施，对较大的土块进行碎化，达到能耕种的程度，对一些机械平整无法达到耕作要求的可采取人工细部平整；许多肥沃程度不高的新增耕地可采取深耕或人工培肥（种植绿肥等）等一些工程措施或生物措施。

4.2.3.4 耕地地力保持指标

土壤耕作层土壤理化指标主要有：表层土壤质地，指的是不同粒径的土粒在土壤中所占的相对比例或重量百分比；土壤剖面构型，指土壤剖面中不同质地的土层的排列次序；土壤盐渍化程度，盐渍化是指水灌地由于盐分积聚而缓慢恶化的过程，盐渍化程度是指土壤中含盐量的大小；土壤有机质含量和土壤酸碱度。耕地地力保持指标见下表。

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
水田	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥60
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.35
		土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
		砾石含量/%	≤5
		pH 值	6.0~8.5
		有机质/%	≥1.5
		电导率/(dS/m)	≤2
	配套设施	灌溉	参考本规范灌溉与排水章节
		排水	参考本规范灌溉与排水章节
		道路	参照本规范田间道路章节
		林网	参照本规范生态环境整治章节
旱地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.4
		土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
		砾石含量/%	≤5
		pH 值	6.0~8.5
		有机质/%	≥1
		电导率/(dS/m)	≤2
	配套设施	灌溉	灌溉保证率不做要求
		排水	具备一定的排水条件
		道路	参照本规范田间道路章节的要求
		林网	参照本规范生态环境整治章节的要求

4.3 灌溉与排水工程

4.3.1 一般规定

4.3.1.1 工程级别

1、土地综合整治建设规模级别。土地综合整治项目的建设规模是直接影响项目区建设内容与标准的指标值，不同规模条件下的土地开发整理工程受其建设内容的影响，其建（构）筑物的建设级别必然不同，因此，建设规模级别应根据项目建设规模的大小进行划分。本标准建设规模级别划分参考申报国家级重点项目的建设规模，并结合上海市实际情况，适当缩小各建设规模等级规模的大小，得到上海市土地综合整治项目的 5 个建设规模级别。对于单片规模小于 10 hm² 的土地综合整治项目，在本《标准》中不宜单独立项。

2、农田水利工程等级划分及工程控制级别。本标准通过引水建筑物、泵站工程和渠系建筑物等三项工程指标与《水利水电工程等级划分及洪水标准》中等级划分的指标进行对比，将土地综合整治工程建设中工程控制级别与其对照比较设定工程级别的上限。标准对工程级别的下限标准不作规定。土地综合整治涉及的灌排工程均为《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252）中的小型工程，工程控制级别一般为 4~5 级，本标准以 D1~D5 表示建筑物工程级别。农田水利工程等级划分标准见下表。

农田水利工程等级	引水建筑物	灌溉泵站	排水泵站	灌溉建筑物过水流量	排水建筑物过水流量	防洪工程 (P=%)
	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	——
IV	5~20	5~20	4~20	5~20	4~20	2
V	≤5	≤5	≤4	≤5	≤4	5

土地整理工程的引水建筑物、泵站、灌排渠沟及渠系建筑物的级别（D1~D5）应与《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252）中的（IV~V）相互对应起来，建筑物级别对应关系见下表。

建筑物名称	建筑物级别					
引水建筑物	本标准工程级别	D1	D2	D3	D4	D5
	水利工程相应等级	IV			V	
灌溉泵站	本标准工程级别	D1	D2	D3	D4	D5
	水利工程相应等级	IV			V	
排水泵站	本标准工程级别	D1	D2	D3	D4	D5

	水利工程相应级别	IV			V	
灌排渠沟	本标准级别	D1	D2	D3	D4	D5
渠系建筑物	水利工程相应级别	IV			V	

4.3.1.2 灌溉标准

灌溉设计保证率是在充分分析各工程模式的水资源状况、地形地貌特征、作物种植结构、灌溉方式的基础上制定的，上海市各区县因水源、灌溉设施等方面差距不大，建设标准所取灌溉设计保证率相同。

4.3.1.3 排水标准

1、排涝标准。以排水区发生一定重现期的暴雨，农作物不受涝作为设计排涝标准。根据上海市土地开发整理各工程模式典型区县排涝标准调查结果，目前大部分区县排涝标准较低，设计重现期为 10 年一遇。根据《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288—2018）、《土地开发整理标准》、上海实地调查及设计文件统计，上海市各工程模式排涝标准可采用设计暴雨重现期 20 年一遇 1 日暴雨，24 小时排除。

2、排渍标准。设计排渍深度、耐渍深度、耐渍时间和水稻田适宜日渗漏量，应根据当地及邻近地区农作物试验调查资料分析确定。设计排渍模数主要与气象（降雨、蒸发）、土壤性质、水文地质、排水工程状况以及农作物耐渍等因素有关。上海市排渍地区主要为盐化滩涂工程模式和水网圩田工程模式。

4.3.1.4 防盐治碱标准

在盐碱化比较严重的地区，排水设施建设除满足排水要求外，必须满足排渍洗盐要求，排盐治碱标准主要参考《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288）。

4.3.1.5 防洪标准

土地综合整治项目建筑物防洪标准（重现期年 a）设计标准为 20 年一遇，校核标准为 50 年一遇。堤防上的建（构）筑物的防洪标准不得低于堤防的防洪标准；输配水工程、灌排建筑物的校核防洪标准，可视实际情况而定，但应高于设计标准。

4.3.1.7 水利用系数

全灌区同级渠道水利用系数代表值，可取用该级若干条有代表性的渠道的灌溉水利用系数平均值，代表性渠道应根据过水流量、渠长、土质与地下水埋

深等条件分类选出，渠道水利用系数分土渠和硬化渠道分别确定。

4.3.2 水源工程

4.3.2.1 河道引水工程

上海地区地表径流比较丰富，部分地区通过原有或新开挖骨干渠道或河道引水进行自流灌溉，自流引水工程简单、施工容易、成本较低、工期较短，但河道自流引水不能控制河流的水位和流量，也容易引入大量的泥沙，河道自流引水工程在农村小型灌溉中运用较普遍。河道自流引水应能保障农业用水，引水应考虑河道的安全，在自流引水不能完全满足灌溉的地区，可采取自流引水与泵站提水相结合的措施。

4.3.2.2 泵站提水工程

在河流水量比较丰富，但灌区位置相对较高，河流水位与灌溉要求水位相差较大时修建自流引水工程困难或不经济时，可在灌区附近的河流岸边或主干沟渠边修建抽水站，提水灌溉农田。

4.3.2.3 蓄水工程

根据其地形和土质条件，蓄水工程可以修建在地上或地下，即分为开敞式和封闭式两大类，按形状特点又可分为圆形和矩形两种，因建筑材料不同可分为：砖池、浆砌石池、混凝土池等。

4.3.3 输水工程

4.3.3.1 低压管道

管道输水具有节水、省地、节能和对地形适应性强等优点，适用于水资源紧缺或经济条件较好地区旱作物灌溉，在上海市广泛使用。本节标准提出灌溉管道布置原则、类型、系统组成和选材等原则及技术指标。

1、低压管道输水灌溉系统的布置。低压管道的布置首先应考虑管道与其他工程内容之间的协调，低压管道应与沟、路、渠、林和作物种植方向等相协调，根据灌溉面积的大小合理确定管道的级数。在管道的设计时应根据管道自身的特点合理确定需要布置的内容和布置的要求。

2、管材。管材的选择应综合考虑物理性质、施工适应性、安全性能以及造价等方面情况，大面积灌区输水距离远、流量大，可采用大口径管道，如玻璃

钢夹砂管、混凝土管、铸铁球墨管、高密度聚乙烯缠绕管、U-PVC 管等；小面积灌区输水距离短，流量小，可采用 PE 管、U-PVC 管等管材。管材选择的具体原则：①经济实用、因地制宜、就地取材、减少运输、方便施工；②固定管道宜优先选用硬塑料管、钢筋混凝土管；③在管道有可能出现较大不均匀沉陷的地方，宜选择柔性较好的塑料硬管；④所选管材的工作压力应大于或等于灌溉管道系统分区或分段的设计工作压力；⑤所选管材外形、规格、尺寸、公差配合和技术性能指标必须符合国家现行标准的规定，管材使用年限应符合国家现行标准《水利建设项目经济评价规范》（SL72）的规定；⑥所选管材必须经国家计量认证的质检机构抽检合格。

3、低压管道输水灌溉系统的组成

1) 水源。为防止管道堵塞及淤积，必须设置拦污栅或沉砂池，将水净化处理后再引到管道。本条标准提出了灌溉水源的水质要求和允许泥沙的含量。

2) 附属设施或装置。①引(取)水枢纽。包括前池进水闸或闸阀、拦污栅、沉砂池、引水和量水设施等。②分水设施。包括主管向干管、干管向支管、支管向下一级管道分配水用的闸门、闸阀及分水建筑物等。③调节(控制)设施。包括各级管道上为控制水位或流量所设置的闸门和闸阀，以及减压设施等。④安全保护装置。为防止管道发生水击或产生负压导致管道变形、弯曲、破裂、吸扁等现象发生，要求在管道首部或其他适宜部位设置通气孔、进排气阀、减压装置等安全保护装置。⑤量测设施。量测流量、水量、水压的装置和设施。⑥泄退水设施。为减少管道淤积，引黄灌溉要求在管道低洼地带管网处也要设置泄退水设施。⑦管道附件及连接建筑物。管道附件主要有三通、四通、弯头、变径接头、同径接头等。同时管道上还应设置必要的连接建筑物。

4.3.3.2 明渠

1、渠道布置。明渠输水的灌溉渠道系统包括干、支、斗渠 3 级，田间配水渠道为农、毛渠 2 级。根据土地开发整理工程建设规模，项目区内宜布置 2~3 级固定渠道，主要是斗、农、毛渠的配套，毛渠的长度和间距根据格田规格布置，毛渠也可以是农民自行修筑。若格田承包面积稳定、种植结构稳定，可以由项目投资修建固定灌溉毛渠，规模特别大的开发项目或滩涂开发项目，渠道可布置 4 级。

2、渠道工作制度与布置方式

1) 项目区布置 3 级固定渠道时, 支渠采用续灌方式, 斗渠、农渠宜采用轮灌方式。

2) 项目区布置 2 级固定渠道时, 斗渠多采用续灌方式, 农渠宜采用轮灌方式。

3) 当斗渠渠道较长, 农渠数量较多时, 农渠也可采用分组轮灌, 分组宜为 2~3 组。

4) 田间渠道工程多采用灌排相间或排灌相邻的布置方式。

4、渠道断面形式

梯形断面是水力最佳断面, 且施工简便, 边坡较稳定, 也是应用较为普遍的一种断面结构形式, 上海使用普遍。混凝土 U 型渠道主要优点是: 水力条件好, 近似水力最佳断面, 可以减少衬砌工程量; 在冻胀性和盐胀性地基上适应地基变形的能力较强; 渠口窄, 节省土地, 减少挖填方量; 整体性强, 防渗效果优于梯形渠道; 便于机械化施工。矩形渠在上海运用相对较少, 主要在渠系末端运用。其施工立模方便, 用于末端现浇渠道, 且渠道断面较小时。

6、渠道防渗。本条主要参照《灌溉与排水工程设计标准》(GB50288) 和《渠道防渗工程技术规范》(SL18), 结合近年来上海市的一些渠道防渗工程实践经验, 提出渠道防渗适宜厚度、渠道边坡系数、伸缩缝和堤顶宽度等相关指标。

4.3.4 喷微灌工程

4.3.4.1 喷灌

1、适用条件

微灌工程单位面积投资较高, 管理复杂, 主要适用于经济价值较高的作物灌溉, 应根据不同的作物类型, 本着节省投资、促进农业生产的原则合理确定微灌的类型和布置方式。

3、管道系统布置

本条标准根据微灌工程的特点提出了微灌系统与其他系统之间的协调原则

和微灌系统内部各级管道部件之间的布置原则。

4、水质要求

4.3.4.2 微灌

微灌系统的灌水器安装在毛管上或通过小管与毛管连接，有滴头、微喷头等形式。由于滴头、微喷头流道很小，极易堵塞，因此，对进入微灌管网的水的水质要求较高。除必须符合《农田灌溉水质标准》（GB 50842）的规定外，还应满足杂质和一些易沉淀化合物的含量要求。

当从河道或渠道中取水时，取水口处应设拦污栅和集水池，集水池主要是满足沉淀、清淤和水泵正常吸水要求。另外，微灌系统中还必须安装水质净化设施。当灌溉水中无机物含量小于 10 mg/kg，或粒径小于 80 μm 时，宜选用砂石过滤器、200 目筛网过滤器或叠片式过滤器；灌溉水中无机物含量在 10mg/kg~100 mg/kg 之间，或粒径在 80 μm ~500 μm 之间时，宜先选用旋流水砂分离器或 100 目筛网过滤器作初级处理，然后再选用砂石过滤器；灌溉水中无机物含量大于 100 mg/kg，或粒径大于 500 μm 时，应使用沉淀池或旋流水砂分离器作初级处理，然后再选用 200 目筛网或砂石过滤器。沉淀池的表面负荷率不宜大于 3.0 mm/s；灌溉水中有机污物含量小于 10 mg/kg 时，可选用砂石过滤器或 200 目筛网过滤器；灌溉水中有机污物含量大于 10 mg/kg 时，应选用初级拦污筛作第一级处理，再选用砂石过滤器或 200 目筛网过滤器。

4.3.5 排水工程

4.3.5.1 明沟

1、沟系布置

排水系统可分为干、支、斗、农沟四级。土地开发整理项目区明沟排水以斗、农沟为主。根据排水区的面积大小以及承担的任务，沟道的级数可适当增减。上海市土地开发整理工程的建设规模较小，明沟主要起到排涝、降渍的作用，项目区内一般布置斗、农级排水沟。排水沟的布置标准主要考虑排水沟与渠道、路、防护林和村庄等规划之间的协调，排水沟的布置宜在满足排水要求的前提下，沟道宜顺直，以便在最短时间内排除田间多余水。排水沟的布置应尽量满足自流排水的要求，高水高排，低水低排。排水沟也可考虑灌排合用的

情况。在盐化滩涂工程模式或水网圩田工程模式地区，排水沟的设计除满足排水的要求外，还应考虑排渍洗盐的要求。农沟是最末级的固定排水沟。农沟以下可根据需要设置毛沟或临时沟道（毛沟一般由农民自行修筑），用于汇集田面径流控制和降低地下水位，将涝水和渍水排入承泄区。

3、间距与深度

农沟是排水系统中的末级固定排水沟。末级排水沟布置过密，排水效果好，但田块分割过小，机耕不便，占地过多；相反，如排水沟间距过大，则达不到除涝降渍的要求，影响作物正常生长。排水沟的间距与深度往往呈反比关系，排水沟越深间距就越大，排水沟间距越小则其排水深度就可相对小些。如盐化工程模式地区和水网圩田工程模式地区需要排渍和洗盐，排水沟的间距则应小些，深度要大些。沟深的大小主要与需要控制的地下水位、两沟之间地下水位与排水农沟水位的差值和排水沟沟内的水深等有关。条文表 5.5.1 中农沟深度与间距主要是排渍要求所需的建设标准，洗盐治碱要求的沟深、间距标准可适当提高。单纯排涝的排水沟，可根据相应设计频率计算的排涝流量确定排水沟断面尺寸（沟深与间距）。

4.3.6 渠系建筑物工程

4.3.6.1 水闸

土地综合整治工程中，渠道上的水闸一般包括节制闸、进水闸、分水闸、退水闸和排水闸等类型。

节制闸具有控制水位、调节流量、保证配水和泄水的控制性建筑物。节制闸与排水闸修建在一起时，可以控制水流，保证泄水，以达到共同保障重要渠段或建筑物安全的目的。

进水闸：设置在灌溉引水渠道的首部，以便保证和控制入渠水流量。

分水闸：设置在分水渠道的进口，以便调配和控制分水渠道的引水流量。当有进水困难时，应在被分水渠道上增设节制闸等挡水建筑物。

排水闸：设置在排水沟出口段，排走灌区内的积水或者防止外河倒灌。

退水闸：在灌溉渠道末端设置退水闸，用以退泄渠道中剩余水量，以保证渠道安全。

4.3.6.2 渡槽

渡槽进、出口渐变段长度分别取渠道及渡槽水面宽度差值的 1.5~2 倍和 2.5~3 倍，主要是为了满足进、出口水面衔接，和水流流态的需要。梁式渡槽槽内水深与水面宽度的比值，矩形断面可取 0.6~0.8，U 型断面可取 0.7~0.9。

4.3.6.3 倒虹吸

倒虹吸有竖井式和斜管式。当高差较小时，渠道穿过道路且流量不大、压力水头小于 3m~5m 时，多采用竖井式布置；当地形变化不大，坡度不超过 45°，高差小，且管轴线又较短时，可采用斜管式布置。倒虹吸进、出口应设渐变段，以减少倒虹吸进口段水头损失，提高其过水能力。渐变段长度可分别取上、下游渠道设计水深的 3~5 倍和 4~6 倍，以便于调节进口水位，使其在不同的流量下均能保持进口始终处于淹没状态。

4.3.6.4 农桥

由于土地开发整理重点在田间部分，所修建桥梁也都是小型桥梁，且土地整理中所修建的田间道，设计标准与四级公路类似，因此，土地整理中桥梁设计洪水重现期一般为 20 年一遇，建设规模较大的项目为 50 年一遇。

生产桥主要通过人群、手扶拖拉机等。人群荷载按照 $25\text{kN/m}^2 \sim 30\text{kN/m}^2$ 计算。

4.3.6.5 涵洞

1、本标准中主要采用无压涵洞。

3、涵洞的进、出口是洞身和上、下游沟渠之间的连接段。为保证进、出口段水流平顺和结构的稳定，应以圆锥形护坡、扭曲面护坡、八字墙或走廊式翼墙等与上、下游沟道连接。

4、为防止洞顶填土面以上作用荷载对涵洞结构造成不利影响，洞顶填土厚度不应过薄。本条规定的填土厚度是一般情况下的最小值。从涵洞结构受力的情况来看，填土厚度应尽可能取大一些，但填土厚度过大，洞身埋入地下（或渠底下）过深，显然是不经济的，应合理选取填土厚度。

4.3.7 泵站及输配电工程

4.3.7.1 泵站

1、使用条件

1) 站址选择

对于从河流、湖泊、感潮河口、渠道取水的灌溉泵站，其站址宜选择在有利于控制提水灌溉范围，使输水系统布置比较经济的地点。灌溉泵站取水口宜选择在主流稳定靠岸，能保证引水，有利于防洪、防潮汐、防沙、防冰及防污的河段。由潮汐河道取水的灌溉泵站取水口，宜选择在淡水水源充沛、水质适于灌溉的河段。

从水库取水的灌溉泵站，其站址应根据灌区与水库的相对位置、地质条件和水库水位变化情况，研究论证库区或坝后取水的技术可靠性和经济合理性，选择在岸坡稳定、靠近灌区、取水方便，不受或少受泥沙淤积、冰冻影响的地点。

排水泵站是用来排除排水范围内影响作物生长多余的水分，排水泵站站址宜选择在排水期地势低洼、能汇集排水期涝水，且靠近承泄区的地点。排水泵站出水口不应设在迎溜、崩岸或淤积严重的河段。

灌排结合泵站的任务有抽灌、抽排、自灌、自排等，可采用泵站本身或通过设闸控制来实现。在确定排灌结合泵站站址时，宜根据有利于外水内引和内水外排，灌溉水源水质不被污染和不致引起或加重盐渍化，并兼顾灌排渠系的合理布置等要求，经综合比较选定。

2) 总体布置

泵站建筑物包括进水建筑物、泵房、出水建筑物、变电站、管理用房、通道等。

在工程总体布置时，还应根据地形、地貌、水系及原有的水利工程等条件，先进行主体工程布置，然后再考虑各种建筑物的布置，并选择布局合理、效益显著、工程安全、投资节约、运行管理方便的较优方案。站内布置应满足防火安全、卫生防护和环境绿化等要求。泵站室外专用变电站应靠近辅助机房布置，宜与安装检修间同一高程，并应满足变电设备的安装检修、运输通道、进线出线、防火防爆等要求。站区内交通布置应满足机电设备运输、运行人员通行的要求。

灌排泵站的建设首先应符合土地利用总体规划、水利规划等，灌溉泵站的布置应根据其任务确定，主要是满足作物灌溉的要求。排水泵站也应以最大效

率的排水为原则，合理确定建站的位置。灌排泵站的建设应尽量与其它水工建筑物（桥、闸等）合并布置，并与田、水、路、林和村庄等规划相协调。

2、主机组

主机组包括水泵、动力机（电动机和内燃机等）和传动设备。水泵选型直接影响动力机和传动装置的配套，同时也是辅助设备、电气设备、控制设备、泵房、进出水管道（或流道）、进出水池等的设计依据。水泵选型的主要内容是确定水泵的类型、型号和台数等。水泵选型时必须遵循如下几个基本原则：①必须根据生产的需要满足流量和扬程（或压力）的要求。②水泵应在高效范围内运行。③水泵在长期运行中，泵站效率较高，能量消耗少，运行费用较低。④按所选的水泵型号和台数建站，工程投资较少。⑤在设计标准的各种工况下，水泵机组能正常安全运行，即不允许发生汽蚀、振动和超载等现象。⑥便于安装、维修和运行管理。

平均扬程是泵站运行历时最长的工作扬程。选择水泵时应使其在平均扬程工况下，处于高效区运行，以使单位消耗能量最少。平均扬程一般按泵站进、出水池平均水位差，并计入水头损失确定。

最高扬程是泵站正常运行的上限扬程。水泵在最高扬程工况下运行，其提水流量虽小于设计流量，但应保证其运行的稳定性。最高扬程按泵站出水池最高运行水位与进水池最低运行水位之差，并计入水头损失确定。

最低扬程是泵站正常运行的下限扬程。水泵在最低扬程工况下运行，亦应保证其运行的稳定性，即不致发生水泵汽蚀、振动等情况。最低扬程按泵站进水池最高运行水位与出水池最低运行水位之差，并计入水头损失确定。

上海地区排灌泵站较多采用轴流泵或混流泵。轴流泵和混流泵的流量及扬程在很大范围内是重叠的，所以在这两种泵型都可选用的情况下，应优先选用轴流泵。

标准系列产品是指列入水泵型谱的产品，国家已公布淘汰的产品不得选用。已有的系列产品不能满足要求时，应优先考虑采用变速、车削、变角等调节方式达到泵站建设要求。

泵站最常见的动力机有电动机和柴油机，在电源方便的地方，应优先考虑选用电动机。但在部分电力设备尚未建成的地方，柴油机仍是泵站的重要动力

机。另外，在选择动力机形式时还应考虑泵站的可靠性问题。如有台风暴雨频繁发生的地方，一旦台风将电网线路损坏后，将会造成大面积停电，泵站无法正常工作。在这种情况下应该考虑选择柴油机作为动力机，或以柴油机作为备用动力。

3、进、出水建筑物

进水建筑物一般有前池、进水池及管路系统等。此外，进水建筑物还应包括取水头部、引水管（涵）或引水渠等。出水建筑物一般为出水池。

4、泵房

泵房的结构型式主要取决于水泵的类型、水源水位的变幅以及地基条件等。

分基型泵房基础与机组基础分开建筑，没有水下结构，其泵房进水侧的挡土墙可以做成斜坡式或直立式。设计选址要求水源水位变幅不大，能保证泵房地板在最高水位之上，岸边稳定，地质条件较好，地下水位较低，土壤透水性小。

干室型泵房的四周墙壁与地板用混凝土或钢筋混凝土建成一个不透水的整体，形成一个干室，室内安装水泵机组及其它设备。这种泵房适用于水源水位变幅较大，在运行过程中不能保证泵房地板在水源高水位以上，并且地质条件不够好，地基承载力较低，地下水位较高的地方。

湿室型泵房的泵房与进水池合建，分为上下两层。下层充满水的湿室，安装水泵；上层为电机层，安装电机及配电设备。轴流泵一般采用湿室型泵房。

泵房设计按《泵站设计规范》（GB/T50265—2010）执行。

4.3.7.3 配电装置

配电装置主要包括低压配电柜、动力配电箱、照明配电箱，宜采用成套设备。安全防火建设是一项政策性和技术性很强的工作，具体建设要求可参照《泵站设计规范》（GB/T 50265—2010）中有关条款。

泵站专用变压器的选择主要取决于泵站负荷性质和泵站主接线，其容量应与泵站所需容量相符。变压器尽量靠近泵房，并满足防火防爆要求。

4.4 田间道路工程

4.4.1 一般规定

4.4.1.1 田间道路类型

土地综合整治工程项目的田间道路工程可根据主要功能和使用特点不同而分为田间道和生产路。田间道是居民点之间的通道，主要为货物运输、作业机械向田间转移及为机械加油、加水等生产服务的道路。田间道分为一级田间道和二级田间道。一级田间道连接村庄与村庄、村庄与田块，供农业机械、农用物资和农产品运输通行；二级田间道连接生产路与一级田间道；生产路联系田块之间。

4.4.1.2 田间道路结构

路面是指铺筑在道路路基上，供车辆行驶的结构层，具有承受车辆重量，抵抗车辆磨损和保持道路路面平整的功能；路肩是道路两边没有铺筑路面的部分，用作路面的侧向支撑和行车停歇的地带；路沟为道路两边的排水沟；路基是在原地面上挖或填成的一定规格的横断面，路基为路面与路肩之和。

4.4.1.3 建设标准

路基应根据道路功能、道路等级、交通量，结合沿线地形、地质及路面材料等自然条件进行设计，保证其具有足够的强度、稳定性和耐久性。根据耕作机械的特征以及田间道路的交通量，设计田间道的路基宽；路基的高度应使路肩边缘高出路面两侧积水高度，同时考虑地下水、毛细管水和冰冻作用，一般路基高度应使路肩边缘高出路基两侧的田面 0.5m 或路基两侧地面积水高度。沿河及受水浸淹的路基边缘标高，应高出设计洪水频率的计算水位加壅水高及 0.5m 安全高度。

道路一般设路基、垫层、面层中的两到三层。上海地区田间道面层一般采用设接缝的普通混凝土或单层或多层结构砂石路面。混凝土路面面板一般采用矩形，其纵向和横向设有接缝，且接缝垂直相交。滩涂地区或水文条件不良的土质路段，由于路床湿度较大，宜设置排水垫层，垫层的宽度应与路基同宽，其最小厚度为 150mm。路基宜采用块石、碎石等半刚性材料。

路网密度指的是土地开发整理工程项目区内所有的道路总长度与总面积之比即项目区平均每平方公里土地上拥有的道路长度，计量单位为 km/km²。路网

密度是体现项目区交通便捷程度的主要技术指标。路网密度越大，项目区交通状况越好，生产生活越便利，但过大的路网密度，势必造成一定程度上的耕地面积、投资浪费。因此，有必要提出道路路网密度控制指标，使之既能满足日常交通生产需要，又能节约耕地数量、节省投资。

4.4.2 田间道

4.4.2.1 田间道的布置原则

1、道路中心线以平直线为主，路线最短且联系简捷，方便当地群众的生产与生活。

2、一级田间道应结合外界主干道布置，力求接通村庄，并考虑为大多数田块服务，与其他道路相交时，应采用正交；二级田间道应沿着田块短边布设。

3、应与田、林、村、渠、沟等布局相协调，能够闭合，有利于田间生产管理和车辆迂回。

4、道路选线要注意保护生态环境，应与当地环境、景观以及农田与水利建设（灌排系统）、城市规划相协调，做到统筹兼顾，少占农田少拆房屋，不损坏历史文物。

4.4.3 生产路

4.4.3.1 生产路的布置原则

遵循节约用地的原则，对于田块宽度较小的田块，可以考虑每两个田块设一条生产路。生产路的布置要结合林带的布置，充分利用林缘地，设置在林带的南向、西南向和东南向以及林带的迎风面。

4.5 农田防护与生态环境保持工程

4.5.2 农田林网工程

4.5.2.1 农田防风林

农田防风林布置在农田周围，以降低风速、涵养水源和改善农田生态环境和景观。

1、农田防风林的形式。农田防风林的形式大致有三种，一是林带的形式，

即在农田四周营造的带状林，主、副林带在农田之中交织成网状，称为农田林网；二是农林间作的形式，即按照一定的要求，在农田内部间种树木；三是林岛的形式，即树丛和小片林等。上海市在土地开发整理工程中宜采用林带形式，建成农田防风林网。

2、林带走向

1) 林带方向一般根据项目区的主风向和地形条件决定，主林带走向垂直于主风方向保护距离远，效果好，但由于地形等其他条件的限制，林带与主风向垂直线之间的夹角应不大于 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，否则会严重削弱防风效果。

2) 上海市土地开发整理工程按照田、林、渠、路、村统一规划的原则，实行田、水、农、林、路综合治理，因此农田防风林建设不能单纯局限于与主害风方向垂直这一点上，而应当与沟、渠、路有机结合，全面规划，按照林随水走、林随路走的方式，做到田、路、林、渠合理布局，沿着灌排渠系、道路营造防风林网，使农田、果园能得到林网的有效保护。

3、林带宽度。林带的宽度是指林带两边行的距离，两侧再各加 $1\text{m}\sim 2\text{m}$ 的林缘地。林带宽度一般应在节约用地的基础上，根据当地的环境条件和防风要求加以综合分析确定。

4、林带结构。林带结构是田间防护造林的类型、宽度、密度、层次和断面形状等的综合，一般采用林带的通风系数为结构类型的标准。防风林的结构一般划分为三种类型，即紧密结构、通风（透风）结构和疏透结构。农田防风林的结构应采用疏透结构。

5、林带间距。农田防风林带的间距除某些特殊条件（如水渠、道路、地形、地物等）造成一定的带距外，一般应等于有效防护距离，根据国内外大量资料，主林带的防护距离一般为 $15H\sim 25H$ （ H 为树高），上海市农田防风林的主要风害为沿海台风，风力较强，推荐主林带间距定为 $20\pm 5H$ 较为合适。

6、树种选择。农田防风林树种的选择应遵循适地适树的原则。根据上海市的自然特点和长期以来营造农田林网的经验，沟、渠、路、堤的林网多选用浅根系，耐水湿，冠幅较小的乔木树种，周边林地多以乔木树种为主，以乡土树种为主，选择根深、窄冠、速生、干直、抗风、抗逆性强的树种。不能有与作

物有共同病虫害或是其中间寄主，参照上海市发布的《生态公益林建设技术规程》（DG/TJ08-2058-2017）树种选择水杉、池杉、中山杉、落羽杉、东方杉、女贞、桂花、香樟等。

4.5.2.2 护路护沟林

在道路和沟渠两侧营造护路、护沟林以改善生态环境，护路护沟林带采用乔木，田间道护路林双侧植树，每侧单行，株距 2m。护沟林每侧可植树单行或双行，视支、斗沟断面大小而定，株距宜 2m。

4.5.2.3 护岸林

上海市发布的《生态公益林建设技术规程》（DG/TJ08-2058-2017）堤岸防护林，采用带状混交或行间混交方式，上层种植高大乔木，下层种植耐荫灌木和地被植物，树种选择易于窜根萌蘖的灌木和乔木。

4.5.3 岸坡防护工程

4.5.3.1 护坡工程

1、草种的选择应符合以下几点：适合当地的气候、土壤条件；抗逆性 (包括抗旱性、抗热性、抗寒性、抗贫瘠性、抗病虫害件等)强；地上部较矮，根系发达，生长迅速，能在短期内覆盖坡面；越年生或多年生；适应粗放管理，能产生适量种子；种子易得且成本合理。具体选择可参照下表。

气候带	分布范围	草种	灌木树种
南过渡带	长江中下游地区	高羊茅、狗牙根、马唐、多年生黑麦草、白三叶、苜蓿	紫树槐
温暖潮湿带	长江以南地区	狗牙根、弯月画眉草、结缕草、假俭草	银合欢、紫荆

护坡工程处于河道水位变动区，时干时湿，要求其建筑材料坚硬、密实、能长期耐风化。

4.5.3.2 护脚工程

选择护脚的工程形式主要是考虑水流速度、河岸坡度、以及当地材料，力求做到经济合理、效果良好。生态石笼重力式挡墙结构护岸，基本设置在水位变动区。挡墙底板为 C25 钢筋砼，厚 300mm。生态石笼的断面结构尺寸根据岸坡稳定计算确定。

5 低效工业用地综合整治

5.1 一般规定

5.1.3 地块现状环境质量调查

5.1.3.1 地块现状环境质量调查

体现预防为主的风险管控理念，调查工作原则上应安排在场址地坪破除或土壤扰动之前。从事过工业生产、仓储的减量化复垦地块，应当在资料收集、现场踏勘和人员访谈的基础上，进行土壤污染状况调查，识别疑似污染区域。

如存在以下情况的，应当在调查监测点位布设前使用地球物理探测手段进行场地全覆盖探测，初步识别地块污染物及其分布，指导监测点位布设：

1、历史上曾涉及重点行业企业（指化工石化、医药制造、橡胶塑料制品、纺织印染、金属表面处理、金属冶炼及压延、非金属矿物制品、皮革鞣制、金属铸锻加工、危险化学品生产储存及使用、农药生产、危险废物收集利用及处置、加油站、生活垃圾收集处置、污水处理厂等）；

2、土壤调查工作安排在复垦工程完成之后，无法基于专业判断识别地块内可能存在的疑似污染区域；

3、地块相关资料缺失、缺少判断依据。

每个监测点位应当分三层采集土壤样品，包括表层土壤（0~20 cm）、下层土壤（20~60cm）及饱和带土壤（地下水位以下）样品；为确保到达饱和带，钻孔深度不低于 2 m。土壤采样方法可参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166）和《农田土壤环境质量监测技术规范》（NY/T 395）执行。

采样工具可用木、竹制土铲或不锈钢土钻（铲）。用土钻取样时应垂直与地面入土，各分样的采样深度相同。土壤混合样采用四分法取样，样品不少于 1kg。

土壤污染状况调查工作表明疑似存在地下水污染风险的地块，应当在疑似污染区域中心位置至少设置 1 个地下水监测井，井孔深度应至少达到地下水水位以下 1m，可根据现场情况进行适当调整。监测井的建设参照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164）执行。

采样工具可用贝勒管，气囊泵或低流量潜水泵。使用贝勒管进行地下水样品采集时，应缓慢沉降或提升贝勒管，样品取出后，通过调节贝勒管下端出水阀或低流量控制器，使水样沿瓶壁缓缓流入瓶中，直至在瓶口形成一向上弯月面，旋紧瓶盖，避免采样瓶中存在顶空和气泡。试用气囊泵或低流量潜水泵控制采样水流速度不高于 0.3L/min。采样洗井达到要求后，测量并记录水位，若地下水水位变化小于 10cm，则可以立即采样；若地下水水位变化超过 10cm，应待地下水水位再次稳定后采样，若地下水回补速度较慢，原则上应在洗井后 2h 内完成地下水采样。

监测指标原则上为《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618）和《地下水质量标准》（GB/T 14848）中所要求控制的污染物项目，并根据减量化复垦地块的生产经营历史及其特征污染物确定其他监测指标，重点关注对农作物产量、农产品质量安全影响较大的污染物。地下水监测指标原则上应与土壤监测指标保持一致。

5.1.3.2 地块土地再利用评估

1、环境质量评价

（1）地块土壤中关注污染物采用《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618）、《农用地土壤环境风险评价技术规定》中相关标准限值，

并参照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600）第一类用地风险筛选值，判别地块土壤环境质量类别。

（2）地块地下水中关注污染物采用《地下水质量标准》（GB/T 14848）IV 类标准限值及根据企业历史生产情况补充监测指标的标准限值开展地下水环境质量评估，根据评估结果确定相应的生态环境风险。

2、耕地质量评价

针对农业生产基本条件符合性和耕地地力进行耕地质量评价，给出适宜“耕地”或“非耕地”的评价结果。

（1）农业生产基本条件符合性评价指标包括土层厚度、地表碎屑物含量和类型、土壤有机质含量、地形坡度、灌溉与排水、田间道路等。

（2）耕地地力评价参照《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634）执行。

5.2.1 拆除前要求

1、拆除前事先了解现场环境现况、企业生产布局、地下管网、电缆分布、周边敏感目标等分布情况，依规定和相关主管部门做好沟通，完成拆除手续申请。

2、安全隔离网架设。在施工现场设置固定式安全围网，必要时设置安全走廊，并在四周鲜明处装设警告牌。

3、临时支撑架设。根据现场建筑物实际情况，考虑建筑物拆除整体结构的安全性，架设临时支撑物以确保建筑物拆除过程中的稳定性。

4、防护网架设。建筑物出拆除过程中，如周边存在居民区、农田等敏感目标，需架设防尘帆布网，防治拆除粉尘及物料向外飞散。

5.2.2 拆除活动施工区划分

根据拆除活动及土壤污染防治需要，可将拆除活动现场划分为拆除区域、设备集中拆解区、设备集中清洗区、临时贮存区等，实现污染物集中产生、集中收集，防止和减少污染扩散。不同区域应设立明显标志标识，标明污染防治要点、应急处置措施等，并绘制拆除作业区域分布平面图。

5.2.2.1 拆除区域

拆除区域可划分为高风险拆除区域、低风险拆除区域和无风险拆除区域。

遗留的有毒有害物质、危险废物、第 II 类一般工业固体废物，其他可能有损人畜健康或环境安全的物质以及高风险设备、建（构）筑物所在的区域，可划分为高风险拆除区域；一般工业原料、第 I 类一般工业固体废物等所在区域，可划分为低风险拆除区域；一般性废旧设备及建（构）筑物等所在区域，可划分为无风险拆除区域。

5.2.2.2 设备集中拆解区

设立集中拆解区域，需要现场拆解的遗留设备尽量移至该区域进行拆解。可依托高风险建（构）筑物所在区域，设立高风险设备集中拆解区域。

5.2.2.3 设备集中清洗区

可依托原有水处理设施所在区域等设立集中清洗区，并利用原有设施收集清洗废水。没有收集处理系统或原有收集处理系统不可用的，可设立专门区域，建立设备集中清洗区，采取有效的废水收集措施。

5.2.2.4 临时贮存区

需要在拆除活动现场临时贮存的遗留物料、固体废物、废水、污染土壤和疑似污染土壤等，应根据环境风险程度，依托具有防淋溶、防渗、防逸散等条件的区域，划定临时贮存区，分类贮存。

5.2.3 遗留物料、残留污染物清理工程

5.2.3.1 分类

拆除施工作业前应对拆清理除区域内各类遗留物料和残留污染物进行分类清理。对于收集挥发或半挥发遗留物料或残留污染物时，应在相对封闭空间内操作，设置气体收集系统和净化处理装置，必要时可搭建密闭大棚（如农药生产企业污泥池的清理且周边存在居民区等环境敏感点的情形）。

5.2.3.2 包装和盛装

挥发性、半挥发性液体及半固态物质，须用密闭的容器贮存。遗留物料及污染物的包装或盛装应满足现场收集、转移要求，防止遗撒、泄露等。原包装或盛装物满足盛装条件的，应尽量使用原包装或盛装物；不能满足盛装条件的，应选择合适的收集包装或盛装设施。在包装或盛装设施明显的位置应放置标识标志或安全说明文件，载明包装盛装物名称、性状、理化性质、重量、收集时间、安全性说明、应急处置要求等。

5.2.4 拆除工程中污染防治工程

5.2.4.1 固体废物污染防治工程

拆除活动中应尽量减少固体废物的产生。对遗留的固体废物，以及拆除活动产生的建筑垃圾、第Ⅰ类一般工业固体废物、第Ⅱ类一般工业固体废物、危险废物需要现场暂存的，应当分类贮存，贮存区域应当采取必要的防渗漏（如水泥硬化）等措施，并分别制定后续处理或利用处置方案。

5.2.4.2 土壤污染防治工程

识别和登记拟拆除生产设施设备、构筑物和污染治理设施中遗留物料、残留污染物，妥善收集并明确后续处理或利用方案，防治泄露、随意堆放、处置等污染土壤。

5.2.4.3 水污染防治工程

1、确认拆除工作不对临近河道、地下水、及周边生产生活用水产生有害影响。

2、拆除过程应确认废弃物、挥发性物质、油、润滑油、有毒有害溶剂等采用正当的处理程序，不可直接倒入周边河流、下水道、雨水道。

5.2.4.4 大气污染防治工程

1、设置加压喷淋水设施；

2、建筑物主体结构用防尘布包覆；

3、设置防风屏障。

5.2.4.5 噪声污染防治工程

1、建筑物拆除工程中产生的噪音不应超过相关规定，制定降噪措施。

2、工程施工导致的震动不得影响被拆建筑物及周边建筑物安全。

5.2.5 遗留设备拆除工程

存有遗留物料、残留污染物的设备，应将可能导致遗留物泄露的部分进行修补和封堵（排气口除外），防止在放空、清洗、拆除、转移过程中发生污染物泄露、遗撒。拆除和拆解过程中，应妥善收集和处理泄露物质；泄露物质不明确时，应进行取样分析。整体拆除后需转移处理或再利用的设备，应在转移前贴上标签，

说明其来源、原用途、再利用或处置去向等，并做好登记。设备拆除过程中，应采取必要措施保证其中未能排空的物料及污染物有效收集，避免二次污染。

5.2.5.1 内部物料放空

根据设备遗留物料的遗留量、理化性质及现场操作条件，确定放空方法。流动物料可利用原有管道、放空阀（口）等，通过外加压力、重力自流或抽提等方式放空。不流动物料可借助原放空阀（口）或在适当位置开设物料放空口，采用人工或机械铲除的方式清除，必要时可采用溶液稀释或溶解，达到流动状态后放空。残留较少或未能彻底放空的气体及残余液体，如有必要可采用吹扫法、抽吸法、吸附法、液体吸收、膜分离等方式清除。

5.2.5.2 高环境风险设备拆除

设备放空后，应结合后期拆除、处置、转移等过程污染防治措施及环境风险影响情况，确定是否需进行无害化清洗。对需要清洗的设备，按照技术经济可行、环境影响最小的原则进行技术筛选。对于设备清洗、拆除过程产生的废水，应集中收集处置，禁止任意排放。对于设备清洗、拆除过程可能产生有毒有害气体的，应在相对封闭空间内操作，并设置气体收集系统和净化处理装置，必要时可搭建密闭大棚。高环境风险设备拆除时应采取有效措施防范有毒有害物质释放，防范人体健康危害和环境突发事件。

禁止在雷雨天（或气压低）或风力在五级以上的大风天进行室外清洗作业。

5.2.5.3 一般性废旧设备拆除

位于永久结构中的地下/半地下设备，经论证留在原址不会导致环境污染且不进行拆除的，应使用水泥、沙子、石子等惰性材料将其内部填充后就地封埋，同时建立档案，保留设备位置、体积、原用途、材质以及完好性等记录，并附相关图像资料。辅助管道若与主体一同保留的，应使用惰性材料将其填充后与主体一并就地封埋。地下/半地下设备拆除过程中清挖出的土壤应进行采样分析，确定污染情况。

5.2.6 建筑物拆除工程

5.2.6.1 高环境建筑物拆除

因沾染有毒有害物质而具有较高环境风险的建筑物，可结合拆除产物环境风险、处置去向等情况，确定是否需对有毒有害物质实施无害化清理。确需进行无

害化清理的，应按照技术经济可行、环境影响最小的原则筛选适宜方法。清理干净后按照一般性建筑物进行拆除。高风险建筑物基坑拆除过程中，应尽量避免干扰浅层地下水，或采取有效隔水措施，避免污染地下水。

5.2.6.2 一般性建筑物拆除

一般性建筑物拆除时应采取有效措施，防范扬尘、噪声等污染，参照《建筑拆除工程安全技术规范》（JGJ147）进行安全拆除。

5.2.6.3 清理现场

拆除活动结束后，应对现场内所有区域进行检查、清理，确保所有拆除产物、遗留物料、残留污染物等得到合理处置，不遗留土壤污染隐患。

5.3 土地复垦工程

5.3.1 耕地复垦

1、耕作田块布置。田块布置应与相关规划（如水利规划、农业规划等）相衔接，充分考虑相关规划对田块布置的影响。开发整理后田块应相对集中连片，便于机械化耕作。田块形状规整，原则上单个田块长度 $\leq 200\text{m}$ ，宽度 $\leq 100\text{m}$ 。

2、项目区标高。项目区平均标高与周边同类耕地标高保持衔接，满足水利工程建设的要求。

3、田面平整度。田面应满足灌溉排水和耕种要求。格田内田面高差应在 $\pm 5\text{cm}$ 之间，相邻田块高差保持在 $0\text{cm}\sim 30\text{cm}$ 之间。

4、土壤质量。

（1）复垦成耕地的有效土层厚度应在 50cm 以上，砾石含量应小于 5% ，耕作层有机质含量应大于 10g/kg ，土壤酸碱度应达到 $6.0\sim 8.5$ ，土壤中 $\geq 10\text{mm}$ 以上土壤侵入体比例应小于 30% ，土壤水溶性盐总量应小于 6g/kg ，土壤容重不高于 1.35g/cm^3 。表层土壤质地以砂壤至壤土为佳，表土疏松，土壤通气性好，心土紧实，保墒保肥。土壤环境质量应符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618）等相关土壤环境质量标准。

5、灌溉水质量

灌溉水质量符合《农田灌溉水质标准》（GB 5084）要求。

6、新增耕地的配套标准

(1) 田间道路工程。田间道路布局合理，满足小型农业机具通行、运输、作业的要求。与周边道路、村庄相连接，方便生产生活。

(2) 灌溉和排水工程。排灌渠道满足项目区灌溉和排水要求，旱能灌，涝能排；各类沟渠布局合理，形成网络，坡度适宜，便于排灌。桥、涵、闸、放水口等配套设施齐全。规划以水田为主的田块，设计灌溉保证率应为 95%以上；规划以旱地为主的田块，设计灌溉保证率应为 90%以上。以 20 年一遇一日暴雨量，24 小时排除，设置排涝标准。

5.3.2 非耕地复垦

非耕地复垦平整度、项目区标高、土地再利用类型等，应充分考虑地块布置与相关规划（如水利规划、农业规划、景观规划等）相衔接。

5.3.2.1 建设标准

1、林地

林地道路等配套设施应满足同行业工程建设标准的要求，林地建设满足《生态公益林建设规划设计通则》（GB/T 18337.2）和《生态公益林建设检查验收规程》（GB/T 18337.4）的要求。

2、园地

园地配套设施（包括灌溉、排水、道路等）应满足同行业工程建设标准要求，园地如有控制水土流失措施，边坡宜植被保护，满足《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453）要求。

3、建设用地

地块地基承载力、变性指标和稳性指标应满足《建筑地基基础设计规范》（GB 50007）的要求，地基抗震性能应满足《建筑抗震设计规范》（GB 50011）要求。

5.3.2.2 质量控制标准

1、林地

复垦成林地的有效土层厚度应在 30cm 以上，砾石含量应小于 20%，土壤质地宜为砂土至壤质粘土，土壤酸碱度应达到 5.0~8.5，有机质含量应大于 10g/kg，土壤环境质量应符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618）

相关土壤环境质量标准，定植密度应满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）的要求，林地郁闭度应高于 0.35。

2、园地

复垦成园地的有效土层厚度应在 30cm 以上，砾石含量应小于 10%，土壤质地宜为砂土至壤质粘土，有机质含量应大于 10g/kg，土壤酸碱度应达到 6.0~8.5，土壤环境质量应符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618）相关土壤环境质量标准，土壤容重不高于 1.45g/cm³。

3、建设用地

土壤环境质量应符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600）相关土壤环境质量标准。

5.4 土地改良修复与风险管控工程

复垦地块土壤通过工程、生物、化学、生态等方法进行改良修复，改良后土壤作为农用地使用的应符合农用地土壤相关技术要求；修复后土壤作为建设用地使用的，应符合国家和本市污染场地修复的相关技术要求，场地污染物水平降低至人体可接受的污染风险范围内。

5.4.1 农用地土壤改良工程

1、客土改良表土质地

过沙或者过黏的土壤应通过掺黏或者掺沙等措施，改良土壤质地，使土壤质地处于壤质或粘壤质，提升土壤肥力水平和稳定性，使其符合耕种条件。

根据原耕地表层土壤及客土的颗粒组成，根据设定的质地改良目标，参照土壤学中壤土的粒级标准，通过理论计算确定表土层、底土层混合比例，根据理论值计算出的混合比例可确定适宜的压土厚度。按照土地平整设计的田块坡度、高程等对要进行改良的田块进行平整，保证场地平整，清除田块内的树根、石块、建筑垃圾、石块等异物，把选择好的客土运至田块中，按照掺土量的测算将客土覆盖到田块表层，确保客土厚度均匀一致平铺在地表，运用三铧犁等机械对覆好客土的表层进行翻耕，翻耕深度以达到可以混合原表土和客土为限，混合原土和客土，达到改良表土质地的作用。

2、土壤培肥

针对新复垦农用地耕作层土壤肥力不足的问题,可通过深耕深松、施有机肥、种植绿肥、秸秆还田等工程、农艺和生物措施,使耕地基础地力贡献率 and 生产能力提高。

(1) 秸秆还田

包括水稻、小麦、玉米等秸秆全量机械化粉碎还田、水稻秸秆覆盖与留高茬还田、小麦秸秆墒沟埋草还田等。其中,全量麦草还田机械旋耕技术,指通过大动力机械进行小麦秸秆全量还田,辅以施用秸秆腐熟剂,并适量增加氮肥基施比例,调节碳氮比至 25:1 左右,加快麦草快速腐熟。墒沟埋草技术,指在没有大动力机械的地块,对部分麦草进行本田还田后多余的秸秆,利用麦田墒沟进行埋草,并施秸秆腐熟剂,促进麦草快速腐熟。

(2) 种植绿肥

选择净度、纯度、发芽率、水分含量等指标达到国家三级种子标准的紫云英、蚕豌豆、苜蓿、苕子等绿肥品种,适时进行选种、擦种、浸种和拌种,在冬闲田或耕作制度适合绿肥种植的区域进行适时播种。新种植区域用根瘤菌接种。利用稻田种植绿肥的,播种时稻田土壤保持湿润,力争做到均匀。水稻收割后,开好“井”字沟和田边沟,达到沟沟相通,排灌自如,保持田间湿润而不积水。同时适当施用磷肥,做到“以小肥换大肥”的目的。

(3) 商品有机肥施用

根据当地土壤有机质含量、腐殖化系数、土壤有机质等确定维持耕层土壤有机质平衡的有机肥用量。具体依据当地土壤养分供应状况、作物类型和目标产量,应用测土配方施肥原理,采用同效当量法,确定施用商品有机肥数量,实行有机肥与无机肥相结合。

(4) 酸化土壤改良培肥

在土壤有机质含量降低的旱地或水田酸化严重区域(土壤 pH 值 3.5~5.5),使用石灰和酸性土壤调剂产品,配合土壤培肥改良措施,提升耕地质量,提高作物产量和品质。即在应用测土配方施肥成果的基础上,分析土壤酸化程度和调理剂应用范围,合理确定土壤调理剂施用量及方法。石灰推荐用量一般每 667 平方米 50~75 千克。应选择重金属含量低、质量安全的产品,土壤调理剂产品须

经农业部登记，重金属、有害物质含量必须达到国家有关标准要求。不得选择可能污染农田的，以矿渣等为原料的土壤调理剂产品。土壤酸化调理剂在农田翻耕前均匀撒在旱地或水田表面。播种或栽插前，将土壤调理剂翻入土层并与耕层土壤充分混合。

（5）盐碱土壤改良培肥

对于盐碱性土壤，使用石膏和其他盐碱土壤调理剂产品，配合土壤培肥技术，对盐碱土壤（pH 值 7.5~9.5）进行改良，提高作物产量和品质。石膏应选择重金属含量低、质量安全的产品，土壤调理剂产品须经农业部登记，重金属、有害物质含量必须达到国家有关标准要求。

3、生态修复

针对受污染的复垦农用地，采用生态修复措施逐步降低土壤污染风险。植物修复措施应筛选出主要污染指标对应的适宜本地化绿化植物品种，实行乔木、灌木、草本结合种植，三年后植树成活率 70%以上，郁闭度 30%以上。

5.4.2 非农用地污染风险管控与治理修复工程

按“污染源—暴露途径—受体”的不同，分为对污染源进行处理的治理修复、对暴露途径进行阻断的风险管控以及降低受体风险的制度控制。参照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2）、《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5）、《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6）等建设用地土壤、地下水污染防治系列标准、规范与指南进行风险管控与治理修复。

6 矿山综合整治

矿山综合整治应采取有效预防和保护措施，经综合整治后，场地安全稳定，对人类和动植物不造成威胁；对周边环境不产生污染；与周边自然环境和景观相协调；恢复土地基本功能，因地制宜实现土地可持续利用；区域整体生态功能得到保护和恢复。

6.1 一般规定

6.1.1 本区矿山资源较少，主要是分布在松江区因上世纪开采石材矿遗留下来的一些采石场和已关闭的砖瓦厂，这些矿山是本区矿山综合整治的主要内容。

6.1.2 矿山综合整治应符合国家和区域主体功能区规划、生态保护规划的要求，提高土地整治的水平。

6.1.1 本章适用于采石材矿遗留采石场、已关闭砖瓦厂等矿山综合整治。

6.1.2 矿山综合整治应符合国家和区域主体功能区规划、生态保护规划的要求，提高矿山综合整治的水平。

6.1.3 矿山综合整治应采取有效预防和保护措施，经综合整治后，场地安全稳定，对人类和动植物不造成威胁；对周边环境不产生污染；与周边自然环境和景观相协调；恢复土地基本功能，因地制宜实现土地可持续利用；区域整体生态功能得到保护和恢复。

6.2 边坡地形整治与防护工程

6.2.1 边坡地形整治工程

6.2.1.1 土质边坡地形整治工程

土质边坡地形的整治主要是保证边坡的稳定性，其中边坡高度一般根据设计要求进行，边坡坡度一般小于 35° ，每一个台阶高度一般不超过 5m。

6.2.1.2 岩质边坡地形整治工程

岩质边坡主要指开山采石后形成的采掘岩面，本区岩质边坡均比较陡峭，应针对岩质边坡上的节理、裂缝有针对性的采取工程措施进行整治。一般包括浮石清理、危岩体清除。

6.2.2 边坡防护工程

在岩质边坡地形整治后，还应针对边坡岩体的节理和裂缝发育情况，根据现场实际条件，采取注浆加固或锚杆加固等工程措施保障边坡的稳定性。

6.2.2.1 非预应力锚杆（索）工程

锚杆是边坡支护常采用的一种支护方式，一般采用水泥砂浆将锚杆锚固在伸向地层内部的钻孔中，并在外端承受拉力的圆柱状锚体，他的中心受拉部分是钢拉杆，锚杆所承受的拉力是通过拉杆周边握裹力而传递到水泥砂浆中，然后再通过锚固段周边地层的摩阻力而传递到锚固区的稳定地层中。

锚杆的钻孔方向一般是沿水平方向向下倾斜 10° - 45° ，施工时钻孔的深度须超过已有滑动面，并须在稳定地层中达到足够的有效锚固长度，锚杆末端锚入土体内的有效锚固段所能承受的最大拉力称为锚固段的极限抗拔力。

非预应力锚杆（索）工程在安装后，一般在岩土移动才能发挥作用。

6.2.2.2 预应力锚杆（索）工程

预应力锚杆在边坡支护中发挥着非常重要的作用，在安装后能及时提供支护抗力，是岩土处于三周盈利的状态，控制地层和结构物变形能力强。

6.2.2.3 砌体或混凝土挡土墙工程

使用灌注混凝土的施工方式，一般是由于所在区域水位较高，或是在雨季经常被雨水浸泡，会导致砌石结构的稳定性受到影响，这种情况下通常会选择灌注混凝土。在灌注混凝土的过程中，主要解决如下几个问题：

（一）增强护坡的坚固性。灌注混凝土在硬化之后，其强度较高，且不易被水腐蚀，可以有效增强护坡的防水性。

（二）增强护坡的柔韧性。混凝土与石块比较，其形变的允许范围相对大，使其在受到外部压力时，不容易产生裂缝等现象，而石块之间的相互贴合有可能在受到重压的情况下出现裂缝，这也在一定程度上使砌石护坡的强度增加。

（三）混凝土与砌石的结构相结合，在混凝土完全凝结后，会使两者形成一个完全相融的整体，对于稳定性、防渗性等性能都是较大的提升。

6.2.2.4 边坡锚喷防护工程

锚喷是一种新型的加固方法，近年来因其良好的整治效果、可实施性、施工简便、相比其他加固措施经济合理而得到广泛应用，锚喷加固根据边坡的地质

情况，按照一定的距离、角度、深度，在边坡上施打一定数量的锚杆后布设钢筋网，喷射砼，形成锚杆与薄壁钢筋混凝土联合作用的护坡体系。边坡锚喷防护能很好利用锚杆的深层拉力作用以及钢筋网的多层防护作用，从而确保了强风化岩边坡的强度及稳定性，起到了坚固、耐用、美观的作用。

喷射混凝土前要求岩面必须处理干净，清除岩体表面植被、浮土、危石，必要时要用水冲洗或预喷水泥砂浆以加强混凝土与岩体的粘结力。

锚杆的强度首先要满足其抗拉强度要求，其长度的确定是根据风化岩的物理特性及锚杆与岩体间的摩擦力通过实验与计算而确定，一般长度要求大于 2.0m。在锚杆插入岩体后要及时注浆以增加锚杆与岩体的摩擦力，同时也可以采用楔式锚杆。

防护网要与锚杆坚固连接，并贴紧岩面以保证其防护作用的充分发挥。

喷射混凝土的厚度要均匀一致，不允许出现干灰和过稀现象。

6.2.2.5 回填压脚工程

回填压脚主要是指在滑坡下部(剪出口或阻滑段)通过土石等材料堆填压密，增强滑坡的抗滑能力，提高其稳定性的工程措施。

回填压脚施工前，应根据工程设计、施工过程和施工条件确定施工工艺流程，并做好各项准备工作和提出施工过程控制技术措施。

在回填压脚施工过程中应加强对滑坡及周边环境的监测，并根据监测资料及时调整施工控制措施。

6.3 废弃场地整治工程

本区废弃场地地形整治一般指对采矿场和排土场（固体废弃物土、石、渣堆放场地）以及生产加工、运输场地、矿山生产期间生活用地进行挖方、填方和场地平整等。工程技术内容应包括以下各项：

- a) 测量平整区域的座标、高程，对场区的平整度进行评价；
- b) 根据测量情况，确定挖方、填方的中线位置、断面尺寸和标高；
- c) 对涉及到的边坡按照设计要求进行加固；
- d) 根据现场实际情况确定给派水沟和排水设施的中线位置、断面尺寸和标

高；

e) 在完成填方平整后，对填方压实情况和压实系数(或干容重)进行采样测试；

本区废弃场地复垦工程是对因采掘、建材工业发展和其他工矿废弃物堆积等而被占用或破坏的土地，通过整治改造使失去的生产能力得到重新再利用。是国土整治和环境保护工作的重要组成部分，也是解决采掘、建材等工矿企业与农、林、牧、渔业争地的矛盾，防止环境污染、恢复生态平衡的有效途径。本区常用废弃场地复垦一般均采用挖填结合，整体平衡的方式来进行。

6.4 生态环境修复工程

6.4.1 绿化种植工程

6.4.1.1 种植土工程

土壤是植物生活的基础环境，其质量好坏直接影响着栽植后苗木的生长势和景观效果。用于绿化工程的土壤应控制好土层深厚，土壤具有良好的排水透气性和保水保肥能力。

6.4.1.2 植物材料工程

植物材料的品种应符合要求，严禁带有严重病、虫、草害。

树木树干挺直，树冠完整，生长健壮；根系茂盛，无病虫害，树木不破相。土球完整、包扎牢固、无裸出土球的根系；裸根树柱根无劈裂、根系完整、无拉伤，草块和草根茎块的尺寸基本一致，厚度不小于 2cm，杂草不得超过 5%；草根茎中的杂草不得超过 2%；过长草应修剪；无病虫害。

花卉、草本地被生长势良好，花卉、草本地被生长茁壮，发育匀齐，根系发达，无损伤和病虫害。

6.4.1.3 树木种植工程

树木种植应先进行植物种植点放样、定位；树坑坑径大于土球或裸根系 40cm，深度同土球或根系的直径，翻松底土，树坑上下垂直。种植深度基本符合生长要求，通常根颈与土壤沉降后与地表面等高或略高。在合理的基础上，树干或树木

重心与地面垂直。木、大灌木的数量符合设计要求，小灌木的数量比设计要求不得减少或超过 10%。

6.4.2 采石坑水体循环系统设置及水体质量监测

- 1** 充分调查采石坑坑地水体环境，建立采石坑水体循环系统。
- 2** 水质监测对象包括地表水和地下水。地表水为采石场或黏土矿周边流过或汇集的水；地下水为埋藏于地面以下岩土孔隙、裂隙中的水。
- 3** 合理安排采样时间和采样频率，选定采样方法和分析方法，制定质量保证程序、措施和实施计划。

6.4.4 文化风貌工程

- 1** 对已有文化风貌工程采取保护。
- 2** 保护区的自然环境和自然资源，由保护区管理机构统一管理。未经批准，任何单位和个人不得进入保护区内建立对自然环境与资源产生破坏影响的机构设施。

6.5 植被养护工程

6.5.1 养护浇灌系统工程

6.5.1.1 水源工程

进行植被养护时，浇水可以采用蓄积降雨或附近溪流、湖泊、水库和井泉中的水，以及处理达标的中水，以对植物生长无不良影响为宜，即使对耐盐碱植物一般也不宜直接用含盐量高的水(海水等)进行浇灌，特别当植物处于幼苗期时，可能会造成植物损伤或死亡。化工污染严重的水源不宜采用。

水源要有可靠保证，特别是伏旱无雨季节，要保证植被的灌溉用水，防止植被因长期缺水而死亡。

6.5.1.2 输配水工程

植被养护的输配水一般采用明渠与管道的方式。

采用明渠进行输配水时，应注意防渗处理减少水资源在疏松过程中的损失，

使有限的水资源得到有效利用，一般可采用灰土、水泥浆、砌石等普通材料进行防渗处理，也可以采用混凝土/塑料薄膜等渠道常用防渗材料。

敷设管道前，应充分了解沿线地段的土壤性质、地下水位等情况，在干燥结实土壤中，沟底不需处理，管子可直接铺设在天然基础上，但管底必须紧密地安放在土壤中。在松软的土壤中或填方的基础上，管底一般采用夯实的方法处理。在饱和水分的粘土、砂质粘土、多石土壤等中，管底设置混凝土基础。

6.5.1.3 喷灌工程

喷灌是保证坡面植被生长发育所需水分的主要手段之一，可弥补大气降水量不足和时空上的不匀、保证适时适量地满足生态边坡植被生长所需水分的重要措施，有利于植物的正常生长和增强其对不良环境的抵抗能力。

可采用固定或移动管道建立的喷灌和微灌系统，能够对水进行精确控制，既节水又高效。

6.5.2 植物养护

6.5.2.1 乔、灌木养护

1、浇灌、排水

夏季浇灌宜早、晚进行；冬季浇灌宜在中午进行。浇灌要一次浇透，尤其是春、夏季节；若处高温久旱（气温高于 35℃，10 天未下雨），应及时进行浇灌，一般应在清晨或傍晚进行浇灌。

2、中耕、除草

树木根部附近的土壤要保持树木根部疏松，易板结的土壤，在蒸腾旺季应每两个月松土一次。乔木、灌木周围的大型野草，应结合中耕进行铲除，特别注意具有严重危害的各类藤蔓（例如菟丝子等），中耕、除草宜在晴朗或雪后初晴且土壤不过分潮湿的条件下作业。

3、施肥

树木休眠期可施基肥（如豆饼），每年 10 月中旬至 11 月进行一次。树木处于生长期，可依据植株的长势对其施追肥。一般乔木胸径在 15cm 以下的，每 3cm

胸径可施堆肥 0.5kg，胸径在 15cm 以上的，每 3cm 胸径施堆肥 0.5kg~1.5kg。树木青壮年期欲扩大树冠及观花、观果植物，可适当增加施肥量。乔木和灌木均应先挖好施肥环沟，其外径应与树木的冠幅相适应，深度和宽高均为 25cm-30cm。施用的肥料种类应视树种、生长期及观赏等不同要求而定。早期欲扩大冠幅，宜施氮肥；观花、观果树种应增施磷、钾肥。

4、修剪、整形

乔木和灌木的修剪以自然树形为主。乔木类：主要修除徒长枝、病虫枝、交叉枝、并生枝、下双瞳剪水垂枝、扭伤枝以及桔枝和烂头。灌木类：灌木修剪应使枝叶繁茂、分布匀称；修剪应遵循“先上后下，先内后外，去弱留强，去老留新”的原则进行。

修剪时切口都要靠节，剪口要平整；对于过于粗壮的大枝应采取分段截枝法，操作时必须注意安全。休眠期修剪以整形为主，可稍重剪；生长期修剪以调整树势为主，宜轻剪。有伤流的树种应在夏、秋两季修剪。

6.5.2.2 藤本植物养护

藤本植物，又名攀缘植物，是指茎部细长，不能直立，只能依附在其他物体或匍匐于地面上生长的一类植物，但往往会随周围环境的不同而不同，如果有支撑物，它会成为藤本，但如果没有支撑物，它也会长成灌木。藤本植物可以节省用于生长支撑组织的能量，可以更有效地吸收阳光。生长蔓延的速度快，绝大部分是有花植物。

1、修剪

主要修剪表面过厚多余的枝条、枯枝，避免剪掉有用的叶芽、衣芽和主蔓，一般生长季节每月修剪 1~2 次。

2、施肥

春季、秋季重点施基肥（鸡粪）1~2 次，生长期根据实际情况追施无基肥数次，施基肥方法以沟施为主。

3、浇水

冬季干旱季节，越冬前灌足冻水 1~2 次，生长季节经常淋水以保证其生长

需要；施肥及补种时加强淋水，淋水时应注意水不能直射墙面以免造成藤本植物脱落和水土流失。

4、补植

3~4 月份对缺株部分及时补植，补回原种类并加强淋水保证成活率。

5、引爬

根据不同植物的攀缘特，采取牵引措施或设置网架等辅助设施让其迅速、均匀的生长。引爬方法可采取贴胶纸、绳子或铁丝固定钉子加绳绑等方法。

6.5.2.3 草本植物养护

草本植物养护主要保护浇水、修剪、追肥和虫害防治。

1、浇水

一般掌握少次多量的原则，促进根系深扎，提高抗逆性。栽植后及时浇一遍透水，入冬前浇灌冻水，来年春季及时浇灌返青水。夏季视降雨情况灵活掌握，秋季浇水量参照春季。覆土由于刚栽植时土壤翻松，几次浇水后土壤沉实，有些植株的根部就会高出土面，不利于生长和越冬。此时需要在株间覆土填平，也可在栽植时适当栽深一些。宿根花卉生长一个周期后，根自然野趣花境颈部位也会上移，也需及时覆土。栽植两三年后应及时重栽。

2、修剪

多数草本花卉的生长时间较长，生长量很大，如果放任生长，会达不到原有的设计效果。另外，有的种类在开花过后有残花、结实等景观不佳的问题，都需适当进行修剪处理。另外，通过适度修剪，有些连续开花类型的花卉还能够二次开花或调控花期，增加观赏性。在花卉修剪后，尤其是重剪后，要适当补充肥料，供其后期生长。施肥一般在种植花境时，要施足底肥，以后每年深秋再施一次基肥即可。

3、追肥

一般花大、花开得多、花期长、且植株高大的植物一般都喜肥，要在不同的生长期追施不同肥料。生长枝叶期间适当多施氮肥，形成花蕾之前要施氮、磷、钾肥，开花期不施肥，花后结合修剪残花再施一次氮肥，促进枝叶生长。杂草控

制在宿根花卉萌芽期，萌芽多集中在根际附近，前期生长量很小，生长速度也较慢，株间的空间就会被各种杂草所占据。及时清除杂草非常必要，不仅节约养分，而且为花卉留出足够的生长空间。

4、虫害防治

在选择宿根花卉时，选择抗病的种类和品种非常重要，可以节省不少养护成本和时间。另外，在养护过程中采取适当的措施，可以有效预防病害的发生，如合理确定定植期、栽植密度、及时修剪等，尽量创造适合植物生长的条件，促使其形成强壮的根系，增强抵抗病害的能力；营造通风透光的局部条件，减少病害的扩展蔓延。花境中虽然植物种类较多，但是并不能很快形成一个平衡的生态系统，不像自然界的生态系统那样稳定，病虫害仍然会发生因此仍需要进行一定程度的药剂防治。应尽量选用对环境危害小的药剂，能控制住病虫害的蔓延即可。

7 海岸带综合整治

7.1 一般规定

7.1.1 海岸带综合整治的适用对象为纳入国土综合整治范围的自然和人工岸段。

7.1.2 海岸带整治范围本标准中海岸带综合整治的适用范围是自然岸段以海岸线为界，向陆侧延伸至风暴潮侵袭线，向海侧延伸至低潮时水深 6m 等深线的水域；人工岸段向陆侧以堤内护底边线（随塘河）向陆延伸 50m，向海侧以堤外护底边线为界，延伸至水深 6m 的水域，或保滩促淤坝护底边线外侧 300m 水域范围。

7.1.3 人工岸段的海堤生态化建设是以海堤的防灾减灾安全功能要求为前提，在满足安全要求的基础上进行生态化建设。

7.2 自然岸段的生态保护与修复

7.2.1 潮上带和潮间带生态保护与修复

盐沼植被是盐沼生态系统的第一生产力，常分布在海陆过渡带的淤泥质河口或海岸区域，周期性受海洋潮汐作用影响，具有较高的生态服务功能价值。盐沼植被修复是盐沼生态系统优化、水鸟栖息地修复的必要环节和重要手段。其设计应综合区域地形底质、环境要素、植被生长状况及生物群落等多种因素采取修复措施，尊重自然规律，一定程度上辅以人工手段。

盐沼植被修复实施前应首先经过现状调查，掌握区域自然环境和生物群落生长状况，并对底质、地形、水文等环境条件的适宜性及周边威胁因素的影响程度进行分析评估。盐沼植被修复时应优先进行生境修复，适当采取地形塑造、水系

连通、安全防护及底质改良等措施修复生境条件。盐沼植被种植应以乡土物种为主，谨慎使用外来物种，种植后应采取一定的管护措施促进盐沼植被群落形成。盐沼植被修复实施后需持续跟踪监测其恢复效果，并根据动态监测结果采取适宜的完善措施。

7.2.2 潮下带生态保护与修复

1 对于受波浪、水流、潮汐作用可能发生冲刷破坏的侵蚀性岸段，可采取工程措施、植物措施或者两者相结合的防护措施。其防护范围，应满足海堤稳定安全的要求。必要时，应通过模型试验论证。

2 固滩保滩的工程措施有坝式、护底式和缓流式等。

3 坝式固滩保滩可采用丁坝群、丁坝群顺坝相结合的措施。

4 护底式固滩保滩措施可采用软体排或抛石，护底范围根据理论冲刷深度计算分析确定。

5 缓流式固滩保滩通长采用缓流结构，改变流态，降低流速，促进泥沙落淤，实现防冲保滩。缓流结构可采用透空结构，如多孔空心方块、杓槎、柴枕等，也可结合人工鱼礁等生态措施。缓流保滩的效果宜通过物理模型试验或试验工程确定。

6 在滩面地形适合、冲刷不是很剧烈的堤段，可采用种植芦苇、海三棱藨草等减缓近岸流速，起落淤保滩作用。植物带宽度宜大于 100m，植被盖度大于 30%。

7.2.3 人工鱼礁

作为海洋生物资源恢复工程中常用的结构设施，其设计过程中应综合考虑鱼礁布置区域的选择以及相关结构与生物特性的契合度。其主要的设计原则应与现行的相关人工鱼礁建设的规范相符，在此基础上还需符合海岸带综合整治工程中水运、水利等其他行业的相关设计要求。

7.3 人工岸段的海堤生态化建设

7.3.1 海堤生态化建设

1 海堤的自身安全和防灾减灾功能是海堤的基本功能。应在此基础上，可有选择性地开展海堤生态化建设。生态系统影响因素众多、相互之间关系复杂，工程建设带来的影响也并非单一因素。因此，海堤生态化建设应先确定生态目标，再选取相应的措施以实现该目标。

2 建设范围尺度主要是根据斜坡式海堤占用及影响的海域范围确定的，具体可根据工程情况进行论证并优化调整。

7.3.2 堤前带生态化工程

1 波浪爬高计算可参考《海堤工程设计规范》（GB/T 51015）相关规定执行。

2 以改善堤前水动力环境为目标的堤前带生态化建设，可与堤身带生态化工程统筹考虑。

7.3.3 堤身带生态化工程

1 优化堤线布置可以减少堤前海域地貌变化、降低堤顶高程、保留潮汐通道、减少海域面积等，但应以安全 and 功能为前提，并在生态效应与经济性上做适当权衡。

2 海堤结构的缓坡形式与占用海域面积是矛盾的，应统筹考虑。

3 工程建设中，实际采用的新型材料种类较少，如改性塑料、聚氨酯碎石料等，工程实践表明，尚未见明显的生态效果，应慎重使用。

4 海堤结构采用透空结构一般是为了营造复杂的水动力环境，也有为了营造促淤环境而设计的结构形式，具体需求应根据生态化建设目标确定的，也可在不同结构部位，针对不同生物类型进行差异化应用。

5 堤身各部位采用的植被根系不宜太发达，以免植物根系破坏堤身结构，但沿海地区风速较大，选用的植物类型又需要有较强的防风能力。二者时间需要进行统筹考虑。

6 人工礁体、雨巢等属于辅助生态化改造措施，一般为营造异质生境用，不宜大规模使用。

7.3.4 海堤生态化建设控制指标

相关控制指标均以保证海堤安全为前提，若与海堤安全相冲突，相关指标可适当放宽。

8 湿地综合整治

8.1 一般规定

8.1.1 本章节湿地综合整治适用对象。上海市有湿地 5 类 13 型，5 个湿地类为近海与海岸湿地、河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地、人工湿地，其中近海与海岸湿地因其整治原则及相关措施与其他湿地具有一定差异，不包括在本章节所述湿地类型中，其整治可参照本文“海岸带综合整治”章节，本章节使用对象主要为上海市纳入国土空间综合整治范围的一线海堤之内的人工和自然湿地。范围内的永久性河流、永久性淡水湖、草本沼泽、森林沼泽、库塘、运河/输水河、水产养殖场等均属于该范畴。

8.2 湿地现状调查

8.2.1 湿地现状调查

1 资料收集。进行湿地整治工程基础资料收集可通过收集水利、环保、农业、林业等有关部门的监测资料或技术报告获得调查资料，部分资料可采用 3S(GIS、GPS、RS) 等技术方法获取。基本资料收集完全后，应检查基本资料是否满足工程要求，明确资料来源，检验基本资料的正确性及相互协调性和一致性，分析数据的合理性、规律性。当资料不能满足工程要求时，应进行补充监测和调查。

3 选取参照。对部分退化的湿地可以对其周边湿地状况进行调查作为整治的参照，对应周边无法选取参照的湿地可通过分析待整治区域的演替序列进而确定一个阶段作为参照。对演替序列的分析可以判断生态系统总体处于退化或严重退

化还是基本维持动态平衡。当湿地生态系统退化至一定程度，即靠湿地本身自我修复能力已经无法恢复的情况下，需要进行生态整治。在湿地本底调查的基础上，应根据待修复湿地生态系统自身特征和演替规律，分步骤、分阶段实施。

5 湿地本底调查应包括水文水资源调查、水质状况调查、湿地地貌调查、生物状况调查、经济社会及历史文化调查等相关内容。

水文水资源调查

河流水文情势的动态特性在维持河流生物多样性和生态系统完整性方面发挥了至关重要的作用。河流水文过程调查分析的目的是评估当前水文过程偏离自然水文过程的程度，识别改变程度较大的水文指标，基于这些水文指标与河流生态响应之间的相关关系预测可能产生的生态效应，指导河湖生态修复。

生态水文学中通常用流量、频率、发生时机、延时和变化率五类变量反映水文情势，进而研究生物对水文变量的相应。生态水文分析通常把年内流量过程划分为 3 个流量段，及基流、高流量和洪水脉冲流量，3 个流量段具有不同的生态功能。

水文信息采集主要包括含沙量测验、输沙率和平均含沙量计算、泥沙颗粒分析和级配曲线绘制。

1、含沙量测验应符合下列要求：

1) 含沙量测验中使用采样器采集河流浑水水样。采样器有横式采样器和瓶式采样器。采得的水样经过体积量测、沉淀、过滤、烘干、称重等程序，就能得到一定体积浑水中的干沙重量。水样中的含沙量按下式计算。

$$C_s = W_s / V \quad (8.2.1-1)$$

式中 C_s ——水样含沙量 (g/L 或 kg/m³)；

W_s ——水样中的干沙重量 (g 或 kg)；

V ——水样体积 (L 或 m³)。

2) 根据测点的水样，得出测点的含沙量后，可用流速加权计算垂线平均含沙量。五点法和三点法的垂线平均含沙量按下式计算。

$$C_{sn} = (C_{s0.0}V_{0.0} + 3C_{s0.2}V_{0.2} + 3C_{s0.6}V_{0.6} + 2C_{s0.8}V_{0.8} + C_{s1.0}V_{1.0}) / 10V_m \quad (8.2.1-2)$$

$$C_{sn} = (C_{s0.2}V_{0.2} + C_{s0.6}V_{0.6} + C_{s0.8}V_{0.8}) / 3V_m \quad (8.2.1-3)$$

式中 C_{sn} ——垂线平均含沙量 (kg/m³)；

C_{sj} ——测点含沙量，下标 j 表示该点的相对水深 (kg/m³)；

V_j ——测点流速，下标 j 含义如上 (m/s)；

V_m ——垂线平均流速 (m/s)。

2、输沙率和平均含沙量计算应符合下列要求：

1) 根据各条垂线的平均含沙量 $C_{sn}(i$ 为垂线序号)，配合测流计算的部分流量，即可算出断面输沙率 Q_s 。按下式计算。

$$Q_s = \{C_{sn1}q_1 + C_{snm}q_n + [(C_{sn1} + C_{sn2})q_2 + \dots + (C_{snm-1} + C_{snm})q_n]/2\} / 1000 \quad (8.2.1-4)$$

式中 Q_s ——断面输沙率 (t/s)；

q_i ——第 i 条垂线与第 $i-1$ 条垂线间的部分流量 (m³/s)；

C_{sn} ——第 i 条垂线的平均含沙量 (kg/m³)。

2) 断面平均含沙量为

$$C_s = 1000Q_s/Q \quad (8.2.1-5)$$

式中 Q ——断面流量 (m³/s)。

3、泥沙颗粒分析和级配曲线绘制应符合下列要求：

1) 将有代表性的沙样按照颗粒大小分级，分别求出小于各级粒径泥沙重量百分数。将其成果绘在半对数纸上，即得到泥沙粒径分布曲线。曲线以泥沙粒径为横坐标，以小于某一粒径的颗粒在沙样中所占重量百分数为纵坐标。

2) 由沙样的粒径分布曲线可以确定各种粒径泥沙颗粒在沙样中所占比例，用以表示沙样组成状况。不同的代表粒径如 d_{50} 、 d_{75} 、 d_{90} 表示小于这一粒径的泥沙颗粒在沙样中所占重量比分别为 50%、75%、90%。

水质状况调查

进行水体质量调查时，可结合使用人工采样、在线采样和遥感监测等技术，充分发挥高光谱分辨率遥感技术在黑臭水体调查等特定领域的应用优势。

进行沉积物污染状况调查时，对有工业、矿业污染的水域和无此类污染的水域一般需分类确定调查项目。

点源、面源、内源和移动源调查内容包括：

1、点源调查主要调查工业污染源和生活污染源产生的工业废水、城市生活污水的入河（湖）排放口。调查内容主要包括城镇生活及工业排污入河排污量、排放标准、主要排放污染物、排放去向情况、排口位置等。对直接排放入河的现状排污口的数量与具体位置、废水排放量、污水来源、主要污染物排放浓度等进行系统调查。

2、面源调查主要调查城市地表径流污染、农村生活污染、畜禽养殖污染、农田化肥和农药污染、水土流失等污染源。城市地表水径流污染调查包括城市建成区面积、初期雨水形成过程及主要污染物浓度等。农村生活污染调查包括村庄分布及居住面积、人口情况，生活垃圾种类、数量和处置方式，村庄范围内工业污染及防治情况等。规模畜禽养殖企业调查包括畜禽养殖企业规模、种类，废水和固废产生及排放等。化肥农药污染包括农田面积、农业种植结构、土地利用状况和农药及化肥施用情况等。水土流失调查包括水土流失面积、流失强度、营养盐元素等。

3、内源调查包括调查底泥污染、水产养殖污染等污染源。底泥污染调查主要包括底泥形成机理、底泥淤积分布区域，底泥淤积面积、淤积厚度、底泥中营养元素、重金属及其他污染物质的分布等。水产养殖污染调查主要包括水产养殖面积、养殖种类、养殖密度、投放饵料种类、频次等。

4、移动源调查应调查江河、湖泊航运污染源。移动源调查主要内容包括船舶类型、运输类型、货运量，港口码头污水、固体废弃物接收处理设施设备及运行情况等。

5、在污染负荷分析计算方面，需在陆域控制单元体系下分析评估与特征污染物相关的污染源的分布状况与排污强度，分析污染源对河湖水系关键控制断面水质的季节性影响特点。

需在水体质量调查、污染源调查统计分析的基础上，进行水系控制断面水质变化分析，开展水质综合评价，分析污染成因，涉及到重金属等有毒有害污染物的需溯源。在控制断面水质变化分析方面，需在现有数据和补充监测基础上，分析水系内所有控制断面水质指标的时空变化特征，识别出上下游、干支流中的关键问题断面及其特征污染物的周期性变化规律，并建立陆域污染负荷排放与控制断面水质指标之间的定性或定量关系，找出导致水质超标的主要污染源、污染项目和超标原因，并定位到具体的空间区域，必要时开展入河湖排口及河湖水质水量同步监测，研究确定特征污染物和河流水质过程的响应参数。

湿地地貌调查

湿地地貌调查方法应结合河势演变、现状资料和现场勘察进行，并通过遥感技术、全球定位系统、地理信息系统无人机、数字高程模型等技术获取空间数据

进行分析。

水系连通包含物理通道连通性和水文连通性两个方面。其中，水文连通按照季节变化特点可分为常年连通和间歇性连通，按照水流方向又可分为单向、双向和网状等类型。由于年内水文周期性变化包括汛期涨水-退水过程，使得一部分湿地水系之间连通性呈现间歇性状态。另外，出于防洪和引水需要调控闸坝，也会使水系之间呈现间歇性连通状态。按丰水期和枯水期两种情况调查连通性，并且在间歇性连通中区分自然原因和人为原因。

湿地演变和水系历史变迁情况调查主要通过收集、整理历史记录和现状地形，绘制湿地平面形态和典型断面的多年变化图，并重点关注因水上构筑物的修建和采砂、取土、疏浚等人类活动所引起地貌形态变化。

河流分级可采用 Strahler 方法，明确目标河段所处的级别，河流分类可按照顺直微弯河型、蜿蜒河型、辫状河型、网状河型和游荡河型进行划分。河流弯曲程度可用曲率半径、中心角、河湾跨度和振幅等参数表示。

地貌过程调查与分析是河流生态修复工程设计和施工的基础。水流与河床之间以泥沙为介质的相互作用，会导致河床形态变化和河势变化分析。河床形态变化主要包括河床形态平面变迁、横断面形态变化、河床组成及河床比降的调整等。河势变化主要包括河道主流线位置、走向以及洲滩的分布与变化态势等。这种均衡形态的相关因子（如河宽、水深、比降等）和表达来水来沙条件（如流量、含沙量、粒径等）及河床地质条件的特征物理量之间的河相关系，可为河流生态修复工程的工程设计提供基础，并应充分考虑目前的河流形态特点及其未来发展趋势，判断特定河段的状态是因局部失稳还是系统性失稳造成的，以使所选择的修复措施与当前及将来的河流状态相协调。

地貌单元调查方法包括自动全能测量仪（Ronotic Total Station）、实时动态定位技术（RTK GPS）、陆基激光定位器（Ground-Based LIDAR）、三位激光扫描仪、超声波探测仪、水下回声探测仪等。

在河床底质中，大颗粒（巨砾、中砾、卵石、沙砾等）多被细沙、淤泥或粘土所覆盖，其覆盖程度对于底栖动物、越冬鱼类、鱼类产卵与孵化影响很大。一般用嵌入率反映大颗粒被细沙、淤泥或粘土覆盖状况，可按照 $<5\%$ 、 $5\% \sim 25\%$ 、 $25\% \sim 50\%$ 、 $50\% \sim 75\%$ 、 $>75\%$ 进行分级。

水利水电工程包括水库、堤防、护岸、水闸、泵站等；航道整治工程包括护滩、护底、导堤、清礁、疏浚等；管道工程包括天然气管、输气、输油、输供水管等；交通工程包括桥梁、涵洞、隧道、港口、码头等；取排水工程包括取水口、排污口等。

生物状况调查

对生物状况宜用生物群落中的物种丰富度和物种均匀度进行生物多样性分析。物种丰富度用来描述生物群落中物种数量的多少，可用 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 表示。物种均匀度用来描述群落中不同物种（生物量、盖度或其他指标）分布的均匀程度物种中的个体的相对丰富度或所占比例，可用 Pielou 均匀度指数 (J) 表示。计算公式如下：

$$H' = -\sum (n_i/N) \times \log_2(n_i/N) \quad (8.2.3-1)$$

$$J = H' / \log_2 S \quad (8.2.3-2)$$

式中 n_i ——第 i 种个体数；

N ——同一样品中个体总数；

S ——种类数。

对鱼类而言，还可通过优势种分析对保护与修复工程的重点对象进行分析，可用相对重要性指数 (Index of relative importance, IRI%) 表示。宜选取 IRI 值大于 500 的物种为优势种类，IRI 值在 100~500 的为常见种类，IRI 值在 10~100 的为偶见种类，IRI 值在 1~10 的为少见种类。计算公式如下：

$$IRI\% = \left[\frac{(W_i\% + N_i\%) \times F_i\%}{\sum_{i=1}^n (W_i\% + N_i\%) \times F_i\%} \right] \times 100 \quad (8.2.3-3)$$

式中 $W_i\%$ ——第 i 种在渔获物中的重量百分比；

$N_i\%$ ——第 i 种在渔获物中的尾数百分比；

$F_i\%$ ——采样中第 i 种的日出现率。

经济社会及历史文化调查

经济社会和历史文化的状况对湿地整治的可行性具有重要影响，一般调查内容主要包括行政区分布、人口、产业结构、特色产业、重点企业等社会经济发展情况；以及涉水历史文化、民俗民风、人文古迹、河湖水系景观、水文化载体等。可利用相关规划与计划、政府公布数据、统计年鉴、地方志及有关数据库等资料

开展经济社会调查。

8.2.2 湿地生态现状综合评价

河湖生态状况分级系统有三方面的功能，一是对河湖生态现状进行评估；二是辅助识别关键胁迫因子；三是定量确定河湖生态修复目标。河湖生态状况分级系统包括要素层、指标层和等级层三个层次，生态要素包括生物状况、水文情势、水质状况和河流地貌 4 个方面，生态要素层次下设生态指标。生态状况划分为：优、良、中、差、劣 5 个等级。首先，定义未被大规模干扰的自然河流生态状况作为最佳理想状况，也就是参照系统，定为“优”等级。然后，以河流生态系统严重退化状况作为最坏状况，定为“劣”等级，其表征是栖息地严重退化，生物群落多样性严重下降，甚至导致水生生物死亡。在“优”与“劣”之间又划分“良”、“中”和“差” 3 个等级。在确定了“优”等级的生态要素各项指标，那么依据与“优”等级的偏离程度，就可以确定“良”、“中”、“差”和“劣” 5 个等级各项生态指标。

上述 4 种生态要素下设指标的 5 种等级赋值，主要依据生态现状与大规模干扰前对应指标相比较的变化率，同时兼顾现行的环境质量标准。评分标准是：先按照相关准则、规范和公式计算出有量纲的指标值，然后与理想标准值比较得到无量纲的比值。可按照 10 分记分。10 分代表理想状态，即参照系统状态。0 分表示生态功能彻底消失。在 0~10 之间划分 5 个等级。按照以上规则即构造了一个指标矩阵，然后按照一定准则赋值，形成指标赋值矩阵。

8.2.3 问题分析及整治修复目标

湿地整治的目标设定应针对湿地退化的具体原因、退化程度及发展趋势。整治目标必须具有明确的针对性、可行性和可操作性。总体上宜突出“恢复到较为自然的状态”。制定目标要立足于我国国情，着眼于生态系统结构与功能的恢复，重点是改善当前生态系统的完整性和可持续性。

8.3 基质修复与生境塑造工程

8.3.1 大多数湿地的水文恢复和植被恢复都伴随着对基底的改造和修复。主要包括土壤修复和生境塑造两个方面。

土壤修复与生境塑造主要是对各类湿地的物理结构进行整治,由人类活动引起的各类湿地底质污染和地貌形态受损导致鱼类及其它水生动物迁徙受阻、生态系统退化、栖息地条件恶化、水生生物多样性下降时,应进行土壤修复与生境塑造。土壤修复主要针对有污染或不具备保水性的土壤进行修复,包括土壤污染修复、土壤理化性质改良、控制土壤侵蚀和防渗层建设。

生境塑造主要通过模拟自然水体的形态结构和基底,结合水生动植物生长习性,提高生境连续性、异质性与生态亲和性,维系生态系统结构和功能的稳定,主要包括平面调整、断面设置和微地形塑造。

8.3.2 基质修复工程

8.3.2.1 基质污染修复

土壤修复的对象及阶段:对已受污染的湿地,应在湿地修复工作开展前进行土壤修复,土壤修复应满足植物生长、微生物附着和底栖动物生存的需求。

土壤修复的原则:

- 1、应对土壤贫瘠或缺少土壤的退化湿地进行土壤回填或改良。
- 2、在原有水体淹没区域进行的土壤修复,宜先排水或建造围堰,恢复后应拆除围堰。
- 3、有毒污染的土壤则需要专业人员进行处理。

8.3.2.2 基质理化性质改良

对有土壤理化性质改良的需求的整治工程,应根据实际情况选择以下方式进行改良:

- 1、通过提高土壤肥力和减小土壤密度或压实度来改良土壤性质。
- 2、在针对水质净化的湿地修复中,通常在底部构建由粘土层构成的不透水层,防止有害物质对地下水造成潜在危害;在其上宜覆填渗透性良好的土壤,为

各种挺水植物提供生长基质。

3、对需要进行种植土回填的区域宜采用有机质土，分层覆土或回填，种植土层后 5cm~50cm，透水浸泡一次，有机质土按照 GB/T 50145 的规定执行。

4、对土壤贫瘠湿地恢复可采用种植坑、种植槽或种植袋覆土。

8.3.2.3 控制基质侵蚀

水流的过度侵蚀会导致岸线凌乱、水土流失、沉积物淤积、植物生长受到抑制。通常使用柔性结构进行固岸护岸，减弱水流对土壤的侵蚀。

8.3.2.4 防渗层建设

1、防渗层建设的相关规定：防渗层建设宜采用黏土，黏土厚度 5cm~10cm，机械夯实后透水浸泡一次至晒干，黏土标准按照 GB/T 50145 的规定执行。可以铺设多层黏土，以满足防渗需求。

2、防渗层采用的材料规定：防渗层建设不得使用混凝土、水泥等硬质铺装材料。

8.3.3 生境塑造工程

8.3.3.1 平面调整

1、平面调整在设计中强调近自然形态。

2、在满足相关规划的情况下，平面宜依据现状走向，充分体现河道的蜿蜒性，同时充分考虑现有地形特点，尽量避免高挖低填，减少土方工程量。

3、河流湿地应总体维持河流现有平面形态，在规划蓝线范围内岸线可依照河势进行局部蜿蜒设计，如条件限制无法调整岸线，可考虑恢复河道中心线的蜿蜒特征，但对除涝排水等功能有影响的规划河道水面面积、过水断面指标不得减小。

4、生态景观要求高的湿地在规划蓝线范围内，宜结合周边环境等进行蜿蜒性设计，避免人工裁弯取直，河道不宜渠道化，宜有宽窄、弯曲。

5、应充分考虑现有地形特点，保持局部弯道、深潭、浅滩、江心洲、洲滩湿地以及河滨带等自然景观格局多样性特征。

6、平面调整工程设计可参考以下方法：

a) 复制法：参考附近未受干扰河段的蜿蜒模式作为模板，采用卫片或者测绘资料等手段对某一特定区域的蜿蜒模式进行调查，并在此基础上建立河道蜿蜒参数与流域水文和地貌特征的关系，作为河道形态设计重要依据。

b) 经验关系法：当资料不具备时，可利用蜿蜒性与其他水文或地貌数据之间的经验关系式进行推算，详见图 8.3.3-1。

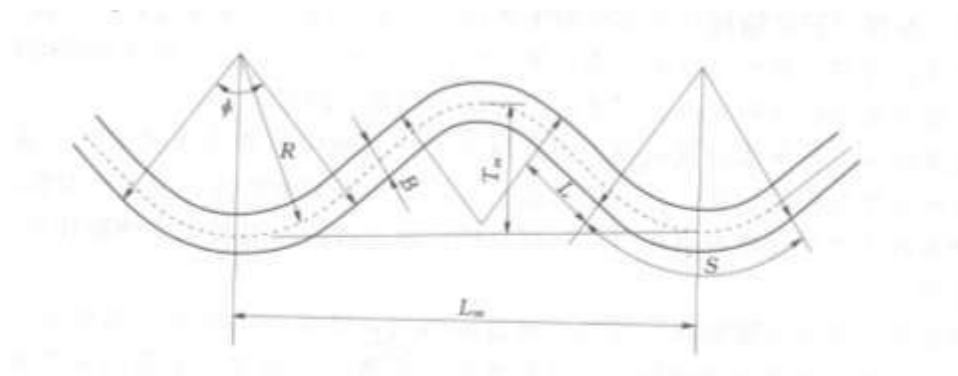


图 8.3.3-1 蜿蜒模式推算简图

$$R = K_R B \cdots \cdots (\text{式} 8.3.3-1)$$

$$L_m = K_L B \cdots \cdots (\text{式} 8.3.3-2)$$

$$T_m = K_T B \cdots \cdots (\text{式} 8.3.3-3)$$

$$L = K B \cdots \cdots (\text{式} 8.3.3-4)$$

其中：R 为弯曲半径；

L_m 为弯曲波长；

T_m 为弯曲幅度；

L 为过渡段长度；

B 河道断面宽度；

K_R 、 K_L 、 K_T 、 K 为经验系数，一般而言 $K_R=2\sim3$ ， $K_L=10\sim14$ ，

$K_T=4\sim5$ ， $K=1\sim5$ 。

8.3.3.2 断面设置

1、对于河流、湖泊和人工湿地等湿地类型，在满足规划断面的基础上，应充分考虑水位变化、流速及流量等，结合水生动植物生境构建的基本要求，确定

设计断面形式。

2、根据过水断面形状，上海断面形式主要分为三类：矩形断面、梯形断面和复式断面。

3、矩形断面占地面积较少，一般适用于用地受较大制约的区域。此类断面较难构建利于生态系统恢复的基底条件，不利于河道中的水生动植物的生长，生态亲和性相对较差。

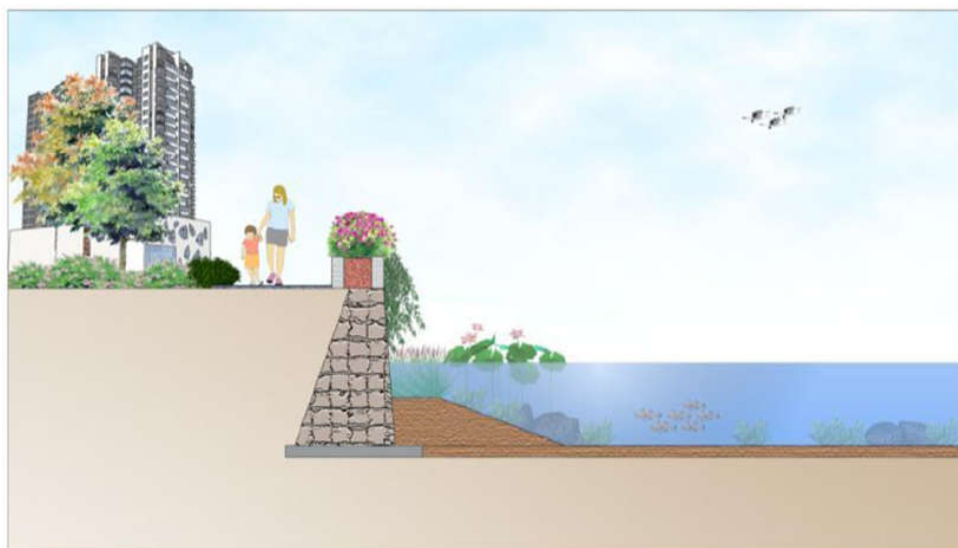


图 8.3.3-2 典型矩形断面形式

4、梯形断面占地面积较矩形断面大，一般适用于用地有一定充裕的区域。此类断面可构建利于生态系统恢复的基底条件，但因边坡的单一和水深的制约，能够生长水生植物的基底相对较少，生态亲和性相对一般。

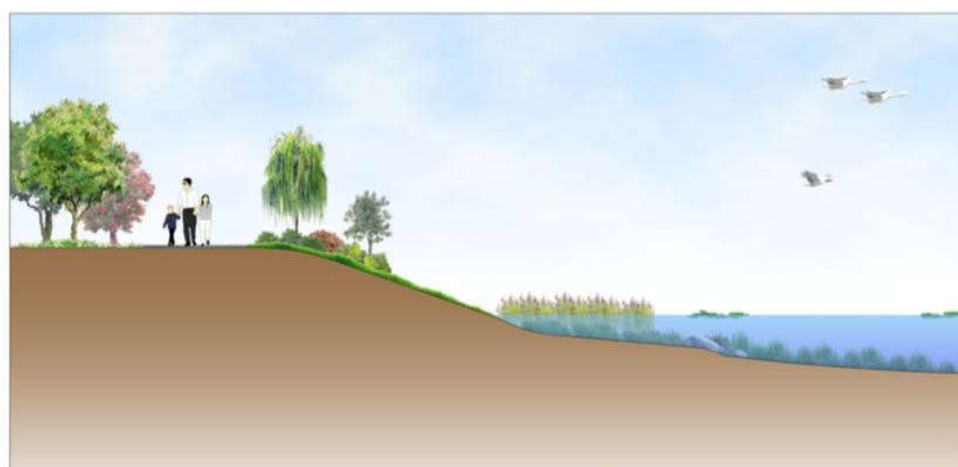


图 8.3.3-3 典型梯形斜坡式断面形式

5、复式断面是根据河道水位特性设置分级护坡、平台或小挡墙的断面形式，

占地面积较大，一般适用于用地较为充裕的区域。此类断面较易构建利于生态系统恢复的基底条件，因地制宜设置边坡及平台，有利于其中的水生动植物的生长，生态亲和性较佳。



图 8.3.3-4 典型复合断面形式

6、在满足河道排涝、通航等功能要求的前提下，湿地断面宜保持天然河道断面形态，优先选用斜坡式断面，当难以保持斜坡式断面时，应按复式断面、梯形断面和矩形断面的顺序选择断面。

7、用地紧张的河流湿地，可采用矩形或复合式断面，但应结合生态护岸、生态绿化等措施加以弥补，为水生态构建创造有利条件。生态护岸的结构应总体满足以下功能要求：

- a) 满足河道堤防稳定的功能。护岸应满足河道稳定性与安全性的要求，兼顾生态环境效益与其他效益。对于受水流、风浪和船行波等作用影响以及沿岸有承载要求的河段，宜采用局部硬质护岸兼顾生态措施的方式进行岸坡加固。
- b) 满足生态环境修复的功能。生态护岸建设应为植被恢复创造适宜条件，优先选用透水性高、多孔质构造的自然材料，为水生生物创造安全适宜的生存与生长空间。
- c) 体现人水和谐理念的功能。生态护岸建设应考虑市民的亲水需求，宜结合形式多样、高低错落、水陆交融的石阶、长廊、栈台、步道等亲水设施，为人们的亲水、近水需求创造条件。
- d) 构建自然与美学结合的水景观功能。生态护岸建设应结合周边环境需要，

开展适宜的景观文化建设，其设计宜遵循城乡历史人文，并与提升区域品味和回归自然相结合。

表 8.3.3-1 生态护岸技术要点

序号	技术名称	技术要点	实施条件	限制要素
1	石笼结构	石笼网箱应采用优质低碳钢丝，并经过防腐蚀处理后经拧网机拧编成相应规格，网箱内填充块石石料	石笼挡墙挡土高度不宜过高	须严格控制网箱结构材料；网箱结构材料抗老化抗腐蚀检测周期较长；网箱结构遭损坏和锈蚀后难以更换
2	生态袋	袋布应具备保土性、透水性、防堵性和耐老化的功能且具有一定的耐久性；生态袋表皮植被可通过混播、插播、铺草皮及喷播等方法实现	引排流速流量不大的水体	须严格控制生态袋材料；生态袋沉降不一，局部易出现塌陷现象；生态袋垂直面难以长出植物，景观效果一般
4	生态混凝土	分为坡面植草的植物生长砖和砌筑挡墙的当墙壁砖两种，在满足结构耐久性的要求下还应具备一定的孔隙率，实现高透水性并为植物根系的生长提供足够的空间	引排流速流量不大的水体	须严格控制生态混凝土块质量；生态混凝土块垂直面难以长出植物，景观效果一般
5	开孔预制块	砌块间宜采用联锁式、铰接式等方式链接，需保证结构稳定、安全；常水位以下的孔洞内宜填充碎石或种植水生植物，防止水土流失；常水位以上孔洞宜填充种植土，为植被创造生存条件	引排流速流量不大的水体	当水流流速较大时，需限定砌块的最小重量；砌块的绿化覆盖率不高，砌块中的土体长期易掏刷
6	叠石挡墙	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。墙顶可高低起伏、错落有致	适用于各种流速流量的水体	对石材和堆砌工艺的要求较高；造价较高；绿化率不高
6	干砌块石	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。砌筑块石工艺满足要求	河口具有放坡条件	当水流流速较大时，需限定石块的最小重量；绿化覆盖率不高
7	抛石护岸	石材材质宜耐风化、完整，硬度、强度指标满足要求	适用于河口具有放坡条件的水体	当水流流速较大时，需限定石块的最小重量；视觉效果一般；绿化覆盖率不高
8	网垫植被	网垫材质应无腐蚀性、耐酸碱；表层植被需扎根进入垫下土层网垫铺设完成后应在表面覆上一定厚度的土料	河口具有放坡条件且岸坡以沉降稳定、流速低风浪小的水体	水流流速和风浪较大时，土体易掏刷；不宜应用在回填堆高的堤岸
9	木桩/仿木桩	桩顶高程略高出常水位上限，兼顾安全性与景观效果	适用于河道流速及风浪作用不大的河段	施工安装的垂直度、轴线等质量控制对景观效果影响大

10	植生土坡	坡比不小于 1: 2.6; 土坡应布置绿化	河口具有放坡条件且流速低风浪小	安全性耐久性不足, 水位变动区土体易掏刷
----	------	-----------------------	-----------------	----------------------

8、复式断面的主槽糙率和滩地糙率应分别确定。河道过水断面湿周上各部分糙率不同时, 应求出断面的综合糙率, 当沿程长方向的变化较大时, 尚应分段确定糙率, 从而进行必要的河道水力计算。

9、一般情况下, 如用地允许, 水上边坡坡比应尽量缓, 不宜陡于 1:2.5; 水下坡比应满足边坡土体自然稳定要求, 同时不宜陡于 1:2。水生植物种植平台高程及宽度应根据所选植物需求确定, 一般较常水位低 0~1m, 宽度不宜小于 1m。

10、对于不同的水域平面形态, 在满足河道水利、航运等行业规划断面的基础上, 应充分考虑修复水体的生态保护需求, 根据水位、流量、流速、流态、泥沙等水文要素, 结合河道的堤防、护岸及防汛道路等工程, 合理确定断面设计形式。

8.3.3.3 微地形塑造

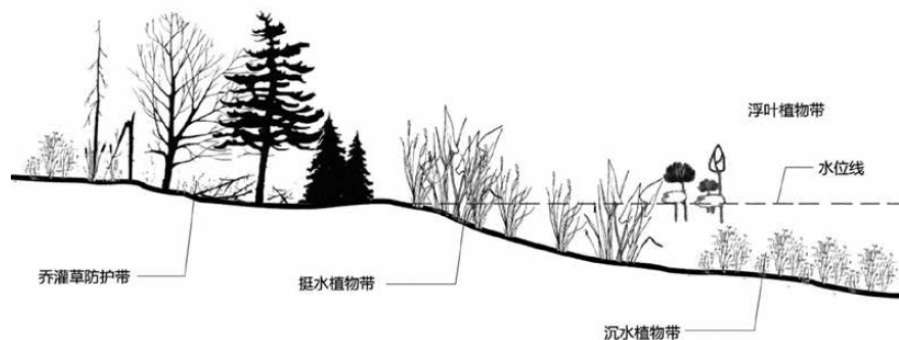
1、湿地整治工程中微地形的塑造必须以修复目标为前提, 在整治区域内通过地形恢复, 使地形不规则化和具有起伏, 来创造丰富的湿地地貌类型或高低起伏的地形形态。具有不规则形状和边缘的湿地更加接近于自然形态, 拥有更大的表面来吸收地表径流的营养物质, 并且包含更多形态多样的空间和空穴来为水生生物提供栖息和庇护场所。

2、典型地形恢复主要包括缓坡岸带、浅滩、深水区、生境岛、急流带、滞水带、洼地、水塘等 8 种类型。

3、营造缓坡岸带

a) 根据岸带水平方向调整地形地貌, 宜具有一定高低起伏和弯曲度, 可形成浅滩、浅水区、深水区等不同的地形地貌单元。为乔灌木防护带、挺水植物、沉水植物的生长创造条件。

b) 根据岸线发育系数恢复岸带, 确定地形修复工程的空间位置, 对较陡的坡岸进行削平处理, 削低高地, 平整岸坡, 去直取弯, 进行缓坡岸带地形恢复。



4、营造浅滩

a) 对于石驳岸、陡坡等类型湿地岸带以及具有面积 1hm^2 以上开阔水体的湿地，应进行地形修复，营造浅滩基底。

b) 浅滩宜在临近水面起伏不平的开阔地段营建，通过地形平整，减少坡度，营建适宜湿地植被生长和水鸟栖息的开阔环境。

c) 浅滩坡度宜在 $1\text{‰}\sim 4\text{‰}$ 之间，宽度不宜小于 5m ，常水位下淹深度宜为 $10\text{cm}\sim 30\text{cm}$ 。

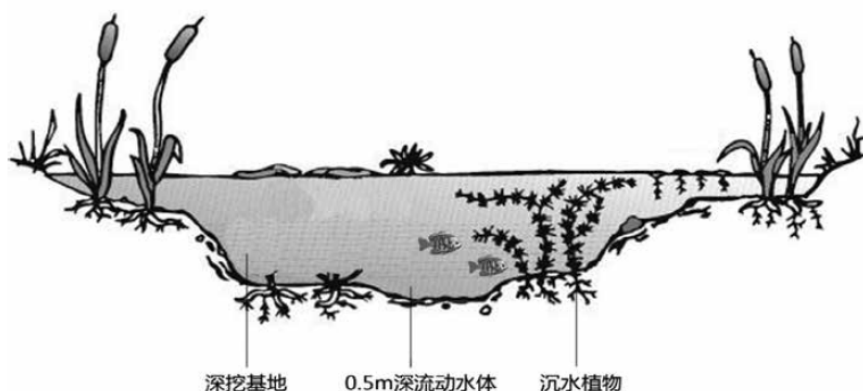
d) 浅滩地表可种植低矮植被，也可为裸露的泥滩或沙石滩。

5、营造深水区

a) 具有面积 8hm^2 以上开阔水体的湿地，宜营造深水区。

b) 营造深水区以凹形地形恢复为主，深挖基底形成深水区。

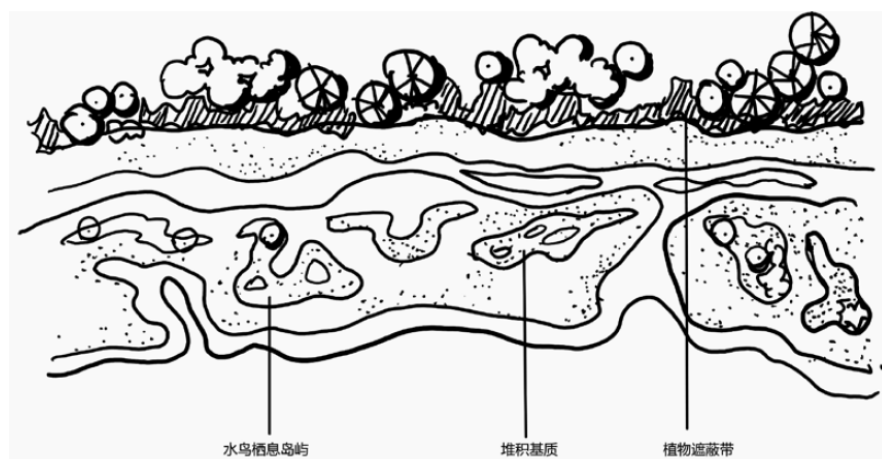
c) 深度应保证湿地修复区所在地最冷月份底层水体不结冰，并预留 0.5m 深的流动水体。



6、营造生境岛

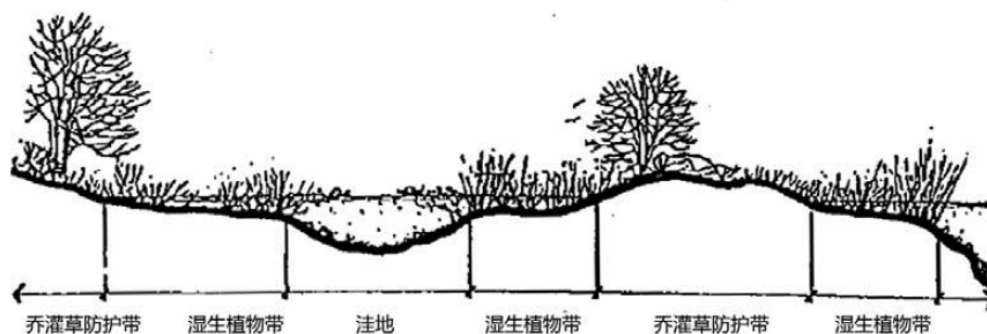
a) 具有面积 8hm^2 以上开阔水体的湿地，宜在开阔水体中营造生境岛。

- b) 生境岛在常水位下应露出水面，并与岸上区域隔离。
- c) 生境岛露出水面高度宜为 0.5~1.5m，岸带坡度宜小于 15°，针对水鸟的生境岛地形宜平坦、低矮，也可建成浅滩。
- d) 生境岛总面积占开阔水体面积不宜超过 10%。



7、营造洼地

用地条件允许的湿地区域，在平坦的湿生植物带上应塑造不均一分布的洼地，提高地表环境异质性，在降雨时蓄滞水，在非降雨期由于水分饱和、土壤湿润，起到释放水分、调节微气候的作用。



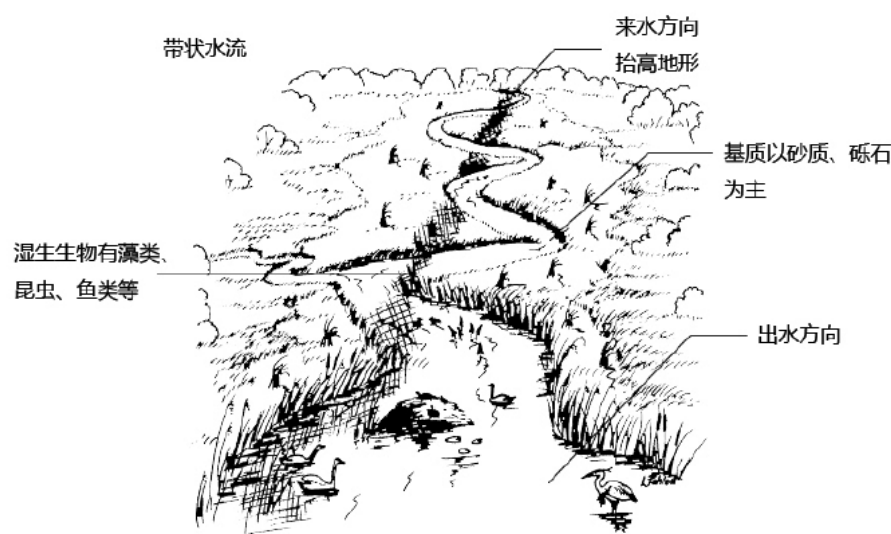
8、营造水塘

在水岸上可挖掘大小、深浅不一的塘，这种地形重塑的方法通过洪水脉冲和季节性水文变动使岸边水塘与水体发生联系，形成湿地多塘系统，是旱涝调节、提高生物多样性的有效模式，为水生植物和涉禽等鸟类提供更多的生存空间。

9、营造急流带

急流带地形恢复采用地形抬高和地形削平相结合的方法营造，在来水方向抬高地形，与出水方向形成倾斜状地形，加速水体流动速度。急流带地形恢复可为

那些喜流水的水生昆虫、鱼类提供适宜的流水环境。



10、营造滞水带

a) 在出水方向抬高地形形成类似堤坝形态的基底结构，或者在出水方向基底堆积石块，恢复滞水带地形，以减缓水体流动速度的方式实现滞水效果，为着生藻类、适应静水的沉水植物、各种水生昆虫、鱼类、穴居或底埋动物提供适宜生境。

b) 以削低湿地修复区局部地势较高的区域，间接实现增加水深，以适应一些湿地植被对水位的要求，特别是对水深有要求的挺水植被、沉水植被和浮叶植被。

11、微生境改善可采用挑流丁坝、生态堰、砾石群、木、固床技术：

a) 砾石群是利用砾石、块石等材料在河道内建设的小型构筑物，可应用于顺直、稳定、坡降介于 0.5~4% 的河道，尤其适用于河床材料为砾石的宽浅式河道，砾石群所阻断的过流区域宜在 20~30% 之间。

b) 挑流丁坝应用于纵坡降缓于 2%，河道断面相对比较宽而且水流缓慢的河段，可沿河道两岸交叉布置或成对布置。因自然形成的浅滩应加以保护，不建议在此类区域修建挑流丁坝。

c) 生态堰是利用圆木、块石、填料等材料建造的跨越河道的透水式拦河建筑物，可采用单个或沿河流上下游阶梯式布置的方式，堰高不宜超过 30 cm。生态堰的布置方式和结构组成应结合当地材料、水动力情况、稳定分析情况综合确

定，外部形态应能保证洄游鱼类通过。

d) 固床技术的主要作用是降低河水流速、防止河床淘刷和稳定河床等，可分为阶梯式固床技术和石梁式固床技术。

8.4 湿地生态流量保障工程

8.4.1 湿地生态流量类型及核算方法

河湖生态流量核算方法应符合以下要求：

1 河湖生态流量核算应合理选定水文条件参照系统，可把大规模开发水资源、实施径流调节前的水文情势作为参照系统，与现状水文情势相比较，判断现状水文情势偏离程度。

2 河流生态流量确定应根据河流类型，结合生态环境保护目标，分河段、分目标分析确定各工程最小下泄生态流量和下泄生态流量过程。

3 湖泊生态需水宜采用湖泊生态水位表示。湖泊生态水位确定应综合敏感水生生物生活史轨迹、耐受性、竞争优势以及特征分类，以敏感水生生物所需的最低水位为临界阈值，并参考湖泊死水位和水文统计中多年平均年最低水位。宜将湖泊最低临界阈值确定为植物能够生存且具有恢复到基准状态能力的最大期限。

8.4.2 水工程生态调度

生态调度是河流生态修复的重要措施之一，是指以满足生态需水为目标的工程运行调度管理模式。通过泄放合适的流量并保持一定的流态和水位过程，实现如鱼类繁殖等重要生态功能。

8.5 水环境提升工程

8.5.1 面源污染消减措施

面源污染根据发生区域的不同可分为农业面源污染、城市面源污染、矿山面源污染和大气沉降面源污染。其中农业面源污染和城市面源污染较为突出。农业面源污染的污染源发生在农田、菜地、森林和村庄等区域，污染物包括来自农田的氮、磷和农药，土壤流失带来的泥沙，农村生活垃圾等；城市面源污染是指在

降水的条件下，雨水冲刷城市地面，污染径流通过排水系统的传输，使受纳水体水质污染。目前，污水溢流和雨水径流是城市面源污染的主要因素，排水管道的溢流形成径流、携带大量的地表污染物直接排入水体，给受纳水体造成严重的污染。面源污染治理应包括三个环节：源头减量、过程削减和终端净化。

8.5.2 水质生态净化措施

生态浮床技术

1、对于不具备水生植物种植条件的河流、湖泊湿地类型，可采用生态浮床技术净化水质，营造丰富生境。

2、生态浮床的选型应遵循以下原则：

a) 耐久性：浮床的框架、床体、固定装置、连接装置等，应尽量选择坚固耐用、不易腐烂的材质，保证浮床使用寿命。

b) 经济性：结合实际情况，在满足工程目标要求的基础上，选择经济性高的浮床类型，降低建造成本。

c) 便利性：选型时应考虑施工、运行、维护的便利性。

d) 景观性：考虑气候、水质条件，选择成活率高、去除污染效果好的观赏性植物，能给人以愉悦的享受。

e) 稳定性：根据水体的水文、水力条件，选择能抵抗一定风浪、水流冲击而不被冲坏的浮床，浮床各单元宜采用柔性连接，使浮床整体能随水体上下浮动。

3、生态浮床植物的选择对其净水功能起着关键性作用，一般来讲植物的选择应遵循以下原则：

a) 选择适宜本地气候、水质条件、成活率高的植物，优先考虑本地种。

b) 选择生长较快、生物量大、根系发达、根茎繁殖能力强的植物。

c) 优化浮床植物配置，确保不同季节具有同样的景观效果和水质净化效果。

4、生态浮床工程量设计参数应满足：

a) 生态浮床的总体覆盖率应当小于布设河段水体面积的 20%，并且不得影响水体行洪或其他功能。

b) 单体浮床的边长一般在 0.6-6m，单体间的间距一般为 0.4-6m。

c) 在遵守上述原则下，根据生态浮床承担的污染物削减目标值和水力停留

时间，分别计算去除各污染物所需生态浮床的量，结合其所需的景观效应、安全裕度选取最优值为设计工程量，计算公式如下：

$$A = (\alpha * v * C_0) / (T * q) \cdots \cdots \cdots (\text{式8.4.2-1})$$

其中， A 为所需浮床面积(m^2)；

α 为安全系数(取 1-1.6)；

v 为河道总蓄水量(m^3)；

C_0 为生态浮床承担的污染物目标值(mg/L)；

T 为水力停留时间(d)；

q 为污染物净化效率($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$)。

4、生态浮床固定方式及要点：

生态浮床的铺设需在主体工程结束后实施，一般来讲，其固定有重力型、锚定型和杆定型三种基本方法：

a) 重力型是靠水下重物的牵拉作用来固定水面浮床，任何深度的水体都能靠控制拉绳的长度来进行应用。这种固定方式不会受到水底地质条件的限制，费用较为低廉，基本不会对环境造成影响。在安装时，施工人员应综合各方面考虑重物在水下放置位置，以及拉绳的绑扎方式是否牢固。

b) 锚定型是在固定和转移时都比较方便的一种方法，拉绳的长度可以随时控制来适应各种水深的条件下的浮床的固定。在安装时，施工人员应重点注意拉绳的绑扎方式是否牢固。

c) 杆定型是通过插在浮床周围的竖杆来固定水面浮床，这种固定方式要求水深不能太大。在安装时，固定杆的入土深度不得小于固定杆总长度的 1/4。

曝气增氧技术

1、曝气增氧技术是通过机械作用将空向液体转移，增强水气交换，增加水体溶解氧的技术措施，在污水处理及自然水体治理中广泛应用。

2、曝气增氧设施在使用时应关注以下几点：

a) 曝气应根据水质改善要求、水体条件、功能等因素设置，其中水质改善要求主要包括消除黑臭、水质改善、生态修复等，水体条件主要包括水深、水体形态、河底基质、水体周边环境条件等，河道功能则主要包括航运、调蓄、景观

功能等。

b) 曝气增氧设施规模须结合水体功能需求, 参照相应模型, 进行定量设计。

c) 曝气增氧设施应综合考虑周边用地状况, 避免噪声、污水气溶胶对居民、游客及周边野生动物产生不利影响。

3、曝气设备的主要性能指标包括动力效率、充氧动力效率(EP)等。动力效率指设备机械用电功率, 单位为 kw; 充氧动力效率指单台设备每小时增氧量, 单位为 $\text{kgO}_2/(\text{kw} \cdot \text{h})$ 。曝气设备选型除考虑水体条件等条件外, 应综合比选动力效率及增氧效率, 确保曝气设备高效经济。

4、曝气设施设计规模参数计算:

a) 充氧量是指在标准条件下(水温 20°C , 气压为 $1.014 \times 10^6 \text{Pa}$), 单位时间内转移到脱氧清水中的溶解氧量:

$$R_0 = K_{La(20)} C_{(20)} V \cdots \cdots \cdots (\text{式 } 8.4.2-2)$$

其中, R_0 为单位时间内转移到脱氧清水中的溶解氧量(在此处即为充量);

$K_{La(20)}$ 为水温 20°C 时的氧总转移系数(h^{-1});

$C_{(20)}$ 为水温 20°C 时的饱和溶解氧浓度(mg/L);

V 为水体的容积(m^3)。

b) 需氧量是水体目标溶解氧浓度与现状溶解氧差值:

$$R = K_{La(20)} \alpha (\beta \rho C_{s(T)} - C) 1.024^{(T-20)} V \cdots \cdots \cdots (\text{式 } 8.4.2-3)$$

其中, R 为单位时间转移到实际水体中的溶解氧量(在此处即为需氧量);

ρ 为压力修正系数; T 为设计水温($^\circ\text{C}$);

C 为水体中实际溶解氧浓度(mg/L);

β 为 $K_{La(20)}$ 的校正系数(0.9-0.97);

α 为 $C_{s(T)}$ 的校正系数(0.8-0.86)。

c) 充氧量(R_0)与需氧量[®]的关系:

$$R_0 = \frac{R C_{s(20)}}{\alpha (\beta \rho C_{s(T)} - C) 1.024^{(T-20)}} \cdots \cdots \cdots (\text{式 } 8.4.2-4)$$

d) 机械曝气与喷水曝气规模计算: 主要技术参数是充氧动力效率(EP)[以

kgO₂/(kw ▪ h)计]。根据上述（公式 8.4.2-4）计算得到的氧转移速率(R₀)与充氧动力效率(EP)即可确定设备总功率(P_总)与数量(n)。

$$P_{\text{总}} = \frac{R_0}{EP} \cdots \cdots \cdots (\text{式 } 8.4.2-5)$$

$$n = \frac{P_{\text{总}}}{P_{\text{单}}} \cdots \cdots \cdots (\text{式 } 8.4.2-6)$$

其中，P_单为单台设备功率。

e) 鼓风曝气规模计算：鼓风曝气规模确定是需计算风机的总供风量(Q)和风机所需承受的风压(H)：

$$Q = \frac{R_0}{0.28\varepsilon} \cdots \cdots \cdots (\text{式 } 8.4.2-7)$$

其中，ε 为氧利用效率。

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \cdots \cdots \cdots (\text{式 } 8.4.2-8)$$

其中，H 为风机所受风压；

h_1 为供风管沿程阻力；

h_2 为供风管局部阻力；

h_3 为曝气器空气释放点以上的静水压；

h_4 为曝气器压力。

$$n = \frac{Q}{Q_{\text{单}}} \cdots \cdots \cdots (\text{式 } 8.4.2-9)$$

其中，Q_单为单台鼓风机的风量。

微生物净化技术

1、微生物净化技术主要是指利用微生物降解、转化或吸收水环境污染物，从而实现生态恢复的一种生物技术。

2、利用微生物进行水体原位修复的方法主要有三种：接种微生物技术、富集培养土著微生物技术、固定化微生物技术。

a) 接种微生物技术适用于静水或低流速水体，常采用直接向受污水体中投加有益净水微生物制剂，降解水体污染物。严禁引入对水体有害的微生物。

b) 富集培养土著微生物技术适用于静水或低流速水体，工程上常通过曝气、投加微生物促生剂或营养剂等，刺激土著微生物的生长。

c) 固定化微生物技术适用于流速较快水体，工程上常采用人工介质、生物栅等固定措施。

3、微生物类型及选择技术要点：

a) 目前微生物净水技术应用最多的微生物有硝化细菌、芽孢杆菌和光合细菌等，针对不同的净水目的可选择相应的净水作用菌种。

b) 硝化细菌是一种专性化能自养菌，通过亚硝化作用和硝化作用两个阶段，将水体氨氮(NH_4^{5+} -N)转化为硝氮(NO_4^- -N)。

c) 芽孢杆菌是好氧类细菌，可产生大量胞外酶促进水生生物生长，从而分解或吸收水体中蛋白质、淀粉、脂肪等有机物。

d) 光合细菌是原核微生物，细胞内含菌绿素，在厌氧光照和好氧黑暗条件下，利用水体中 CO_2 或有机物作为碳源，与氮气、氢气或硫化氢等进行光合作用。

4、微生物设计投放规模：

a) 目前应用于水体修复的微生物投放量尚无明确规范指导，大多数净水工程依据工程经验或通过进行微生物实验确定最佳投放比例。

b) 微生物投放量量级基本相同，均为 ml/L，具体投放量规模选取需依据治理水体本底值、采取的技术组合方式以及出水指标确定。

c) 部分微生物菌粉会在使用说明中介绍最佳适用剂量，单位一般为 g/m^2 ，此时需要根据治理水体的具体面积确定微生物投放量：

$$V = C_{\text{粉}} \times A / C_{\text{液}} \dots\dots\dots(\text{式 } 8.4.2-10)$$

其中，V 为微生物投放量(L)；

$C_{\text{粉}}$ 为微生物粉剂投放规格(g/m^2)；

$C_{\text{液}}$ 为微生物菌液配置密度(g/L)；

A 为投放水体面积(m^2)。

5、微生物投放施工要点如下：

a) 施工中需注意微生物投放所需求的环境因素。光合细菌最适生存温度为

28-46℃，投放时应注意水体水温在 20℃ 以上，阴雨天勿投；硝化细菌和光合细菌在酸性水体中生存繁殖均会受到抑制，水体 pH 范围控制在 7.8-8.2 适合投放；芽孢杆菌和硝化细菌是好气细菌，投放时尽量配合水体增氧措施一起使用。

b) 施工中需注意微生物投放的方法。微生物菌剂投放前必须保证含有足量的活菌体，一般要求含 4 亿个/ml，有些微生物菌剂投放前需要进行活化培养，如芽孢杆菌制剂在投放前可先在“本体水+蜂蜜或红糖”混合水样中培养 5-6 小时；微生物投放时采用“菌剂+载体”模式往往净化水质效果更好，载体必须考虑固定微生物的生理习性及其应用的环境条件，天然无机载体材料主要有沙粒、沸石、硅藻等，人工无机载体主要有多孔陶瓷、活性炭、微孔玻璃等。

c) 微生物制剂投放时禁止与抗生素、消菌杀菌药或其它具有抗菌作用的药物一起使用；如果待修复水体需要投放消毒剂，则一般使用消毒剂一星期后再投放微生物。

8.6 重要水生生物栖息地与生物多样性保护工程

8.6.1 生物栖息地与生物多样性保护工程类型及要点

重要水生生物可以参照《国家重点保护水生野生动物名录》、《濒危野生动植物种国际贸易公约》和地方重点保护水生野生动物名录等，并结合工程区域的地方社会经济需求进行界定。

重要水生生物栖息地是在河湖地貌作用（侵蚀冲刷、搬运、沉积作用等）和水文特性（水温、流量和流速等）等驱动下形成的由河湖地貌形态和结构单元（如河床地形、底质、河岸形态等）等物理环境因素，与栖息在其中的其他生物群落（如水生植物、底栖动物等）一起构成的一个重要水生生物赖以生存和繁衍的空间和环境。对鱼类而言，其栖息地包括其完成全部生活史过程所必需的水域范围，包括产卵场、庇护场、索饵场、越冬场以及连接不同生活史阶段水域的洄游通道。生物多样性保护的重点保护对象是生物群落中特有种和关键种的数量和均匀度，保护策略是提高种群自身维持和恢复能力。

8.6.2 产卵场、庇护场、索饵场、越冬场保护与修复

影响以鱼类为主的重要水生生物资源量的首要变量为捕捞群体补充量，由生

物早期资源量决定。早期存活率是影响鱼类早期资源量的关键因素，主要受饵料和敌害两大方面限制，具体包括饵料大小、质量和密度，幼体摄食机能的形成和适口饵料密度高峰出现时间的配合，主要敌害种类和密度等。

底质保护与修复方案应综合水生植被、底栖动物和鱼类的生态习性确定。

人工鱼巢是指为渔业资源增殖的用途出发而投放或建造于水下的人工设施。设置人工鱼巢可同时起到多种生态作用。首先，人工鱼巢本身的结构和堆放后的重叠结构造成孔隙和洞穴，成为底栖鱼类栖息和躲避敌害的场所，同时为产卵亲鱼提供产卵和孵化的场所，孵化后的幼鱼也可以获得庇护成长的环境。其次，人工鱼巢投放水域会产生多种流态，上升流、线流、涡流等，造成水体营养盐的混合，促进饵料生物的生长，也为一些鱼类性腺发育及产卵提供了适宜的水文条件。之后，人工鱼巢的表面利于附着生物生长，能形成有效的索饵场。

人工鱼巢宜设置在河道两侧，避开主要航道。浮动式人工鱼巢应避开人类活动密集的城镇区域，鱼礁型人工鱼巢投放水域应避免底质淤泥较深区域，护岸式人工鱼巢宜与生态护岸相结合设置。投放前须根据不同种类的产卵条件和卵的黏附特性，对人工鱼巢的构造、大小、材质，以及投放地点、数量、形式和水深等开展充分调查研究和试验。

为确保人工鱼巢能长期有效地发挥其正常的功能，在其使用过程中应对其进行必要的维护。定期检查标识物是否完好，定期检查构件的连接情况和整体稳定情况，必要时采取纠正或加固措施。建立设施档案，对其设计、建造、使用过程中出现的问题及时进行详细的记录。

8.6.3 洄游通道保护与恢复

过鱼设施分为上行过鱼设施和下行过鱼设施。常见的上行过鱼设施主要有鱼道、仿自然通道、升鱼机、鱼闸、集运鱼系统、鱼泵等，常见的下行过鱼设施主要有鱼类友好型水轮机以及与物理拦栅或行为拦栅结合的旁路系统。应根据工程过鱼目标，结合工程上下游水头差，运行方式、地形、地质、水文等条件综合比选，确定过鱼设施型式。目前，鱼道、仿自然通道、鱼闸、集运鱼系统是我国已有相关应用的过鱼设施型式。

过鱼设施应根据水利水电工程运行调度情况、过鱼设施工程特点、过鱼对象

习性行为及洄游情况，合理制定过鱼设施运行管理规程，并通过持续过鱼效果监测与评估予以优化，确保过鱼季节过鱼设施的有效运行。过鱼设施效果监测评价为过鱼设施运行的一个必要环节。过鱼设施在投入使用后，通常可能由于设计或对鱼类生物学认识不够全面的原因，难以达到预期的效果，因而有必要进行过鱼设施运行过程中的监测和评价。对于过鱼设施的监测，一方面可以了解过鱼设施本身对鱼类增补中的作用，同时可以通过监测了解鱼道的不足，从而调整运行模式；此外，过鱼设施的效果监测还可以为过鱼设施的设计提供直接的案例基础和实例参数，为其他过鱼设施规划、设计和运行管理积累经验。

仿自然型遇到水力学计算要点可参照 SL/T 800—2020。

8.6.4 增殖放流措施

增殖放流是在对鱼、虾、蟹、贝类等水生生物进行人工繁殖、养殖或捕捞天然苗种在人工条件下培育后，投放到其资源量出现衰退的天然水域中，使其自然种群得以恢复的水生生物资源增殖措施。人工增殖放流是目前恢复水生生物资源量的重要和有效手段，在国内外有着大量成功应用的案例。

以资源增殖为目的的增殖放流应遵循以下原则：第一，选择品种时应充分考虑到该物种完成生活史的生境需求，通过前期投放，形成一定的初始种群规模，然后因能够在天然水体中自行生长、发育达到性成熟，最终自然繁殖，形成具有一定生态功能的水生生物种群。第二，资源增殖时应充分考虑外来种入侵的可能，投放以历史资料和本底调查中已出现的种类为主，非原河流环境具有土著种类的投放，需要经过严格的科学论证，以保证生态安全。第三，资源增殖时应依据生物的生态习性及其水域饵料生物资源状况，确定投放种类，以充分利用饵料资源。第四，可搭配投放不同生态类型的种类，充分利用水生态系统各类生物资源，从而起到改善水生生物群落结构，加速物质循环和能量流动，维持生态系统健康的作用。

8.6.5 鸟类栖息生境改善

以鸟类栖息地改善为主的湿地整治工程中应在详细调研和研究的基础上首先确定主要包含的鸟类对象，然后对其栖息特点进行分析，栖息地需要满足三个

条件，即为鸟类提供栖息场所、避敌场所和食物来源。

8.6.7 水温影响减缓措施

需将分层取水方案与指示生物全生命周期响应通过长期监测数据建立相关关系，对不用鱼类、不同季节鱼卵发育过程等需重点关注。

8.6.8 其他保护措施

生物种质资源是生命延续和种族繁衍的保证，是生物多样性保护的重要方面。种质资源保护是指搜集、整理、鉴定、保护、保存和合理利用种质资源。种质资源库是利用仪器设备控制贮藏条件，长期贮存生物种质的人工环境，能有效保护和保存种质资源，使种质资源在几十至近百年仍不丧失原有的遗传性。

8.7 生物群落恢复工程

8.7.1 植被恢复工程

现状湿地存在植被覆盖率和物种丰富度低等问题时、对现状硬质化岸带改造时、现状非湿地区域通过地形塑造新建湿地时，应进行湿地植被恢复。湿地植被的恢复应根据恢复地天然湿地植物种子库丰富程度，优选自然恢复方式。

8.7.1.1 缓冲带植被恢复

1、缓冲带植物种类配置及设计宜满足下列要求：

a) 缓冲带植物配置应具有控制径流和污染的功能，并宜根据所在地的实际情况进行乔、灌、草的合理搭配。

b) 宜充分利用乔木发达的根系稳固河岸，防止水流的冲刷和侵蚀，并为沿水道迁移的鸟类和野生动植物提供食物及为河水提供良好的遮蔽。

c) 宜通过草本植物增加地表粗糙度，增强对地表径流的渗透能力和减小径流流速，提高缓冲带的沉积能力。

d) 宜兼顾旅游和观光价值，合理搭配景观树种。

2、缓冲带植物配置应防范外来物种侵害对缓冲带功能造成的不利影响，外来植物品种的引进应进行必要的研究论证。

3、湿地缓冲带植物种类的设计，应结合不同的要求进行综合研究确定。不同植物种类对缓冲带作用的影响可参考表 8.7.1-1。

表 8.7.1-1 不同植被类型对缓冲带作用的影响参考表

作用	草地	灌木	乔木
稳固岸坡	低	高	中
过滤沉淀物、营养物质、杀虫剂	高	低	中
过滤地表径流中的营养物质、杀虫剂和微生物	高	低	中
保护地下水和饮用水的供给	低	中	高
改善水生生物栖息地	低	中	高
抵制洪水	低	中	高

4、植物的种植密度或空间设计，应结合植物的不同生长要求、特性、种植方式及生态环境功能要求等综合研究确定，一般要求可参照如下：

- a) 大乔木间隔空间宜为 5~10m；
- b) 小乔木间隔空间宜为 3~6m；
- c) 灌木间隔空间宜为 100~200cm；
- d) 草本植株间隔宜为 40~120cm。

5、湿地缓冲带植物一般由林地、草地、灌木、混合植被等组成，不同植被类型配置应满足缓冲带的功能需求。一般情况下，缓冲带植物配置的要求可参照如下：

- a) 植物恢复初期的建群种，宜选择具有较大生态耐受范围及较宽生态位的物种，以适应初期的生境状况。
- b) 河道缓冲带植物群落破坏较为严重、生态位存在较多空白河段，宜进行人工恢复，引入合适的物种，填补空白的生态位，增加生物多样性，提供群落生产力。
- c) 植物配置在水平空间格局和垂直空间格局上，应重视人工恢复和群落自然建立的结合。
- d) 针对不同区域的特点，宜通过论证分析，进行生态型植物群落和经济型植物群落的结合布置。

e) 应对缓冲带土壤的 pH 值、盐碱度、疏松度、透水性、肥力等进行分析，研究确定是否采取置换或回填种植土、施肥、浇水灌溉等要求。

6、缓冲带的植物栽种宜制定详细的栽种计划，确保植物种植满足设计要求。一般情况下，宜编制种植计划和进度表，乔木和灌木应在休眠期栽种。草本植物栽种宜结合成活率或草籽发芽要求，择时栽种或撒播草籽。

8.7.1.2 水生植物恢复

1、水生植物群落是水生态系统的生产者，是生态健康稳定的基础，各类水体生态治理在保障水安全的均宜开展水生植物种植设计，但需关注不同生活型水生植物的配置要点与限制条件。

2、应根据河道水深、水质、流速、风浪等实际状况，结合水生植物生态特性，构建可自我维持、自我更新的近自然植物群落，以提高水生态系统的稳定性和群落的多样性。

3、水生植物分类：

a) 挺水植物茎直立挺拔，绝大多数有明显的茎叶之分，生长在靠近岸边的浅水处，如鸢尾、水葱等；

b) 沉水植物叶多为狭长或丝状，植株各部分均能吸收水体中的养分，植物体的地上部一旦离开水域会快速失水、凋萎、甚至死亡，如苦草、黑藻等；

c) 浮叶植物茎细弱不能直立，多无明显的地上茎，根状茎发达，具有发达的通气组织，多用于水景水面景观的布置，如睡莲、芡实等；

d) 漂浮植物茎叶或叶状体漂浮于水面，根系悬垂于水中漂浮不定，因水流或风力四处转移，因不好管控，易于大规模繁殖，较少采用，采用时需要设置必要的拦护措施，如凤眼莲、浮萍等；

4、水生植物选择要求：

a) 耐粗放管理，日常养护中删剪、清除杂草和病虫害防治等养护频次较低。

b) 开花整齐、花量大、花期长，花色艳丽、花型独特或叶形叶色、果形果姿以及株形奇特优美的观赏价值高的植物。

c) 自然生长或通过建植密度、删减等人工干预能控制覆盖度的植物。

d) 生长速度快，分生能力强，具有较为广泛的适应性和较强的抗逆性，能够适应较为恶劣的自然环境。

- e) 防污抗污、具有净化水质功能的。
- f) 同时对本地生态环境无危害、无入侵性的植物。
- g) 应选择植株健壮、新芽饱满、根系完整、无病虫害、无枯枝叶的种苗。

5、水生植物配置原则：

a) 综合考虑气候特点、水质条件、周边环境、污染源成分等因素，筛选适生水生植物品种。

b) 充分考虑植物与环境的空间关系，留出娱乐行船通道。应选择适宜高度，控制数量，合理搭配，水面植物覆盖度应小于水面面积的三分之一。

c) 根据水文条件进行配置，考虑不同植被的色彩搭配、层次搭配和季相变化的互补，必须与整体景观保持一定的平衡和比例关系。

d) 水生植物配置要合乎园林生态美学规律，改善水体水质，降低维护费用，保护生物多样性，体现自然人文价值。

6、水生植物种植对环境的要求：

a) 挺水、浮叶、漂浮植物应种植在光照充足的区域；沉水植物种植区应确保 3h 以上光照。

b) 挺水、浮叶植物宜选择肥沃、疏松的壤土，pH 值以 6.0~8.5 之间为宜，种植前对土壤应进行消毒，种植土厚度不小于 30 cm。

c) 沉水植物底泥厚度要求在 20 cm 以上，质地以松软为好，肥力中等以上。

7、水生植物种植对水质的要求：

a) 挺水、浮叶、漂浮植物种植区域的水质 pH 值以 6.0~8.5 为宜；盐碱地区种植时含盐量应控制在 1.5 ‰以下，成活后含盐量可放宽至 2.0 ‰。

b) 沉水植物水质要求洁净，水体适宜的 pH 值为 6.0~9.0 之间，水体的化学需氧量高锰酸盐指数控制在 15mg/L 以下，水体含盐量在 1.5‰以下，透明度小于种植水深二分之一的水体不宜种植。

c) 氨氮含量偏高的污染水体不适宜种植挺水、浮叶植物及小型漂浮植物，可根据污染程度适当选择一些大型漂浮植物。

8、水生植物种植对流速的要求：

a) 挺水、浮叶植物要求相对静止、流速低缓的水体。

b) 沉水植物要求中、下层水体流速小的水体。

c) 漂浮植物一般适宜在水面相对静止的围合区域种植。

9、隔离及围护措施：

a) 在湖库、河塘等湿地区域种植挺水、浮叶植物，宜采取隔离围栏，减少来自鱼类的危害，减缓船行波对植物和土壤的冲刷。

b) 沉水植物种植初期应采取隔离及围护措施，一是减少食草性鱼类的危害，二是控制沉水植物无序蔓延，确保其景观效。

c) 为防止漂浮植物无序漂移和蔓延生长，须采用围护把漂浮植物限制在一定范围内，围护的高度应根据植物体大小、水体表面流速性大小和风浪高低等指标确定，一般在 5cm~20cm。

10、种植时间：

a) 挺水、浮叶植物以 16℃ 以上水温种植为宜，气温低于 5℃ 时不宜种植。

b) 沉水植物播种在春、夏季进行，移植或扦插在生长期均可进行。

c) 漂浮植物的种植时间为春末至秋季。

11、种植方式及密度：

a) 挺水植物采用扦插或籽播的方式种植，种植密度根据不同种类一般控制在 10~50 株/m²。

b) 浮叶植物采用扦插或穴埋的方式种植，种植密度在 1~30 株/m²。

c) 沉水植物采用扦插或籽播的方式种植，种植密度在 10~50 丛/m²。

d) 漂浮植物采用移植方式种植，种植密度在 20~50 株/m²。

e) 常见水生植物设计种植密度参见 8.6.2.1。

12、种植水深：

a) 挺水植物一般控制种植水深 0~0.4m。

b) 浮叶植物种植水深 0.5~1.5m。

c) 沉水植物种植水深 0.5~2.5m。

8.7.3 水生动物工程

1 水生动物修复原则：水生动物的修复应当遵循从低等向高等的进化缩影修复原则去进行，避免系统不稳定性。当沉水植物生态修复和多样性恢复后，开展水系现存物种调查，首先选择修复水生昆虫、螺类、贝类、杂食性虾类和小型

杂食性蟹类；待群落稳定后，可引入本地肉食性鱼类。

2 水生动物投放建议工程量：底栖动物选择所在区域常见物种，投放面积占河流岸带恢复区的水面 10%，动物选择不同季相的种类，水生昆虫、螺类、贝类一般以 50~100 个/m²，杂食性虾类和小型杂食性蟹类以 5~30 个/m³ 的密度投放。

3 水生动物投放次序：注意流速的稳定，同时注意进行放浪和杂食性鱼类隔离。

8.8 景观提升工程

8.8.1 景观提升工程设计要求

湿地整治中景观提升工程应在保证湿地生态功能健康稳定的基础上进行，不得以降低湿地率和生物多样性为代价而造景。湿地整治工程中的景观设计要以自然为主。具有较高景观要求的湿地公园道的设计参见 LY/T 1755 和 GB 51192，并符合其相关规范，本标准仅对常规湿地景观提升设施的建设提出规定。

8.8.2 湿地景观构筑物

8.8.2.1 护栏设计原则

1、各种安全防护性、装饰性和示意性护栏不应采用带有尖角、利刺等构造形式。

2、防护护栏其高度不应低于 1.05m；设置在临空高度 24m 及以上时，护栏高度不应低于 1.10m。护栏应从可踩踏面起计算高度。

3、儿童专用活动场所的防护护栏必须采用防止儿童攀登的构造，当采用垂直杆件作栏杆时，其杆间净距不应大于 0.11m。

4、球场、电力设施、猛兽类动物展区以及公园围墙等其他专用防范性护栏，应根据实际需要另行设计和制作。

5、防护护栏扶手上的活荷载取值应符合下列规定：

a) 竖向荷载按 1.2kN/m 计算，水平向外荷载按 1.0kN/m 计算，其中竖向荷载和水平荷载不同时计算；

b) 作用在栏杆立柱柱顶的水平推力应为 1.0kN/m。

6、防撞栏杆应符合现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ 11 的有关规定。

8.7.2.2 景观石及假山设计原则

1、景观石体量、形式和高度应与周围环境协调。

2、景观石设计应对石料提出大小、色彩、质地、纹理等要求，对置石的石料还应提出形状要求。

3、叠山和利用景观石的各种造景，应统一考虑安全、护坡、登高、隔离等各种功能要求。

4、叠山应与已有建(构)筑物保持一定的距离，如紧邻建(构)筑物时应保证不影响其地基基础及上部结构的安全。

5、假山、置石的地基基础设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。

6、景观石应保持重心垂直，注重整体性和稳定性。

7、游人进出的山洞，应有采光、通风、排水的措施，并应保证通行安全。

8、衔接或悬挑的景观石，相接部分结构应牢固。

9、假山的钢构架或钢构件应作防腐处理。

8.8.3.3 游戏设施设计原则

1、设置各种游戏健身设施的湿地区域，应保证设施坚固、耐用，并避免构造上的棱角。

2、游戏健身设施的尺度应与使用人群的人体尺度相适应。

3、幼儿和学龄儿童使用的游戏设施，应分别设置。

4、儿童游憩设施的造型、色彩应符合儿童的心理特点。

5、室外游戏健身场所，宜设置休息座椅、洗手池及避雨、庇荫等设施。

6、游乐设施应符合现行国家标准《游乐设施安全规范》GB 8408 的规定。

7、戏水池的设计应符合下列规定：

a) 戏水池及其他游人可亲水的水池不宜采用内防水，老旧水池修补堵漏时不应采用有毒、有害的防水和装饰材料；

b) 儿童戏水池最深处的水深不应超过 0.35m；

c) 池壁装饰材料应平整、光滑且不易脱落；

d) 池底应有防滑措施。

- 8、未采用安全低电压供电的水景水池应设计阻挡设施，防止游人进入。
- 9、游戏沙坑选用沙材应安全、卫生，沙坑内不应积水。

8.9 有害生物防控工程

8.9.2 外来物种治理工程

外来物种治理工程可参考典型成功案例进行治理，方法可参考如下：

- 1、外来物种入侵控制技术包括人工收割或打捞、使用除草剂以及立即在受干扰区域再种植本地植物等。
- 2、在湿地修复工程中可通过调控水位（如潮水涨落）而形成水淹环境来抑制入侵植物扩张（互花米草）。
- 3、在不同地区或不同季节常常需要结合多种方法控制。在外来种密布的区域，可使用生态除草剂，使用应向专家咨询确保不伤害可用植物、野生生物和其他生态因子。在混杂乡土物种的区域，可采用人工拔除或修剪方法。每一种方法都要求不能伤害本地物种。
- 4、一旦入侵物种被移除，本地物种将会在修复区找到自己的位置。对于已经变得孤立或裸露的待修复地区，可选择种植合适的乡土植物为修复区域重新注入生命。
- 5、在乡土植物重新生长的过程中，外来种残存的以及被风和鸟类带来的繁殖体也可能会再次萌发。有入侵隐患的湿地应加强监控和预警。

8.10 湿地整治工程管理及评价

8.10.1 湿地整治工程综合管理

较大型的湿地整治工程后进行工程管理和适应性评价是必不可少的，可根据工程具体实际需求和相应的措施设计管理机构、制定管理机制并进行适应性管理，从水生动植物养护管理、水质保障管理、人类活动管理等措施中选择设计。

湿地整治工程需要按照“设计-执行-监测-评价-调整”的适应性管理的流程以负反馈调节的方式进行。对湿地整治进行适应性管理，并不断优化相应工程措施的过程是十分必要的。

