

改善水流动力的小流域河道水质提升施工方法

吴明磊¹ 丁健¹ 朱灿明²

1. 南京市江宁区水务局, 中国·江苏 南京 211100

2. 常州南天建设集团有限公司, 中国·江苏 常州 213100

摘要: 改善水流动力的小流域河道水质提升施工方法, 包括: 施工准备, 对原始资料分析调查; 底泥疏浚及微地形改造, 挖掘清理河道, 对原有的河边草木及冲刷积留的河道障碍进行清理, 根据地方气象资料调整河底高度, 形成河底水位高差, 配合风动力助流, 形成自然缓流; 浆砌块石挡土墙安装, 生态自净系统构建, 结合小流域河道生态条件及净化效果, 组合匹配不同生长特性的水生植物, 并进行水生动物种群构建, 生态浮岛构建, 选用聚酯纤维和天然纤维合成的基质, 物理改性后混合搭配, 微生物附着比表面积不小于 1:1000, 通过构建完整的生态修复自净系统等多项生态工程, 形成小流域河道水质改善与生态修复的完整体系。

关键词: 改善水流动力; 水质提升; 施工方法

Construction methods for improving water quality in small watershed rivers to enhance water flow dynamics

Wu Minglei¹, Ding Jian¹, Zhu Canming²

1. Water Affairs Bureau of Jiangning District, China Jiangsu Nanjing 211100

2. Changzhou Nantian Construction Group Co., LTD, China Jiangsu Changzhou 213100

Abstract: Construction methods for improving water quality in small watershed rivers to enhance water flow dynamics, including: construction preparation and analysis and investigation of original data; Dredging of the sediment and micro-topography modification, excavation and cleaning of the river channel, removal of the original grass and trees along the river and the accumulated obstacles caused by erosion, adjustment of the river bottom height based on local meteorological data to form a water level difference at the river bottom, and combination with wind force flow assistance to form a natural slow flow. The installation of masonry block stone retaining walls, the construction of ecological self-purification systems, in combination with the ecological conditions and purification effects of small watershed rivers, the combination and matching of aquatic plants with different growth characteristics, and the construction of aquatic animal populations, the construction of ecological floating islands, the selection of polyester fiber and natural fiber synthetic substrates, after physical modification and mixing and matching, the specific surface area for microbial attachment shall not be less than 1:1000 By constructing a complete ecological restoration self-purification system and other multiple ecological projects, a complete system for improving the water quality and restoring the ecology of small watershed rivers has been formed.

Keywords: Improve water flow dynamics; Improvement of water quality; Construction method

0 引言

当前, 城市化进程的持续推进使得城市人口愈发密集, 由此产生的大量工业废水与生活污水, 对城市河道造成了程度不一的污染。与此同时, 随着城市地块的开发建设, 为便于规划布局, 许多河道被改造成直向型渠道, 其断面多为水平形态, 且采用水泥浇筑硬化处理。这种改造方式大幅削弱了河道的纳污与自净能力, 进而

引发了一系列生态环境问题, 如河道易出现黑臭现象、水体富营养化、生物种类减少以及生态系统单一等。因此, 如何改善水环境, 实现经济、社会与生态的协调同步发展, 成为当今社会亟待解决的课题。针对小流域河道水质提升, 一方面, 不宜采用占地较大的旁路处理系统; 另一方面, 仅通过改善河道生态虽能在短期内改善河道水质, 但长期来看, 由于水体自流能力较弱, 容易

出现垃圾堆积,河道纳污和自净能力依然较差。此外,小流域河道因水位不稳定,且受空间和成本限制,加之河道两侧有居民居住,若布置大型设备不仅会影响人们的日常生活,还存在安全隐患,所以也不适宜通过布置大型设备来增强水流动力。基于此,需要提出一种专门针对小流域河道的改造方法。

1 技术方案

为解决上述技术问题,提供了一种改善水流动力的小流域河道水质提升施工方法,包括:施工方法的具体步骤如下:

步骤一:施工准备,对原始资料分析调查,了解施工区域内气象资料和地形特征。

步骤二:底泥疏浚及微地形改造,对窄、浅的小河道采用人工或挖掘机进行疏挖,对宽的河道采用自动水下清淤机进行挖掘,保证彻底清淤,降低淤泥的含水率,对原有的河边草木及冲刷积留的河道障碍进行清理,拓宽过水断面,根据地方气象资料调整河底高度,形成河底水位高差,配合风动力助流,形成自然缓流,对河流冲刷严重的区域采用石笼网和块石配合的方式,夯实基地。

步骤三:浆砌块石挡土墙安装,浆砌石在河床以下埋深 1.0~1.5m,双面拉线进行块石基础砌筑,块石基础的每一皮内均匀间隔设置有一块拉结石,挡土墙采用浆砌石重力式阶梯型,挡墙土后利用砂砾石填筑,迎水面设置防冲设施,挡土墙按纵断面图设置沉降缝。

步骤四:生态自净系统构建,结合小流域河道生态条件及净化效果,组合匹配不同生长特性的水生植物,根据自然湖泊中水生植物群落在空间梯度上的分布规律,结合不同水生植物的生长生境进行群落配置,并进行水生动物种群构建,优化驳岸缓冲带,先清除缓冲带内的杂物,再初步平整、施基肥及耕翻,最后更换杂土与最后平整,并在驳岸上播撒护坡草籽。

步骤五:生态浮岛构建,选用聚酯纤维和天然纤维合成的基质,物理改性后混合搭配,微生物附着比表面积不小于 1:1000,在水上固定浮床,浮床下方固定连接围护框,框内设置浮板,浮板上表面与浮床下表面留有间距,间距中设置保护管和动力机构,通过转动保护管将浮床表面的垃圾甩下并搅动浮床周围水体,使垃圾向远离浮床的方向移动。

实施例中,原始资料包括地区气象资料、工程地形、工程地质和水文地质资料、土地利用情况、地区交通运输

能力和价格资料、地区供水、供电和电讯能力^[1]。

2 附图说明

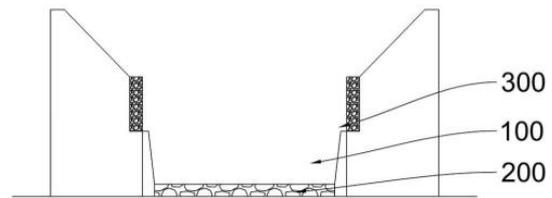


图1 河道主视示意图

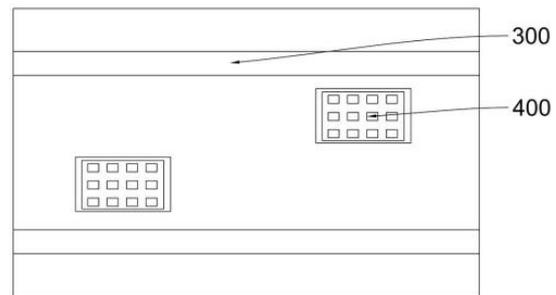


图2 河道俯视示意图

图中,100、河道;200、基底;300、挡墙;400、生态浮岛。

3 具体实施方式

如图 1、2 所示,在本申请的部分实施例中,有一种基于生态治理的小流域河道 100 水质提升施工方法。该方法以“疏浚—修复—自净”为核心设计思路,具体涵盖底泥疏浚及微地形改造、生态净化系统构建、生态驳岸建设以及水生态修复系统搭建等内容。其采用原位生物—生态处理技术,将内外源污染控制与生态修复相结合,以底泥疏浚和水下微地形改造为基础,通过打造完整的生态修复自净系统等一系列生态工程,构建起小流域河道 100 水质改善与生态修复的完整体系。该施工方法的具体步骤如下:

步骤一:施工准备。首先要对原始材料展开调查与分析,这些原始材料包括地区的气象资料、工程地形、工程地质和水文地质资料、土地利用状况、地区交通运输能力及价格信息、地区供水、供电和电讯能力,还有施工现场地上、地下的现状,比如水、电、电讯、煤气管线的情况。接着进行施工现场控制网测量,依据提供的施工蓝图,运用全站仪、经纬仪、水准仪和钢尺等测量仪器建立测量控制网,并做好现场喷涂标记。此外,还要准备水生植物,在相关技术标准和行业规范的要求下,确保根苗生长状态良好,且根部完整。在运输过程中,要避免根苗因外界环境干扰而受损,根据根苗的栽培时间进行起苗,保障起苗、运输、栽培等环节顺利进行,每隔 1—3 小时浇一次水,

同时保持土壤疏松。

步骤二：底泥疏浚及微地形改造。对于狭窄、水浅的小河道 100，采用人工或挖掘机进行疏挖；当河道 100 较宽时，则需要配备自动水下清淤机作为清淤设备，这种清淤方式更为彻底，质量容易把控，挖出的淤泥含水率低，便于后期处置。采用泥沙聚沉剂、高强高耐水土体固结剂以及清淤泥浆脱水固结技术，对疏浚出的淤泥进行减量化、无害化和稳定化处理，使淤泥能够作为资源加以利用。清理原有肆意生长的河边草木以及被冲刷堆积在河道 100 中的障碍物，拓宽过水流断面，让水流平稳下泄，提高河流的过流能力和防洪能力。根据当地气象资料，针对现状河床依靠自然淤积且不产生重力流的地形条件，人为制造河床水位高差，也就是通过开挖带有梯度的基底 200，形成重力流，再结合原有的风生流方向，打造新的缓流路径，配合风力助力水流，形成自然缓流，在一定程度上增加水体流动，改善水动力不足的情况，并提高水体的富氧能力。对于河流冲刷较为严重的区域，采用石笼网加块石的方式，夯实基底 200，防止水土流失；其他位置则使用具有良好透水性及扩散能力的不同级配碎石作为河床材料。

步骤三：在小流域治理过程中，挡墙 300 基础通常采用浆砌石结构，浆砌石在河床以下的埋深约为 1.0 - 1.5m。若基础排水无法完全排尽，基础则采用 C20 埋石混凝土。块石基础砌筑时应双面拉线，采用“铺浆法”进行砌筑（即先铺设砂浆，再摆放砌筑石块，最后用砂浆填缝，并将小石块填塞在大缝中）。砌筑第一皮最底层块石基础时，按照所放的基础边线进行砌筑，先在基坑底部铺设砂浆，再将具有较大平面的石块面朝下铺砌在砂浆上；第二皮及以上各皮则按照准线进行砌筑。块石基础的每一皮内，每隔 2m 长应设置一块拉结石。当基础宽度小于或等于 400mm 时，拉结石的长度应与基础宽度相同；当基础宽度大于 400mm 时，可采用两块拉结石内外搭接砌筑，其搭接长度不应小于 150mm，且其中一块的长度不应小于该皮基础宽度的 2/3。挡墙 300 采用浆砌石重力式阶梯型，墙后利用级配良好的砂砾石进行填筑，采用分层加高、均衡上升的方法来提高填筑的密实度。迎水面设置防冲设施，采用 M7.5、厚 50cm 的浆砌块石护坡，其余部分为干砌块石。迎水坡一般采用 1:0.4 的坡度，堤顶宽通常为 1 - 2m。块石墙必须设置拉结石，拉结石应均匀分布、相互错开，一般每 0.7m² 墙面至少设置一块，且同一皮内的拉结石中间距离不大于 2m。当墙厚等于或小于 400mm 时，拉结石的长度应与墙厚相等；当墙厚大于 400mm 时，可用两块

拉结石两面搭砌，搭接长度不小于 150mm，且其中一块的长度不应小于墙厚的 2/3。挡土墙按照纵断面图设置沉降缝，施工时可根据实际情况进行局部调整，调整时控制分缝长度不大于 15m，并在实际地形、地质变化处增设沉降缝。沉降缝宽 2cm，缝内填充沥青木丝板。

步骤四：生态自净系统构建，水生植物群落构建，结合小流域河道 100 生态条件及净化效果，合理组合配置不同生长特性的水生植物，选择易于种植和管理的矮化苦草（多年沉水草本植物，矮化生长）、篦齿眼子菜（多年沉水草本植物，生态修复及净化效果好）、黑藻（茎叶螺旋状，较好吸附过滤）等水生植物，根据自然湖泊中水生植物群落在空间梯度上的分布规律（水平、垂直），结合不同水生植物的生长生境进行群落配置，水生动物种群构建，营养结构是在环境协同作用下形成的特有结构，因此无法统一不同食性鱼类放养比例标准，借鉴同区域条件类似河道 100 鱼类结构，投放一定比例的鲢鱼控制水体藻类生长，投放一定比例的鲤鱼、草鱼，对总磷、总氮进行去除，驳岸缓冲带优化，首先清除杂草、瓦块、石砾等杂物，再初步平整、施基肥及耕翻，最后更换杂土与最后平整，在驳岸上播撒一定数量的护坡草籽，驳岸带水 - 土壤（沉积物）- 植物系统具有过滤、渗透、吸收、滞留、沉积等作用，控制并减少地表径流中的污染物。

步骤五：生态浮岛 400 构建，生态浮岛 400 选用基质为聚酯纤维与天然纤维合成的材料，物理改性后混合搭配，微生物附着比表面积 1:1000 以上，以植物—微生物—基质复合生态系统的协同作用净化水质，利用改善水域水质的生态浮草种植装置，应用四组锚固装置将浮草种植装置固定在河道 100 底部固定，浮床上设置收卷拉伸，通过收卷拉伸使浮床稳定漂浮于水面上，浮床下方固定连接围护框，框内设置浮板，浮板上表面与浮床下表面留有间距，其中保护管穿透浮板并于浮板滑动连接，保护管在传动机转动过程中将依附在其表面的垃圾甩下并扰动周围水体，从而垃圾向远离浮床的方向移动，有利于浮草植物生长及水质净化。

实施中，河道 100 施工时的质量控制措施包括土方明挖从上至下分层分段依次进行，严禁自下而上或采取倒悬的开挖方法，施工中随时做成一定的坡势，以利排水，开挖过程中避免边坡稳定范围形成积水；机械挖到离设计标高 20 ~ 30cm 时，采用人工方式清基减少对基底 200 的扰动。如不能及时进行回填，保护层预留 30cm，堤基和岸坡开挖后不能及时回填的，保留保护层；混凝土浇筑过程

仔细认真,振捣到位、充分,避免出现蜂窝,减少麻面等现象;做好堤面保护,下雨或雨后不许践踏堤面,禁止车辆通行;新进场种植植物、投放鱼类、浮草装置等经项目检查合格后方可使用;在施工过程中对易受污染、破坏的成品、半成品标识“正在施工,注意保护”的标牌。

本方法应用于江宁河项目建设内容主要包括林一村 1 # 排涝渠整治长度 1272m、林一村 2 # 排涝渠整治长度 168m、3 # 排涝渠整治长度 100m、坎下洋中沟整治长度 2436m、郑岗村 1 # 排涝渠道整治长度 486m、郑岗村 2 # 排涝渠道整治长度 417m、关竹村厝后大沟整治长度 1064m、西溪引水渠关竹段整治长度 1005m 等,采用本工法施工技术,自 2023 年 4 月 20 日开始施工,2023 年 10 月 13 日完工。缩短工期,能够高效、快速的完成排涝渠道综合整治,对周边环境的稳定安全奠定了基础,经济效益和社会效益显著^[1]。

4 有益效果

采用小流域河道微地形改造技术,从底泥疏浚、河道疏通、流向改造等方面改善水体流动性、河床稳定性及防

洪能力,结合小流域河道生态条件及净化效果,合理配置组合水生植物及水生动物种群,优化驳岸缓冲带,促进河道完整自净体系的形成,采用可改善水质的生态浮草种植装置,隔离水下垃圾,运用无土栽培技术原理培养水生植物,以植物根系吸收总磷、氨氮等物质,消减水体污染负荷,本方法根据小流域河道的特点对河道底部和河道两侧的结构进行改造,增强河道自流能力和抗洪能力,减少淤积,提高河道的纳污自净能力,改善水环境,保持经济、社会和生态的协调同步发展,推广使用能够产生较好效果^[1]。

参考文献:

[1] 陈庆江,丁瑞,赵海.平原河网区活水畅流对水动力和水质的改善效果[J].水利水电科技进展,2020,40(3):6. DOI:CNKI:SUN:SLSD.0.2020-03-003.

[2] 方浩川.扬州市河网水动力及水质模型建立与应用[J]. [2025-08-11].

[3] 李佳佳.落水条件下河岸边坡的稳定性分析[J].水利科技与经济,2016.