



DOI: 10.13476/j.cnki.nsbdtqk.2017.01.017

方绪顺, 王蔚, 邹鹰, 等. 水利血防工程中生态抑螺护岸设计与应用[J]. 南水北调与水利科技, 2017, 15(1): 102-106. FANG Xu shun, WANG Wei, ZOU Ying, et al. A primary study of the design and application of ecological snail controlling revetment in water conservancy and anti schistosomiasis project[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2017, 15(1): 102-106. (in Chinese)

水利血防工程中生态抑螺护岸设计与应用

方绪顺¹, 王蔚², 邹鹰¹, 徐小平³, 张松⁴, 侯文昂¹

(1. 南京水利科学研究院, 南京 210024; 2. 江苏省水利工程建设局, 南京 210029;
3. 南京市水利规划设计院有限责任公司, 南京 210022; 4. 河海大学, 南京 210098)

摘要: 传统的水利血防工程采用硬质护岸形式, 极大程度地影响了河道生物多样性。依托某水利血防工程, 在对河道附近水位站潮位资料统计排频的基础上, 给出了常规硬质护岸的设计方案。结合植物抑螺理念, 设计出一种生态型的抑螺护岸。并将不同抑螺植物组合设置成三个生态抑螺护岸试验段。通过现场调查比较, 硬质护岸和生态抑螺护岸都能起到灭螺效果, 相对于硬质护岸河流景观单一化, 生态抑螺护岸更贴近自然。三个生态护岸试验区中, 以密毛酸模叶蓼为挺水植物, 以益母草为草本植物的实验段植物存活率更高。

关键词: 水利血防; 硬质护岸; 生态型护岸; 植物抑螺; 益母草

中图分类号: R532.21; X173 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-1683(2017)01-0102-05

A primary study of the design and application of ecological snail controlling revetment in water conservancy and anti schistosomiasis project

FANG Xu shun¹, WANG Wei², ZOU Ying¹, XU Xiao ping³, ZHANG Song⁴, HOU Wen ang¹

(1. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210024, China;

2. Water Conservancy Engineering Construction Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China;

3. Nanjing Water Conservancy Planning and Designing Institute Co., Ltd., Nanjing 210006, China;

4. Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Rigid revetment is widely used in traditional water conservancy and anti schistosomiasis projects. It has a negative impact on the biological diversity of water courses. A regular rigid revetment was designed for a water conservancy project based on the tidal data of a nearby gauging station. A new type of snail controlling revetment was also designed according to the idea of snail controlling by plants. Moreover, three experimental sections were created with different combinations of snail controlling plants. The site survey showed that both rigid revetment and ecological revetment were effective in controlling oncomelania. But the ecological revetment is more natural compared with the rigid one. Among the three test sections, the section with densely hairy sorrel smart weeds as emerged plants and leonurus as herbaceous plants had the highest plant survival rate.

Key words: water conservancy and anti schistosomiasis project; rigid revetment; ecological revetment; snail controlling by plants; leonurus

作为血吸虫病综合治理的重要措施之一, 水利血防工程是结合水利工程, 实施以环境改造灭螺为

主的血吸虫病防治措施, 堤防建设、河道治理是其中的重要手段。传统堤防护岸迎水坡面采用硬质材

收稿日期: 2016-01-19 修回日期: 2016-08-18 网络出版时间: 2017-01-04

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20170104.0935.015.html>

基金项目: 2012年度江苏水利科技项目(2012030; 2012009)

Fund: The 2012 Annual Jiangsu Water Conservancy Project of Science and Technology(2012030; 2012009)

作者简介: 方绪顺(1972-), 安徽青阳人, 高级工程师, 主要从事筑坝技术研究。E-mail: xsfang@nhri.cn

料,虽然血吸虫的中间宿主钉螺难以存活,但这也使得植物难以生长,进而影响到鱼类、两栖动物和昆虫的栖息,结果导致河流生态系统生物多样性衰退,河流景观单一化等问题^[1]。

早在20世纪70年代开始,欧洲陆续意识到传统护岸影响生态这一问题,并着手生态水利方面的研究,提出“土壤生物工程技术”^[2-3]。在国内,自2000年以来,大量工程技术人员围绕生态型护岸技术开展研究工作,不同的生态型护岸技术层出不穷,其应用推广也常见报道^[4-7]。但在血吸虫病疫区,水利血防工程中考虑生态型护岸的未见报道。据2013年全国血吸虫病疫情通报中指出:全国共有血吸虫病流行县(市、区)454个^[8]。如何在保证做好水利血防工程的前提下,减少对河流生态系统的影响是一个值得研究的课题。

本文依托江苏省南京东山河血防工程,通过对附近水位站水位资料统计排频,获得常规的硬质护岸设计依据,在硬质护岸设计完毕的基础上,结合植物抑螺理念,设计出新型的生态抑螺护岸形式,并将不同植物组合设置成不同试验段,通过现场调查,将护岸未建时、硬质护岸、生态抑螺护岸三种情况下钉螺数量、生物多样性等进行比较。

1 硬质护岸设计

1.1 工程概况

东山河为长江下游水系8条骨干通江河道之一的便民河的支流,流域面积39.85 km²。两岸堤顶高程9.90~15.5 m,堤顶宽度3.07~11.93 m,坡比在1:1.3~1:3.2之间,河底宽度为7.0~38.0 m,河面宽度为33.0~67.0 m,河底高程约为5.1~5.9 m。河道两岸杂草丛生,处于水位变动区域,非常适宜钉螺的孳生、繁衍,威胁当地群众的身体健康。

目前在东山河的下游河段,自便民河交汇口上溯1.0 km的范围内已实施了水利血防工程,采用迎水坡混凝土护砌,高程为4.5~8.5 m,并进行了河道清淤,清淤后河底高程为4.5 m。其余河段未进行任何护砌,也无其它防螺灭螺水利血防工程措施。

工程位于东山河上游,长度2.025 km。水利血防工程的堤防范围为左岸K0+000~K2+025,右岸K0+000~K0+450,K0+780~K1+050。右岸K0+450~K0+780,K1+050~K2+025不在工程范围内。

1.2 血防水位分析

根据各地的灭螺经验和《水利血防技术导则》的

有关规定^[9],每年淹没于水下时间不少于8个月的地方不会孳生钉螺,所以低水位分析按历年水位较高的8个月份(4月-11月)的潮位资料,取各年在分析时段内的各月平均低潮位进行统计排频。钉螺是亲水性生物,如果生活在水中的时间很短,也无法生存,所以高潮位分析可按历年水位最高的6个月份(5月-10月)的潮位资料,取各年在分析时段内的各月平均高潮位进行统计排频。

本工程区域附近的下关水位站有自1920年以来的实测潮(水)位,资料系列较长。该站位于本工程上游(自长江入江口起算)约30 km处,根据多年的实测长江水面比降,1 km河段的水位落差为:汛期0.02~0.03 m,枯期不到0.005 m。那么本工程区域的汛期水位要比下关水位站低0.6~0.9 m,枯期水位要比下关水位站低约0.15 m。

根据下关站月平均低潮位频率统计,下关站的下限水位取4.20 m,频率为50%,2年一遇。因为本工程低水位时落差约为0.15 m,因此血防下限水位为4.05 m。

根据下关站月平均高潮位频率统计,下关站的上限水位取9.0 m,频率为10%,10年一遇。高水位时落差为0.6 m~0.9 m,取平均值0.75 m,因此血防上限水位为8.25 m。

1.3 硬质护砌设计

根据《水利血防技术导则》规定,坡面硬化下缘至堤脚,顶部应达到当地最高无螺高程线^[9]。血防上、下限为8.25 m、4.05 m。根据调查该河道钉螺分布在高程4.50 m以上,并且本工程起点至入便民河口范围的东山河已经过血防工程处理,硬质护坡高程为4.50~8.50 m。因此本工程护坡高程采用与前期血防工程相同的护坡高程,即4.50~8.50 m。迎水坡设计坡比采用1:2.5。

新建护坡采用C20现浇混凝土结构,厚10 cm。混凝土下设5 cm碎石垫层及350 g/m²土工布。在高程4.5 m、8.5 m处设混凝土格埂,断面分别为0.4×0.7 m、0.3×0.5 m。沿堤线方向,每间隔30米设混凝土横格埂一道,断面为0.3×0.5 m。高程8.5 m至堤顶种植草皮防护。

2 生态抑螺护岸设计

血防工程中的生态型护岸应是一种环境友好型生态抑螺护岸。在满足抑制钉螺的前提条件下尽可能少的影响生态多样性。护岸结合水利血防和林业血防中的措施,选择具有抑螺作用的水生植物和草本植物作为堤防迎水坡的护坡植物,在堤防迎水坡

根据河道淹没水深的条件,由下至上布置混凝土护坡段,水生植物护坡段,草本植物护坡段。

2.1 抑螺植物选取

钉螺是血吸虫生存和繁殖的唯一中间宿主,是血吸虫病传播的媒介^[10]。在自然状况下,植物的生长对其周围的生物存在不同程度的生长促进或抑制作用,甚至引起某些生物个体的死亡,这就是植物的他感作用现象。通过构建植物生态系统或是人工培植新的植物群落,利用植物的他感作用,改变钉螺生存的生态环境,对钉螺生存的生理生化指标产生影响,使之能够对钉螺的生长发育形成不利的影响,从而达到抑制和消灭钉螺的目的^[11-13]。

通过文献调查,对钉螺有抑制作用的草本植物主要包括豚草、益母草、问荆、泽泻、酸模叶蓼、打碗花、紫云英、香薷、木贼草、盾叶薯蓣、禾叶山麦冬等^[14-18]。密毛酸模叶蓼、泽泻在长江流域分布较广,是能适应该地区生长环境的挺水植物,益母草和紫云英亦是长江流域常见的草本植物。在关于灭螺植物的研究中,密毛酸模叶蓼、泽泻、紫云英是国内使用的植物灭螺 50 种中的三种,对钉螺灭效均为 50% 左右。而益母草中所含的益母草碱有利于提高灭螺效果,在开发新型植物灭螺剂与开展抑螺生态工程等方面有着重要的意义。所以考虑地域的适应性以及生态安全要求,并结合现有植物栽培条件和市场条件,选择两种挺水植物,密毛酸模叶蓼和泽泻,选择了两种草本植物,益母草和紫云英。

2.2 抑螺植物护岸范围

本项生态抑螺护坡试验段采用混凝土框格结构分层设置水下混凝土硬质护坡和水上种植不同抑螺植物护坡相结合的堤防护坡。据上述下关站月平均高潮位频率统计,可以推算出东山河高潮水位时的最低值约为 5.50 m。东山河高潮水位平均值约为 7.09 m。

通过现场实地调查,东山河水位常年高于东山河高潮水位时的最低值 5.5 m,在设计时,该水位以下部分采用混凝土硬质护砌,本部分护砌范围为 4.50~5.50 m。按照迎水坡设计坡比 1:2.5 计算,混凝土硬质护砌的宽度为 2.70 m。

而高潮水位平均值 7.09 m 表明,东山河在汛期受高潮水位的影响,该水位以下部分会间断性地被河水淹没,因此本次生态抑螺护坡设计时,在该水位以下至东山河高潮水位时的最低值 5.50 m 之间采用种植挺水植物的护坡方案。按照迎水坡设计坡比 1:2.5 计算,挺水植物护坡部分的宽度为 4.00 m。

考虑到东山河水位较少出现超过 7.00 m 的几率,本次生态抑螺护坡设计时,7.00~8.50 m 的范围采用草本植物的护坡方案。按照迎水坡设计坡比 1:2.5 计算,挺水植物护坡部分的宽度为 4.00 m。东山河生态抑螺护岸设计方案剖面见图 1。

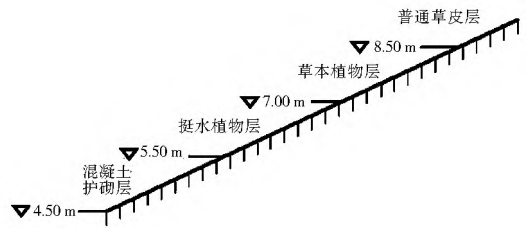


图 1 东山河生态抑螺护岸设计方案剖面

Fig. 1 Profile of the Dongshan River ecological revetment design

2.3 植物配置方案

为研究不同的抑螺植物组合之后抑螺效果和存活率,在上述硬质护岸中设置三个生态抑螺试验段:1 号试验段的挺水植物采用密毛酸模叶蓼,草本植物采用益母草,位于左岸 K1+200~K1+300;2 号试验段的挺水植物采用泽泻,草本植物采用益母草,位于右岸 K0+800~K0+900;3 号试验段的挺水植物采用密毛酸模叶蓼,草本植物采用紫云英,位于左岸 K0+400~K0+500。上述植物采取移植方式种植。泽泻、密毛酸模叶蓼每平方米种植 20 株,益母草高 10 cm 的苗按 10 cm 株距、20 cm 行距种植,紫云英根系肥大,入土 40~50 cm,按 25 cm 株距、25 cm 行距移植。每个试验段设计长度均为 35 m。生态抑螺护岸各试验段设计方案见图 2。

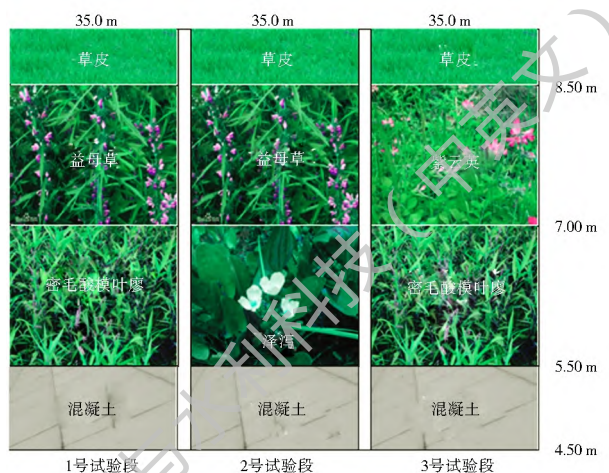


图 2 东山河生态抑螺护坡试验段剖面

Fig. 2 Profiles of the experimental sections of ecological snail controlling revetment along Dongshan River

3 调查结果分析

通过现场调查,将硬质护岸、生态抑螺护岸与护

岸未建造时三种情况进行比较,比较主要集中在:
(1) 硬质护岸与生态抑螺护岸上钉螺数量与护岸未建造时钉螺数量比较;(2) 硬质护岸与生态抑螺护岸生物多样性比较;(3) 生态抑螺护岸三个试验段植被存活率比较。调查方法参考相关规范^[19,20]。

3.1 灭螺效果比较

东山河护岸未建时两岸杂草丛生,处于水位变动区域,非常适合钉螺的孳生和繁衍,无论是怎样的护岸形式,前提条件是要达到消除钉螺孳生的隐患。通过调查,护岸未建时,硬质护岸,生态抑螺护岸三种情况下钉螺数量见表1。

表1 各情况下钉螺数量比较

Tab.1 Comparison of the amount of oncomelania under different conditions

断面位置	生物量/(g·m ⁻²)
护岸工程未建区域	0.32
硬质护岸工程已建区域	0
生态护岸工程已建区域	0

从表1中可以看出,护岸工程未建时确实存在钉螺,但是硬质护岸工程和生态护岸工程建设完毕后,钉螺数量下降到0,在灭螺效果上两种护岸形式都达到了预期效果。

3.2 生物多样性比较

护岸工程未建时,河岸两侧为原始植物生态环境,陆生植物种类繁多,生长旺盛。硬质护岸建成后,岸坡被水泥覆盖,寸草不生。图3、图4分别给出了护岸未建前迎水坡与硬质护岸建成后迎水坡陆生生态景观图。



图3 护岸未建前陆生生态景观

Fig.3 Terrestrial ecological landscape before the construction of revetment



图4 硬质护岸建成后陆生生态景观

Fig.4 Terrestrial ecological landscape after the construction of revetment

从图3、图4可以看出,硬质护岸对河流生物多样性的影响无疑是巨大的,虽然能达到血吸虫病的防治效果,但河流的生态环境遭到破坏,河道景观单一。在生态抑螺护岸上,分别种植了挺水植物,草本植物,草皮,虽然没有之前的陆生植物种类繁多,但相较于硬质护岸,河道景观更贴近自然,生物多样性没有遭到严重影响。

3.3 生态抑螺护岸植被生长情况比较

因在试验段进行上述植物栽培存在管理维护的不便,生态抑螺护岸的植物种植方式采用移栽方式,通过向植物培育公司购买现成植物,由专业人员移栽到试验现场。这些植物的成活率及适应性对于生态护岸达到预定的效果很有意义。经过一个汛期与枯水期之后,1号试验段长势最好。图5、图6分别给出了迎水坡生态抑螺植物生长图。就挺水植物而言,密毛酸模叶廖适应性更强,而草本植物方面,益母草存活率更高。



图5 生态抑螺植物益母草生长图

Fig.5 Growth of the ecological snail controlling plant Herba Leonuri



图6 生态抑螺植物密毛酸模叶廖生长图

Fig.6 Growth of the ecological snail controlling plant Polygonum lapathifolium var. lanatum

4 结语

以实际工程为背景,介绍了常规硬质护岸及生态抑螺护岸的设计,对两者的抑螺效果、生物多样性等进行了调查分析,得出以下结论。

(1) 在生态型护岸设计过程中,要结合工程实际情况选取抑螺植物,要将当地的气候,水位,植物生长等因素综合考虑,就该工程而言,密毛酸模叶廖作

为挺水植物适应性更强, 而草本植物方面, 益母草存活率更高。

(2) 硬质护岸工程和生态护岸工程在灭螺方面都达到了预期效果, 但生态护岸较硬质护岸, 河道景观更贴近自然, 生物多样性未遭到严重影响。

参考文献(References):

- [1] 王新军, 罗继润. 城市河道综合整治中生态护岸建设初探[J]. 复旦学报: 自然科学版, 2006, 45(1): 120-126. (WANG Xir jun, LUO Jirun. A preliminary study of ecological embankment construction for urban river restoration[J]. Journal of Fudan University: Natural Science, 2006, 45(1): 120-126. (in Chinese))
- [2] 夏继红, 严志民. 国内外城市河道生态型护岸研究现状及发展趋势[J]. 中国水土保持, 2004(3): 20-21. (XIA Jir hong, Yan Zhong min. The advance and trend of urban ecological revetment at home and abroad[J]. Soil and Water Conservation in China, 2004(3): 20-21. (in Chinese))
- [3] 李小平, 张利权. 土壤生物工程在河道坡岸生态修复中应用与效果[J]. 应用生态学报, 2006, 17(9): 1705-1710. (LI Xiaoping, ZHANG Liruan. Application and effectiveness of soil bio engineering in ecological restoration of stream bank[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2006, 17(9): 1705-1710. (in Chinese))
- [4] 王艳颖, 王超, 侯俊, 等. 木栅栏砾石笼生态护岸技术及其应用[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2007, 35(3): 251-254. (WANG Yaying, WANG Chao, HOU Jun et al. Ecological bank protection technique by wooden fences and gravel boxes and its application[J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2007, 35(3): 251-254. (in Chinese))
- [5] 刘盈斐. 多孔隙生态护岸的实验分析与设计研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2007. (LIU Yingfei. Research on the experimental investigation and design of interstitial spaces & inhabit riverbank unit [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2007. (in Chinese))
- [6] 王炜正. 新型生态护岸在连云港疏港航道中的应用[J]. 水运工程, 2008(9): 135-139. (WANG Weizheng. Application of new ecological type revetment in cargo distributing channel of Lianyungang Port [J]. Port & Waterway Engineering, 2008(9): 135-139. (in Chinese))
- [7] 唐国滔, 姚焕玫, 胡湛波. 生态护岸技术的研究及其发展趋势[J]. 水产科技情报, 2010(4): 198-202. (TANG Guotao, YAO Huamei, HU Zhanbo. The research and trend of ecological revetment technology[J]. Fisheries Science & Technology Information, 2010(4): 198-202. (in Chinese))
- [8] 雷正龙, 郑浩, 张利娟, 等. 2013 年全国血吸虫病疫情通报[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2014(6): 591-597. (LEI Zhenglong, ZHENG Hao, ZHANG Liruan et al. Endemic status of schistosomiasis in People's Republic of China in 2013[J]. China Journal of Schistosomiasis Control, 2014(6): 591-597. (in Chinese))
- [9] SL/Z 318-2005, 水利血防技术导则[S]. (SL/Z 318-2005, Technique guideline for water conservancy combined with schistosomiasis prevention[S]. (in Chinese))
- [10] 张旭东, 彭镇华, 周金星. 抑螺防病林生态系统抑螺机理的研究进展[J]. 世界林业研究, 2006, 19(3): 38-43. (ZHANG Xudong, PENG Zhenhua, ZHOU Jirxing. A review on the research advances of snail controlling mechanism of the snail control and schistosomiasis prevention forest ecosystem[J]. World Forestry Research, 2006, 19(3): 38-43. (in Chinese))
- [11] 於凤安, 张家来, 彭卫平, 等. 利用植物他感作用灭螺效果的研究[J]. 应用生态学报, 1996, 7(4): 407-410. (YU Feng'an, ZHANG Jialai, PENG Weiping, et al. Plant allelopathy effects on oncomelania hupensis[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1996, 7(4): 407-410. (in Chinese))
- [12] 刘颖芳, 彭宇, 刘凤想. 中国灭螺技术的研究进展[J]. 四川动物, 2006, 24(4): 651-654. (LIU Yingfang, PENG Yu, LIU Fengxiang, et al. A brief review on oncomelania hupensis control in China[J]. Sichuan Journal of Zoology, 2006, 24(4): 651-654. (in Chinese))
- [13] 胡兴宜, 唐万鹏, 王万贤, 等. 益母草不同组分的抑螺效果及对钉螺酯酶同工酶的影响[J]. 生态学杂志, 2007, 26(5): 728-731. (HU Xingyi, TANG Wanpeng, WANG Wanxian, et al. Effects of Leonurus heterophyllus extracts on oncomelania hupensis and its esterase isoenzyme[J]. Chinese Journal of Ecology, 2007, 26(5): 728-731. (in Chinese))
- [14] 王万贤, 柯文山, 吴明煜, 等. 长江滩地九种抑螺防病林模型对钉螺的化感作用研究[A]. 中国第六届植物化感作用学术研讨会论文集摘要集[C], 2013: 38-40. (WANG Wanxian, KE Wenshan, WU Mingyu, et al. Allelopathy of nine Yangtze River forestry models on oncomelania[A]. Summary of the Symposium on the Sixth Annual Plant of China[C], 2013: 38-40. (in Chinese))
- [15] 糜留西, 张丽红, 崔天义, 等. 灭钉螺植物的筛选[J]. 植物科学学报, 1997, 15(4): 378-380. (MI Lixi, ZHANG Lihong, CUI Tianyi, et al. Screening of molluscicidal plants[J]. Journal of Botanical Research, 1997, 15(4): 378-380. (in Chinese))
- [16] 冯新港, 谈佩萍. 92 种野生和栽培植物或中草药的提取物杀灭钉螺筛选试验[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2002, 14(6): 412-417. (FENG Xingang, TAN Peiping. Preliminary screening tests of molluscicidal effects of extracts from 92 species of wild or cultivated plants and Chinese herbs against oncomelania hupensis[J]. Chinese Journal of Schistosomiasis Control, 2002, 14(6): 412-417. (in Chinese))
- [17] 马安宁, 王万贤, 杨毅, 等. 灭螺植物资源的开发利用研究[J]. 自然资源学报, 2000, 15(1): 40-45. (MA Anning, WANG Wanxian, YANG Yi, et al. A study on exploitation and utilization of plant resources for killing oncomelania hupensis[J]. Journal of Natural Resources, 2000, 15(1): 40-45. (in Chinese))
- [18] 胡兴宜, 唐万鹏, 刘立德, 等. 益母草抑制钉螺生长的初步研究[J]. 云南农业大学学报, 2006, 20(6): 875-878. (HU Xingyi, TANG Wanpeng, LIU Lidde, et al. Study of the growth of snail control of Leonurus heterophyllus[J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2006, 20(6): 875-878. (in Chinese))
- [19] HJ/T 19-1997, 环境影响评价技术导则 非污染生态影响[S]. (HJ/T 19-1997, Technical guideline for environmental impact assessment: non-pollution ecological impact[S]. (in Chinese))
- [20] SL 219-98, 水环境监测规范[S]. (SL 219-98, Regulation for water environmental monitoring[S]. (in Chinese))