

水利工程建设中生态堤防设计研究

林文婷

广东诚信达勘测咨询有限公司

摘要：防洪工程是水利工程体系中的重要组成体系，在满足人们生产生活需要的同时，还可以切实有效维护人民群众的生命财产安全。在对其进行建设的过程中，要在保证防洪工程发挥自身防洪功能的基础上，还需要与周围的生态环境相协调，在技术飞速发展的当下，水利工程所使用材料、工艺均与以往不同，引入生态堤防成为大势所趋。文章便以此为背景，结合实际项目，围绕设计生态堤防需要坚持的原则、具体方案展开了讨论，供有关人员参考。

关键词：生态堤防；水利工程；防护河岸；河流断面

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.21.070

前言

现阶段，随着我国基建水平的加快，由此带来的河道生态环境问题也越来越严重，例如，水环境污染、生态资源破坏，鉴于此，在水利工程建设中，如何做好生态发展、保护自然环境成为建筑行业人员关注的热点话题。在此背景下，广东省坚持实施因地制宜原则，并综合考虑项目工程与城市景观、旅游发展之间的协调性，对水利工程中生态堤防设计方案加以完善，在此基础上，提出多种植物配置海堤岸的构想，由此形成了林水相映、居民与自然和谐共处的生态环境景观，最终实现了科学设计并建设生态堤防的目标。目前，深圳市茅洲河整治工程总长度12.9公里，总规划范围约15.5万 m^2 ，项目包含科创水岸、魅力产城、活力走廊及科技智谷，沿岸建有水文教育展馆、左岸科技公园、大围沙河商业街、南光绿境驿站、茅洲河展示馆等，茅洲河试点段项目现已成为深圳市建设新名片，是治水、治产、治城相结合的典范。珠海市前山河两岸经过整治及美化，流域水生态环境不断改善，城市化快速推进，人口集聚效应明显，水、城、产同治初见成效，正在发展成高质量滨水经济带。生态堤防建设的实践效果表明，将水利工程建设与生态环境保护结合起来，实现二者和谐有序发展，不仅能够取得良好的经济效益，而且也能够保护河流生态系统，有利于实现城市发展目标。

一、生态堤防介绍

（一）定义

生态堤防是基于堤防的设计，结合水环境、水生态等利用生物、植物为河流沿线以及海岸线提供保护的工程。目前，国内得到广泛应用的生态堤防分为以下几类：第一类，原型堤防，例如，沙滩、植被构成的沙滩堤，该类堤防主要用于防护海岸，吸收、分散波浪冲击力，固定沙滩并减少海岸侵蚀。再例如，河滩、植被共

同构成的河滩堤，其能够控制河水流速及冲刷力，有效防护河流。或是以湿地植被为主体的湿地堤，其具有固土、吸水和保水功能，可用于河流、湖泊或其他城市内外常见水体的防护。此外，由灌木、树木等植物共同构成的植物堤，同样属于原型堤防，该类堤防的优点在于根系发达，能够帮助土壤抵抗外界冲击，维持土壤稳定性。上述原型堤防多用于坡岸相对缓和的腹地河段，原因在于水生植物的防护作用十分有限，通常无法抵抗洪水或其他自然灾害。第二类，自然型堤防，简单来说，就是在栽种植物的基础上，酌情使用木桩、石块等材料，对堤岸进行支护。该类堤防主要用于陡峭坡岸。第三类，人工堤防，即以自然型堤防为基础，通过钢混、商品砼等材料加固河岸。该类堤防在防洪方面有突出表现，多用于对防洪抗灾有严格要求的地区。

（二）建设意义

事实证明，传统堤防所能取得的效益包括①保护河流附近居民的安全②保证河流航道畅通无阻。要注意一点，即传统堤防过于追求经济、社会效益，而未能认识到生态效益的重要性，施工期间往往会用到大量不环保材料，导致项目所在地的生态平衡遭到破坏。在此背景下，业内人士纷纷将目光聚焦于更符合当今社会所倡导降本增效理念的生态堤防，传统堤防逐渐被边缘化，使用生态堤防替代传统堤防的意义，主要体现在以下方面：一是斜坡设计能够在阻挡洪水的前提下，维持生态平衡。二是生态堤防继承了传统堤防的功能，但提高水环境、水生态标准。

二、生态堤防的设计原则及具体方案

生态堤防是利用生态系统保护海岸线和河岸的防护措施，其原理是通过建立植物群落，减少波浪以及潮汐的冲击，防止侵蚀和土壤流失，由此达到增强海岸、河岸稳定性，以及恢复物种的多样性的目的。本文讨论的内容是珠海市某水利工程的生态堤防设计，有关设计人员坚持生态建设原则，重点考虑城市发展与产业配套要求，致力于将该项目打造成具有自然生态景观的综合性生态堤防。设计原则及具体方案如下：

（一）设计原则

某排洪渠河道全长1.255km，现状宽约15~40m，现状均为自然沟渠，其中南侧左岸为村民建筑，大部分房屋依河建造，人为形成河道边墙；右岸为土堤，堤内基本为农田。生态堤防设计是指在河道治理、防洪和保护环境的目下，采用生态修复手段合理设计河道堤防，以实现生态功能最大化的设计工作。对本项目的生态堤防进行设计时，应摒弃以往将经济发展置于生态发展之

上的理念,从平衡发展、生态发展的立场出发,确保生态堤防能够发挥出应有作用。

1. 安全性

无论是本项目还是其他项目,均要坚持安全至上的原则,鉴于此,在设计生态堤防时,有关人员应保证设计方案与行业标准相符,只有这样才能使所建设堤防发挥出应有作用,并为附近居民的财产以及生命安全提供有力保护。

2. 整体性

生态堤防是河流系统的延伸,与河岸景观密切相关,这也决定了设计生态堤防时,应考虑河流情况,在整体性原则的指导下,敲定最终方案,保证按照设计方案所建设生态堤岸能够完美融入河流系统,并成为河流景色的一部分^[2]。

3. 多样性

考虑到本项目的建设初衷并不仅仅是为企业生产、人们生活提供便利,还包括维持既有生态系统的平衡、生物的多样性。因此,设计生态堤防时,有关人员应对现场河流形态和走向、动植物种类及生存状态引起重视,以保护物种多样性、河流固有形态为落脚点,酌情制定相应的设计方案,为生态系统所具有稳定性还有平衡性提供有力保障。

4. 经济性

传统堤防往往过于重视整治河流系统,而没有把整治生态环境的工作摆在应有位置,致使河流所具有自我修复、调节能力难以得到发挥。本项目中,有关人员应当提高生态效益的站位,从经济、社会、生态效益三个方面出发,确定建设生态堤防的具体方案。

5. 自然性

自然性强调的重点在于确保建设生态堤岸的工作不会影响、破坏施工现场环境。实际施工中,一方面要保护现场和周围环境,另一方面要做到科学利用现场资源,在保证项目最终所呈现出效果符合有关规定的前提下,对项目成本加以控制,实现降本增效的最终目标。

(二) 具体方案

实践经验表明,生态堤防不仅能够起到防洪的作用,还可以使当地生态环境得到更有效的保护。调查发

现,现阶段,国内多数地区均通过栽种植物、扩大河流面积等方式建设生态堤防,并且建设效果基本能够达到预期。考虑到建设生态堤防需要投入大量物力、人力资源,因此,在本项目正式施工前,有关人员应视情况制定设计方案,在保证方案科学、可行的基础上,尽量降低建设成本,以确保生态堤防投入使用后,可以充分发挥自身作用。具体设计方案如下:

常见的堤型有直立式、斜坡式、复合式。本次生态堤设计采用复式断面,生态挡墙;下部采用鱼巢砖生态挡墙,墙顶高程为1.50m,并设宽3m的亲水平台;挡墙两侧为植草砖绿化带,坡度为1:2,高程为3.09m,宽5m,绿化带外侧与现状地面顺接。

两侧二级平台下的主河道边坡均使用鱼巢砖和生态砖,其中生态最低水位以下使用鱼巢砖为动物提供栖息场所,生态最低水位以上使用生态挡墙砖为植物生长提供生态环境。

尽量使用自然渠底不进行渠底硬化,保持渠体与周围环境的物质流动通道的畅通;渠底通过抛石、种植净水固土植物,为微生物提供生存环境,建立生物循环生态系统提高水体自净能力。

在排洪渠末端建设景观节制闸保持景观水位在1m左右,同时可利用南区水厂的原水对渠道补水,满足排洪渠打造生态环境的需水量要求。

规划对该排洪渠下游段约700m范围内,利用“PGPR原位生态修复技术”重建河道生态系统,利用水体自净能力直接在河道内对入河污水进行净化。

两侧自然护坡景观带、透水二级平台景观带、植物生长生态挡墙砖、动物生长鱼巢挡墙砖、自然渠底以及通过工程措施控制的渠体水位,与周围环境保持生态走廊,共同营造和建立排洪渠的生态体系。特别是两侧植物护坡与景观生态公园的结合,有净化水质、恢复生物多样性的生态廊道功能。

挡墙两侧控制的生态景观绿带宽度上游段应不小于10m,下游段应不小于15m,相关土地利用规划已控制下游两岸控制西岸和东岸生态景观绿带宽度分别为15m和15~45m。

断面形式采用复式断面,常水位以上二级平台,由



图1 生态堤防断面示意图

亲水景观步道和绿道组成。二级平台高度控制在多年平均高潮位+0.5m安全超高的位置，亲水景观步道和绿道均按3.0m进行宽度控制。

二级平台以下为日常行洪的主河道区，当洪水期时，允许渠体水位漫过，但不得超过排洪渠本身设计水位。二级平台下部采用 $m=0.25\sim 0.5$ 的边坡形式，上部使用自然缓坡。

三、合理使用生态材料

(一) 生态砼

使用生态砼建设生态堤防时，需要视情况选择施工方式。目前，得到广泛应用的施工方式包括现浇式、装配式，二者的适用场景、技术要点和注意事项均存在区别。本项目中，有关人员决定使用装配法，其优点在于支持工厂批量生产，可以减少现场施工量；结构自重较轻，便于运输及吊装；材料具有理想的耐久性，通常不会出现严重腐蚀的情况，使用寿命也能够因此而得到延长；模块构件与全拼结构的结合，在保证施工质量的前提下，使施工效率得到显著提升^[5]。

(二) 生态袋

生态袋是由聚酯纤维制成的无纺布袋，现阶段，已在建设生态堤防的过程中得到广泛应用，实践经验表明，合理使用生态袋，能够使生态堤防、水利工程的安全性得到大幅度提高。本项目中，有关人员在制定设计方案时，对生态袋的性能参数提出了明确要求，一是布料整体拉伸强度在 4.5kN/m 及以上，二是断裂伸长率在40%及以上。另外，还根据现场情况，对装土成型的生态袋体积加以确定，并反推出了未装土生态袋的规格，为后续施工提供了可靠参考。计算公式如下：

$$\text{长度} = \text{生态袋长度} - (12 \sim 15) \text{ cm}$$

$$\text{宽度} = \text{生态袋宽度} \times 0.7$$

$$\text{高度} = \text{生态袋高度} \times 0.4$$

本项目要求成型生态袋长65cm、宽30cm、高15cm，误差不得超过2%，通过计算确定，未装土生态袋的规格以 $810 \times 430\text{mm}$ 为最佳。

四、建设意义

事实证明，设计生态防护河岸，有利于打造特色城市景观，对保护堤防周围环境、提升城市的绿色面积意义重大，传统堤防所能取得的效益包括①保护河流附近居民的安全②保证河流航道畅通无阻。要注意一点，即传统堤防过于追求经济、社会效益，而未能认识到生态效益的重要性，施工期间往往会用到大量不环保材料，导致项目所在地的生态平衡遭到破坏。在此背景下，业内人士纷纷将目光聚焦于更符合当今社会所倡导降本增效理念的生态堤防，传统堤防逐渐被边缘化，使用生态堤防替代传统堤防的意义，主要体现在以下方面：一是斜坡设计能够在阻挡洪水的前提下，维持生态平衡。二是生态堤防继承了传统堤防的功能，但提高水环境、水生态标准。

绿色生态堤防效果图如下：



图1 绿色生态堤防效果展示

本项目中，防护河岸主要作用于水陆交接部位，科学设计并且建设防护河岸，不仅能够一定程度上消除水利工程给生态系统所带来的不利影响，还可以使动植物数量、种类维持原状。前期准备阶段，有关人员勘察了河岸情况，了解了现有动植物种类、自然环境，随后，以勘察结果为依据，确定了防护方式。施工期间，采用具有理想透水性的砼结构，这样做一方面能够保护水生动植物生存、繁衍的环境，另一方面可以强化河岸固有的储水功能，使其价值得到最大化实现。

结束语

通过分析能够发现，科学设计生态堤防，可以使水利工程作用得到更充分的发挥。目前，国内所展开生态堤防设计仍有亟待解决的问题存在，要想使生态堤防价值得到最大化实现，关键是要坚持循序渐进，将科学化、生态化发展作为最终目标，根据现场情况确定设计方案，给予坡岸防护、河流断面等工作充分的重视，确保针对生态堤防所提出方案具有可行性、实效性。只有这样才能最大限度发挥生态堤防在防洪抗涝、防灾减灾等方面的作用，并为生态经济高质量发展提供动力支持。

参考文献

- [1] 张吉刚, 李剑锋, 李孟洋, 等. 城市生态堤防设计的必要性及其原则分析[J]. 工程建设与设计, 2022(14): 72-74.
- [2] 张郁琢. 上海市黄浦江和苏州河生态绿色堤防建设经验及思考[J]. 中国水运(下半月), 2021, 21(07): 92-93.
- [3] 陈超博. 生态堤防建设在清水县牛头河生态防洪工程中的应用[J]. 科技创新与应用, 2021(04): 179-181.
- [4] 曾曦, 朱丹丹, 范鸿杰. 山区型河流生态堤防设计——以西昌麻柳河为例[J]. 智能城市, 2020, 6(22): 7-9.
- [5] 黄峰. 安康汉滨区月河五里镇朝阳产业城生态堤防工程设计浅析[J]. 陕西水利, 2020(07): 205-206+209.