

生态混凝土护坡在水源保护区生态修复工程中的应用

蒋 彬¹ 吕锡武¹ 吴今明² 申一尘²

(1. 东南大学环境工程系, 江苏南京 210096; 2. 上海市水务局, 上海 200040)

摘要 生态混凝土护坡工程技术是一种新型的绿色生态型护坡技术, 实现了水土保持、生态修复、水质净化等功能的完美统一。生态混凝土护坡具有良好的透水性、透气性及生态功能, 可使水源保护区的生态环境得到修复, 保障原水水质。

关键词 生态混凝土护坡 水土保持 生态修复 水质净化

Application of Eco-concrete Dyke Protection to Bio-remediation Engineering in Water Source Conservation

Jiang Bin¹ Lu Xiwu¹ Wu Jinmin² Shen Yichen²

(1. Environmental Engineering Department of Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. Shanghai Water Authority, Shanghai 200040, China)

Abstract The technology of eco-concrete dyke protection is a new type of green and ecological way, and the functions of water and earth preservation, bioremediation and water quality purification come to one point perfectly. Eco-concrete dyke protection has good peculiarities of hydraulic permeability, air penetrability and ecological function. Ecological environment in water source conservation can be bio-remedied by it, and raw water quality can also be guaranteed.

Keywords eco-concrete dyke protection water and earth preservation bioremediation water quality purification

近 20 年来,我国大部分地表水源水质不断恶化。这一方面是由于水环境不断受到污染,另一方面是人为因素破坏了水源区原来健全的生态环境,使水体自净能力不断削弱乃至消失。基于后者,有关学者提出了生态水源保护区的概念,要求将新的生态水源保护区理念融入到水源保护工作中,逐步实现面向生态的水源保护和水资源调控^[1]。但长期以来,为有效防止水土流失,保障堤防安全,普通混凝土及浆砌块石护坡被普遍采用。这种护坡采用无孔介质,对坡面采用封闭形式,阻断了水体和近岸陆地土壤之间的联系,不具有植被生长所必需的生态环境,水生植物、水生动物失去了生长、栖息生存的空间,造成生物种群减少、生物多样化指数降低,使水体自净功能下降甚至完全丧失,水质恶化,严重影响饮用水的安全保障。同时,这种护坡不能生长植

物,颜色灰暗,在感观上缺乏生机,使水源保护区丧失了自然景观功能,不能充分体现出“亲水”的设计理念。

因此,为使水源保护区堤岸护坡既可保持水土、加固堤岸,又可净化水质及维持生物多样性,同时健全从源头到用户的饮用水安全保障体系,实现生态水源保护区的目标,研究和开发新型的堤岸生态护坡工程技术显得迫在眉睫。

1 用于生态护坡的生态混凝土——多孔混凝土

1.1 国内外研究现状

直到 20 世纪 90 年代美国、日本、欧洲等国家才开发使用生态混凝土这种新型材料,尤其是日本在这方面做了深入细致的研究。日本从上世纪 90 年代开始研究能改善水质富营养化状况的混凝土材料,提出了“亲水”的概念。大成建设技术研究所进行了连续四年的探索性研究,1993 年提出了环境理念材料(environment conscious materials)的概念,1995 年日本コンクリート工学协会提出了环境友好

基金项目:国家“863”计划重大科技专项:太湖流域安全饮用水保障技术(2002AA601130)资助

混凝土/生态混凝土(environmentally friendly concrete/eco-concrete)的概念^[2]。它是由低碱度水泥、粗骨料、保水材料等按照特殊工艺制成的混凝土,具有连续的孔隙和一定的抗压强度,能与生态环境相适应,可使水质得到净化。国内外目前应用较多的生态混凝土是多孔混凝土(porous concrete)。我国在这方面的研究起步较晚,在20世纪90年代中后期才开始研究,与国外水平还存在较大的差距。清华大学、吉林省水利科学研究所、吉林省水土保持科学研究所、同济大学等单位近几年做了较多的研究工作,取得了一定的研究成果^[2,3,4,5],但目前国内在使用生态混凝土护坡对水源保护区进行生态修复方面还未见相关报道。

1.2 多孔混凝土水质净化机理

多孔混凝土具有水质净化作用,其机理如下:

(1)物理作用。多孔混凝土孔隙率为15%~30%,一般在25%左右,连续孔隙的孔径为集料平均粒径的25%~27%,平均孔隙直径为4~5mm。缓释性材料的不断溶出也增加了内部的微孔结构。多孔混凝土有较小的孔径和较大的比表面积,因此它具有良好的过滤和吸附功能,使水质得到净化。陈志山等在用生态混凝土处理生活污水中采用了侧滤技术,研究表明:SS的去除主要与生态混凝土的孔结构以及净水块的数量有关^[5]。

(2)化学作用。多孔混凝土中溶出的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是一种无机混凝剂,可以使水中的胶体物质脱稳后絮凝后沉淀下来^[4]。往多孔混凝土中增加 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 可以阻碍 Ca^{2+} 的溶出^[5]。缓慢溶出的 Mg^{2+} 可以与水中的 NH_4^+ 发生离子交换,也可与水中的 PO_4^{3-} 生成磷酸氢镁沉淀。因此, Mg^{2+} 可以去除水体中部分N、P营养物质。溶出的 Al^{3+} 形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 后是一种典型的无机混凝剂,可以去除水中的部分胶体物质。

(3)生化作用。多孔混凝土的多孔结构提供了适于微生物生长的生存环境。在其表面和内部有大量的细菌栖息繁衍,包括硝化菌、甲烷菌、脱氮菌等好氧性和厌氧性细菌^[4]。多孔混凝土上形成的生物膜中生物种群较多,可以充分发挥生物膜的作用,降解水中的污染物质。张日红、金丸和光等的研究认为,采用孔隙率为20%~30%的多孔混凝土净化河水,BOD去除率为30%~50%,COD去除率为50%~60%,T-N去除率为30%~40%,T-P去除

率为70%。

2 用于水源保护区生态修复的生态混凝土护坡

为修复水源保护区退化了的生态环境,恢复生物多样性,更宜采用生态混凝土护坡技术。生态混凝土具有一定的强度和良好的透气性、透水性,既能保护堤岸防止受到侵蚀,又可以使植物舒适地生长,从而建成自然生态型的护坡护岸,形成一道绿色的自然景观,使生态得到修复。同时,由于生态混凝土具有水质净化功能,使用生态混凝土护坡可使原水得到净水,保障源头水质,充分体现现代饮用水安全保障的理念。

2.1 护坡分类

护坡可根据水源保护区水位高度进行划分,可以分为高水位、低水位和堤岸护坡。也可以根据护坡功能进行划分,可分为重视植物型护坡和重视强度型护坡,其特点如表1所示^[6]。如果保护区属于水库等水力影响较小的区域,则可以适当提高连续孔隙率,增强生态调节功能。当水力影响较大时,需要提高强度,连续孔隙率应适当降低。

表1 生态混凝土护坡分类表

护坡类型	适用范围	
	强度	孔隙率
重视植物型护坡	10N/cm ² 以上	21%~30%
重视强度型	18N/cm ² 以上	18%~21%

2.2 护坡基本构件及构型

生态混凝土护坡的施工建设可分为现场浇注或预制组装两种,其基本构件有多孔混凝土(现浇)、多孔混凝土预制球等形式。多孔混凝土预制球直径可以根据实际情况确定,可以是中空或贯通型的,后者在球中预留X、Y、Z三维方向的通道,如图1所示。经过球模成型后用 $\Phi 12 \sim 20\text{mm}$ 的钢筋进行连接,混凝土球层与层之间也需要用特殊的连接件进行连接。

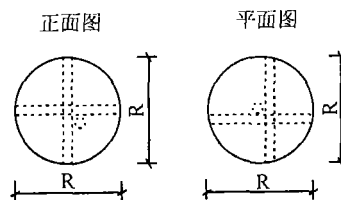


图1 多孔混凝土预制球示意图

生态护坡有机结合多孔混凝土(现浇)、普通混凝土预制砌块和多孔混凝土球三种构件,可根据不

同的水力、气象、植物生长条件采用各种不同方案的结构形式,图 2 所示为其中一种复式结构断面示意图。生态护坡采用多孔混凝土球和多孔混凝土(现

浇)相结合的方式。在低水位采用多孔混凝土,种植芦苇等大型水生植物;在高水位采用多孔混凝土,配合种植小型草本植物。

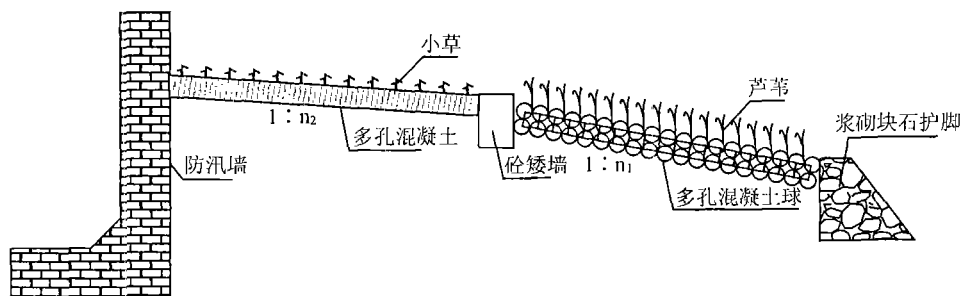


图 2 生态护坡复式结构断面示意图

在铺设多孔混凝土或多孔混凝土球之前首先修整好坡形,然后进行多孔混凝土的现场浇筑或多孔混凝土球的铺设。在种植植物之前,应使多孔混凝土(球)表面中性化,然后在多孔混凝土(球)中填入保水性好的土质,对植物生长必须的养分可加入多孔混凝土表面的覆土中,其覆土厚度一般为 5~10cm。生态护坡浇筑和铺设完成后需精心养护,并采取防止暴雨冲刷等措施,养护一段时间后即可喷撒植物种子,也可以直接撒种植生。

由于多孔混凝土球具有更适合大型水生植物生长的空间,其水质净化效应更为显著。混凝土球中贯以钢筋锚固增加强度,耐久性得到提高,更能经受住河道、湖泊、水库等水体的水力冲刷。由于采用预制的形式,安装方便快捷,在生态护坡工程中将有更为广阔的应用前景。

3 结 语

生态混凝土护坡是适宜水源区生态修复的一种新型的绿色护坡技术,融合材料、生物和环境等多门学科,集水土保持、生态修复、水质净化于一体。生态混凝土护坡既可以保障水源保护区的堤防安全;

从根本上克服了普通混凝土护坡无法生长植被的缺点,修复退化了的生态环境,恢复生物多样性;又可以充分发挥其水质净化效应,改善原水水质,健全从源头到用户的饮用水安全保障体系,实现生态水源保护区的目标。

参考文献

- 1 袁志彬. 浅析水源保护区的生态修复问题[J]. 水利发展研究, 2004, 7: 16~19
- 2 陈志山. 用于水污染治理的生态混凝土技术[J]. 建筑材料学报, 2001, 4(1): 60~64
- 3 王文野, 王德成. 城市河道生态护坡技术的探讨[J]. 吉林水利, 2002, 241(11): 24~26
- 4 陈志山. 生态混凝土的净水机理和存在问题[J]. 给水排水, 2001, 27(3): 40~41
- 5 陈志山, 刘选举. 生态混凝土净水技术处理生活污水[J]. 给水排水, 2003, 29(2): 10~13
- 6 [日]财团法人编(先端建设技术・ソテ)ボラスコンクリート河川护岸工法の手引き. 东京: 山海堂, 2001 出版

收稿日期: 2004-10-10

第一作者简介: 蒋 彬, 男, 1972 年出生, 东南大学工程学院环境工程系博士研究生, 电话 025-83689906 13851854746 E-mail: jib340@163.com

上海市推广使用钢塑复合水管

上海市政府日前提出, 在 2010 年世博会举办前, 要让 50 % 的上海市民打开水龙头就能喝到直饮水。为达到这一目标, 上海市建筑学会给排水专业委员会 5 月 21 日召开会议决定向全市建筑和供水行业推荐新一代绿色管道——钢塑复合水管。

由于传统铸铁管容易生锈, 出厂水经过管网输送到用户自来水龙头时, 自来水的合格率便增加 20 % 左右, 陈旧管网已经成为城市供水中的一个主要污染源。而目前在上海市一些地区投入使用的 PE 管也存在着强度不够、容易老化的质量问题。

摘自《水工业市场》2005 年第 3 期