

小型水利工程规划设计中的生态水利设计思路

王路路

(长治市屯留区水利发展中心, 山西 长治 046100)

摘要 在水利工程设计过程中, 生态水利工程的建设和环境保护具有重要意义。本文通过对生态护坡、小型湿地、河道生态治理的设计, 首先, 具体提出坡面水平阶设计和鱼鳞坑设计两种不同坡面相对比值条件下的坡面设计方案; 其次, 在湿地设计基础上具体设计前置沉淀生态塘、水平潜流湿地、水生作物塘三种湿地类型; 最后, 在河道生态治理中提出两种不同方案的坡顶岸基强化工程。本文旨在将生态水利设计思路渗透于相应的水利工程中, 以求带来一定的生态效益。

关键词 小型水利工程; 生态工程; 河道处理

中图分类号: TV5

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)08-0103-03

当前, 生态护坡、湿地及河道等逐渐成为小型水利工程中的重点治理对象, 运用生态水利设计思路及生态化技术手段, 对此类小型水利工程进行设计, 可以产生更加生态化的工程效益, 为城市及乡村营造水美岸绿、生态宜居的环境。

1 生态护坡设计

1.1 坡面工程设计

根据实地勘测工程数据及河道坡面现状, 主要采取两种措施, 其中针对坡面相对比值小于 1:0.5 的陡峭坡面, 进行水平阶面设计, 实现等级区分降坡。另外, 相对比值大于 1:0.5 的较缓坡面, 主要采用鱼鳞坑设计。

1.1.1 坡面水平阶设计

在水平阶设计中, 根据实地种植区域的大小, 采取紫穗槐种植同混凝土固定措施相结合的方式。台面种植区域保持 1.6×1.0 m 的固定区域, 相应的土壤距离为 0.6 m, 并根据现场施工实际情况实时调整。地面同坡度比值为 1:0.6, 并保持相对坡度 3~5 个数值^[1]。在施工过程中, 主要借助小型掘进机, 若出现施工对象底部沙化现象, 水平阶对应坡面采取根径不小于 0.3 cm 的紫穗槐裸根种植, 保持水土。坡面形成后, 需对坡面受雨水影响的程度进行负荷计算, 注意洪水的重现期为 10 年。

$$\text{洪水量: } W_p = 1000H_p \cdot F$$

式中, W_p 表示为洪水总量, 单位 m^3 ; H_p 则表示某频率中不同时间段 (24 h、12 h) 内, 随降雨量的差异变化所产生的径流深, 单位 mm; F 标识流域面积, 单位 km^2 。

故根据实际径流雨水情况, 坡面的水平阶应当进

行蓄水保持措施, 即通过设置高度 25 cm, 顶宽 30 cm 以及底宽 60 cm 的保墒水平阶, 并将内外挡水土坡比值设置于 1:0.5, 增强防洪水冲刷的效果。

1.1.2 鱼鳞坑设计

针对相对比值较缓的坡面, 采用鱼鳞坑设计施工, 即采用小型掘进机的方式, 挖掘出相对长径 0.8 m、短径及坑深各 0.6 m、0.5 m 的平面呈半圆形的坑洞, 并在周围进行取土, 在其下沿周围作弧形土埂, 保持其中部高, 两端低的形态。根据实际设计行距及间距, 将各个鱼鳞坑的间距确定为 3 m, 采用金叶榆等植物比例混合种植, 保持常绿植物 60%, 灌木植物 40% 的比值, 兼顾四季种植要求。

1.1.3 提水灌溉工程

提水灌溉是保证河道处理坡面工程水资源的关键, 设计同施工要求相对应的提水灌溉泵站以及提水井, 主要采用一定长度的镀锌钢管 DN100 以及尼龙软带 DN50, 根据实际施工过程中各站点的地形特征, 设置一定数量的灌溉系统, 进行工程附近水源的快速提取。其中顶部地理 PE 塑料箱 2 个, 并按照长宽厚度各为 4 m、2 m、10 mm 的参数进行采购, 保持相对容积 10 m^3 , 采水管同时需兼顾灌溉管, 即在进进行采水作业时, 按照坡面每 10 m 的间隙设置 DN50 尼龙软带的三通出水口, 并安装闸门, 保证在上水的同时, 可根据实际选择其中的 2~3 个出水口, 同时多余水量可暂存于 PE 塑料水箱内。此外, DN100 镀锌钢管条件应为 3.75 mm 壁厚且可承受管道内压力 2 MPa。

提水泵站作为此工程中重要的中转枢纽, 其中转环节的设置是保证其满足施工要求的关键。其中, 水泵井的新建首先应当满足水泵的提水要求, 场地内部

不宜进行大面积的开挖,采用沉井施工法,采用DN1500 mm的钢筋混凝土管进行沉管,并保持沉井深度为4 m,将砂砾石垫层作为泵井的保护层,并保持其0.3 cm的厚度,采用0.2 cm厚度的C20混凝土进行现场浇筑。同时,采水过程中涉及的水源运输,借助于Φ125PE的塑料引水管,压力为0.6 MPa,总长度2000 m。提水泵井台面是保证目标施工井的主要措施,承受着泵井的自重以及运行负荷,因此,采用C25混凝土进行现场浇筑,设计其直径高度分别为2.4 m以及0.44 m,并保持其台面同工作高度一致。安装坑结构应保持3.78 m长度、3.28 m宽度以及1.3 m深度,突出地面0.2 m,墙体采用M7.5水泥混凝土砂浆进行砖砌,厚度24 cm。

1.1.4 浆砌挡土墙工程

部分施工环境下,受到自然地形的影响,易出现主要地段易受天气等因素的影响导致泥石流等常见危害,因此,借助浆砌挡土墙工程,可进行预防。根据施工地的地形条件、天气因素等,常见的施工参数主要包括M7.5的水泥混凝土砂浆砌砖,保持基础深度80 cm地面上部分高度为2.08 m顶部宽度0.5 m,底部宽度2.05 m,并保持内外坡度比为1:0.2,采用厚度80 cm的C25混凝土进行现场浇筑压顶。水泥砂浆的施工要求保持石料表面的洁净度,洒水充分,并借助坐浆法进行分层浇筑,保持厚度为3~5 cm水泥砂浆标号为M7.5,采用42.5强度等级普通硅酸盐水泥,砂浆喷施过程中随之进行砌石作业,砌体较长时,进行分段砌筑^[2]。

1.2 生态防护设计

植物配置为河道处理工程中重要的组成部分,需严格按照施工要求进行植株品种选取等工作。针对土层种植厚度等进行土壤化验分析,为种植物选择提供数据依据。乔木种植主要由土球直径所决定,需根据其实际生长过程中的胸径要求,设置相应的最低土层厚度,可充分发挥生态防护的优势。并按其直径的三分之二进行修剪,保证土球能够遮住大部分的乔木根系,当土球直径大于1.8 m时,需借助打箱板进行移栽。乔木蓬径30~40 cm时,土球保证直径20 cm;蓬径50~70 cm时,土球直径保持30~50 cm并以此类推,其中种植穴的直径,由土球的直径参数以及乔木的根系发达程度所决定,并保持其直径始终大于土球直径40 cm左右,坑深20~40 cm。此外,乔木种植前,为减少运输过程中的水分损失,需对苗木进行修剪,保留2/3叶片的同时,保证剪口平整。其中,中大型灌木的最低土层厚度在90 cm上下,且一般情况下,坑穴的形状主要为圆形,坑穴的大小需要根据当地种

植环境中的土球大小来确定,坑穴的直径普遍要比土球大20 cm,坑穴的深度要比土球高15 cm。

2 小型湿地设计

2.1 湿地工程设计

在湿地工程设计过程中,主要考虑到人工湿地面积过大导致的淤积,选用河渠下游的河道滩地面积较大的地区,进行人工湿地工程设计,为确保湿地工程水流不产生堵塞,沉淀池应保持同水流方向相反,并朝着上游方向延伸50 m。沉淀池可有效降低悬浮颗粒的含量,为确保降低洪水影响,采用15×2的小型湿地类型并按照3×4的排列方式进行设计,保持湿地深度在1m左右。湿地周围主要借助土工布进行防渗处理,在湿地前后部设置管道规格为Φ300参数的混凝土管道,同时,过滤网的直径应当保持10 mm左右。小型湿地类型主要包括垂直潜流型以及水平潜流型,其具体的坡降值均为1%,并将砂石作为基地,保持厚度200 mm。另外,表面流型湿地的坡降值为0.5%,将厚砂石作为基地,并结合后期植被土壤进行混合分别保持100 mm与300 mm厚度。

2.2 常见湿地类型设计

人工湿地是改善生态环境的有力措施,借助其同生态环境自身调节作用相似的措施,具有近自然功能。

2.2.1 前置沉淀生态塘

此类生态系统主要形式为0.2 km²的水资源面积,划分为12个主要单元,保持雨水等主要渠道水资源停留时间在2 d左右,借助于相应的管道疏通,起到沉淀化合物、水解作用,其进出水口主要设置于生态塘底部0.6~1 m左右位置。借助相应的管道可实现塘内淤泥与进水的充分混合,保持生态塘整体的厌氧环境。其中,有效水深度为2.5 m,在保持此深度的前提下,可保证生态塘内沉淀物质的悬浮含量,起到降低河道中水含砂量的作用^[3]。同时,在保证整体厌氧环境的条件下,可减轻后续的COD_{Cr}以及NH₃-N等污染物的处理难度,减少施工过程中厌氧菌的投放数量,并借助塘内投放浮游植物,提升生态塘的有机物自净能力。

此外,除生态塘湿地外,好氧塘也可实现一定程度上生态环境的改善。通过设置水资源面积0.37 km²,同样划分12个不同单元,保持同生态塘差异化的1.5 d水资源停留时间。在好氧塘氧含量较为充足的情况下,在其周围设置浮动湿地,围网布置浮游植物以及水生植物,确保两种植物的面积占到水资源面积的20%左右^[4]。同时,塘内设置曝气装置,利用此设备的间歇性氧气供应改善水循环环境,保持塘内的氧气供应,

为好氧微生物提供呼吸作用环境,利用其好氧反应,将塘内 COD_{Cr} 等主要有有机物去除。

2.2.2 水平潜流湿地

水平潜流湿地是湿地水质净化环节的核心部分,是保证湿地环境净化作用的关键。相较于上述提到的两类氧气类型的生态塘,其设计水资源面积为 0.83 km^2 ,并保持有效水深为 1.2 m ,池容量保持 30 万 m^3 ,水资源停留时间为 1.2 d ,水力负荷保持 $0.3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。同时考虑到湿地环境中的季节变化影响,在结合当地冻土厚度的情况下,设计湿地深度为 1.5 m ,基底深度为 1.2 m ,并保持填料深度 0.6 m ,充分适应冻土深度在 0.45 m 左右的冬季湿地环境。

2.2.3 水生作物塘

水生作物塘可通过水平潜流湿地演变而来。水生作物塘主要包括两部分:第一部分主要包含藻类植物,并借助其生态特性实现水质提升以及净化作用。其设计水资源面积为 0.25 km^2 ,有效水深 1.5 m ,并保持水资源停留时间 1.5 d ,相较于水平潜流湿地,水资源表面负荷为 $1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。第二部分主要包括挺水植物,在实现基础的净化作用前提下,还可实现生物多样性的发展。设计水资源面积为 0.65 km^2 ,有效水深度 0.4 m ,水资源停留时间为 1 d ,水表面负荷为 $0.38 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。同时,水生塘内设置一定的生态鸟类生存空间,并保持其占比为 10% ,可提升此环境状态下的生物多样性。

3 河道生态治理设计

3.1 河底处理

在生态环境处理中,河道工程作为改善人居环境的重要方面,是提升城市生态环境的关键内容。依据湖泊生态环境,主要对进入湖泊的河道淤泥进行处理,并建设一定数量的水源涵养树木。假设工程主体项目为河道清淤,并设置水面面积为 18 km^2 。因此,施工应当在结合河道环境的前提下,进行上游方向的清淤工作,减少施工过程中的水泥混合。并保持清淤长度与深度在 7.2 m 以及 0.4 m 。种植香樟树作为水资源涵养林,相邻树木胸径为 10 cm ,主要集中于两岸的背水坡脚处,成排种植,并保证 0.5 km 内树木生长状况的多样性。

3.2 河道护岸设计

城市河道围堰工程对提升夏季的防洪防汛能力具有重要作用。因此,采用河道护岸技术,可有效实现该目标。

一般情况下,针对河道围堰结构的设计,主要根据河流实际流量布置不同数量的拦河围堰。采用填土

围堰,设置高程为 3.3 m 左右,顶宽为 3 m ,对迎水面进行加强处理,采用袋装土覆盖保护,河道两侧边坡比保持 $1:2.5$ 。同时,施工时可就近挖取靠岸土,进行人工围堰。此外,沿河道每 300 m 布置 1 座分段围堰^[5],同样采用填土围堰,保持顶高为 2.5 m ,顶宽为 2 m ,两侧边坡比例保持 $1:2$ 。

根据施工要求,可选择不同类型的坡顶岸基强化工程。一方案为标高 3.2 m 的方形桩体导梁型,桩基为 $300 \times 300 \text{ mm}$ 、长 8 m 的钢筋混凝土预制方桩,施工时应当保持两桩体之间 0.72 m 的桩距。桩体后部设置长 2 m 的塑钢板,其导梁为 $400 \times 500 \text{ mm}$ 的 C30 钢筋混凝土,桩体上部设置一道仿木护栏,整体标高保持 3.2 m ,上部采用植被绿化,坡底采用浆砌黄石作基底。二方案为桩基+高箱式砌块的结构形式,护岸总长度保持在 2600 m ,将高箱式砌块放置于标高 2.5 m 处,底板顶高 1 m ,宽 2000 mm 。下部采用 $250 \times 250 \text{ mm}$,长 6 m 的钢筋混凝土预制方桩体,后部设置一道反滤处理的土工布以及 300 mm 厚度的碎石垫层,在 2.5 m 以上部位采用植被进行护坡。整体呈现 L 形挡坡,顶部宽度设置 3 m 以及防汛道路,两侧进行绿化处理。

4 结束语

生态工程设计思路对小型水利工程的设计具有良性启发,对建设小型生态系统具有积极影响。借助生态缓坡、小型湿地以及护岸河道处理工程可有效提升小型水利工程的防洪防汛水平,对提升当地生态环境保护能力、实现其可持续发展具有较大意义。由上文论述可以得知:一是在河道坡面治理中,根据 $1:0.5$ 的地面坡度比,可确定不同情况下的治理措施;二是湿地生态塘的划分同样取决于相应的水资源面积;三是结合方形桩体导梁呈 L 形安装的方式,可实现坡顶岸基的有效强化。

参考文献:

- [1] 雷鸣,肖曾.小型水利工程规划设计中生态水利设计思路渗透思考[J].低碳世界,2023,13(06):67-69.
- [2] 张红兵.对小型水利工程的质量控制难点及对策研究[J].产品可靠性报告,2023(05):25-27.
- [3] 李婷婷.小型水利工程管理及节水灌溉技术初探[J].黑龙江粮食,2022(02):22-23.
- [4] 李刚.对小型水库除险加固工程施工管理的思考[J].大坝与安全,2023(03):18-20.
- [5] 宋立挺.水利工程施工中防渗技术加固技术研究[J].山西水利,2022(12):45-46.