

基于雨洪管理理念的废弃砂石坑改造

李丹雄,武亚南,胡 雪

(北京林丰源生态环境规划设计院有限公司,北京 100083)

[关键词] 雨洪管理;废弃砂石坑;坑塘;鹫峰国家森林公园

[摘要] 对国内外关于雨洪管理的理念及资源化实践经验进行了梳理,在此基础上分析了北京市鹫峰国家森林公园内废弃砂石坑的水资源现状及植被景观特点,并计算了废弃砂石坑现状汇水量及容积。基于雨洪管理的先进理念提出废弃砂石坑改造设计,具体措施有清淤、防渗处理、生态护岸、植物配置,将昔日公园废弃砂石坑改造成坑塘,使其在发挥蓄水功能的同时能够净化水质,而且还具有观赏价值。

[中图分类号] S26 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2017)07-0037-04

近年来,随着城市化进程的加快,人们对于周边环境的要求越来越高,尤其是像北京这种超大型城市在发生“7·21”暴雨之后,对雨洪管理和利用的程度越发重视。随后,一大批绿地重建、河道修复、湿地恢复等生态环境工程不断被纳入北京市的城市建设当中,为北京市的生态安全筑起了一道道屏障。

将废弃砂石坑改造成坑塘是湿地恢复的一种形

式。坑塘是指人工开挖或天然形成的储水洼地,包括养殖、种植塘及湖泊、河渠形成的支汊水体^[1]。相对于其他雨洪调蓄工程,坑塘具有较大的存蓄空间,能够显著降低流域进入临近地表水体的氮源负荷。坑塘的类型有废弃窖坑、废弃鱼塘、废弃荷塘等^[2]。废弃砂石坑通过改造设计,能够成为既具有蓄水功能又具有景观价值的坑塘。

划、统筹安排、合理布局、逐步推进。

4.2 设立专项建设资金,加快园区建设

水利部在推进水土保持科技示范园建设工作中并没有专项经费,要求地方自筹解决。为了有效推进水土保持科技示范园建设工作,河南省水利厅要根据总体规划,积极筹措专项经费,并对资金使用、管理提出要求 and 办法,以持续推动全省水土保持科技示范园建设。同时,要充分推广已经取得的宝贵经验,制定优惠政策,鼓励和吸引民间资本投入园区建设。

4.3 建立健全管理办法,促进园区持续健康发展

一是要制定和完善水土保持科技示范园建设管理办法。水土保持科技示范园建设既有水土保持措施建设,又有大量的非水土保持措施建设,措施集中,标准较高,功能多样,不同于一般的水土保持治理项目。因此,要制定专门的建设管理办法,确保建设成效。二是要建立健全水土保持科技示范园申报评定办法。根据水利部评定办法,结合河南省实际,提出具可操作性的办法,确保评定工作客观、公正、科学。三是要建立健全水土保持科技示范园运行管理办法。园区建成后需

要良好的管理机制以保证其持续发挥效益,因此要针对园区特点提出不同的管理模式和管理办法。

4.4 充分发挥园区作用,增强水土保持社会影响力

从水土保持科技示范园建设开始就要注重宣传推广工作,建成后要充分利用各种媒体和相关部门进行大力宣传推广,吸引大家来园参观、考察、旅游,以达到宣传水土保持生态文明建设的目的。根据水土保持科技示范园的功能,寻求与有关科研院所、高等院校等开展业务合作,充分发挥基础设施作用。通过多形式、多渠道、多层次宣传推广,让科技示范园成为水土保持联系社会的纽带和桥梁。

[参考文献]

[1] 乔殿新.水土保持科技示范园发展探析[J].中国水土保持,2016(1):34-37.

[作者简介] 杜慧娟(1981—),女,河南淅川县人,工程师,硕士,从事水土保持监督监测及管理工作。

[收稿日期] 2016-12-20

(责任编辑 李杨杨)

1 国内外雨洪管理与资源化利用的理论与实践

1.1 雨洪管理与资源化利用理论

1.1.1 最佳管理措施

最佳管理措施 (Best Management Practices, 简称 BMPs) 由美国于 1972 年提出, 其主要宗旨是减少地表径流总量, 延长地表滞留时间, 并对非点源污染进行有效控制, 从而形成一个基于生存环境保护和生态可持续发展的雨洪管理体系^[3]。BMPs 的主要内容包括工程措施和非工程措施, 其中工程措施主要为雨水湿地、植被浅沟、生物滞留池等。但是 BMPs 在空间相对狭小、建筑密集的区域, 难以建设大规模的调蓄设施^[4]。

1.1.2 低影响开发体系

低影响开发体系 (Low Impact Development, 简称 LID) 是美国马里兰州环境保护署于 1990 年提出的一种在 BMPs 基础上发展起来的更为合理全面的新型雨洪管理措施体系, 强调通过对场地的低强度开发, 以减少不透水铺装面积, 还原土壤渗透能力, 以植物栽植降低地表径流速度并过滤掉径流携带的污染物, 以模拟自然水文过程方式, 从源头上降低开发所导致的水文变化及雨水径流对周边生态环境的影响。LID 不需要大面积的土地就可以实现雨水的回渗, 同时还能营造出丰富而良好的景观效果, 特别适合在城市公园、广场、居民区和校园的建设中进行推广应用, 具有成本低、适用性强、维护简单等优点^[5-6]。

1.1.3 可持续排水系统

1999 年英国政府建立了可持续排水系统 (Sustainable Urban Drainage Systems, 简称 SUDS) 来解决洪涝灾害和水环境污染。该体系具体内容包括鼓励雨水就地渗透, 有效补给地下水; 控制地表径流, 预防雨洪灾害; 生物措施过滤雨水, 减少非点源污染; 将雨洪管理设施的应用融于景观设计, 呈现宜人的景观效果; 为动物提供安全适宜的生存环境。SUDS 体系雨洪管理主要特点是通过源头控制、中端控制、末端控制 3 种方法来实现, 它更加注重通过雨洪管理来呈现生态价值。和美国的 BMPs、LID 体系相似, SUDS 体系也是通过工程措施和非工程措施的配合来完成整个雨洪管理链条^[5-6]。

1.2 国内外雨洪管理实践

近 20 年来, 美国、德国、日本等发达国家在应对城市雨洪管理的理念上发生了根本改变, 从传统的以“排”为主转向了发展复合型绿色生态雨洪管理网络的思路, 从城市规划建设、建筑设计到城市、公园、校园、居住区等空间的景观设计与营造, 形成了完整的城市雨洪利用技术体系, 制定了比较完善的城市雨洪利

用法律法规和政策保障措施^[5-6]。例如波特兰会议中心西南面的“雨水花园”, 德国汉诺威市康斯伯格城区的道路与场地景观等^[5-6]。

我国对雨洪资源化利用研究开展得比较晚。“海绵城市”是我国最新的雨洪管理理念, 与美国的 LID 和英国的 SUDS 相一致, 是国际化城市雨水管理理念在国内的创新和发展。2014 年 10 月, 住建部发布了《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》, 2015 年 1 月国家开始启动建设嘉兴、厦门等 16 个海绵城市试点工程^[4]。海绵城市的建设目的是使城市能够像海绵一样, 在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”, 下雨时吸水、蓄水、渗水、净水, 需要时将蓄存的水“释放”并加以利用^[7]。除了“海绵城市”的建设理念外, 坑塘也是雨洪管理与利用的一种形式, 在我国实践运用较为广泛。坑塘是我国平原区农村重要的水利基础设施^[1], 例如朝阳区黑庄户乡万子营村的废弃藕塘、鱼塘等按照湿地设计的方法增强了非点源污染物处理效果, 使坑塘水质得到明显改善^[2]。

2 案例背景及现状分析

2.1 案例背景

北京鹫峰国家森林公园位于北京城西大西山风景区中部, 是距离京城最近的国家森林公园, 园内最高峰海拔 1 153 m, 鹫峰主峰海拔 465 m, 森林覆盖率达 96.4%。公园前身为北京林业大学教学实验林场, 从 1992 年开始进行教学实习、科普教育等活动, 集登山健身、休闲度假、会议培训和科普拓展为一体, 2016 年公园被水利部认定为国家水土保持科技示范园。为了充分发挥公园的科技支撑、典型示范、水土保持相关知识宣传教育等功能, 在分析、调查园区现有设施的基础上进行总体规划, 补充水土保持元素, 增强园区水土保持科普功能。

园区树木园旁现有一不规则废弃砂石坑(图 1), 深 1~2 m, 占地 920 m², 园区内雨水大部分汇流至此,



图 1 废弃砂石坑现状

再通过下游涵洞排出园区。规划设计人员通过详细勘查废弃砂石坑及上下游情况,进行相关水文计算并结合园区实际情况,将此废弃砂石坑改造成坑塘,使其成为一集雨水收集和游憩相结合的场地。

2.2 现状分析

(1)水资源现状。废弃砂石坑位于鹭峰山脚,汇集上游坡面来水。现状因上游排水口未做沉沙措施,砂石坑内已淤满泥土和石块(图2)。现状底部高程72.33 m,出水涵洞高程72.38 m,出水口高于废弃砂石坑底部,坑内淤积相当严重,不利于雨水排出。现状砂石坑不存水,目前不具有雨水调蓄利用功能。



图2 上游排水口

(2)植被景观现状。废弃砂石坑周围散生几株榆树,以及禾本科、菊科等草本植物,且长势不良,观赏性极差,生态功能低。

(3)休闲设施现状。废弃砂石坑四周无任何休闲设施,不具备休闲娱乐的功能,达不到国家级森林公园的标准。

3 水文计算

3.1 坑塘汇水量计算

根据土地利用类型及当地的平均年降雨量计算坑塘汇水量。考虑到多场降雨中,降雨量小的不会形成地面径流,特别是非雨季的降雨,因此要引入一个季节折减系数。采用以下公式计算

$$W = \alpha \cdot \beta \cdot H \cdot A \quad (1)$$

式中: α 为季节折减系数,取0.85; β 为集流面径流系数; H 为多年平均降雨量,mm; A 为汇水面积, m^2 , W 为坑塘汇水量, m^3 。

项目区内多年平均降雨量669 mm,由于集流面为土石质山地,径流系数取0.2。实测集雨面积12 000 m^2 。根据式(1),求得汇水量 $W = 0.85 \times 0.2 \times 0.669 \times 12\,000 = 1\,365\, m^3$ 。

3.2 坑塘容积计算

根据下面公式计算坑塘蓄水容积

$$V = \frac{1}{3}h(S_{\text{上}} + S_{\text{下}} + \sqrt{S_{\text{上}}S_{\text{下}}}) \quad (2)$$

式中: V 为坑塘蓄水容积, m^3 ; h 为坑塘深度,m; $S_{\text{上}}$ 为坑塘上口面积, m^2 ; $S_{\text{下}}$ 为坑塘底面积, m^2 。

根据当地提供的资料及坑塘断面设计图可知:坑塘深度 $h = 2\, m$,有效蓄水面积 $S_{\text{上}} = 650\, m^2$, $S_{\text{下}} = 650\, m^2$,则该坑塘蓄水容积 $V = 1\,300\, m^3$ 。考虑到塘坝处截流所引入的雨水,选取坑塘复蓄次数为3次,则坑塘全年可集蓄水量 $V = 3 \times 1\,300 = 3\,900\, m^3$ 。

4 废弃砂石坑改造设计

4.1 清淤、防渗处理

针对园区现实情况,对现有废弃砂石坑进行清淤,废弃砂石坑底部做防渗设计。根据实地踏测计算,砂石坑防渗面积约为920 m^2 。防渗材料选用复合土工膜,其与基底承载力层、保护层和覆盖材料基面一起组成复合土工膜防渗体(图3)。施工时先夯实基础底层,并将基底整平,然后铺复合土工膜,铺设时预留一定的变形褶皱,土工膜上再铺5 cm厚细沙作为保护层,最后覆黏土50 cm作为覆盖基面,便于水生植物扎根生长。

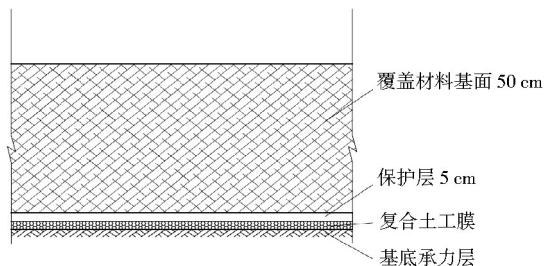


图3 复合土工膜防渗体结构

在防渗工程中,土工膜是关键材料。其厚度的控制范围在0.3~0.6 mm,幅宽为4~6 m。厚度小于0.3 mm的土工膜在焊接过程中不易控制,容易破坏。从经济合理的角度出发选用0.5 mm厚的为宜。在本方案设计中,选用规格为一布一膜即0.5 mm的复合土工膜。基底是防渗的基础,将杂物清理干净后,采用振动碾压实,一般碾压2~3遍后具备铺设条件。土工膜的铺设以人工为主,在铺设过程中预留搭接余量,接头采用胶粘,接缝宽50 mm。

4.2 生态护岸

为了减少施工成本,利用现有砂石坑淤泥,并增加周边景观特色,使其与周边自然和谐一致。砂石坑周边采用土工石笼袋防护(图4),土工石笼袋尺寸500 cm×700 cm×500 cm,沿沟底错层码放5层,土工石笼袋内装坑塘清淤土。

4.3 植物选择

植物选择要符合“以乡土植物为主,选择生长力强、净化能力强的物种”等原则。坑塘内适宜栽植水生

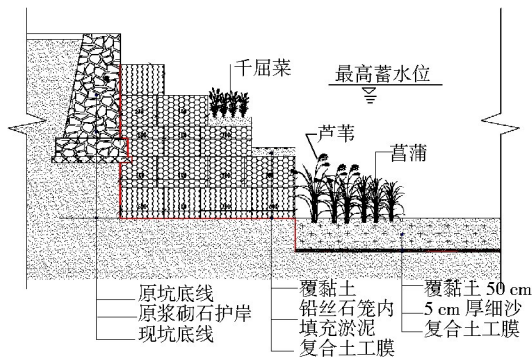


图4 土工石笼护岸

植物。水生植物是营造城市雨水景观的功能性植物,其能够利用自身光合作用、呼吸作用及根系分泌物给雨水收集净化系统生境内的生态系统提供能量和载体,丰富水生生态系统多样性以达到雨水净化目的^[8]。

案例中,坑塘浅水区栽植菖蒲(*Acorus calamus* L.)、千屈菜(*Lythrum salicaria* L.)、芦苇(*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)等北京市常见野生水生植物,配合生态护岸形式,增加景观效果。菖蒲主要以观叶为主,叶片柔软,呈黄褐色至浅绿色;千屈菜以观花为主,花色呈紫色至紫红色;芦苇可观赏花絮及枝叶,枝干直立柔软。这3种植物成片状交替、高低错落

有致地分布。此外,这些植物均具有较强的去污能力。其中,当雨水停留时间为6 d时,菖蒲的COD去除率和TP去除率均在80%以上^[9],TN去除率达到70%以上^[10];千屈菜的COD去除率在40%以上,TP去除率在70%以上,TN去除率在30%以上^[11];芦苇的TP去除率在70%以上,COD去除率和TN去除率均在50%以上^[10]。详见表1。

4.4 旅游休闲

为了给游人提供更多的亲水空间,在坑塘周边沿岸设置仿木桩汀步,汀步宽1 m,用素土夯实,铺50 mm厚沙土作为基层,上铺60 mm厚圆形仿木桩。圆形汀步间距61~280 mm,不规则布置,仿木桩半径250 mm或410 mm,汀步间栽植委陵菜进行绿化点缀。

5 结语

通过清淤、防渗、生态护岸、植物配置等改造设计,将昔日公园废弃砂石坑改造成坑塘,使其在发挥蓄水功能的同时能够净化水质,而且还具有观赏价值,能够为旅游者及城市居民提供更大的旅游休闲空间,是今后同类废弃砂石坑改造设计的工程典范,也为雨洪管理提供成功经验。

表1 坑塘浅水区植物种选择

植物名称	科属	生物学特性	栽植面积(m ²)	去污效果
菖蒲	天南星科菖蒲属	生于海拔1 500 m以下的水边、沼泽湿地或湖泊浮岛上,喜冷凉湿润气候,耐寒,忌干旱	120	COD ≥ 80% TP ≥ 80% TN ≥ 70%
千屈菜	千屈菜科千屈菜属	喜温暖及光照充足、通风好的环境,喜水湿,多生长在沼泽地、水旁湿地和河边、沟边	95	COD ≥ 40% TP ≥ 70% TN ≥ 30%
芦苇	禾本科芦苇属	适应性广、抗逆性强,常生长于池沼、河岸、河溪边等多水区域,常形成苇塘	105	COD ≥ 50% TP ≥ 70% TN ≥ 50%

[参考文献]

- [1] 刘乙玄,关欣.坑塘在土地生态系统中的功能研究[J].安徽农业科学,2011(29):18110-18111,18207.
 - [2] 张春梅,冒建华,李瑞君,等.朝阳区农村坑塘的水资源综合利用[J].北京水务,2009(增刊1):34-35.
 - [3] 王诗鑫.城市公园中雨洪管理系统设计研究[D].北京:北京建筑大学,2015:10-20.
 - [4] 王媛媛,景洪兰.国外雨洪管理技术实践对北方海绵城市建设启示——以沈阳雨水利用综合规划为例[J].中国市政工程,2016(4):41-43.
 - [5] 李玉明,王钰.基于雨洪管理理念的城市公园雨洪资源化利用规划[J].安徽农业科学,2014(21):7092-7094,7105.
 - [6] 刘佳.城市公园雨洪管理可持续设计研究——以北京奥林匹克公园为例[D].西安:陕西科技大学,2013:20-23.
 - [7] 李兵.基于“海绵城市”理念的雨水渗蓄试验研究[J].中国市政工程,2015(6):73-75.
 - [8] 李凤仪,汤林子,李雄.城市雨水景观基础设施的功能性植物配置要点——以海淀区西洼雨水公园为例[J].建筑与文化,2014(7):158-159.
 - [9] 苏小红,汤晓玉,顾新娇,等.基于去污效果和气候适应性的湿地植物筛选研究[J].环境污染与防治,2013,35(8):54-58.
 - [10] 李文英.几种常见湿地植物及其去污效果[J].湿地科学与管理,2007,3(2):63-64.
 - [11] 黄洁慧,梅凯.人工浮岛植物的筛选及其去污效果的试验研究[J].污染防治技术,2015(6):34-39.
- [作者简介] 李丹雄(1989—),女,广西钦州市人,助理工程师,硕士,主要从事小流域治理、水土保持方案编制等工作。
- [收稿日期] 2017-03-15
- (责任编辑 孙占锋)