

雨洪利用工程在农村建设中的应用

陈 倩,康 璇,王秀茹,王 希

(北京林业大学,北京 100083)

摘要:随着经济的快速发展,水资源短缺矛盾日益突出,通过对国内外雨洪利用情况进行介绍,着重阐述了坑塘雨洪利用工程及沟道雨洪利用工程,并以房山雨洪利用工程为例,详细介绍了2种工程的设计方法、内容和工艺。

关键词:雨洪利用;坑塘;沟道

中图分类号:TU991.14

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)08-0132-04

干旱缺水与洪涝灾害和水环境恶化一起成为了新世纪我国面临的三大水问题,并较大幅度地制约了经济增长和社会的可持续发展。北京是资源型缺水 and 水质型缺水严重的城市。多年平均降水量为 585 mm,年内降雨时空分布不均,年降水 85%集中在汛期 6~9 月^[1]。目前,北京市雨水利用尚处于起步阶段,发展潜力巨大。随着大量原农村地区土地利用类型的转化,大量的住宅和产业园区建设改变了原有农村地区的下垫面类型,增大了区内水环境和排水压力,同时也使得原有农村地区具有重要生态功能的沟渠、坑塘失去生态和排水功能^[2]。

雨洪利用作为开源和节流并举的一项措施,是缓解或解决我国水问题的一项重要措施,它具有节水、防洪和改善生态环境三方面效益。通过雨洪利用工程,充分利用现有天然雨洪资源,减轻雨洪灾害,缓解农业灌溉用水供需矛盾,改善农村水环境,提高农业产量,增加农民收入,不仅有利于农村水资源的可持续利用,而且对促进社会主义新农村建设具有更重要的意义。

1 雨洪利用现状

1.1 国外发展情况

德国雨洪利用方式主要有 3 种:屋面雨洪集蓄系统、雨洪截污与渗透系统和生态小区雨洪利用系统。日本的雨洪利用在亚洲先行一步,1992 年颁布的“第二代城市下水总体规划”,正式将雨洪渗沟、渗透及透水地面作为城市总体规划的组

成部分。美国雨洪利用是以提高天然入渗能力为主,所有新开发区(不包括独户住家)必须实行强制的“就地滞洪蓄水”^[3]。

1.2 国内雨洪利用情况

我国城市雨洪利用的思想具有悠久的历史,但真正意义上的城市利用研究却开始于 20 世纪 80 年代,发展于 90 年代^[3]。现在北京、上海、西安等许多城市相继开展雨洪收集利用研究,尤其北京雨洪利用技术发展较快,20 世纪 90 年代初北京市开始雨水利用研究,北京积极支持开展此类项目研究,完成了多个示范区的建设,探索出多种雨水利用模式,在城区雨水利用的关键技术上取得了重大突破,为北京市进一步推广雨水利用提供了技术支撑^[4]。

2 雨洪利用工程

雨洪利用的主要形式为渗入地下、拦蓄利用、调控排放。实际应用中常将这 3 种方法有机地结合起来。现重点介绍坑塘雨洪利用和河道、沟道雨洪利用 2 种雨洪利用工程的设计方法及内容。

2.1 坑塘雨洪利用模式

坑塘相当于蓄水池等蓄水设备,具有较大的存储空间,由于地势原因,周边径流自然汇入坑塘,因此可充分利坑塘来汇集雨水,减少水资源的浪费,其优势是容量大、成本低,同时坑塘可使水中的悬浮物得到充分的沉淀,一定程度上净化了坑塘水,为了进一步加强净化效果并增加景观效应,可在坑塘种植水生植物,使之与周围景观相一致,同时具备了雨洪利用和景观的功能。

坑塘雨洪利用主要将地面雨水以及屋顶、庭院雨水通过集雨沟、集水管道汇入到一级混凝土集雨管中,通过其导入坑塘,同时须对坑塘底部与侧壁进行防渗处理,种植水生植物,营造与周围相

收稿日期:2011-01-13

基金项目:水务建设专项资金资助项目

第一作者简介:陈倩(1986-),女,河北省邢台市人,在读硕士,从事雨水集蓄、土地复垦和土地整理研究。E-mail: dongqing3511@163.com。

协调的景观效应。其存储水可用来灌溉及回补地下水。坑塘雨洪利用模式见图 1。

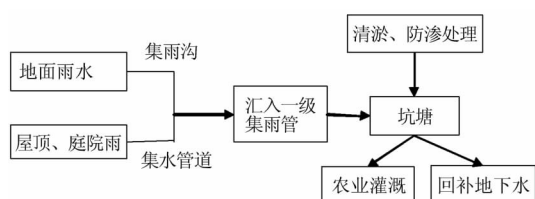


图 1 坑塘雨洪利用模式

2.2 河道雨洪利用模式

一些地区的河道、沟渠多年未能利用已经处于废弃状态,有些甚至被附近居民作为倾倒污水和垃圾的场所。可以将这些河道进行清理、整治,修建各种蓄水工程,恢复其行洪、蓄水的能力。当雨水流经沟时,在沉淀、过滤、渗透、吸收及生物降解等共同作用下,径流中的污染物被去除,达到雨水径流的收集利用和径流污染控制的目的。在完成输送排放功能的同时满足雨水的收集及净化处理的要求。但其比传统的雨水管道对坡度和地形的要求要高^[5]。

沟道雨洪利用先对河道进行清淤、整治,然后修建蓄水工程,采用塘坝、铁丝石笼坝和组装式连拱闸等工程对河道里的洪水进行拦蓄,然后进行配置提灌设备,进行农业灌溉,也可以建设滨水带,作为娱乐休闲的场所。沟道雨洪利用模式见图 2。

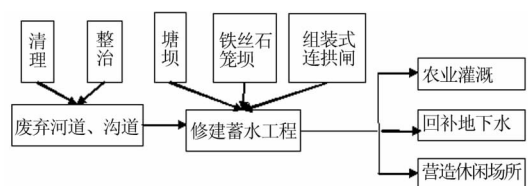


图 2 沟道河道雨洪利用模式

3 房山雨洪利用工程设计

房山区位于北京西南,地处华北平原与太行山脉交接地带,地理坐标: $N39^{\circ}30' \sim 39^{\circ}55'$, $E115^{\circ}25' \sim 116^{\circ}15'$,是北京市远郊区之一。房山区总面积 $2\,019\text{ km}^2$,其西北部为山区,面积 $1\,291.2\text{ km}^2$,占全区面积的 65.1% ;东南部为平原,面积 691.8 km^2 ,占全区总面积的 34.9% 。全区地形西北高,东南低。

研究区内有遗留的取土坑或废弃坑塘共 10 个,占地面积大,有的被当地用作坑塘蓄水,渗漏严重,集水效果差。有的被当作倾倒污水和垃圾的场所,严重污染环境,影响村容村貌。同时,村

庄内无任何集雨设施,雨水资源浪费严重,因此急需规划利用现有坑塘,对其进行清理和整理,发挥其集雨效果,用于农业灌溉或回补地下水,优化水资源配置。

研究区所在村镇的主要河流大石河、小清河已出现常年断流,水资源利用危机重重,一些地区的河道、沟渠多年未能利用已经处于废弃状态。同时,有些河道被附近居民作为倾倒污水和垃圾的场所,大部分生产、生活污水未加处理直接排入河道,造成河水污染严重。因此急需将这些河道、沟渠进行清理和整治,恢复其行洪、蓄水的能力,在汛期引入部分降雨产生的径流,利用这些河道、废旧沟渠作为滞洪、蓄水的场所,抬高水位。这样既能达到防洪的目的,又可进行农业灌溉,地下水回补,增加景观效果。

4 工程建设内容

4.1 坑塘雨洪利用工程

坑塘雨洪利用工程以收集大气降雨产生的地表径流为主,规划利用三级集雨管将村庄屋顶的雨水和庭院内的雨水汇集到村庄的二级集雨沟内,地面雨水直接进入二级集雨沟,再通过二级集雨沟汇集到一级混凝土集雨管中。雨水由一级混凝土集雨管汇流到村庄附近的蓄水坑塘。收集到的雨水用于农业灌溉或回补地下水。

为充分利用村边原有坑塘,规划将坑塘进行一定的防渗处理,将收集的雨水引入坑塘内存蓄起来,作为汛期降雨时滞蓄洪水的场所,集蓄的雨水用来灌溉道路两旁的绿地及村庄附近的农田,剩余量可回补地下水。

坑塘侧壁的整治采用土工格栅种草防护,在灌溉的同时,增加地下水回渗量,有效回补地下水,缓解区域水资源紧缺的局面,同时在坑塘四周营造 2 行杨树林,既防止垃圾进入坑塘,又增加了一定的景观效应,改善村民生活环境。坑塘利用效果图见图 3。

4.1.1 坑塘整修 坑塘整治包括垃圾清运、土方开挖、素土夯实、砂砾石垫层、土工膜铺设、砂浆抹面、土工格栅植草等。垃圾清理后可集中运移到当地废弃的取土坑内或低洼处,整修坑塘的多余挖土方可对其进行表土覆盖,确保垃圾的最终填埋,以免对环境造成污染。

4.1.2 集雨设施 (1)一级混凝土集雨管:采用混凝土标准管,内径为 0.50 m ,外径为 0.61 m ,埋设在公路下面,起点连接集雨沟或集雨管,末端

连接坑塘;(2)二级集雨沟:矩形断面,砖砌结构,内立面和底面为 0.01 m 厚 M7.5 砂浆抹面。主要用于路面和山区集雨,也可以用于屋面和庭院

集雨;(3)三级集雨管:屋面和庭院集雨管线主要采用内径 0.25 m,外径 0.30 m 的预制混凝土管。

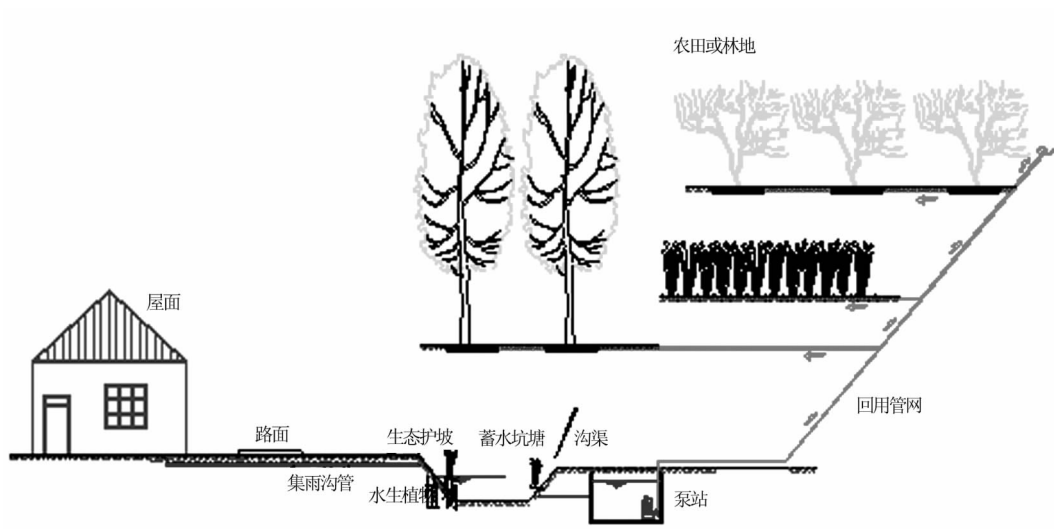


图3 坑塘利用效果图

4.1.3 灌溉设施 对于有灌溉需求的坑塘,坑塘中集蓄的雨水将布设相应的提灌设备、灌溉管道和管件。灌溉管道分为3级:主干管、分干管和支管,均为PVC管。一方面,建设首部提灌设备,铺设灌溉管道,在汛期引入部分降雨产生的径流,对周围地区进行农业灌溉;另一方面,利用坑塘作为滞洪、蓄水的场所,抬高水位,回补地下水,既能够达到防洪蓄水的目的,又能够补充地下水,增加一定的回补地下水效应。

4.1.4 防渗措施 底部工程主要是指将坑塘内原有垃圾清理后,对底部进行修整。主要是清淤至素土层并夯实,清淤厚度为 0.4~0.6 m,最后覆盖 10 cm 厚的原状土。坑塘坡面主要进行嵌草砖防护,主要是在素土压实的基础上,填埋 30 cm 厚的压实细粒土,铺设嵌草砖,再进行坡面植草。

4.1.5 排水管线 对于有沟道经过的坑塘须在沟道出口处建泄水闸;对于附近有公路等良好排水系统的坑塘,须在坑塘最低侧修建泄水孔,并铺设管道或修建排水沟连入排水系统,对于不便泄水的坑塘应在集雨工程中修建分水管道或水位调节闸。

4.2 沟道雨洪利用工程

4.2.1 铁丝石笼坝 以佛子庄乡陈家台铁丝石笼坝工程为例,其适用于小型蓄水工程,具有拦沙坝功能。工程采用铅丝石笼堆砌,中间做砦心墙防渗,坝体上游至砦心墙 6 m 以内河底采用 PVC

片材防渗。初步拟定断面为普通梯形和矩形的组合体,坝高 2.5 m,坝顶宽 1.5 m,坝底宽度为 13.5 m,基础埋深 0.4 m,上游河道比下游河道高 0.6 m,上游迎水面坡比为 1:2,下游背水面设计为台阶式,设计蓄水深度为 1.5 m,蓄水量 8.6 万 m^3 。

铅丝笼系用铅丝编制结成网格的笼状物体,然后在笼内装填块石,网格的大小以不漏填充的石块为限。设计铅丝笼采用 $\Phi 8$ 钢筋做框架,用 $\#12$ 铅丝编制成网格,并在框架结点处,上下左右用铅丝连接起来,以增加石笼的整体性,主体部分铅丝笼尺寸为 $0.5 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$ 。

铅丝石笼坝体容重为 $2.2 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$,水的容重取 $1 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$,坝前淤积物容重取 $2.2 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$,河底砾质沙土容许承载力 $2 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。坝轴体两侧及上下游 10 m 以内河岸采用浆砌石护坡,护坡高度应高于设计蓄水位 0.65 m。其余在蓄水范围内没有护坡措施的河岸采用直排式铅丝石笼护坡,铅丝石笼规格为 $0.5 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$ 。填方绿化带形成的边坡须修建浆砌石挡土墙护坡。

4.2.2 组装式连拱闸 组装式连拱闸是一种用于河道拦截蓄水的应用工程,其用钢板制成若干矩形的拱闸板,在拱闸板之间设置有用角铁对接成的 T 型立柱,拱闸板的两端顶压在 T 型立柱上,在拱闸板的两侧边和底边用扁钢和螺栓固定有平板止水橡胶皮,在 T 型立柱的内侧设置有加

固立柱的斜拉杆。在 T 型立柱的下端部焊接有固定钢管,该 T 型立柱由两角铁用螺栓对接构成,在两角铁之间设置有防渗漏胶垫。在斜拉杆的中部设置有可调节斜拉杆的正反扣活拉环。在拱闸板的内弧形面上横向连接有若干条加强角钢。

(1) 闸基处理。经勘测闸址所在地为砂砾石地基,清基至河床底部饱和细砂砾石层,采用人工夯实法、砂桩挤密法、震动加固法等进行找平加密处理。

(2) 闸板。组装式连拱闸材料选用 $d=2$ mm 厚镀锌钢板制成。闸板单孔弧线长度 $L=2.0$ m,高度 $P=1.0$ m,闸板弧线圆心角 $\theta=69^{\circ}48'$,闸板圆弧半径 $R=1.65$ m,圆弧拱高 $h=0.297$ m,内弦长 $b=1.878$ m。在单孔闸板上加设 4 条“肋”以满足刚度要求。每条肋的两端各钻直径 30 mm 圆孔,用于拆除时拉紧闸板。

(3) 立柱。立柱构件主要由立柱主体、拉杆、地脚预埋件组成。立柱起到支撑闸板的作用,由于闸板的拱向作用将上游水压直接传给两侧立柱,立柱的强度构成整个闸体的关键环节,因此立柱材料的选择必须满足强度要求。拉杆承受顺水方向水压力,增加立柱的承载力,防止侧向受力破坏。考虑拉杆受力分析及闸底板大小,确定拉杆与闸底板间角度为 45° 。

(4) 闸板止水。闸板两侧和底部采用平板橡皮止水,侧止水使用规格为 $36\text{ mm}\times 6\text{ mm}$ 的平板橡皮;底止水采用规格为 $65\text{ mm}\times 6\text{ mm}$ 的平板橡皮;扁钢均为 $30\text{ mm}\times 3\text{ mm}$,螺栓为 $\varphi 6\text{ mm}\times 20\text{ mm}$ 。

(5) 上游防渗。上游防渗铺盖采用混凝土或土工防渗膜。防渗铺盖加长了闸基防渗的渗径,

使闸上水头在较长的渗流途径中逐步消减,并降低其渗透坡降,减少渗流量和防止闸基发生管涌破坏。

(6) 下游消能。下游消能形式采用底流式消能。底流消能设计,主要是计算确定消力池的深度、长度以及海漫长度等。下游消能计算表明,跃后水深大于下游水深,可以利用消力池消能。

(7) 护坡设计。连拱闸两侧及上下游 10 m 以内河岸采用浆砌石护坡,护坡高度应高于设计蓄水位 0.65 m。其余在蓄水范围内没有护坡措施的河岸采用直排式铅丝石笼护坡,铅丝石笼规格为 $0.5\text{ m}\times 1.0\text{ m}\times 3.0\text{ m}$ 。填方绿化带形成的边坡须修建浆砌石挡土墙护坡。

5 结论

坑塘雨洪利用工程和河道沟道雨洪利用工程对推进研究区新农村建设,深化农村改革,增加农民收入都具有积极作用。项目通过雨洪利用工程建设,降低河流防洪压力,集约利用水资源,大大减轻了水环境污染,有效缓解水资源紧缺的局面,同时改善了当地村民的生活环境,提高了村民生活质量,有利地促进了当地经济和社会发展。

参考文献:

- [1] 马东春,汪元元.北京城市雨水利用政策研究[J].生态经济,2009(8):181-190.
- [2] 张春梅,冒建华,李瑞君,等.朝阳区农村坑塘的水资源充分利用[J].北京水务,2009(1):34-35.
- [3] 殷社芳.北京城市雨洪利用若干问题探讨[J].北京水务,2009(1):77-79.
- [4] 北京市科学技术委员会.北京城区雨洪利用控制与利用技术研究及示范技术报告[R].北京:北京市科学技术委员会,2005.
- [5] 张炜,车伍,李俊奇,等.植被浅沟在城市雨水利用系统中的应用[J].给水排水,2006(8):33-37.

Application of Stormwater Utilization Project in the Rural Construction

CHEN Qian, KANG Xuan, WANG Xiu-ru, WANG Xi
(Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract: With the rapid development of economy, the contradiction has manifested itself in the shortage of water resources. The situation of stormwater utilization both at home and abroad was introduced, and stormwater utilization project of pond and channel was expounded emphatically. Taking the project of stormwater utilization of Fangshan as an example, the design method, design content and processing of two construction technologies were introduced detailedly.

Key words: stormwater utilization; pond; channel