

基于生态设计理论的黄土丘陵区淤地坝景观再造与更新

白晓霞, 武慧平, 刘翠英

(榆林学院 生命科学学院, 陕西 榆林 719000)

摘要: [目的] 针对黄土高原干旱地区生态环境脆弱、景观层次单一的区域现状, 探索基于生态设计理论的黄土丘陵区淤地坝景观再造与更新的理念与方法, 为黄土丘陵沟壑区小流域环境治理提供借鉴。[方法] 以陕西省绥德县辛店沟水土保持示范园北侧淤地坝景观改造设计为例, 在现状调研的基础上, 进行人工湿地工程改造设计方法研究。[结果] 丘陵区淤地坝景观的再造与更新应以生态设计理论为基本指导, 对丘陵区淤地坝改造实施自由表面流人工湿地综合工程措施。[结论] 丘陵区沟壑地环境治理应综合考虑水土保持、景观生态、旅游观光等多重功能, 通过实施低影响开发措施, 充分发挥区域环境的最佳生态效益, 并兼顾经济效益与社会效益。

关键词: 生态设计理论; 黄土丘陵区; 淤地坝; 景观改造设计

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2019)04-0134-04

中图分类号: S157.1

文献参数: 白晓霞, 武慧平, 刘翠英. 基于生态设计理论的黄土丘陵区淤地坝景观再造与更新[J]. 水土保持通报, 2019, 39(4): 134-137. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2019.04.021; Bai Xiaoxia, Wu Huiping, Liu Cuiying. Landscape reengineering and renovating of check dam based on eco-design theory in loess hilly region[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2019, 39(4): 134-137.

Landscape Reengineering and Renovating of Check Dam Based on Eco-design Theory in Loess Hilly Region

Bai Xiaoxia, Wu Huiping, Liu Cuiying

(School of Life Sciences, Yulin University, Yulin, Shaanxi 719000, China)

Abstract: [Objective] With respect to the regional phenomenon of ecological environment vulnerability and single stratification of landscapes in loess hilly region, the ideas and ways of landscape reengineering and renovating of check dam based on the eco-design theory were studied in order to provide new thoughts and references for environmental governance. [Methods] The landscape renovation design was located in north of soil and water conservation demonstration garden in the Xindian watershed of Suide County, Shaanxi Province, based on the investigation and analysis of the current status, the researches which focused on the renovative ways of the construction wetland project design were conducted. [Results] The ideas about landscape reengineering and renovating of check dam in the arid area were put forward, simultaneously, integrated implemented measures of free water surface constructed wetlands project for the arid area should be considered and guided by the ecological design theory. [Conclusion] Environmental governance in the arid area gullies should comprehensively consider soil and water conservation function, ecological landscape construction and tourism function, and ensured to produce the best ecological performance, economy performance and social performance by implementing the measures of low impact development.

Keywords: eco-design theory; the loess hilly region; check dam; landscape renovation design

淤地坝是我国黄土高原丘陵区重要治沟工程措施之一, 是人民群众在长期同水土流失斗争实践中创造的一种行之有效的环境治理工程手段。淤地坝既能拦截泥沙、保持水土, 又能淤地造田、增产粮食。淤地坝

至今已有几百年的发展历史, 为我国黄土高原地区的生产、生活、生态建设带来了极大的便利, 创造了历史性的辉煌成就^[1]。如今, 95% 以上的淤地坝都已经发挥了其淤沙拦沙的本质功能, 部分淤地坝通过造田种

收稿日期: 2019-01-17

修回日期: 2019-03-26

资助项目: 陕西省教育厅科学研究计划专项“乡土地被植物在毛乌素沙地樟子松人工林更新复壮中的应用研究”(18JK0901); 榆林市科技局科技计划项目“榆林市乡土观赏植物调查及其园林绿化应用研究”(2018-cxy-2)

第一作者: 白晓霞(1984—), 女(汉族), 陕西省榆林市人, 硕士, 讲师, 研究方向为园林植物景观设计及园林植物应用。E-mail: baixiaoliu@126.com.

粮也已实现了农民增收^[2]。但其中不乏少量支毛沟淤地坝由于地形地势、交通等因素的制约,淤沙、截水功能欠佳。长期处于闲置状态的淤地坝,坝地杂草丛生,水流带来的塑料袋、枯枝落叶等杂物严重影响区域的景观格局和生态美观。本研究以辛店沟水土保持示范园区北侧淤地坝为例,基于美丽乡村建设、改善生态景观格局和增加景观多样性的基本原则,提出通过建设人工湿地景观来改善淤地坝现状和景观面貌的双赢措施。

1 研究区概况

辛店沟水土保持示范园区位于陕西省绥德县境内,属于陕北黄土高原丘陵沟壑区第Ⅰ副区。该区梁峁起伏,沟壑纵横且地表侵蚀严重,为保持水土,实现防洪、淤沙、拦沙等环境治理目标,当地建设了大量的淤地坝,在县区内各小流域形成了相对完善的淤地坝体系^[2]。辛店沟位于绥德县城东无定河中游左岸。1953年,建立了绥德辛店沟试验场。试验场占地面积1.44 km²,至今共建成淤地坝24座。园区主要由林地、梯田、淤地坝组成,生态环境优良,自然风光秀美,梯田、台地、坝地地形交错起伏,形态多样,林地、果园、农田、草地等风景独特,形成集示范治理、科学研究、生态观光于一体的多功能科技示范园区。园区内淤地坝经多年的拓展建设,本着“地尽其用”的原则,形成了多样化的坝地生产体系。但部分淤地坝因两侧山体较高,坡度较陡,沟道狭窄,不适合进行坝地生产建设。以辛店沟水土保持示范园区北侧淤地坝为例,坡底距离西侧监测小区的高程为53 m,坡度约40°,淤地坝长约140 m,最宽处为31 m,窄处仅11 m,地形狭长,沟道内土壤肥力高,水资源充足,但由于缺乏监测小区经由坝底的连接道路,造成交通不便,坝地缺乏管理,沟道内荒草丛生,林木苍翠凌乱。坝地内优生植物种主要有杨树、紫穗槐、沙棘、柠条、侧柏、白草、草木犀及禾本科杂草等,坝地及两侧坡体绿化植被覆盖度高,植物长势较好。同时,由于洪水冲击,给沟道内带来了枯枝、垃圾等杂物,影响了整个试验园区的生态环境美感。

生态设计理论基于人类对地球生命及生命活动的整体认知,使设计与自然相结合,在尽量减少对环境破坏影响的前提下,对场地资源进行理性、科学的分析利用。生态设计“4R”^[3]理论强调保护与节约自然资本,其中包括“Reuse”和“Renewable”,意为再用(再造)与更新,即通过设计手段对废弃的场地、资源赋予新的功能,达到节约资源、减少能耗的目的。

2 淤地坝景观再造与更新的必要性

(1) 开发景观特质,维持景观多样性。黄土丘陵区环境的典型特征就是水资源匮乏,物种稀少,生态

脆弱。通过生态景观设计,利用工程措施或生物措施可以增加景观尺度上的空间异质性,提高生态系统的抗干扰能力和恢复能力,提升整个生态系统的稳定性^[4]。随着农业用地的不断扩张,黄土丘陵区土地利用强度和集约化程度日益增强,与之相伴的是农业景观中生物多样性的丧失和生态系统服务功能的持续性下降和波动,迫切需要通过挖掘景观特质,增加景观尺度上的空间异质性,实现区域景观的多样性^[4]。

(2) 提高区域生态效益。辛店沟水土保持示范园区近年来致力于打造集“水保示范、监测试验、成果展示、科普教育、休闲观光”等功能一体化的“水土保持示范园”。要实现这一目标,生态环境建设必须先行。应结合园区内的地形地貌、气候水文及农业生产建设状况,主要从以下3个方面来实施。①调节局部气候环境。通过工程措施改善园区内的环境气候条件,有助于实现其科普宣传与旅游观光功能。具体可采用人工湿地、绿化设计等景观工程措施,发挥植物的生态特性,降低区域内SO₂, CO₂, 氮氧化物等有害物质,增加氧气,净化空气,同时通过调节气温、湿度和蒸发量等来改善局部小气候,消除光污染和吸收噪声。②改善水体,包括调节水量和净化水体。由于周边铁路建设破坏了原有水源供应,致使园区内河段蓄水量大大下降,严重影响农、林、牧业的发展。从生态环境可持续发展的层面审视园区景观再造,须调节园区河段水流量,增加水量来源,补给地下水。同时,黄土高原丘陵区特有的丘陵沟壑地貌造成了泥沙混合型不良水体,单纯地依赖淤地坝结构,难以满足水体净化的要求,人工湿地作为优化开发策略的工程措施之一,其核心功能就是调蓄水量,净化水体,特别是针对乡村地区,具有极高的可实施性^[5]。③打造田园生态旅游。近年来,园区引进了大量的花卉、果树新品种,旅游开发资源充足,特色明显^[6]。通过合理的规划设计来整合优势资源,开发生态观光项目,挖掘区域旅游发展价值,真正实现辛店沟水土保持示范园“多功能复合、国家一流园区”的建设目标。

(3) 提高综合利用价值。黄土丘陵区一直是贫穷落后的代名词,“治沟”与“治穷”息息相关且同等重要。应开展集约化资源利用,兼顾各方利益诉求,综合考虑景观生态、水土保持、经济发展等相关因素的协调发展。从生态设计角度进行丘陵区淤地坝的景观再造与更新,就是利用景观生态的良好效益来提升区域内的环境品质,使环境保护与开发利用有机结合,经济发展与环境建设充分融合,生产建设、生态治理与生活服务科学搭配,在充分利用景观环境资源的基础上,发挥农业生产、旅游观光、科普教育等多种功能,保证区域农民增收,最终实现区域内生态、经济与社会效益的同步提升。

(4) 促进景观生态设计与水土保持工程技术手段有机结合。水土保持和景观生态设计以调整景观单元空间结构和各项水土保持措施为基本手段,包括原有景观格局的调整,新型景观组分的引进等,以改善受胁迫或受损失生态系统的基本功能^[7]。建立与水土保持措施相配套的地表径流“蓄—引—排”技术体系^[8]。通过人工湿地工程措施,加强流域水系工程建设,对径流进行调控与管理,既可满足暴雨条件下的排水要求,也可兼顾提升旱区土壤蓄水量的客观实际,提高景观系统的总体生产力和稳定性,将人类活动对于景观演化的影响导入良性循环。

3 人工湿地工程建设的可行性

(1) 工程操作技术成熟,投资风险低。研究表明,尽管黄土丘陵区独特的地理条件和气候特征导致区域水量蒸发较大,地表水量消减迅速以及部分地下水体下渗严重等问题,但已有大量的实践案例与研究机构对丘陵区水量蒸发及下渗的问题提出了应对措施,包括物理的、生物的、化学的手段和工程措施,且效果显著^[9-10]。因此,黄土丘陵区建设人工湿地虽然难度较大,但意义深远。

(2) 建造与运行成本低。人工湿地是利用基质、植物、微生物的物理、化学、生物三重协同作用使污水得到净化的一种水质净化处理措施。人工湿地工程的主要优势是建造和运行成本低,技术要求较低,污水处理高效安全,同时可提供水产、畜产、建材、绿化、野生动物栖息、科普休闲、科普教育等多种效益。适合于水量不大,水质变化较小,管理水平不高的农村、

小城镇区域污水处理。同时,选址上应选择具有一定自然坡度的洼地或经济价值不高的荒地^[5]。

(3) 综合效益显著。建设人工湿地不仅能改善环境景观,调节局部气候,解决传统淤地坝利用率低,景观水平差,生态脆弱等问题,还可以利用人工湿地的蓄水功能为周边生产和灌溉提供水源。应综合考虑园区发展状况和建设目标,以及黄土高原丘陵区环境生态效益、综合利用价值等多方因素,提出基于人工湿地工程措施的丘陵区淤地坝景观再造与更新策略。

4 辛店沟水土保持示范园区淤地坝人工湿地设计方案

4.1 工程概况

设计地块位于辛店沟水土保持示范园北端,由东西两座山体夹接而成,呈狭长型,该淤地坝为“两大件”方案,仅有坝体和放水建筑物(竖井),缺乏溢洪道。坝顶距离地面 9 m,坝体稳固,竖井完好,蓄排水措施功效显著,经受住了 2017 年“7·26”特大暴雨的考验。

4.2 人工湿地类型选择

本研究开展于 2018 年。人工湿地类型的选择基于 3 方面的考虑:①工程所需取水来源为污染较低的自然河水;②沟道地形狭长,长宽比约为 8:1,坡度较小,仅为 0.15%~0.32%;③在低影响开发建设总体思路主导下,确定该措施的类型为自由表面流人工湿地(free water surface constructed wetlands),简称表流人工湿地,它是指水在人工湿地介质层表面流动,依靠表层介质、植物根茎的拦截及其上的生物膜降解作用,促进水体净化^[11]。具体参数设计详见表 1。

表 1 自由表面流人工湿地设计参数

| 设计水深/m | 水力负荷/($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$) | 水力停留时间/d | 水力坡度 | 长宽比 |
|--------------------|---|----------|--------|-----|
| 0.6(浅水区)/1.50(深水区) | <0.1 | 4 | 2%(校核) | 8:1 |

4.3 构造设计

4.3.1 表流湿地的布水及出水 考虑到湿地进水区较窄且湿地呈狭长形,设计中采用单点进水。湿地出水采取“溢洪道+竖井”的排水方式。

4.3.2 表流人工湿地构造设计 自由表面流人工湿地包括进水区、处理区和出水区。处理区分为深水区 and 浅水区,深水区水深 150 cm,浅水区水深 60 cm。

①深水区构造设计。深水区域具有较大的滞留能力,适当设置深水区可为表流湿地提供厌氧及兼氧反应区,深水区内宜种植沉水植物,也可通过设置人工水草等措施,改善微生物生长环境,增大生化反应面积。深水区设置在实地进水口处。水深 150 cm,填料块石粒径宜为 40~80 mm。②浅水区构造设计。表面覆盖层

种植土厚度为 200 mm。填料层为细砾石,厚度为 200 mm,砾径 5~8 mm。底部防渗层为黏土,厚度为 600 mm,进行分层压实。湿地床体水力坡度取 2%(图 1)。

4.3.3 人工湿地驳岸设计 ①自然缓坡型驳岸。对于坡度缓或腹地大的河段,可以考虑保持自然状态,配合植物种植,达到稳定河岸的目的。设计中主要通过栽植旱柳、白腊、柽柳等耐水湿乔灌木,以及芦苇、慈菇、梭鱼草等水生植物,利用其生长舒展的发达根系来稳固堤岸,加之其枝叶柔韧,顺应水流,可增加抗洪、护堤的能力(图 2)。②砌块型自然驳岸。对于较陡的坡岸,采用天然石材护底,可以利用原始块石垂直砌筑(图 3);也可以将块石沿坡砌筑(图 4),其上筑有一定坡度的土堤,斜坡种植植被,使乔灌草相结合,固堤护岸。

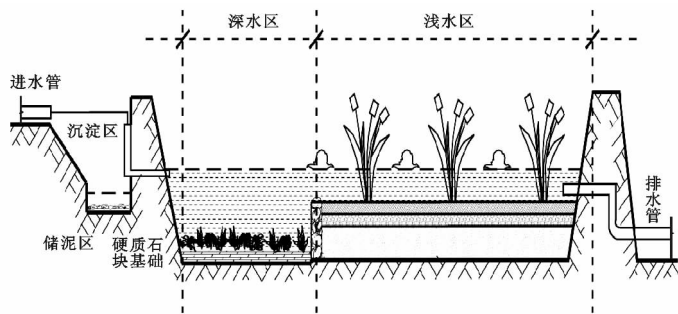


图 1 处理区人工湿地构造设计

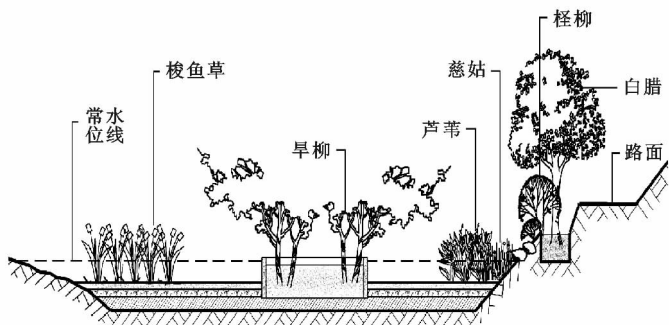


图 2 自然缓坡型人工湿地驳岸设计

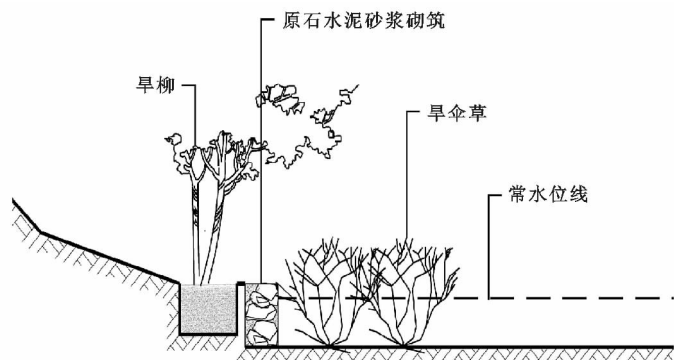


图 3 砌块型陡坡人工湿地驳岸设计

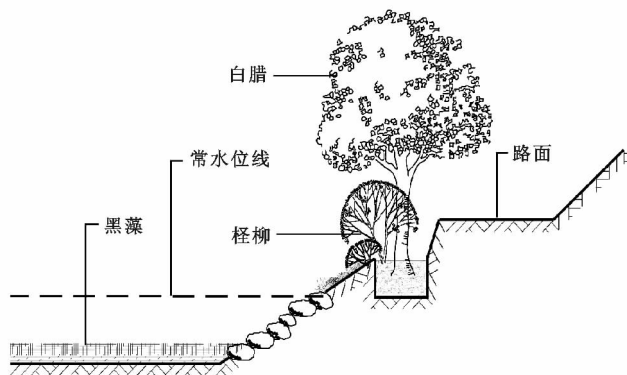


图 4 砌块型缓坡人工湿地驳岸设计

4.3.4 植物种植 综合考虑植物的生态功能与景观功能,沿岸种植白腊树、早柳、柽柳等乡土植物,打造地域性景观,湿地水域选择挺水和浮叶两类水生植物,发挥调蓄水量、净

化水质的基本功能,实现人工湿地景观的异质性与多样性。水生植物主要有芦苇、千屈菜、荷花、再力花、黄菖蒲、慈菇、旱伞草、水生美人蕉、梭鱼草、黑藻等。

5 结 论

本次景观改造设计是一次以试验和尝试性的方式进行的创新与探索。大量研究表明,在黄土丘陵区修建人工湿地在技术和理论层面都是可行的,但考虑到区域地理、气候等实际条件,有效地预防水体过度蒸发,保证夏季高温下稳定的蓄水量是该项目研究的难点问题。人工湿地建成之后的可持续养护管理问题也非常重要。丘陵区独特的气候环境下,增加新的景观空间形态本身存在巨大的困难,一旦管理疏漏或滞后,将会造成新的环境污染与破坏。

综上所述,黄土丘陵区的景观生态化建设任重而道远,随着工程技术手段的不断提升以及城镇居民观念的转变,发挥风景园林理论在西部人居环境建设中的应用优势,以景观带动生态、以规划实现生态的环境建设理念已逐渐取得了可观的成效^[12-14]。然而,黄土丘陵沟壑区的景观生态设计是一项长期而复杂的工程,需要跨学科专业人员的有机结合,在水土保持理论上,比较、总结各类工程案例,分析把握景观生态设计的具体措施、研究方法,以及不同条件下进行景观更新与改造的适用性与可行性,在生态安全、提升环境品质的前提下,探求一条适合于黄土高原丘陵区景观生态设计的合理途径,以及新的、科学合理、高效的可操作模式。

[参 考 文 献]

- [1] 白晓刚,康瑞敏.黄土高原地区淤地坝建设的地位及发展思路[J].山西水土保持科技,2010(3):6-8.
- [2] 姜峻,都全胜.陕北淤地坝发展特点及其效益分析[J].中国农学通报,2008,24(1):503-509.
- [3] 周曦,李湛东.生态设计新论:对生态设计的反思和再认识[M].南京:东南大学出版社,2003.
- [4] 许泉.基于水土保持的干旱区沟壑地景观生态设计研究:以河南佳多生态农林园为例[D].湖南长沙:中南林业科技大学,2012.
- [5] 周华荣.干旱区湿地多功能景观研究的意义与前景分析[J].干旱区地理,2005,28(1):16-20.
- [6] 党维勤,党恬敏.辛店沟水土保持科技示范园景观资源及其美学意境分析[C]//中国水土保持学会,2015年海峡两岸水土保持学术研讨会论文集(上).北京:中国水土保持学会,2015.

- 分类和变化检测的影响[J]. 遥感技术与应用, 2014, 29(3):498-505.
- [9] 邢元军, 刘晓农, 宋亚斌, 等. 国产高分辨率遥感影像融合方法比较与分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2016, 36(10):83-88.
- [10] 李京忠, 刘咏梅. CBERS-02BHR 与 CCD 影像图像融合应用及评价:以陕西省西乡县土地利用分类为例[J]. 水土保持通报, 2009, 29(2):160-164.
- [11] 熊德峰. 高分二号卫星影像融合方法探析[J]. 测绘与空间地理信息, 2016, 39(9):102-108.
- [12] 王晓绵, 姜芸. 高分一号遥感卫星影像融合及质量评价方法研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2015, 38(8):178-179, 182.
- [13] Zhang Yun, Hong Gang. An IHS and wavelet integrated approach to improve pan-sharpening visual quality of natural colour IKONOS and QuickBird images[J]. Information Fusion, 2005, 6(3):225-234.
- [14] Nikolakopoulos K G. Comparison of nine fusion techniques for very high resolution data [J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2008, 74(5):647-659.
- [15] Zhou J, Civco D L, Silander J A. A wavelet transform method to merge Landsat TM and SPOT panchromatic data [J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(4):743-757.
- [16] Huang Xin, Wen Dawei, Xie Junfeng, et al. Quality assessment of panchromatic and multispectral image fusion for the ZY-3 satellite: From an information extraction perspective[J]. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2014, 11(4):753-757.
- [17] 刘咏梅, 李锐, 杨勤科. 基于多源遥感的土地利用动态监测图像分类方法研究:以陕北黄土丘陵沟壑区为例[J]. 水土保持通报, 2006, 26(6):63-66.
- [18] 吕利利, 颀耀文, 黄晓君, 等. 基于 CART 决策树分类的沙漠化信息提取方法研究[J]. 遥感技术与应用, 2017, 32(3):499-506.
- [19] Carper W, Lillesand T, Kiefer R. The use of intensity-hue-saturation transformations for merging SPOT panchromatic and multi-spectral image data[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1990, 56(4):459-467.
- [20] Zhou Huizhen, Wu Shuang, Mao Dafa, et al. Improved Brovey method for multi-sensor image fusion [J]. Journal of Remote Sensing, 2012, 16(2):343-360.
- [21] 杨鹏飞, 廖秀英, 程辉, 等. 基于光谱梯度角与光谱信息散度评价指标的遥感影像融合方法比较[J]. 测绘工程, 2018, 27(11):51-55.
- [22] 张利华, 翟靖超, 李珊, 等. ALOS 融合影像质量评价及其土地盐渍化应用研究[J]. 地理科学, 2015, 35(6):798-804.
- [23] 胥兵, 方臣. ZY-102C 星图像与 ETM⁺ 图像融合方法及效果评价[J]. 国土资源遥感, 2014, 26(3):80-85.
- [24] 陈业培, 孙开敏, 白婷, 等. 高分二号影像融合方法质量评价[J]. 测绘科学, 2017, 42(11):35-40.
- [25] 谢士琴, 赵天忠, 王威, 等. 高分二号卫星影像融合方法比较研究[J]. 系统仿真报, 2017, 29(11):2742-2746, 2752.
- [26] 琚存勇. 基于遥感影像融合与地貌分类的土地沙漠化估测研究[D]. 黑龙江 哈尔滨:东北林业大学, 2009.
- [27] 周淑琴, 张青峰, 荆耀栋, 等. 沙地信息提取中的 ETM⁺ 遥感影像自身融合研究[J]. 山西农业大学学报:自然科版, 2012, 32(2):188-192.
- [28] 汤耶磊, 王鸿燕, 刘荣. 高分二号卫星影像融合方法比较及效果优化研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2018, 41(2):43-48.
- [29] 刘川, 齐修东, 藏文乾, 等. 基于 IHS 变换的 Gram-Schmidt 改进融合算法研究[J]. 测绘工程, 2018, 27(11):9-14.
- [30] 郑雅兰, 王雷光, 陆翔. 高分二号全色-多光谱影像融合方法对比研究[J]. 西南林业大学学报:自然科学, 2018, 38(2):103-110.
- [31] 丁相元, 高志海, 孙斌, 等. 基于高分一号时间序列数据的沙化土地分类[J]. 国土资源遥感, 2017, 29(3):196-202.
- [32] 冯秀绒, 卜崇峰, 郝红科, 等. 基于光谱分析的生物结皮提取研究:以毛乌素沙地为例[J]. 自然资源学报, 2015, 30(6):1024-1034.
- [33] 项巧巧, 申广荣, 吴裕, 等. 上海典型植被夏季与冬季的光谱特征分析[J]. 上海交通大学学报:农业科学版, 2018, 36(5):14-21.

(上接第 137 页)

- [7] 卢训令, 梁国付, 汤茜, 等. 农业景观非农生境植物多样性及其影响因素[J]. 生态学报, 2018, 38(5):1799-1809.
- [8] 王楠, 陈一先, 白雷超, 等. 陕北子洲县“7·26”特大暴雨引发的小流域土壤侵蚀调查[J]. 水土保持通报, 2017, 37(4):338-344, 347-348.
- [9] 唐凯, 姜海波, 何新林, 等. 干旱区水面蒸发特性及消减技术研究[J]. 水资源与水工程学报, 2014, 25(6):68-71.
- [10] 严弋, 海热提. 潜流式人工湿地在我国干旱区的试运行[J]. 水处理技术, 2007, 33(10):42-45.
- [11] 崔叔阳. 表面流-潜流人工湿地系统处理城市雨水的试验研究[D]. 甘肃 兰州:兰州交通大学, 2016.
- [12] 刘滨谊, 王南. 黄土高原半干旱区生态化“水一绿”双赢空间模式构建[J]. 西部人居环境学刊, 2015, 30(4):23-28.
- [13] 张起凤, 胡海波, 鲁小珍, 等. 美林湾小流域水土保持生态景观的规划设计[J]. 水土保持通报, 2015, 35(4):132-135.
- [14] 严弋, 海热提. 潜流式人工湿地在我国干旱区的试运行[J]. 水处理技术, 2007, 33(10):42-45.