

石羊河中下游河岸地下水位与植被 物种多样性变异及其关系

刘淑娟, 袁宏波, 刘世增, 刘虎俊, 魏怀东, 李银科

(甘肃省荒漠化与风沙灾害防治重点实验室/省部共建国家重点实验室培育基地,
甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站, 甘肃省治沙研究所, 兰州 730070)

摘 要:选择物种丰富度指数、Shannon-Weiner 指数、均匀度指数和 Simpson 优势度指数, 根据石羊河中下游 8 个调查样地的 11 个地下水位观测井和植物样地野外采集的数据, 对石羊河中下游河岸带地下水位及物种多样性特征进行了分析。结果表明: 石羊河中下游物种多样性与地下水埋深有显著的关联性, 随着地下水埋深增大, 石羊河中下游物种丰富度和多样性均表现出递减趋势, 反映了水分是影响植被分布和生存的主要因素, 地下水位的不断下降和土壤含水率降低是引起石羊河下游植被多样性变化的主导因子。

关键词:石羊河中下游; 河岸; 物种多样性; 地下水位

中图分类号:S273.4; Q948

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)05-0141-04

Relationship and Variation of Riparian Vegetation Species Diversity and Groundwater Table in Middle and Lower Reaches of Shiyang River

LIU Shu-juan, YUAN Hong-bo, LIU Shi-zeng, LIU Hu-jun, WEI Huai-dong, LI Ying-ke

(State Key Laboratory of Desertification and Aeolian Sand Disaster Combating, Gansu Minqin National
Studies Station for Desert Steppe Ecosystem & Gansu Desert Control Research Institute, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Species diversity in riparian groundwater characteristics were analyzed in middle and lower reaches of the Shiyang River by selecting the species richness index, Shannon-Weiner index, evenness index and Simpson dominance index, and according to the data covering 11 groundwater observation wells and plant samples of eight sampling plots in Shiyang River. The results showed that species diversity and ground water depth had a significant correlation with the groundwater depth increases, the species richness and diversity showed a decreasing trend in the middle and lower reaches of Shiyang River, reflecting moisture is the main factors impacting distribution and survival of vegetation, the declining water table and soil moisture content significantly loss were dominant factors causing changes in vegetation diversity of lower reaches of Shiyang River.

Key words: middle and lower reaches of Shiyang River; riparian; species diversity; underground water level

物种多样性是指一定区域内全部物种种类及其类群状况以及在物种水平上的物种多样化的程度, 通过一定空间范围物种数量和分布特征来衡量。物种多样性有不同的类型, 它们随空间和时间的变化而有较大的变化。物种多样性与生态系统稳定性有着密切的关系。对区域物种多样性的研究, 可以更好地了解群落的组成、变化和发展, 加深对区域生态系统稳定性的认识。因此, 物种多样性的研究已经成为群落生态学研究的重要课题。生物及其群落多样性在国

内外研究较为普遍, 但相关荒漠植物群落多样性的研究较少, 尤其干旱地区物种多样性变化与环境因子间关系的研究仍很有限。

石羊河位于甘肃省河西走廊东部, 深居欧亚大陆干旱区, 整个流域地势南高北低, 上游是高山冰川区、永冻区和山地植被区, 中游是荒漠绿洲农业区, 下游是自然绿洲区和荒漠区。石羊河中下游两岸是典型的荒漠河岸生态系统, 具有独特生物物理景观特征的水陆交错区, 两岸植被通过根系固定着河岸的冲洪积

收稿日期: 2012-10-25

修回日期: 2013-02-27

资助项目: 国家自然科学基金项目(31060080, 31160116, 41061046); 甘肃省科技支撑项目(090NKCA121)

作者简介: 刘淑娟(1979—), 女, 湖南衡阳人, 助理研究员, 硕士, 研究方向: 荒漠化防治。E-mail: crisbel210@163.com

通信作者: 袁宏波(1978—), 男, 甘肃庆阳人, 助理研究员, 硕士, 研究方向: 水土保持与荒漠化防治。E-mail: piceayhb@163.com

物,地上部分阻挡和减弱风沙,成为抵抗河水质量变化和区域土地沙化的重要阻滞力量,在维护生态系统稳定方面扮演着重要角色。在气候与人类活动的综合影响下,石羊河流域中下游河岸带破坏、生物多样性下降,生境丧失或被阻断,河岸带以天然植被为主体的生态系统和生态过程受到严重影响。河岸植被退化、土地沙化、沙物质入侵水域、河道断流等一系列环境问题突现,尤其是中下游两岸土地退化、沙漠化不断加剧,下游民勤绿洲更是受到严重威胁。植物多样性的空间分布格局受许多环境因子的影响,其中海拔高度变化也是影响物种多样性分布的重要因素之一^[1-2]。为此,有关学者对石羊河流域下游荒漠区的物种多样性变化特征^[3]、降水及地下水位对物种多样性的影响^[4]等进行过研究,但对石羊河流域中下游河岸植被沿海拔梯度的变化特征研究报道较少,本文试图通过对石羊河流域中下游河岸植被多样性随海拔梯度的变化研究为切入点,以期为该区植物多样性保护及流域植被恢复提供依据。

1 研究区概况

石羊河流域地理位置位于 $101^{\circ}41'—104^{\circ}16'E$, $36^{\circ}29'—39^{\circ}27'N$,石羊河发源于祁连山区,分布有大靖河、古浪河、黄羊河、杂木河、金塔河、西营河、东大河、西大河 8 条河流及多条小沟小河。除大靖河外,西大河及东大河部分在永昌城北汇成金川河入金川峡水库后进入金昌盆地,中部 6 条河于武威南盆地边缘凉州城附近汇成石羊河干流,入红崖山水库后进入民勤盆地,逐渐消失。全流域南北长约 300 km,地表水资源总量为 15.933 亿 m^3 ,进入下游的地表径流从 20 世纪 50 年代的 5.88 亿 m^3 ,下降到目前的 1.00 亿 m^3 左右。由于水资源的严重短缺,迫使中下游自 20 世纪 60 年代末起持续过度开采地下水,至 90 年代初地下水年开采量已达 6.21 亿 m^3 ,导致地下水位每年以 0.6~1.0 m 速度下降^[5-9]。

石羊河流域中游主体部分海拔 1 400~2 000 m,地势南高北低,主要地貌类型为山麓洪积倾斜平原和河流冲积平原,其间土质平地、砾石戈壁和沙地交错分布。下游的民勤盆地海拔 1 300~1 500 m,主要地貌类型为湖积平原、河流冲积平原和干燥剥蚀残山^[5-6]。研究区深居大陆腹地,属温带干旱气候区,降水主要集中于 7—9 月,占全年降水量的 81.3%。武威盆地的年平均气温为 $7.84^{\circ}C$,降水量为 254.5~353.7 mm;民勤盆地的多年平均气温 $7.4^{\circ}C$,平均年较差达 $32.7^{\circ}C$,平均日较差 $15.9^{\circ}C$,年均降水量为 110~150 mm,年平均蒸发量 2 419.6 mm。研究区

的地带性土壤为灰棕漠土,非地带性土壤有:风沙土、盐土、草甸土和绿洲灌淤土等 5 类。研究区主要的天然植被为灌木荒漠^[7],灌木植物占主导,如白刺(*Nitraria*. Spp.)、怪柳(*Tamarix* spp.)、盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、红砂(*Reaumuria soongorica*)、沙蒿(*Artemisia areanaria*)等;天然乔木种只有胡杨(*Populus euphratica*),现在只可见单株分布;人工引种的乔木种有:二白杨(*Populus gansuensis*)、沙枣(*Elaeagnus angustifolia*)、旱柳(*Salix. matsudana*)等;草本主要是一年生植物如雾冰藜(*Bassia dasyphylla*)、沙蓬(*Agriophyllum squarrosum*)、画眉草(*Eragrostis* spp.)等。

2 研究方法

2.1 样地设置与调查

2009 年 5 月对石羊河流域中下游河岸植被进行实地调查。选取凉州区至民勤县蔡旗乡和重兴乡的石羊河干流河段至红崖山水库,水库之下至民勤县收成乡的河岸植被的石羊河河岸带为调查研究对象,依径流量将研究区域分为:石羊河干流的丰水河段设样地 4 个,红崖山水库以下断流的干涸河段设样地 4 个。在每个样地上以河床为起始点,根据植被的外貌,在距河床 50,200,500,1 000,3 000 m 处设置观测样点。沿河距河床不同距离共选取了 11 眼井位于观测样地内,每个样地均与地下水位调查井对应。乔灌木采用 10 m×10 m 样方,草本用 1 m×1 m 的小样方,分别调查记录植物种名、高度和冠幅及样方内出现的各物种的个体数量^[10]。

2.2 数据计算

群落或生境内物种多样性的衡量可以利用物种丰富度和均匀度指数的测量获得。物种丰富度是指一个群落或生境中物种数目的多少,是物种多样性的测度方法;物种均匀度是指一个群落或生境中全部物种的个体数目的分配情况,它反映的是各物种个体数目分配的均匀程度;而物种多样性指数是物种丰富度和物种均匀度的综合指标。因此,本文相应选取反映物种丰富度指数、物种均匀度 Peilou 指数,以信息公式表示多样性的 Shannon-Wiener 指数以及综合反映物种丰富度和均匀度的修正的 Simpson 指数^[11-12],具体计算公式不再详列。

3 结果与分析

3.1 物种多样性的空间变异

根据样地分析结果,研究区内共出现 37 种植物,

其中乔木 1 种,灌木及半灌木 11 种,草本植物 25 种。本文以所选 11 个样地植被调查样方的多样性指数平均值作为该样地物种多样性的测度指标。通过对 11 个调查样地多样性指数的计算分析(图 1),得出如下结果:各样地多样性指数变化差异较大,其中反映物种分布均匀程度的 Peilou 指数较低,变化幅度为 0.18~0.70, Simpson 指数变化幅度 0.30~0.85, Shannon-Wiener 信息指数最高,变化幅度为 0.27~1.48,物种丰富度从 2~8。整体来看各样地物种多样性差异较大,整体多样性较小。

从多样性指数与纬度关系图来看(图 2),各指数一致反映了群落物种多样性随纬度的增加而增加的趋势。其中物种丰富度指数和 Pielou 均匀度指数变化较小,Shannon-Weiner 多样性指数变化最大,3 个指数的增加表明群落物种数随纬度增加,而 Simpson

优势度指数呈减小变化,且仅次于 Shannon-Weiner 多样性指数,说明群落优势种的作用在减弱,群落其它物种增加削弱了群落建群种的作用。调查样地物种多样性随纬度的空间变化同时也反映了多样性与地下水的变化有关。

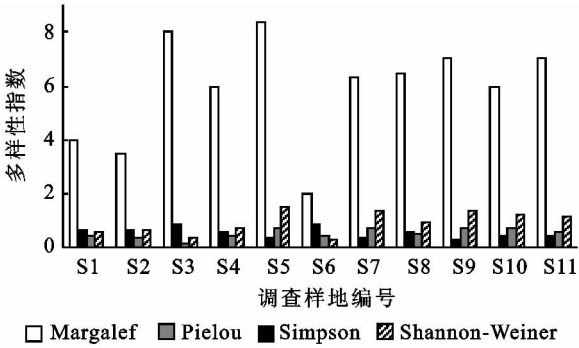


图 1 调查样地群落物种多样性指数变化

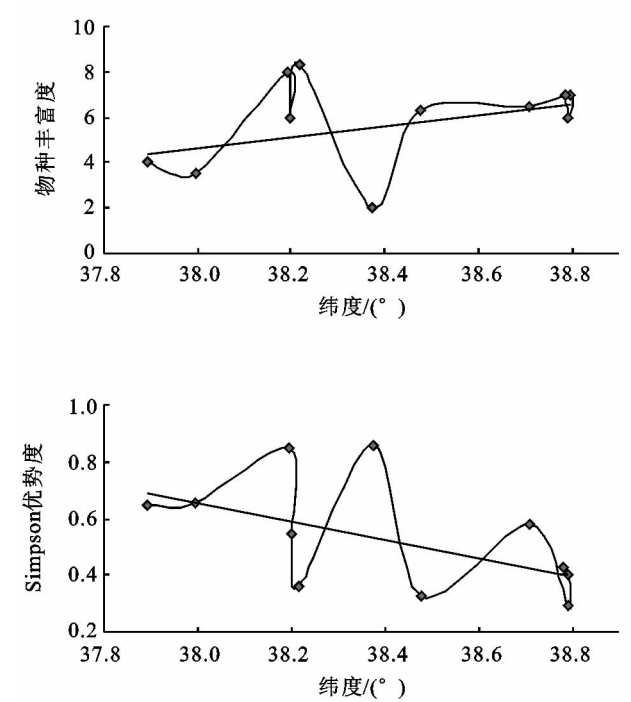


图 2 物种多样性的纬向变化

3.2 地下水位时空变异

2010 年连续 6 个月份,对 11 个地下水水位变化进行了监测,从其空间及时间上的变化来看(图 3—4),整个河岸区域地下水水位随纬度增加的变化呈现出减小的趋势,但由于地形地貌,人类活动干扰等原因,表现出一定的波动性。从各样地地下水位月际变化来看,大多地段地下水位变化不大,且地下水位在 7 m 以内;只有中游武威境内的长城和五墩,由于处在河流的中游,海拔较高,地下水位较深;下游民勤境内的五星林场和义粮滩样地地下水位较低,可能与人为干扰和利用有关。从各月份地下水埋深来看,以 5 月、7 月、9 月 3 个月的地下水埋深较大,其中 7 月份

水埋深最大。这可能与这些月份气候干旱,上游来水量减少,同时,农业用水量加大导致中游水量不足使地下水下降。

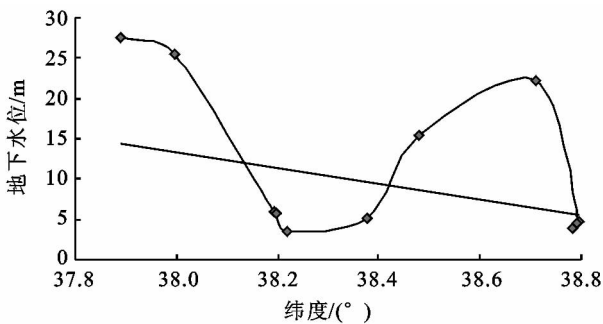


图 3 各样地地下水位随纬度变化

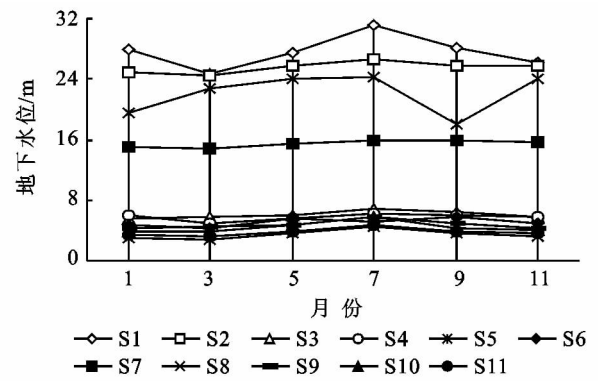
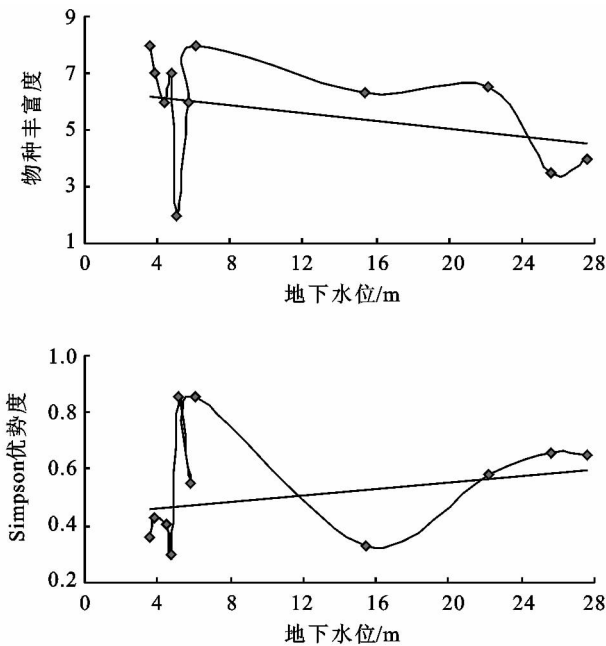


图 4 各调查样地地下水位随时间变化



3.3 水位梯度下的物种多样性变化

水分影响着群落中物种类组成及生活型结构,因此,不同水分梯度上植物群落的多样性也有着差别。从调查分析来看(图 5),物种多样性与地下水位变化一致,即随着地下水位的下降,群落多样性也随之降低。

其中物种丰富度指数、Shannon-Weiner 多样性指数和 Pielou 均匀度指数均随地下水位的加深而减小,而 Simpson 优势度指数呈增加趋势,说明由于群落水分环境变差,适宜生存植物种变少,只有少数适宜更对其干旱环境的少数种在群落中占优势。这说明地下水位的变化直接导致了多样性的变化。

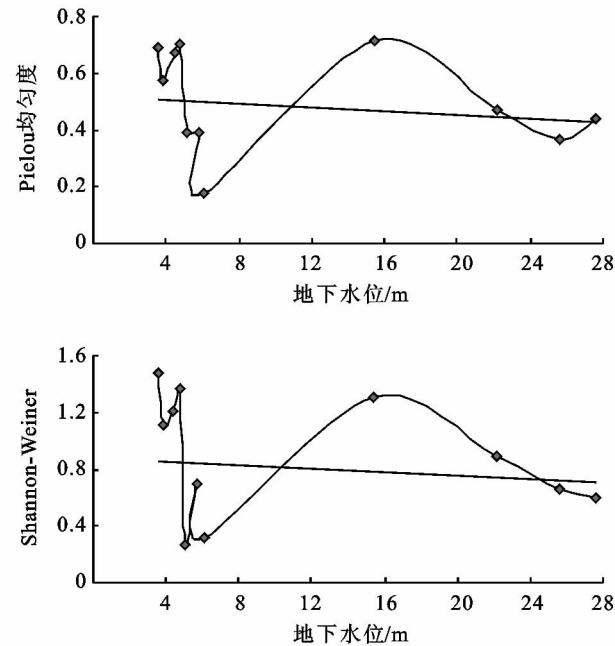


图 5 物种多样性的地下水梯度变化

4 结论与讨论

石羊河中下游的植被对水的依赖性表现极为明显,人类社会经济活动对流域水资源时空分布的改变,是导致石羊河下游植被衰败、生态退化的重要原因。从空间上来看,石羊河中下游河岸地带,地下水位随纬度从南到北具有波动变化,但整体表现出上升趋势。物种多样性整体较小,空间差异性较大,随着纬度增加,物种多样性呈增加趋势;物种多样性的增加,主要受草本物种增加的影响较大。从多样性与地下水位变化的关系来看,物种多样性与地下水位变化一致,尤其是物种丰富度指数、Shannon-Weiner 多样性指数和 Pielou 均匀度指数均随地下水位的加深而明显减小,说明随着地下水位的下降,群落多样性也随之降低;而优势度指数随着地下水位下降而增加说明水分对群落优势物种的影响较明显,群落整体优势度减小,同时说明区域地下水位下降对物种多样性有

直接影响。

地下水位下降是引起石羊河中下游河岸植被退化的主导因子,物种多样性变化也受制于地下水位变化,地下水下降及由此引起土壤水减小成为天然乔、灌、草植被赖以生存的主要水源,是影响植物生长的主导因素。水分因子对物种多样性的影响研究受关注较早^[13-14],而关于河岸植被多样性与水分研究尚不深入,本文从物种层次针对石羊河中下游植被物种多样性变化及其与地下水的关系进行了探讨,而地下水对河岸植被多样性影响的机制问题,地下水变化对石羊河流域或中下游植被生态系统及植被景观格局多样性的影响或关系尚需要进一步研究。

参考文献:

[1] 朱源,康慕谊,江源,等. 贺兰山木本植物群落物种多样性的海拔格局[J]. 植物生态学报,2008,32(3):574-58.

全省各地区年日最大降水量平均值差异较大。年日最大降水量平均值最大的地区为湘西北山原区(302.45 mm),最小的地区为涟邵石灰岩丘陵与盆地区(153.10 mm)。湘北洞庭湖平原区、湘东平行山岭谷区、湘江中下游红岩丘陵盆地区、南岭山地区、湘西山地区的年日最大降水量平均值分别为215.18, 223.90, 259.37, 259.75, 222.28 mm。日最大降水高值区主要位于湘江中下游红岩丘陵盆地区和湘西北山原区,南岳和桑植为日最大降水量中心,日最大降水量分别为311.20 mm和373.80 mm。低值区主要位于涟邵石灰岩丘陵与盆地区,邵阳站、武冈站为低值中心,日最大降水量分别为140.20, 116.50 mm。

4 结论

湖南省50年年平均降水量为1 408.98 mm,主要集中在4—8月。降水量的季节变化明显,春夏两季多雨,秋冬两季少雨。月降水量的多年变化幅度相差悬殊,3—8月降水比较稳定,9月—次年2月降水变化较大。湖南省降水量的年际之间变化幅度较大,各年代年平均降水量比较接近。多年年均降水量地区分布差异较大,总的趋势是湘江中下游红岩丘陵盆地区高,南岭山地区、湘东平行山岭谷区和湘西山地区次之,湘西北山原区、涟邵石灰岩丘陵与盆地区和湘北洞庭湖平原区小。

湖南省暴雨的发生频率不高,50 a当中,各站点暴雨共出现204次,单个站点年均出现4.1次。全省各

地区平均年暴雨日数相差不大。湖南省多年年均暴雨量为305.75 mm,主要集中在5—8月。年日最大降水量平均值为196.53 mm。暴雨降水量年际变化幅度较大,最大值与最小值相差421.95 mm。地区间年均暴雨日数相差不大,约在3.3~4.7 d。

湖南省应该结合降水时空分布特征,对降水资源分季节、分地区进行合理利用,并参考暴雨特征在汛期提前做好预防,以保证人民和财产的安全。

参考文献:

- [1] 李景保,卢承志,梁成军. 湖南省水安全问题研究[J]. 水利学报,2003,34(7):52-57.
- [2] 丁一汇. 人类活动与全球气候变化及其对水资源的影响[J]. 中国水利,2008(2):20-27.
- [3] 王浩,王建华,秦大庸,等. 现代水资源评价及水资源学学科体系研究[J]. 地球科学进展,2002,17(1):12-17.
- [4] 陈峪,高歌,任国玉,等. 中国十大流域近40多年降水量时空变化特征[J]. 自然资源学报,2005,20(5):637-643.
- [5] 段德寅,陈耀湘,居晶琳. 湖南汛期降水分区和变化规律的探讨[J]. 长江流域资源与环境,1999,8(4):440-444.
- [6] 段德寅. 湖南夏季雨量场的EOF的稳定性及其长期预报[J]. 气象学报,2000,58(4):492-499.
- [7] 刘会玉,林振山,张明阳. 湖南汛期降水异常的时空分布特征研究[J]. 热带气象学报,2004,20(4):409-418.
- [8] 张剑明,章新平,黎祖贤,等. 湖南省46年来降水的气候特征[J]. 热带气象学报,2008,24(5):512-518.
- [9] 高冠民,窦秀英. 湖南自然地理[M]. 长沙:湖南人民出版社,1981.
- [9] 陈敏,陈亚宁,李卫红,等. 不同地下水埋深怪柳、芦苇的生理响应[J]. 干旱区地理,2009,32(1):72-80.
- [10] 高贤明,马克平,陈灵芝. 暖温带若干落叶阔叶林群落物种多样性及其与群落动态的关系[J]. 植物生态学报,2001,25(3):283-290.
- [11] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [12] 茹文明,张柞萍,张金屯,等. 太行山南段森林群落物种多样性研究[J]. 西北植物学报,2006,26(5):1036-1042.
- [13] Thalen D C P. Variation in some saltmarsh and dune vegetations in the Netherlands with special reference to gradient situations[J]. Acta Botany Neerl, 1971, 20(4):321-342.
- [14] Gentry A H. Neotropical floristic diversity: Phytogeographical connections between central and south America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean Orogeny[J]. Annals of Missouri Botany Botanical Garden, 1982, 69(6):557-593.

(上接第144页)

- [2] 胡玉昆,李凯辉,阿德力·麦地,等. 天山南坡高寒草地海拔梯度上的植物多样性变化格局[J]. 生态学杂志,2007,26(2):182-186.
- [3] 李昌龙,王继和,孙坤,等. 民勤连古城自然保护区群落结构和物种多样性特征分析[J]. 西北植物学报,2006,26(11):2338-2344.
- [4] 杨自辉,俄有浩,方峨天,等. 民勤绿洲边缘物种多样性对水资源变化的响应[J]. 中国沙漠,2007,27(2):278-282.
- [5] 郭小芹,刘明春,钱莉,等. 从Mann-Kendall特征看石羊河流域降水量的演变规律[J]. 干旱区地理,2010,33(4):593-599.
- [6] 颜耀文,袁春霞,张晓东. 近15年来民勤湖区土地利用/覆盖动态与格局[J]. 干旱区地理,2009,33(3):434-440.
- [7] 刘虎俊,王继和,常兆丰,等. 石羊河下游荒漠植物区系及其植被特征[J]. 生态学杂志,2006,25(2):113-118.
- [8] 李玫,石敏俊,张翠芳,等. 石羊河流域近40 a来水资源供需格局演变[J]. 干旱区地理,2010,33(4):651-658.