

荒漠区人工梭梭林接种肉苁蓉生态恢复效益评估

——以吐鲁番市高昌区为例

王含露¹, 孙桂丽^{2*}

(1. 新疆农业大学林学与园艺学院, 新疆乌鲁木齐 830052; 2. 干旱区林业生态与产业技术重点实验室, 新疆乌鲁木齐 830052)

摘要 选取吐鲁番市高昌区荒漠生境中5年生梭梭林、3年生接种肉苁蓉的梭梭林及原生荒漠作为样地, 基于野外观测、调查、取样和室内数据分析, 进行生态恢复效果对比分析。结果表明, 3年生接种肉苁蓉的梭梭林较5年生人工梭梭林和原生荒漠能够明显降低风速和气温, 增加相对湿度, 提高植被的盖度, 改善土壤理化性质, 可有效地实现防风固沙和水土保持功能, 生态恢复效果较好。

关键词 吐鲁番; 梭梭; 肉苁蓉; 生态效益; 评估

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)04-0062-04

Evaluation on Ecological Benefit of Inoculated *Cistanche deserticola* in Planted *Haloxylon ammodendron* in Desert —Taking Gaochang District in Turpan City as an Example

WANG Han-lu¹, SUN Gui-li² (1. Forestry and Horticulture Department, Xinjiang Agriculture University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. Key Laboratory at Universities of Education Department of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi, Xinjiang 830052)

Abstract Taking planted *Haloxylon ammodendron* five year old and inoculated *Cistanche deserticola* on planted *Haloxylon ammodendron* three year old and native desert as samples in the desert habitat of Gaochang District, Turpan City, based on field observation, investigation, sampling and indoor data analysis, ecological restoration comparison analysis was conducted. The results showed that the *Cistanche deserticola* on planted *Haloxylon ammodendron* three year old had better ecological benefit than other two patterns. It can reduce obviously wind speed, temperature, and increase humidity. At the same time, increase vegetation cover, improve soil physical and chemical properties. So effectively reach sand-fixing and water conservation. Ecological restoration effect is better.

Key words Turpan; *Haloxylon ammodendron*; *Cistanche deserticola*; Ecological benefits; Evaluation

荒漠化是指干旱、半干旱和亚湿润干旱区的土地退化^[1]。我国是世界上受荒漠化危害最为严重的国家之一, 新疆则是我国荒漠化面积最大、分布最广的区域之一, 荒漠化土地在全疆90个县(市)都有不同程度的分布^[2], 吐鲁番地区表现尤为明显。吐鲁番市荒漠化导致天然植被大面积死亡、湖泊萎缩、土地沙化等生态环境问题, 生态系统破碎化程度加剧, 直接威胁吐鲁番地区乃至周边地区的生态环境和社会经济的可持续发展^[3]。因此, 治理日趋恶化的生态环境, 防止自然生态系统进一步退化, 恢复已破坏的生态系统, 已成为改善吐鲁番市乃至西北地区的生态环境及实现可持续发展的关键。将沙漠化治理和发展沙漠经济相结合是未来沙漠治理的发展方向, 且具有显著的经济效益和生态效益^[4-6]。肉苁蓉的人工种植技术开始于1981年, 以梭梭为寄主接种肉苁蓉于1985年获得成功^[7]。笔者选取吐鲁番市高昌区荒漠生境中5年生人工梭梭林、3年生接种肉苁蓉的人工梭梭林及原生荒漠作为样地, 基于野外观测、调查、取样和室内分析数据, 进行生态恢复效果对比分析。

1 材料与与方法

1.1 研究区概况 吐鲁番盆地是天山山脉东段较大的山间盆地之一, 地区位于新疆维吾尔自治区东部, 四面环山, 地势低凹, 火焰山横亘中部, 以艾丁湖为中心^[8-9]。盆地内气候属暖温带干旱荒漠气候, 太阳辐射强, 加之受塔里木热低压的影响, 形成了日温特别高、炎热期长、多大风的气候特点。

基金项目 国家自然科学基金(41361093); 国家林业局软科学项目(2016-R25-1)。

作者简介 王含露(1992—), 女, 新疆博乐人, 硕士研究生, 研究方向: 生态保护与恢复。*通讯作者, 副教授, 从事生态风险与灾害评估研究。

收稿日期 2017-11-17

吐鲁番年平均降水量仅6.9~25.2 mm, 而蒸发却极为强烈, 年平均蒸发能力为2 727.0~3 837.8 mm, 比降水量高110~540倍^[10-11]。因此, 是新疆水资源极具匮乏的地区, 由此引发一系列生态环境问题, 如土地沙化、盐渍化、沙尘暴频发、植被衰退, 生态环境十分脆弱。吐鲁番市高昌区经济结构较为单一, 绿洲农业占主要地位, 农民收入主要来源于种植业、林果业与少量畜牧业。在自然环境的变化及人类生活的影响下, 区域生态系统急剧恶化, 对地区经济发展及人们的生活构成了严重威胁^[12-14]。选取吐鲁番市高昌区恰特喀勒乡公相村作为试验样方布设点, 公相村地处吐鲁番市东南方向, 处于风口地段, 周边都是沙漠, 村民常年饱受风沙之苦, 农业生产受到严重影响。公相村自然条件极其恶劣, 沙漠化相当严重。

1.2 试验材料

选取3年生接种肉苁蓉的梭梭林(S)、5年生梭梭林(F)和原生荒漠(Y)作为试验区。3年生接种肉苁蓉的梭梭林在肉苁蓉生长季每月浇1次水, 并根据实际情况定期施肥、除草; 5年生梭梭林1年浇1次水, 无其他管护措施。

1.3 试验方法 分别于2017年4、5、6月在每个试验区设置20 m×20 m的植被调查样方, 调查样方内植被种类、数量及生长状况。同时利用HOBO U30自动气象站测定试验区内的温度、湿度、风速、风向等多种环境参数。并采集样方内的0~60 cm的土壤样品, 分层测定其含水量、有机质、全氮、全磷、全钾的含量。采用重铬酸钾容量法-外加热法测定土壤有机质含量; 采用福斯凯氏定氮仪Kjeltec 8400测定土壤全氮含量; 采用紫外可见分光光度计T6新世纪测定土壤全磷含量; 采用火焰光度计FP6431测定土壤全钾含量。

2 结果与分析

2.1 小气候监测 试验区小气候监测采用对比的方法,分别在试验区3年生接种肉苁蓉的梭梭林、5年生梭梭林和原生荒漠的150 cm与10 cm高度处设立小气候监测,测定温湿度、风向、风速,结果见图1~3。

由图1可知,各样方内上风向150 cm高度处的平均风速均大于近地表10 cm处的平均风速。3年生接种肉苁蓉的梭梭林近地表10 cm处平均风速最低为0.003 m/s,5年生梭梭林为0.209 m/s,地表平均风速最高为原生荒漠(1.11 m/s);3年生接种肉苁蓉的梭梭林由于人工施肥、浇水等一系列管护,长势优于5年生梭梭林,150 cm处平均风速为0.428 m/s,原生荒漠为1.668 m/s,而5年生梭梭林的平均风速最高,达1.843 m/s。因此,植物高度越高,盖度越大,降低地表风速的作用越明显,防风固沙效益越好。

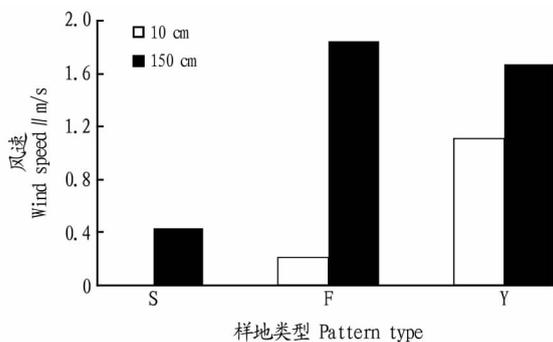


图1 不同试验区风速对比

Fig. 1 Comparison of wind speed in different experimental zones

由图2可知,各试验区150 cm处气温均高于地表10 cm处。综合比较,3年生接种肉苁蓉的梭梭林试验区10 cm与150 cm气温均为最低,分别为34.416、36.584 °C,原生荒漠试验区的气温地高,地表10 cm处为36.449 °C,150 cm处为38.605 °C。

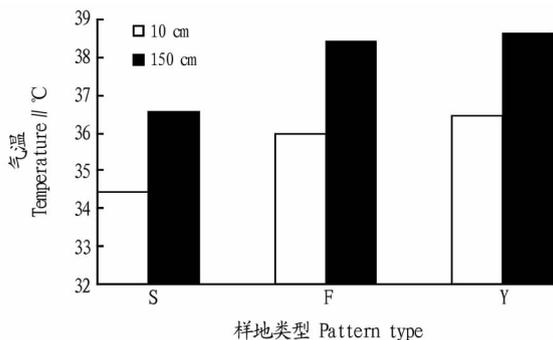


图2 不同试验区气温对比

Fig. 2 Comparison of temperature in different experimental zones

由图3可知,3年生接种肉苁蓉的梭梭林地表10 cm和150 cm空气相对湿度分别为21.20%和20.52%,均较5年生梭梭林和原生荒漠高;其次是5年生梭梭林,原生荒漠的相对湿度最低,10 cm处为10.69%,150 cm处为8.86%。3年生接种肉苁蓉的梭梭林和5年生梭梭林均具有保护地表土壤、抗风蚀及改善局部地区温湿度的作用,其中3年生接种肉苁蓉的梭梭林比5年生梭梭林更具有改善小气候的生态

功能,试验区内部环境也更趋于稳定。

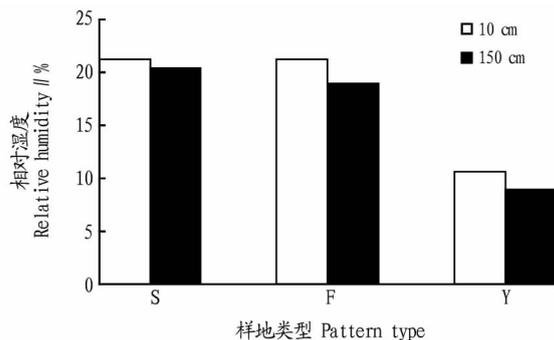


图3 不同试验区相对湿度对比

Fig. 3 Comparison of relative humidity in different experimental zones

吐鲁番地区人工梭梭林接种肉苁蓉的种植模式,不仅增加了植被覆盖面积,改善了当地的生态环境,还有效地减少和防止了风沙对土地的侵袭,减少了沙尘天气,也改善了一部分区域的小气候。据测,接种肉苁蓉试验区比其余试验区域的气温低,相对湿度增加,风速也有所减小。由此可知,由于接种肉苁蓉,人工灌溉、施肥等一系列管护行为使区域内的植物高度高,盖度大,则对区域内的温度、湿度、风速等有显著改善。

2.2 植被变化 试验实施后对各试验样地进行植被调查,发现试验区内植被变化显著,盖度明显提高,但生物多样性水平较低,物种也较单一。由于试验区样地管理状况不同,则在相应时间的试验区样地内的植被状况也不尽相同,5年生梭梭林试验区样地内梭梭盖度较高,但由于疏于人工管护,倒伏死亡情况严重,草本植物较少,仅有骆驼刺等几种草本植物,并未形成稳定的群落结构;而3年生接种肉苁蓉的梭梭林由于每个月进行1次人工浇水、施肥,因此植物长势好,高度高,盖度也较大,植物物种较为丰富,除灌木怪柳(*Tamarix chinensis* Lour.)、沙拐枣(*Calligonum mongolicum* Turcz.)外,草本植物较5年生梭梭林多,样方内常见的有骆驼刺(*Alhagi sparsifolia* Shap.)、猪毛菜(*Salsola collina* Pall.)、驼绒藜(*Ceratoides latens*)、芦苇(*Phragmites australis*)等,偶见拉拉藤(*Galium aparine* Linn.)。

由表1可知,2017年4—6月3年生接种肉苁蓉的梭梭林株数由84株增加为87株,而5年生梭梭林由71株减少为65株;对比3年生接种肉苁蓉的梭梭林可知,5年生梭梭林的梭梭植株死亡率较高。由于积极的人工管护,3年生接种肉苁蓉的梭梭林内的梭梭植株长势明显优于5年生梭梭林,3年生接种肉苁蓉的梭梭林平均株高由4月的139 cm增长为6月的159 cm,平均增长20 cm,而5年生梭梭林的平均株高则由141 cm增长为147 cm,平均增长6 cm,远低于3年生接种肉苁蓉的梭梭林。

3年生接种肉苁蓉的梭梭林内怪柳数由4月的7株减少为6株,平均株高由81 cm增加为94 cm,这是由于怪柳不是目的树种,会进行人工去除;5年生梭梭林内怪柳数则由14株减少为9株,平均株高由121 cm减少为110 cm;而3年生

接种肉苁蓉的梭梭林内沙拐枣的株数由4株增加为6株,5年生梭梭林内沙拐枣由5株减少为2株。2017年4—6月3年生接种肉苁蓉梭梭林的盖度由20.13%提高至46.26%,增

加了26.13百分点;5年生梭梭林盖度仅增加0.9百分点;而对照组原生荒漠样地植被盖度则不变,为0。

表1 试验区样方内灌木种类及其基本生长情况

Table 1 Types and basic growth of shrubs in the experimental area

试验区 Test area	月份 Month	梭梭 <i>Haloxylon ammodendron</i>		柽柳 <i>Tamarix chinensis</i>		沙拐枣 <i>Calligonum arborescens</i>		盖度 Coverage %
		株数 Plants number 株	平均株高 Average height//cm	株数 Plants number 株	平均株高 Average height//cm	株数 Plants number 株	平均株高 Average height//cm	
S	4	84	139	7	81	4	91	20.13
	6	87	159	6	94	6	133	46.26
F	4	71	141	14	121	5	107	22.59
	6	65	147	9	110	2	114	23.49
Y	4	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0

由表2可知,3年生接种肉苁蓉梭梭林样方内植被种类最多,2017年4—6月骆驼刺、芦苇、猪毛菜、驼绒藜、碱蒿等草本植物的数量增加明显,还出现喜水植物,拉拉藤的出现说明人工浇水、施肥对试验区样地内植被多样性起到积极的

作用(其中并未排除一系列人工除草对草本种类和数量的影响);而5年生梭梭林样方内植被种类较少,仅有骆驼刺、芦苇、拉拉藤、绒藜等植物,4—6月疏于人工管护的5年生梭梭林试验区样地内,草本植物的死亡率较高。

表2 试验区样方草本种类及数量

Table 2 Species and quantity of herbs in the experimental area

试验区 Test area	月份 Month	骆驼刺 <i>Alhagi sparsifolia</i>	芦苇 <i>Phragmites australias</i>	猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	拉拉藤 <i>Galium aparine</i>	菌类 <i>Fungus</i>	驼绒藜 <i>Ceratoid- eslatens</i>	碱蒿 <i>Artemisia anethifolia</i>
S	4	152	46	13	5	0	71	26
	6	177	79	67	24	2	185	64
F	4	124	21	0	2	0	53	0
	6	101	13	0	0	0	29	0
Y	4	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0

2.3 土壤理化性质调查 对各试验区样地0~60 cm土层土壤进行理化分析,结果见表3。由表3可知,3年生接种肉苁蓉的梭梭林由于每月1次的人工灌溉,土壤含水量明显高于5年生梭梭林和原生荒漠,土壤60 cm土层靠近肉苁蓉寄生处,土壤含水量最高;其次是5年生梭梭林,地表10 cm处含水量最低,25 cm与60 cm土层的土壤变化不大;而原生荒

漠由于地表无覆盖,土壤含水量极低。3年生接种肉苁蓉的梭梭林与5年生梭梭林同等深度土壤有机碳和有机质对比显示,除60 cm土层接近肉苁蓉的土壤有机碳和有机质含量高于5年生梭梭林,其余均低于5年生梭梭林,可得出有机质和有机碳含量随梭梭林的生长年龄增长而呈现上升趋势。3年生接种肉苁蓉梭梭林与5年生梭梭林的全氮、全磷、全钾

表3 试验区土壤理化性质

Table 3 Physical and chemical properties of soil in experimental area

试验区 Test area	土层 Soil layer cm	土壤含水率 Soil moisture content//%	有机碳含量 Organic carbon content g/kg	有机质含量 Organic matter content g/kg	全氮含量 Total nitrogen content g/kg	全磷含量 Total phosphorus content g/kg	全钾含量 Total potassium content g/kg
S	10	1.99	13.75	23.69	0.157	0.006 3	1.376
	25	2.87	11.36	19.58	0.060	0.004 1	3.254
	60	3.13	13.11	22.60	0.082	0.006 6	6.383
F	10	0.91	14.17	24.43	0.105	0.005 2	0.637
	25	1.22	16.11	27.77	0.075	0.004 0	1.453
	60	1.15	12.53	21.60	0.105	0.004 7	0.195
Y	10	0.74	12.54	21.62	0.079	0.002 3	0.479
	25	0.39	14.42	24.86	0.077	0.000 5	0.317
	60	0.91	12.03	20.74	0.071	0.001 8	1.104

等土壤微量元素的含量随着土壤深度的变化而变化,且靠近梭梭根部的土壤微量元素含量较高,而原生荒漠不同土层土壤微量元素含量变化不明显。由此可得,人工干预对生态修复试验区域内的土壤变化起到积极作用,梭梭林人工接种肉苁蓉种植模式对生态修复起到推动作用。

3 结论与讨论

(1)改善区域小气候。吐鲁番荒漠区域人工种植梭梭林后,试验区内风速明显降低,气温降低,相对湿度增加,改善了区域内的小气候,而且随着梭梭接种肉苁蓉种植模式的推广,人工管护力度加大,植被高度增加,盖度增大,对区域内小气候的改善作用就越明显。

(2)提高植被覆盖度和生物多样性。梭梭林接种肉苁蓉种植模式的推广前期需要人工种植梭梭,提高当地的植被盖度。由于试验区梭梭是人工植被,植被的稳定性较差,接种肉苁蓉后大量的人工辅助措施确保了梭梭林的成活率,植物的生长速度也较快,也为其他生物生长提供了条件,使得物种的丰富度也有所增加,除灌木外出现较多的草本植物及少量的藤本植物,提高了生物多样性。

(3)改善土壤理化性质。人工梭梭林接种肉苁蓉使当地植物覆盖度增加的同时,减少了土壤风蚀造成的一系列环境问题。而区域内植物数量增加的同时,土壤中的植物根系数量也大大增加,对土壤具有一定的团聚作用,同时利于防风固沙、保持水土。接种肉苁蓉期间的人工灌溉等管护行为使得区域内土壤的保水保肥能力增强,并增加了土壤的有机质含量。而人工梭梭林区域的生态修复试验属短期项目,土壤全氮、全磷、全钾含量变化不明显。

(4)长期以来,吐鲁番地区自然条件恶劣,是生态脆弱的荒漠区域。一方面,当地人口多,可耕地面积少,经济基础薄弱,而人工梭梭林接种肉苁蓉种植模式改造荒漠土地进行生

态修复,变有害为有利,不但可以防风固沙,而且可以改善当地人民生存环境;另一方面,增加了当地的经济收入,促进了经济发展,提高了人们的生活水平,也为区域内提供了大量的就业机会,满足了社会对肉苁蓉加工原材料的需求,带动了相关产业的发展,加快了人民脱贫致富的脚步。更具意义的是这种种植模式减少了人为破坏自然环境和野生植被的行为,提高了当地居民治理荒漠的积极性。

参考文献

- [1] 王涛,陈广庭,赵哈林,等. 中国北方沙漠化过程及其防治研究的新进展[J]. 中国沙漠,2006,26(4):507-516.
- [2] 程小红,潘存军,彭建新. 新疆第三次荒漠化监测中的问题及其建议[J]. 云南地理环境研究,2006,18(2):12-16.
- [3] 王根绪,程国栋,徐中民. 中国西北干旱区水资源利用及其生态环境问题[J]. 自然资源学报,1999,14(2):109-116.
- [4] 孙同光,贾宏涛,杨春,等. 新疆和田地区人工柽柳大芸生态修复模式及效益评价[J]. 中国农业信息,2012(21):126-127.
- [5] LU Z X,GAO B T. Study on ecological compensation system and land desertification control[J]. Asian agricultural research,2009(7):35-38.
- [6] 张智一. 生态经济学视角下沙漠化治理效益分析:以内蒙古科尔沁沙地为例[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版),2015,30(6):497-502.
- [7] 李丙文,王桂芬,张忠良,等. 肉苁蓉栽培技术研究进展[J]. 中国沙漠,2014,34(4):1049-1054.
- [8] 宋政梅. 吐鲁番防风治沙造林模式[J]. 干旱区研究,2012,29(1):181.
- [9] 戴湘艳,吕衡彦. 制约吐鲁番盆地山南山北设施农业作物生长关键期的灾害性天气气候特征分析及防御对策[J]. 新疆农业科技,2010(6):6-7.
- [10] 裴欢,覃志豪. 干旱区绿洲荒漠化演变趋势及成因分析:以吐鲁番绿洲为例[J]. 地理科学,2012,32(4):506-510.
- [11] 陈怀顺,赵晓英. 西北地区不同类型区生态恢复的途径与措施[J]. 草业科学,2000,17(5):65-68.
- [12] 穆哈西,洪明,马英杰,等. 搭配营造大芸的多种寄主林暨防风固沙模式[J]. 安徽农业科学,2013,41(4):1569-1570.
- [13] 白伟本,李特林. 北疆地区肉苁蓉人工接种栽培技术[J]. 农技服务,2010,27(5):602.
- [14] 孙慧琴. 梭梭人工接种肉苁蓉技术实验研究[J]. 农业科技与信息,2010(9):45-46.
- [15] 干旱区资源与环境,2014,28(8):125-131.
- [16] 黄维东,牛最荣,赵治文. 甘肃省主要河流环境质量分析评价[J]. 水文,2010,30(2):33-35.
- [17] 魏国,何俊仕. 沈阳市生态环境需水研究[J]. 人民长江,2008,39(11):54-57.
- [18] 严登华,何岩,邓伟,等. 东辽河流域河流系统生态需水研究[J]. 水土保持学报,2001,15(1):46-49.
- [19] 姜德娟,王会肖,李丽娟. 生态环境需水量分类及计算方法综述[J]. 地理科学进展,2003,22(4):369-378.
- [20] 李丽娟,郑红星. 海滦河流域河流系统生态环境需水量计算[J]. 地理学报,2000,55(4):495-500.
- [21] 中国工程院“21世纪中国可持续发展水资源战略研究”项目组. 中国可持续发展水资源战略研究综合报告[J]. 中国工程科学,2002,2(8):1-17.
- [22] 何永涛,李文华,李贵才,等. 黄土高原地区森林植被生态需水研究[J]. 环境科学,2005,25(3):35-39.
- [23] 田静,苏红波,陈少辉,等. 近20年来中国内陆地表蒸散的时空变化[J]. 资源科学,2012,34(7):1277-1286.
- [24] 罗小勇,邱京,涂建峰. 长江流域生态环境需水量研究[J]. 人民长江,2011,42(18):77-80.
- [25] 邱新法,刘昌明,曾燕. 黄河流域近40年蒸发皿蒸发量的气候变化特征[J]. 自然资源学报,2003,18(4):437-442.

(上接第56页)

算方法选取和主要计算因素的确定仍有一定局限性,这就需要在在今后的研究中进一步完善生态环境需水量的其他因素。

参考文献

- [1] 张强,李剑锋,陈晓宏,等. 水文变异下的黄河流域生态流量[J]. 生态学报,2011,31(17):4826-4834.
- [2] 孙栋元,赵成义,李菊燕,等. 基于层次分析法的干旱内陆河流域生态环境需水评价[J]. 水土保持通报,2011,31(5):108-114.
- [3] 丰丽华,王超,李勇. 流域生态需水量的研究[J]. 环境科学动态,2007(1):27-30,37.
- [4] 石伟,王光谦. 黄河下游生态需水量及其估算[J]. 地理学报,2002,57(5):595-602.
- [5] 程瑛,李维京,王润元,等. 近40a甘肃省气象灾害对社会经济的影响[J]. 干旱区地理,2006,29(6):844-849.
- [6] 姚玉璧,邓振镛,尹东,等. 黄河重要水源补给区甘南高原气候变化及其对生态环境的影响[J]. 地理研究,2007,26(4):844-852.
- [7] 李磊,惠亚梅,马敏泉,等. 黄河兰州段总氮总磷污染特征及控制策略[J]. 中国人口·资源与环境,2013,23(11):105-108.
- [8] 刘理臣,靳素芳,付春燕,等. 甘肃省水贫困时空分异及驱动因素研究[J]. 兰州大学学报,2016,52(1):205-210.
- [9] 吴梦初,延军平,刘栎杉. 甘肃省雨涝灾害时间对称性及趋势判断[J].