

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.20220510.001.

孙亚荣, 白应飞, 王亚娟, 等. 1999—2018 年延安市各区县退耕还林草实施效果分析[J]. 水土保持研究, 2023, 30(1): 209-215.
SUN Yarong, BAI Yingfei, WANG Yajuan, et al. Analysis on the Implementation Effect of Returning Farmland to Forestland and Grassland in Various Districts and Counties of Yan'an City from 1999 to 2018[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023, 30(1): 209-215.

1999—2018 年延安市各区县退耕还林草实施效果分析

孙亚荣¹, 白应飞³, 王亚娟¹, 景雪东⁴, 赵敏¹, 万星星⁵, 陈云明^{1,2}
(1.西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2.中国科学院 水利部
水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 3.延安市退耕还林工程管理办公室, 陕西 延安 716000;
4.延安市林业局, 陕西 延安 716000; 5.延安市天然林资源保护工程管理办公室, 陕西 延安 716000)

摘 要:为明晰“退耕还林草”政策实施以来延安市各区县实施效果,基于统计年鉴数据,以 1999—2018 年延安市退耕还林草植被恢复概况为基础,分类汇总各区县退耕还林草面积(退耕还林、封山育林和荒山造林)、乔灌木分布和生态经济比例,总结该区退耕还林草工程实施效果,剖析其存在问题,建立适宜当地退耕还林草发展的综合治理模式,以期为后续退耕还林草工程实施提供理论参考。结果表明:(1)截至 2018 年,延安市累计完成退耕还林草面积 71.82 万 hm^2 ,主要在吴起县(13.78 万 hm^2)、安塞区(9.48 万 hm^2)和志丹县(9.04 万 hm^2)最高,其中退耕还林面积最大(44.18 万 hm^2),其次为荒山造林(26.02 万 hm^2),封山育林最少(1.63 万 hm^2);(2)植被覆盖度整体随时间显著增加($p < 0.01$),决定系数 $R^2 = 0.87$,主要分布在黄龙县(90.5%)、黄陵县(89.7%)和富县(86.7%),延川县、子长县和吴起县最低,分别为 68.7%、68.3%和 66.7%;(3)乔木林、灌木林和草本植物面积分别为 46.81 万 hm^2 、25.01 万 hm^2 、0.01 万 hm^2 ,乔灌比在黄龙县(87:1)、延川县(39:1)、黄陵县(38:1)和宝塔区(16:1)较大,而草本植物仅在甘泉县涉及,面积为 0.01 万 hm^2 ;(4)生态林主要以刺槐和沙棘为主,面积占比分别为 34.43%和 20.70%,生态经济林为苹果和山杏,占总退耕还林草面积的 2.96%和 4.42%;(5)生态经济林面积占比在子长县、安塞区、洛川县和志丹县较高,比例分别为 51:1、27:1、24:1、18:1。综合来看,延安市各区县退耕还林草的实施对当地生态环境具有显著促进作用,但相关部门还需进一步改善植被覆盖度、乔灌木和生态经济林比例,并加强对退耕还林草的管护。

关键词:退耕还林草;延安市;实施效果;存在问题
中图分类号:S718.55 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2023)01-0209-07

Analysis on the Implementation Effect of Returning Farmland to Forestland and Grassland in Various Districts and Counties of Yan'an City from 1999 to 2018

SUN Yarong¹, BAI Yingfei³, WANG Yajuan¹, JING Xuedong⁴,
ZHAO Min¹, WAN Xingxing⁵, CHEN Yunming^{1,2}
(1.Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2.Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3.Yan'an City Conversion of Cropland to Forestland Project Management Office, Yan'an, Shaanxi 716000, China; 4.Yan'an Forestry Bureau, Yan'an, Shaanxi 716000, China; 5.Yan'an Natural Forest Resources Protection Project Management Office, Yan'an, Shaanxi 716000, China)

Abstract:To analyze the implementation effect of the ‘Returning Farmland to Forestland and Grassland’ policy clearly in all districts and counties of Yan'an City, based on the statistical yearbook data, we analyzed the effect of vegetation restoration of the project of returning farmland to forestland (grassland) in Yan'an

City from 1999 to 2018, and established a comprehensive development model suitable for the project of returning farmland to forestland (grassland) in Yan'an City in order to provide theoretical reference for the follow-up implementation. Based on the effectiveness of vegetation restoration in Yan'an City, we analyzed the area of conversion of farmland to forestland and grassland (returning farmland to forestland, closing hills for afforestation and afforestation), the proportion of trees, shrubs and grass, and the ecological economy, and comprehensive analyzed the forest and grass project implementation results and existing problems in Yan'an City. The results show that: (1) until 2018, Yan'an City had completed the conversion of farmland to forestland (grassland) with an area of 718 200 hm^2 , which mainly concentrated in Wuqi County (137 800 hm^2), Ansai County (94 800 hm^2) and Zhidan County (90 400 hm^2); the area of returning farmland to forestland and grassland was the largest (441.8 thousand hm^2), followed by barren mountain afforestation (260 200 hm^2), and the area of closing hills for afforestation was the least (16 300 hm^2); (2) the overall vegetation coverage in Yan'an City had increased significantly over time ($p < 0.01$, $R^2 = 0.87$), the higher vegetation coverage was found mainly in Huanglong County (90.5%), Huangling County (89.7%) and Fu County (86.7%), the vegetation coverage of Yanchuan County, Zichang County, and Wuqi County was the lowest, which was 68.7%, 68.3% and 66.7%, respectively; (3) the areas of arbor forest, shrub forest and herb forest were 468 100 hm^2 , 250 100 hm^2 and 0.01 million hm^2 , respectively; the ratios of arbor forest to shrub forest were 87 : 1 in Huanglong County, 39 : 1 in Yanchuan County, (38 : 1 in Huangling County and 16 : 1 in Baota District, herbaceous plants only involved in Ganquan County, with an area of 0.01 million hm^2 ; (4) the vegetation in the project of returning farmland to forestland and grassland was mainly acacia and shrubs Seabuckthorn; the areas of acacia and shrubs Seabuckthorn accounted for 34.43% and 20.70% of the total area of returning farmland to forestland and grassland, respectively; the ecological economic forests were apple and mountain apricot; the areas of apple and mountain apricot accounted for 2.96% and 4.42% of the total area of returning farmland to forestland and grassland, respectively; (5) the ratios of ecological forest to economic forest in Zichang County, Ansai District, Luochuan County the difference between and Zhidan County were the greatest, the ratios were 51 : 1, 27 : 1, 24 : 1 and 18 : 1 respectively. Combining the results, we put forward 3 pieces of suggestions for the follow-up development of returning farmland to forestland and grassland in Yan'an City. On the whole, the implementation of returning farmland to forestland and grassland in various districts and counties in Yan'an City had significantly promoted the local ecological environment, but the relevant departments should pay attention to further improvement of the vegetation coverage and the ratios among trees, shrubs and grasses and ecological economic forests, and strengthen the management of conversion of farmland to forestland and grassland.

Keywords: returning farmland to forestland and grassland; Yan'an City; implementation effectiveness; current problems

延安市地处黄土高原腹地,由于不合理的土地利用、毁林开荒等人类活动和恶劣气候的双重胁迫,使该区域植被遭到破坏,水土流失严重,生态环境脆弱,严重制约着当地社会的可持续发展。退耕还林草工程可根据区域自然条件,社会经济需求,有目的地对生态系统各种资源进行改变,常作为优化环境,扩充森林资源,保水保土等重要手段被广泛使用^[1-3]。作为我国迄今为止政策性最强、涉及面最广、投资性最大、群众参与程度最高的一项重大宏伟项目^[4],对抑制和扭转生态环境的恶化至关重要,在促进社会经济

发展,统筹人与自然和谐发展的科学道路与生态文明建设中意义重大。

自1999年以来,延安市在党中央、国务院号召带领下,率先在全国开展了大规模退耕还林草工作,2013年再次率先启动新一轮退耕还林草工作,以其执着的“延安精神”,掀起了一场波澜壮阔的“绿色革命”。截至2016年底,该区累计完成退耕还林草总面积 $7.143 \times 10^5 \text{ hm}^2$,其中退耕还林面积 $4.378 \times 10^5 \text{ hm}^2$,荒山造林面积 $2.601 \times 10^5 \text{ hm}^2$,封山育林面积 1.64 万 hm^2 ^[5]。经过20年退耕还林草工程,植被恢

复成效显著,有效遏制了区域水土流失,入黄泥沙量锐减,生物多样性增加,使延安市成功实现了由黄到绿的历史性变化,为全国生态修复提供了“延安样本”。在以往的研究中,有关该区退耕还林草工程在降低黄土高原土壤侵蚀、减少水土流失以及提高植被覆盖等方面成果丰硕,如谢怡凡等^[6]以延安市土地利用/植被盖度数据为基础,评估了当地 2000—2018 年生境质量的时空演变格局及其驱动因素,并表明该区生境质量整体增加,空间呈现南高北低;朱会利等^[7]表明 2000—2012 年延安市退耕还林草的植被覆盖度整体趋于上升趋势;陈雅茹等^[8]对延安市 1995—2007 年退耕还林草前后的水土保持功能价值进行评估,并发现单位面积植被的土壤保持功能表现为林地>疏林地>草地>耕地,同时水土保持量呈现由东北向西南增加的趋势,且以轻度和中度侵蚀为主^[9]。

目前为止,延安市退耕还林草工作成效显著,研究成果的数量和质量逐年上升,但主要集中于对单一指标成果评价,针对区域退耕还林草植被恢复取得成果的综合评价研究较少,尤其在植被的空间分布、生态经济林种和类型等方面仍缺乏深入的系统性分析与评价。鉴于此,为进一步加强当地退耕还林草工程的科学性和合理性,本研究以延安市 1999—2018 年退耕还林草数据为基础,揭示区域植被恢复概况,阐明该区退耕还林草工程中存在问题,提出适宜当地退耕还林草发展的方向,为区域退耕还林草工程的可持续发展提供科学依据和实践指导。

1 研究区概况

延安市位于陕西省北部,黄土高原中部(35°21′—37°31′N,107°41′—110°31′E),以丘陵沟壑区为主,地势北高南低,全市总面积 3.7 万 km²,占全国土地面积的 0.39%,人口 228.26 万,是全国总人口的 0.16%,表现为人口分布稀疏,矿产资源丰富,该区气候夏季炎热少雨,昼夜温差大,降水量少,蒸发强烈,属典型的大陆干旱半干旱气候。自 1999 年实施退耕还林草工作后,截止 2018 年延安市退耕还林草面积达 71.82 万 hm²,其中共营造生态林 67.60 万 hm²,以刺槐(*Robinia pseud-oacacia*)和沙棘(*Hippophae rhamnoides*)为主,退耕还林中生态经济树种主要有苹果(*Malus pumila*)、枣(*Ziziphus jujuba*)、梨(*Pyrus spp*)、核桃(*Juglans regia*)和花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)等 15 种,共涉及 13 个行政区。

2 数据来源

本研究所使用的延安市各区县退耕还林草植被

类型、林种分布和植被覆盖度的动态数据来源于延安市退耕还林办公室,并结合延安市的退耕还林草植被类型数据整理所得延安市各区县乔灌木的空间分布特征,水土流失面积减少量和固土等水土保持效益数据来自延安市 2018 年第五届六次《政府工作报告》和《2018 年国民经济和社会发展规划执行情况与 2019 年国民经济和社会发展规划草案报告》。

3 结果与分析

3.1 延安市退耕还林草实施概况

3.1.1 退耕还林草面积及区域分布 截至 2018 年,延安市累计完成退耕还林草面积 71.82 万 hm²,在吴起县和安塞区最高,分别占 13.78 万 hm²,9.49 万 hm²,其中退耕还林草工程中主要以退耕还林为主,占总退耕还林草工程的 61.49%,其次为荒山造林(36.22%),封山育林面积最小(2.28%)(表 1),退耕还林与荒山造林面积分别是封山育林面积的 26.93 倍和 15.87 倍。延安市各区县退耕还林面积中,吴旗县退耕面积最高,达 7.69 万 hm²,占全市退耕还林的 17.4%,其次为安塞区(5.65 万 hm²)、志丹县(5.51 万 hm²)、宝塔区(4.68 万 hm²)和延川县(4.85 万 hm²),黄陵县最少,为 0.29 万 hm²,仅占区域退耕还林的 0.66%。荒山造林是市直局主要退耕还林草工程,当地荒山造林面积 0.38 万 hm²,相当于延安市荒山造林面积的 1/76,安塞区和志丹县分别达 3.66 万 hm²,3.47 万 hm²,累计占荒山育林总面积的 27.4%。封山育林在退耕还林草工程中占比均较小,各区县分别在 0.08~0.21 万 hm²间波动。

表 1 延安市各县退耕还林草工程分布特征

| 区域 | 退耕还林/ 万 hm ² | 荒山造林/ 万 hm ² | 封山育林/ 万 hm ² | 合计/ 万 hm ² | 占比/% |
|-----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------|
| 延安市 | 44.18 | 26.02 | 1.63 | 71.82 | 100.00 |
| 宝塔区 | 4.68 | 2.29 | 0.15 | 7.12 | 9.91 |
| 延长县 | 3.62 | 2.22 | 0.16 | 6.00 | 8.35 |
| 延川县 | 4.85 | 2.15 | 0.21 | 7.21 | 10.04 |
| 子长县 | 6.33 | 1.38 | 0.02 | 7.73 | 10.76 |
| 安塞区 | 5.65 | 3.66 | 0.18 | 9.49 | 13.21 |
| 志丹县 | 5.51 | 3.47 | 0.06 | 9.04 | 12.59 |
| 吴起县 | 7.69 | 6.03 | 0.06 | 13.78 | 19.19 |
| 甘泉县 | 2.25 | 0.61 | 0.17 | 3.03 | 4.22 |
| 富县 | 0.94 | 0.86 | 0.18 | 1.98 | 2.76 |
| 洛川县 | 0.26 | 0.66 | 0.09 | 1.01 | 1.41 |
| 宜川县 | 1.61 | 1.58 | 0.19 | 3.38 | 4.71 |
| 黄龙县 | 0.50 | 0.29 | 0.08 | 0.87 | 1.21 |
| 黄陵县 | 0.29 | 0.43 | 0.08 | 0.80 | 1.11 |
| 市直局 | 0.00 | 0.38 | 0.00 | 0.38 | 0.53 |

3.1.2 退耕还林草中植被覆盖度的空间变化 植被

覆盖度指植被在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比^[10],是评判区域生态环境的重要指标^[11]。2000—2018 年延安市平均植被覆盖度随时间整体呈上升趋势,与延安市北部变化趋势相近,全市退耕还林草平均植被盖度由 2000 年的 46.1% 增加到 2018 年的 78.4%,植被盖度增加了 32.3%,延安市北部平均植被盖度从 2000 年的 29.8% 增加到 2018 年的 70.6%,其中北部是延安市平均植被盖度的 0.90

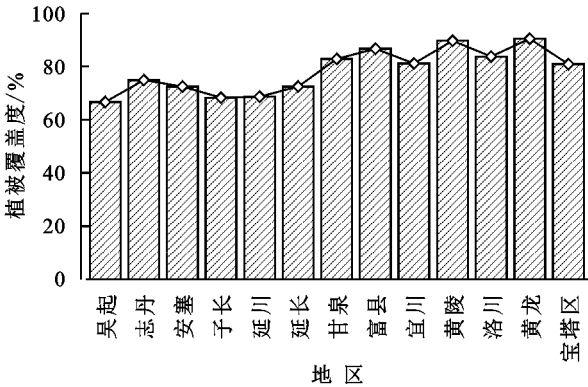


图 1 2018 年延安市各区县植被覆盖度

3.2 延安市各区县退耕还林草中植被的分布特征

3.2.1 延安市各区县乔灌草资源分布特征 在统计的延安市 13 个区县退耕还林草中共营造乔木林、灌木林和草本植物 47 种,其中乔木林 36 种、灌木林 9 种、草本植物 2 种。表 2 为延安市退耕还林草工程中乔木林、灌木林和草本植被的配置,其中退耕还林草中乔灌草面积总体表现为乔木林(46.81 万 hm²)>灌木林(25.01 万 hm²)>草本植物(0.01 万 hm²),比例约 4 680 : 250 : 1,乔木林是灌木林和草本面积的 19 倍和 4 680 倍。乔灌草分布表明,各区县中乔木林在延川县、宝塔区和延长县较高,分别为 7.09 万 hm²,6.72 万 hm²,5.00 万 hm²,黄陵县最少(0.78 万 hm²),灌木林在吴起县(11.16 万 hm²)、安塞区(4.77 万 hm²)、志丹县(4.13 万 hm²)占比较大,草本植物均较少,仅有甘泉县涉及,面积为 0.01 万 hm²。乔灌比例除安塞区和志丹县在 1 : 1 外,其余比例均存在差异,其中黄龙县和延川县乔灌差异最大,达 87 倍和 64 倍,使得延安市退耕还林草表现为林分结构简单,空间利用率低,重乔轻灌草严重。

3.2.2 延安市各区县中植被类型分布特征 统计发现,延安市退耕还林草主要代表乔灌种有刺槐、沙棘、侧柏 (*Platycladus orientalis*)、山杏 (*Armeniaca sibirica*) 和苹果,分别占退耕还林草总面积的 47.93%,28.81%,4.71%,4.42% 和 2.96%,累计占 88.83%(表 3)。通过分析各区县退耕还林草植被表明,各区县退耕还林植被均以刺槐为主,在宝塔区(5.48 万 hm²)、子长县(5.2 万 hm²)等北部地区较高,

倍,平均上升了 25.41 个百分点,黄龙县植被覆盖度最高,达 90.5%,其次为黄陵县,为 89.7%,吴起县最低,仅为 66.7%(图 1)。将延安市和延安市北部植被盖度与统计年份进行线性拟合发现,当地植被盖度随时间变化均存在显著正相关关系($p<0.01$),相关系数 R^2 分别为 0.87,0.85(图 2)。总体来看,延安市退耕还林草主要集中于延安市北部,这主要受政策的执行和落实情况以及地域小气候变化影响。

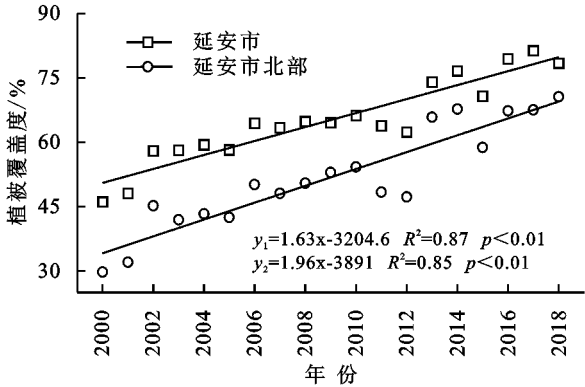


图 2 2000—2018 年延安市植被覆盖度

最大极差达 5.27 万 hm²,这主要是因刺槐在干旱地区具有较强的适应性,成活率高,在保持水土、抵抗侵蚀方面有一定优势。其次退耕植被主要为灌木沙棘,经济林主要以苹果为主,在宝塔区(0.86 万 hm²)、安塞区(0.30 万 hm²)、延川县(0.25 万 hm²)和延长县(0.20 万 hm²)等地区占比均较大,山杏主要集中于子长县(0.94 万 hm²)、安塞区(0.62 万 hm²)、延长县(0.61 万 hm²)和甘泉县(0.41 万 hm²),不同植被类型在黄陵县与黄龙县中均涉及较少。

表 2 延安市各区县乔灌草分布特征

| 区域 | 乔木/ 万 hm ² | 灌木/ 万 hm ² | 草本/ 万 hm ² | 乔灌 比例 | 比例 |
|-----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|----------------|
| 宝塔区 | 6.72 | 0.41 | 0.00 | 16 : 1 | 16 : 1 : 0 |
| 延长县 | 5.00 | 1.00 | 0.00 | 5 : 1 | 5 : 1 : 0 |
| 延川县 | 7.09 | 0.11 | 0.00 | 64 : 1 | 64 : 1 : 0 |
| 子长县 | 5.46 | 2.26 | 0.00 | 2 : 1 | 2 : 1 : 0 |
| 安塞区 | 4.72 | 4.77 | 0.00 | 1 : 1 | 1 : 1 : 0 |
| 志丹县 | 4.92 | 4.13 | 0.00 | 1 : 1 | 1 : 1 : 0 |
| 吴起县 | 2.62 | 11.16 | 0.00 | 1 : 4 | 1 : 4 : 0 |
| 甘泉县 | 2.61 | 0.41 | 0.01 | 6 : 1 | 261 : 41 : 1 |
| 富县 | 1.86 | 0.12 | 0.00 | 16 : 1 | 16 : 1 : 0 |
| 洛川县 | 0.92 | 0.09 | 0.00 | 10 : 1 | 10 : 1 : 0 |
| 宜川县 | 2.86 | 0.52 | 0.00 | 6 : 1 | 6 : 1 : 0 |
| 黄龙县 | 0.87 | 0.00 | 0.00 | 87 : 0 | 87 : 0 : 0 |
| 黄陵县 | 0.78 | 0.02 | 0.00 | 39 : 1 | 39 : 1 : 0 |
| 市直属 | 0.38 | 0.00 | 0.00 | 38 : 0 | 38 : 0 : 0 |
| 合计 | 46.81 | 25.01 | 0.01 | 2 : 1 | 4680 : 250 : 1 |

3.2.3 延安市各区县中林种分布特征 表 4 生态林

与经济林面积统计结果表明,该区退耕还林草工程以生态林为主,占退耕还林草总面积的 94.04%(67.54 万 hm²),而生态经济林仅占 5.96%(4.28 万 hm²),生态林与经济林面积比达 16 : 1,且经济树种以山地苹果、山杏和山桃等为主(表 3),均以零星种植为主。其中生态林中退耕还林面积是荒山造林和封山育林的 1.5 倍和 24.5 倍,经济林在封山育林和荒山造林中均未涉及。以延安市各区县为单元分析,退耕还林中生

态林主要集中于吴起县(7.69 万 hm²)、子长县(6.18 万 hm²)、安塞区(5.31 万 hm²)和志丹县(5.03 万 hm²),经济林分别在宝塔区(0.90 万 hm²)、延长县(0.70 万 hm²)、延川县(0.65 万 hm²)、志丹县(0.48 万 hm²)和安塞区(0.34 万 hm²)。通过对延安市各区县的生态经济林比(8 : 2)进行对比分析,结果表明,吴起县生态经济林比例失衡最大,达 14 : 0,其次为安塞区,为 27 : 1,黄龙县最小(8 : 2)。

表 3 延安市各区县植被分布特征

万 hm²

| 区域 | 刺槐 | 苹果 | 沙棘 | 侧柏 | 柠条 | 山杏 | 核桃 | 枣 | 油松 | 山桃 | 杨树 | 其他 |
|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 宝塔区 | 5.48 | 0.86 | 0.25 | 0.21 | 0.15 | 0.14 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 延长县 | 3.49 | 0.20 | 0.09 | 0.32 | 0.09 | 0.61 | 0.03 | 0.13 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 1.04 |
| 延川县 | 4.15 | 0.25 | 0.00 | 2.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 |
| 子长县 | 5.20 | 0.09 | 1.32 | 0.00 | 0.00 | 0.94 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.13 |
| 安塞区 | 3.46 | 0.30 | 4.15 | 0.10 | 0.00 | 0.62 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 0.33 | 0.25 | 0.04 |
| 志丹县 | 4.03 | 0.06 | 3.77 | 0.09 | 0.29 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.35 | 0.00 | 0.03 | 0.36 |
| 吴起县 | 0.97 | 0.00 | 11.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.93 | 0.59 | 0.08 |
| 甘泉县 | 2.21 | 0.07 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.41 | 0.09 | 0.00 | 0.03 | 0.11 | 0.02 | 0.09 |
| 富 县 | 1.45 | 0.15 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.03 | 0.18 |
| 洛川县 | 0.79 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.10 |
| 宜川县 | 2.09 | 0.07 | 0.00 | 0.11 | 0.02 | 0.39 | 0.02 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.56 |
| 黄龙县 | 0.21 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.03 | 0.13 |
| 黄陵县 | 0.51 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.06 | 0.04 |
| 市直局 | 0.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 合 计 | 34.43 | 2.13 | 20.70 | 3.38 | 0.55 | 3.17 | 0.56 | 0.55 | 1.10 | 1.38 | 1.01 | 2.87 |
| 占比/% | 47.93 | 2.96 | 28.81 | 4.71 | 0.77 | 4.42 | 0.78 | 0.78 | 1.53 | 1.92 | 1.41 | 3.99 |

表 4 延安市各区县生态林与经济林分布特征

| 区域 | 退耕还林/万 hm ² | | 荒山造林/万 hm ² | | 封山育林/万 hm ² | | 合计/万 hm ² | | 比例 |
|-----|------------------------|------|------------------------|------|------------------------|------|----------------------|------|--------|
| | 生态林 | 经济林 | 生态林 | 经济林 | 生态林 | 经济林 | 生态林 | 经济林 | |
| 宝塔区 | 3.79 | 0.90 | 2.29 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 6.23 | 0.90 | 7 : 1 |
| 延长县 | 2.92 | 0.70 | 2.22 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 5.30 | 0.70 | 8 : 1 |
| 延川县 | 4.20 | 0.65 | 2.15 | 0.00 | 0.21 | 0.00 | 6.56 | 0.65 | 10 : 1 |
| 子长县 | 6.18 | 0.15 | 1.38 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 7.58 | 0.15 | 51 : 1 |
| 安塞区 | 5.31 | 0.34 | 3.66 | 0.00 | 0.18 | 0.00 | 9.15 | 0.34 | 27 : 1 |
| 志丹县 | 5.03 | 0.48 | 3.47 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 8.56 | 0.48 | 18 : 1 |
| 吴起县 | 7.69 | 0.00 | 6.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 13.78 | 0.00 | 14 : 0 |
| 甘泉县 | 2.08 | 0.17 | 0.61 | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 2.86 | 0.17 | 17 : 1 |
| 富县 | 0.77 | 0.17 | 0.86 | 0.00 | 0.18 | 0.00 | 1.81 | 0.17 | 11 : 1 |
| 洛川县 | 0.21 | 0.04 | 0.66 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.96 | 0.04 | 24 : 1 |
| 宜川县 | 1.14 | 0.47 | 1.58 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 2.91 | 0.47 | 6 : 1 |
| 黄龙县 | 0.34 | 0.16 | 0.29 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.71 | 0.16 | 4 : 1 |
| 黄陵县 | 0.24 | 0.05 | 0.43 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.75 | 0.05 | 13 : 1 |
| 市直局 | 0.00 | 0.00 | 0.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.38 | 0.00 | 38 : 0 |
| 合计 | 39.90 | 4.28 | 26.01 | 0.00 | 1.63 | 0.00 | 67.54 | 4.28 | 16 : 1 |

3.3 延安市退耕还林草中植被的水土保持效益分析

根据延安市 2018 年第五届六次《政府工作报告》

和《2018 年国民经济和社会发展计划执行情况与 2019 年国民经济和社会发展计划草案报告》记载,延

安市年入黄河泥沙由治理前 2.58 亿 t(1999 年)降为 0.31 亿 t(2018 年),降幅达 87.98%,每年退耕还林草涵养水源 6.0 亿 m^3 ,固土达 1 044.1 万 t,水土流失面积减少了 6 716.2 km^2 。在延安市实施退耕还林草工程植被恢复后,每年吸收污染物 7.9 万 t,滞尘 879 万 t,吸滞 TSP 703 万 t;扬沙天气由退耕前的 27.2 次/年减少为 2.7 次/年,城区空气优良天数达到 315 d。目前,省级以上自然保护区达到 7 个,其中国家自然保护区 2 个,13 个县区均被列为全国生态环境建设示范县。区域水土流失现状明显好转,新增水土流失治理面积 1 000 km^2 ,新增水土流失地区封育保护面积 142.3 km^2 。

4 结论与建议

4.1 结论

(1) 2000—2018 年延安市植被覆盖度随时间变化表现为显著正相关关系($p < 0.01$),增加 32.3 个百分点,决定系数 R^2 为 0.87。各区县植被覆盖度中黄龙县(90.5%)和黄龙县较高(89.7%),而吴起县则较低(66.7%)。

(2) 延安市退耕还林草植被主要以乔木刺槐和灌木沙棘为主,占退耕还林草面积的 76.74%,草本植物仅在甘泉县涉及,其中乔木林累计营造 46.81 万 hm^2 ,灌木林 25.01 万 hm^2 和草本植物 0.01 万 hm^2 。而乔灌草比在黄龙县差异最大(87:0:0),其次是延川县(64:0:0),而甘泉县中乔灌草比差异最小(261:41:1)。

(3) 到 2018 年为止,延安市累计实施退耕还林草面积 71.82 万 hm^2 ,主要集中于延安市北部(吴起县、安塞区、志丹县、子长县、延川县、宝塔区和延长县),分别占延安市退耕还林草总面积的 19.18%,13.21%,12.59%,10.75%,10.03%,9.91%和 8.35%。退耕还林草以生态林为主,面积达 67.54 万 hm^2 ,而经济林仅占退耕还林草面积的 4.28 万 hm^2 。

4.2 建议

退耕还林草工程是我国实施西部大开发项目的重要政策之一,1999 年国务院提出了退耕还林草工程,2002 年国务院根据《退耕还林条例》将退耕还林草工程分为:退耕还林、封山绿化、以粮代赈和个体承包四部分,并在延安市率先开展了退耕还林草试验点。从整体上看,延安市退耕还林草取得了显著成效,但仍存在一些问题,本研究针对延安市退耕还林草工程实施成效,剖析以下存在问题(植被覆盖度高,乔灌草空间分布不均,生态林与生态经济林的科学配置),并对延安市新一轮退耕还林草工程提出以下建议:

(1) 明确延安市各区县退耕还林草植被覆盖度

最优阈值。植被覆盖度是表征森林生态系统中乔木林和灌草间相互关系的一个重要指标,可从侧面反映森林生态系统结构,如高盖度的植被导致区域蒸腾耗水增加,使得土壤水分对植被供需不足,特别是典型水资源稀缺的黄土高原地区,供水的不平衡致使土壤干燥化,延安市出现许多“小老头”树就是一个范例^[12]。因此,在森林生态系统中乔木林覆盖度应存在一个阈值,使得植被盖度处于阈值两侧时生态系统表现截然不同的变化特征^[13]。如果忽视植被的阈值效应,就可能导致森林生态系统结构的不合理,最终影响森林生态系统功能。如张军泽等^[14]表明,在植被恢复中乔木层阈值为 42.85%,当盖度超过该值后,林下灌草覆盖度开始下降;索立柱^[15]以安塞区为研究对象,分析不同乔灌林地的最优植被盖度,并提出当植被盖度降低 25%~50%时,可有效减少土壤干燥化。因此,确定该市各区县的植被阈值对区域今后退耕还林草意义重大。在高盖度的区县可通过抚育间伐以乔木林为主的高密度人工林,有效降低植被盖度,而对低盖度的地区,可灵活选择植被,提高植被盖度,发挥退耕还林草的最大效益。最后,只有灵活把握选种育苗、适地栽种、抚育间伐、防治病虫害等环节的配合与管控,才能实现植被的快速发展。然而,对延安市各区县的植被阈值鲜有研究,可作为今后的研究方向。

(2) 科学配置生态系统中乔灌草空间分布。乔灌草植被的空间配置作为植被建设的核心,其目的不仅能解决乔木林、灌木林和草本植物的空间配置及比例问题,也关系到乔灌草的物种选择和生态及生态经济价值,对维持和提高森林生态系统物种多样性至关重要^[16-17]。辛云玲等^[18]以延安市为例,分析水土保持林树种的空间林分结构特征,结果表明延安市林层结构简单,成层性不强,更新困难,而在林分水平结构上延安市植被主要表现为植被单一、林龄较高且相近^[19];郭彪等^[20]以乔木小叶杨、灌木沙棘和撂荒地为研究对象,分析其土壤水分变化特征,并表明在植被的恢复重建过程中,需调整土地利用结构,改善乔灌草比例,实现多样化植被恢复,合理分配种群密度,构建相对平衡的植被群落,减少个体与群落间矛盾^[21]。因此,在新一轮退耕还林草中要特别重视乔灌草的合理搭配,在遵循造林基本原则(宜林则林、宜草则草、宜荒则荒)的基础上,根据区域自然植被的地带性分布和局部小气候,充分考虑林草比例和物种选择,既实现乔灌草空间合理分配,又达到土地资源合理利用的目的。如近年来品质优良的苜蓿在多数地区成为首

推草种,但对于地处干旱半干旱的黄土丘陵区,在草本植物的推广过程中重点关注草种的抗旱节水。

(3) 协调生态林与生态经济林比例。经济林是除生产木材以外的果品、药材、饮料和工业原料等为主要目的的经济林种,也是森林生态系统的主要组成部分^[22],其不但能有效增加人民收益,而且在促进社会发展和蓄水保土等方面作用显著,同时兼备生态林、保障民生和改善当地生活水平的功能。科学规范经营经济林亦可起到保水保土效果^[23]。根据最新退耕还林条例,生态林与经济林比应维持在 8:2,即经济林比重应不低于退耕还林草面积的 20%,所以生态林与经济林比成为延安市退耕还林草的重要存在问题。因此,在今后工作中,我们应坚持以生态林为主,根据区域气候、地形等特点发展特种生态经济林,特别是果业和草地畜牧业,如近年来新兴的洛川苹果、安塞苹果等。然而在发展生态经济林过程中,不仅要提高生态经济林数量,还要重视其质量,以提高农民积极性,保证就业增收。同时,坚持“生态建设产业化,产业建设生态化”的基本理念,结合当地实际情况,因地制宜选择林种,为区域经济发展打下坚实基础,实现既能绿水青山,又能金山银山的奋斗目标,满足社会对林业多样化发展的需求^[24]。

致谢:退耕还林草作为国民经济的重要组成部分,不仅有较好的经济效益,也对生态环境产生巨大影响。目前,延安市退耕还林草工程成果显著,同时也存在一些问题,而这些问题的解决离不开政府和人民的共同努力。最后,作者在此非常感谢陕西省延安市退耕还林办公室提供的有关退耕还林草工程数据及相关建议和信息协助。

参考文献:

[1] 胡海清,罗碧珍,罗斯生,等.林火干扰对森林生态系统碳库的影响研究进展[J].林业科学,2020,56(4):160-169.

[2] 黄麟,郑瑜晗,肖桐.中国县域尺度生态保护的地域分异及其适宜性[J].地理学报,2018,28(1):46-58.

[3] 刘文超,刘纪远,匡文慧.陕北地区退耕还林还草工程土壤保护效应的时空特征[J].地理学报,2019,74(9):1835-1852.

[4] 刘胜涛,牛香,王兵,等.陕西省退耕还林工程生态效益评估[J].生态学报,2018,38(16):5759-5770.

[5] 李蕴琪,韩磊,朱会利,等.基于土地利用的延安市退耕还林前后生态服务价值变化[J].西北林学院学报,2020,35(1):203-211.

[6] 谢怡凡,姚顺波,邓元杰,等.延安市退耕还林(草)工程

对生境质量时空格局的影响[J].中国生态农业学报,2020,28(4):575-586.

[7] 朱会利,杨改河,韩磊.延安市退耕过程植被覆盖度变化及其影响因子分析[J].农业机械学报,2015,46(8):272-280.

[8] 陈雅如,康慕谊,宋富强.延安市退耕还林前后土壤保持功能价值评估[J].北京林业大学学报,2013,35(6):67-73.

[9] 王森,王海燕,谢永生,等.延安市退耕还林前后土壤保持生态服务功能评价[J].水土保持研究,2019,26(1):280-286.

[10] 甘春英,王兮之,李保生,等.连江流域近 18 年来植被覆盖度变化分析[J].地理科学,2011,31(8):1019-1024.

[11] 游珍,李占斌,袁琼,等.干旱区植被覆盖度的建设阈值分析[J].水土保持研究,2005,12(3):88-90.

[12] 乔雨宁,董从国,黄敏,等.黄土高原不同植被带刺槐生态化学计量特征[J].水土保持研究,2020,27(4):31-38,46.

[13] 韩晓佳,王继军,赵晓翠,等.城市近郊型乡镇农业生态系统生态潜力及产业空间布局:以延安市河庄坪镇为例[J].生态学报,2021,41(12):4720-4731.

[14] 张军泽,陈锡云,岳辉,等.不同恢复模式下红壤区森林植被盖度变化的阈值效应分析[J].自然资源学报,2019,34(11):2403-2414.

[15] 索立柱.黄土高原不同空间尺度土壤水分动态变化影响因素分析与随机模拟[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2019.

[16] 王智慧,陈金磊,方晰.湘中丘陵地区 4 种植物群落的物种组成和数量特征[J].中南林业科技大学学报,2021,41(6):112-121.

[17] 秦伟,朱清科,刘中奇,等.黄土丘陵沟壑区退耕地植被自然演替系列及其植物物种多样性特征[J].干旱区研究,2008,25(4):507-513.

[18] 辛云玲,朱清科,罗舒元,等.陕北黄土区水土保持林林分空间结构特征[J].中国水土保持科学,2020,18(5):17-25.

[19] 赵维军,朱清科,李萍,等.陕北黄土区林分空间点格局分析[J].应用基础与工程科学学报,2014,22(2):216-226.

[20] 郭彪,王尚义,牛俊杰,等.晋西北不同植被类型土壤水分时空变化特征[J].水土保持通报,2015,35(1):267-273.

[21] 王青宁,王哈生,周景斌,等.植被作用下的土壤干化及其发生机制探讨[J].干旱地区农业研究,2004,22(4):163-167.

[22] 周晓光.国外经济林产业技术发展经验及启示[J].经济林研究,2020,38(4):246-252.

[23] 山仑.水土保持与可持续发展[J].中国科学院院刊,2012,27(3):346-351.

[24] 白明,布仁门德.基于可持续发展视角的生态林业建设对策[J].林产工业,2021,58(4):81-83.