

气候变化与人类活动对盐池县生态环境的影响

文琦^{1,3}, 丁彩霞²

(1. 宁夏大学 资源环境学院, 宁夏 银川 750021; 2. 陕西师范大学 旅游与环境学院,
陕西 西安 710062; 3. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 利用宁夏回族自治区盐池县 1981—2010 年气候、社会经济数据, 采用倾向率法、一元线性回归方程拟合等, 深入分析了盐池县气候变化与人类活动对生态环境的影响。结果表明, 盐池县正处于气候暖干化时期, 1981—2010 年, 气温以 0.22 °C/10 a 的速率上升; 降水量以 1.44 mm/10 a 的速率在波动中下降; 蒸发量以 9.85 mm/a 的速率下降。不同时期人类活动对生态环境的影响不同, 20 世纪 80、90 年代的滥挖、滥牧、滥采造成该地区生态环境恶化。2001 年起, 退耕还林(草)、禁牧等对盐池县生态环境产生了积极的影响, 扭转了 20 世纪 90 年代生态环境恶化的局面, 并开始表现出一定抵御自然灾害的能力。研究认为, 人类活动是盐池县近 30 a 生态环境演变的主导因素。因此, 只有合理开发、利用自然资源, 推进人与生态环境和谐共处, 才能保障盐池县经济社会的可持续发展。

关键词: 气候变化; 人类活动; 生态环境; 盐池县

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)05-0285-05

中图分类号: P732

Effects of Climate Change and Human Activities on Ecological Environment of Yanchi County of Ningxia Hui Autonomous Region

WEN Qi^{1,3}, DING Cai-xia²

(1. School of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China;
2. School of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China;
3. Institute of Geographic Science and Natural Resources, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Based on the climatic, social and economic data from 1981 to 2010 in Yanchi County of Ningxia Hui Autonomous Region, the impacts of climate change trends and human activities on ecological environment were analyzed using trend analysis and linear regression methods. Results show that from 1981 to 2010, the mean annual temperature in Yanchi County increased at a warming speed of 0.22 °C/10 a, the mean annual precipitation declined at a rate of 1.44 mm/10 a, and the mean annual evaporation decreased at a rate of 9.85 mm/a, which imply that the climate of the region was in the warming-drying period. The influences of human activities on environment were different in different periods. In the 1980s and 1990s, indiscriminate mining, overgrazing and excessive cutting caused the deterioration of ecological environment. After 2000, a series of protection measures like the "Grain for Green" project and forbidden grazing policies had some positive effects on local ecological environment and the region began to show the ability to defend against natural disasters. In brief, human activities play a major role in the eco-environment change. Therefore, rational development and utilization of natural resources can promote the harmonious coexistence of human and ecological environment and guarantee the sustainable development of economy and society in Yanchi County.

Keywords: climate change; human activity; ecological environment; Yanchi County of Ningxia Hui Autonomous Region

在气候变化和人类活动的双重驱动下, 中国西北干旱区生态环境问题已成为全球变化与可持续发展领域关注的焦点。气候变化和人类活动造成土地利

用结构变化、土壤污染、地下水系及大气恶化等, 导致区域生态系统的微气候、水文、植被、生物等生境发生变化, 进而发展为不可逆转的生态问题^[1]。盐池县地

收稿日期: 2012-12-07

修回日期: 2013-01-04

资助项目: 宁夏自然科学基金项目“宁东能源开发对生态环境的影响及优化途径”(NZ1107)

作者简介: 文琦(1979—), 男(汉族), 宁夏回族自治区彭阳县人, 副教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事资源开发与乡村发展研究。E-mail: wenq98@163.com。

处于干旱与半干旱过渡区,属典型的农牧交错带,区域气候暖干化趋势显著。气候变化与人类活动成为该区域生态环境演变的重要驱动力,以土地荒漠化为特征的生态环境演变严重威胁着当地经济发展与生态安全。学者们建立了县域尺度上生态环境质量综合评价指标体系,并运用 GIS 手段对该县生态环境动态进行监测,对农牧交错带生态环境质量状况进行了发展趋势预测,研究认为自然因素控制着土地覆被状况和变化,而人类的社会经济活动则决定了它的变化速率和方向,对土地沙漠化变化起着主导作用,两者在不同时间和空间尺度上相互作用^[2-5]。气候变化与人类活动对于生态环境的作用难以完全孤立研究,因此将二者综合进行研究成为新时期生态脆弱区研究的重点命题。本文通过研究气候演变与人类活动对生态环境的作用,以期在正确反映气候变化过程及人类活动影响的情况下为生态环境建设提供可靠及时的理论和现实依据,并为盐池县生态环境与社会经济协调发展,水土资源可持续利用提供科学依据。

1 研究区概况与研究方法

盐池县位于宁夏东部(106°30′—107°47′E, 37°04′—38°10′N),总面积 8 661.3 km²。北与毛乌素沙地相连,南接黄土高原,处于半干旱向干旱区,草原向荒漠区,农区向牧区的过渡地带,属典型的农牧交错生态脆弱区。地处温带大陆性气候区,多年平均降雨量 282 mm,且集中在 7—9 月。植被稀少,以草本植物为主,其中以草原植被、沙地植被和沙柳等灌丛居多。土地资源丰富,主要为牧草地,其次为农业与林业用地。截止至 2010 年底,全县总人口为 1.67 × 10⁵ 人,国民生产总值 2.67 × 10⁹ 元,经济结构以畜牧业为主。气象数据主要取自盐池气象站 1981—2010 年气温和降水观测资料,采用 1981—2010 年平均气温、年降水量、年蒸发量等对盐池县近 30 a 来气候演变进行分析。社会经济活动数据来源于宁夏统计年鉴和盐池县国民经济统计公报。

以 1981—2010 各年份为自变量,盐池县年平均气温、年降水量和年蒸发量等气象要素为因变量,利用一次直线方程和气候要素距平变化定量描述气候变化趋势。

2 结果与分析

2.1 气候变化

气候变化是指气候平均值和距平值两者中的一个或两个一起出现了统计意义上的显著变化。距平值增大表明气候状态不稳定性增加,气候变化敏感性增大。

2.1.1 气温变化趋势 从 1981—2010 年盐池县年平均气温可以看出(图 1),盐池县温度序列在波动中上升。一次线性拟合方程为: $y=0.0222x+8.212$,气温以 0.22 °C/10 a 的速率在上升。多年平均气温为 8.56 °C,20 世纪 80 年代平均气温为 8.1 °C,90 年代为 8.89 °C,2000—2010 年为 8.63 °C,除 80 年代以外,其他各年代气温均高于多年平均气温。其中,90 年代比 80 年代高出 0.79 °C,2000—2010 年较 20 世纪 80 年代高出 0.53 °C,较 90 年代下降了 0.26 °C。由图 1 看出盐池县年气温距平在 1987 年以后进入以正距平为主的阶段。1997—2002 年出现连续正距平,且距平值较高,1999 年最高距平达到 1.44 °C,20 世纪 90 年代气温达到了近 30 a 的最高值。

2.1.2 降水量的变化 1981—2010 年盐池县年均降水变化显示,降水量在波动中呈下降趋势(图 2)。一元线性拟合方程为: $y=-0.144x+282.81$,表明盐池县降水以 1.44 mm/10 a 的速率在减少。多年平均降水量 282.58 mm,20 世纪 80 年代平均降水量 266.49 mm,90 年代为 309.92 mm,降水量相对增多;2000 年和 2005 年严重干旱,导致 2000—2010 年平均降水量为 270.9 mm,低于近 30 a 平均降水量。从盐池县降水量距平百分率变化可看出,2004 年以前主要以正距平为主,2004 年后降水量持续低于近 30 a 平均水平。

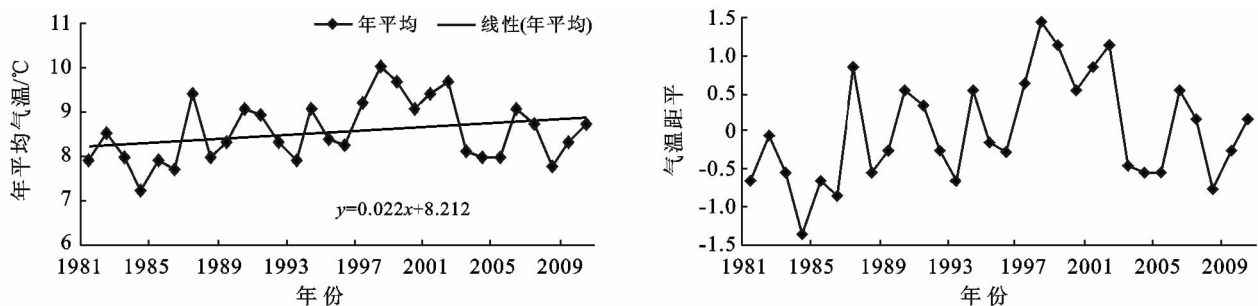


图 1 盐池县年平均气温及气温距平变化

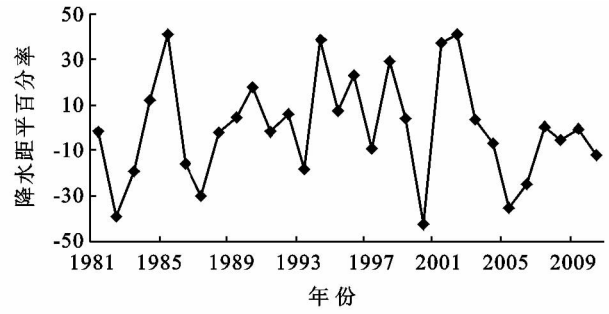
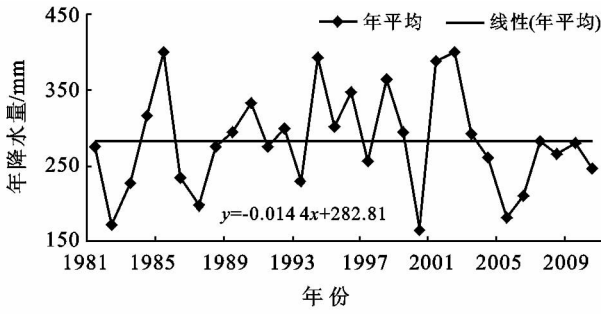


图 2 盐池县年降水量及距平变化

2.1.3 蒸发量的变化 1981—2010 年,盐池县蒸发量在波动中呈下降趋势(图 3)。多年平均蒸发量为 1 899.83 mm。一元线性拟合方程为: $y = -9.8576x + 2052.6$ 。该区域蒸发量以 9.85 mm/a 的速率在下降。从年蒸发量总量的年际变化来看,80 年代年平均

蒸发量 1 982.12 mm,90 年代为 1 961.33 mm,均高于多年平均的 1 899.8 mm,进入 21 世纪以后,2000—2010 年的平均蒸发量为 1 776.6 mm,低于多年平均值 123.2 mm。主要因为退耕还林、禁牧政策的实施,植被恢复迅速,地表覆盖度逐年提升,蒸发量减少。

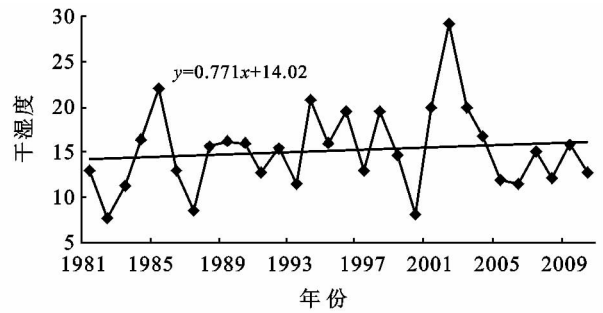
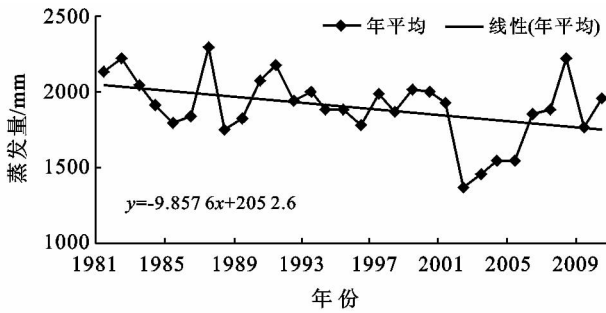


图 3 盐池县年平均蒸发量与干湿度变化

2.1.4 干湿度的变化 干湿度(I_{ah})是表示气候干燥度和湿润程度的指标之一^[6],是一定时期内实测降水量与同期蒸发量的比值,干湿度值越大表示气候越湿润,其计算公式如下:

$$I_{ah} = 100 \times P/E$$

式中: I_{ah} ——干湿度(%); E ——实测蒸发量; P ——同期降水量。

盐池县的年干湿度变化总趋势上升,一元线性拟合方程: $y = 0.0771x + 14.02$,说明干湿度以 0.77/10 a 的速率在增加,主要原因在于这一时期蒸发量减少,使得干燥度相对降低。

在全球变暖的大背景下,盐池县近 30 a 的年平均气温呈上升趋势,以每年 0.022 2 °C 的幅度升高;降水量总体上有所减少。鉴于气温和降水的波动特征在时段上并不同步,在综合考虑气温和降水的波动特征下,将盐池县气候变化分为以下 3 个时段:20 世纪 80 年代为暖干期,多年平均温度 8.89 °C,多年平均降水量为 266.49 mm;90 年代为暖湿期,多年平均气温 8.89 °C,多年平均降水量为 309.92 mm;进入 21 世纪以后为暖干期,多年平均气温 8.63 °C,多年平均降水量为 270.9 mm。

2.2 气候变化对盐池县生态环境的影响

2.2.1 气候变化对植被的影响 植被物候变化随自然季节呈现一定规律性,根据其演变规律可分析气候变化与人类活动对生态系统的影响程度^[7]。盐池县主要气候特征为干旱少雨、冬冷夏热、风大沙多、日照充足、蒸发强烈,据 1981—2010 年的气象资料,多年平均降水量为 282.58 mm,且主要集中在夏秋两季;多年平均蒸发量为 1 899.83 mm,远远大于其降水量。气温增高、降水减少使植物存活率降低,导致植被覆盖率下降。

从 1981—2010 年盐池县降水量和蒸发量(图 4)可以看出,1982,1987,2000,2005 年降水量不足 200 mm,2001 年开始实施退耕还林工程以来,植被覆盖度逐渐增加,但 2005—2006 年的高温、少雨天气对植被生长繁衍产生了极大的影响。从盐池县近 10 a 土地覆被面积值变化可见(表 1),2006 年灌丛地、高盖度草地为 54 358.85,69 580.78 hm^2 ,分别比 2003 年减少了 3 631.04,29 814.56 hm^2 ;而 2006 年裸地面积(7 086.31 hm^2)比 2003 年增加了 857.54 hm^2 。可以看出,气候变化对盐池县植被生长产生了不利的影响。

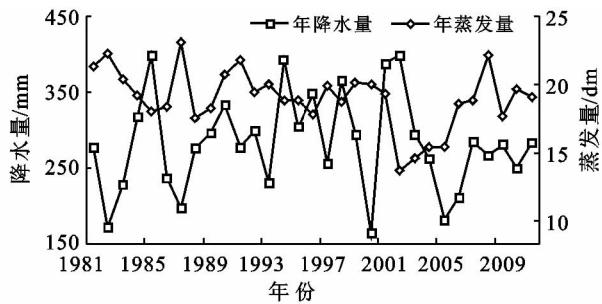


图 4 盐池县年降水量与蒸发量对比变化

2.2.2 气候变化对荒漠化的影响 气候变化和人类活动是荒漠化过程的两大驱动因子,气候变化控制植

被生长,植被生长又是荒漠化的直观反映,人类活动是叠加在气候演变之上的作用^[8]。研究表明,近 30 a 盐池县人为因素对土地沙漠化的驱动力占 57.82%,自然因素占 32.40%,两者综合因素占 9.78%^[9]。从盐池县 1981—2010 年降水、蒸发量变化(图 2—3)可以看出,盐池县近 30 a 降水和蒸发都呈下降趋势。20 世纪 80—90 年代气候变化的总体趋势呈波动性向暖湿方向发展,80 年代为暖干期,90 年代为暖湿期,21 世纪以来,降水有所波动,但整体生态环境出现好转,1999—2009 年,盐池县流动沙地总量减少 30 277 hm²。

表 1 盐池县 1999—2009 年土地覆被面积统计

hm²

土地类型	1999 年	2003 年	2006 年	2009 年
旱地	131 851.13	118 742.77	107 981.83	98 938.33
水浇地	15 115.55	19 253.46	22 136.27	25 848.16
灌林地	54 195.47	57 989.89	54 358.85	58 046.07
有林地	8 299.21	8 814.31	14 062.29	19 381.57
疏林地及未成林地	3 600.86	4 591.96	12 227.77	10 847.50
高盖度草地	87 383.25	99 395.34	69 580.78	100 563.47
中盖度草地	156 935.19	175 104.75	201 588.52	183 979.41
低盖度草地	156 212.47	136 205.28	140 241.40	130 898.36
水域	5 054.20	4 612.57	4 319.27	5 156.72
居民工矿用地	8 655.93	11 834.61	20 988.96	28 364.05
流动沙地	37 835.92	27 532.11	16 804.67	7 558.73
盐碱地	6 261.26	4 580.53	3 509.41	2 159.63
裸地	3 485.28	6 228.77	7 086.31	3 144.39
合计	674 886.22	674 886.35	674 886.33	674 886.39

2.3 人类活动对生态环境的影响

随着社会经济发展,人口数量增多,科学技术进步,人类活动对于生态环境的影响逐渐显著。人类活动对生态环境的影响包括正反两方面:一方面,滥挖、滥采、超载放牧等一系列不合理的人类活动严重破坏了生态环境,造成生态系统紊乱;另一方面,封山育林、退耕还林、保护水源地等活动使生态环境向着良性方面发展。

2.3.1 人类活动对生态环境的影响

(1) 人类活动强度加大导致草场退化。1949 年盐池县总人口为 2.69×10^4 人,2010 年全县总人口达 1.67×10^5 人(表 2)。人口高速增长给生态环境带来巨大压力。由于 20 世纪 80、90 年代粮食单产提高有限,为了满足人口激增对粮食的需求,只能通过开荒、扩大耕地面积的方式提高产量,但有些宜林宜草区并不适合农耕,因此,在开垦几年后又被弃耕,地表原生植被和土壤结构被破坏,从而造成大量水土流失和沙漠化的发展^[10]。

表 2 盐池县社会经济指标演化态势

指标名称	1985 年	1990 年	2003 年	2010 年
人口数量/万人	12.49	14.00	15.78	16.72
耕地面积/hm ²	60 433.50	59 000	137 996	88 886
羊只存栏/万只	47.89	43.49	44.50	90.33

20 世纪 80 年代以来,盐池县畜牧业发展较为迅速,但短期的牲畜数量增加导致草场超载,致使大量草场退化、沙化。1980 年,盐池县羊只数量由原来的 2000 只迅速增至 2×10^4 只,1985 年羊只存栏数达 6.99×10^5 只,当年饲草产量为 6.40×10^8 kg,可供 5.66×10^5 只羊放牧,实际草场超载 1.30×10^5 只,1992 年仍超载 1.16×10^5 只,长期超载放牧,导致草场严重退化。2002 年,盐池县实行了封山禁牧,又恰逢 2003 年降水充沛,植被覆盖率明显上升,林地从 1999 年占全县总面积的 9.79% 上升到 2003 年的 11.12%,高盖度和中盖度草地从 1999 年占全县总面积的 36.1% 增加到 2003 年的 40.68%。另外,甘草、

发菜的大规模采挖导致土地退化严重。20世纪80年代以来,盐池县采挖甘草逐渐成风,年均采挖甘草最高可达 3.26×10^6 kg,进入90年代后,滥挖滥采由原来的零星采挖升级为成片采挖。据调查,2000年以前,每年仅挖甘草一项就破坏草地7 000 hm²,不仅严重破坏了地表植被,加剧了土地沙漠化程度,而且甘草资源本身也遭到了毁灭性的破坏^[11]。

(2) 能源资源开发与农业生产造成环境污染。西部大开发以来,盐池县凭借其丰富的资源优势,也成为能源资源开发区之一,目前探明远景石油储量近 1.00×10^8 t,煤炭储量 5.40×10^8 t。特别是2003年以后,该县政府明确了“工业强县”的发展思路,以工业重点项目为切入点,把“煤炭、石油、水泥”作为主攻方向,加速资源优势向经济优势的转化步伐,全县工业化进程明显加快。2004—2010年盐池县原煤和原油产量逐年增加(表3),1999年盐池县居民工矿用地8 655.93 hm²,占全县总面积的1.28%,到2003年增加到11 834.61 hm²,2006年为20 988.96 hm²,到2009年更是增加到了28 364.04 hm²,占全县土地面积的4.20%,2003—2009年增加了19 708.12 hm²,增幅逐渐加大,主要占用草地、农地以及部分未利用地。与此同时,农业生产中化肥、农药、地膜施用量逐年增加,对生态环境的污染较为严重。

表3 盐池县2004—2010年煤炭石油开采量 10⁴ t

分类	2004年	2007年	2008年	2009年	2010年
原煤	22.30	27.01	30.80	32.50	33.40
原油	5.10	7.16	9.91	10.00	7.20

2.3.2 人类活动对生态环境的恢复与重建 早在20世纪80年代初,盐池县就提出了“南治土,中治水,北治沙”的战略方针,开展了大规模的水土流失防治工作。进入21世纪以后,在国家“退耕还林、封山绿化、以粮代赈、个体承包”的政策指导下,盐池县坚持因地制宜地进行以灌为主,乔、灌、草相结合的防沙治沙措施,有步骤有计划地实施退耕还林还草、封山育林、陡坡地禁止开荒等措施,经过多年的努力,生态状况明显恢复。2002年盐池县开始实行封山禁牧,大力发展舍饲养殖。草地生态得到恢复,农牧户经营理念和生产方式发生变化,由自由放养转为舍饲养殖,由饲养品种复杂转变为饲养品种专一,由粗放式畜牧业转变为集约式畜牧业。截止2008年底盐池县退耕还林工程造林封育 1.10×10^5 hm²,其中退耕地造林 2.80×10^4 hm²,宜林荒山造林 7.97×10^4 hm²,封山育林 2.70×10^3 hm²。2010年全年完成造林面积8 622 hm²,年末实有封山育林面积12 800 hm²。

本年新育苗木面积86 hm²。幼林抚育作业面积179 053 hm²,成林抚育面积29 490 hm²。退耕还林还草工程、草原禁牧、禁止滥挖滥采等一系列生态保护措施,极大地促进了当地植被的恢复,对防治沙漠化起到了至关重要的作用,水土流失减轻,生态环境有所改善,扭转了20世纪90年代生态环境恶化的局面,并开始表现出一定的抵御自然灾害的能力。

3 结论

(1) 1981—2010年,盐池县年平均气温为8.56℃,以0.22℃/10a的速率在上升;年平均降水量为282.58 mm,在波动中呈下降趋势,以1.44 mm/10a的速率在减少;蒸发量在波动中呈下降趋势,多年平均蒸发量为1 899.83 mm,且以9.85 mm/a的速率下降,2000—2010年平均蒸发量为1 776.6 mm,低于多年平均值123.2 mm。

(2) 气候变化对盐池县植被生长产生了很大影响。自2001年实施退耕还林(草)工程以来,盐池县植被覆盖度逐渐增加,但2005—2006年的高温少雨天气对植被生长产生了不利的影响。盐池县近30a降水和蒸发都呈下降趋势。20世纪80—90年代气候变化的总体趋势呈波动性向暖湿方向发展,80年代为暖干期,90年代为暖湿期,21世纪以来,降水有所波动,但整体生态环境出现好转,1999—2009年,盐池县流动沙地总量减少30 277 hm²。

(3) 人类活动强度加大导致草场退化。1949—2010年,盐池县人口增长了6倍多,为了满足人口激增对粮食的需求,通过开荒、扩大耕地面积的方式提高产量,造成局部地区水土流失和沙漠化,人口高速增长也给生态环境带来巨大压力。20世纪80年代以来,盐池县畜牧业发展较为迅速,但短期的牲畜数量增加导致草场超载,致使草场退化、沙化趋势显著。另外,能源资源开发与工业化的快速推进,造成水土资源污染,生态环境恶化。

(4) 20世纪80年代初以来,盐池县先后采取了水土流失防治,退耕还林(草),封山禁牧,禁止滥挖滥采等生态保护措施,促进了当地植被的恢复,对防治沙漠化起到重要作用,使该区水土流失减轻,生态环境有所改善。

[参考文献]

- [1] 李保杰,顾和和,纪亚洲. 矿区土地复垦景观格局变化和生态效应[J]. 农业工程学报,2012,28(3):251-256.
- [2] 刘闻,曹明明,邱海军. 气候变化和人类活动的水文水资源效应研究进展[J]. 水土保持通报,2012,32(5):215-220.

(下转第308页)

修建拦挡设施;边坡开挖要慎重对待,采取顶部排水及底部支护,如果可能引起失稳要及时停止。

(2) 针对采空区、地表塌陷、地裂缝、弃渣场等煤矿区废弃地^[6],采用复垦成套工艺技术,将其资源化,减少水土流失的场所。复垦时从水土保持的角度设计排水系统,采取带状分阶采掘和分阶排土,控制水土流失的松散物质来源。适地适时合理利用工程措施、植物措施、临时拦挡措施,控制流失环节。

(3) 采取生物及微生物措施,提高复垦土地的生产力及土壤质量,从农业技术角度防治水土流失。

(4) 开展矿水土流失动态监测与分析评价,准确预测和综合评价煤矿水土流失的程度、强度、危害及其对周围区域的影响,指导矿区的水土保持工作。

4.2 矿区地质灾害防治对策

(1) 强化对采煤活动的全过程管理。主要是做好煤炭资源勘查、煤矿设计、矿区基建和生产、煤矿闭坑 4 个阶段全过程的综合防治,使矿山生态环境向良好转化,实现资源开发与环境保护的协调发展。

(2) 因地制宜,因害设防,综合治理。矿区地质灾害防治是一个复杂的系统工程。地域不同,地质灾害的成因和规模也不同。彬长矿区地貌类型多,气候复杂,在制定防治方案时,应根据具体的灾害现状及防治目的,因地制宜,采取灵活多样的防灾措施,实行综合治理。对面蚀为主的水土流失防治,生物措施效果显著,而坡面工程、沟道工程等工程措施对滑坡、崩塌、泥石流等重力侵蚀效益显著,因此,要针对彬长矿区的灾害发生实际情况,分类综合治理。对灾害严

重、危害较大的区域,要优先开展工程治理,利用一些骨干工程,尽快控制灾害的发展趋势,然后开展生物措施,使其功能互补,达到最佳治理效果。

(3) 采用先进技术,实施绿色矿山生态重建工程。从水土保持入手,以改善矿区生态环境和生产生活条件为目标,做好生物治理的规划设计^[7],根据具体的地貌和地形特点,合理配置林型、树种、草类,实行山、水、林、田综合治理。推行乔、灌、草并举的治理原则,做到宜乔则乔,宜灌则灌,宜草则草,乔灌草合理配置,农牧林渔相结合。要十分珍惜节约水资源,引进喷、滴、防渗等节水灌溉技术,确保恢复治理成效。

[参 考 文 献]

- [1] 张勇,张安虎.彬长矿区水土流失特征分析与水土保持关键问题[J].陕西水利,2012(4):163-164.
- [2] 张安虎,张勇.陕西彬长煤矿区水土流失成因分析与水土保持思路及对策[J].陕西水利,2013(4):158-159.
- [3] 杨梅忠,巨天乙,马东民,等.彬长矿区环境地质灾害的分析预测[J].煤矿环境保护,1999(5):62-63.
- [4] 宋世杰.煤炭开采对煤矿区生态环境损害分析与防治对策[J].煤炭加工与综合利用,2007(4):44-48.
- [5] 殷坤龙,张桂荣.地质灾害风险区划与综合防治对策[J].安全与环境工程,2003,10(1):32-35.
- [6] Xu Fulin, Tao Shu. Lake ecosystem health assessment: indicators and methods [J]. Water Resource, 2001, 35(13):3157-3167.
- [7] Vallentyne J R, Munawar M. From aquatic science to ecosystem health: A philosophical perspective [J]. Journal of Aquatic Ecosystem Health, 1993,2(4):231-235.
- [3] 黄维,邓祥征,何书金,等.中国气候变化对县域粮食产量影响的计量经济分析[J].地理科学进展,2010,29(6):677-683.
- [4] 文琦.陕北农牧交错区生态环境影响因素评价[J].干旱地区农业研究,2009,27(1):206-211.
- [5] 何毅,王飞,穆兴民,等.渭河流域降水和气温的时空特征分析[J].水土保持通报,2012,32(4):102-105.
- [6] 丁金梅,延军平.近 50 年陕甘宁地区气候变化特征分析[J].干旱区资源与环境,2007,21(6):124-129.
- [7] 宋春桥,游松材,柯灵红,等.藏北高原典型植被样区物候变化及其对气候变化的响应[J].生态学报,2012,32(4):1045-1055.
- [8] 孙建国,王涛,颜长珍.气候变化和人类活动在榆林市荒漠化过程中的相对作用[J].中国沙漠,2012,32(3):625-630.
- [9] 马永欢,周立华,朱艳玲,等.近 50 年来盐池县土地沙漠化驱动因素的时间变化[J].干旱区研究,2009,26(2):249-254.
- [10] 张小川,车文强.宁夏盐池县社会经济与环境协调发展的策略分析[J].自然资源学报,1989,4(2):158-168.
- [11] 王秀红,谢国勋.宁夏盐池县生态退耕前后农资投入时空分析[J].中国农学通报,2001,27(32):211-215.

(上接第 289 页)