

禁牧对草地覆盖度的影响

——以宁夏盐池县为例

黄文广¹, 刘晓东², 于钊¹, 马晓明¹, 马泽¹, 王蕾¹

(1. 宁夏草原工作站, 宁夏 银川 750002; 2. 甘肃农业大学草业学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要:在建立盐池县草地植被覆盖遥感监测和评价指标体系的基础上,运用地理信息系统软件和基于植被指数的象元二分法模型,反演了盐池县2000、2005和2009年3个时期的草地盖度影像,分析了盐池县不同时期草地植被覆盖的动态变化。结果表明,2000—2005年高覆盖、中高覆盖和中覆盖草地分别增加了4.83、907.03和714.67 km²,低覆盖和极低覆盖草地分别减少约717.83和908.62 km²;2005—2009年,高覆盖、中高覆盖和中覆盖草地依然表现为增加,分别增加了228.47、190.00和377.04 km²。说明自2002年起盐池县实施“天然草原禁牧封育”、“退牧还草工程”、“天然草原无鼠害示范区建设”等生态建设项目效果明显,草地荒漠化趋势好转。

关键词:盐池县;草地植被;覆盖;动态变化

中图分类号:S812.29

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2011)08-1502-05

*¹ 草地植被覆盖下降是土地退化的一种表现形式,是植被自然振荡、气候变化和人为干扰等综合作用而导致的植被逆向演替的现象^[1]。近年来,遥感和地理信息系统等技术的发展及遥感数据源和评价方法不断推陈出新,为草地植被覆盖监测和评价的选择提供了很大的空间^[2-4]。常用的草地遥感监测和评价方法有遥感影像目视解译法、遥感影像分类法、遥感植被指数法以及其他指标法等^[5-9]。不管采取何种方法,获取可靠的遥感数据,并通过有效的提取途径获得专题信息是草地监测和评价成功的关键^[10]。

草地植被覆盖度下降是半干旱地区草地退化的一种变化形式,是植被自然振荡、气候变化和人为干扰等综合作用而导致植被逆向演替的现象。作为植被覆盖的直接指示因子,植被覆盖度被频繁用于植被覆盖的变化监测。本研究从盐池县草地特征、遥感数据特点等问题出发,采用国家标准中有关草地盖度定义、级别和指标等分级方法,选择草地盖度作为主要遥感监测指标,以“天然草原禁牧封育”、“退牧还草工程”实施县——宁夏盐池为例,研究宁夏盐池县植被覆盖的动态变化,揭示禁牧草原植被覆盖变化规律,从而为科学合理地利用、保护草地资源及维持畜牧业的可持续发展提供依据。

1 研究区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部,106°30′~107°41′ E, 37°04′~38°10′ N。北与毛乌素沙地相

连,南靠黄土高原,在地理位置上属于一个典型的过渡地带,即自南向北,地形上是从黄土高原向鄂尔多斯台地过渡地带^[6];气候上是从半干旱区向干旱区的过渡地带;植被上是从干草原向荒漠的过渡地带。这种地理上的过渡性造成了盐池县自然条件资源的多样和脆弱的特点,具典型代表性,保护并恢复草地生态环境意义重大^[11]。

盐池县地势南高北低,海拔1 295~1 951 m,属于典型中温带大陆性气候,年均气温8.1℃,极端最高温34.9℃,极端最低温-24.2℃,年均无霜期165 d;年均降水量250~350 mm,且从南向北,从东南向西北递减。全县总面积8 661.3 km²,天然草原面积5 190.71 km²,其中可利用草原面积4 440.7 km²,占全县土地面积的55%^[12]。草地是盐池县最重要的生态系统,以温性草原类和温性荒漠类草原为主。

2 研究方法

2.1 数据源及处理方法

2.1.1 数据源 采用了全球植被指数变化数据集(global inventory modeling and mapping studies, GIMMS)和来自美国国家航空航天局(National

收稿日期:2010-10-28 接受日期:2011-01-25
基金项目:农业部草原监测项目——宁夏草原资源监测
作者简介:黄文广(1978-),男,宁夏银川人,畜牧师,学士,主要从事草地资源保护与利用。
E-mail:nxhwg@163.com
通信作者:于钊 E-mail:nxyuzhao@126.com

Aeronautics and Space Administration, NASA) 的 MODIS 植被指数的 MOD13Q1 数据集。GIMMS 选用 1981—1984 年的时间分辨率为 15 d、空间分辨率为 8 km 的最大值法合成的 GIMMS-NDVI 数据; MOD13Q1 选用 2000、2005 和 2009 年的时间分辨率为 16 d、空间分辨率为 250 m 的最大值法合成的 NDVI 数据,两类数据都选取植被生长季 7—8 月底的 NDVI 图像。

2.1.2 处理方法 将 1981—1984 年的 GIMMS-NDVI 生长季(7—8 月)数据进行叠加,算出一幅 20 世纪 80 年代草地植被生长季平均 NDVI 图像;然后,把 2000、2005 和 2009 年 MODIS-NDVI 数据进行归一化数据拉伸处理;最后用中国草地资源类型图的草原界限将盐池县的草地进行裁切,分区根据模型反演盖度。

2.2 草地覆盖度的估算模型 植被盖度与归一化植被指数(NDVI)之间存在着极显著直线相关关系^[13-16]。在遥感监测植被盖度中,通常利用植被盖度与 NDVI 之间的关系估算区域植被盖度^[17-19],其计算公式如下:

$$V_c = \frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \quad (1)$$

式中, V_c 为草地植被盖度, $NDVI_s$ 为研究区裸土最小 NDVI 值。运用象元二分法,确定 $NDVI_s$ 为象元累积置信度达到 1% 的值, $NDVI_v$ 为象元累积置信度达到 99% 的值。

2.3 盐池县草地植被覆盖度遥感监测和评价指标体系的建立 以 20 世纪 80 年代初(1981—1984 年)的草地植被覆盖度作为正常草地植被覆盖度,以此为基准,划分盐池县草地植被覆盖度等级,并分为 5 级:优等覆盖草地、良等覆盖草地、中等覆盖草地、差等覆盖草地及劣等覆盖草地,并确定监测和评价指标、标准以及等级划分(表 1)^[20]。

利用 GIMMS-NDVI 及 MODIS-NDVI 数据,通过遥感反演获得逐年草地植被盖度的基础上,运用 ERDAS 编写运算程序,获得研究区草地植被盖度的空间格局,并逐年计算草地植被覆盖度,判别和分析其时空格局(表 2)。

2.4 草地变化动态研究——马尔科夫链 在自然及人为干扰下,不同草地植被覆盖的面积和等级都在不断演变,研究其草地植被等级在空间上的动态变化可用马尔科夫链预测法。该方法的关键在

表 1 盐池县草地植被覆盖遥感监测与评价标准以及等级划分方法

草地覆盖等级	覆盖等级评分	草地植被覆盖等级划分方法
高覆盖 (优等覆盖)	1	达到优等覆盖草地植被盖度的 90% 之上
中高覆盖 (良等覆盖)	2	达到优等覆盖草地植被盖度的 75%~90%
中覆盖 (中等覆盖)	3	达到优等覆盖草地植被盖度的 60%~75%
低覆盖 (差等覆盖)	4	达到优等覆盖草地植被盖度的 30%~60%
极低覆盖 (劣等覆盖)	5	在优等覆盖草地植被盖度的 30% 之下

注:优等覆盖草地植被盖度是 20 世纪 80 年代初(1981—1984 年)的草地最大植被盖度。

于确定各草地覆盖状态之间相互转化的初始转移概率矩阵。大量研究^[21]表明,马尔柯夫链已经能够得出相当可靠的转移结果。其数学表达式为:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{1j} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{2j} & \cdots & P_{2n} \\ P_{i1} & P_{i2} & P_{i3} & P_{ij} & \cdots & P_{in} \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & P_{nj} & \cdots & P_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中, P 为转移概率, n 为草地植被覆盖类型的数目, P_{ij} 为草地植被覆盖类型 i 转化为草地植被覆盖类型 j 的概率, P_{ij} 满足以下两个条件: $0 \leq P_{ij} \leq 1$; $\sum_{i=1}^n 1 = 1$ 。

本研究以 2000、2005 和 2009 年 3 期草地植被覆盖度数据为基础,采用草地植被覆盖类型年均转化率替代其转移概率,计算这 3 期草地植被覆盖等级之间的相互动态变化情况及草地植被覆盖空间分布状态。

3 结果与分析

3.1 草地覆盖空间分布 根据公式(1)估算盐池县 2000、2005 和 2009 年 3 个不同时期草地覆盖度,并分别进行统计分析。2000、2005 和 2009 年中高覆盖草地分别占总面积的 3.43%、20.91% 和 24.57%;中覆盖度草地分别占总面积的 7.11%、20.88% 和 28.14%;低覆盖度草地分别占总面积的 35.66%、21.83% 和 19.40%(表 2)。

结果表明,盐池县草地覆盖整体状况持续好转,

表2 盐池不同草地植被覆盖状态面积

草地覆盖等级	2000年		2005年		2009年		2000—2005年	2005—2009年
	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)	净增减面积(km ²)	净增减面积(km ²)
高覆盖	161.49	3.11	166.32	3.20	454.80	8.76	4.83	288.47
中高覆盖	178.22	3.43	1 085.25	20.91	1 275.24	24.57	907.03	190.00
中覆盖	369.18	7.11	1 083.85	20.88	1 460.88	28.14	714.67	377.04
低覆盖	1 850.82	35.66	1 132.98	21.83	1 006.82	19.40	-717.83	-126.14
极低覆盖	2 631.00	50.69	1 722.30	33.18	993.02	19.13	-908.62	-729.36

且整体处于中等程度覆盖度。从2005年和2009年两期数据整体来看,高覆盖、中高覆盖和中覆盖草地面积在持续增加,而增加部分恰源于低覆盖和极低覆盖草地面积的减少(表2),盐池县草地覆盖状况在明显、持续好转,但除高覆盖草地外,2005年好转程度高于2009年,这也说明当草地覆盖状况恢复到一定程度后,好转趋势不变,程度减缓。覆盖状况较好的草地继续保护,低和极低覆盖草地持续加大力度治理,保护与治理需齐抓。

3.2 草地植被覆盖的动态趋势

3.2.1 2000—2005年草地覆盖变化 根据2000和2005年草地植被盖度,计算得到两个阶段的草地覆盖度转移矩阵(表3)。

2000—2005年,盐池草地植被覆盖经历了复杂的变化,草地植被覆盖在5年中波动较大,总体呈现出以下特点:在前两个覆盖级别都明显的向下一级别转化,分别是高覆盖草地转移52.09%进入中高覆盖草地,而中高覆盖草地转移20.75%进入下一级,但是其保留部分为54.95%;中覆盖草地却显示向上两个级别转移面积为129.36 km²,向下转移面积为120.24 km²,但是保留只占29.06%,这个级别草

地覆盖状况波动大,导致整体草地覆盖状况不稳定;后两个级别都明显向上级别草地转化,但极低覆盖草地保留为44.43%,面积较大。

3.2.2 2005—2009年草地覆盖变化 根据2005和2009年的草地植被盖度,计算得到两个阶段草地覆盖度转移矩阵(表4)。2005—2009年盐池县草地植被覆盖依然延续上一期的趋势继续改善,但速度放缓。其主要表现为前两个级别面积都分别向下级别转移,高覆盖草地分别有29.56%、26.26%转移到中高和中覆盖草地,虽总面积不大,但是趋势显著;中高覆盖草地分别转移了33.86%,面积为347.55 km²,中覆盖草地中有62.72%保留,其余向上下级别分别转移,但向上级转移面积明显大于向下级转移面积。中覆盖草地的变化具有指示性,明确的表示为草地持续好转。低覆盖和极低覆盖草地面积依次有力度的向上级别转移,且面积较前一期相比都增加近10个百分点,这部分草地主要为荒漠化区,从这个侧面可反映出该县荒漠化在此期间发生逆转。

3.3 变化因素分析 分析影响草地植被覆盖度变化因素,可将其分为两大类:有利因素和不利因素。有利因素包括政府重视、法律保证、工程治理、

表3 2000—2005年草地植被覆盖转移矩阵

草地覆盖等级	2000年										2000年 总面积 (km ²)
	高覆盖		中高覆盖		中覆盖		低覆盖		极低覆盖		
	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)	
高覆盖	60.35	37.37	84.13	52.09	12.94	8.01	3.08	1.91	0.99	0.62	161.49
中高覆盖	23.02	12.91	97.93	54.95	36.98	20.75	14.50	8.14	5.80	3.25	178.22
中覆盖	12.29	3.33	129.36	35.04	107.28	29.06	69.41	18.80	50.83	13.77	369.18
低覆盖	44.72	2.42	405.57	21.91	443.45	23.96	461.46	24.93	495.62	26.78	1 850.82
极低覆盖	25.95	0.99	368.27	14.00	483.19	18.37	584.53	22.22	1 169.06	44.43	2 631.00
2005年总面积(km ²)	166.32		1 085.26		1 083.85		1 132.98		1 722.30		5 190.71

表4 2005—2009年草地植被覆盖转移矩阵

草地覆盖等级	2005年										2005年总面积(km ²)
	高覆盖		中高覆盖		中覆盖		低覆盖		极低覆盖		
	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)	
2009年 高覆盖	68.77	41.35	49.17	29.56	43.67	26.26	3.90	2.35	0.81	0.49	166.32
中高覆盖	212.83	19.61	367.48	33.86	347.55	32.02	99.02	9.12	58.37	5.38	1 085.25
中覆盖	85.97	7.93	144.35	13.32	679.84	62.72	102.63	9.47	71.05	6.56	1 083.85
低覆盖	71.38	6.30	168.86	14.90	274.55	24.23	389.02	34.34	229.17	20.23	1 132.98
极低覆盖	15.84	0.92	545.39	31.66	115.27	6.69	412.26	23.94	633.61	36.79	1 722.30
2009年总面积(km ²)	454.79		1 275.24		1 460.88		1 006.82		993.01		5 190.71

投入加大等方面,不利因素包括人口压力、执法、管理、利益驱动等方面。近十年来,盐池县降水量呈波动式上升,蒸发量则反之,这也是草地覆盖状况逆转的内在自然因素^[10]。而人为方面,采取有节奏地禁、休牧及大规模的治沙活动;国家的“退牧还草工程”、“无鼠害示范区建设”、“天然草原禁牧封育”项目等活动对草地治理起到极大作用。根据宁夏草原工作站统计,截止2009年底,盐池县全境完成退牧还草工程围栏封育3 356.20 km²,严重退化草原补播改良792.87 km²,对盐池县天然草地植被改良起到极大推动作用。加之宣传力度加大、执法严肃、管理有效,极大促进了草原生态建设,提高草地覆盖状况,也有效遏制了草地退化。有针对性的治理,中覆盖以下草地均为重点治理,以上为重点保护,明确治、护范围,“禁、休、放”在时间、空间上动态“三位一体”结合,在合理利用范围内,使其生态系统自行恢复。近十年来,草地覆盖提高趋势明显,说明草地在逐步好转,要有效保持现有成果,形式仍不容乐观。

4 结论

1)通过建立盐池县草地植被覆盖遥感监测体系,并利用植被指数及象元二分模型设计的植被覆盖度遥感监测法评价宁夏盐池县草地覆盖变化显示:盐池县2009年草地极低植被覆盖度明显减少,较禁牧前2000年相比减少1 637.98 km²,中、高植被覆盖度分别增加了1 091.70和293.31 km²。说明通过实施全境禁牧封育及实施退牧还草工程,盐池县草地覆盖转化以植被恢复为主,草地覆盖度提高趋势明显。应用此方法对宁夏盐池县植被覆盖度监测取得了较高精度,这一结果与乔峰等^[22-23]基于植被指数和运用象元二分模型设计的植被覆盖度遥

感监测方法,研究宁夏盐池县草地覆盖度变化的结果基本一致。

2)分析盐池县近年来植被恢复较好的原因,主要是自2002年起全境实施禁牧封育以及2003年起实施国家退牧还草工程等治理措施,再加上国家投入水平大幅度提高,使草地群落逐步趋于稳定,植被覆盖度明显提高。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业部畜牧兽医司,全国畜牧兽医总站.中国草地资源[M].北京:中国科学技术出版社,1996:56-59.
- [2] 查勇,Gao J,倪绍祥,等.国际草地资源遥感研究新进展[J].地理科学进展,2003,22(6):607-617.
- [3] Geerken R, Ilaiwi M. Assessment of rangeland degradation and development of a strategy for rehabilitation[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 90:490-504.
- [4] 肖继东,石玉,李聪,等.基于CBERS和MODIS数据的草地资源监测评价研究[J].草业科学,2009,26(8):24-33.
- [5] 全川,杨景荣,雍伟义,等.锡林河流域草原植被退化空间格局分析[J].自然资源学报,2002,17(5):201-206.
- [6] 沈彦,张克斌,杜林峰,等.封育措施在宁夏盐池草地植被恢复中的作用[J].中国水土保持科学,2007,5(3):90-93.
- [7] 邹亚荣,张增祥,赵晓丽,等. GIS支持下我国干旱区草地资源动态分析[J].环境科学研究,2003,16(1):19-22,26.
- [8] 李建龙,黄敬峰,王秀珍.草地遥感[M].北京:气象出版社,1997:91-102.
- [9] Holm A M, Cridland S W, Roderick M L. The use of time-integrated NOAA NDVI data and rainfall to as-

- sess landscape degradation in the arid shrubland of Western Australia [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2003, 85: 145-158.
- [10] 张克斌, 李瑞, 夏照华, 等. 宁夏盐池植被盖度变化及影响因子[J]. *中国水土保持科学*, 2006, 4(6): 18-22.
- [11] 沈彦, 张克斌, 夏照华, 等. 宁夏盐池土地沙化动态变化分析[J]. *西北林学院学报*, 2008, 23(1): 70-73.
- [12] 黄文广, 呼天明, 于钊, 等. 宁夏盐池县天然草地生产力遥感监测[J]. *宁夏农业科技*, 2010(5): 13, 28.
- [13] 乌兰图雅, 刘爱军, 高娃. 内蒙古天然草原植被 20 年动态遥感监测[J]. *草业科学*, 2009, 26(9): 40-42.
- [14] 刘艳, 李扬, 崔彩霞, 等. MODIS MOD13Q1 数据在北疆荒漠化监测中的应用评价[J]. *草业学报*, 2010, 19(3): 14-21.
- [15] Eastwood J A, Yates M G, Thoms A G, *et al.* The reliability of vegetation indices for monitoring saltmarsh vegetation cover[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1997, 18(18): 3901-3907.
- [16] Leprieux C, Kerr Y H, Mastorchio C, *et al.* Monitoring vegetation cover across semi-arid regions: comparison of remote observations from various scales [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2000, 21(2): 281-300.
- [17] Carlson T N, Ripley D A. On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index[J]. *Remote Sensing Environment*, 1997, 62: 241-252.
- [18] Wittich K P, Hansing O. Area-averaged vegetative cover fraction estimated from satellite data [J]. *International Journal of Biometeorology*, 1995, 38: 209-215.
- [19] 陈云浩, 李晓兵, 史培军, 等. 北京海淀区植被覆盖的遥感动态研究[J]. *植物生态学报*, 2001, 25(5): 588-593.
- [20] 刘晓东, 刘荣堂, 刘爱军, 等. 三江源区草地覆盖遥感信息提取方法及动态研究[J]. *草地学报*, 2010, 18(2): 154-159.
- [21] 姜圣阶, 曲格平, 张顺江, 等. *决策学基础* [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1986: 113-128.
- [22] 乔峰, 张克斌, 张生英, 等. 农牧交错区植被盖度动态变化遥感监测[J]. *干旱区研究*, 2006, 23(2): 283-288.
- [23] 乔峰, 张生英, 张克斌, 等. 宁夏盐池植被覆盖动态变化遥感监测[J]. *水土保持研究*, 2006, 13(3): 181-183, 186.

Effects of grazing prohibition on grassland coverage

—A case study at Yanchi County of Ningxia

HUANG Wen-guang¹, LIU Xiao-dong², YU Zhao¹, MA Xiao-ming¹, MA Ze¹, WANG Lei¹

(1. Grassland Station of Ningxia, Ningxia Yinchuan 750002, China;

2. College of Pratacultural Science, Gansu Agricultural University, Gansu Lanzhou 730070, China)

Abstract: On the basis of vegetation coverage monitor and indicator evaluation systems, using GIS software and pixel dichotomy model based on vegetation indices, this study reflected the grassland coverage images in 2000, 2005 and 2009 and analyzed the dynamic changes of grassland vegetation coverage in different periods at Yanchi County. The results showed that from 2000 to 2005, the areas of high, medium-high and medium coverage grassland at Yanchi County increased by 4.83, 907.03 and 714.67 km², respectively. Meanwhile, the areas of low and extremely low coverage grassland decreased by 717.83 and 908.62 km². From 2005 to 2009 the areas of high, medium-high and medium coverage grassland continuously increased by 228.47, 190.00 and 377.04 km², respectively. Above analysis showed that the implementation of national ecological construction projects, such as “Grassland Restoration Project”, “Natural Grassland Grazing Prohibition” and “Natural Grassland Rodent-free Demonstration Area”, in 2000 have brought remarkable effects. The trend of grassland desertification has been controlled for the time being.

Key words: Yanchi County; grassland; coverage; dynamic change