博尔塔拉河与精河流域绿洲植被盖度变化特点及其驱动力分析

毋兆鹏
(新疆师范大学地理科学与旅游学院地理系，新疆 乌鲁木齐 830054)

摘 要：绿洲是维系干旱地区人类生存、活动与发展的基本场所。探讨植被盖度在时间和空间尺度上的动态变化及由此所引起的环境效应，对合理利用绿洲国土资源具有重要战略意义。本研究利用1990年到2005年遥感数据资料，计算了博尔塔拉河、精河流域绿洲植被盖度，分析了该地区植被盖度的历史演变特征。结果显示：(1)1990～2000年期间，植被退化型所占比例最大，弃耕型所占比例最低；(2)2000～2005年期间，植被恢复型所占比例最大，弃耕型所占比例最低；(3)1990～2005年的16年间，研究区总体呈现植被恢复趋势。结果也表明：影响研究区绿洲植被盖度的主要自然因素是年降水量和年蒸发量，而人口剧增带来的水土资源开发强度增大则是主要人文因素。

关键词：博尔塔拉河、精河流域；绿洲；植被盖度；变化；驱动力
中图分类号：X144；F323.211 **文献标识码**：A **文章编号**：1000-7601(2010)02-0249-08

绿洲作为干旱、半干旱地区的一种独特的生态单元，是维系干旱地区人类生存、活动与发展的基本场所。在全球环境恶化，能源趋于枯竭，人口急剧膨胀的今天，绿洲经济的发展和环境之间的不协调日益加剧，并已严重威胁绿洲未来的可持续发展。在干旱、半干旱地区，植被盖度的变化可以引起一系列近地层环境的变化，在防治区域干旱、风沙等自然危害，改良区域气候方面有着重要的作用[1]。为此，探讨植被盖度在时间和空间尺度上的动态变化及由此所引起的环境效应，对绿洲环境变化预测及合理利用绿洲国土资源具有重要战略意义。

博、精河流域是自治区重点发展的天山北坡经济带的重要组成部分，为新亚欧大陆桥进出我国的西大门，在新疆乃至我国的地缘政治、区域经济和区域生态环境治理中，具有非常重要的战略地位。近40年来，由于人口的快速增长、粗放的农牧业生产方式、资源的不合理开发利用，加上干旱区生态环境本身的脆弱和频繁发生的自然灾害，流域的生态环境问题已十分突出，成为新疆继塔里木河流域之后的第二大生态退化区。

本研究以多时相遥感数字图像为资料源，参考各类专题图、社会经济统计资料，针对博尔塔拉河、精河流域(以下简称博、精河流域)绿洲的特点，对16年来的整个地区的植被变化进行整理分析，为今后研究区荒漠化的控制、改造工作提出决策参考。

1 研究区概况

新疆博、精河流域地处欧亚大陆腹地，为封闭性流域，具有典型干旱区山地－绿洲－荒漠生态环境特点。研究区选择在博、精河流域平原区，土地总面积 0.7022×10^4 km^2，绿洲面积约 0.6337×10^4 km^2，其中人工绿洲面积约 0.23×10^4 km^2。范围在东经80°53′～85°02′，北纬43°38′～45°52′之间。

博、精河流域平原区典型的地带性土壤为灰漠土和灰棕漠土，隐域性土壤为盐土(盐渍化土)、草甸土和沼泽土。其植物区系受中亚和蒙古植物区系的影响，植被过渡性质明显。该区的灰漠土多盐碱化，发育在深厚的黄土状粉沙质亚沙土、亚粘土组成的古老冲积平原、冲积—洪积扇与古老冲积平原之间的交接地带和高阶地上，与其相联系的植被以深根、耐旱小灌木为主。

2 研究方法

2.1 研究资料

本研究所使用的图像数据源包括：1990年8月25日TM影像两景、2000年9月25日TM影像两景及2005年9月25日CB－2卫星影像5景。图形数据源包括研究区1:100 000地形图及其矢量化数据，

收稿日期：2009-05-10
基金项目：国家自然科学基金项目(40961039)；新疆维吾尔自治区重点学科绿洲学；新疆高校科研计划青年教师科研启动基金(XJEDU2008S32)；新疆师范大学博士后科研启动基金(xjnubs0901)
作者简介：毋兆鹏(1976—)，男，陕西人，博士，副教授，从事3S技术与绿洲资源开发研究。E-mail：wwzzppxj@yahoo.com.cn。

万方数据

1990、2000、2005年博州土地利用图(1:50 000)及其矢量化数据。其它数据源包括气象、水文、人口、土壤、社会经济等统计资料。

2.2 图像数据预处理

遥感影像处理主要在ERDAS IMAGINE 9.0图象处理软件的支持下进行。处理具体包括遥感影像的辐射校正、几何精校正、图象组合处理、图象镶嵌拼接等。特别指出的是,由于TM与CB-2两种图像的地面光谱分辨率不同,CB-2的多光谱数据包括蓝、绿、红3个可见光波段,1个近红外波段和1个全色波段,5个波段星下点空间分辨率均为19.5 m,CB-2的CCD多光谱数据在光谱波段设置上与TM的前4个波段相当,但地面分辨率要高于TM,因此为使不同时相的图像各数据层像素间严格配准,以CB-2图像为参考图像,选取控制点,采用多项式拟合法对TM影像进行配准,然后用双线性内插法进行重采样,误差控制在小于一个像元。

2.3 归一化植被指数的计算

植被指数(Vegetation index)是指从多光谱遥感数据中提取的有关地球表面植被状况的定量数值[2]。通常是用红波段(RED)和近红外(NIR)波段通过数学运算进行线性或非线性组合得到的数值,用以表征地表植被的数量分配和质量情况。常用的植被指数有很多种,其中归一化植被指数(Normalised Difference Vegetation Index,NDVI)目前被广泛应用于植被盖度的定量研究。它可减少大气和土壤干扰程度[2],并能更好地适应本地形区植被盖度稀疏、盖度差异悬殊的区域景观特点。

基于TM影像的NDVI的计算公式为:

$$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED) \quad (1)$$

式中,NIR,RED分别为TM影像近红外波段反射率和红光波段反射率。

基于CB-2影像的NDVI的计算公式为:

$$NDVI = (\rho_{cbers4} - \rho_{cbers3})/(\rho_{cbers4} + \rho_{cbers3}) \quad (2)$$

式中,ρ_{cbers4},ρ_{cbers3}为CB-2影像近红外波段反射率和红光波段反射率。

2.4 植被盖度计算

植被盖度是描述生态系统的重要参数之一。NDVI与植被覆盖度、植被绿度、植被生产力等性状具有很好的线性关系,是反映植被辐射吸收特性、气候胁迫作用等的重要指标[3]。目前,植被指数转换成植被盖度的研究报道较多,相关遥感定量模型也很多,本次研究参考相关研究成果[4~8],结合监测外业调查资料,选用如下模型[5]实现植被覆盖度定量转换,得到不同时相的植被覆盖度灰度图。

$$C_{ov} = (NDVI - NDVI_{min})/(NDVI_{max} - NDVI_{min}) \quad (3)$$

式中,C_{ov}为植被覆盖度,$NDVI_{min}$为研究区裸土最小$NDVI$值,$NDVI_{max}$为纯植被像元$NDVI$值或最大$NDVI$值。

在利用公式3估算植被盖度中,存在一个问题,即:无论热带雨林,还是温带荒漠,其估算植被盖度大小范围均为0~100%。实际上,在干旱半干旱地区,植被盖度大小范围均为0~C_m%($C_m \leq 100$)。也就是说,与$NDVI_{max}$对应植被盖度应该是C_m%,而很有可能不是100%。因此,估算干旱半干旱地区植被盖度时,有必要对公式3进行修改,修改结果如下[9]:

$$C_{ov} = [(NDVI - NDVI_s)/(NDVI_v - NDVI_s)] \times C_m\% \quad (4)$$

式中,C_{ov}为植被覆盖度,$NDVI_s$为研究区裸土最小$NDVI$值,$NDVI_v$为纯植被像元$NDVI$值或最大$NDVI$值,C_m%为研究区最大植被盖度。

2.5 植被盖度变化驱动因素分析方法

灰色系统理论的研究对象是"部分信息已知,部分信息未知"的贫信息不确定系统,它通过对部分已知信息的生成、开发来实现对现实世界的确切描述和认识,使系统由"灰"变"白"。回归分析虽然是一种较通用方法,但大都只用于分析少因素的,线性的问题。由于灰系统理论是根据因素间发展态势的相似或相异程度来衡量因素间关联程度方法,其最大特点是对样本没有严格要求,不要求服从任何分布[10],因此,植被盖度变化驱动机制研究,非常适合采用灰色系统理论方法。同时,为保证研究结果具有调控的现实意义,针对研究区目前正处于由外延式开发向内涵式开发转变的快速人工化阶段这一现状特点,采取了5a做为本次研究的时间尺度。灰色关联方法的主要步骤详见文献[11]。以下仅针对本研究做几点说明。

(1)"+"代表效益型指标,越大越好,"-"代表成本型指标,越小越好。由于各类指标对于系统总体目标的作用不一致,在利用灰关联分析方法时可能出现问题,因此在数据无量纲处理时,对于效益型指标,以各序列中的值最大者为1,其余均以与此值相除的方法获得,即:

$$\delta = d/d_{max} \quad (5)$$

式中,δ为无量纲处理后数值;d为实际数据;d_{max}为数据组中最大值。

对于成本型指标,以序列中的最小值除以相应的实际值的方法获得,即:

万方数据

$$\delta = d_{\min}/d \tag{6}$$

式中,δ 为无量纲处理后数值;d 为实际数据;$d_{\min}$ 为数据组中最小值。

(2) 在灰关联度公式中,参数 ζ 为分辨系数,在 0 ~ 1 之间变化。计算结果表明传统所取的 $\zeta = 0.5$ 并不是最合适的数值,此处分辨系数 ζ 的取值规则如下[11]:

$$\Delta V = \frac{1}{m \times n}\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{n} | X_0(k) - X_i(k) | \tag{7}$$

式中,ΔV 为所有差值绝对值的均值;$X_0(k)$ 为母数列指标值;$X_i(k)$ 为比较数列指标值。

记 $\varepsilon = \Delta V/\Delta\max$,$\Delta\max = \max_i \max_k(\Delta k)$,

$$\Delta k = | X_0(k) - X_i(k) | \tag{8}$$

则 ξ 的取值满足

$$\Delta\max > 3\Delta V \text{ 时},\varepsilon \leqslant \zeta \leqslant 1.5\varepsilon \tag{9}$$

$$\Delta\max \leqslant 3\Delta V \text{ 时},1.5\varepsilon < \zeta \leqslant 2\varepsilon \tag{10}$$

3　结果与分析

3.1　植被盖度等级划分

根据国家"土地利用现状调查技术规程",全国"草场资源调查技术规程",全国"沙漠类型划分原则"的有关条款为指导,同时结合极端干旱区绿洲植被特有的生态特征及相关研究[12~14],把研究区植被盖度分为低盖度、中低盖度、中盖度、中高盖度和高盖度 5 种覆盖类型。其中,因为监测主体为植被覆盖情况,所以从中剔除了水体、城镇、乡村居民点、道路等特殊地类,同时,考虑农田这一特殊植被区,增设农田植被类,故研究区植被共分为 6 类(图 1)。各级指标含义如下:

(1)低盖度,植被覆盖度≤5%,对应地面沙地、撂荒地、沙化的干涸湖底等;

(2)中低盖度,植被覆盖度 5% ~ 10%,对应地面发育稀疏的小半灌木、荒漠灌木等;

(3)中盖度,植被覆盖度 10% ~ 30%,对应低产草地、疏林地等;

(4)中高盖度,植被覆盖度 30% ~ 60%,对应地面中高产草地、林地等植被;

(5)高盖度,植被覆盖度≥60%,对应地面优良草地、密灌地、密林地等;

(6)农田,对应地面 1 年生人工作物。

上述划分具有 3 个显著特点:第一,侧重于为绿洲环境脆弱性的评价和管理服务,因而低植被覆盖度划分较细,高植被覆盖度划分较粗。如 60%以下的覆盖度划为 4 个等级,60%以上的合并为 1 级,既有利于制定管理规划,又有利于反映环境治理的进度及分析它们的效应。第二,反映了区域景观的生态特征和已有研究成就。如 5%和 30%覆盖度,被地方定为半固定和固定沙地的下限,是沙区多年研究和治理实践中形成的概念;在全国沙漠类型划分原则中把半流动、半固定沙地合并为一类,故这样划分较能满足沙地治理实践的需要,也有利于地方成果和全国成果的对比和沟通。第三,同国家现行调查规程的指标相衔接。如 5%,30%和 60%几个阈值,都是有关的全国性调查规定(程)中,相关分类单位的既定指标,这样划分,既有利于成果的推广使用,也有利于吸取有关研究成果的结论,增强了等级划分成果的通用性。

3.2　植被盖度变化

3.2.1　植被盖度总体变化　由植被覆盖等级图(图 1)统计获得的植被覆盖变化的面积数据表明(表 1):

表 1　博、精河流域 1990 ~ 2005 植被覆盖变化面积统计

Table 1　Changed area of vegetation coverage in Bohe and Jinghe Watershed from 1990 ~ 2005

类型 Type	1990 年面积 Area(10^4 hm^2)	2000 年面积 Area(10^4 hm^2)	2005 年面积 Area(10^4 hm^2)	1990 年与 2000 年相比年变化率(%) Annual change rate of 1990 compared with 2000	2005 年与 1990 年相比年变化率(%) Annual change rate of 2005 compared with 1990	2005 年与 2000 年相比年变化率(%) Annual change rate of 2005 compared with 2000
低盖度 Low class	6.85	7.74	6.52	1.18	-0.30	-2.63
中低盖度 Medium-low class	27.38	25.26	23.21	-0.70	-0.95	-1.35
中盖度 Medium class	12.13	12.77	14.16	0.48	1.05	1.81
中高盖度 Medium-high class	2.67	2.33	3.27	-1.16	1.40	6.72
高盖度 High class	0.41	0.38	0.52	-0.67	1.68	6.14
农田 Land	20.78	21.75	22.54	0.42	0.53	0.61

注:年变化率 = 增长率/年数,增长率 = (末期的数量 - 初期的数量)/初期的数量

Note: Annual change rate = Increase rate/years, Increase rate = (Final amount - initial amount)/ initial amount

万方数据

(1)博、精河流域绿洲16年来,植被覆盖面积前三位的始终依次是中低盖度、耕地和中盖度。

(2)研究区植被覆盖度的主体是中低盖度,1990年,面积为 27.38×10^4 hm^2,占总面积的38.99%,2000年面积减少为 25.26×10^4 hm^2,占总面积的35.97%,2005年进一步减少为 23.21×10^4 hm^2,占总面积的33.05%。

(3)前10年,除耕地外,低盖度植被面积增幅最大,年均增加率为1.18%,但后5年里,又成为面积减幅较大类型,年均增加率为-2.63%;

(4)16年来,中盖度植被持续增加,年均增幅达1.81%,中低盖度植被持续减少,年均减幅达1.81%;

(5)农田面积稳步增加,但前10年增幅明显大于后5年,耕地增幅放缓。

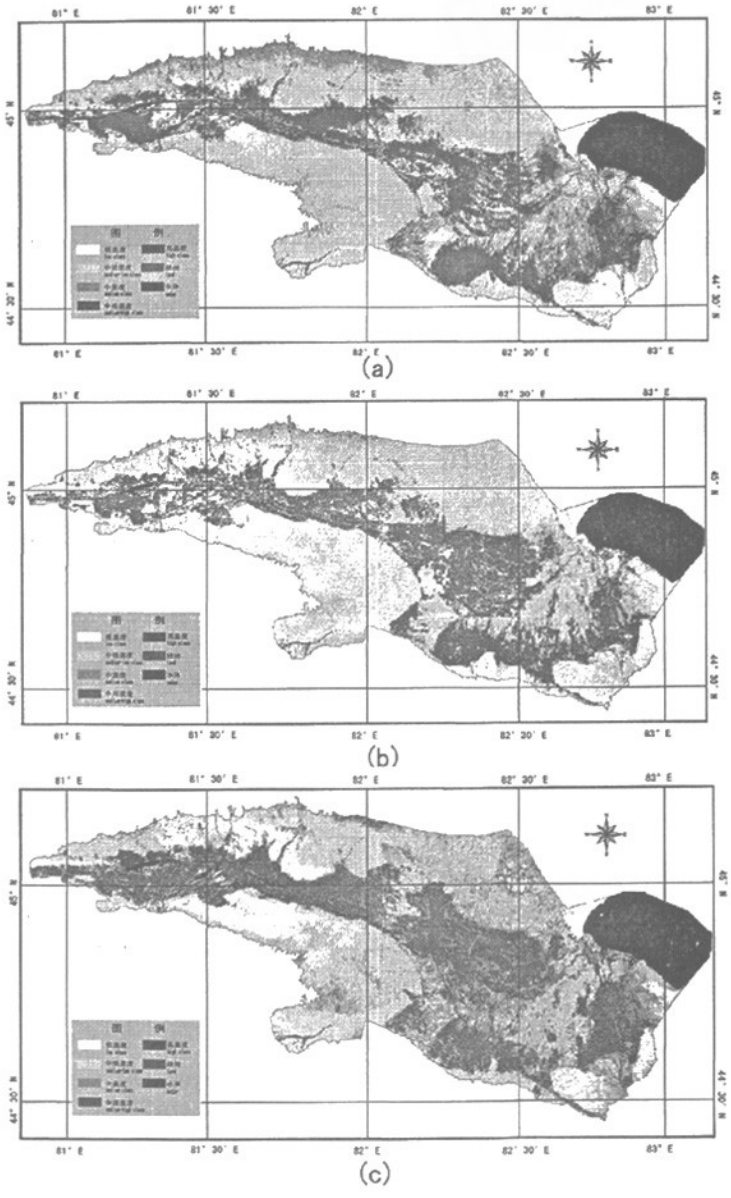

图1 博、精河流域植被盖度图(a.1990年;b.2000年;c.2005年)

Fig.1 Grade maps of vegetation coverage of Bohe and Jinghe Watershed(a.1990;b.2000;c.2005)

万方数据

3.2.2 植被覆盖的变化过程和主要类型　按植被覆盖变化的性质,1990－2005 年博、精河流域植被覆盖变化的过程,可总结为植被退化型(中盖度以上植被转化为中低盖度以下植被)、植被恢复型(中低盖度以下植被转化为中盖度以上植被)、弃耕型(耕地转化为非耕地)和开荒型(非耕地转化为耕地)四种。对生成的 1990、2000 和 2005 年 3 期植被盖度数据进行空间叠置分析,产生植被覆盖类型转换数据库,结果表明:

(1) 1990～2000 年期间,在面积变化方面,对角线数据均为植被覆盖类型未变化部分,其面积占总面积(70.22×10^4 hm^2)的 75.04%。从表 2、表 3 可以看出:植被退化型所占比例最大,面积达 4.8×10^4 hm^2,占总面积的 6.84%;其次是开荒型和植被恢复型,转化面积分别为 4.6×10^4 hm^2 和 4.49×10^4 hm^2,占总面积的 6.55%和 6.39%;转化面积比例最低的是弃耕型,占总面积的 5.18%。

表 2　博、精河流域植被覆盖等级转化矩阵及面积统计(1990,2000 年)

Table 2　Transformed matrix and the statistic results of areas of different vegetation coverage grades in Bohe and Jinghe Watershed in 1990 and 2000

1990 年 (10^4 hm^2)	2000 年 (10^4 hm^2)					
	低盖度 Low class	中低盖度 Medium-low class	中盖度 Medium class	中高盖度 Medium-high class	高盖度 High class	耕地 Land
低盖度 Low class	3.89	2.16	0.51	0.11	0.01	0.17
中低盖度 Medium-low class	2.72	18.46	3.81	0.04	0.01	2.34
中盖度 Medium class	0.82	3.93	5.07	0.39	0.01	1.91
中高盖度 Medium-high class	0.01	0.02	0.75	1.70	0.02	0.17
高盖度 High class	0.01	0.01	0.04	0.01	0.33	0.01
耕地 Land	0.29	0.68	2.59	0.08	0.00	17.1

表 3　博、精河流域植被覆盖等级转化类型及面积统计(1990,2000 年)

Table 3　Transformation types and area statistic of different vegetation coverage ranks in Bohe and Jinghe Watershed in 1990 and 2000

转化类型 Type of change	植被未变化 Not change	植被退化型 Vegetation degeneration	弃耕型 Land discarded	植被恢复型 Vegetation restoration	开荒型 Land reclamation
面积 Area(10^4 hm^2)	52.69	4.80	3.64	4.49	4.60

表 4　博、精河流域植被覆盖等级转化矩阵及面积统计(2000,2005 年)

Table 4　Transformed matrix and the statistic results of areas of different vegetation coverage grades in Bohe and Jinghe Watershed in 2000 and 2005

2000 年 (10^4 hm^2)	2005 年 (10^4 hm^2)					
	低盖度 Low class	中低盖度 Medium-low class	中盖度 Medium class	中高盖度 Medium-high class	高盖度 High class	耕地 Land
低盖度 Low class	6.01	1.62	0.03	0.01	0.00	0.07
中低盖度 Medium-low class	0.33	20.47	4.35	0.05	0.02	0.04
中盖度 Medium class	0.16	1.09	9.26	1.71	0.24	0.31
中高盖度 Medium-high class	0.01	0.01	0.21	1.36	0.04	0.70
高盖度 High class	0.00	0.01	0.02	0.13	0.22	0.00
耕地 Land	0.01	0.01	0.29	0.01	0.00	21.43

从不同转化类型的关系看,开荒和弃耕、植被恢复和植被退化分别是同时存在、方向相反的两种过程。表 3 表明,开荒的面积大于弃耕面积,这是耕地面积增长的根本原因,但两者相差仅 1×10^4 hm^2 多,说明土地利用程度不是很高。而植被退化型面积比植被恢复型面积大 1.99×10^4 hm^2,说明研究区的植被发生了一定的退化。

(2) 2000～2005 年期间,在面积变化方面,植被覆盖类型未变化部分,其面积占总面积(70.22×10^4 hm^2)的 89.78%。从表 4、表 5 中可以看出:植被恢复型所占比例最大,面积达 4.46×10^4 hm^2,占总面积的 6.35%;其次是植被退化型,退化面积为 1.28

万方数据

$\times 10^4$ hm^2，占总面积的1.82%；转化面积比例最低的是弃耕型，占总面积的0.46%。

从不同转化类型的关系看，开荒的面积大于弃耕面积，表明耕地仍有一定增长，但与前十年相比，增幅明显减慢，而弃耕面积只有前十年的8.8%，表明耕作水平有明显提升。植被恢复型面积比植被退化型面积多出近3.5倍，说明研究区的植被条件近几年有一定的改善(表5)。

表5 博、精河流域植被覆盖等级转化类型及面积统计(2000，2005年)

Table 5 Transformation types and area statistic of different vegetation coverage ranks in Bohe and Jinghe Watershed in 2000 and 2005

转化类型 Type of change	植被未变化 No change	植被退化型 Vegetation degeneration	弃耕型 Land discarded	植被恢复型 Vegetation restoration	开荒型 Land reclamation
面积 Area(10^4 hm^2)	63.04	1.28	0.32	4.46	1.12

(3) 1990～2005年期间，在面积变化方面，植被覆盖类型未变化部分，其面积占总面积(70.22×10^4 hm^2)的81.37%。从表6、表7中可以看出：16年间，研究区总体以植被恢复型为主，面积达6.2×10^4 hm^2，占总面积的8.83%；与此同时，也发生着一定的植被退化，退化面积为2.8×10^4 hm^2，占总面积的3.99%。

从不同转化类型的关系看，这16年间，开荒型占据了优势，虽然前十年植被退化占据了主导，但总体来看研究区的植被条件还是有向好发展趋势(表7)。

表6 博、精河流域植被覆盖等级转化矩阵及面积统计(1990，2005年)

Table 6 Transformed matrix and the statistic results of areas of different vegetation coverage grades in Bohe and Jinghe Watershed in 1990 and 2005

1990年 (10^4 hm^2)	2005年(10^4 hm^2)					
	低盖度 Low class	中低盖度 Medium-low class	中盖度 Medium class	中高盖度 Medium-high class	高盖度 High class	耕地 Land
低盖度 Low class	4.93	1.78	0.09	0.01	0.01	0.03
中低盖度 Medium-low class	1.28	18.86	5.04	1.01	0.04	1.15
中盖度 Medium class	0.28	2.33	7.56	0.52	0.02	1.42
中高盖度 Medium-high class	0.01	0.16	0.45	1.64	0.10	0.31
高盖度 High class	0.01	0.01	0.01	0.03	0.34	0.01
耕地 Land	0.01	0.07	1.01	0.06	0.01	19.62

表7 博、精河流域植被覆盖等级转化类型及面积统计(1990，2005年)

Table 7 Transformation types and area statistic of different vegetation coverage ranks in Bohe and Jinghe Watershed in 1990 and 2005

转化类型 Type of change	植被未变化 No change	植被退化型 Vegetation degeneration	弃耕型 Land discarded	植被恢复型 Vegetation restoration	开荒型 Land reclamation
面积 Area(10^4 hm^2)	57.14	2.80	1.16	6.20	2.92

3.3 植被盖度变化的驱动因素分析

基于文章前述考虑，并结合数据可得性，本研究建立了含有4个自然驱动力因子、15个人文驱动力因子的灰色驱动因子池(表8)，通过灰色分析从中找出最优解。

以植被覆盖面积作为母序列进行灰色关联分析，得到各驱动因子对植被资源表征层的贡献大小，如表9所示。

在影响植被资源的自然因子中，年降水量和年积温是首要的驱动力。一定气候格局下的区域水热状况，决定了天然植被的分布类型与空间分布规律，从而影响绿洲稳定性变化的过程与特征。近几年数据显示，研究区的年降水量和年积温均呈现上升趋势，表明流域绿洲植被资源的自然地理背景条件有所好转，但较为平直的天然植被覆盖面积曲线也暗示出，在人为因素的影响下，自然因子并未占据主导优势。

在影响植被资源的人文因子中，关联度居第一位的是耕地面积，其次是畜头数。尽管研究区的人口发展在特点上呈现出由急剧上升转向逐步趋稳的态势，但由于低下的土地资源供养力与巨大的人类生产生活需求间的矛盾，必然间接导致对植被资源

万方数据

表 8　博、精河流域土壤异质性驱动因子灰色指标体系

Table 8　The gray index system on driving factors of soil heterogeneity in Bohe and Jinghe Watershed

目标层 Object layer	驱动因子层 Driving factor layer
博、精河流域土壤异质性 Soil heterogeneity in Bohe and Jinghe Watershed	自然驱动因子(Natural driving factors):Z1.灾害性天气日数(Days with natural disaster)(－),Z2.年降水量(Annual precipitation)(＋),Z3.年均积温(Annual average accumulated temperature)(＋),Z4.年蒸发量(Annual evaporation)(－) 人文驱动因子(Humanity driving factors):R1.用水量(Water consumption)(－),R2.畜头数(Livestock)(－),R3.农林牧渔总产值(Total output of agriculture, forestry, animal husbandry and fishery)(＋),R4.城镇生活(Urban life),污染物排放情况(Polutents discharge)(－),R5.工业污染排放情况(Industrial polutents discharge)(－),R6.规模以上工业能源消费量(Energy consumption of scaled industries)(－),R7.GDP(＋),R8.每万人在校大学生数(Number of college students per 10 000 people)(＋),R9.工业总产值(Total output of industry)(＋),R10.年耕地面积(Area of annual cultivited land)(－),R11.治碱面积(Area of improved alkaline land)(＋),R12.水土流失治理面积(Area of improved eroded land)(＋),R13.化肥施用量(Amount of fertilizer application)(－),R14.当年造林面积(Area of artificial afforestation at the present year)(＋),R15.当年防护林面积(Area of protective forest at the present year)(＋)

表 9　植被资源表征下驱动因子灰关联度

Table 9　The gray Correlation Degree of vegetation resource between driving factors

因子 Factor	Z1		Z2		Z3		Z4	
贡献率 Contribution rate	0.73		0.8		0.78		0.71	
因子 Factor	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
贡献率 Contribution rate	0.79	0.87	0.78	0.67	0.64	0.7	0.72	0.73
因子 Factor	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	
贡献率 Contribution rate	0.71	0.89	0.76	0.75	0.74	0.83	0.81	

的严重破坏,并且突出表现在三方面:一是在农村生活燃料问题长期得不到根本解决,经济收入也十分有限的前提下,造成对梭梭、红柳、胡杨等天然固沙植物的滥采滥伐;二是大面积垦荒后,由于缺乏防护林等有效保护措施导致弃耕地增多,形成开荒、弃耕、撂荒、易地再开荒的恶性循环,直接破坏了原有地表荒漠植被;三是随着牲畜数量的增长,草场利用强度逐步增加,长期超载而引发草场植被退化。需要指出的是,虽然这两个主导因子对植被资源表征下的绿洲稳定性而言皆为逆指标,但它们的叠加效应并未导致植被资源的急剧下降,这主要是因为处于第三位的当年造林面积这一因子部分地抵消了这种影响。

通过以上分析表明,研究区植被资源在自然因素和人类活动的双重影响下,前者主要以降水量和年均积温的影响为主,而后者的驱动作用则是建设和破坏同时并存,并且仍以人为因素驱动作用占主导地位。

4　结　论

1) 将研究区植被盖度分为低盖度、中低盖度、中盖度、中高盖度、高盖度和农田 6 类,实验监测分析结果表明,研究区植被覆盖度的主体是中低盖度,16 年来研究区植被盖度总体呈增长趋势,植被覆盖面积占前三位的始终依次是中低盖度、耕地和中盖度;

2) 将研究区植被覆盖的变化性质分为植被退化型、植被恢复型、弃耕型和开荒型四种,16 年间开荒型占据了优势,虽然前十年植被退化占据了主导,但总体来看研究区的植被条件还是有向好发展趋势;

3) 利用灰色分析方法找寻了影响植被盖度变化的主要驱动因子,研究区植被资源在自然因素和人类活动的双重影响下,前者主要以降水量和年均积温的影响为主,而后者的驱动作用则是建设和破坏同时并存,并且仍以人为因素驱动作用占主导地位。

参 考 文 献:

[1] 满多清,吴春荣,徐先英,等.腾格里沙漠东南缘荒漠植被盖度月变化特征及生态恢复[J].中国沙漠,2005,25(1):140—144.

[2] Gillies R R, KustasW P, Humes K S. A Verification of the'Triangle' Method for Obtaining Surface Soil Water Content and Energy Fluxes from Remote Measurements of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Surface[J]. International Journal of Remote Sensing, 1997,18(15):3145—3166.

[3] 张远东,徐应涛,顾峰雪,等.荒漠绿洲 NDVI 与气候、水文因子的相关分析[J].植物生态学报,2003,27(6):816—821.

[4] 丁建丽,塔西甫拉提·特依拜.基于 NDVI 的绿洲植被生态景观格局变化研究[J].地理学与国土研究,2002,18(1):23—26.

万方数据

[5] 牛宝茹,刘俊荣,王政伟.干旱半干旱地区植被覆盖度遥感信息提取研究[J].武汉大学学报(信息科学版),2005,30(1):27—30.
[6] 赵英时.遥感应用分析原理与方法[M].北京:科学出版社,2003:387—398.
[7] 李苗苗,吴炳方,颜长珍,等.密云水库上游植被覆盖的遥感估算[J].资源科学,2004,26(4):153—159.
[8] 顾祝军,曾志远.遥感植被盖度研究[J].水土保持研究,2005,12(2):18—21.
[9] 许红梅,高清竹,江 源,等.黄河中游砒砂岩地区长川流域植被盖度及其动态分析[J].中国沙漠,2005,25(6):880—885.
[10] 邓聚龙.灰色预测与决策[M].武汉:华中工学院出版社,1986:45—48.
[11] 沈珍瑶,杨志峰.灰关联分析方法用于指标体系的筛选[J].数学的实践与认识,2002,32(5):728—732.
[12] 李金桐,普拉提,纪 良.基于GIS的MODIS环境荒漠化监测中的运用方法研究[J].新疆气象,2003,26(2):21—23.
[13] 弋良朋,尹林克,王雷涛.基于RDVI的尉犁绿洲植被覆盖动态变化研究[J].干旱区资源与环境,2004,18(6):65—71.
[14] 丁建丽,塔西甫拉提·特依拜,刘传胜.策勒绿洲植被覆盖动态变化遥感研究[J].中国沙漠,2003,23(1):79—83.

Analysis of vegetation coverage change and its driving factors in Bohe and Jinghe Oasis, Xinjiang

WU Zhao-peng

(*Department of Geography, Geography and Tourism Science Institute, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang* 830054, *China*)

Abstract: Oasis is a basic place to maintain human living, activity and development. It has important significance to utilizing land resources reasonably to study vegetation coverage change on spatio-temporal scale. Based on the remote sensing data, the paper calculated the vegetation coverage and analyzed the characteristics of its historical evolution from 1990 to 2005. The results showed that: (1) The largest proportion of vegetation coverage was vegetation degeneration, moreover, the lowest proportion of vegetation coverage was farmland discarded from 1990 to 2000. (2) The largest proportion of vegetation coverage was vegetation restoration; moreover, the lowest proportion of vegetation coverage was farmland discarded from 1990 to 2000. (3) The overall characteristic of vegetation coverage was vegetation restoration in research region from 1990 to 2005. The main natural influencing factors on oasis vegetation coverage are precipitation and evaporation. The population growth and land and water resources exploitation are the main humanity influencing factors.

Keywords: Bohe and Jinghe Watershed; oasis; vegetation coverage; change; driving factor

万方数据