

基于“3S”技术的和田河流域植被空间格局研究^{*}

冯娟¹, 王福娥², 高婧³

(1. 中国地质大学长城学院 信息工程系, 河北 保定 071000; 2. 太原市麒达环保工程技术有限公司, 山西 太原 030027; 3. 交通银行新疆区分行, 乌鲁木齐 830000)

摘 要:以和田河流域为研究区, 基于“3S”技术, 以 TM/ETM+、SPOT 影像为数据源, 从 TM/ETM+ 影像上提取植被信息, 同时基于高分辨率的 SPOT 影像对和田河流域植被空间格局及其与距离河岸的距离、河面高差间的关系进行了系统的研究, 对和田河流域植被分布特征有一个更为全面的认识。研究表明, 研究区植被覆盖度与其距离河岸的距离及河面高差呈负相关。

关键词:“3S”技术; 数字高程模型; 和田河流域; 植被覆盖度; 空间格局

中图分类号: Q948.156

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)01-0067-05

Study on the Vegetation Spatial Pattern in Hetian River Basin Based on ‘3S’ Technology

FENG Juan¹, WANG Fude², GAO Jing³

(1. China University of Geosciences Great Wall College, Baoding, Hebei 071000, China; 2. Qida Environmental Protection Company, Taiyuan 030027, China; 3. Traffic Bank of Xinjiang District Branch Bank, Urumqi 830000, China)

Abstract: In this paper, taking Hetian River basin as the study area, TM/ETM+ and SPOT images are the data source, based on ‘3S’ technologies, vegetation information was obtained from the TM/ETM+ images. The purpose of this paper is to study the relationship among vegetation space pattern, the distance from the river banks, river height difference based on high-resolution SPOT images, then has a more comprehensive understanding. The results show that it is a negative correlation among them.

Key words: ‘3S’ Technology; DEM; Hetian River Basin; vegetation coverage; spatial pattern

随着“3S”技术的日趋成熟, 在植被空间格局研究中具有独特的优势。遥感尤其是卫星遥感技术在这方面可发挥得天独厚的优势, 并且目前卫星遥感的空间分辨率从几百米到几分米, 时间分辨率小到天、小时, 光谱分辨率到几微米, 这些都为植被信息的有效提取创造了重要的条件。同时 RS 所具有的强大信息采集和获取能力, 以及 GPS 的实时定位采集技术, 二者都可以作为 GIS 的重要数据源和更新手段, 再结合 GIS 具有的强大的空间分析能力, 这些都为植被空间格局的研究创造了有利的条件。本文研究旨在总结前人研究成果的基础上, 借助遥感影像及其 GIS 技术, 对和田河流域植被分布特征有一个更为全面地认识。此外本项研究在方法思路上前人的研究有所不同, 是将 RS 技术与 GIS 技

术及 GPS 技术相互结合, 获取植被信息, 在时间、人力、物力上节约许多。这一方法可以因地制宜地应用于对其它地区植被空间格局研究中, 并且研究成果可以为该流域的治理决策提供详实的基础数据和科学依据, 为森林植被的合理经营、科学管理和实现可持续发展提供服务。

1 研究区概况

和田河流域位于塔克拉玛干沙漠主风向的下风向, 是新疆的极干旱区。流域位于塔克拉玛干沙漠南缘、昆仑山的北麓, 塔里木盆地的西部, 地理位置位于 $77^{\circ}25' - 81^{\circ}43'E$, $34^{\circ}28' - 40^{\circ}28'N$ ^[17]。其中中游地区主要由发源于昆仑山北麓的玉龙喀什河, 以及发源于喀喇昆仑山北麓的喀拉喀什河的流经区

* 收稿日期: 2009-07-16

基金项目: 中国地质大学长城学院教学改革与教学建设项目基金(20081013)

作者简介: 冯娟(1982-), 女, 山西省运城人, 硕士研究生, 研究方向为资源环境遥感监测。E-mail: Fengjuan_28@126.com

域构成,两河汇合后成为和田河的下游。流域土地总面积 48 870 km², 行政区域包括和田市、和田县、墨玉县、洛浦县及新疆生产建设兵团 47 团、皮山县、阿克苏地区的阿瓦提县一部分。流域东邻克里雅河流域,南以昆仑山和喀喇昆仑山与西藏和克什米尔为界,西与叶尔羌河流域接壤,北入塔里木盆地腹地,和田河是我国塔里木河三大源流之一^[1]。

2 和田河流域植被数据的获取及处理

2.1 矢量数据的获取

收集和田河流域的位置图,1: 50 万地形图,将其扫描生成数字地图,并且导入到 Supermap 2003 地信软件里进行校正,然后矢量化,得到和田河流域基础地物要素的矢量图层,包括道路、河流、居民区等,并根据地形图进行属性的录入,最后制作出和田河流域的基础底图。

2.2 属性数据的获取

收集研究区的经济数据、人口数据、水文、降水、温度、土壤等相关属性数据。

2.3 实测数据的获取

主要通过野外实地调查,基于“3S”工作平台,即集成 GPS 技术、RS 技术、GIS 技术的便携野外测量兼室内数据处理、分析的系统。它包括 GIS、RS、GPS 三个子系统。硬件部分由笔记本电脑或 PDA、GPS 天线、手持 GPS 机、数码像机、摄像机等组成,软件包括 OZI、MAPROUT、MAPEDIT、ERDAS、ENVI、SUPERMAP2003、ARCGIS 等 GIS、RS 和 GPS 的软件。另外还包括相应区域的卫星遥感影像、基础地理信息等数据。野外测量时系统通过 GPS 天线接受空间卫星实时传输的空间数据,然后传输给 OZI 软件,经过 OZI 软件处理后可以获取空间数据,使用卫星影像进行实时对比分析,建立解译标志,使用遥感软件进行

影像处理,地理信息系统软件进行实时数据修改,属性录入。通过 3S 平台能实时地获得精确度很高的四维(*X* 坐标、*Y* 坐标、高程、时间)数据和属性信息,并能实时实地进行遥感分析,矢量和属性数据的修改。通过“3S”平台获取研究区域的地理坐标、高程、植被等信息。此外还要记录包括道路交叉口、河流、林地等具有典型特征的控制点信息^[2]。

2.4 遥感数据的收集与处理

选取覆盖研究区域的 TM/ETM+ 影像数据,影像分辨率为 15 m,进行和田河流域植被分布现状的研究,选取 SPOT 影像数据进行研究区植被覆盖度空间格局分析。

3 植被信息提取及分布现状研究

植被信息的提取过程:根据地物光谱特征,结合研究区域特点及其本文的分类体系,采用 ENVI 非监督分类 ISODATA(Iterative Self-Organizing Data Algorithm)-人工交互合并与修正法^[3]。该方法首先进行非监督分类,然后在此基础上对属于同一类别的地物像元进行合并,对错分的像元进行修正分类。将分类结果矢量图层从 SUPERMAP 中导出为 SHP 格式,然后在 EXCEL 中制作透视表,进行统计分析(表 1)。

从植被分布可以看出,和田河流域的主要植被类型是胡杨、柽柳、其他灌木。和田河两岸分布有大片的胡杨和柽柳。其中本文研究区的总面积为 2 253 529.60 hm²,其中胡杨面积 68 680.75 hm²,占 3.05%,柽柳面积 15 689.72 hm²,占 0.70%,其他灌木地面积 2 781.05 hm²,占 0.12%,农田面积 17 144.09 hm²,占 0.76%,及荒漠面积 2 107 698.42 hm²,占 93.53%,河流总面积为 41 535.57 hm²,占 1.84%。

表 1 各主要植被类型面积统计 hm²

地区	柽柳	胡杨	其他灌木	农田	河流	荒漠	总计
和田县	7808.26	5264.90	863.21	12986.19	13054.02	62226.49	102203.07
洛浦县	3928.34	21644.73	1121.01	0	12625.14	414971.45	454290.67
墨玉县	3953.12	41771.12	796.83	4157.90	15856.41	1630500.48	1697035.86
总计	15689.72	68680.75	2781.05	17144.09	41535.57	2107698.42	2253529.60

4 基于遥感影像二次分类的植被覆盖度空间格局分析

文中二次分类,是相对于一次分类而言,指先对 SPOT 影像进行重新采样,将影像像元变大,由原来的 10 m 到现在的 15 m,然后对重采样后的影像再进行一次分类。对遥感影像进行二次分类后,可以明确

划分出样区地类的边界。将二次分类后的栅格数据集,利用 ARCGIS 的栅格转成矢量的工具,即 ARCGIS 空间分析工具集中的 Convert 工具,将二次分类结果转成矢量(.shp 格式),对矢量数据集进行处理(光滑、重采样、拓扑查错等),确定三个样区地类的矢量界限。根据二次分类的结果,最终将样区一划分为 21 块地类(包含水域),将样区二划分为 16 块地类(包

含水域), 将样区三划分为 8 块地类(包含水域)。

根据二次分类确定的地类界限, 与一次分类的结果进行掩膜裁剪即对一次分类后的栅格数据按地类进行了裁剪, 这样便可以统计出每块地类的总像元个数及每块地类内植被所占的像元总个数。打开一次分类的栅格数据的属性表, 在 Option 选项中将其导出为 DBF 格式, 统计出每块地类的总像元个数及每块地类内植被所占像元的总个数, 则每块地类的植被覆盖度就等于植被所占像元总个数与地类总像元个数的比值。其结果如表 2- 4 分别为样区一、样区二、样区三的植被覆盖度计算结果表。

5 样区植被信息与样区 DEM 的叠加

将样区提取的植被信息与样区 DEM 两个图层进行分区统计, 计算出每块地类内植被所分布的高程范围。选择在 ARCGIS 中利用 Spatial Analyst 工具栏中 Zonal Statistic 工具进行分区统计, 最后将分区统计的结果属性表导出。进行统计计算并分析, 其结果见表 2- 4。

5.1 创建垂直剖面图

为了更直观地反映植被覆盖度随着距河岸距离

及河面高差的变化规律, 本文建立了三个样区的剖面图, 利用 ARCGIS 中 3DAnalyst 工具, 即在 ARG-MAP 内容表上选择样区的 DEM 图层, 单击 Interpolate Line 按钮, 在 DEM 表面拖出一条数字化线, 双击鼠标结束数字化线。然后单击 Create Profile Graph 按钮即可生成研究区的剖面。最后右击剖面图标题栏, 选择 Properties 命令对生成的剖面图进行修改^[4]。如图 1- 3 为三个样区的剖面图, 图中 X 轴代表距离河岸的距离, Y 轴代表对应点的高程, 数值为每块地类的植被覆盖度。

5.2 回归模型的构建

5.2.1 植被覆盖度与距河岸平均距离、河面平均高差间的单因素相关分析 从相关系数矩阵表中可以看出: 植被覆盖度与距离河岸的平均距离、距河面的平均高差之间的单相关系数分别为 - 0. 831, - 0. 823, 并且这两个数据旁边均有 2 个星号, 表示在显著水平为 0. 01 时, 统计检验的相伴概率小于等于 0. 01, 即总体无显著线性相关的可能性小于等于 0. 01。由于植被覆盖度与距离河岸的平均距离、距河面的平均高差间的单相关系数为负但绝对值大于 0. 8, 所以视为高度负相关。

表 2 样区 1 植被覆盖度计算结果

代码	树种	植被所占 像元个数	地类所占 像元数目	植被覆 盖度/ %	距离河岸 最大距离/ m	距河岸的 最小距离/ m	距河岸的 平均距离/ m	最大 高差/ m	最小 高差/ m	平均 高差/ m
1	胡杨	17267	907373	1. 90	9206. 75	1106. 41	5156. 58	10. 78	2	4. 95
2	胡杨	8158	57472	14. 19	1106. 41	863. 88	985. 145	5. 69	3. 15	4. 15
3	胡杨、柽柳	14726	77888	18. 91	863. 88	466. 55	665. 215	2. 91	0. 09	0. 64
4	胡杨	18069	52810	34. 22	466. 55	156. 54	311. 545	3. 7	0. 02	1. 10
5	胡杨	12479	24902	50. 11	156. 54	0	78. 270	3. 13	1. 38	1. 51
6	水域	0	148024	0	0	0	0	0	0	0
7	胡杨、柽柳	14862	47971	30. 98	325. 58	0	162. 790	2. 02	0. 19	0. 04
8	柽柳	3034	24092	12. 59	530. 98	325. 58	428. 280	0. 62	1. 18	0. 57
9	胡杨	4942	7758	63. 70	575. 15	530. 98	553. 065	1. 13	0. 81	0. 45
10	柽柳	1121	7227	15. 51	619. 49	575. 15	597. 320	0. 56	0. 58	0. 45
11	胡杨	17116	31212	54. 84	798. 38	619. 49	708. 935	2. 17	1. 02	0. 95
12	胡杨	6623	34803	19. 03	1048. 31	798. 38	923. 345	2. 48	1. 19	0. 40
13	荒漠、胡杨	3325	38492	8. 64	1310. 60	1048. 31	1179. 455	6. 87	0. 16	3. 40
14	胡杨	8989	313857	2. 86	3178. 13	1310. 60	2244. 365	11. 31	4. 11	6. 29
15	胡杨、柽柳	19108	257195	7. 43	5290. 86	3178. 13	4234. 495	8. 92	1. 29	6. 03
16	胡杨、柽柳	52030	429071	12. 13	6985. 04	5290. 86	6137. 950	5. 68	0. 28	2. 82
17	胡杨	17590	106719	16. 48	7516. 68	6985. 04	7250. 860	5. 50	1. 84	3. 15
18	胡杨	5723	72249	7. 92	8051. 87	7516. 68	7784. 275	4. 97	2. 21	2. 78
19	胡杨、柽柳	7015	34994	20. 05	8273. 43	8051. 87	8162. 650	4. 98	2. 25	3. 39
20	胡杨	5111	49177	10. 39	8566. 21	8273. 43	8419. 820	5. 17	0. 77	2. 91
21	胡杨	1303	49885	2. 61	8852. 51	8566. 21	8709. 360	3. 90	0. 09	0. 83

表 3 样区 2 植被覆盖度计算结果

代码	树种	植被所占 像元个数	地类所占 像元个数	植被覆 盖度/ %	距河岸的 最大距离/ m	距河岸的 最小距离/ m	距河岸的 平均距离/ m	最大 高差/ m	最小 高差/ m	平均 高差/ m
1	胡杨、柽柳	4986	818973	0.61	3535.63	1186.65	2361.14	9.87	0.71	6.65
2	柽柳	5549	65037	8.53	1186.65	996.98	1091.815	9.26	10.41	9.68
3	胡杨	4686	20941	22.38	996.98	940.21	968.595	7.87	9.65	8.86
4	胡杨	11072	167830	6.60	940.21	460.64	700.425	6.81	1.98	3.73
5	胡杨	99510	159520	62.38	460.64	0	230.32	0.65	0.45	0.51
6	河流	0	257896	0	0	0	0	0	0	0
7	胡杨	93799	148216	63.29	422.88	0	211.44	2	1.38	1.84
8	胡杨	2908	25398	11.45	486.19	422.88	454.535	2.06	3.68	3.03
9	胡杨	18874	216333	8.72	1128.80	486.19	807.495	2.73	1.96	2.47
10	胡杨	5165	48252	10.70	1260.87	1128.80	1194.835	1.68	1.63	1.25
11	胡杨	13755	125257	10.98	1613.41	1260.87	1437.14	2.72	3.68	3.11
12	胡杨	7598	39034	19.47	1725.78	1613.41	1669.595	2.27	3.60	3.03
13	胡杨、柽柳	18427	271667	6.78	2499.34	1725.78	2112.56	3.65	1.33	2.50
14	胡杨	12033	71623	16.80	2716.88	2499.34	2608.11	4.08	6.13	5.14
15	胡杨、柽柳	40116	516316	7.77	4189.80	2716.88	3453.34	4.41	2.22	3.97
16	荒漠	0	70623	0	4395.19	4189.80	4292.495	1	0.25	0.19

表 4 样区 3 植被覆盖度计算结果

代码	树种	植被所占 像元个数	地类所占 像元个数	植被覆 盖度/ %	距河岸的 最大距离/ m	距河岸的 最小距离/ m	距河岸的 平均距离/ m	最大 高差/ m	最小 高差/ m	平均 高差/ m
1	胡杨	32535	725670	4.48	4512.23	2197.75	3354.99	14.73	4.41	9.20
2	柽柳	254750	401935	14.34	2197.75	905.63	1551.69	3.75	0.02	1.41
3	胡杨、柽柳	57411	119791	47.93	905.63	516.78	711.205	1.62	2.17	1.14
4	胡杨、柽柳	111312	159982	69.58	516.78	0	258.39	0.19	1.24	0.39
5	河流	0	257896	0	0	0	0	0	0	0
6	胡杨	116911	233164	50.14	751.55	0	375.775	3.77	0.27	1.30
7	胡杨、柽柳	91824	745342	12.31	3149.23	751.55	1950.39	4.99	1.42	0.75
8	胡杨	1462	497421	0.29	4732.43	3149.23	3940.83	6.67	0.09	2.99

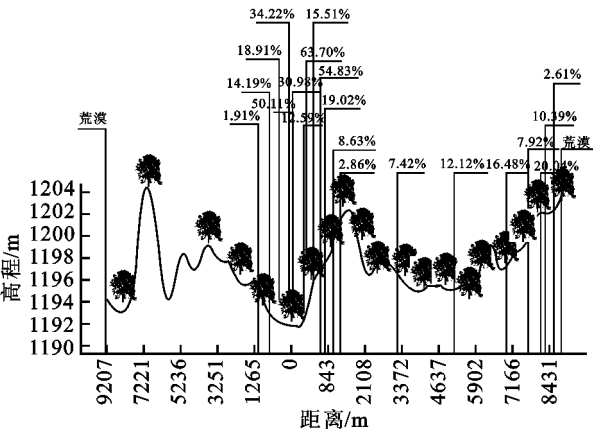


图 1 样区 1 剖面图

后的数据保存为变量。然后利用 SPSS 15.0 的回归工具条中的曲线估计工具 Curve Estimation, 进行曲线估计, 最后通过比较相关系数的平方值(R^2)来比较各模型的优劣, 相关系数的平方值越大, 则模型越优。

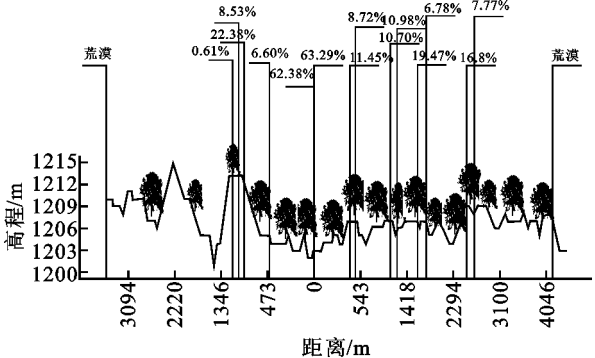


图 2 样区 2 剖面图

5.2.2 植被覆盖度与距河岸平均距离、河面平均高差间回归模型的构建 在 SPSS 15.0 中进行曲线拟合, 首先利用 SPSS 15.0 中的分析, 描述统计分析功能, 对样本数据进行标准化处理, 并且将标准化处理

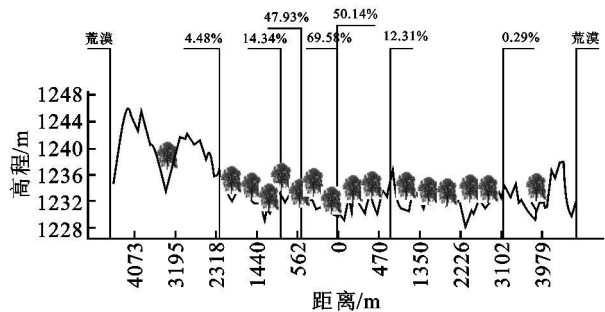


图 3 样区 3 剖面图

表 5 相关分析矩阵表

项目	植被 覆盖度	距河岸的 平均距离	距河面的 平均高差
植被覆盖度	1.000	- 0.831**	- 0.823**
距河岸的平均距离	- 0.831**	1.000	0.738**
距河面的平均高差	- 0.823**	0.738**	1.000

通过比较,植被覆盖度与距河岸距离间的回归模型选择幂函数模型 Power, 其一般表达式为: $y = b_0x^{b_1}$, 本文中为 $y = 1890.4x^{-0.6932}$ (y —— 植被覆盖度; x —— 距河岸的平均距离, $R^2 = 0.7124$, $R = -0.8440$, 见图 4)。植被覆盖度与距河面高差间的回归模型选择三次曲线模型 Cubic, 其一般式为 $y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3$, 本文中为 $y = -0.329x^3 + 6.0045x^2 - 33.063x + 62.366$ (y —— 植被覆盖度; x —— 距河面的平均高差, $R^2 = 0.6685$, $R = -0.8176$, 见图 5)。

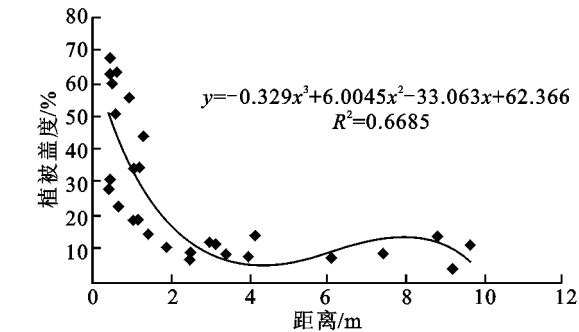


图 4 植被覆盖度与距河岸距离间的回归模型

对建立的回归模型进行 F 检验, 结果表明, F 检验的实际显著性水平 sigf 值均为 $0.0000 < 0.001$, 通过了置信度为 0.001 的显著性检验。说明植被覆盖度与距河岸的距离及河面高差间总体上呈现显著的负相关, 即随着河岸距离及河面高差的增大, 植被覆盖度整体上呈现出逐渐降低的趋势。

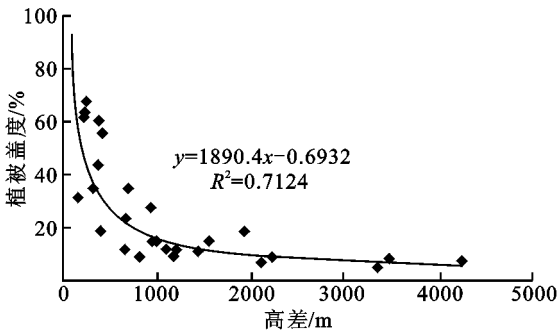


图 5 植被覆盖度与距河面高差间的回归模型

6 结论

(1) 从水平方向来看, 植被随着其距河岸距离的增大, 总体上植被的覆盖度呈现出递减的趋势。本文中的 3 个样区, 植被覆盖度最高值为 69.58%, 且覆盖度大于 60% 以上的植被主要分布在距离河岸 600 m 以内, 覆盖度介于 50% ~ 60% 的植被分布范围在距离河岸 800 m 以内。覆盖度介于 40% ~ 50% 的主要分布于距河岸 1 000 m 以内。而距离河岸的距离超过 1 000 m 以后, 植被的覆盖度都低于 20%。这是由于随着距离河岸距离的增加, 地下水位降低, 不利于植被的生长。

(2) 从垂直方向, 即距离河面高差方面考虑, 覆盖度为 60% 以上的植被分布范围距离河面的高差不超过 2 m。覆盖度介于 30% ~ 60% 的植被分布范围距离河面的高差不超过 4 m。当距离河面的高差高于 10 m 以后, 植被的覆盖度都低于 20%。这也是因为距离河面高差越大, 地下水位相对也较低, 不利于植被吸收水分, 进而影响植被生长。

(3) 三个样区中, 植被覆盖度在靠近河岸附近都有一个从最高值降低后然后又增加的规律, 原因可能是由于河岸两边分布的是胡杨林, 此处风速降低, 发生风沙堆积作用, 导致植被覆盖度降低。

参考文献:

[1] 肖晨曦. 和田河流域灌丛沙堆粒度特征及成因的初步研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学, 2007.

[2] 咎梅. 基于 DEM 的艾比湖阶地研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学, 2007.

[3] 张银辉. 县级耕地遥感动态监测方法研究[J]. 测绘通报, 2002(3): 25-27.

[4] 吴秀芹, 张洪岩, 李瑞改, 等. ArcGIS 9 地理信息系统应用与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 347-348.