

黄土高原清水河流域植被景观动态变化研究*

陈静谊¹, 张志强¹, 王新杰², 唐丽霞¹

(1. 北京林业大学 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室 北京 100083; 2. 北京林业大学 林学院, 北京 100083)

摘 要:在 RS 和 GIS 支持下,通过解译山西吉县清水河流域 1986 年、2000 年、2007 年 TM 遥感影像,生成土地利用分类并进行流域植被景观制图,分析了植被景观结构特征及变化趋势,同时,在 GIS 系统支持下,建立了清水河流域植被景观元素转移矩阵。结果表明,流域的植被景观基质始终是荒草地和灌木,1986 年流域植被景观要素面积大小排序为:草地>阔叶林>灌木>农田>针叶林>园地>居住用地,草地、灌木和阔叶林 3 类占到总面积的 87% 以上,草地是绝对优势景观要素,占到景观总面积的 41.69%,且连片性较好,灌木斑块数最大,分布零散、破碎,2000 年流域植被景观要素排序变为:草地>灌木>阔叶林>农田>针叶林>园地>居住用地,2007 年流域植被景观要素面积排序为:灌木>阔叶林>草地>针叶林>农田>园地>居住用地;通过分析两个时段景观转移矩阵,表明 20 a 间灌木面积比例持续增加,且主要来源于草地。

关键词:清水河流域 植被景观变化; GIS; FRAGSTATS; 转移矩阵

中图分类号:Q948.154

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2008)05-0053-04

Vegetation Landscape Structure Changes in Qingshuihe Watershed of Loess Region

CHEN Jing-yi¹, ZHANG Zhi-qiang¹, WANG Xin-jie², TANG Li-xia¹

(1. Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Combating Desertification, Beijing Forestry University, Beijing 100083; 2. College of Forestry Science, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: With the help of RS and GIS, by interpreting the Landsat TM images of Qingshuihe watershed in 1986, 2000, 2007, the information from Vegetation Landscape Mapping are used to analyze the spatial pattern change, then establish the transfer matrix of the Vegetation landscape to realize the dynamic change. The results show: the vegetation landscape matrix is always grassland and shrubs, grassland elements is the absolute superiority in 1986, accounted for 41.69% of the total area of landscape, in 1986 the vegetation landscape elements size listed in order is: grass> deciduous> shrub> crop> coniferous> orchard> residential land; in 2000, grass> shrub> deciduous> crop> coniferous> orchard> residential land; in 2007, shrub> deciduous> grass> coniferous> crop> orchard> residential land, the shrubs plaque become the first place, accounting for 35.97% of the total area, and was the superiority of vegetation landscape. Also the results from conversion matrix indicate that the grassland had changed to shrub continuously through 20 years.

Key words: Qingshuihe watershed; vegetation landscape structure change; GIS; FRAGSTATS; conversion matrix

黄土高原地区一直存在水资源短缺、水土流失严重等关键生态环境问题,研究区域土地利用和覆被变化(LUCC)有助于揭示各种自然和人文因素对生态环境的影响及预测其发展趋势,对区域可持续发展有重要意义,长期以来,植被分布和防护林建设对环境的影响以及如何使植被发挥最大的生态服务功能一直是国家防护林建设和林业工作者关心和研究的重要方向。山西吉县位于我国西北黄土区,具有显著的侵蚀和水土流失脆弱生境特征,研究该地区流域尺度植被

体系景观格局变化,对当地土地利用规划、林业规划以及预防水土流失、改善当地生态环境提供参考依据。

1 研究区概况

清水河流域位于山西省西南部的临汾市,地理坐标为东经 110°40′–110°48′,北纬 36°14′–36°18′,具有典型的黄土高原地貌及气候特征。海拔 440~1 820 m,地势东高西低,地层构造比较复杂,上层是第四纪上更新风积黄土覆盖,其

* 收稿日期:2008-06-04

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划项目(编号:2006BAD03A0202)资助

作者简介:陈静谊(1983–),女,宁夏中宁县人,在读硕士研究生,研究方向:自然地理、资源与环境方向。E-mail:chenjy8220@163.com

通信作者:张志强(1967–),男,内蒙古清水河县人,博士,副教授,主要研究方向:自然地理、森林生态水文。E-mail:zhqzhang@bjfu.edu.cn

下有第三纪红土及三迭纪、二迭纪红色砂岩层,流域属黄土残垣沟壑区,水土流失严重。暖温带大陆性气候,冬季冷夏季热,年均温 10℃,降雨量 546.76 mm,降雨集中,年变幅大,年均清水总流量 1 264.58 万 m³,年均洪水流量4 708.5 万 m³,最大洪峰流量 1 050 m³/s,多年平均输沙量 353 万 t,侵蚀模数 7 441 t/(km²·a)。石质山和土石山主要分布有天然次生残林,乔木树种主要有斛栎、油松、刺槐等。

2 研究方法

2.1 数据来源及处理

收集了研究流域 1986 年、2000 年和 2007 年的 TM 卫星遥感影像,分辨率 25 m,利用 Geomatica V8.2(PCI)软件进行空间坐标转换和几何纠正、判读、分类,在 2008 年 4 月 8 日-15 日对清水河流域的植被及土地利用状况进行了为期 7 d 的野外调查,对植被分类结果进行验证,用 ArcView、

ArcGIS 9.2 的空间分析模块建立面元拓扑关系及空间数据库,以及应用空间叠置功能计算景观类型转移矩阵,最后输出景观制图结果,利用 FRAGSTATS 软件进行景观格局指数的计算统计和分析,研究不同时段流域的植被景观格局特征和动态变化。

本实验根据研究目的、数据源条件以及土地利用分类系统将景观类型分为农地、针叶林、阔叶林、园地、荒草地、灌木林和居住用地 7 大类,确定了流域面积 43 272.844 hm²,输出的 3 期景观格局图见附图 6,7,8。

2.2 景观参数计算和分析

将流域不同时段植被景观分类结果导入 Fragstats 软件,选择相应的参数后进行输出,将各项景观指数在 Excel 中统计汇总,获得流域不同时间段的景观格局指数汇总表,指标分 3 类:面积密度指标,CA, P, LAND, NP, LPI;形状指标, MSI, AWM SI;破碎化指数, MPI, MPS, IJI。

表 1 1986 年、2000 年、2007 年流域各斑块、类型指数

年 份	类 型	CA	PLAND	NP	LPI	MPS	MSI	AWMSI	MPI	IJI
1986 年	针叶林	726.08	1.68	91	0.18	7.98	1.97	2.69	6.01	35.27
	阔叶林	10592.98	24.48	135	12.13	78.47	1.99	9.74	212.24	59.89
	灌木林	9115.17	21.07	568	3.84	16.05	2.1	3.88	25.26	52.84
	草地	18036.00	41.69	169	38.83	106.72	2.24	30.97	1712.06	60.17
	耕地	4390.23	10.15	301	0.83	14.59	2.24	3.63	12.38	40.33
	园地	303.66	0.70	76	0.05	4.00	1.71	1.84	0.38	58.56
	居住用地	102.57	0.24	1	0.24	102.57	2.45	2.45	0	57.72
2000 年	针叶林	1885.86	4.36	91	1.38	20.72	2.06	5.56	19.65	18.80
	阔叶林	11966.76	27.65	150	11.96	79.78	2.10	8.48	177.33	64.01
	灌木林	12708.94	29.36	286	11.29	44.44	2.15	7.68	247.36	52.53
	草地	14104.07	32.58	213	25.15	66.22	2.06	2.86	945.18	50.51
	耕地	2142.72	4.95	220	0.31	9.74	2.23	11.10	4.74	49.50
	园地	308.23	0.71	50	0.23	6.16	1.69	2.30	0.68	64.05
	居住用地	168.98	0.39	1	0.39	168.98	2.74	2.74	0.00	51.14
2007 年	针叶林	2890.30	6.68	105	2.20	27.53	1.88	5.46	31.94	39.81
	阔叶林	9709.14	22.43	192	11.35	50.57	2.08	6.44	135.67	43.95
	灌木林	15570.85	35.97	193	27.84	80.68	2.36	16.69	811.73	63.90
	荒草地	10998.82	25.41	255	10.76	43.13	2.28	12.82	229.87	49.76
	农田	2971.41	6.87	255	0.48	11.65	1.93	2.74	6.46	50.60
	园地	807.07	1.86	123	0.33	6.56	1.86	2.58	1.90	60.54
	居住用地	335.26	0.77	1	0.77	335.26	2.36	2.36	0.00	55.00

注: TYPE: 景观斑块类型; CA: 类型面积; NP: 斑块个数; PLAND: 斑块所占景观面积的比例; LPI: 最大斑块所占面积比例; MPS: 拼块平均大小; MSI: 平均形状指数; AWM SI: 面积加权的平均形状因子; MPI: 平均邻近指数; IJI: 散布与并列指数。

分别将 1986 年和 2000 年, 2000 年和 2007 年植被景观分布图在 ArcView 下经过叠加(Overlay)得到各种植被景观类型面积的转化情况完成植被景观变化的面积转移矩阵。然后,求出植被景观类型的转移概率矩阵,即某类景观转化后的各类景观面积占转化前该类景观的年平均百分比,得到每两年度之间各种植被景观类型的转移概率矩阵(表 2, 3)。

3 结果及分析

3.1 景观结构变化

从表 1 看出,灌木、草地、阔叶林三者所占面积比例始终最大,是流域主要景观基质,1986 年各地类中斑块面积比例最大的是荒草地,占到总面积的 41.69%,表明草地是占绝对优势的景观元素,但它的比例随年度持续减少,2000 年减

少到 32.58%, 2007 年占 25.41%, 三个时段相比, 灌木的斑块面积所占比例持续增加, 从 1986 年的 21% 增加到 2007 年的 36%, 原因可能由于该流域草地和灌木混生面积大, 草地和矮灌的分类区别不大, 随时间推移, 灌木成长起来, 草地转变成灌木林、阔叶林比例变化幅度不大, 先增加后减少, 保持

在景观总面积的 1/4 左右, 针叶林面积比例呈上升趋势, 从 1986 年的 1.68% 增加到 2007 年的 6.68%, 耕地所占面积比例先减少后有所增加, 果园和居住用地面积比例增加明显, 园地从 0.7% 增大到 1.86%, 居住用地面积比例从 0.24% 增大到 2000 年的 0.39%, 2007 增大到 0.77%。

表 2 1986– 2000 年植被景观类型的转移概率矩阵%

类 型	2000 年								
	针叶林	阔叶林	园地	草地	灌木林	农田	居住地	合计	
1986 年	针叶林	91. 858	7. 724	0. 000	0. 418	0. 000	0. 000	0. 000	100
	阔叶林	8. 338	82. 058	0. 015	7. 192	2. 248	0. 149	0. 000	100
	园地	0. 000	1. 554	5. 699	22. 798	40. 415	29. 534	0. 000	100
	草地	0. 389	7. 791	0. 277	63. 450	26. 502	1. 375	0. 216	100
	灌木林	2. 669	20. 468	0. 087	9. 237	66. 551	0. 884	0. 104	100
	农田	0. 000	0. 318	4. 981	19. 746	36. 171	38. 255	0. 530	100
	居住地	0. 000	0. 000	0. 000	2. 899	4. 348	0. 000	92. 754	100
	合计	103. 254	119. 913	11. 058	125. 739	176. 235	70. 196	93. 604	

表 3 2000– 2007 年植被景观类型的转移概率矩阵%

类型		2007 年							
		针叶林	阔叶林	园地	草地	灌木林	农田	居住地	合计
2000 年	针叶林	91. 521	5. 569	0. 000	0. 000	2. 743	0. 166	0. 000	100
	阔叶林	8. 857	71. 535	0. 026	0. 026	17. 583	1. 973	0. 000	100
	农田	0. 000	0. 000	70. 588	10. 294	5. 515	13. 235	0. 368	100
	园地	0. 000	0. 000	15. 789	65. 789	5. 789	12. 632	0. 000	100
	灌木林	0. 294	1. 275	5. 699	2. 120	31. 830	58. 255	0. 527	100
	草地	0. 870	5. 781	4. 653	0. 915	65. 852	21. 236	0. 692	100
	居住地	0. 000	0. 000	0. 909	0. 000	1. 818	0. 909	96. 364	100
		101. 543	84. 160	97. 666	79. 145	131. 131	108. 406	97. 950	

注: 上表中每行的含义表示 k 时期转为 $k+1$ 其他类型的面积和比例, 列的含义表示由其他类型转入的面积和比例; 行、列的合计分别表示 k 时期和 $k+1$ 时期各种景观类型的面积。

从斑块数目上看, 草地、阔叶林和针叶林的斑块数呈缓慢增加趋势, 灌木虽然面积比例增加, 但其斑块数显著减少, 从 1986 年的 568 个减少到 2007 年的 193 个, 占总斑块数的比例从 42% 减少到 17%, 很明显其连片性提高, 农田斑块先减少后增加, 果园斑块明显增加。

从斑块平均大小看, 1986 年草地最大, 且逐年持续减小, 2000 年阔叶林最大, 2007 年灌木最大, 3 个年度相比, 灌木和针叶林斑块平均面积持续增大, 表明其生长较好, 受人为干扰不大, 阔叶林在 2007 年显著减小, 估计跟局部砍伐有关, 果园的平均斑块面积也保持小幅增加, 这跟当地经济林种植的取向相符, 该流域近年来以苹果、杏等为主的水果生产成为当地特色农产之一, 因此果园面积比例也相应增大。

斑块形状上, 草地的面积加权平均形状因子波动变化最大, 比其它斑块类型要大许多, 先期自然程度最高(1986 年), 后受人为影响数值减小(2000 年), 2007 年又有所回升, 表明人类活动对草地的干扰因素较大, 灌木数值逐年增大, 表明人为干扰减少, 而阔叶林数值减小说明干扰度在提高, 其它景观要素的前后变化趋势不明显。

斑块破碎度方面, MPI 值大表明同类型斑块间邻近度高, 景观连结性好。先期草地有最大的斑块间邻近度, 也即

证明草地有最好的连通性, 后期逐年草地邻近度减小, 变得破碎、分散, 灌木邻近度数值增大, 说明灌木的连通性增大, 连片面积增大, 另外, 阔叶林的指数值持续减小, 估计跟局部砍伐有关, 针叶林和果园的邻近度指数保持增长, 说明生长较好。IJI 取值小时表明斑块类型仅与少数几种其它类型相邻接; IJI=100 表明各斑块间比邻的边长是均等的, 即各斑块间的比邻概率是均等的, 农田的散布并列指数是逐年增大, 表明农田景观要素受人为因素制约最强, 景观空间格局也最具人性分布, 居住地的选择, 果园的分布也受人的主观影响和制约, 其它指数的变化趋势不明显。

3.2 景观转移矩阵

从 1986–2000 年间的景观转移矩阵(表 2)可以看出, 针叶林主要向阔叶林和草地转变, 占 1986 年针叶林面积的 7.724% 和 0.418%, 而针叶林的增加量主要来源于阔叶林、灌木和草地; 阔叶林有 8.338% 转为针叶林, 7.19% 转为草地, 2.248% 转为灌木林, 还有少量转为农田和园地, 而灌木、草地和针叶林也是阔叶林的主要增加来源; 园地中 40.415% 转为灌木, 29.534% 转为农田, 22.798% 转为草地, 1.554% 转为阔叶林, 而农田和草地是园地主要来源, 合计总面积变化不大; 草地有 26.5% 转为灌木, 7.79% 转为阔叶林,

1.375% 转为农田, 0.389% 转为针叶林, 0.277% 转为园地, 阔叶林、灌木和农田是草地主要增加来源, 但草地减少的面积远大于增加的面积, 因此总面积减少; 灌木有 20.468% 转为阔叶林, 9.237% 转为草地, 2.669% 转为针叶林, 0.884% 转为农田, 灌木的主要来源是草地、农田、阔叶林和园地, 且增加的面积远大于减少的面积; 农田主要转为灌木和草地, 分别为 36.171% 和 19.746%, 还有 4.98% 转为园地, 农田主要来源是草地, 其次是园地和灌木, 且转出的面积大于转入的面积。

从 2000—2007 年间的景观转移矩阵(表 3) 看出, 针叶林主要向阔叶林和草地转变, 各占 5.569% 和 2.743%, 而针叶林的增加量主要来源于阔叶林、草地和灌木, 总面积增加; 阔叶林有 17.583% 转为灌木, 8.857% 转为针叶林, 1.973% 转为草地, 0.052% 转为农田和果园, 而草地、灌木和针叶林也是阔叶林的主要增加来源, 且转出面积大于转入面积, 总面积减少; 草地有 65.85% 转为灌木, 5.78% 转为阔叶林, 4.65% 转为农田, 0.91% 转为园地, 0.87% 转为针叶林, 而阔叶林、灌木和农田是草地主要增加来源, 草地总面积减少, 大量转变成灌木; 灌木有 58.25% 转为草地, 5.7% 转为农田, 2.12% 转为园地, 1.27% 转为阔叶林, 灌木的主要来源是草地、阔叶林、农田和针叶林, 增加的面积多于变为其他类型的面积, 总面积增加; 园地中 15.79% 转为农田, 12.63% 转为草地, 5.79% 转为灌木, 而灌木、农田和草地是园地主要来源, 合计总面积增大; 农田主要转为草地 13.23% 和园地 10.294%, 还有 5.51% 转为灌木, 农田主要来源是灌木和草地, 其次是园地和阔叶林; 居住用地有 1.82% 变成灌木, 0.9% 变成草地, 0.9% 变成农田, 同时有草地、灌木和农田变成居住用地, 总面积增加。

4 结 论

流域的植被景观基质始终是荒草地和灌木, 通过比较不同植被景观参数变化, 表明 1986 年草地是绝对优势景观要素, 占到景观总面积的 41.69%, 且连片性较好, 虽然灌木面积仅占总面积的 21%, 斑块数却最大, 占到总斑块数 42%,

表明分布零散、破碎, 1986 年流域植被景观要素面积大小排序为: 草地> 阔叶林> 灌木> 农田> 针叶林> 园地> 居住用地, 草地、灌木和阔叶林三类占到总面积的 87% 以上, 随着年度增加, 流域景观变化为 2000 年流域植被景观要素面积大小排序为: 草地> 灌木> 阔叶林> 农田> 针叶林> 园地> 居住用地, 2007 年流域植被景观要素面积大小排序为: 灌木> 阔叶林> 草地> 针叶林> 农田> 园地> 居住用地, 灌木斑块面积变成第一, 占总面积的 35.97%, 为流域绝对优势景观; 且通过分析两个时段景观转移矩阵, 表明灌木和草地面积变化最大, 1986 年草地景观占流域景观总面积的比例 41.69%, 2007 年减少到 25.41%, 灌木的斑块面积所占比例持续增加, 从 1986 年的 21% 增加到 2007 年的 36%, 灌木的显著增加主要来源于草地, 草地逐渐向灌木景观转化, 其他景观的变化趋势比较不明显。

参考文献:

[1] 咎梅, 陈冬花. ERDAS IMAGINE 软件在森林资源调查中的应用: 以巩留林场为例[J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 2006, 25(3): 178-182.

[2] 李忠锋, 王彦丽. 定边县土地利用动态变化研究[J]. 干旱区地理, 2004, 27(4): 520-524.

[3] 卢玲, 程国栋, 李新. 黑河流域中游地区景观变化研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 68-74.

[4] 张志, 朱金兆, 朱清科, 等. 晋西黄土区蔡家川流域景观地形分异格局研究[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(2): 43-48.

[5] 叶延琼, 陈国阶. GIS 支持下的岷江上游流域景观格局分析[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(1): 112-115.

[6] 郭冻, 杜世宏, 杨一鹏. 基于 RS 与 GIS 的广州市森林景观格局时空分异研究[J]. 地理与地理信息科学, 2008, 24(1): 96-99, 112.

[7] 解修平, 周杰, 张海龙, 等. 基于景观生态和马尔可夫过程的西安地区土地利用变化分析[J]. 资源科学, 2006, 28(6): 175-181.

(上接第 52 页)

参考文献:

[1] 王宪礼, 布仁仓, 胡远满, 等. 辽河三角洲湿地景观破碎化分析[J]. 应用生态学报, 1996, 7(3): 299-304.

[2] 王永军, 李团胜, 刘康, 等. 榆林地区景观格局分析及其破碎化评价[J]. 资源科学, 2005, 7(2): 161-166.

[3] 杨国靖, 肖笃宁. 森林景观格局及破碎化评价: 以祁连山西水自然保护区为例[J]. 生态学杂志, 2003, 22(5): 56-61.

[4] 由畅, 周永斌, 于丽芬. 景观破碎化数量分析方法概述[J]. 中国农学通报, 2006, 22(5): 147-151.

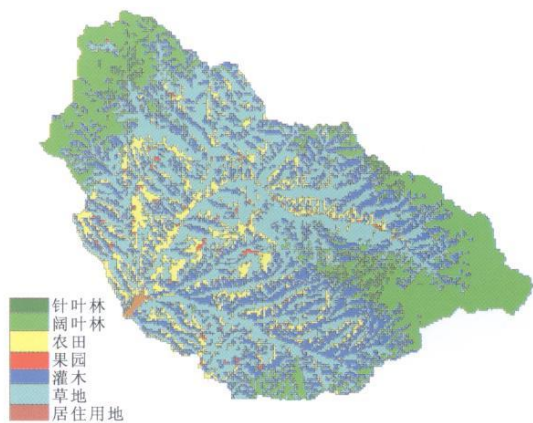
[5] 辜世贤, 徐霞. 重庆市生态修复示范区土地利用景观格局分析[J]. 水土保持研究, 2006, 13(2): 245-248.

[6] 张明娟, 刘茂松, 徐驰, 等. 南京市景观破碎化过程中的斑块规模结构动态[J]. 生态学杂志, 2006, 25(11): 1358-1363.

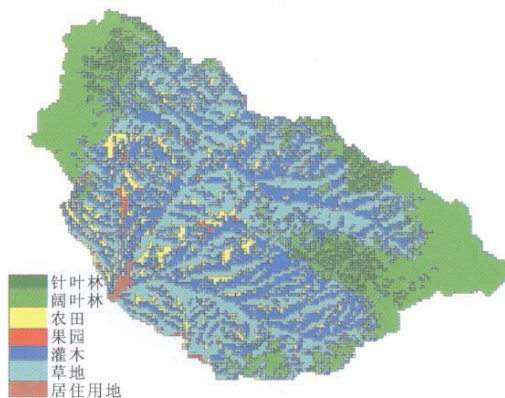
[7] 王永军, 李团胜. 基于 GIS 的榆林地区景观格局动态变化[J]. 生态学杂志, 2006, 25(8): 895-899.

[8] 李正国, 王仰麟, 张小飞. 陕北黄土高原景观破碎化及其土壤裸露效应[J]. 生态学报, 2005, 25(3): 421-426.

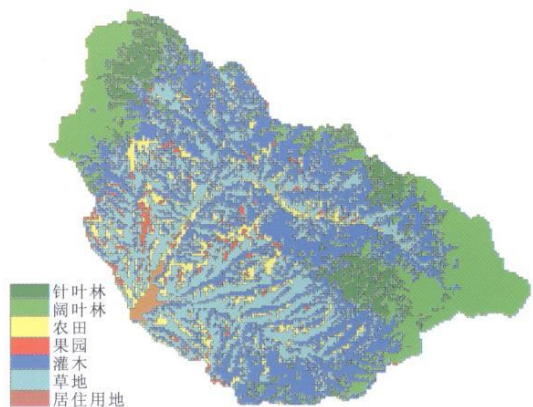
[9] 赵明华, 杨树佳, 牟文龙. 山东半岛县域土地利用景观格局分析: 以招远市为例[J]. 水土保持研究, 2007, 14(3): 155-157.



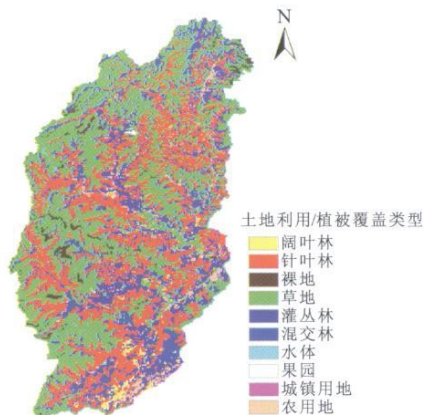
附图6 清水河流域1986年植被景观分布图



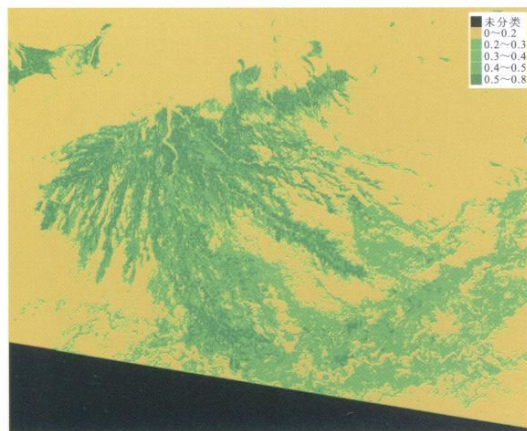
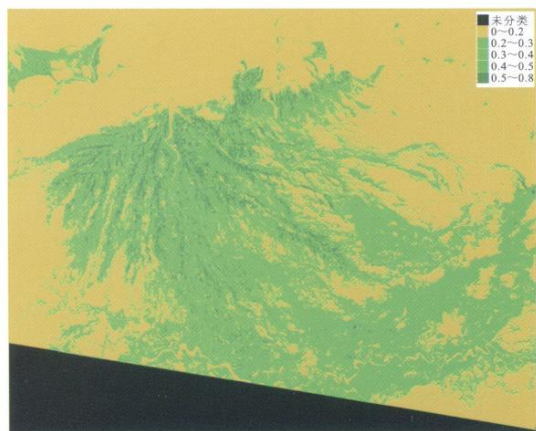
附图7 清水河流域2000年植被景观分布图



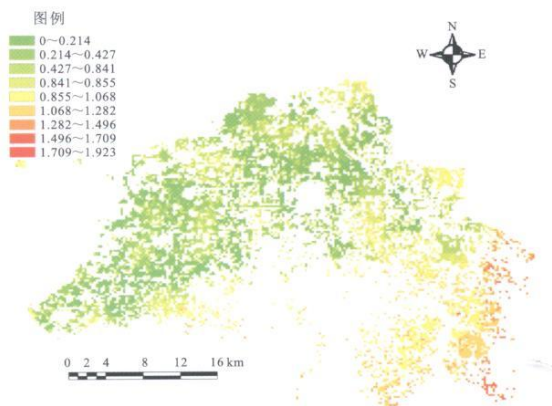
附图8 清水河流域2007年植被景观分布图



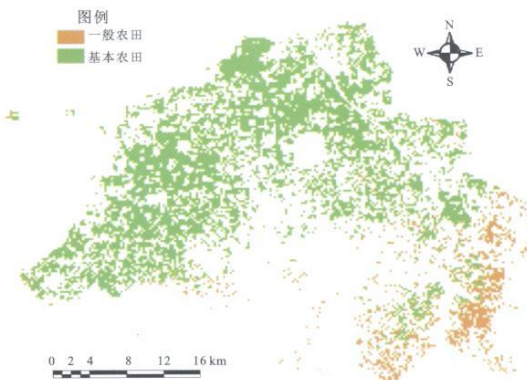
附图9 岷江上游流域土地利用类型



附图10 1989年（左）和2001年（右）NDVI图像



附图11 龙口市耕地入选基本农田排序图



附图 12龙口市基本农田保护区规划图