

## 九寨沟自然保护区景观变化与保护

邓贵平<sup>1,2</sup>, 颜磊<sup>3</sup>, 章小平<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059; 2. 九寨沟国家级风景名胜区管理局, 四川 阿坝 623402;

3. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871)

**摘 要:** 立足于景观尺度, 基于 RS 和 GIS 技术及景观生态学原理, 使用巢式分析法研究了 1975—2007 年九寨沟自然保护区景观变化, 包括景观格局、景观过程, 讨论了景观变化的驱动因素。结果表明: 1. 最近 30 多年来, 九寨沟自然保护区及外围圈层各类景观都发生了不同程度的变化: 自保护区建立以来, 林地、水域分别净增 899.56 hm<sup>2</sup>、7.06 hm<sup>2</sup>, 疏林/灌丛、草地分别减少 440.52 hm<sup>2</sup>、970.60 hm<sup>2</sup>, 耕地已全部实现退耕; 而同期外围 2 个圈层的林地却分别减少 9 012.23 hm<sup>2</sup>、25 975.28 hm<sup>2</sup>, 水域减少 16.89 hm<sup>2</sup>、0.83 hm<sup>2</sup>, 建设用地增加 376.58 hm<sup>2</sup>、1 340.35 hm<sup>2</sup>, 草地增加 4 883.18 hm<sup>2</sup>、56 462.11 hm<sup>2</sup>。在景观水平上, 保护区破碎化程度最低, 而多样性程度最高, 但在类型水平上, 保护区 2007 年的林地却仍然比 1975 年破碎。2. 各种宏观政策, 包括保护政策、旅游发展及其所引发的人类活动是九寨沟自然保护区及其外围 2 个圈层林地、建设用地、耕地景观变化的驱动因素, 而自然地理过程是九寨沟自然保护区及其外围 2 个圈层冰雪/裸岩、水域景观变化的驱动因素。针对景观变化和未来面临的挑战提出了保护建议。

**关键词:** 自然保护区; 景观; 巢式分析; 九寨沟

**中图分类号:** P901, P942

**文献标识码:** A

在全球环境快速变化的今天, 人们已普遍认识到全球生态系统的服务功能和自然价值对人类生命支持系统至关重要<sup>[1]</sup>。然而, 这些重要的生态系统却面临着土地转换、土地退化和破碎化三大威胁<sup>[2-4]</sup>。通过建立自然保护区保护重要的生态系统和物种, 利用恢复生态学方法加速对退化的农用地、工业地的修复是当前自然保护实践领域中的两种主流途径<sup>[5]</sup>。特别是被喻为保护生物多样性基石和大本营的自然保护区, 被寄予了很高的希望<sup>[6-7]</sup>。近 40 年来, 全球自然保护区数量增加很快, 已超过 10 万个, 覆盖面积  $18.8 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, 占全球陆地面积的 12.65%<sup>[8]</sup>。此外, 自然保护区的任务还从单一的保护生物多样性扩展到提高生计、减少贫困等更全面的可持续性发展内容, 因此发展和保护策略总是双管齐下<sup>[9-10]</sup>。在中国, 许多自然保护区都采取发展旅游提高当地居民生计, 同时获取保护资金的

方式发展。目前, 已有一些文献就这种方式对生态系统的变化进行了评估<sup>[11-14]</sup>。然而, 立足于景观尺度, 采用定量的方法, 并从保护区内外景观变化对比的角度进行研究的还不多见。本文以世界著名的自然保护区九寨沟为例, 研究最近 30 多年来, 在人类活动影响下其景观的变化, 以期为进一步保护提供科学依据。

### 1 研究区概况

九寨沟自然保护区位于四川省阿坝藏族羌族自治州九寨沟县中南部, 地理位置  $103^{\circ}46' \sim 104^{\circ}05' E$ ,  $32^{\circ}55' \sim 33^{\circ}16' N$ , 面积约  $6.4 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>, 其中实验区  $0.55 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>, 占 8.53%; 缓冲区  $0.90 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>, 占 14.04%; 核心区  $4.9 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>, 占 77.43%。其地处青藏高原东缘岷山山脉南段尔尔纳峰北麓,

收稿日期 (Received date): 2010 - 10 - 11; 改回日期 (Accepted): 2011 - 02 - 18。

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金项目资助 (71020107027)。[Supported by National Natural Foundation of China (71020107027).]

作者简介 (Biography): 邓贵平 (1978 -), 男, 四川江油人, 博士研究生, 主要从事旅游地质学和景区管理研究。[Deng Guiping (1978 -), male, born in Jiangyou, Sichuan, doctoral candidates, mainly engaged in the research of tourism geology and national park management.] E-mail: tourdgp@163.com

是长江水系嘉陵江源头的一条支沟,地貌为高山峡谷区,地势南高北低,海拔 1 996—4 764 m,相对高度达 2 768 m。受高原地形影响,气候条件较复杂,以高原山地温带、寒温带季风气候为主。保护区内物种丰富,有藻类 419 种、菌类 203 种、维管植物 2 007 种、无脊椎动物 693 种、脊椎动物 313 种(鱼类 2 种、两栖类 6 种、爬行类 4 种、鸟类 223 种、兽类 78 种)<sup>[15]</sup>。

新中国建立以后,九寨沟经历了森林砍伐(1965—1978 年)和旅游发展(1979—今)两个时期。由于九寨沟具有世界性独特的科学和审美价值,旅游资源品味极高,自 1978 年建立自然保护区以来,旅游业发展迅猛,现已集国家级自然保护区(1994 年)、国家 5A 级景区(2007 年)、世界自然遗产(1992 年)、世界人与生物圈保护区(1997 年)等多项桂冠于一身,已成为中国标志性的自然保护区和世界级的旅游胜地<sup>[16]</sup>。旅游人次已从 1981 年的 0.2 万增至 2007 年的 251.3 万,门票收入也从 1981 年的 13.5 万元增至 2007 年的 5.2 亿,旅游业已成为当地乃至整个阿坝藏族羌族自治州的主导产业。

## 2 数据和方法

### 2.1 遥感影像的选择及预处理

根据可获取的遥感影像资料库和九寨沟发展的不同阶段,本研究选取美国陆地资源系列卫星(Landsat)于 1975 年、1986 年、1997 年、2007 年 4 个时间点获取的遥感影像数据来研究九寨沟的景观变化,并对影像进行了辐射校正、几何校正、图像裁切等预处理。

### 2.2 景观分类方案

景观在地学意义上是使某一区域的地表区别于其他区域的构成特征,其与土地利用/覆盖紧密相关,土地利用/覆盖的变化是影响景观结构、功能和动态的最普遍的主导因素之一<sup>[17]</sup>。参考美国地质调查局(USGS)的分类体系和 Liu 等人的研究成果<sup>[18]</sup>,综合考虑遥感影像特征和九寨沟实际土地利用情况,将九寨沟的土地利用/覆盖划分为 7 类,即耕地、林地、疏林/灌丛、草地、建设用地、水域、冰雪和裸岩。

### 2.3 分析方法

格局和过程是九寨沟景观变化分析的重点。景观指数是定量化研究景观格局的基本方法<sup>[19]</sup>。本

研究选取斑块个数(NP)、平均斑块大小(MPS)、最大斑块指数(LPI)、边界密度(ED)、景观形状指数(LSI)、平均斑块形状指数(MSI)、面积加权斑块平均分维度(AWMPED)、香浓多样性指数(SHDI)、蔓延度指数(CONTAG)、聚集度指数(COHENSION)等 10 个景观指数来研究九寨沟的景观在面积、形状、多样性、破碎化、空间构型方面的变化特性。景观指数的计算通过 Fragstats3.3 实现。

为了更好地分析和评估保护区的保护效应,国际上许多研究采用保护区建立前后对比或保护区内外对比这 2 种方式进行, Nagendra, Naughton - Treves 分别对这 2 种方式进行了文献综述<sup>[20-21]</sup>。本研究综合了这 2 种方法,即在时间上,对比了保护区建立前后的景观变化,在空间上,采用巢式设计法<sup>[22]</sup>,设置了 2 层缓冲区对保护区内外进行对比分析(图 1)。考虑到行政区的影响,2 层缓冲区均设置于九寨沟县域范围内,其中,第 1 圈层为保护区外围 10 km 缓冲区,第 2 圈层为九寨沟县域范围内去除保护区和第 1 圈层外的其他区域。

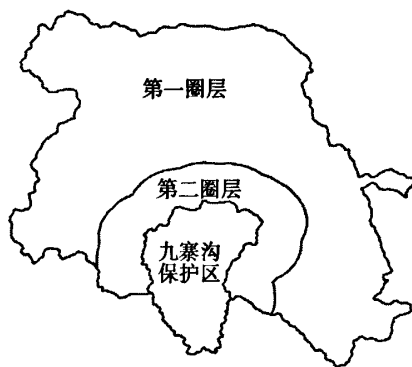


图 1 巢式设计设置

Fig. 1 Setting up of the nested analysis

## 3 结果与讨论

### 3.1 景观构成及变化

图 2 分别为 1975 年、1986 年、1997 年、2007 年九寨沟自然保护区及外围圈层土地利用/覆盖。其中:1975 年代表九寨沟历经 10 a 砍伐期后和旅游开发之前的景观;1986 年代表九寨沟自 1978 年正式进入保护期以来和旅游刚刚起步的景观;1997 年反映了九寨沟旅游粗放式发展期的景观;2007 年代表汶川大地震前九寨沟强调旅游可持续发展阶段的景观。

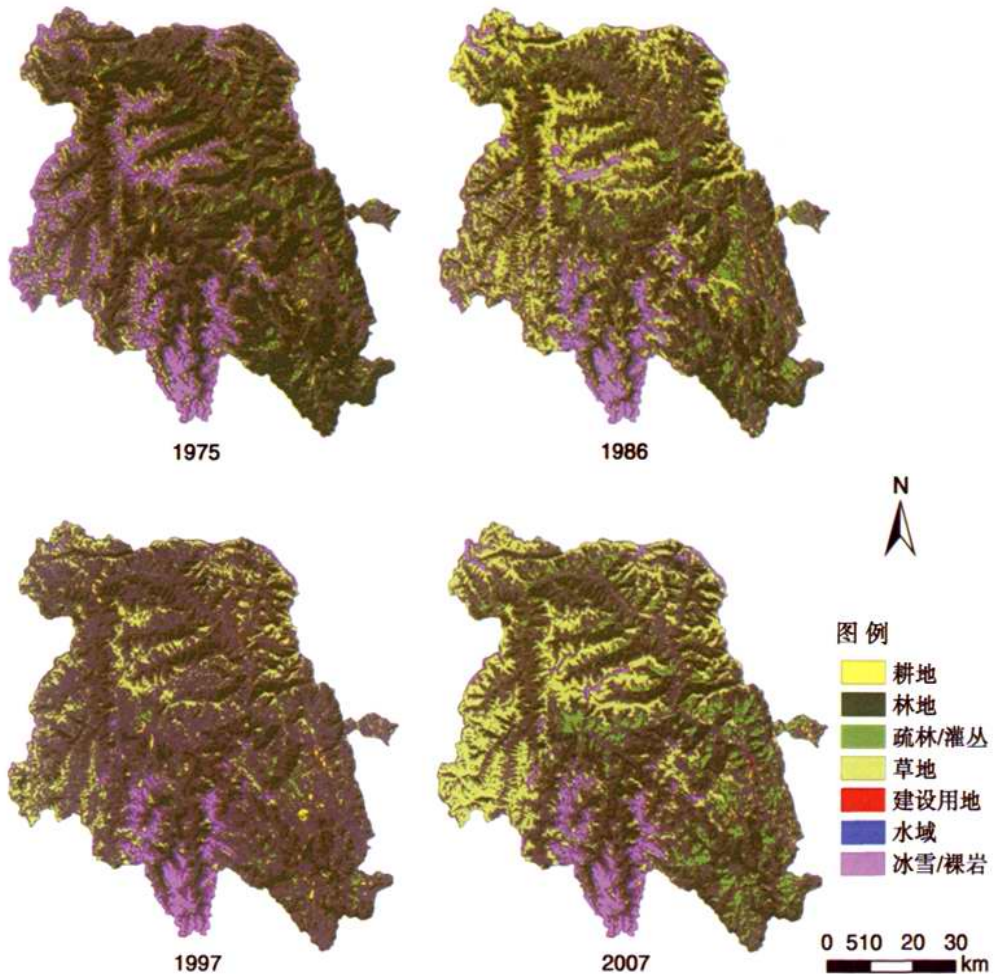


图2 九寨沟自然保护区及外围圈层土地利用/覆盖(1975,1986,1997,2007)  
Fig.2 Land use and cover of the Jiuzhaigou Nature Reserve and its periphery (1975,1986,1997,2007)

从景观构成上看,尽管耕地、林地、疏林/灌丛、草地、建设用地、水域、冰雪/裸岩是整个九寨沟县的景观基本构成,但从各组分的结构及变化上看,保护区与外围2个圈层的情况不尽相同(表1)。在保护区内,冰雪/裸岩、林地、草地是最主要的景观组分,其次是疏林/灌丛、水域、建设用地、耕地所占的比例最少。在第1圈层,林地、草地、疏林和灌丛是最主要的景观组分,其次是冰雪/裸岩,耕地、建设用地和水域最少。在第2圈层,草地、林地、疏林/灌丛则是前三位的景观组分,其次是冰雪和裸岩、耕地,建设用地、水域最少。

从景观变化上看,近33年以来,九寨沟自然保护区及外围圈层各类景观都发生了不同程度的变化(表2)。1.保护区内的草地、疏林/灌丛、耕地为净

减少,而林地、冰雪/裸岩、建设用地、水域为净增加,从转出的比例上看,耕地最大(100%),其次是建设用地(74.44%)、疏林/灌丛(63.74%),冰雪/裸岩(1.45%)、水域(8.07%)发生转移变化的比例最小;2.第1圈层的林地、耕地、水域为净减少,草地、疏林/灌丛、冰雪/裸岩、建设用地为净增加,其中耕地转出的比例最大(87.65%),其次是灌丛疏林(52.87%)、冰雪/裸岩(47.47%)、草地(41.86%),建设用地(18.1%)和水域(14.26%)的转出比例相对较小;3.第2圈层的林地、疏林/灌丛、冰雪/裸岩、水域为净减少,草地、耕地、建设用地为净增加,其中冰雪和裸岩(85.40%)发生的变化最大,其次是耕地(73.96%)、疏林/灌丛(54.38%),最小的是水域(3.17%)和建设用地(2.72%)。

表 1 1975—2007 年九寨沟自然保护区及外围圈层景观构成  
Table 1 The landscape constitution of the Jiuzhaigou Nature Reserve and its periphery from 1975 to 2007

区 类	景观 类别	1975 年		1986 年		1997 年		2007 年	
		面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比
		/hm <sup>2</sup>	/%	/hm <sup>2</sup>	/%	/hm <sup>2</sup>	/%	/hm <sup>2</sup>	/%
保 护 区	耕地	182.00	0.28	292.57	0.45	166.18	0.25	0	0
	林地	20 044.81	30.70	17 460.35	26.74	20 347.94	31.16	20 941.80	32.07
	疏林/灌丛	8 014.31	12.27	4 880.68	7.48	7 574.11	11.60	7 585.81	11.62
	草地	16 310.23	24.98	21 323.61	32.66	15 813.19	24.22	15 321.46	23.47
	建设用地	30.87	0.05	74.54	0.11	121.64	0.19	71.64	0.11
	水域	337.86	0.52	350.11	0.54	337.78	0.52	344.86	0.53
	冰雪/裸岩	20 372.02	31.20	20 910.24	32.03	20 931.25	32.06	21 026.52	32.20
	合计	65 292.10	100	65 292.10	100	65 292.10	100	65 292.10	100
第 1 圈 层	耕地	647.46	0.71	1 017.88	1.11	1 707.66	1.87	446.83	0.49
	林地	41 772.33	45.71	29 464.10	32.24	31 677.74	34.66	32 762.22	35.85
	疏林/灌丛	19 907.49	21.78	15 070.11	16.49	23 921.19	26.17	21 978.24	24.05
	草地	21 350.78	23.36	35 237.34	38.56	25 418.13	27.81	26 215.29	28.68
	建设用地	54.75	0.06	98.88	0.11	179.88	0.20	430.97	0.47
	水域	222.72	0.24	221.50	0.24	170.63	0.19	205.87	0.23
	冰雪/裸岩	7 436.76	8.14	10 282.46	11.25	8 317.06	9.10	9 352.85	10.23
	合计	91 392.28	100	91 392.28	100	91 392.28	100	91 392.28	100
第 2 圈 层	耕地	3 003.24	0.81	5 204.13	1.40	9 439.63	2.54	7 394.78	1.99
	林地	150 675.44	40.50	114 668.94	30.82	122 740.95	32.99	124 833.54	33.55
	疏林/灌丛	100 050.66	26.89	72 881.19	19.59	77 559.86	20.85	88 970.27	23.91
	草地	81 526.74	21.91	156 792.52	42.14	151 990.01	40.85	137 872.80	37.06
	建设用地	388.14	0.10	548.09	0.15	724.86	0.19	1 724.25	0.46
	水域	1 191.94	0.32	1 224.24	0.33	1 211.93	0.33	1 179.22	0.32
	冰雪/裸岩	35 225.42	9.47	20 742.46	5.58	8 394.34	2.26	10 086.72	2.71
	合计	372 061.58	100	372 061.58	100	372 061.58	100	372 061.58	100

表 2 1975—2007 年九寨沟自然保护区及外围圈层土地利用/覆盖变化对比  
Table 2 The comparison of the change of land use and cover of the Jiuzhaigou Nature Reserve with its periphery from 1975 to 2007 /hm<sup>2</sup>

区类	变化	耕地	林地	疏林/灌丛	草地	建设用地	水域	冰雪/裸岩
保 护 区	转入	0	5 054.33	4 912.21	4 260.06	63.66	34.38	946.10
	转出	181.96	4 154.77	5 357.63	5 230.66	23.04	27.32	295.36
	转出比	100%	20.73%	63.74%	32.11%	74.44%	8.07%	1.45%
	净增加	-181.96	899.56	-445.42	-970.60	40.62	7.06	650.74
第 1 圈 层	转入	367.05	5 316.16	12 588.31	13 810.94	386.55	14.86	5 443.54
	转出	567.75	14 328.39	10 530.6	8 927.76	9.97	31.75	3 531.19
	转出比	87.65%	34.30%	52.87%	41.86%	18.21%	14.26%	47.47%
	净增加	-200.70	-9 012.23	2 057.71	4 883.18	376.58	-16.89	1912.35
第 2 圈 层	转入	6 577.25	19 441.30	43 347.48	81 118.80	1 350.92	36.61	4 931.43
	转出	2 222.94	45 416.58	54 382.4	24 656.69	10.57	37.44	30 077.17
	转出比	73.96%	30.15%	54.38%	30.22%	2.72%	3.17%	85.40%
	净增加	4 354.31	-25 975.28	-11 034.92	56 462.11	1 340.35	-0.83	-25 145.74

将各圈层景观组分的变化情况加以对比,可以发现各圈层仅耕地和林地的变化总趋势一致,而疏林和灌丛、草地、建设用地、水域、冰雪和裸岩的变化各不相同。其中耕地为先增加后减少,但变化的时期和幅度略有差异。在保护区内部,1975—1986 年为耕地的增长期,而 1986—2007 年为减少期,耕地变幅相对较小,而在保护区外部的第 1 圈层和第 2 圈层,耕地在 1975—1997 年为增长期,1997—2007 年为减少期,耕地变幅相对较大,尤其是第 1 圈层,1997 年的耕地比 1975 年增长了约 2.6 倍,而到 2007 年,又下降了约 3.8 倍。各圈层林地的变化趋势和时期基本一致,均为先降后增,但变幅度略有不同,其中在下降期(1975—1986 年),保护区林地的降幅小于外围 2 个圈层,而在增长期(1986—2007 年),保护区林地的增幅大于外围 2 个圈层。保护区疏林/灌丛的变幅相对较小,其趋势为先降后增再保持不变,而在第 1 圈层,则表现出较为明显的下降→增加→下降的波动趋势,在第 2 圈层则是先下降后增加。各圈层的草地在 1975—1986 年均为快速增长期,1986—1997 年则为下降期,但保护区和外围第 1 圈层降幅较大,而外围第 2 圈层降幅较小,此后 1997—2007 年,保护区和第 2 圈层的草地继续下降,但保护区的降幅小于第 1 圈层,而第 1 圈层则略

有增加。建设用地在 1975—1986 年各圈层均为则缓慢增加,但 1997—2007 年,保护区建设用地有所下降,但在外围 2 个圈层,建设用地则迅速增加。保护区和第 1 圈层的水域均为波动变化,但第 1 圈层的变幅相对较大,第 2 圈层的水域基本不变。保护区的冰雪/裸岩变幅较小,但在第 1 圈层为波动变化,在第 2 圈层则表现出下降趋势。

3.2 景观格局变化分析

由于不同圈层的面积有所差异,故斑块个数(NP)也有不同(表 3),将各圈层斑块个数除以圈层面积后得到单位面积(hm<sup>2</sup>)斑块个数分别为:0.050 9(保护区)、0.064 8(第 1 圈层)、0.061 6(第 2 圈层)。这一数据从总体上说明第 1 圈层的景观破碎化程度最高,保护区最低。平均斑块大小(MPS)、最大斑块指数(LPI)、边界密度(ED)数据同样支持上述结论,例如保护区的 MPS 值比最低的第 1 圈层高出 4.183 4 hm<sup>2</sup>,LPI 值高出 11.387 3,而 ED 值则低 8.541。AWMPFD 指数表明,3 个圈层景观斑块边界的平均分形程度大致相当,而 MSI 指数则说明保护区的斑块相对最不规整(偏离正方形和圆形)。就景观的多样性(SHDI)程度而论,保护区最高,第 1 圈层次之,而第 2 圈层最小。从景观的聚集度指数(COHESION)看,保护区的连接度高于第

表 3 1975—2007 年九寨沟自然保护区及外围圈层景观指数  
Table 3 The landscape index of the Jiuzhaigou reserve and its periphery from 1975 to 2007

区	年代	NP	LPI	ED	LSI	MPS	MSI	AWMPFD	CONTAG	COHENSON	SHDI
保护区	1975	3 242	23.675 7	52.2914	35.020 0	20.142 1	1.454 5	1.248 2	56.267 3	99.317 0	1.377 4
	1986	293 6	17.209 2	55.019 5	36.757 6	22.239 5	1.432 7	1.244 7	56.491 6	99.267 7	1.336 4
	1997	457 3	17.213 4	71.590 6	47.340 1	14.278 4	1.518 3	1.247 7	53.712 7	98.979 9	1.375 6
	2007	255 3	25.688 5	62.923 7	41.817 2	25.573 0	1.747 5	1.261 1	51.449 4	99.348 9	1.355 1
	均值	332 6	20.946 7	60.456 3	40.233 7	20.558 3	1.538 3	1.250 4	54.480 3	99.228 4	1.361 1
第一圈层	1975	539 0	12.948 9	51.068 0	40.797 4	16.955 3	1.348 5	1.230 9	58.606 6	99.181 2	1.288 0
	1986	500 1	13.917 1	63.774 7	50.400 3	18.273 9	1.450 9	1.236 3	54.926 3	99.078 9	1.347 5
	1997	867 8	5.839 7	92.600 4	72.212 5	10.531 1	1.510 8	1.248 7	50.855 7	98.529 3	1.390 6
	2007	463 0	5.532 1	68.546 0	54.004 2	19.739 3	1.624 1	1.238 2	54.135 7	98.833 6	1.367 1
	均值	592 5	9.559 5	68.997 3	54.353 6	16.374 9	1.483 6	1.238 5	54.631 1	98.905 8	1.348 3
第二圈层	1975	225 14	9.691 2	56.362 9	88.303 9	16.522 5	1.381 0	1.257 9	56.559 0	99.369 8	1.340 1
	1986	194 07	16.941 3	60.462 6	94.540 8	19.170 1	1.441 5	1.253 5	56.690 4	99.446 3	1.295 6
	1997	312 31	9.904 8	82.445 6	128.0684	11.913 4	1.501 2	1.270 2	55.170 9	99.315 0	1.268 1
	2007	185 46	19.236 7	62.009 4	97.284 9	20.507 8	1.553 8	1.255 2	56.577 9	99.420 5	1.295 0
	均值	229 25	13.943 5	65.320 1	102.0495	17.028 5	1.469 4	1.259 2	56.249 6	99.387 9	1.299 7

1 圈层,略低于第 2 圈层,而景观的蔓延指数(CONTAG)则表明,保护区景观比第 1 圈层略为散布,但比第 2 圈层略为聚集。

需要指出,1975 年保护区的 MPS 值比外围两个圈层分别高出了  $3.186\ 8\ \text{hm}^2$  和  $3.619\ 6\ \text{hm}^2$ ,而到了 2007 年,这一差距分别增大到  $5.833\ 7\ \text{hm}^2$  和  $5.065\ 2\ \text{hm}^2$ ;同样的,LPI 值的差距分别从  $10.726\ 8$ 、 $13.984\ 5$  变化到  $20.156\ 4$ 、 $6.451\ 8$ 。由此可见,随着时间的变化,外围圈层比保护区变得更为破碎,尤以第 1 圈层最为明显。从连接度指数(COHESION)的情况看,保护区与第 1 圈层的差值从 1975 年的  $0.135\ 8$  增加到 2007 年的  $0.515\ 3$ ,这表明相对于保护区而言,第 1 圈层景观连接度随着时间的推移而变低。1975 年,保护区景观的香浓多样性指数(SHDI)比外围两个圈层分别高  $0.089\ 4$  和  $0.037\ 3$ ,但到了 2007 年,这一差距变化为  $-0.012\ 0$ 、 $0.060\ 1$ ,即保护区的多样性略低于第 1 圈层,但比第 2 圈层更高。

图 3 显示了各圈层景观指数随时间的变化情况。由图可知,3 个圈层的斑块个数(NP)、平均斑块大小(MPS)、边界密度(ED)、景观形状指数(LSI)的变化趋势一致。1975—1986 年 NP 值缓慢下降,此后显著增长,到 1997 年达到峰值,然后又迅速下降,末期(2007 年)各圈层的 NP 值均小于初期(1975),而 MPS 在 1986 年略为增加后迅速下降到 1997 年的最小值,此后又显著上升,到 2007 年各圈层 MPS 值均高于 1975 年。ED 的增长在 1986—1997 年之间最为迅速,此后又显著地下降,到 2007 年,各圈层的 ED 值仍高于 1975 年,LSI 值的变化规律同 ED 值。这些指数客观说明了景观破碎化程度随时间的变化规律,即各圈层破碎化程度在不断增加,1997 年破碎化程度最高,此后又显著下降,总的来讲,2007 年的破碎化程度要低于 1975 年。

最大斑块指数(LPI)的变化规律是,保护区呈 U 字型增长,而第二圈层为波动增长,第一圈层则在 1986 年略为增长后一直处于下降趋势,这说明第一圈层的优势性景观越来越不明显。除保护区 1986 年的平均形状指数(MSI)比 1975 年略有下降外,三个圈层 MSI 一直处于增加趋势,即斑块朝不规整方向变化(非规则的正方形或圆形)。面积加权后,景观斑块的形分指数(AWMPFD)在外围两个圈层的变化情况比较一致,只是与 1975 年相比,第一圈层略有上升,而第二圈层略为下降,保护区则在 1986

年略有下降后不断上升。

由香浓多样性指数(SHDI)所反映的景观复杂性程度,在保护区为波动下降,而第一圈层则从 1975 年下降到 1997 年,此后不断上升,这一趋势与第二圈层恰好相反。由于 SHDI 取决于景观类型的丰富度和各斑块类型在面积上分布的均匀程度<sup>[19]</sup>,2007 年保护区和第二圈层的多样性指数低于 1975 年,说明景观类型的丰富度有所下降,这反映了“退耕还林还草”政策的影响。蔓延度指数(CONTAG)表明,保护区景观趋于散布,第一圈层在 1975—1997 年趋于散布,此后又开始聚集,而第二圈层的 CONTAG 变化不大。从连接度指数(COHESION)的情况看,第二圈层的变幅最小,而保护区和第一圈层在略有下降后又上升,只是保护区 2007 年的连接程度高于 1975 年,而第二圈层则低于 1975 年。

### 3.3 景观变化驱动力分析

导致上述九寨沟景观格局的变化是自然过程和人类活动综合作用的结果。

#### 3.3.1 自然驱动因子

自然驱动因子常在较大的时空尺度上作用于景观,它可以引起大面积的景观发生变化,主要包括地质过程、自然灾害、植被演替、火干扰、气候变化等<sup>[23-24]</sup>。自然过程是九寨沟自然保护区及其外围 2 个圈层冰雪/裸岩、水域景观变化的主要驱动因子。保护区内冰雪/裸岩呈现出增加的趋势,主要的原因是泥石流、滑坡、崩塌等造成的影响。值得指出:尽管泥石流、滑坡、崩塌是一种自然地理过程,在历史时期还是九寨沟风景景观的“缔造者”,但在近期却主要是由 1965 年大量砍伐森林所引发的,这直接导致了泥石流的频发,调查发现保护区泥石流沟达 14 条<sup>[25-26]</sup>。

最近 30 多年来,保护区的水域景观呈波动变化趋势,由此可见水域景观和旅游人数并无显著的相关性,而应该与区域气候有着密切的关系。就气候变化而言,降雨量是影响生态系统的关键因子。保护区的降雨量从 20 世纪 50—80 年代略有增加,但到 1980 年代末期的时候开始逐渐减少,2000 年后迅速减少,近年来又开始小幅上升,这与保护区内水域面积“先增后减再缓慢增长”的变化相吻合。此外,九寨沟景区在一个水文年度内,湖泊水的水位变化与降水量相比,具有一定的滞后性,滞后期约为 1—2 个月,而在冬季,滞后期可达 3 个月,这可能与降雪、融雪过程有着直接关系。

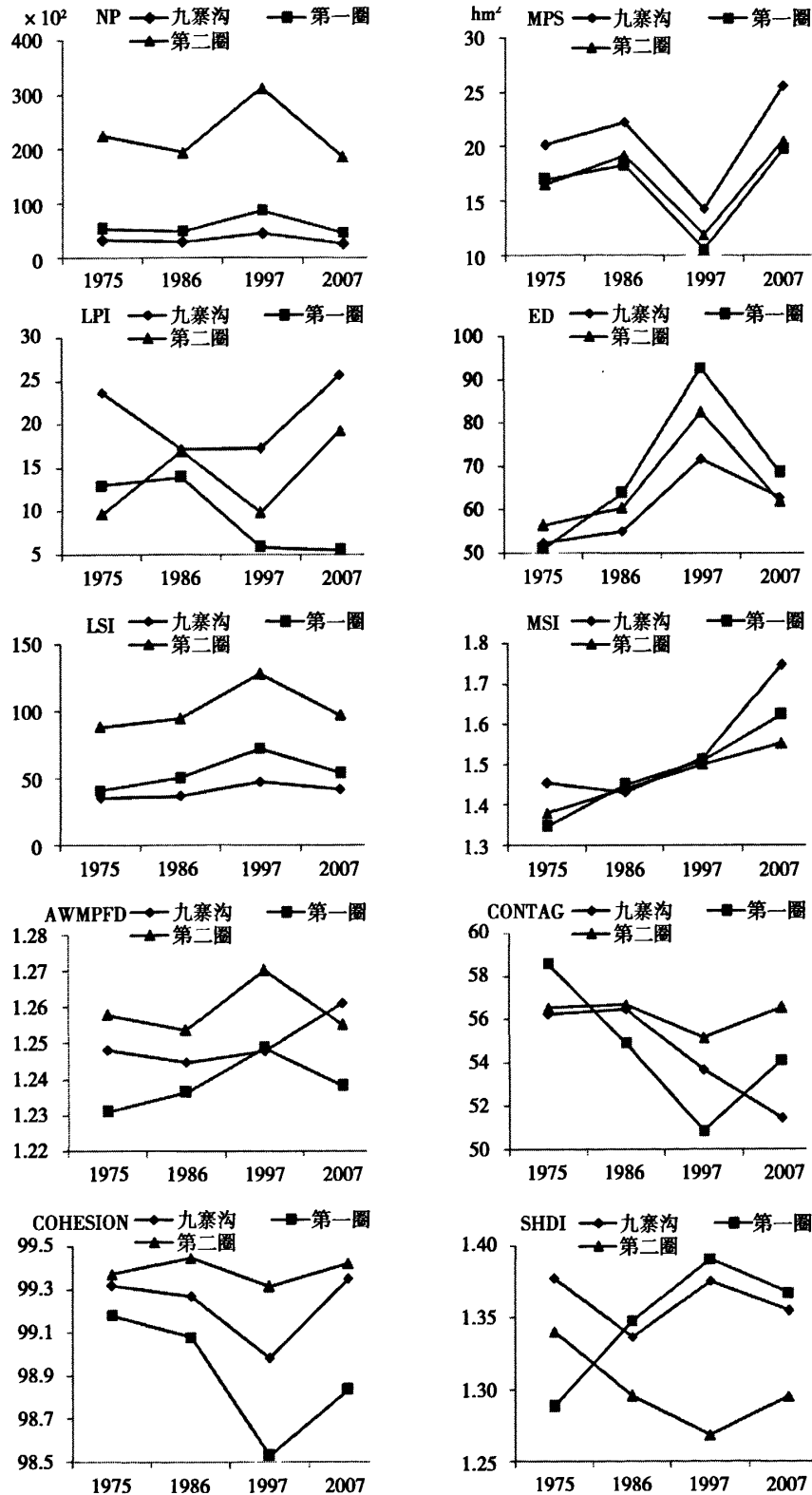


图3 九寨沟自然保护区及外围圈层景观指数的变化

Fig. 3 The change of the landscape matrix of the Jiuzhaigou Nature Reserve and its periphery



### 3.3.2 人为驱动因子

九寨沟自然保护区及其外围圈层的人类活动尤其是 20 世纪 60—70 年代的森林砍伐和建立保护区后的旅游开发活动引起了景观格局的变化。各种保护政策、旅游发展及其所引发的人类活动是保护区及其外围 2 个圈层林地、建设用地、耕地景观变化的驱动因子。

旅游开发之前,在“以粮为纲”等政策的影响下,毁林开荒、砍伐森林现象十分严重,如在保护区内就有 124 林场和 126 林场 2 个林场,大面积森林遭到破坏。1978 年,九寨沟建立自然保护区,开始禁止砍伐森林。1979 年,124 林场和 126 林场迁出景区。随着旅游业的发展,相关人员还沿着 3 条主沟两侧不断进行人工栽种,政策的变化过程和森林的自然演替的过程使保护区的林地面积不断增加。而在保护区外围,由于缺乏相关保护政策,加上全县财政对林业的巨大依赖,反而加速了森林砍伐,因此 1975—1986 年外围两个圈层林地面积下降明显。1998 年,随着国家实施“天然林保护工程”、“退耕还林还草”政策,外围逐步停止了森林砍伐,加强植树造林,到 2007 年,外围 2 圈层的林地面积都有所提高,但仍远小于 1975 年。

耕地、建设用地的变化更是如此。1975—1986 年是保护区在保护前提下引导居民寻求发展的阶段,但由于旅游产业主导地位尚未建立,而森林砍伐和放牧又被严格禁止,因此只能引导居民从“半农半牧”的二元产业结构向“以农为主”的产业结构转变,这使得保护区耕地面积不断增大。1986 年以后,随着旅游逐步成为主导产业,耕地开始下降,而国家退耕政策的实施,使得保护区已完全没有耕地。外围 2 圈层同样如此,人口增长、经济发展加大了对耕地的需求,由于九寨沟旅游的辐射效应对周边经济并不明显,因此耕地持续增长。直到 1998 年国家退耕政策的实施,外围 2 个圈层的耕地才有所下降。

旅游的发展加速了对建设用地的需求。1992 年九寨沟被列入世界自然遗产名录后,旅游业发展迅速,保护区内建设用地持续增长,出现了大量的宾馆、饭店、疗养院,部分居民也从生活简陋的山上搬迁到山下地势较平坦的村落。直到 1997 年,保护区严格实施“沟内沟外住”的政策,对沟内宾馆饭店全部予以拆除,保护区内的建设用地才开始下降。保护区外围的建设用地需求始终很大,尤其是 1997—2007 年,第 1 圈层的建设用地增长了 2.40

倍,第 2 圈层增长了 2.38 倍。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

研究发现,尽管耕地、林地、疏林/灌丛、草地、建设用地、水域、冰雪/裸岩是整个九寨沟县的景观基本构成,但从各组分的结构及变化上看,保护区与外围 2 个圈层的情况不尽相同。最近 30 多年来,九寨沟自然保护区及外围圈层各类景观都发生了不同程度的变化:自保护区建立以来,林地、水域分别净增 899.56  $\text{hm}^2$ 、7.06  $\text{hm}^2$ ,疏林/灌丛、草地分别减少 440.52  $\text{hm}^2$ 、970.60  $\text{hm}^2$ ,耕地已全部实现退耕;而同期外围 2 个圈层的林地却分别减少 9 012.23  $\text{hm}^2$ 、25 975.28  $\text{hm}^2$ ,水域减少 16.89  $\text{hm}^2$ 、0.83  $\text{hm}^2$ ,建设用地增加 376.58  $\text{hm}^2$ 、1 340.35  $\text{hm}^2$ ,草地增加 4 883.18  $\text{hm}^2$ 、56 462.11  $\text{hm}^2$ 。在景观水平上,保护区破碎化程度最低,而多样性程度最高,但在类型水平上,保护区 2007 年的林地却仍然比 1975 年破碎。各种宏观政策,包括保护政策、旅游发展及其所引发的人类活动是九寨沟自然保护区及其外围 2 个圈层林地、建设用地、耕地景观变化的驱动因素,而自然地理过程是九寨沟自然保护区及其外围 2 个圈层冰雪/裸岩、水域景观变化的驱动因素。自然保护区的建立和旅游业的发展是九寨沟自然景观得到有效保护的重要原因。

### 4.2 讨论

九寨沟自然保护区位于青藏高原向四川盆地过渡地带,拥有河流、湖泊、高山湿地、高原沼泽湿地、灌丛等湿地类型,是珍稀动植物的栖息地和生长地。该保护区在调节区域气候、保持水土、减少温室效应等方面具有不可替代的功能,并对长江上游的水源涵养、补给及生态平衡的维持都将起着十分重要的作用。九寨沟具有极高的科学价值和美学价值,旅游业的快速发展极大地带动了当地的经济,已经成为中国旅游事业发展的中坚力量。然而,随着可进入性极大改善,全球气候升温变湿和自然演替向前推进,九寨沟的保护工作面临新的挑战。九寨沟需要未雨绸缪,加强管理,提出有效应对措施。为了响应上述挑战,确保九寨沟可持续发展,提出如下保护建议。

1. 修编原有自然保护区规划和风景名胜区分规划,科学评估环境容量,科学规划游览线路,优化功



能布局。

2. 加强科学研究和对先进技术手段的应用。例如,基于九寨沟生态环境与可持续发展国际联合实验室和博士后科研工作同国内外高等院校和科研机构广泛合作,以网格化管理系统对景区实行精细化管理,以物联网技术对生态系统进行全面监控等。

3. 同其紧邻的白河、勿角、王朗、黄龙、九寨沟森林公园联合起来,形成具有紧密合作的保护区群,发挥各自优势,统一规划管理,联合进行科研,以便在较大尺度上维护生态安全格局。

4. 同国内外著名科研院校、技术企业、知名媒体、旅行商等建立战略联盟,加快“智慧景区”建设步伐,创新管理模式。

## 参考文献 (References)

- [1] Costanza, R., d'Arge, R., deGroot, R., et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Nature*, 1997, 387 (6630): 253 - 260
- [2] Achard, F., Eva, H. D., Stibig, H. J., et al. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests [J]. *Science*, 2002, 297(5583): 999 - 1002
- [3] Gascon, C., Williamson, G. B., da Fonseca, G. A. B. Ecology - Receding forest edges and vanishing reserves [J]. *Science*, 2000, 288 (5470): 1356 - 1358
- [4] Nepstad, D. C., Verissimo, A., Alencar, A., et al. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire [J]. *Nature*, 1999, 398(6727): 505 - 508
- [5] Dobson, A. P., Bradshaw, A. D., Baker, A. J. M. Hopes for the future: Restoration ecology and conservation biology [J]. *Science*, 1997, 277(5325): 515 - 522
- [6] Bruner, A. G., Gullison, R. E., Rice, R. E., et al. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity [J]. *Science*, 2001, 291 (5501): 125 - 128
- [7] Armesto, J. J., Rozzi, R., Smith - Ramirez, C., et al. Conservation targets in South American temperate forests [J]. *Science*, 1998, 282 (5392): 1271 - 1272
- [8] [http://www.unep-wcmc.org/protected\\_areas/UN\\_list/\[OL/EB\]](http://www.unep-wcmc.org/protected_areas/UN_list/[OL/EB])
- [9] Naughton - Treves, L., Holland, M. B., Brandon, K. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods [J]. *Annual Review of Environment and Resources*, 2005, 30 (1): 219 - 252
- [10] Li, W. J., Han, N. Y. Ecotourism management in China's Nature Reserves [J]. *Ambio*, 2001, 30(1): 62 - 63
- [11] Xu Songjun, Qiu Penghua, Xie Genzong, et al. Impacts of ecotourism development on landscape ecology with special reference to the Gudoushan nature reserve in Guangdong Province [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(10): 4045 - 4056 [徐颂军, 邱彭华, 谢跟踪, 等. 广东省古兜山自然保护区生态旅游开发的多尺度影响 [J]. *生态学报*, 2007, 27(10): 4045 - 4056]
- [12] Ma Jianzhang, Cheng Kun. Impacts of ecotourism on wildlife in nature reserves: monitoring and management [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(6): 2818 - 2827 [马建章, 程颀. 自然保护区生态旅游对野生动物的影响 [J]. *生态学报*, 2008, 28(6): 2818 - 2827]
- [13] Liu Jiali, Zhang Shiqi, Song Hongfang, et al. Study on impacts of tourist activities on soil properties in National Nature Reserves: a case study in Jinyun Mountain [J]. *Journal of Southwest China Normal University (Natural Science Edition)*, 2009, 34(6): 55 - 60 [刘嘉丽, 张石祺, 宋红芳, 等. 自然保护区旅游活动对土壤性质影响的研究——以缙云山为例 [J]. *西南师范大学学报: 自然科学版*, 2009, 34(6): 55 - 60]
- [14] Li Yongliang, Yue Ming, Yang Yonglin, et al. Effects of tourist disturbance on community in Kanas Nature Reserve [J]. *Acta Botanica Boreali - Occidentalia Sinica*, 2010, 30(4): 645 - 651 [李永亮, 岳明, 杨永林, 等. 旅游干扰对喀纳斯自然保护区植物群落的影响 [J]. *西北植物学报*, 2010, 30(4): 645 - 651]
- [15] Liu Shaoying, Zhang Xiaoping, Zeng Zongyong. Biodiversity of the Jiuzhaigou national nature reserve [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 2007: 14 - 108 [刘少英, 章小平, 曾宗永. 九寨沟自然保护区的生物多样性 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2007: 14 - 108]
- [16] Hao Yunqing, Jiang Hong, Wang Jinxi, et al. Vegetation landscape change pattern and habitats fragmentation in Jiuzhaigou Nature Reserve [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2009, 29(6): 886 - 892 [郝云庆, 江洪, 王金锡, 等. 九寨沟保护区植被景观变化与生境破碎化研究 [J]. *地理科学*, 2009, 29(6): 886 - 892]
- [17] Verburg, P. H. Simulating feedbacks in land use and land cover change models [J]. *Landscape Ecology*, 2006, 21(8): 1171 - 1183
- [18] Liu, J. Y., Liu, M. L., Zhuang, D. F., et al. Study on spatial pattern of land-use change in China during 1995 - 2000 [J]. *Science in China Series*, 2003, 46(4): 373 - 384
- [19] Wu Jianguo. Landscape ecology——pattern, process, scale and grade (the second edition) [M]. Beijing: Higher Education Press, 2007: 106 - 108 [郭建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级 (第二版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 106 - 108]
- [20] Negendra, H. Do parks work? Impact of protected areas on land cover clearing [J]. *Ambio*, 2008, 37(5): 330 - 337
- [21] Naughton - Treves, L., Holland, M. B., Brandon, K. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods [J]. *Annual Review of Environment and Resources*, 2005, 30 (1): 219 - 252
- [22] Curran, L. M., Trigg, S. N., McDonald, A. K. Lowland forest loss in protected areas of Indonesian Borneo [J]. *Science*, 2004, 303 (5660): 1000 - 1003
- [23] Liu Min, Li Yue, Yang Xiaojie, et al. Change of Landscape Pattern and Its Driving Mechanism in Zhulong Nature Reserve [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2010, 25(5): 157 - 162 [刘敏, 厉悦, 杨晓杰, 等. 扎龙自然保护区景观格局变化及其驱动机制 [J]. *西北林学院学报*, 2010, 25(5): 157 - 162]
- [24] Zeng Tao, Di Xueying, Yu Hongzhou, et al. Changes of landscape patterns in Xingkai Lake Nature Reserve, Northeastern China [J].

- Journal of Beijing Forestry University, 2010, 32(4): 52–58 [曾涛, 邸雪颖, 于宏洲, 等. 兴凯湖国家级自然保护区景观格局变化分析[J]. 北京林业大学学报, 2010, 32(4): 52–58]
- [25] Cui Peng, Niu Suqing, Tang Bangxing, et al. Research and prevention of debris flow in national parks [M]. Science Press, 2005: 96 [崔鹏, 柳素清, 唐邦兴, 等. 风景区泥石流研究与防治[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 96]
- [26] Cui Peng, Niu Suqing, Tang Bangxing, et al. The control pattern of debris flow in the scenic areas: a case study of Jiuzhaigou world natural heritage [J]. Science in China Series E: Science of Technology, 2003 (Suppl. 1): 1–9 [崔鹏, 柳素清, 唐邦兴, 等. 风景名胜區泥石流治理模式: 以世界自然遺產九寨溝為例[J]. 中國科學 E 輯: 技術科學, 2003 (增 1): 1–9]

## The Changes of Landscape and the Adaptive Management Strategies at Jiuzhaigou Nature Reserve in Sichuan, China

DENG Guiping<sup>1,2</sup>, YAN Lei<sup>3</sup>, ZHANG Xiaoping<sup>2</sup>

(1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. Jiuzhaigou World Heritage Administration, Aba 623402, China;

3. School of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** Based on the landscape scale, RS, GIS technology and the principle of landscape ecology, this study made advantage of the nested analysis method to examine the land use/cover (landscape) changes of Jiuzhaigou Nature Reserve during 1975 to 2007, including landscape pattern, landscape process, and discussed the driving factors of the change. The results showed that: 1. The Jiuzhaigou Nature Reserve and its periphery landscape have taken place in various levels during 33 years: After the establishment of Nature Reserve, the area of forest and water has a net increase of 899.56 hm<sup>2</sup>, 7.06 hm<sup>2</sup> specifically. The area of bush and grassland decreased 440.52 hm<sup>2</sup>, 970.60 hm<sup>2</sup> specifically. Cultivated land has been returned to forest entirely. However, during the same period in the neighboring two circles outside, the forest area has decreased 9 012.23 hm<sup>2</sup>, 25 975.28 hm<sup>2</sup>; the water area decreased 16.89 hm<sup>2</sup>, 0.83 hm<sup>2</sup>; the built-up area increased 376.58 hm<sup>2</sup>, 1 340.35 hm<sup>2</sup>; the area of grassland increased 4 883.18 hm<sup>2</sup>, 56 462.11 hm<sup>2</sup>. The Nature Reserve has the lowest degree of fragment and the highest of diversity. However, as scale of types is considered, the forest of Nature Reserve in 2007 is still more fragmented than in 1975. 2. A variety of macro policies, including protection policy, tourism development and human activity are the drivers of forest land, built-up area, cultivated landscape change in the Nature Reserve and its peripheral area. Natural geographic process caused the ice and snow / bare rock, the water area change in Jiuzhaigou Nature Reserve and its peripheral area. In the end, the authors presented some proposals to respond the landscape change and new challenges in future.

**Key words:** nature reserve; landscape; Nested analysis; Jiuzhaigou

作者: [邓贵平](#), [颜磊](#), [章小平](#), [DENG Guiping](#), [YAN Lei](#), [ZHANG Xiaoping](#)  
作者单位: [邓贵平, DENG Guiping\(成都理工大学地球科学学院, 四川, 成都, 610059; 九寨沟国家级风景名胜区管理局, 四川, 阿坝, 623402\)](#), [颜磊, YAN Lei\(北京大学城市与环境学院, 北京, 100871\)](#), [章小平, ZHANG Xiaoping\(九寨沟国家级风景名胜区管理局, 四川, 阿坝, 623402\)](#)  
刊名: [山地学报](#) **ISTIC PKU**  
英文刊名: [JOURNAL OF MOUNTAIN SCIENCE](#)  
年, 卷(期): 2011, 29(2)  
被引用次数: 1次

参考文献(26条)

1. [Coslanza, R; d'Arge, R; de Groot, R](#) [The value of the world's ecosystem services and natural capital](#) [外文期刊] 1997(6630)

2. [Achard, F; Eva, H. D; Stibig, H. J](#) [Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests](#) [外文期刊] 2002(5583)

3. [Gascon, C; Williamson, G. B; da Fonseca, G. A. B](#) [Ecology-Receding forest edges and vanishing reserves](#) [外文期刊] 2000(5470)

4. [Nepstad, D. C; Verissimo, A; Alencar, A](#) [Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire](#) [外文期刊] 1999(6727)

5. [Dobson, A. P; Bradshaw, A. D; Baker, A. J. M](#) [Hopes for the future; Restoration ecology and conservation biology](#) [外文期刊] 1997(5325)

6. [Bruner, A. G; Gullison, R. E; Rice, R. E](#) [Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity](#) [外文期刊] 2001(5501)

7. [Armesto, J. J; Rozzi, R; Smith-Ramirez, C](#) [Conservation targets in South American temperate forests](#) [外文期刊] 1998(5392)

8. [查看详情](#)

9. [Naughton-Treves, L; Holland, M. B; Brandon, K](#) [The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods](#) [外文期刊] 2005(01)

10. [Li, W. J; Han, N. Y](#) [Ecotourism management in China's Nature Reserves](#) [期刊论文]-[Ambio](#) 2001(01)

11. [徐颂军; 邱彭华; 谢跟踪](#) [广东省古兜山自然保护区生态旅游开发的多尺度影响](#) [期刊论文]-[生态学报](#) 2007(10)

12. [马建章; 程鲲](#) [自然保护区生态旅游对野生动物的影响](#) [期刊论文]-[生态学报](#) 2008(06)

13. [刘嘉丽; 张石棋; 宋红芳](#) [自然保护区旅游活动对土壤性质影响的研究--以缙云山为例](#) [期刊论文]-[西南师范大学学报\(自然科学版\)](#) 2009(06)

14. [李永亮; 岳明; 杨永林](#) [旅游干扰对喀纳斯自然保护区植物群落的影响](#) [期刊论文]-[西北植物学报](#) 2010(04)

15. [刘少英; 章小平; 曾宗永](#) [九寨沟自然保护区的生物多样性](#) 2007

16. [郝云庆; 江洪; 王金锡](#) [九寨沟保护区植被景观变化与生境破碎化研究](#) [期刊论文]-[地理科学](#) 2009(06)

17. [Verburg, P. H](#) [Simulating feedbacks in land use and land cover change models](#) [外文期刊] 2006(08)

18. [Liu, J. Y; Liu, M. L; Zhuang, D. F](#) [Study on spatial pattern of land-use change in China during 1995-2000](#) [期刊论文]-[Science China\(Earth Sciences\)](#) 2003(04)

19. [邬建国](#) [景观生态学--格局、过程、尺度与等级\(第二版\)](#) 2007

20. [Negendra H](#) [Do parks work? Impact of protected areas on land cover clearing](#) [外文期刊] 2008(05)

21. [Naughton-Treves, L;Holland, M. B;Brandon, K](#) [The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods](#)[外文期刊] 2005(01)
22. [Curran, L. M;Trigg, S. N;McDonald, A. K](#) [Lowland forest loss in protected areas of Indonesian Borneo](#)[外文期刊] 2004(5660)
23. [刘敏;厉悦;杨晓杰](#) [扎龙自然保护区景观格局变化及其驱动机制](#)[期刊论文]-[西北林学院学报](#) 2010(05)
24. [曾涛;邸雪颖;于宏洲](#) [兴凯湖国家级自然保护区景观格局变化分析](#)[期刊论文]-[北京林业大学学报\(自然科学版\)](#) 2010(04)
25. [崔鹏;柳素清;唐邦兴](#) [风景区泥石流研究与防治](#) 2005
26. [崔鹏;柳素清;唐邦兴](#) [风景名胜区泥石流治理模式:以世界自然遗产九寨沟为例](#)[期刊论文]-[中国科学E辑](#) 2003(增1)

#### 本文读者也读过(9条)

1. [梁国亭. 余欣. 韩巧兰. 张晓丽](#) [基于GIS的黄河中下游水沙输移模拟系统集成](#)[期刊论文]-[人民黄河](#)2008, 30(11)
2. [高国梁. 朱代梅. GAO Guo-liang. ZHU Dai-mei](#) [九寨沟县核桃高接换优改造技术](#)[期刊论文]-[四川林业科技](#) 2010, 31(6)
3. [唐学英](#) [大力发展核桃产业, 努力推动甘孜州社会主义新农村建设](#)[期刊论文]-[康定民族师范高等专科学校学报](#) 2007, 16(4)
4. [李长松. 高新平. 崔晓慧. 郭明卉. LI Chang-song. GAO Xin-ping. CUI Xiao-hui. GUO Ming-hui](#) [黄河防洪工程维护管理系统设计与开发](#)[期刊论文]-[地理信息世界](#)2011, 09(1)
5. [崔文举. 舒清杰. 刘满宾. 师静. CUI Wen-ju. SHU Qing-tai. LIU Man-bin. SHI Jing](#) [西双版纳热带森林景观稳定性研究](#)[期刊论文]-[云南地理环境研究](#)2010, 22(2)
6. [李云驹. 王志飞. 马浩录. 许建初. 周江](#) [基于RS与GIS的黄河下游河势演变分析](#)[期刊论文]-[人民黄河](#)2009, 31(4)
7. [梁红. 侯清波. 温秋生](#) [GIS技术在“黄河下游堤防工程地质信息系统”建设中的应用](#)[期刊论文]-[人民黄河](#) 2001, 23(9)
8. [付达荣](#) [川西高海拔地区核桃良种繁育技术研究](#)[期刊论文]-[林业科技通讯](#)2000(1)
9. [贺家仁. HE Jia-ren](#) [推进甘孜州核桃产业化发展的探讨](#)[期刊论文]-[四川林业科技](#)2008, 29(4)

#### 引证文献(2条)

1. [王丽. 冯山. 刘延国](#) [九寨沟旅游陆地交通环境承载力及其调控模式研究初论](#)[期刊论文]-[国土与自然资源研究](#) 2013(4)
2. [徐满. 郑景明. 张青. 邹琴. 钟道生](#) [庐山自然保护区及其周边土地利用变化分析](#)[期刊论文]-[东北林业大学学报](#) 2012(8)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_sdx201102005.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_sdx201102005.aspx)