

黄土丘陵沟壑区燕沟流域的景观构成及功能类型

林 洋^{a,b}, 张文辉^b

(西北农林科技大学 a 生命科学学院, b 西部环境与生态教育部重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】**统计分析燕沟流域不同生态功能景观的斑块构成,为流域治理效果评价和景观格局优化提供依据。**【方法】**野外现地勾绘景观斑块类型图,内业进行数字化处理,建立燕沟流域的景观类型分类系统和数据库,统计相关景观指数,分析流域景观构成。**【结果】**(1)燕沟流域景观类型中,杂灌丛(浓杂灌丛和稀杂灌丛)面积最大,农田、刺槐林、成熟果园和草地面积次之;以上6种景观类型占流域面积的91.03%、占流域斑块数的81.68%,构成流域景观的主体;流域整体景观属于细粒结构。(2)三大景观功能类型中,生态防护型景观的斑块数、斑块面积、斑块周长均最高,占流域景观的近2/3,经济生产型景观次之;生态防护型、经济生产型、生活服务型三类景观的面积比约为2.08:1:0.12。(3)流域内自然景观与人类主导景观斑块面积的比例相当,经济生产型景观是人类主导景观的主要组成部分。**【结论】**目前燕沟流域景观构成的特点为:景观类型多样,斑块数量丰富,景观整体粒级微小,景观破碎,人类活动对流域景观的构成影响大;三大景观功能类型的构成,为燕沟流域治理效果评价和景观格局优化提供了依据,可作为同类地区小流域治理的重要参考。

【关键词】 黄土丘陵沟壑区;小流域;景观构成;景观功能类型

【中图分类号】 X826

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)01-0145-09

The landscape composition and function types of Yangou watershed in the Loess Plateau area

LIN Yang^{a,b}, ZHANG Wen-Hui^b

(a College of Life Science, b Ministry of Education Key Laboratory of Environment and Ecology in West China, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】** Statistical analysis of Yangou watershed landscape composition was made to provide evidence for the effect evaluation of watershed management and landscape pattern optimization. **【Method】** After drawing the landscape patch types maps of Yangou watershed in field and digitizing inside, the landscape classification system and patch type database of Yangou watershed were established. Then the statistical calculation of the correlative landscape indices was done to analyze the landscape composition of Yangou watershed. **【Result】** (1) The Miscellaneous shrub (Thick and thin Miscellaneous shrub) landscape type is the largest area-part of Yangou watershed, farmland, robinia pseudacacia, mature orchard and grass are second to it. The 6 kinds of landscape types mentioned occupy 91.03% of landscape area and 81.68% of landscape patch, and constitute the main part of Yangou watershed. Yangou watershed landscape pertains to the grain size. (2) The Eco-protection type occupies nearly 2/3 of Yangou watershed, Pro-economics type takes the second place. The area ratio of eco-protection type, pro-economics type and living-

* **【收稿日期】** 2009-05-18

【基金项目】 中国科学院西部行动计划项目(KZCX2-XB2-05);国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD09B03);百人计划项目(KZCX2-YW-BR-02)

【作者简介】 林 洋(1984-),男,陕西岐山人,硕士,主要从事景观生态学、生物多样性保护与利用研究。
E-mail: treesly-zhxyi@163.com

【通信作者】 张文辉(1955-),男,陕西岐山人,教授,博士生导师,主要从事植物生态学与植物保护生物学研究。
E-mail: zwchkh@163.com

service type is around 2.08 : 1 : 0.12. (3) The ratio of natural landscape and human directed landscape is almost 1 : 1. Pro-economics type is the main part of human directed landscape of Yangou watershed. 【Conclusion】 The landscape composition of Yangou watershed has some features, such as diverse landscape types, abundant patches, tiny landscape granularity, landscape fragmentation and great influence on landscape composition by human. The composition of landscape function types of Yangou watershed provides the basis for the regulation effect evaluation and landscape pattern optimization, and also for the small watershed in similar areas.

Key words: loess hilly-gully region; small watershed; landscape composition; landscape function type

黄土高原环境质量的提高依赖于每一个小流域景观斑块的合理布局 and 持续发育。小流域是构成黄土高原的基本单元,也是实施水土保持工程和环境建设的基本单元。黄土高原小流域景观按照生态功能可划分为三大类:生态防护型(包括森林、灌丛、草地等)、经济生产型(包括果园、农田等)和生活服务型(包括村落、道路、河流等)。3 种类型景观合理的构成和布局,能保证当地生态安全与经济可持续发展,合理调整三者关系是生态环境建设的根本途径。

陕北延安市燕沟流域位于黄土高原丘陵沟壑区森林与草原的交汇边界。20 世纪 30—70 年代,随着人口的逐步迁入,流域内森林资源被无节制采伐、草地被过度放牧、荒坡被开垦为农田和果园,流域植被遭到了极大破坏,森林几乎被破坏殆尽,生态系统严重退化,水土流失严重。1997 年以来,在中国科学院水土保持研究所主持下,燕沟流域作为退耕还林、水土保持试点区,以生态安全和水土保持优先为原则,在实施退耕还林的同时,促进天然植被自我恢复,合理调整了草地、果园和乔灌群落的分布格局,对村落居民点和道路等也进行了适度调整,使山水田林路的布局更为合理,水土流失程度减弱^[1-4],生产和生态保护出现了良性循环的趋势^[5],取得了较好的成效。

此前,徐勇等^[6]曾利用地形图及卫星影像判图,对燕沟流域 1966—2000 年的土地利用变化进行了研究,结果表明,燕沟流域存在严重的植被破坏史,天然次生林地面积仅占流域面积的 8.05% (1988 年),后期在政策的指导下进行了土地利用优化控制,林灌草植被被逐渐恢复,生态环境逐渐改善;李小利等^[7]通过 2003 和 2006 年的遥感影像判图,对燕沟流域油田开发区景观破碎化进行了分析,证明大规模的油田开发建设,导致油区农业生产和生态建设用地面积减小,工业和生活用地面积增加,流域景观更加破碎。以上两者均主要以遥感图像解译作为数据来源进行分析,但由于遥感图像解译技术尚处

于发展阶段,存在很多固有的缺陷,如地表物“同谱异物,同物异谱”现象导致类型划分不精确,错分漏分较多,因此图像解译精度不高^[8],无法满足小流域小尺度景观斑块划分的要求。燕沟流域属于石油天然气开发区域,景观斑块细碎,格局变化迅速,必须有近期较为精确的景观构成数据,作为流域景观格局评价的基础。此前对小流域景观格局的研究注重于土地利用类型、面积等方面,缺乏对景观斑块生态功能的分析。按照景观发挥的生态功能,进行景观类型划分,分别考察现有的森林、灌木、草地等具有生态防护功能的景观能否支撑流域生态安全,果园、农田、油井等具有经济生产功能的景观能否满足当地经济持续发展的要求,村落、道路、河流等具有生活服务功能的景观能否适应人类日益增长的对环境文化的需求,分析人为主导因素下景观格局的动态趋势,总结经验,对小流域生态安全建设、景观格局优化均具有重要意义。

本研究利用燕沟流域 1 : 10 000 地形图,通过现地勾绘景观斑块、数字化处理景观数据,来划分景观功能类型,对流域内景观类型构成、景观功能类型构成及自然景观-人类主导景观构成进行了统计分析,对燕沟流域各类型景观构成现状进行了评价,以期对流域治理效果评价和景观格局优化提供依据,为相似类型的小流域治理提供参考。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区概况

燕沟流域位于延安市区向南 5 km 处,地理位置 E 109°27'54"~109°34'14", N 36°27'09"~36°33'07",流域面积 4 768.38 hm²,海拔 984.13~1 415.34 m,平均海拔 1 198.65 m,属黄土高原丘陵沟壑区第Ⅱ副区,是延河的二级支流;土壤类型为黄绵土;暖温带气候,年平均气温 9.4℃,1 月平均气温 -6.7℃,7 月平均气温 22.9℃,极端最高气温 39.7℃,极端最低气温 -25.4℃,≥10℃积温 3 207℃,年日照 2 472 h,

年降水量 550 mm,且 57%集中在 7—9 月份,平均早霜始于 10 月中旬,晚霜终于 4 月上旬,无霜期 152 d^[6-7,9]。燕沟流域涉及行政村 14 个,2007 年底总人口 3 693 人。

1.2 研究方法

1.2.1 景观类型图的现地勾绘 首先对整个流域进行踏查,熟悉地形、地貌和地标物,熟悉不同景观类型斑块的识别特征。将流域划分为若干子流域,从沟掌向沟口分别对各子流域景观类型斑块进行勾绘。野外勾绘中,分 2 个小组,统一携带燕沟流域 1:10 000 地形图及手持 GPS,一个小组根据地标物及 GPS 确定勾绘点位置,对照地形图上等高线起伏及高程点位置,在地形图上确定对坡斑块位置及边界,并勾绘到图上;另一小组携带 GPS 及地形图在对面山坡上确认相应景观斑块位置,记录斑块特征(如天然群落高度、盖度、优势种等;人工群落的构成、年龄、生长发育特点等)。每个子流域勾绘完成后,2 个小组共同修订已勾绘斑块的类型和边界,将

斑块转绘到流域同比例尺地形总图上。完成所有子流域景观斑块的勾绘、核查和转绘后,对总图再作统一清查,确保勾绘无遗漏、转绘准确无误后,最终完成流域景观斑块类型图。

1.2.2 景观类型图的数字化 利用数字化仪将燕沟流域 1:10 000 景观斑块类型图输入计算机,使用 GeowayDRG 2.0 对图像进行分格网精纠正,图纸均方差 X 方向为 0.067 mm,Y 方向为 0.081 mm,实地均方差 X 方向为 0.67 m,Y 方向为 0.81 m。运用 Geoway 数据加工平台对几何校正后的景观类型图进行数字化,得到矢量数据并导入 arcgis 地理信息系统,建立燕沟流域景观斑块类型数据库,该库包含了各类型斑块的数量、面积、周长、空间位置等信息。

1.2.3 燕沟流域景观类型分类系统的建立 根据燕沟流域的景观特点,综合植被、土地利用和地形特征,确定以景观功能、土地利用类型及群落优势种为主要依据的景观类型分类体系,将景观类型分为三级^[10-12],详见表 1。

表 1 燕沟流域的景观分类系统
Table 1 Landscape classification system of Yangou watershed

一级分类 The first class	二级分类 The second class	三级分类 The third class	代码 Code	景观类型描述 Description of landscape types
生态防护型 Eco-protection type	森林 Forest	旱柳林 <i>Salix matsudana</i> forest	A ₁	以旱柳为主,分布于河岸附近 Mainly <i>Salix matsudana</i> , locate near river
		毛白杨林 <i>Populus tomentosa</i> forest	A ₂	以毛白杨为主,分布于河流、村庄附近 Mainly <i>Populus tomentosa</i> , locate near river and village
		刺槐林 <i>Robinia pseudacacia</i> forest	A ₃	以刺槐为优势树种,一般为人工纯林 <i>Robinia pseudacacia</i> is the dominant tree species, almost artificial pure forest
		辽东栎林 <i>Quercus liaotungensis</i> forest	A ₄	以辽东栎为优势树种,分布于沟掌 <i>Quercus liaotungensis</i> is the dominant tree species, locate in palmer-gully
		油松林 <i>Pinus tabulaeformis</i> forest	A ₅	以油松为优势树种,一般为人工纯林 <i>Pinus tabulaeformis</i> is the dominant tree species, almost artificial pure forest
		小叶杨林 <i>Populus simonii</i> forest	A ₆	以小叶杨为优势树种,人工林 <i>Populus simonii</i> is the dominant tree species, artificial forest
		侧柏林 <i>Platycladus orientalis</i> forest	A ₇	以侧柏为优势树种,天然分布 <i>Platycladus orientalis</i> is the dominant tree species, natural distribution
		核桃林 <i>Juglans regia</i> forest	A ₈	以核桃为主,缺乏管理,野生状态 Mainly <i>Juglans regia</i> , lack of management, wildness
	灌丛 Shrub	稀杂灌丛 Thin miscellaneous shrub	A ₉	灌木无主要优势种,总盖度 70% 以下 * No dominant species, total cover degree<70%
		浓杂灌丛 Thick miscellan shrub	A ₁₀	灌木无主要优势种,总盖度 70% 以上 No dominant species, total cover degree≥70%
		杜梨灌丛 <i>Pyrus betulaefolia</i> shrub	A ₁₁	以杜梨为主要优势种的灌丛 <i>Pyrus betulaefolia</i> is the dominant species in the shrubbery
		杠柳灌丛 <i>Periplo casepium</i> shrub	A ₁₂	以杠柳为主要优势种的灌丛 <i>Periplo casepium</i> is the dominant species in the shrubbery
		栒子灌丛 Rosaceae shrub	A ₁₃	以栒子为主要优势种的灌丛 Rosaceae is the dominant species in the shrubbery
		丁香灌丛 Oleaceae shrub	A ₁₄	以丁香为主要优势种的灌丛 Oleaceae is the dominant species in the shrubbery
		臭椿幼林 <i>Ailanthus altissima</i> shrub	A ₁₅	人工栽植的臭椿幼苗林,苗小,未郁闭 Young stand <i>Ailanthus altissima</i> plantation, under canopied
		退化果园 Regressive orchard	A ₁₆	长期无人管理的果园,撂荒 Orchard without management for many years, abandonment

续表 1 Continued table 1

一级分类 The first class	二级分类 The second class	三级分类 The third class	代码 Code	景观类型描述 Description of landscape types
生态防护型 Eco-protection type	草地 Grass	草地 Grass	A ₁₇	一般为农田退耕后撂荒,杂草丛生 Almost abandoned fields,clogging by weeds
经济生产型 Pro-economics type	果园 Orchard	成熟果园 Ripe orchard	B ₁	树龄在 10 年以上,大量挂果 Tree age is elder than 10 a,fruition
		幼龄果园 Young orchard	B ₂	树龄在 10 年以下,少量结果或不结果 Haven't reach the fruit age,tree age is younger than 10 a
	农田 Farmland	农田 Farmland	B ₃	种植糜子、玉米、土豆等粮食作物的土地 Always planting millet,corn,potatoes and other food crops
	开垦地 Clearage	开垦地 Clearage	B ₄	坡地改梯田等新开垦出来的土地 New farmland reclaimed in natural slope
	建筑用地 Building set	建筑用地 Building set	B ₅	建设工厂、集贸市场等占用的土地 Lands used for building factories,markets and other bldg
	油井 Oil well	油井 Oil well	B ₆	钻井采油占用的土地,流域内零星分布 Lands used for building oil wells
生活服务型 Living-service type	村庄 Village	村庄 Village	C ₁	村民生活聚集地 The place villager living together
	主干道 Main-road	主干道 Main-road	C ₂	公路以及村村之间的主道 Roads and the main roads between villages
	水库 Dam	水库 Dam	C ₃	建拦河坝围成的小范围水域,主要供应生活用水 Small-scale waters surrounded by barrage, mainly used for supplying domestic water
	河流 River	河流 River	C ₄	常年流水,常被水库切割分段 Perennial stream,often cut off by barrage

注: * 国际组织 TREES 计划依据林冠覆盖率是否大于 70% 将森林划分为密林和疏林,本研究借此作为浓灌木和稀灌木划分的标准。
Notes: * The international organization TREES Project EU-funded divide the forest into Dense Forest and Open Forest with canopy cover rate of 70% as a boundary. This article takes this as the standard to classify thick and thin shrub.

1.2.4 景观指数的计算 将景观斑块图导入 Fragstats 3.3 景观格局软件,选用景观类型斑块数、斑块面积及百分比、斑块平均面积、斑块周长等反映景观最基本结构信息的指数进行统计分析,对流域景观指数进行计算,研究流域景观斑块的构成^[13-17]。

2 结果与分析

2.1 燕沟流域景观类型的构成

燕沟流域景观类型如图 1 所示,共分为 27 类,结合表 2 可以看出,流域内共分布各类型斑块 939 个,平均斑块面积仅 5.08 hm²。各景观类型中,杂灌丛(包括稀杂灌丛和浓杂灌丛)面积最大,占流域面积的 43.32%,共有斑块 116 个,平均斑块面积 17.81 hm²,是流域平均斑块面积的 3.5 倍,远大于其他景观类型。农田、刺槐林、成熟果园为经营景观^[18],草地多由退耕地撂荒形成,残存有经营景观的痕迹,这 4 种景观类型的面积占流域面积的 47.71%,与杂灌丛面积相当,但其斑块数多达 651 块,是杂灌丛斑块数的近 6 倍,占到流域总斑块数的 69.33%,4 种景观类型的平均斑块面积分别为 5.83,2.78,3.96 和 1.93 hm²,此 4 种景观类型斑块微小,且数量众多,对流域景观破碎的贡献较大。以上 6 种景观类型占流域面积的 91.03%、占流域斑块数的 81.68%,构成流域景观的主体。辽东栎林

和侧柏林景观类型是流域内仅存的天然次生林景观,分布于沟掌附近,共有斑块 9 个,面积 24.80 hm²,平均斑块面积分别为 2.88 和 2.60 hm²,由于人类活动的影响,原来呈整体分布的天然次生林被切割呈岛屿状分布,对其天然更新和持续发育造成了不利影响。旱柳林、毛白杨林和水库 3 种景观类型多分布于村落附近,共有斑块 63 个,面积 83.95 hm²,占流域斑块数的 6.71%和流域面积的 1.76%,平均斑块面积分别为 1.40,0.87 和 1.80 hm²,3 种景观类型平均斑块面积微小,进一步加剧了流域景观的破碎化。主干道、河流景观类型共有斑块 16 个,面积 47.78 hm²,占流域面积的 1%,边界周长 220 958.79 m,占流域斑块总周长的 14.47%,斑块线形,在流域内呈骨架状分布,是流域重要的廊道景观类型。主干道多依河流修筑,二者在流域内伴生分布、相互切割。油井景观类型是近年来随着陕北能源基地建设而出现的,流域共统计此类斑块 24 个,仅占流域面积的 0.20%,斑块平均面积 0.39 hm²,为所有景观类型中最小,且油井分布不规律,多占用原有的优质农业生产和生态建设用地^[4],对主体景观继续切割,使破碎程度很高的流域景观更加破碎。开垦地景观类型共有斑块 7 个,面积 42.39 hm²,平均斑块面积 6.06 hm²,由于开垦中多采用大型机械,对地形的改变较大,形成的斑块连

续,斑块平均面积较大。村庄景观类型由村民长期居住形成,共有斑块 18 个,面积 121.43 hm²,平均斑块面积 6.75 hm²,随着流域人口的增长,居住区逐渐依地势向外拓展,其边界与其他景观类型犬牙交错,相互切割,导致平均斑块面积较小。其余景观类型面积及斑块数在流域内所占比例甚微,但其出现增加了流域景观的异质性,在加剧流域景观破碎的同时,为流域景观格局的演替增加了活力。

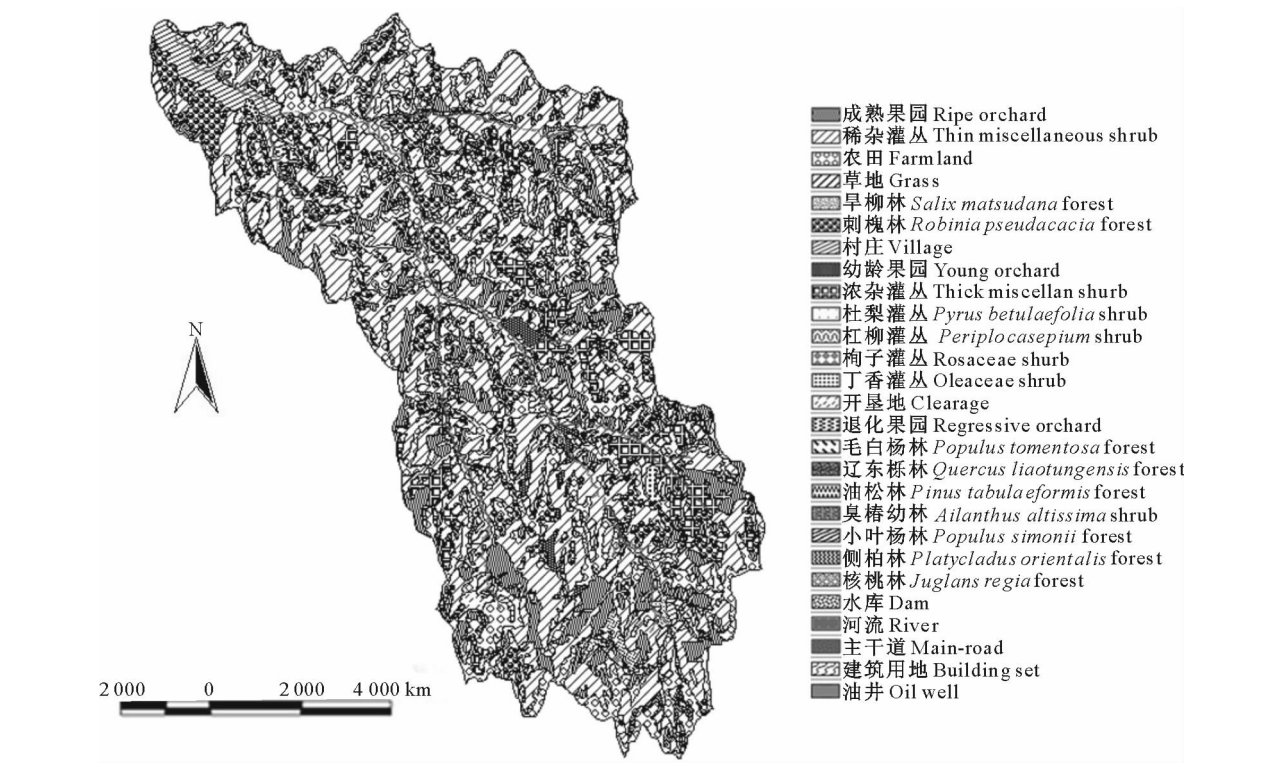


图 1 2007 年燕沟流域的景观类型图

Fig. 1 Landscape type map of Yangou watershed in 2007

表 2 2007 年燕沟流域景观类型斑块的构成

Table 2 Landscape patch type composition of Yangou watershed in 2007

代码 Code	斑块数 Number of patch		景观类型面积 Landscape type area			斑块平均面积 Average patch area		斑块周长 Total patch edge	
	数值 Numerical value	排序 Order	数值/hm ² Numerical value	百分比/% Percentage	排序 Order	数值/hm ² Numerical value	排序 Order	数值/m Numerical value	排序 Order
A ₉	86	5	1 845.48	38.70	1	21.46	1	421 419.12	1
B ₃	152	3	886.20	18.58	2	5.83	7	247 834.38	2
A ₃	201	1	558.61	11.71	3	2.78	13	184 799.06	3
B ₁	126	4	498.50	10.45	4	3.96	9	144 242.37	5
A ₁₇	172	2	332.33	6.97	5	1.93	17	129 383.76	6
A ₁₀	30	7	220.34	4.62	6	7.34	4	53 734.21	8
C ₁	18	9	121.43	2.55	7	6.75	5	26 751.16	10
A ₁	39	6	54.66	1.15	8	1.40	20	27 354.59	9
B ₂	14	11	44.69	0.94	9	3.19	10	12 945.42	11
B ₄	7	14	42.39	0.89	10	6.06	6	11 389.64	12
C ₄	6	15	29.75	0.62	11	4.96	8	159 385.47	4
C ₂	10	12	18.03	0.38	12	1.80	18	61 573.32	7
A ₈	1	19	16.44	0.34	13	16.44	2	2 600.15	20
C ₃	9	13	16.22	0.34	14	1.80	19	8 094.52	13
A ₄	5	16	14.39	0.30	15	2.88	11	5 560.32	16
A ₂	15	10	13.07	0.27	16	0.87	24	6 963.91	14
A ₇	4	17	10.41	0.22	17	2.60	14	3 909.25	17
B ₆	24	8	9.37	0.20	18	0.39	27	6 115.43	15
A ₁₆	4	17	8.40	0.18	19	2.10	15	3 313.83	18
A ₁₅	4	17	7.80	0.16	20	1.95	16	2 657.00	19

续表 2 Continued table 2

代码 Code	斑块数 Number of patch		景观类型面积 Landscape type area			斑块平均面积 Average patch area		斑块周长 Total patch edge	
	数值 Numerical value	排序 Order	数值/hm ² Numerical value	百分比/% Percentage	排序 Order	数值/hm ² Numerical value	排序 Order	数值/m Numerical value	排序 Order
A ₁₄	1	19	7.80	0.16	21	7.80	3	1 395.71	22
B ₅	4	17	4.70	0.10	22	1.18	22	2 043.42	21
A ₁₃	1	19	2.86	0.06	23	2.86	12	865.44	23
A ₁₂	1	19	1.40	0.03	24	1.40	21	602.48	26
A ₅	2	18	1.23	0.03	25	0.61	25	819.09	24
A ₁₁	1	19	0.98	0.02	26	0.98	23	540.07	27
A ₆	2	18	0.90	0.02	27	0.45	26	616.21	25
合计 In all	939		4 768.38	100.00				1 526 909.34	

2.2 燕沟流域的景观斑块粒级结构

为了进一步分析不同景观类型斑块规模的细节,将全部景观类型斑块按斑块面积分为 6 个斑块粒级,分别称为微斑块、小斑块、中斑块、大斑块、超大斑块和巨斑块^[11]。斑块粒级划分标准见表 3。

由表 4 可以看出,燕沟流域斑块粒级分布以小斑块和微斑块为主,10 hm² 以下微小斑块的数量占总斑块数的 89.78%,整体景观属于细粒结构。小斑块数量最多,占流域斑块数量的一半以上,面积占流域的近 1/3,是造成流域整体景观粒级过小的主

要原因。微斑块面积占流域面积的 4.10%,占流域斑块数量的 37.38%,微斑块数量过多,是造成流域景观破碎的重要原因。大斑块、超大斑块和巨斑块在流域内各占流域面积的一成左右,但斑块数量太少,所占比例甚微,对流域粒级结构影响小。中斑块面积比例最大,占流域面积 1/3 以上,斑块数量比例处于中等,数量偏少。应减少人为活动对景观格局的影响,促进微小斑块之间或微小斑块与中、大型斑块之间的融合,改善流域整体粒级结构过小的现状,减弱流域景观破碎化。

表 3 景观斑块粒级的划分标准
Table 3 Grade standard of landscape patch size

斑块规模名称 Landscape patch size	微斑块 Mini-patch	小斑块 Small-patch	中斑块 Middle-patch	大斑块 Large-patch	超大斑块 Super-patch	巨斑块 Huge-patch
斑块规模/hm ² Range of patch size	<1	≥1~<10	≥10~<50	≥50~<100	≥100~<200	≥200

表 4 2007 年燕沟流域的景观斑块粒级结构比例(斑块数量和斑块面积)
Table 4 Proportion structure of landscape patch size (NP&-area) of Yangou watershed in 2007 %

比例 Ratio	微斑块 Mini-patch	小斑块 Small-patch	中斑块 Middle-patch	大斑块 Large-patch	超大斑块 Super-patch	巨斑块 Huge-patch	合计 In all
斑块数量 Number of patch	37.38	52.40	8.95	0.85	0.32	0.11	100.00
斑块面积 Patch area	4.10	30.49	36.86	10.14	9.21	9.20	100.00

2.3 燕沟流域三大景观功能类型的构成

由表 5 和图 2 可以看出,三大景观功能类型中,生态防护型景观类型在流域内分布最广,面积最大,斑块数、斑块面积以及斑块周长均占总流域的近 2/3,构成流域景观的主体;经济生产型景观类型在流域内零散分布,斑块数、斑块面积以及斑块周长约

占总流域的 1/3;生活服务型景观类型在流域内零星分布,分别占流域总斑块数、斑块总面积、斑块总周长的 4.6%,3.9%和 16.8%。生态防护型、经济生产型、生活服务型三大景观类型之间的斑块数量比例约为 1.74 : 1 : 0.13,斑块面积比例约为 2.08 : 1 : 0.12,斑块周长比例约为 1.99 : 1 : 0.60。

表 5 2007 年燕沟流域景观功能类型的构成
Table 5 Composition of landscape function types of Yangou watershed in 2007

景观功能类型 Landscape function type	斑块数 Number of patch		斑块面积 Patch area		斑块周长 Total patch edge	
	数值 Numerical value	百分比/% Percentage	数值/hm ² Numerical value	百分比/% Percentage	数值/m Numerical value	百分比/% Percentage
生态防护型景观 Eco-protection type	569	60.6	3 097.11	65.0	846 534.21	55.4
经济生产型景观 Pro-economics type	327	34.8	1 485.84	31.2	424 570.65	27.8
生活服务型景观 Living-service type	43	4.6	185.43	3.9	255 804.47	16.8

2.4 燕沟流域自然景观与人类主导景观的构成

自然景观是指基本维持自然状态、人类干扰较少、自然发育的景观^[12];人类主导景观是指人类活动对景观演化起主导作用的各种景观,包括经营景观、人工景观和文化景观^[19]。经过长期的人为活动干扰,流域内自然景观被侵占、切割,形成目前自然

景观与人类主导景观相间分布的格局。由图 3 和表 6 可以看出,燕沟流域自然景观与人类主导景观的面积分别占流域面积的 50.9% 和 49.1%,面积相当;而自然景观的斑块数量不足人类主导景观的 1/2,斑块周长也小于人类主导景观;二者相比,自然景观分布整体性较好,人类主导景观分布较为零散。

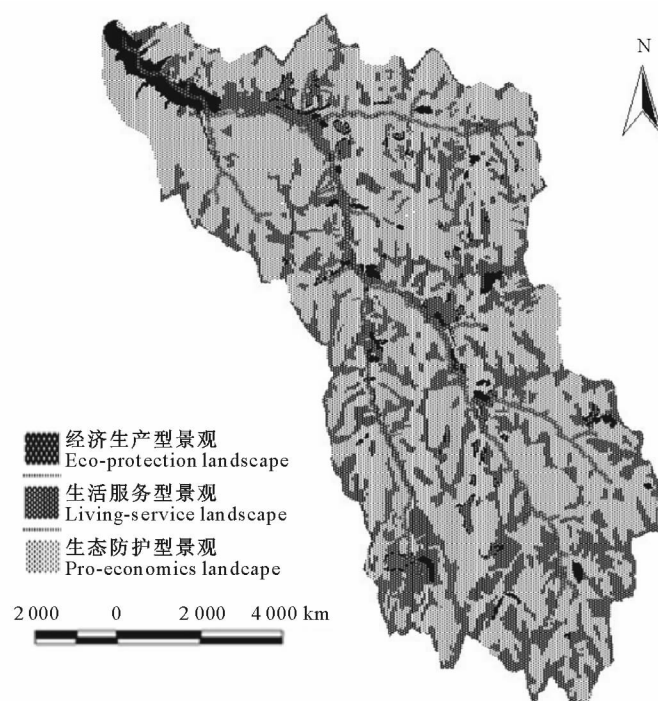


图 2 2007 年燕沟流域景观功能类型的构成

Fig. 2 Composition of landscape function types of Yangou watershed in 2007

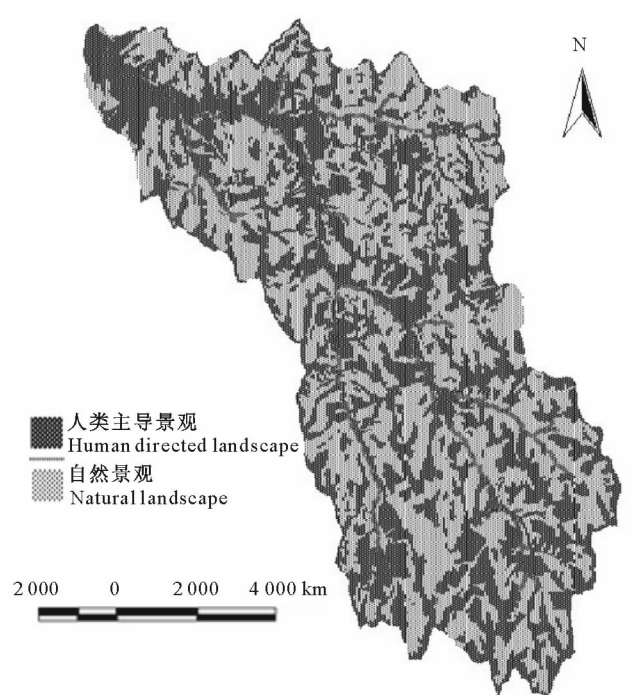


图 3 2007 年燕沟流域自然景观和人类主导景观的构成

Fig. 3 Composition of natural landscape and human directed landscape of Yangou watershed in 2007

表 6 2007 年燕沟流域自然景观和人类主导景观的构成

Table 6 Composition of natural landscape and human directed landscape of Yangou watershed in 2007

景观类型 Landscape type	斑块数 Number of patch		斑块面积 Patch area		斑块周长 Total patch edge	
	数值	百分比/%	数值/hm ²	百分比/%	数值/m	百分比/%
	Numerical value	Percentage	Numerical value	Percentage	Numerical value	Percentage
自然景观 Natural landscape	300	31.9	2 428.22	50.9	616 014.65	40.3
人类主导景观 Human directed landscape	639	68.1	2 340.16	49.1	910 894.68	59.7

2.5 燕沟流域三大景观功能类型与自然景观和人类主导景观之间的关系

人类通过自身活动对自然环境进行改造,不同的改造方式,对流域景观产生不同的影响。自然景观由生态防护型景观类型中的天然植被部分构成,人类主导景观由生态防护型景观类型中的人工植被、经济生产型景观类型和生活服务型景观类型组成。由表 7 可以看出,在人类主导景观中,经济生产型景观类型的斑块数量和斑块周长均约占人类主导

景观的 1/2,占总面积的近 2/3,说明经济生产型景观类型是构成人类主导景观的主要部分。生态防护型景观类型的斑块数量占人类主导景观的 42.1%,与经济生产型景观类型斑块数量相当;斑块面积和斑块周长占到总值的约 1/4。生活服务型景观类型的斑块数量、面积不足人类主导景观斑块数量、面积的一成。以上分析说明,在燕沟流域,人对自然景观的改造主要以经济生产为目的。

表 7 2007 年燕沟流域人类主导景观的构成

Table 7 Human directed landscape composition of Yangou watershed in 2007

景观类型 Landscape type	斑块数 Nmuber of patch		斑块面积 Patch area		斑块周长 Total patch edge	
	数值	百分比/%	数值/hm ²	百分比/%	数值/m	百分比/%
	Numerical value	Percentage	Numerical value	Percentage	Numerical value	Percentage
生态防护型景观 Eco-protection type	269	42.1	668.89	28.6	230 519.56	25.3
经济生产型景观 Pro-economics type	327	51.2	1 485.84	63.5	424 570.65	46.6
生活服务型景观 Living-service type	43	6.7	185.43	7.9	255 804.47	28.1

3 结论与讨论

燕沟流域总面积 4 768.38 hm²,分布景观类型 27 类,其中生态防护型景观 17 类,经济生产型景观 6 类,生活服务型景观 4 类。各景观类型中,杂灌丛(浓杂灌丛和稀杂灌丛)面积最大,农田、刺槐林、成熟果园和草地面积次之,此 6 种景观占流域面积的 91.03%、占流域斑块数的 81.68%,是构成流域景观的主体;流域内共有斑块 939 个,其中 10 hm² 以下微小斑块数量占总斑块数的 89.87%,流域整体景观属于细粒结构;流域平均斑块面积仅 5.08 hm²,景观破碎。按照生态功能的不同,将流域景观划分为生态防护型、经济生产型和生活服务型三大类,统计得出三者之间的斑块数量比例约为 1.74 : 1 : 0.13,斑块面积比例约为 2.08 : 1 : 0.12,斑块周长比例约为 1.99 : 1 : 0.60。流域内自然景观和人类主导景观的斑块面积比例相当,自然景观分布整体性较好,人类主导景观分布较为零散,经济生产型景观是构成人类主导景观的主要部分,说明对自

然景观的改造主要以经济生产为目的。燕沟流域景观构成的特点可总结为:景观类型多样,斑块数量丰富,景观整体粒级微小,景观破碎,人类活动对流域景观构成的影响大。

经过近 10 年的连续治理,燕沟流域的景观构成已经达到了相对较好的状态。不适宜种植的坡耕地已退耕,适宜造林种草的区域已绿化,生态防护型景观的面积已基本稳定;未来的主要任务是提高林地、草地质量,促进天然群落自我繁衍和持续发展;对人工群落(人工林、人工草地)通过引入乡土植物,实行天然化培育,促进植被水土保持功能的进一步增强。生活服务型景观如居民点、道路等基础设施建设已基本到位,面积不会明显增加。未来经济生产型景观面积可能有所增加,其中油田建设用地有较大增加。能源基地建设虽占用了一部分农业生产和生态建设用地,但其免费供给村民生活能源,降低了人们对传统生活用能(薪柴)的需求,间接地保护了森林和灌木;同时应注意油田开发引起的环境污染和水土流失问题。

流域的生态环境治理依赖于流域内各类型景观的恢复和功能发挥,也关系到社会、经济文化的各个方面。未来景观优化的策略是:提高生态防护型景观(植被)质量,增强水土保持效益;稳定生活服务型景观斑块面积,控制经济生产型景观用地,建立可持续型生态健康和经济持续发展的小流域水土保持型农业模式。由于黄土高原丘陵沟壑区各小流域景观具有相似的历史背景和人为破坏史,燕沟流域景观构成可以作为同类地区小流域治理的重要参考。

在地形图基础上,现地勾绘植被图是一种精确的实用技术,在植被斑块识别、特征信息获取、小尺度斑块精细划分上具有明显优势,在林业规划、土地管理等领域被广泛使用。但这种方法野外工作量大,需要调查人员具备良好的地形图识别能力等,近年来有被冷落的迹象。燕沟流域面积 4 768.38 hm²,本研究分 2 个小组,持续工作 23 d,完成了野外景观斑块类型草图的勾绘,圆满完成了对小流域景观格局的分析。相对而言,遥感影像图像解译技术具有数据信息量大、多时相重复、资料更新快的特点,尤其在地形、地貌差异明显的区域,斑块边界分辨准确,易于对地形地貌进行数量化统计,为土地资源管理、景观生态研究提供了良好工具。但目前在对遥感影像解译的实际操作中,很多仅以地被物光谱特征作为依据,判图存在相似色调植被类型误判问题(如灌木判断成森林,农田判断成草地等),尤其在小尺度景观格局分析中,对细碎斑块、色调相近的植被斑块的解析精确性不够。综合考虑 2 种方法的优缺点,建议将现地勾绘和遥感图像解译 2 种技术结合使用,扬长避短,相得益彰,这值得进一步探索。

[参考文献]

- [1] 徐学选, 琚彤军, 郑世清. 延安燕沟流域次降雨泥沙来源分析 [J]. 中国水土保持科学, 2008(3): 38-42.
Xu X X, Ju T J, Zheng S Q. Sediment sources analysis of the Yangou watershed under a certain rainstorm event in the Hilly-gully Region of Loess Plateau [J]. Science of Soil and Water Conservation, 2008(3): 38-42. (in Chinese)
- [2] 连振龙, 刘普灵, 陈翠红, 等. 黄土丘陵沟壑区林草植被恢复的减沙效益研究 [J]. 水土保持通报, 2008, 28(1): 10-13.
Lian Z L, Liu P L, Chen C H, et al. Effects of sediment reduction by vegetation restoration on the Loess Plateau [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2008, 28(1): 10-13. (in Chinese)
- [3] 琚彤军, 刘普灵, 郑世清, 等. 燕沟流域水土流失治理及其效益分析 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2003, 31(S1): 65-67.
Ju T J, Liu P L, Zheng S Q, et al. Study on harnessing of soil and water loss and analysis of benefits in Yan Gully watershed [J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry: Nat Sci Ed, 2003, 31(S1): 65-67. (in Chinese)
- [4] 琚彤军, 刘普灵, 郑世清, 等. 黄土丘陵区生态恢复重建过程中流域降雨及其水沙变化特征研究 [J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 57-60.
Ju T J, Liu P L, Zheng S Q, et al. Study on changing characters of rainfall and runoff-sediment in process of eco-environment reconstruction in watershed of Loess Hilly region [J]. Journal of Soil Water Conservation, 2005, 19(2): 57-60. (in Chinese)
- [5] 刘普灵, 郑世清, 琚彤军, 等. 黄土高原燕沟流域生态环境建设模式及效益研究 [J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(3): 175-178.
Liu P L, Zheng S Q, Ju T J, et al. Eco-environment construction in Yangou Basin of Loess Plateau: Modes and benefits [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2007, 15(3): 175-178. (in Chinese)
- [6] 徐 勇, Roy C Sidle. 黄土丘陵区燕沟流域土地利用变化与优化调控 [J]. 地理学报, 2001, 56(6): 657-666.
Xu Y, Roy C Sidle. Land use change and its regulation of Yangou watershed in Loess Hilly-gully region [J]. Acta Geographica Sinica, 2001, 56(6): 657-666. (in Chinese)
- [7] 李小利, 刘国彬, 张晓萍, 等. 黄土丘陵油田开发区景观破碎化分析 [J]. 中国水土保持科学, 2008(3): 53-58.
Li X L, Liu G B, Zhang X P, et al. Landscape fragmentation of the oil field region in the Hilly-gully region of Loess Plateau [J]. Science of Soil and Water Conservation, 2008(3): 53-58. (in Chinese)
- [8] 秦其明. 遥感图像自动解译面临的问题与解决的途径 [J]. 测绘科学, 2000, 25(2): 21-24.
Qin Q M. The problem and approach in the auto-interpretation of remote sensing imagery [J]. Development in Surveying and Mapping, 2000, 25(2): 21-24. (in Chinese)
- [9] 焦 锋, 杨勤科, 雷会珠. 燕儿沟流域土地利用现状及合理利用途径 [J]. 水土保持通报, 1998, 18(7): 41-44.
Jiao F, Yang Q K, Lei H Z. Present situation of land use and proposals for rational use at Yan'er Gully watershed [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 1998, 18(7): 41-44. (in Chinese)
- [10] 宋永昌. 植被生态学 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
Song Y C. Vegetation ecology [M]. Shanghai: Huadong Normal University Press, 2001. (in Chinese)
- [11] 郭晋平. 森林景观生态研究 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2001.
Guo J P. Research on forest landscape ecology [M]. Beijing: Beijing University Press, 2001. (in Chinese)
- [12] 王礼先. 流域管理学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
Wang L X. Valley management subject [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1999. (in Chinese)