

5·12 震后灾区景观格局空间变化及其廊道效应

——以汶川县桃关地区为例

刘汉湖, 杨武年

(成都理工大学 地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室/遥感与 GIS 研究所, 四川 成都 610059)

摘要: 景观格局空间变化及其廊道效应是景观生态学研究的基础和热点之一。以汶川县桃关地区为例, 应用遥感与 GIS 技术, 探讨了地震前后高山峡谷山区河流廊道的景观格局空间变化及其廊道效应研究的方法。利用高精度卫片/航片对汶川地区景观分布信息进行了提取和分类, 准确地对山区廊道景观格局的过去和现状进行了对比分析, 为山区居民经济发展和居住地址的合理规划提供有力的理论依据。

关键词: 遥感; 景观格局; 廊道效应; 汶川; 地震灾区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)02-0172-04

中图分类号: P901

Spatial Changes and Corridor Effects of Landscape Pattern After Earthquake

—A Case Study on Taoguan Area of Wenchuan County

LIU Han-hu, YANG Wu-nian

(State Key Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment

Protection/Institute of Remote Sensing & GIS, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: The spatial changes of landscape pattern and its corridor effect have been a basic and hot issues of landscape ecology. This paper discussed the methods how to research landscape pattern space change and their effect by RS and GIS in Taoguan area of Wenchuan County before and after earthquake disaster, and also extracted the information about the distribution of landscape, then contrasted the landscape pattern of the past and the present situation, this provided a strong theoretical basis for rational planning of economic development and living address of mountain people.

Keywords: remote sensing; landscape pattern; corridor effect; Wenchuan County; earthquake stricken area

廊道(corridor)是不同于两侧基质的狭长地带。廊道最明显的用途是运输,同时具有通道、屏障、源、汇和栖息地以及过滤的功能。廊道一般可分为 3 种类型:线状廊道、带状廊道和河流廊道。其中,河流廊道景观因其特殊的生态意义而逐渐被重视并成为研究热点之一。

对此,国内外做了大量工作,主要体现在以下几个方面。(1)干旱区河流廊道的生态效应^[1-5];(2)高原区流域廊道体系对流域生态环境的影响^[6];(3)城市河流的景观生态效应^[7-12]。

这些研究对河流廊道的生态效应认识取得了一定的认识和成果,但借助于遥感与 GIS 技术对高山峡谷山区河流廊道的景观格局及其空间效应进行全面的、定量的研究较少,尤其是应用高空间分辨率卫星遥感图像和航空图像进行地震灾区前后对比分析的尚未见到,而采用遥感与 GIS 的研究手段,探讨应

用高精度图像定量研究山区景观格局空间变化及其廊道效应的方法,能方便、准确地对山区廊道景观格局的过去和现状进行对比分析,为山区居民经济发展和居住地址的合理规划提供有力的理论依据。

本文以 5·12 汶川大地震灾区——桃关地区为例,探讨了应用遥感与 GIS 在河流廊道景观格局中的研究方法,利用高精度卫片/航片对汶川县桃关地区河流廊道等信息进行了提取和分类,分析了河流廊道的景观效应,提出了关于山区居民经济发展和居住选址的一些建议。

1 研究区和研究数据

1.1 研究区简介

汶川县位于四川省阿坝藏族羌族自治州境内,因汶水得名,是中国 4 个羌族聚居县之一。地理坐标为北纬 30°45'—31°43',东经 102°51'—103°44'。汶川地

收稿日期:2008-09-05

修回日期:2008-11-02

资助项目:地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室“科技减灾,重建家园”开放研究基金项目(DZKJ_0806);四川省教育厅重点基础研究基金项目(07ZA007)

作者简介:刘汉湖(1978—),男(汉族),山东省烟台市人,讲师,博士后,主要研究方向为遥感与地理信息系统。E-mail:liuhanhu@cdu.cn。

区山体宏浑高大,相对高差悬殊,光照、降水条件随海拔增高而变化,植物资源十分丰富,种类繁多,其中特用林和灌木林已占森林植被面积的 82.85%。稀疏林地、未成造林地、迹地更新地总共只占 17.15%。研究区位于映绣镇北直线距离 10 km 的岷江两侧 2.5 km 范围内,距汶川县城直线距离为 15 km,面积约为 40 km²。研究区植被覆盖茂密,有岷江主流、支流通。城镇居民点、道路,公矿用地、耕地等人类活动区域类型齐全,以此为研究区,具有很好的代表性。

1.2 研究数据

目前,常用的遥感数据源主要包括 TM 图像、SPOT 图像、QuickBird 图像、IKONOS 图像和航空图像等。考虑到本文的目是研究灾区景观格局空间变化的廊道效应,需要提取河流、道路、居民点等精细信息,同时考虑到数据源获取的问题。对震前图像,选择了具有高空间分辨率的 QuickBird(成像于 2006 年)卫星遥感图像,其多光谱波段空间分辨率(星下点)2.44 m,全色波段为 0.61 m(星下点),经过遥感图像处理后可达到 0.61 m 的真彩色融合图像。对震后图像,选择了国土资源部航拍图像,拍摄时间为 2008 年 5 月 14 日,其空间分辨率为 0.3 m(图 1)。

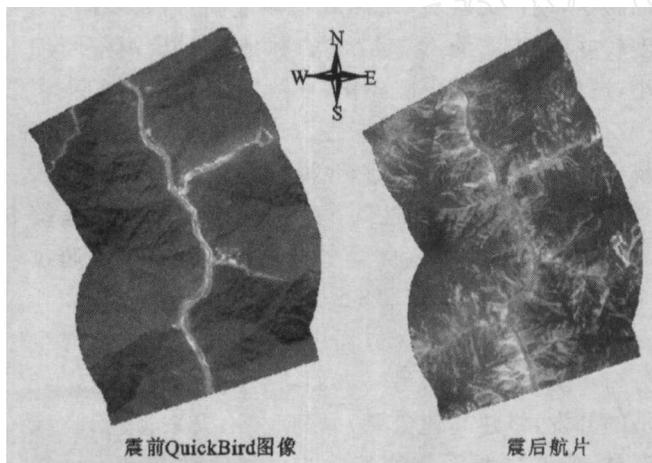


图 1 研究区图像

2 研究方法

本研究涉及景观生态学、遥感学、空间分析学等多学科,学科交叉性强,对专业理论知识要求高,对实际操作能力要求强。因此,研究采用的技术路线如图 2 所示。

2.1 高精度遥感图像数字处理

2.1.1 图像预处理 无论是 QuickBird 图像还是航空图像,其原始图像色调对比度不大,灰度级较集中,遥感层次较少,色彩不丰富,明度和饱和度低,影像分辨率和解译力均很差,不适宜直接用于遥感信息提取。因此这里主要对原始图像进行辐射增强,灰度级线性拉伸等增强处理。

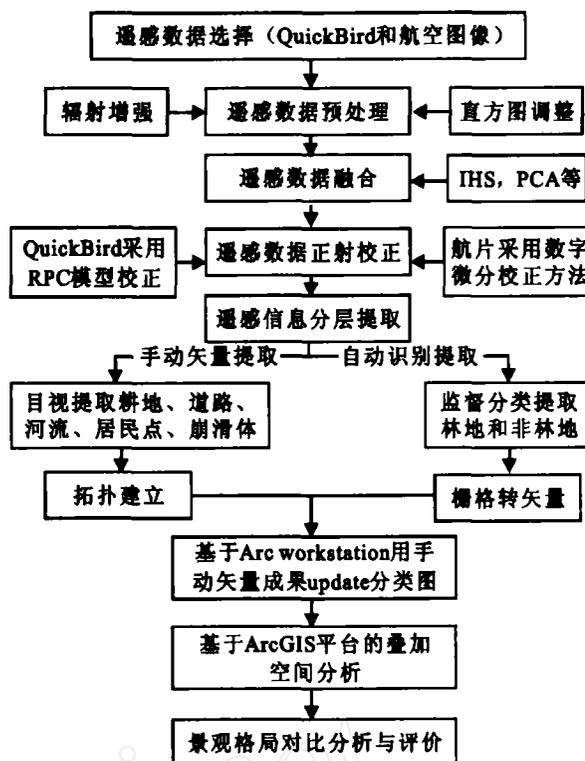


图 2 研究技术路线图

2.1.2 数据融合 获取的 QuickBird 遥感影像,其多波段空间分辨率为 2.44 m,全色波段为 0.61 m,为充分利用较低空间分辨率波段(2.44 m)的多光谱信息和较少光谱信息的高空间分辨率波段(0.61 m),这里对其进行了数据融合。融合后的图像具有高空间分辨率和高光谱分辨率的特点。常见的影像融合方法有:以像元为基础的加权融合,IHS 色彩空间变换融合,基于小波理论特征融合,基于贝叶斯法则的分类融合以及以局部直方图匹配滤波技术为基础的影像数据融合等。本文根据研究区的实际情况,采用了基于主成分融合变换的方式,取得了较好的图像效果。

2.1.3 图像正射校正 QuickBird 和航片都属于高精度图像,其由于地形起伏较大而导致变形较大。为了使遥感数据服务于研究人员,获取的 QuickBird 图像和航空图像必须经过正射校正,转换地图的投影到我国标准投影北京 54 坐标系中,然后根据研究需要,确定其比例尺。只有这样,遥感数据方能很好地与其它的非遥感数据信息相复合和匹配,便于工作人员很好地对各种信息的相互比较分析。

对研究区 QuickBird 图像,利用 Erdas 中的 QuickBird RPC 模型对图像进行了正射校正,校正参考文件为 1:5 万地形图。正射校正的精度一般控制在半个像元内。其地面控制点(GCP)的高程值通过 DEM 自动提取。校正好的正射影像图与等高线套合,效果较好,可满足 1:2 500 遥感解译使用。

对研究区的航空图像,由于其分辨率高,飞机飞行高度低,拍摄区高差大,导致几何变形程度很大。若采用传统光机校正方法,虽然精度很高,但需要专用设备,校正复杂且成本高^[13]。因此这里选择了数字微分校正方法对航片数字地图进行几何校正,选取航片飞机拍摄区域的航空影像,给出该区域 3 个控制点的航空影像坐标和地形图坐标,用数字微分校正方法进行校正。校正后的航片与校正后的 QuickBird 图像吻合很好,能够满足后期信息提取的需要。

2.2 遥感信息提取

考虑到我们根据 QuickBird 和航片需要提取的信息包括林地、耕地、水体、道路、居民点、崩滑体、未利用地这 7 方面信息。这里采用分层信息提取的方法,对研究区图像,林地覆盖面积较大,且光谱特征明显而独特,根据计算机自动分类技术是可以提取出来的,而其它道路、居民点等信息影像特征彼此间部分类似,难以用自动分类技术准确提取出来,同时考虑到这些面积不大,目视解译工作量也不大,因此采用目视解译方法。通过计算机处理,将研究区自动分类为林地和非林地,然后再用视解译成果提取的其它 6 类更新监督分类结果,分类成果如附图 5 所示。

3 研究区景观格局变化分析

(1) 在前面信息提取的基础上,对研究区景观分布数量进行统计(图 3)。统计结果表明,震后林地所占比例大幅下降,下降的部分主要由崩滑体代替。而耕地、河流所占比例变化不大,说明耕地从空间位置上受崩滑体影响较少,河流则由于上游水量较稳定使得其变化不大。公路和建筑用地及未利用地则由于崩滑体的影响而普遍减少。

(2) 景观生态功能区分布独特。震前小流域中林地基质部分主要起到涵养水源,保持水土的功能,为小流域河流廊道提供保障;小流域中河流廊道两侧是人类进行农业和工业活动交错区域。整体来看,山区小流域景观功能分区呈现出沿岷江河流呈带状镶嵌的景观格局。

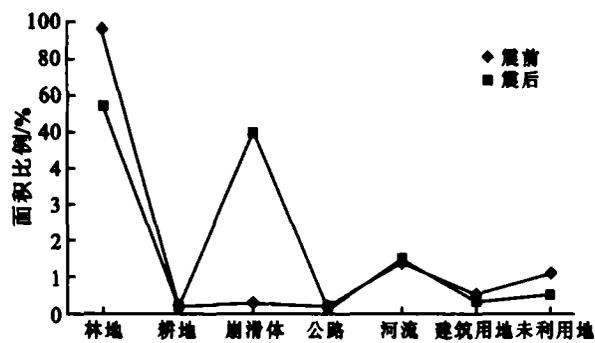


图 3 研究区景观分布面积比例地震前后对比

(3) 景观异质性变化。从景观生态学的角度来看,在研究区仅 40 km² 的范围内,小流域景观要素主要有如下 3 种。① 景观基质。震前林地相对面积占了绝对性优势,其连通性很好,控制了整个景观的动态变化,毫无疑问的是整个区域的基质要素。而震后林地相对面积没有很大优势,其连通性也由于崩滑体的影响而下降,从微观角度上看并非该区基质,但从宏观角度(整个汶川县甚至更大范围)上看,林地依然是该地区的基质,但其对整个区域的生态控制能力下降。② 斑块。研究区震前震后斑块主要由崩滑体干扰斑块、耕地和建筑用地等引进斑块组成,空间位置上位于河流两侧。其中,震后崩滑体斑块比较特殊,其相对面积较大,连通性也较好,从小流域角度上看应属于基质,但是从区域角度上看应为干扰斑块。③ 廊道。研究区廊道比较明显,主要为河流廊道和公路廊道,其中,公路廊道一般是伴随河流廊道左右布局,因此,受河流廊道影响很大。

总的来说,研究区斑块、廊道和基质彼此镶嵌形成复合景观。但震前震后差别很大,震前林地基质占了绝对性优势,导致斑块、基质和廊道彼此间镶嵌度和均匀度较差,景观异质性也较差;震后由于崩滑体的影响,使得斑块、基质和廊道彼此间镶嵌度和均匀度较好,而有显著生态效应的林地自然景观不断缩小,斑块相对震前更破碎化,导致景观异质性增高。

(4) 生态环境的脆弱性。山区小流域由于受气候、降水等自然条件和地震、滑坡等突发事件的影响,景观生态系统抗干扰性低。干扰一旦发生,整个系统质量受损。受损是指自然生态系统的外界干扰超过系统“正常”运行受威胁的忍耐值而遭受的破坏。长期以来,山区小流域一方面由于受流域降水少,时空分布不均匀的影响,另一方面,由于人们对山区经济的开发,修建高速公路,修建工厂,开发矿产,砍伐森林,陡坡耕种等各种各样的人类活动影响不断扩大,使得整个景观生态系统很不稳定。因此,人类活动是山区小流域景观生态系统不稳定的诱发原因之一,而毁灭性的突发地震以及带来的滑坡、崩塌等地质灾害是本研究区景观变化的主要原因,这使得原本脆弱的生态环境更加脆弱和危险。

4 河流廊道的景观系统影响分析

研究区景观格局最主要的特点是河流廊道与道路廊道相伴布局,这种道路廊道与河流廊道平行、相伴分布格局是高山峡谷地区景观体系最突出的特点。其主要原因在于高山峡谷地形、地貌、气候等自然条件的制约。这种廊道格局特点尤其是河流廊道的宽度,对流域景观生态系统的稳定性有着重要影响。从震后景观变化来看(图 3),河流两侧景观受地震影响

最大,而且岷江主流两侧崩滑体范围明显大于支流影响范围,这表明河流廊道的特殊空间效应。总的来说,由于高山峡谷区特殊的自然条件,岷江河流宽度和比降大,水流湍急,直接影响人类活动范围和程度。使得岷江流域桃关段河流廊道对流域的景观生态系统影响作用较大,传统意义上的河流经济运输功能是高山区峡谷区河流所不具备的。河流主要是作为自然资源而被利用,其作用主要表现为生态功能的有利和不利两个方面的影响。

4.1 河流廊道的积极效应

以岷江为主体的河流廊道在流域起到如下的作用。(1)为系统提供所需水分。流域内各种生物生存所需的水分基本依靠河流体系提供。由于该区降水季节分配不均,河流廊道起着调节水分的作用。(2)传输能量。岷江流域的水资源能量丰富,河流坡降大,易于开发利用;(3)岷江流域水资源的水受到人类活动的影响很少,尤其是汶川境内森林覆盖面积大。河水径流含有毒、有害物质极少,水资源适宜于人畜饮用和农作物灌溉。(4)该流域河流廊道源头多为冰川和积雪,利于径流调节,流域内河流廊道体系为该区提供了丰富的水资源,为区域内农林牧业生产与发展提供了水源保障。

4.2 河流廊道的消极效应

河流廊道对流域景观生态系统有着不利影响。(1)由于高山峡谷区河流的下蚀能力远远大于侧蚀能力,使的河流两侧地势较陡,平坦地区较少,这种地形条件约束了人类的住居选址和经济活动,使得人类处于潜在地质灾害(滑坡、崩塌、泥石流等)的威胁之中。(2)河流两侧的山脚处往往是地应力集中的位置,而这里也是人类活动最强烈的地方,较小的改变也会导致地应力的较大变化,使得岩体失稳,产生地质灾害,破坏了景观格局分布。(3)洪水灾害也是景观生态系统不稳定的最主要影响因子。研究区内的城镇、村庄、农田、厂矿等主要分布在岷江及其支流的阶地与滩地,而由于岷江河流主河道受地形限制,其洪水疏通能力弱,一旦下游滑坡、泥石流等地质灾害堵塞河道,上游河流两侧景观格局将被毁灭,同时在洪水河道两侧会引发一系列的地质灾害,使得洪水影响不仅仅局限在淹没区。

5 结论

廊道尤其是高山峡谷区廊道,作为景观格局中不可缺少的要素之一,大大影响了景观格局的分布。

(1)借助高精度卫星遥感影像和航空图像,基于RS和GIS技术,可以准确快速地提取各类景观信息。

(2)从地震前后景观格局的空间位置和数量变

化来看,耕地面积变化最小,说明耕地受地震灾害的影响最小,可以作为临时灾区过渡房安置区,但要注意洪水的威胁。

(3)从震后图像来看,岷江主流两侧建筑基本被毁灭,而其支流建筑用地损失较少,这主要是由于主流两侧山地坡度较大,河谷地形宽阔度相对两侧山坡优势尽失,而支流两侧河谷宽阔,山坡坡度较缓。因此,从居住选址的角度来看,主河流两侧不一定是最佳选址位置,在灾区域镇异地重建过程中应从地形地貌、地质上进行综合分析,多注意支流两侧。

(4)河流廊道作为高山峡谷山区的景观要素之一,其独特的空间布局大大影响了整个景观生态系统的稳定性,人类活动应充分利用河流廊道的优势而避免其消极影响。

[参 考 文 献]

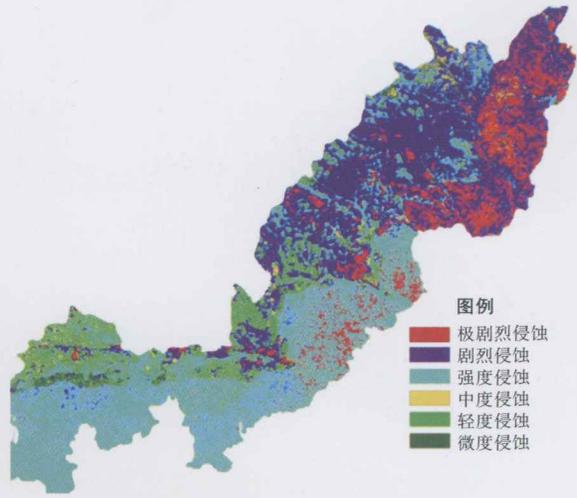
- [1] 王根绪,程国栋. 干旱荒漠绿洲景观空间格局及其受水资源条件的影响分析[J]. 生态学报,2000,20(3):363-368.
- [2] 赵成义,王玉潮,李子良. 荒漠绿洲植被变化与景观格局耦合关系的研究:以新疆三工河流域为例[J]. 干旱区地理,2003,26(4):297-303.
- [3] 林勇,葛剑平,刘世荣. 景观结构调整和干旱半干旱区水资源的可持续利用[J]. 北京师范大学学报:自然科学版,2004,40(6):820-824.
- [4] 罗格平,周成虎,陈曦. 干旱区绿洲景观尺度稳定性初步分析[J]. 干旱区地理,2004,27(4):472-476.
- [5] 周华荣,肖笃宁. 塔里木河中下游河流廊道景观生态功能分区研究[J]. 干旱区研究,2006,23(1):16-20.
- [6] 何晓蓉,李辉霞,范建容,等. 青藏高原流域廊道体系对生态环境的影响:以尼洋河流域为例[J]. 水土保持研究,2004,11(2):97-99.
- [7] 岳隽,王仰麟,彭建. 城市河流的景观生态学研究:概念框架[J]. 生态学报,2005,25(6):1422-1428.
- [8] 王紫雯,符燕国,徐承祥. 城市河道系统的景观敏感性与景观规划[J]. 浙江大学学报:理学版,2005,32(5):594-600.
- [9] 张纵,施侠,徐晓清. 城市河流景观整治中的类自然化形态辨析[J]. 浙江林学院学报,2006,23(2):202-206.
- [10] 徐慧,徐向阳,崔广柏. 景观空间结构分析在城市水系规划中的应用[J]. 水科学进展,2007,18(1):108-113.
- [11] 王琳,宫兆国,张炯,等. 综合指标法评价城市河流生态系统的健康状况[J]. 中国给水排水,2007,23(10):97-100.
- [12] 龚清宇,王林超,朱琳. 基于城市河流半自然化的生态防洪对策:河滨缓冲带与柔性堤岸设计导引[J]. 城市规划,2007,31(3):51-58.
- [13] 谢利理,李玉忍,齐蓉. 航空照片数字地图的几何校正[J]. 西北工业大学学报,2001,19(4):617-620.

水土保持监测分区

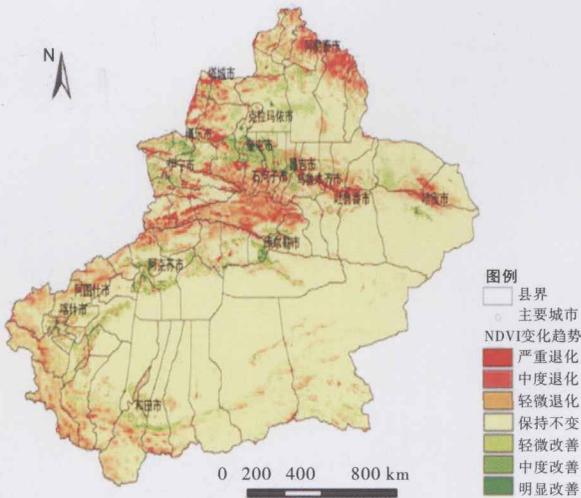
- I 1 武陵山以东低中山中度侵蚀重点治理兼保持监测区
- I 2 大娄山—武陵山中山中度侵蚀重点治理观测区
- I 3 武陵山以东低中山中度侵蚀重点治理兼保护监测区
- II 1 三峡库区东段平行岭谷低山丘陵强中度侵蚀重点治理监测区
- II 2 三峡库区中段平行岭谷低山丘陵中度侵蚀重点治理监测区
- II 3 平行岭谷低山丘陵轻度侵蚀城市建设重点治理监测区
- II 4 平行岭谷低山丘陵轻度侵蚀重点治理监测区
- III 渝西方山丘陵轻度侵蚀重点治理监测区



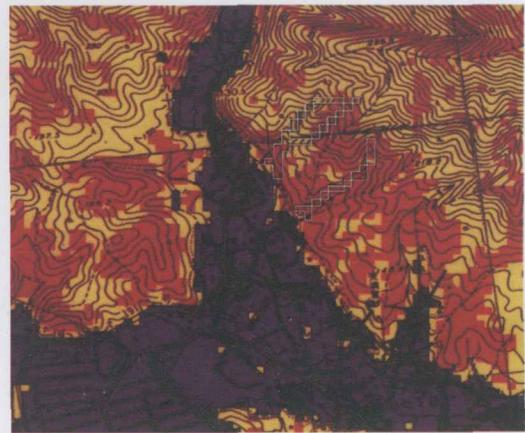
附图1 重庆市水土保持监测分区



附图2 榆林市北6县水土流失状况

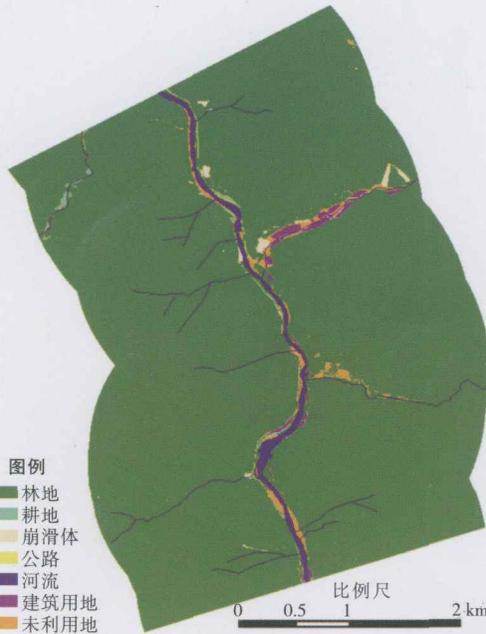


附图3 新疆地区近10 a 最大化NDVI变化趋势



危险度等级	像素数	占有率	颜色
危险度高	1798	27.4%	红色
危险度中	2499	38.1%	黄色
危险度低	2264	34.5%	棕色

附图4 日本广岛地区滑坡危险度评价图



附图5 汶川县桃关地区景观分布信息提取成果 (左图为震前, 右图为震后)