

邬丽娟, 李志强, 李晓丽, 等. 基于 modis 数据鲁甸 6.5 级地震不同烈度区地震前后植被变化研究[J]. 灾害学, 2021, 36(1): 212–216. [WU Lijuan, LI Zhiqiang, LI Xiaoli, et al. Study on Vegetation Changes before and after Earthquakes in Different Intensity Areas of Ludian Earthquake based on Modis Data[J]. Journal of Catastrophology, 2021, 36(1): 212–216. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2021.01.039.]

基于 modis 数据鲁甸 6.5 级地震不同烈度区地震前后植被变化研究^{*}

邬丽娟¹, 李志强², 李晓丽², 齐文华¹

(1. 中国地震局地质研究所, 北京 100029; 2. 中国地震台网中心, 北京 100045)

摘要: 为了研究鲁甸 6.5 级地震不同烈度区地震前后植被的变化, 以鲁甸地震完整烈度为研究区, 以 MODIS 产品中的 MOD13Q1 数据为数据源, 通过数据预处理获得 2004–2018 年不同烈度区年均 NDVI 时间序列, 并用像元二分模型计算得到地震前后的植被覆盖度, 从 NDVI 动态变化、植被覆盖度空间分布特征、植被覆盖度动态变化、植被损毁像元点四个方面分析鲁甸地震不同烈度区地震前后的植被覆盖变化, 结论指出: 鲁甸地震中地震前后植被覆盖的减少与烈度呈正相关关系, IX 烈度植被损毁现象明显, VI~VIII 烈度植被损毁现象不明显, 但通过对不同烈度植被损毁像元点的统计可以得到 VI~VIII 烈度植被覆盖的减少与烈度呈正相关关系, 烈度越高植被受损面积越大。

关键词: 鲁甸 6.5 级地震; 不同烈度区; 植被覆盖度; 地震烈度

中图分类号: P315; X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2021)01-0212-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2021.01.039

地震造成的次生地质灾害会致使灾区树木被埋、倒伏及折断, 破碎和松散的土壤可以直接破坏或推翻大面积的森林, 造成灾区植被覆盖面显著减少, 对自然环境造成极大的破坏^[1]。2014 年鲁甸 6.5 级地震触发了 1 700 多个地质灾害点, 包括滑坡、崩塌、泥石流、不稳定斜坡、危岩体、地裂缝、地面塌陷、地面沉降^[2], 这些地质灾害会造成该地区植被覆盖的减少。已有研究证明地震烈度与地质灾害之间存在正相关关系, 地质灾害发生的敏感性随着烈度的升高而增加, 陈晓利等^[3]在龙陵 7.2 级地震诱发滑坡的影响因子分析中指出地震烈度 IX, VIII 以上对地震滑坡影响很大; 杨秀元等^[4]指出鲁甸地震中, 烈度决定地震地质灾害发育的密度, IX 烈度区地质灾害密度大于 VIII 烈度区; 黄润秋等^[5]将遥感解译得到的北川-安县研究区的地质灾害密度图与地震烈度分区图进行叠加, 结论指出烈度越高地质灾害点分布密度也越大, XI 度区灾害点的密度与 X 度区的相当, IX 度区就产生了大幅度的下降, VIII 度区降到 XI 度区或 X 度区的 1/10; 钟秀梅等^[6]通过遥感解译得到甘肃省武都区 and 文县的地质灾害体, 结论指出 VII~IX 烈度区, 烈度越高, 次生地质灾害发育密度越高; 辛鸿博等^[7]搜集整理了发生在 1216–

1996 年间记载较为详细的 125 次地震, 及其相应的 285 例崩塌和滑坡, 统计分析指出地震诱发的边坡崩滑, 主要出现在 VII~IX 度地震烈度区。因此可以推断出地震烈度与地震造成的植被破坏理论上也存在正相关关系, 即地震烈度越高植被破坏越严重。在汶川地震中, 不同学者分析了不同烈度的植被受损的情况, LIU 等^[8]的研究中, 用 modis-evi 数据得到汶川地震受灾严重的 10 个县的植被受损区域, 分析指出受损植被区域面积与烈度存在正相关关系, VII~XI 烈度区, 地震烈度越高造成的受损植被区域面积越大; PENG 等^[9]的研究中, 用 SPOT VGT 数据获得 NDVI, 分析汶川地震受灾严重的 10 个县震前震后 NDVI 数值的变化, 结论指出 X~XI 地震烈度越高, 植被破坏越严重, VII~IX 烈度区没有体现出植被受损现象。在汶川地震植被覆盖变化研究中指出在一定的烈度范围内, 烈度越高植被受损越严重, 但以上研究烈度范围除了 XI 和 X 完全覆盖, 其它烈度都覆盖不完全。

Modis 数据具有数据获取免费、光谱范围广、数据接收简单、更新频率高的特点, 对实时地球观测和应急处理(例如自然灾害监测和救灾)有较大的实用价值^[10-11], 并被广泛应用到植被覆盖变化研究中^[12-15]。

^{*} 收稿日期: 2020-05-18 修回日期: 2020-06-28

基金项目: 地震行业科研专项项目“多源地震损失快速评估研究”(201308018-5); 中国地震局年度计划工作项目“地震应急指挥大厅快速评估系统”; 国家自然科学基金(41907397); 地震应急青年基金(CEAEEM202023)

第一作者简介: 邬丽娟(1995-), 女, 汉族, 四川简阳人, 硕士研究生, 主要从事地震灾害的快速评估研究。

E-mail: wulijuan0420@foxmail.com

本文以鲁甸地震完整的烈度范围为研究区, 以 MODIS 产品中的 MOD13Q1 数据为数据源, 通过数据预处理获得 2004 - 2018 年不同烈度年均 NDVI 时间序列, 基于 NDVI 像元二分模型计算得到地震前后的植被覆盖度, 研究鲁甸地震不同烈度区地震前后的植被覆盖度变化, 分析一定的烈度范围内, 是否能够证实烈度与植被破坏存在正相关关系, 如果这一关系成立, 得到在鲁甸地震中使关系成立的烈度范围, 结论可为烈度的评估提供一些参考。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

2014 年 8 月 3 日 16:30, 在云南省昭通市鲁甸县(27.1°N, 103.3°E)发生 6.5 级地震, 震源深度 12 km, 余震 1 335 次。按照地震局提供的鲁甸地震烈度分布图(图 1), 此次地震最高烈度等级为 IX 度, 主要位于昭通市鲁甸县的龙头山镇、火德红镇及巧家县的包谷垭乡境内; VIII 度区涉及昭通市鲁甸县、巧家县和曲靖市会泽县等 3 个县 7 个乡镇; VII 度区涉及昭通市鲁甸县、巧家县和曲靖市会泽县等 3 个县 18 个乡镇; VI 度区涉及昭通市鲁甸县、巧家县、昭阳区、永善县及曲靖市会泽县等 5 个县(区)。

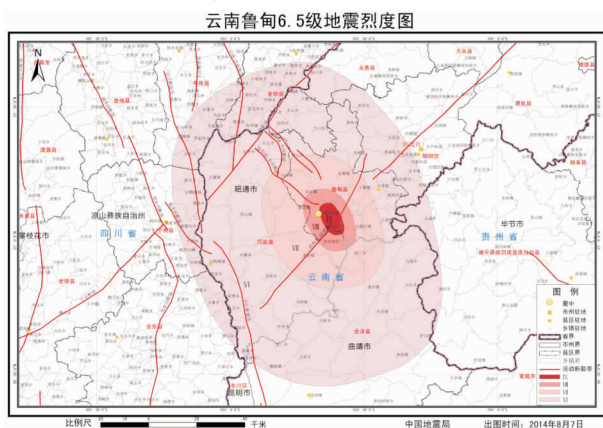


图1 云南鲁甸地震烈度图(数据来源: 中国地震台网中心)

1.2 数据来源与预处理

1.2.1 数据

本文选择 MODIS 植被指数产品 MOD13Q1, 其空间分辨率为 250 m, 时间分辨率为 16 d, 影像数据来源于美国国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)的 EOS/MODIS 数据(<https://search.earthdata.nasa.gov/search>)。

1.2.2 数据预处理

使用 MRT(MODIS Reprojection Tools)工具将下载的 MOD13Q1 影像进行格式转换和重投影, 把 HDF 格式转换为 Tiff 格式, 并将 SIN 地图投影转换为 WGS84/Albers Equal Area Conic 投影, 同时完成图像的重采样, 操作过程中选择归一化植被指数 NDVI, 该指数采用通道间的比值形式, 能较为有效地消除太阳高度角、卫星扫描角、大气状况等因素的干扰, 且可以综合反映植物生长、覆盖、生物量等情况, 因此被认为是指示大尺度植被覆盖的良好指标^[16]。将 16 d 的 MODIS - NDVI 数据,

采用最大合成法(MVC)得到月 NDVI 数据, 该方法可以消除大气、云和太阳高度角的部分干扰, 将 1a 的 NDVI 求平均, 得到 NDVI 年均值。

1.3 植被覆盖度的提取

植被覆盖度是指植被(包括叶、茎、枝)在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比^[17], 是刻画地表植被覆盖的重要参数, 被频繁用于植被覆盖的变化监测中^[18-20]。植被覆盖度遥感估算的众多方法中像元二分模型由于形式简单, 能够消除大气、土壤背景与植被类型等因素的影响, 被广泛应用于植被覆盖度的估算^[21-22], 本文研究基于 NDVI 植被指数建立像元二分模型计算研究区的植被覆盖度, 其基本原理是 1 个像元的 NDVI 值可以表达为由绿色植被所贡献的信息与由无植被覆盖(裸土)所贡献的信息两部分组成, 植被覆盖度(FVC)计算公式为:

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}} \quad (1)$$

式中: $NDVI_{veg}$ 为完全植被覆盖像元的 NDVI 值; $NDVI_{soil}$ 为完全裸土或无植被覆盖区像元的 NDVI 值^[23]。 $NDVI_{veg}$ 和 $NDVI_{soil}$ 一般取一定置信度范围内的 NDVI 最大值和最小值, 由于不可避免地存在噪声和植被分布情况、近邻地物辐射等因素影响, 置信度的取值主要根据研究区影像的实际情况来定, 本研究采用 NDVI 累积百分数 5% 作为裸土的纯像元, $NDVI$ 累积百分数 95% 作为植被纯像元^[24-25]。

2 结果与分析

2.1 不同烈度区 NDVI 动态变化

统计鲁甸地震不同烈度区的 2004 - 2018 年的 NDVI 年均值(图 2), 2004 - 2018 年鲁甸地震灾区植被覆盖的整体情况在波动中呈现增加趋势。不同烈度区植被覆盖情况: VI 烈度 NDVI 值最低, 植被覆盖最差; VII、VIII、IX 烈度的 NDVI 值相当, 植被覆盖情况基本一致。2004 - 2013 年、2015 - 2018 年不同烈度区 NDVI 的变化趋势一致, 2014 年 NDVI 变化出现异常, 2013 - 2014 年不同烈度区 NDVI 值均有下降, IX 烈度 NDVI 值大幅度下降, 在人为干预较少的情况下, 该异常由地震造成, 这一趋势显示了地震对 IX 烈度区的植被造成了很大程度的损毁, 由于 VI、VII、VIII 烈度区 NDVI 变化趋势未出现异常, 不能推断地震对这三个烈度区的植被变化造成了影响。2015 年 NDVI 值增加, 植被恢复, 分析地震造成的植被覆盖变化, 即分析 2013 - 2014 年植被覆盖变化。

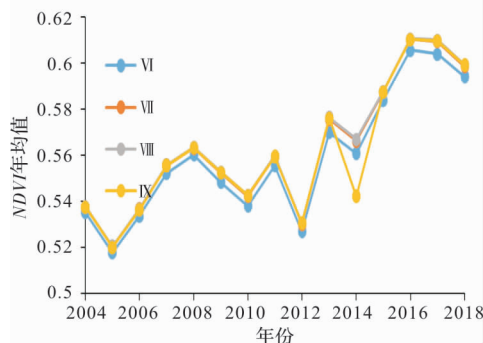


图2 不同烈度区 NDVI 值年际变化

2.2 地震前后不同烈度区植被覆盖度空间分布特征

用像元二分模型计算得到 2013 - 2014 年鲁甸地震灾区的植被覆盖度,并按照植被覆盖度(*fv*)的大小进行分级,以 $fv \leq 0.2$ 为极低植被覆盖度, $0.2 < fv \leq 0.4$ 为低植被覆盖度, $0.4 < fv \leq 0.6$ 为中植被覆盖度, $0.6 < fv \leq 0.8$ 为高植被覆盖度, $fv > 0.8$ 为极高植被覆盖度^[26](图 3、图 4)。统计不同烈度区植被覆盖度不同等级的像元数,并计算像元数占该烈度区总像元数的比例(图 5、图 6)。

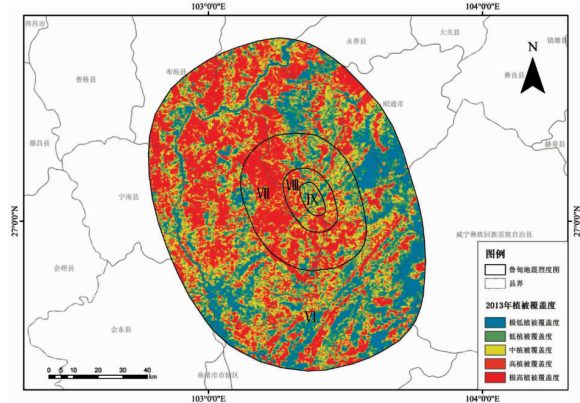


图 3 2013 年鲁甸地震灾区植被覆盖度

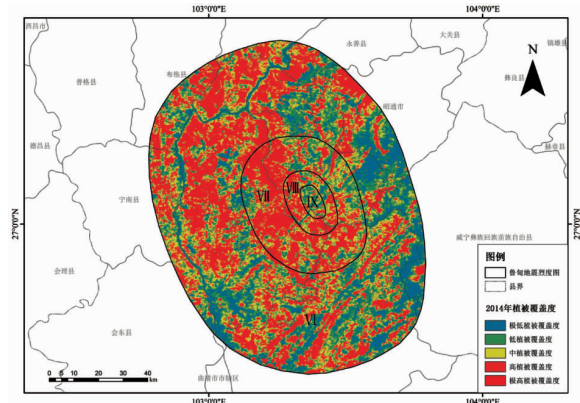


图 4 2014 年鲁甸地震灾区植被覆盖度

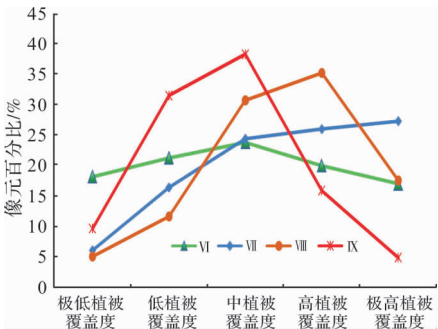


图 5 2013 年不同烈度区不同植被覆盖度等级所占比例

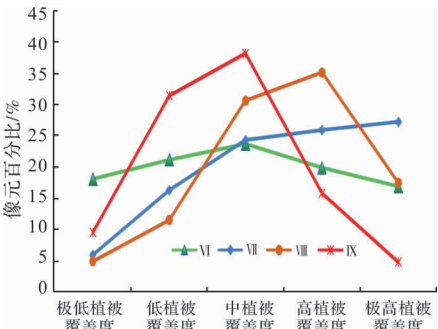


图 6 2014 年不同烈度区不同植被覆盖度等级所占比例

由统计数据得到,2013 - 2014 年 VI、VII、VIII 烈度植被覆盖度分布情况没有太大变化,地震对这三个烈度区的植被未造成显著影响。VI 烈度植被覆盖度不同等级分布较为平均,中植被覆盖度最多,极高植被覆盖度最少;VII 烈度随着植被覆盖度值的增加,对应面积也在增加,说明该烈度内植被覆盖率高;VIII 烈度极低植被覆盖度到高植被覆盖度,随着植被覆盖度值的增加,对应面积增加,到极高植被覆盖度所占面积开始下降,该烈度内高植被覆盖度最多,极低植被覆盖度最少;VII、VIII 烈度高、极高植被覆盖度所占面积均超过对应烈度区面积的 50%,植被覆盖率高;IX 烈度 2013 年中植被覆盖度最多,低植被覆盖度次之,到 2014 年低植被覆盖度最多,中植被覆盖度次之,植被覆盖度分布趋势发生变化,由此可以得出地震对 IX 烈度植被造成显著影响。

表 1 2013 - 2014 年不同烈度区极低、低植被覆盖度变化统计 %

烈度区	极低	低	总和	极低	低	总和	变化大小	变化率
	2013 年			2014 年				
VI	18.13	21.22	39.35	17.99	21.02	39.01	-0.34	-0.86
VII	6.05	16.37	22.42	6.19	16.21	22.41	-0.01	-0.05
VIII	5.04	11.62	16.66	6.05	11.69	17.74	1.08	6.46
IX	9.62	31.44	41.06	16.94	34.46	51.40	10.34	25.17

表 2 2013、2014 年不同烈度区高、极高植被覆盖度变化统计 %

烈度区	极低	低	总和	极低	低	总和	变化大小	变化率
	2013 年			2014 年				
Ⅵ	19.95	16.95	36.90	20.34	17.27	37.61	0.71	1.92
Ⅶ	25.95	27.26	53.21	25.51	26.97	52.48	-0.73	-1.37
Ⅷ	35.15	17.54	52.69	34.40	20.19	54.59	1.90	3.61
Ⅸ	15.87	4.88	20.75	13.71	4.95	18.66	-2.09	-10.07

2.3 地震前后不同烈度区植被覆盖度动态变化

统计 2013 - 2014 年不同烈度区极低、低植被覆盖度数据(表 1)、和高、极高植被覆盖度数据(表 2),并计算变化大小和变化率。

地震前后,高、极高植被覆盖度 VI 烈度增加 0.71%, VII 烈度区减少 0.73%, VIII 烈度增加 1.9%, IX 烈度减少 2.09%; 极低、低植被覆盖度 VI 烈度减少 0.34%, VII 烈度减少 0.01%, VIII 烈度增加 1.08%, IX 烈度增加 10.34%。高、极高植被覆盖度变化大小的绝对值小于极低、低植被覆盖度变化大小的绝对值,区域呈现植被退化现象,其中高、极高植被覆盖度减少且极低、低植被覆盖度增加,植被退化现象严重,即地震对该区域的植被造成严重损毁。VI 烈度高、极高植被覆盖度增加,极低、低植被覆盖度减少,植被覆盖呈现增加趋势; VII 烈度高、极高植被覆盖度减少,极低、低植被覆盖度也减少,但高、极高植被覆盖度减少值大于极低、低植被覆盖度的减少值,植被覆盖呈现退化现象; VIII 烈度高、极高植被覆盖度增加,极低、低植被覆盖度也增加,但极低、低植被覆盖度的增加值大于高、极高植被覆盖度的增加值,植被覆盖呈现退化现象; IX 高、极高植被覆盖度减少,极低、低植被覆盖度增加,植被退化现象严重。VII 和 VIII 烈度, VII 高、极高植被覆盖度变化大小的绝对值与极低、低植被覆盖度变化大小的绝对值差为 0.72, VIII 高、极高植被覆盖度变化大小的绝对值与极低、低植被覆盖度变化大小的绝对值差为 0.82,所以 VIII 烈度植被退化现象比 VII 明显。从植被覆盖度的动态变化分析, VI 烈度植被未呈现退化现象, VII、VIII、IX 植被呈现退化现象,且地震烈度越大,植被退化现象越明显,即由地震造成的植被损毁越严重。

2.4 不同烈度区植被损毁像元

以上只是对不同烈度区植被覆盖的动态变化进行描述,再通过具体的数值来反映不同烈度区植被的破坏情况,提取出可能由地震造成的植被损毁像元点。LIU 等^[8]在汶川地震植被破坏提取的研究中提出:地震前后植被覆盖度的减少可能是由突发地震或自然条件的逐渐变化引起的,在提取地震前后的植被损毁像元点时,应消除自然变化的影响,没有地震发生的年份的植被覆盖度的最大变化用于反映植被覆盖度的最大自然波动,地震前后植被覆盖度变化大于最大自然波动被提取出来的像元点代表地震造成的植被损毁像元点,研究结果的精度达到 72.4%。

本文应用 LIU 等^[8]的研究方法,根据 *NDVI* 年均值的变化序列,监测到 2011 - 2012 年自然状态下的连续变化波动值最大,分析 2011 - 2012 年的植被覆盖度变化,其植被覆盖度减少的最大值作为自然状态下的植被覆盖度最大减少值(表 3),提取出 2013 - 2014 年的植被覆盖度减少值大于自然状态下的植被覆盖度最大减少值的像元点(图 7)。

表 3 2011 - 2012 年不同烈度植被覆盖度减少的最大值

烈度	植被覆盖度减少的最大值
VI	0.669 436
VII	0.427 172
VIII	0.207 888
IX	0.064 255

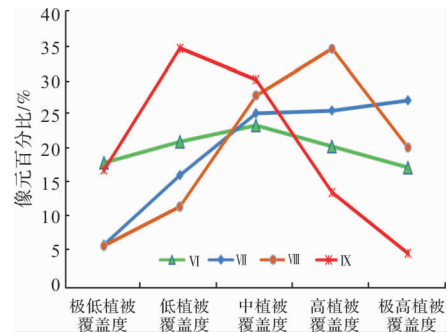


图 7 鲁甸地震造成的植被损毁像元点

统计不同烈度区的植被受损像元数和总像元数,并计算损毁植被面积占对应烈度区的比例(表 5),鲁甸地震灾区共得到植被损毁像元点共 575 个,其中 VI 烈度有 2 个植被损毁像元点,占该烈度总像元点数的 0.001 5%; VII 烈度有 32 个植被损毁像元点,占该烈度总像元点数的 0.126 7%; VIII 烈度有 61 个植被损毁像元点,占该烈度总像元点数的 1.313%; IX 烈度有 480 个植被损毁像元点,占该烈度总像元点数的 34.458%。统计结果表明地震烈度越高,灾区植被受损面积越大。

表 5 不同烈度区植被受损像元数及比例统计

烈度	植被损毁像元数	总像元数	百分比/%
VI	2	135 094	0.001 5
VII	32	25 248	0.126 7
VIII	61	4 646	1.313 0
IX	480	1 393	34.458 0

3 结论与讨论

文中从四个方面分析了鲁甸地震不同烈度区植被覆盖的变化,结论如下。

(1) *NDVI* 动态变化。监测了不同烈度区 2004 - 2018 年 *NDVI* 年均值变化,从统计折线图可以得到,2013 - 2014 年 IX 烈度 *NDVI* 值得变化出现异常,该值在 2014 年大幅度减少, VI ~ VII 烈度 *NDVI* 值得变化未出现异常,由此得出鲁甸地震对 IX 植被造成极大损毁,对 VI ~ VIII 烈度植被未造成明显影响。

(2) 植被覆盖度空间分布特征。通过像元二分模型计算得到 2013、2014 年的植被覆盖度,2013 - 2014 年 VI ~ VIII 烈度植被覆盖度空间分布特征未发生改变, IX 烈度植被覆盖度空间分布特征发生改变,由此得出鲁甸地震对 IX 植被造成显著影响,对 VI ~ VIII 烈度植被未造成明显影响。

(3) 植被覆盖度动态变化。对 2013 - 2014 年植被覆盖度动态变化进行分析,结果指出 VI 烈度植被未呈现退化现象, VII、VIII、IX 植被呈现退化现象,且地震烈度越大,植被退化现象越明显,即由地震造成的植被损毁越严重。

(4) 植被损毁像元点。对不同烈度区的植被损毁像元点进行统计,统计结果表明地震烈度越高,灾区植被受损面积越大。

由以上分析可以得到,在鲁甸地震中地震前后植被覆盖的减少与烈度呈正相关关系, IX 烈度植被损毁现象明显, VI ~ VIII 植被损毁现象不明显,

但通过对不同烈度区植被损毁像元点的统计得出 VI ~ VIII 烈度植被覆盖的减少与烈度呈正相关关系, 烈度越高植被受损面积越大。

参考文献:

- [1] CUI P, LIN Y, CHEN C, et al. Destruction of vegetation due to geo-hazards and its environmental impacts in the Wenchuan earthquake areas[J]. *Ecological Engineering*, 2012, 44: 61–69.
- [2] 殷志强, 徐永强, 陈红旗, 等. 2014 年云南鲁甸地震触发地质灾害发育分布规律及与景谷、盈江地震对比研究[J]. *地质学报*, 2016, 90(6): 1086–1097.
- [3] 陈晓利, 冉洪流, 祁生文. 1976 年龙陵地震诱发滑坡的影响因子敏感性分析[J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2009, 45(1): 104–110.
- [4] 杨秀元, 姚亚辉. 2014 年鲁甸 Ms6.5 地震后地质灾害发育分布特征[J]. *地震工程学报*, 2018, 40(5): 1078–1083.
- [5] 黄润秋, 李为乐. 汶川大地震触发地质灾害的断层效应分析[J]. *工程地质学报*, 2009, 17(1): 19–28.
- [6] 钟秀梅, 陈文凯, 侯景瑞, 等. 汶川地震触发武都区 and 文县地质灾害发育特征研究[J]. *岩土工程学报*, 2011, 33(S1): 356–360.
- [7] 辛鸿博, 王余庆. 岩土边坡地震崩滑及其初判准则[J]. *岩土工程学报*, 1999(5): 591–594.
- [8] LIU X, JIANG W, LI J, et al. Evaluation of the Vegetation Coverage Resilience in Areas Damaged by the Wenchuan Earthquake Based on MODIS – EVI Data[J]. *Sensors*, 2017, 17(2): 259.
- [9] PENG H, QIAO W, YIPENG Y, et al. Spatio-temporal features of vegetation restoration and variation after the Wenchuan earthquake with satellite images[J]. *Journal of Applied Remote Sensing*, 2014, 8(1): 083651.
- [10] 张树誉, 景毅刚. EOS-MODIS 资料在森林火灾监测中的应用研究[J]. *灾害学*, 2004, 19(1): 60–64.
- [11] 莫伟华, 王君华, 钟仕全, 陈燕丽. 基于 MODIS 的冰雪遥感灾害监测与评估技术[J]. *林业科学*, 2009, 45(10): 88–93.
- [12] 袁丽华, 蒋卫国, 申文明, 等. 2000–2010 年黄河流域植被覆盖的时空变化[J]. *生态学报*, 2013, 33(24): 7798–7806.
- [13] 刘宪锋, 潘耀忠, 朱秀芳, 等. 2000–2014 年秦巴山区植被覆盖时空变化特征及其归因[J]. *地理学报*, 2015, 70(5): 705–716.
- [14] 穆少杰, 李建龙, 陈奕兆, 等. 2001–2010 年内蒙古植被覆盖度时空变化特征[J]. *地理学报*, 2012, 67(9): 1255–1268.
- [15] 宋富强, 邢开雄, 刘阳, 等. 基于 MODIS/NDVI 的陕北地区植被动态监测与评价[J]. *生态学报*, 2011, 31(2): 354–363.
- [16] 许积层, 卢涛, 石福孙, 等. 基于 NDVI 监测 5.12 震后岷江河谷映秀汶川段滑坡体植被恢复[J]. *植物研究*, 2012, 32(6): 750–755.
- [17] 周国林, 袁正科. 常用林业技术术语[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1982.
- [18] 许积层, 唐斌, 卢涛. 基于多时相 Landsat TM 影像的汶川地震灾区河岸带植被覆盖动态监测——以岷江河谷映秀–汶川段为例[J]. *生态学报*, 2013, 33(16): 4966–4974.
- [19] 胡玉福, 蒋双龙, 刘宇, 等. 基于 RS 的安宁河上游植被覆盖度时空变化研究[J]. *农业机械学报*, 2014, 45(5): 205–215.
- [20] 彭文甫, 王广杰, 周介铭, 等. 基于多时相 Landsat5/8 影像的岷江汶川–都江堰段植被覆盖动态监测[J]. *生态学报*, 2016, 36(7): 1975–1988.
- [21] 马娜, 胡云锋, 庄大方, 等. 基于遥感和像元二分模型的内蒙古正蓝旗植被覆盖度格局和动态变化[J]. *地理科学*, 2012, 32(2): 251–256.
- [22] 刘广峰, 吴波, 范文义, 等. 基于像元二分模型的沙漠化地区植被覆盖度提取——以毛乌素沙地为例[J]. *水土保持研究*, 2007(2): 268–271.
- [23] 李苗苗, 吴炳方, 颜长珍, 等. 密云水库上游植被覆盖度的遥感估算[J]. *资源科学*, 2004, 26(4): 153–159.
- [24] 范建忠, 李登科, 董金芳. 陕西省重点生态建设工程区植被恢复状况遥感监测[J]. *农业工程学报*, 2012, 28(7): 228–234.
- [25] 李京忠, 曹明明, 邱海军, 等. 汶川地震区灾后植被恢复时空过程及特征——以都江堰龙溪河流域为例[J]. *应用生态学报*, 2016, 27(11): 3479–3486.
- [26] 陈效述, 王恒. 1982–2003 年内蒙古植被带和植被覆盖度的时空变化[J]. *地理学报*, 2009, 64(1): 84–94.

Study on Vegetation Changes before and after Earthquakes in Different Intensity Areas of Ludian Earthquake based on Modis Data

WU Lijuan¹, LI Zhiqiang², LI Xiaoli² and QI Wenhua¹

(1. Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029, China;

2. China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China)

Abstract: In order to study the changes of vegetation before and after the earthquake in different intensity areas of the Ludian earthquake, this paper takes the complete intensity of the Ludian earthquake as the study area, uses the MOD13Q1 data in the MODIS product as the data source, and obtains the average annual NDVI of different intensity from 2004 to 2018 through data preprocessing Time series, and use the dimidiate pixel model to calculate the fractional vegetation cover before and after the earthquake. Analyze the changes in vegetation coverage before and after the earthquake in different intensity areas of the Ludian earthquake from four aspects: dynamic changes in NDVI, spatial distribution characteristics of vegetation coverage, dynamic changes in vegetation coverage, and vegetation damage pixel points. The conclusion points out that: the reduction of vegetation coverage before and after the earthquake in Ludian earthquake is positively correlated with the intensity, IX intensity vegetation damage is obvious, VI ~ VIII vegetation damage is not obvious, However, through the statistics of the pixel points of vegetation damage of different intensities, the reduction of VI ~ VIII intensity vegetation coverage has a positive correlation with the intensity, the higher the intensity, the greater the area of vegetation damage.

Key words: Ludian earthquake; fractional vegetation cover; intensity