

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2023. 02. 008

基于 ArcGIS 宏观地形因子的望谟河流域地质灾害 与地貌特征分析

高 靖

(贵州省林业调查规划院, 贵州 贵阳 550003)

摘要:以贵州省望谟县望谟河流域为研究区,通过 ArcGIS 平台成功提取包括海拔高程、地形起伏度、地表切割深度、地表粗糙度在内的 4 个宏观地形因子,对地质灾害点在各地形因子上的分布状况进行分析。结果表明,在宏观地形因子上,望谟河流域地质灾害主要集中分布于海拔 1 245~1 345 m 区域;灾害主要集中在地形起伏度 70 m 以上地区,在 $\geq 200\sim 500$ m 区间较为集中;在地表切割深度为 $\geq 75\sim 150$ m 区域内分布最多,地质灾害规模在地表切割深度 150~200 m 区域最大;在地面粗糙度 $\geq 1\sim 1.02$ 和 $\geq 1.2\sim 1.4$ 区间内发生地质灾害可能性较大。

关键词:地质灾害;地貌特征;地形因子;ArcGIS;望谟河流域

中图分类号:P694;P931;P208 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2023)02-0052-05

引文格式:高靖. 基于 ArcGIS 宏观地形因子的望谟河流域地质灾害与地貌特征分析[J]. 林业调查规划, 2023, 48(2): 52-56. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2023. 02. 008

GAO Qing. Geological Hazards and Geomorphic Characteristics of Wangmo River Basin Based on ArcGIS Macro Terrain Factors[J]. Forest Inventory and Planning, 2023, 48(2): 57-60. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2023. 02. 008

Geological Hazards and Geomorphic Characteristics of Wangmo River Basin Based on ArcGIS Macro Terrain Factors

GAO Qing

(Guizhou Institute of Forest Inventory and Planning, Guiyang 550003, China)

Abstract: Taking the Wangmo River basin in Wangmo County, Guizhou Province as the research area, four macro terrain factors, including elevation, terrain undulation, surface cutting depth, and surface roughness, were successfully extracted using the ArcGIS platform. The distribution of geological hazard points on each terrain factor was analyzed. The results showed that geological hazard points in the Wangmo River Basin were mainly distributed at an altitude of $\geq 1\ 245\sim 1\ 345$ m, concentrated in areas with terrain undulation of more than 70 m, especially in the range of $\geq 200\sim 500$ m, and also concentrated in the range of surface cutting depth of $\geq 75\sim 150$ m, with the largest scale in surface cutting depth of 150~200 m, and geological hazards were more likely to occur in the range of ground roughness $\geq 1\sim 1.02$ and $\geq 1.2\sim 1.4$.

Key words: geological hazards; geomorphologic feature; terrain factors; ArcGIS; Wangmo River basin

收稿日期:2021-08-05.

第一作者:高靖(1989-),女,贵州金沙人,工程师.从事林业调查规划工作. Email:1903398820@qq.com

地质灾害是在自然或人为因素作用下形成的,对人类生命财产、环境造成破坏和损失的地质作用(现象),如崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面沉降、地面塌陷等,是地球演化过程中的必然现象,其发生会给人们带来巨大的破坏力和影响力^[1]。国内外很多学者一直在探索发生灾害的规律,试图找到某种途径来预防或评估地质灾害,防治地质灾害,减少人类社会因地质灾害带来的严重损失。当前,人们对于地质灾害的研究主要集中在危险性评价、风险分析、预警预报模型等方面,而对于地貌特征与地质灾害分布的关系研究相对较少^[2-4]。随着 ArcGIS 技术的不断发展,其在地质灾害区划研究方面得到广泛应用,研究者以 ArcGIS 软件为技术平台,通过运用统计分析法、层次分析法、模糊评判法、主成分分析法、因子叠加法、信息量法和神经网络法等数学方法,对地质灾害进行的风险评价、危险性和易损性系统研究,逐步成为本领域研究的发展方向之一^[5-6]。本文以 ArcGIS 为平台,对望漠河流域地貌特征与地质灾害分布情况进行分析,得到研究区内地貌因子与地质灾害的分布关系。旨在为当地地质灾害的防治、评价等工作提供重要科学依据。

1 研究区概况

研究区贵州省望漠县望漠河流域位于苗岭南部,地处云贵高原向广西丘陵过度的斜坡地带,总面积 194.31 km²,是贵州省山洪灾害一级重点防治区。流域由于地貌特殊加之长期的侵蚀作用,地形支离破碎。北部地区群山叠起,地势居高,沟壑纵横,孤峰屹立,相对高差明显。最高点位于打易北部的跑马坪,海拔 1 718 m,最低点为红水河畔昂武河口,海拔 375 m(龙滩水电站淹没后),海拔相对高差 1 343 m。南部和东南部地区地势比较平阔,有少部分的丘陵起伏,山丘和坝地相间,在山脉的平缓处形成了山间坝地。

研究区内山洪泥石流灾害具有季节性强、突发性强、损失严重、恢复难度大等特点^[2]。2006—2011 年 5 年间发生过 3 次大型洪水,暴雨洪灾和泥石流、滑坡等地质灾害频发,严重威胁到当地人民生命财产安全,影响当地经济发展,给当地居民的生产生活带来极大不便。

2 材料与方法

以望漠河流域 1:10 000 地形图为基础数据进

行矢量化,以 ArcGIS 10.1 为分析平台制作 DEM,提取高程海拔地形起伏度、地表切割深度、地表粗糙度等宏观地形因子。采用望漠县政府在“20110606”特大洪涝泥石流灾害后对当地地质灾害发生情况的调查数据,制作地质灾害点图层,将提取的地形因子分级图分别与地质灾害点图进行叠加,分析各地形因子与地质灾害的相关性,确定地质灾害点在各地形因子上的分布状况。

3 结果与分析

3.1 海拔与地质灾害分布关系分析

对研究区海拔专题图分级分类处理,按地表海拔高程与地质灾害分布关系统计,可得地质灾害点与海拔高程分级关系图(图 1),可分析地质灾害点与地质灾害规模在不同海拔高程上的分布状况。

由图 1 可知,望漠河流域地质灾害主要分布在海拔高程 745~1 445 m 区域内,其中海拔 745~845 m 区域内有地质灾害点数 1 个,占总面积的 2.9%,地质灾害规模为 7.5 万 m³,占地质灾害总规模的 2.8%;海拔 845~945 m 区域内有地质灾害点 2 个,占总面积的 5.7%,地质灾害规模为 6.7 万 m³,占地质灾害总规模的 2.5%;海拔 945~1 045 m 区域内有地质灾害点 1 个,占总面积的 2.9%,地质灾害规模为 2.7 万 m³,占地质灾害总规模的 10%;海拔 1 045~1 145 m 区域内有地质灾害点 5 个,占总面积的 14.3%,地质灾害规模为 3.13 万 m³,占地质灾害总规模的 11.6%;海拔 1 145~1 245 m 区域内有地质灾害点 6 个,占总面积的 17%,地质灾害规模为 32.98 万 m³,占地质灾害总规模的 12.2%;海拔 1 245~1 345 m 区域内有地质灾害点 15 个,占总面积的 42.9%,地质灾害规模为 155.81 万 m³,占地质灾害总规模的 57.6%;海拔 1 345~1 445 m 区域内有地质灾害点 5 个,占总面积的 14.3%,地质灾害规模为 9.05 万 m³,占地质灾害总规模的 3.3%。望漠河流域地质灾害分布的海拔主要集中在 1 245~1 345 m 区间,是灾害区间范围内灾害个数最多、规模最大的海拔高程值。而在海拔小于 745 m 和大于 1 445 m 高程范围区域无地质灾害发生。

3.2 地形起伏度与地质灾害分布关系分析

地形起伏度通常反映地表起伏变化,常用某一确定面积内最高点和最低点海拔之差来衡量,与地质灾害的发生存在很大的相关性^[7-8]。经对研究区

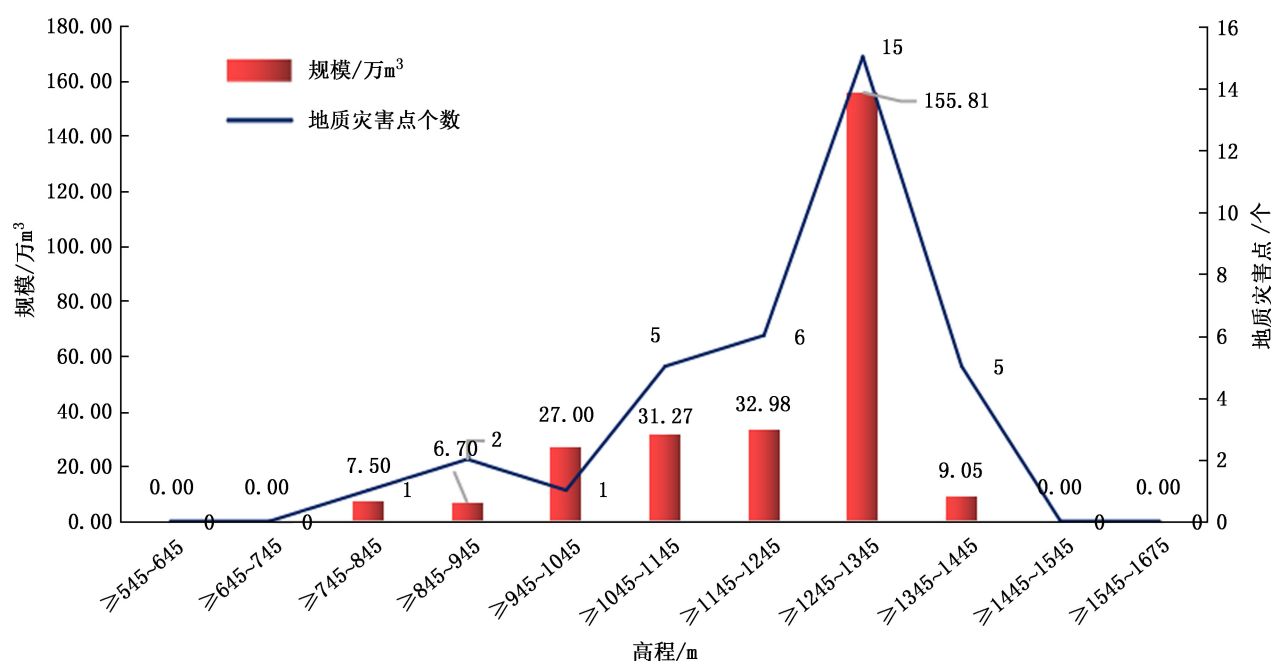


图 1 地质灾害点与海拔高程分级关系

Fig. 1 Geological hazard points and elevation grading

地形起伏度专题图分级分类处理,按地形起伏度与地质灾害分布关系统计,结果见地质灾害点与地形起伏度分级关系图(图 2),可依此分析地质灾害点与地质灾害规模在不同地形起伏度分布状况。

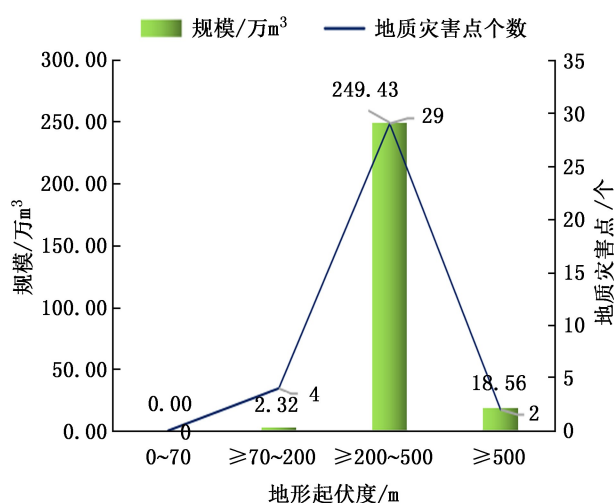


图 2 地质灾害点与地形起伏度分级关系

Fig. 2 Geological hazard points and terrain undulation grading

由图 2 可知,望漠河流域内地形起伏度主要分布在 0~500 m,发生地质灾害均在地形起伏度为 70 m 以上。地形起伏度在 ≥70~200 m 范围内有地质

灾害点 4 个,占总地质灾害点的 11.4%,发生地质灾害规模 2.32 万 m³,占地质灾害总规模的 0.9%;地形起伏度在 ≥200~500 m 范围内有地质灾害点 29 个,占地质灾害点的 82.9%,发生地质灾害规模为 249.43 万 m³,占地质灾害总规模的 92.2%;地形起伏度大于 500 m 范围内有地质灾害点 2 个,占总地质灾害点的 5.7%,发生地质灾害规模为 18.56 万 m³,占地质灾害总规模的 6.9%。分析结果表明,地形起伏度在 ≥200~500 m 范围内的地质灾害点数量与地质灾害规模远大于地形起伏度在 ≥70~200 m 范围内的,地形起伏度大于 500 m 范围的规模主要集中在 ≥200~500 m 范围内。

3.3 地面切割度与地质灾害分布关系分析

对流域地面切割度进行提取、分级,将地面切割度与地质灾害分布关系进行叠加统计分析,得到地质灾害点与地面切割度分级关系图(图 3),可依此分析地质灾害点与地质灾害规模在不同地面切割度上的分布状况。

由图 3 可知,望漠河流域地质灾害主要发生在 30 m 以上的地表切割深度。地表切割深度为 ≥30~75 m 范围内有地质灾害点 6 个,占总地质灾害点的 17.1%,发生地质灾害规模为 2.74 万 m³,占地质灾害总规模的 1%;地表切割深度为 ≥75~150 m 范围内有地质灾害点 15 个,占总地质灾害点的 42.9%,

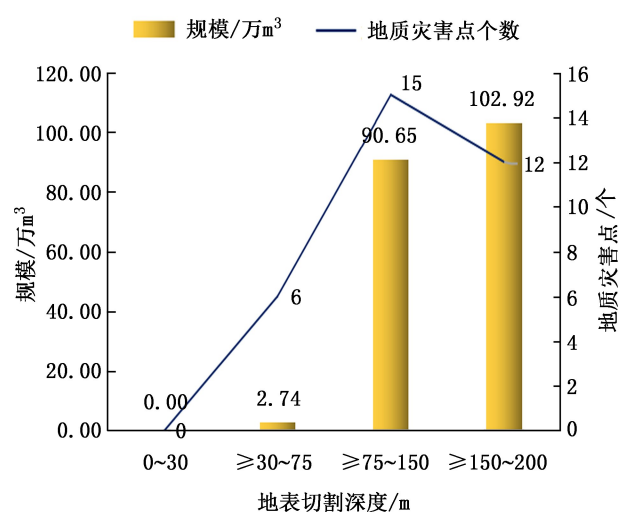


图3 地质灾害点与地面切割度分级关系

Fig. 3 Geological hazard points and surface cutting depth grading

发生地质灾害规模为 90.65 万 m^3 , 占地质灾害总规模的 33.5%; 地表切割深度为 $\geq 150 \sim 200$ m 范围内有地质灾害点 12 个, 占总地质灾害点的 34.3%, 发生地质灾害规模为 102.92 万 m^3 , 占地质灾害总规模的 38.1%。地质灾害点在地表切割深度 $\geq 75 \sim 150$ m 范围分布最多, 但地质灾害规模在地表切割深度 150~200 m 范围内最大。

3.4 地表粗糙度与地质灾害分布关系分析

地表粗糙度可以反映宏观区域内地表的破碎程度, 是反映地表起伏变化与侵蚀程度的指标之一。对流域地表粗糙度进行提取分级, 对流域地表粗糙度与地质灾害分布关系进行统计分析, 可得到地质灾害点与地表粗糙度分级图(图4), 可依此分析地质灾害点与地质灾害规模在不同地表粗糙度上的分布状况。

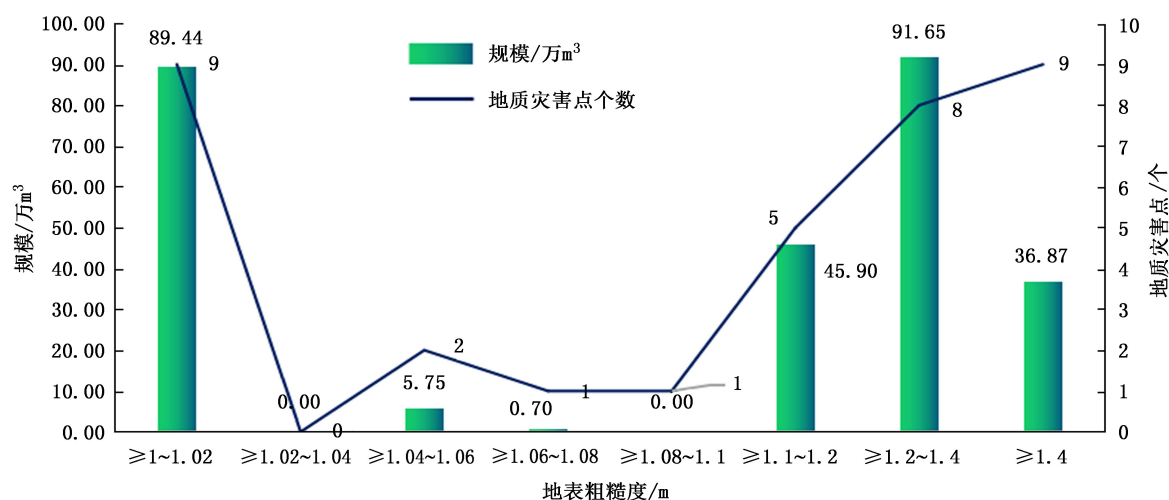


图4 地质灾害点与地表粗糙度分级关系

Fig. 4 Geological hazard points and surface roughness grading

由图4可知, 地表粗糙度在1以上几乎均分布有地质灾害点。地表粗糙度在 $\geq 1 \sim 1.02$ 范围内有地质灾害点 9 个, 占总地质灾害点的 25.7%, 发生地质灾害规模为 89.44 万 m^3 , 占地质灾害总规模的 33.1%; 地表粗糙度在 $\geq 1.04 \sim 1.06$ 范围内有地质灾害点 2 个, 占总地质灾害点的 5.7%, 发生地质灾害规模为 5.75 万 m^3 , 占地质灾害总规模的 2.1%; 地表粗糙度在 $\geq 1.06 \sim 1.08$ 范围内有地质灾害点 1 个, 占总地质灾害点的 2.9%, 发生地质灾害规模为 0.7 万 m^3 , 占地质灾害总规模的 0.3%; 地表粗糙度在 $\geq 1.08 \sim 1.1$ 范围内有地质灾害点 1 个, 占总地质灾害点的 2.9%, 发生地质灾害规模为 0.004 2 万 m^3 ,

占地质灾害总规模的 0.1%; 地表粗糙度在 $\geq 1.1 \sim 1.2$ 范围内有地质灾害点 5 个, 占总地质灾害点的 14.3%, 发生地质灾害规模为 45.9 万 m^3 , 占地质灾害总规模的 16.9%; 地表粗糙度在 $\geq 1.2 \sim 1.4$ 范围内有地质灾害点 8 个, 占总地质灾害点的 22.8%, 发生地质灾害规模为 91.65 万 m^3 , 占地质灾害总规模的 33.9%; 地表粗糙度 ≥ 1.4 范围有地质灾害点 9 个, 占总地质灾害点的 25.7%, 发生地质灾害规模为 36.87 万 m^3 , 占地质灾害总规模的 13.6%; 在地表粗糙度为 $\geq 1 \sim 1.02$ 和 $\geq 1.2 \sim 1.4$ 两个区间发生地质灾害规模最大, 发生地质灾害数量相对较多, 而当地表粗糙度 ≥ 1.4 时地质灾害点数量虽然最多, 但

规模相对较小。分析结果表明,研究区地质灾害频发的地表粗糙度为 $\geq 1 \sim 1.02$ 和 $\geq 1.2 \sim 1.4$ 两个区间。

4 结论与讨论

以地貌特征与地质灾害分布关系为研究对象,在深入了解贵州省望谟县望谟河流域地质灾害分布特点的基础上,通过对研究区宏观地形因子和 2006—2011 年地质灾害点的分布情况进行分析,得出以下结论:

1) 在 ArcGIS 平台的空分析功能支持下,成功制作了望谟河流域地质灾害点分布图,并提取海拔高程、地形起伏度、地表切割深度、地表粗糙度 4 个宏观地形因子。

2) 通过 ArcGIS 平台,成功将地质灾害点分布图与各地形因子图进行叠加,分析地质灾害点在各地形因子上的分布状况。

3) 地质灾害点在宏观地形因子上的分布情况:望谟河流域地质灾害主要集中分布于海拔 $\geq 1\,245 \sim 1\,345$ m 区域;灾害主要集中在地形起伏度 70 m 以上区域,在 $\geq 200 \sim 500$ m 区间较为集中;在地表切割深度 $\geq 75 \sim 150$ m 范围内分布最多,地质灾害规模在地表切割深度 $\geq 150 \sim 200$ m 范围内最大;在地面粗糙度 $\geq 1 \sim 1.02$ 和 $\geq 1.2 \sim 1.4$ 区间内发生地质灾害

可能性较大。

此次研究中需要指出的是,滑坡数据属于历史调查数据,鉴于目前区域滑坡灾害调查的局限性,有很多地区属于有灾无害,可能有许多滑坡点未记录,可能会影响统计结果精度。

参考文献:

- [1] 方琼,段中满. 湖南省地形地貌与地质灾害分布关系分析[J]. 中国地质灾害与防治学报,2012,23(2):83-88.
- [2] 马煜,余斌,元星,等. 贵州望谟“20110606”泥石流灾害成因及启动类型[J]. 现代地质,2012,26(4):817-822.
- [3] 王哲,易发成. 我国地质灾害区划及其研究现状[J]. 中国矿业,2006,15(10):47-50.
- [4] 惠旭辉. 基于 GIS 的延长县地质灾害数据库建立及易发区评价研究[D]. 西安:长安大学,2008.
- [5] 朱良峰,吴信才,刘修国. 基于 GIS 的铁路地质灾害信息管理与预警预报系统[J]. 山地学报,2004,22(2):230-235.
- [6] 祁元,刘勇,杨正华,等. 基于 GIS 的兰州滑坡与泥石流灾害危险性分析[J]. 冰川冻土,2012,34(1):96-104.
- [7] 涂汉明,刘振东. 中国地势起伏度研究[J]. 测绘学报,1991,20(4):311-319.
- [8] 谭万沛. 中国泥石流分布特点与活动规律研究[J]. 铁道工程学报,1986(4):96-100.

责任编辑: 许易琦

(上接第 45 页)

- [19] 段文标,王丽霞,陈立新,等. 红松阔叶混交林林隙大小及光照对草本植物的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(3):614-620.
- [20] 张洋洋,周清慧,许骄阳,等. 林分密度对马尾松林下植物与土壤种子库多样性的影响[J]. 应用生态学报,2021,32(7):2355-2362.
- [21] 覃志杰,董威,刘泰瑞,等. 油松天然次生林林下植物多样性对林分密度的响应研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2019,39(1):61-67.
- [22] 范玉龙,胡楠,丁圣彦,等. 伏牛山自然保护区森林生态系统草本植物功能群的分类[J]. 生态学报,2008(7):3092-3101.
- [23] 杨爱芳,韩有志,杨秀清,等. 不同密度云杉林下草本植物多样性[J]. 浙江农林大学学报,2014,31(5):676-682.
- [24] 雷相东,唐守正,李冬兰,等. 影响天然林下层植物物种多样性的林分因子的研究[J]. 生态学杂志,2003(3):18-22.
- [25] 曹云生,杨新兵,张伟,等. 冀北山区森林群落草本多样性及其与地形关系研究[J]. 生态环境学报,2010,19(12):2840-2844.
- [26] 夏富才,潘春芳,赵秀海,等. 长白山原始阔叶红松林林下草本植物多样性格局及其影响因素[J]. 西北植物学报,2012,32(2):370-376.
- [27] 赵燕波. 不同郁闭度马尾松人工林林下植物多样性及 5 种主要林下植物化学计量学特征[D]. 成都:四川农业大学,2017.
- [28] 李颖,余治家,余萍,等. 林分密度对人工华北落叶松林下植物多样性影响——以六盘山叠叠沟小流域为例[J]. 甘肃农业大学学报,2021,56(2):114-120.
- [29] 鲁绍伟,刘凤芹,余新晓,等. 北京山区不同密度油松结构与功能研究[J]. 水土保持研究,2008(1):117-121.
- [30] 侯磊,张硕新,陈云明,等. 林分密度对人工油松林下植物的影响[J]. 西北林学院学报,2013,28(3):46-52.

责任编辑: 陈旭