

文章编号: 1008 - 2786 - (2011)6 - 753 - 06

# 南京幕府山地区地质灾害与地热调查

孙 伟, 朱 诚, 王晓翠, 马春梅, 李 兰, 章锦河, 吴 立

(南京大学地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210093)

**摘 要:** 南京幕府山地区依山傍江, 地处南京市规划战略发展中心位置, 自然和人文资源丰富。但是, 由于早期采石等原因, 地貌景观破碎, 地质灾害情况比较严重。通过地质地貌调查, 发现整个幕府山地区存在着较多的滑坡灾害隐患区。同时, 近年来还发现该区蕴含较丰富的地热资源。调查表明, 幕府山地区存在的地热资源主要集中分布在废弃白云石矿坑的西部、西北部和东北部的高地。

**关键词:** 地热资源; 地质地貌; 地质灾害; 幕府山地区

**中图分类号:** P642. 2, TK521

**文献标识码:** A

区域发展是城市整体发展的构成因素, 其良性发展需要重视该区资源、环境和生态的正确保护和合理利用。

南京幕府山地区在过去相当长一段时间内, 地质地貌资源缺乏合理的保护和管理措施, 人为破坏情况较为严重。幕府山山体局部常出现滑坡等山地地质灾害, 植被覆盖率也在逐年减少。政府和有关部门未对上述地质灾害和地貌现状作过系统调查, 也未引起足够的重视。

2014 年南京将举办国际青年奥林匹克运动会, 南京城市“绿色青奥、活力青奥、人文青奥”目标的实现, 需要将幕府山地区打造成一个集生态旅游和房地产开发为主体的功能区, 建设成南京对外宣传的一个新亮点。为此, 调查资源现状与利用条件, 治理地质灾害, 改善生态环境是幕府山地区建设的当务之急, 本文即是针对上述问题开展研究的初步成果。

## 1 地理概况

南京市位于长三角枢纽地区, 幕府山地区位于

南京市主城区北部(图 1), 南京长江大桥和长江二桥之间, 西至中央北路, 东达和燕路, 南临幕府东路, 面积 9.5 km<sup>2</sup>, 核心区面积 711 hm<sup>2</sup>, 其中山地约占 70%, 山体长约 7 km, 宽 0.5 ~ 2 km, 最高峰北固峰, 海拔 172 m<sup>[1]</sup>。

幕府山体北侧濒临长江, 南侧山坡徐缓下降, 山体受多次构造运动的影响, 发育了典型的褶皱山地。主体区地貌以丘陵为主, 河漫滩平原(海拔 4 ~ 7 m)与丘陵岗地(海拔 20 ~ 50 m)相间, 地形复杂, 靠近长江的部分处于凹岸, 长期受江水侵蚀, 水下部分受弯道螺旋环流的影响, 掏空程度明显, 水深可达 3 ~ 5 m。

## 2 实地调查结果

笔者团队对幕府山地区的实地调查持续一个月, 调查内容包括资源探查、山体地质灾害状况、植被覆盖、基础设施建设、居民区分布。调查使用 2005 年 1: 5 000 地形图、手持 GPS 定位仪、DQL-8 罗盘、美德时 TH-201 温度计、FD-3013 辐射仪等。其中资源调查发现, 幕府山地区有地热异常现象, 地热异常区域范围较广。地质灾害调查发现, 自

收稿日期(Received date): 2011-06-11; 改回日期(Accepted): 2011-09-20。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金(40971115); 国家教育部高等学校博士学科点专项科研基金(20090091110036); 南京大学现代分析中心测试基金(0209001309)。[Supported by National Natural Science Foundation of China(No.40971115); University Doctor Unit of Ministry of education of China(20090091110036); The Test found of morden analysis center of NanJing University(0209001309).]

作者简介(Biography): 孙伟(1986-), 男, 河南固始人, 硕士研究生, 主要研究方向为全球变化与第四纪环境。[Sun Wei, male, born in Gushi Henan province, master candidates, mainly engaged in global change and quaternary environment.] E-mail: sunisyourforce@163.com

通讯作者(Corresponding author): 朱诚[Zhu Cheng] E-mail: zhuchengnj@yahoo.com.cn

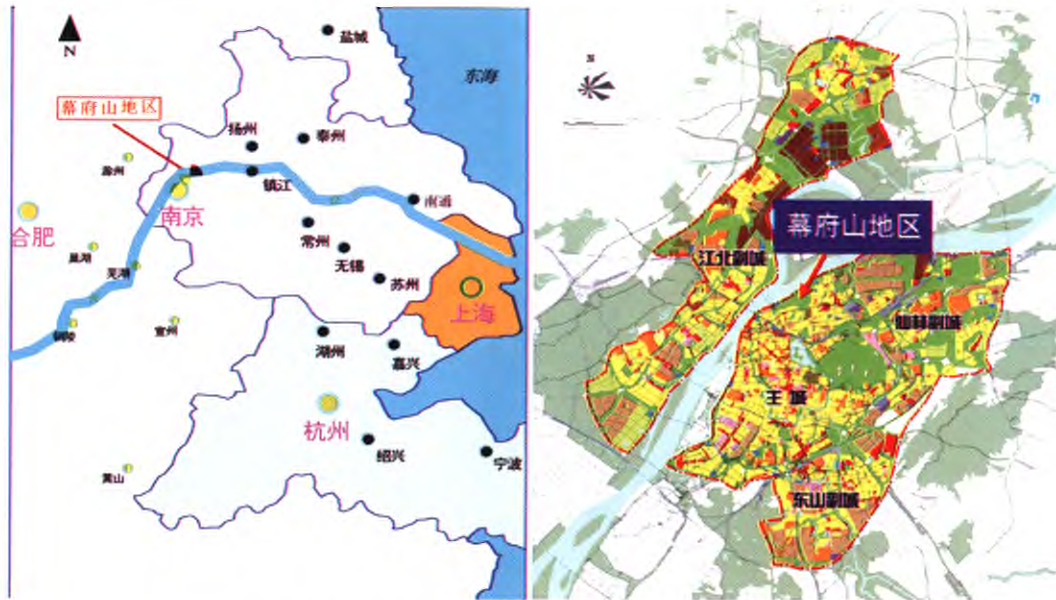


图1 幕府山地区分别在长三角和南京的位置图

Fig. 1 The location of Mufu Mountain area of Yangtze River Delta and Nanjing

山体白云石矿坑停止开采以来,发生过几次滑坡和岩体崩塌事件,滑坡、崩塌等地质灾害隐患大,未来地质灾害发生的可能性较大。辐射性调查中6个点的辐射性值均未达到国家安全限值。

## 2.1 地质概况

根据《江苏省岩石地层》<sup>[12]</sup>和《江苏省及上海市区域地质志》<sup>[3]</sup>等区域地质资料分析,南京属华南地层大区下扬子分区,宁镇、江浦地层小区。地层发育齐全,保存较好,自上元古界震旦系至新生界第四系均有分布。震旦系至下三叠系为浅海相碎屑岩与碳酸盐岩相间为主,其间多为平行不整合接触,少数为角度不整合接触。其中,震旦系至奥陶系以碳酸盐岩为主,志留系至下石炭系以碎屑岩为主,中石炭系至下二叠系为碳酸盐岩,上二叠系以含煤碎屑岩为主,下三叠系为碳酸盐岩夹膏盐层。中三叠系至中侏罗系为陆相湖盆沉积之碎屑岩-含煤碎屑岩,整合或不整合在早期地层之上。上侏罗系至白垩系为山间断陷型盆地沉积之碎屑岩-火山碎屑岩-红色碎屑岩,不整合在中侏罗系及更老地层之上。第三系为断拗型盆地沉积之杂色碎屑岩及灰色砂砾层夹玄武岩,不整合在其下不同的老地层之上。

第四纪地层主要在幕府山北侧,属于构造剥蚀低山丘陵区及长江漫滩区,发育不全( $Q_1$ 、 $Q_2$ 地层缺失),主要分布于山体顶部( $Q_3$ 地层)和长江漫滩( $Q_4$ 地层),沉积厚度不大,一般不大于20 m。上新统( $Q_3$ )主要分布于低山丘陵区山体顶部,厚度一

般在5 m,局部较厚,达10 m左右,主要为黄褐、灰黄色的粉质粘土、粘土。全新统( $Q_4$ )主要为灰-灰黄色的粉质粘土、淤泥质粉质粘土、粉砂组成,局部为尾矿堆场,厚度一般在5~40 m不等。

区域内地层(图2)主要有:震旦系上统灯影组、寒武系下统幕府山组、寒武系下统炮台山组、寒武系中上统观音台组、奥陶系下统仑山组、石炭系中统黄龙组、二叠系下统栖霞组、三叠系下统下青龙组、三叠系下统上青龙组及白垩系上统浦口组及第四系松散沉积层和人工堆积土。

## 2.2 地质灾害

由于幕府山地区多年来不合理的开山采石,使得该区灰岩山体遭到破坏,多处存在滑坡、崩塌等潜在地质问题,显著的特征是在幕府山西部留下了面积79.19 hm<sup>2</sup>的废弃白云石矿坑。

### 2.2.1 崩塌

幕府山地区地形起伏、局部地区陡峭,山体上节理、裂隙纵横交错,危岩、孤石发育,多处存在崩塌灾害隐患(图3)。

据调查,崩塌灾害隐患主要分布于幕府山山体,分三部分:①主体山体,节理裂隙发育,坡顶线上为自然山坡,坡体距离主要道路较近,坡面破坏程度较小,但有少量危岩、孤石;②废弃采石场,包括山顶的原白云岩矿采石场和一些较小的废弃采石坑,坡面主要为废弃的采石口,局部坡面残留有危岩、孤石,坡体上堆积有大量采石遗留下来的松散堆积物,



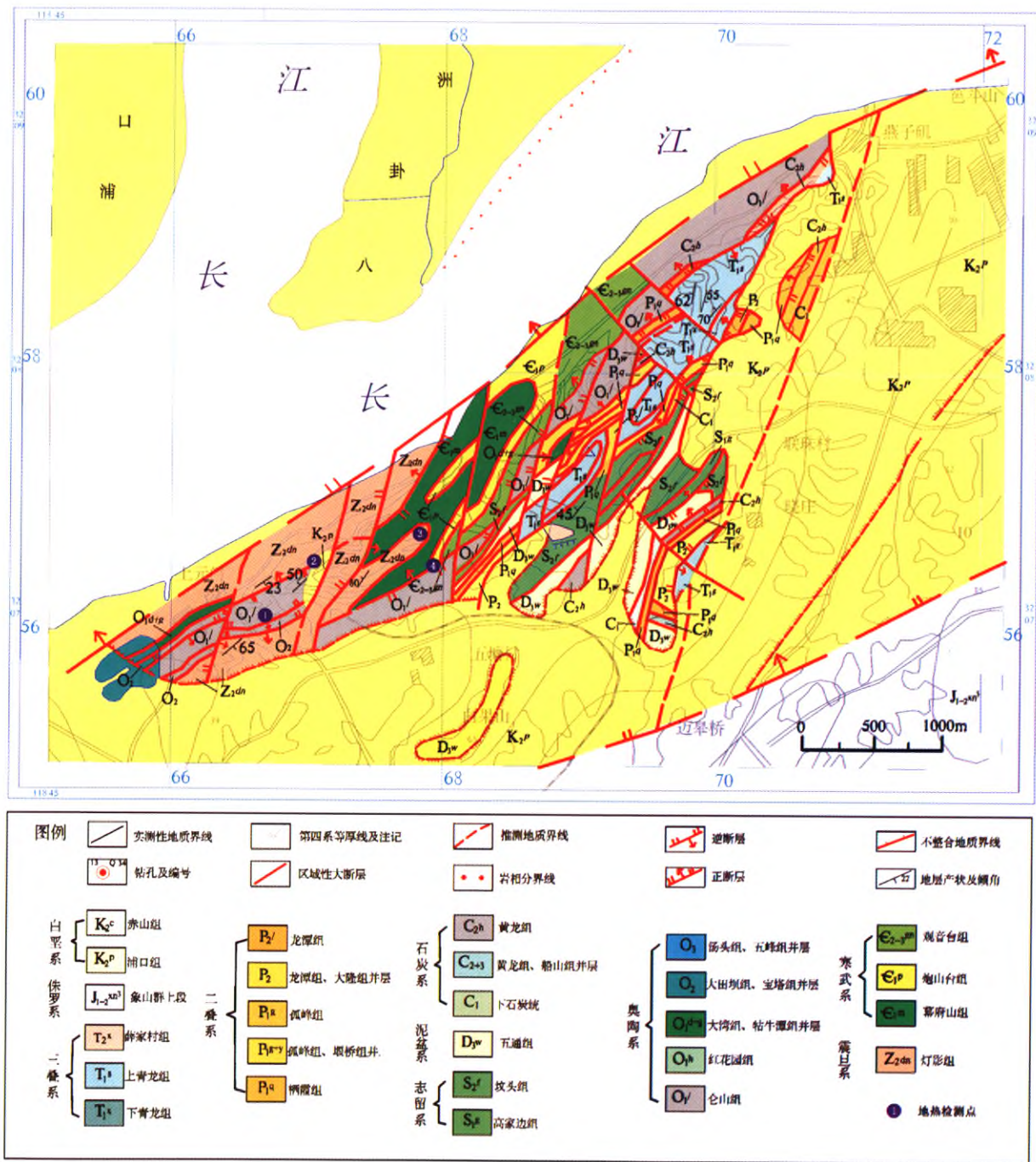


图2 幕府山地区地质图<sup>1)</sup>

Fig. 2 Geological map of Mufu Mountain area

发生崩塌的可能性很大;③已建成的景区,依山体面建造的建筑物,存在开发不当,保护力度不够的问题,局部坡体岩石有喀斯特发育,节理、裂隙破坏较严重,不稳定岩体发育。

2.2.2 滑坡与泥石流

幕府山地区区域性构造主要有幕府山-镇江焦

山断裂和幕府山复背斜,组成斜坡的岩、土体被各种构造面切割分离成不连续状态。这种地质条件易于滑坡的发生。同时,南京地区边坡多数是单一结构的土质边坡,边坡是由下蜀土组成,近水平产出。下蜀土主要矿物组分是蒙脱石、高岭石等亲水矿物和石英、长石、云母等轻矿物。土体的物理性能易受自

1) 根据江苏省 1: 50000 地质图(图幅号: I50E024020)改绘。

然因素的影响。雨水沿裂隙渗入,土体湿化、膨胀,粘聚力、抗剪强度降低,重量增大,造成边坡的稳定性差<sup>[4]</sup>。坡体坡度大多在  $30^{\circ}$  左右,局部地区坡度可达  $70^{\circ}$ ,同时局部地段坡体堆积了大量采矿时遗留下来的地表土、尾矿废石,这些松散堆积物为滑坡发育提供了物源,区内虽植被发育较好,无大的汇水面和汇水冲沟,一般不会发生泥石流,但是依然存在着严重的滑坡灾害隐患。据地貌状况调查(表1),幕府山地区存在地质灾害隐患大的区域共分5个区域(图4)。

近些年来,幕府山地区正在进行边坡整治工程,但由于局部坡体风化岩层和第四系松散覆盖层厚度较大,在对坡体进行改造时,支护不当或不及时,极易发生松散层的滑坡,遇到较大降水时,易发生泥石流。山体北部(永济大道南侧)一坡体在2000年前后发生过滑坡,滑坡割断了原有道路的交通,目前滑坡经人工整治,已形成宽度  $5 \sim 30$  m 的平台,平台上为人工种植的灌木、树林,滑坡临主干道路一侧坡最高处近 10 m,该边坡正在继续采取保护措施。

### 2.2.3 地热资源

通过野外调查发现,幕府山地区地热资源主要集中在以下四个地区(见图2,图4):一是在幕府山西南白云石矿坑西侧的西山头(图2中①;图4中A

点),二是在白云石矿坑北部边缘(图2中②;图4中B点),三是在白云石矿坑东部边缘高地东侧(图2中③;图4中C点),四是在仙人湖度假村的西北侧(图2中④;图4中D点)。笔者团队于2010-06-25T5:00 在现场所测地热温度平均值高于  $35^{\circ}\text{C}$ 。

从地热区岩性特征看(见图2),地热资源主要分布在震旦系灯影组( $Z_2\text{dn}$ )灰白色厚层白云岩、奥陶系仑山组( $O_1\text{l}$ )深灰色白云质灰岩、奥陶系大湾组和牯牛潭组并层( $O_1\text{d}$  和  $O_1\text{g}$ )灰绿色薄层泥质灰岩、寒武系幕府山组( $\text{C}_1\text{m}$ )灰黑色硅质页岩夹石煤层和铁泥质砂岩、寒武系观音台组( $\text{C}_{2-3}\text{gn}$ )灰色白云质灰岩和炮山台组( $\text{C}_1\text{p}$ )黄色泥质白云岩与底部砾岩构成的地区,地热资源主要沿 NE-SW 走向的逆断层分布。

## 3 结论

通过对幕府山地区资源和环境的调查,对幕府山地区的地质环境有了一些新的认识:

1. 幕府山地区地质灾害情况不容乐观,早期的白云石开采为该区域留下大量潜在的地质灾害危险因素,有5处发生崩塌、滑坡的可能性大的区域。
2. 在幕府山地区西部区域发现地热资源,现场

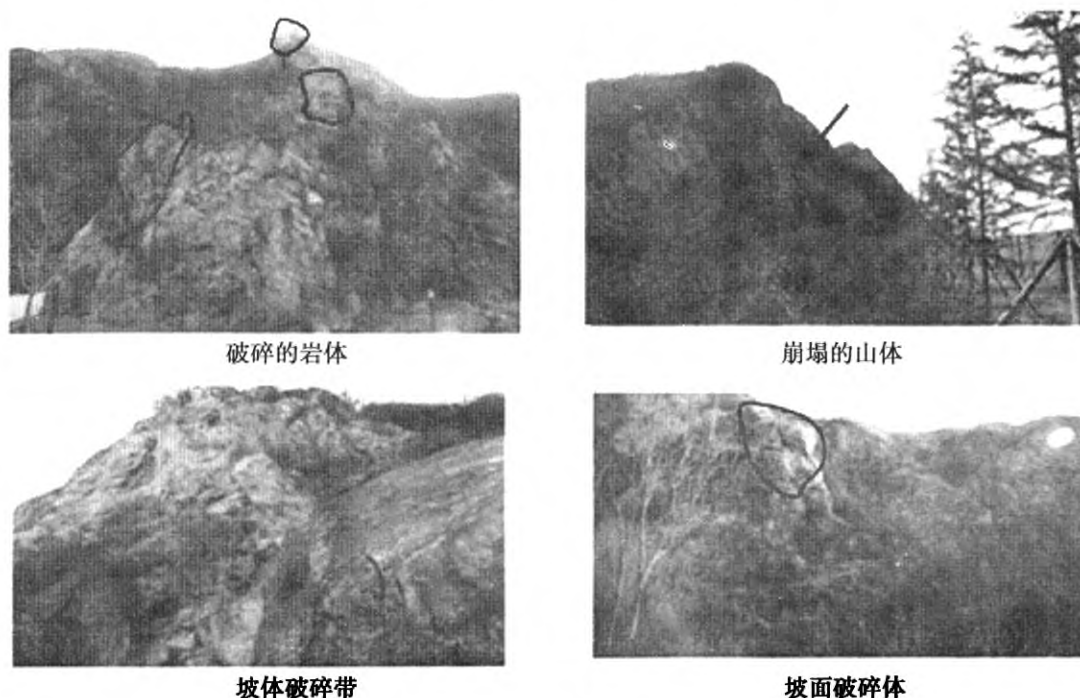


图3 幕府山地区山体破碎情况

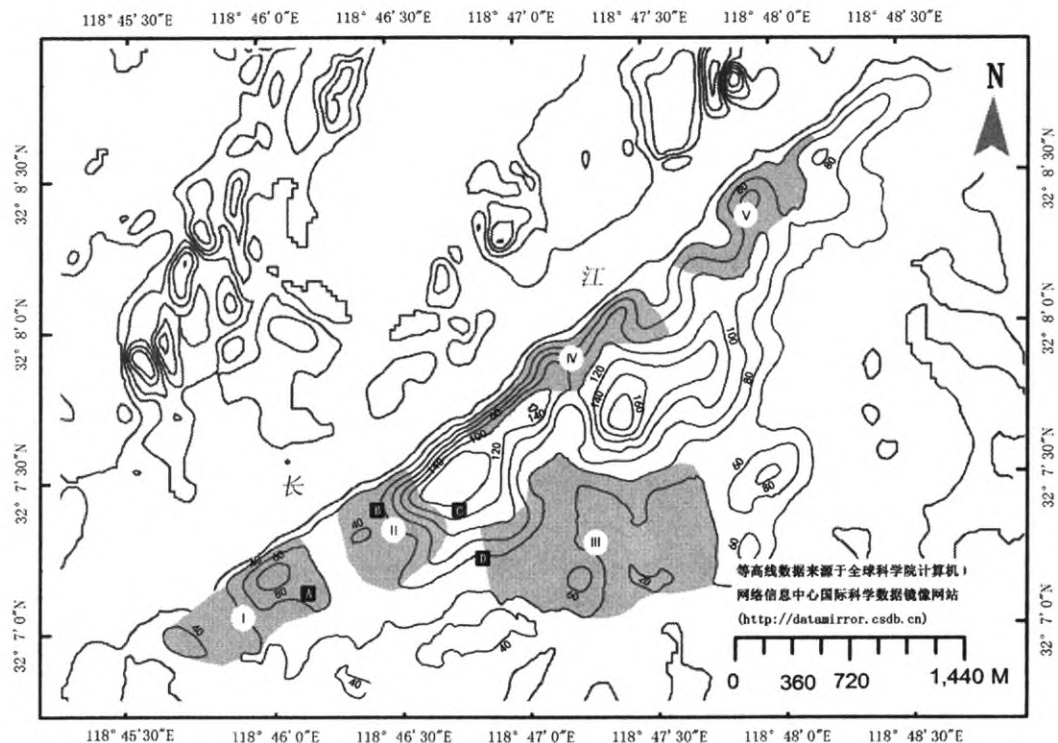
Fig. 3 The breaking status of Mufu Mountain



表1 幕府山地区地质灾害隐患较大区域调查表

Table 1 The geological investigation of hidden trouble region at Mufu Mountain area

编号	分布区位	地质状况
I	西部	坡高8~40 m,近直立,植被良好,有崩落岩块
	东部	坡高40~80 m,西侧近直立,东侧约40°~60°,岩体中形成多处楔形体及孤石
II	西部	坡高30~90 m,坡度25°~45°,有滑坡遗迹
	东部	采矿形成,坡高50~60 m,坡度30°~40°,上部堆积5~10 cm松散碎石
III	整体	废弃采石口,坡高100~130 m,坡度50°~70°,局部近直立,下部为采矿遗留残体
IV	西部	废弃采石口,坡高50 m,坡度40°~70°,局部近直立,部分岩体风化强烈,存在多处危岩体
	东部	采石残留边坡,坡高30~40 m,近直立,弱风化为主,坡顶风化强烈,岩体结构总体完善,坡顶处裂隙发育,切割形成多处危岩。局部见崩落岩体
V	整体	曾经因工程建设被切坡,坡度较陡,50°~70°,上部风化裂隙发育,岩体破碎,发生过小规模崩塌



(地质灾害隐患大区域分布位置 I、II、III、IV、V;地热资源分布点位于 A、B、C、D 四个区域)

(Hidden geological disaster site: I、II、III、IV、V;geothermal resources site:A、B、C、D)

图4 幕府山地区地质调查图

Fig.4 The geological survey at Mufu Mountain region

温度测试,地热的温度测定达到 35℃,地热可以为幕府山地区开发建设提供极好的资源条件。

致谢:感谢幕燕项目组的全体老师和同学的集体付出!

参考文献[References]

[1] Zhao Qing, Ding Dengshan, Yan Chuanhai. Landscape ecological assessment and planning of Muyan scenic spot Nanjing[J]. Geo-

graphical Science,2005,(1): 113 - 118 [赵清,丁登山,阎传海.南京幕燕风景名胜区景观生态评价与规划[J].地理科学,2005,(1): 113 - 118]

[2] Xu Xuesi. Rock layers of Jiangsu Province[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press,1988:1 - 288 [徐学思.江苏省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1998:1 - 288]

[3] Bureau of Geology and Mineral Resources of Jiangsu Province. Regional geological of Jiangsu Province and Shanghai[M]. Beijing: Geology Publishing House,1984:1 - 857 [江苏省地质矿产局.江

苏省及上海市区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1984:1-857]

[4] Chai Liji, Zhao Xiang, Li Yongxue. Prevention and treatment meas-

ures of landslide geological hazards[J]. Shanxi Architecture, 2010, (19): 129-130 [柴立计,赵翔,李永学. 滑坡地质灾害预防与处理措施[J]. 山西建筑,2010,(19): 129-130]

## Investigation of Geothermal Resource and Geologic Hazards at Mufu Mountain Area in Nanjing

SUN Wei, ZHU Cheng, MA Chunmei, LI Lan, ZHANG Jinhe, WANG Xiaocui, WU Li  
(School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** The area of Mufu Mountain is adjacent to the Yangtze River, regards as the centre of Nanjing for the future development, and has a great many natural and humanity resources. However, As the quarrying in the early period, the landscape of this area is broken and the status of the geological disasters is Severe. The landslides are think as the hidden dangers exist around this area. Recently years, the geothermal phenomenon were discovered in this area, the author have discovered the geothermal phenomenon mainly distribute at the west, northwest and northeast of the obsolete dolomite pit.

**Key words:** geothermal resource; geologic and physiognomy; geologic hazards; Mufu area

### 《山地学报》作者、读者意见调查表

姓名\_\_\_\_\_ 年龄\_\_\_\_\_ 职务或职称\_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

您对本刊总体印象(优√ 良△ 差× 一般○)

☐文稿学术性 ☐编辑质量 ☐印刷质量 ☐其他

您希望本刊新增哪类文稿或减少哪类文稿:\_\_\_\_\_

本刊存在的问题及您的建议:\_\_\_\_\_

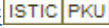
注:①凡填写本调查表者,将赠送本刊百期光盘一张以示谢意。

②调查表与反馈信息请寄:成都市人民南路四段9号中科院成都山地所《山地学报》编辑部 冯海燕  
邮编:610041

《山地学报》编辑部

年 月 日

# 南京幕府山地区地质灾害与地热调查

作者: [孙伟](#), [朱诚](#), [王晓翠](#), [马春梅](#), [李兰](#), [章锦河](#), [吴立](#), [SUN Wei](#), [ZHU Cheng](#), [WANG Xiaocui](#),  
[MA Chunmei](#), [LI Lan](#), [ZHANG Jinhe](#), [WU Li](#)  
作者单位: [南京大学地理与海洋科学学院, 江苏南京, 210093](#)  
刊名: [山地学报](#)   
英文刊名: [Journal of Mountain Science](#)  
年, 卷(期): 2011, 29(6)

## 参考文献(4条)

1. [赵清](#); [丁登山](#) [周传海](#) [南京幕燕风景名胜區景观生态评价与规划](#) [期刊论文] - [地理科学](#) 2005(01)
2. [徐学思](#) [江苏省岩石地层](#) 1998
3. [江苏省地质矿产局](#) [江苏省及上海市区域地质志](#) 1984
4. [柴立计](#); [赵翔](#); [李永学](#) [滑坡地质灾害预防与处理措施](#) [期刊论文] - [山西建筑](#) 2010(19)

## 引证文献(1条)

1. [吕莹莹](#), [任蕊雨](#), [李明诗](#) [基于TM / ETM+数据的南京三区域城市森林干扰指数及分析](#) [期刊论文] - [南京林业大学学报 \(自然科学版\)](#) 2014(1)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_sdx201106016.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_sdx201106016.aspx)