

安徽南部黟县地质灾害特点及变形破坏模式

张泰丽^{1,2}, 周爱国¹, 孙强², 伍剑波², 黄金玉², 刘政华³

(1. 中国地质大学(武汉), 湖北武汉 430074; 2. 南京地质调查中心, 江苏南京 210016;

3. 浙江省地质环境监测院, 浙江杭州 310007)

[摘要]研究地质灾害特点及变形破坏模式是地质灾害防治的基础,具有重要的指导意义。本文基于安徽省南部黟县大量实地调查成果资料,从地形地貌、地层岩性、构造、水文特征等方面归纳总结了黟县地质灾害特点。研究结果表明,黟县地质灾害点多面广、规模小、发生频率高,沿溪沟和交通沿线分布,地质灾害类型与斜坡坡度、高度、和形态相关,地层岩性、结构、风化、节理裂隙等控制了地质灾害的类型及力学机制,降水对岩土体的软化、润滑、侵蚀作用是这些灾害的诱发因素。在深入分析基础上,建立了黟县地质灾害变形破坏的模式。

[关键词] 地质灾害 斜坡 变形破坏 模式 黟县

[中图分类号] P694 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2016)02-0292-08

Zhang Tai-li, Zhou Ai-guo, Sun Qiang, Wu Jian-bo, Huang Jin-yu, Liu Zheng-hua. Characteristics and deformation-failure models of geological hazards in Yixian County, southern Anhui Province [J]. *Geology and Exploration*, 2016, 52(2): 0292-0299

1 前言

黟县地处皖南山区,山峦起伏,沟壑纵横,断层褶皱发育,岩体破碎(许江坤,2009),人类工程活动强烈,降雨集中,其特殊的自然地理环境和脆弱的地质构造背景。在内外动力作用下,导致该地区地质灾害发育,成为我国地质灾害高发易发区之一,每年因地质灾害造成经济损失严重。

黟县于2002年和2012年分别开展了1:10万和1:5万的地质灾害调查^{①②},本文将基于上述两次的调查研究成果,应用数量统计和GIS技术等详细分析黟县境内地质灾害的特征,并总结其地质灾害变形破坏模式,为区域内地质灾害防治提供科学指导。

2 黟县地质条件

黟县位于安徽省南部,黄山市西北部,总面积约853km²。地貌上位于我国东南海拔第一高山、皖南山区的主干山脉——黄山西侧,黄山山脉自东向西

横贯黟县中部,峰峦纵横绵亘,河川盆地相间分布,呈现南北两侧高、中部地带低的地势特征(孙健等,2011)。受横断山脉的褶皱、隆起与断裂,加上河流急剧切割作用等因素的影响,区内可分为中低山、丘陵、河谷平原等三大地貌形态类型(图1)。主要以山地为主,占总面积83.3%,其次盆地面积142.3km²,占总面积16.7%(表1),以南部碧阳盆地面积最大,达91.3km²。

黟县雨量充沛,年内和年际分配不均,从洪星中部划分为黄山和大洪岭两个降雨中心,多年平均降水量约1778.1mm(图2),年平均降水日数为160天。降雨形式多为暴雨和连阴雨,境内每年大雨和暴雨日数30天左右。这为崩塌、滑坡、泥石流灾害的产生创造了条件。

黟县境内地层主要以新元古界、下古生界为主,中生界零星分布。地层岩性主要为泥质粉砂岩、泥岩、变质粉砂岩、千枚岩、页岩、花岗闪长岩、砂砾岩等,岩体多发育2组以上节理裂隙,垂直节理发育。黟县南部和北部地区主要以中厚层泥质

[收稿日期]2015-07-28;[修订日期]2016-01-25;[责任编辑]陈伟军。

[基金项目]《皖南黟县地质灾害详细调查》项目(编号:1212011140010)资助。

[第一作者]张泰丽(1980年-),女,在读博士生,高级工程师,主要研究方向为环境地质。E-mail:zhangtaili@126.com。

表 1 黟县不同地貌单元特征统计表
Table1 Characteristic statistics of different landforms in Yixian County

形区	面积(km ²)	比例(%)	主要特征	村寨分布情况	
盆地	142.3	16.7%	海拔标高 160 ~ 350m	碧阳镇	
丘陵	122.6	14.4%	海拔标高 100 ~ 407m 相对高差 100 ~ 200m	渔亭、西递、宏村、碧阳	
中山区	中山	135.3	15.9%	海拔标高 1000 ~ 1500m	洪星、宏潭、泗溪、柯村
				相对高差 500 ~ 1000m	
	低山	452.8	53.1%	海拔标高 400 ~ 800m	
				相对高差 200 ~ 500m	

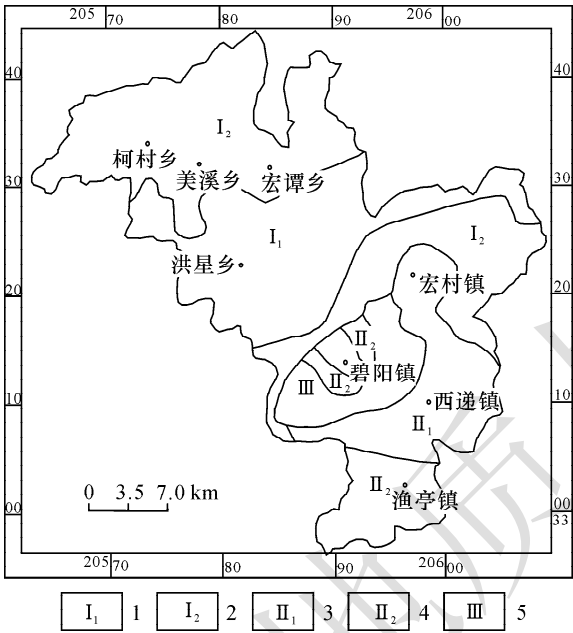


图 1 黟县地貌分区图
Fig.1 Landform zoning map in Yixian County

1 - 中山; 2 - 低山; 3 - 高丘; 4 - 低丘; 5 - 平原;
1 - middle mountain; 2 - low mountain; 3 - high hill; 4 - low hill;
5 - plain

粉砂岩为主,弱风化,岩质较坚硬 - 坚硬,局部夹页岩、灰岩等,由节理切割成碎裂状,中部以变质泥质粉砂岩、页岩为主,薄层,大部分地区岩体呈中 - 全风化,岩体破碎,为崩塌滑坡高发区(许江坤, 2009)。渔亭南部地区发育浅变质的千枚岩、千枚质粉砂岩、板岩等,风化严重,遇水易软化,工程地质条件差。在黟县盆地周边花岗闪长岩发育,出露地区风化严重,呈砂土状,性能松散。区域内松散层厚一般 0.5 m ~ 5m,主要沿溪沟两岸发育,为滑坡高发区。

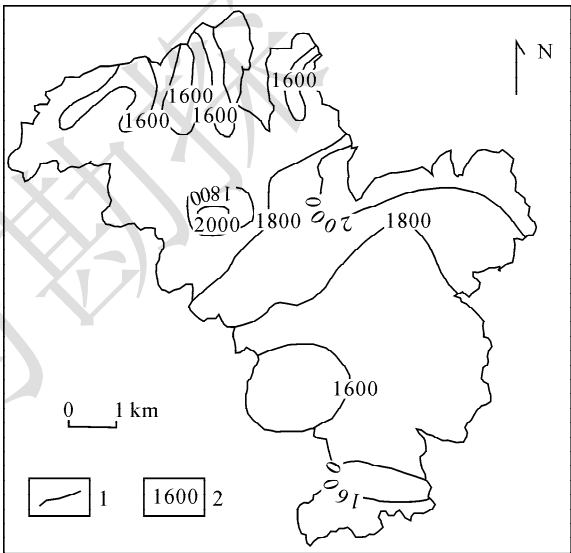


图 2 黟县降雨量等值线图
Fig.2 Contour map of rainfall in Yixian County
1 - 降雨量等值线; 2 - 降雨量 (mm)
1 - rainfall contour; 2 - rainfall (mm)

黟县构造属于下扬子准地台、江南古陆、皖南断陷褶皱带单元,地质构造条件复杂,自北向南断层褶皱发育,岩体破碎。构造线走向主要为 NE 向,次为 EW 向。新构造运动以间歇性上升运动为主,且上升运动的幅度较大,主要表现在山区的强烈抬升,河流的剧烈下切。

3 黟县地质灾害现状

根据黟县 1:5 万地质灾害详细调查的结果,境内共发育地质灾害点 201 处(表 2),灾害点密度达 0.2 处/km²。其中包括滑坡 102 处,占总数的 21.2%,崩塌 58 处,占总数的 12.1%,泥石流灾害 9

处,占总数的 1.9%,不稳定斜坡 32 处,占总数的 6.7%,目前共威胁约 201 户 855 人,资产约 2597 万元。地质灾害给黟县造成了大量的经济损失,据统计,经济损失达 937 万元,造成 158 间房屋受损,26 km 公路被毁,366 亩农田被埋,13 座桥被毁,6 人受伤^②。

表 2 黟县地质灾害点统计表²
Table2 Statistics of geological hazard sites
in Yixian County²

乡镇	滑坡	崩塌	泥石流	不稳定斜坡	合计
柯村乡	12	5	4	6	56
美溪乡	6	5	3	1	37
宏潭乡	10	8	1	5	59
洪星乡	12	15		7	61
碧阳镇	12	5		1	55
宏村镇	32	15	1	11	140
渔亭镇	12	1		1	37
西递镇	6	4			36
合计	102	58	9	32	201
	50.7%	28.9%	4.5%	15.9%	100.0%

4 黟县地质灾害特点

黟县位处皖南山区,由中部向南北分别形成了不同的地貌单元、降雨中心、水系流域,因此,黟县地

质灾害发育特征如下^{①②}:

1)黟县地质灾害主要沿溪沟和公路沿线发育,整体呈南北向展布,与区域内水系分布相一致,这与区域内人类工程活动息息相关。

2)黟县地质灾害具规模小、发生频率高、点多面广的特点。

据调查分析,境内的地质灾害规模主要以小型为主,中型的仅占总数的 4.2%。黟县地质灾害的发生主要由于公路和建房切坡开挖形成陡立斜坡(图 3),使斜坡坡脚失去支撑,在降雨诱发作用下失稳,因此,每年雨季公路及房前屋后斜坡均会在不同部位产生小规模滑塌,发生频率高。此外,黟县居民多以自然村的形式在山麓沟谷中居住,因此,坡脚切坡多呈线性,3 户~5 户居民并排居住,导致区域内地质灾害呈现点多面广、群发的特点。

3)在地貌上,黟县地质灾害主要分布于山麓坡脚地区,少数分布于坡体中上部,主要由于公路修建于坡体中部;而斜坡坡度大于 50°的陡崖易形成崩塌,在 30°~50°之间的斜坡,多发生滑坡,由陡坡转变为缓坡,滑坡发生概率降低(表 3);坡型以直线型和凸型类斜坡易产生滑坡和崩塌灾害(图 4);坡高主要分布于切坡高度大于 5m 的斜坡;河流的形态也是控制地质灾害的一个主要因素,调查发现,河流凹处斜坡往往易产生崩塌、滑坡等。

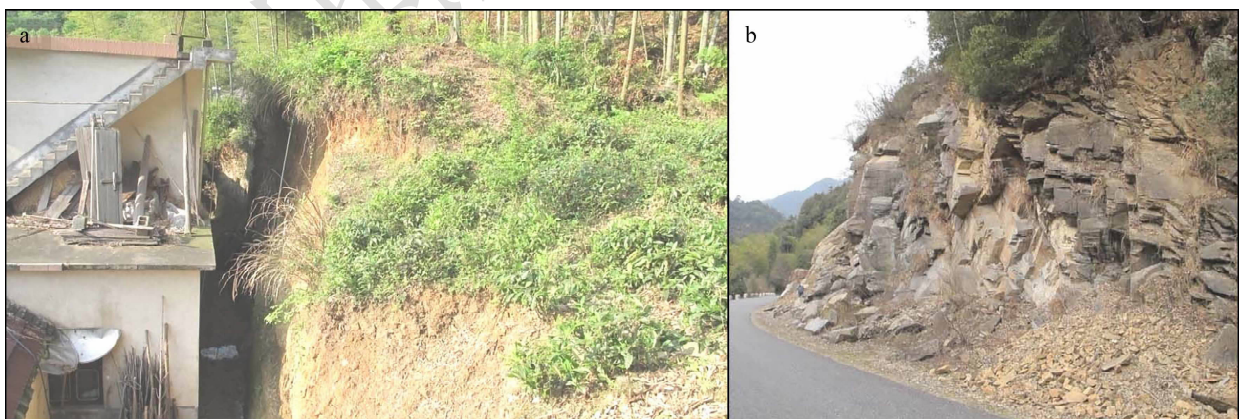


图 3 黟县工程切坡形态

Fig.3 Engineering excavation form in Yixian County

a - 居民屋后切坡; b - X029 公路崩塌

a-cut slope of resident house; b-collapse on X029 highway

表 3 黟县不同类型地质灾害坡度统计表

Table3 Statistics of the slopes for different types of geological hazards in Yixian County

坡度(°)		0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 50	50 ~ 60	60 ~ 70	70 ~ 80	80 ~ 90	合计
类型											
滑坡	个数			6	50	29	13	3	1		102
	比例			5.9%	49.0%	28.4%	12.7%	2.9%	1.0%		
崩塌	个数					6	10	24	16	2	58
	比例					10.3%	17.2%	41.4%	27.6%	3.4%	
斜坡	个数				2	2	2	14	10	2	32
	比例				6.3%	6.3%	6.3%	43.8%	31.3%	6.3%	
合计	个数			6	52	37	25	41	27	4	192
	比例			3.1%	27.1%	19.3%	13.0%	21.4%	14.1%	2.1%	

4)区域内岩性及岩体结构不同,地质灾害类型也不同(表 4)。松散层发育区主要以滑坡为主;岩质较坚硬-坚硬的砂岩、粉砂岩区主要以崩塌为主;岩质较软,风化严重的页岩、变质泥质粉砂岩、千枚质粉砂岩主要以滑坡、崩塌为主;松散堆积物发育,岩体破碎的沟谷,为泥石流的物质来源,在岩质较坚硬-较软的碳酸盐区主要以顺层的滑坡为主。通过调查研究发现,岩体风化、结构、节理裂隙结构及发育程度等工程物理特性是控制地质灾害的关键因素。

表 4 黟县不同工程地质分区地质灾害统计表

Table4 Statistics of geological disasters for different engineering geological zones in Yixian County

工程地质分区	滑坡	崩塌	不稳定斜坡	合计
土体	7	69	5	
碎屑岩建造较坚硬-坚硬岩类		2	5	7
碎屑岩建造较坚硬岩类	2	8	1	11
碎屑岩建造较软岩类	3	7	5	15
碳酸盐岩建造半坚硬-坚硬岩类	3	4	1	8
变质岩建造较软岩类	20	29	13	62
花岗岩类	5	1	2	8

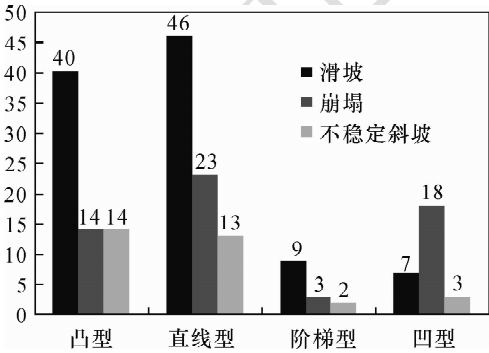


图 4 黟县不同坡体形态地质灾害统计图

Fig.4 Statistics of geological hazards on different slope forms

5)构造也是影响地质灾害的关键因素之一(曾昭华,1997)。地质构造与地质灾害关系主要表现

为断裂、褶皱改变岩体结构,断层破碎带及褶皱转折端松散堆积层及破碎岩为斜坡灾害提供物源。各类地质构造结构面(如层面、断层面、节理面、片理面和地层的不整合面等)控制了滑动面的空间位置和滑坡的周界,为危岩崩塌等灾害提供了良好的崩塌控制面。根据黟县野外调查,发现位于断裂破碎带内岩体,呈散体架空结构,碎石块度一般 10cm ~ 20cm 左右,裂隙发育,有利于降雨入渗,坡脚由于公路切坡形成高陡临空面,在静动水压力作用下往往易导致坡体失稳。例如 Y027(杨刘路)溪下村西北 600m 崩塌(H2008)位于柯村-张家坑逆断层核部,岩体沿 3 组裂隙面发生崩塌,规模达中型。其次区域内局部岩层受褶皱挤压变形破碎,特别是羊栈岭背斜区域内的岩体层理弯曲变形(图 5),风化严重,泥化特征明显,为滑坡崩塌高发区。例如 X029 公

路发育多处滑坡、崩塌,稳定性差(图 5)。



图 5 羊栈岭背斜变形破碎岩体

Fig. 5 Deformed and broken rock mass in Yangzhanling anticline

6) 水对黟县地质灾害的影响主要表现在大气降雨、地表水、地下水和冰雪冻融四个方面。黟县降水主要集中于每年的 5 月~9 月,暴雨及持续性降雨为诱发地质灾害的主要因素。据统计区域内 97% 的地质灾害由降雨诱发,而发生的时间同降雨量分布基本一致。而降水对斜坡岩土体变形破坏产

生影响的主导作用主要体现在三个方面:一是增加斜坡体自重,加速斜坡在重力作用下失稳;二是浸润了斜坡的软弱结构面,减弱了其抗剪强度(图 6b);三是降雨形成坡面洪流,对坡体冲刷、侵蚀(图 6a),掏蚀斜坡前缘、两翼和坡脚,降低斜坡稳定性。(王平卫等,2007;肖建伟等,2007;徐则民,2007)



图 6 岩土体中地下水渗流特征

Fig. 6 Groundwater seepage characteristics of the rock and soil mass

a - 德义屋后崩塌坡脚渗水洞;b - 裂隙渗水

a-sinkhole of collapse behind Deyi house;b-fissure seepage

5 黟县地质灾害变形破坏模式

黟县斜坡变形破坏模式主要受降水、地形地貌、岩性及其工程特征、结构等控制(李明等,2008;冯玉涛等,2009),通过分析,黟县地质灾害变形破坏模式如下:

5.1 滑坡变形破坏模式

黟县滑坡主要以松散层土质滑坡为主,其次为沿基岩层理面及节理裂隙面发生的顺层滑坡、全风

化层与强风化层接触面的滑坡,碎块石层内错动带的滑坡等(李秀珍等,2009;李红英等,2012)。黟县滑坡变形破坏模式主要可分为以下四种:

1) 松散层沿基岩接触面滑坡

此类滑坡松散层厚度一般较薄,小于 3m,可以分为两种类型:一类基岩面比较光滑,松散层较薄,小于 1m,斜坡后缘自上而下发生拉裂,产生蠕动滑坡,该滑坡规模一般较小,后缘可见圆弧型陡坎,陡坎坡度 $70^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。坡脚存在切坡,斜坡陡

峭,在重力作用下,松散层沿基岩面向坡前临空方向产生缓慢的蠕变性滑移(图7)。二类滑体往往

为松散土层及下部强风化碎石,碎石厚度一般小于1m(图8)。

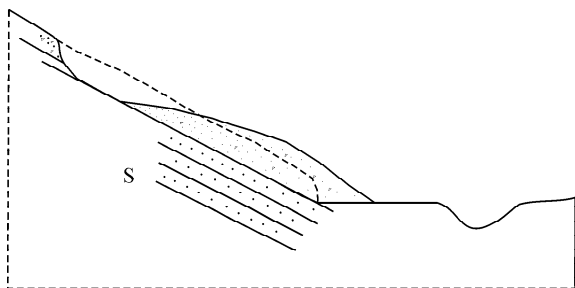


图7 松散层沿基岩接触面滑坡变形破坏模式1)

Fig.7 Deformation and failure model 1 for landslide of the loose layer along the bedrock interface

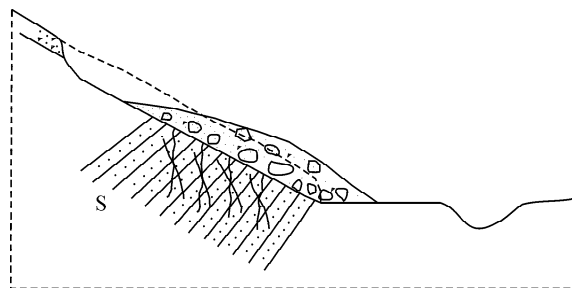


图8 松散层沿基岩接触面滑坡变形破坏模式2)

Fig.8 Deformation and failure model 2 for landslide of the loose layer along the bedrock interface

区域内土质滑坡坡脚切坡高度一般小于2m,并且发生多次滑动,形成错坎。因此,此类滑坡一般为牵引式和推移式滑坡的耦合模式,有的滑坡后缘可见1m~2m的陡坎,陡坎坡度一般40°~60°,多呈直线型,形成洼地,易积水。

2) 层内错动带滑坡

该类滑坡主要发生于松散层厚度大于3m或岩体破碎的区域。往往坡脚形成3m以上的陡立斜坡,在重力作用下,岩(土)体发生拉裂式滑动,滑面呈弧形,此类滑坡往往具突发性强、滑距短、规模小的特点。

3) 基岩顺层滑坡

该类滑坡主要发生于基岩裸露区。岩体层理发育,坡脚存在切坡,但切坡高度一般小于2m,由于切坡使斜坡坡脚失去支撑,表层岩体在重力作用下沿层理或节理面发生滑动,滑体多呈块状,后缘可见阶梯状陡坎,陡坎面主要为节理裂隙面(刘轶等,2008)。

4) 软弱结构面滑坡

该类滑坡主要发生于软硬岩体互层区。例如上部为岩质较坚硬—坚硬的砂岩区,下部为易风化的泥岩,降雨沿着节理裂隙及层理面入渗形成地下水,而易风化软岩渗透性能差,地表水入渗至此面受阻,导致岩体软化,形成光滑的滑面,摩擦力降低,上部岩体在重力作用下沿此滑面发生滑动。

5.2 崩塌变形破坏模式

崩塌多以岩质为主,规模多为小型,发生频率高,人工切坡形成的高陡斜坡,在重力作用下逐级发生崩塌,使斜坡高度逐渐增加,并且由于拉裂、错断等作用,导致斜坡岩体破碎程度增加(张茂省等,

2006,宋彦辉等,2009)。黟县崩塌主要有两种模式。

1) 滑移—拉裂式崩塌:这种崩塌主要发生于层理发育的中厚层硬质岩中,节理裂隙发育,由节理裂隙与层理和风化裂隙组合,形成多种结构面,在降雨诱发作用下,发生滑移、拉裂、倾倒、错断式崩塌,这种崩塌具突发性,成块状,岩体呈滚动状态蹦落。结构面组合的方式主要有四种:(1)岩层与坡体呈斜向坡和横向坡时,由两组斜交节理与层理切割岩体呈三角型,节理面为滑移面,崩塌机理为滑移式、拉裂式、倾倒式和错断式组合;(2)岩层与坡体呈斜向坡和横向坡时,由两组垂直节理正交与层理切割岩体呈长方形,平行为崖面的陡倾节理为崩塌滑移面;(3)岩层与坡体呈反向坡时,两组节理切割的岩体发生错断式、倾倒式崩塌,下部形成悬空面,逐级发生错断式崩塌;(4)岩层与坡体呈顺向坡,在两组节理切割下发生滑移式崩塌。

2) 蠕滑—拉裂式崩塌(戴自航等,2007;李秀珍等,2009):这种崩塌主要发育于土层厚度大于3m,岩体呈碎裂结构或风化严重的地区。坡脚呈陡立斜坡,在重力作用下,顶部岩体发生拉裂错断,沿层内错动带发生蠕滑式崩塌,具滑坡相似的特征。

5.3 泥石流变形破坏模式

黟县泥石流主要发生于2002年二十年一遇的大暴雨,在岩质较软的溪沟发生介于水石流和泥石流之间的洪流,给黟县造成大量的经济损失。区域内泥石流主要为沟谷型泥石流,汇水面积一般较小,坡降比较大,溪短流急,物源区、流通区较难区分,物质来源主要为两侧斜坡的残坡积层及下部风化碎石(高华喜等,2007)。其次为沟道内堆积碎石及洪水对沟道的下切,沟道较平直,堵塞程度一般,堆积区

多呈扇形,扇角约 30° 。

6 结论

本文基于黟县野外调查获得的第一手资料,对黟县地质灾害特征进行了归纳和分析,建立了地质灾害变形破坏的模式。通过分析发现:黟县地质灾害受岩土体性质、风化、结构、节理裂隙等因素控制,降水及人类工程活动是地质灾害的触发因素。在两类因素的综合作用下,斜坡的物理、水理、力学性质发生变化,平衡被打破,导致斜坡变形破坏。

[注释]

- ① 孙凤先. 2003. 安徽省地矿局第二水文地质工程地质队. 安徽省黟县地质灾害调查与区划报告[R].
- ② 张泰丽, 孙 强, 伍剑波. 2013. 南京地质调查中心. 皖南黟县地质灾害详细报告[R].

[References]

- Dai Zi-hang, Peng Zhen-bin. 2007. The mechanism analysis and cure of the landslide near to the student's residence of a middle school in HunNan province [J]. *Geology and Exploration*, 36(4):91-94 (in Chinese with English abstract)
- Feng Yu-tao, Xiao Sheng-xie. 2009. Chain Mechanism and Optimized Control of Collapses, Landslides and Debris Flows [J]. *Journal of Catastrophology*, 24(3):22-26 (in Chinese with English abstract)
- Gao Hua-xi, Yin Kun-long. 2007. Discuss on the correlations between landslides and rainfall and threshold for landslide early-warning and prediction [J]. *Rock and Soil Mechanics*, 28(5):1055-1060 (in Chinese with English abstract)
- Li Ming, Tang Hong-mei, Ye Si-qiao. 2008. Research on chain rule of typical geological disaster [J]. *Journal of Catastrophology*, 23(1):1-5 (in Chinese with English abstract)
- Liu Yi, Qin-Eng. 2008. Analysis on Forming Mechanism and Deformation Characteristics of Shallow Bedded Rock Landslide [J]. *Chinese Journal of Underground Space and Engineering*, 4(6):1052-1055
- Li Xiu-zhen, Kong Ji-ming, Deng Hong-yan. 2009. Analysis on Characteristics and Deformation Failure Mode of Large-scale Landslides Induced by "5·12" Wenchuan Earthquake [J]. *Journal of Sichuan University (Engineering Science Edition)*, 5:72-77 (in Chinese with English abstract)
- Li Hong-Ying, Tan Yue-hu, Zhao Hui. 2012. Stability Analysis and Assessment Research of the Shangtian Landslide Mass in the Kala Hydropower [J]. *Geology and Exploration*, 48(2):359-365 (in Chinese with English abstract)
- Song Yan-hui, Hang Min-qi. 2009. Study on deformation characteristics and stability of the high slope of converging stilling basins of Cihaxia hydropower station [J]. *Geology and Exploration*, 45(2):107-111 (in Chinese with English abstract)
- Statistical partment of Yixian. 2011. Statistical yearbook Yixian [Z]: 23-24 (in Chinese)
- Sun Jian, Tao Hui, Yang Shi-wei, Geng Xia-lian. 2011. Development characteristics and prevention measures of geological hazards in mountain

area of southern Anhui Province, 38(5):98-101 (in Chinese with English abstract)

- Wang Ping-wei, Peng Zhen-bin. 2007. Water affecting on the stability of the soil slope [J]. *Geology and Prospecting*, 43(3):121-122 (in Chinese)
- Xiao Jian-wei, Xiao Jian-xin, Wu Shao-hua. 2007. A discussion of the function of water in landslide deformation [J]. *Hydrogeology and engineering geology*, (6):33-36 (in Chinese with English abstract)
- Xu Jian-cong, Shang Yue-quan, Zheng Shu-ning. 2005. Cusp-catastrophic model of shallow landslide under intensive rainfall [J]. *Journal of Zhejiang University: Engineering Science*, 39(11):1675-1679 (in Chinese with English abstract)
- Xu Jian-cong, Xu Jiang-kun. 2009. Deformation Mechanism of Epimetamorphic Rock slopes in the Southeast of Guizhou and Preventive Measures [J]. *Shanxi Science and Technology*, 3:126-127 (in Chinese with English abstract)
- Xu Ze-min. 2007. Effect of chemical water-rock interaction on hydrogeology and landslide of slope [J]. *Journal of Natural Disasters*, 16(5):16-23 (in Chinese with English abstract)
- Xu Zhi-wen. 2006. Proposing the frame and measures for prevention and cure sys of geological disasters in Sichuan province [J]. *Geology and prospecting*, 24(4):97-102 (in Chinese with English abstract)
- Zeng Zhao-hua. 1997. The formation and distributing of geological calamity in Jiangxi province, China [J]. *Geology and Exploration*, 33(4):17-20 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Mao-sheng, Xiao Pei-xi, Wei Xing-li. 2006. Preliminary discussion of the occurrence of landslide in the Baota district of Yan'an City [J]. *Hydrogeology and engineering geology*, (6):72-79 (in Chinese with English abstract)

[附中文参考文献]

- 戴自航, 彭振斌. 2007. 某宿舍楼滑坡机理分析与治理 [J]. *地质与勘探*, 36(4):91-94
- 冯玉涛, 肖盛燮. 2009. 崩滑流地质灾害链式机理及其优化防治 [J]. *灾害学*, 24(3):22-26
- 高华喜, 殷坤龙. 2007. 降雨与滑坡灾害相关性分析及预警预报阈值之探讨 [J]. *岩土力学*, 28(5):1055-1060
- 李明, 唐红梅, 叶四桥. 2008. 典型地质灾害链式机理研究 [J]. *灾害学*, 23(1):1-5
- 刘铁, 覃冷. 2008. 浅层基岩顺层滑坡的形成机制和变形破坏特征 [J]. *地下空间与工程学报*, 4(6):1052-1055
- 李秀珍, 孔纪名, 邓红艳. 2009. "5·12" 汶川地震滑坡特征及失稳破坏模式分析 [J]. *四川大学学报(工程科学版)*, 5:72-77
- 李红英, 谭跃虎, 赵 辉. 2012. 卡拉水电站上田滑坡稳定性分析及评价研究 [J]. *地质与勘探*, 48(2):359-365
- 宋彦辉, 黄民奇. 2009. 茨哈峡水电站消能池高边坡变形特征及稳定性研究 [J]. *地质与勘探*, 45(2):107-111
- 尚岳全. 2008. 降雨作用下浅层碎石土滑坡解体破坏机理研究 [J]. *自然灾害学报*, 17(3):117-124
- 黟县统计局. 2011. 黟县统计年鉴(2011年) [Z]: 23-24
- 孙 健, 掏 慧, 杨世伟. 2011. 皖南山区地质灾害发育规律与防治对策 [J]. *水文地质工程地质*, 38(5):98-101
- 肖建伟, 肖建新, 吴少华. 2007. 水在滑坡变形过程中所起作用的探讨 [J]. *岩土力学*, (6):33-36

王平卫,彭振斌.2007.水对土质边坡的稳定影响分析[J].地质与勘探,43(3):121-122

许建聪,尚岳全,郑束宁.2005.强降雨作用下浅层滑坡尖点突变模型研究[J].浙江大学学报:工学版,39(11):1675-1679

许建聪,许江坤.2009.黔东南浅变质岩边坡变形破坏机制及防护措施[J].山西科技,3:126-127

徐则民.2007.水岩化学作用对斜坡水文地质及滑坡的影响[J].自

然灾害学报,16(5):16-23

徐志文.2006.四川省地质环境状况及地质灾害发育特征研究[J].地质与勘探,24(4):97-102

曾昭华.1997.江西省地质灾害的形成及其分布规律[J].地质与勘探,33(4):17-20

张茂省,校培喜,魏兴丽.2006.延安市宝塔区崩滑地质灾害发育特征与分布规律初探[J].水文地质工程地质,(6):72-79

Characteristics and Deformation-failure Models of Geological Hazards in Yixian County, Southern Anhui Province

ZHANG Tai-li^{1,2}, ZHOU Ai-guo¹, SUN Qiang², WU Jian-Bo², HUANG Jin-yu², LIU Zheng-hua³

(1. China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan, Hubei 430074;

2. Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing, Jiangsu 210016;

3. Zhejiang Institute of Geo-Environment Monitoring, Hangzhou, Zhejiang 310007)

Abstract: Research of characteristics of geological hazards characteristics and their deformation-failure models is vital for disaster prevention. The objective of this paper is to analyze the features of geohazards in Yixian County, southern Anhui Province. Our work is based on a number of field investigations, involving topography, landforms, strata, lithology, structure, and hydrology. The results show that the geological hazards in this region are characterized by wide distribution, small scales, and high frequency, mostly along creeks and traffic lines. The types of the hazards depend on the angle, height, and shape of hill-slopes. Lithology, structure, weathering, joints and fissures control the types of geological disasters and mechanisms. Softening, lubrication, and erosion on rock and soil by precipitation can trigger these geo-hazards. Based on in-depth analysis, this work established deformation-failure models for geo-hazards in this area.

Key words: geological hazards, slope, deformation and failure, model, Yixian County