

南京城郊灾害性重力地貌的初步研究

泽 凤 英

(南京师范大学地理系)

提 要: 本文从灾害性重力地貌对经济建设造成的危害出发, 论述研究城郊灾害性重力地貌的意义, 南京近郊产生灾害性重力地貌的条件, 阐明其主要表现为滑坡、崩塌和江岸坍塌, 并提出了防治中的若干问题。

关键词: 灾害性重力地貌 南京

南京城郊发生的滑坡、崩塌和江岸坍塌等重力地貌现象, 常对其所在环境造成危害和经济损失。这类发生在地表的重力地貌灾害, 既改变了地表的形态特征, 又能形成新的地貌实体, 通称为灾害性重力地貌。本文从南京城郊地貌的实际情况出发, 在野外调查和实测部分滑坡地貌纵横剖面的基础上, 对南京城郊已发生的灾害性重力地貌作出探讨。

一、研究城郊灾害性重力地貌的意义

坡地灾害性重力地貌是一种复杂的地质地貌现象。主要由现代地貌营力作用造成; 常是先出现某种迹象, 旋即出其不意的突然发生岩土体快速向坡下崩落或整体下滑的特征。因此, 可以这样说: “坡地重力地貌孕育发生的地质地貌过程, 自地表遭受侵蚀作用开始, 就不断地产生。”但在60年代以前, 没有引起有关部门的广泛注意和重视, 但随着城市人口增加, 城市范围扩展, 建设规模扩大, 灾害性重力地貌的发生机率、频度增加, 造成的社会影响和经济损失与危害较大。因此, 市政建设部门已深感不能把灾害性重力地貌单纯当作局部问题来处理了。例如, 1983年7月13日栖霞镇镇区石龙庙滑坡, 造成厂房、民房倒塌, 近百间民房损坏。

灾害性重力地貌的成因除由自然因素(地质、地貌、水文、气象、地震)发生变化所致外, 大部分是由人类的短期行为活动引发而成。近几年来, 我国重力地貌灾害有日益增多趋势, 南京市城郊亦不例外, 继1985年8月雨花新村发生滑坡以后, 1986年雨花台、菊花台一带的采石坑相继发生崩塌或滑坡, 1987年栖霞山北坡发生基岩崩塌, 1988年西善桥采石坑中再次发生中型滑坡。可以说在南京城郊低山丘陵陡崖坡地、阶地坡、沟坡区、沿江两岸几乎年年发生大小不一的滑坡、崩塌或江岸坍塌等重力地貌。因此为减少城郊产生灾害性重力地貌的机率和次数, 因地制宜地加强灾害性重力地貌的研究, 已势在必行。

二、南京城郊产生灾害性重力地貌的条件及表现

(一) 灾害性重力地貌条件

南京城座落在长江下游河谷平原上，宁镇山脉的西端，处于一个开口的盆地中。大地构造单元属下扬子拗陷褶皱带即南京凹陷带。中生代印支运动及燕山运动时期先后产生过多次平缓褶皱和强烈的上升断裂运动，在这基础上形成的山间盆地和断陷洼地内，湖泊与河流发育，沉积了一套红棕色河湖相碎屑沉积，通称“白垩系红层”。城内市区大部分位于红层之上。城外东部和北部长江南岸绵延着弧形褶皱断裂作用形成的山地，城郊南部是由中生代火山岩组成的宁芜盆地及其盆缘山地。长江呈弧形由西南向东北绕城流贯北部，东流入海。第三纪喜马拉雅运动和新第三纪以来的新构造运动性质属由断裂活动控制的块断性升降运动，以上升运动为主，兼有水平运动和掀斜运动。长江河床两侧河滩宽窄不一，地面高程7—10m，紫金山余脉绵延入城成为富贵山、九华山、北极阁（又名天钦山）等基岩山丘。城内外广布着由下蜀土和基岩构成的二级基座阶地。近年有人研究下蜀土认为属风成黄土，主张改称为二级黄土台地。二级阶地由残缺的阶地面和坡度10—25°的阶地坡、以及谷底平坦边缘不清晰的宽线拗沟或冲沟组成，残缺阶地面目前分布在地势较高的鼓楼、五台山、清凉山、波罗山、古平岗、八字山、仓顶顶部，其上偶有白垩系浦口组砂岩、角砾岩组成的低矮残丘，高程小于80m。纵贯城内市区南北的冲积平原的地面下，埋藏着占城郊面积1/3强的古河道、古冲拗沟和古湖沼等埋藏地貌。流经城郊的河流，主要有秦淮河和北岸的支流滁河，面积较大的湖泊有玄武湖与莫愁湖，城外郊区的地貌类型有平原，一、二、三级阶地和低山丘陵。

在这山环水绕，山丘起伏，岗地绵延，冲拗沟发育，且屡经人工改造的地貌条件中，仍然是山丘坡地、阶地坡、沟坡地较多，坡地坡度一般在10—20°之间，紫金山、幕府山、栖霞山、青凉山、九华山、雨花台、菊花台等地的坡地，坡度在15—25°以上，城区基岩在NE、NW、NNE、NNW等多组断裂构造线交汇及长江活动断裂和浦镇-湖熟活断层构造的影响下，节理发育，岩层破碎，有些断层陡崖坡度在60—70°以上，有的甚至接近90°，大大超过了岩层或岩屑的最大限度休止角（安息角）。由雨花台组、下蜀组构成的基座阶地，上部厚层第四纪沉积物土体松散，孔隙度大，与下伏基岩呈不整合接触，土体内部断裂或节理结构面发育。且南京气候温湿，年平均雨量1000mm左右，降水主要集中在夏季，加之陡坡断崖区往往是基岩裸露，植被差或较差的地区，坡地处于不稳定或暂时稳定临界状态。长江沿岸因现代地貌过程作用即长江下游水流对冲积性河床仍然具有相当强的侵蚀堆积能力，致河流凹岸受侵蚀、岸坡不稳定。

(二) 城郊灾害性重力地貌的表现

南京城郊上述自然地理环境与地质地貌条件，为滑坡、崩塌、江岸坍陷后退等灾害性地貌的孕育发展提供了有利条件，城郊人类活动的影响，特别是本世纪50年代以来的大规模城市工程建设，施工过程中的短期行为，产生和造成了不少工程地质与灾害性重力地貌问题。人类活动常成为引起产生灾害性重力地貌的触发因素。现择其影响较大者阐述如下：

1. 滑坡地貌:

滑坡是城郊坡地上常见的主要的重力地貌,常发生在二、三级阶地区和低山坡麓地带。城郊坡地中尤以二级阶地区的黄土滑坡发生的机率与数量最多,约占城郊滑坡总量的80%左右,其规模大小不一,大者呈滑坡体群,滑坡体体积50—100万 m^3 ,小者体积仅100 m^3 左右,差别很大,较大型滑坡造成的危害明显。发生滑坡地貌的一般规律是土体循基岩顶部不整合接触界面向下滑动。其次是发生在三级阶地区雨花台组和低山丘陵坡麓残坡积层中的碎屑岩滑坡,约占城郊滑坡量的15%。由于阶地区、山丘坡麓地带是经济建设,人类活动的主要场所,这里发生的滑坡地貌常造成较大的经济损失,乃至人员伤亡。

二级下蜀土基坐阶地容易孕育产生滑坡的原因,笔者认为与下蜀土的物理性状密切相关。南京城内外广泛分布的下蜀土是一种灰黄色或棕黄色的土状堆积物,经野外观察和采样分析,其物理性状的主要特征为:质地均一,以粉砂(颗粒粒径0.05—0.005mm)为主,含量51—78%,粘土(<0.005mm的粘粒)含量占14—19%,粒径>0.05mm的细砂仅0.6—4.4%,土层中粘粒含量大;碳酸钙含量一般在10—15%之间,在干燥状态下,钙质可固结土粒,一旦遇水碳酸钙就可溶解,使土粒呈离散状;下蜀土结构疏松;孔隙度一般在40—50%左右;无层理,但垂直节理和节理结构面发育,直立性强常形成陡壁。因此,在阶地面、阶地坡或沟坡地上雨后地表径流循垂直节理、裂隙下渗至基岩与黄土的接触界面上汇集,粘土受水充分浸润,粘滑性增强容易形成滑动面,连续阴雨或暴雨使湿润土体在自重与重力作用下循滑动面整体下滑形成黄土滑坡,现将搜集到的城郊已知滑坡实例,列表如下:

表1. 南京城内外发生的已知滑坡简表

A brief sketch of known landslides in and outside nanjing city proper.

名 称	地 点	特 征	滑 坡 体 数 据	类 型
老虎山滑坡	幕府山西端上元门老虎山南坡	大量土体循下伏震旦纪灯影组白云质石灰岩接触界面向下滑	滑坡壁高程62m,垂直滑距18.5m主滑方向SW215°,平面纵长160m,宽105m,厚30m,滑坡体体积23625 m^3	黄土滑坡
铁路路轨滑坡群 (由8个中小型滑坡体组成)	栖霞山南麓隧道(明峒)两侧	黄土与基岩风化层循象山层砂岩顶部发生一系列滑坡	1958年沪宁线改由栖霞山南麓通过,初用深挖路线方案引起滑坍,才改以隧道通过,因边坡已经平整,难以实例	黄土、碎屑岩滑坡
江南水泥厂滑坡群 (由4个滑坡体组成)	栖霞山江南水泥厂西侧坡麓	黄土体循二迭系弧峰组高岭土层和栖霞灰岩顶部风化层下滑	滑坡壁高程40m,垂直滑距10m,I号滑坡体平面纵长200m,宽100,厚20m,体积400000 m^3 。II号滑坡体平面纵长150m,宽80m,厚15m,体积180000 m^3 。	黄土滑坡
长航684基地油库滑坡	栖霞山北坡	黄土和残坡积层沿着侏罗系砂岩顶部下滑	主滑方向NW350°,滑体纵长100m,宽70m,厚14m,体积98000 m^3	黄土、碎屑岩滑坡

名称	地 点	特 征	滑坡体数据	
栖霞山玻璃厂滑坡	栖霞山西麓	黄土体循侏罗系象山层砂岩顶部下滑	主滑方向SE100°,滑体纵长100m,宽50m,厚15m,体积75000m ³	黄土滑坡
石龙庙滑坡	栖霞镇西石龙庙附近	黄土体循内部断层结构面下滑	冲毁民房数十间民房已修复难测量	黄土滑坡
牛头山滑坡群 (由大小7-8个滑坡体组成)	栖霞镇牛头山西麓	残坡积层土体沿着侏罗系象山层砂岩顶部下滑	主滑方向W270°滑体纵长190m,宽105m,厚5-7m,体积12万余m ³	碎屑岩滑坡
南京有色金属冶炼厂附近滑坡	幕府山南侧窑上村附近坡麓	黄土坡地上部堆放白云石矿超荷,黄土体循节理结构面下滑	主滑方向NEE70°,滑体纵长9m,宽70m,厚10m,体积6300m ³	黄土滑坡
雨花新村滑坡 (发生日期1985年8月)	雨花台共青团路西侧黄土阶地上	黄土体循浦口组砂页岩顶部接触界面下滑	滑坡壁高程28m,垂直滑距1m余,主滑方向SE135°,滑体纵长7m,宽26,厚2m余,体积700m ³	黄土滑坡
西善桥滑坡(发生日期1988年)	西善桥铁路南侧采石坑	下蜀黄土与雨花台组采石坑陡崖循断裂节理结构面下滑	滑坡壁高程35m,垂直滑距约10m,主滑方向SE135°,滑体纵长260m,宽400m,厚5m,体积520000m ³	滑土碎屑岩滑坡
雨花砂矿采石坑内滑坡	望江矶附近采石坑内	下蜀黄土与雨花台组采石坑陡崖循断裂节理结构面下滑	—	黄土碎屑岩滑坡

兹以二个实测滑坡体的纵横剖面为例，具体剖析滑坡的成因。

1) 老虎山滑坡 老虎山滑坡位于幕府山上元门老虎山南坡，于1962年1月冬季连阴雨后发生大量黄土体沿着下伏震旦纪灯影组白云质灰岩顶部接触界面下滑，属规模较大的黄土滑坡。滑坡壁高程62m，实测滑坡陡壁坡度76（下部）~85°（上部），垂直滑距18.5m，滑坡体后缘高程40余米的滑坡台地（阶地），前缘滑坡舌滑动伸展至高程为10m的平地，主滑方向SW215°，滑体纵长150余m，横宽105m，厚30m，滑坡体体积23625m³。因该滑坡发生在较偏僻的幕府山西端沿江一带，虽经二十余年种植旱作、花卉苗木，至今滑坡壁、三级滑坡台地与滑坡舌等微地貌特征依然清晰可辨（图1）。

分析老虎山发生滑坡形成的条件与原因为：地貌特征：为老虎山斜坡上部是灰黄色粉砂质粘亚土即下蜀粘土，下部为震旦纪灯影组灰岩，两者岩性不同，呈不整合接触关系。黄土层实为一易滑地层，坡度15—25°，雨季时坡地处于接近相对稳定的临界值，1958年—1960年间，地处老虎山附近沿江的金陵造船厂扩建车间厂房，厂方大量开挖老虎山坡地取土，人工切坡使坡度角陡增至30~40°左右，坡地处于不稳定状态。人工放炮影响：附近采石场每天定时放炮炸石，影响松散堆积层和基岩中的节理结构面，扩大或增多节理裂隙，岩

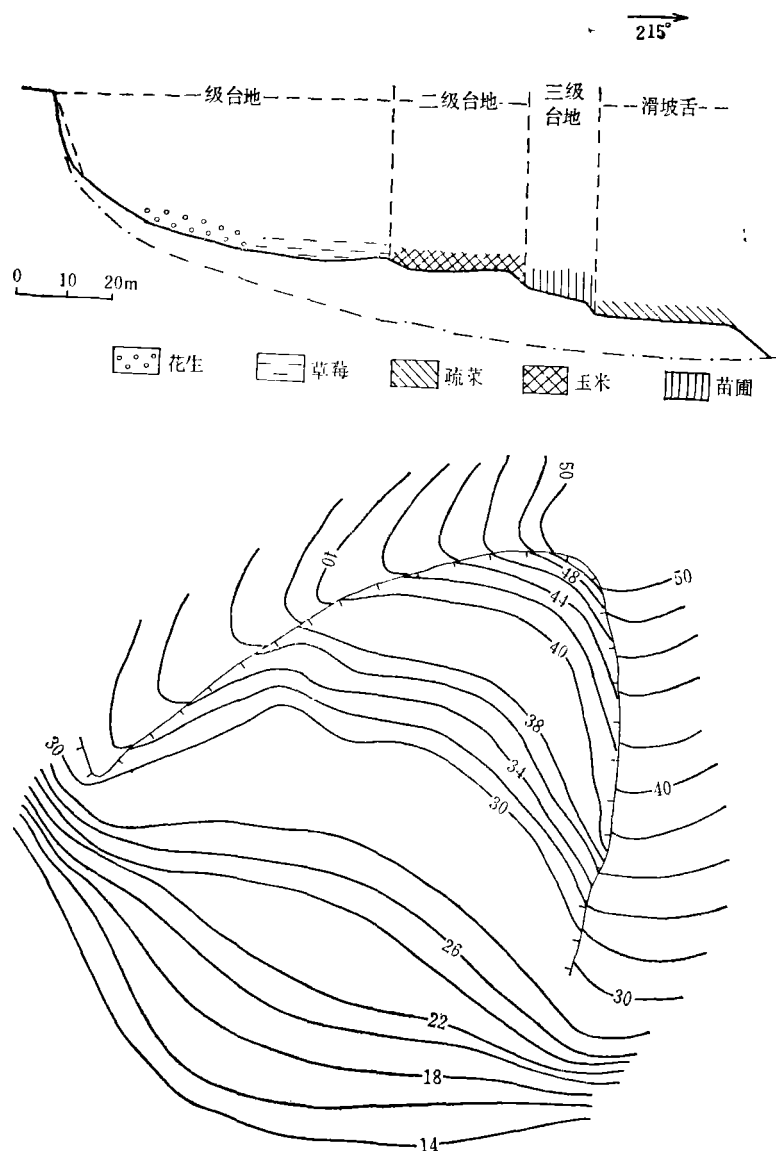


图 1 宾洲老虎山滑坡体等高线图与滑体纵剖面图

A chart of vertical section of landslide part measurement and A chart of Contour line of landslide part measurement in Lao Hu Shan mountain.

土体盖形破碎离散。松散沉积层的岩性与物理性状，下蜀黄土为一粘土含量较大的土状堆积物，其内部垂直节理与节理结构面发育，与下伏基岩呈不整合接触关系，雨水循节理结构面下渗，经水充分浸湿后的粘土和松散堆积层，土体粘聚力剧减，抗滑力减小，可滑性增大，尤其是在水流汇集的不同岩性的接触界面附近，常常容易孕育发展成一滑动面，使大量土体沿着接触界面即滑动面整体向下向外滑动，形成滑坡地貌。

2) 雨花新村滑坡 新村位于共青团路西侧黄土阶地的坳沟区。1985年初沟坡地土体开始出现微滑蠕变现象, 未引起有关同志的注意与采取有效的防治措施, 致于同年8月土体沿着黄土与白垩系红层的接触界面, 也是基岩岩层层面向下滑动。滑坡壁高程28m, 陡壁坡度60—80°, 垂直滑距1m余, 滑坡后缘高程26m, 滑坡体前部冲裂推开挡土墙, 滑至高程为21m的平坦处, 逼近新村居民住宅区。主滑方向近于东西向, 滑体由黄土和人工填土构成, 纵长17m, 宽26m, 厚2m余, 滑体体积700m³。现在西花新村、共青团路、城区主要干道坡地部位, 大都修建了石护坡、挡土墙, 是防治城区灾害性重力地貌发生的重要措施之一。

雨花新村滑坡的成因, 据考察分析, 主要是: 黄土阶地地面上大量堆放建筑用材, 使阶地中下部土体承载力严重超负荷, 发生蠕变变形, 坡地趋向不稳定。土体孔隙比大, 下蜀土孔隙比40—50%, 人工填土孔隙比高达79%, 土体内垂直节理发育, 利于地表水下渗浸润粘土和疏松土层。附近工地人为积水和梅雨期降水大量下渗汇集在不整合界面上, 孕育成滑动面, 在土体自重、重力和水的作用下, 土体循滑动面整体下滑(图2)。

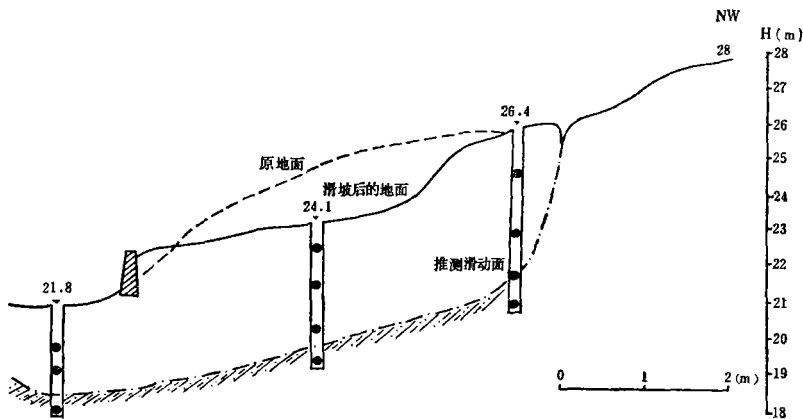


图2 雨花新村滑坡纵剖面图

A vertical section chart of landslide part in new Yu Hua village.

必须指出表1所列滑坡实例几乎都在城外郊区, 其实, 城内外黄土滑坡发生的机率基本相同, 其原因, 一是城内人为因素引发的中小型滑坡常及时被清理掉, 留存残迹极少, 知其有而无法实测数据; 二是现实教训深刻, 且大都即时兴修了石护坡、泄水沟或管道等防滑措施, 减少了滑坡发生机率。

2. 崩塌:

主要发生在活断层发育的幕府山、乌龙山、栖霞山一带的断层陡崖区, 山地相对高度25~50m、坡度45°以上的陡坡地带, 陡坡上的岩体沿着宽间隙的卸载节理在重力作用下, 突然发生快速崩落, 并在陡崖的坡脚堆积形成倒石堆。

表 2. 南京城外发生的已知崩塌简表

A Brief Sketch of Known Landslip Outside Nanjing City Proper

名 称	地 点	特 征	崩塌体数据	类 型
栖霞山铅锌锰矿 车库附近崩塌	栖霞山北麓	断层崖陡壁侏罗系象山组砂岩循 断裂结构面崩塌	倒石堆已被清除 掉	基岩崩塌
清凉山西麓崩塌	城西干道清凉山 陡坡段	黄土土体与白垩系砂页岩同时崩 塌	发生在晚间凌晨 发现。因阻塞干 道交通及时清除 掉	黄土崩塌为主，
达摩洞崩塌	幕府山北侧达摩 洞附近	震旦系灯影组白云岩、循沟谷陡 坡岩体上的宽间隙节理崩塌	倒石堆堆积体不 够清晰	基岩崩塌

3. 江岸坍塌:

俗称坍江。是崩塌重力地貌在江河岸段的具体表现,城郊长江岸线全长80余km,今后随着沿江经济轴的建设发展,沿江一带将建成工业产业带,“只尺”坍江都可造成严重后果。坍江问题从长江水流动力条件、现代地貌过程分析,长江下游水流对冲积性河床仍具有相当强的侵蚀堆积能力,河流凹岸受侵蚀,岸坡不稳定,凸岸堆积影响水深,堵塞航道。使长江南京段河床发生较大变形,河势亦有较大变化。例如,位于长江八卦洲河段南汉道南岸的新生圩港,1931年前,八卦洲北汉道是主泓汉道,坍江现象明显;南汉道是支汉道,当时河床宽度不足200m,1931年以后,主泓南移入南汉道,其分流量达79.9%,属受侵蚀的凹岸段,河岸崩塌后退拓宽,至1970年时河床宽度已增至880m,水深在-25m以上,同时,南北汉道汇合段主流顶冲北岸西坝,西坝从1955—1972年间河岸崩塌后退500余m。据省地矿局地科所公布的遥感测量资料表明,本世纪50年代以来,凹岸受蚀崩塌后退的长江岸段,主要分布在受江流冲刷侵蚀的沙洲前缘即洲头,南岸燕子矶岸段新生圩港,栖霞山至红花园段,其中坍江最严重的岸段是栖霞山至红花园段,1955—1988年坍江段长1700余m,江岸崩塌后退数百米。江岸崩塌后退的结果,即影响土地利用面积,危及沿江港口和工厂码头的安全。

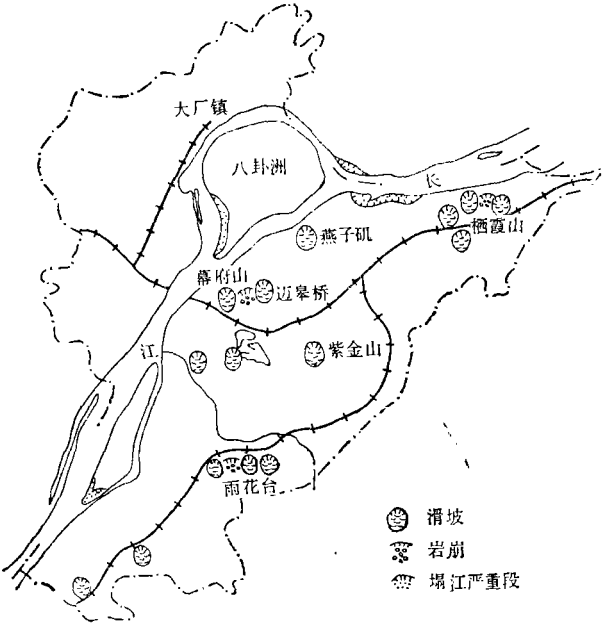


图 3 南京城郊灾害性重力地貌分布示意图

A distribution chart of such catastrophism
landforms as landslide and surface
subsidence in Nanjing proper

40多年来整治江岸的经验证明，防治坍江的有效方法是在长江主流转向部位抛石，砌石护坡，控制主流，稳定河势。城区江岸通过长期整治，在长江大桥以上河段，整治工程已取得预期效果；大桥至八卦洲洲头间的叉道分流区，河床宽浅，主流摆动幅大，宜采用工程措施，稳定主流线；八卦洲洲头和三江口一带可采用平顺式的护岸工程，在堵塞兴隆洲左叉后，制止洲头两侧江岸坍塌，务使栖霞山-龙潭弯道成为稳定的单一河道，做到基本稳定河势，稳定南京城郊的江岸。

参 考 文 献

- (1) 褚桂荣.开展城市地质工作的意义及主要研究内容.全国第一次城市地质会议论文, 1986.12.
- (2) 李天池.加强滑坡研究势在必行.中国环境报, 1987.11-3.
- (3) 沙润, 李久生.城市地貌图的设计思想和编制方法初探.地理科学, 1988.8(2);

“全国自然灾害成因与对策科学研讨会”在南京举行

我国是灾种多、灾害重、分布广、影响大的国家之一。据估计，由于自然灾害造成的粮食损失每年达695—780亿斤，直接经济损失510—640亿元。因此，搞好减灾工作，特别是今后十年的减灾工作，是实现我国经济发展战略宏伟目标的重要保证之一。为了科学分析全国自然灾害成因和研究对策，中国科协、江苏省科委、江苏省科协、全国气象学会及南京大学自然灾害研究中心联合发起并主办了这次研究会。

会议收到157篇论文，分别就洪涝、干旱、台风、大地海洋灾害、地区灾害、农业灾害、森林大火、城市灾害、灾害预测、灾害学理论研究、人工影响天气和现代科学在减轻自然灾害中的应用等，特别在太湖地区以及江苏、安徽特大洪涝灾害研究方面，做了大量室内外分析和研究工作，提出了许多重要的见解，这对我国自然灾害成因研究，预测、预防具有重要的现实意义和重大的经济效益和社会效益。会议对未来10年中国减灾研究的重点；减灾、防灾的建议与对策；社会发展与人类活动及自然灾害的关系；我国自然灾害预测方面的问题进行了专题讨论。

会议最后指出：我国未来10年内，将处于自然灾害频繁时期，可能发生某些特大灾害。对此必须做到既要有中长期对策，又要有应急方案，而战略重点应放在对待特大洪水、特大地震、持续大旱和特大风灾的防御工作上，依靠科技，在防、抗、治、救、综合体系上下大功夫，完全有可能走出一条社会主义的减灾科学新途径。

江苏省副省长凌启鸿和中国减灾10年委员会代表、中国科协、国家气象局、中国气象学会的负责同志以及著名专家、学者和中青年科技人员100余人参加了研究会。

• 李宝尤 •

THE PRIMARY RESEARCH OF THE CALAMITOUS GRAVITY GEOMORPHY IN NANJING DISTRICT

Pan Fengying

(Nanjing Normal University)

Subject terms: The calamitous gravity geomorphy Nanjing

Abstract

Nanjing is located in the valley floor plain of the lower reaches of Yangtze River and the west of Ling-Zhen Mountains, along the north of which the Yangtze River flows as an arc from south-west to north-east. There are many hills and three-grade accumulated terraces in its urban and suburban areas, the terrace surface, cut and eroded by flowing water, has formed gully geomorphy. There are many hillslope slopes, terrace slopes and gully slopes in urban and suburban, and many of these slopes range from 15 to 30 degrees, and the fault steep slopes from 60 to 70. The fracture structure of the area develops and breaks bedrocks. Quaternary sediments are loose and its porosity is bigger and The average rain-fall is about 1,000mm every year. All of these provide advantageous conditions to form calamitous gravity geomorphy, which has happened and caused economic losses including breakdown, slide and river bank caving. A lot of facts demonstrate that the calamitous gravity geomorphy is formed by natural factors and the short-term behaviour in human activities. It's essential to focus our attention on the study of the calamitous gravity geomorphy and take some necessary measures to prevent according to the local conditions.