

火山喷爆与太湖成因

沈自励

(苏州市地震局,江苏苏州 215002)

摘要:以详尽野外地质成果与实物证据首次发现湖内最新的地质事件——火山喷爆活动,并划定该事件的时代、地点,重新认识太湖地区、特别是自中生代以来的地质演变史、演变方式,勾划出太湖湖盆形成的前提条件、内在因果关系。其后采用了本地区第四系变化、考古成果、古脊椎动物化石记录与古籍记载等丰富资料证明该区实际存在的沉降现象、沉降速率、成湖过程与成湖时代。最后以详实资料阐述了太湖及其周边未来演变规律以供地方规划与发展经济所利用。

关键词:太湖成因;火山喷爆;岩浆房;遥感。

中图分类号: P58

文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2003)04-0441-04

作者简介: 沈自励(1938—),高级工程师,1962年毕业于北京地质学院矿产勘探系金属与非金属地质专业,主要从事地震地质工作与科研。E-mail: shenzl@china.com.

自“泻湖说”的太湖成因以来^[1],对太湖成因的探讨持续了近一个世纪。有的学者提出了太湖陨击成因^[2],然而解释微裂隙与变形纹并非唯陨击独解,它也可解释为火山喷爆所致,如若为陨击则关键是找到陨击残留物,很遗憾至今未见可以信赖的实物证据支持这种说法,笔者通过对太湖三山岛数年采样鉴定、野外地质调查工作,发现并确证火山口的存在;在三山岛存在喷爆角砾岩、原生二次喷发的凝灰角砾岩与弱熔结玻屑凝灰岩等,这些工作得到长期从事火山地质学研究的地质科学院火山地质与矿产研究中心首席科学家陶奎元教授^[3]的指导,并亲临太湖三山岛实地认证与薄片鉴定定名,其后开展综合研究、得以展布本成果。在此对陶奎元教授^[4]致以深切谢意。

1 三山岛及其附近湖区存在火山喷爆口证据综述

(1)石英晶粒中广泛发育的微裂隙与变形纹(图1)。在所采样品的石英晶粒中广泛发育,他人也曾有类似报道^[5]。石英晶粒的变形纹清晰而明显,纹理间距很小且平直而紧密,时而还发育2~3组变形

纹,况且从变形纹夹角频度优势看,并非一致,这种非一致性也反证了微裂隙和变形纹产生并非某单个宇宙力作用,更非所谓陨击或慧核爆炸而成,恰恰说明不同采样点由于与火山爆破口相对位置差异,得出不同数值而造成不一致性。(2)发现诸多喷爆凝灰岩和凝灰角砾岩:①凝灰岩野外产状。位于东泊小山青峰洞边,切割船山灰岩C_{3c},半成岩状态,当地地质队在地质填图时错定成堰桥组(P_{1y})泥岩;岩性:浅褐色、铁染、疏松、放大镜下具微孔;镜下鉴定为“弱熔结玻屑凝灰岩”,明显的弱熔结凝灰构造,具数量不多的岩屑,有一定塑性状态之褐色玻屑(浆屑)长条带透镜状,具清晰的脊状脱玻结构,有的内显流纹构造,见有具支叉撕裂状特征的浆屑,塑性玻屑均以一个大方向大致定向排列(图2)。可以肯定该

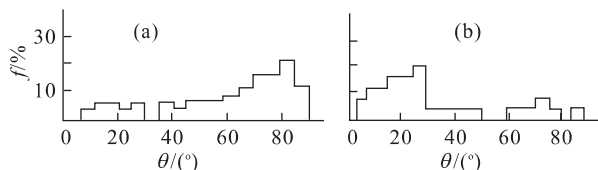


图1 石英变形纹极点与光轴夹角分布频度

Fig. 1 Distribution frequency histogram of angles between poles to deformation lamellae and c-axes of quartz
a. 太湖地区312组石英变形纹; b. 五通石英岩中石英颗粒中变形纹测定;横坐标为平面状构造极点与光轴夹角,纵坐标为出现频度值

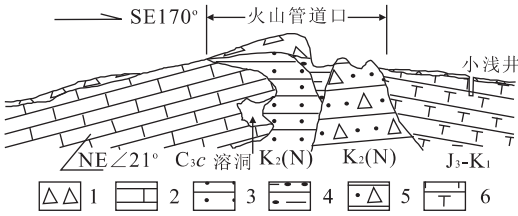


图 2 三山岛东泊地质剖面

Fig. 2 Geological section of Dongpo, Sanshandao

1. 喷爆角砾岩(地面滚石层); 2. 船山灰岩; 3. 凝灰岩; 4. 凝灰质粉砂岩; 5. 凝灰角砾岩; 6. 熔结凝灰岩

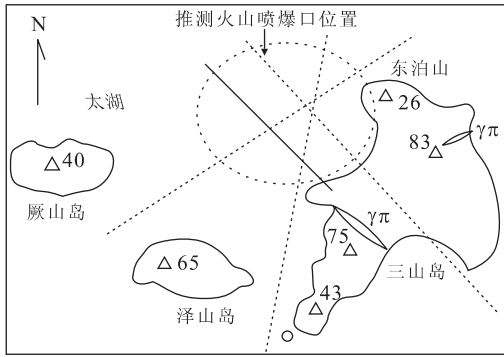


图 3 火山喷爆口位置

Fig. 3 Location of volcanic explosion-effusion

岩浆在上穿船山灰岩喷出稍具一定流动后沉积于基面,它所在位置指示了火山喷爆管道的存在,在以往地质调查时错认为 P_{1Y} 整合沉积于 C_{3c} 上,这一错误认识,致使疏漏了一个重大的地质事件。②凝灰质粉砂岩。野外观察具流纹构造,粉砂状碎屑结构;镜下:矿物成份为鳞片状白云母、粉砂级石英及更细碎屑物,玻屑为棱角状—凹面角状,内部呈隐晶—霏细状,有星点状五彩缤纷的干涉色(小的绢云母所致),与凝灰岩为渐变过渡关系(图 2),镜下的结构反映了成生时岩浆爆炸过程。③凝灰角砾岩(图 2)。与二边岩石界线骤变,从其角砾与胶结物均已高岭土化、绢云母化与泥化来看,反映了强烈的水热蚀变作用,取其角砾作镜下鉴定定名也为蚀变凝灰岩,岩石已泥化、绢云母化,显示变余凝灰结构,碎屑组份呈明显的棱角状,岩屑具流动构造,玻屑呈凹面棱角状或拉长塑状及塑状碎屑物。其结构与碎屑物状态都说明了第一次成凝灰岩后岩浆经过了又一次火山爆炸炸裂的过程。根据其蚀变状态判断该岩为二次蒸气爆炸而成。该岩与下述岩体野外成穿插接触。④熔结凝灰岩。在剖面中它应属于区域主火山期 J_3-K_1g 的早期熔结凝灰岩(图 2)。(3)特别值得提出的是:

岛内广泛分布了火山喷发的岩屑、角砾、集块、浮岩及各种形态的火山弹,它的分布几乎遍及全岛,在相邻的泽山、蕨山二岛也可见,喷发物抛洒的范围相当大,可见该次喷爆威力非同一般。这些物体分布范围下至湖滨,上至大山山顶,颗粒大小形态各异,小至数毫米,大至小山体,可称为堆积如山,对其表面观察可知角砾成分较复杂但都已基本被硅化,主要角砾原状成分应为灰岩、硅质岩、砂岩及凝灰岩,胶结物为凝灰质熔岩,角砾边缘明显有熔蚀现象,角砾形态具浑圆状—棱角状不等。在有些块体中还略具似层理现象,经镜下鉴定:角砾成分少量的明显是流纹岩但大多已硅化,成硅化岩,其中一部分碎屑石英由中心向四周成放射状的球粒或脱玻化的玻屑,气孔状砂质岩镜下定名为硅化凝灰岩,呈蜂窝状,纤维状气孔,浮岩为密集圆形气孔,状如炉渣,镜下可见到残留的塑状玻屑。在该类角砾岩中有相当部分为混圆角砾,观其特征显示为白垩系上统浦口组砾岩的特征,在太湖底的基岩中于更新世硬质粘土层下、基岩 P_2^2-T 之上广泛分布了一层厚度为 4.5~160 m 的 K_2p 浦口层砾岩,当火山喷爆时,通过岩浆火山作用抛落于地面,致使原沉积砾岩含有浑圆状角砾与似层状特征。

整个西太湖岩盆均为火山岩,其时代原定为 J_3 ,据当地地质队反映,在太湖西岸宜兴岢亭南阳山有此类似现象,但位于太湖中心的大、小雷山岛是确凿的火山喷发岛屿。如果确凿,火山喷爆分布范围大致与湖区相当。

2 火山岩喷爆的时代与地点

2.1 喷爆时代

(1)凝灰岩尚处于半成岩状态;(2)该次喷爆的火山岩切割了 J_3-K_1g 火山凝灰岩(图 2);(3)喷出物中包裹有浦口层砾岩(K_2p)特别具有标志的层位特征。由此可见,该次喷发时代的下限应定在白垩纪末。

2.2 火山口位置

(1)图 2 剖面显示了火山管道位置;(2)各类喷出物抛洒的范围及地点;(3)三山岛内各山和相邻泽山、蕨山两岛之间可能存在的放射状构造(图 3)以及三山岛内岩墙岩脉展布的交汇点;(4)据当地地质队技术负责人反映,在东山半岛施工钻孔时,深部曾见有隐爆角砾岩,其特征类似三山岛广泛分布抛出物的岩石(东山半岛在三山岛东侧)。据此 4 点推测

喷爆口应在图3所标的位置。

3 存在喷爆的地质前提条件

笔者在对美国陆地卫星 MSS 和 TM 卫片数据处理过程中,卫片上清晰显示出本区存在“环形构造”^[6],解释“环形构造”可以在 HQ-13 剖面上得到答案。

HQ-13 线是一条地学断面,始于马鞍山(安徽)至奉贤,北西—南东向,为全球 170 条断面之一,而正当剖面切入环形构造的区段内,深部岩石圈与软流圈之间的过渡带、相当 900~1 000 °C 的温度线上抬 50 km^[7],在—150 km 深部的这一异常范围与“环形”图像跨越的起始点基本一致,这种一致性足可解释卫片上的“环形构造”是深部地质结构变异的反映。如若以“陨击”说,则是无法解释的。HQ-13 剖面还揭示在该变异区段中有一透镜状块体(高 25 km,宽 25~45 km),层速度小于 5.7 km/s,层密度仅 2.7 g/cm³,具半熔融状态,应该解释为一地幔柱(地幔垫、岩浆房)^[8]。另据华东石油地质局地质研究所总工张永鸿同志主持的《岩石圈结构构造及油气资源评价》项目报告,太湖及其附近大地热流分布数值为 62 mW/m²,结论同样认为是近期地幔上隆区,与花岗岩带分布一致。

上述结论的一致性,足以解释卫片上环形构造的成因,揭示了研究区自燕山期以来的上隆与新生代的火山活动成生的因果关系。说明上述火山活动是其深部岩浆活动的结果。

4 太湖及其周边大小诸湖应为同源同因的火山喷爆而成的地面沉降湖

上述中生代末(或许是新生代初)的岩浆火山活动一定会降低太湖及其周边的地下热压与容重,产生负压,其结果带来该地区新生代缓慢的沉降,这是顺理成章的事。太湖湖底广泛分布的下蜀土层 Q_3^{2-3} (距今 1.1 万 a 左右)与陆地下蜀土层产生明显落差即可证明湖区实际存在的沉降,太湖湖径为 68.5 km×34 km,其大小与上述深部半熔融状透镜体相当,应该认为有因果关系。从太湖周边湖下至今尚存完好的古文物以及湖底下蜀土层完整而未有扰动,足以说明湖盆的形成是渐变的,并非某些学者所云为

陨击或慧核爆炸瞬时作用的突然灾变。

4.1 从湖底的沉积层推测成湖时代

整个苏南地区浅表第四系存在一层灰绿色条带含铁锰硬质粘土层,作为划定时代的标志层,即称下蜀土,从施工湖内西山大桥 T_g 5 个占孔资料中,目前该层的埋深与周围陆地相差较大,已降落至吴松标高—6.59 m 深处,这只能说明湖盆的沉降于全新世距今 12 000 a 之后才发生。据计算 Q_d 沉降速率为 0.625 0 mm/a。

4.2 从湖底考古成果推测成湖时代

1985 年春,在三山岛发现旧石器时期大量制品 5 263 件,并在该岛发掘出大量晚更新世的哺乳动物化石,涉及动物种群 5 目 18 种,生存环境仅限于小小三山岛 2 km² 范围是不可能的,必有一个广阔的陆地环境,可见目前的湖面在当时是陆地,这种现象并不限于在三山岛周边的湖面,应属太湖的极大部分。因为太湖底面相当平坦,平均坡度为 0°0′19.66″,72.3% 的面积水深才 1.5~2.5 m,5.6% 的水深小于 1 m,大于 2.5 m 深的仅占 8.4%,因此三山岛周边湖面当时为陆地的状态与整个湖区也是大同小异。同样也得出太湖雏形形成时代的下限应在全新世约距今 12 000 a 之后,至今太湖内及周边已有数百起考古发现,综观认为:太湖的成形并非一步到位,是逐级沉降与水患综合作用而成,这反映了地壳的升降振荡运动与气候变化。最终形成目前太湖之状乃至产生周边湖泊约在北宋之后,根据是:①在太湖之东南西北湖面下发现很多古迹:宋朝以前的村落、街坊、桥梁、古井、墓地及文物;②古书记载“澄湖是在北宋大观元年至南宋乾道六年,这 63 年中形成的”,根据苏州博物馆高级工程师丁金龙同志对独墅湖考古发现的研究,同样也得出独墅湖只是北宋开始陷落成湖,结论是一致的。说明北宋之后地面迅速沉降,据测试沉降速率在 0.5 mm/a 左右。据记载,历史上太湖湖面最大时段为明末,接近 3 000 km²。

据江苏省地震局 10 a 大地形变测量结果,太湖地壳近代出现回返,这从地球均衡原理角度不难理解,当岩浆喷爆后大大减少了基底的容重,经过相对短暂地表沉降之后由于地球均衡原理地壳必然上抬,现时太湖面积为 2 427.8 km²,小于明末的 3 000 km²,以苏锡断裂为界地壳重又呈现继承性西升东降格局,太湖目前正以每年 1 mm 回返,相反该断裂北东侧排除地下水开采因素之后,地壳目前逐年沉降,在卫片上已反映出苏州北面的黄埭—北桥—渭塘和张桥—

查桥 2 个旋转构造,也正是 2 个旋转构造中心历年夏雨季节积水成塘,地面严重沉降,出现 2 个沉降中心,这种趋势是否预示着这 2 个地区是潜在成湖区?值得警惕。

根据上述内容,笔者认为在当前提倡的旅游经济中可以开展对太湖的湖下考察,寻找并考察古文明湖下遗址,这对增添当地的旅游项目和发展旅游经济有一定的推动作用。对其北东侧 2 个目前正在急速沉降的中心也不能小视,在对该区规划时应采取相应对策,以防后患。

参考文献:

[1] 丁文江,汪胡桢.太湖之构成与退化[J].水利月刊,1936,6:10—15.
DING W J, WANG H Z. Constitution and degeneration of Taihu Lake [J]. Monthly of Water Conservancy, 1936, 6: 10—15.

[2] Wang E K. Discovery of shock metamorphic quartz at Taihu Lake Zeshan island and implication [J]. Chinese Science Bulletin, 1994, 39(5): 419—423.

[3] 陶奎元,沈自励.太湖苏州三山岛旅游资源议论[J].火山地质与矿产,1996,17(3—4):103—106.
TAO K Y, SHEN Z L. Tourist culture and its scientific significance of Suzhou Sanshan island in Taihu Lake [J]. Volcanology & Mineral Resources, 1996, 17(3—4): 103—106.

[4] 陶奎元.火山岩相构造学[M].南京:江苏科学技术出版社,1994.
TAO K Y. Volcanology: lithography and structures [M]. Nanjing: Jiangsu Science & Technology Publishing House, 1994.

[5] 何永年,徐道一,沈自励,等.太湖地区石英晶粒的冲击变形特征[J].科学通报,1990,(15):847—851.
HE Y N, XU D Y, SHEN Z L, et al. Preliminary study of the origin of Taihu Lake; inference from shock deformation features in quartz [J]. Chinese Science Bulletin, 1990, (15): 847—851.

[6] 苏州市地震办公室.苏州新生地震断层遥感地质研究最终报告[R],1993.
Earthquake Office of Suzhou. Final report of Suzhou's newborn seismic fault and geologic remote sensing research [R], 1993.

[7] 沈自励.太湖及其下部地质构造特征[J].地震学刊,1993,(4):40—46.
SHEN Z L. Taihu Lake and its tectonic characteristics [J]. Journal of Seismology, 1993, (4): 40—46.

[8] 朱志远.常州—昆山 A 型俯冲带的厘定及其地质意义[J].江苏省地质科技情报,1992,4:8—12.
ZHU Z Y. Confirmation and geological significances of an A-type subduction zone in Changzhou-Kunshan [J]. Jiangsu Intelligence of Geologic Science and Technology, 1992, 4: 8—12.

Volcanic Explosion-Effusion and Formation of Taihu Lake

SHEN Zi-li

(Suzhou Earthquake Bureau, Suzhou 215002, China)

Abstract: By showing exhaustive geological results and practical evidence, this article discovers the latest geological event in the lake for the first time—volcanic extrusion and explosion activity, and determines its date and location. The above-mentioned demonstration and the geological information accumulated by the writer for several decades will make it possible to re-understand the evolvement history and manner of the Taihu Lake area, especially after Mesozoic Era, and outline the pre-conditions and intrinsic causes for the lake-basin formation. The Quaternary system changes, archaeological achievements, fossil record of ancient spinal animals and recording on ancient books concerning this area all indicate that the lake actually experienced sinking phenomenon, sinking rate and lake formation. In the end, the author, by providing exhaustive information, expounds the future evolvement law of the Taihu Lake and its adjacent area for planning and developing of the local economy.

Key words: genesis of Taihu Lake; volcanic explosion-effusion; magma chamber; remote sensing.