

徐霞客对火山地热考察及其意义

——述评徐霞客在地学上的第三大贡献

陶奎元^①

(南京地质矿产研究所, 南京 210016)

摘要 明代徐霞客于 1639 年对云南省腾冲火山地热作了详细的考察与记录。正确地确定了腾冲火山(群)环状展布格架和总体南北走向的趋势。访问记录了打鹰山 1609 年火山爆发(极可能为蒸气岩浆爆发)景观和爆发前后生态环境变化与灾害事件。观察、采集与描述火山岩—浮岩。对腾冲火山考察记录为研究腾冲火山活动史留下最早的详细的文字记录。开辟了我国古代火山学与火山环境地学的研究领域。徐霞客对腾冲—丽江一带的地热作了更为广泛的考察:详细、形象地描述硫磺塘村水热爆炸坑中沸泉喷出水气的宏伟的景观;采用了具有地热分类意义的术语—沸泉、温泉,描述水温与喷溢方式;发现与描述了喷气孔,详细记述喷气孔的结构与形态,提出喷发机、热源来自地下的观点;描述泉华的成分与泉华堆积的形态(石芝菌);记述民间利用地热的情况和养硝酿硝的工艺过程。凡此,对火山与地热考察内容几乎涵盖了现代地质学对火山与地热野外考察研究的主要内容,可谓一次超越时代的科学考察,体现了求实性描述自然的方向和朴素的唯物主义思想。《游记》中关于火山地热内容成为重要的科学文献,不仅具有历史意义,而且对腾冲火山的研究、地热的开发利用、特色旅游事业的发展均具有科学价值和现实意义。为此,作者提出徐霞客对火山地热的考察是继岩溶和水系源流之后,在地学上第三大贡献。

关键词: 火山 地热 贡献 考察 徐霞客 云南腾冲

徐霞客是我国明代旅行家、地理学家、地质学家与游记散文家,被誉为千古奇人。本世纪 20 年代,我国地质界前辈丁文江首创以现代地学观点,对徐霞客游记作了系统研究,并编辑出版了《徐霞客游记》、徐霞客年谱并作序。尔后,竺可桢、侯仁之、任美锷等对徐霞客在地理学上的贡献作出开拓性研究与评述^[1]。英国李约瑟(1900—1954)于 1954 年发表《中国科学技术史》一书中称“徐霞客为早期卓越的旅行家,毕生精力从事于考察当时实际上还不十分了解的中国西部和西南部广大地区。他最伟大的发现是西江与长江的真上源地”。……又称“徐霞客游记并不像十七世纪学者所写的东西,倒象是二十世纪学者所写的野外考察记录”^[2]。各界人士对徐霞客游记经长期研究与积累,已形成一个由自然科学与社会科学多门类学科交叉的边缘学科——徐学。徐霞客对石灰岩地区岩溶与洞穴学;对水系源流与河流侵

^① 作者介绍:陶奎元,男,1934 年生,南京地质矿产研究所,研究员,中国地质科学院火山地质矿产研究中心首席科学家、博士生导师,江苏省徐霞客研究会常务理事。著作颇丰,主要专著有《火山岩相构造学》、《火山岩》等。

蚀作用已发表研究文献约有 50 余篇,可谓徐霞客在地质学上二大贡献。徐霞客游记中涉及火山与地热的考察集中在滇游日记八、九、十。在已发表研究徐霞客游记与地学的文献中,论述徐霞客游记与火山地热研究仅有三篇^[3],在综述性文献虽有所涉及,但相对岩溶与山川地貌的研究是一个薄弱之点。笔者受江苏省徐霞客研究会之托,研究与撰写徐霞客游记与火山地热,为此详读滇游日记及有关文献,对照腾冲火山地热的地质,感受颇深。今撰写此文,提出徐霞客对火山地热的考察是其在地质学上的第三大贡献。供徐学研究探讨。

徐霞客于崇贞 12 年(1639 年)由广西进入云南,以大理鸡足山经永昌到达腾冲考察。此次考察值得指出的背景有三点:1. 徐霞客 1639 年到达腾冲之前,已对华东、华北与华南东部广大地区作了考察。这些地区在地质学上属于地质作用相对稳定的地块,对该区发育的石灰岩、花岗岩、变质岩乃至古老的流纹岩所形成的各类峰林自然景观作了详细的考察与描述。当进入滇西腾冲地区,由于欧亚板块与印度板块碰撞导致山脉强烈隆升,这一地质作用给大自然造就了不同于华东、华北地学景观。滇西腾冲地区位于澜沧江、怒江、高黎贡山以西,真可谓高山峻岭连绵不断,深切峡谷南延,火山成群分布,地热活动强烈显示,这都给徐霞客腾冲之行展现了考察自然、研究自然的新领域。2. 徐霞客考察腾冲时,是年五十四岁,自二十二岁开始考察游行,已经历 32 年的考察生涯,对宏观地理方位的确定,考察路线设置,自然现象的描述,区域地学景观的类比,文献阅读、调查访问与实地观察研究相结合方法等已积累了丰富的经验,可以说当年的徐霞客已成为一名成熟的野外考察旅行家。从《游记》全文看,也由单纯自然景观的描述转向景观描述和成因分析结合,而更赋予科学的意义。3. 滇西为我国边陲是壮、布衣、仡佬、彝、纳西、白、回、傣、德昂、傈僳等 10 余个少数民族聚居地区,当时经济不发达。考察过程中相对于华东、华北地区,在行、居、食和语言交流更面临困难,横越怒江峡谷,攀登高山峻岭,风餐露宿、雨淋霜寒,乃至被盗绝粮。《游记》所述“其上甚削,半里之后,土削不能受足,以指攀草根而登。已而草根亦不能受指,幸而及石,然石亦不坚,践之辄陨,攀之亦陨,间得一少粘者,绷足挂指,如平贴于壁,不容移一步,欲上既无援,欲下亦无地,生平所历危境,无逾于此”。(徐霞客游记 P. 990)。可以说,徐霞客对腾冲火山与地热成功的考察是经历艰难,冒着生命危险所得,也应该说徐霞客的为人处事,包括与当地各界人士的交往中得到少数民族的友好援助有关。

徐霞客考察腾冲后,崇贞 13 年(1640 年)八月返回鸡足山时得病,由纳西族木土司派人以滑竿送行经湖南黄冈乘船返回故里江阴。病中将腾冲所采岩石样本置床边观摩,“既不能肃客、帷置怪石于榻前,摩挲相对,不问家事”(陈函辉作墓志)。返乡半年后,即崇贞 14 年(1641 年)正月徐霞客于世长辞。所以说,徐霞客对腾冲火山地热的考察是其晚年最后一次成功的、超越时代的科学考察。

1 腾冲火山的考察与贡献

云南省腾冲与黑龙江省五大连池,吉林省长白山并列为我国大陆上三座具有历史记载的著名火山。腾冲位于云南省西南部,高黎贡山之西,地质位置上处于亚欧板块与印度板块碰撞的边界带。徐霞客在滇西考察过程中,据“言其灵异”、“故先谋之”,于崇贞十二年(1639 年)四月对腾冲火山进行的实地观察、民间查访和实物标本采集,可谓一次全面的科学考察。

1.1 确定火山分布格架,描述火山形态

徐霞客以腾冲为中心,“四望山势回环,先按方位而定”,对周围山势作了宏观的观察。

“余初望腾越中坞,东为球埤、矣比,西为宝峰、毗庐,南为来风、罗山,北为千峨、飞凤。西北则崑崙最耸,而龙潭、清海之水溢焉”(徐霞客游记 P1002.)。“当城之正东而顶平者为球埤山,乱箭哨之来道愈其南脊;当城之正西而尖耸者,为擂鼓山;南为龙光台,为缅管道,为水口西夹;直北者,为上千峨山,乱箭哨之脉,从之东度南起,去城北二十里;直南者为来凤山,州治之脉……此州四面之山也。”(徐霞客游记 P968—969)。上述记载对照现代地形图、火山分布图,可见其明确地表述了以腾冲盆地为中心,各火山呈“山势回环”、“回龙顾祖”的环状展布的格架,指出了各火山相对位置和山脉总体呈近南北向走势^[4,5,6]。(图 1,表 1)

表 1 腾冲附近古今山名对照表(现代山名采用张忠胤地貌图)

Table 1 The different names for the mountains in the
past and the present in Tengchong, Yunnan

《游记》 中山名	球埤山 罗生山	来风山	擂鼓山 龙光岩	马鞍山	上千峨山	打鹰山	崑崙山
现代山名 (火山名)	高山玉壁坡 火山(群)	来风山 火山	龟坡火山 黑龙江火山	马鞍山火山	小马鞍 山火山	打鹰山 火山	龙耸山
与腾冲相 对方位	正东	南	西	西南	北	西北	西北

《游记》中对各火山形态使用了“顶平者”(球埤山)、“独耸”(崑崙山)、“状如马鞍”(马鞍山)、“半山复环一壑”、“中藏圆坞”、“层起又冠”(打鹰山)等词语形象地表达了火山锥、火山盾的形态特征。《游记》对打鹰山火山形态描述更为典型。“两峰坳处,正其环窝处,前蹲一峰当窝中,其脉复自东北峰降而中度,宛如一珠之托盘中,其前复起两小阜,如两乳之列于胸。……故两乳之前,左右俱有洼中坳…”(徐霞客游记 P. 977),这是徐霞客从东南方向观察打鹰山半环状火山锥形态,缘于其东南方向发育火山爆发产物的溢出口(图 2—左)。“中坳”、“窝”、“托盘”皆指火山口,而“两小阜”、“二乳”则指火山口先后两次爆发残留的锥体(图 2—左)。徐霞客在围绕打鹰山观察中,又从西北方位观察,描述为:“穹起打鹰之顶,自北望之,不见双峰如鞍,祇觉层起如冠”(徐霞客游记 P. 978)。这是由北遥望打鹰山层状火山岩叠置而呈冠状火山锥(图 2—右)。从现代腾冲彩色卫星照片所显示近期保存完整和早期保存不甚完整的火山锥、火口的形态看^[7],徐霞客所描述的火山及其形态是正确的。

1.2 访问记录腾冲火山最晚一次火山爆发与灾变

徐霞客在宏观考察各山体之后,为求其奇异之原因,作了民间访问,记述为:“土人言:「三十年前,其上皆大木巨竹,蒙蔽无隙,中有龙潭四,深莫能测,足声至则涌波而起,人莫敢近,后有牧羊者,一雷而震毙羊五六百及牧者数人,连日夜火,大树深篁^①,燎无子遗,而潭亦成陆,今山下有出水之穴,俱山根分逗云。」”(徐霞客游记 P. 977)。这一言简意赅的记载说明:(1). 1609 年打鹰山曾发生火山爆发,为腾冲火山活动史留下最晚一次火山事件的文字记录,由此记录可将打鹰山列为一座休眠火山。^②;(2). 从记述情况和腾冲火山地热特点来

① 篁(Huang):泛指竹。
② 现停止活动,但在人类史上曾有喷发活动的火山称休眠火山,并常有温泉喷气孔或喷气等活动。人类历史上完全没有活动记录及活动迹象的火山称死火山

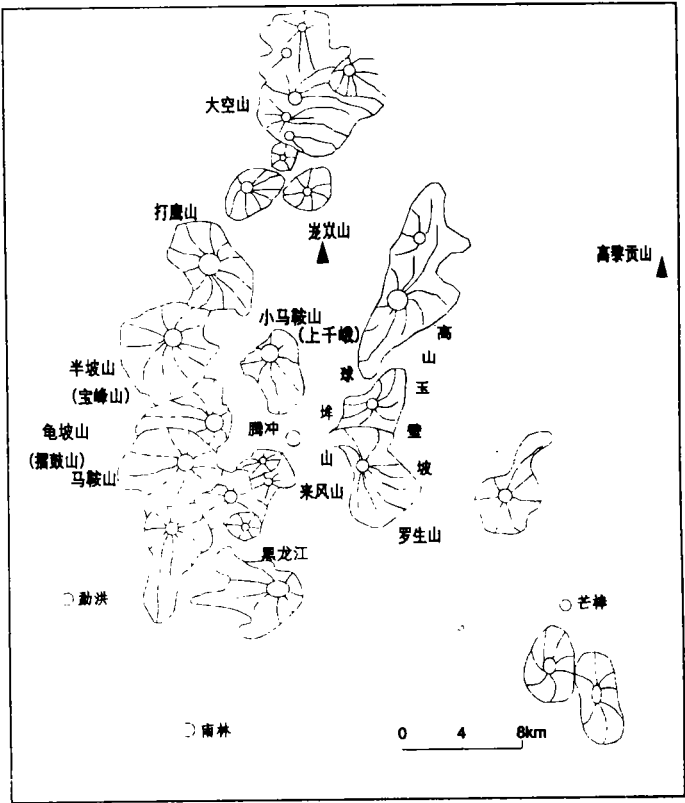


图 1 腾冲火山分布图(据刘全令等图件绘编)
Fig. 1 Distribution of volcanos in Tengchong, Yunnan

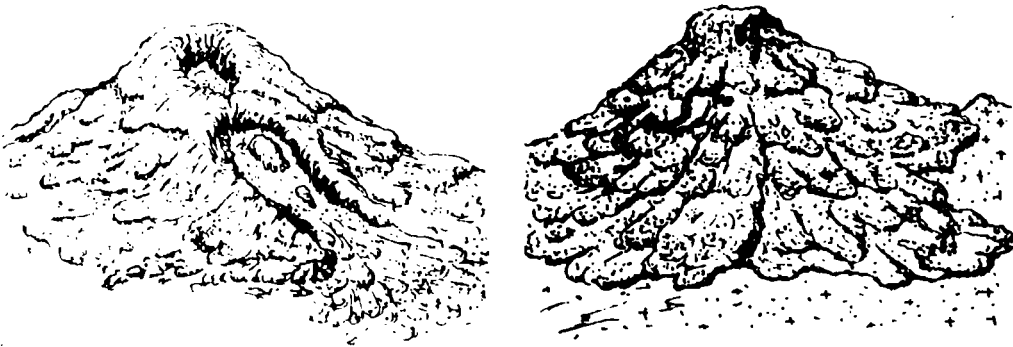


图 2 打鹰山火山形态素描图(魏乃颐据刘全令等描绘)
Fig. 2 A sketch showing volcanic morphology in Dayingshan
图左为东南方向望打鹰山形态—“前复起两小阜”;
图右为由西北方向望打鹰山形态—“不见双峰如鞍、层起又冠”

看,此次火山爆发没有熔岩流,而应为蒸气岩浆爆发。它是由于炽热的岩浆与冷的地下水(或地表水)相互作用所引起的一种火山爆发^[8]。(3). 记录了火山爆发前后当地的地形和生态环境的变化。“龙潭”为早期火口洼地,由于积水而成火口湖;“勇波起”标志了火口湖底部有热异常,为火山爆发的前兆;“夜火”实际上是含有细火山碎屑物(包括浮岩碎块)的红色高温火山气体。火山爆发前竹木茂密,植被发育,可见距打鹰山前期火山爆发(同位素年令测定约7100 万年)已相当久远。火山爆发后“而潭亦成陆”,“今诸洼虽中坳而不受滴水、东洼之上依石为窖^①有潏^②者水一方”、“水从山根分逗云”(徐霞客游记 P977),则记录了火山爆发后火口湖已消失,岩石裸露,少量的地下水从火山锥底座不整合面岩石裂隙中流出。(4). 记录火山爆发与灾害的关系。从现代火山爆发的灾害来看,含有二氧化碳、氟、硫等有毒的火山气体浓集于低洼处,导致羊群与人员死亡。这次火山爆发,徐霞客虽不是目击者,但记述是可信的。值得强调指出,这次火山爆发的记述在我国三座有历史记载的著名火山中,是最早的一次文字记录。清嘉庆年间西清所著《黑龙江外传》15 页记有康熙五十八年(1719 年)五大连池火山爆发;清康熙吴振臣所著《宁古塔记略》所述康熙五十九年(1720 年)五大连池火烧山火山喷发现象^③。所以,徐霞客对腾冲打鹰山火山爆发记载比西清对五大连池火烧山的爆发的记载约要早 80 年。

1.3 直接观察、描述、采集火山爆发的产物——火山岩

徐霞客访问调查中得知 30 年前打鹰山异常灾变,随之,登上打鹰山观察所出露的岩石。《游记》记述为:“山顶之石,色赭赤而质轻浮,状如蜂房,为浮沫结成者,虽大至合抱,而两指可携,然其质甚坚,真坳灰之余也”。(徐霞客游记 P977)。依次描述岩石的颜色、结构(蜂房、沫泡)块体大小、比重、硬度,这无疑是打鹰山火山爆发的产物,即现代岩石学上称为浮岩,包括浮岩块或浮岩状火山弹。浮岩的发现为查访所知打鹰山火山爆发提供重要的证据。徐霞客对半箇山岩石记述为:“其崖皆堆云骈瓣,崿岬嵌空,或下陷上连,或旁侧裂隙,人从其上行,热气从下出,皆迸削之余骨,崩坠之剥肤也;所云‘半个’之称,岂以此耶?”(徐霞客游记 P1009)。这多么形象地描绘了火口周围由于火山爆发和崩塌作用造成巨大的岩块,呈“崖”、“瓣”,显“嵌空”,多“裂隙”,未经固结成致密的岩层的外貌,而理解为“半个”。同时,也指出火山口周围仍有热蒸气从裂隙中冒出,暗示了火山活动与地热蒸气之间的关系。

2 地热考察与贡献

徐霞客对大自然另一种奇特现象——地热,观之奇特而倍受重视。地热是地球内部热能通过地下热水、热气循环对流或通过岩石热传导,在地壳浅部储集,常以热泉等形式显露于地表面的一种热能。腾冲—盈江是我国著名藏滇地热异常带的南延部分,区内各种温、热泉广布,温度一般在 60℃ 以上,总流量为 1104 升/秒,总发热量 3.75 万千卡/秒,平均热流值高达 7.9HFU,为云南省之冠。腾冲热海的钻孔井深 13 米时,温度达 145℃,喷出气柱高度达 36 米。^[11]徐霞客对这一地区的地热考察成果归纳为以下五点:

2.1 形象、正确描述地热景观

① 窖 dàn,坎中之小坎,深坑,又泛指洞穴。

② 潏 zhū,蓄积,水停聚。

③ 季绍新、吕宗文,天下称奇的五大连池天然火山博物馆(待刊)。

徐霞客于崇贞十二年(1639 年)五月初七,冒风雨、踏“田塍滑溢之路”抵达硫磺塘村(即腾冲热海的中心区),记述为“遥望峡中蒸腾之气,东西数处,郁然勃起,如浓烟卷雾,东濒大溪,两贯山峡。先趋其近烟雾独大者,则一池大四五亩,中洼如釜,水贮于中,止及其半,其色浑白,从下沸腾,作滚涌之状,而势更厉,沸泡大如弹丸,百枚齐跃而有声,其中高且尺余,亦异观也,时雨势亦甚大,持伞观其上,不敢以身试也。”(徐霞客游记 P1008—1009)。这一段既富有散文韵味又赋于科学含义的文字,给人们展现了硫磺塘村地热蒸气与热水喷发奇异的景观。据这一描述,其景观绘制成图(图 3),与现代地热景观相似。《游记》所述这一壮观与美国阿拉斯加半岛被称为“万烟谷”的地热蒸气喷发景观相类似。“万烟谷”形成于 1912 后,1916 年被鲁拉格斯(R. F. Fruqq)所发现^[10]。由“东濒大溪”可推断当年徐霞客是沿澡塘河,经忠孝寺到达硫磺塘村(图 3)。所述硫磺塘村热水蒸气喷发景观与现在地热活动状况相吻合。据洼地中有池水,并从下沸腾这一特点应为一沸水塘,属于水热爆炸而成的坑。这相当于我国西藏羊八井 1975 年 11 月发生的水热爆炸形成的沸水塘,也与 1951 年 3 月美国加州大湖热城水热爆炸的特点、成因相类同。

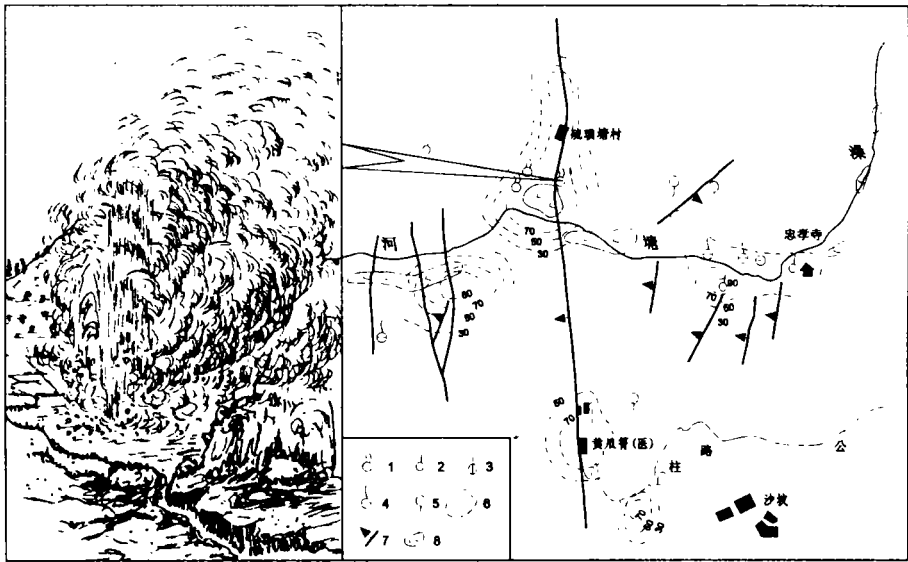


图 3 腾冲热海(硫磺塘村、忠孝寺、黄瓜箐)地热泉分布图^[12]与喷发景观

Fig. 3 Distribution and eruption of hot springs in hot sea Tengchong

(据“云南地热地质工作概况”一文文件简编),左图是据《游记》记载硫磺塘村沸泉喷发状态绘制(魏乃颐)

- 1—高压热或气泉;2—沸泉>90℃;3—热泉 60—90℃;4—温泉 30—60℃;
5—淡水下降泉;6—等温线 7—构造断裂;8—玄武岩露头

2.2 采用具有分类意义的术语,描述水温及喷发、溢出的特点

徐霞客对各种地热水作了广泛考察,并按其喷发的特点、水温的高低提出地热的分类(表 2)。

从表 2 列举所见,徐霞客按水的温度,水与气的相对量将地热泉分为沸泉与温泉,这与现代地热泉分类颇为一致,指出气沸泉中水与气出口处形态为穴、管、窖,而温泉则从“片石

中淙淙下注”,为裂隙水,还注意到温泉与地表流水的关系,冷泉、温泉共存与交流。

表 2 《徐霞客游记》中地热泉的分类和所描述的特点

Table 2 The classification and character of underground hot spring in 《Xu Xiake Travel Notes》

类型	地点	特 征	备注
	洱源九气台	四旁沸泉腾溢者九穴……,皆张吻吐沸,交流环溢于重湖之内……其水热不可以濯。	906 页
沸泉、沸 喷泉、温 度高于 当地沸 点,兼有 热蒸气	洱源热水洞	其水从洞底涌出如沸汤,人入洞门,为热气所蒸……	917 页
	腾冲硫磺塘	……蒸腾之气……郁然勃发,如浓烟雾……从下沸腾,作滚之状……沸泡大如弹丸,百枚齐跃而有声,其中高且尺余……喷若发机,声如吼虎……	1009 页
	腾冲瑞滇热水塘	泉孔随地而出,其大如管,喷窍而上,作鼓沸状,滔滔有声,跃起地面者二三寸,其热如沸……有从石窖中斜喷发者,其热尤甚……余畏其热不能下体……此冷泉南坡之热水也……,或出於砂也,或出於石。	988 页
	腾冲大洞村	崖下就石为池,而温泉汇也。其池与溪同峡,而水不关溪流也。崖石叠覆如累冪,其下濂环三面,成一小孔,可容一人坐浴……水从片石中淙淙下注,此温泉之源也。……水俱不甚热,正可着体	1012 页
温泉温度 大 于 20℃	腾冲猛连	其泉不热而温,流不急而平,一大石突畦间,水汇其旁,浅不成浴。	1003 页
	永平石洞村	八里,则温泉当平畴之中,前门后阁,西厢为官房,东厢为浴池在焉。池二方,各为一舍,南客北女;……其汤不热而温,不停而流,不深而浅,可卧浴也	945 页
	剑川罗大邑	每冬月则沸流如注,人争浴之,而春至则涸为污池焉。水止而不流,亦不热矣。	897 页
	金鸡村	村东有泉二池,出石穴中,一温一寒。居人引温者汇於街中为池,上覆以屋,又正屋三楹,池之南,庭中紫薇二大树甚艳,前有门,若公馆然。	1032 页

2.3 发现、描述喷气孔,提出“喷若发机”观点

徐霞客在硫磺塘村观察气沸泉景观之后,进而追索热水蒸气喷出的通道——喷气孔,并作详细的记述:“东北开一穴,如仰口而张其上颚,其中下管如喉,水与气从喷出,如有炉囊(tuò)鼓风煽焰於下,水一沸跃,一停伏,作呼吸状;跃出之势,风水交迫,喷若发机,声如吼虎,其高数尺,坠涧下流,犹热若探汤;或跃时,风从中卷,水辄旁射,揽人于数尺外,飞沫犹烁人面也,余欲俯窥喉中,为水所射,不得近。其龈颚之上,则硫磺染之。(徐霞客游记 P1009)”,“……平沙一围,中有孔数百,沸水丛跃,亦如数十人鼓煽于下者,似有人力引水……”(徐霞客游记 P. 1009.)。这不仅真实、具体描述了喷气孔形态、结构和周围的沉淀物(自然硫),而

且指出其呈呼吸状,一跃一停的间歇性喷发方式和喷若发机,沸水与地下的“鼓风吹火器”的煽动有关,暗示热源来自于地下。

2.4 描述泉华形态与成分

泉华是含有硅、钙、硫等成分的地热水和蒸汽喷出地壳时沉淀于喷溢出口处的化学堆积物。泉华堆积的形态有锥状、丘状、冢状、柱状和蘑菇状。“五丈有圆石三叠,如幢盖下垂,又如大芝菌而三级累之者;从其下复转南北,其中复穹然而宏声”。(徐霞客游记 P1016—1017)。“大芝菌”即为泉华堆积物的一种形态,描述极为形象(图 4 右)。由于热泉间歇性喷发,喷出水头高低的升降而导致钙质或硅质沉淀物或多或少,从而其形态上出现“三级”“三叠”。“大芝菌”顶部最终由于停止出水,矿物沉淀而封闭,然其内部仍保留有空洞,所以“穹然而有宏声”。徐霞客笔下的“大菌芝”经日晒雨淋、风化剥蚀而成为令人惊奇的石蘑菇(图 4—左)。

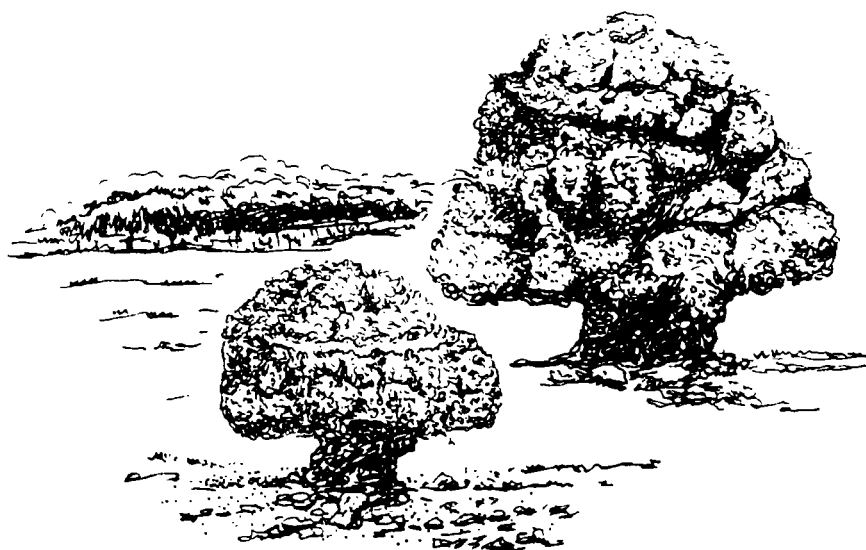


图 4 “大芝菌”——石蘑菇

Fig. 4 Stone mushroom

右上为《游记》所述“大芝菌”形态绘制,左下为如今腾冲尚保存的石蘑菇素描(魏乃颐描绘)

《游记》对泉华形态除描述“大菌芝”之外,还有“一柱中悬,大如覆钟,击之声宏宏”(徐霞客游记 P1016)、“平沙一围”(徐霞客游记 P1009),这皆指柱状、圆丘状泉华。硫磺塘村喷气孔记载中“其龈颚之上,则硫磺环染之”(徐霞客游记 P. 1009)乃为硫质泉华。游记所述“两崖石色有垂溜成白色,火烛之,以手摩之,石不润而燥,纹甚细而晶。土人言:“二月间石发润而纹愈皎茁,谓之‘开花’,洞名石花以此。”石花名颇佳,而志称芭蕉,不如方言妙也”(徐霞客游记 P1016)。“石花”也是一种盐华,它随季节水量变化而生长或消失。民间说其二月发润,而徐霞客于五月摸之干燥,这是合乎盐华的特点。现在囊宋丙温泉的彩石花,也成为一种景观,形如一朵朵,一簇簇彩色花朵,即名“石花”。

2.5 重视和记述民间对地热的利用

徐霞客在地热考察中,重视民间对地热的综合利用。《游记》中记录了沐浴、治病、烹饪和养硝磺等情况。(1)沐浴、治疗和烹饪。“人入洞门,为热气所蒸,无不浹汗,有疾者辄愈”(徐霞客游记 P917)。徐霞客本人在鸡足山温泉就浴,对治病有亲身体会。“余先以久涉瘴地,头面四肢俱发疹块,累累从肤理间,左耳左足,时时有蠕动状。半月前以为虱也,索之无有。至是知为风,而苦无药;兹汤池水深,俱煎以药草,乃久浸而熏蒸之,汗出如雨,此治风妙法,忽幸而值之,知疾有瘳机矣”(徐霞客游记 P1111—1112)。现代医学研究表明温泉的热和浮力、水静压力可以使人体的毛细血管扩张,促进血液循环和人体发汗,起到按摩、收敛、消肿止痛效果。温泉中硫化氢、二氧化碳、氦等气体和铁、锂、硼等元素和少量生物活性离子对人体有益。现在腾冲的硫磺塘、黄瓜箐温泉均建有疗养院,对治疗风湿性关节炎、坐骨神经痛有显著疗效。(2)利用地热烹饪,《游记》记载有九气台“就鼃口泉淪^①鸡卵为餐,味胜于汤煮者”。普陀热水洞“可糜肉”。(3)提取硫磺和硝,徐霞客在硫磺塘村见到喷气孔四周沉淀的硫质泉华,记述了民间提取硫磺和硝的方法,“……凿池引水,上复一小茅,中置桶养硝;想有磺之地即有硝也。“……有人将沙圆堆如覆釜,亦引小水四周之;虽有小气而沙不热。以伞柄戮入,深一、二尺,其中沙有磺色而亦无热气从戳孔出,此皆人之酿磺者”(徐霞客游记 P1009)。迄今,当地仍从热(气)泉中提硫和硝,每年可提硫 50—60 公斤。

综上所述,表明徐霞客为我国火山、地热科学考察之先驱,其游记涉及火山和地热的内容为我国古代火山与地热研究的重要文献。就此,仍可作如下总的评述。

1)《游记》记载说明徐霞客对火山和地热作了一次名副其实的科学考察。他对腾冲火山观察记录,包括了火山的方位、分布格架,火山活动产物(火山岩)、火山爆发与灾变;对地热观察记录则包括了热蒸气(水)喷发景观、喷发特点、喷气孔、热水塘、地热泉的类型、热泉的化学堆积物(泉华)成分与形态以及民间对地热的利用。凡此,几乎涵盖了现代地质学对火山与地热野外科学调查的基本内容。更为重要,由于他求实,求真,忠实地描述自然现象,才得以其记载与现代腾冲火山与地热基本情况相吻合。这足见《游记》在这方面内容的科学性。

2)《游记》涉及火山与地热的记载体现了徐霞客朴素的唯物主义思想。徐霞客于 1639 年考察腾冲,已历经长达 32 年广泛山川地理的考察,然而对在自然界奇特的现象——火山地热,是个陌生的领域。他以求新、求异的精神,敏锐的眼光,惊人的洞察力,深知其奇异之处,而作出合乎科学的记述。火山,英文名为 volcano,其原始含义为“火神”,古代世界各民族视火山喷发为天神之作,天神之怒。《目击者从书——火山》展示了一幅意大利那不勒斯地区的基督教徒,正试图以十字架及祈祷来阻止 1906 年维苏威火山的爆发。该书指出“自古以来,人们一直对地震、火山等大自然现象十分好奇。为了记录并解释这些壮观的奇景,神话因此产生。大部分神话是没有文字记录的,或直到近代才以文字型态记录下来。通过这些如诗般的语言和其中所含的宗教意义,我们可以试着推测当时所发生的事件和出事地点”(目击者从书——火山, P. 62)^[13]。然而 1639 年徐霞客关于腾冲火山记录中无任何鬼神宗教色彩,却使用了含有科学意义的术语名词,这只能说明徐霞客以朴素的唯物主义思想去观察自然,探求自然的奥秘。

3)《游记》涉及火山、地热的记述是我国古代有关火山、地热论述的重要文献。徐霞客对火山记述要比清代西清、吴振臣对黑龙江五大连池火烧山爆发的记述要早 80 年。我国几部

① 淪(ruè),烹煮之意。

代表性地理名著均未涉及或几乎未涉及火山与地热的记载。徐霞客对火山与地热观察之详细、记录之系统是前无古人的,确实“开辟了观察自然、描述自然的新方向”(任美镔)^[14]。

4)游记关于腾冲火山地热的记载对后人研究具有现实意义。当代腾冲火山成为研究的一个热点,被列火山地热现代成矿作用野外实验室^[15],其地热利用是我国继西藏羊八井地热田之后又一个可建发电站的地热能源,地热综合利用已引起了广泛重视。《游记》的记载为现代地学工作者提供有价值的资料。诸如:对1609年打鹰山火山爆发文字记录不仅完善了火山活动历史,证实腾冲火山群中有休眠火山,不全是死火山,而且对火山与灾害的关系、火山再次爆发的可能性的研究,提供了重要资料;359年前地热显示及沸泉、温泉的温度可以说明359年以来地热水温度的变化乃至地热异常的迁移;打鹰山火山爆发后,岩石裸露而现在该区土壤厚度均小于50公分,可指示该区地壳一直处于抬升与土壤发育乃至生态环境的变化等等。

5)《游记》孕育了腾冲火山地热自然景观的文化意义。徐霞客为历史名人,他在腾冲的艰险游历,与当地各阶层人士的交往和带有文学性、科学性的记载为腾冲自然景观增添了文化内涵,对腾冲成为我国重要自然与文化遗产,对发展腾冲旅游事业均有重要现实意义。

3 主要参考文献

- 1 侯仁之,徐霞客——石灰岩地貌考察的先驱.见:徐霞客研究,学苑出版社,1997:1—9
- 2 李约瑟.中国科学技术史.中译本第五卷.第一分册.北京:科学出版社,1976:61—63
- 3 薛仲良.徐霞客家集.北京:新华出版社,1995:227—264
- 4 张忠胤.云南腾冲的死火山.见:国立清华大学.科学报告.第三种,地质、地理、气象.1948,1(4)
- 5 潘凤英.《徐霞客游记》中的火山和地热资料.见:南京师范大学地理系编.南京:江苏教育出版社,1986:205—211
- 6 刘全令.云南腾冲新生代火山群.云南地质.1989,总7
- 7 地矿部《地质辞典》办公室.地质辞典(一)图版.1983,3
- 8 陶奎元.火山岩相构造学.南京:江苏科技出版社,1994,14—15
- 9 邱家骧,陶奎元,赵俊磊.火山岩.北京:地质出版社,1995,130
- 10 黄尚瑶,胡素敏,马兰.火山温泉地热能.北京:地质出版社,1986,32
- 11 姚六三,李庆仁,马文华.云南地热地质特征.云南地质,1983,2(1):53
- 12 云南省地质局第十二地质大队.腾冲地热地质工作概况.云南地质科技情况,1978,(1):13
- 13 苏娜,范.罗丝,《目击者丛书》.北京:生活、读者、新知三联书店出版,1995:61
- 14 任美镔.徐霞客游记(选择).见:中国古代地理名著选读.北京:科学出版社,1974:127
- 15 肖庆辉,贾跃明,刘树庄等.推进我国地质科学前沿研究的谋划.北京:地质出版社,1994:56

XU XIAKE'S INVESTIGATION OF VOLCANO-GEOTHERM AND ITS SIGNIFICANCE

—Great Contribution to Earth Science

Tao Kuiyuan

(IGMR, Nanjing 210016)

Abstract

The ring-like framework with the strike tending NS for Tengchong's volcanos is recognized by Xu Xiake during his investigation on volcano-geotherm in Yunnan in 1639. According to his visit to some people, he took notes on volcanic eruption and ecologic environment and catastrophe events of pre-post eruption occurred in 1609, which provided the early detail record of volcanic activities in Tengchong. What he had done opened up a new research subject—ancient volcanology and volcanic environment in China. Based on his vivid description of hot spring eruption and analytic relation between the temperature of water and eruption type, component and morphology of sinter, as well as how to use geotherm such as process of extracting sulphur and saltpetre from hot spring, he pointed out the mechanism of eruption and hot resources are originated from the underground. The investigation was involved so many aspects of modern volcano and geotherm knowledge that it can be considered as a scientific survey surpassed his era, which reflects realistic description of nature and native materialism.

Xu Xiake's description of volcano-geotherm is not only regarded with historical significance but also has up to date practical significance for studying volcano, exploring and using geotherm. For these reasons, the author considers that Xu Xiake's investigation on volcano and geotherm as the third contribution to earth science followed by survey of karst landform and water resources.

Key words volcano geotherm contribution investigation Tengchong Yunnan