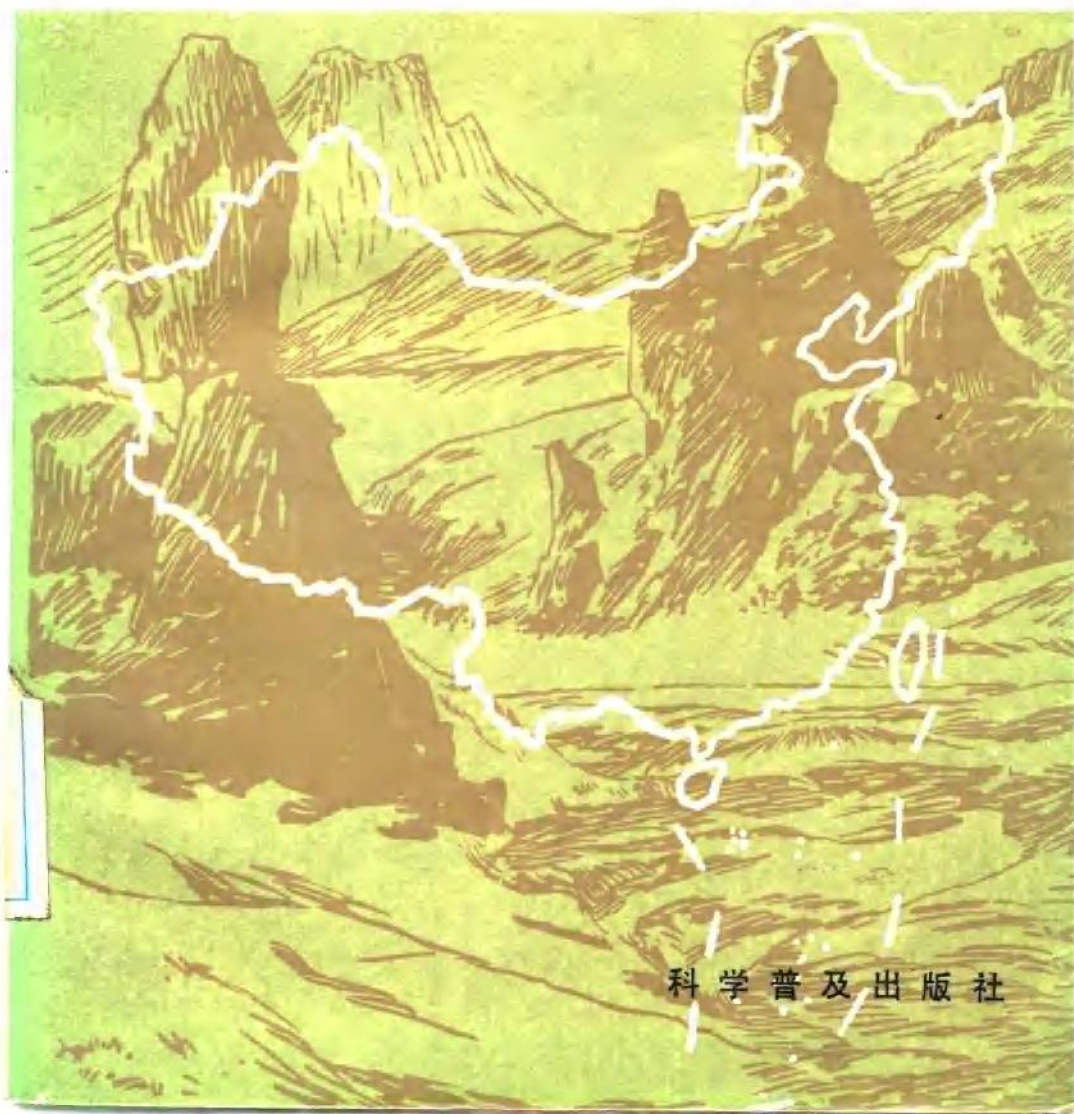


中国的火山、温泉 和地热资源

廖志杰 编著



科学普及出版社

44342



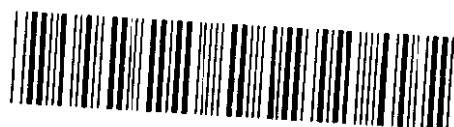
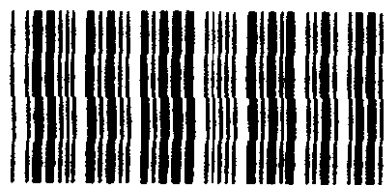
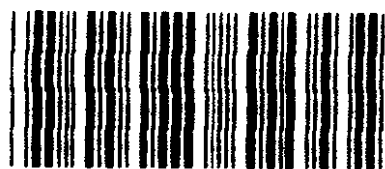
00276412

中国地理丛书

中国的火山、温泉和地热资源

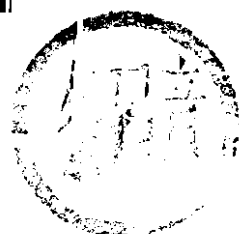
廖志杰 编著

5401/10



200304839

44342



科学普及出版社

内 容 提 要

本书是一本中级科普读物。它介绍了火山、温泉和地热的基本概念、基本知识和基本理论，并着重将我国的火山、温泉和地热资源的基本情况作了详细的阐述。内容丰富，取材新颖，概念明确，图文并茂，通俗易懂。可供一般干部阅读，也可作为大专院校有关师生和研究工作者的参考用书。

中国地理丛书
中国的火山、温泉和地热资源
廖志杰：编著
责任编辑：罗秀文

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

开本:850×1168毫米 1/32 印张:6.875 插页:1 字数:153千字

1990年8月第1版 1990年8月第1次印刷

印数:1—1110册 定价:4.70元

ISBN 7-110-00277-2/K·10

《中国地理丛书》编辑委员会

主 任：侯仁之

副主任：陈述彭 左大康 许力以

委 员：（按姓氏笔划排列）

王新善	龙宗英	刘 果	邬翊光	朱震达
陈吉余	陈桥驿	周立三	胡兆量	施雅风
黄锡畴	程 鸿	曾昭璇		

《中国地理丛书》出版说明

建国三十多年来,我国社会主义建设事业蓬勃发展,我们伟大祖国的面貌日新月异。在这片辽阔的土地上,不论是人烟稠密的东部平原地区,还是地旷人稀的西部高原山地;不论是郁郁葱葱的江南大地,还是沙漠广布的西北干旱地区;不论是开发利用自然资源、改造自然环境,还是发展工农业生产、改变不合理的生产布局等等,都已经发生了极其深刻的变化。广大的地理工作者,在十亿神州大地上,进行了大量的考察和研究,积累了许多资料。这一切使我国地理学的发展,进入了新的阶段,在理论上和实践上,都达到了新的水平。

在这样的有利条件下,组织编写出版《中国地理丛书》,把我们伟大祖国的锦绣河山和各种丰富的自然资源,特别是三十多年来我国人民艰苦奋斗,改造自然,进行社会主义建设所取得的成就,比较全面、系统地加以总结、宣传,对于向广大群众,特别是青年普及中国地理知识,激发他们的爱国热情,为社会主义现代化而奋斗,有着重要和积极的作用。同时,也将促进世界各国人民对我国的了解。

《中国地理丛书》是普及地理知识的中级读物,包括中国地理总论和人文地理、自然地理、省区地理以及地图集各类。其主要读者对象是具有中等文化水平的广大群众和干部。它既不同于一般性的地理知识读物,也不同于学术性研究著作和教材。因此本丛书注重于科学性和知识性,既要反映我国地大物博、资源丰富,又要反映我国人民利用这些资源进行社会主义建设所取得的伟大成就,以及地区经济开发中的潜力和前景;既要反映我国当代地理科学研究的广度和深度,又要反映我国地理学的优良传统、最新进展

和社会主义建设中的地理问题，具有时代的特色。在文字表述上亦力求做到深入浅出，流畅易懂，形式新颖。

在全国广大地理工作者、出版工作者的共同努力下，这套丛书得以陆续编写出版，是值得高兴的事。但是，由于参加丛书编写的作者很多，出版单位也很多，各方面的条件不平衡，再加上我们的工作做得还不够细致，这套丛书在内容和表述上，设计和印制上，都难免存在这样或那样的不足。我们诚恳地希望广大读者提出宝贵的意见和建议，以便再版发行时予以修正和提高。

我们谨向为本丛书的编写出版作出贡献、给予帮助的所有同志表示衷心的感谢。

《中国地理丛书》编委会

1984年1月

小 引

中国很少见到正在喷发的活火山，也没有像美国黄石公园那样的天然温泉公园。其实，在中国，火山并不少；温泉的数目更是多。如果你想了解什么是火山？中国何处有火山？中国温泉有多少？温度有多高？哪里最常见？什么是地热能？我国是否很好地利用了？那么，就请你读一读这本小册子吧！如果当你合上书页之时，你感到增添了一些必要的知识，这就算笔者没有白费心血了。

那么，从哪里开始呢？

就从中国稀有的火山纪录开始吧！

作者于北京大学

目 录

一、中国稀有的火山纪录·····	1
二、火山及其产物·····	6
(一) 从石龙岩和栗雨说起——火山的喷出物 ·····	6
(二) 熔岩洞穴 ·····	13
(三) 奇特的山形 ·····	17
(四) 岩浆的发生 ·····	23
三、岩石里面的学问·····	29
(一) 什么是火山岩 ·····	29
(二) 火山岩中的秘密 ·····	32
四、中国的火山·····	36
(一) 新生代以前的火山 ·····	36
(二) 地球上火山的分布 ·····	41
(三) “烽火连天”的中国 ·····	43
(四) “不平静”的年月 ·····	58
(五) 并非偶然的安排 ·····	66
五、火山揽胜·····	71
(一) 带水龙湾的龙岗火山群 ·····	71
(二) 沿着徐霞客的足迹探腾冲火山 ·····	76
六、火山与人·····	84
七、温泉奇观·····	92
(一) 温泉的厘正 ·····	92
(二) 沸泉集锦 ·····	95
(三) 水热爆炸 ·····	101
(四) 间歇喷泉 ·····	109
(五) 泉华花拾 ·····	115
八、温泉探秘·····	123
(一) 酸甜苦辣，无所不有 ·····	123

(二) 温泉的形成	127
九、中国的温泉	133
十、什么是地热能	140
(一) 庞大的热库	140
(二) 形形色色的地热系统	143
(三) 巨型的高压锅	148
(四) 中国地热之花——羊八井	155
十一、地热能的利用	161
(一) 地热利用的春秋	161
(二) 地热发电的光辉	164
(三) 非电利用显神通	172
(四) 起步的中国	175
后 语	187
附录一 中国温泉 (温度 $\geq 80^{\circ}\text{C}$) 一览	188
附录二 我国已初步确定的高温水热对流系统	192
附录三 中国新生代火山纪年	196

一、中国稀有的火山纪录

火山，是一种普通的自然现象。在太阳系中，不仅地球有火山，月球有，其它行星也有。我们的东邻日本、菲律宾以及南面的印度尼西亚都可称为“火山之国”。近几年来，地球上到处在闹火山，一会儿是美国圣海伦斯火山的喷发；一会儿是菲律宾马荣火山的复苏；而位于“中美洲火山走廊”的尼加拉瓜的马萨亚火山，它不流岩浆而只冒烟，且百多年来，持续不断。在中国，火山却异常平静。为茫茫林海包围的白头山，巍峨耸立，风光秀丽，天池像一块碧玉镶嵌于山巅，平静如镜。莽莽昆仑之中的火山，则任凭风沙年复一年的掩埋，而无动于衷。难道中国的活火山就如此之少？的确，在我们祖先留下的浩瀚文海之中，有关火山的报道实在稀有。

在 2000 多年前《山经》之中曾有“南望昆仑，其光熊熊，其气魂魂”的记述。宋时，因山西河曲、偏关等地有“火山”，因而建立了“火山军”的行政区域。上述记录是不是有关火山的报道？值得讨论。后来经过许多人的研究，认为大同西部一带的“火山”并不是真正的火山，只不过是地下的煤燃烧所引起的现象。

我国的古代文献中，有关火山的报道仅有两次，都是关于我国黑龙江省德都县五大连池火山区两座火山喷发的情况。

据清朝的《黑龙江外记》中记载：“墨尔根（今嫩江县）东南，一旦地中忽出烟火，石块飞腾，声震四野，越数日火熄，其地遂成池沼，此康熙五十八年事（公元 1719 年）”。

另据康熙六十年（公元 1721 年）江苏吴江县人吴振臣所著的《宁古塔记略》一文的附录《边徼纪闻》中所记：“城外东北五十里有水荡，周围三十里，于康熙五十九年（公元 1720 年）六、七月间，忽然烟火冲天，其声如雷，昼夜不绝，声闻五、六十里；其飞出者皆黑

石、硫磺之类，经年不断，竟成一山，直至城廓。热气逼人三十余里，只可登山而望；今热气渐衰，然数里之中，人仍不能近。天使到彼查看，亦只远望而已，嗅之惟硫磺气至今如此，无有识之者”。

五大连池火山原名乌云和尔冬吉火山(金代女真语)，意即九座火山。目前共有 14 座火山，以北东和北西向呈井字形排列，其中以老黑山和火烧山的火山岩保存最为新鲜，基本未受风化，因此上述报道推断为是这两座火山在康熙五十八年和康熙五十九年喷发的情况。是否在金朝至清康熙五十八年间还有三座火山喷发过则未见任何报道。

在东北的众多火山中，另一个最著名的是长白山中的白头山。关于白头山火山喷发的情况，在我国历史文献中虽无记载，却见于朝鲜的历史文献中，当时朝鲜的封建王朝叫李朝，在 1392—1863 年的 450 年间记载了三次火山喷发。

第一次喷发是在明万历二十五年(公元 1597 年)八月二十六日，据记载“有放炮之声；仰见侧烟气张天，大如数楼之石，随烟折去，飞过火山后，不知去处”。同时，天池附近发生地震，泉水变红，冒出大量红色泥水。

第二次是在康熙七年(公元 1668 年)四月，白头山附近下了一场“雨灰”。

又过了 34 年，即公元 1702 年 4 月 14 日(相当于清康熙 41 年)，白头山火山又发生了一次新的喷发，据记载：“午时，天地忽然晦冥，时或黄赤，有同烟焰，腥臭满室，若在烘炉中，人不堪重热，四更后消止，而至朝视之，则遍野雨灰，恰似焚蛤壳者……；同月同日，稍晚后，烟雾之气，忽自西北，地昏暗，腥臭袭人之衣裙……”(见图 1-1)。

长白山的三次火山喷发均早于五大连池在康熙五十九年(公元 1720 年)的喷发。自 1720 年之后，在中国 960 万平方公里土地上又经过了 230 年的沉寂，到 1951 年再一次被打破了。在渺无人迹的茫茫昆仑，大批军民沿着由新疆于田首次进军阿里的道路，企图修筑一条新藏公路，正是酣战昆仑的战士亲身远眺这一次火山

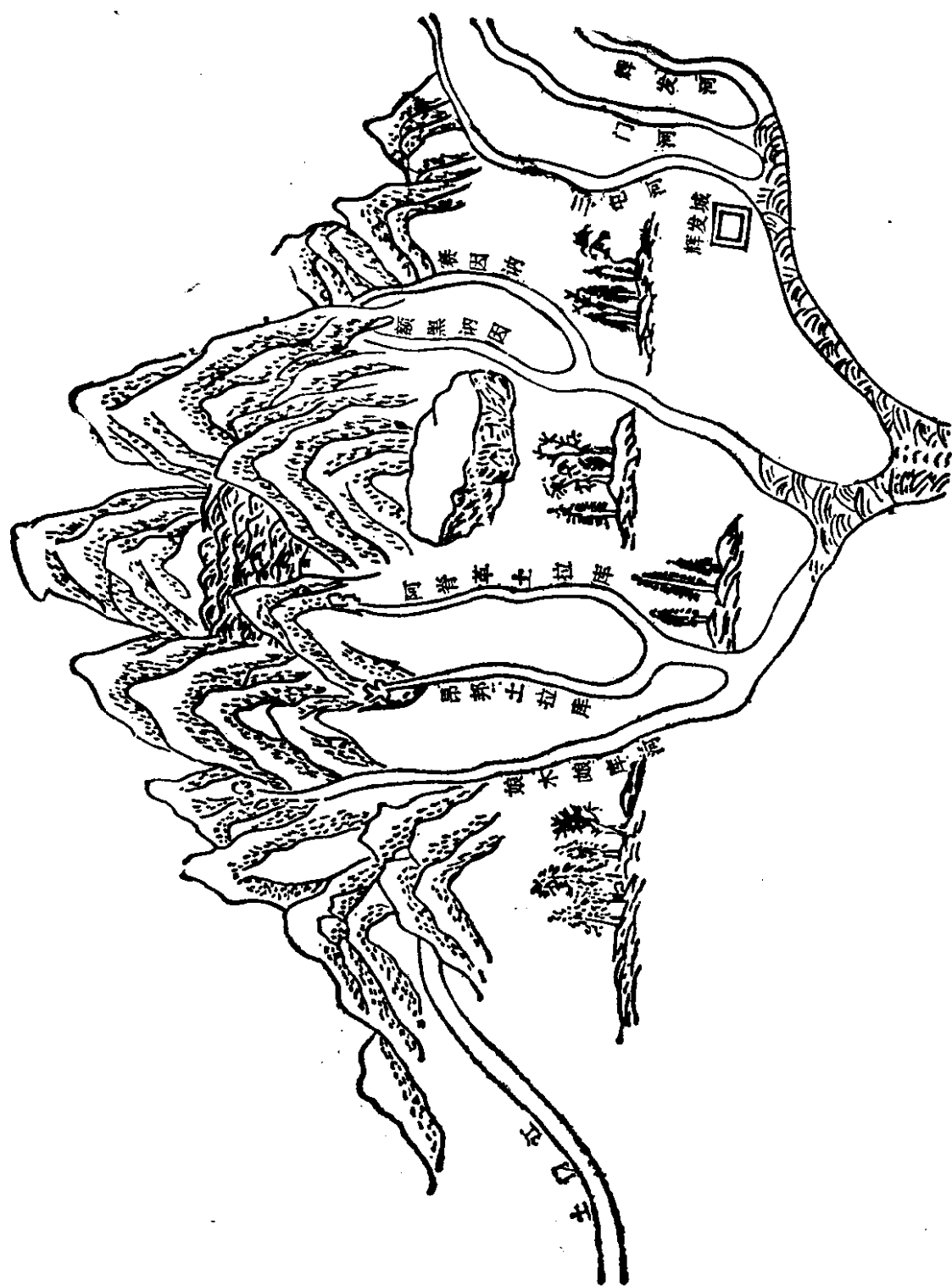


图 1-1 康熙皇帝钦定《盛京通志》中的长白山图

的喷发,否则,在那只有藏羚出没的罕无人迹的荒原,那次喷发也绝不会为人所知。

该处火山位于昆仑山区的一个山间盆地内,那里有两个湖泊,分别叫做阿奇克库尔和乌鲁克勒,附近有四座截头圆锥状火山。在20世纪初叶,许多列强的探险家们踏上了青藏高原,较早的一份关于阿奇克库尔附近火山的记录是德国动物学家促格迈尔搞的,他描述了火山锥的形态和巨大的熔岩流。1942年中国地形测量员杨某也到过那里,取回岩石标本,送到苏联,由加贝耶娃分析研究,其结果发表在《亚洲地质》文集中。

解放初期,我国地质学家王恒升在1950年夏天,随进藏部队到达阿奇克库尔,对火山口及熔岩流进行了观察,认为喷出的是安山岩。到1951年5月27日,参加筑路的解放军某部三团二营的战士,曾经目睹了其中一座火山爆发的情景。旋后,该营干部、战士多人再次到火山口察看。战士们反映,爆发时发出巨响,并有烟灰呈圆柱状自山顶喷出,继而飞出石块。至于是否有熔岩流溢出,说法不一。1976年10月,青藏高原综合考察队地热专题组,曾到火山地区考察,并千方百计地希望找到火山喷发时的目击者,但未能如愿。据当时担任营教导员的秦志坚同志说,因为听到战士们反映有座山冒烟,大约在半个月之后他带了几名干部去看了一下,见到一片像是烧过的红黑色石头。

这次考察的详情已见于《西藏地热》一书中。这里所引用的一张照片就是1951年曾经再度喷发的那个火山锥。从照片(图1-2)可知,火山锥位于一个破坏的火山锥之内,可见这里曾发生过多次的喷发。而上面提到的两个湖泊,完全是由火山喷出的熔岩堵塞河道形成的火山壅塞湖。

无论是新疆昆仑山中的火山,还是东北长白山火山和五大连池火山,以及许许多多的火山,它们都发生在人口稀少、地处偏僻的边境地区,火山的喷发似乎都与辽阔中原的戎马倥偬、军阀混战和改朝换代没有什么关系。因此,边远地区这些火山的喷发,在历史的记录中都没有或难得保留下来,但是大自然却为我们留下了



图1-2 新疆昆仑山脉之中的卡尔达西火山群中的一个火山锥,1951年5月27日曾一度喷发过(章铭陶摄)

难得的记载。如长白山火山顶部覆有一层灰黄色厚约40米的粗面质浮岩,其中夹有炭化的木头,这当然是火山喷发时把它们淹没的,经 ^{14}C 方法测定,它们的年龄为1153—1230年,说明在公元752—829年间,即中唐时期,长白山火山曾数度喷发过。即使1668年4月长白山区所下的一场“雨灰”,也得到现代生物学的旁证。1916年有人在长白山进行植物调查时,发现树木生长于火山灰之上,树龄最长的红松是250年,也就是说这些红松是在火山灰喷出不久就马上在上面生长的。

当然,在中国数千年的文明史中,大陆本土上火山的喷发,与太平洋火环诸国的火山活动比较起来,特别是与东邻日本相比较,的确要少得多。但是,是否就是上述聊聊数次,目前就难下这结论了。特别是自人类出现以来,在史前的近百万年的历史长河中,在蒙昧时代的我们的祖先,是否在熊熊烈焰的火山之前感到无比的惊吓!在下面适当的时候,将回答这一问题。

二、火山及其产物

(一) 从石龙岩和栗雨说起——火山的喷出物

地下的岩浆沿地壳中的裂隙喷出地表，形成火山。在火山喷发之时，各个火山都有不同的特点。有的火山，只见到团团浓烟从那圆锥形的山顶滚滚涌出；有的喷发非常频繁，但异常温和，无爆炸之势，只见熔岩宁静如泉涌；有的则相反，爆炸猛烈，一次喷发会把高耸入云的锥状山体炸得不翼而飞；有的火山只喷出浓烈令人窒息的气体；有的却喷出厚厚的雨灰，覆盖了山峦、村庄、道路与溪流；有的只见滚滚赤热的熔岩流沿着斜坡，蜿蜒曲折一泻数十里；有的只见高热岩浆从火山口喷出后，岩浆中夹杂有大量的气体，以极高的速度沿着山坡往下倾泻，由于岩浆细粉和上升气体的混合，形成旋涡，犹似云霭从天而降，这是最险的“发光云”，如同大炮发射一样地猛烈，荡涤着大地的一切。此外，在火山旁边还常常伴有高温的喷气孔、硫质气孔和高温沸泉等。

关于火山喷出的雨灰，或称雨粟，或称雨豆，我们祖先则记载不少。自公元前192年（汉惠帝三年）以来，至1883年（清光绪九年），共有66次。其中自1371年以来，明朝记载了15次，清朝34次，明清以前只记了15次。历史愈久，记载愈少，因此这些记载肯定是不完全的，特别是当雨粟落在穷乡僻壤，就更加没有记载的可能。从记载中看出，雨粟颗粒大小，变化很大，大如豆粒，小似芝麻，最大如拳。颜色各不相同，以红、黑为主，五色相间。有的坚如铁，通心皆黑，有的有孔中通，有的呈黄泥丸子，中有硫磺气。从雨粟记载的特性看，它们很可能是火山喷出的细粒碎屑物。

在火山喷出的过程中，所抛出的火山碎屑物的数量十分惊人。

有的不具固定的形态，有的呈现一定的形状。不具固定形态的碎屑喷出物，可以根据其大小粗细分为三类：大于鸡蛋（或 > 32 毫米）的可称作火山岩块，它们因为颗粒粗，抛不远，一般只留在火山附近；小于鸡蛋并大于黄豆（ $32-4$ 毫米）的，叫做火山砾；如果小于黄豆（即 < 4 毫米）就是火山灰，俗称雨粟或雨豆。因为它们颗粒小，重量轻，可以随风飘流到天涯海角。因此，中国大陆发现的雨粟就不一定是大陆本身火山喷发的产物，很可能是大陆邻近的火山区（如日本、菲律宾和印度尼西亚）的火山活动喷出的火山灰被气流带过来的。如印度尼西亚的爪哇岛与苏门答腊岛之间的喀拉喀托火山，1883年发生了大爆炸。整个火山锥有一半都被炸飞了，所喷出的火山碎屑物体积为 18 立方公里，火山灰洒遍全球南北纬 40 度之间的地区（图 2-1）。当年湖北咸宁的“雨红麦”是否就是从印度尼西亚飞来的火山灰呢？如果是的话，为什么它不落在别处，单落在咸宁，这就完全是受大气环流的控制了。

当流动性的岩浆从火山喷出，被抛向空中，并在空中固结，保持原来的流动状态，这种碎屑物可以叫做火山弹。火山弹在空中固结时，可以形成球形、椭圆形，或拉长的纺锤形、或长条状。许多火山弹由于骤冷，表皮呈致密的玻璃质，内部则多气孔。火山弹是火山口内的岩熔最表皮被抛向空中而形成的，如果喷发力特强，岩浆就会被切成许多片段，难以形成火山弹。所以火山弹常常只是发育在火山口附近。如腾冲马鞍山、老龟坡以及山西大同等火山，所发现的火山弹（图 2-2）都是在火山口内发现的。如果岩浆被抛向空中，由于重力的作用，未固结的火山弹掉到地面上，相互冲撞，可形成扁平的熔岩饼。火山弹和熔岩饼的大小非常悬殊，大者直径达数米，小的略大于豆粒。如果比豆粒还小，可以叫做火山毛或火山滴（图 2-3）。

如果岩浆被抛到空中，有时刚喷出地表，由于压力急剧减小，使得岩浆中的气体大量而迅速地逃逸，在岩石中保留下大量气孔，形成浮石，民间俗语称：蜂窝石、江沫石、水浮石等。《长白征存录》曾有这样的记载：天池“水面有浮石，形如肺，名海肺石”。徐

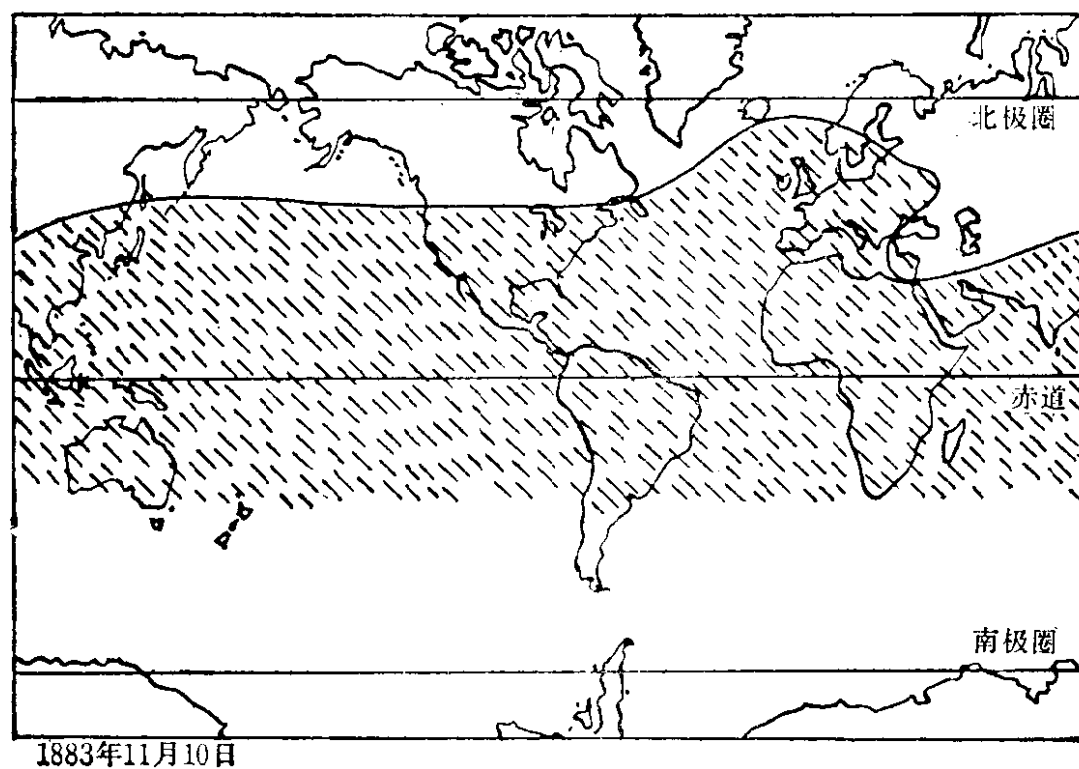
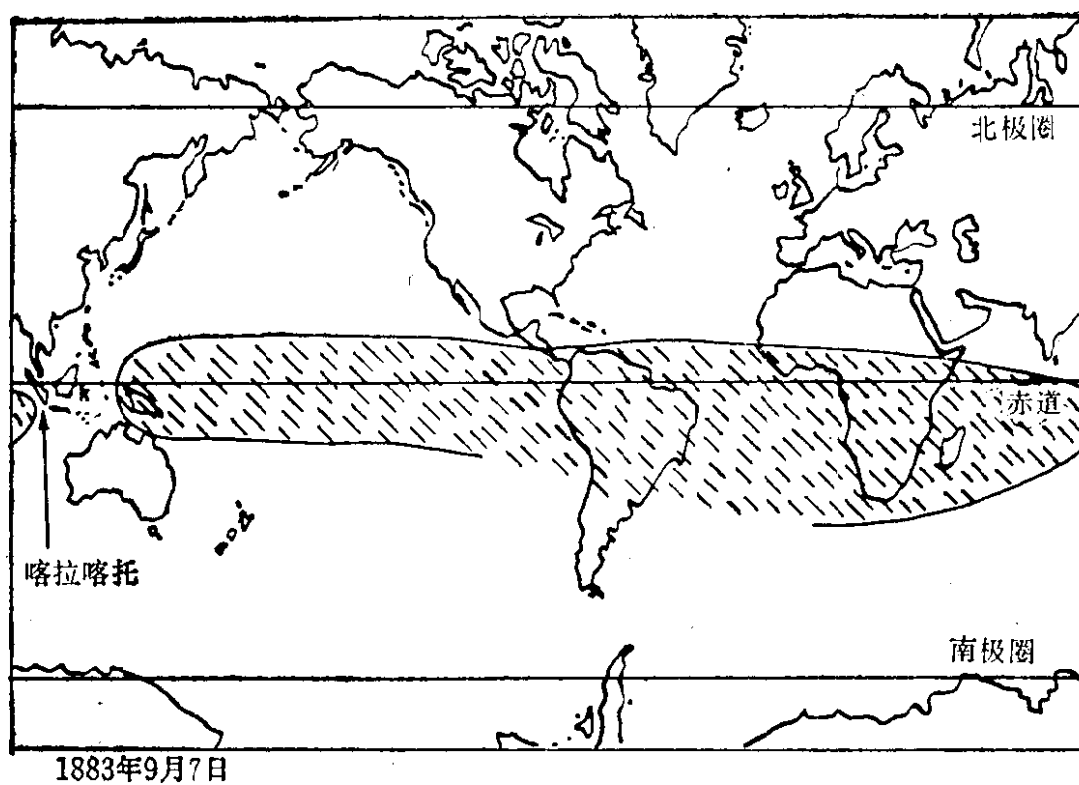


图 2-1 1883年印度尼西亚的喀拉喀托火山喷发时所喷出的火山灰在地球上散布的范围(据 P.Francis, 1976)

上图为1883年 9 月 7 日

下图为1883年 11 月 10 日