



刘嘉麒，中国科学院院士，火山地质与第四纪地质学家，中国科学院地质与地球物理研究所研究员，博士生导师，现任世界自然遗产中国专家委员会主任、国际单成因火山作用委员会联合主席、国际第四纪研究联合会地层委员会表决委员等职，曾任中国科学院地质研究所所长、中国科普作家协会理事长，英国开放大学等客座教授、中国第四纪科学研究会秘书长等职。2003 年当选为中国科学院院士。长期从事火山地质与第四纪地质研究，开拓了玛珥湖高分辨率古气候研究和在火山岩中寻找油气藏的新领域，主持多项国家级和国际合作项目，多次赴南极、北极科考调查；发表论文 200 余篇，出版《中国火山》等著作；成果荣获国家自然科学二等奖和科技进步二等奖各 1 项，中科院自然科学一等奖和科技进步一等奖各 1 项，国家海洋局科技进步特等奖，以及首届侯德封奖等；2001 年被中国科协授予“全国优秀科技工作者”，2016 年被国家科技部等联合授予“中国科普工作先进工作者”。

# 火山是地球的灵魂

刘嘉麒

火山活动是一种重要的地质作用，蕴含着丰富的科学内涵和奥秘。它贯穿于地球的整个时空和各个层圈，在地球形成演化中发挥重要作用。从地球形成早期到今天，在长达 46 亿年的历史长河中，火山活动几乎没有停止过，它形成的火山岩，是组成地球的主要物质，许多矿产资源的形成也与火山作用密切相关；几乎找不到哪种自然作用能像火山作用那样，既深入地球深部地幔，又作用于表层地圈、水圈、生物圈、大气圈和人类圈，既带来地球深部信息，又对各层圈产生重大影响，是全球变化的重要驱动因素之一。

## 火山与火山分布

火山是大地的轰鸣和喷火，是岩浆的喷溢与泛滥，是地壳的自我爆炸！它是地球乃至其他星球

上最壮丽的地质景观。如果把地球看作是有生命的物体，那么岩浆就是它的血液，地震是它的脉搏，火山是它的喉咙……，火山活动是地球及其他星球有生命力的象征。在太阳系的八大行星中，唯有地球尚有广泛、强烈的火山活动，表明地球是八大行星中最有活力，最有朝气的星球，它的灵魂就是火山。

在各种地质作用中，只有火山活动，从地球深部一直作用到地球的表层，到岩石圈、大气圈……，所以火山喷发是自然界中一种非常重要的自然现象和地质作用。

火山喷发的过程是地球释放内能的过程，是一个完整的地质过程。处于高温状态（通常在 1000℃ 以上）的地下岩浆和沸腾着的流体，有时还夹带着来自岩浆源的包裹体和围岩的捕虏体，在某种地球动力作用下，沿着一定的通道，以爆



2012年俄罗斯堪察加半岛Plosky Tolbachik火山爆发

发、喷溢等形式冲出地表，进入高空，回落到地面，堆积成各种形态的地质体，有岩丘、岩锥、渣堆……；有时岩浆并不剧烈地轰鸣和喷射，而是沿着地壳的裂缝“宁静”地溢出，形成岩浆的河流和岩浆的海洋，冷凝后成为熔岩流、熔岩席……；有时火山只喷射气体和灰尘，而没有岩浆喷溢。在各种喷发形式中，以中心式喷发最为常见，喷出物围绕着喷出口堆积的地质体，就是普通意义上的火山，它是地下岩浆喷出地表的产物。

由此可知，火山形成要取决于以下 3 个主要条件：(1) 有没有岩浆和流体（气、液），这是形成火山的物质基础；(2) 有没有岩浆和流体喷发的通道，即构造环境，这是火山喷发的条件；(3) 有没有引发岩浆和流体喷发的动力，这是火山喷发的决定因素。

在地球上，能同时具备这些地质条件的地区主要集中于大洋中脊、板块俯冲带、碰撞带和裂谷带。所以环太平洋带，即太平洋板块与欧亚大陆和美洲大陆的俯冲带，以及太平洋中脊、大西洋中脊、地中海沿岸、青藏高原以及东非大裂谷等地区是全球火山最集中的地区，亚洲的印度尼西亚、菲律宾、日本、俄罗斯（远东地区），北美洲的美国（阿拉斯加和西海

岸），拉丁美洲的墨西哥、哥斯达黎加、厄瓜多尔、秘鲁、智利，大洋洲的新西兰，非洲的埃塞俄比亚、肯尼亚、坦桑尼亚，欧洲的意大利以及大洋中的夏威夷、汤加、留尼汪、佛得角、冰岛等岛屿都是火山发育的地区。中国的火山多分布在东部大陆边缘和青藏高原，前者属于环太平洋火山带的一部分，后者与地中海火山带相关。除了陆地上的火山，海底的火山更是星罗棋布，研究推测，世界上的海底火山可能高达百万数量级，其中高 1000 米以上的就有 3.9 万座。著名的火山有印度尼西亚的喀拉喀托，菲律宾的皮那图博，日本的富士山、樱岛，中国的长白山，美国的圣海伦斯、基拉维厄（夏威夷），墨西哥的波波卡特佩特尔，留尼汪的富尔奈斯，刚果（金）的尼拉贡戈，意大利的埃特纳等。

火山按其活动性可分为活火山和死火山。活火山通常是指全新世（11700 年前至今）以来有过喷发记录的火山；相反，在这期间没有喷发记录的火山，就称其为死火山；活火山处于喷发状态是短暂的，大部分时间是处于静止状态，这种处于静止状态的活火山又被称为休眠火山。比如长白山火山在过去 1000 年间有过多次喷发，是活火山，但它现在处于相对静止状态，是休眠火山。

## 火山灾害

火山喷发引起山崩地裂，大地燃烧，释放出大量气体、灰烬、碎石、岩浆……，其威力之大远远超过核爆炸；它从地下到空中全方位地给自然界和人类社会带来灾难，既能直接人员伤亡和财产损坏，也会对气候环境产生深远影响；当今世界面临的主要环境问题和自然灾害，如温室效应、臭氧层破坏、酸雨乃至厄尔尼诺现象等，无不与火山喷发有关。自1980年以来全球活动火山已使29000人丧生，100多万人流离失所，造成的经济损失达数十亿美元。所以联合国在制订国际减灾十年计划时，把火山灾害列为主要自然灾害之一，加以监测和防御。

火山喷出的火、气、烟、灰、碎屑、岩浆……，发生的爆炸、轰击、冲击、燃烧、掩埋……，引起的碎屑流、熔岩流、泥石流、地震、海啸……都会造成严重的灾害。

公元79年，意大利的维苏威火山爆发，把邻近的繁华小镇庞贝城全部埋葬，展现了大自然惊人而又可怕的威力。

1815年，位于印度尼西亚松巴哇岛的坦博拉火山喷发，持续3个多月，喷发物达70Gt（700亿吨），是世界上有历史记载的最大的一次火山爆发。火山灰弥漫天空，使方圆480千米的范围内连续3天暗无天日，有92000人在这次火山爆发中丧生。

1883年，印度尼西亚喀拉喀托火山爆发，在海底形成一个巨大的火山口，发出的巨响一直传到了亚洲大陆和澳洲，喷出的物质达 $18\text{km}^3$ ，火山灰飘至欧洲和拉丁美洲，实有“声震一万里，灰撒三大洋”之势，爆发引起的连续海啸远达夏威夷岛和南美洲海岸，致使海水掀起40米高巨浪，卷走沿岸渔船及村舍，3.6万余人葬身海底。

1985年，哥伦比亚内华多德尔·鲁伊斯火山喷发，融化了山顶的部分冰帽，形成大规模的火山泥石流，包围了距离火山口74千米的阿梅罗城，使22008人丧生；火山周围所有道路、桥梁、商店、工厂、学校等悉数遭到破坏，损失相当惨重。

1989年，美国阿拉斯加的雷德特（Redoubt）火山喷发，大规模的火山灰云使一架满载231名乘客的波音747客机四个发动机突然熄火，造成飞机发动机失灵时间长达5分钟之久，整个飞机在无任何动力的情况下自8534米垂直下降至4267米，尽管最后发动机又恢复了工作，但那时距离下面的塔尔基特纳（Talkeetna）山顶仅有1219米，情况十分危险。

2010年，冰岛埃亚菲亚德拉火山喷发，把山上的冰雪融化，形成巨大的火山灰气团，给航空事业造成严重影响。

2014年，日本的御岳山喷发，释放出大量火山灰和火山气体，仅每天释放的硫化氢约300吨到700吨，造成47人死亡，成为战后日本最严重的火山灾难。位于鹿儿岛的樱岛火山2018年以来已爆发30次；与樱岛火山相隔不远的新燃岳火山，2011年“3·11”大地震前就喷发过，2018年3月又开始了新的爆炸性喷发，浓烟高达4500米。从日本岛弧向南延伸，菲律宾的马荣火山，印度尼西亚的锡纳朋火山、阿贡火山也发生了强烈喷发。

太平洋西岸火山活跃，太平洋东岸更是“热火朝天”。墨西哥的波波卡特佩特火山从1997年到2018年几乎年年喷发，有时一年还不止一次。危地马拉的富埃戈火山从2018年2月1日开始喷发，到6月初喷发规模更大，火山灰高度达到1.1万米，覆盖附近20平方千米区域，熔岩直接流入附近村庄，导致当地农田、牧场和环境遭受严重破坏，造成113人死亡，332人失踪，500多人受伤，3100多户逃离家园。



1985年11月13日 哥伦比亚鲁伊斯火山喷发导致严重灾害



云南腾冲火山地热国家地质公园

自 1847 年意大利建立了世界上第一个火山监测站至今，积累了丰富的监测、预报经验，已有成功的实例，例如，1991 年菲律宾的皮纳图博火山喷发是 20 世纪最大规模的火山喷发，但由于预报得准确及时，使人们提前有所预防，至少有 5000 人免于罹难，减少损失 25 亿美元。

随着研究的深入和科学技术的进步，人类已基本掌握了火山的活动规律，通过监测与研究，能够初步进行预测，从而避免或减少火山造成的灾害。

## 火山资源

火山作用在给自然界和人类社会造成灾难的同时，也塑造了气势磅礴、绚丽多彩的自然景观，为人类创造了丰富的财富。火山是大自然的瑰宝。

火山活动是创造自然财富的重要源泉。许多矿产资源都与火山作用有关，包括金、银、铜、铅、锌等金属矿床和硫、石棉、铸石、硅藻土等非金属矿床；火山灰、火山渣、浮岩及某些火山岩都是很好的建筑材料，被广泛地开采利用；一

些宝石也是火山作用的产物，如蓝宝石、红宝石、石榴子石、橄榄石、锆石、尖晶石、玉髓和玛瑙等。在火山区常常分布着丰富的温泉、矿泉和地热资源，温泉既可以提供热能，又有很好的医疗保健功能，是人们疗养的好地方。

长白山火山区有十数处温泉，水温最高达 83℃；内蒙大兴安岭的阿尔山是个非常特殊的地方，既有矿泉，还有温泉、冷泉，温泉水温 30℃ 多，冷泉常年 4 ~ 8℃；五大连池药泉山的矿泉水含有碳酸、铁、锌、锶、锂、锆等多种有用的元素和组分，有很高的饮用和医用价值，那里的泥土也可用作泥疗，因此近年来在那里建起了许多疗养院，昔日荒芜的北大荒，如今崛起了一座新兴的现代化城市——五大连池市，这恐怕是唯一依靠火山资源建起的城市。

火山又是大自然的雕塑家，它造就了千姿百态的自然景观和多种多样的生态环境，为旅游和科考提供了宝贵资源。火山区常常是植物繁茂，动物珍稀，山清水秀，景色宜人，有奇石，有险峰，有瀑布，有温泉，湖泊恬静，溪流湍急，山上有奇花异草珍禽走兽，林中有苍松翠柏鸟语花香……把各种各样的自然美融为一体，既能让人赏心悦目，休养生息，



长白山天池火山顶部天文峰的黄色和灰色浮岩碎屑堆积

又能从天文地质、生态环境、人文地理等诸方面给人以启迪。因此，火山区往往既是旅游的胜地，又是科考的乐园。世界上许多著名的游览观光胜地都是火山区，如中国的长白山，日本的富士山，美国的夏威夷、黄石公园，意大利的维苏威，法国的中央高地，非洲的乞力马扎罗山……无不多彩多姿美丽动人。

## 中国火山

中国虽然缺少现代火山喷发，但在整个新生代火山活动一直没有停息，从中新世到全新世的 2000 多万年间，中国、尤其是东北地区，当时的火山活动不亚于日本列岛。

按照地理位置，中国火山大体可分为两大区域：一是沿东部大陆边缘，有数以百计的火山群和火山锥，如黑龙江的五大连池、镜泊湖，吉林省的长白山、龙岗、伊通，辽宁的宽甸，内蒙古的哈拉哈、达来诺尔，山西省的大同，山东的蓬莱、昌乐，江苏的六合，安徽的嘉山，福建的明溪，台湾的大屯、基隆，广东的雷州半岛，海南的琼北和云南的腾冲；

另一区域是青藏高原的火山群，主要包括阿什库勒、大红柳滩、康西瓦、可可西里、强巴欠、涌波错（湖）、木孜塔格、鲸鱼湖、多格错仁、巴毛穷宗、狮泉河等。

长白山火山是中国最大的层状复式火山，由多次喷发而筑成，它在 1000 年前的一次大喷发震惊全球；西昆仑阿什火山在 1951 年 5 月 27 日喷发过，是中国大陆上最新的火山喷发。

尽管近代中国很少有火山喷发，但根据火山的时空分布和地质地球化学特征可以看出，新生代以来，中国的火山活动一直未断，且分布广，类型多，具有一定的周期性。火山再喷发的危险性和可能性依然存在。潜在危险的火山主要分布在长白山、五大连池、台湾、雷琼、腾冲以及西昆仑阿什库勒等地，其中潜在危险最大的是长白山火山，这座火山在历史上曾有过特大规模喷发，之后也还断续活动着，休眠时间已达百年，与历史上的喷发周期大体相当，从它现在所处的地质状态和全球大的地质环境看，也有促使长白山火山再喷发的因素，应该引起人们的注意。📖