



彭年，博士，首都师范大学资源环境与旅游学院硕士研究生导师。2007年获中国地质大学(北京)地球科学与资源学院理学博士学位。主要从事火山物理学、地球化学动力学研究，先后在五大连池、北京西山、湘赣粤花岗岩地区开展研究工作。近年来，致力于地质系统复杂性的探索，聚焦于火山动力学机制以及岩矿微观形态学研究。主持和参与完成国家级、省部级项目8项，发表论文十余篇。

# 火山分布

彭年 耿倩倩 刘永顺 聂保锋

## 引言

火山是一种常见的地质现象，它是岩浆从地壳的薄弱区域喷出地表而形成的，多集中分布在地壳的薄弱带。按照火山的活跃程度，可分为活火山、死火山和休眠火山三类。据不完全统计，全球有1500余座活火山(1万年以来有过喷发)和上万座死火山，其中活火山和休眠火山存在较大的潜在喷发危险，对于人类的生产生活影响较大，应该重点加强监测和防治。

我国地处亚欧大陆的东部，东靠环太平洋火山带，南有地中海—喜马拉雅火山带。虽然现代火山喷发少见，但是新生代的火山活动较为频繁。目前，已经发现的火山有1250座，其中活火山、休眠火山11座。了解这些火山的分布，对于火山预报和监测，火山灾害的防治以及火山资源的开发等都有一定的指导意义。

## 全球火山分布

全球火山分布是不均匀的(图1)。一方面，全球火山活动随纬度呈带状分布，在赤道附近以及北半球中低纬度都有密集火山分布(主要在印尼、新几内亚地区，中美洲、菲律宾、东非裂谷地区，地中海、日本、伊豆—小笠原地区，以及阿留申、堪察加地区)。在南半球也有一个局部密集分布区(30°S—40°S)，主要是由南智利火山活动引起的。另外一方面，在经度分布上主要集中在100°E—150°E的西太平洋带，其次是90°W—110°W的东太平洋带和10°E—20°E的地中海一带。

更具规律性的是，除了少数板块内部热点型火山发育区以外，全球火山分布同全球板块边界几乎完美地重叠在一起。叠合区主要分布在以下三个区域：一是板块俯冲带，如世界上最主要的

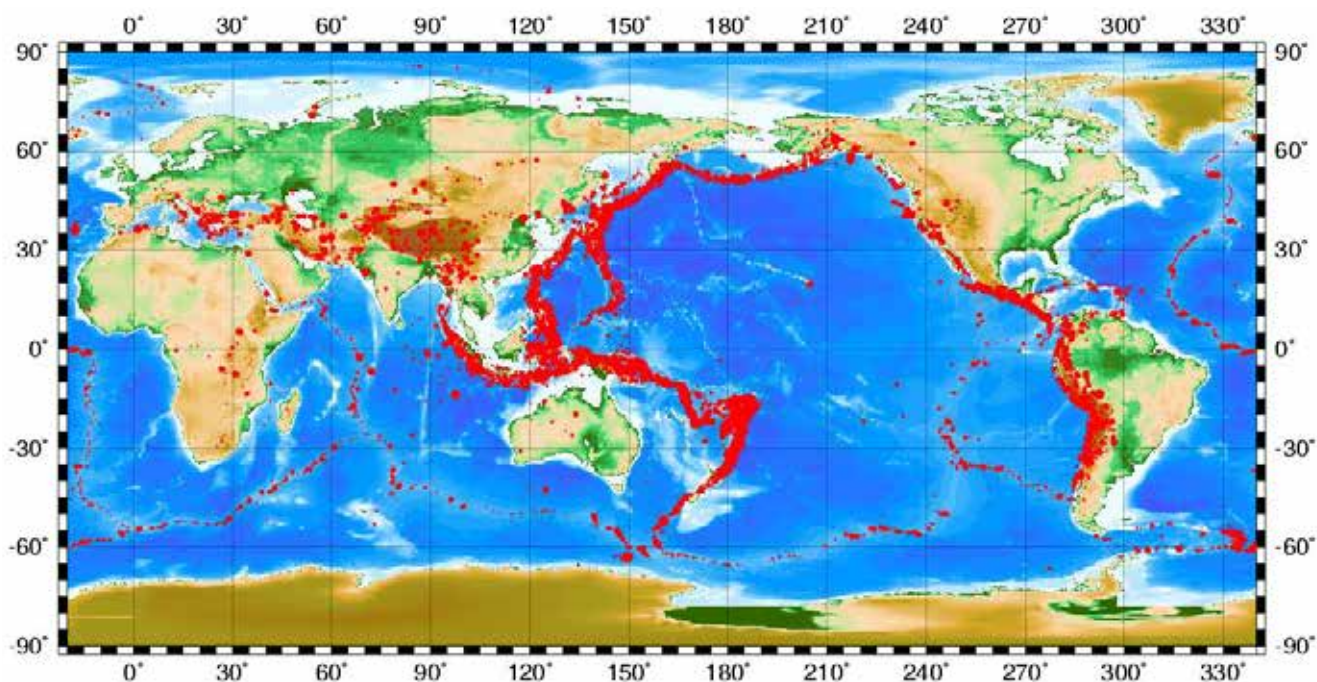


图1 世界火山分布图

火山带环太平洋火山带及古地中海火山带。以安山岩线为界，分为海沟和岛弧火山带，内侧为大洋地壳，以少含  $K_2O$  的拉斑玄武岩为主；外侧为大陆型地壳，以喷发大量安山岩（或侵入花岗闪长岩）、火山碎屑岩为主，或喷出含  $K_2O$  较多的碱性玄武岩，构成有名的环太平洋火山圈。区内知名火山为日本的富士山、菲律宾的皮纳图博火山、意大利的维苏威火山等。二是大洋中脊区，如冰岛火山等。随着洋壳不断产生和扩散外移，活火山逐渐变为死火山，并密集成群对称排列于洋脊两侧，比如印度洋中脊火山带。三是大陆裂谷区，如东非大裂谷北段曾有多期火山喷发活动，形成埃塞俄比亚熔岩高原。

据统计，全球 64% 的活火山分布在环太平洋火山带上，在夏威夷和冰岛等洋中脊与热点部位、地中海—喜马拉雅和东非裂谷附近也分布着一些重要的活火山。

#### （一）环太平洋火山带

环太平洋火山带是世界上最大的火山带，全长 4 万余千米，共有 512 座活火山，有太平洋“火环”之称。火环位于太平洋板块和其他构造板块之间的边界上，板块相互运动产生巨大能量使岩石熔化，作为熔岩上升到地表而形成火山，因而火山活动较频繁。

环太平洋火山带的西线主要包括千岛群岛、日本列岛、琉球群岛、菲律宾群岛和东印度群岛等。东印度群岛中的印

度尼西亚有 400 多座火山，其中活火山就有 120 座，包括小小的爪哇岛上的 25 座。菲律宾也多火山，吕宋岛上的马荣火山（高达 2421m）有“世界最美的火山锥”之称。太平洋东岸的美洲各国，智利、阿根廷、危地马拉、墨西哥等都多火山。萨尔瓦多有“火山王国”之称。图彭加托火山（高达 6800m）是世界上最高的火山，在智利和阿根廷边界，距圣地亚哥仅 125km。

对于环太平洋火山带，可以进一步划分为 8 个次级火山带：①南美洲火山带，与纳斯卡板块向南美板块俯冲有关；②中美洲火山带，位于墨西哥与加勒比海附近，是由科科斯板块向北美板块南缘和加勒比板块西缘俯冲而产生的；③北美洲火山带，火山活动主要与胡安德富卡板块向北美板块俯冲有关；④阿留申火山带，是太平洋板块向北西西运动时的一个斜向俯冲带；⑤西北太平洋火山带，是世界上火山活动最激烈的地方；⑥北亚洲火山带，与琉球海沟俯冲带有关；⑦南亚洲火山带，火山主要分布在菲律宾板块西缘俯冲带（菲律宾弧）、澳大利亚板块北缘俯冲带（巽他弧）、印度板块向北西的碰撞带以及南海中间；⑧西南太平洋俯冲带，是太平洋板块和澳大利亚板块交汇处，东部的太平洋板块向西俯冲到澳大利亚板块之下，出现一条 NNE—SSW 走向的火山带。

#### （二）地中海—喜马拉雅火山带

地中海—印度尼西亚火山带，又称地中海—喜马拉雅火

山带，它是一条横穿欧、亚大陆南部呈东西走向的火山带，全长 10 万余千米。区内共有活火山 70 余座，其中地中海沿线有 13 座，印度尼西亚地区有 60 余座。西段有许多世界上著名的火山，如意大利的威苏维火山、埃特纳火山、乌尔加诺火山和斯通博利火山等，活动性均较强。

维苏威火山，被誉为“欧洲最危险的火山”，地处欧亚板块、印度洋板块和非洲板块交界处，海拔 1281 米，也是世界最著名的活火山之一。在公元 79 年发生了一次猛烈喷发，当时拥有 2 万多人的庞贝城被摧毁，直到 18 世纪中叶，庞贝城才被考古学家从数米厚的火山灰中发掘出来，古老的建筑和姿态各异的尸体都保存完好。自此，庞贝古城成了意大利著名的旅游胜地。1994 年，维苏威火山又一次喷发，成为欧洲大陆唯一在近百年内喷发过的火山。

### （三）洋中脊火山带

大洋中脊位于太平洋、大西洋和印度洋的洋脊部位。太平洋、大西洋和印度洋三大洋脊的平面形态各有特色。太平洋洋脊的主体偏居太平洋南部，两坡平缓，相对高度较小。大西洋洋脊纵贯大洋中脊，与大西洋两岸轮廓平行，呈 S 形弯曲，其两坡较陡，向北穿过冰岛，延入北冰洋。印度洋洋脊主体位于印度洋中部，向北深入亚丁湾、红海。三大洋洋脊的南部均在 30°S—60°S 范围内呈现向南、向两侧的分叉现象，并互相连接形成环绕南极的洋脊，可称为环南极洋脊。三大洋洋脊是一个全球整体性的张裂系统。

整个大洋中脊，总长 8 万余千米，宽数百至数千千米，是地球上最长最大的山系，约占世界大洋总面积的 33%，与全球大陆面积相当，是全球性的大洋裂谷，在全球呈“W”形展布。

洋中脊火山带上火山的分布是不均匀的，多集中分布于大西洋裂谷，北起格陵兰岛，经冰岛、亚速尔群岛至佛得角群岛，长达万余千米，主要包含以下几个小型火山带：1. 中大西洋火山带；2. 西南印度洋火山带；3. 中印度洋火山带；4. 东南印度洋火山带；5. 南极洲火山带。需要特别指出的是，由于这类火山及多数海底火山的喷发难以被人们发现，实际上它们代表了地球上数量最多的火山系统。

### （四）东非裂谷火山带

非洲火山集中分布在大裂谷的断裂附近和裂谷边缘上百千米以外，如肯尼亚山、乞力马扎罗山、埃尔贡山，裂谷活动影响着它们的喷发。据不完全统计，非洲有 750 座火山，其中活火山有 30 余座，某些火山锥体保存十分完好，有的

还在冒气，猜测有可能在几千年前喷发过。

东非裂谷东支南段附近的伦盖火山是在历史上唯一已知的喷发碳酸盐火山灰和熔岩的层状火山。东非裂谷西支有尼拉贡戈火山和尼雅姆拉季拉火山，两者都分布在基伍湖旁。尼拉贡戈火山为陡峭的层状火山，火山口也有一个熔岩湖。其西北的尼雅姆拉季拉火山为巨大的玄武岩盾状火山。另外，喀麦隆火山线呈北东向绵延超过 1300km，分布着大量的低平火山口湖和玄武质火山渣锥。

## 我国典型火山群分布

环视整个太平洋火山带，新生代的火山活动大部分发生在新近纪以后，进入第四纪又出现火山活动高潮，中国东部火山活动重要时期也在中新世（特别是中新世中期 16—9Ma）和第四纪，与环太平洋带火山活动的时间趋于一致。这暗示着它们在成因机制方面有着内在联系。

新生代以来，中国东部和西部火山活动的动力机制明显不同，东部环太平洋带大陆边缘以大陆裂谷作用为主，西部青藏高原及其周边地区则受控于板块俯冲及大陆碰撞作用。因此，地质学家根据火山分布和火山活动把中国分为两大区域：一个区域是东北—华北裂谷系周边地带，雷琼半岛及南海地区，台湾北部与东部，它们组成了环太平洋火山链的一部分；另一个区域是青藏高原及其周边地区的火山群，如青藏高原和云南腾冲地区。这两大区域内的火山又可以分为 7 个小的火山群（图 2）：东北火山群、内蒙古火山群、昆仑山火山群、羌塘（藏北）火山群、腾冲火山群、雷琼火山群、台湾火山群。我国近代具有活动迹象的火山集中分布在长白山地区、五大连池地区、内蒙古东部、腾冲地区和台湾地区。这些地区近年来虽然没有喷发活动，但是中小地震活动和热泉活动有时仍然很明显。

### （一）东北火山群

东北地区是我国新生代火山活动最强烈的地区。新生代以来，东北地区的构造特征受不同背景制约而表现为：晚中生代的挤压与左行走滑、新生代早期的伸展减薄、新生代中期的过渡阶段、以及新生代晚期的弱挤压环境。玄武岩主要分布于 NE 走向的断裂或高度角的裂隙地区。另外，火山活动在不同区域所体现的构造环境不同，表现为板内的非构造环境、陆内裂陷环境、大陆边缘裂陷环境等，如长白山火山群位于中朝大陆块与东北构造带的过渡区，五大连池火山群

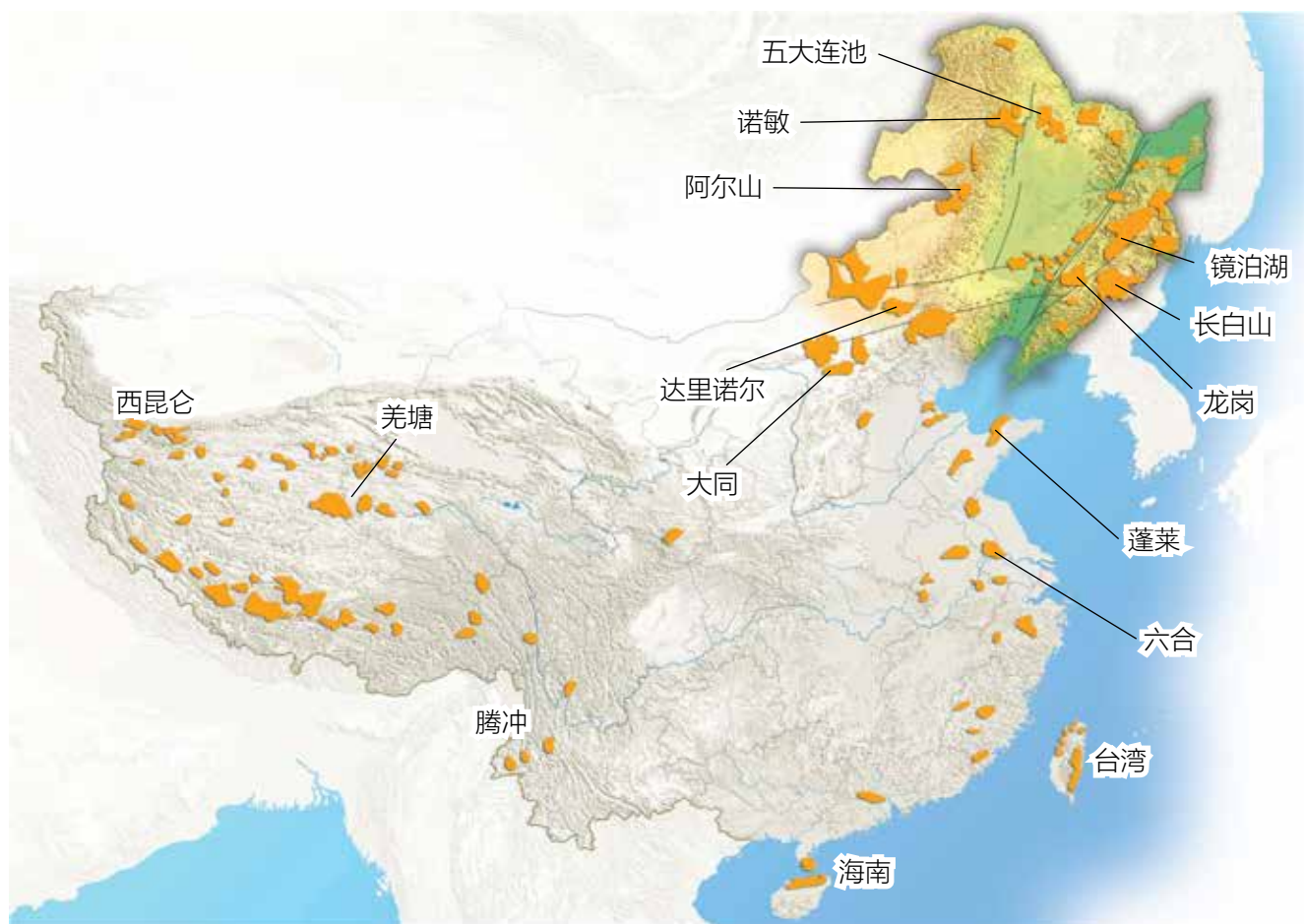


图2 中国新生代火山分布图

位于松辽盆地和大兴安岭构造带的交汇处。

据不完全统计，散布在东北的火山共 600 多座，大多属于“死火山”，火山岩和火山喷发碎屑物分布面积达 50000km<sup>2</sup>。包括了从中新世至第四纪全新世的火山喷发活动。我国新生代的火山划分为 7 个火山带，东北占了其中三个，长白山—庐江火山带、大兴安岭—太行山火山带、小兴安岭火山群，统称东北火山带。

其中，长白山火山区是区内典型火山区，它位于中朝边界，有大量新生代火山岩产出，是一个典型的板内层状火山，总面积达 12000km<sup>2</sup>。它有 3 个大的喷发中心（天池、望天鹄、胞胎山）。喷发活动始自中新世，形成 10 个火山幕，至公元 1903 年仍有喷发记录。长白山火山区沿伊通—依兰裂谷、抚顺—密山裂谷、庄河—兴凯湖（东）断裂带呈现 NE 向平行分布，形成三条火山带。总趋势是：由西向东火山规模越来越大、频率越来越高、熔岩量逐渐增多，岩石组合由单一的玄武岩变为玄武岩—粗面岩—碱流岩组合。

另外一个典型火山区是五大连池火山区，它是我国著名的第四纪火山群，包括科洛火山群、二克山火山群等组成的富钾火山岩带。五大连池火山由 14 座新生代火山构成，其中，老黑山、火烧山是在公元 1720—1776 年喷发形成的两座火山。当年这两座火山喷出的碱性玄武岩岩浆犹如汹涌澎湃的“潮水”凝固成波澜壮阔的“海洋”，构成了千姿百态的熔岩形态和丰富多彩的火山地貌，被誉为火山公园和火山博物馆。

#### （二）内蒙古火山群

内蒙古火山群为中国晚新生代火山活动较频繁地区，火山活动主要集中在内蒙古东部地区，在西部也有少量分布。在太古代—新近纪地质历史中，经历了地台基底发育阶段—地台早期盖层发育阶段—古生代地槽发育和地台晚期盖层发育—大陆边缘活动阶段等构造活动过程。火山喷发以中心式为主。

赤峰西北和克什克腾旗东南地区，以基性玄武岩为主，地貌特征为平坦的台地，在台地上，有规律地屹立着 100 余

座火山锥,底座一般直径在 1km 左右。火山口形状有马蹄形、新月形、不规则形等。锡林浩特以南及阿巴嘎旗地区,以基性熔岩为主,火山岩呈北西方向展布,台地上共有 284 个火山口,100 多座火山锥,火山口星罗棋布,保留较好,多呈马蹄形或新月形,总面积约 12000km<sup>2</sup>。火山口排列具有明显的方向性,受北东东向和北西向的断裂控制;分布在东部阿尔山东北部的伊敏河、绰尔河两岸一带。按火山的分布位置将内蒙古火山群划分为 4 个小火山群:诺敏火山群、哈拉哈火山群、达里诺尔火山群和乌兰哈达火山群。在这些火山群中,通常都有活火山发育。

其中,诺敏火山群是内蒙古东部大兴安岭晚新生代火山活动较强烈地区之一,它位于大兴安岭北段,沿嫩江支流诺敏河、毕拉河、甘河、奎勒河等河流河谷分布。火山构造单元属大同一大兴安岭新生代火山活动带。区内火山活动分布比较分散,包括 27 座中心式火山,火山活动具有多期性,火山类型及规模变化较大,保存完好。

### (三) 昆仑山火山群

昆仑火山岩带位于可可西里火山岩带以北,属青藏高原

的北缘,主体沿昆仑山脉分布,西起康西瓦,东至泉水沟、大红柳滩,经普鲁、阿什库勒、黑石北湖,直至木孜塔格和鲸鱼湖一带,全长 1200km,宽 80 ~ 100km。火山活动的时代较新,主要形成第四纪的火山与火山岩,也有少数火山和火山岩是在新近纪生成的。而阿什火山 1951 年的喷发,是中国大陆最年轻的火山喷发。

### (四) 羌塘(藏北)火山群

羌塘火山群位于羌塘地体的北部,金沙江缝合带的南侧。由于上新世以来青藏高原强烈隆起,伴随着强烈的地壳运动,留下了分布较广的多期火山活动遗迹。火山岩带西起通天桥,向东经邦达错、巴毛穷宗、多格错仁,直至青海省乌兰乌拉湖以东,呈近东西向展布。东西长 1250km,南北宽 150km。火山活动主要为渐新世晚期,部分至中新世。其中,巴毛穷宗火山群是羌塘火山群最南的大火山群,最高达 5398m,是中国最高的火山。区内形态完好的火山还保留有两个(其喷发时代可能较新),以玛尼泉水西北 2km 处的一座形态最典型,锥体呈截顶圆锥状,顶部最高处海拔 5083m,锥体相对高度为 200m,底径约 1000m,锥顶直径为 300m。

### (五) 腾冲火山群

腾冲火山群是中国最富有魅力的火山群之一。自新生代以来,印度板块向北的强烈运动,受到稳定的塔里木地块阻挡,使青藏高原的山脉受到近南北向的挤压,而做近东西向条带状隆起,并导致青藏高原东、西两端做延展运动。因而地处横断山脉南端的腾冲地区,必然产生以南北向构造为主,辅以北西向、北东向配套构造的活动格架。由此可见,本区的火山活动及地貌形态主要受南北向构造控制。

本区共有 68 座大小不等的新生代火山,其中发育了 90 多座火山锥。火山口、火山锥保存完整的有 25 座,不明显的 18 座,其余遭到严重破坏。腾冲—马站一线分布着最新的火山,以此南北向为轴线,向东西两侧火山年龄逐渐变老。有人依据火山喷发类型、岩性、时代等特征,进一步分为 7 个火山群(或火山链):① 鸦乌山—大黑山火山群;② 大团山—黑龙湾火山群;③ 马站火山群;④ 打鹰山—马鞍山火山群;⑤ 余家大山—大六冲火山群;⑥ 来凤山—三益村火山群;⑦ 大呼山—照壁山火山群。火山地貌明显。另外,由于本区的地热资源丰富,在地热区高温中心,热海热田遍布汽泉、热泉、沸泉,水声鼎沸,水汽蒸腾,数里之外可见,结合岩浆冲击型地震频繁,表明该区火山仍处在微弱活动过程。



图3 阿尔山火山群

### （六）雷琼火山群

位于海南岛北部，玄武岩面积高达7500km<sup>2</sup>，近70个火山锥。自第三纪初期断陷下沉，形成3000多米沉积物，其中夹有数十层薄层玄武岩。第四纪初雷琼地区上升，火山活动也最强烈。早期为裂隙式的平静溢流，成大规模熔岩被，而后逐渐转为猛烈但规模较小的中心式喷发，至全新世渐趋停息。最后，在地表形成了大面积的熔岩台地及星罗棋布的火山锥。

### （七）台湾火山群

台湾火山活动与板块运动密切相关。由于台湾岛在东亚板块构造中所处的特殊位置，自中生代以来就有火山活动，火山活动区随板块运动的变化而迁移。台湾火山群分为北、东和西三个岩区。北部岩区包括大屯火山亚群，基隆火山亚群，观音山，草岭山，东北海域的彭佳屿、棉花屿、花瓶屿、黄尾屿和龟山岛。多数火山岛由海底火山喷发形成，如东北海域的花瓶屿、棉花屿、鼓佳屿遗迹，东南海域的火烧岛等。

## 星际火山分布

火山活动是宇宙中普遍存在的自然现象，太阳系所有岩石组成的行星都发生过火山作用。宇航探测发现月球、火星、金星、木卫一上均有火山活动遗迹，其中地球和木星是太阳系中至今仍有火山活动的两颗行星。

金星表面90%是玄武岩，地表80%为火山地形，表示火山在金星表面形成的过程中具有非常重要的作用。虽然金星上普遍分布着熔岩流，但是至今没有确切证据能说明金星的火山仍然活跃。

火星上也有一些死火山，包括四座巨大的盾状火山，其规模超过地球上任何一座火山。2004年美、欧、意发起的“快速号”计划发现了火星上的死火山奥林帕斯火山，推测其可能尚未完全熄灭。

木卫一（埃欧）是太阳系中火山活动最剧烈的星体，动力来自它与木星、木卫二、木卫三的潮汐力作用。木卫一的火山会喷出硫磺、二氧化硫及硅酸盐岩石，使得整个卫星的地貌完全改变。木卫一的表面有大量的破火山口、硫湖、连

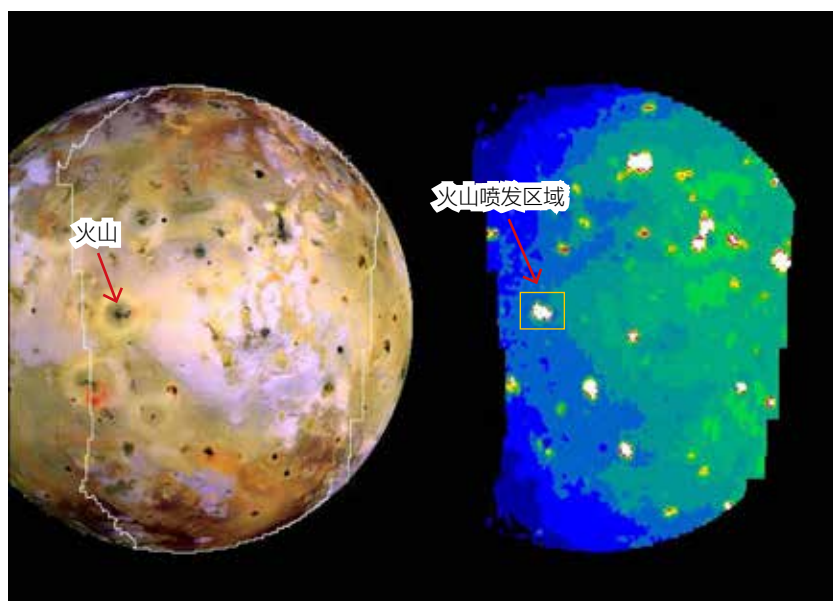


图4 木卫一火山分布

（左图为伽利略探测器拍摄的木卫一。由于火山经常喷发，木卫一上到处散发着橙黄色的硫磺物质（暗点）；右图是经过红外波段处理后的图像，图中白色明亮处为火山区，其温度高达1500℃）

绵不绝的火山山脉。木卫一的火山所喷出的岩浆是目前已知最热的，温度约为1500℃。木卫一火山的喷发物可以射至极高处，离表面可达300km，太阳系中有史以来最大的火山活动就在埃欧发生的。2003年1月—2011年11月，研究者对木卫一进行了40多次观测，图4中白色部分是火山爆发区域，火山热点区域最小直径为100km，多数火山活动与以前所发现的160多座火山有关。木卫二（欧罗巴）是木星的另一颗卫星，也被认为拥有活跃的火山系统。但是它是由水组成的火山“熔岩”，结合欧罗巴表面非常寒冷，使火山喷发时像一个冻结的喷泉，因而被称作冰火山。

## 结束语

火山是地球的窗口，它既可以给人类带来灾难，像火山碎屑流、熔岩流、火山泥石流等；也可以被人类利用，例如火山区矿产资源的开采、火山热能的利用、以及火山地貌的旅游开发等。因此，我们应该积极辩证地看待火山，更加主动地去了解火山，充分认识和遵循自然规律，主动趋利避害，实现人类与自然的和谐共处与共存。■

本文由国家自然科学基金（41372343、40872062）资助。