



王佳龙，中国地震局第一监测中心工程师，中国地震局地质研究所活动火山研究室在读博士，主要从事构造地质与火山地质的相关研究工作，近年来参与多项国家自然科学基金项目和国家重点实验室开放课题，正在主持中国地震局监测预报司“全球典型火山事件跟踪上报”项目，公开发表学术论文 10 余篇。

近年全球火山喷发概述

王佳龙

引言

全球大约有 1500 座在一万年以来有过喷发的活火山，其中五百余座火山在人类历史时期喷发过。还有很大一部分火山由于位于深海海底，它们的喷发很少能到达水面，因此很少能观察并记录到。全球活火山约有 80% 分布在环太平洋地区，位于太平洋板块西南缘的印度尼西亚、菲律宾和日本等国家，拥有全球正在活动火山数量的三分之一。

火山活动反映了地球表层的构造活动，其中大角度俯冲带的弧后火山活动最为强烈，小角度的俯冲带、拉张裂谷和走滑为主的板块边界火山活动较为平静。大部分火山都是板块运动的结果，是现今地球动力学过程的重要现象。

近年来全球火山活动的火山警戒等级分类

火山警戒等级是衡量火山活动危险程度的标识，美国地质调查局（USGS）火山灾害项目将火山警戒等级划分为 4 个等级，即 I 级（正常）、II 级（通报）、III 级（监视）和 IV 级（警告），各自所代表的危险程度依次上升。火山活动越强烈，引发的火山灾害也越严重。一般情况下，火山的警戒等级是随着火山活动的强弱而改变的，有些火山的警戒等级可能会在数月内出现连续变化。

本文统计了 2015 年至 2018 年 6 月全球共计 156 座火山发生的不同程度喷发活动信息（图 1），并且根据火山喷发潜在危险性和火山活动强弱对

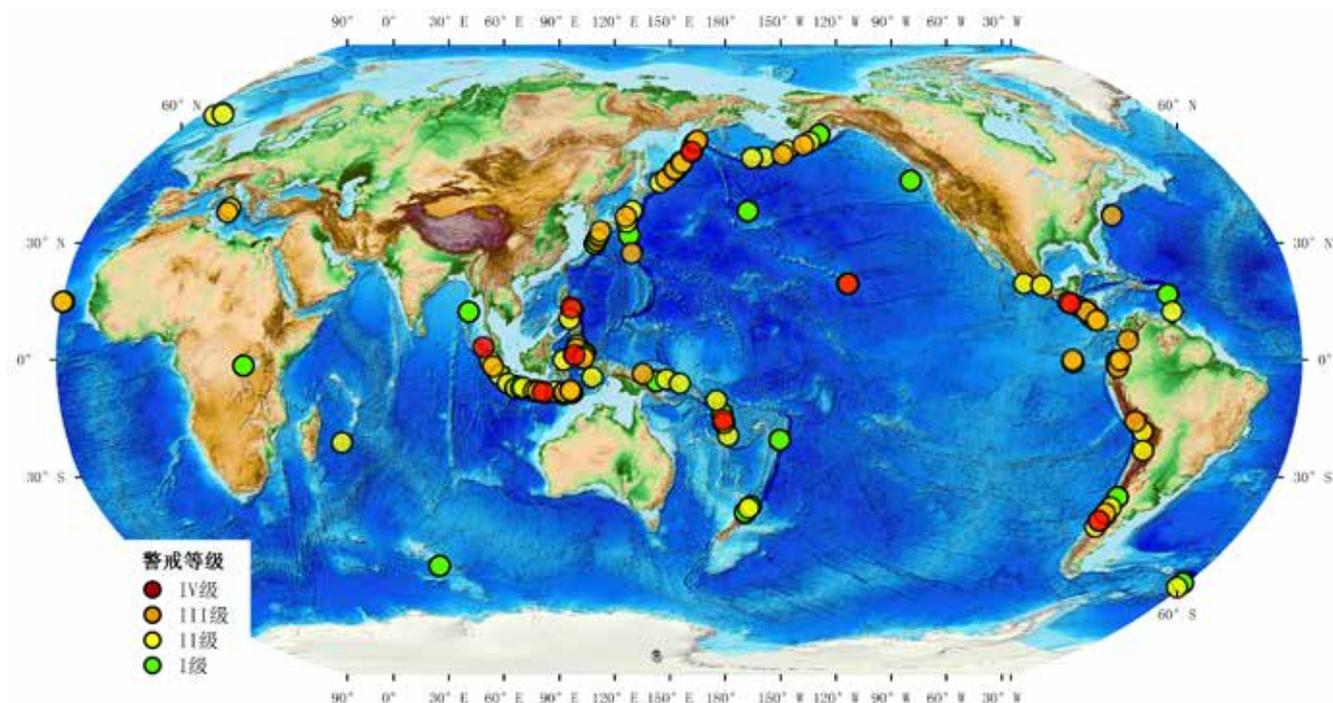


图1 2015年以来世界火山喷发地点分布图

上述火山进行了分级。

第一，火山警戒等级为I级的火山35座，占喷发火山的22%，其中菲律宾吕宋岛的布卢桑（Bulusan）火山、印度尼西亚哈马黑拉岛的杜科诺（Dukono）火山、日本的諏访之濑岛（Suwanosejima）火山十分活跃。杜科诺、諏访之濑岛火山活动形式主要表现为火山灰柱的上升和飘逸，布卢桑火山活动形式主要表现为蒸汽柱的上升，偶尔也夹杂少量的火山灰。警戒等级为I级的火山活动强度较弱，一般不会周边居民的生产生活产生影响，但是有些火山在活动的过程中会产生一些有害的火山气体，游客和登山者需视情况谨慎前往。

第二，火山警戒等级为II级的火山66座，占喷发火山的42%，其中墨西哥的科利马（Colima）和波波卡特佩特（Popocatepetl）火山活动较为活跃。科利马火山在2016年和2017年每年活动持续时间均超过了40周，2018年以来活动频率有所下降。其火山活动形式除了喷发柱的上升以外，还经常发生火山地震和火山震颤，火山气体（二氧化硫）的释放也有所增加。这种火山锥附近发生的震动，偶尔会引起锥体发生落石、滑坡等。波波卡特佩特的活动形式主要为喷发柱的上升和火口爆炸，爆炸的产生预示着岩浆的到来，炙热的岩浆上涌遇到通道里的水，会使得水在有限的空间内

迅速发生汽化膨胀产生爆炸。

第三，警戒等级为III级的火山46座，占有所有喷发火山的30%，其中包括美国楚吉纳达克山岛的克利夫兰（Cleveland）火山，危地马拉的圣玛丽亚（Santa Maria）火山，秘鲁的萨班卡亚（Sabancaya）火山，俄罗斯幌筵岛的埃别科（Ebeko）火山、堪察加半岛的希韦卢奇（Sheveluch）火山，日本的樱岛（Sakurajima）火山、始良（Aira）火山和新燃岳（Kirishimayama）火山等。该类火山活动明显比警戒等级为II级的火山活动剧烈，如新燃岳火山，其喷发柱可达海拔3 km以上，火山周边一些县市都会受到火山灰的影响，火山气体（二氧化硫）的排放也达到上千吨/天，爆炸产生的火山碎屑（火山弹等）溅落到火口以外1 km范围，位于雾岛县和鹿儿岛县的居民也能明显感到火山地震造成的地表震动。警戒等级为III级的火山由于其数量较多，火山活动较为剧烈，因此造成的火山灾害相对严重，应引起足够的重视。

第四，警戒等级为IV级的火山有9座，占有所有喷发火山数量的6%，其中美国夏威夷的基拉维厄（Kilauea）火山、危地马拉的富埃戈（Fuego）火山、菲律宾的马荣（Mayon）火山、印度尼西亚的锡纳朋（Sinabung）火山和阿贡（Agung）火山均表现得十分剧烈。以上火山均发生过猛烈的喷发，但

喷发形式不尽相同，基拉维厄火山活动形式以岩浆溢流为主，锡纳朋火山活动形式为喷发柱的上升和飘逸。富埃戈火山、阿贡火山和马荣火山活动形式均表现为斯通博利式，即突然发生猛烈的爆炸，产生大量火山灰和火山碎屑，随后又有岩浆涌出形成熔岩流，造成的火山灾害非常严重。基拉维厄火山每年活动时长都在 50 周以上，锡纳朋火山活动也在 40 周以上；而阿贡火山和马荣火山只有在喷发前一段时间内才有所活动，喷发后活动又逐渐停止。

年 6 月，共有 54 座火山活动，最少的一次发生在 2016 年 12 月，共有 24 座火山活动。其中，火山警戒等级为 I 级的火山活动数量有下降的趋势；火山警戒等级为 II 级和 IV 级的火山数量有小幅增多的趋势（图 2）。由此可见，每年全球火山的活动数量基本保持不变，火山活动强度有所增强，发生火山灾害的概率升高。

全球火山活动数量变化

自 2015 年以来，全球有过活动记录的火山共计有 156 座。每个月都会有火山开始活动，也有火山活动停止或熄灭。整体上平均每月有 34 座火山活动，其中 2015 年平均每月火山活动数量为 37 座、2016 年 33 座、2017 年 31 座、2018 年（上半年）32 座。火山活动数量最多的一次发生在 2015

全球火山活动的频度、强度分类与灾害

每座火山活动持续的时间都不尽相同，有的火山活动持续几周，有的活动持续几年。火山活动持续时间的长短与火山活动的剧烈程度并不直接相关，活动频繁的杜科诺火山警戒等级仅为 I 级；而同样活动频繁的基拉维厄火山和锡纳朋火山警戒等级可达 IV 级。根据火山活动的频率和强度，可将全球火山活动分为以下三种。

第一种为“冒泡”型，这种火山一般活动强度较弱，持续时间较短，警戒等级一般为 I 级或 II 级，活动形式主要表现为火山喷气、火山震颤、火山地震等，通常不会造成地质灾害，对周围居民的生活影响不大。这类火山的典型代表有冰岛的卡特拉（Katla）火山、美国的希沙尔丁（Shishaldin）火山、印度尼西亚的赛梅鲁（Semeru）火山、俄罗斯的朱帕诺夫斯基（Zhupanovsky）火山等。值得指出的是，冰岛的卡特拉火山之所以划分为此种类型，是因为通常稳定状态下卡特拉火山偶尔显示出地下岩浆活动，并没有明显的岩浆上升遭遇覆盖冰层而发生的爆发性喷发的反应过程。

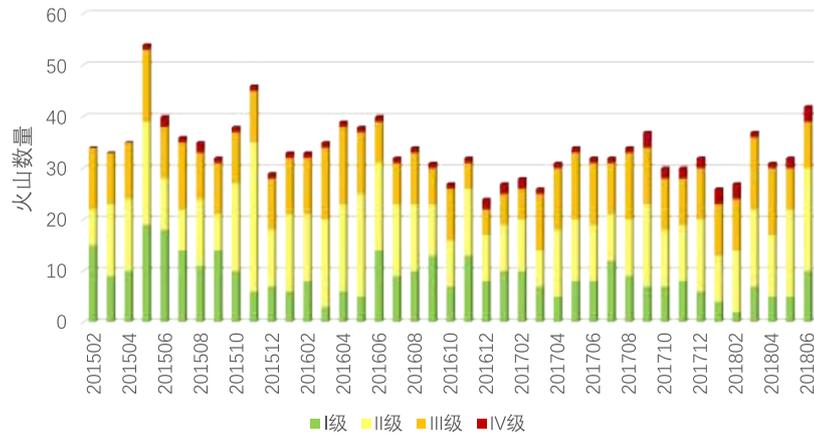


图2 2015年2月—2018年6月间全球活动火山数量变化

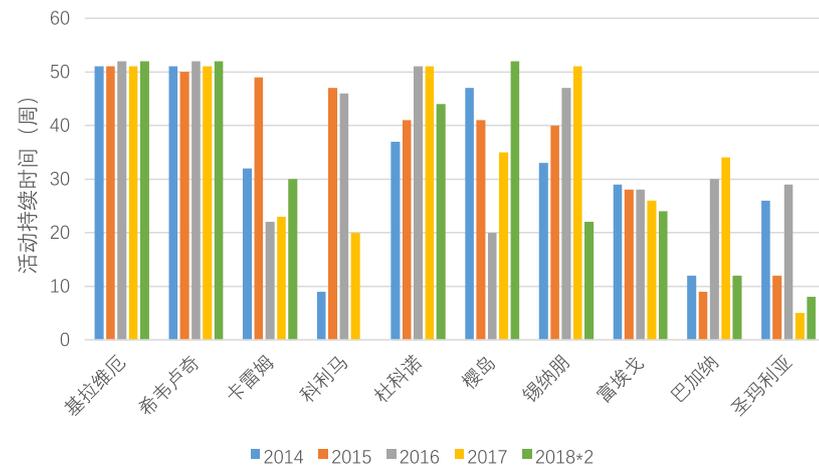


图3 典型火山活动持续时间分布表

第二种为“持续”型，这种火山基本上常年处于持续喷发状态，警戒等级一般为 II 级或 III 级，活动形式主要表现为火山喷气、火山地震、岩浆活动、火山碎屑流等，这种类型的火山是全球火山监测的重点。最为典型的代表就是美国夏威夷的基拉维厄火山、印度尼西亚的锡纳朋火山、杜科诺火山和俄罗斯勘察加半岛的希韦卢奇火山，这几座火山几乎常年都在活动（图 3），火山区周围也经常会引起一些地质灾害。

第三种为“剧烈”型，这种火山常年处于稳定状态，偶尔几周或几个月突然爆发，警戒等级一般为 III 级或 IV 级，喷发的形式主要表现为喷发柱的突然上升，有时候高达几千米至十几千米，随后火山碎屑物质喷出火口并造成坍塌引发火山碎屑流，最后岩浆溢出形成熔岩流。2017 年日本的新燃岳火山、菲律宾的马荣火山、印度尼西亚的阿贡火山以及富埃戈火山都属于这种类型。由于火山大规模的喷发，火山灾害会给当地居民和植被造成严重的影响，火山灰还会影响航班，造成旅客滞留机场，严重时会造成人员伤亡。



图4 2018年6月3日富埃戈火山爆发

典型火山喷发实例

1. 富埃戈火山（2018年6月3日喷发）

富埃戈（火地岛）火山是一个具有典型火山口的层状火山，位于危地马拉中部地区，毗邻著名古城安地瓜。富埃戈火山历史上至少有 60 次布里尼式喷发，还有几次持续时间较长（几个月至几年）的小规模喷发活动。上一次强烈的布里尼式喷发（VEI 4）发生在 1974 年 10 月，产生了大量火山灰、火山碎屑流、熔岩流和火山泥流，给当地的居民和农业造成严重影响和破坏。本次

火山喷发（2018 年 6 月 3 日）是富埃戈火山喷发最为强烈、破坏力最大的一次（图 4）。喷出的火山灰造成首都拉奥罗拉国际机场（La Aurora）关闭，火山灾害导致上百人伤亡、上万人被迫疏散，上百万人受到影响，其中 El Rodeo 村几乎在地图上消失（图 5），截至 2018 年 6 月 26 日死亡人数上升至 112 人，仍有 197 人失踪，12823 人被疏散，约 170 万人受灾。

2. 基拉维厄火山（2018年5月3日喷发）

基拉维厄火山是现今世界上最为活跃的火山之一，位于美国夏威夷岛东南部。据资料显示，在 20 世纪内该火



图5 El Rodeo镇被火山碎屑流掩埋

山就喷发了 53 次。自 1960 年以来，已有 30 次喷发，自 1983 年以来几乎一直在喷发，并造成了严重的经济财产损失。2018 年 4 月 23 日的熔岩流覆盖面积达 16hm²，这是自 2015 年以来规模最大的熔岩流活动。随后火山活动进一步加剧，警戒等级也提升至最高警戒。本次火山活动主要集中在顶峰火口和东部裂谷区，同时也是受灾最为严重的两个地区，尤其是在东部裂谷区的 Leilani 和 Lanipuna 地区，地表出现了数条地裂缝，岩浆和火山气体喷涌而出（图 6、图 7），破坏了多条公路和建筑，数千人被迫迁移。截至撰稿时，本轮火山活动依然没有停止的迹象，仍需密切关注。



图6 2018年5月4日下午12点46分，基拉维厄火山喷出一股强烈浓密的红褐色火山灰柱



图7 2018年5月5日Leilani地区的Makamae大街上涌动着—股熔岩流

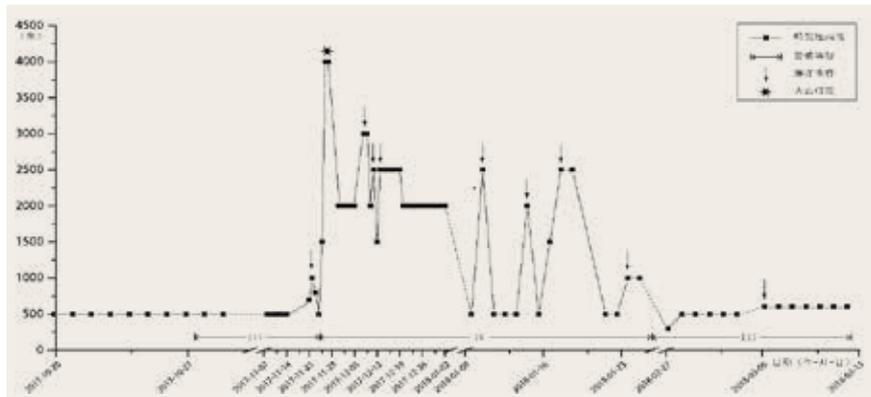


图8 阿贡火山喷发过程喷发柱高度变化

3. 阿贡火山 (2017年9月21日喷发)

全球活火山主要分布在环太平洋地区，此区域也是著名的“火环”，而印度尼西亚岛链是西南太平洋最为活跃的一条“火链”，生活在该火山区的居民数量也为世界之最，阿贡火山就是这条“火链”中最为活跃的火山之一。阿贡火山的喷发周期约为50年，其上一次喷发是在1963年（距今55年）。从2017年8月开始，阿贡火山的地震明显增多，有复苏和再次喷发的前兆，9月份火山警戒等级已升至Ⅲ级，10月份开始有喷发柱喷出，11月喷发柱急剧上升至4 km并开始有岩浆活动，警戒等级也升至最高级（Ⅳ级）。当地政府疏散了近14万人，本次火山喷发对当地居民的生产生活、旅游业、航空业等都造成了很大影响。

阿贡火山自2017年8月开始活动以来，浅源小震持续增多、热异常明显，进入10月以后开始出现不同规模的爆炸，爆炸产生的火山灰柱上升至高空并随风向飘逸，爆炸的规模大小直接决定了喷发柱的高度（图8）。11月27日发生一次剧烈爆炸，造成了火山剧烈喷发，喷发柱升至海拔4km，大量火山碎屑流顺火山斜坡冲下，当地居民被迫迁移，航班被迫取消。在随后的三个月内，不断地有地下岩浆补给，经常发生爆炸并产生喷发柱。2018年2月27日之后，岩浆补给减弱，火山警戒等级下降，爆炸规模减小，喷发柱高度降低，火山表面逐渐收缩。自2017年8月末至2018年3月末，历经了阿贡火山的整个喷发过程，从开始的地震活动，到喷发时大规模爆炸，到最后阶段的平静收缩。经过一段时间的平静之后，今年6月底该火山活动又有所增强。

4. 默拉皮火山（2018年5月11日喷发）

默拉皮火山位于爪哇岛（Java Island）南部海岸日惹市北面约28km，是印度尼西亚129座活火山之一，同时也是世界上最活跃的火山之一，附近有超过240万人居住，其中有数千人住在火山斜坡上。自1548年起，默拉皮火山已经断断续续喷发了68次，其中1994年11月默拉皮火山爆发造成27人死亡；另一次大型爆发发生在2006年，火山灰喷出达到4km远。2010年，默拉皮火山再次爆发，有消息称当时共造成350多人丧生。2018年5月11日上午7时32分，夹杂沙石和火山碎屑的浓烟冲上高空约达5.5km。



图9 2018年5月11日默拉皮火山突然喷发

本次火山喷发之前，民众并没有收到任何警示信息。因此在火山喷发前夕，120余名学生跑到山脚下露营准备登山。学生修潘（Shopan Pangestu）和同学们正在营地生火准备食物，众人有说有笑之时，突然听到远处传来隆隆巨响。大家抬头望去，发现有大量的火山灰从山顶喷出，气势相当吓人（图9）。修潘看到火山喷发后用阿拉伯语说：“Astaghfirullah al Azeem。”（我从上帝那里寻求饶恕）众人也立刻抛下手边的东西向北逃亡，幸好当时风往南吹，火山灰才没有向他们扑来，这120余名学生逃过一劫（图10）。随后当局将火山警戒等级升为II级，火口周

围3 km 范围内禁止民众进入。

结束语

2018年全球火山喷发较往年强烈，年内火山活动数量和强度均有增大的趋势。近年来，火山喷发造成的严重灾害事件时有发生，在一些经济、科技发达的地区，如日本、美国、冰岛等，均在活火山周围布设了严密的监测台站，三维一体不间断地对火山活动情况进行实时监测，常常在火山喷发之前做出准确的预警，并在火山周围划定危险区，大大地减轻了火山喷发可能造成的灾害。然而在一些经济、科技欠发达地区，如印尼、菲律宾以及一些南太平洋岛国等，对火山的研究及监测均较弱，这些地区同时又是受火山灾害影响严重的地区，一旦火山喷发很可能造成难以估量的灾害和损失。火山灾害以及所诱发的次生灾害具有高温的特点，因此火山喷发很可能导致整个城镇或村落被高温物质掩埋，后期的救援工作相当危险和困难。因此加强前期的火山监测，才是应对火山灾害的良策。☑



图10 学生们躲到安全地带

本文由中央级公益性科研院所基本科研业务专项（IGCEA1603）资助