

中国火山

刘嘉麒 著



科学出版社

(P-1119.1101)

■ 责任编辑 谢洪源 宋云华
封面设计 槐寿明



ISBN 7-03-007339-8



9 787030 073396 >

ISBN 7-03-007339-8/P · 1119

定 价： 50.00 元

中国火山

刘嘉麒著

科学出版社

1999

内 容 简 介

本书详尽而全面地论述了中国新生代火山和火山岩的时空分布、地貌形态、地质特征、矿物岩石地球化学性状,生成时代及活动规律,火山活动与构造气候旋回,玛珥湖及其古气候记录,火山资源与火山灾害……。探讨了火山活动机制和火山喷发对气候环境的影响,并把中国的火山同全球火山及气候变化联系在一起。书中资料翔实,内容丰富,观点新颖,理论创新,是迄今为止最全面系统论述中国火山的科学专著。

本书可作为地质、地理、地震、环境、旅游等部门科研生产人员的重要参考文献,也可作为有关高等院校有关专业本科生、研究生的教科书或参考书。

中国火山

刘嘉麒 著

责任编辑 谢洪源 宋云华

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1999年3月第一版 开本:787×1092 1/16

1999年3月第一次印刷 印张:14 1/4 插页:9

印数:1-1200

字数:323 000

ISBN 7-03-007339-8/P·1119

定价:50.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)



作者简介

刘嘉麒, 1941年5月29日生, 辽宁省北宁市人, 满族, 理学博士, 现为中国科学院地质研究所研究员、所长、博士生导师。1967年于长春地质学院(现为长春科技大学)地球化学专业研究生毕业, 1981年和1986年在中国科技大学研究生院和中国科学院地质研究所先后获得硕士、博士学位。多年来从事火山学、同位素地质年代学和第四纪地质环境学研究。曾获得首届“侯德封奖(地球化学)”、中国科学院科技进步一等奖、中国科学院自然科学一等奖、国家海洋局科技进步特等奖和国家科技进步二等奖等奖项。现为中国火山学会副理事长、中国第四纪研究委员会秘书长、中国地质学会副秘书长、中国矿物岩石地球化学学会常务理事、中国青藏高原研究会常务理事、中国人与生物圈国家委员会委员, 国际火山学与地球内部化学协会会员、火山作用专业委员会委员和国际第四纪研究联合会(INQUA)火山学与火山灰年代学专业委员会委员。

序

看过刘嘉麒撰写的《中国火山》书稿，感到该书内容丰富，资料翔实，立论有据，观点创新，是迄今为止最全面系统论述中国火山的科学专著，是作者多年刻苦钻研、辛勤耕耘的结晶。它为我国地球科学的知识宝库增添了新的内容，我为此书不久将能问世感到高兴。欣喜之余写此短序，以抒情怀。

我了解刘嘉麒同志始于 1986 年，那年中国矿物岩石地球化学学会以著名地质学家侯德封先生命名设立了“侯德封奖”。在受理首届“侯德封奖”候选人名单中，刘嘉麒的名字引起我和评委们的注意，从他提交的请奖论文中可以发现，他对中国东北地区（包括内蒙古）新生代火山岩进行了广泛深入的野外地质调查，取得许多第一手资料；随后，他又亲自做了大量实验工作，完成和发表的数以百计的高质量的火山岩同位素年龄、岩石化学数据和同位素地球化学数据，一直为国内外同行视为档案性资料，广为引用；他在翔实地质工作和实验数据的基础上指出，火山岩钾的含量不具备从大陆边缘向内陆逐渐增高的明显规律，而是在每个构造单元中，随时间的演变，从老到新钾有增高的趋势；他建立的火山幕和对中国东北大陆裂谷系的论证等成果，推进了中国火山地质的研究。他扎实的野外工作功底和精细的实验技能，表现出良好的科学素养，评委们对他的工作给予很高的评价，同意他为首届“侯德封奖”的获奖者。刘嘉麒是侯德封先生“文革”后招收的首批研究生，一个学生能首先获得以他的导师命名的奖励，这对师生来说都是莫大的幸事。

侯老谢世后，刘嘉麒师从刘东生先生攻读博士学位，他以优异成绩获得博士学位后继续在刘先生指导下工作。他工作积极，研究勤奋，学风严谨，思想敏捷，有一股锲而不舍、永远向上的劲头，在科学的道路上不断攀登。为了查明中国火山的时空分布和地质特征，探讨火山的生成机制和地质意义，他从黑龙江到海南岛，从东海之滨到青藏高原，对全国的大部分火山和火山岩进行了考察。与此同时，又借助国际合作与交流的机会，考察了日本、美国、墨西哥、智利、南极、新西兰、留尼汪、德国等国家和地区的火山，把中国的火山活动同全球火山活动有机地联系起来，进而在火山地质学的基础上，开展了火山学、火山灰学、火山气候学和火山灾害学等领域的研究，探讨火山喷发对气候的影响，提出火山作用与构造气候旋回的新观点；率先在中国开展玛珥湖的研究，把火山活动与气候、环境演变及全球变化密切地联系在一起；把火山学与其它相关学科联系起来，实现多学科的交叉与综合，这正是当今科学研究所追求的方向。刘嘉麒求实创新、善于合作的治学精神和谦虚谨慎、待人以诚的做人品格，颇得侯德封和刘东生两位地质大师的真传。

火山和火山岩是重要的地质体，火山活动是重要的地质现象。关于火山和火山岩的研究一直是地质学中最活跃的研究领域之一。早在 18 世纪，地质学中的“火成论”和“水成论”之争就是由岩浆与火山活动引起的，在水火之争的影响下地质学得到了

发展。本世纪板块学说的建立，引发了地质学的一场新变革；而为确定大陆漂移、海底扩张，进而建立板块学说，火山研究又发挥了重要作用。火山（岩）是地球内部信息和样品的载体，是窥测地球深部信息的窗口，许多地质问题都与火山作用有关。火山活动除了会给自然和社会带来灾害之外，还会给人类创造财富，许多矿产资源、温泉和矿泉资源、地热资源、旅游资源等都与火山（作用）有关，因此刘嘉麒的这本《中国火山》，无论对科学研究还是应用开发都有一定的价值。

据我所知，国外研究火山的机构数以百计，论述火山的著作层出不穷，然而在一本洋洋数万言的论著中，要么对中国火山一字不提，要么轻描淡写，其主要原因是他们对中国火山缺乏了解，而我们中国人自己也缺少这方面的系统研究和报道。如今出版刘嘉麒的《中国火山》一书，对中国火山研究和地质学发展无疑是一个重要贡献，希望他能继续努力，做出更大成绩！

刘嘉麒

1999.2.8

前 言

火山喷发是最壮观的地质现象，火山作用是唯一能贯穿地幔和大气圈、影响地下到空中的地质作用，许多矿产资源，许多地质问题都与火山作用有关。火山在给自然与社会带来灾祸的同时，也给人类创造许多宝贵财富。当圣海伦斯、皮纳图博等火山咆哮时，整个世界都为之震惊；当富士山、黄石公园等秀丽景色展示在人们面前时，火山又多么令人神往。

中国这样一个大国，有没有火山，是人们常常思考的问题。当年，著名的科学史学家李约瑟博士在《中国科学技术史》中写到：“由于中国境内根本没有火山，因此关于火山的一切资料就只能来自中国境外”；后来在同国外同行接触过程中发现他们对中国火山了解甚少，这不能不使中国人，特别是地质工作者感到遗憾。因为中国不仅仅有火山，而且也不少，只是研究得不够，宣传得不多。这使我很早就萌生了写一本《中国火山》一书的念头。恰好我的大学毕业论文和研究生论文都是围绕火成岩和火山岩开展工作的，近些年得到国家自然科学基金委员会等部门的资助和支持而开展了这方面的研究，使我有机会考察了中国乃至全球的许多火山，积累了较多的资料，断断续续地写了一些文章，做了一些总结，但是终未成书。

近年，在刘东生先生的指导和鼓励下，在郭正府博士以及刘强、贺怀宇、张国平、王文远、储国强等研究生的大力帮助下，终于完成了本书手稿，算作本人多年工作的一个阶段性总结，也是对众多地质前辈和同仁们的科研成果学习的心得。在完成此书稿的过程中，涂光炽院士、叶大年院士以及袁宝印、韩家懋等同事给予了许多指导和鼓励；宋云华和周云生帮助编辑、修改了稿件；沈晓东、王津津和陈爱华帮助清绘了全书图件；邵兴亚、胥云、张亚光帮助复照制版；科学出版社在任务繁重的情况下接受出版此书；……，对此，作者一并表示衷心的感谢。

本书的许多成果是在执行研究项目过程中，从相关的研究专题或研究内容获得的，包括：国家自然科学基金委员会重大项目（高分辨率的湖泊古气候记录，编号：49894174）、面上基金项目（昆仑山中段第四纪火山与生态环境研究，编号：4860161；火山灰及火山灰年代学研究，编号：49173176；湖光岩玛珥湖纹层年代学研究，编号：49772173）、中国科学院重大项目（KZ951-A1-402-06：火山活动与气候变化）、国家科学技术部攀登计划预选项目（攀登计划 95-预-40：华南玛珥湖高分辨率气候记录）、国家科学技术部中-比国际合作项目（青藏高原的隆升与火山作用和全球环境变化的关系）、国家地震局重点项目（吉林龙岗地区玛珥湖的时空分布及地质背景）和国土资源部同位素地质开放实验室基金项目（中国东部火山区玛珥湖形成的同位素年代学研究）以及其它项目。在此，对于有关部门的支持和资助表示诚挚的谢意。

借此机会我也要感谢在野外工作时，特别是在艰苦的青藏高原和大兴安岭工作时

给予真诚帮助的同事、朋友、边防战士和当地群众；感谢美国地质调查所 Marven Lanphere 博士、英国开放大学 Peter Francis 博士、德国地球科学中心 J. N. W. Negendank 教授、比利时布鲁塞尔自由大学 P. Pasteels 教授以及骆祥君博士近年来的通力合作；感谢恩师刘东生院士和鄂莫岚教授的指导和教诲，缅怀导师侯德封先生和穆克敏教授。必须指出，由于时间仓促，水平有限，书中谬误一定不少，敬请所有关心本书的同事和读者批评指正。

作者

1999 年 1 月于北京

目 录

序

前言

第一章 概论	(1)
第一节 火山的概念	(1)
第二节 世界火山分布	(2)
第三节 中国火山概况	(5)
第四节 中国火山研究简史	(8)
第二章 中国火山的时空分布与地质特征	(13)
第一节 东北地区新生代火山与火山岩.....	(13)
第二节 华北地区新生代火山与火山岩.....	(28)
第三节 东南沿海地区新生代火山与火山岩.....	(32)
第四节 青藏高原及周边地区新生代火山与火山岩.....	(42)
第三章 火山岩年代学与火山活动规律	(53)
第一节 火山岩年龄测定.....	(53)
第二节 中国新生代火山幕.....	(60)
第三节 中国历史时期的火山喷发.....	(71)
第四节 中国火山活动与全球火山活动的联系.....	(75)
第四章 火山岩岩石化学与地球化学特征	(78)
第一节 岩石化学成分与岩石分类.....	(78)
第二节 火山岩地球化学特征.....	(98)
第五章 火山活动的动力机制	(112)
第一节 大陆裂谷作用与火山活动	(112)
第二节 火山活动与青藏高原隆升的关系	(125)
第六章 玛珥湖与古气候记录	(127)
第一节 玛珥的概念、特征及其形成过程	(127)
第二节 玛珥湖与古气候研究	(130)
第三节 中国的玛珥湖	(135)
第七章 火山活动与气候变迁	(145)
第一节 火山喷发对气候的影响	(145)
第二节 火山活动与冰期-间冰期的关系.....	(166)
第八章 火山资源与灾害	(178)
第一节 火山资源	(178)
第二节 火山灾害	(187)

第三节 中国火山潜在的危险	(191)
第四节 火山活动的监测与预报	(192)
主要参考文献	(194)
图版	(220)

第一章 概 论

第一节 火山的概念

提起火山喷发，人们自然想到那是地壳的自我爆炸，是大地的轰鸣和喷火，是岩浆的喷溢与泛滥。火山喷发的过程是地球释放内能的过程，是一种重要的地质作用。处于高温状态（1000℃以上）的地下岩浆和沸腾着的流体沿着一定的通道，有时以爆炸或喷射的形式冲出地表，进入高空，回落到地面堆积成各种形态的地质体，有岩流，有岩丘，有渣堆……；有时岩浆并不剧烈地咆哮和喷射，而是沿着地壳的裂缝“宁静”地溢出，形成岩浆的河，冷凝后成为熔岩流；也有时没有岩浆喷溢，而只有喷射的气体和灰尘。在各种喷发形式中，以中心式喷发较为普遍，喷出物围绕着喷出口堆积形成圆形的山丘，有锥状、盾状及其它形状，就是普通意义上的火山。在地质学中的火山含义，既包括了火山本身的形态与特征，也包括岩浆的成因与运移过程，以及喷发的形式及产物……，这是一个完整的地质系统。

按照火山形成的历史，分为死火山和活火山，以及介于它们之间的休眠火山。所谓死火山，不仅形成久远，而且被证明在可预见的未来不可能再喷发的火山；而活火山就是现在仍在喷发或有历史记载喷发过的火山。各国划定活火山的时限长短不一，比较普遍的界限是将 10000 年来有过喷发活动的火山都称活火山。而在某些多火山的国家（如日本）则把 2000 年来有过喷发活动的火山视为活火山。不同地区，不同火山活动的周期与频率各不相同，有的喷发一次即告终结，不再喷发；有的则连续喷发很多次，且在每次喷发中间还有短暂的间歇，停止一段时间再次喷发。这种在一次喷发之后处于静止，但仍可能喷发，或在两次喷发之间较长时间处于相对静止状态的火山，被称为休眠火山；休眠火山属于活火山的范畴。例如，位于意大利西西里岛东北角的埃特纳（Etna）火山，自公元前 475 年首次记载它的喷发以来，至今已有 2000 多次喷发，几乎从未间断过，即使在休止期间，火山口也冒浓烟，且在夜幕中能见到火光。而美国西部的圣海伦斯火山（Mount St. Helens），据研究，它的最老的火山灰堆积至少在 40000 年前，经过冰期的低潮之后，到 1980 年喷发之前，曾有过九次脉冲活动，这些脉冲活动每次持续时间从 5000 年到少于 100 年。1980 年的大喷发就是在静止了 123 年之后发生的。从 1980 年 3 月 27 日开始喷发，到 1981 年 4 月 11 日停止，其间喷喷停停经历了多次（Tilling et al., 1993）。

“火山”一词的英文名字叫 Volcano，它是由位于地中海利帕里群岛的武尔卡诺火山（Vulcano）音译而来。古代，地中海一带火山活动频繁，开始人们见到火山喷发的情景，以为是什么东西在地下燃烧，并用罗马神话中火神武尔卡（Vulcan）的名字称呼这地下冒火的现象，著名的武尔卡诺（Vulcano）火山也由此得名。尽管火山喷发不是

当初人们所猜测的某种物质在地下燃烧，而是一种地质作用，但以武尔卡诺（Volcano）作为火山的术语却一直延用下来。

在中国历史文献中，提到火山的地方也不罕见，例如在《山海经》的大荒西经中就有“炎火之山”之说；《魏书》西域列传中记有“般悦国火山”；顾祖禹（1624~1680）的《读史方舆纪要》中在河曲县下专列“火山”一节，记述为“火山，在县西五里，黄河东岸，山上有孔，以草投孔中，烟焰上发，可熟食。”……类似这样的记载举不胜举。然而，如果说古罗马人把真正的火山现象误认为是某物质在“地下燃烧”，而中国人恰恰相反，往往把地下的物质燃烧（一般都是煤的自燃，也有油气藏的燃烧）误称火山，如上面提到的河曲县“火山”，后经章鸿钊（1924）考证即为煤层自燃，而不是地质意义上的火山。关于中国史料中对于火山记述的真伪，陶世龙（1983）的“火山辨”做了很好的论述，此不赘述。

人们除了把地下物质燃烧误认为火山之外，还有一种被称为“泥火山”的有时也与“火山”混淆。泥火山的活动现象与火山喷发有些类似，即在某些地区的地表或近地表时有大量气体、泥上和岩石碎屑喷出，有时也伴随气体的燃烧而出现火焰，喷出物往往堆积成各种大小不等的平顶锥形台地，通常高不足 10m，直径十几米至几十米，人们将这泥（土）丘称之为泥火山。说是火山，其实不是火山，因为它的发生既无火山通道也与岩浆无关，而往往与油田有关。世界上最大的泥火山出现在里海的巴库油田，中国新疆克拉玛依油田附近的独山子也有泥火山产出。在东欧一些泥火山发育地区，已探明其下有油气藏。关于泥火山的成因目前尚无定论，通常认为是由于地层中有厚层塑性沉积物存在，其中含有大量水和碳氢气体，当这种塑性沉积物受到构造变动或挤压时，就喷出地表形成泥火山。

第二节 世界火山分布

太阳系所有岩石组成的行星都发生过火山作用，但火山活动的时代各有不同，有的已停息几十亿年，如月球；有的则停息时间不长，如火星和金星，那里的火山都很年轻；地球和木星是太阳系中至今仍有火山活动的两颗行星，且地球上的火山活动频繁，木星上则偶尔发生，多数是发生在它的卫星 I_0 上。自 10000 年前以来，地球上保持活动的火山不少于 1343 个，它们至少都有一次喷发，有的喷发数次，数十次；仅过去 2000 年以来记录下来的独立火山喷发就达 5000 多次，而近几十年每年都有 50 多次的喷发。这些火山喷发不只发生在大陆上，也发生在海洋中，即使在 3000~4000m 的深海中，承受 30~40MPa 压力的情况下也有火山喷发发生（Frankel, 1996）。占地球表面约 2/3 的大洋底部几乎全为玄武岩，大洋中的许多岛屿就是由水中的火山出露而成，并且随着火山的不断喷发，熔岩不断堆积，岛屿的面积也不断扩大，陆地高度也有增高。如太平洋中的夏威夷群岛、复活节岛，印度洋中的毛里求斯岛、留尼汪岛（照片 2）和大西洋中的圣多美岛和普林西比岛等都是火山形成的。

全球火山多分布在构造板块的边缘（图 1-2-1），2/3 集中在太平洋边缘的“火链”，这个火链从印度尼西亚、菲律宾，向北经日本、库页岛、堪察加半岛，向东经阿留申群岛，至北美、中美和南美洲的西海岸（Chester, 1993）；在非洲东部（东非裂谷），印

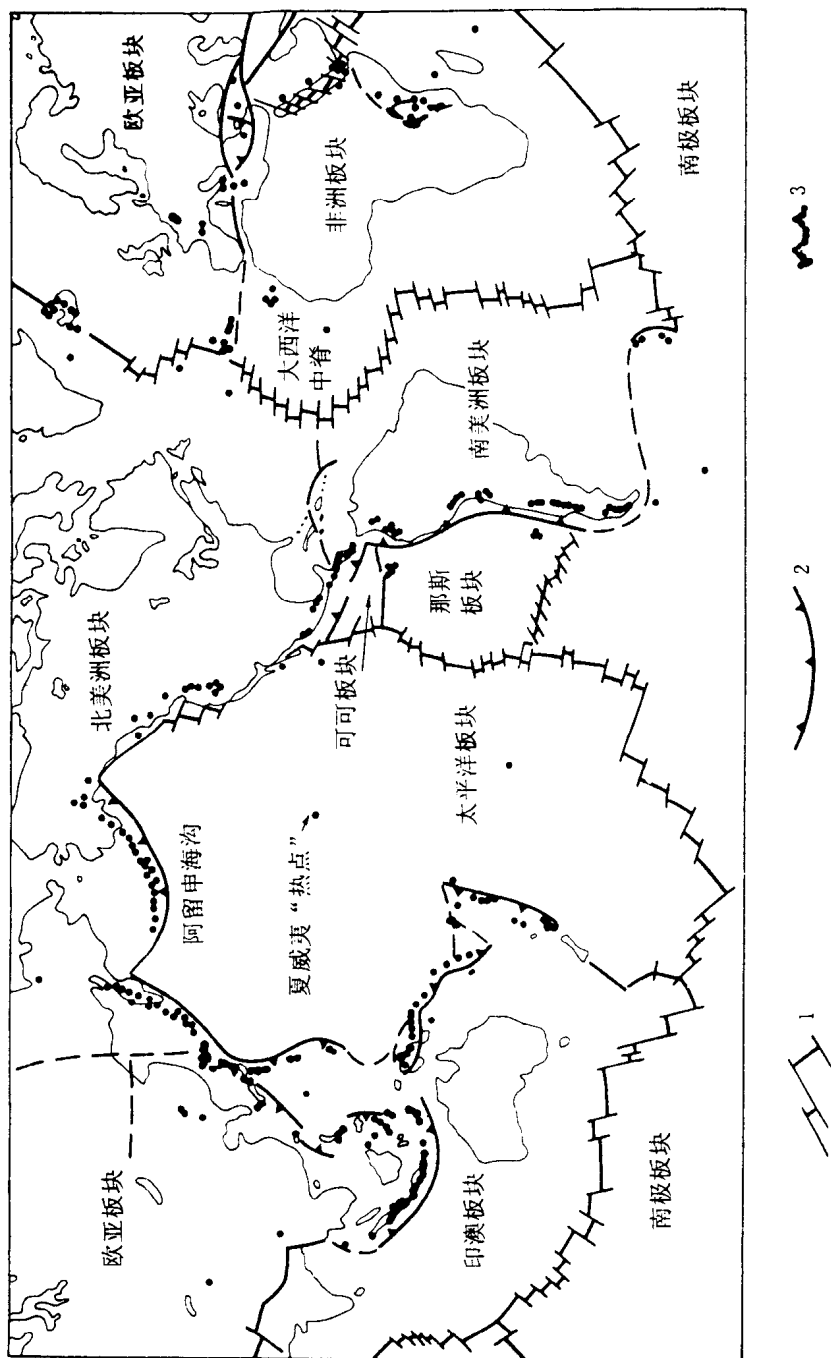


图 1-2-1 世界火山分布

1. 洋中脊和转换断层 2. 俯冲带 3. 火山

度洋中的个别岛屿，地中海沿岸，北冰洋的冰岛和南极洲的欺骗岛等地都有火山活动和产出。主要的火山国家有印度尼西亚、日本、俄罗斯、美国、墨西哥、哥伦比亚、厄瓜多尔、智利、新西兰、肯尼亚、意大利和冰岛；中国、法国、德国等国家也有一些火山。活火山最多的国家是印度尼西亚、日本、美国（Simkin et al., 1981; Simkin, 1993）。

印度尼西亚是“千岛之国”，也是“火山之国”。全国有 400 多座火山，其中有 100 多座是活火山。位于松巴哇岛北部的坦博拉火山（Tanbora）于 1815 年的一次大喷发从 4 月 5 日持续到 7 月中旬，是世界上有历史记载的最大一次火山爆发，喷发物达 70Gt，其中 99% 为气体和火山灰。火山灰弥漫天空，使方圆 480km 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 年喀拉喀托（Krakatau）火山爆发，有“声震一万里，灰撒三大洋”之势，使当地的火山岛毁灭，50000 人死亡，也是一次规模巨大的火山爆发。

菲律宾的皮纳图博火山（Pinatubo）在沉睡了 500 多年之后于 1991 年 6 月 2 日爆发，持续 10 多小时，火山烟灰冲进 35km 高的大气层，弥漫范围跨越约 500km，火山灰覆盖面积达数千平方公里，最大堆积厚度达 200m，同时喷射出约 17Mt 的 SO_2 进入平流层，形成气溶胶，对气候造成很大影响，这是 20 世纪规模最大的一次火山喷发（Self and Mouginitis-Mark, 1995; Newhall et al., 1997）。日本陆地面积仅占全球陆地的 1/400，却集中了世界 1/10 的活火山，著名的火山有富士山（Fuji）、浅间山（Asama）（照片 1）、阿苏山（Aso）、樱岛（Sakurajima）和岩手山（Iwate）等。大部分火山喷发物为安山岩，而富士山却为玄武岩。富士山具有典型的火山地貌和火山景观，是天然的火山博物馆；它高 3776m，为日本万山之王；从公元 781 年到 1704 年曾发生过 20 多次喷发，至今已沉睡 290 多年（荒木重雄，1978；彰坚 修，1978）。

意大利是世界上研究火山最早的国家，那里的维苏威（Vesuvio）、埃特纳（Etna）、沃尔卡诺（Vulcano）、斯特龙博利（Stromboli）等火山都是世界著名火山。每个火山喷发都代表着一种喷发类型。如维苏威火山于公元 79 年的大喷发，由于喷出大量有害气体，使当时在现场观测该火山喷发的火山学家普里尼（Pliny）中毒身亡，为纪念这位火山研究的先驱，把维苏威这种富含挥发分和硅质火山灰的浅层火山喷发称为普里尼式（Plinian）。埃特纳火山位于西西里岛东北角，火山口海拔 3295m，周长 212km，占地 1570km²，是欧洲最大的活火山，也是世界上极少见的一直未中断喷发的活火山，从公元前 475 年第一次喷发，至今已喷发 2000 多次；公元 1169 年的一次喷发，熔岩摧毁了卡塔尼亚城。斯特龙博利火山代表了一种典型火山，它的喷发周期短，缓和而有规律，大约 20 分钟到 1 小时喷发一次，连续多年，成为“地中海上的灯塔”。

位于北冰洋的冰岛虽然全岛有 3/4 的地区为现代冰川覆盖，却在 13000km² 的范围分布着数以百计的火山，是世界上火山密度最大的国家之一，地热资源非常丰富。著名的火山有华纳达尔斯（Hvannadalshnukur）、海克拉（Hekla）、卡特拉（Katla）和拉基（Laki）火山等。由于火山不断喷发，在冰岛周围海域生成新岛的现象时有发生，最典型的是苏特西岛，那是 1963 年 11 月在冰岛南部海域发生的火山喷发，持续两个多月，于次年 1 月底火山高出海面约 150m，面积达 2.8km²，形成岛屿，称为苏特西岛。

美国的活火山主要分布于阿拉斯加、夏威夷和美国本土西部沿海诸州。在阿拉斯加半岛和阿留申群岛分布着一连串的活火山，总数达 55 个，如 1912 年发生一次大规模

喷发的奥瓦鲁波塔火山 (Novarupta), 在过去 200 年内有过 30 次喷发的巴甫洛夫火山 (Pavlof), 1988 年仍在喷发的阿库坦火山 (Akutan), 以及 1977 年喷发后形成乌金列克 (Ukinrek) 玛珥湖的乌嘎斯克火山。这些火山与隔白令海相望的千岛群岛火山如阿拉依德火山 (2339m) 和堪察加半岛上的火山如克柳契夫火山连成一气, 构成太平洋北部火山链。夏威夷活火山多集中在夏威夷岛上, 其中最著名的是基劳亚 (Kilauea) 和冒纳罗亚 (Mauna Loa) 火山, 前者在过去的 200 年当中有过 47 次喷发, 最后一次喷发从 1983 年开始至今还没有停止, 主要喷发玄武质熔岩, 火山灰极少。在美国大陆上的活火山沿西部的科迪勒拉山分布, 最重要的火山是圣海伦斯火山 (Mount St. Helens), 它于 1980 年发生大规模的喷发, 把山头掀掉 2.8km^3 , 高度减低 400m, 喷出火山灰 1.1km^3 。15 分钟后即进入 2400m 的高空, 3 天内笼罩整个美国。这次火山活动一直持续到 1996 年 (Wright and Pierson, 1992; Brantley and Myers, 1997)。

拉丁美洲是火山活动非常活跃地区, 沿太平洋东岸的科迪勒拉山脉和安第斯山脉有许多火山, 构成环太平洋火山链的另一部分。世界上海拔在 5000m 以上的火山大都分布在这里, 如墨西哥的奥里萨巴火山 (Orizaba, 5700m, 海拔高度, 下同) 和波波卡特佩特尔火山 (Popocatepetl, 5452m), 哥伦比亚的普伊斯火山 (5400m), 厄瓜多尔的科托帕希火山 (Cotopaxi, 5897m)、卡扬贝火山 (5790m)、桑盖火山 (5230m)、安蒂萨纳火山 (5706m), 秘鲁的来斯蒂火山 (5822m) 和图图帕卡 (5815m), 智利的奥亚圭 (Ollagüe, 5870m) 和迈波火山 (5323m)。拉丁美洲最高的火山是智利的圣佩德罗 (San Pedro, 6159m), 它位于智利北端与玻利维亚、阿根廷交界处。南美的主峰阿空加瓜峰 (Aconcagua, 6960m) 处于智利首都圣地亚哥北侧的阿根廷境内, 它是座死火山。除上述高海拔的火山外, 本地区还有一些虽然不很高, 却很重要的火山, 如哥伦比亚的普拉塞火山 (4646m), 危地马拉的塔胡穆尔科火山 (4220m), 它是中美洲的主峰。萨尔瓦多也是个“火山之国”, 主要有圣安娜火山和伊萨尔科火山。巴拿马的奇里基火山是该国最高峰 (3475m)。

非洲的火山主要沿东非裂谷分布, 位于坦桑尼亚和肯尼亚边境的乞力马扎罗山 (5895m) 和梅鲁山 (4566m) 都是火山, 前者是非洲第一高峰; 肯尼亚的主峰巴蒂安山 (5199m) 是座死火山锥, 而在其北部的泰莱基火山 (646m) 和基伍湖北端的卡里辛比火山 (450m) 都是活火山。除东非裂谷之外, 在西非的喀麦隆和大西洋中的一些岛屿也有活火山, 佛得角的 18 个岛屿几乎全为火山岛, 福古火山 (2829m) 是其中的活火山。

除了上述火山, 在南大洋和南极洲也有火山, 如新西兰北岛的塔拉韦拉火山、鲁阿佩胡火山以及罗斯岛上的埃里伯斯火山。可见无论是陆地还是海洋, 也无论是热带还是两极, 到处都有火山分布 (图 1-2-1)。

第三节 中国火山概况

中国虽然缺少现代火山喷发, 但新生代的火山活动频频发生, 一直没有停息, 从中新世到更新世的 2000 多万年的地质时期, 中国也是多火山国家。那时中国的火山喷发, 尤其是东北地区, 并不亚于日本。在中国也有广泛的火山和火山岩分布, 按照地理

位置,可划分为两大区域:一是沿我国东部大陆边缘,形成数以百计的火山群和火山锥,成为环太平洋火山链的一部分;另一是位于青藏高原及周边地区的火山群。在东部的火山群有黑龙江省的五大连池、科洛、诺敏、镜泊湖,吉林省的长白山、龙岗、伊通、双辽,辽宁省的宽甸,内蒙古的哈拉哈、达来诺尔、集宁、汉诺坝,山西省的大同,山东省的蓬莱、临沂,江苏省的六合,安徽省的嘉山,福建省的明溪,台湾省的大屯、基隆及周围海域,广东省的雷州半岛,海南省的琼北和云南省的腾冲;青藏高原的火山群主要包括阿什库勒、黑石北湖、泉水沟、大红柳滩、康西瓦、可可西里、强巴欠、涌波错(湖)、木孜塔格、雄鹰台、鲸鱼湖、多格错仁、巴毛穷宗、狮泉河和礼县等(图 1-3-1)。

以东北地区为例,从白垩纪晚期到现代大体可划分出 10 个火山幕,高峰期在中新世中期和第四纪。它们受东北大陆裂谷系的控制,从裂谷中央向西侧呈递进式发展,中间老,两侧新,越是向外(尤其是向大陆边缘一侧)火山活动的时代越新。古近纪(老第三纪)¹⁾火山活动多发生在东北大陆裂谷系中央,分布在松辽盆地、下辽河拗陷、渤海湾和华北平原,除松辽盆地南端双辽一带的七星山火山有较好的火山锥,其它地区的火山熔岩多与沉积物互层,埋藏在平原和海底之下,年龄介于 24.7~74.7Ma,这一时期的火山活动以弱碱性玄武岩及拉斑玄武岩岩浆溢流为主。新近纪火山活动异常活跃,中新世中、晚期(16~7Ma),无论是东部大陆边缘还是青藏高原,几乎所有火山群都有,尤其是沿郯庐断裂及其东北延伸的伊通-依兰断裂更为强烈,东北尚志、伊通,华北赤峰、达来诺尔、汉诺坝,山东山旺,江苏六合山,福建牛头山,广东雷州半岛等处的一些火山均在这个时期形成,岩石是碱性和强碱性的,含丰富的超镁铁质岩包体。青藏高原可可西里等地的大部分火山也是此时形成,岩性为超钾质火山岩。

新近纪到第四纪初,火山活动一度消沉。从早更新世中期起,火山活动再度活跃,至中更新世出现新的高潮,科洛、五大连池、龙岗、大同、明溪、大屯、基隆、雷琼、腾冲、阿什库勒等火山群在此时期都有大规模的火山喷发,高大的长白山火山也主要是在这个时期形成的。

到了全新世,上述许多地区的火山活动仍在继续着。虽然缺少现代火山喷发,但有历史记载的火山喷发也有多处,如五大连池、长白山、台湾、腾冲、西昆仑等地区在近 400 年间都有过火山喷发。长白山仅目前查到的历史记录就有三次以上,最近的一次发生在 1903 年;西昆仑阿什火山的最近一次喷发发生在 1951 年 5 月 27 日,这是已发现的最新火山喷发。它们均属于活火山,只是现时处于休眠状态。

中国的火山活动多呈中心式喷发,形成截顶圆锥状的火山锥,锥体普遍较小,锥体直径 400~1000m,相对高度 70~220m,由熔岩、浮岩及火山碎屑物组成。熔岩在火山周围或溢出口方向上形成由近及远、由厚变薄的舌形、扇形熔岩台地。有一些火山是裂隙式喷溢,其岩浆往往沿河谷或平原形成熔岩席或熔岩被。当熔岩体堵塞河流时,便形成堰塞湖,镜泊湖是中国最大的堰塞湖。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。可可西里地区的火山喷发类似于夏威夷式,那里缺少形态明显的火山

¹⁾ 本书的地层时代划分以国际地质科学联合会(IUGS)地层专业委员会 1998 年公布的地层年表为依据。新地层年表将原来的早第三纪改为 Paleogene,代号为 P,中文译为古近纪,包括古新世(P₁)、始新世(P₂)和渐新世(P₃);原来的晚第三纪仍为 Neogene,代号为 N,中文译为新近纪,包括中新世(N₁)和上新世(N₂)。第四纪未变,但改为二分,即更新世(Q₁)和全新世(Q₂),这与中国以往的四分有较大变动。