

中国东北部新生代火山岩 的年代学与地球化学研究

刘嘉麒

(中国科学院地质研究所)

中国东北地区处于欧亚大陆板块和太平洋板块的接触带,把大洋、岛弧和大陆紧密地联系在一起,在板块俯冲作用下,形成了一个以松辽地堑为主体,联合伊通—依兰裂谷、抚顺—密山裂谷及一系列地垒、盆地呈北东向平行分布的大陆裂谷系。在这样一个构造环境中,广泛发育新生代火山岩。大陆裂谷系控制着火山活动,火山活动的地质地球化学特点为大陆裂谷系的存在提供了佐证。在方圆约150万平方公里的辽、吉、黑三省及内蒙东部分布着约690座火山锥和5万平方公里的熔岩,构成了双辽(七星山)、伊通、龙岗、长白山、镜泊湖、五大连池、哈拉哈、达来诺尔等火山群。火山以中心式喷发为主,大部分为圆锥状或截顶圆锥状,数目多,个体小,其相对高度一般为100—200米;只有长白山等少数几座火山比较高。熔岩分布零散,缺少大型熔岩合地;它们的分布与构造密切相关:松辽地堑内部少,两侧隆起区多,且相对于松辽地堑具有一定的对称性,这种对称性在新第三纪以后表现尤为明显,绝大部分受断裂控制。火山带沿断裂(裂谷)分布,即使在松辽地堑内部,例如七星山火山群分布的双辽地区也有深大断裂(双辽—嫩江)通过。

根据300余块岩石标本的薄片鉴定和全岩样品的化学成分分析,全区新生代火山岩

除局部地区产出少量碱性粗面岩以外,绝大部分为玄武岩,且以碱性玄武岩占优势,其中含有较丰富的超镁铁质岩包体和辉石、歪长石等矿物巨晶;整个岩石可分为钠质与钾质两大岩系,前者遍布于各个时代和大部分火山群,后者则仅限于松辽地堑北端,第四纪后期才出现。岩石普遍碱性强、含钾高,其碱性程度比我国东南沿海和世界范围内的碱性玄武岩的平均化学成分都高,且有随时代变新而增长之趋势,尤其是对同一构造单元来说,往往是早期形成的岩石碱性弱,多为拉斑玄武岩,晚期形成的岩石碱性强,多为碱性橄辉玄武岩和碧玄岩;但是,在地理上不存在由岛弧到大陆、由大陆边缘到大陆内部,即由东向西碱性逐渐增强这一“普遍规律”,尽管这一规律曾被许多学者论述和引证过,却与实际情况不符。

东北地区新生代火山岩在成分上的另一个特征是富含轻稀土(LREE)不相容元素(ITE),呈现出富集型的球粒陨石标准化和地幔成分标准化模式,其富集程度与岩石的碱性程度正相关,与时代无明显的关系,即碱性程度高,LREE、ITE富集程度也高;由是,拉斑玄武岩呈近于平坦的弱富集型, $(La/Yb)_N = 3-5.6$, $\Sigma REE 50-60$ ppm;碱性玄武岩为明显的富集型, $(La/Yb)_N = 9-18$,最大53, $\Sigma REE 150-170$

ppm, 最高318ppm; 钾质玄武岩的REE和ITE含量更高, $(La/Yb)_N = 55 \pm$, ΣREE 达400—500ppm, 呈强富集型; 表明随着碱性的增强, 轻稀土不相容元素分馏得越来越明显, 而各类岩石的重稀土变化则不大, $(Lu)_N = 6—12$ 。

本区火山岩的总同位素比值没有明显的规律性, 粗面岩的 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值高(0.70561—0.71953), 玄武岩类的 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值为0.7033—0.7060, 拉斑玄武岩0.7046—0.7057, 碱性玄武岩0.7038—0.7058, 玄武岩中超镁铁质岩包体的 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值为0.7030—0.7064, 且大部分尖晶石二辉橄榄岩的总同位素比值一般低于寄主岩石, 高于寄主岩石的多是橄榄岩类, 即橄榄石中常常表现出明显高的 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值。总同位素分析结果表明, 本区玄武岩与玄武岩之间, 寄主岩石和包体之间, 包体中不同矿物之间, 均存在着总同位素的不均匀性, 这种大范围的同位素不平衡, 可能正是地幔来源的一种显示, 为岩浆源区——地幔所固有, 由此我们推测东北地区的地幔(上地幔)是不均匀的。上述火山岩的岩石地球化学特征与世界一些著名大陆裂谷火山岩岩石地球化学特征很相似, 一些学者把碱性岩作为大陆裂谷的示证, 那么, 本区新生代火山岩也显示了大陆裂谷型属性。

东北地区的新生代火山和火山岩不仅在空间分布和物质成分方面有自己的特点, 在时间演化上也有明显的规律性。作者在广泛进行地质调查, 搞清岩层层序、喷发旋回和接触关系的同时, 采用K-Ar稀释法、 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 中子活化法和 ^{14}C 法测量了百余个样品, 获得一批高水平的年龄数据, 据此, 参照Harland等1982年提出的新生代地质年表, 把自白垩纪末期到近代的火山活动分为10个火山幕: (1) 大屯火山幕(86—61 Ma), 为松辽地堑内部发生的火山活动,

以长春市南郊大屯富峰山为代表, 多孤零出现, 拉斑玄武岩占主导, 在大屯见有气孔状杏仁状拉斑玄武岩盖在白垩系泉头组之上, 伏于第四纪黄土之下。(2) 双辽火山幕(49—39 Ma), 主要发生在松辽地堑内部, 在双辽一带形成一个火山喷发中心, 七星山火山主要在此时生成, 在抚顺—密山裂谷中也有少量玄武岩喷溢, 时间集中在始新世45 Ma前后, 在牡丹江西侧黄花见有此幕拉斑玄武岩盖在老第三纪黄花组之上。(3) 下辽河火山幕(37—27 Ma), 火山活动韵律频繁, 规模不大, 熔岩流多与沉积物互层, 主要发生在下辽河拗陷, 其它裂谷和盆地中也零星出现, 在下辽河与渐新统的沙河街组互层, 在舒兰与舒兰组互层, 在通化马鞍山组、敦化土门子组、穆棱道台桥组的下部都有产出。(4) 甑峰山火山幕(23—19 Ma), 火山活动从老第三纪进入新第三纪, 从松辽地堑内部向两侧发展, 在东侧, 伊通的西尖山、敦化的高松树、和龙的甑峰山, 西侧的赤峰、棋盘山、五罗贡等地都有此幕火山活动发生, 其规模较小, 分布零散, 碱性玄武岩为主。(5) 奶头山火山幕(16—13 Ma), 是一期较强列的碱性玄武岩浆喷发, 在松辽地堑两侧的几条深大断裂带中都有发生, 尤其是伊通—依兰裂谷, 该幕火山活动纵贯南北, 火山似串珠状分布, 年龄集中在14—13 Ma, 在镜泊湖北头、鹿道, 安图奶头山, 松辽地堑西侧的北镇县正安堡、围场对挺沟等地都有该幕火山喷发, 突出特点是岩浆碱性强, 所形成的岩石几乎全为碱性玄武岩且含丰富的超镁铁质岩包体。(6) 老爷岭火山幕(11—7 Ma), 是一期大规模的火山活动, 以绵延千里的老爷岭玄武岩为代表, 在全区大部分火山群中都有发生, 以碱性玄武岩为主, 也有一些拉斑玄武岩, 如五叉沟玄武岩。熔岩的地貌特征非常明显, 常以平台状、帽状、碉堡状等形态覆盖在高山之

颠，通常所说的“高位玄武岩”，主要指该期玄武岩，它们经常与奶头山玄武岩共生，但它几乎不含超镁铁质岩包体。（7）军舰山火山幕（4.2—2.0Ma）发生在上新世，主要见于东部的长白山地区和内蒙的西口一带，熔岩常分布在河谷Ⅳ、Ⅴ级阶地上，以图们江畔的军舰山为代表，除长白山地区有广大熔岩台地外，其它地方仅零星分布，岩石碱性较弱，一般不含包体。（8）龙岗火山幕（1.5—0.8Ma），在松辽地堑两侧的隆起区均有发生，龙岗、镜泊湖、达来诺尔等火山群的大部分火山及河谷玄武岩在此幕生成，其特点是火山呈群式喷发，大面积出现，火山口和火山锥密集分布，岩石多为碱性玄武岩，普遍含超镁铁质岩包体。（9）白头山火山幕（0.58—0.06Ma），为中更新世发生的一期强烈火山活动，在长白山，以天池火山口为中心有大量粗面岩质岩浆喷出，形成高大的长白山火山；在北部小兴安岭地区形成另一个喷发中心，五大连池、科洛、逊克等火山群的大部分火山以及大兴安岭的诺敏河、哈拉哈等火山群的一些火山也形成于该幕，岩石既有钠质玄武岩又有大量钾质玄武岩产出。（10）五大连池火山幕（一万年以来），为全新世火山喷发，均为中心式，在龙岗火山群的四海、镜泊湖的牡丹峰、哈拉哈的大黑狗等地都有发生，最近的两次喷发，一次是公元1702年的长白山天池

火山喷发和公元1719—1721年间的五大连池老黑山、火烧山喷发。

上述10个火山幕集中在4个时期：老第三纪、中新世、上新世和第四纪，高峰期中新世和第四纪，这样的活动频率同环太平洋带的火山活动同步。火山幕的分布情况表明，东北地区的火山活动是中间早两侧晚，早期火山活动主要发生在松辽地堑内部，随着时间的推移呈递进式向两侧近于对称发展，这种递进式发展从松辽地堑到大陆边缘表现得尤为明显。松辽地堑火山活动开始于晚白垩纪，高峰期在始新世的双辽幕，停止于渐新世末；伊通—依兰裂谷的火山活动虽然开始于白垩纪末（那时它和松辽地堑连成一块），最强烈时期在中新世，尤其是14—13Ma，上新世开始消沉，第四纪停息；抚顺—密山裂谷在松辽地堑处于火山活动高潮时有少量拉斑玄武岩浆溢出，中新世中晚期达到高潮，沉静一段时间后，第四纪又开始了新的火山活动旋回，直到全新世仍有火山喷发；位于抚顺—密山裂谷东侧的长白山火山带，火山活动开始得更晚，为渐新世末中新世初，高峰期推迟到上新世的军舰山幕，直到公元1702年还有火山喷发。至于松辽地堑西侧，几乎没有老第三纪火山活动，新第三纪以后的火山活动与松辽地堑东侧大体相当。

