

Genesis of Volcanic Rocks and Their Relationship with Plate Tectonic Activities

Libo Shu

The 8th Geological Brigade, Jiangxi Geological Bureau, Shangrao, Jiangxi, 334000, China

Abstract

In this paper, the genesis of volcanic rocks and their close relationship with plate tectonic activities are discussed, and the petrological characteristics, geochemical composition and isotopic chronology data of volcanic rocks in different regions are comprehensively analyzed. The formation mechanism of volcanic rocks is mainly influenced by tectonic activities such as plate subduction, collision and rifting. It is found that the magma source, evolution process and eruption form of volcanic rocks are closely related to the evolution stage and dynamic background of plate tectonics. In addition, the distribution and type of volcanic rocks also reflect the type and activity of plate boundaries, providing important clues for understanding geodynamic processes and crustal evolution.

Keywords

volcanic rocks; cause analysis; plate tectonic activity

火山岩成因及其与板块构造活动关系的探讨

舒立波

江西省地质局第八地质大队, 中国·江西 上饶 334000

摘要

论文通过探讨火山岩的成因及其与板块构造活动之间的紧密关系, 对不同区域火山岩的岩石学特征、地球化学组成以及同位素年代学数据的综合分析, 揭示了火山岩的形成机制主要受到板块俯冲、碰撞以及裂谷作用等构造活动的影响。研究发现, 火山岩的岩浆来源、演化过程及喷发形式均与板块构造的演化阶段和动力学背景密切相关。此外, 火山岩的分布和类型还反映了板块边界的类型和活跃度, 为理解地球动力学过程和地壳演化提供了重要线索。

关键词

火山岩; 成因分析; 板块构造活动

1 引言

火山岩作为地球表面最直观的构造活动产物之一, 其形成与板块构造活动之间存在着密切的联系。板块构造理论指出, 地球表面由多个板块组成, 这些板块在相互运动中不断发生俯冲、碰撞、分离等构造活动, 从而导致了火山岩的生成和分布。火山岩的成因复杂多样, 涉及岩浆的产生、运移、储存和喷发等多个环节, 而这些环节又受到板块构造活动的深刻影响。因此, 探讨火山岩的成因及其与板块构造活动的关系, 对于理解地球动力学过程和地壳演化具有重要意义。

2 火山岩成因的成因机制

2.1 岩浆的产生与演化过程

火山岩的成因机制中, 岩浆的产生与演化过程是一个

复杂的环节, 如图 1 所示。岩浆的产生主要源于地球内部的高温高压环境, 在地球深处, 尤其是地幔部分, 由于放射性物质衰变产生的热量, 岩石受到长期的高温作用而逐渐熔融, 这种熔融过程涉及岩石中矿物的分解和重新组合, 形成具有流动性的岩浆。岩浆的演化过程则涉及多个阶段, 最初时, 岩浆在地幔中可能处于部分熔融状态, 随着温度和压力的变化, 岩浆的成分和性质也会发生调整。随后, 岩浆会通过地壳中的裂缝、断层或其他构造通道向上运移, 在这个过程中, 岩浆可能会与周围岩石发生反应, 进一步改变其化学成分^[1]。当岩浆上升到地壳较浅部位时, 由于温度和压力的降低, 岩浆中的矿物开始结晶析出, 这些矿物结晶的顺序和速度受到岩浆成分、温度、压力等多种因素的影响, 并随着结晶过程的进行, 岩浆逐渐固化, 形成我们所说的火山岩。此外, 岩浆的演化过程还可能受到地壳运动、板块构造活动等因素的影响, 例如, 板块俯冲可能导致岩浆的产生和运移, 而板块张裂则可能为岩浆提供上升的通道。

【作者简介】舒立波(1987-), 男, 中国江西上饶人, 本科, 工程师, 从事国土资源调查研究。

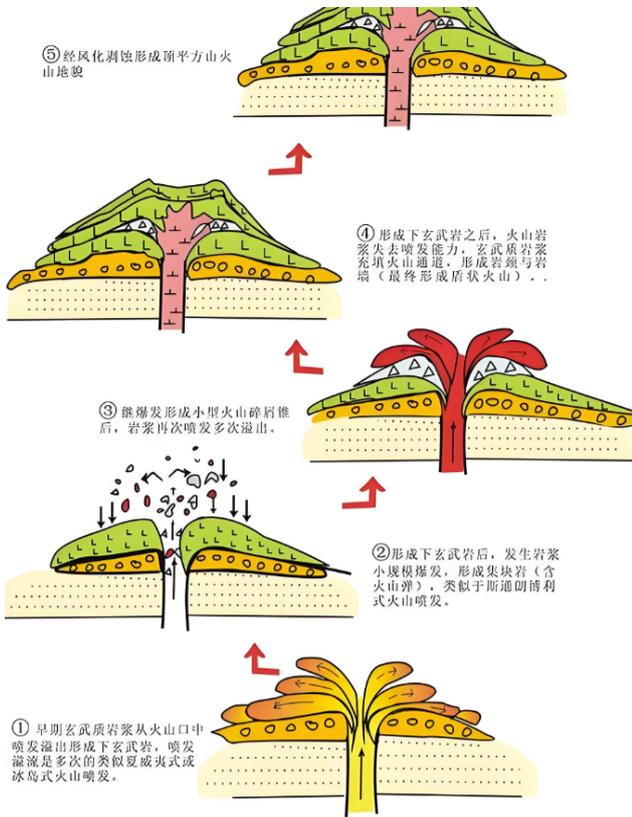


图 1 火山岩的演化过程

2.2 岩浆的运移、储存与喷发机制

在火山岩成因的成因机制中，岩浆的运移、储存与喷发机制不仅揭示了火山岩形成的动态过程，也为人类理解地球内部的物质循环和能量传递提供了宝贵的线索。由于岩浆的运移是一个复杂且多变的过程，在地壳深处，岩浆通常通过断层、裂缝或其他构造薄弱带向上运移，这些通道为岩浆提供了上升的路径，使其能够逐渐接近地表。在运移过程中，岩浆可能会与周围岩石发生相互作用，改变其成分和性质，再加上，地壳的运动和板块构造活动也会对岩浆的运移产生重要影响，如板块俯冲可能导致岩浆的产生和向上运移。当岩浆上升到地壳的较浅部位时，由于温度和压力的降低，岩浆的流动性减弱，开始逐渐固化，此时，岩浆可能在地壳中形成岩浆房或岩浆囊等储存场所，这些储存场所通常位于地壳的薄弱部位，如断层、褶皱或火山口附近，在岩浆房内，岩浆可能经历进一步的分异和演化，形成不同成分和性质的岩浆层。而当岩浆在岩浆房内积累到一定程度时，由于内部压力的增加和外部地壳的薄弱，岩浆会寻找突破口并喷发到地表。喷发过程可能伴随着地震、气体释放和火山碎屑的抛出等现象，岩浆的喷发方式多种多样，包括中心式喷发、裂隙式喷发和熔透式喷发等，这些方式受到岩浆成分、粘度、气体含量以及地壳构造等多种因素的影响。

2.3 不同类型火山岩的成因特点

火山岩的成因机制中，不同类型火山岩的成因特点呈现出显著的差异，这些差异主要源于岩浆的成分、来源、运

移路径以及喷发环境的不同，常见的火山岩有玄武岩、花岗岩、安山岩和流纹岩等^[2]。玄武岩是一种典型的喷出岩，其成因特点主要与地幔熔融和火山活动有关，地幔深处的岩石物质因高温而发生熔融，形成富含矿物成分的岩浆，当这些岩浆沿地壳裂缝上升到地表，并快速冷却固化时，便形成了玄武岩，由于岩浆的快速冷却，玄武岩常具有细粒结构，且颜色较深。花岗岩则是一种典型的侵入岩，其成因特点与地下深处的岩浆侵入活动有关，岩浆在地下深处侵入已有的岩石中，随着温度降低和晶体析出，岩浆逐渐固化为花岗岩，由于岩浆在地下深处缓慢冷却，花岗岩常具有粗粒结构，且颜色多样。安山岩的成因介于玄武岩和花岗岩之间，既有喷出岩的特点，也有侵入岩的特征，其岩浆可能来源于地壳深部的部分熔融，或者在岩浆上升过程中与地壳岩石发生混合，安山岩的结构和颜色也因岩浆成分和冷却速度的不同而有所差异。流纹岩是一种具有流纹构造的火山岩，其成因特点与岩浆中气体和挥发分的含量有关，当岩浆中富含气体和挥发分时，岩浆在喷发过程中会形成气泡并沿一定方向排列，冷却后形成流纹构造，流纹岩通常具有玻璃质结构，且颜色较浅。

3 火山岩与板块构造活动的关系

3.1 板块构造活动对岩浆产生与运移的影响

板块构造活动对岩浆产生与运移会造成以下几个方面的影响，首先，板块俯冲是岩浆产生的重要机制之一，当一块板块在另一块板块下方发生俯冲时，由于板块间的摩擦和挤压，使得俯冲板块下方的岩石在高温高压环境下发生部分熔融，形成岩浆，这些岩浆随后会沿着俯冲带的构造通道上升，并在地壳浅部冷却固化，形成火山岩。其次，板块碰撞也会导致岩浆的产生和运移，当两个板块相互碰撞时，其边缘部分会受到强烈的挤压和变形，导致地壳岩石发生熔融，这些熔融的岩石在高压下上升，并在地壳中形成岩浆囊或岩浆通道，随着岩浆的积累，它最终会喷发到地表，形成火山岩。最后，板块张裂也是岩浆产生和运移的重要因素，在板块张裂的地区，地壳岩石因拉伸作用而发生破裂，为岩浆的上升提供了通道，岩浆从地壳深处或地幔上升，填补张裂后留下的空间，并在地表冷却固化，形成火山岩。

3.2 不同板块构造环境下火山岩的分布与类型

在板块汇聚边界，尤其是大洋板块俯冲至大陆板块下方的环境中，主要分布着岛弧型火山岩，这类火山岩多以安山岩为主，且伴随着丰富的火山碎屑岩。例如，在环太平洋火山带，这一构造环境下分布着大量的安山岩和火山碎屑岩，构成了该地区的典型火山岩组合。在板块张裂环境，如大洋中脊，主要分布着洋中脊型火山岩，这类火山岩以玄武岩为主，具有典型的拉斑玄武岩特征，在大洋中脊地区，玄武岩的分布广泛且连续，构成了洋底的主要岩石类型。在板块内部环境，火山岩的分布相对较少，但仍有分布，这些火

山岩的类型多样，可能包括碱性系列、钙碱性系列和拉斑系列岩石，通常与板块内部的局部伸展或热点活动有关。

板块构造下的火山岩分布见表1。

表1 板块构造下的火山岩分布

板块构造环境	火山岩类型	典型分布地区
板块汇聚边界 (岛弧)	安山岩、火山碎屑岩	环太平洋火山带
板块张裂环境 (大洋中脊)	玄武岩(拉斑玄武岩)	大西洋中脊
板块内部环境	碱性系列、钙碱性系列、拉斑系列	非洲大陆内部热点地区

3.3 火山岩与板块边界类型的对应关系

火山岩与板块边界类型的对应的关系中，不同类型的板块边界对火山岩的形成、分布和类型具有显著影响，其分布区域如表2所示^[2]。在离散型板块边界(生长边界)中，常见的有大洋中脊，两个板块相互分离，地壳在此处被拉薄并发生裂谷作用，由于地幔物质上升补充这一裂口，形成新的地壳，这里通常喷发大量玄武岩，玄武岩呈暗色，富含矿物，是构成大洋地壳的主要岩石类型。在汇聚型板块边界(消亡边界)中，包括俯冲带和碰撞带，板块相互靠近并发生挤压、碰撞或俯冲，这种环境下，火山岩的类型和分布因具体条件而异。俯冲带在洋壳俯冲至陆壳下方的区域，如环太平洋地区，常形成岛弧型火山岩，这些火山岩主要由安山岩组成，有时也伴有丰富的火山碎屑岩，是在俯冲过程中，洋壳物质部分熔融后上升到地表形成的。碰撞带是当大陆板块相互碰撞时，如喜马拉雅山脉的形成，由于地壳的强烈挤压和变形，可能形成少量的火山活动，但通常不如俯冲带活跃，这里的火山岩类型可能包括碱性岩、花岗岩等，但其分布范围和数量相对较小。在守恒型板块边界(转换边界)中，守恒型或转换型板块边界是板块间相互滑动或错动的区域，如圣安德烈亚斯断层，这种边界通常不直接产生大量的火山活动，因为板块间的相对运动主要是水平方向的，而不是垂直

方向的。然而，在某些情况下，转换边界附近可能因局部应力集中而引发火山活动，但这些火山活动通常规模较小且分布零散。

表2 火山岩与板块边界类型分布表

板块边界类型	火山岩类型	典型分布地区
离散型(生长边界)	玄武岩	大洋中脊(如大西洋中脊)
汇聚型(消亡边界)一俯冲带	安山岩、火山碎屑岩	环太平洋火山带
汇聚型(消亡边界)一碰撞带	碱性岩、花岗岩(较少)	喜马拉雅山脉周边
守恒型(转换边界)	少量、规模较小的火山岩	圣安德烈亚斯断层附近(局部)

4 结语

通过对火山岩的成因及其与板块构造活动的探究发现，两者之间的紧密关系，火山岩的形成和分布不仅受到板块构造活动的深刻影响，同时也揭示了地球动力学过程和地壳演化的重要信息。随着科学技术的不断进步和地球科学领域的深入研究，能够更加精确地揭示火山岩与板块构造活动之间的相互作用机制，为地球科学的发展和人类的可持续发展提供更为坚实的理论支撑。同时，火山岩作为一种重要的地质资源，其研究和利用也将在未来发挥更加重要的作用。相信未来能够有更多的研究者加入这一领域，共同推动火山岩和板块构造活动研究的深入发展。

参考文献

- [1] 张旭,肖永春.吉中蛟河地区大河深组火山岩成因及其构造属性探讨[J].长春工程学院学报:自然科学版,2022,23(3):52-58.
- [2] 刘光永,孙华山.长英质火山岩与火山成因块状硫化物矿床形成关系,找矿标志及研究进展[J].矿产与地质,2020(5):34.
- [3] 王嘉玮,王义天,胡乔青,等.东天山阿奇山一雅满苏构造带小东山火山岩的成因和意义:年代学,主微量元素及Sr-Nd-Hf同位素地球化学约束[J].地球科学,2022,47(9):15.