

海相火山岩 与金属矿床

HAIXIANG HUOSHANYAN
YU JINSHU KUANGCHUANG

姜福芝 王玉往 著

冶金工业出版社

海相火山岩与金属矿床

姜福芝 王玉往 著

北 京
冶金工业出版社
2005

内 容 提 要

本书是以海相火山岩及其主要矿产(铜、铅、锌、金(银)、铁等)的成矿规律和成矿预测为主要内容,共分岩石篇和矿产篇两大部分。岩石篇介绍了海相火山岩的种类组合和因水下喷发以及变质作用所造成的岩石特征与原岩恢复、火山岩的编图工作和实例等内容,这是海相火山岩研究和成矿预测工作的重要内容之一。矿产篇为本书的重点,以成矿作用和成矿环境为基础,对与海底火山活动有关矿床进行详细的成因分类,并对火山成因块状硫化物矿床进行了详细叙述和成矿条件分析。最后介绍了作者在大比例尺成矿预测工作中的一些体会和实例。

本书可供从事矿产资源勘查工作的地质人员阅读,也可供矿山、地质部门的研究人员、技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

海相火山岩与金属矿床/姜福芝,王玉往著. —北京:冶金工业出版社,2005. 4

ISBN 7-5024-3681-2

I. 海… II. ①姜…②王… III. ①海相—火山岩②海底火山—金属矿床 IV. ①P588.14②P618.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 131639 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 王之光 美术编辑 李 心

责任校对 王永欣 李文彦 责任印制 牛晓波

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2005 年 4 月第 1 版,2005 年 4 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;16.75 印张;1 插页;399 千字;248 页;1-1500 册

49.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)



序 言

海底火山活动是铜、锌、铅、铁、金、银等金属矿产形成的主要成矿作用之一,因此普遍受到地质工作者的重视和研究。它不仅为人类提供了丰富的矿产资源,同时对地球演化历史等基础地质研究亦具有重要意义。当前我国国民经济建设正处于全面、协调和可持续发展时期,急需大量矿产资源,本专著的出版显然有益于推动与海底火山活动有关金属矿产的深入研究,有助于找矿思路的开拓,促进地质勘探工作的开展。

火山矿床的成矿规律和预测最直接和首要的工作就是解决岩石学问题,特别是变质火山岩的原岩恢复和编图等基础研究,因为火山岩的分布成图是寻找火山矿床的前提。作者在大量实践工作基础上总结了一套海相火山矿床的岩石学和编图工作方法,圆满地完成了中国若干重点区带火山岩及其矿产成图和找矿方向的研究,为海相火山成因矿产的找矿区划工作指出了方向。

本专著在矿产篇中对海相火山矿床成因类型的划分、火山活动与金矿和块状硫化物矿床的成矿规律及控矿标志、古地理环境对块状硫化物形成的制约和成矿预测等方面都有详细的阐述,并在丰富的资料基础上提出了一系列新观点和新认识,这些都是值得我们重视、借鉴和研究的。

本书是作者从事矿床地质研究和找矿预测工作几十年来的总结,将其介绍给同行是一项十分有益的事情。我们伟大的祖国幅员辽阔,火山岩分布十分广泛,尽管已做了不少地质研究和预测工作,还是远远不够的,还有许多地区有待于继续工作。希望今后在这一领域能加强工作,取得更大的成绩。

宋叔和

2004年9月于北京

前 言

海底火山成矿作用的巨大意义就在于它为人类社会提供了铁、铜、铅锌、金、银、镍钴等金属的优质矿石和规模巨大的矿床,以及它们的巨大资源潜力,并在矿床学领域中占有重要地位。随着矿床学研究工作的进展,发现许多类型矿床或多或少都与火山活动有关,矿种种类也不断扩大,如钼、硼、钨、锰、锡、砷、锑、汞、钨以及分散元素等等。因此,广大地质工作者对海底火山的成矿作用尤为重视并开展了深入的研究。

以金属矿产资源勘查和研究为主业的北京矿产地质研究所自20世纪60年代初(当时称冶金部北京矿产地质研究所,1982年改称中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所)就开展了与海相火山岩有关的铜铁多金属等矿产资源的研究工作,至今已有40个年头。作者一直参与和主持这一学科的研究和成矿预测工作,并愿意把这段工作的体会和认识作一初步的总结,以供同行们参考。

本书分为岩石篇和矿产篇两部分。前三章为岩石篇,叙述有关海相火山岩的岩石学、火山岩编图以及中国一些火山岩带的介绍等内容。矿产篇由四至八章组成,主要内容包括海相火山矿床的成因分类、与海底火山活动有关的一些矿产,以及以长英质火山岩为容矿岩石的块状硫化物矿床成矿特征和主要成矿条件分析,最后介绍了海相火山矿床成矿预测及其实例。

岩石学工作是矿床研究领域的主要学科之一,对于海相火山矿床尤为重要。由于含矿火山活动形成于水下喷发环境,加之沉积作用的参与,不仅改造了火山岩石的结构构造并形成相当规模的火山碎屑岩与火山碎屑沉积岩类,还引起大规模热水活动,使火山岩发生强烈变质和蚀变,同时由于形成时代不同而发生不同程度的变质。如此等等,为矿床成因类型研究和原岩恢复带来许多难度和麻烦。因此需要精于显微镜下鉴定技术的岩石学家们艰苦的工作,才能较好地完成海相火山矿床研究任务。这就是为什么在有关矿床学著作中用较大篇幅的笔墨的主要原因。它们的叙述也是成矿预测不可缺的基础工作。

矿床的成矿规律和找矿方向研究,就是如何将成矿特征的规律性东西提炼

出控矿因素,应用于区域或矿区找矿评价工作。因此该书的所有内容都是为总结成矿地质规律、提炼找矿标志和成矿预测服务的。对于矿床理论等方面涉足较少。

成矿作用无疑是矿床分类的基础,并受制于成矿环境。作为海相火山岩,形成于海底水下火山岩浆活动,不仅保留有深成到浅成岩浆作用和热液成矿作用的特点,最终喷出海底,又有大规模沉积作用的参与。这种成矿环境的变迁过程导致的多种成矿作用,应是与火山岩浆活动有关矿床成因分类的基础。作者在成矿环境和成矿作用分析的基础上,对中国千余个与火山活动有关的铜铁多金属及金银矿产(矿床和矿点)进行详细的成因类型划分,希望这一划分能对同行们在矿床研究和资源勘查中有所帮助。

与火山活动有关矿床的内容,包括 CuNi(Co)矿床和金矿床。这是因为在整理火山岩区矿产资料时发现有不少铜镍和金矿床也与火山岩有密切的空间关系,表现在矿床形成过程中火山作用有不同程度的参与,虽然不是主要的,但却是不可缺少的成矿作用。如蛇绿岩带中的 CuNi(Co)硫化物矿床,它们的形成与富含硫化物的火山岩密切相关。许多金矿床与火山活动的关系已为众多学者所认同。讨论这一论题的目的就是为了提请注意火山岩分布区对 CuNi(Co)、Au 等矿种的研究和找矿。

成矿预测是矿床研究的主要目的之一,对于笔者来说恐怕就是最主要的目的了。在这一章中主要叙述的实例是海相火山矿床,但也列举了笔者早年完成的钨矿床大比例尺成矿预测的内容,其目的是为了说明尽管矿床的类型和矿种不同,侧重研究的成矿因素亦有所差别,但矿化强度这一研究中心是不变的。这是成矿预测工作的核心,各种控矿地质因素的研究都要围绕这一核心进行。

块状硫化物矿床是海底火山活动最重要的矿床类型,对成矿规律和控矿标志的研究具有重要的理论和经济意义。祁连山白银厂矿田是新中国建国初期由宋叔和院士主持完成地质勘探工作的大型矿山,也是工作最详细最深入的块状硫化物型矿床。经过多年的露天开采,目前急需后备资源。我们有幸先后三次参与和主持了白银厂矿田的成矿规律和成矿预测工作,深切认识到这是一个地质勘查水平很高的矿区,因此将该区作为深入研究的典型。结合其他同类矿床的重点剖面研究,如河南刘山岩、陕西刘家坪和东沟坝、新疆阿舍勒、浙江西裘、青海郭米寺和下沟、下柳沟等产于长英质火山岩中的块状硫化物矿床,以及收集大量国外有关资料,才得以完成块状硫化物矿床的成矿特征和控矿标志这一章节。多年来,我们根据上述认识完成了中国若干火山岩带块状硫化物矿床

的找矿前景评价工作,如三江地区、祁连山、北山、柴达木周边、新疆阿尔泰等地区火山岩带,取得了较好的经济效益和验证了上述认识。

在长期火山矿床研究工作中,作者深深认识到海相火山活动对铁、金银及铜多金属等矿产的巨大贡献。世界上巨大的优质铁铜多金属、金银等矿产多与火山活动有关。如超大型沉积变质铁矿床、优质的铜多金属块状硫化物矿床、超大型绿岩带金矿床等。当今由于板块构造和地幔柱等构造理论的兴起,我们有可能去认识一些成因有争议的低温热液矿床。如云贵川一带铅锌成矿域的形成,应与二叠纪峨眉玄武岩浆活动有关(柳贺昌,1995)。这些活动应与地幔柱上隆和裂谷活动所引发的火山-侵入岩浆活动有关。伴随岩浆活动不仅带来了核幔边界、地幔和下地壳的成矿元素和热驱动力,在水圈的参与下(云贵川一带多属浅海-滨海相喷发)形成巨大热流循环系统,并使围岩和同生火山岩中某些元素活化转移,并富集于热流体中,形成热卤水型矿床,或改造已有的矿源层形成工业矿床。不难推断属于华力西-印支期的锑、金、汞、砷等矿床是否也应与峨眉玄武岩浆活动所带来和浓集的成矿元素热流体活动有关,还有待深入的研究。因此,海相火山成矿作用的巨大意义还远没有被我们所认识,本书只是把我们近40年来对海相火山矿床研究的一些主要收获加以总结,供感兴趣的同行以及开展与海相火山活动有关的矿产资源勘查工作的地质人员参考。

该著作的完成是在原中国有色总公司地质总局及北京矿产地质研究所直接资助下,在刘善芳、孙肇钧、汪东波、王京彬、付水兴等有关领导同志的支持,以及和我们一起工作的同事们的帮助下完成的;在本书撰写过程中曾多次受到矿床学家宋叔和院士、岩石学家沈其韩院士、邱家骧教授、周珣若教授、施林道教授等有益的指导和帮助;李春霞高级工程师、张守林高级工程师帮助完成该书的计算机编图工作等等,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中有不妥之处,敬请读者批评指正。

姜福芝 王玉往
2003年7月

目 录

第一篇 岩石篇

第一章 有关海相火山岩的某些岩石学问题.....	1
第一节 中国海相火山岩主要岩石组合和分布.....	1
一、玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩-流纹岩及其碎屑岩类	1
二、碱玄岩-粗面玄武岩-玄武粗安岩-粗安岩-粗面岩及其火山碎屑岩类	2
三、钠质火山岩类(细碧角斑岩系).....	2
四、角闪岩相和绿片岩相变质的海相火山岩类	3
第二节 水下火山喷发对火山岩石的影响.....	3
一、岩石的结构构造	3
二、火山岩的自变质作用	4
三、火山岩石的物理特征	4
四、火山岩与沉积岩的组合特征	4
第三节 细碧岩和细碧角斑岩系.....	5
一、细碧角斑岩系的命名	5
二、产出地质特征	5
三、岩石化学特征	5
四、成因讨论	7
五、细碧角斑岩系名称应用的建议	8
第四节 变质海相火山岩的原岩恢复.....	8
一、变质海相火山岩的一般地质概况	9
二、变质海相火山岩的岩相特征	9
三、小结	12
第二章 中小比例尺火山岩图的编制及其地质意义	14
第一节 火山岩图包含的内容及资料基础	14
一、主要内容	14
二、资料基础	14
第二节 图纸编制的方法	14
一、以“火山岩建造”来表示火山岩的分布	15
二、变质火山岩的表示方法	15

第三节 火山建造分布图的地质意义	16
第三章 中国某些火山岩带的简介	17
第一节 青海省柴达木盆地周边火山岩产出地质特征和含矿性	17
一、区域地质背景	17
二、火山地质和火山岩石学	17
三、火山岩的含矿性和找矿前景	33
第二节 三江中南段地区火山岩带的地质特征及含矿性	34
一、区域地质背景	34
二、火山岩的岩石学特征	41
三、三江中南段地区火山岩带的地质特征及含矿性	62
第三节 北山火山岩带及其有关的铜多金属成矿作用	65
一、区域地质概况	65
二、火山岩石特征	74
三、火山岩含矿性	95
参考文献	102

第二篇 矿 产 篇

第四章 与海底火山活动有关矿床成因类型的划分	105
第一节 矿产的种类	105
第二节 成矿环境与成矿作用分析	105
第三节 海相火山矿床成因类型的划分	106
一、次火山岩型矿床	106
二、火山热液矿床	118
三、火山岩浆喷溢矿床	119
四、火山沉积矿床	120
五、复合型火山矿床	121
六、后期改造的火山岩型矿床	129
第五章 与火山活动有关的多成因矿床	134
第一节 铜镍(钴)矿床	134
一、煎茶岭镍(铜)矿床	134
二、西澳大利亚的 Kambalda 镍矿田	136
三、诺里尔斯克铜镍矿田	139
四、几点认识	140
第二节 海底火山活动与金矿床	141

一、金矿床类型的划分	141
二、火山活动是金矿床形成的最佳地质条件之一	142
三、“深海钻探计划 504B 钻孔蚀变玄武岩中金分布研究”的启示	155
四、与海底火山成矿作用有关金矿床的某些特征和控矿标志	157
第六章 产于长英质火山岩中块状硫化物矿床的成矿地质特征	161
第一节 矿床产出的区域地质特征和控矿标志	161
一、成矿的大地构造环境	161
二、矿床形成时代	166
三、古地理环境是块状硫化物矿床形成的重要条件之一	169
四、火山岩带横向深大断裂的成矿意义	176
五、深部地球物理特征	179
六、成矿后构造的研究	180
第二节 火山地质特征及其控矿标志	182
一、火山机构或火山喷发中心是寻找火山矿床的重要控矿标志之一	182
二、火山构造洼地	183
三、火山喷发期次和层序的研究	183
四、爆发指数与成矿关系	183
五、火山岩的规模与成矿关系	183
六、火山岩类与正常沉积岩类之间的过渡层位	184
第三节 火山岩石学特征和控矿标志	184
一、双峰式火山岩组合	184
二、钠长英质火山岩类	184
三、含矿双峰式火山岩的相对规模	185
四、火山岩的岩石系列	186
五、火山岩的结晶程度与成矿关系	186
第四节 矿化蚀变特征和控矿标志	186
一、矿床围岩蚀变特征	186
二、矿化分带特征	191
三、矿床原生晕某些地球化学特征	194
第七章 与海底火山活动有关矿床的成矿条件分析	198
第一节 火山岩石学对成矿的制约	198
一、蛇绿岩建造与铜(锌)、铜镍、金、铁、钴等矿床	198
二、长英质火山岩与铜、铅、锌(金银)块状硫化物矿床	199
三、含矿火山岩的某些特征与成矿关系的讨论	212
第二节 大地构造环境及其演化对成矿的制约	215
一、古大地构造	215
二、成群成带 VHMS 矿床成矿带形成机制的讨论	219

第三节 古地理环境对成矿的制约·····	220
一、海水的深度·····	221
二、海底火山洼地·····	221
三、找矿意义·····	225
第四节 后期变质作用对矿床的影响·····	226
一、变质作用对块状硫化物矿床的影响·····	226
二、变质作用中(与海相火山作用有关)的金矿·····	228
第八章 成矿预测·····	230
第一节 开展地质找矿预测工作的一般程序、方法和意义·····	230
一、一般程序·····	230
二、编制成矿规律图的方法和意义·····	230
第二节 成矿预测的实例·····	232
一、与海相火山岩有关矿产的中小比例尺成矿预测·····	232
二、大比例尺成矿预测实例·····	234
第三节 小结·····	241
参考文献·····	243
Abstract·····	246

CONTENTS

Part I. Petrology

Chapter 1 Petrological Issue of Marine Volcanic Rocks	1
1 Major rock association and distribution of marine volcanic rocks in China	1
1.1 Basalt-basaltic andesite-andesite-dacite-rhyolite and their volcaniclastic rocks	1
1.2 Tephryite-trachybasalt-basaltic trachyandesite-trachyandesite- trachyte and their volcaniclastic rocks	2
1.3 Sodium volcanic rocks (spilite-keratophyre sequence)	2
1.4 Metamorphic marine volcanic rocks under amphibolite facies and greenschist facies	3
2 Effect of volcanic rocks by eruption under water	3
2.1 Structure and texture	3
2.2 Autometamorphism of volcanic rocks	4
2.3 Physical feature of volcanic rocks	4
2.4 Rock association of volcanic and sedimentary rocks	4
3 Spilite and spilite-keratophyre sequence	5
3.1 Naming of spilite-keratophyre sequence	5
3.2 Characteristics of occurrence	5
3.3 Lithochemical characteristics	5
3.4 Discussion on genesis	7
3.5 Suggestion for using the name	8
4 Restoration of primary rocks for metamorphic marine volcanic rocks	8
4.1 General geology of metamorphic marine volcanic rocks	9
4.2 Lithofacies of metamorphic marine volcanic rocks	9
4.3 Brief summary	12
Chapter 2 Mapping for Medium to Small-scale Distribution of Volcanic Rocks and Its Geological Significance	14
1 Elements in volcanic rock map and root of data	14
1.1 Contents	14
1.2 Root of data	14
2 Method of mapping	14
2.1 Distribution of volcanic rocks expressed by "volcanic formation"	15

2.2 Expression of metamorphic volcanic rocks	15
3 Geological Significance of destitution map of volcanic rocks	16
Chapter 3 Presentation of Several Volcanic Belts in China	17
1 Geological characteristics and ore potentiality of volcanic rocks around the periphery of the Qaidam Basin	17
1.1 Regional geological setting	17
1.2 Volcanology and volcanic petrology	17
1.3 Ore potentiality of volcanic rocks and prospecting perspective	33
2 Geological characteristics and ore potentiality of volcanic belt in middle- southern part of the Sanjiang area	34
2.1 Regional geological setting	34
2.2 Petrology and geochemistry of volcanic rocks	41
2.3 Geological characteristics and ore potentiality in middle-southern part of the Sanjiang volcanic belt	62
3 Beishan volcanic belt and its Cu-polymetallic mineralization	65
3.1 Regional geological setting	65
3.2 Characteristics of petrology and geochemistry	74
3.3 Ore potentiality of volcanic rocks and prospecting perspective	95
Reference of part I	102

Part II . Mineral Resources

Chapter 4 Metallogenetic Types Related to Marine Volcanic Rocks	105
1 Types of mineral resources	105
2 Ore-forming environment and ore-forming process	105
3 Metallogenetic classification	106
3.1 Subvolcanic-type deposit	106
3.2 Volcanic hydrothermal deposit	118
3.3 Volcanic effusive deposit	119
3.4 Volcano-sedimentary deposit	120
3.5 Compound volcanogenic deposit	121
3.6 Reconstructed volcanogenic deposit	129
Chapter 5 Compound Genetic Deposit Related to Volcanism	134
1 Nickel (-copper) deposit related to volcanism	134
1.1 Jianchaling Ni (-Cu) deposit in the Shan'an province of China	134
1.2 Kambalda Ni ore field in the West Australia	136
1.3 Norilsk (Russia) Cu-Ni ore field	139
1.4 Some realization	140
2 Gold deposit related to volcanism	141
2.1 Classification on gold deposits	141

2.2	Volcanism is one of the most favorable geological factor to precipitate gold deposit	142
2.3	Revelation on the Au concentration of altered basalt in the 504B drill hole of Deep see Drilling Project	155
2.4	Some geological characteristics and ore-controlling indicators for gold deposit related to marine volcanism	157
Chapter 6 Geological Characteristics of Massive Sulfide Deposit Hosted by Felsic Volcanic Rocks		
1	Regional geological characteristics and ore-controlling indicators	161
1.1	Geotectonic setting	161
1.2	Metallogenetic epoch	166
1.3	Paleogeographic environment as an important geological condition for deposit	169
1.4	Metallogenetic significance of transversal deep fracture in volcanic belt	176
1.5	Geophysical feature in the deep	179
1.6	Structure of post-mineralization	180
2	Volcanological characteristics and its ore-controlling indicators	182
2.1	Volcanic mechanism and/or volcanic eruption center	182
2.2	Volcano-tectonic depression	183
2.3	Stages and sequences of volcanic eruption	183
2.4	Explosive index and mineralization	183
2.5	Scale of volcanic rocks and mineralization	183
2.6	Passage bed of volcanic rocks and sedimentary rocks	184
3	Volcanic petrology and its ore-controlling indicators	184
3.1	Bimodal volcanic rock assemblage	184
3.2	Sodium felsic volcanic rocks	184
3.3	Relatively scale of ore-bearing bimodal volcanic rocks	185
3.4	Volcanic rock series	186
3.5	Degree of crystallization of volcanic rocks and mineralization	186
4	Wall-rock alteration and ore-controlling	186
4.1	Characteristics of wall-rock alteration	186
4.2	Mineralization zoning	191
4.3	Some characteristics of primary halo in the deposit	194
Chapter 7 Ore-Forming Condition of Deposit Related to Marine Volcanic Rocks		
1	Conditionality of mineralization by volcanic petrology	198
1.1	Ophiolite suit and Cu (-Zn), Cu-Ni, Au, Fe , and Co deposits	198
1.2	Felsic volcanic rocks and Cu, Pb, Zn (-Au, Ag) massive sulfide deposits	199

1.3 Discussion on the relation of ore-bearing volcanic rocks and mineralization	212
2 Conditionality of mineralization by geotectonic environment and evolution	215
2.1 Paleo-geotectonics	215
2.2 Discussion on mechanism of VHMS metalligenetic belt in large numbers	219
3 Conditionality of mineralization by paleogeographic environment	220
3.1 Depth of seawater	221
3.2 Submarine volcano-tectonic depression	221
3.3 Prospecting significance	225
4 Affected by post-mineralized metamorphism	226
4.1 Effect for massive sulfide deposit	226
4.2 Effect for gold deposit related to marine volcanism	228
Chapter 8 Metallogenic Prognosis	230
1 Normal procedure, method and significance of the metallogenic prognosis	230
1.1 Normal procedure	230
1.2 Significance and method of mapping for the metallogenic regularity	230
2 Case study on the metallogenic prognosis	232
2.1 Medium- to small-scale metallogenic prognosis for marine volcanogenic deposit	232
2.2 Large-scale metallogenic prognosis	234
3 Brief summary	241
Reference of part II	243
English	246

第一篇 岩石篇

第一章 有关海相火山岩的某些岩石学问题

第一节 中国海相火山岩主要岩石组合和分布

中国幅员辽阔,地层出露齐全,构造环境复杂多样,这些因素成为研究火山岩种类组合最有利的条件。海相火山岩顾名思义是形成于水下环境,并产于地壳演化的各个地质历史时期的海相地层中,与海相沉积岩类组成各种火山岩-沉积岩相组合。该节所讨论的火山岩类主要包括基性、中性、酸性的火山熔岩和它们的碎屑岩类,以及可以恢复原岩的变质火山岩类。超基性岩和难以恢复原岩的高级变质的麻粒岩类、混合岩类不属于本文叙述范围。

从整理中国各地区未变质和中-浅变质的海相火山岩类资料看,较常见的岩石种类组合有如下几类。

一、玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩-流纹岩及其碎屑岩类

这是我国最常见的火山岩类。由于构造环境不同,常常组成不同的组合,其中较常见组合有:

玄武岩及其火山碎屑岩类

玄武岩-玄武安山岩及其火山碎屑岩类

玄武岩-安山岩及其火山碎屑岩类

玄武岩-英安岩及其火山碎屑岩类

玄武岩-流纹岩及其火山碎屑岩类

玄武岩-安山岩-流纹岩及其火山碎屑岩类

安山岩-英安岩-流纹岩及其火山碎屑岩类

英安岩-流纹岩及其火山碎屑岩类

上述火山岩类在我国主要形成于晚古生代以来的海相地层中,其中,基-中基性组合多形成于晚古生代的石炭纪、二叠纪,少部分为泥盆纪和三叠纪的早期。它们主要分部于天山-兴安(主要为泥盆纪、石炭纪和二叠纪)、昆仑-秦岭(石炭纪和二叠纪)、华南(石炭纪)以及川滇青藏等地区(石炭纪、二叠纪、三叠纪)的地层中。以基性火山岩类大量产出说明中国大陆是在晚古生代时期以拉伸作用为主的构造环境下形成的。

中-酸性火山岩类组合主要形成于印支期和燕山期,以及一些海西期-燕山期的陆相火山岩类。如昆仑地区柴达木周边的海陆交替相火山岩类,它们属于晚泥盆世和晚三叠世的安山岩-英安岩-流纹岩组合,川滇青藏的三江地区的中-晚三叠世浅海-海陆交替相安山岩-

流纹岩和英安岩-流纹岩组合以及西藏地区的安山岩组合等,它们多属岛弧及大陆造山期火山活动的产物。

二、碱玄岩-粗面玄武岩-玄武粗安岩-粗安岩-粗面岩及其火山碎屑岩类

它们是大陆板内较为常见的火山岩类,在中国分布也较为普遍,其中常见的组合有:

碱玄岩-粗面玄武岩-玄武粗安岩及其火山碎屑岩类

粗面玄武岩-玄武粗安岩及其火山碎屑岩类

粗面玄武岩-玄武粗安岩-粗面岩及其火山碎屑岩类

粗面玄武岩-粗安岩及其火山碎屑岩类

粗安岩-粗面岩及其火山碎屑岩类

粗安岩-粗面英安岩-碱性流纹岩及其火山碎屑岩类

粗面岩-粗面英安岩-碱性流纹岩及其火山碎屑岩类

上述海相火山岩形成于晚古生代和中生代,其中以石炭-二叠纪和三叠纪最为发育,在早古生代亦有少量未变质的该类火山岩产出,常常与玄武岩-安山岩-流纹岩类组合密切伴生,组成不同旋回不同层位的火山岩地质体。如天山-兴安褶皱区的北山公婆泉地区,中志留统公婆泉群含矿火山岩即属于粗安岩-粗面英安岩-粗面岩组合。其底部为玄武岩-玄武安山岩组合。新疆东天山阿奇山一带的雅满苏黑峰山等矿区,早石炭世粗面玄武岩-粗安岩-粗面岩-流纹岩-钠长正长斑岩组合,为铁矿床的主要含矿层位,并以富钠质为特征。该组合的顶底层有正常玄武岩、安山岩和流纹岩产出。我国云南-四川南部的三江地区也是粗面质岩较为发育的地区之一,主要形成于晚古生代到三叠纪。晚古生代粗面质岩类多以粗面玄武岩和玄武粗安岩与正常火山岩相伴产出。三叠纪多为粗安岩、粗面岩和粗面英安岩类组合与正常中-酸性火山岩类伴生。经统计(见第三章三江地区)早-中三叠世仅有少量产出,到晚三叠世粗面质岩可达 $1/3 \sim 1/2$,结合钾、钠含量变化,中三叠世以低钾富钠质粗面岩为主,到中-晚三叠世则以高钾富钠的粗面质岩类多见,说明到印支晚期,受岩石圈深断裂控制的火山岩浆由于时代的变迁,钾含量有增高的趋势。

三、钠质火山岩类(细碧角斑岩系)

细碧角斑岩系属于富钠质的海相火山岩类,按一般公认的标准,应为岩石中的 Na_2O 含量在 4% 以上的火山岩。经近年来工作表明,它们多属陆壳厚度不大的板内裂谷环境火山活动的产物。在中国大陆适合这一构造环境的时期,多系早古生代和更老的时代^①。较常见的组合有:

细碧岩(钠质粗面玄武岩)及其火山碎屑岩类

细碧岩-细碧玢岩(钠质玄武粗安岩)及其火山碎屑岩类

细碧岩-细碧玢岩-角斑岩(钠质粗安岩和钠粗面岩)及其火山碎屑岩类

细碧岩-石英角斑岩(钠质流纹岩)及其火山碎屑岩类

上述火山岩组合主要形成于元古代和早古生代,在晚太古代和泥盆纪也有少量产出。它们多分布于具有古老结晶基底的构造区(即中朝-塔里木地块和扬子地块)以及加里东褶

① 姜福芝. 1982,《中国海相火山岩的岩石系列及其演化特征》发表于第一届全国火山岩会议。