

Metallogenesis and Metallogenic Prediction of
Ag-Pb-Zn Polymetallic Ore Deposits in the
Volcanic Area, East Zhejiang Province

浙东火山岩区银铅锌多金属 成矿作用与成矿预测



张国全 王勤生 俞跃平 何元才 余国强 著



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

浙东火山岩区银铅锌多金属 成矿作用与成矿预测

张国全 王勤生 俞跃平 著
何元才 余国强



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

内容简介

本书以斑岩—浅成热液成矿系统为指导思想,在广泛收集、整理分析浙东地区地层、构造、岩浆岩、典型矿床地质特征等基础地质资料的同时,应用成矿流体分析、同位素示踪等技术方法,结合地球动力学背景,系统总结了该区银铅锌多金属矿床成矿规律,阐述了成矿作用过程并建立了斑岩—浅成热液成矿系列成矿模式;由此进一步分析了该区成矿潜力、找矿标志、找矿思路,预测出有望取得找矿突破的各远景区和靶区。

本书内容丰富,资料翔实,对陆相火山岩地区及其他地区的多矿种综合勘查具有一定的指导意义,可供从事矿床地质勘查、教学和科学研究的地质工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

浙东火山岩区银铅锌多金属成矿作用与成矿预测/张国全等著. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2012.10

ISBN 978-7-5625-2918-7

I. ①浙…

II. ①张…

III. ①火山岩-银矿床-多金属矿床-成矿作用-浙江省②火山岩-铅锌矿床-多金属矿床-成矿作用-浙江省③火山岩-银矿床-多金属矿床-成矿预测-浙江省④火山岩-铅锌矿床-多金属矿床-成矿预测-浙江省

IV. ①P618.52②P618.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 212847 号

浙东火山岩区银铅锌多金属成矿作用与成矿预测

张国全 王勤生 俞跃平 著
何元才 余国强

责任编辑:舒立霞

责任校对:戴莹

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) 邮政编码:430074

电话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:288 千字 印张:11 插页:1

版次:2012 年 10 月第 1 版

印次:2012 年 10 月第 1 次印刷

印刷:荆州宏盛印务有限公司

印数:1—1 000 册

ISBN 978-7-5625-2918-7

定价:68.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

在我过去的印象里,浙东地区除了萤石、沸石、叶蜡石等非金属矿较为著名外,金属矿只有一些小型金矿、铁矿等,资源相对贫乏。浙东火山岩区地质构造复杂,虽然经过长期的地质工作,但火山岩下覆基底性质、成矿和控矿条件均存在较大争议,找矿难度大。但近年来,在浙江广大地质工作者的努力下,基础地质研究和找矿勘探均取得突破,新发现了一批金矿床、银多金属矿床、铅锌矿床和钼矿床。这是极其可喜的进展,对于长三角地区的经济可持续发展十分重要。

本专著正是在这样一些找矿突破基础上的一个系统总结。

本专著以现代成矿理论为基础,从斑岩-浅成热液型矿床成矿系统的全新视角出发,对区内地层、构造、岩浆和火山作用、遥感、地球化学和地球物理资料进行了系统的收集和归纳整理,补充了部分研究工作,尤其对区内断裂构造和火山构造(破火山口、火山穹窿、火山通道及其周边的环状与放射状断裂带)、已知矿床和矿点的地质-地球化学特征进行了深入的分析研究,结合成矿流体系统和地球动力学背景分析,建立了本区斑岩-浅成热液成矿系列的成矿模式,提出了银铅锌多金属主要为岩控的观点,认为浙东地区岩浆以拉张环境下形成的中下地壳重熔为主的较晚期I型花岗岩类同样有能力为斑岩型矿床(尤其是斑岩钼矿)和浅成热液型矿床提供充足的成矿物质和成矿热液;NW—NNW(或近SN)向优势控矿容矿断裂应主要受控于太平洋板块后撤、岩石圈伸展等动力学背景;区内除银铅锌有一定找矿潜力外,斑岩型矿床(尤其斑岩钼矿)找矿潜力也较大;地表有铜钼银铅锌锰等矿化现象的隐伏次火山岩、岩浆浅成侵入岩体附近是较好的铜钼铅锌多金属找矿远景区,如有深大断裂、火山机构形成的放射状-环状断裂系统叠加,则斑岩-浅成热液成矿系统中晚期形成的中低温浅成热液型银铅锌多金属找矿前景更佳,值得今后关注。

本专著总结了区内主要的找矿标志,筛选出11个找矿远景区和15个找矿靶区。

这些创新性认识和成果具有重要的理论和应用价值,为本区斑岩-浅成热液型Cu—Mo—Pb—Zn—Ag—Au矿床的勘探提供了全新的思路,所筛选出的找矿远景区和找矿靶

区也为下一步的找矿勘探指明了方向。

成矿系统是一个复杂的动力学系统,系统内各种成矿要素,包括物质成分、温压条件、流体动力学过程等,通过自组织自发演化成特定而有规律的成矿系统时空结构。本专著揭示和总结的浙东火山岩区斑岩-浅成热液型 Cu-Mo-Pb-Zn-Ag-Au 矿床系统模式充分体现了这样一种时空结构,应该是具有普遍意义的。

我有幸受本专著的几位主要作者的邀请,曾访问过浙江有色地勘局,并作过一些学术交流。这几位作者都是长期在浙江从事有色金属勘探的科技骨干,是近年来浙江找矿勘探突破的亲历者和主要贡献者。我很高兴看到他们的专著出版。

以此为序。

於崇文

2012 年 10 月 18 日于北京

前言

浙江东部沿海中生代火山岩地区(浙东地区)存在众多脉状、(似)层状银铅锌多金属矿床、矿(化)点,但多只见“星星”不见“月亮”,找矿难度颇大。该区地质矿产工作程度虽普遍较高,但主要勘查活动开展较早,多以单一银或银铅锌矿为目标矿种,很少将铜、钼等矿种纳入同一成矿系列共同考虑,而且绝大多数勘查工作均在地表浅部进行。地表工作程度高,主要以脉状银铅锌矿为目标决定了在浅部找到大矿的机率小,因此近 20 年来找矿工作难有重大突破。与浙东相对应的东太平洋地区(如美国、加拿大、秘鲁等)近几十年来应用浅成热液型矿床与斑岩型矿床的叠加、过渡模式在(中—)新生代火山岩中取得了重大找矿突破,发现众多斑岩型 $\text{Cu}(\text{Mo})-\text{Au}$ 矿床和 $\text{Au}-\text{Ag}-\text{Cu}-\text{Pb}-\text{Zn}$ 多金属浅成热液脉状矿床。地处太平洋板块俯冲大陆边缘(靠板内一侧)的浙东火山岩区是否也存在这种斑岩—浅成热液型矿床是矿产勘查必须正视的重大问题,它直接影响该区勘查方向的选择和勘查成果的取得。

对比中国东(北)部陆相火山岩区发现的内蒙古甲乌拉、查干布拉根、额仁陶勒盖大型—超大型 $\text{Ag}-\text{Pb}-\text{Zn}(\text{Cu})$ 矿床、乌奴格吐山大型 $\text{Cu}-\text{Mo}(\text{Ag})$ 矿床、大井大型 $\text{Ag}-\text{Sn}-\text{Zn}-\text{Cu}-\text{Pb}$ 矿床、福建紫金山大型 $\text{Cu}-\text{Au}$ 矿床、江西银山大型 $\text{Ag}-\text{Cu}-\text{Pb}-\text{Zn}-\text{Au}$ 矿床、冷水坑大型 $\text{Ag}-\text{Pb}-\text{Zn}$ 多金属矿床等铜多金属和贵金属矿床的成矿特征(矿床多与陆相火山岩同期稍晚的次火山岩、岩浆浅成侵入岩有关,岩体与矿床在时空上密切伴生,所有矿体与浅成—超浅成斑岩体相伴产出,矿体产在斑岩体内部、接触带及其附近;矿化受中生代火山机构、断裂破碎带构造控制;以脉状、线性蚀变为主;金属矿物以铅锌银铜金等硫化物为主;越来越多迹象表明这些矿床均不同程度与斑岩矿床有密切的关系,它们有的本身就是斑岩型矿床,有的与斑岩型矿床具有同源性,同属斑岩—浅成热液成矿系列)。处于太平洋板块俯冲前缘地带的浙东也具有类似的成矿地质条件:伴随欧亚、太平洋两大板块相互作用而发生、发展的 NE、NNE 向滨太平洋断裂系统对区内火山岩浆起着重要的控制作用;大量中下地壳、地幔以及俯冲洋壳中的成矿物质能在俯冲作用的影响下随火山一次火山、中浅成侵入岩浆到达近地壳浅部;NE 向大断裂及 NW—NNW 向次级断裂,破火山口、火山穹窿、火山通道(爆破角砾岩筒)及其周边的环状与放射状断裂(破碎带)能为成矿热液的运移和矿质沉淀提供理想的通道和赋存空间;而大量次火山—岩浆浅

成侵入活动除能为成矿作用提供热驱动力、热液、成矿物质等外,其本身也是矿体赋存的良好部位。已探明的黄岩五部、天台大岭口等大—小型银铅锌矿床以及发现的众多银铅锌多金属矿(化)点,均显示该区存在较大的找矿潜力。

在上述认识的基础上,由浙江省有色金属地质勘查局立项提交的设计书经浙江省地质勘查局审查批准,研究工作于 2009 年 10 月底正式实施。该工作立足于浙闽粤二级火山岩带的浙东火山岩区,以浅成热液银铅锌多金属为主要研究目标,旨在通过收集以往地质、矿产勘查和科研工作成果,应用国内外最新成岩成矿理论分析该区区域地质背景、典型矿床地质特征、地球动力学背景和成矿作用等,达到进一步明确找矿方向和勘查选区的目的,为今后矿产勘查提供建设性意见。

20 世纪 90 年代以前,前人对浙东地区绝大多数地表矿化异常、矿点均进行过一定量的工作(部分矿区工程较多、较详细),在勘查中多秉承中低温浅成热液脉状矿体找矿思路,持断裂(或次火山岩)控矿观点并取得了丰硕的银铅锌矿找矿成果。然而,随着勘查程度的深入,所出露的矿床已基本勘查完毕,在浅成热液银铅锌矿遭遇勘查瓶颈的今天,如仍无创新地沿用过去的找矿思路和勘查方法而想寻求找矿突破则只能在前人未详细工作的区域或较成熟勘查区外围或深部碰运气。勘查思路创新则是建立在对区域地质演化历史和已知矿床是如何形成的认知基础上,同时需熟知勘查中可能会带来找矿突破矿床类型的特征;Hedenquist 等(2000)指出,成功的勘探地质学家应充分地利用地质关系和矿化样式等知识,结合已有经验解释远景(勘探)区内所有有用的信息。基于上述原因,我们认为在浙东这样地表工作程度较高的地区进行矿产勘查活动应先综合分析前人资料,依靠前辈详细的地表工作和实地矿化现象深入细致地开展矿产地质基础研究工作、理清成岩成矿机制、转变勘查思路,只有认识到已知银铅锌多金属矿床点矿化规律和(隐伏)次火山岩体、侵入岩体在成矿中的真正作用,结合浅部地质体提供的深部矿产信息、化探和高精度物探等勘查方法来发现深部或重新评价已勘查工作区矿床才是当前实现找矿突破的出路。

此次工作以成矿系列(系统)为指导思想,从斑岩—浅成热液型矿床成矿系统全新视角出发,通过对该区矿床点勘查开采资料对比、成矿流体系统等总结研究,认为:银铅锌多金属矿受控于岩浆热液演化形成的成矿热液可能更为合理,断裂控矿、层位控矿仅仅是含矿流体在地表浅部沉淀成矿的不同表现形式;脉状、(似)层状矿体是岩浆成矿热液演化到中晚期在更多循环大气降水参与下于断裂破碎带或含钙沉积层位中沉淀成矿的,大气降水大量参与成矿作用掩盖了早期岩浆成矿热液信息。结合地球动力学背景、成矿地质特征和成矿条件、物化探异常等多种致矿、矿致因素建立了本区斑岩—浅成热液成矿系列成矿模式,认为:浙东地区岩浆虽不同于东太平洋火山岩区的俯冲洋壳(或上地幔)在地幔楔附近重熔为主的幔源岩浆成因机制,但地幔、俯冲洋壳中的部分成矿物质一样可以为成矿作用提供物质来源,以中下地壳重熔为主的较晚期 I 型花岗岩类(及拉张环境下形成的

A 型花岗岩)同样有能力为斑岩型矿床(尤其是斑岩钼矿)和浅成热液型矿床提供充足的成矿物质和成矿热液;NW—NNW(或近 SN)向优势控矿、容矿断裂以及与成矿作用关系密切的较晚期次火山岩体或岩浆浅成侵入岩体应主要受控于太平洋板块后撤、岩石圈伸展等动力学背景,可能不存在天台—黄岩基底断裂;该区除银铅锌矿有一定找矿潜力外,斑岩型矿床(尤其斑岩钼矿)找矿潜力也较大;地表有铜钼银铅锌锰等矿化现象的隐伏次火山岩、岩浆浅成侵入岩体附近是较好的铜钼铅锌多金属找矿远景区,如有深大断裂、火山机构形成的放射状—环状断裂系统叠加,则斑岩—浅成热液成矿系统中晚期形成的中低温浅成热液型银铅锌多金属找矿前景更佳。但近 20 年来该区基础地质和矿产地质研究工作相对薄弱,希望今后有更多研究者关注这一区域,共同为地质、矿产事业作出更大的贡献。

本书主要由张国全执笔,王勤生、俞跃平、何元才、余国强参加了项目研究工作并参与了本书的编写工作,姚征、杨济民、杨超也参加了部分工作。项目实施过程中始终得到浙江省地质勘查局、浙江省有色金属地质勘查局及浙江省有色金属地质勘查局矿产勘查院相关领导的重视和关心;浙江省地质档案馆,浙江省有色金属地勘局资料中心严建平女士及浙江省第四地质大队资料中心在查阅文献方面提供了极大的方便和帮助;在大岭口矿区考察过程中得到徐能余矿长、张国槐高级工程师和刘先平工程师的指导(近 80 岁高龄的张工不辞辛劳、无私的敬业精神让我们深受感动);中国科学院矿床地球化学重点实验室,中国科学院同位素年代学和地球化学重点实验室邱华宁、蒲志平研究员在样品测试中给予了很大帮助;中国地质大学(武汉)鲍征宇教授,浙江大学竺国强教授,浙江省地质勘查局王国武、汪庆华、周乐尧、何胜忠、翁祖山、贾锦生等专家提出诸多建设性意见。在此,向上述单位及个人一并表示衷心的感谢! 特别感谢中国科学院院士於崇文先生在百忙中仔细审阅书稿并为本书作序!

撰写此书查阅并综合引用了大量前人资料,是近半个世纪以来众多前辈辛勤劳动成果的初步汇总和再思考,部分引文因出处不明未予标注,部分文献未列入参考文献中,特向原作者和单位表达深深的歉意和诚挚的感谢!

由于研究区范围大、矿床点多、涉及的问题广,虽作出很大努力尽量把前辈成果的精华汇总起来,但限于资料收集的片面性和对前辈成果的吸收程度等因素的制约,书中诸多不足甚至错误的地方有待今后补充、修正和完善。不当或谬误之处,敬请批评指正。

作 者

2012 年 2 月

目 录

第一章 地质背景	(1)
第一节 大地构造背景	(1)
第二节 地层	(2)
一、地层特征	(4)
二、地层层位及火山旋回划分	(16)
第三节 构造	(22)
一、深部构造	(22)
二、基底构造	(23)
三、断裂构造	(23)
四、火山构造	(27)
第四节 岩浆岩	(39)
一、喷出岩	(40)
二、次火山岩	(40)
三、侵入岩	(42)
第五节 主要矿产	(44)
第二章 遥感、地球物理、地球化学特征	(45)
第一节 遥感特征	(45)
第二节 地球物理特征	(48)
一、物性特征	(48)
二、重磁场特征	(49)
第三节 地球化学特征	(53)
一、景观地球化学	(53)
二、表生地球化学	(53)
三、地球化学异常特征	(54)

第三章 典型矿床地质特征	(56)
第一节 黄岩五部铅锌矿床	(57)
一、地质背景	(57)
二、矿床地质特征	(57)
第二节 天台大岭口银铅锌矿床	(63)
一、地质背景	(63)
二、矿床地质特征	(64)
第三节 新昌拔茅银多金属矿床	(71)
一、地质背景	(71)
二、矿床地质特征	(72)
第四节 嵊州毫石银(萤石)矿床	(77)
一、地质背景	(77)
二、矿床地质特征	(78)
第五节 临海龙珠山铅锌矿床	(81)
一、地质背景	(81)
二、矿床地质特征	(81)
第六节 青田孙坑—洪岩头铅锌矿床	(85)
一、地质背景	(85)
二、矿床地质特征	(85)
第四章 成矿作用	(88)
第一节 成矿流体特征	(88)
一、大岭口矿床	(88)
二、其他矿床	(96)
第二节 成矿流体来源	(98)
第三节 成矿物质来源	(101)
一、铅同位素	(101)
二、硫同位素	(108)
三、碳同位素	(111)
第四节 成矿规律	(112)
一、元素赋存状态	(113)
二、构造、火山岩浆活动与成矿的关系	(113)

三、成矿定位条件	(115)
第五节 地球动力学背景、成岩成矿机制及模式	(115)
一、地球动力学背景	(115)
二、成岩成矿机制及模式	(117)
第五章 成矿预测	(123)
第一节 成矿潜力	(123)
第二节 找矿标志及找矿思路	(124)
一、找矿标志	(124)
二、找矿思路	(126)
第三节 找矿远景区及靶区	(127)
一、新昌拔茅(A类)	(128)
二、宁海储家一外郑(A类)	(130)
三、天台龙皇堂(B类)	(132)
四、天台大岭口(A类)	(135)
五、临海河头—三门康谷(C类)	(135)
六、仙居上井(B类)	(138)
七、黄岩五部(A类)	(139)
八、其他	(141)
第六章 结论及建议	(142)
参考文献	(145)
英文摘要(Abstract)	(150)
图版	(157)

CONTENTS

Chapter 1 Geological Background	(1)
Section 1 Geotectonic background	(1)
Section 2 Strata	(2)
1. Characteristics of strata	(4)
2. Stratigraphic sequence and division of volcanic cycles	(16)
Section 3 Structures	(22)
1. Deep structure	(22)
2. Basement structure	(23)
3. Fault structure	(23)
4. Volcanic structure	(27)
Section 4 Magmatic rocks	(39)
1. Extrusive rocks	(40)
2. Subvolcanic rocks	(40)
3. Intrusive rocks	(42)
Section 5 Main mineral resources	(44)
Chapter 2 Remote sensing, geophysical and geochemical characteristics	(45)
Section 1 Remote sensing characteristics	(45)
Section 2 Geophysical characteristics	(48)
1. Physical characteristics	(48)
2. Gravity magnetic field characteristics	(49)
Section 3 Geochemical characteristics	(53)
1. Landscape geochemistry	(53)
2. Supergene geochemistry	(53)
3. Geochemical anomaly characteristics	(54)

Chapter 3 Geological characteristics of typical ore deposits	(56)
Section 1 Wubu Pb-Zn ore deposits, Huangyan	(57)
1. Geological background	(57)
2. Geological characteristics of ore deposits	(57)
Section 2 Dalingkou Ab-Pb-Zn ore deposits, Tiantai	(63)
1. Geological background	(63)
2. Geological characteristics of the ore deposits	(64)
Section 3 Bamao Ag ore deposits, Xinchang	(71)
1. Geological background	(71)
2. Geological characteristics of the ore deposits	(72)
Section 4 Haoshi Ag (fluorite) ore deposits, Shengzhou	(77)
1. Geological background	(77)
2. Geological characteristics of the ore deposits	(78)
Section 5 Longzhushan Pb-Zn ore deposits, Linhai	(81)
1. Geological background	(81)
2. Geological characteristics of the ore deposits	(81)
Section 6 Sunkeng—Hongyantou Pb-Zn ore deposits, Qingtian	(85)
1. Geological background	(85)
2. Geological characteristics of the ore deposits	(85)
Chapter 4 Metallogenesis	(88)
Section 1 Characteristics of ore-forming fluids	(88)
1. Dalingkou ore deposits	(88)
2. Other ore deposits	(96)
Section 2 Source of ore-forming fluids	(98)
Section 3 Source of ore-forming materials	(101)
1. Lead isotopes	(101)
2. Sulfur isotopes	(108)
3. Carbon isotopes	(111)
Section 4 Metallogenic regularities	(112)

1. Occurrence states of ore-forming elements	(113)
2. Structures and volcanic magmatism in association with metallogenesis	(113)
3. Conditions of metallogenic localization	(115)
Section 5 Geodynamic background, petrogenic and metallogenic mechanisms and models	(115)
1. Geodynamic background	(115)
2. Petrogenic and metallogenic mechanisms and models	(117)
Chapter 5 Metallogenic prediction	(123)
Section 1 Metallogenic potential	(123)
Section 2 Prospecting indicators and ideas	(124)
1. Prospecting indicators	(124)
2. Prospecting ideas	(126)
Section 3 Prospecting prospective zones and target zones	(127)
1. Bamao in Xinchang (type A)	(128)
2. Chujia—Waizheng in Ninghai (type A)	(130)
3. Longhuangtang in Tiantai (type B)	(132)
4. Dalingkou in Tiantai (type A)	(135)
5. Hetou in Linghai—Kanggu in Sanmen (type C)	(135)
6. Shangjing in Xianju (type B)	(138)
7. Wubu in Huangyan (type A)	(139)
8. Others	(141)
Chapter 6 Conclusions and suggestions	(142)
References	(145)
Abstract	(150)
Plates	(157)

第一章 地质背景

第一节 大地构造背景

浙江地处中国东(南)部、东南大陆边缘、华南地区北东端、环太平洋东亚大陆边缘火山岩带内,是环太平洋成矿带的一部分。以 NE 向绍兴—江山拼合带为界,省内浙西北和浙东南两大片区分属扬子地块/陆块和华夏地块/陆块(图 1-1)。研究显示这两个地块均具有变质较深的古元古代变质结晶基底和变质较浅的中—新元古代浅变质基底的双层结构模式。与扬子地块具有明显区别的是华夏地块前寒武系基底下地壳比扬子板块(地块)厚,中地壳也相对较厚,几乎没有上地壳记录,组成中、下地壳的麻粒岩-角闪岩-变粒岩均具大陆性质,为富集地幔,陆下地幔总体为低速软体和高热活动区。华夏地块的范围可能延续至东海诸岛(如大衢山岛等),极有可能存在太古宙地壳,出露最古老的基底岩石为古—中元古界浙江八都(岩)群和福建麻源群变质岩。结合蛇绿岩、元古宙花岗岩和火山岩的定年研究、地质构造和古地磁证据以及两地块间地层的对比研究等资料, Li Xianhua 和 McCulloch(1996)、李献华等(1999)、陈江峰和江博明(1999)认为中元古末期—新元古早期(约 1.0Ga)扬子与华夏地块间存在一多岛弧共存洋盆(包括原始大洋岛弧和大陆弧),随着华夏陆块以北的洋壳对扬子陆块以南洋壳的俯冲,最终导致大概在新元古代(0.9~0.8Ga)两大地块第一次拼合,标志着 Rodinia 超级大陆的最终形成。此后华夏地块与扬子地块经历了多次裂解、聚合,印支造山期(至少在晚三叠世以前)华夏地块与扬子地块最终拼合形成一体并形成现今模样,此时在周边地壳的消减俯冲挤压下地层全面褶皱隆起,绝大部分地区进入陆相沉积阶段,强大的俯冲碰撞挤压作用产生广泛的印支期岩浆活动并形成以陆壳重熔为主的侵入岩体(邓平,2000)。三叠纪—中侏罗世整个东南大陆构造体制由特提斯构造域向滨太平洋构造域转换,古太平洋板块开始向东南大陆俯冲,近 EW 向火山岩带(180~170Ma)转换为近 NNE 向火山岩带(130~90Ma),但构造体制的转换时限、太平洋板块俯冲的起始时间及影响范围目前争论较大;晚中生代以后全区转入活动大陆边缘带,进入滨太平洋构造域发展阶段,以壳幔混合型火山岩、侵入岩类大面积发育为主要特征。

中国东南大陆中生代岩浆岩主要叠生在华夏地块之上。余姚—丽水断裂及其南延福建境内的政和—大埔断裂带以东地区为浙闽火山岩区,主要发育晚中生代岩浆岩和铅锌银多金属、叶蜡石等矿产,具有潜在的找矿价值。浙江省内这一近 40 000km²、主要出露火山岩的区域称为“浙东”火山岩区,是本项目的主要研究区域。

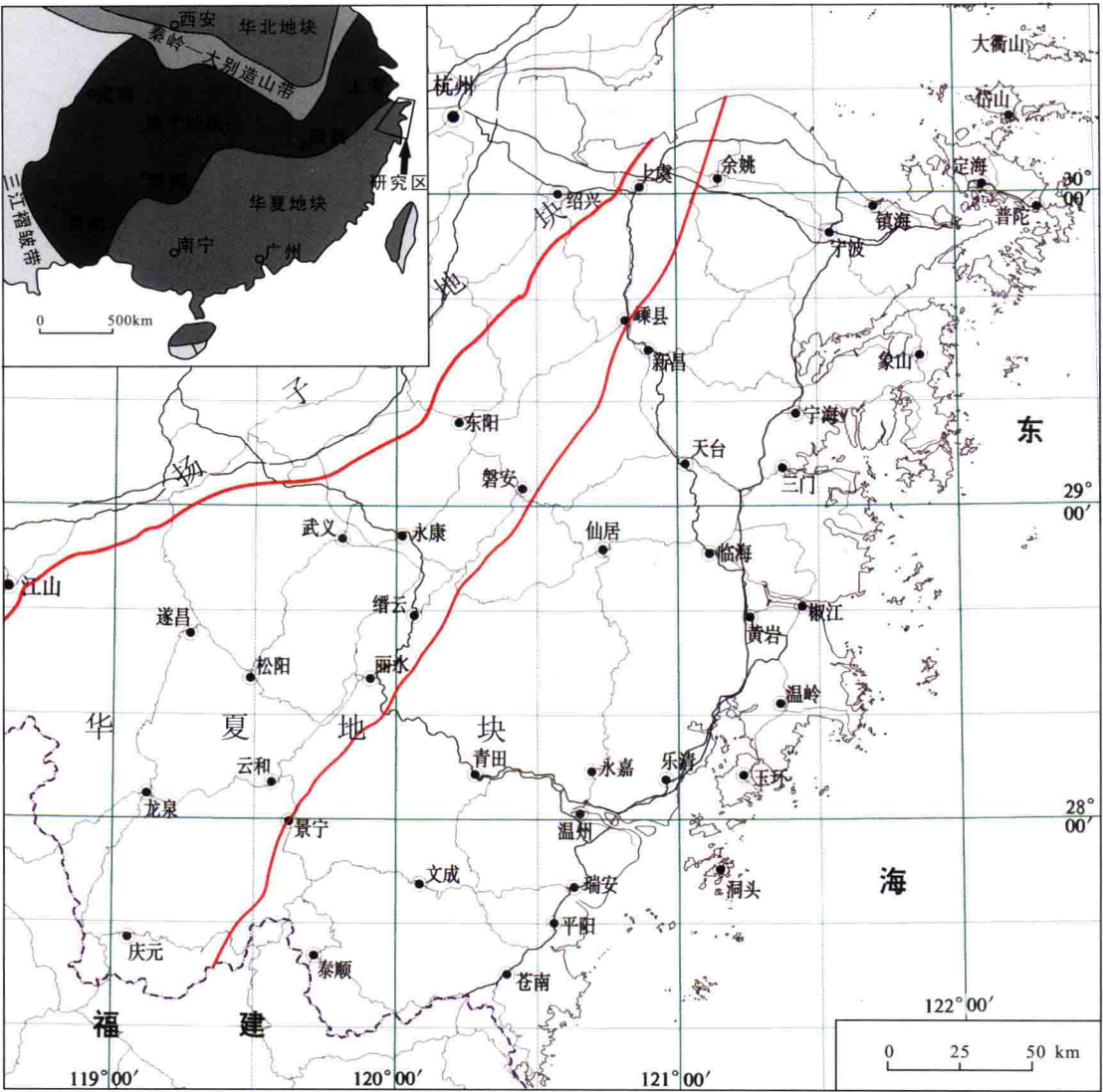


图 1-1 研究区大地构造及地理位置

第二节 地层

本区晚中生代(早白垩世)火山喷发活动尤为强烈,广泛发育的一套 NE—NNE 向陆相火山喷发—沉积钙碱性火山岩地层占本区出露地层的 90% 以上(图 1-2)。这套主要由上、下两个岩系构成的火山岩地层分属天台群、永康群以及磨石山群,其岩性主要为酸性火山岩(以流纹质和英安质为主的火山碎屑岩及熔岩),基性—中性火山岩(玄武岩—安山岩)仅零星出露。按地层厚度百分比计算,流纹质和英安质岩石占 96.9%、安山质岩石占 2.9%、玄武质岩

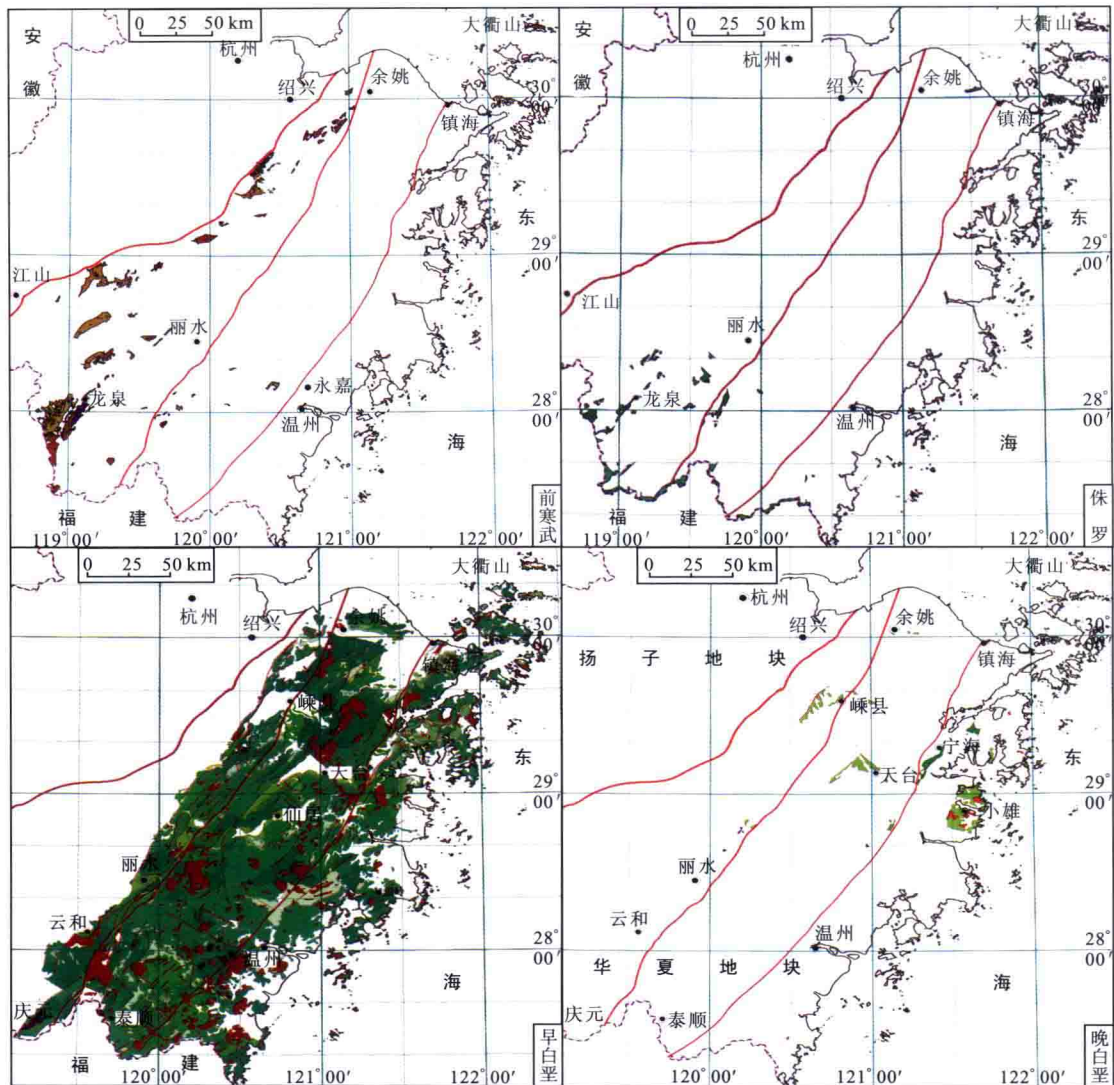


图 1-2 浙江沿海地区各时期主要地层、侵入岩-次火山岩(红色)分布略图

石占 0.2%，岩性组合为玄武岩-安山岩-英安岩-流纹岩和凝灰岩组合，部分玄武岩和流纹质岩石构成双峰式火山岩组合。据张春霖(1993)研究：余姚—丽水断裂和镇海—温州断裂间的小将、龙皇堂一带、括苍山—望海岗一带、青田前村—梅溪一带以及泰顺—景宁—庆元一带火山岩厚度最大(大于 3km)，呈规模较大的 NNE 向带状分布，可视为规模较大的火山喷发中心；沿海地区如余姚、宁波、象山、三门、玉环、温州、平阳等地火山岩厚度最小(1km 左右)；其他地区火山岩厚度基本在 1~2km 左右。此外，由于本区被大面积火山岩覆盖，仅有少量呈“天窗”或“断块”形式的古元古界八都(岩)群、中元古界陈蔡群、新元古界老地层以及上古生界芝溪头变质杂岩出露。大面积缺失中上侏罗统以及上白垩统上部—古近系地层。

前人对上述古老地层八都(岩)群、陈蔡群等的年代学研究开展得较早，多采用全岩或单矿物 Rb-Sr、Sm-Nd 等时线，锆石 U-Pb(TIMs)等方法。相对前两种分析方法而言，锆石