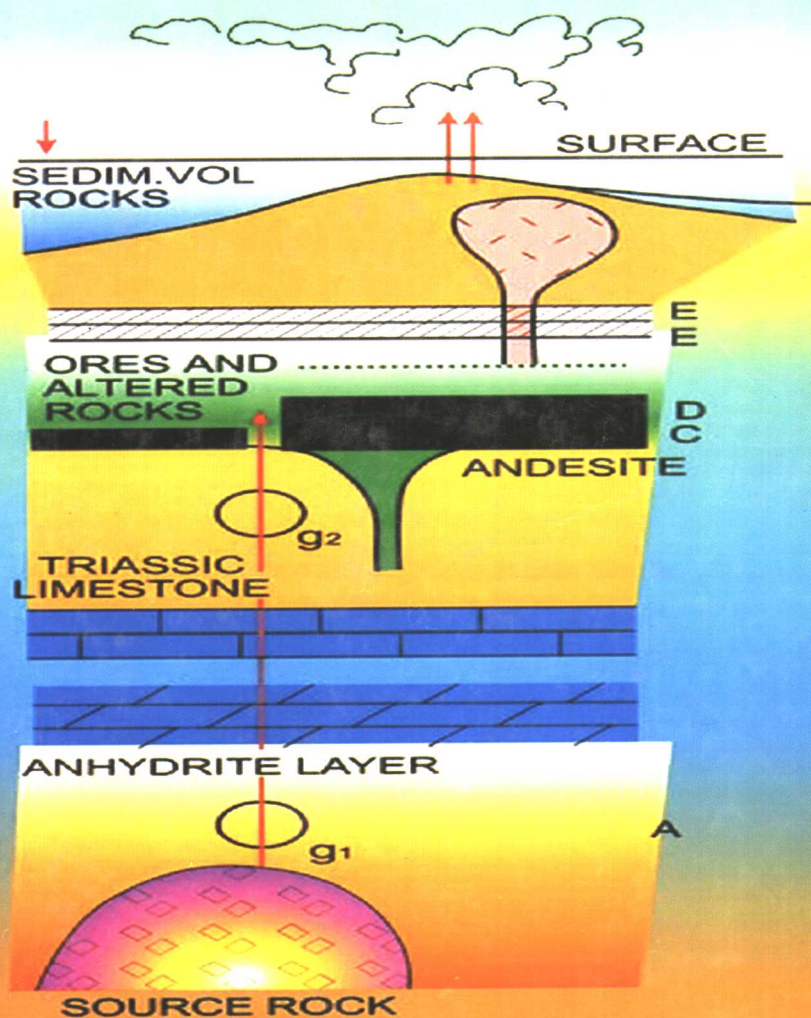


# 长江中下游典型火山岩区 水 - 岩相互作用

张荣华 胡书敏 王 军 徐磊明 著



中国大地出版社

# 长江中下游典型火山岩区 水-岩相互作用

张荣华 胡书敏 王 军 徐磊明 著

中国大地出版社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书全面论述了长江中下游典型火山岩区水-岩相互作用。以庐枞盆地北缘铜—铁—铅锌矿带（中沙溪—龙桥、何家大岭、小岭—岳山矿带）为重点，对比研究两类地区的各种岩浆活动，尤其对辉长岩—二长岩—正长岩火成岩组合进行研究。对浙江北部的中生代火山岩区铅锌银矿有关的火山岩区和成矿作用与长江中下游铜铁成矿作用为主的火山岩区进行对比研究。在重点工作基础上，对全区火山岩与周边的火山岩和矿床进行综合性分析对比。并且，运用化学动力学实验方法，分析了矿床成因及形成矿石的物理化学条件。

## 图书在版编目（CIP）数据

长江中下游典型火山岩区水-岩相互作用/张荣华等著. —北京：中国大地出版社，2002.10

ISBN 7-80097-527-4

I. 长… II. 张… III. ①长江流域—火山岩—地质构造—研究 ②长江流域—火山岩—地球化学分析 IV. F588.192

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 084952 号

---

责任编辑：程 新 陈维平

出版发行：中国大地出版社

社址邮编：北京市海淀区大柳树路 19 号 100081

电 话：(010) 62183493（发行部）

传 真：(010) 62183493

印 刷：北京印刷学院实习工厂

开 本：787mm×1092mm 1/16

印 张：11.5

字 数：280 千字

版 次：2002 年 10 月第 1 版

印 次：2002 年 10 月第 1 次印刷

印 数：1~600 册

书 号：ISBN 7-80097-527-4/P·18

定 价：40.00 元

---

（凡购买中国大地出版社的图书，如发现印装质量问题，本社发行部负责调换）

# 前 言

20 世纪 60 年代,我国科学家热心研究了长江中下游的矽卡岩型矿床。70 年代由于长江中下游的火山岩区铁矿的发现,引出了全国的火山岩地区铁矿找矿热。80 年代,人们重新关注长江中下游矽卡岩铜矿的新发展。90 年代作者再一次研究长江中下游典型火山岩区及周边地区矿床地球化学问题。这次研究是根据国家“八五”攻关科研计划(90103)确定的亚专题——“长江中下游典型地区地质地球化学岩浆作用的演变及成矿关系研究”(由原地矿部地质研究所郭文魁教授负责,专题编号 85—901—03—09—C)的研究计划。

该专题第二部分名为“中生代隆起凹陷构造过渡区与火山岩岩浆演化成矿作用对比”,由中国地质科学院矿床所张荣华研究员负责。由于该项目的研究经费有限,为此,完成该项目的经费的主要来源是“原地矿部地球化学动力学开放研究实验室”和原地矿部“八五”重大基础项目“开放体系化学动力学实验和成矿作用地球化学”(8502215)的经费,少部分来自 90103 项目。研究内容结合了开放研究实验室和原地矿部重大基础地质项目的研究目标与要求。

这一课题要求对典型地区地质、岩浆、成矿作用和地球化学作同步分析时,特别对长江中下游侏罗纪隆起区向中生代火山岩凹陷区过渡的构造区和火山岩凹陷地区进行相应的岩浆、成矿及地球化学对比分析。其中包括研究在这两类地区内的火山活动及其与火山活动有关的辉长岩-正长岩组合岩浆作用;矿化蚀变作用与火山-岩浆作用的对应关系。

按照原地矿部重大基础项目“开放体系化学动力学实验和成矿作用地球化学”的项目要求研究典型地区的水-岩相互作用剖面,研究中生代火山岩区流体与岩石相互作用化学动力学。

为此,选择重点地区进行解剖:以庐枞盆地北缘铜—铁—铅锌矿带(中沙溪—龙桥、何家大岭、小岭—岳山矿带)为重点,对比研究两类地区的各种岩浆活动,尤其对辉长岩—二长岩—正长岩火成岩组合进行研究。对浙江北部的中生代火山岩区铅锌银矿有关的火山岩区和成矿作用与长江中下游铜铁成矿作用为主的火山岩区进行对比研究。在重点工作基础上,对全区火山岩与周边的火山岩和矿床进行综合性分析对比。并且,运用化学动力学实验方法,分析矿床成因及形成矿石的物理化学条件。

本书的主要研究成果和方法有以下几方面:

(1) 使用叠层反应器流动体系研究了水-岩反应。作者专门研究钠长石与水反应动力学。测量反应速率,发现跨越水临界态时的反应动力学涨落。这个实验结果可以用于分析矿床的暗色蚀变和浅色蚀变分带的成因。跨越临界态是造成矿石沉淀的主要原因之一。

(2) 据铁铜矿床的分布规律和矿床地球化学研究,分析矿石形成物理化学条件。得出结论:矿石形成的地球化学过程是一个非平衡的热力学过程,是一个地球化学动力学过程。成矿作用存在着非平衡、有方向性的、不可逆的过程,物质迁移发生在开放流动体系内。从全区中生代火山作用的成矿旋回来分析,在几个火山岩盆地,几乎全区同时出现的成矿作用是在相似背景上随机发生的。

(3) 火山岩与火山岩浆有关的流体-岩石相互作用造就了成矿过程。

① 庐枞中生代火山岩凹陷北沿与中生代隆起过渡区的铜、铁、铅锌矿床地球化学特征对比研究,重新认识了金属矿床分布的规律性。庐枞盆地的龙桥铁矿是可以与宁芜盆地的白象山式铁矿

对比的,但是,又不相同。由于龙桥地区深部二长岩-正长岩体活动对成矿起了重要作用,龙桥铁矿成因要复杂得多。

②火山岩凹陷与凹陷/隆起过渡区的矿化蚀变对比。矿化作用有两类,一类与火山岩(潜火山岩)活动有关;另一类二与火山岩的深部侵入相(粗粒相)有关。前者形成火山岩凹陷内铁矿床,分布在盆地内部;后者形成火山岩盆地边缘的铁铜矿床,同时,也影响火山岩盆地内部前期形成铁矿的矿化蚀变带。庐枞盆地二长岩和正长岩有关的热液活动对何家大、小岭矿床深部岩石发生再次蚀变。宁芜盆地凹山矿田深部“花岗闪长岩”(按原定名)应为二长岩。由于二长岩—正长岩活动,在早期火山岩(包括粗安玢岩辉石闪长玢岩)蚀变带的背景上出现深部“类云英岩化”:电气石-石英组合,绿云母—黄玉—钠长石组合,黑云母—钾长岩组合。何家大、小岭矿化带深部,与凹山矿田深部的第二次蚀变带相似。这类二长岩—正长岩岩石分布在江北的杨山、缺口、沙溪、巴家滩,江南的雨山等地。与碱玄岩—粗安岩—粗面岩火山组合对应的是辉长岩—二长岩—正长岩组合,作为粗粒结晶岩相,分布在凹陷区和过渡区。

火山岩凹陷和过渡区的粗粒相基性岩石(辉长岩),如江北缺口,江南蒋庙、板桥,都出现磁铁矿化。相似于火山岩凹陷盆地中心的矿床蚀变特征,如发育钠长石(斜长石)、方柱石、石榴石、辉石和碳酸盐等脉石矿物。缺口辉长岩的含磁铁矿的蚀变带里有方钠石,这是极有意义的。只是铁矿物蚀变范围要小得多。

③重新研究火山岩系的地球化学获得了新启示。从庐枞向东,一隆一凹到宁芜、溧水、溧阳盆地,直到浙西,呈带状分布。由钾玄岩系、钠玄岩系发展到钙碱火山岩;由深源火山岩一直演化到来源较浅大面积断裂带控制喷发;由铁铜矿化发展成为铅锌银,直至大面积萤石矿化。火山岩作用的流体的特征组分也在演化,最初是磷、硫、氟为主;后来是硼、水、二氧化碳活动;再后来是氟、水的活动。

不仅在庐枞盆地,而且在宁芜盆地正长岩、二长岩类侵入作用是在巨大的层状断裂造成空间下发生的。同时引起火山盆地倾斜,大面积水-岩作用中水参加火山岩石的蚀变。这时火山岩浆的流体地球化学特征是硼、水。

第一作者张荣华自1971年开始在长江中下游地区(罗昌河地区为主)从事火山岩地区的矿床地质地球化学研究,并进行过找矿预测。张荣华1972~1976年参与华东火山岩地区富铁富铜研究项目。“八五”项目重点研究中生代凹陷与隆起的过渡地区。这本研究报告还使用了自1972年以来,地矿所,江苏、浙江等省地质局、高校和华东地质研究所的大量科学数据。许多数据在当时没有出版,在国内会议上作过交流。

本书还运用了张荣华在美国加州大学伯克利分校的科研成果(1981~1984年)。

水-岩相互作用的关键科学问题是它的化学动力学。本书用化学动力学实验结果阐明了水-岩相互作用导致矿石成因的本质问题。本书主要执笔人张荣华、胡书敏做了实验工作,王军参与龙桥地区调查,徐磊明在大岭口地区做研究,王勇、龚庆杰做文字图件的修订工作。野外工作时安徽省地矿局给予大力支持,尤其是327地质队的同志们给予热心支持。

本书所叙述的研究成果,不仅包含“八五”攻关项目(85—901—03—09—C)和原地矿部重大基础项目(8502215)的资助研究内容,而且有原地矿部地球化学动力学开放研究实验室资助研究内容,还有国土资源部“九五”重大基础项目资助研究内容。作者感谢原地矿部科技司、国土资源部国际合作与科技司的热心支持,感谢长江中下游地质战线同志们的诚挚支持,感谢郭文魁、张炳熹老师的指导,感谢常印佛教授、裴荣富教授、陈毓川教授、李廷栋教授等各方面领导、专家和老师们关心指导。

# 目 录

## 前 言

|                                           |       |
|-------------------------------------------|-------|
| 第一章 绪 论 .....                             | ( 1 ) |
| 一、概 述 .....                               | ( 1 ) |
| 二、中生代火山-岩浆活动 .....                        | ( 2 ) |
| 第二章 火山岩盆地和含矿火山活动 .....                    | ( 6 ) |
| 一、火山岩盆地 .....                             | ( 6 ) |
| 二、火山岩中的微量元素 .....                         | (26)  |
| 三、火山岩浆的侵入作用 .....                         | (66)  |
| 四、火山岩系区域性分布特征 .....                       | (72)  |
| 五、讨 论 .....                               | (86)  |
| 第三章 火山岩盆地和构造过渡区的水-岩相互作用 .....             | (93)  |
| 一、火山活动时的深部流体 .....                        | (93)  |
| 二、火山岩盆地内的水-岩相互作用与矿化 .....                 | (95)  |
| 三、正长岩-二长岩类岩浆作用引起的水-岩相互作用 .....            | (111) |
| 四、火山岩盆地、构造过渡区和大断裂带的火山岩区的水-岩相互作用 .....     | (115) |
| 第四章 火山岩盆地、构造过渡区和断裂火山岩带的水-岩相互作用与物质迁移 ..... | (124) |
| 一、水-岩相互作用与成矿作用关系 .....                    | (124) |
| 二、矿化蚀变岩带的化学成分与矿物相的关系 .....                | (124) |
| 第五章 成矿物质来源和地壳深部的水-岩相互作用 .....             | (131) |
| 一、铁矿和黄铁矿床的物质来源 .....                      | (131) |
| 二、二长岩岩浆作用引起水-岩相互作用的流体和金属来源 .....          | (141) |
| 三、有关铜矿的物质来源 .....                         | (141) |
| 四、地壳深部的水-岩相互作用 .....                      | (141) |
| 五、火山岩浆的地球深部来源对水-岩相互作用的影响 .....            | (142) |
| 第六章 水-岩相互作用的化学动力学 .....                   | (144) |
| 一、中地壳里发生的矿物与水的反应 .....                    | (145) |
| 二、钠长石-水反应动力学实验方法 .....                    | (146) |
| 三、钠长石-水反应动力学实验结果与讨论 .....                 | (147) |
| 四、钠长石与 KCl 溶液反应动力学 .....                  | (153) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 五、阳起石-水反应 .....             | (158) |
| 六、讨论与应用：水热蚀变带中化学动力学因素 ..... | (158) |
| 七、小 结 .....                 | (162) |
| 八、展望科学意义 .....              | (163) |
| 第七章 结 论 .....               | (164) |
| 主要参考文献 .....                | (169) |

# 第一章 绪 论

## 一、概 述

长江中下游地区，包括湖北、安徽、江西、江苏等省，有时也包括浙江省，是我国主要铁铜多金属成矿域。通常主要指两大类矿床类型：矽卡岩型铁铜矿床和宁芜火山岩型（玢岩铁矿）矿床。还有一些矿床类型如斑岩铜矿、含铜黄铁矿、脉状金矿、脉状铅锌矿等，规模不大。主要成矿时代是中生代。主要含矿围岩前者是上古生代碳酸盐地层，后者是火山岩地层。前者大地构造背景是中生代隆起区；后者是凹陷区。这些地区研究历史很长，开采历史久远。近年来，若再深入工作应当瞄准解决什么问题对成矿作用基本理论和进一步发展找矿远景会更有意义。这是应考虑的头等大事。

(1) 多年来，地质队和研究工作者大都是分别对两类矿床、两类地区进行研究，较少把岩浆岩（尤其是火山岩）作为研究各种事物之间的链条连起来。作者认为：应当研究两者之间过渡区的火山-岩浆与成矿作用，把凹陷区的火山活动与隆起区的岩浆侵入作用联系在一起全面地考察，会得出新的有意义的认识。

(2) 认识矿产资源形成的本质和寻找新的来源是一致的。现代科学关注的是新的研究途径。这个途径就是研究水-岩相互作用、岩石圈-地幔相互作用对成矿作用的影响。对于火山岩型和矽卡岩型矿床来说，要关注的是流体来源。上地幔流体和下地壳流体物质上升，在上地壳成矿的地方“呆”下来形成矿床。应当研究它的全过程。应当研究火山岩浆来源深度，与这个深度上可能携带的物质性质联系在一起。在由深至浅流体迁移途径中发生了深层水-岩反应过程：火山岩自交代变晶（钾长石），钾长石交代，接踵而来的高压高温流体交代作用，然后是火山岩的热水蚀变，最后才是近地表的水-岩相互作用——浅色蚀变。

(3) 深部物质地球化学问题。长江中下游中生代碱玄岩、粗安岩、粗面岩火山活动和中酸性岩浆活动可与中国东部火山活动总的趋势联系起来。由 175Ma 至 75Ma 间，火山带平行地呈带状向东迁移。东移后，以酸性系列为主。火山岩演化过程中，除了公认的微量元素标志和稀土元素特征之外，特别有意义的是流体成分中的重要元素磷、氯、硼、氟和硫等的地球化学过程。由硼地球化学来看，这地区各阶段火山岩矿化物质来源是不同的。

(4) 金属矿床的形成是水-岩相互作用动力学过程中一个阶段的产物。作者过去曾用热力学研究了流体与矿物组合之间的平衡。现在应当考虑水-岩过程中的物质迁移和流动过程加入地壳下部流体的化学动力学过程。区域性金属分布和矿床分带具自相似性，表明存在着大范围物质迁移和大范围内的化学动力学过程。

## 二、中生代火山-岩浆活动

### (一) 区域构造轮廓

(1) 长江中下游鄂皖赣苏浙几省划分为：①前中生代隆起区（有人称江南古陆，主要为古生代地层）；②中生代凹陷带，火山岩断陷盆地相间出现，如图 1.1 所示，北东走向。还可按岩浆活动划分为沿江岩浆活动带和江南岩浆活动带。另外，在江南岩浆岩带之东南，是又一个火山岩凹陷带（浙西火山岩带）和浙中火山岩隆起区。

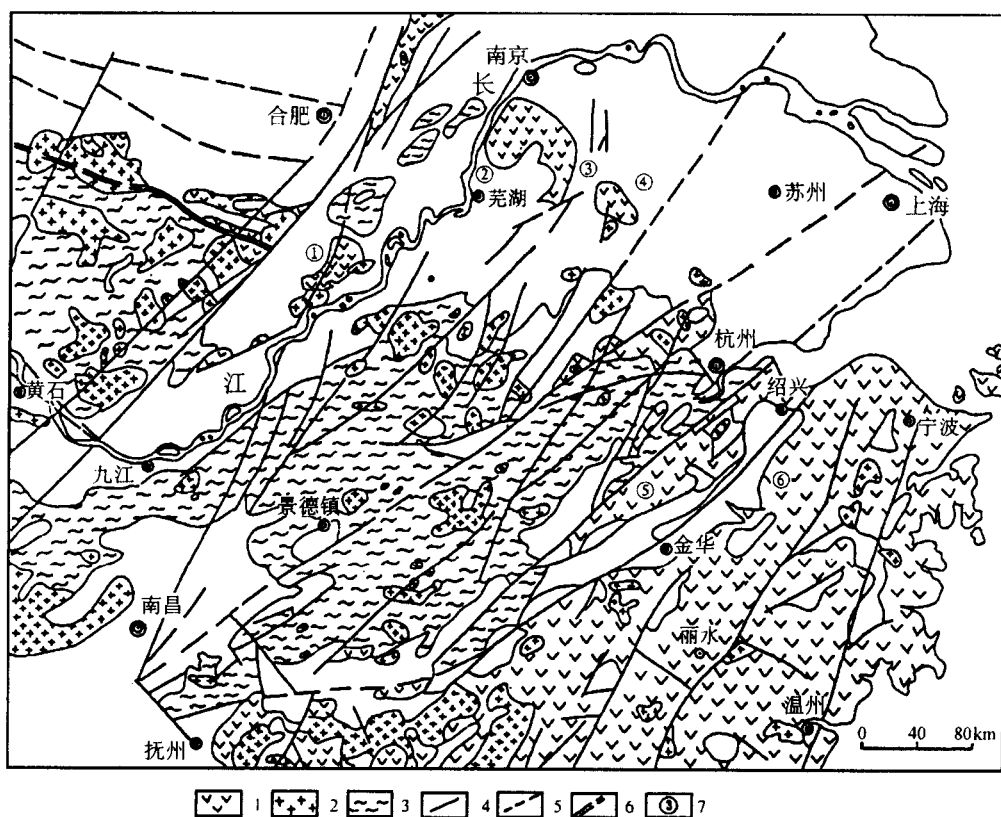


图 1.1 长江中下游主要岩浆岩区分布和断裂构造

1. 火山岩区：①庐枞地区，②宁芜地区，③溧水地区，④溧阳地区，⑤浙西地区，⑥浙中地区；  
2. 侵入岩区；3. 前寒武纪地层；4. 主要大断裂；5. 隐伏大断裂；6. 深部断裂；7. 火山岩区标号

中生代火山盆地发生在前中生代构造背景之上，即下古生代地层组成的北东向褶皱和上古生代地层组成的北北东向褶皱带，两组褶皱构造都有伴生同期断裂，包括北西西方向横断裂和北东方向、北北东方向走向断裂。另外还有北东方向箱状褶皱。中生代火山盆地一块块被小隆起区相隔离，由西向东我们将重点分析庐枞、宁芜、溧水、溧阳和浙江。前中生代构造框架主要表现在隆起区内，但也延伸到盆内。

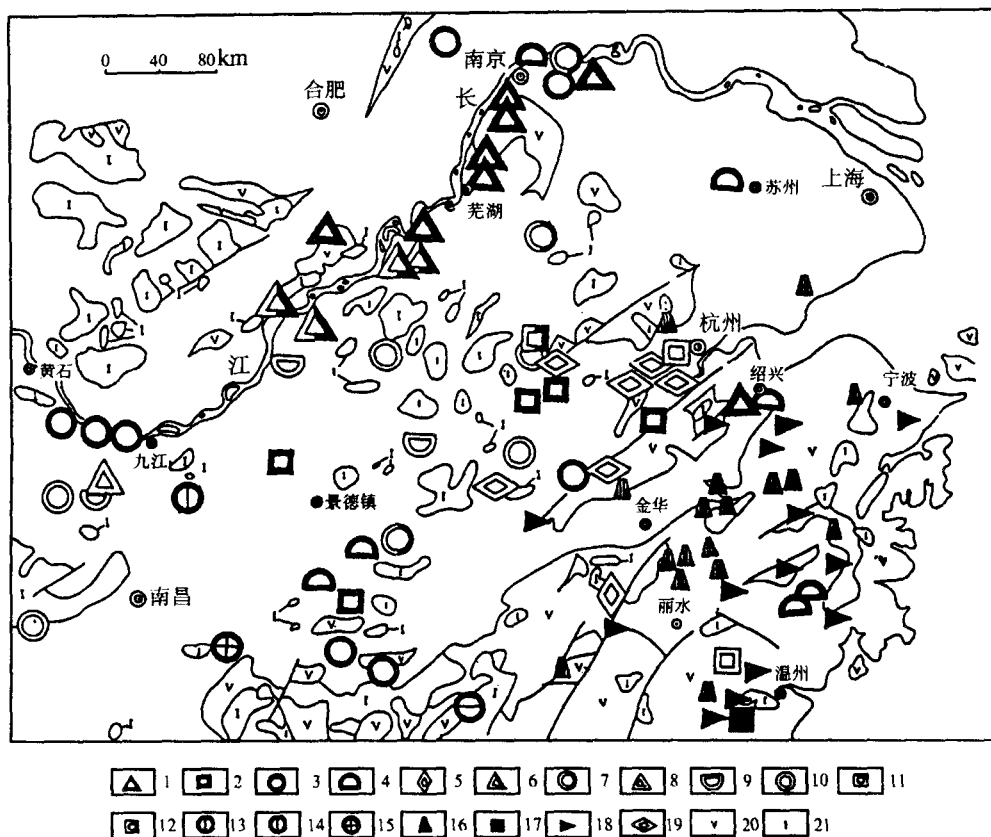


图 1.2 长江中下游主要矿床和岩浆岩区分布

1. 铁矿; 2. 钨矿; 3. 铜矿; 4. 铅锌矿; 5. 银矿; 6. 铁铜矿; 7. 钼铜矿; 8. 锡矿; 9. 锑矿;  
10. 汞矿; 11. 钼矿; 12. 钨锡矿; 13. 钨钼矿; 14. 铜铅锌矿; 15. 铜钨矿; 16. 萤石;  
17. 明矾石; 18. 叶蜡石; 19. 重晶石; 20. 火山岩区; 21. 侵入岩区

(2) 断裂带和郯庐大断裂。长江断裂带、沿江断裂带、江山—绍兴断裂带均为北东向(图 1.1)。值得注意的是, 淮阳地盾北沿的北北西大断裂带, 怎么会延伸到沿江火山岩浆活动带里去? 如果这大断裂带为郯庐断裂切割, 它也应当是若干平行的北北西向断裂, 或者说, 北北西构造活动带隐存在庐枞断裂带之东。

(3) 中生代的深部构造。分析这一问题的依据是: ①石油地球物理断面研究, 在这地区存在着大型的推覆构造; ②在沿江地区, 有大量的向北西方向倾斜的逆断层和向东南方向的倒转背斜, 北东走向断裂; ③中生代火山凹陷被一个隆起相隔, 呈串珠状分布。大矿床空间分布也是北西方向的。这些都预示着深部构造特征。

## (二) 长江中下游区域成矿作用概况

长江中下游地区从晚震旦纪开始沉降。下部古生界地层南厚北薄由 8000 余 m 至 1710m。震旦—寒武—奥陶系为碳酸盐岩建造, 志留纪开始转为碎屑岩为主的沉积, 石炭

纪开始新的碳酸盐沉积。到下中三叠统青龙群在碳酸盐沉积后出现蒸发石膏岩。上三叠统黄马青组为页岩。

由晚泥盆世到三叠世的南深北浅凹陷带内存在一系列沿南北或北东向的起伏,形成“鞍”与“槽”的构造。例如,在梁子湖区、庐江地区和宁芜区等为“槽”,在“槽”之间为隆起区。

中生代开始火山岩的沉积作用。火山岩盆地分为两类,一类为继承式火山岩盆地,在青龙群( $T_{1-2}$ )基础上相继地产生黄马青组( $T_3$ )、象山群( $J_{1-2}$ )碎屑岩建造,如怀宁、庐枞、宁芜等盆地较为典型;另一类,在火山沉积作用发生前缺失上古生界或下古生界的部分或全部碳酸盐岩地层,如广德和溧阳等盆地。

整个长江中下游与岩浆作用有关的金属矿床,基本是发育在上述的“槽”区,可分为两类:一类为玢岩式铁矿床及其相伴的块状黄铁矿床等,发育于截切“槽”的继承性断陷盆地内;另一类为与中酸性岩浆岩有关的矽卡岩型铁铜矿床、矽卡岩—斑岩型铜矿床以及斑岩型铜矿床。

长江中下游拗陷带中,北半部拗陷带的上古生界以铁铜矿产著称,向南进入江南古陆区的下古生界则逐渐出现铜、铅、锌和钨、锡、钼。以铁为主的重要矿产均产在“槽”内的继承性断陷盆地中,由盆地向隆起区逐渐过渡为以铜为主的铜铁硫矿或铜钼矿。各主要矿种的赋存岩石也逐渐变化,在盆地中心火山岩地区( $J_3-K_1$ )内分布玢岩铁矿床及伴随的块状黄铁矿床、硬石膏矿床等;盆地边缘,象山砂岩( $J_1$ )和一部分火山岩中产出斑岩铜矿;在三叠系地层中发育矽卡岩铁铜矿床;隆起区(许多复背斜内)在石炭系和二叠系地层内出现矽卡岩铜矿床。郭文魁教授详细研究了长江中下游成矿规律基本特征,提出了构造岩浆和成矿作用,起因于基底构造与盖层对岩浆活动和矿产分布的控制作用,并提出了矿床类型在空间上的演化、金属元素分带性和成矿作用在时间上的演化(郭文魁,1965)。他指出,后造山的成矿作用又可分先后两个成矿旋回,先期发生在晚侏罗世,延续到早白垩世,主要是伴随中酸性岩浆侵入活动所形成的矽卡岩型及由其派生出的矽卡岩—斑岩型矿床、斑岩型矿床;后期成矿旋回主要发生在早白垩世,而延续到晚白垩世,是发生在继承性断陷盆地内伴随偏碱性玄武-安山质火山-次火山作用所形成的玢岩铁矿、块状铁矿床和脉状金铜矿床。常印佛、翟裕生等科学家和地质工作者自新中国成立以来有大量的科研成果(常印佛等,1991;翟裕生等,1992)。这些研究成果认为:先期成矿旋回的有关岩浆岩属钙碱系列,后期火山岩系属碱钙系列。按我们这次研究结果看,有些火山岩属于碱性系列。先期成矿旋回是随着岩浆由中酸性(闪长岩、石英闪长岩)向酸性(花岗闪长岩和石英二长岩甚至花岗岩)演化,金属矿化以铁为主,经过铁铜、过渡到以铜为主并出现钼、钨等的趋势。后期成矿旋回,岩浆由碱玄岩、粗安岩向粗面岩演化,金属矿化由铁向硫、铜和铜金的方向发展。后者称为火山凹陷区的成矿作用类型;前者称为隆起区的成矿作用类型。它们的成矿构造与岩浆活动在着密切的联系。两种成矿类型、成矿区之间也存在一定的联系,由断陷盆地到隆起区的成矿作用的演化过程,以梁子湖“槽”中的大冶断陷盆地为例,由盆地中心向外,由铁山式铁矿向东先是铜绿山铜(铁)矿,后至九江瑞昌地区的城门山式铜矿;第二实例是宁芜盆地,由盆地中心宁芜玢岩铁矿伴随块状黄铁矿床,“盆边”出现矽卡岩—斑岩型安基山铜矿,以及宁镇隆起的矽卡岩型铁矿;第三实例是以庐枞盆地为中心,中心为火山岩区铁矿,伴有块状硬石膏—黄铁矿床,向西北

(或向南)在盆地与隆起过渡区为斑岩铜矿床,向正东是铜陵矽卡岩型铜(铁)矿带。值得注意的是,一些火山岩盆地内和边缘都出现规模不大的铅锌矿化,它与浙江的大型银铅锌矿床有什么关系,这是一个应予以研究的课题。

火山岩盆地,由西南向东北的顺序,怀宁、庐枞、繁昌、宁芜、溧水等,以庐枞盆地陷最深,火山活动时期最早,火山岩岩石组合最为特殊,详细研究这个典型火山盆地的岩石矿床地球化学特征,对比宁芜地区的火山岩石与成矿作用地球化学作用特征,将给我们一个更为明确的结论:庐枞火山岩盆地内为钾玄岩—粗安岩—粗面岩组合,是一个区别于一般洋岛玄武岩的陆内钾玄岩组合;相似于裂谷玄武岩系的碱玄岩,又区别于一般的碱玄岩具有很特殊的痕迹元素组合和铁矿化作用特征。

### (三) 长江中下游火山岩区地质概况

长江中下游有一系列中生代陆相火山岩盆地。其中宁芜盆地和庐纵盆地内发育着大型玢岩铁矿类的铁矿和块状黄铁矿床。这种矿床类型在世界上是一种独特类型,已经有科研报告叙述过这个问题(长江中下游火山岩铁矿研究组,1977)。本书专门研究火山岩系岩石化学,尤其是痕迹元素的地球化学问题。研究结果表明,庐枞与宁芜火山岩系均属于碱性岩系,庐枞火山岩系是钾玄岩组合,事实证明富钾的岩浆岩也可带来铁矿床。并且这一带火山岩与世界上著名火山岩系进行对比,也发现长江中下游火山岩系,尤其庐枞火山岩组合与众不同,是一种特殊的岩石组合——钾玄岩—粗安岩—粗面岩组合,或者称富钾型粗面玄武岩—粗面岩组合。火山岩系向东发展逐步演化为钙碱性岩系。因此,我们的研究对比扩展到浙江火山岩。事实证明这一扩展研究是十分必要的并取得了新的认识。

## 第二章 火山岩盆地和含矿火山活动

中生代火山活动在长江中下游主要形成火山断陷盆地，我们选择庐枞、宁芜、溧水、溧阳和浙江五大地区进行对比研究。目前，中生代每个火山岩盆地的火山岩多按照四分区法，自下而上照地层层序进行划分。一般形成时代是 175Ma~90Ma 左右。几个盆地，各相对应的层位的火山岩只是时代相近，并不能把岩性和产状完全对照起来。

庐枞盆地的火山岩，基本上是钾玄岩—粗安岩—粗面岩组合。

宁芜盆地的火山岩基本上是钠质碱玄岩—粗安岩—黝方石响岩—粗面岩组合。

溧水盆地的火山岩基本上是玄武岩—粗安岩—粗面岩组合和晚期流纹岩质岩石；

溧阳盆地的火山岩基本上是玄武岩—安山岩—流纹岩组合；

浙西—浙中凹陷带的火山岩，主要是安山岩—英安岩—流纹岩组合。

我们可以看到，每一盆地内的火山岩，都有十分独特的岩性和成矿作用的主要旋回，成矿的火山旋回所处整个火山岩活动中的位置并不相同。

### 一、火山岩盆地

#### (一) 庐枞火山岩盆地

##### 1. 庐枞火山岩盆地构造基底

火山岩盆地北东方向延长，西边有罗昌河断裂和郟庐断裂带，东边、北边、南边为侏罗纪象山群（砂岩）。盆内为火山岩系，底部与象山群不整合，东边超覆于在象山群上。盆地之东（过江之后）为隆起区，由上志留纪到三叠纪的沉积地层组成复背斜。盆地之北面和南面，也看到古生代沉积地层出露，也是隆起区。

火山活动是在晚侏罗世至早白垩世，在断陷盆地内发生的，继承在古生代沉积盆地的背景上。

火山活动前，即在断陷盆地形成前，古生代至三叠纪地层都发生褶曲。盆地之东的铜陵地区形成铜官山复背斜、永村桥背斜和舒家店背斜等。盆地之北和西南，是巢县褶皱群和怀宁褶皱群。铜陵地区，沿这些复背斜大都伴有走向断层——逆断层。同时，背斜大都是西翼宽、东翼窄，背斜向北东倾没，轴面向东南倒转。

铜陵地区的矿化活动，受东西向铜陵隐伏断裂活动控制，同时受复背斜的次级构造控制，已知矿床有 3/4 产在背斜倾伏端或背斜之东翼。

庐枞火山岩盆地与铜陵的铜矿带仅长江之隔，盆地基底构造怎么样？有两种可能性，一是有褶皱，另一是没有剧烈褶皱。盆地东南边的隆起区为呈北东走向的复背斜。与此同时，凹陷盆地基底构造断裂褶皱方向是什么样呢？从火山盆地北东的褶皱群和西南的怀宁褶皱群来看，它们的褶皱方向都延伸到这个火山岩盆地内，火山岩盆地基底构造与它们是有联系的。依据卫星照片解释，火山岩盆地内有一组北东 45°左右的构造线，火山岩

表 2.1.1 长江中下游中生代火山岩岩性组合和层位

| 庐 枞                                                                | 宁 芜                                                                           | 溧 水                          | 溧 阳                       | 浙 西 北                                                   | 浙 东 南                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <p>杨湾组<br/>K<sub>1y</sub></p> <p>砾岩, 细砂岩, 含石膏、钙质粉砂质泥岩</p>          | <p>葛村组<br/>K<sub>1gc</sub></p> <p>粉砂质泥岩、砂岩、页岩、砂砾岩</p>                         |                              |                           |                                                         |                                                                            |
| <p>浮山组<br/>K<sub>1f</sub></p> <p>粗面岩, 粗面质熔结凝灰岩, 凝灰角砾岩</p>          | <p>娘娘山<br/>K<sub>1n</sub></p> <p>响岩, 熔结角砾岩, 火山碎屑岩</p>                         |                              |                           |                                                         |                                                                            |
|                                                                    | <p>姑山组<br/>K<sub>1g</sub></p> <p>安山岩, 安山质角砾岩, 凝灰岩、砂岩, 粘土岩</p>                 | <p>霍细流<br/>岩, 夹砂岩凝灰岩</p>     |                           |                                                         |                                                                            |
| <p>双庙组<br/>J<sub>3s</sub></p> <p>玄武粗安岩, 粗面玄武岩夹集块岩, 凝灰岩</p>         | <p>大王山<br/>J<sub>3d</sub></p> <p>粗面岩, 粗安岩, 粗安质熔岩, 角砾岩, 凝灰岩, 安山岩, 粉砂岩, 粘土岩</p> | <p>粗面岩, 粗面岩, 凝灰(砂)岩, 角砾岩</p> | <p>安山岩, 流纹岩, 凝灰岩</p>      |                                                         |                                                                            |
| <p>砖桥组<br/>J<sub>3z</sub></p> <p>(辉石)粗安岩, 角闪安山岩, 凝灰岩, 凝灰岩, 凝灰岩</p> | <p>云台山<br/>组 J<sub>3y</sub></p> <p>砂页岩, 凝灰质砾岩和凝灰岩</p>                         | <p>砂质页岩, 粉砂岩, 凝灰岩</p>        | <p>凝灰质粉砂岩, 页岩, 凝灰岩</p>    | <p>横山组<br/>J<sub>3hn</sub></p> <p>紫红色砂砾岩、凝灰岩</p>        | <p>九里坪<br/>组 J<sub>3j</sub></p> <p>流纹质凝灰角砾岩</p>                            |
|                                                                    | <p>龙玉山<br/>组 J<sub>3l</sub></p> <p>粗安岩, 粗面岩, 火山角砾岩, 集块岩</p>                   | <p>玄武安山熔岩, 火山碎屑岩</p>         | <p>安山质, 流纹质火山碎屑岩, 集块岩</p> | <p>寿昌组<br/>J<sub>3s</sub></p> <p>凝灰质砾岩, 夹火山碎屑岩, 凝灰岩</p> | <p>茶湾组<br/>J<sub>3c</sub></p> <p>凝灰岩, 凝灰质砂砾岩, 砂岩, 泥岩, 凝灰岩酸性火山碎屑岩, 夹沉积岩</p> |
| <p>龙门院<br/>组 J<sub>3</sub></p> <p>角正安山岩, 凝灰岩, 角砾熔岩, 安山质角砾岩</p>     | <p>西横山<br/>组 J<sub>3x</sub></p> <p>砾岩, 砂岩, 长石石英砂岩</p>                         |                              |                           | <p>高坞组<br/>J<sub>3g</sub></p> <p>凝灰岩</p>                | <p>西山头<br/>组 J<sub>3x</sub></p> <p>流纹岩晶岩玢属, 熔结砂岩, 凝灰岩, 酸性火山碎屑岩</p>         |
| <p>罗岭组<br/>J<sub>2l</sub></p> <p>砂岩粉砂质页岩, 长石砂岩</p>                 | <p>象山群<br/>J<sub>1-2xs</sub></p> <p>长石石英砂岩, 石英砂岩, 粉砂岩, 沉岩, 页岩</p>             |                              |                           | <p>茅村组<br/>J<sub>3l</sub></p> <p>紫红色碎屑岩为主夹中酸性火山岩</p>    | <p>大夷组<br/>J<sub>3d</sub></p> <p>砂岩, 凝灰岩, 酸性火山碎屑岩</p>                      |
|                                                                    |                                                                               |                              |                           | <p>施夫组<br/>J<sub>2y</sub></p> <p>砾岩, 砂砾岩, 夹砂泥岩薄层</p>    | <p>毛弄组<br/>J<sub>2ml</sub></p> <p>粉砂岩, 砂岩, 砂砾岩, 夹煤层</p>                    |

表 2.1.2 中生代火山岩、钙碱指数、里特曼指数

| 各岩区喷发旋回 |       | 火 山 岩 |            | 岩石组合         |
|---------|-------|-------|------------|--------------|
|         |       | 钙碱指数  | 里特曼指数      |              |
| 庐<br>枞  | 浮山旋回  | <51   | 12~4.3     | 碱 性          |
|         | 双庙旋回  |       | 1.1~5.9    | 碱 性          |
|         | 砖桥旋回  |       | 4.6~9      | 碱 性          |
|         |       |       |            | (含碱钙性)       |
| 镇江大王山旋回 |       | 60.4  | 2.36~4.41  | 钙碱性          |
| 宁<br>芜  | 娘娘山旋回 | 55.6  | 2.74~12.07 | 碱 性          |
|         | 姑山旋回  |       | 1.82~2.97  | 钙碱性          |
|         | 大王山旋回 |       | 2.89~10.45 | 碱钙性<br>(含碱性) |
|         | 龙王山旋回 |       | 2.91~10.67 | 碱钙性          |
|         | 平 均   |       | 5.57       | 钙碱性          |
| 溧<br>水  | 姑山旋回  | 55.4  | 2.06~2.13  | 碱钙性<br>(含碱性) |
|         | 大王山旋回 |       | 3.14~6.48  | 碱钙性          |
|         | 龙王山旋回 |       | 2.46~4.41  | 碱钙性          |
|         | 平 均   |       | 3.31       | 碱钙性          |
| 溧<br>阳  | 大王山旋回 | 57    | 0.57~2.88  | 钙碱性          |
|         | 龙王山旋回 |       | 2.24~2.68  | 钙碱性          |
|         | 平 均   |       | 2.26       | 钙碱性          |
| 苏<br>州  | 黄尖旋回  |       | 1.82~2.31  | 钙碱性          |
|         | 劳村旋回  |       | 2.23~3.26  | 钙碱性          |
|         | 平 均   |       | 2.41       | 钙碱性          |
| 松江劳村旋回  |       |       | 2.59~2.76  | 钙碱性          |

注：本表庐枞盆地为矿床所研究成果和作者研究结果，其他数据按《江苏省地质志》、《上海市地质志》改。作者用（含碱性）表示宁芜和溧水盆地火山岩分别在大王山和姑山组存在碱玄岩和粗面岩。

沿该方向分布。此外，尚有北西向断裂。与航磁资料相对应，可看出这一北西向构造切断前一北东向断裂构造。

郟庐断裂带走向为北东 25°左右，切割了庐枞火山岩盆地的西半边。

从卫星照片和航磁资料，都可以发现在火山岩盆地内有与周围的褶皱群构造一致的构造方向：

(1) 有两组北东方向构造，一组北东 25°左右，一组为北东 45°左右。在盆地周围地区沿着这些方向出现褶皱和走向断裂（自西北向东南以逆断层为主）。这在盆地内可能造成基底的褶皱，更有可能发生基底断裂，北东 25°一组与郟庐断裂带方向一致。北东 45°一组方向从航磁图上看得很清楚，从卫星片上也看得很清楚，它控制了火山岩分布情况。

(2) 近东西向的构造,从卫星片和航磁图上看,它隐约可见,是穿透性的,穿过火山岩盆地,也进入了隆起区。从铜陵地区看,以往认为有一个东西向隐伏深断裂带控制了铜矿带的分布,控制与铜矿化有关的岩浆活动。看来,近东西向构造线也是控制火山岩和矿化活动的构造之一。构造方向是北西  $285^{\circ}$  左右。

(3) 北西  $340^{\circ}$  左右的构造线,主要是断裂构造。从外围地区来看,它的活动时期稍晚,切割了褶皱群;从盆地内部看,它切割了早期火山岩层,控制了晚期火山活动分布。北西向构造可细分,一组是与北东  $45^{\circ}$  构造线配套的,时间要早,控制一部分铁矿化活动;另一组与北东  $30^{\circ}$  构造线是配套的。

(4) 更晚的近南北向的断裂活动,控制晚期粗面岩的活动,以及晚期铜矿化活动。

主要铁矿产在断裂构造穿插部位,由图 2.1 可以看到:矿床带状分布和等距性分布特征。带状分布具方向性:第一组是北东向,第二组是东西向,一些矿点和成矿预测区分布在两组成矿带上。成矿部位多在几组断裂带交汇处。盆地四周铜、铁矿床均在北东向褶皱和东西向断裂带、北北西向断裂带交汇处。盆地西边的铜矿,也是北东向断裂、东西向断裂和北偏西向断裂交汇处。依据火山盆地的构造基底的分析可以预测出新的铁铜矿床预测区,并且得出结论:成矿作用主要依赖于基底构造。

## 2. 火山岩系的基本地球化学特征

(1) 庐枞火山岩系的含矿火山岩旋回划分:庐枞盆地侏罗纪白垩纪火山岩系,自下而上分为:尤门院组,砖桥组,双庙组和浮山组,依次划分为 4 个旋回。

第一旋回——龙门院组 ( $J_3l$ ):以粗安岩及凝灰岩为主。自下而上可分为 3 个喷发—沉(堆)积韵律层,分属上、下两段。

下段:第一韵律层为紫色粗安质厚层火山角砾岩、细斑粗安质角砾熔岩,在龙门院为为沉角砾晶屑凝灰岩为主,上部为紫红色晶屑沉凝灰岩、凝灰质粉砂岩。

上段:第一韵律层为中细斑角闪粗安岩、角砾熔岩和凝灰熔岩、灰色薄层沉凝灰岩。第二韵律层为黄褐色中斑角闪粗安岩,灰紫色厚层晶屑凝灰岩。

第二旋回——砖桥组 ( $J_3z$ ):

下段:底部为角闪安山质角砾岩、集块岩;下部角闪安山岩;中部为凝灰岩、沉凝灰岩和凝灰质粉砂岩;上部为紫红色含砾凝灰岩和中细斑粗安岩。

中段:层多,厚度大,韵律性好,每一韵律均以下部火山碎屑岩和下部熔岩为特征。中段下部主要是云辉粗安岩,杏仁构造少见。沉晶屑凝灰岩厚度较小。

上段韵律性强,有二、三次。下部为含砾凝灰质粉砂岩,上部为云辉粗安岩,熔岩底和顶部具角砾状构造,角砾熔岩,风化露头为疙瘩状。

第三旋回——双庙组 ( $J_3s$ ):

下段:下部紫红色凝灰质粉砂岩、细砂岩、砂岩和凝灰质细角砾岩互层、陆源凝灰岩和沉火山角砾岩。中部浅紫褐色、褐灰色含砾粗屑沉凝灰岩夹凝灰岩,夹多层薄层粗磁铁矿砂岩和长石砂岩层。上部为暗灰至紫色变屑火山角砾岩。岩屑成分中除熔岩外,有硅化岩和磁铁矿角砾。

中段:为粗面玄武岩,局部为橄榄粗面玄武岩。

上段:下部为杏仁状角砾熔岩、集块岩夹杏仁粗安岩。上部粗面质熔结角砾岩和熔结凝灰岩。

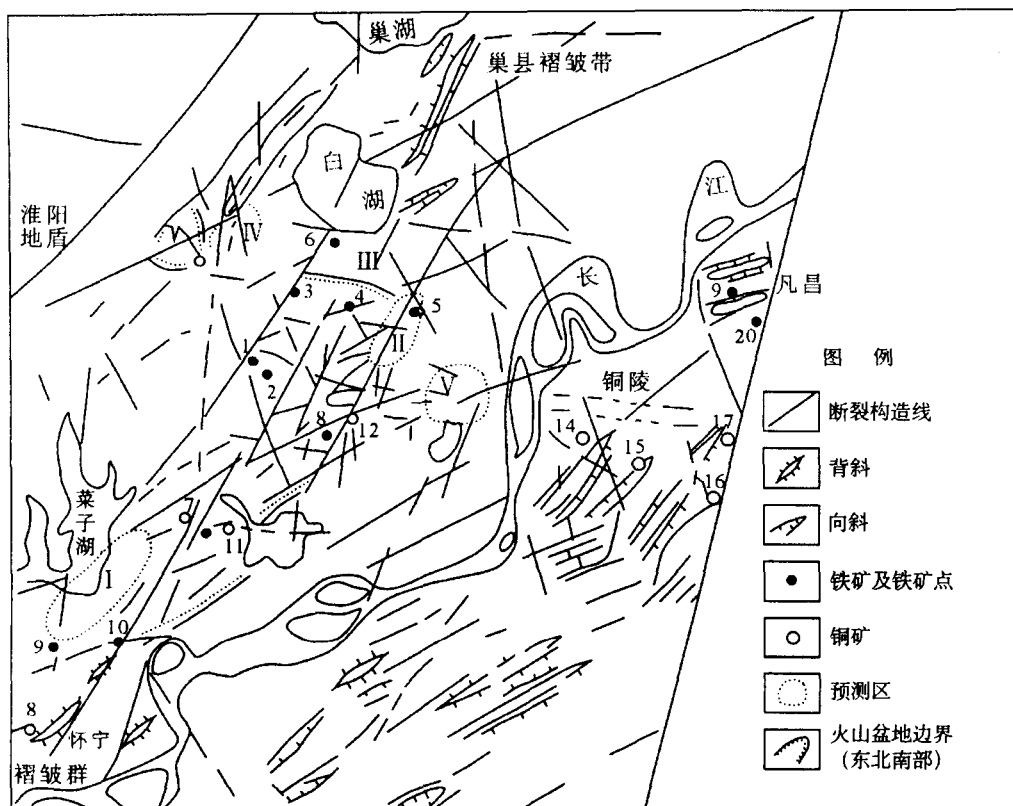


图 2.1 庐枞火山岩盆地及周围地区的构造带和矿带

铁矿及矿点：1. 罗河；2. 大鲍庄；3. 杨山；4. 何家大、小岭；5. 大安山新胜点；6. 缺口；  
7. 会宫；8. 马口；9. 罗岭；10. 花山；11. 拔草山；12. 石门庵；13. 沙西。  
外围铜铁矿：14. 铜官山；15. 狮子山；16. 凤凰山；17. 新桥；18. 安庆；19. 姚冲；20. 白马山。  
主要远景区：I. 会宫与罗岭之间（官阜桥、大缸窑）；II. 大安山—新胜点；  
III. 缺口；IV. 庐江附近（铜）；V. 牛阜至陈洋湖

#### 第四旋回——浮山组 ( $K_1f$ ):

下段：下部为暗灰-褐红火山集块岩-角砾岩。上部为粗面岩、熔结角砾岩和熔结凝灰岩。

上段：底部为粗安-粗面质火山集块-角砾岩，上部为粗面质熔结砾岩-熔结凝灰岩。局部有假白榴石出现，可能有白榴石响岩（在古楼山—龙城山一带）。

(2) 火山岩盆地主要的矿化和蚀变作用发生在砖桥旋回岩层内。

①罗河铁矿、大鲍庄铁矿、何家大岭、小岭的磁铁矿体赋存于砖桥旋回下段；杨山、牛头山铁矿位于这一旋回中上段。

与铁矿有联系的浅色蚀变波及的层位要高一些。罗河铁矿浅色蚀变向上扩展到砖桥的上段凝灰岩和杏仁状粗安岩。

大鲍庄的浅色蚀变向铁矿的上方和四周扩展。矾母山那里也发育了广泛的浅色蚀变。

何家大、小岭铁矿的叠加蚀变、浅色蚀变十分发育。在矿区附近的天光山、钟子山、