

谨将此书献给第三十届国际地质大会



007

# 南京栖霞山 铅锌银矿床地质及勘查模式

肖振民 等著



地质出版社

# 南京栖霞山铅锌银矿床地质 及勘查模式

肖振民 叶水泉 钟庆禄 张立公 著  
郭晓山 蒋慎君 曾正海 金 浚

地 质 出 版 社

北 京

## 内 容 提 要

南京栖霞山铅锌银矿床是华东地区的大型铅锌银多金属矿床。本专著综合了矿区历年大量的勘查实际资料、岩矿、同位素和包裹体等分析资料和各专题研究成果,系统而简要地阐述了矿区成矿地质背景、矿床地质特征、赋存规律及矿石物质组分;深入探讨了成矿物质来源及成矿富集机制;提出了双循环热(卤)水后成层控矿床的成因假说;并总结了矿区勘查史,建立了矿床矿体定位模式、成因模式和地质-物化探综合勘查模式。

本专著对于研讨铅锌矿床和层控矿床成矿理论、指导该类型矿床找矿勘查实践,具有较高的参考价值,可供有关专业的生产、科研、教学人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

南京栖霞山铅锌银矿床地质及勘查模式/肖振民等著. -北京:地质出版社, 1996.5  
ISBN 7-116-02097-7

I. 南… II. 肖… III. ①铅锌矿床: 银矿床-地质构造-研究-南京 ②铅锌矿床-银矿床-地质勘探-南京 IV. P618.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 02048 号

## 地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑: 江晓庆

\*

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:  $787 \times 1092 \frac{1}{16}$  印张: 5.75 字数: 139000

1996 年 5 月北京第一版·1996 年 5 月北京第一次印刷

印数: 1—800 册 定价: 10.00 元

ISBN 7-116-02097-7  
P·1574

# 前 言

南京栖霞山曾是我国地质前辈研究华南二叠纪地层时命名栖霞灰岩的地方，如今该地区已发现有我国华东地区目前储量最大的栖霞山大型铅锌银矿床。矿床中含有大量的铅、锌、银、硫、锰并伴有丰富的金、铜以及镉、锗、铟等组分。

矿床铅加锌平均品位为 8.0%（其中铅 2.86%、锌 5.14%），共（伴）生银平均品位为 65.7g/t，伴生金平均品位为 0.64g/t，伴生铜平均品位为 0.24%，硫铁矿平均硫品位为 28%。近几年又探明了小型独立银矿床，银平均品位为 236g/t，共生金平均品位为 2.375g/t。此外还有氧化锰矿石、碳酸锰矿石等可综合利用。

矿区原生铅锌矿发现于 60 年代，基本上是隐伏矿床。矿区勘查工作曾中断过。从发现浅部氧化锰矿到预测隐伏的原生铅锌银矿到发现独立的银金矿，找矿方法逐渐先进，即从单一的钻探手段到运用立体地质填图、综合勘查模式等，从而使矿区储量不断扩大，矿种不断增加，经济价值也逐步提高。迄今为止，在北东东向 8km 长的矿带上，虎爪山矿段已完成详细勘探并进行了坑下开采，甘家巷矿段和平山头银金矿段已完成详查，北象山及西库矿段完成了普查，获得了良好的经济效益。

栖霞山铅、锌、银矿床矿体主要赋存于石炭系黄龙组灰岩中，以及“断碎”不整合面、古岩溶角砾岩带中。矿体空间定位受层位和构造控制，其地质特征与国内外许多典型的碳酸盐建造中的铅锌矿床可以类比，然而又具有本区的一些地质特点。

矿床成因众说纷纭，对成矿物质来源及其富集机制的争议尤为突出。我国著名的矿床地质学家涂光炽、徐克勤、胡受奚和朱上庆等曾先后来矿区进行过考察，并提出了各自的见解，这对于研究矿床的地质特征、探讨矿床成矿物质来源及其富集机制，对于丰富铅锌矿床和层控矿床的成矿理论，指导今后的找矿勘查，均有重要的意义。

随着矿区勘查工作的深入发展，前后曾有“江苏栖霞山铅锌矿床成矿地质特征及控矿条件”（肖振民等，1980 年），“南京栖霞山铅锌多金属矿床成矿模式研究”（郭晓山等，1982 年），和“七五”国家重点科技攻关项目（75-55-02）三级课题“长江下游地区栖霞山式铅锌铜成矿条件、找矿模式、成矿预测”（郭晓山、叶水泉等，1990 年）与（75-55-05-07）三级课题“长江中下游地区寻找隐伏铜铅锌矿床的综合物化探方法技术的应用研究”（蒋慎君、金浚等，1990 年）等论文与专题研究成果相继完成。南京大学地质系刘孝善教授也赴现场做过研究。中国有色金属工业总公司华东地勘局八一〇队历年来编有一系列详勘、详查和普查等勘探报告（陈小炳、钟善贻等主编）。

本专著是在总结前人大量的找矿勘探和科学研究的工作成果，特别是“七五”国家重点科技攻关项目三级课题的研究报告的基础上编写而成的。

参加编著的主要人员有：肖振民、叶水泉、郭晓山、沈喜伦、曾正海、陈国衡、蒋慎君、金浚、欧亦君、钟庆禄、张立公等，最后由肖振民、钟庆禄、张立公、曾正海执笔编

写定稿。本专著是集体智慧的结晶，在此，谨向以往各项工作成果的 authors 致以谢意。

著者以作为在地质勘查战线工作了数十年的老地质工作者的热忱，怀着为深入研讨本区的地质矿产特点、提高今后找矿勘查效果和发展我国的地矿事业的愿望，编著了本专著并以此献给在我国召开的第三十届国际地质大会（1996 年）。

# 目 录

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 第一章 区域成矿地质背景             | (1)  |
| 第一节 大地构造环境演化             | (1)  |
| 第二节 区域地层                 | (3)  |
| 第三节 区域岩浆岩                | (4)  |
| 第四节 区域金属矿床特征             | (5)  |
| 第二章 栖霞山铅锌银矿床地质特征         | (7)  |
| 第一节 矿区地质及控矿因素            | (9)  |
| 第二节 矿床经济地质               | (17) |
| 第三节 矿床稳定同位素特征            | (29) |
| 第四节 矿物包裹体特征              | (36) |
| 第三章 矿床成因探讨——双循环热卤水后成层控矿床 | (40) |
| 第一节 栖霞山铅锌银矿床与国内外铅锌矿床的对比  | (40) |
| 第二节 矿床成因探讨               | (42) |
| 第四章 矿床勘查过程及资源经济价值        | (51) |
| 第一节 矿床勘查发展过程             | (51) |
| 第二节 矿床资源经济价值             | (52) |
| 第五章 矿床地质-物探-化探综合勘查模式     | (53) |
| 第一节 矿床地球物理特征             | (53) |
| 第二节 矿床地球化学特征             | (64) |
| 第三节 矿床地质-物探-化探综合勘查模式     | (70) |
| 结论                       | (74) |
| 主要参考文献                   | (76) |
| 英文摘要                     | (77) |

# CONTENTS

|                            |                                                                                                                             |      |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Chapter 1</b>           | <b>Regional Geological Setting</b>                                                                                          | (1)  |
| 1. 1                       | Tectonical Environment and Evolution                                                                                        | (1)  |
| 1. 2                       | Regional Stratigraphy                                                                                                       | (3)  |
| 1. 3                       | Regional Magmatism                                                                                                          | (4)  |
| 1. 4                       | Introduction to Regional Metallic Deposits                                                                                  | (5)  |
| <b>Chapter 2</b>           | <b>Geological Characteristics of Qixiashan Lead-Zinc-Silver Ore Deposit</b>                                                 | (7)  |
| 2. 1                       | Geology of the Deposit and Ore-Controlling Factors                                                                          | (9)  |
| 2. 2                       | Economical Geology of the Deposit                                                                                           | (17) |
| 2. 3                       | Stable Isotope Geology                                                                                                      | (29) |
| 2. 4                       | Characteristics of Minerals' Inclusion                                                                                      | (36) |
| <b>Chapter 3</b>           | <b>Discussion on Genesis—Epigenetic Strata-bound Deposit of Thermal (Brine) Fluid Two-Circulation (TFTC Mineralization)</b> | (40) |
| 3. 1                       | Comparison with Other Lead-Zinc Deposits in China and Abroad                                                                | (40) |
| 3. 2                       | Discussion on Genesis                                                                                                       | (42) |
| <b>Chapter 4</b>           | <b>Exploration History and Economical Value of the Deposit</b>                                                              | (51) |
| 4. 1                       | Exploration Process                                                                                                         | (51) |
| 4. 2                       | Estimated Economical Value of the Deposit                                                                                   | (52) |
| <b>Chapter 5</b>           | <b>Geological-geophysical-geochemical Comprehensive Exploration Model of the Deposit</b>                                    | (53) |
| 5. 1                       | Geophysical Features of the Deposit                                                                                         | (53) |
| 5. 2                       | Geochemical Features of the Deposit                                                                                         | (64) |
| 5. 3                       | Geological-Geophysical-Geochemical Comprehensive Exploration Model for the Deposit                                          | (70) |
| <b>Conclusion</b>          |                                                                                                                             | (74) |
| <b>References</b>          |                                                                                                                             | (76) |
| <b>Abstract in English</b> |                                                                                                                             | (77) |

# 第一章 区域成矿地质背景

## 第一节 大地构造环境演化

栖霞山铅锌矿床位于宁镇山脉西部。宁镇山脉是扬子准地台上一个以前震旦系为基底、从震旦纪至三叠纪长期发育的拗陷带经造山运动而形成的。扬子准地台是新元古代形成的中国第二个重要地台。其北西邻中朝准地台、南东接华南褶皱系（图1）。最近的研究成果表明，扬子准地台具有形成时代晚、基底新、盖层发育、构造变动强烈和后期改造明显的特点。

二级构造单元属扬子台坳，是早古生代—三叠纪拗陷区。它又可进一步划分为沿江断褶带、德安-苏州褶断带、滁县褶断带等三个三级构造单元。本区位于沿江断褶带的北东端。四级构造单元为宁镇褶皱束。

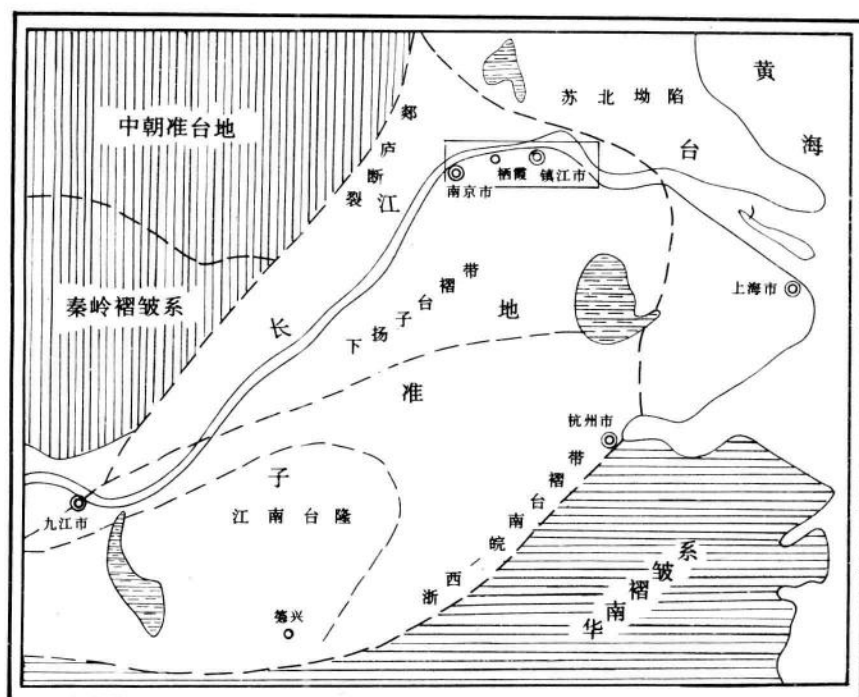


图1 区域构造位置图

Fig. 1 Regional tectonical location of Qixiashan lead-zinc-silver orefield

本书大地构造环境部分以宁镇山脉为基础进行叙述。

本区基底固结于新元古代的晋宁期（900—1000Ma），主要为轻变质的片岩和变质火

山岩。盖层由震旦系—第三系组成，总厚达万余米。三叠系以前的地层以浅海相沉积为主，部分为陆相沉积。

本区上地壳的平均厚度为16km，下地壳平均厚度为16.5km，莫霍面埋深30—35km。

区内大地构造演化经历了地槽（前震旦纪基底）、准地台（震旦纪—早中三叠世）和大陆边缘活动带等三个主要发展阶段（表1）。

表1 宁镇山脉构造层划分简表  
Table 1 Division of structural sequences in Ningzhen Mts

| 地 质 时 代     |      |       | 构 造 层 划 分   |          | 大地构造<br>发展阶段 | 大地构造演化                  |          |
|-------------|------|-------|-------------|----------|--------------|-------------------------|----------|
| 代           | 纪    | 代号    | 小构造层        | 亚 构 造 层  |              |                         |          |
| 新<br>生<br>代 | 第四纪  | Q     | 上小构造层       | 喜马拉雅亚构造层 | 大陆边缘活动带阶段    | 受滨太平洋大陆边缘活动带影响，宁镇山脉最终形成 |          |
|             | 晚第三纪 | N     |             |          |              |                         |          |
|             | 早第三纪 | E     | 下小构造层       |          |              |                         |          |
| 中<br>生<br>代 | 白垩纪  | K     | 上小构造层       | 燕山亚构造层   |              | 准地台阶段                   | 宁镇山脉初步形成 |
|             | 侏罗纪  | J     | 中小构造层       |          |              |                         |          |
|             |      |       | 下小构造层       |          |              |                         |          |
|             | 三叠纪  | T     | 上小构造层       | 印支亚构造层   | 再现宁镇陆地地形     |                         |          |
|             |      | 下小构造层 |             |          |              |                         |          |
| 古<br>生<br>代 | 二叠纪  | P     | 上小构造层       | 海西亚构造层   |              |                         | 初现宁镇陆地地形 |
|             | 石炭纪  | C     |             |          |              |                         |          |
|             | 泥盆纪  | D     | 下小构造层       |          |              |                         |          |
|             | 志留纪  | S     | 上小构造层       | 加里东亚构造层  |              | 扬子准地台形成                 |          |
|             | 奥陶纪  | O     | 下小构造层       |          |              |                         |          |
|             | 寒武纪  | Є     |             |          |              |                         |          |
| 元<br>古<br>宙 | 震旦纪  | Z     | 上小构造层       | 澄江亚构造层   | 地槽阶段         |                         |          |
|             |      |       | 下小构造层       |          |              |                         |          |
|             | 前震旦纪 | AnZ   | 地 槽 型 构 造 层 |          |              |                         |          |

（据《宁镇山脉地质志》修改）

一、前震旦纪地槽阶段

根据已有资料及与邻区对比，前震旦纪大地构造性质属地槽。在埤孟地区钻孔中见有前震旦系浅变质岩（埤城群），其原岩可能为火山岩。同位素年龄达1771±5.21Ma，是该区最古老岩系之一。

埤城群之上到震旦系之间的地层，至今未见。但从区内下震旦统岩石特征分析，基本可确定其来源为张八岭群及其以下层位。

因此推测，在早—中元古代，本区及邻区沉积了一套海相或岛弧型沉积-火山喷发岩组合，反映了当时的地槽型沉积环境。晋宁运动使其褶皱隆起，地槽沉积物固结，形成扬子准地台的基底，结束地槽演化历史。

基底构造线呈东西向，在漫长的地史时期中，对构造运动、岩浆活动和矿产分布起到

重要的控制作用。此阶段，开始形成长江深断裂。

## 二、震旦纪一早、中三叠世准地台阶段

地壳运动以稳定的沉降运动为主，形成一套稳定型沉积建造。该建造主要由浅海相、海陆交互相和陆相的碳酸盐岩和砂页岩组成，厚度大于 7700m。各地层间均为平行不整合及整合接触，反映出不同规模、不同级别的升降运动。这是由于区域性南北方向的侧向挤压和力偶作用所导致的。古生代开始则以力偶作用为主，中三叠世开始出现弧形凹陷，标志着两种应力场的联合作用的出现。

此阶段岩浆活动非常微弱。南象运动使海水最终退出，形成陆地，结束了准地台的发展历史。

## 三、大陆边缘活动带阶段

此阶段为侏罗纪至第四纪。以大陆型的气候、生物，大陆型沉积作用和岩浆活动为特征。地质构造变形强烈，以断裂、断块运动为主。构造应力场的方向也发生了多期变化。

中三叠世以后，形成了中国东部板块。晚三叠世印支运动使三叠纪以前的地层褶皱，产生了一系列北东向短轴褶皱和较大规模的北东向压扭性断裂。从晚侏罗世燕山运动开始，太平洋板块向亚洲板块俯冲，使本区形成了若干区域性的隆凹构造和断裂构造，构造线方向以北北东和北东向为主，也相应产生了与之配套的北北西和北西向构造，同时使燕山期前形成的断裂复活。伴随构造运动发生了大规模的岩浆侵入和火山喷发活动，一系列铁、铜、铅、锌等矿产在这一时期形成。

白垩纪后，本区接受了厚度差异较大的陆相碎屑沉积。第四纪期间，宁镇地区以上升为主，而其北侧沿长江一带相对下降，并有侧向迁移。

# 第二节 区域地层

地层分区属扬子地层区下扬子地层分区的镇江地层小区（图2）。

本区地层发育齐全。震旦系—三叠系主要为一套海相碳酸盐岩及海陆交互相沉积；上侏罗统为陆相火山岩；白垩系、第三系则以内陆盆地沉积为主，间夹有少量火山岩；第四系以冲积、坡积物为主。

震旦系下部为滨海、河流相碎屑岩沉积；中部为冰水沉积；上部为浅海碳酸盐、硅质岩沉积。对宁镇地区震旦系含矿性的研究表明，主要成矿元素丰度普遍较高，其中嘉山组为多金属矿源层。

寒武系下统为海湾-泻湖相硅质岩、碳质页岩夹石煤层，是中国南方的主要含磷层位。寒武系中上统为海相碳酸盐岩沉积。

奥陶系以浅海碳酸盐岩为主，顶部为海相灰岩、硅质岩。

志留系为一套海相类复理石建造，以砂岩、页岩为主。

泥盆系上统五通组为陆相含砾石英岩、石英砂岩、粉砂岩、泥岩。

石炭系—三叠系为本区的主要赋矿层。石炭系—三叠系下统，主要为一套浅海相碳酸盐岩夹海陆交互相砂、页岩；三叠系中上统为泻湖—海湾相白云岩、角砾状灰岩和湖沼相砂页岩夹煤层。黄龙组底部白云岩，栖霞组灰岩，大隆组硅质岩，青龙组灰岩、白云岩均为本区铜、铅、锌多金属矿的主要赋矿层位。栖霞山铅锌银矿即赋存于石炭系中，句容铜

山铜矿床赋存于二叠系中，安基山铜矿赋存于三叠系中。

上侏罗统一白垩陆相火山岩是铁、铜矿床的赋矿层位，主要赋矿层位为大王山组，次为龙王山组。

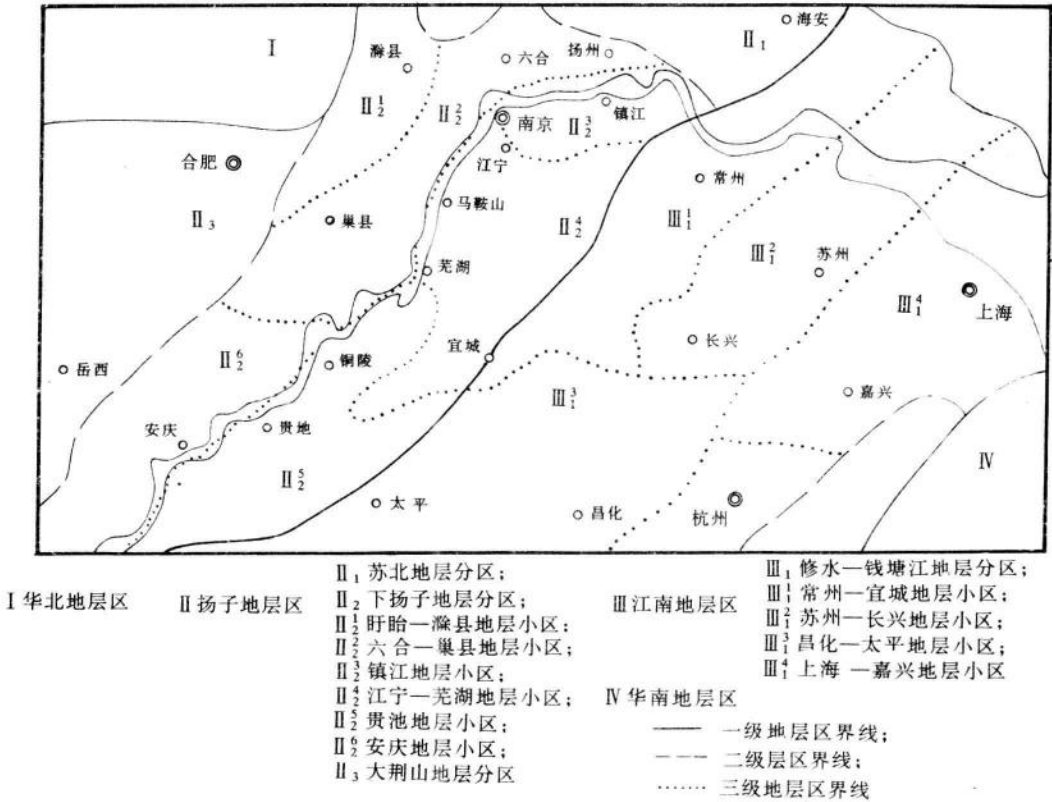


图 2 长江中下游地区地层区划

Fig. 2 Area division of regional stratigraphy in the middle-lower reaches of Yangtze River

### 第三节 区域岩浆岩

宁镇地区岩浆活动主要发生在燕山期，次为喜马拉雅期。燕山期的岩浆活动最强烈，具有多期次、多阶段和多样化的特点，形成了规模较大的宁镇山脉火山-侵入杂岩体。它们大体上呈东西向展布。根据岩浆岩属性在空间分布上的差异，并结合区域地质构造背景，大致可分成西区（紫金山地区）、中区（汤山—镇江）、东区（镇江—冻壁）三个岩区。栖霞山铅锌银矿床位于西岩区的北东东方向，两者相距约 8km。

#### 一、燕山期岩浆活动

燕山期岩浆活动以中酸性岩浆侵入活动为主，伴有火山喷发。火山喷发活动主要发育于中生代的次级断陷盆地中。

侵入岩的时代可分早、晚两期。燕山早期形成辉长—闪长岩，年龄为 145Ma。燕山晚期有三次侵入活动。第一次形成（石英）闪长玢岩和闪长玢岩；第二次形成花岗闪长（斑）岩及其分异相的石英闪长斑岩和二长花岗岩等，年龄为 123Ma；第三次形成花岗

岩、碱长花岗岩，年龄为 96Ma。每次侵入活动后，均有相应的派生岩脉侵入，组成侵入杂岩体。

本区自西向东有西区的板仑、其林门，中区安基山、高资、新桥、石马，东区冻壁等 7 个杂岩体。此外，还有一个隐伏的解放桥岩体。

距栖霞山铅锌银矿最近的为板仑杂岩体。该杂岩体由 6 个岩体组成，以蒋王庙中一基性岩为主体。其南侧为富贵山岩体，北侧为大红山、尖山、兴卫村岩体，东侧为杨坊山岩体，均为燕山晚期中酸性小岩体。

综上所述，宁镇地区燕山期岩浆活动的特点如下。

(1) 火山活动具有多“旋回性”，西区活动时间早，延续时间长，中、东区则反之，且各旋回均有各自的特点。

(2) 岩浆侵入活动有 4 次，均有与之相对应的火山旋回。燕山早期形成中基性岩岩株。燕山晚期有三次侵入，均为中酸性的岩浆活动。同一旋回中成岩时间顺序依次为：火山岩—一次火山岩—侵入岩。

(3) 岩浆岩的空间分布特征：①总体上或一个岩区中，由西向东，火山活动的时代由老到新，活动中心也逐步由西向东移动；②各期次的侵入岩在空间分布上有重叠和交叉，但其岩性特征在不同空间有较大的差异性。

(4) 区域上岩浆岩的化学成分在侵入岩的演化过程中呈现酸碱增长、基性组分下降的趋势，且为递变关系。

根据岩浆来源分析，西区岩浆岩为幔源型，中、东区的为同熔型（混合型）。

## 二、岩浆岩与金属矿产的关系

本区金属矿产丰富，在空间上和时间内与燕山晚期岩浆活动关系密切。矿种分布上，在不同的岩浆岩区，差异明显。

西区以铁为主，亦有铅、锌、铜等多金属矿，如梅山铁矿、栖霞山铅锌银矿，但栖霞山铅锌银矿与岩浆活动的关系不明显。

中区以铜为主，亦有铁、铜、铅锌多金属矿，如安基山铜矿、伏牛山铜矿、韦岗铁矿。

东区以钼、钨为主，亦有铜、铅、银（矿化）矿，如冻壁钨钼矿、九华山铜矿（化）等。

## 第四节 区域金属矿床特征

本区金属矿产主要有铅、锌、铜、银、金，其中大型矿床 1 处，中型矿床 1 处，小型矿床 2 处，矿点 50 处。它们的分布明显受构造、地层和岩浆岩的控制。

### 一、矿床类型划分

根据矿床产出的构造部位、成矿作用、矿体特征、主要控矿因素和物质来源等，本区矿床可划分为四个主要类型，即层控型、夕卡岩型、斑岩型和火山岩型。

#### （一）层控型矿床

层控型矿床是指矿体赋存于一定的地层层位（以石炭系、二叠系为主），呈层状、似层状或不规则状（囊状、脉状、瘤状等），明显地受一定的层位控制的矿床。矿床经历了

比较复杂的成矿过程，既有同生矿床的特点（沉积的、火山沉积的标志），又有后生矿床的标志，是一类多成因的矿床，如栖霞山式热（卤）水后成层控矿床。

## （二）夕卡岩型矿床

此类矿床是指燕山期中酸性侵入岩体与碳酸盐岩地层接触，产生双交代作用形成的矿床。有利于形成夕卡岩矿床的碳酸盐岩地层主要有寒武系—奥陶系，如江苏铜山铜矿床、江苏安基山铜矿床。

## （三）斑岩型矿床

当燕山期含矿的中酸性浅成至超浅成小型侵入体的围岩为碎屑岩（以志留系砂页岩为主）时，在岩体的内部和边部可形成斑岩型矿床，如安徽舒家店斑岩铜矿床、江苏大平山铜矿等。

含矿岩石类型多为酸性钙碱性岩石，钙碱指数为 56—61，碱值 6.8%，判别指数（ $R$ ）大于  $70 \times 10^{-6}$ ，岩石蚀变类型从岩体中心至边缘为钾化—石英绢云母化—青磐岩化。钾化、石英绢云母化与矿化关系密切。金属矿化通常表现出以岩体为中心的金属原生分带，岩体以钼（铜）矿化为主，接触带以铜（钼）为主，远离接触带为铅、锌。

## （四）火山岩型矿床

指与中生代陆相火山岩有关的铁、铜多金属矿床。与成矿有关的火山岩为燕山晚期中基性碱钙系列火山岩，主要岩石类型为辉长闪长玢岩-闪长岩-石英闪长岩-正长岩。矿种以铁为主，主要分布于宁芜火山岩盆地中，常在次火山岩体附近产出玢岩铁矿及少量的热液铜（金）矿。铜（金）矿体为碱性、中酸性火山岩中的含铜（金）石英脉，多为中小型，如江苏铜井铜（金）矿。

上述四个矿床类型分属两个成矿系列：一个为与燕山期构造岩浆作用有关的夕卡岩型、斑岩型和火山岩型矿床系列；另一个为与石炭—二叠系碳酸盐岩有关的层控型矿床系列。两个系列之间又存在着复合型矿床。

## 二、栖霞山式铅锌银矿床的区域成矿地质背景

栖霞山式铅锌银矿床位于扬子准地台下扬子台坳沿江断褶带上。据地震和区域重磁资料推断，矿床定位于莫霍面、结晶基底和沉积盖层同步隆起的“三隆”地带，受近东西向的褶皱、断裂构造控制。矿体主要赋存在中石炭统黄龙组中，该层位底部为局限台地相白云岩，上部为开阔相台地潮下隆起的富造礁生物的颗粒灰岩，孔隙度和渗透率较高，有利于成矿热液的充填交代。栖霞山矿区未发现侵入岩体，燕山期侵入体（石英闪长斑岩）仅出露在矿区西部尧化门—岔路口一带，矿区北部见有中生代火山岩（沉火山碎屑岩夹英安岩）。对各种测试结果的分析对比表明，矿石的成矿物质与岩浆无明显的成因联系，铅锌等主要成矿物质来自前寒武纪基底岩层，因而基底地层中矿源层的存在是本类矿床成矿的重要条件之一。

## 第二章 栖霞山铅锌银矿床地质特征

栖霞山铅锌多金属矿床位于长江下游沿江断褶带的宁镇穹断褶束西端（图4）。矿区西起下花林，东至江南水泥厂，南起南象山，北到长江边，面积25km<sup>2</sup>。包括西库、甘家巷、北象山、虎爪山、平山头和棉花地等六个矿段（图3）。

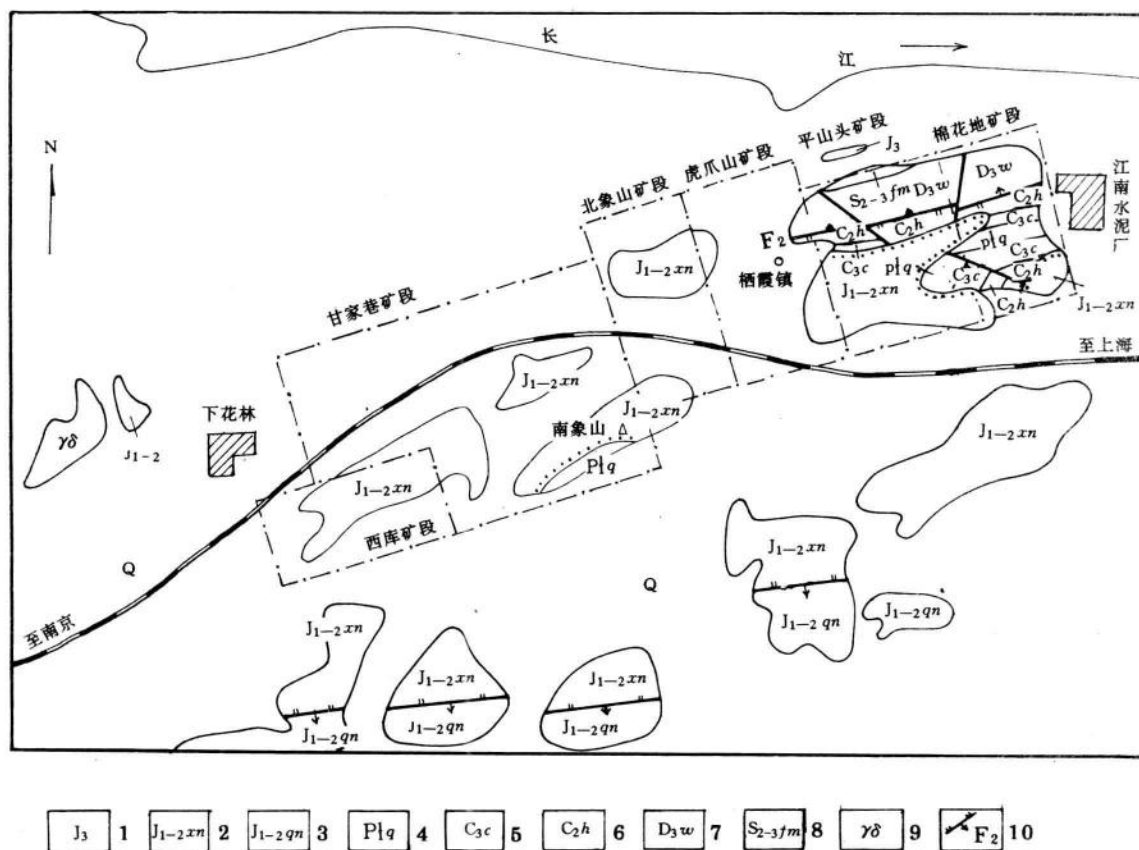


图3 栖霞山地质略图

Fig.3 Sketch geological map of Qixiashan deposit

1—火山岩；2—象山群砂岩；3—青龙群灰岩；4—栖霞组灰岩；5—船山组灰岩；6—黄龙组灰岩；7—五通组砂岩；8—坟头群砂岩；9—花岗闪长岩；10—断层

虎爪山铅锌矿段已完成详勘（1980年），甘家巷铅锌矿段已完成详查（1989年），平山头银金矿段详查正在进行。目前矿区已控制铅锌储量约240.0万吨，并伴（共）生有金、银等多种有益组分。

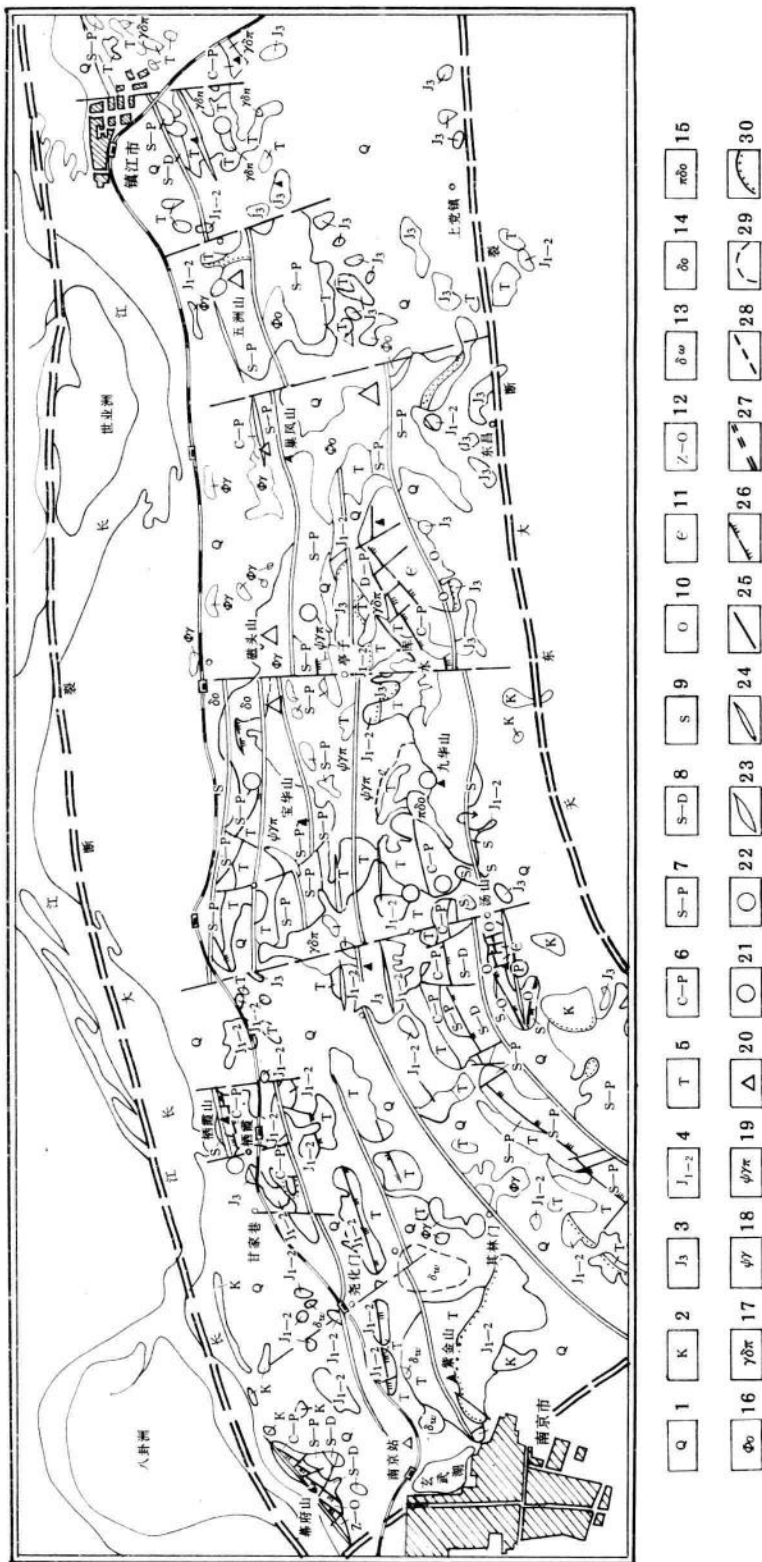


图4 宁镇中段地区地质简图

Fig.4 Sketch geological map of the middle section of Ningzhen region

1—第四系；2—白垩系；3—上侏罗统；4—中下侏罗统；5—三叠系；6—石英—二叠系；7—志留—二叠系；8—志留—泥盆系；9—志留系；10—奥陶系；11—寒武系；12—震旦—奥陶系；13—辉长闪长岩；14—石英闪长岩；15—斑状石英闪长岩；16—石英—二长岩；17—花岗闪长斑岩；18—二长花岗岩；19—二长花岗岩；20—铁多金属矿；21—铜多金属矿；22—铅多金属矿；23—背斜轴；24—向斜轴；25—横向张（扭）性断裂；26—纵向压（扭）性断裂；27—边界断裂；28—横向断裂；29—推测岩体界线；30—角度不整合地质界线

# 第一节 矿区地质及控矿因素

## 一、赋矿地层

栖霞山矿区出露地层为志留系至侏罗系，可分上、下两个构造层：下构造层为志留系至三叠系的海相、陆相及其过渡环境的碳酸盐岩和碎屑岩岩层，上构造层为侏罗系陆相碎屑岩和陆相火山碎屑岩。两构造层间呈高角度不整合接触。

矿体严格受层位、岩相、岩性控制。赋矿地层为上泥盆统至下二叠统（表2）。其中，中石炭统黄龙组碳酸盐地层为最主要的赋矿层位，赋存于黄龙组内的矿石储量占矿区总储量的70%，显示出层控矿床的特征。

### （一）赋矿地层的沉积相特征与沉积环境分析

五通组（D<sub>3w</sub>）：属河流相—湖沼相沉积。自下而上为含砾石英砂岩、石英砂岩、页岩。下段石英砂岩中的石英砂经长距离搬运，成分及结构成熟度高，杂基少，为河流边滩相沉积。上段则石英砂砾变细，杂基含量逐渐增加（可大于15%），最后过渡为粘土岩，表明水能量逐渐降低，由原来能量较高的河流边滩相逐渐变为湖沼相环境。五通组上段碳质含量高，并含有薄层状、透镜状菱铁矿、黄铁矿。厚176m。

表2 栖霞山矿区地层简表

Table 2 Stratigraphy of Qixiashan deposit

| 构造层 | 系   | 统   | 组（群）、代号                | 岩性简述                    | 厚度（m） |
|-----|-----|-----|------------------------|-------------------------|-------|
| 上   | 侏罗系 | 中下统 | 象山群 J <sub>1-2xn</sub> | 砾岩、含砾砂岩、砂岩、粘土岩          | >800  |
|     |     | 上统  | 黄马青组 T <sub>3h</sub>   | 紫红色粉砂岩夹浅灰色粉砂岩           | 510   |
|     | 三叠系 | 中下统 | 青龙群 T <sub>1-2qn</sub> | 泥灰岩，顶部夹粉砂岩              | 550   |
|     |     | 上统  | 大隆组 P <sub>2d</sub>    | 硅质页岩、页岩夹少量灰岩            | 20    |
|     | 二叠系 |     | 龙潭组 P <sub>2l</sub>    | 碳质页岩、砂岩，夹煤线             | 80    |
|     |     |     | 孤峰组 P <sub>1g</sub>    | 硅质岩、含磷质结核               | 25    |
|     |     | 下统  | 栖霞组 P <sub>1q</sub>    | 从上而下为硅质层、燧石灰岩、硅质层、沥青质灰岩 | 185   |
|     |     |     |                        |                         |       |
|     | 石炭系 | 上统  | 船山组 C <sub>3c</sub>    | 黑白相间灰岩，含球粒              | 40    |
|     |     | 中统  | 黄龙组 C <sub>2h</sub>    | 致密灰岩、底部为粗晶灰岩与白云岩互层      | 80    |
|     |     |     | 和州组 C <sub>1h</sub>    | 以泥灰岩为主                  | 5     |
|     |     | 下统  | 高骊山组 C <sub>1g</sub>   | 杂色粉砂岩                   | 15—25 |
|     |     |     | 金陵组 C <sub>1j</sub>    | 灰黑色结晶灰岩                 | 0—10  |
| 下   | 泥盆系 | 上统  | 五通组 D <sub>3w</sub>    | 粉砂岩、石英岩状砂岩，下部为含砾石英岩     | 176   |
|     | 志留系 | 中上统 | 坟头群 S <sub>2-3fn</sub> | 灰绿、黄绿色砂岩、页岩             | 未见底   |

金陵组（C<sub>1j</sub>）：属滨海相—开阔台地相沉积。下段为砂岩、粉砂岩，具水平层理，含腕足类化石；上段为一套含棘屑、腕足类、珊瑚等窄盐型生物化石的灰泥灰岩和粒泥灰

岩，顶部灰岩具白云岩化。上述岩性特征表明金陵早期为滨海碎屑岩相，晚期为开阔台地相潮下低能环境沉积。在成岩期，因地貌变迁，海水 Mg/Ca 比值增大，导致局部白云岩化。常见同生沉积菱铁矿、黄铁矿。厚 10m。

高骊山组 (C<sub>1g</sub>)：三角洲相沉积。自下而上分为三段：下段为粘土岩—粉砂质粘土岩；中段为细砂岩—中粒石英岩状砂岩；上段为粉砂岩—含碳质粉砂质粘土岩。矿区高骊山组沉积相序特征与三角洲模式特征 (G. S. 维谢尔) 相一致 (表 3)，为一粒度向上变粗的层序，常为三角洲的推进作用引起。上段粒度变细，是分流河道相本身的特点所造成的。该组下部为前三角洲细屑沉积，中部为河口沙坝沉积，上部为三角洲平原沉积。

高骊山组下部偶见交代成因白云岩，是成岩期水介质发生变化所形成的。含层纹状黄铁矿、菱铁矿。厚 15—25m。

表 3 栖霞山矿区高骊山组沉积相序与三角洲模式对比

Table 3 Comparison between sedimentary phase of Gaolishan formation of Qixiashan  
orefield and delta sedimentary model

| 层序                     | 粒度  | 分选  | 岩性        | 沉积构造          |
|------------------------|-----|-----|-----------|---------------|
| 下三角洲平原、沼泽              | 极细  | 差   | 粉砂—粘土     | 纹层、潜穴等        |
| 湾和泻湖                   | 细   | 差—良 | 粉砂—粘土（砂）  | 植物残体          |
| 潮浦和潮谷                  | 细—中 | 良—好 | 砂—粉砂—粘土   | 纹层等           |
| 支流波纹交错层                |     | 良   | 很细砂—粉砂    | 上升波纹流动波纹      |
| 纹层                     |     |     |           | 水平层、纹层        |
| 槽状交错层                  |     |     | 细砂        | 槽状或板状交错层      |
| 底负载                    | 粗—中 | 好   | 泥块—砂砾     | 平行层理、块状       |
| 海滨                     | 中   | 很好  | 细—中砂      | 平行层理、流纹等      |
| 三角洲边缘                  |     |     | 细砂        | 平行或波状层理       |
| 前三角洲                   |     |     | 粉砂—粘土     | 序粒层理          |
| 远前三角洲                  | 很细  | 差   | 粘土        | 纹层、潜穴、序粒层理    |
| 三角洲模式 <sup>①</sup>     |     |     |           |               |
| 三角洲平原                  | 很细  | 差   | 含碳质粉砂质粘土岩 | 微细层理、虫迹       |
| 三角洲前缘<br>（河口砂坝相）       | 细   | 良   | 石英岩状杂砂岩   |               |
|                        | 细   | 良   | 石英岩状粉砂岩   |               |
|                        | 中   | 很好  | 石英岩状砂岩    | 大型板状交错层理、水平层理 |
|                        | 细   | 良   | 石英细砂岩     |               |
| 三角洲边缘                  | 很细  |     | 粉砂质粘土层    | 层理            |
|                        |     | 差   | 粘土层       | 微细层理          |
| 栖霞山矿区高骊山组 <sup>②</sup> |     |     |           |               |

①据 G.S. 维谢尔，岩相古地理研究及编图方法；②据栖霞山矿区 ZK2001 孔岩石薄片资料整理。

和州组 (C<sub>1h</sub>)：开阔台地潮下一局限台地咸化 (或半咸化) 泻湖 (或湖坪) 相沉积。岩性为含残余生物屑白云岩化粒泥—泥粒灰岩。生物类型为棘皮、腕足类及有孔虫等，均属窄盐型。岩石普遍具白云岩化，而且有向上增强的趋势。因此和州组沉积初期，区内处于开阔台地潮下低能带，往后由于气候变热、水体变浅，或因海水受阻，沉积环境向局限台地泻湖 (或湖坪) 方向转化，水中镁质增高，酸碱度和温度升高，水质咸化，碳酸钙沉