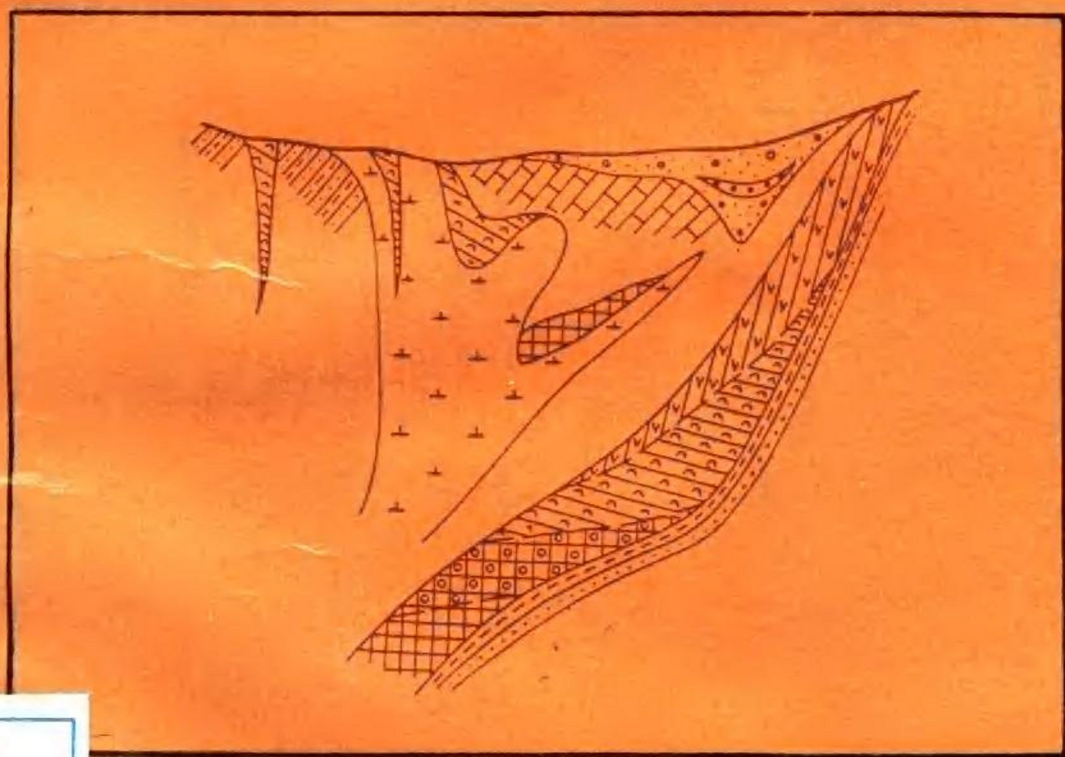




长江中下游地区铁帽型金矿床

李 璞 贺菊瑞 孙南圭 姚仲友 (南京地质矿产研究所)



地质出版社

P
406
141-1
28

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

四 矿床与矿产 第28号

长江中下游地区铁帽型金矿床

李 瑛 贺菊瑞 孙南圭 姚仲友
(南京地质矿产研究所)

地质出版社

(京)新登字085号

内 容 提 要

本书全面地论述了长江中下游地区表生氧化带铁帽型金矿的区域成矿背景;系统地归纳了该区的铁帽类型和铁帽型金矿类型;客观地确立了含金和不含金铁帽的判别标志;逐类地阐明了含金铁帽中表生金矿物的特征和金、银的赋存状态;扼要地叙述了铁帽剖面的分带性和金在其中的赋存部位;详细地探讨了铁帽型金矿床形成的控制因素及表生成矿作用的地球化学特征;根据金的溶解、沉淀实验结果,初步论证了本区表生带金的主要迁移形式和沉淀环境;在综合全区表生金矿控矿条件的基础上,具体地提出了在区内寻找铁帽型金矿床的建议。

本书可供地质生产、科研人员和大专院校师生参考,尤其对从事表生成矿作用和金矿研究的地质工作者更为实用。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报

四 矿床与矿产 第28号

长江中下游地区铁帽型金矿床

李 瑛 贺菊瑞 孙南圭 姚仲友

(南京地质矿产研究所)

*

责任编辑:康 敬

地质出版社出版发行

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:7.125 铜版图:2页 字数:158000

1992年7月北京第一版·1992年7月北京第一次印刷

印数:1—700册 定价:5.20元

ISBN 7-116-01131-5/P·952

序

最早发现长江中下游硫化物矿床铁帽中含金的，当推 60 年代初原华东地质科学研究所氧化带研究组。当时这个组的成员在铜陵小金山铁帽露头上采了不少含明金的铁帽标本。可惜这些标本都在那场史无前例的浩劫中散失了。

这个小组的成员在研究硫化物矿床铁帽氧化带时，也曾对铁帽中的金作过一些探索性的研究。例如，在铜陵小金山铁帽上进行了重砂采样，淘洗的重砂中金粒闪闪发光，也很诱人，但经过计算，样品的品位都很低（实际上，表生金并非都是肉眼可见的，能淘出的只能是表生金的一部分），很难圈出具有工业价值的金矿体，因而未深入下去。又如，在铜官山露天铁帽剖面中曾采过 49 个化学分析样，但也由于那时国内对金的分析技术还未过关，化学分析的灵敏度和精度都很低，在全部分析样品中只有一个达到 6.4 g/t ，其余样品均在 1 g/t 以下，只能做出不能单独开采的评价。这样一来，无论是铜陵小金山还是铜官山露天铁帽中的金，都只能作为一种表生作用的产物就其产状和成因等作些扼要的报导。总之，60 年代的工作只给区内的地质工作者留下这样一个印象：长江中下游许多铁帽都是含金的，但能不能单独开采，还是一个尚待解决的问题。

在 80 年代的找矿热潮中，长江中下游铁帽的含金性再次引起了人们的注意。其原因有二：首先，国内对金的分析技术有了突破性的改进，分析的灵敏度和精度都有了很大提高，样品分析结果表明，几乎绝大部分铁帽都含有可采品位的金；其次，根据国外情报，堆淋法对提取这一类型的金非常有效。于是在 80 年代出现了研究和寻找铁帽型金矿床的热潮。

国家“七五”重点科技攻关项目“长江中下游铁帽型金矿床金的迁移、富集及靶区优选”的研究，就是在这一热潮中设立的。它既是国家经济建设的需要，也是应用基础理论发展的需要。参加这一课题研究的成员，部分就是当年氧化带研究组的成员，因此也可以说，这一研究是当年长江中下游硫化物矿床氧化带及铁帽评价研究的再深入，或者说，是它的研究内容的定向外延。比起 60 年代来，80 年代的仪器设备和技术方法都更为先进，因而取得的资料和数据就更为丰富和可信。例如，电子探针和扫描电镜的利用，以及包括稀土元素分析在内的许多仪器分析技术的运用，这在 60 年代的我国都是不可能的。在“长江中下游铁帽型金矿床的金迁移、富集及靶区优选”这一课题的研究中，运用上述这些新技术和新方法，取得了一批前所未有的数据。这些数据不仅为区内绝大多数铁帽都含有可采品位的金这一结论提供了依据，而且还为铁帽中某些微量元素的变化以及稀土元素在铁帽剖面中的分布及其与金、银变化的相关关系等的综合解析与探讨提供了论据。此外，还对金的溶解、迁移条件进行了模拟实验。所有这些都在很多方面填补了我国表生金矿床研究的空白。从本书中可以看出，在表生作用下，金应当与汞、锑、砷、铋等类似，是属于活泼性较强的元素；一些微量元素与金、银的伴生关系或相关关系，虽然决定于围岩和矿石物质组成等因素，但本书的结论仍在一定程度上具有普遍意义。

作为硫化物矿床原生矿石中的伴生元素金（银），通过表生作用而富集成铁帽型金（银）

矿床，象长江中下游地区这样大规模的，在国内还属少见；就国外来说，也少见这样的报导。这当然与长江中下游地区形成大规模铁帽的原生硫化物矿床的“内部因素”有密切的关系。并不是所有的铁帽都含有可采品位的金，即使完全由硫化物和黄铁矿氧化而成的铁帽也不一定含金（我国南方如广东英德等处的沉积黄铁矿氧化而成的大片铁帽中并未有可采金的报导），问题就在于原生硫化物必须含金。因此，本书中强调金的表生作用富集必须具备“内部因素与外部因素”的论点是十分重要的。读者在这一著作中将会得到决定铁帽型金矿形成条件的具体认识。

本书的出版无疑是对表生作用下金的行为研究的一次理论性总结。正如作者最后所建议的，为了进一步完善金在表生条件下的迁移、富集机理，还值得继续做些工作，例如细菌参与下金的迁移、富集机理方面的实验工作。这不仅是进一步寻找与评价铁帽型金矿床的需要，而且也是发展我国自然环境下金矿床表生变化的基础理论的需要。

李文达

1991年10月23日

前言

本书是国家“七五”科技攻关项目“中国金矿主要类型、找矿方向及找矿方法研究”的组成部分，即其中的“长江中下游铁帽型金矿床金的迁移、富集规律及靶区优选”课题的研究成果，经作者细加厘剔、修改补充而成。

关于金的表生富集成矿问题，美国矿床学家W. H. 艾孟斯早在1917年问世的《矿床富集作用》一书中就有专门的论述。19世纪末到20世纪初，美国学者多热衷于研究矿床成矿元素的表生富集（其中包括对铁帽的评价），但重点不是金矿，而是铜、铅、锌等矿床。然而原苏联学者则一直在从事金的表生富集方面的研究，先后出版了不少这方面的专著。如斯米尔诺夫（С. С. Смирнов, 1936）的《硫化物矿床氧化带》一书，对金在氧化带中溶解、搬运、沉淀和富集进行了系统的探讨。克列依捷尔等（В. М. Крейтер и др., 1958）的《论金-硫化物矿床氧化带中金性状》一书，对金在氧化带中的溶解、迁移、沉淀和富集的规律作了专门的论述。其他原苏联学者如涅斯捷罗夫（Н. В. Нестеров, 1985）、阿勒包夫（М. Н. Альбов）、彼特洛夫斯卡娅（Н. В. Петровская）等都在从事这方面的研究，其中尤以涅斯捷罗夫的《东北亚金矿床的表生富集》一书，对金的表生富集的论述更加系统和完善。与此同时，美、英、加等国的一些学者也有不少著作问世，而以加拿大博依尔（R. W. Boyle, 1979）的《金的地球化学及矿床》一书独具特色。

我国有关金在铁帽中的富集作用的研究起步较晚。最早报导和论述硫化物矿床氧化带铁帽含金的，当推原华东地质研究所李文达等的《长江中下游硫化物矿床氧化带及铁帽评价研究》。李文达等（1977）以铁帽中出现明金片和部分铁帽含金量达 6.4g/t 的事实为依据，指出在研究区寻找金矿的可能性。80年代初，随着国家对黄金需求量的增加，相应地对黄金地质找矿工作有所加强。安徽冶金公司812队、813队率先评价了铜陵戴家冲、新桥等地的铁帽型金矿床，并先后在一些刊物上发表文章，从不同的角度论述了区内的铁帽型金矿床。此外，武汉地质学院徐国风教授等（1985）在综合国内外文献资料的基础上，结合我国有关铁帽金的研究实际，编写了《铁帽型金矿床地质特征和控矿因素》的综合性论文。然而在此期间系统地深入地解剖铁帽型金矿床的论述，特别是有关表生条件下金的溶解、沉淀模拟实验方面的成果尚未见有报导。

“铁帽”通常是指原生硫化物矿床经表生作用后在地表残留的、富褐铁矿的、形似帽状的硫化物矿石露头。长江中下游一带的所谓“铁帽”，是专指硫化物矿床氧化带中的残留褐铁矿露头（即真铁帽）而言的。而本文所阐述的“铁帽型金矿”的“铁帽”则是广义的铁帽，即除富硫化物矿床氧化的含金铁帽以外，还包括少硫化物和中等硫化物矿床氧化的含金褐铁矿铁帽，以及类似安徽火山岩地区一些脉状金矿（白岭金矿等）氧化带的含金铁帽。为了区别含金与不含金的铁帽，我们还将区内含金铁帽与湖北黄梅由菱铁矿氧化的不含金褐铁矿铁帽进行了对比研究。

此项研究从1986年开始，经过四年的野外调查和室内综合研究，以及实验室模拟实验和数理统计分析，获得了可喜的成就。例如，首次对研究区内的百余处铁帽及其含金性

进行了系统的调查和归类,即按其原生硫化物矿床的产出地质环境和矿化形式,分为产于五通组之上的层状硫化物氧化铁帽,产于侵入岩体接触带的矽卡岩型硫化物(或含铜磁铁矿)氧化铁帽,产于侵入体内的斑岩型硫化物氧化铁帽,产于火山岩区的硫化物氧化铁帽,产于沉积岩层中的赤铁矿、菱铁矿氧化铁帽和其它呈脉状产出的热液硫化物氧化铁帽共六大类。其中,除沉积赤铁矿、菱铁矿氧化铁帽外,其余五类都有可能构成金的次生富集亚带。同时在此基础上还进一步查明了金在氧化剖面中的赋存部位,即氧化剖面的中下部;指出了铁帽金矿石在矿石类型、结构构造、矿物组合上有别于原生矿的主要特征,以及氧化带铁帽金矿物以粒度大、成色高的独特金、银矿物和呈吸附状态的极(超)微细金存在为特征;探讨了表生带中金的迁移过程与一系列主要元素、微量元素、稀土元素变化的密切关系。

模拟实验和电化学估算表明,自然金在酸性($\text{pH} < 3$)、高电位($\text{Eh} > 0.6 \text{V}$)、含 Cl 、 MnO_2 的硫酸溶液中呈 $[\text{AuCl}_2]^-$ 和 $[\text{Au}(\text{SO}_4)_2]^{3-}$ 等络离子形式存在及迁移。此外,根据数理统计分析,还建立了贫金铁帽和富金铁帽的数学模型。在综合分析铁帽金矿床的形成条件和控矿因素的基础上,提出了铁帽型金矿床的成矿模式,以及在研究区内进一步寻找铁帽型金矿床的有利地区。

安徽地矿局教授级高级工程师常印佛在评审此项研究成果时指出:“此项研究成果系国内第一部全面系统论述长江中下游铁帽型金矿的专著,在成矿理论和研究方法上都有创新,所提靶区及建议均有实际应用价值”。

本书由李瑛、贺菊瑞、孙南圭、姚仲友撰写。戴爱华、魏保成、徐昭仪、屠燕萍等曾参加过部分野外调查和室内研究工作。李文达研究员担任本研究项目的顾问。部分电算工作由廖永璋、余根峰、张松林等完成。

野外工作期间,湖北、江西、安徽、江苏、浙江地质矿产局及其所属有关地质队,以及有关矿山部门在工作和生活给予了大力支持和帮助;地质科学院陈毓川院长、教授级高级工程师朱凯、李舒在野外工作期间和成书过程中都给予了全面的支持和指导,借此机会一并表示衷心的感谢。

由于作者业务水平有限,书中如有不当之处,敬请批评指正。

目 录

第一章 区域地质及矿产概述	(1)
第一节 区域地质背景.....	(1)
第二节 区域地貌、气候及水文地质概况.....	(2)
第三节 区域成矿作用.....	(4)
第二章 铁帽类型及铁帽型金矿床	(6)
第一节 铁帽类型及其含金性.....	(6)
第二节 铁帽型金矿床概况.....	(9)
第三节 铁帽型金矿床类型及其特征.....	(9)
第四节 氧化剖面分带性.....	(16)
第五节 金、银的富集部位.....	(18)
第三章 矿石特征	(22)
第一节 矿石类型及其结构构造特征.....	(22)
第二节 表生矿物特征.....	(23)
第三节 表生自然金矿物特征.....	(29)
第四节 金、银的赋存状态.....	(32)
第四章 铁帽型金矿床形成的控制因素	(34)
第一节 区域性控制因素.....	(34)
第二节 局部性控制因素.....	(36)
第五章 表生成矿作用地球化学	(43)
第一节 某些主要元素的变化.....	(43)
第二节 伴生成矿元素的变化.....	(47)
第三节 微量元素的变化.....	(48)
第四节 稀土元素的变化.....	(52)
第五节 氧化剖面 Eh、pH 的变化.....	(56)
第六节 全区表生成矿作用地球化学综述.....	(58)
第六章 金的溶解沉淀实验	(60)
第一节 实验依据.....	(60)
第二节 实验方法.....	(62)
第三节 实验结果、讨论及地质应用.....	(62)
第七章 铁帽化学成分的统计分析	(72)
第一节 贫金铁帽和富金铁帽.....	(72)
第二节 典型铁帽的统计分析.....	(84)
第八章 铁帽型金矿床的成矿模式、找矿建议及找矿远景区评价	(89)
第一节 铁帽型金矿床成矿模式.....	(89)

第二节 找矿建议.....	(90)
第三节 铁帽型金矿床远景区评价.....	(92)
结束语.....	(94)
图版及图版说明.....	(96)
参考文献.....	(101)
英文摘要.....	(102)

CONTENTS

CHAPTER I	A SURVEY OF THE REGIONAL GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES.....	(1)
Section 1	The regional geological settings	(1)
Section 2	An outline of the regional geomorphology, climate and hydrogeology	(2)
Section 3	The regional metallogenesis	(4)
CHAPTER II	TYPES OF GOSSAN AND GOSSAN-TYPE GOLD DEPOSITS.....	(6)
Section 1	The types of gossan and the gold-bearing capacity	(6)
Section 2	An outline of the gossan-type gold deposits.....	(9)
Section 3	Characteristics of gossan-type gold deposits.....	(9)
Section 4	The oxidation zoning	(16)
Section 5	The concentration zone of gold and silver.....	(18)
CHAPTER III	ORE CHARACTERISTICS.....	(22)
Section 1	Kinds of ores and their texture-structure characteristics.....	(22)
Section 2	Characteristics of the hypogene minerals.....	(23)
Section 3	Characteristics of the hypogene native gold minerals.....	(29)
Section 4	Occurrence of gold and silver in gossan.....	(32)
CHAPTER IV	FACTORS CONTROLLING THE FORMATION OF GOSSAN-TYPE GOLD DEPOSITS.....	(34)
Section 1	The regional controlling factors.....	(34)
Section 2	The local controlling factors	(36)
CHAPTER V	HYPERGENE METALLOGENETIC GEOCHEMISTRY.....	(43)
Section 1	Variation of some major elements.....	(43)
Section 2	Variation of associated elements	(47)
Section 3	Variation of trace elements	(48)
Section 4	Variation of rare-earth elements	(52)
Section 5	Variation of Eh and pH in the oxidation zone	(56)
Section 6	Summarize of the hypogene metallogenetic geochemistry in this area	(58)
CHAPTER VI	EXPERIMENTS ON SOLUTION AND SEDIMENTATION OF GOLD.....	(60)

Section 1 The experiment basis.....	(60)
Section 2 The experiment method	(62)
Section 3 The experiment results, discussion and their geological applications	(62)
CHAPTER VII STATISTICAL ANALYSES OF THE CHEMICAL COMPOSITIONS OF GOSSANS.....	(72)
Section 1 The gold-poor gossan and the gold-rich gossan.....	(72)
Section 2 The statistical analyses of typical gossan.....	(84)
CHAPTER VIII SUGGESTION ON ORE-HUNTING AND PROSPECTIVE AREAS OF GOSSAN-TYPE GOLD DEPOSITS.....	(89)
Section 1 Model of formation of Gossan type Au Deposits.....	(89)
Section 2 Ore-hunting suggestion.....	(90)
Section 3 The evaluation of the prospective areas of gossan-type gold deposits	(92)
CONCLUSION.....	(94)
PLATES AND EXPLANATION	(96)
REFERENCES.....	(101)
ABSTRACT IN ENGLISH	(102)

第一章 区域地质及矿产概述

第一节 区域地质背景

一、区域构造

本区位于扬子准地台下扬子台坳带，北与淮阳地块和苏鲁地块为邻，南及南东以江南古陆为界，主构造线由西到东为NE—NNE向；先后经历了雪峰、加里东、华力西、印支、燕山等构造运动，而以燕山运动最为显著，且以岩浆活动和断裂变动为主要形式，并伴有轻微的褶皱运动和对前期褶皱的叠加。

自震旦纪至二叠纪，本区构造演化特点是，坳陷基底比较稳定，浅海台地相以碳酸盐岩建造为主，各地层间大部分为假整合接触。介于江南地背斜和张八岭-大别山隆起间的下扬子台坳带，相对发生断裂坳陷，形成一条规模较大且与现代长江流向近于一致的长江断裂带。沿江一带分布的众多正断层和断层崖地貌，以及较发育的新构造运动产物、地热温泉和第三纪以来的玄武岩类火山活动等，都与上述断裂带有关。

区内次级构造发育，它们大部分是铁、铜、铅锌、金等多金属矿产的主要控矿构造。

二、区域地层

本区地层自震旦系至第四系均有发育。各时代地层，研究起始时间早，研究程度高。本书仅将与铁帽型金矿有关的主要地层综合于表1-1，其它时代地层略而不论。但也必须指出，泥盆系上统五通组以石英岩和石英砂岩为主的滨海-陆相碎屑岩沉积，往往是较好的隔水层。地下水易于在层面附近形成滞流带，对其上的硫化物矿体的氧化和铜、金、银等金属元素的次生富集，都起到了极为良好的屏障作用。

三、区域岩浆活动和岩浆岩

本区岩浆活动频繁，而以燕山期岩浆活动最为剧烈，其次是印支期。

燕山期岩浆侵入活动始于中侏罗世（150—180 Ma），侵入活动由弱到强再到弱，即以晚侏罗世为鼎盛时期，至晚白垩世侵入活动减弱。随着时间的推移，活动中心有由西向东转移的趋势，相应岩性也由燕山早期以中性、中酸性侵入岩（闪长岩、花岗闪长岩类）为主变为晚期以酸性、弱酸性侵入岩（石英二长岩、花岗岩类）为主。燕山期具代表性的岩体有鄂东南的鄂城、铁山、金山店、灵乡、殷祖、阳新等六大侵入岩体，江西的城门山、武山岩体，安徽的安庆、贵池、铜陵等地的侵入岩体。它们几乎都与区内的Fe、Cu、Pb、Zn、Au、Ag、S等多金属矿的形成有密切关系。晚白垩世侵入活动减弱，仅在火山盆地和相对隆起的地区发育了一些规模较小的脉岩和次火山相的小侵入体。

区内火山活动强烈，主要在燕山晚期（晚侏罗世—早白垩世，即120.8—120.2 Ma），形成了几个规模不等的火山岩盆地。以宁芜火山盆地为例，火山带呈近NEE向展布，主要火山旋回有龙王山旋回（安山岩-粗安岩系列）、大王山旋回（辉石粗安岩系列）、姑山旋回（英安岩-碱性流纹岩系列）和娘娘山旋回（碱性粗面岩系列）。在火山盆地边缘，有

表 1-1 长江中下游石炭-三叠系地层表
Table 1-1 Carboniferous-Triassic stratigraphy in
the middle-lower Yangtze Area

地层时代	各地命名	岩性
侏罗系	武昌组(鄂) 南象山组	灰白、浅黄、灰绿等杂色砂岩、粉砂岩、页岩及砂质泥岩等
三 叠 系	上统	鸡公山组(鄂) 拉犁尖组(皖) 范家圪组(宁)
	中统	蒲圻组(鄂) 黄马青组
		扁担山组(皖) 周冲村组(宁)
	下统	青龙组 大冶群(鄂、赣) 塔山组、小凉亭组(皖)
二 叠 系	上统	大隆组 长兴组(赣)
	下统	龙潭组 吴家坪组(赣)
		茅口组(鄂、赣) 孤峰组、武穴组(皖) 堰桥组(宁)
		栖霞组
石 炭 系	上统	船山组
	中统	黄龙组
	下统	金陵组、高骊山组、和 州组及老虎洞组
泥盆系	五通组	

侵入于三叠系青龙组、黄马青组砂页岩及侏罗系象山组的辉石闪长玢岩、闪长玢岩等次火山岩。它们与火山岩属同源异相的产物，与玢岩铁矿的形成有密切的成生关系。

第二节 区域地貌、气候及水文地质概况

一、区域地貌及新构造运动

本区地貌以平缓丘陵、中低山区、山间盆地和长江冲积平原为主。山脉沿长江两岸呈

NEE 和 NE 向展布, 沿江断层崖地貌发育, 常见众多的悬崖绝壁的“矾”或“孤山”, 形成独特的自然景观, 如著名的燕子矶、采石矾、小孤山等风景旅游点。

区内水系发育, 呈网状分布, 主要是长江及与长江相沟通的湖泊和注入长江的支流、溪流等。沿河谷第四系堆积物较厚, 最大厚度可达 30—40m。

本区现代地貌的发育大致从中新世开始, 与“钱塘期”的剥蚀期大体相当, 形成最早的保留在现存残山最高区的夷平面。中新世后阶地沉积与剥蚀交替发展。目前区内山地大致发育 2 到 3 级剥蚀面, 分布于 120m 标高以上。河谷阶地大致可分 3 到 4 级, 全部形成于第四纪。长江中下游第四纪下蜀红土发育广泛, 说明当时本区处于较为干旱的气候条件之下。这种气候条件, 对暴露地表的硫化物矿床的氧化和某些元素的次生富集, 均有明显的影响。

新构造运动在本区受长江断裂控制, 主要表现为沿江两岸差异性的垂直振荡运动, 两岸阶地不对称。北岸大幅度沉陷及众多湖泊呈网状分布, 南岸相对抬高, 某些矿区可见高达 190m 的石灰岩溶洞。这一不对称的上升和沉陷运动, 可能是长江中下游一带硫化物矿床铁帽发育较深的原因之一。新构造运动还表现为断裂活动, 并伴随大批温泉发育, 如自安徽桐城、庐江经巢湖至江苏江浦, 有一条呈 NNE 向线状分布的温泉带。同时新构造运动还表现为局部第三系发生拗折和某些更老时期构造断裂重新复活, 如铜陵地区局部第三系出现直立产状和铁帽中发现断层挤压带等。此外, 由第三纪以来的玄武岩类火山喷发活动形成的火山景观地貌, 以及已发现的第四纪冰川活动形迹等, 也都揭示了本区新构造运动的发育。

二、气候特征

古气候和近代气候的变化是影响铁帽形成和发展的重要因素之一。自白垩纪到第四纪, 本区古地理的变迁和古气候的周期性变化, 使铁、铜、金、银等硫化物多金属矿床长期遭受氧化和剥蚀, 逐渐形成不同规模的褐铁矿铁帽。而且随着时间的推移和气候影响, 裸露在地表的褐铁矿铁帽等还在继续不断地发生变化。

本区处于中纬度地带, 近代气候温和多雨, 四季分明。最高气温可达 40℃ 左右, 最低 -11℃ 左右, 年平均气温在 16—17℃ 左右。六月上旬到七月上旬为梅雨季节, 雨量较多, 雨期也较长。梅雨以后进入盛夏季节, 以晴热为主, 降雨量大减, 往往出现干旱。冬季以湿冷为主, 常有霜冻或冷冻。年降雨量为 1387.09 mm, 年蒸发量为 1528.93 mm, 因气温相对较高, 蒸发量超过降水量。降雨多集中在春、夏两季。根据本区大气中水分循环 (包括大气的水气输送和降水、径流、蒸发组成) 分析, (郑斯中、沈建柱, 1959) 大气中的水气输送, 春、夏两季输入大于输出, 秋、冬两季输入小于输出, 但年平均仍是输入大于输出。因此, 常年空气中均保持较高的湿度, 这对硫化物的氧化极为有利。

三、区域水文地质及地下水概况

本区地表水系发育, 长江主干流贯穿全区, 沿江两岸河湖星罗棋布, 地下水与地表水联系密切。根据泉水和河水的水质取样分析, 其 pH 值在 6.5—8 之间, 水质类型属 HCO_3^- - SO_4^{2-} - Ca^{2+} - Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} - HCO_3^- - Ca^{2+} - Mg^{2+} 型, 总矿化度小于 500 mg/l, 属中性—弱碱性。

据不完全统计, 各矿区地下水的矿化度均很高, 其 pH 值在 2.6—5.3 之间, 平均为 2—3; SO_4^{2-} 离子浓度最高可达 7028 mg/l (武山矿坑水), 一般也在 1000 mg/l 以上 (桃园、黄

狮涝山矿坑水样); Cl^- 的含量为 6.4—34.3mg/l。水化学性质大部分属 $\text{SO}_4^{2-}-\text{HCO}_3^--\text{K}^+-\text{Na}^+$ 型。随着硫化矿床的不断开采, 地下潜水面也相应发生变化, 地下水的矿化度相对也有不同程度的增加。这些因素都可加剧氧化作用的发展。

本区主要硫化物矿床, 往往以隔水性较好的五通组石英岩和高骊山组砂页岩为主要的围岩。它们的渗透率很低, 往往是较好的隔水层。当氧化矿水渗入地下, 常在隔水层的层面上形成滞流带, 从而有利于某些金属元素在其上聚集。如果矿水下渗到原生硫化矿体上, 则可促使矿体氧化加剧, 从而形成某些金属硫化物的次生富集, 甚至在局部地段富集成可采矿体。

第三节 区域成矿作用

本区矿产资源丰富, 已探明铁、铜、金、银、铅、锌、硫等矿床百余处, 是我国重要的成矿区带之一。区内地球化学异常相当发育, 且有一定的分布规律。各主成矿元素和各种微量元素的分配和分布, 与区域特定的沉积环境、构造、岩浆侵入活动和火山作用等有着密切的关系。本区铁帽型金矿的形成和分布, 也无不与上述这些因素有直接或间接的关系。现就本区主要的铁、铜、铅、锌、银、金、硫等矿产区域分布自西向东简述如下。

一、鄂东南铁-铜-金成矿区

区内地质构造复杂, 燕山期中酸性岩浆侵入活动频繁, 有著名的六大岩体(鄂城、铁山、金山店、灵乡、阳新、殷祖)及一些小侵入体。这些大、小岩体成群、成带分布, 与它们有关的铁、铜等矿也相应成群、成带分布。如大冶地区的铁矿, 铜绿山、鸡冠咀和桃花咀铜金矿等。矿体赋存于下三叠统大冶群碳酸盐岩中, 中—上三叠统蒲圻群砂页岩与侵入岩体的接触带上, 以及距接触带不远的碳酸盐岩层间破碎带或其捕虏体内。矿体产状及规模往往受接触带所控制。区内从西向东可分成铁矿带、铜铁金矿带和铜(金、钼、钨)矿带。与铁帽型金矿有关的为中带和东带。

二、九江—瑞昌铜-金(银)-硫成矿区

区内 NW—NWW 向断裂和基底断裂, 与盖层中 NE—NEE 向褶皱和断裂构成菱形网络系统。菱形网络的结点往往为本区控岩控矿的主要构造。燕山早期中酸性侵入岩和燕山晚期酸性岩株常与铜、金、银等矿床有密切的成生关系。赋矿地层有石炭系黄龙组白云质灰岩、二叠系栖霞组、茅口组和三叠系大冶群石灰岩。区内有呈串珠状排列的城门山、武山、丁家山等铜、金矿。在这些矿床的矿体上部, 褐铁矿铁帽都很发育, 而在一些铁帽的下部次生富集带内, 往往形成铁帽型金矿床, 如江西铁门坎和吴家铁帽型金矿床等。

三、安庆—贵池铜-金-银-铁成矿区

区内赋矿层位仍以石炭系黄龙组、船山组或二叠系、三叠系的含白云质泥灰岩等为主。EW 向断裂与褶皱隆起或凹陷的交接部位等处, 常是岩浆活动和成矿的有利地段。燕山期中酸性花岗闪长岩与铜-金-银矿床及矿化关系密切。其中有代表性的矿区主要有铜山铜矿、安庆月山铜矿等。区内铁帽点众多, 已知的含金铁帽矿点, 在贵池地区有五爪山、凤凰山、西峰殿等, 安庆地区有菜瓜山和白岭金矿等。

四、铜陵铜-金(银)-硫成矿区

本区褶皱构造与近 EW 向或近 NS 向断裂构造的交叉处, 往往是岩浆岩、矿田和矿床

形成的有利部位。二叠系白云质灰岩和三叠系青龙组是赋矿的主要层位。晚侏罗世中酸性岩浆活动频繁，与之有关的铁、铜、金等矿产丰富，其中已探明的大、中、小型矿床就有数十处之多。如铜矿有铜官山、狮子山、凤凰山、冬瓜山等矿区；硫（金、铜、银）矿有新桥、马山等矿区。这些矿区的地表矿石几乎都已氧化成褐铁矿铁帽，而且常可形成规模不等的含金铁帽，例如新桥、戴家冲、马山、黄狮涝山等含金铁帽。上述这些含金铁帽均已构成铁帽型金矿床，其中之黄狮涝山铁帽型金矿是近年发现的隐伏铁帽型金矿床，其规模已达中型以上，是本区铁帽型金矿的佼佼者。

五、宁芜铁-硫成矿区

本区为一中生代火山盆地。区内主要控矿构造为 NE 和 NW 向两组断裂的交叉部位和断裂两侧的次级断层，以及某些穹隆构造。与火山作用有关的同源异相次火山岩——辉石闪长岩和闪长玢岩，往往与区内的玢岩铁矿有关。其代表性矿区有马鞍山、钟姑山和梅山铁矿等。硫铁矿则以向山和云台山硫铁矿为代表。这些含铁、硫矿体的顶部氧化作用发育，常见有褐铁矿铁帽露头。其中，由硫铁矿氧化而成的褐铁矿铁帽常含有金，如云台山地区和安徽采石地区都发现有铁帽金矿。

六、宁镇铜-金-铅及铅-锌-银-金-锰成矿区

由于构造部位的不同，本区出现了两套完全不同的矿化类型。北部以栖霞山铅-锌-锰银矿化为代表，南部以伏牛山、安基山铜-金-硫矿化为代表。栖霞山矿位于宁镇西段 EW 向构造带上。矿体主要赋存于上泥盆统至下二叠统和上一下侏罗统内，而以中石炭统黄龙组为主。区内的控矿构造为 EW 向的长江断裂，而导矿构造则为一列系列横向断裂。区内岩浆活动并不发育，铅锌银（金）锰矿与岩浆活动的关系并不密切，矿体主要受断裂和岩层控制。在长期氧化和剥蚀淋滤作用下，某些原生铅锌银矿体的上部可形成一定规模的含银（金）褐铁矿铁帽，如平山头铁帽金银矿。

伏牛山和安基山两铜-金-硫矿化区，位于宁镇山脉汤仑背斜分布区。前者产于石炭一二叠系石灰岩与中酸性岩体接触带内，后者以脉状和星点状产于花岗闪长斑岩内，分别构成矽卡岩型铜矿和斑岩型铜矿。在上述两矿区，地表均可见到众多而分散的褐铁矿铁帽。铁帽内的金（银）含量受原生矿金（银）含量的影响，一般都比较低。

综上所述，长江中下游地区铁、铜、铅、锌、金、银、硫等矿床的区域性赋矿层，主要有石炭系黄龙组、蒲圻组，并均以含白云质碳酸盐岩相、泥质及泥灰质岩相和砂页岩相为特征。当区域性花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩、石英闪长岩和二长岩等中酸性岩与上述碳酸岩相地层发生接触交代后，在一定构造部位，如两组断裂交叉部位、层间断裂部位及褶皱与断裂交叉部位等，可形成矽卡岩型铁、铜金银、硫等矿床和“层状”铜、铁、金、银、硫等矿床，或在岩体内形成斑岩型铜、金、银等多金属矿。李文达研究员（1989）曾将上述“矽卡岩型”、“层状”和“斑岩型”铁、铜、金、银、硫等矿床综合为“三位一体”的结构模式，并统称之为“三位一体的扬子型矿床”。

总之，本区的铁帽和铁帽型金、银矿床的形成和发育，均与区内原生矿床类型和表生因素有着密切的不可分割的成生联系。

第二章 铁帽类型及铁帽型金矿床

本区发育大小五百多处铁帽，遍及湖北、江西、安徽、江苏长江沿岸及其毗邻浙江部分地区，是我国最重要的铁帽分布区。纵观全区，铁帽发育有如下特点：（1）铁帽往往成群成带集中分布，一般沿褶皱、断裂构造线方向排列，有时围绕侵入体展布。（2）大部分铁帽发育于泥盆系五通组与下石炭统假整合面上和中酸性侵入体与石炭、二叠、三叠纪石灰岩接触带内，或零星散布在较上述地层更老或更新的地层单元内，但后者一般规模不大。（3）铁帽分布区的地貌主要为地形平缓的中山、低山与低山丘陵。出露标高一般均在100—400m，很少超过500m。湖北大冶地区因新构造运动而发生下陷，有较多的铁帽或氧化带为第四系所覆盖。（4）铁帽或氧化带种类繁多，大部分为原生铁铜多金属矿床氧化而成，但也有部分属含硫化物的沉积赤铁矿-菱铁矿或者含铁、锰碳酸盐、碎屑岩的风化残积产物。

第一节 铁帽类型及其含金性

李文达等（1980）将本区铁帽按照原生矿有用组分划分为铜矿铁帽、铅锌矿铁帽、黄铁矿铁帽、菱铁矿铁帽。此种分类对于利用铁帽的特征来寻找原生矿无疑简明扼要而有实效。为了对本区铁帽的含金性进行评价，特依其原生矿床产出地质背景以及矿化形式，粗略地划分为以下六大类（表2-1）：

1. 五通组之上层状硫化物氧化铁帽；
2. 矽卡岩型硫化物（或含铜磁铁矿）氧化铁帽；
3. 斑岩型硫化物氧化铁帽（或氧化带）；
4. 火山岩区硫化物氧化铁帽；
5. 沉积赤铁矿-菱铁矿氧化铁帽（如湖北黄梅马尾山、贵池金哲凹）；
6. 难以归入上述五类的其他脉状热液硫化物氧化铁帽。

对247处铁帽点进行粗略分类统计，第一类铁帽54处，占22%；第二类铁帽148处，占60%；第三类铁帽13处，占5%；第四类铁帽15处，占6%；第五类铁帽7处，占3%；第六类铁帽10处，占4%。六类铁帽不仅在区域分布、产出地质背景、矿物组合、结构构造、地球化学特征方面有较大差别，而且含金性，特别是构成工业矿床方面存在较大差异（表2-1）。

五通组之上层状硫化物氧化铁帽中发现铁帽型金矿床（点）数所占比例最高，约占全部铁帽型金矿床（点）的53%。同时从规模上看，全区已探明的数个中型铁帽型金矿床皆属此类。

矽卡岩型硫化物氧化铁帽的含金性依其原生矿化方式而定。浸染状交代为主的矿石往往为含较少硫化物的矽卡岩或大理岩。表生氧化后，原生矽卡岩矿物如透辉石、石榴石、阳起石等，多形成粘土、绿泥石、碳酸盐矿物，使原来硫化物中的少量微细金进一步分