

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

四 矿床与矿产

第 8 号

中国海相火山-沉积成矿理论
及相关地质问题

王曰伦 孙忠和 任富根 石毅

地质出版社

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

四 矿床与矿产 第 8 号

中国海相火山—沉积成矿
理论及相关地质问题

王曰伦 孙忠和 任富根 石 毅

地质出版社

内 容 提 要

本书作者根据地质实践过程中收集到的大量资料,以地层学的观点重新考察了火成岩和铁矿床,并吸取了国内外近年来有关的地质研究成果,论述了中国海相火山-沉积成矿理论的基本观点;对若干火成岩的产状、成因提出了新的认识和见解,并进一步阐述了沿层位找矿的依据。此外,本书还讨论了地质工作中的若干思想方法和工作方法问题。

本书是当前有关海相火山-沉积成矿理论研究方面的一部较系统、较全面的理论著作,从事生产和科研的地质工作人员,地质院校广大师生,均可学习和参考。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报

四 矿床与矿产 第8号

中国海相火山-沉积成矿理论及相关地质问题

王曰伦 孙忠和 任富根 石毅

责任编辑:张肇新 苏洪波

地质出版社出版发行

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(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: 787×1092^{1/16} 印张: 13^{7/8} 铜版插页: 12页 古版插页: 4页 字数: 341,000

1988年6月北京第一版·1988年6月北京第一次印刷

印数1—1860册 国内定价5.85元

ISBN 7-116-00138-7/P.122

黃汲清 自九日
一九八二年

写成大块好文章

王老创立新学派

百家争鸣要提倡

一花独放不可取

地质考古誓大幹。
沈積層狀找大分。
出師未捷身先死。
日偷晚年常慨歎。

朱效成 88.5.12.

前 言

中国海相火山-沉积成矿理论是在“百花齐放，百家争鸣”方针指引下，王曰伦先生于晚年逐渐发展形成的。1970年，王曰伦先生在天津地质矿产研究所第二铁矿研究队工作时开始提出该理论，以后他亲自领导和组织有关这一专题的研究工作。直接从事这一工作的人员先后有天津地质矿产研究所石毅、汪训一、任富根、吴素珍、王凤桐、赵礼、王正铤、林正树、李国昌等和矿床地质研究所的孙忠和同志。此外，文治澄（地球物理、地球化学探矿研究所），余飞、孙景文（原陕西地质局），李俊、李德文、徐登科（原河北地质局）以及徐桂林（原河北地质局）等也曾帮助工作。

通过多年的地质调查研究表明，无论是地槽区还是地台区的很多“侵入岩”都具有层状特征，它与火山岩系在空间、时间和物质组成上有着密切的联系，发育有典型的火山岩结构和各种特定的构造。这种层状岩浆岩不一定是沿层侵入形成的，可能是火山-侵入岩浆活动的产物，它与其所赋存的围岩地层可以是近乎同一时代的。以往，我国不少的地质工作者把燕山期岩浆活动的规模扩大了。现在看来，许多岩浆岩不尽是燕山期的，需要重新厘定；不少矿床和花岗岩类仅是空间上的关系，而无成因上的必然联系；矽卡岩的生成主要是与原岩组分有关；某些所谓的接触交代矿床是海相火山-沉积成因或经后期改造的产物，不尽是外源后生成因矿床；火山-侵入岩浆活动是多时代的，成矿也是多时代的，并不局限在燕山期成矿。这些问题是从实际工作中提出的，是我们进行研究工作的重点，也是本专著论述的主要内容。自然，这些认识将开阔人们的思路，促进地质找矿工作的进展，并且在地质找矿工作的过程中也将会得到进一步的补充、修正和发展。

自1970年以来，王曰伦先生亲自撰写了有关该理论的报告、论文和讲稿，共40余篇，从各个方面阐述了海相火山-沉积成矿理论的基本观点。1977年底，他撰写了“中国海相火山-沉积成矿理论及相关的地质问题”（初稿），总结了已往的工作成果，较为系统地阐述了中国海相火山-沉积成矿理论的观点。在此基础上，根据王曰伦先生的愿望，以及地质矿产部和中国地质科学院领导的指示，确定了专人协助王曰伦先生编写了本专著。王曰伦先生为本专著亲自撰写了绪论、地质运动韵律法、深成顺层侵入的时间空间问题、海相火山岩某些构造特征以及结束语等章节。其它章节是在王曰伦先生的指导下由其他同志共同撰写的。其中，石毅^①和任富根分别协助王曰伦先生编写了地层、构造和岩石、矿床、地球化学部分的章节。1981年王曰伦先生病故，少量未编完的部分由任富根和孙忠和继续完成。全文于1983年由孙忠和、任富根统编、定稿。本专著较全面地、系统地表述了王曰伦先生所倡导的中国海相火山-沉积成矿理论的观点。初稿完成后，由中国地质科学院委托矿床地质研究所组织审查和筹备出版事项。边效曾、裴荣富、房立民对原稿作了认真的审查，并提出了具体的修改意见。鉴于王曰伦先生未见专著的最后完成情况而与世长辞，自然本专著中存在的不当或错误之处，理应由以后负责统编的人员负责。

^① 1981年调河南地质矿产局。

在整个工作过程中，得到了地质矿产部、冶金工业部和中国地质科学院、天津地质矿产研究所、矿床地质研究所有关领导的支持。原河北地质局第二地质大队、原国家地质总局第一地质大队以及有关省、区地质队、研究所都给于了热情的帮助。

这里，需要指出的是我国同生成矿论的先驱者、已故孟宪民教授早在50年代末和60年代初就提出了“层状花岗岩”和“沿一定层位找矿是今后找矿的重要方向”的重要见解，其他许多正在从事同生成矿论或层控矿床研究的地质工作者，也提出了不少有益的认识。本专著吸取了他们的认识和经验。朱效成和佟城长期以来亲自参与了这项研究工作，并提出不少有益的意见，为本专著的编写和中国海相火山-沉积成矿理论的研究作出了贡献。

此外，本书英文摘要、英文目录和图表名称由刘明全先生翻译，王春鲜、钟新宝、阎静、高玉芳等为本专著清绘了图件，崔耀云、王金荣、贾荣军等负责图版照相和复制工作，矿床地质研究所绘图室诸位也付出了辛勤的劳动。对于各方面同志们的帮助，在此表示衷心的感谢。

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 地质运动的旋律	(5)
第三章 海相火山活动与海相火山岩	(9)
一、现代海洋的火山活动	(9)
(一) 海底火山活动	
(二) 海相火山和陆相火山的区别	
二、我国各地质历史时期的火山活动	(13)
(一) 前寒武纪的火山活动	
(二) 我国古生代的火山活动	
(三) 我国中新生的火山活动	
(四) 几点简单的总结	
三、用地层学的观点研究古海相火山岩	(20)
(一) 研究火山岩的方法	
(二) 地层法的工作要点	
四、海相火山岩的某些构造特征	(25)
(一) 叠层构造	
(二) 层面构造	
(三) 枕状构造	
(四) 洋葱皮壳构造	
(五) 气管(气孔)构造	
(六) 流动构造	
(七) 包体构造	
(八) 球粒构造	
(九) 柱状构造	
(十) 火山弹	
第四章 华北地台奥陶纪地质	(31)
一、地层与沉积建造特征	(31)
(一) 华北地台区奥陶系的分布特征	
(二) 奥陶系中富铁矿的赋存层位	
二、奥陶纪火山-侵入岩浆活动	(37)
(一) 奥陶纪火山-侵入岩系的产状及分布特征	
(二) 奥陶纪火山-侵入岩浆活动的依据	
(三) 奥陶纪海相火山-侵入岩浆活动的机理	
三、奥陶纪的古构造	(49)
(一) 中奥陶统是独立的构造层	
(二) 中奥陶统的古东西向构造系	

(三) 岩浆岩分布和古构造的关系	
四、华北“奥陶纪海”的地质特征及发展演化历史	(53)
(一) 古地理特征	
(二) 华北“奥陶纪海”的演化史	
第五章 层状岩浆岩特征与花岗岩的成因问题	(61)
一、关于层状岩浆岩特征	(61)
(一) 川西钒钛磁铁矿成矿区层状基性超基性岩	
(二) 新疆天山中段华力西铁铜成矿区的层状花岗岩	
二、关于花岗岩类成因的几种科学假说	(77)
(一) 岩浆岩认识史的回顾	
(二) 海相火山-侵入假说	
(三) 花岗岩成因讨论的新进展	
(四) 火山带中地壳重熔派生岩浆假说	
第六章 矿床成因认识的演化、发展趋势和有关地质问题的讨论	(86)
一、矿床成因认识的演化、发展趋势	(86)
(一) 矿床成因认识的演化	
(二) 关于矿床成因认识的发展趋势	
二、有关地质问题的讨论	(90)
(一) 深成顺层侵入的时间及空间问题	
(二) 闪长岩、花岗岩与铁矿的成因关系	
(三) 矽卡岩问题	
(四) 脉状矿(矿脉)问题	
第七章 海相火山-沉积铁矿床的主要特征	(120)
一、海相火山-沉积铁矿床的地质特征	(120)
(一) 时间、空间分布特征	
(二) 矿体形态特征	
(三) 含矿岩系中与火山-侵入岩浆活动有关的岩类	
二、海相火山-沉积铁矿床的组分特征	(128)
(一) 矿物组分特征	
(二) 化学组分特征	
三、海相火山-沉积铁矿床的改造、再造特征	(131)
四、矿石组构特征	(135)
(一) 再沉积组构	
(二) 不平行原生沉积组构	
(三) 平行原生沉积组构	
(四) 凝胶组构	
(五) 变形再造组构	
五、硫同位素组成特征	(140)
(一) 硫同位素分馏的一般特征	
(二) 铁矿床的硫同位素组成	
(三) 几点认识	

第八章 海相火山-沉积铁矿床的形成机理和矿床成因类型	(151)
一、铁质来源	(151)
二、海相火山-沉积成矿过程	(153)
(一) 岩浆初始分异阶段	
(二) 富铁岩浆的喷溢喷发和灼热气液活动阶段	
(三) 化学沉积作用阶段	
(四) 气液活动阶段	
三、海相火山-沉积铁矿床的成因类型	(157)
(一) 结晶分异型	
(二) 矿浆喷溢、贯入型	
(三) 喷发堆(沉)积型	
(四) 喷发-沉积型	
(五) 火山气液交代-充填型	
第九章 同位素地质年龄与火山-侵入岩浆活动	(161)
一、同位素地质年龄的基本意义	(161)
(一) 计时的基本原理	
(二) 缓慢冷却假说与隆起冷却年龄	
(三) 各种计时方法年龄的意义	
二、同位素地质年龄的应用	(167)
(一) 关于火山-侵入岩浆活动概念	
(二) 某些侵入岩的顶盖	
(三) 华北地台的火山-侵入岩浆活动	
(四) K-Ar隆起冷却年龄的应用——解释奥陶纪火山-侵入岩浆活动	
第十章 找矿历史的回顾与找矿方向	(179)
一、找矿历史的回顾	(179)
二、正确认识成矿理论对指导找矿工作的重要意义	(181)
三、正确认识和处理地质、物(化)探、钻探之间的关系	(183)
(一) 以地质为基础, 加强地质研究工作	
(二) 充分利用新技术、新方法	
(三) 以地质找矿为目的, 进行钻探验证	
四、关于找富铁矿的几点意见	(185)
结束语	(187)
图版及说明	(189)
参考文献	(213)
外文摘要	(217)

THE THEORY OF THE MARINE VOLCANO- SEDIMENTARY MINERALIZATION IN CHINA AND ITS RELATED GEOLOGICAL PROBLEMS

Wang Yuelun

Sun Zhoughe, Ren Fugen and Shi Yi

CONTENTS

FORWARD

Chapter 1. INTRODUCTION.....	(1)
Chapter II. Cyclicity of Geological Movements.....	(5)
Chapter III. Marine Volcanic Activities and Volcanic Rocks.....	(9)
1. Volcanic Activities in Modern Seas.....	(9)
a. Distribution of seafloor volcanoes	
b. Difference between marine and continental volcanoes	
2. Volcanic Activities in Different Geological Times in China.....	(13)
a. Precambrian volcanic activities in China	
b. Palaeozoic volcanic activities in China	
c. Mesozoic and Cenozoic volcanic activities in China	
d. Brief summary	
3. Application of Stratigraphic Approaches to the Study on the Ancient Marine Volcanic Rocks.....	(20)
a. Methods applied in the study of volcanic rocks	
b. Key points in the work with the stratigraphic methods	
4. Some Structural Characteristics of Marine Volcanic Rocks.....	(25)
a. Stromatolitic structures	
b. Bedding plane structures	
c. Pillow structures	
d. Onion-skin structures	
e. Trachea (or stromatal) structures	
f. Flow structures	
g. Inclusion structures	
h. Spheroidal structures	
i. Columnar structures	

j. Volcanic bombs

Chapter IV. Ordovician Geology of the North China Platform..... (31)

1. Characteristics of Stratigraphy and Sedimentary Formations..... (31)
 - a. Characteristics of the distribution of the Ordovician sequences
 - b. Stratigraphic level of the occurrence of rich iron ores in the Ordovician sequences
2. Ordovician Volcano-Intrusive Magmatic Activities..... (37)
 - a. Characteristics of occurrence and distribution of the Ordovician volcano-intrusive rock series
 - b. Evidence of the Ordovician volcano-intrusive magmatic activities
 - c. Mechanism of the Ordovician marine volcano—intrusive magmatic activities
3. Ordovician Paleotectonics (49)
 - a. The Middle Ordovician as an independent structural layer
 - b. The Middle Ordovician fossil latitudinal structural system
 - c. Relationship between the distribution of magmatic rocks and paleotectonics
4. The Geological Characteristics and History of Development and Evolution of the "Ordovician Sea" in North China..... (53)
 - a. Paleogeographic characteristics
 - b. History of the evolution of the "Ordovician Sea" in North China

Chapter V. The Characteristics of the Stratified Magmatic Rocks

and the Origin of Granites..... (61)

1. Characteristics of Stratified Magmatic Rocks..... (61)
 - a. Investigations on the stratified basic and ultrabasic rocks in the vanadium-titanium magnetite ore deposit of western Sichuan
 - b. Stratified granite in the Variscan iron and copper metallogenic district of central segment of Tianshan Mt. in Xinjiang
2. Several Scientific Hypotheses of the Origin of Granitoids..... (77)
 - a. A review of the history of the recognition of magmatic rocks
 - b. Hypothesis of the marine volcano-intrusions
 - c. Progress in the discussion on the origin of granites
 - d. Hypothesis of the magma derived from the remelting of

the Earth's crust in the volcanic belt

Chapter VI. The Evolution and Trend of the Development of the Knowledge of the Genesis of Ore Deposits and Discussions on the Related Geological Problems..... (86)

1. The Evolution and Trend of the Development of the Knowledge of the Genesis of Ore Deposits..... (86)
 - a. Evolution of the knowledge of the genesis of ore deposits
 - b. Trend of development of the knowledge of the genesis of ore deposits
2. Discussions on the Related Geological Problems..... (90)
 - a. Problems on the time and space of plutonic bedding-plane intrusions
 - b. Relationship between the diorite and granite and the iron mineralizations
 - c. Problems on skarns
 - d. Problems on Vein deposits (or ore veins)

Chapter VII. Main Characteristics of Marine Volcano-Sedimentary Iron Ore Deposits..... (120)

1. Geological Characteristics of Marine Volcano-Sedimentary Iron Ore Deposits (120)
 - a. Characteristics of the temporal and spatial distribution of ore deposits
 - b. Morphological characteristics of ore bodies
 - c. Rock types of the ore-bearing rock series related to the volcano-intrusive magmatic activities
2. Compositional Characteristics of Marine Volcano-Sedimentary Iron Ore Deposits..... (128)
 - a. Characteristics of mineral composition
 - b. Characteristics of chemical composition
3. Characteristics of Reformation and Reworking of the Marine Volcano-Sedimentary Iron Ore Deposits..... (131)
4. Fabric Characteristics of Ores..... (135)
 - a. Redpositional fabric
 - b. Nonparallel primary depositional fabric
 - c. Parallel primary depositional fabric
 - d. Gelatinous fabric
 - e. Deformational and reworking fabric
5. Characteristics of Composition of Sulfur Isotopes..... (140)
 - a. General characteristics of fractional distillation of sulfur

isotopes

b. Composition of sulfur isotopes in iron ore deposits

c. Some recognitions

Chapter VIII. Mechanism of Iron Mineralizations and Genetic Types

of Marine Volcano-Sedimentary Iron Ore Deposits.....(151)

1. Sources of ferruginous substances.....(151)

2. Processes of Marine Volcano-Sedimentary

Mineralizations and Analysis their of Mechanisim(153)

a. The stage of initial differentiation of magma

b. The stage of effusion and eruption of iron-ich magma and
of gas-liquid activities

c. The stage of chemical deposition

d. The stage of gas-liquid activities

3. Genetic Types of Marine Volcano-Sedimentary Iron Ore Deposits (157)

a. Crystal differentiation type

b. Ore-bearing magma effusion-injection type

c. Eruption-accumulation type

d. Eruption-sedimentation type

e. Volcanic gas-liquid replacement and filling type

Chapter IX. Isotopic Ages and Volcano-Intrusive Magmatic

Activities(161)

1. Basic Implications of Isotopic Ages.....(161)

a. Basic principles of determination of ages

b. Hypothesis of slow cooling and ages of uplifting and
cooling

c. Implications of ages determined by various methods

2. Application of Isotopic Ages.....(167)

a. The concept of volcano-intrusive magmatic activities

b. Covering strata of some intrusive rocks

c. Volcano-intrusive magmatic activities in the North China
Platform

d. Application of the K-Ar uplifting-cooling age to the
interpretation of the Ordovician volcano-intrusive magmatic
activities

Chapter X. A Review of the History of Mineral Prospectings and

the Direction of the Future Prospecting for Mineral Resources.....(179)

1. A Review of the History of Mineral Prospectings.....(179)

2. The Importance of Correct Recognition of the Theory of
Mineralization to Guiding the Prospecting for Mineral Resources.....(181)

3. Correct Recognition and Treatment of Relationships between Geology, Geophysics and Core Drillings.....	(183)
a. Strengthening the geological investigations, with the geology as a basis	
b. Making full use of new techniques and methods	
c. Testing the results of geological investigations with the aid of core drillings to serve the purpose of prospecting for mineral resources	
4. Some Comments on the Searching for Rich Iron Ores.....	(185)
Concluding Remarks	(187)
Plates and Explanation	(189)
References	(213)
Resume in English (translated by Liu MingQuan, Foreign Affairs Division, Chinese Academy of Geological Sciences)	(217)

第一章 绪 论

我国是一个有 5 千余年历史的文明古国，文化、科学、艺术都发展得很早，在古代世界史上是先进国家，科学上的落后情况；只是近百余年的事。

地质科学在世界上是发展相当晚的。我国古代虽有许多文哲名士记述过探矿及地质学方面的知识，但一直未曾系统整理过，没达到一门独立学科的程度。清朝末年，地质学书籍从西方传来，继之西方地质学家来我国进行野外调查，我们也派留学生去西洋学习，或请外国人来华直接传授。解放后请来些苏联专家协助工作。总起来看，我国现代地质科学是从西方传来的，深受西方影响，但要让它在我国大地上生根发芽，开花结果，具有中国特色，更有效地为我们的社会主义建设服务，这确不是个简单事。我们应当按照党的“百家争鸣”方针，坚持实践，勇于创新，借鉴外国的地质理论和成果，建立起适合我国情况的地质科学理论，避免生搬硬套，人云亦云。

(一)

数十年的地质实践表明，很多火成岩夹在地层中间，具有良好的层理，与水成围岩同步褶曲。例如，1950—1951年，笔者在山西五台山的滹沱系及五台系中，看到花岗岩、闪长岩（或玄武岩）与大理岩、片岩及石英岩等相间出现；1956—1965年，在燕山震旦系^①的串岭沟组、大红峪组及其他地层中也见到层状的中-基性、碱性的火山岩。这些火山岩的气孔和枕状构造及其他火山组构特征都很清楚，与之共生的沉积岩确为标准海相岩层，富含藻类化石。在60年代前后，已故孟宪民教授提出矿床同生理论，认为矿层与围岩同层、同生，还主张花岗岩是以层状为主要的。当时相信者少，反对者多，未能引起足够的重视。1966年，我们在四川拉拉厂铜矿见到火山岩，在云南大红山铁矿也发现了火山岩。1970—1971年，我们研究山西平顺西安里铁矿时，在它的围岩奥陶系灰岩中见到很多海底火山喷发物，同年又在邯邢铁矿，见有海相火山岩成矿的证据。随着研究的深入进展，海相火山岩证据愈益增多。看来，邯邢铁矿与侵入接触交代矽卡岩成矿理论是相矛盾的。因此提出了海相火山成矿理论。

1973—1977年，我们会同一些火山成矿论的同志，组成以朱效成同志为首的小组，审视地调查过很多“矽卡岩”矿床。先后到了冀、鲁、豫、晋、陕、苏、皖、鄂、湘、桂、粤、闽等省，与普查勘探队的同行相结合在矿区观察，得到他们的协助和指教，收获颇多。同时又以邯邢铁矿作为重点，深入解剖，以点带面，抓典型，推动其它地区的找矿。由于人手太少，工作量大，这项典型示范工作进展缓慢。1976年后，参加新疆火山铁矿研究工作，这使我们有可能将自己的认识用于不同地质构造单元——地槽区，有可能去认识地槽区和

① 王曰伦一贯主张震旦系以天津蓟县剖面为标准，南方三峡震旦系称作峡东系，两者层位不同，前者为元古界，后者归属古生界。

地台区火山-沉积成矿作用的共性，深化了对海相火山-沉积成矿的认识。

华北各省普遍分布有山西式铁矿。它在山西俗称“窝子矿”。这类铁矿分布在奥陶系灰岩与石炭系之间的不整合面上。其铁质，一部分来自石炭纪火山喷发物，另一大部分与奥陶纪铁矿的侵蚀、再沉积有关。

邯邢地区表部或较浅处火成岩以上的小矿体，多数是属于石炭系底部的小矿体。很难从磁异常方面对之作出解释，容易在认识上造成失误，容易使人放弃很多有意义的磁异常。1973年我们对行将结束勘探的西郝庄铁矿进行分析，建议地质队向深处钻探，于1974年秋在深约600—700m处的奥陶系灰岩中见到主矿层。接着又在小屯桥、三王村、新城、冯村一带闪长岩以下的奥陶系灰岩中发现矿体。又如，白涧石炭系煤层分布区的磁异常形态规则，我们认为是矿异常，于1973年建议试钻，结果在深约670m、967m处又分别见到了138m、74m厚的富铁矿层。这些铁矿层的层理和石灰岩一致，矿层之上的石膏层，层理也和石灰岩一致。这样的矿层用侵入接触交代成矿的说法是很难解释的。

山西临汾东郊的黄土覆盖区出露有零星石炭纪地层及火山岩。这里有几处相当好的磁异常。1973年我们向山西省地质局213地质勘探队建议打深钻验证大王磁异常，至1974年初秋，在985m处探到40余米厚的富铁矿，还见到石膏层和火山凝灰岩。三者皆夹于奥陶纪灰岩中，层理一致。

江苏丰县西南平原中有良好的磁异常，我们也曾建议，1973年果然也打出厚约40余米的磁铁矿。这样的情况在邯邢地区尚多，如康二城赭山、胡峪、崇义、团城、锁会、矿山村、西石门等。

经过几年的实地考察，得到如下结论：华北地台区中石炭统的铁矿是次生成因，规模小，不整合面之下的奥陶系灰岩中存在规模较大的海相层状富铁矿。新疆、内蒙地区石炭系的铁矿是多而小，不整合面之下的泥盆、志留系生有规模较大的海相“火山-沉积”铁矿。

湖北大冶铁矿是生在三叠纪大冶灰岩中的海相“火山-沉积”铁矿，可归于印支运动的产物。大冶灰岩之上的蒲圻页岩，只有火山岩及小型的铁矿。主要铁矿是在大冶灰岩之中，矿体之下部有较厚的菱铁矿层。大冶的花岗岩具有层状构造，灰岩中有花岗岩的喷发角砾和带熔蚀边的花岗岩团块，这说明花岗岩和铁矿是火山喷发产物。

海南岛石碌铁矿为一层状矿。含矿岩系底部有铜钴矿。铁矿层内有大理岩、火山岩及火山灰层，层状结构都很明显。灰岩之上第Ⅶ层中找到石炭纪的植物化石。

广西奥陶系内发现有火山岩层及铁矿层。福建洛阳、潘田、马坑等地富铁矿同样是属于这种海相铁矿，也都具有层状及火山岩的特点，属于中下石炭世。

以上所举华北奥陶纪海相铁矿（邯邢式）、长江中下游三叠纪海相铁矿（大冶式），海南岛石碌铁矿和闽南石炭纪海相铁矿（马坑式）以往认为都属矽卡岩类型，但在这些地区的矿石中多发现有鲕状结构，都有条带沉积构造，还有菱铁矿或菱锰矿、石膏层等。以“火山-沉积”成因的理论与证据，沿层位追寻矿层。这样时间、空间的概念加强了，找矿的路子也就放宽了。

（二）

现在盛行的各种大地构造学说都是用高度概括的方式研究地球全部发展过程及有关地