

56.5
03845

中国地质科学院
矿床地质研究所刊

1983年 第1号

(总第7号)



地质出版社

中国地质科学院

矿床地质研究所刊

1983年 第 1 号

(总第7号)

地质出版社

中国地质科学院
矿床地质研究所刊
1983年 第 1 号
(总 第 7 号)

中国地质科学院矿床地质研究所编辑
(北京阜外百万庄)

责任编辑: 谭惠静、张肇新
地质出版社出版
(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张: $9\frac{1}{4}$ 字数: 200,000
1983年4月北京第一版·1983年4月北京第一次印刷
印数: 1—2,208册 定价: 1.50元
统一书号: 15038·新917

前 言

闽西南地区铁矿资源十分丰富,已知有马坑、阳山、潘田、洛阳和银顶格等一批大中型铁矿床,小型矿床和矿点星罗棋布。它们大体呈北东向展布,向南西延伸至广东境内,包括尖山、铁山嶂、大顶、松坑等铁矿区,构成一条长约300公里,平均宽为180公里的闽西南—粤东北铁矿成矿带。成矿带所处地质位置大体与永梅上古生代拗陷的范围相当。

1976年,国家下达了“闽南—粤东火山侵入岩分布地区富铁矿成矿规律、找矿方法和找矿方向的研究”任务,并列为国家重点科研项目。有关闽西南地区的富铁矿研究任务,是在福建省地质局的统一领导下,由中国地质科学院矿床地质研究所、南京地质矿产研究所、物探所、南京大学、长春地院、南京地校和福建省地质局所属有关地质队、区调队、物探队、中心实验室等科研部门、院校和生产单位共同承担的。

研究工作是在广大野外地质队同志所取得的大量地质资料的基础上进行的。我所承担有关任务后,工作分两个阶段进行:第一阶段(1976—1978年初),专门成立了第三铁矿研究队(以下简称“三铁”),参加闽南—粤东地区的铁矿科学研究,当时在闽南地区工作的有地层、构造、岩石和矿床四个专业组,此外,还有同位素、成矿实验、包体测温、物探和数学地质等其他多种专业的共同协作配合,进行了为时二年左右的研究工作,完成了各种专题研究报告、阶段性研究报告共十二份。在第二阶段(1978年—1980年),主要由原矿床组的部分同志继续进行较细致的深入研究,成矿实验和包体测温等工作也在继续深入。通过上述各方面的研究,取得了大量新资料,得到了不少新的认识和有意义的成果。

参加该项研究工作的人员:1976—1978年初有赵一鸣、谭惠静、许振南、袁润广、郑人来,编写了阶段性研究报告,福建省地质中心实验室林峰雷、曾晓虹也参加了部分工作;1978—1980年有赵一鸣、毕承思、李大新、孙静华,完成了总结报告的编写工作。此外,有关数理统计和马坑矿区的流体包裹体等部分章节由李裕伟、李纯杰和李荫清同志分别编写。

本文除了主要反映矿床研究方面的内容外,还概括地综合了我所在本区工作过的各专业组的有关研究成果,特别是综合了原“三铁”马坑矿床组邹天人、韩发、葛朝华、陈德潜,岩石组陈学正、洪大卫、李纯杰、余时美和成矿实验组梁祥济等同志的部分成果。至于较详细的资料,特别是有关矿床成因和其它地质问题的不同看法,请分别参阅各自的专题研究报告或论文。

在野外工作过程中,得到福建省地质局及所属地质八队、九队、一队、二队、三队、七队、区调队、物探队,冶金地勘公司及所属一队、三队,冶金会战二队,煤炭121地质队等生产单位的同志以及参加本区科研工作的南京所、物探所、南大、长地等兄弟单位的大力支持和帮助。室内工作期间,地质部测试所和地质所、福建省地质中心实验室、福建省地质局综合资料研究室、二机部三所、北京大学等兄弟单位以及我所大部分处室同志,都给予了宝贵的支持和协助。绘图由我所九室完成。本文完稿后,承蒙蒋溶、宋叔和、陈正、沈其韩、边效曾、朱上庆、裴荣富、潘廊祥、袁忠信、沈保丰和陈毓川等同志审阅了全文或部分章节,并提出宝贵意见,在此一并表示感谢。

闽 西 南 地 区

马 坑 式 钙 矽 卡 岩 型 铁 矿 床

专 辑 1

赵一鸣 谭惠静 许振南 袁润广
毕承思 郑人来 李大新 孙静华

目 录

前 言

一、成矿区域地质背景.....	(1)
(一) 区域地质构造概况.....	(1)
(二) 区域地层建造与控矿层位.....	(2)
(三) 岩浆岩概述.....	(4)
二、铁矿生成的主要地质条件.....	(5)
(一) 地层围岩条件.....	(5)
(二) 控矿构造特征.....	(9)
(三) 主要铁矿区岩浆岩特征及其与铁矿的关系.....	(15)
三、铁矿床成因分类和成矿系列问题.....	(31)
四、矽卡岩及有关交代岩石地球化学.....	(35)
(一) 矽卡岩特征及其与矿化的关系.....	(35)
(二) 热液蚀变作用.....	(63)
五、铁矿石物质成分.....	(72)
(一) 铁矿石类型和矿物成分.....	(72)
(二) 铁矿石的化学成分和伴生元素.....	(75)
(三) 磁铁矿的化学成分、微量元素和某些物理性质.....	(79)
(四) 某些金属硫化物特征.....	(86)
六、铁矿石的构造和结构特征及其形成条件讨论.....	(88)
七、铁矿生成的有关理论问题探讨.....	(92)
(一) 矿质和气液来源和硫、碳、氧同位素分析.....	(92)
(二) 挥发组分和碱质在铁矿成矿中的作用.....	(98)
(三) 矽卡岩形成和磁铁矿沉淀富集的条件.....	(102)
(四) 成岩成矿温度.....	(104)
(五) 成矿阶段.....	(108)
(六) 成矿时代.....	(110)
(七) 矿床成因讨论.....	(111)
八、成矿前提、找矿标志和统计预测.....	(113)
(一) 成矿前提.....	(113)
(二) 找矿标志.....	(113)
(三) 矿产统计预测.....	(115)
结论.....	(121)

一、成矿区域地质背景

(一) 区域地质构造概况

本区所处大地构造位置为华南加里东地槽褶皱系（华夏褶皱带）永（安）梅（县）上古生代拗陷，南岭东西复杂构造带东端与新华夏系第二隆起带交汇复合部位。其西侧、北侧均为后加里东隆起带，东侧即浙闽粤中生代断陷带。在永—梅拗陷各地段，铁和各种内生金属矿产的分布因地质构造发展的不同而存在着较大的差异。以上杭—大田附近北东向一线为界，其西北部基底相对隆起，盖层沉积厚度较小，主要为铁—多金属分布区，有大田龙凤场和建爱多金属矿、连城珠地铅锌矿、田心铁铜矿以及银顶格和挂山铁矿等；而东南部基底相对凹陷，盖层沉积厚度较大，在航磁图上表现为北东向负异常带，是本区最重要的铁矿成矿区，一些最主要的铁矿床，如马坑、洛阳、潘田、阳山、中甲等，均分布在这一北东向断陷带的东南缘（图1），在资源卫星照片上则表现为一系列北东向分布的基底断裂带。显然，这些形成较早、切割较深的北东向基底断裂发育地段，正是岩浆活动和矿化作用活跃的場所。

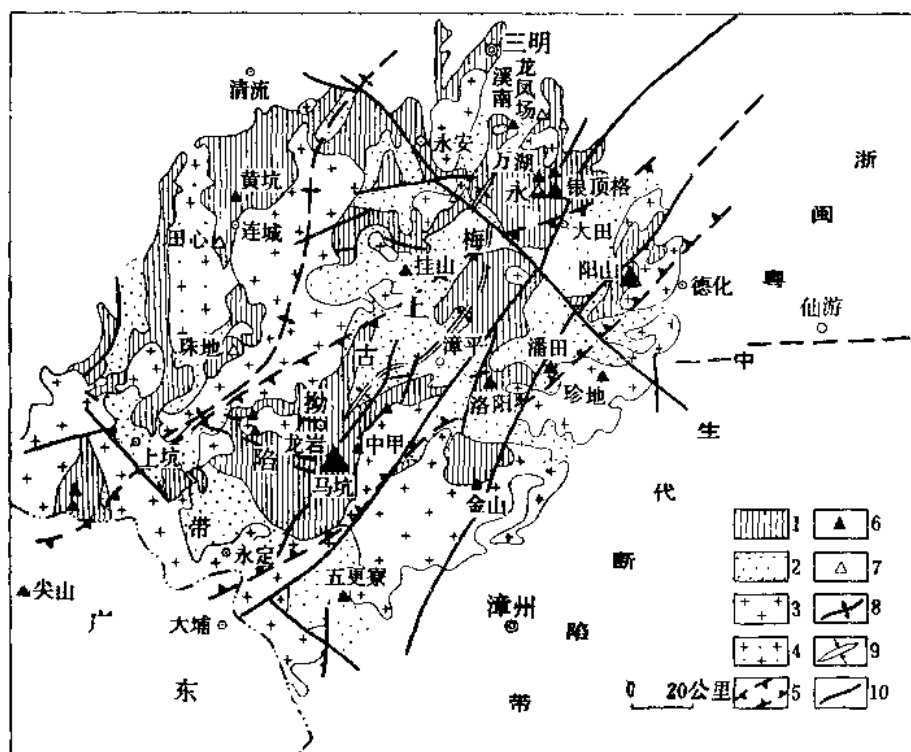


图 1 闽西南铁矿成矿区地质略图

1—上泥盆统一中三叠统；2—其他时代地层；3—燕山期花岗岩；4—印支期花岗岩；5—加里东基底拗陷带；6—铁矿床；7—多金属矿床；8—背斜轴；9—向斜轴；10—主要断层

(二) 区域地层建造与控矿层位

区内地层发育完整(表1),除中、下泥盆统缺失外,自前震旦系至第四系均有出露,大致可以分成三部分:

1. 加里东旋回及更老的地槽型沉积建造(AnZ 、 $Z-S$):包括建瓯群、板溪群和罗峰溪组地层,为一套巨厚的轻变质砂页岩浅海相类复理石建造,局部夹有海相火山岩及大理岩。它们作为上古生代断陷的基底,分布于背斜构造的轴部和局部隆起带上。

2. 海西印支旋回沉积建造(D_3-J_1):是一套以晚古生界为主的地台型沉积建造,以海相、海陆交互相碎屑沉积为主,其中有两套碳酸盐沉积,是本区内生铁、多金属矿床的重要控矿层位。其主要地层简况和控矿层位概述如下:

上泥盆统(D_3):为陆相或陆缘滨海相沉积,以桃子坑及天瓦栋组为代表。过去对福建泥盆系一直沿用“南靖群”一名,但原命名地点并非泥盆系,福建省区测队已建议废除该名。

下石炭统林地组(C_1l):在区内分布广,为滨海—陆源滨海相碎屑岩,局部夹火山碎屑岩—火山岩,其上部常夹含铁砂岩及灰岩透镜体^①,是本区分布颇广的林地组顶部小型磁铁矿和砂卡岩风化褐铁矿的赋矿层位。

中石炭统黄龙组(C_2h)—下二叠统栖霞组(P_1q):为一套浅海相碳酸盐建造,是本区最主要的赋矿围岩地层。其分布广泛,但岩性、厚度各地变化较大,厚数十米至近千米。黄龙组在西南部主要为厚层白云质灰岩或白云岩,至龙岩中甲附近白云质减少,钙硅质增加,并见有粉砂岩或凝灰质砂岩甚至砂砾岩夹层,厚度也明显减薄,省区测队命名为经畲组(C_2j)。船山组(C_3c)灰岩厚度也向北东逐渐减薄。栖霞组(P_1q)岩性厚度各处较为稳定,相变不甚显著。马坑铁矿主矿体的控矿层位就大致相当于黄龙组位置,其下可跨至林地组上部,其上可跨至船山组下部(图2)。阳山铁矿灰岩下部有一套变质粉砂岩地层,原地矿所“三铁”构造组与福建省冶金一队将其命名为“阳山群”,时代定 $C_{2+3}y$,东矿区的矿体产于文笔山组板岩之下和“阳山群”片岩之上。根据福建省区测队对岩性及所采化石对比研究(1979),认为灰岩属栖霞组(或包括部分船山组),“阳山群”的时代为 C_1l ,推断阳山、潘田、洛阳等矿区在中石炭世时处古隆起,黄龙组缺失,船山组超复于林地组之上。因缺乏有关化石依据,目前暂难定论。洛阳铁矿的主矿体大致相当于船山组(C_3c)层位。潘田铁矿控矿层位比较复杂,地表矿体相当于林地组上部,下部矿体相当于船山—栖霞组层位,邻近的香菇园矿区矿体却产于加福组下部。

二叠系加福组(P_1j)—翠屏山组(P_2cp):海陆交互相砂页岩含煤建造,厚500—1000余米,在加福组下部,于香菇园及龙山崎两地产有小型砂卡岩铁、多金属矿。

上二叠统大隆组(P_2d)〔长兴组(P_2c)〕—下三叠统溪口组(T_1x):海相泥质钙质粉砂岩、硅质岩、砂质泥岩夹厚层灰岩、大理岩透镜体,为本区第二套碳酸盐层位,是形成本区一些砂卡岩型铁矿、多金属矿的第二个赋矿有利层位。

印支期构造层(T_3-J_1):与下伏各时代地层不整合接触,以陆相碎屑沉积为主。南

① 在长汀龙头坊、连城田心、龙岩大池钻孔中均见到数层灰岩夹层。当然,由于无化石依据,也不完全排除该几处岩性属于黄龙组的可能。

闽西南地区综合地层控矿层位简表

表 1

界	系	统	组	代号	厚度 (米)	岩 性	控矿层位、类型	代表矿区	
新生界	第四系			Q	10—102	粘土、淤泥、砂、砾			
	第三系			N—E	0—317	砂砾岩、砂岩、粘土岩、泥岩夹玄武岩			
中生界	白垩系	下统		K ₁	117—2100	紫红色粉砂岩、细砂岩、凝灰质砂岩、凝灰熔岩			
	侏罗系	上统		J ₃	34—3400	凝灰质砂砾岩、晶屑凝灰熔岩、安山岩夹砂页岩	热液充填铁矿	李庄	
		下中统		J ₁₊₂	193—1822	石英砂岩、杂色砂页岩夹煤线			
	三叠系	上统	文寮山组 (焦坑组)	T _{3w}	276—>1315	细砂岩、粉砂岩、凝灰质粉砂岩、安山质晶屑凝灰岩, 含铁矿层, 泥岩夹煤线	火山沉积铁矿	下西坑 绵 良	
			大坑组	T _{3d}	197—688	细砂岩、粉砂岩、泥岩、页岩夹煤线			
		中统	安仁组	T _{2n}	0—1309	紫红色钙质砂岩、粉砂岩夹长石砂岩			
		下统	溪尾组	T _{1xw}	398—>727	紫红色粉砂岩、细砂岩夹钙质粉砂岩			
			溪门组	T _{1x}	353—1169	钙质粉砂岩、条带状硅质岩、粉砂岩夹大理岩透镜体	砂卡岩型铁矿、多金属矿	挂 山 珠 地 五更寮	
		古生界	二叠系	上统	大隆组 (长兴组)	P _{2d} (P _{2c})	24—142 (100—200)	钙质粉砂岩、砂质泥岩夹厚层灰岩 (灰—灰黑色含燧石条带团块厚层块状灰岩)	
	翠屏山组				P _{2cp}	246—>706	砂岩、细砂岩夹泥岩、粉砂岩、煤线		
下统	加福组			P _{1j}	495—998	泥岩、粉砂岩夹煤层、钙质砂岩、泥灰岩	砂卡岩型铁矿、多金属矿	香菇园 龙山崎	
	文笔山组			P _{1w}	212—250	泥岩、页岩、粉砂岩, 含黄铁矿、磷矿结核			
石炭系			栖霞组	P _{1q}	99—238	灰黑色中厚层含燧石条带团块灰岩、块状灰岩	为本区主要控矿层位, 有砂卡岩型铁矿、多金属矿、钨钼矿等	马 坑 阳 山 龙凤场 东宝山 大 排	
	上统		船山组	C _{3c}	30—202	灰白色厚层灰岩			
	中统		黄龙组	C _{2h}	0—294	灰岩、白云质灰岩、白云岩; 粉砂岩、凝灰质砂岩夹灰岩透镜体			
泥盆系	下统		林地组	C _{1l}	181—480	石英砂岩、砾岩、粉砂岩、凝灰质砂岩夹凝灰岩, 上部夹灰岩透镜体			
	上统		桃子坑组 大瓦砾组	D ₃	0—2041	粉砂岩夹石英砂砾岩			
	志留—奥陶系			S—O	0—>2620	变质砂岩、粉砂岩、黑色薄层状页岩			
	寒武系		Є	473—3682	砂岩、板岩夹硅质岩、千枚状页岩、炭质页岩, 含石煤、黄铁矿和磷结核				
震旦亚界	震旦系		Z	355—>1570	砂岩、板岩、千枚岩、硅质岩夹灰岩透镜体, 含黄铁矿、石煤、石墨和磷结核				
	前震旦系		AnZ	800—>4500	片岩、麻粒岩、石英岩、角闪岩夹大理岩, 含磷、磁铁矿石英岩				

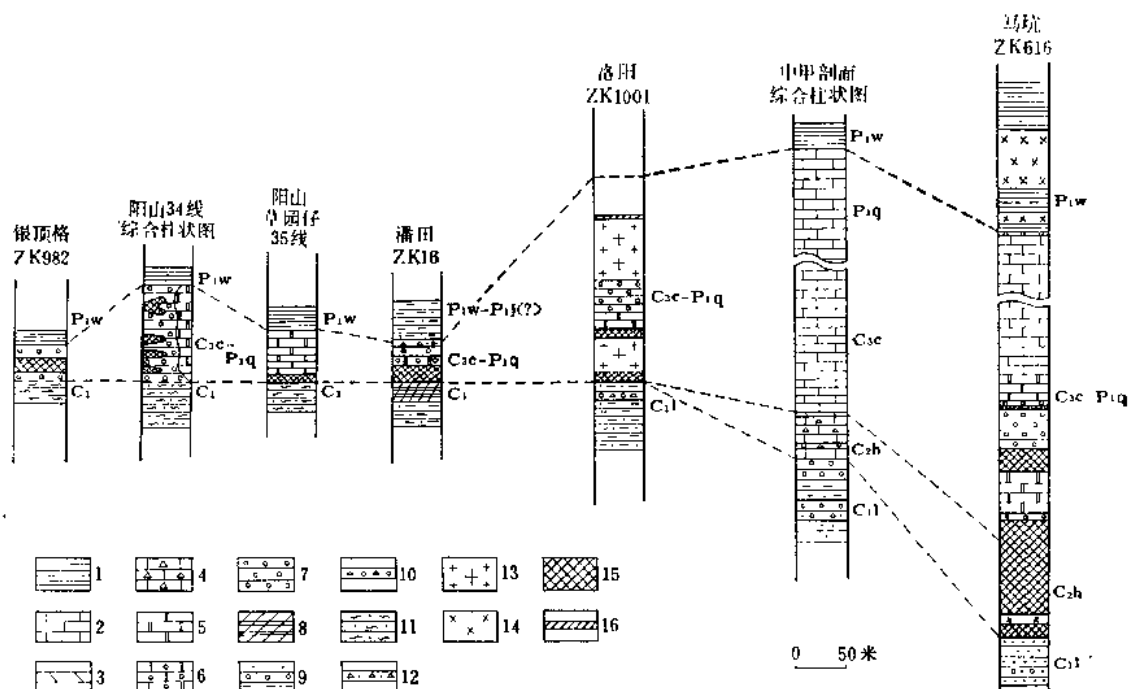


图2 马坑、阳山、潘田、洛阳等铁矿区控矿层位对比图

1—变质粉砂质泥岩；2—灰岩；3—泥灰岩；4—角砾状硅质灰岩；5—大理岩；6—砂卡岩化大理岩；7—砂卡岩；8—角岩；9—变质砂（砾）岩、粉砂岩；10—石英砾岩；11—条带状变质粉砂岩或片岩；12—断层破碎带；13—花岗斑岩；14—辉绿岩；15—磁铁矿；16—褐铁矿

靖、华安、安溪等地的上三叠统文宾山组夹有火山岩，是本区火山沉积铁矿的控矿层位，产地有下西坑、绵良等。

3. 燕山旋迴沉积建造：为巨厚的陆相碎屑岩堆积，并有大规模的酸—中酸性火山岩、火山碎屑岩存在，在深大断裂东侧呈面型分布，西侧则分布在孤立的断陷盆地中。在漳平李庄的上侏罗统酸性火山岩地层中产有热液充填型铁矿。在广东丰顺八乡上侏罗统兜岭群（相当区内南园组），夹有碳酸盐岩层的酸—中酸性火山岩地层内中型磁铁矿床的发现，为在本区东部大片中生代火山岩分布区寻找“八乡式”铁矿，提供了新的线索。

（三）岩 浆 岩 概 述

闽西南地区岩浆岩侵入体分布甚广，出露面积几乎占全区总面积的三分之一以上，岩类繁杂，从酸性的花岗岩类到基性的辉长辉绿岩类，但以前者为主，后者出露零星，规模也较小。

侵入体的时代从加里东期至喜山期，但与铁矿成矿有关的岩浆岩，主要是燕山期花岗岩类和中基性辉绿闪长岩类。

燕山期花岗岩大致可划分为早晚两期：早期分布甚广，构成本区侵入岩的主体。它们主要分布在两个宽约60—90公里的北东向构造岩浆活动带内。西带由古田、胡坊、白莲、徐岭等岩体组成，多呈大中型岩基出露，并与加里东及海西—印支期花岗岩体组成复杂的岩浆岩带。东带由金山、长坑、琼溪、胡厝等岩体组成。除金山岩体以大岩基产出外，其

余均为中小型岩基式岩株。本区主要的铁矿床多分布于该岩浆岩带内。晚期也很发育,但除前坪、汤泉、龙岭等花岗闪长岩与上古生代碳酸盐地层接触处有铁矿床外,东部的该期花岗岩与大片中生代火山岩接触处,目前尚未发现较有意义的铁矿床。

辉绿闪长岩类岩体主要分布在马坑、挂山、洛阳、阳山和五更寮等矿区。它在不同时代地层(从林地组到南园组)中均有产出,其时代主要为燕山期,可能还有海西期或印支期的。这类岩体与铁矿成矿关系十分密切。

二、铁矿生成的主要地质条件

(一) 地层围岩条件

1. 碳酸盐地层的控矿作用

本区铁矿床的一个重要特征是受地层和围岩岩性控制明显。前已提及,在巨厚层沉积建造中,铁矿化却选择性地集中在其中的 C_2h-P_1q ^①和 P_2d-T_{1x} 两个碳酸盐地层中,且以前者为主。就是说,矿床的分布具有较明显的“层控”特点。马坑式铁矿的“层控”,是在有利的构造和岩浆岩条件下,含矿气液对上述二个碳酸盐地层及其邻近围岩(主要是林地组上部碎屑岩)进行选择交代的结果,因此,层控的实质是“岩控”和“构控”的有机结合。我们可以看到,在本区巨厚层的碎屑岩建造中,无论是前泥盆纪的地层或是“南靖群”一林地组砂页岩和砂砾岩地层,还是上古生代煤系地层,文宾山组砂页岩与粉砂岩,以及在东部沿海地区广泛分布的中生代的巨厚层火山岩层中,由于没有碳酸盐地层,因而即使有岩浆活动和构造条件,也未发现具工业意义的铁矿床。另一方面,如果从浙闽粤地区较大范围看,只要在不同时代的地层中一出现碳酸盐地层,在合适的构造和岩浆岩条件下,就有可能成矿。除了上述二个碳酸盐层位可能成矿外,还有粤北中泥盆统东岗岭组灰岩和花岗岩类接触带形成的矽卡岩型铁矿床,闽北葫芦山一带产于花岗岩外接触带前寒武纪龙北溪组绿色片岩中交代镁质大理岩的镁矽卡岩型铁矿床,浙江漓渚产于花岗岩类外接触带附近交代震旦纪碎屑岩层中白云质灰岩的镁矽卡岩型铁矿床等。这些事实说明,碳酸盐围岩或含钙质地层的存在,是矽卡岩矿床不可缺少的条件之一。

我们一方面要承认本区铁矿受“层控”和“岩控”这一事实,另一方面又必须指出,在厚层碳酸盐地层中,区内各铁矿床也并不严格固定在某一层位上。矿化可以出现在灰岩的不同部位,但以灰岩底部与下伏林地组碎屑岩或火山碎屑岩接触面的似层状矿体最佳。在上部厚层灰岩中,常分布一些小矿体(如马坑和洛阳矿区所见)。当灰岩厚度不甚大,而矿化又较强烈时,灰岩岩层有可能全部被铁矿体所交代(如阳山、大田一带的矿体)。以马坑铁矿床为例,铁矿体可分三部分:

(1) 矽卡岩风化淋滤的褐铁矿体:多见于地表靠近花岗岩接触带,一部分矿体产出的层位相当于栖霞组顶部,常伴有铅、锌矿化;分布在矿区中部砂岩出露地段的相当于林地组上部。

(2) 透镜状、脉状、似层状小矿体:其顶底板围岩全部在灰岩地层或由其蚀变的矽

① 包括林地组上部碎屑岩夹灰岩地层。

卡岩中, 常常与辉绿岩体伴生, 其层位相当于船山组一栖霞组。

(3) 似层状主矿体: 其厚度之大, 延展范围之广, 接续性之稳定是同类型矿床中罕见的。主矿体顶板除个别地段为中基性岩岩床或由其蚀变而成的矽卡岩外, 均为大理岩或由灰岩蚀变而成的矽卡岩。上部地层层序正常, 其岩性特征和厚度可与外围船山组一栖霞组对比。福建省区测队在马坑西矿段ZK614孔464—473.58米采到船山组的筴科化石, 自464米以下一段灰岩划为船山组已无疑问, 因而主矿体顶板(尤其是矿体厚大的部位)应相当于较纯的船山组灰岩。主矿体底板以石英岩、粉砂岩、石英砾岩、凝灰质砂岩夹凝灰岩为主, 其层位相当于林地组上部。

就主矿体的矿石类型而言, 马坑矿区西矿段与中矿段是有明显差异的。西矿段的矿石类型明显分为两部分: 下部为石英-磁铁矿和石英-含水硅酸盐磁铁矿, 脉石矿物中有大量石英及富钙、镁、铝质含水硅酸盐矿物。矿石中还见有已变质的硅质岩或砂岩残留体, 这说明下部矿体占据的原岩是硅质岩、硅质灰岩、石英砂岩或凝灰质砂岩, 与中甲剖面 and 钻孔中的黄龙组及林地组上部岩性组合相当。上部为矽卡岩磁铁矿组合, 以透辉石、石榴石、磁铁矿为特征, 显示其交代石灰岩地层, 其原岩应与船山组和黄龙组部分岩性组合相似。此外, 主矿体中尚有较多辉绿岩残体及由辉绿岩蚀变而成的矽卡岩或钾长石交代岩, 使其矿石组合更加复杂化了。马坑中矿段主矿体矿石类型主要是矽卡岩磁铁矿, 石英磁铁矿的数量很少, 说明矿体主要是交代上部灰岩的。

2. 碳酸盐围岩的化学成分及其对矽卡岩和矿石类型的影响

对于交代矿床来说, 碳酸盐围岩的化学成分在很大程度上影响其交代产物——矽卡岩和矽卡岩矿石的矿物组合。区内几个主要铁矿区碳酸盐岩石的化学成分特点是: CaO 含量普遍较高, 一般为45—54%, 而 MgO 含量则大多较低(低于1.5%), Al_2O_3 的含量除在局部泥质灰岩中较高外, 也普遍较低(表2)。

本区主要矿区碳酸盐岩石化学成分

表 2

矿 区	层 位	岩 性	化学组分(重量%)					样 品 数	取 样 地 点
			SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO		
马 坑	$\text{C}_2\text{h}-\text{P}_{1\text{q}}$	灰岩	9.93	1.55	45.49	1.26	—	58	79/CK18 79/CK7 83/CK16 ①
	C_3c 下部	白云质灰岩	1.65	0.3	41.35	10.87	—	5	79/CK7 294—309米
中 甲	C_3c	灰岩	1.83	0.21	54.60	0.26	0.04	9	AOI孔 5—33.5米
	C_2h	上部 含钙质粉砂质泥岩	31.62	14.32	23.10	2.32	0.02	5	AOI孔 33.5—44.5米
		下部 灰岩	4.45	1.32	51.84	0.40	0.06	5	AOI孔 44.5—70米
阳 山	$\text{C}_3\text{c}-\text{P}_{1\text{q}}$	灰岩	3.41	0.13	52.96	0.38	—	4	西矿区
		白云质灰岩	—	—	31.06	10.61	—	2	
潘 田	$\text{C}_3\text{c}-\text{P}_{1\text{q}}$	灰岩	4.29	0.40	53.18	1.01	—	48	18/ZK7 9/ZK1 7/ZK2 ①

分析单位: 福建省地质局中心实验室

① 马坑、潘田矿区的岩石化学分析资料来源于原福建省地质一团五中队和冶金地质一队

碳酸盐围岩的这一化学成分特点, 是本区钙矽卡岩和钙矽卡岩型矿石相当发育的原因所在。马坑、阳山矿区有一小部分灰岩地层含 MgO 较高(10%左右), 其层位大致相当于

船山组下部或黄龙组中的白云质灰岩夹层或透镜体。它们的存在,为在局部地段形成镁砂卡岩或镁砂卡岩型矿石提供了围岩条件。

为了和别的地区进行对比,表 3 列举了我国几个主要砂卡岩铁矿成矿区碳酸盐围岩的 MgO 含量与砂卡岩、铁矿石中的矿物组合之间的关系。十分明显,不同地区的砂卡岩铁矿床中,砂卡岩类型和砂卡岩矿物组合的差别,主要决定于被交代围岩的岩性,特别是碳酸盐围岩中 MgO 含量的高低。当围岩是含镁很低的灰岩时,形成钙砂卡岩矿物组合(本区和东北黄岗等矿区),当围岩是白云岩类时,形成典型的镁砂卡岩矿物组合(如粤东和东秦岭地区的一些矿床),而当围岩为含一定量白云质的灰岩时,则形成过渡型镁质钙砂卡岩矿物组合(大冶和邯邢地区的大部分矿床)。

表 3

成 矿 区	主要砂卡岩类型	含矿砂卡岩主要组成矿物	被交代碳酸盐围岩 主 要 岩 性	灰岩中 MgO 含量
闽 西 南	钙砂卡岩	钙铝—钙铁系列石榴石、透辉石—钙铁辉石系列辉石、符山石、黑柱石、萤石	灰岩、硅质条带灰岩、凝灰质砂岩	多数小于 1.5%
邯邢、大冶	镁质钙砂卡岩	以透辉石、次透辉石、金云母或含铁金云母为主,钙铁榴石次之	含白云质灰岩	2—10%
东秦岭、粤东	镁砂卡岩	透辉石、镁橄榄石金云母、硅镁石族、蛇纹石、尖晶石等	硅质条带白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩	17—21%

3. 地层的含铁性

为了了解厚层灰岩下部一套碎屑岩层的含铁性并寻找沉积铁矿层位,我们对区域上出露较好的黄龙组、林地组及下部地层进行了含铁量测定,其结果如表 4 和图 3。从图 3 和表 4 可以看出,碎屑岩层中的粉砂岩和细砂岩含铁偏高,累积厚度也较大。这套岩层(包括夹于其中的薄层火山沉积碎屑岩)即使和其它含铁较低的岩层加以平均,也较花岗岩类

表 4

岩 石 名 称	地 层 时 代	全铁含量 (%)	采 样 地 点	分析样品数
砾质板岩	加 福 组	5.0	阳山	2
板 岩	文笔山组	4.99	阳山	4
粉砂质泥岩、粉砂岩	经 舍 组	3.01—7.39	中甲剖面	6
粉 砂 岩	林 地 组	4.76—7.25	中甲、上园、连城等剖面	21
细 砂 岩	林 地 组	1.76—5.47		11
石英砾岩和粗砂岩	林 地 组	1.01—1.61		11
砂岩、粉砂岩	桃子坑组	6.75	桃子坑剖面	7
变质粉砂岩	奥陶—志留系	3.68—6.91	中甲101孔	11
花 岗 岩	燕山期	1.3—2.5	区内各矿区有关花岗岩总平均数	

岩石含铁量高得多。因此,当上述含铁地层被重熔、花岗岩化或高温气液的作用过程中,部分铁质可以被活化迁移、富集。

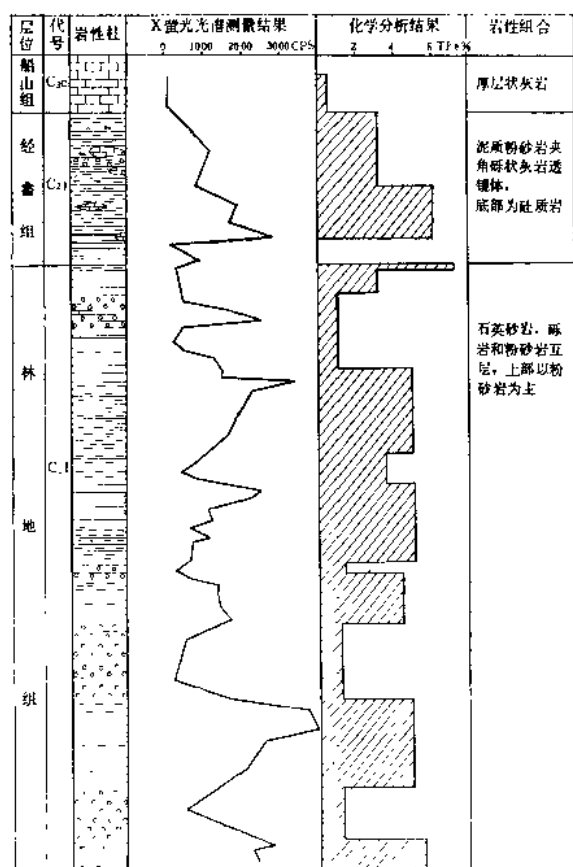


图3 中甲剖面中、下石炭统含铁性柱状图

(X 荧光光谱测量由梁国立等同志完成)

(2) 变凝灰岩类:具变余凝灰结构,块状、片状或角砾状构造。长石已完全蚀变成绢云母,但有的薄片中能隐约见到绢云母集合体呈板条状长石的假象。暗色矿物也已蚀变为绿泥石或黑云母。石英晶屑常具港湾状溶蚀外形(图版 I-1)。有时见由细粒石英集合体呈岩屑状分布于绢云母基质之中,于是岩石显示出角砾状构造。副矿物主要是白钛矿和磷灰石,局部有锆石。当岩石遭到强烈的绢云母化时,在石英颗粒周围往往有一钾长石交代环圈。化学分析结果表明,这类凝灰岩大致属于安山质或英安质凝灰岩类(表5)。

(3) 变凝灰质砂岩和粉砂岩:在空间上,凝灰岩在其尖灭部分或边缘,常常有渐变凝灰质砂岩或凝灰质粉砂岩的趋势,主要表现为石英碎屑含量的增多。石英一般呈次浑圆状,分选性差,分布极不均匀,粒度大小也不一(图版 I-2),在有的标本上石英具溶蚀形态(图版 I-3)。但总的矿物成分则无多大变化。表现在岩石化学成分上,是 SiO_2 含量较高(68.70—82.27%)。

凝灰岩和凝灰质砂岩、粉砂岩类常在不同程度上遭到交代蚀变作用,最常见的是砂卡岩化、钾长石化、绢云母化和绿泥石化等,有的还被磁铁矿所交代。根据我们对龙岩盆地

调查结果,在本区的石炭、二叠系中未发现有原始的沉积铁矿层。

4. 火山岩和火山碎屑岩的某些特征

马坑、阳山、洛阳等矿区,在下石炭统至下二叠统碎屑岩-碳酸盐建造地层中,发现夹有一定数量的火山岩(包括火山碎屑岩和部分熔岩),其中以林地组和黄龙组地层中较为常见,按岩性主要有安山岩、石英安山岩、英安岩、变凝灰岩、凝灰质砂岩和凝灰质粉砂岩等。它们都在不同程度上受到后期变质(包括动力变质和接触热变质作用)或交代作用的影响。

(1) 安山质熔岩:主要由中性斜长石(An_{31} 左右)和绿泥石组成,含少量绿帘石和微量白钛矿、磷灰石。岩石具斑状结构,斑晶为斜长石和绿泥石,后者可能是交代原生角闪石的产物,因为其晶形还保留。有的安山岩含一定量(10%左右)石英,即属于石英安山岩。安山质熔岩的化学成分见表5。安山岩类的晚期蚀变比较显著,除绿泥石化和绿帘石化外,还常有碳酸盐化。

表 5

样品编号	26—1 —10	26—1 —22	26—1 —16	38—10 —25	M573 —30	M573 —23	M613 —11	水25— 632	水82— 116.7	M576 —525	M617 —35	
岩石名称	安山岩	石英 安山岩	变 凝 灰 岩						变凝灰岩 (绢云母角岩)		变凝灰质 粉 砂 岩	变凝灰质 砂 岩
产 地	阳 山				马 坑			龙岩盆地		马 坑		
化 学 组 分 (重量%)	SiO ₂	57.85	61.67	52.52	63.35	54.45	50.41	52.94	59.62	44.35	68.70	82.27
	TiO ₂	0.62	0.64	0.97	0.55	0.79	1.70	1.46	0.82	0.88	1.26	0.24
	Al ₂ O ₃	16.98	16.47	20.27	14.46	16.96	14.52	12.52	21.31	17.49	14.18	7.41
	Fe ₂ O ₃	0.99	1.07	0.79	0.92	0.86	1.01	2.00	4.11	0.94	1.02	0.23
	FeO	4.92	4.31	7.48	5.57	5.71	8.42	7.84	2.05	6.40	3.11	2.10
	MnO	—	0.22	0.20	0.22	0.30	0.38	0.44	0.02	0.08	0.09	0.12
	MgO	3.72	2.29	3.65	1.24	5.18	6.47	3.30	0.62	7.43	1.45	1.30
	CaO	3.96	3.73	2.65	2.37	2.75	4.17	5.75	0.44	7.86	0.58	1.20
	Na ₂ O	3.99	3.31	3.95	1.94	0.18	0.16	0.36	0.78	0.14	0.15	0.10
	K ₂ O	2.08	2.98	3.50	4.93	6.57	3.82	6.53	5.71	3.04	6.59	2.61
	P ₂ O ₅	0.19	0.17	0.09	0.07	0.10	0.30	0.28	0.05	0.19	0.08	0.04
	Li ₂ O	2.86	2.41	3.57	2.76	4.49	5.93	3.28	3.73	6.49	2.49	1.50
	CO ₂	0.93	0.77	0.56	1.14	1.12	2.38	2.88	0.29	5.45	0.16	0.19
	F	—	0.16	0.20	0.13	0.42	0.27	0.51	0.10	0.19	0.13	0.71
	Cl	—	—	0.01	—	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	—	0.01
	S	—	0.04	0.04	0.05	0.01	0.21	0.03	—	—	0.05	0.04
	总 和	99.09	100.24	100.45	99.70	99.90	100.16	100.13	99.66	100.76	100.02	100.07

分析单位：福建省地质局中心实验室

一些水文孔岩心的观察，产于黄龙组灰岩底部的凝灰岩，几乎普遍遭到了砂卡岩化，马坑和中甲等矿区也是如此。由此可见，火山碎屑岩与在上古生代地层中共同存在的碳酸盐岩石，是形成砂卡岩的有利围岩。

(二) 控矿构造特征

本区铁矿床受地质构造控制是十分明显的。各级地质构造控制了岩浆活动、成矿作用、矿群分布、矿床产出部位、矿体产状和形态。与成矿有关的构造岩浆活动始于海西期，在印支期和燕山期又有重新活动。

1. 矿床分布与区域构造的关系 为了了解铁矿分布和区域构造之间的关系，我们编制了铁矿成矿远景图和深部构造与铁矿关系图（图4），从图中可以看出以下一些规律性：

(1) 重要铁矿床的分布受永-梅上古生代拗陷内的次一级北东向龙潭基底断裂凹陷带的控制，如阳山、潘田、洛阳、马坑等大中型铁矿床均位于其东南边缘，该带向西南延伸至广东境内还有兴宁铁山嶂和平远尖山两个中型铁矿床。龙潭北东向次级断凹带的西北部相对隆起带和另一相对凹陷带虽也有铁矿床产出，但规模相对较小，而多金属矿床分布则较多，如龙凤场、建爱、珠地、田心等。因此，今后普查铁矿主要还应沿着上述次一级断凹带进行。

(2) 矿床、矿点和异常点往往成群产出，构成一个成矿区或矿田。在成矿区中一般有一个较主要的矿床，其他则为小型矿床、矿点或磁异常点，形如星星伴月。例如在马坑

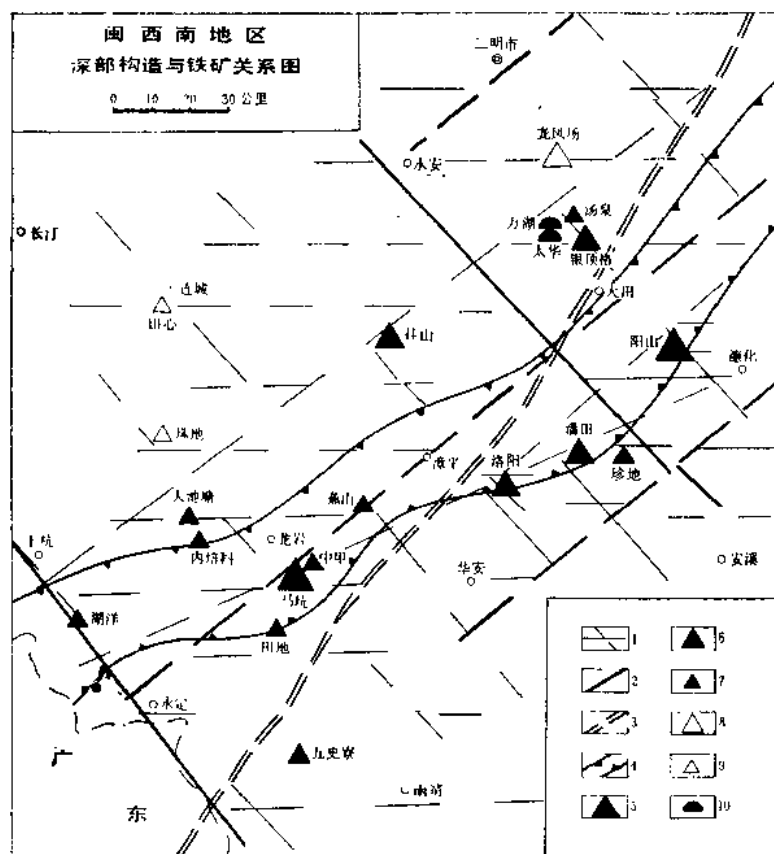


图 4

1—据航磁资料推断的基底断裂(据物探所); 2—据航磁和卫星照片判读推断的基底断裂(据福建省物探队、本所四室物探组、一室构造组); 3—已知深断裂(据区测资料); 4—前泥盆基底凹陷带(据物探所); 5—7—钙矽卡岩磁铁矿床(大型、中型、小型); 8—9—砂卡岩铅锌矿床(中型、小型); 10—褐铁矿床(小型)

成矿区,除马坑大型矿床外,周围还有铁山、三坑、三井、乌龙奇、中甲等小型矿床;阳山成矿区,围绕阳山大型矿床有赤水、后溪坑、上姚等矿点和有关异常点;在银顶格成矿区,除银顶格中型矿床外,尚有太华、万湖、张地、汤泉等小型矿床伴生。有的成矿区只见“星星”,是否还有“月亮”,是值得进一步研究的问题。

(3) 矿群和异常点集中区(成矿区)的分布有一定等距性。例如阳山、奇河、挂山和松洋这四个成矿远景区,处于同一纬度,自东向西呈等距排列,各区之间的距离大致为30—35公里。因为这些成矿区一方面受东西向构造线的控制,另一方面又受北东或北北东向构造断裂的制约。潘田、洛阳和蕉山三个成矿区同受仙游—漳平东西向构造带控制,可能由于北北东或北东向断裂的影响,使潘田和洛阳二个成矿区有所位移。这三个成矿区之间的距离大致分别为30公里左右。在经向上,某些成矿区之间也显示一定等距性,例如,自北向南的银顶格、奇河、洛阳、李庄等四个成矿区,大致呈北北东向排列,它们之间相隔距离为30—35公里。阳山成矿区和潘田成矿区以及蕉山成矿区和马坑成矿区之间的距离也都在30公里左右。矿群这种有规律的等距出现,反映了东西向构造带和以北东向或北北东向为主的构造复合交汇处,在具备有利控矿地层的条件下,伴有岩浆侵位和热液矿化活动。

(4) 综合地质、航磁和卫星照片判读资料,本区与成矿关系比较密切的几组断裂构造大致有以下一些特点:

① 北东向断裂带:北东向(北东 50° 左右)断裂是区内规模较大、延续性好、活动

强烈的一组断裂。它不论在航磁或是卫星照片上均有明显的反映,是一组穿透很深的基底断裂,对本区岩浆喷发一侵入活动和重要铁矿床的分布起到控制作用,如马坑、阳山、洛阳和挂山等铁矿床多产在该组断裂带中或其附近位置。值得提出的是,通过阳山矿区附近至洛阳的北东向断裂,往马坑延至广东蕉岭,已转为北东东向(北东 60° 左右)。这一转向的特点在卫星照片和区域磁场上均有反映。我所四室方法组同志推论北东东向断裂可能是更老的基底断裂,后来被北东向断裂所改造。

② 东西向断裂带:东西向断裂在区内几乎每隔 $20'$ 左右呈等距状分布。这组断裂带多断续出现,且经常被其它断裂错动,说明形成时间较早。但它的活动时间较长,是穿透基底的重要控岩和控矿构造。其中比较重要的是漳平—仙游东西向构造带,控制了一系列岩体、地层和矿体的东西向展布,使许多上古生代地层和前震旦纪老地层呈东西向出露,一些较重要的矿床,如洛阳、潘田、霞春等均产于该构造带中。

③ 北北东向(北东 $25-30^{\circ}$ 左右)断裂带:这组断裂可能穿透不深,主要为盖层的断裂,是控制燕山期酸性侵入岩类分布的重要控岩构造,而且也是重要的控矿构造,特别是当它和东西向构造交汇时,对成矿十分有利,大田北部的许多铁-多金属矿床、阳山东矿区和洛阳矿区等均是此类构造控矿。

④ 南北向和北西向断裂:这二类构造在卫星照片和航磁图上均有较明显的反映,前者对酸性岩浆岩的分布起一定控制作用,并伴有铜和多金属矿化;后者对白垩纪火山岩盆地和某些酸性侵入体类的展布有控制作用,当其和东西向构造带交汇时,也对铁矿成矿较有利,例如潘田矿区就受东西向和北西向构造的联合控制。

2. 几种主要控矿构造型式 本区控矿构造型式多种多样,其中最重要的有以下几种:

(1) 花岗岩类侵入体外接触带灰岩和碎屑岩(包括火山碎屑岩)之间的层间断裂构造面控矿:这是本区一种极为重要和普遍的控矿构造型式。马坑、洛阳和湖洋等矿区的主要矿体都受这种层间构造面控制。当这类构造与局部褶皱相结合时,对成矿更有利,可能形成规模较大的矿体,如马坑主矿体即为一例(图5)。由于这类矿体都以似层状产出,似乎与上下围岩地层呈“整合”接触,往往给人以原生沉积的错觉。实际上,灰岩和下部碎屑岩之间的接触面,因两种岩石物理性质的明显差异,前者可塑性较大,后者较刚性,在构造变动中往往是最易发生断裂构造破碎的地带。而这个带又恰是两种化学性质不同的界面,所以给含矿热液的流通和交代(或部分充填)沉淀造成了十分有利的环境。当灰岩厚度不大时,有可能全部被铁矿所交代(图7)

(2) 花岗岩类岩体与灰岩的接触面控矿:这类控矿构造型式在闽南粤东地区分布甚广,如阳山(图6)、汤泉和粤东的尖山、大顶和松坑等矿区所见。当接触面较平缓时,往往也能形成似层状矿体。实际上,国内一些大型砂卡岩矿床中,矿体呈似层状产出的例子是很多的,诸如河北武安西石门、山东莱芜张家洼和湖北大冶张福山等矿区的矿体。因而,似层状矿体不一定是沉积铁矿的证据。

(3) 与灰岩地层有关的局部平卧褶皱及伴随的逆掩断层控矿:这类控矿构造见于阳山东矿区(图7)。灰岩地层因受轴面近水平的褶曲及伴随的逆掩断层的影响而重复三次,形成了似乎是三个矿化层。但实际上,无论是阳山西矿区或在区域上,石炭—二叠纪灰岩只有一层,通过深入地研究碎屑岩层的蚀变和热变质作用特点,恢复其原岩后,才使其褶