



某陆相火山成因 铁矿床的特征

安徽八〇八队 林 逊 唐佛桂 于敬国

本文就某地铁矿床与燕山期火山活动的成因联系, 进行初步探讨。

矿床构造

本区位于我国东部一中生代断陷盆地内, 盆地中堆积了很厚的陆相沉积物。断裂构造发育, 沿断裂带见有燕山期中、酸性岩浆侵入及火山活动。

区内有北北西和北东东向基底断裂带, 沿断裂带有裂隙式火山喷发。它们的交汇处, 出现中心式火山口。

本矿床就是一个中心式火山口, 它具有以下特征:

1. 在地貌上, 是一个由火山活动形成的孤立火山锥地形。
2. 火山岩成环状分布, 中部是块集岩, 向外渐变为凝灰岩。火山角砾岩在剖面上部呈集团状态 (而非线状) 分布。
3. 火山弹呈椭圆形, 直径五至数十厘米,

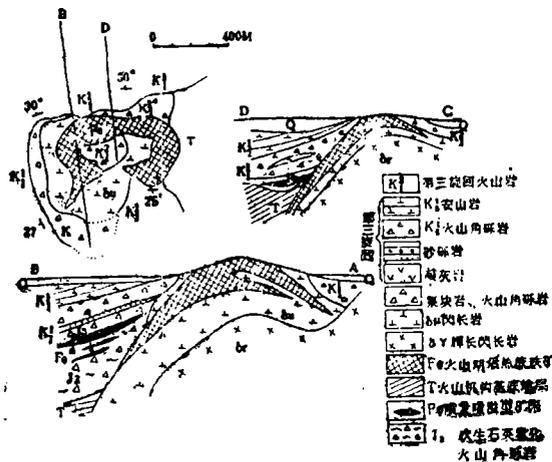


图1 含矿的火山岩建造

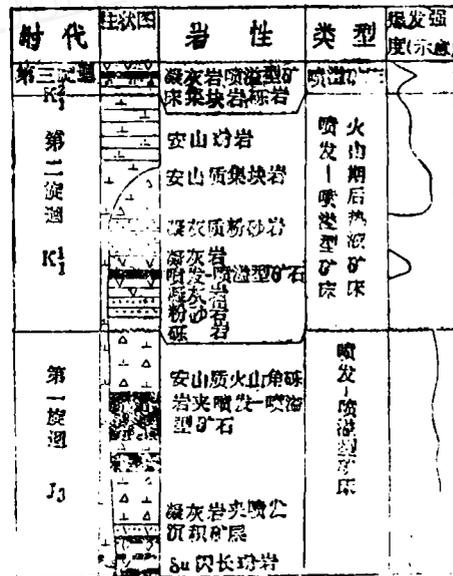


图2 火山活动综合柱状图

其边缘有厚一厘米的隐晶质外层, 中部为斑状结构。火山弹有局部集中现象(图3)。

4. 火山岩厚度自本区往外渐薄。
5. 火山岩倾角自本区往外变缓直至水平。
6. 次生石英岩呈不连续的环状, 大量含铁硅质物广泛分布。
7. 中心的闪长玢岩是火山颈相次火山岩体。
8. 围绕火山口有环状断裂存在。
9. 火山角砾岩中含火山机构基底的砂页岩角砾, 且火山岩系下部较上部为多(表3)。火山角砾岩有塑性变形现象(图1)。
10. 近火山口之安山玢岩中暗色矿物暗化现象更强烈。

本区火山活动可划分为三个旋回(图2),

表1 征特字数查氏及其成分化学岩石

岩	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	P ₂ O ₅	a	c	b	e	n [*]	f [*]	m [*]	c [*]	n	p	t	q	a/c
第一组安山岩	55.77	0.80	18.30	5.24	1.56	0.099	1.29	4.53	0.156	2.77	6.02	0.20	3.86	5.97	21.42	68.85	54.33	34.78	10.89		9.89	22.61	0.01	24.11	0.66
第二组安山岩	55.90	0.80	17.74	6.27	2.26	0.18	2.04	5.20	2.22	2.07	3.09	0.222	7.70	5.66	11.11	69.73	49.97	34.44	15.59		62.76	23.54	0.01	19.20	1.06
次火山岩	60.69	0.765	18.04	6.54	0.80	0.164	1.33	1.07	1.07	1.07	6.86	0.125	0.39	2.32	24.18	69.69	63.78	26.54	9.70		61.27	23.3	0.97	30.63	0.16
比阿长岩	57.77	0.805	15.10	4.82	2.03	0.154	3.48	4.59	4.58	1.58	2.92	0.192	12.59	3.88	16.73	66.80	37.22	35.83	26.95		63.57	24.65	1.03	4.46	3.26

注: 样品略有蚀变

第一旋回火山岩发生在晚侏罗世。整个旋回是剧烈的火山喷发与含矿熔融物质溢出交替进行的过程(表3)。

安山岩岩石化学成分及查氏数字特征见表1, 属于查氏第二类第六组非常贫碱的岩石。

第二旋回火山岩不整合盖在第一旋回火山岩之上, 是剧烈爆发之后的熔岩溢流, 其根部留在火山颈内, 形成次火山岩并封闭火山口。上部安山岩呈深灰绿色, 具斑状结构。斑晶由中长石(45%)、普通角闪石(有暗化边)及辉石(共10%)组成。中长石斑晶自形程度好, 粒度0.5~1.5毫米, 有明显的环带构造。基质具玻基交织结构, 由更长石微晶、辉石和磁铁矿微粒、已脱玻的玻璃质组成。主要副矿物是细长柱状磷灰石(<5%)。亦属查氏第二类第六组岩石。

次火山岩——闪长玢岩呈钟状充填在火山颈内(图1、表2)。它在地表过渡为第二旋回上部安山玢岩。岩体具流动构造。上部岩石为斑状结构, 下部为细粒等粒结构, 受强烈高岭土化而呈灰白色。岩石内中长石占76%, 粒径<0.1毫米, 可见环

带构造; 石英<5%, 粒径0.05~0.3毫米; 黑云母少量, 暗色矿物分解的褐铁矿占7%。副矿物以细长柱状横切面为六边形的磷灰石为主, 磁铁矿含量亦高。次生蚀变矿物以高岭石为主, 绢云母次之。亦属查氏第二类第六组岩石。

第三旋回火山岩发生在早白垩世晚期, 火山活动显著变弱。

这三个旋回的火山岩、次火山岩是同源产物, 因为:

1. 岩石化学成分一致;
2. 微量元素含量特点相同(表2);
3. 具有晶形相同、含量相近的副矿物——早期高温磷灰石;
4. 这些熔岩和次火山岩形成的时间是连贯的;
5. 在空间上的一致性。

晚期侵入体辉长闪长岩体侵于其深部, 部分破坏了火山机构。岩石呈深灰绿色, 辉长-辉绿结构。拉长石(N₅₅)占73%, 粒径0.1~1.5毫米; 普通辉石7%, 粒径0.2~0.5毫米; 角闪石少见; 石英2%。副矿物有磷灰石、榍石、磁铁矿、锆石。次生矿物有绿泥石、绿帘石、绢云母、方解石。岩石属查氏第四类十三组A亚组。岩体与次火山岩在成分、产状、结构、蚀变上截然不同, 但微量元素的种类和含量与前三个火山旋回岩石有同有异, 是与火山岩同源晚期的中浅成相侵入体。

矿床成因

含矿熔体在火山活动过程中, 以喷发、喷溢、“侵入”充填等方式形成以下几种类型的矿床:

喷发沉积矿床 分布在稍远离火山口处, 沉积在凹地(图1)或湖盆地之中。矿体成层状, 延伸较远, 常在纵向及横向上过渡为凝灰岩。

矿石呈砖红色, 硬度小于5, 质地疏松, 孔隙度大, 具层状构造, 碎屑结构及凝灰结构。

岩石中微量元素含量

表2

岩石	Ti	V	Ba	Ga	Be	Zr	Cu	Ce	Co
第一旋迴安山岩	0.3	0.003-0.01	0.02-0.1	0.001	<0.01	0.03-0.1	0.001	—	—
第二旋迴安山岩	0.3	0.03	0.02	0.001	<0.0003	<0.001	0.003	0.20	0.001
次火山岩体	0.3	0.03	0.03	0.001	<0.0003	0.003	0.003	<0.1	0.001
辉长闪长岩	0.3-1	0.03	0.03	0.001-0.003	<0.0003	0.003	0.003	0.1	0.003

注: 样品略有蚀变

矿石成分主要是赤铁矿碎屑(15~60%)、褐铁矿(15~40%)、铁质火山灰、火山灰及泥质(20~50%)。尚可见到其他岩屑及晶屑(如安山岩凝灰岩岩屑、长石方解石磷灰石晶屑)。含铁量20~42%, 含Ti>0.1%, V=0.001%, Ga>0.001%, Be=0.003%, Co=0.003%, Cu=0.0001~0.0003%, Ni=0.001%。

反光镜下见矿石的层状构造是由不同成份、不同粒度的火山物质碎屑及部分正常沉积物相间组成的。铁矿碎屑与泥质成交替之

小层理、极小层理。多数情况下碎屑不成定向排列, 构成碎屑结构。尚可见到由隐晶质赤铁矿组成的圆球形质点, 直径0.1~0.3毫米, 无定向星散分布。在球形外壳内缘常有一空隙圈, 其中常充填硅质物或气体。还有呈半圆形、弓状、鸡骨状铁质碎屑, 与其他碎屑一起构成凝灰结构。尚见具磁铁矿晶形的假像赤铁矿碎屑。

同一块矿石内, 碎屑粒度相差很大, 碎屑物质间无交代熔蚀现象, 棱角明显。

综上所述, 此类矿床的形成可能是在火山活动过程中, 深部分异出的含矿熔体上升时, 部分因物理化学条件改变而形成晶体。它在与火山管道中先期凝固的铁质一起喷出时, 因受到机械性破坏而形成棱角状和不规则的铁矿碎屑、铁质火山灰、火山尘, 并在下降时经重力分选。落到地面后, 又经受距离不大的搬运使铁质进一步富集。

这种矿石实际上是一种铁质较多的凝灰岩。由于它是火山喷发的沉积物, 所以叫做喷发沉积矿床。

喷溢堆积矿床 矿体成层状夹在陆相火山岩中, 并与火山岩产状一致, 界线明显, 围岩无矿化现象。矿层厚度稳定, 每层厚5~47米不等, 延伸数百米, 一般产在火山口附近(图3)。矿石呈灰紫色或带紫红的黄

某钻孔柱状剖面 表3

	岩性	厚度(米)	特征
第一火山旋回	安山玢岩	45	暗化现象
	粉砂质凝灰岩	7	
	安山质容岩角砾岩	27	暗化现象
	安山玢岩	3	同上
	火山角砾岩	5	
	安山玢岩	7	暗化现象
	凝灰岩	11	
	喷发沉积矿石	13	含火山岩角砾
	喷溢堆积矿石	9	同上
	喷发沉积矿石	12	含外来成分角砾
第二火山旋回	喷溢堆积矿石	3	
	喷发喷溢矿石	6	含外来角砾
	凝灰质泥岩	72	
	喷溢堆积矿石	21	含外来角砾
	火山角砾岩	7	多数是外来角砾
	喷发喷溢矿石	16	含外来角砾
	含铁凝灰角砾岩	22	同上
	喷发沉积矿石	5	同上
	凝灰含砾岩	2	



图3 矿体剖面素描图

色,呈条带状构造(图4)、块状构造、层状构造、流动构造、气孔气管构造,显微微晶-隐晶质结构、胶状结构、斑状结构。

矿石物质成分主要是赤铁矿(占20~60%)、石英(占15~40%),并有少量磷灰石、黄铜矿、黄铁矿和大于25%的火山碎屑物质。矿石含铁20~47%, $Ti=0.03\sim 0.1\%$, $V=0.01\sim 0.03\%$, $Ni=0.0001\sim 0.0003\%$, $Cu<0.001\%$, $Co=0.001\sim 0.003\%$ 。物质成分特征是 $Fe_2O_3+SiO_2$ 接近一常数(92%),二者呈反比关系。当含铁少时,硅质增高,成为碧玉岩。碧玉岩中的硅质已经过重结晶作用,石英颗粒彼此相接,而铁质质点依然作定向的流动状分布。

矿石中被挟带的细小物质呈半定向排列或集合体状。熔岩中先行结晶的赤铁矿呈“斑晶”状态存在,边部受到熔蚀,磷灰石呈集合体出现,亦受到熔蚀。反光镜下见紫红色内反射色的物质就是非晶硅质集合体中的大量赤铁矿微粒。这些含硅物质内含有微小的气孔。

根据以上资料,我们认为这种矿石形成过程是:岩浆源分异出的含矿熔融体(原始成分由铁和硅的氧化物等组成)在沿火山管道上升的过程中,部分赤铁矿已晶出并受到熔蚀,而大量含矿熔融体溢出地表成岩流状,由于迅速冷却(使组分不能呈结晶矿物出现,除个别赤铁矿细小晶体析出外,)极大部分铁、硅氧化物(以似矿物状态出现,即铁组分)以极细小分散相的高价状态(因强烈氧化故)分散在与碧石很相似的没有结晶的硅质凝胶中,形成胶状结构、似胶状结构、显微微晶-隐晶结构。但其含铁量达到工业要求,成为“含铁似碧玉岩”。由于粘度大,气体不易逸出,形成了气孔、气管。而早期晶出的赤铁矿晶体和溢出地表后落入的火山物质,在流动过程中形成定向排列,构成条带状和层状流动构造(图4)。

总之,这种矿体是广义的火山熔岩流,但它毕竟在成分、物化性质以及喷溢特征上与其他熔岩不同(由于具有工业价值故名之

谓“喷溢堆积矿床”)。当大量含铁物质频繁剧烈连续地喷溢喷发时,则可在喷溢堆积矿层之上,连续沉积喷发沉积型矿石,二者呈渐变关系,并可形成过渡类型的喷发喷溢型矿石(表3)。

火山期后热液矿床 第二旋回火山活动末期,在次火山岩体封闭了火山管道之后,形成了环状断裂系统这一火山期后大型热液矿床的容矿构造。

容矿构造平面上为半环状,剖面上为钟状(图1),主要分布在次火山岩体的外缘,局部也切穿基底地层。此外,尚有大量规模较小的裂隙构成一个与这一主要构造平行的环状断裂系统。郑开鄂^[1]认为,在垂直力作用下,穹丘状隆起中地表裂隙的分布是放射状的,在内力一再加大到一定值时,最后将形成蛛网状裂隙,而同心环状断裂是沿半径方向最大延伸的结果。我们认为,火山爆发是第二火山旋回后期垂直向上的内力作用的结果。在次火山岩体封闭了火山管道之后,内力和外力并没平衡,垂直向上应力在地表造成放射状裂隙和围绕古火山口的环状断裂,以及次火山岩体冷凝收缩裂隙均为含矿热液的容矿构造。内力的脉动性和承袭性,造成了裂隙的形成和矿化作用的多阶段性。

由于成矿深度不大,氧气进入多,形成上部赤铁矿,深部渐变为磁铁矿的垂直分带现象。

矿石呈钢灰色,硬度大,具块状构造-角砾状构造(图5)、晶洞构造、斑杂构造、胶状构造、浸染状构造、网脉状构造(图6),细粒-微粒-隐晶结构、斑状结构、自形-半自形结构(图7)。矿石成分以赤铁矿为主,假像赤铁矿、磁铁矿、镜铁矿、含铁似碧石次之。脉石矿物以石英为主,其次为玉髓、蛋白石、磷灰石、高岭土和方解石。矿石含磷高达0.2~1.3%,硫低于0.04%, $SiO_2=15\sim 35\%$, $MgO+CaO=3\%$, $Al_2O_3=5\sim 7\%$, $Na_2O=0.12\sim 0.14\%$, $K_2O=0.11\sim 0.28\%$, $Fe_2O_3=65\sim 44\%$ 。

其中 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ 接近92%。伴生元素含量为 $\text{Co}=0.03\%$ ， $\text{Ga}<0.001\%$ ， $\text{Ti}=0.1\sim 0.03\%$ ， $\text{Cu}=0.001\sim 0.003\%$ ， $\text{V}=0.001\%$ ， $\text{Ni}=0.001\%$ ， $\text{Pb}=0.001\%$ ， $\text{Be}=0.003\%$ 。

初步确定有四个成矿阶段：（1）赤铁矿-镜铁矿-石英阶段；（2）磁铁矿-赤铁矿-磷灰石-石英阶段；（3）镜铁矿-石英阶段；（4）似碧石阶段。由此看来，在成矿过程中开始是中温，以后过渡为高温，最后再转变为中温和低温阶段。各矿化阶段间，有明显的构造破碎活动（图8、9）。这是内力脉动性、承袭性的结果。总的趋势是由强到弱，并以热液活动形成的薄膜状方解石脉充填作用而告终。

虽有高温矿物存在，但不是主要成矿物质。由于成矿部位浅，冷却快，围岩蚀变主要是中低温热液蚀变的高岭土化、硅化、绿泥石化和碳酸盐化。

这类矿石的围岩中有明显的交代现象。早期形成的喷发沉积、喷溢堆积型矿石局部有交代作用迭加。

从整个火山活动及成矿特征分析，第一和第二火山旋回有喷发沉积与喷溢堆积矿层和火山期后热液矿床形成；第三火山旋回有喷溢堆积矿层形成。所以本类型矿床为火山活动及其成矿作用中的一个环节，在时间上与其余几种火山活动作用是连续的。由于这类矿床与其他火山活动产物同出于一个火山通道，所以空间上也是一致的。

火山岩和次火山岩含铁量都比较高，其中的微量元素与火山期后热液矿石相同。矿石中具有火山岩、次火山岩中特征的副矿物磷灰石，是火山期后热液矿石中的主要脉石矿物，所以它们在物质成分上也有共性。因此这种含矿热液是火山期后的产物，是本区火山活动中一个重要的环节。它所形成的矿床可称为“火山期后热液矿床”，以区别于其他类型的热液矿床。

結 語

1. 根据以上论述，我们认为矿石与围岩在成因、生成方式（喷发、侵入）、产状这几方面是相同的，只是在岩浆分异过程中，各种有用组分相对集中的程度不同而已。所以本区火山成因的铁矿石与火成岩、火山碎屑岩可作如下对比：

火山熔岩………喷溢堆积矿石；

角砾熔岩、凝灰熔岩………喷发喷溢堆积矿石；

凝灰岩及层凝灰岩………喷发沉积矿石；

次火山岩及脉岩………火山期后热液型矿石。

2. 矿床与受基底断裂控制的陆相火山活动有关，作为容矿构造的古火山口是否含矿，尚须结合围岩蚀变及其他地质现象具体研究，不能说凡是古火山口就一概含矿；矿体也不一定赋存在火山管道中。例如，本区的矿体就是赋存在派生断裂内。从生成过程分析火山期后热液矿床的矿化深度可能很大。这些都是在找矿勘探过程中应注意的。

本文涉及的是在火山岩地区中与火山成因有联系的矿床，但也不排除在火山岩区寻找非火山成因矿床的可能性。关于该矿床的成因，可能有这样或那样的看法和争论。我们根据自己的观察，作了如上阐述和初步探讨，以便引起对火山成因矿床的注意。

毛主席教导我们：“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成”。只要我们遵照毛主席的教导，通过反复实践，加深对这种矿床成因的认识，一定能在火山岩区找矿工作中获得更好成果。

参 考 文 献

- [1] 郑开鄂：“关于在垂直力作用下穹丘状窿起中地表裂隙分布的一些模型试验力学分析”，《地质科学》，1959年第七期

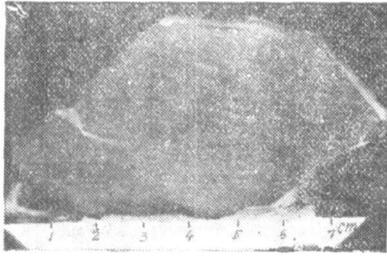


图4 条带状流动构造喷溢矿石

较亮部分由细粒赤铁矿与硅质物构成；较暗部分由火山碎屑质点和含赤铁矿质点的硅质物构成。

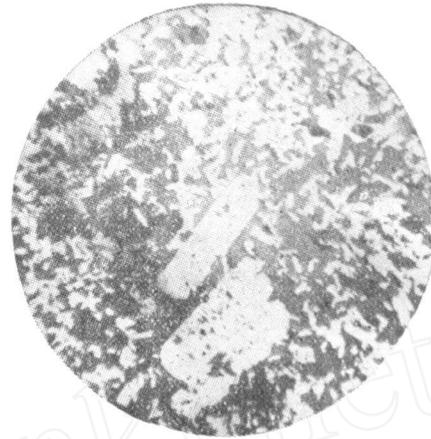


图7 火山期后热液矿石

由自形和半自形赤铁矿（白色）和石英（灰黑色）胶结而成。 反光 ×20

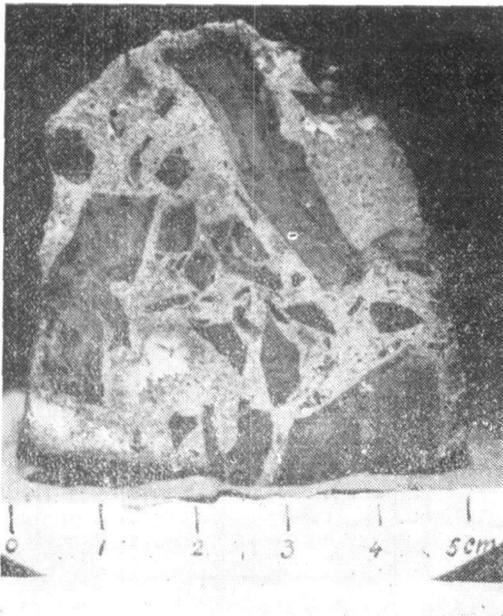


图5 砂页岩角砾状赤铁矿矿石

角砾为砂页岩，胶结物为致密的赤铁矿。

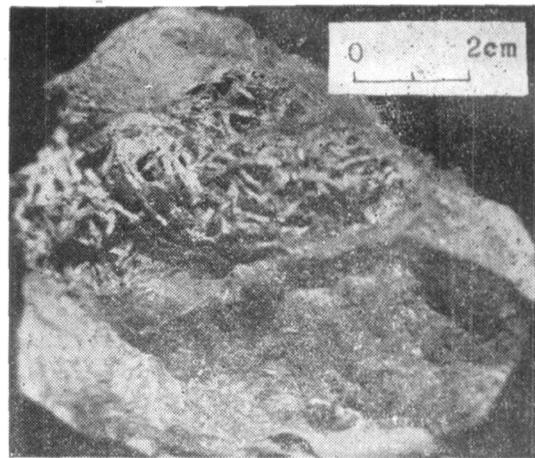


图8 角砾状构造赤铁矿矿石

火山期后热液第二成矿阶段形成的致密赤铁矿集合体（标本的上部和下部）捕获了第一成矿阶段的骨架状赤铁矿集合体角砾。

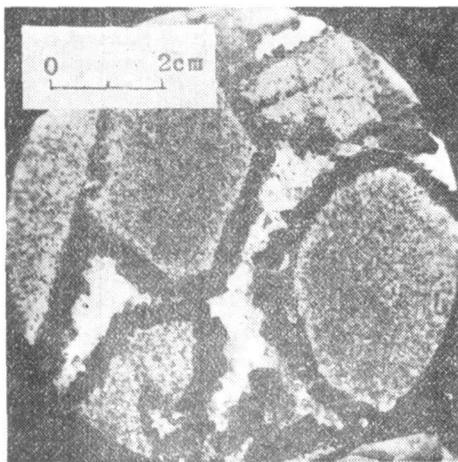


图6 网脉状构造含磁铁矿矿石

磁铁矿（黑）、磷灰石（灰）沿脉壁结晶。方解石充填于脉的中间部分（白）。

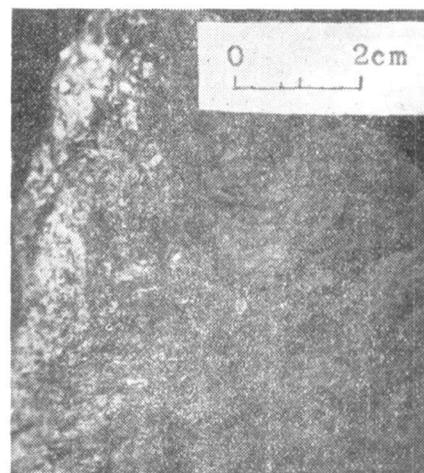


图9 揉皱结构的镜铁矿脉

火山期后热液第三成矿阶段镜铁矿脉（左）切割了第二成矿阶段的赤铁矿（右）。脉中镜铁矿集合体因受力而产生“揉皱结构”。