

皖南里桥地区的控矿构造及矿质来源

杨 协 森

(冶金部华东地质勘查局808队)

控矿因素和矿质来源是探讨矿床成因的两个重要方面。本文从矿体的形态和赋存部位分析控矿构造特征,用微量元素和同位素资料分析矿质来源,目的是探讨里桥地区多金属矿床的成因,指出今后的找矿方向。

关键词: 逆掩断层, 容矿构造, 矿质来源



地质·矿床

皖南里桥地区是一个多金属成矿区。区内牛山至蒋山一线,已发现矿床(点)10多处。笔者根据多年来在该区工作的成果,认为这些金属矿床严格受牛山—蒋山逆掩断层控制,矿体赋存于其上盘的次级断裂中,矿质主要来自地壳深部的混染型岩浆。

区域构造位置

里桥地区位于淮阳古陆和江南古陆之间的下扬子拗陷带东南缘,青阳—句容断陷盆地和泾县—丹阳断陷之间的正向隆起区——茅山断褶带西南端。它的南面是江南深断裂,在卫片和航片上有明显的线性影象,并且是区域重磁异常的分界线。它的北面是青阳—句容深断裂,这里中、新生代构造盆地发育,重力等值线同向弯曲,人工地震反射波在深断裂两侧有明显的错移。两深大断裂之间发育着一组近南北向的区域性大断裂,东面是漕塘断裂,西面是水阳江断裂,卫片影象平直而明显,航磁等值线同向弯曲,地质构造线错动十分清晰。由于近南北向断裂的剪切作用,使区内构造的总轮廓呈向南东

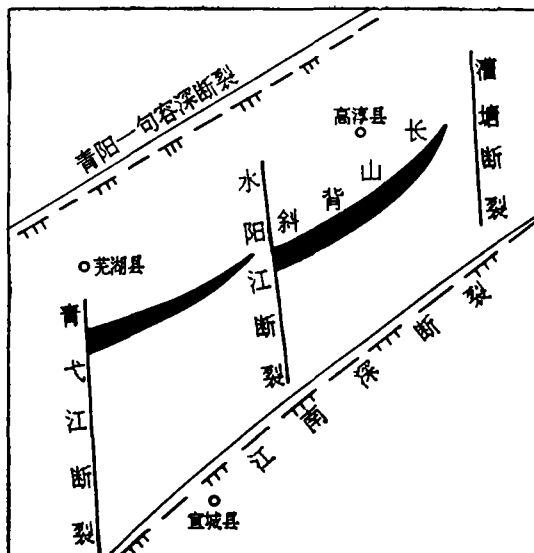


图 1 区域构造示意图

突出的弧形(图1)。

矿区构造特征

根据区域地层沉积间断、沉积建造和韵律旋回特征,将本区地层划分为3个构造层(图2):志留系—泥盆系构造层为浅海相碎屑岩建造和陆相砂岩建造;石炭系—中三叠统构造层为海相碳酸盐建造夹滨海相碎屑岩

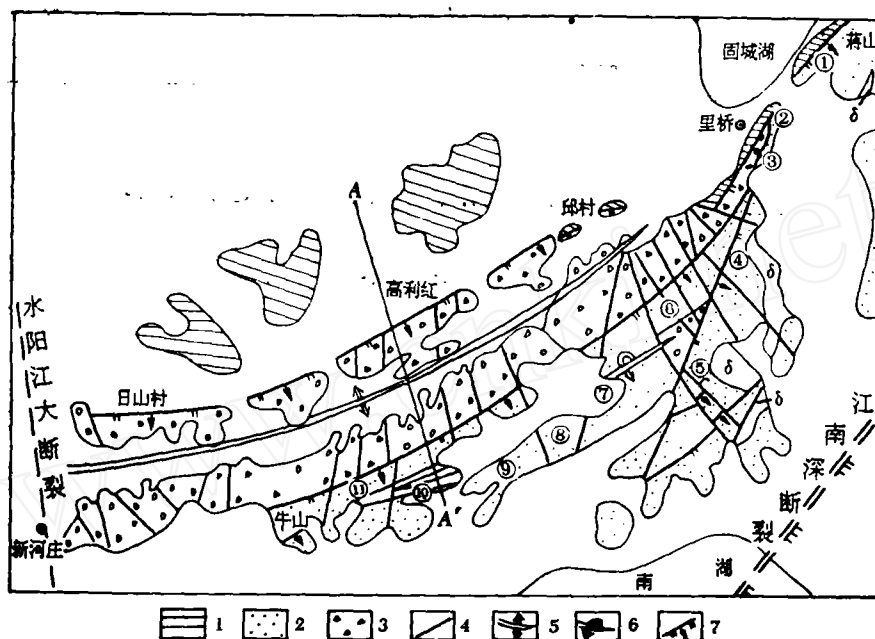


图 2 宣城里桥—新河庄地区地质构造略图

1—白垩系—侏罗系构造层；2—三叠系—石炭系构造层；3—泥盆系—志留系构造层；4—剪切断层；5—长山复背斜；6—铜山—茶山倒转背斜；7—逆掩断层；①蒋山褐铁矿点；②朱山含锰赤铁矿点；③塔山锰矿床；④云山铜矿点；⑤刘下山金铅锌矿点；⑥茶山铅锌矿点；⑦南门岭锰矿点；⑧中门山铅锌矿点；⑨顶门山锰矿点；⑩铜山铜钨矿点；⑪申家冲石墨矿点

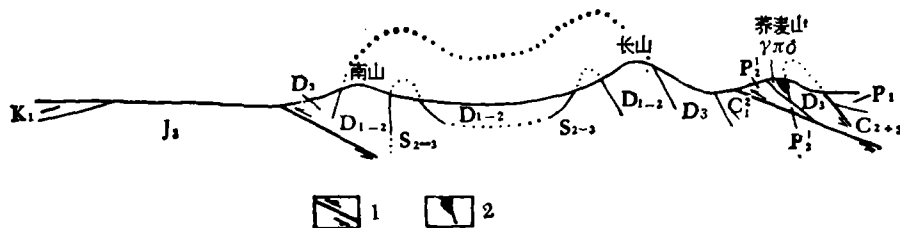


图 3 A-A'地质剖面图

K₁—七房村组砖红色含火山碎屑砂岩；J₁—中分村组安山岩和火山角砾岩；P₁¹—龙潭组炭质砂页岩；P₁²—栖霞组灰岩；C₂₊₃—黄龙、船山群灰岩；C₁¹—高丽山组砂岩；D₃—五通群石英砂岩；D₁₋₂—茅山群紫红色砂岩；S₂₋₃—坟头群黄绿色页岩；γπδ—花岗闪长斑岩；1—逆掩断层；2—铜钨硫铁矿体

含煤建造；侏罗系—白垩系构造层为喷出岩建造和内陆坳陷红色岩（类磨拉石）建造。S—T地层之间为假整合，与J—K不整合。

长山背斜是本区构造的主体，为北西翼陡、南东翼缓的歪斜背斜（图3）。背斜西翼，以日山村—蒋山推覆构造为界；东翼有

铜山—茶山次级倒转背斜，并发育着数条纵向逆断层，呈迭瓦状，以牛山—蒋山逆掩断层最重要。

日山村—蒋山推覆构造呈45~55°走向，断面倾向南东，倾角30°左右。在蒋山—塔山一带见二叠系—泥盆系推覆于白垩系七房

村组之上。塔山东面岩体中施工的钻孔均在深部见到七房村组地层，在高利红至日山村一带见泥盆系推覆于侏罗系分村组火山岩之上。此断层是区域性推覆构造的中段。根据区域资料，推覆构造北起江苏省的茅山顶宫一带，南至泾县水电站均有出露，它与江南深断裂平行，是江南深断裂长期活动而对北西盘产生挤压形成的。

牛山—蒋山逆掩断层发育在长山主背斜与铜山（荞麦山）次级背斜之间，走向45°~50°，倾向南东，倾角25°~50°，地表较陡，深部变缓，平面上与推覆构造小角度斜交。南端见二叠系龙潭组倒掩于泥盆系五通组之上，北端至推覆构造消失，说明其形成比推覆构造早。逆掩断层的上盘发育着规模较小、倾角很陡的逆冲断裂和张性断裂，它们是逆掩断层的次级构造。

除纵向断层外，垂直于主构造线方向发育着一组横向剪切性断层，它们切割地层，破坏矿体和岩体，属成矿后断裂，是近南北向大断裂的次级构造，与推覆构造形成时代相近。

容矿构造特征

区内已发现的内生矿床无一例外地分布于牛山—蒋山逆掩断层的上盘，矿体（岩体）赋存在上盘的张性断裂或逆冲断裂中。

赋存在张性断裂中的矿体（图3、4）具有以下特征：（1）矿体走向与逆掩断层走向平行，上部倾角大于80°，深部渐向南东倾斜。（2）地表出露较宽，规模较大，沿走向和倾向尖灭较快。（3）铜山矿的荞麦山矿段北坡矿体向东出现分叉，塔山锰矿体呈雁行排列，表现张裂不单个发生的规律。

（4）矿体（岩体）与围岩接触面不平整，穿插现象普遍。（5）围岩中角砾岩发育，角砾棱角完好，大小不等，胶结物为侵入体或铁硅质。（6）在荞麦山北坡含矿破碎带中，见有巨大而完好的立方体晶形的假象褐铁

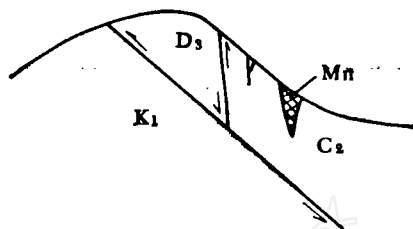


图4 塔山锰矿剖面示意图

矿，边长可达5cm，并有双晶穿插镶嵌等现象，说明成矿时具有充分的空间。

赋存在逆冲断裂中的矿体（图3、5）具有以下特征：（1）矿体走向与逆掩断层走向呈小角度斜交，倾向与逆掩断层一致，倾角陡。（2）地表出露窄，延伸长，长宽比

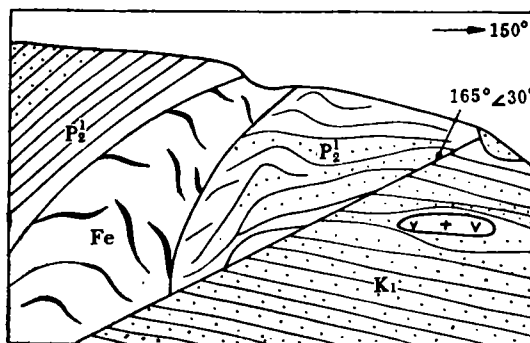


图5 蒋山北露天采坑西壁素描图

大于100。（3）矿体向深部尖灭较慢，有的自地表向深部厚度有增大的趋势。蒋山铁矿明显被后期推覆构造错断，说明成矿作用发生在推覆构造形成之前。（4）矿体与围岩接触面平整，一般硬盘围岩成平直的挤压镜面，软盘围岩产生柔皱。（5）断层角砾岩辗磨得很碎，且不育。在逆掩断层发生过程中，上盘的逆冲断裂在凸凹部位产生虚脱，提供了容矿空间（图6）。二叠系龙潭组中的煤层受铜山花岗闪长斑岩体侵入时提供的热源而变质成石墨后，被挤压到逆冲断裂的虚脱部位，形成了申家冲石墨矿（图7）。

总之，牛山—蒋山逆掩断层的形成和发展，在上盘产生了张性断裂和逆冲断裂。逆

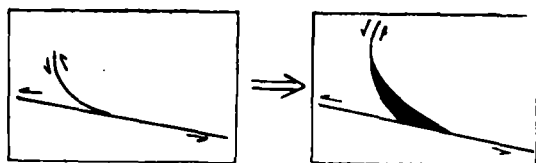


图 6 逆冲羽裂成矿示意图

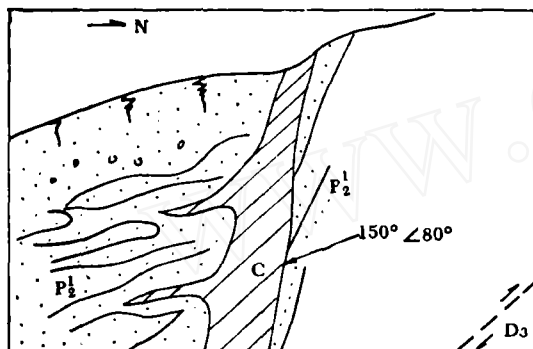


图 7 中家冲石墨矿露天采坑西掌子面素描图

掩断层是该区的导浆（岩浆）导矿构造，逆掩断层上盘的张性断裂和逆冲断裂是该区的容矿构造。

矿质来源

现以铜山、刘下山等多金属矿床为例，对本区的矿质来源问题进行探讨^①。

在远离矿床的地层中采样分析表明，各时代地层中成矿金属元素含量的平均值与元素在地壳同类岩石中的丰度（K·图尔基安和K·魏德波尔，1961年）相比，其比值（浓集系数）一般小于5，即矿源层的存在缺乏有力的证据。

从矿体赋存部位及矿体上、下盘不同岩性的微量元素分析（表1）可以看出：（1）在垂直方向上，中部的Cu、W、Mo、Cr、Co、V、Ba、Sn丰度平均值比上部和下部的低，而Pb、Zn、Sr与上述情况相反，说明Pb、Zn比Cu、W、Mo活泼，在热力作用下运移较远。Cu、W、Mo向深部降低，反映了矿化是一个高温气液流体的沸腾升华过

程，成矿元素向流体的前缘和上方聚集。

（2）东西方向上，中部和下部围岩中Cu、W、Mo、Cr、Ni、Co、V、Zn丰度有从东往西降低的趋势，上部围岩除Cr、Ni、Co、V、Pb外，其他元素都与上述趋势相符，说明成矿热流体有从东往西减弱的趋势。（3）在横向上，Cu、Pb、Zn、Ag、Ga、Cr、Ni、Co、V、As、Sr、Ba具有南弱北强的趋势。

综上所述，成矿热流体是从南东往北西活动的，流动的前缘是在北北西方向，运移方向与逆掩断层的逆掩方向一致。

铜山矿床中黄铁矿的Co/Ni值多数大于1（表2），说明属热液成因。

不同矿物的测温结果（表3）表明，夕卡岩期磁铁矿、磁黄铁矿爆裂温度320~370℃，热液期生成的黄铁矿、黄铜矿爆裂温度110~300℃（多数为210~280℃），深部矿石的形成温度要高于浅部，说明成矿热流体是从深部往上部运移的。

硫同位素分析结果表明（表4）， $\delta^{34}\text{S}$ 平均值为5.85‰，变化范围小，呈塔式分布。说明地幔物质在高温高压下，与深部岩石圈发生了混合岩化作用，并使硫同位素均一化，且为小的正值。侵入岩、矿体、夕卡岩的硫同位素相近，说明三者硫源一致，来自岩浆热液。

铷锶同位素测定结果（表5），刘下山和铜山岩体的磷灰石 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值相近，都在0.7087上下波动，是同一个锶同位素均一化的岩浆源。由于岩浆在长期缓慢的分异过程中Rb的含量不断减少，成矿时代较年轻导致磷灰石中Rb的含量低，而放射成因 ^{87}Sr 相当低，加上难以找到新鲜的样品，故用铷-锶法测定年龄不能得到满意的结果。所测试的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为放射成因比值加初始比值，故

①微量元素和同位素数据均由中国有色金属工业总公司矿产地质研究院提供。

铜山矿体顶底板围岩微量元素在空间上的变化(ppm)

表1

垂直变化	纵向变化	矿带	勘探线	地层	岩性	样数	Cu	Cr	Ni	Co	V	Ba	Pb	Zn	Sr	W	Mo	Sn
上	东 ↓ 西	南矿带上盘围岩	4	P ₁ ¹	灰岩	5	6	10	12	2	10	47	13	11	1246	1	14	1
				C ₂₊₃	灰岩	3	50	4	5	2	3	7	5	670	113	2	23	21
			1	P ₁ ¹	灰岩	6	10	11	56	18	21	5	61	67	620	3	33	1
				C ₂₊₃	灰岩	5	90	9	10	24	0.9	15	4	412	98	16	31	1
			9	P ₁ ¹	灰岩	1	18	27	34	7	22	10	13	44	195	5	1	1
中	东 ↓ 西	北矿带上盘围岩	20	D ₃	砂岩	3	808	74	14	11	84	71	13	17	16	413	67	24
			18	D ₃	砂岩	3	75	32	8	5	32	126	1	5	19	14	14	7
			16	D ₃	砂岩	3	59	48	18	5	48	225	3	11	18	33	0.8	2
			12	D ₃	砂岩	2	24	15	5	1	1.5	49	7	5	10	12	3	1
			4	D ₃	砂岩	3	173	62	14	5	66	376	8	10	45	78	2	2.7
			1	D ₃	砂岩	3	84	68	25	11	94	220	1	5	33	15	1.3	11.5
			7	D ₃	砂岩	2	91	60	12	4	51	185	1	5	19	28.5	1.3	25
			9	D ₃	砂岩	2	70	15	5	2	1.5	34	2	5	1.5	35	1.3	1
下	东 ↓ 西	矿体底板围岩	4	P ₁ ¹	灰岩	1	15	6	18	1	1.5	14	19	120	2000	2	1	1
				P ₁ ²	页岩	2	7	65	28	15	81	421	11	40	103	4	1.5	1.5
			9	P ₁ ¹	灰岩	1	11	15	5	1	1.5	12	2.5	5	2000	1	1	1

铜山多金属矿床黄铁矿中Co、Ni含量

表2

样品位置	黄铁矿产状	Co(ppm)	Ni(ppm)	Co/Ni
CK92/486m, 岩体下盘5m	黄铁矿矿石	430	71	6.06
CK111/275m, 岩体上盘17m	团块状黄铜矿白钨矿黄铁矿矿石	26	60	0.43
CK102/170m, 岩体上盘150m	石灰岩中块状黄铁矿	11	7.8	1.41
CK401/249m, 岩体上盘300m	致密块状黄铜矿黄铁矿矿石	2.5	10	0.25
露天采坑(岩体上盘6m)	早期粗粒黄铁矿磁铁矿矿石	55	14	3.93
露天采坑(岩体上盘3m)	磁铁矿石中晚期黄铁矿化石英脉	14	5	2.80
标高-200m以上(5个样平均)		163	61	2.67
标高200~500m(4个样平均)		194	46	4.22

初始比值应稍低于测试数。前人总结出初始比值在0.707~0.715之间时为混染型岩浆源,这与本区测试结果吻合。

铜山磁铁矿中氧同位素分析结果为: $\delta^{18}\text{O}$ 变化范围4.46~7.35‰,均值6.54‰,与H.P.泰勒资料中的中酸性火成岩相近。花岗闪长斑岩中的副矿物磁铁矿与不同阶段

矿化所形成的不同类型磁铁矿的氧同位素组成基本上一致,说明二者是在同一个含矿热流体系中形成的。

铅同位素数据(表7)均落在普通铅演化三角图的小三角形范围内(图8),均属正常铅,组成稳定均一。法夸尔、卡明、拉塞尔(Farquhar、Cumming、Russell)等指

测 温 结 果 表(°C)

表 3

采 样 位 置	岩 矿 石 名 称	成 矿 期	测定矿物	爆 炸 均 一 温度 温度
铜山露天采坑	透辉石夕卡岩	夕卡岩期	磁铁矿	370
铜山东采坑	粗晶黄铁矿磁铁矿矿石	夕卡岩期	磁铁矿	350
铜山东采坑	致密块状磁黄铁矿矿石	夕卡岩期	磁黄铁矿	320
铜山CK70(M4m)	黄铁矿化夕卡岩	热液期	黄铁矿	260
铜山西采坑	花岗闪长岩中黄铁矿脉	"	"	225
铜山东采坑	石英脉中黄铁矿	"	"	280
铜山东采坑	晚期黄铁矿脉(切割岩体中磁铁矿黄铁矿脉)	"	"	260
铜山CK1021(184m)	块状黄铜矿黄铁矿	"	"	225
铜山CK85(37m)	粗晶块状黄铜矿黄铁矿	"	"	110
CK111(275m)铜山与东采坑	团块状黄铜矿黄铁矿(CK111)与黄铜矿磁黄铁矿矿石 (东采坑)组合样	"	黄铜矿	220
铜山西采坑	夕卡岩中石英脉	"	石英	310
铜山东采坑	岩体中石英脉	"	"	355
	磁铁矿体中石英脉	"	"	340
刘下山CK31(413m)	致密块状黄铁矿矿石	"	黄铁矿	280
刘下山CK36(142m)	致密块状含金黄铁矿矿石	"	"	190

不同地质体 $\delta^{34}\text{S}(\text{‰})$ 数值特征

表 4

硫化物产状	采 样 数	测定矿物	分布范围	变化范围	平 均 值
花岗闪长斑岩	铜山2件	黄 铁 矿	5.8~5.9	0.1	5.85
矿体及夕卡岩	铜山12件 刘下山4件	闪 锌 矿 黄 铜 矿 黄 铁 矿	4.2~6.9	2.7	5.58
围 岩	铜山10件	黄 铁 矿	3.0~5.9	2.9	4.22

岩体中磷灰石铷、锶同位素测定结果表

表 5

采 样 位 置	岩 石 名 称	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
铜山CK91(420~470m)	轻微绿泥石化、钾化花岗闪长斑岩	0.000833271	0.709968
铜山CK70(40~70m)	轻微钾化、绿泥石化花岗闪长斑岩		0.707320
铜山CK88(438~442m)	轻微钾化、绿泥石化星点状黄铁矿化花岗闪长斑岩	0.00183036	0.706700
铜山CK109(400~426m)	硅化、绿泥石碳酸盐化花岗闪长斑岩	0.00205361	0.711075
铜山81(416~427m)	花岗闪长斑岩(较新鲜)		0.70946
刘下山CK31(51~72m)	含辉石角闪闪长岩(轻微浸染状黄铁矿化)	0.00127727	0.707730

铜山磁铁矿氧同位素测定结果 表 6

取样地点	样 品 岩 性	$\delta^{18}\text{O}\text{‰}$	平均值
东采坑	蚀变花岗闪长斑岩	7.44	6.54
东采坑	磁铁矿化夕卡岩	4.46	
东采坑	粗晶含铜黄铁矿磁铁矿矿石	6.90	
东采坑	块状磁铁矿矿石	7.35	

出,正常铅是从深部源富集,并与火成活动紧密相关的。说明铅直接来自矿区的侵入岩。

根据区域资料,云山辉石闪长岩 137Ma,江南深断裂另一侧的麻姑山花岗闪长玢岩 133~137Ma,铜山铅同位素 R·S·F 法模式年龄 138Ma,说明岩体侵入和成矿作用均发

方铅矿铅同位素测定结果表

表 7

采 样 位 置	样 品 名 称	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$
铜山120(235m)	黄铁矿方铅矿磁铁矿化夕卡岩	18.337	15.649	38.594	1.1718
云山CK20(594m)	黄铁矿方铅矿化大理岩	18.111	15.620	38.026	1.1595
云山CK20(594.5m)	"	18.120	15.676	38.454	1.1559

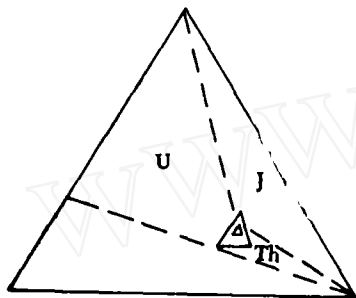


图 8 卡农铅同位素三角图

中三角形为正常铅范围，其中的小三角形为本区
数据投影范围

生在燕山运动中期。

综上所述，本区金属矿床的矿质来源于深部混染型岩浆，矿体与岩体在时间、空间、化学成分方面都有密切的关系，矿床成因类型属岩浆期后热液矿床。

结 论

1. 通过区域沉积建造、岩浆活动、形变特征和同位素年龄资料分析，将区内构造的发展过程分为印支、燕山和喜山 3 个阶段。印支运动以前为大面积浅海相沉积区，自寒武纪到中三叠世沉积厚达数千米的砂页岩和碳酸盐岩，加里东运动表现为漫长的、连续的、大幅度的升降运动，海西运动表现

为频繁的振荡运动。印支运动开始，本区上升挤压，形成褶皱。燕山运动早期，区内地层进一步褶皱、断裂，形成倒转背斜和逆掩断层；中期以火山喷发、岩浆侵入为主，伴随金属矿床的形成；晚期以断裂作用为主，产生推覆构造和横向剪切性断层。喜山运动时期，推覆构造和横向剪切性断层仍有活动，并使青阳—句容深断裂和江南深断裂造成的拗陷形成更加平缓的构造盆地。

2. 牛山—蒋山逆掩断层是重要的导矿构造，其上盘（尤其是前锋部位）产生的张性断裂和逆冲断裂是本区的容矿构造。日山村—蒋山推覆构造是区域性推覆构造的一段，属成矿后断层，目前的研究对象仅是推覆体。

3. 矿质来源于地壳的深部。由地幔物质和深部壳岩混熔的岩浆因分异作用而产生了含矿热流体。含矿热流体自地壳深部，经江南深断裂，沿牛山—蒋山逆掩断层上升，在逆掩断层上盘的次级张性断裂和逆冲断裂中充填、交代、分异富集成矿。

4. 找矿方向在逆掩断层的上盘，尤其是前锋部位。本区南东面还有两条与上述逆掩断层同时形成的逆断层，应在它们的上盘开展找矿。随着找矿的深入，应加强逆冲断裂的研究，寻找隐伏的虚脱部位的盲矿体。

Ore-controlling Structure and Source Material of the Liqiao Area, in Southern Anhui Province

Yang Xiesen

A study of the ore controlling factors and the sources of ore materials is of great importance to ascertain the origin of a mineral deposit. With a purpose of studying the genesis of the polymetallic deposits in the Liqiao area, Southern Anhui and pointing the way for future ore exploration, the ore-control structural features are analysed based on the shape and position of occurrence of the ore-bodies, and the source materials are studied in the light of trace element and isotope data.