

刘家坪铜矿火山岩系 岩石构造特征及找矿意义*

唐子林

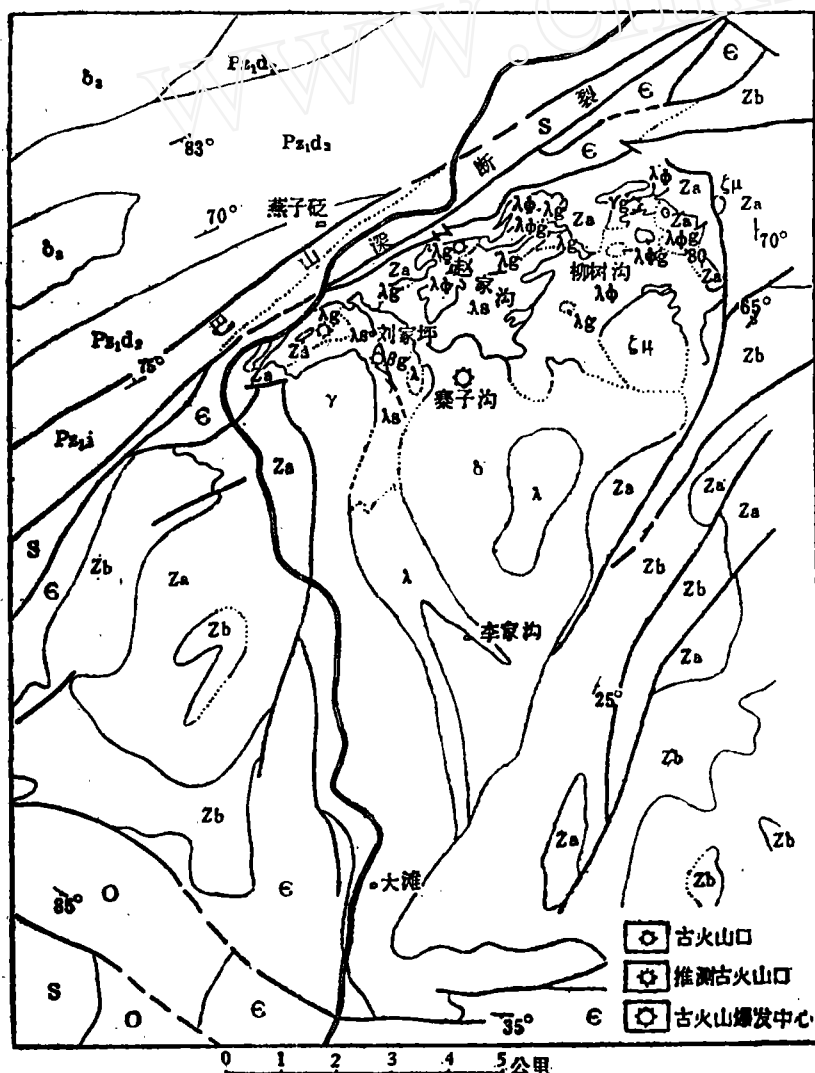


图1 刘家坪铜矿外围区域地质图

βg—基性凝灰角砾熔岩；λg—凝灰角砾岩；λφg—角砾—集块岩；λs—豆状凝灰熔岩；λ—凝灰熔岩；λφ—石英钠长斑岩；εμ—英安玢岩；δ—闪长岩；γ—花岗岩

*文中引用的资料是我队全体同志的劳动成果，部分图件由徐效勇同志编制，薄片主要由黄仲洲、王桂芳同志协助鉴定。

在毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针指引下，近年来，我队在刘家坪铜矿外围开展以铜为主的普查找矿，获得了有关该区地层、岩石、构造及蚀变矿化的大量资料，初步认为可能为一“火山穹窿”构造，刘家坪铜矿与此种构造有生成关系。现将部份资料整理成文，供作参考。

区域地质概况

本区属扬子准地台龙门一大巴山前缘拗陷带之西缘，北面与秦岭地槽南秦岭加里东褶皱带毗邻，以龙门一大巴山深断裂为界（图1）。

南秦岭加里东褶皱带为碧口群绿色变质火山岩系，以紧密线状褶皱为其特征。

龙门一大巴山前缘拗陷带出露地层为下古生界浅海碎屑岩相沉积。本区构成一

轴向北东、两端紧闭之背斜构造。背斜核部有火山岩和花岗闪长岩产出。

与火山岩接触的地层主要为震旦系南沱组凝灰质砂板岩及凝灰质砂砾岩。区内多为砂状凝灰岩或砂砾状晶屑岩屑凝灰岩（以下简称副岩系）。

本区出露的火山岩，是以中酸—酸性为主的浅成喷发岩。花岗岩及闪长岩产于其中。由于分异结果，闪长岩可分为石英闪长岩、闪长岩、辉石闪长岩及辉长岩等，并遭受轻微蚀变。花岗岩以暗色矿物较少、未见蚀变为特征。南部花岗岩中见有闪长岩捕虏体，其成分与火山岩基本化学组分近似，可能为同源异相的产物。岩体呈岩株及岩盘产出，侵入震旦—寒武纪地层及火山岩中。据前人用钾—氩法测定，该岩体绝对年龄为365百万年，应为海西早期产物*。

火山构造的初步分析

（一）火山岩的特征（表1）

按其岩相特点，大致可分为以下三类：

凝灰角砾岩类 包括流纹质凝灰角砾岩、流纹质角砾—集块熔岩、基性凝灰角砾熔岩等，含大量副岩系的角砾和集块，火山碎屑结构，角砾状构造，多呈椭圆筒状、环状、透镜状产出，属近火山口相产物，为区内主要含矿岩石，夹有少量凝灰岩夹层或透镜体。

凝灰熔岩类 包括豆状凝灰熔岩和片理化凝灰熔岩，含大量副岩系捕虏体，部份显熔岩特征，为斑状结构、变余球粒结构，流纹构造及杏仁状构造。部份向凝灰岩过渡时则显凝灰岩特征，为碎斑结构，凝灰结构。碎屑以晶屑为主，岩屑较少，多分布于中心喷出口周围。

次火山岩类 分两种：1）石英钠长斑岩，斑状结构，斑晶为更一钠长石及石英，基质为霏细结构、球粒结构，块状构造。基质成份以长英质为主，暗色矿物为绿泥石及

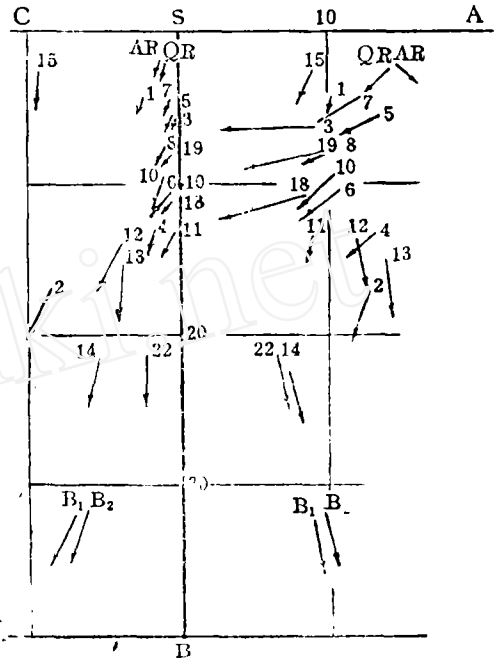


图2 刘家坪地区各类岩石的查氏图解

石英钠长斑岩（3、5、7、8、10、18、19）；基性凝灰角砾熔岩（14、22）；凝灰角砾岩（11）；闪长岩及花岗岩（4、1、15）；辉长岩（2）；凝灰质砂砾岩（12）及凝灰质砂岩（13）；公认的石英角斑岩（QR、AR）；公认的细碧岩（B₁、B₂）

绢云母。呈岩株、岩盘产出。2）英安玢岩，以含酸性斜长石与石英钠长斑岩相区别，二者为过渡关系，呈岩株产出。

上述火山岩有如下特征（图2）：

1. 属铝过饱和系列含钠火山岩类。但含钠很少大于5%，区域性富含钠质，钠质含量均低于国外公认的细碧角斑岩，见有钠长石交代斜长石现象。

2. 与公认的细碧角斑岩平均标准矿物相比，石英钠长斑岩多集中于Or—Ab—An”三角形中靠“Or—An”线附近（图3），基性凝灰角砾熔岩矢量均偏离细碧岩矢量很远。

3. 熔岩中未见海底喷发特征的枕状构造。相反，气孔及流动构造发育。基性凝灰角砾熔岩中见有多孔的浮岩砾石。凝灰角砾岩多为熔结凝灰岩类，火山玻璃及火山灰发育。

4 区内未见火山碎屑—正常海相沉积建造，更未发现砂岩或灰岩等层状正常沉积物。

*见《地质学报》，1975年，第一期。

表 1

类 别	编 号	元 素 岩石名称	组 分 含 量 (%)										查 氏 数 值									
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	a	C	b	S	f'	m'	a'	n	Q
凝灰角砾岩类	14	基性凝灰角砾熔岩	55.00	1.96	13.48	7.25	3.51	0.21	5.36	4.16	2.47	0.55		6.5	5.2	21.5	67	48	44	7.9	87	51.4
	11	凝灰角砾岩	72.520	0.24	11.76	1.85	3.94	0.31	1.70	0.22	3.32	1.58		8.9	0.26	13.5	71.4	39.6	20	38	76	32.7
	22	基性凝灰角砾熔岩	51.82	2.14	12.91	8.52	4.66	0.24	4.66	5.83	3.60	0.060	0.394	7.25	1.96	22.7	61.2	55	36.5	C'/8.7	100	-19.35
凝灰熔岩类		"	52.02			5.65	6.48		3.87	7.85	2.99	0.12										
	28	豆状凝灰熔岩	75.68	0.14	11.21	4.35	2.31	0.025	1.02	1.17	4.20	0.80	0.028	9.89	1.35	7.77	30.95	44.63	20.66	34.71	88.31	43.18
	29	"	75.61	0.23	11.55	3.62	1.78	0.125	1.64	0.49	4.30	1.70	0.021	8.94	0.56	10.56	79.50	25.3	22.98	51.72	74.65	42.91
次 火 山 岩 类	30	"	73.46	0.23	11.75	5.35	2.89	0.20	1.46	0.31	3.50	1.42	0.038	9.09	0.32	12.32	78.23	34.71	18.68	46.63	78.87	38.10
	3	石英钠长斑岩	79.85	0.18	11.16	1.53	0.58	0.045	0.15	0.19	4.30	0.35		9.23	0.19	6.38	84.20	28.71	3.96	67.36	94.52	49.35
	7	"	77.07	0.20	12.23	1.16	1.80	0.01	0.70	0.47	4.87	1.84		11.90	0.46	4.63	82.00	45.30	19.70	34.70	84.00	45.74
山 岩 类	5	"	74.79	0.26	12.55	0.89	2.10	0.058	0.64	0.38	5.00	2.09		13.31	0.45	5.56	80.68	48.34	18.60	32.56	78.64	32.29
	18	"	76.04	0.20	11.92	3.30	0.83	0.06	1.19	0.10	2.12	2.71	0.023	8.05	0.14	11.10	81.00	26.80	17.10	5.50	54.00	45.37
	8	"	74.28	0.24	11.65	1.38	2.79	0.20	0.82	0.65	4.08	1.76		10.80	0.78	7.60	81.00	51.70	17.20	32.70	78.20	41.60
岩 类	19	"	77.33	0.22	11.66	2.50	1.05	0.01	0.84	0.00	2.53	3.67	0.032	10.20	0.00	7.90	81.90	26.63	16.90	56.50	51.30	43.40
	10	"	77.29	0.19	11.63	0.65	4.09	0.09	1.48	0.74	3.92	1.66		10.30	0.84	9.50	79.00	45.30	26.10	28.10	78.50	36.92
	31	"	75.68	0.14	10.86	4.90	2.00	0.05	1.24	0.31	2.90	1.64	0.049	8.24	0.32	10.23	81.19	30.68	18.86	41.61	73.43	45.60
侵入岩类	33	"	78.19	0.13	11.82	3.85	2.05	0.01	0.49	0.37	4.20	1.74	0.045	11.01	0.44	6.14	82.38	47.92	15.54	39.58	79.07	42.33
	34	"	72.70	0.24	12.56	3.80	1.93	0.03	1.51	0.62	4.75	1.34	0.055	11.67	0.71	9.81	78.45	31.57	24.18	44.44	79.12	32.21
	32	英安岩	73.36	0.20	11.07	4.65	2.38	0.01	0.80	0.93	4.20	1.70	0.085	11.12	1.67	9.19	78.71	39.86	15.98	46.15	79.07	32.82
侵入岩类	1	花岗岩	74.89	0.21	11.79	2.11	1.48	0.04	0.39	2.02	4.42	0.51		10.24	2.39	4.26	83.11	75.00	15.63	3.40	93.51	43.35
	15	"	71.08	0.46	12.01	6.68	1.61	0.10	1.71	2.43	4.04	0.25	0.057	8.90	0.30	2.86	79.40	59.00	30.00	11.34	94.00	37.68
	4	闪长岩	63.87	0.73	14.84	3.57	3.63	0.19	1.94	1.24	5.13	1.42		13.31	1.48	13.17	72.04	51.02	24.49	24.49	83.84	15.98
侵入岩类	2	辉长岩	49.99	0.75	21.46	4.80	4.09	0.12	3.45	6.32	4.49	1.12		12.53	8.34	16.97	62.14	51.74	36.96	11.30	85.88	-9.16

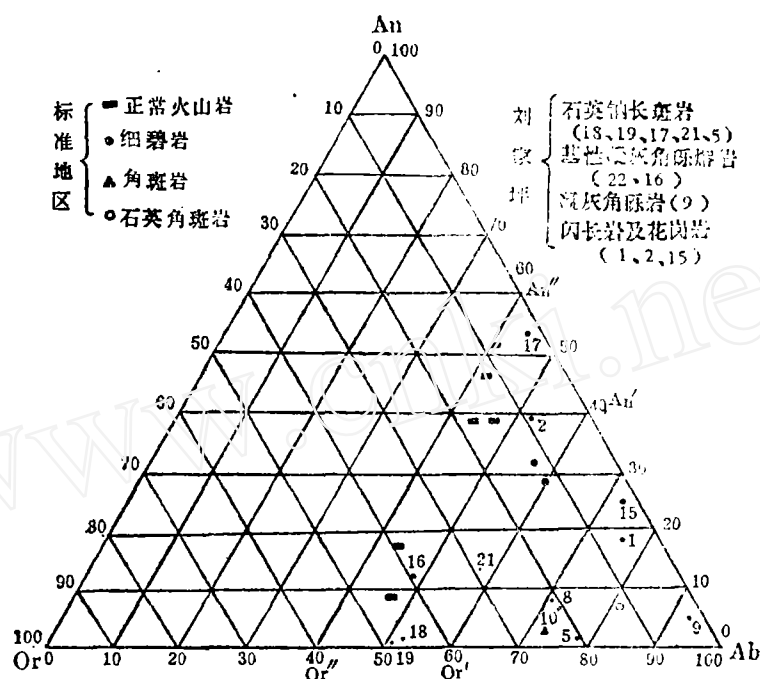


图3 标准的细碧角斑岩与刘家坪火山岩平均标准矿物Or—Ab—An图解对比

5 $\text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{FeO}$ 。

据上述特点判断,该岩系可能为陆相流纹岩及流纹斑岩受后期区域性钠质交代的结果,列为细碧角斑岩系尚缺乏足够依据。

(二) 火山岩系与围岩的接触关系

区内震旦纪不同层位的地层,与火山岩构成“海湾”式接触面,地层出露不全,产状直交。火山岩均未遭受变质,接触面上又未见古风化壳。在南沱组砂砾岩中,很少见到火山岩的砾石。而火山岩则含有震旦系的包体。凝灰角砾岩中见有副岩系的角砾。而震旦纪地层又被次火山岩侵入。砂砾岩中的基质,根据分析结果属安山岩类,正常系列,与上述火山岩不同类。

上述现象表明,火山岩与震旦系为“侵位”或“侵入”接触关系。从发育史来看,区内缺失泥盆—石炭系沉积,二迭系角度不整合于下古生界之上,与绝对年龄测定资料相吻合。其时代可能为上古生代。

(三) 火山构造初步分析

火山岩以寨子沟闪长岩为爆发中心,沿正、副岩系接触带派生了一系列侧旁火山

口。岩体和四周地层向外倾斜,形成一“火山穹窿”构造(图4)。由于后期岩浆侵入频繁,致使火山口构造轮廓遭受破坏。其表现为:

1. 寨子沟中心爆发口为闪长岩堵塞,附近熔岩见有部份集块-角砾熔岩残体。
2. 以寨子沟为中心,周围见有一系列放射状断裂,其中部分被岩脉充填。越接近中心,脉岩越发育。闪长岩体即沿北西向的放射状断裂延伸至震旦纪地层。
3. 凝灰角砾岩的角砾成份复杂,产状近于直立,呈椭圆筒状、透镜状产出。
4. 靠近接触带的震旦纪地层常挤压成复杂的褶皱,尤以底部凝灰质砂砾岩中发育,远离接触带则少见,反映了以火山口为中心,其围岩由近到远的特征现象。
5. 围绕火山岩体见有一系列环状断裂分布于接触带或副岩系中(图1)。西侧的花岗岩即沿边缘环状断裂侵入。

上述现象说明,区内出露的较老岩层是震旦系凝灰质砂砾岩,较新的是火山岩、闪长岩及花岗岩。火山爆发时,震旦系大背斜

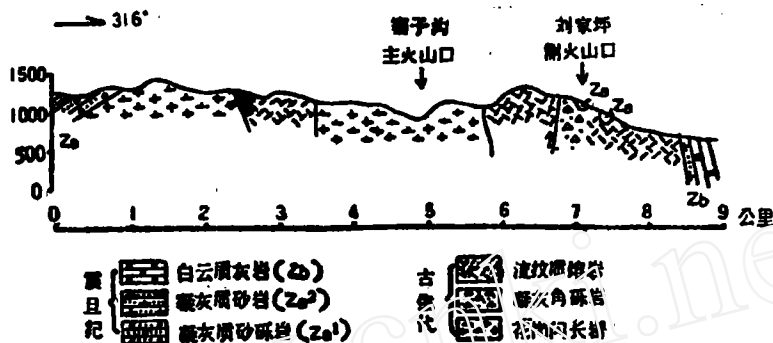


图4 刘家坪外围地质剖面图

中心被冲破，角砾-集块熔岩堵塞了喷火口，熔岩溢出后吞没了角砾-集块熔岩及副岩系。同时大背斜翼部次一级背、向斜核部的软弱部份被冲破，产生了一系列侧旁火山口，后被凝灰角砾岩及石英钠长斑岩充填和侵入，花岗岩则沿边缘喷火口及环状断裂侵入，形成现在的“火山穹窿”构造（图5）。

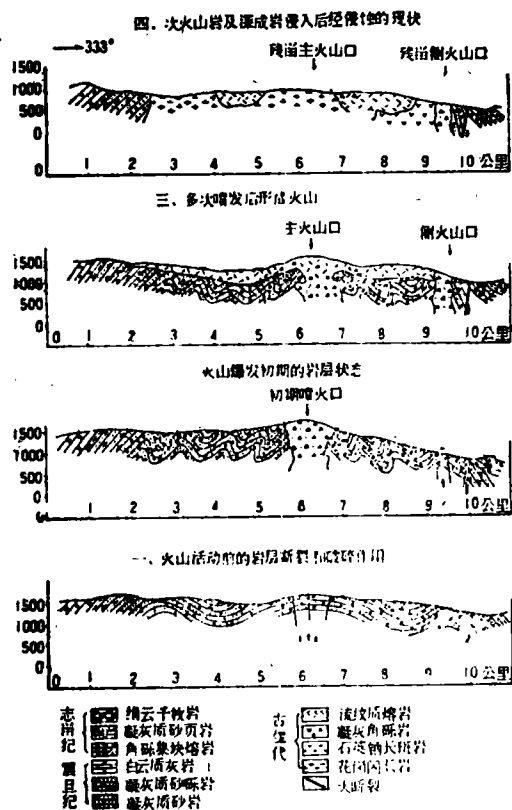
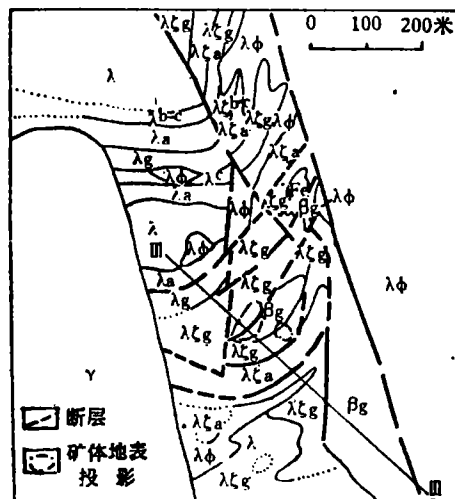
图5 刘家坪铜矿区古火山再造理想模式图
(据实测剖面及区域资料推想整理)

图6 刘家坪矿区地质图

βg—基性凝灰角砾岩；λg—凝灰角砾岩；λa—粗粒凝灰岩；λg—凝灰角砾熔岩；λa—粗粒凝灰熔岩；λb—中细粒凝灰熔岩；λ—凝灰熔岩；λφ—石英钠长斑岩；γ—花岗岩

火山岩筒矿化特征

(一) 刘家坪含矿火山岩筒特征(图6)

1 矿区地层及含矿岩石 矿区位于大背斜之北翼近扭转变端，出露地层为震旦系南沱组凝灰质砂板岩及凝灰质砂砾岩，由于火山活动，被火山岩占据，部份受到改造。但从矿区采集的部份未蚀变之捕虏体进行对比结果，其岩性特征与震旦系相当，并非火山岩中之沉积夹层。

矿区含矿围岩为基性凝灰角砾熔岩及酸性凝灰角砾岩。

基性凝灰角砾熔岩：玻晶交织结构，角

砾状构造。角砾一般呈次棱角状，个别次圆状，角砾大小1~10厘米，成份为凝灰角砾岩、熔岩、基性火山岩、石英、赤铁矿等，部份含有板岩、粗面岩碎块。为熔岩胶结，部份被凝灰质胶结。胶结物为酸性斜长石（已钠长石化）、火山玻璃和绿泥石，次为绿帘石、石英、火山碎屑等。可见部份杏仁和气孔构造，多为绿泥石及石英充填。呈椭圆状产出，产状较陡，向北西倾伏，向下分枝。其生成可能是基性熔岩贯入凝灰角砾岩使之混熔的结果，多见于矿体之下盘。矿区东南侧的基性凝灰角砾熔岩，角砾分布不均，以安山-玄武质熔岩为主。

凝灰角砾岩：火山碎屑结构，角砾状构造，角砾成份复杂，被凝灰质胶结，分布于基性凝灰角砾熔岩周围，大致呈环状；为矿体上盘围岩。坑内与矿体接触的角砾岩，由于片理化及矿化蚀变，角砾不清。石英钠长斑岩侵入及其后期断层影响，使矿体围岩中见有部份凝灰岩及石英钠长斑岩。矿体中及上盘围岩中见部份千枚岩透镜体，可能为落

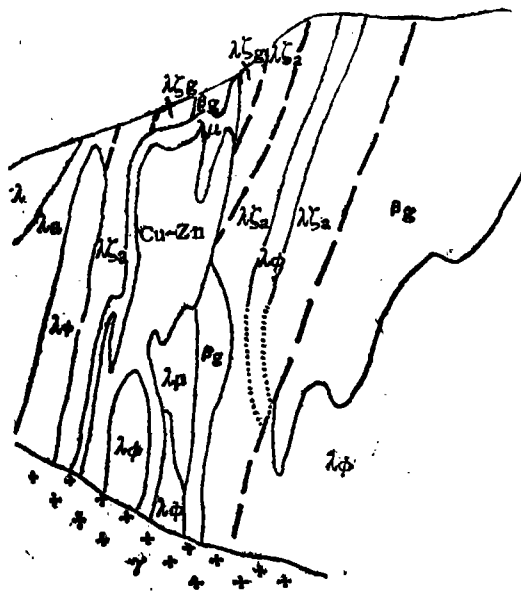


图7 刘家坪矿区地质剖面图

λga—粗粒凝灰岩；βg—基性凝灰角砾熔岩；λφ—石英钠长斑岩；λfg—凝灰角砾岩；Y—花岗岩；λμ—蚀变带；Cu-Zn—铜锌矿体



图8 刘家坪火山口周围的环状断裂

入岩筒中的震旦系残体，不能视为矿体围岩（图7）。

2. “火山构造”特征 刘家坪铜矿位于大背斜北翼近扭转端之次一级背、向斜中，由于褶皱、断裂发育，造成软弱带，导致火山喷发，形成火山管道，被凝灰角砾岩堵塞，为后期基性熔岩充填，并有石英钠长斑岩侵入。岩筒轮廓遭受破坏。

据现有资料，初步认为刘家坪含矿火山岩筒是派生于寨子沟中心爆裂口的侧旁火山口，其特点是：

1) 矿体充填于基性凝灰角砾熔岩与凝灰角砾岩中，先以酸性喷发为主（中心式），后有基性熔岩溢出（裂隙式），晚期有酸性熔岩贯入，多期活动形成矿体。

2) 岩筒呈椭圆状，矿体呈透镜体筒状，产状近于直立，上富下贫，向下分枝，对称水平分带清晰，随岩筒的侧伏矿体亦向西侧伏。明显受岩筒控制。

3) 火山管道附近，常形成陡倾斜断层和裂隙，呈环状分布。矿体与围岩多为断层接触。这是古火山口构造特征（图8）。

4) 围岩蚀变呈同心带状分布。

5) 岩筒部分地表地貌上形成陷落区，反映火山口的地貌特征。

3. 矿体地质特征 1) 矿体形态及赋存部位：刘家坪铜矿体赋存于古火山管道内的基性凝灰角砾熔岩及凝灰角砾岩中，已发现四个矿体，以8号矿体最大。矿体为不规则之筒状，宽××米，长××米，延深××

矿物生成顺序表

表2

矿物名称	成矿时期	热液成矿期				表生作用期
		喷发期	高温	中温	低温	
透闪石						
阳起石						
绿泥石						
绿帘石						
红帘石						
石英						
磁铁矿						
黄铁矿						
黄铜矿						
闪锌矿						
方铅矿						
绢云母						
重晶石						
方解石						
高岭土						
赤铁矿						
孔雀石						
铜蓝						
黄铁钾矾						
褐铁矿						
褐铁矿						

米。水平断面略呈透镜状，向北、向下分枝明显。倾向 $300\sim 310^\circ$ ，倾角 $80\sim 88^\circ$ ，矿体与围岩界线清楚，多为断层接触。

2) 矿石结构构造及物质成分：矿石以自形—半自形粒状结构为主，次为他形，块状、条带状、浸染状及角砾状构造。黄铜矿及铅锌矿物多呈胶结物，或细脉充填于黄铁矿晶粒间，或充填于裂隙及角砾间，或交代脉石矿物。块状矿石分布于矿体中心，条带状矿石见于两侧边缘，浸染状及角砾状矿石见于矿体与夹石的过渡地段，但一般少见。

金属矿物主要有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿，次为辉铜矿、黝铜矿、磁铁矿、赤铁矿等。脉石矿物为重晶石、绿泥石、石英、绢云母等。矿物生成世代关系见表2。

3) 围岩蚀变及分带：围岩蚀变以矿体为中心，大致构成一同心带状。可分内、外蚀变带。外蚀变带以浅色蚀变为主，最外为绿泥绢云母带，伴有重晶石化及弱绿泥石化。中间带为黄铁矿化褪色带，以硅化、黄铁矿化为主，伴有高岭土化及黄铁钾矾化。内蚀变带以深色蚀变为主，主要为绿泥石化，伴有绿帘石化。矿体即赋存于绿泥石化带中。

4) 矿化作用：大致可划分为以下生成阶段（表2）。

① 喷发气成阶段：火山喷发时，含有硫

与硅酸盐类的喷气使围岩产生一系列蚀变，如绢云母化、硅化及早期黄铁矿化、重晶石化，磁铁矿化等。

② 火山期后热液阶段：黄铜矿—黄铁矿阶段：火山活动后期石英钠长斑岩侵入，聚集于火山期后的含矿溶液上升，沿火山管道角砾岩间的断层及裂隙运移富集成矿。成矿溶液中主要金属元素是铁、铜、铅、锌，其中铁离子浓度远远大于其他元素，最先析出，与硫离子结合生成晶形完好的黄铁矿。温度下降，铜离子浓度相对增高，在有利的弱碱性条件下，析出铜及少量铅、锌。黄铜矿交代早期的黄铁矿，或充填于黄铁矿间，形成条带状矿石，分布于矿体两侧，并产生硅化，绿泥石化等。为矿区主要成矿期。

闪锌矿—方铅矿—黄铁矿阶段：含铜溶液逐渐沉淀并向围岩渗透，温度逐渐降低，铅、锌离子浓度不断增加，铅、锌及硫逐渐析出，充填于黄铁矿、黄铜矿间，或交代早期矿物，形成矿体中心的硫锌矿石带。

方解石—重晶石阶段：热液活动后期，闪锌矿继续沉淀，含钡的低温溶液沿裂隙充填于矿体中心，与闪锌矿共生，或构成重晶石脉，穿插于前期矿物间。由于交代作用，出现许多钙、镁离子，与热液中二氧化碳结合，生成碳酸盐脉，分布于矿体中心的硫锌

矿石带中。

(3) 氧化淋滤阶段：由于是隐伏矿体，表生作用较弱，近地表硫化物氧化成孔雀石、铜蓝、褐铁矿。磁铁矿氧化为赤铁矿。绢云母转化为高岭土等。

通过近年来的工作还认识到，赵家沟的矿化蚀变以及物化探异常，也与火山岩筒有关，并查明了一些证据。

对成矿控制条件的初步认识

矿床的形成受多种因素制约，矿液来源是内在的主导因素，而有利于矿液运移和停集的导矿和储矿构造是外在因素。刘家坪铜矿的成矿因素较多，火山的多期活动及次火山岩的侵入是矿液的主要来源。震旦系向斜核部之火山岩筒及其伴生之裂隙和断裂，有利于矿液运移和停集。按其特点可能应属“火山期后热液”矿床。现对成矿控制的几点粗浅认识分述如下：

1. 成矿母岩：矿区花岗岩未见含铜矿物和其它金属矿物。部份铜量测定结果含铜均接近或低于区域克拉克值。大面积次生晕测定未显示异常。矿石中普遍含Ag、Ga、In、Ge、Cd等微量元素，而花岗岩中均未见痕迹。花岗岩与火山岩接触带的蚀变，以微弱的热力烘烤褪色为主，未见其它蚀变，也未见含金属矿物。因此，把矿液来源寄托于花岗岩，很难使人信服。相反，火山岩或次火山岩具有上述特点。铁、硫离子浓度较高，才能形成含硫较高之黄铁矿型铜矿。所以，沿火山岩或次火山岩找矿是今后该区找矿的方向。

2. 围岩条件：矿体主要赋存于凝灰角砾岩筒之中或边缘。角砾岩孔隙度大，便于矿

液运移和停集，是铜矿生成的有利场所。凝灰角砾岩是寻找该类型矿床的岩石标志。

3. 构造条件：刘家坪铜矿矿化方向与岩筒的北东 $30\sim 40^\circ$ 一组断裂密切相关，受环状断裂及与之伴生之多组裂隙控制。古火山岩筒及其伴生的断层、裂隙是成矿的有利构造。

4. 围岩蚀变：矿体赋存于深色蚀变带中，强绿泥石化中心是矿体赋存部位。深色蚀变带的出现指示离矿体部位较近。浅色蚀变发育较全，各种蚀变综合出现，指示深部可能有矿体存在，若有深色蚀变带伴随出现，分带现象明显，更应注意寻找盲矿体。

5. 表生氧化作用形成的含褐铁矿、孔雀石、铜蓝等铁帽，是寻找黄铁矿型铜矿的有效标志。

找矿意义及存在问题

燕子砭火山岩为中酸—酸性钠质火山岩，伴有次火山岩及侵入岩等复杂的火山杂岩体。凝灰角砾岩、凝灰熔岩及次火山岩非常发育，为一含矿的火山岩筒。构造条件对成矿十分有利，加上浅色蚀变较发育，小矿化点及物、化探异常星罗棋布，近矿蚀变的深色带已为深部普查钻孔证实存在，且矿化增强，有小型铜、锌矿体，为今后开展深部找矿工作开创了有利前景。刘家坪铜矿的生成条件，更给我们指出了寻找该类型矿床的标志。但由于我们对火山岩及火山岩矿床的调查研究工作处于摸索阶段，很多问题涉及到岩石学、矿床学的根本问题。所以，存在问题较多，争论也大。加上工作程度和业务水平所限，影响了该区的找矿工作。

