

岩石 矿物

武山铜矿北矿带黄铁矿的成因矿物学研究

崔 彬, 杨明银, 詹朝阳
(中国地质大学地球与资源学院, 北京 100083)

[摘 要]武山铜矿是长江中下游铁、铜、金成矿带一个重要组成部分,通过对武山铜矿北矿带的成因矿物学研究,可将其划分为沉积成因系列与热液成因系列两大类,从而进一步证明武山铜矿北矿带为在正常沉积基础上,由燕山期岩浆热液叠加改造的层控矿床。
[关键词]武山铜矿 黄铁矿 成因矿物学
[中图分类号]P571 [文献标识码]A [文章编号]0495 - 5331(2002)05 - 0044 - 05

江西武山铜矿床是我国长江中下游铁、铜、金成矿带的一个重要组成部分。它由南、北两个矿带组成(图 1),目前对南矿带的认识比较一致,公认为“夕卡岩型”,而对北矿带的成因,主要有岩浆热液矿床、同生沉积矿床、海底火山喷气矿床和火山沉积—叠加改造矿床等观点。本文重点研究了北矿带的成因。

1 矿床地质特征

1.1 地层

区内出露志留系至三叠系大部分地层,其中主要赋矿地层石炭系中统黄龙组(C₂h)为浅海相碳酸盐建造。下段(C₂h)为灰白—青灰色厚层状白云岩,厚 532 m,底部有一层厚 0.35 m 的胶黄铁矿层,层状高岭土赋存于其中;上段(C₂h)为灰白色厚层灰岩,偶见燧石结核,厚 2258 m。

1.2 构造

武山矿田位于区域横立山—黄桥向斜东段北翼。矿区中表现为一个单斜构造,区内断裂构造发育,主要有 NEE、NW 和 NNE 3 组,其中以 NEE 向断裂最为发育,它控制了区内主要岩脉的展布。该组断裂多与岩层走向一致,为 55°75°,其中尤以五通组与黄龙组之间的层间破碎带最为发育。多次的构造活动使该断裂成为区内重要的控岩、控矿断裂。

1.3 岩浆岩

矿区内岩浆岩主要由主岩体花岗闪长斑岩和一系列脉岩组成。主岩体花岗闪长斑岩为一岩株,侵

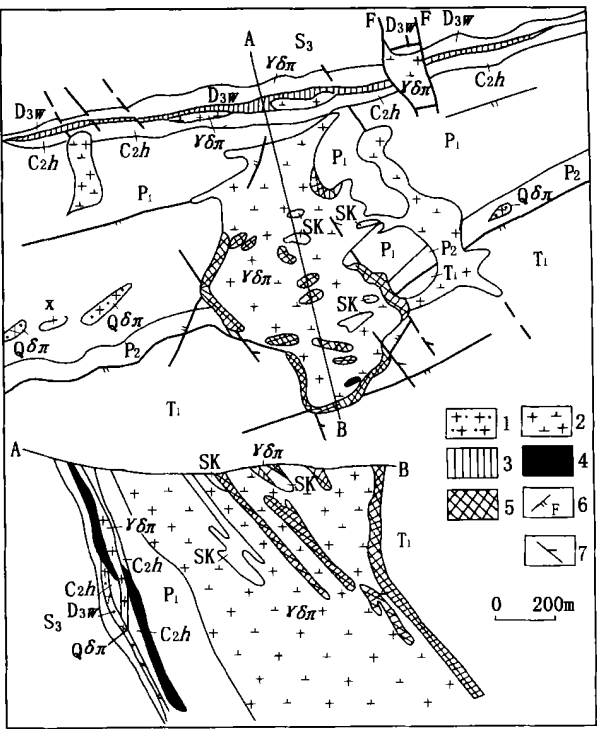


图 1 武山铜矿床地质图

T₁—下三叠统;P₂—上三叠统;P₁—下二叠统;C₂h—中石炭统;D₃w—上泥盆统;S₃—上志留统;x—煌斑岩;SK—夕卡岩;1—石英闪长斑岩;2—花岗闪长斑岩;3—铁帽;4—层状含铜黄铁矿矿体;5—夕卡岩型铜矿体;6—压扭性断层;7—张扭性断层

位于二叠系—三叠系碳酸盐岩中,呈一向东南倾斜的圆锥体。花岗闪长斑岩呈灰白色,具块状构造,斑状结构,斑晶主要为斜长石、钾长石、黑云母、角闪石、石英等,副矿物以磷灰石、榍石为主,其次为锆石、金红石等。自岩体中心到边部,岩石结构从似斑

[收稿日期]2001 - 10 - 10;[修订日期]2002 - 02 - 04;[责任编辑]曲丽莉。
[第一作者简介]崔 彬(1948 年 -),男,1983 年毕业于武汉地质学院北京研究生部,教授(博士生导师),长期从事矿床地质和资源经济学的教学、科研和管理工作。

状过渡为斑状,斜长石斑晶的 An 含量从 20 %~27 %~32 %逐渐增高, SiO₂ 含量降低, Fe₂O₃、MgO、CaO 含量逐渐增大;黑云母斑晶中的 (SiO₂ + Al₂O₃) 和 (K₂O + Na₂O) 含量逐渐减小, (FeO + Fe₂O₃ + MgO) 含量逐渐增大,说明岩体具有一定的相变,边缘相存在一定的同化混染作用。

1.4 北矿带矿体特征

1) 矿体的形状及产状

北矿带主要由 3 个矿体组成。

号矿体规模巨大,产于晚石炭世黄龙组底部,呈似层状、厚板状产出,产状与地层产状基本一致,倾向 165°,倾角 56°~64°。矿体长 2700 m,倾向延伸在 600 m 以上,厚 530 m,平均厚 16.8 m,沿走向东西两端厚度变小,沿倾斜自上而下有增大的趋势,矿石类型为含铜黄铁矿及含铜胶黄铁矿岩水石。

号矿体层位高于 号矿体,于黄龙组的中下部,呈似层状产出,厚 1.55~5 m,平均厚 2.5 m。矿石类型主要为含铜黄铁矿,次为含铜大理石。

号矿体则产于黄龙组上部,或黄龙组灰岩与二叠系栖霞灰岩之间,产状与地层产状大致相同,矿石类型主要为含铜铅锌矿石。

2) 胶黄铁矿层的特征

通过钻孔及坑道的详细观察,北矿带矿体除主要由含铜晶质黄铁矿组成之外,还普遍存在块状胶黄铁矿和层纹状、条带状胶黄铁矿层,其层纹则与上、下地层层理一致。这层胶黄铁矿沿地层产状分布;非常稳定,厚 36 m。常见晶质黄铁矿交代、穿插或包裹胶黄铁矿的现象(图 2)。胶黄铁矿从远 —

靠近晶质黄铁矿脉,具如下规律性变化:

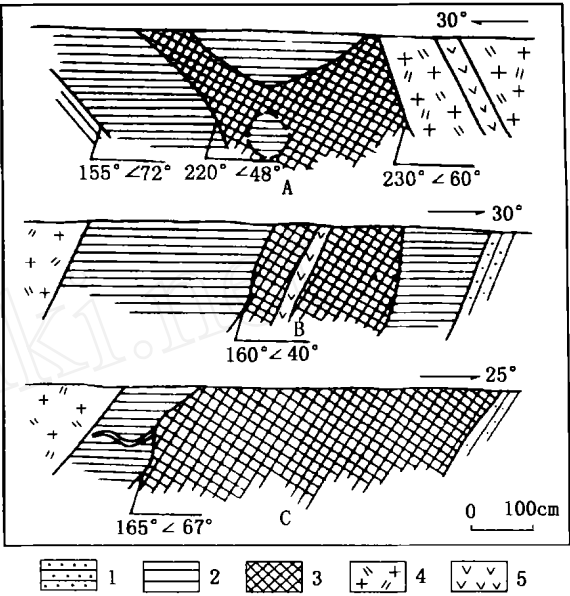


图 2 武山铜矿北矿带剖面图

1—五通组砂岩;2—胶黄铁矿层;3—晶质黄铁矿脉;
4—花岗闪长斑岩;5—煌斑岩

(1) 层纹状胶黄铁矿的层纹由细变粗;层纹由较稳定变为柔皱,相对较强,其胶黄铁矿晶化程度也由弱变强。如从胶黄铁矿、细粒白铁矿组合变为晶化黄铁矿、白铁矿组合,而在晶化黄铁矿中,还残存有胶裂纹。

(2) 从表 1 可知,无论是层纹状或是块状胶黄铁矿,从远至靠近晶质黄铁矿, S: Fe 原子比值减小; Cu、Ni、Se、Fe、As 等元素含量增高, Ag、Mn、V 含量相对降低。反映受热液变质改造的叠加程度,从弱到强的变化。

表 1 武山铜矿北矿带胶黄铁矿层—晶质黄铁矿脉成分变化

类型	采样位置	序号	样品编号	含量(%)														e:S 原子比
				Fe	S	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	Se	Te	As	Co	Ni	Mn	V	
层纹状	- 120mE12 Kp 采采采	1	W- - 52	45.56	53.43	0.35	0.00	0.00	0.00	0.18	0.44	0.05	0.00	0.00	0.00	0.09	0.05	1:2.03
		2	W- - 51	64.32	52.62	0.57	0.00	0.00	0.00	0.15	0.05	0.06	0.15	0.00	0.12	0.00	0.02	1:1.98
块状	- 20mE17 Kp	1	W- - 86	46.15	53.28	0.04	0.00	0.04	0.00	0.20	0.04	0.10	0.04	0.00	0.00	0.10	0.06	1:2.01
		2	W- - 87	46.70	53.13	0.26	0.00	0.06	0.00	0.08	0.07	0.04	0.05	0.00	0.04	0.01	0.01	1:1.90

测试单位:中国地质大学(北京)探针室。

(3) 块状胶黄铁矿组合,由全为同心环带状胶黄铁矿—胶黄铁矿与晶化的细小微粒黄铁矿、微粒黄铁矿组合—晶化微粒黄铁矿集合与细—中粒黄铁矿组合。表明晶化程度增加。

(4) 胶黄铁矿矿石中非金属矿物,主要为石英或碳酸盐矿物,晶质颗粒增大。

由此可见,胶黄铁矿层为早先沉积形成之物,大部分晶质黄铁矿为后期热液顺层穿插、叠加在胶黄

铁矿层之上,使其发生不同程度的重结晶,其结构、构造及矿物组合都发生了不同程度的变化。

2 黄铁矿的标型特征

由于矿床中金属矿物 80 %以上为黄铁矿,系统研究不同类型黄铁矿的标型特征,对探讨矿床成因具有重大意义。为此,系统地选取不同特征的黄铁矿,如胶状、层纹状、条带状以及“层状”高岭土中的

黄铁矿,花岗闪长斑岩中的黄铁矿,作人工重砂以选取黄铁矿单矿物,作物性及化学成分标型,进行深入的分析对比研究以期对矿床成因获得满意的解释。

2.1 黄铁矿的物性标型

物性标型主要是从黄铁矿的形态、显微密度、红外光谱、晶胞参数、热电系数、形成温度等方面进行研究,并获得满意效果,现择其中部分详述之。

1) 显微比重

用显微比重管法测定的各类黄铁矿比重见表 2。

表 2 武山铜矿中不同类型黄铁矿的密度

样号	类 型	采样位置	显微密度 (g/cm ³)
W - 100	结核状 Py	檀山凹	4.904
W - 39	胶 Py	- 2mW2 采	3.68(偏低)
W - 68	胶 Py	- 16.7mE15 采	4.80
W - 13	层纹 Py	ZK6015 - 663.5m	4.86
W - 51	层纹 Py	- 12mE4 采	4.89
W - 11	条带 Py	ZK6015 - 672m	4.92
W - 137	Py 角砾	- 40mW6 川	4.90
W - 98	石英脉中 py	此矿带废石堆	4.97
W - 138	细粒 Py	- 40mW6 川	4.98
W - 171	晶粒 Py	OmE9	4.95
W - 1	花岗岩中 Py	ZK6015 - 743m	4.97
W - K	层状高岭土中 Py	- 16.8mE12 采	4.98

注:Py 为黄铁矿;测试单位:中国地质大学(北京)矿床室。

由表可见:(1)黄铁矿密度可明显分为两大类: $d < 4.92$ 和 $d > 4.95$ 。具较小密度的为胶状、层纹状、条带状及角砾状矿石中的黄铁矿;具较大密度的为岩体中、高岭土中、晶质及脉状黄铁矿。前者为具沉积组构的沉积黄铁矿系列,后者为具热液交代组构的热液黄铁矿系列。(2)沉积系列黄铁矿从胶状—层纹状—条带状,随变质作用的加强,其密度亦同步增加,黄铁矿角砾的密度与沉积系列的较一致,表明它可能与沉积黄铁矿具成因联系,故角砾状黄铁矿矿石中角砾可能为早期同生沉积产物。

热液系列黄铁矿之间密度差异甚小,表明它们可能具同一成因。

2) 红外吸收光谱

图 3 表明所测矿物的吸收峰值一致,均为黄铁矿(明显的 4 级峰),看起来似乎差异不大,但第三、四吸收峰的波形特征,仍可显示其差异:(1)岩体中、层状高岭土中及粗晶、细晶黄铁矿的各吸收峰强度大,吸收谷很深;而地层中结核状、胶状、层纹状、条带状及角砾状黄铁矿的各吸收峰强度小、吸收谷稍低,为前者的 0.50.8 倍,表明二者间的差异。(2)层

纹状、条带状、角砾黄铁矿及地层中结核状黄铁矿的红外吸收光谱形、波数一致,反映可能属同一成因,即沉积成因。胶黄铁矿晶化程度较低,谱形稍有差别,如第一、二、三吸收峰不明显。晶质黄铁矿、高岭土中及岩体中黄铁矿波形一致,反映其具同一成因。(3)沉积系列黄铁矿由胶状—层纹状—条带状,随着受变质改造程度的增加,其红外吸收光谱吸收峰强度具明显增加的趋势。特别是第四吸收峰最为清楚,反映随受后期变质改造程度的加强,使黄铁矿红外吸收光谱谱形呈规律性变化。

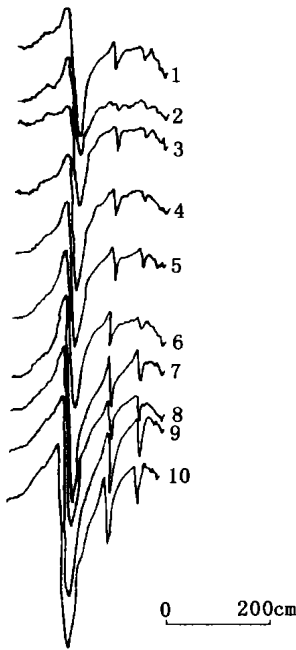


图 3 武山铜矿黄铁矿的红外光谱图
1—结核状;2—胶状;3、4—层纹状;5—条带状;6—角砾状;7—细晶;8—粗晶;9—高岭土中;10—岩体中
(测试单位:国家建材地质研究所)

2.2 黄铁矿的化学成分标型

对黄铁矿的常量元素 Fe、S 及微量元素的含量比值(Co - Ni - As 原子百分比;Co、Ni 含量及 Co/ Ni;Se 含量及 S/ Se;Au 含量及 Au/ Ag;Pb/ Zn 比值等)进行研究,获得一系列成因信息。现择要介绍如下。

1) Co - Ni - As 原子百分比

将各类型黄铁矿的 Co、Ni、As 含量换算成原子百分比(表 3),并在 Co - Ni - As 三角图上投影,从中可见(图 4):

(1)地层中结核状黄铁矿、胶黄铁矿、层纹状黄铁矿及条带状黄铁矿,均落在沉积—层控黄铁矿区内,反映出沉积成因特征;

(2)晶质黄铁矿则落在夕卡岩—热液黄铁矿投影区,反映出热液成因的特点;

表 3 武山铜矿各类型黄铁矿的 Co、Ni、As 原子质量分数

序号	样号	采样位置	类型	原子数			原子质量分数 (%)		
				Co	Ni	As	Co	Ni	As
1	W- - 100	檀山凹	地层结核状 Py	0.3504	0.8351	0.7170	18.42	43.89	37.69
2	W- - 39	- 2 mW2 采场	胶状 Py	0.0932	0.3426	1.5380	4.72	17.36	77.92
3	W- - 68	- 16.7 mE4 采场	胶状 Py	0.0523	0.6824	0.8397	3.32	43.34	53.33
4	W- - 51	- 12 mE4 采场	层纹状 Py	0.5171	0.5047	0.9517	26.20	25.57	48.42
5	W- 13	ZK6015 - 663.5 m	层纹状 Py	0.5995	0.5825	0.9394	28.26	27.46	44.28
6	W- 11	ZK6015 - 672 m	条带状 Py	1.0750	0.8566	1.3556	32.27	26.06	41.24
7	W- 137	- 40 mW6 川	角砾 Py	0.0852	0.0256	0.6028	11.94	3.59	84.47
8	W- - 100	北矿带废石堆	石英脉中 Py	0.5379	0.5521	0.6220	31.42	32.25	36.33
9	W- 138	- 40 mW6 川	细晶 Py	0.6153	0.3547	1.4355	25.58	14.72	59.68
10	W- 171	0 mE9 川	粗晶 Py	0.8105	0.3450	2.3261	23.25	9.90	66.85
11			夕卡岩中 Py	6.8217	2.3169	0.6273	69.85	23.72	6.42
12	W- - K	- 16.8 mE12 采场	层状高岭土中 Py	3.6854	5.3491	0.3971	39.08	56.71	4.21
13			花岗岩中 Py	5.6000	4.9233	2.8030	42.02	36.94	21.03

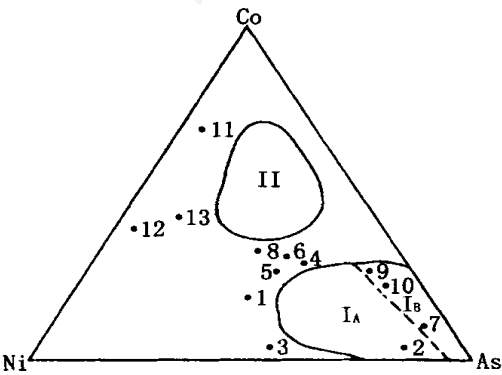


图 4 各类黄铁矿的 Co - Ni - As 原子百分比
A 沉积与层控(沉积—改造)黄铁矿投影区；B 夕卡岩—热液黄铁矿投影区；斑岩型矿床黄铁矿投影区,武山各类黄铁矿投影 1—13 为序号,见表 4

- (3)角砾黄铁矿成分点落在沉积与热液两区之界线上,反映出后期热液作用的影响；
(4)高岭土中及岩体中黄铁矿,则落在斑岩型

矿床投影区附近,反映出其与岩体的关系；

2) 聚类分析

取表 4 中各类黄铁矿 Cu、Pb、Zn、Mo、Co、Ni、Se、As、Ti 等元素为变量,各类型黄铁矿的 Q 型聚类分析,结果如图 5。取相关系数 $\gamma = 0.2$,各类型黄铁矿

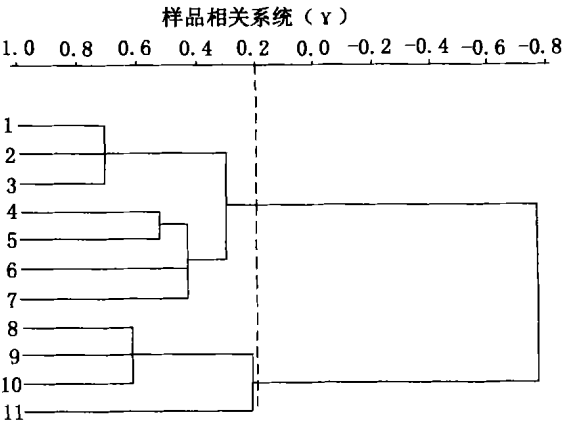


图 5 不同类型黄铁矿的 Q 型聚类分析

表 4 武山各类型黄铁矿微量元素含量

序号	样号	采样位置	Cu	Pb	Zn	Mo	Au	Ag	Co	Ni	Se	As	Ti	Fe(%)	S(%)
1	W- - 100	檀山凹	176.79	3398.04	169.25	17.91	2.05	36.99	20.65	48.01	<1	53.72	7.31	44.71	52.82
2	W- - 39	- 2mW ₂ 采	2656.20	762.93	738.25	1.96	2.37	43.75	5.49	20.11	1.86	62.66	140.61	43.28	51.09
3	W- - 68	- 16.7mE ₁₅ 采	2839.62	335.39	114.11	22.16	3.67	40.08	3.08	40.05	32.07	62.91	143.07	44.21	51.53
4	W- - 51	- 12mE ₄ 采	6139.47	104.53	120.62	1.96	6.71	40.08	30.47	29.62	68.01	71.30	15.53	43.60	51.85
5	W- 13	ZK6015 - 663.5m	3928.00	57.94	245.76	1.53	2.45	43.32	35.33	34.19	32.36	70.38	6.60	44.18	51.72
6	W- 11	ZK6015 - 672m	418.54	30.14	51.04	0.69	4.57	38.39	63.53	50.28	41.16	101.56	<5	47.45	50.87
7	W- 137	- 40mW ₆ 川	320.26	460.99	79.51	<0.5	4.63	41.78	5.02	<3	3.58	45.16	<5	47.56	51.14
8	W- 138	- 40mW ₆ 川	4894.83	217.06	197.92	8.14	5.00	39.50	36.26	20.82	28.76	107.55	<5	47.38	51.66
9	W- 171	OmE ₉	3953.40	47.70	69.15	8.15	4.91	39.37	47.76	20.25	32.48	174.27	<5	46.78	51.25
10	W- - 98	北矿带废石堆	63.10	59.82	102.70	<0.5	2.40	39.44	31.70	32.40	53.39	46.60	<5	43.42	53.34
11	W- - k	- 16.8mE ₁₂ 采	941.01	1606.61	2448.31	219.48	2.55	38.73	217.18	313.94	18.81	349.83	11.44	43.04	52.90
$\gamma_{\text{PT}}(5)$			1030	90	224	82			330	289		210		43.65	53.32
CuSK(19)			4445	231	438	13			402	136		47			

注:表中细晶与粗晶 Py 的 Cu、Pb、Zn、Mo、Ni 含量分别为 11 个细晶 Py 与 4 个粗晶 Py 的平均值, γ_{PT} 及 CuSK 中 Py 成分据赣西北地质队。测试单位:中国地质科学院测试所 ICP 等离子光谱分析。

可明显地分为两组：地层结核状、胶状、层纹状、条带状及角砾黄铁矿为一组,属沉积成因黄铁矿系列;

高岭土中、粗晶、细晶及石英脉中黄铁矿为另一组,为热液系列黄铁矿。两组之间相关系数很低,为 - 0.7684,反映出两类黄铁矿形成条件的环境的不同,造成所含微量元素明显的差异。

综上所述,从各种黄铁矿的物性及化学成分、红外光谱的研究,可将矿床中黄铁矿划分为:沉积成因系列及热液成因系列两大类。沉积成因系列的黄铁矿受后期热液叠加作用的影响,其晶化程度、物性及化学成分等均有不同程度的改变,随晶化程度的加强呈有规律性地变化。从而进一步说明武山北矿带为一沉积热液叠加改造的层控矿床。

[参考文献]

- [1] 陈光远.成因矿物学与找矿矿物学[M]. 重庆:重庆科学出版社. 1985.
- [2] 翟裕生,姚书振,林新多,等. 长江中下游地区铁铜(金)成矿规律[M]. 北京:地质出版社, 1992.
- [3] 翟裕生,姚书振,崔 彬.成矿系列研究[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1996.
- [4] 翟裕生,姚书振,周宗桂. 长江中下游铜金矿床矿田构造[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1999.
- [5] 涂光炽. 中国超大型矿床(I) [M]. 北京:科学出版社, 2000.
- [6] 崔 彬,李忠文,等. 江西九—瑞地区铜金成矿系列[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1992.
- [7] Cui Bin. The alteration zoning and origin of the Tongguanshan stratabound skarn copper deposit - skarn—their genesis and metallogeny[M]. Theophrastus publications A p 1991 ,313.

RESEARCH GENETIC MINERALOGY OF PYRITE FOR NORTH ORE ZONE OF WUSHAN COPPER DEPOSIT

CUI Bin, YANG Ming - yin, ZHAN Zhao - Yang
(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract :Wushan copper deposit is an important part of Fe, Cu and Au metallogenetic belt in the middle and lower reaches of the Yangtze River. Through research genetic mineralogy of pyrite for North ore zone of Wushan copper deposit, its pyrites might be divided into the sedimentary series and the hydrothermal series. It is a stratabound deposit which formed on the basis of ordinary sedimentary formation and was superimposed and changed by Yanshan ore - bearing magma hydrothermal solution.

Key words :Wushan copper deposit, pyrite, genetic mineralogy