

地质 矿床

滇东北渔户村组
富铅锌矿成矿地质特征及找矿标志

陈启良
(云南有色地质勘查院,昆明 650216)

[摘 要]渔户村组为滇东北富铅锌矿的重要产出层位。通过成型或基本成型的茂租、金沙厂、五星、乐红、大海等矿床,论述了滇东北渔户村组富铅锌矿的成矿地质特征,认为其与热水沉积成矿作用和后期改造作用有关,并总结了地质找矿标志。

[关键词]富铅锌矿床 成矿地质特征 找矿标志 渔户村组 滇东北

[中图分类号]P618.42;P618.43 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2002)01-0022-05

滇东北是我国铅、锌、锗的重要产地之一。分布于昆阳群黑山头组、震旦系顶部与下寒武统之间的渔户村组、上泥盆统宰格组、下石炭统摆佐组、下二叠统茅口组等 5 个层位中,其中渔户村组中的铅锌矿,已探明大型矿床 1 个、中型矿床 3 个、小型矿床及矿点或矿化点数 10 个(表 1),是滇东北地区最重要的赋矿层位之一。最近在会泽五星南段大海一带渔户村组中的富铅锌找矿工作,取得了新的突破,显示了滇东北渔户村组富铅锌找矿的巨大潜力。

表 1 滇东北渔户村组富铅锌矿(点)简表

矿床(点)	产 地	工作程度	储量或资源量	平均品位
茂 租	巧家县北 48km	深评	Pb + Zn66 万 t,伴生 Ag、Cd、Ge、Ga、In2238 t	Pb1.94%, Zn5.68%
东 坪	茂租矿南东 8km	初查	中~大型远景	Pb + Zn7.07%(6.5~22.5%)
金沙厂	永善南南西 59km	详查	Pb16.8 万 t, Zn18.2 万 t	Pb4.07%, Zn5.03%
五 星	会泽县北 10~15km	详查	Pb25.6 万 t, Zn9.9 万 t	Pb1.69%, Zn4.38%
大 海	会泽县南 28km	预查	3341(原 E 级) Pb + Zn19.9 万吨	Pb3.52%, Zn5.8%
乐 红	鲁甸县西 28km	初查	中~大型远景	
白龙潭	寻甸县北北西 40km	检查	中型远景	

1 成矿地质背景

滇东北地区大地构造位置属扬子准地台(一级单元)之滇东台褶带(二级单元),包括滇东北台褶皱、会泽台褶皱、曲靖台褶皱 3 个三级单元。按板块

学观点,为扬子板块西缘之昆阳裂谷东侧的陆核高原地体(任治机等,1996)。

滇东台褶带褶皱基底为中元古代昆阳群地层,出露于东川—会泽和巧家渭姑、太平场、牛首山等地。盖层为震旦系、古生界、中生界、新生界的巨厚地层,总厚在 1 万 m 以上,显示了该区长期拗陷的沉积特征

北东向构造遍布全区,与南北向构造共同组成本区的主导构造,基本控制了滇东北铅锌银矿床(点)的展布方向(图 1)。从北向南可依次划分为:巧家—莲峰断裂、大宝厂—长发碛断裂、五星—迤车迅断裂、金牛厂—矿山厂断裂、寻甸—德泽—双河断裂、牛首山—马龙—格宜断裂、羊碛—马街断裂、弥勒—师宗大断裂。此外还有北西向及东西向断裂构造。

台褶带岩浆活动不强烈,除上二叠统早期峨眉山玄武岩大量喷发、分布面积较广外,仅晋宁期花岗岩及澄江期石英斑岩、流纹岩—玄武岩在局部地区有分布。

2 滇东北渔户村组地质及岩相古地理特征

渔户村组为一穿时地层单位,跨于震旦系灯影组与下寒武统之间;分布于川滇古陆、滇中古陆以东,牛首山古陆以北的广大地区,是铅锌矿和磷矿的重要赋存层位,并含有铀及其它稀土元素。据晋宁县王家湾梅树村剖面 and 会泽县大海小麦地剖面,自下而上分为旧城段、白岩哨段(下白云岩段)、小歪头

[收稿日期]2001-01-20;[修订日期]2001-11-12;[责任编辑]曲丽莉。
[作者简介]陈启良(1965 年-),男,1987 年毕业于中国地质大学(武汉)矿产系,1990 年获中国地质大学(武汉)研究生院硕士学位,主要从事地质找矿及工程地质工作。

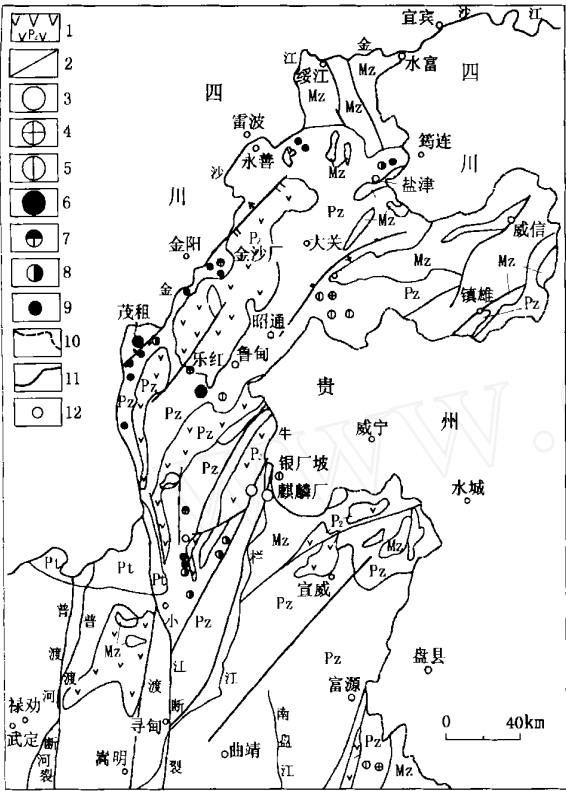


图 1 滇东北地区地质及铅锌银矿床(点)分布略图
Mz—中生代地层;Pz—古生代地层;Pt—元古代地层;1—峨眉山玄武岩;2—断层;3—大型矿床;4—中型矿床;5—小型矿床;6—渔户村组大型矿床;7—渔户村组中型矿床;8—渔户村组小型矿床;9—渔户村组矿点;10—省界;11—河流;12—县、市

山段(硅质岩段)、中谊村段(磷块岩段)和大海段(上白云岩段),最厚可达 829 m。

1)大海段($_{1y}^3$):上部主要岩性为灰色、深灰色薄至中厚层状白云岩、含磷白云岩、泥质白云岩、白云质灰岩夹灰岩及硅质条带;下部为浅灰色硅质白云岩夹硅质岩。厚 0~90 m。

2)中谊村段($_{1y}^3$):其岩性自上而下分为 4 个亚段。A. 白云质磷块岩。B. 白云质磷块岩夹含磷硅质岩、白云岩。C. 硅质、白云质碳泥质磷块岩及含磷粉砂岩。D. 结核状、角砾状硅质磷块岩。总厚度 32~92 m。

3)小歪头山段($_{1y}^3$):上部灰白色硅质白云岩、含磷粉晶白云岩,下部为灰黑色硅质岩与同色粉砂岩互层。厚 11~125 m。富含 V、Cu、Pb、Zn 等元素。

4)白岩峭段($_{1y}^3$):主要为浅灰色、灰黑色灰质白云岩、白云岩、硅质白云岩、泥质白云岩、粉砂岩、细晶含藻屑白云岩。厚 176~385.7 m。

5)旧城段($_{1y}^3$):五星矿区名“点纹斑岩”,为紫、灰绿、深灰色薄层状石英粉砂岩、白云质泥质页

岩。与下状地层呈波状起伏接触。层厚 37~>90 m。

渔户村组处于震旦纪灯影期末,寒武纪开始的转折、过渡阶段,此时康滇古陆逐渐上隆,在炎热和温暖潮湿的气候条件下,沉积了一套富含有机质的镁质碳酸盐岩—磷块岩和泥页岩、硅质岩之开阔及半闭塞台地相沉积。正是这一岩相古地理的特殊条件,使其沉积了巨大磷块岩矿床,富集了多种金属矿质,成为滇东北铅锌矿的重要赋矿层位。

3 滇东北渔户村组富铅锌矿地质特征

3.1 铅锌矿化的赋存部位和岩性特征

滇东北渔户村组中的铅锌矿化,沿层或似层状矿体均具有一定的赋存部位和赋矿岩性特征(表 2),脉状矿体可切穿渔户村组全部岩性段,在筇竹寺组地层的某些羽状裂隙中亦见矿化。

表 2 滇东北渔户村组似层状铅锌矿体赋存特征

矿区名称	赋矿部位	赋矿岩性
茂租—东坪	分上、下矿层。上层位于大海段(上白云岩段),下层位于小歪头山段(硅质岩段)	硅化白云岩夹炭质页岩、硅质岩
金沙厂	分上、下矿层。上层位于大海段(上白云岩段),下层位于白岩峭段(下白云岩段)	炭质白云岩、硅质白云岩及硅质岩。
乐红	小歪头山段(硅质岩段)	含燧石条带的硅质白云岩
白牛厂	白岩峭段(下白云岩段)	硅质白云岩
雨碌—银厂	大海段(上白云岩段下部)	细粒晶质白云岩
大海	分上、下矿层。上层位于大海段(上白云岩段)下部,下层位于白岩峭段顶部(下白云岩段)	炭硅质白云岩、硅化白云岩、硅质岩、含燧石条带白云岩

3.2 铅锌矿化特征

1)矿体特征 滇东北渔户村组中的铅锌矿矿体,在茂租—东坪、金沙厂、乐红、白牛厂、雨碌—银厂、大海等矿区以似层状、扁豆状产出为主,少量呈脉状穿层产出(表 3)。

2)矿石成分 (1)矿物成份:由表 4 可看出,闪锌矿、方铅矿、黄铁矿及铅锌次生矿物是遍在的金属矿物。脉石矿物以白云石、石英、方解石及重晶石为主。茂租、金沙厂和大海矿区还可见到萤石、电气石等气成矿物。(2)矿石化学组份:矿石中伴生稀有、稀土、稀散、贵金属元素较多,普遍出现的有:Cu、S、Mo、Mn、Fe、As、Sb、Hg、Ag、Cd、Ge、Ga;部分出现的有:Bi、Sn、Se、Te、Co、In 及 Ni 等。其化学成分以富 SiO₂ (16.25%~35.21%)、MgO (2.25%~7.28%) 及 BaSO₄ 为特色,茂租矿区还含有较高的 CaF₂

(15.42%)。 矿石构造以块状、浸染状、条带状、层纹状、角砾状为主,少量呈细脉状;碎粉状、土状、蜂窝状构造主要见于氧化矿中。

3) 矿石结构构造 矿石结构简单,主要为它形粗、中、细粒状结构,另见一些交代及交代残余结构。

表 3 渔户村组主要已知矿体特征

矿区名称	赋矿层位	矿体号	矿体形态	矿体规模(m)			平均品位(%)		占本矿床金属量比(%)
				长	深	平均厚	Pb	Zn	
茂租	1 y ⁵	2	缓倾	790	725	5.64	1.67	6.41	44.06
		3	似层状	628	712	2.63	4.11	6.22	17.14
		4	鞍形似层状	850	221	5.09	0.77	3.85	15.46
	1 y ³	1	缓倾	930	346	1.60	1.13	3.61	4.51
		2	似层状	612	129	2.71	2.20	8.21	4.53
	1 y	1	陡倾脉状	94	47	3.27	1.36	5.38	0.20
金沙厂	1 y ⁵	4 号矿带	扁豆状	100~665	124~53	1.04~2.80	2.63	4.18	
	1 y ²	2 号矿带	扁豆状、似层状	72~580	37~149	1.09~6.03	4.39	5.42	
	1 y ²	1 号矿带	裂隙脉状	180~360	45~175	1.81~4.26	3.14	2.11	
五星	1 y	树波萝矿段	陡倾脉状	525~1270	63~120	1.34~5.12	1.05~2.80	1.93~3.97	
	1 y ^{3~5}	流沙矿段	陡倾脉状	244.4~2067	60~120	1.87~5.12	1.37~2.73	3.66~7.44	
雨碌	1 y ⁵	1 号	沿层	456	240	1.45	1.28	3.62	
		2 号	透镜状	264	250	1.73	1.39	3.96	
乐红	1 y	北东向矿体	似层状	90~330	14~80	1.19~5.27	0.5~2.73		
			穿层脉状	55~810	10~142	1.03~4.55	0.5~3.77		
大海	1 y ⁵	2	似层状	460	100	2.29	4.09	8.32	
	1 y ²	3		300	188	3.00	4.83	6.09	

表 4 渔户村组铅锌矿石矿物成份表

矿区名称	含量	金属矿物	脉石矿物
茂租	主要	闪锌矿、方铅矿、黄铁矿	白云石、方解石、石英、重晶石
	少及微	菱锌矿、异极矿、硅锌矿、褐铁矿、白铅矿、铅钒、黄铁矿、磷氯铅矿	磷灰石、胶磷矿、萤石、高岭石、电气石、绿泥石、游离炭
金沙厂	主要	闪锌矿、方铅矿、黄铁矿	石英、白云石、方解石、重晶石
	少及微	黝铜矿、辰砂、车轮矿、硫镉矿、铅锌矿、辉银矿、白铅矿、异极矿、硅锌矿、水锌矿、铅矾、铅铁矾、褐铁矿、孔雀石、兰铜矿、锰矿物	萤石、云母类、高岭土等
乐红	主要	闪锌矿、方铅矿、黄铁矿	白云石、石英、玉髓、方解石、重晶石
	少量	褐铁矿、铅锌次生矿物等	
白牛厂	主要	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿	方解石、白云石、石英等
	少量	铅锌次生矿物、褐铁矿	
五星	主要	磷氯铅矿、异极矿、黄钾铁矾、褐铁矿、水白铅矿	方解石、白云石、石英、重晶石(局部)、含锌硅铝化物
	少量	方铅矿、黄铁矿、闪锌矿、菱锌矿、白铅矿、水白铅矿、黄铜矿、黝铜矿、铜兰、硅钙铅矿	
雨碌	主要	黄铁矿、闪锌矿、方铅矿	方解石、白云石
	少量	黄铜矿、褐铁矿等	石英、粘土等
白龙潭	主要	方铅矿、闪锌矿	重晶石、石英、白云石
	少量	辉铜矿、白铅矿、孔雀石、兰铜矿、黄铁矿	
大海	主要	闪锌矿、方铅矿、菱锌矿、白铅矿	白云石、方解石、石英、重晶石(局部)
	少量	黄铁矿、黄铜矿、孔雀石、磷氯铅矿、褐铁矿、铅矾、异极矿	磷灰石、胶磷矿、高岭石、萤石、电气石、绿泥石、游离炭

3.3 围岩蚀变特征

最常见的蚀变主要是硅化、退色及重结晶作用,其次为黄铁矿化、重晶石化、方解石化、铁锰碳酸盐化及绿泥石化。某些矿床(如茂租)萤石化显著。

3.4 同位素地球化学特征

3.4.1 铅同位素特征

渔户村组各矿床同位素组成见表 5。铅同位素

组成比较复杂,具弱异常铅(茂租、五星)和强异常铅(金沙厂、乐红),模式年龄值的多期性明显,表明矿质来源介于幔源与壳源之间,物质来源具多样性,并受到后期较强烈的改造。

3.4.2 硫同位素特征

茂租硫同位素测定结果(表 6)表明,除一件样品为负值,可能反映生物硫成因外,其余均为正值硫

(30.35 > $\delta^{34}\text{S}(\%) > 8.84$) ,应来自海水硫酸盐。

金沙厂铅锌矿硫同位素结果见(表 7)。 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 + 1.1 %至 + 7.0 % ,相当均一 ,其硫源介于幔源和海

水硫酸盐之间 ,与国外典型热水沉积型块状硫化物矿床相似。

3.5 矿物包裹体成分

矿区名称		茂 租	金 沙 厂	五 星	乐 红
		(9)	(12)	(3)	(2)
范围值	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	17.98 ~ 18.444	18.429 ~ 21.35	16.014 ~ 19.38	20.228 ~ 20.34
	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	15.47 ~ 16.857	15.42 ~ 16.14	15.293 ~ 15.58	15.763 ~ 15.81
	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	38.01 ~ 38.858	38.598 ~ 48.647	35.728 ~ 40.37	39.226 ~ 39.42
平均值	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	18.191	20.649	17.752	20.314
	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	15.869	15.825	15.443	15.787
	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	38.351	41.454	37.850	39.323
特征值	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.872	0.766	0.870	0.777
	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2.108	2.008	2.13	1.936
	$^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	2.41	2.620	2.451	2.491
μ 值	范围值	9.22 ~ 12.19			
	平均值	10.05			
ϕ 值年龄	范围值	300 ~ 1485	< 0	389 ~ 1530	< 0
	平均值		579		959

资料来源 :据柳贺昌等 ,1994 ;括号内数字为统计件数。

表 6 茂租硫同位素测定表			
统一编号	原编号	矿 物	$\delta^{34}\text{S}(\%)$
900179	茂 —2	重晶石	+ 30.35
180	茂 —3	黄铁矿	+ 19.86
181	茂 8 —	方铅矿	+ 8.84
900182	茂 8 —	闪锌矿	+ 11.50
183	茂 —11	闪锌矿	+ 13.94
184	茂 —12	黄铁矿	- 10.50

据中国有色金属工业总公司地质矿产研究院。

表 7 金沙厂铅锌矿硫同素组成表				
样品号	矿物	采样位置	$\delta^{34}\text{S}(\%)$	资料来源
YJ3 - 1	闪锌矿	208 号矿体	+ 7.0	涂光炽等
3 - 2	闪锌矿	208 号矿体	+ 6.5	
4 - 1	方铅矿	208 号矿体	+ 3.8	
4 - 2	闪锌矿	208 号矿体	+ 6.5	
6 - 1	方铅矿	105 号矿体	+ 7.0	
Pbs - J - 201	方铅矿	201 号矿体	+ 1.1	
Pbs - G - 202	方铅矿	202 号矿体	+ 4.8	刘文周等
Pb - y - 211	方铅矿	211 号矿体	+ 2.6	
S - 1 - 405	闪锌矿	405 号矿体	+ 4.6	
S - 2 - 405	方铅矿	405 号矿体	+ 5.1	
S - 3 - 201	闪锌矿	201 号矿体	+ 4.7	
S - 4 - 201	方铅矿	201 号矿体	+ 2.3	
S - 5 - 105	闪锌矿	105 号矿体	+ 6.1	
S - 6 - 201	闪锌矿	21 号矿体	+ 4.7	
平 均			+ 4.77	

渔户村组铅锌矿矿物包裹体成份(表 8)具有富 Na^{+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Co^{+} 的特点 ,这些元素的富集 ,以及包裹体中 CO_2 、 N_2 、 CH_4 的含量很高、 H_2O CO_2 值低 ,说明其与热水沉积活动密切相关。

3.6 矿床成因

对于滇东北地区铅锌矿床的成因 ,众说纷纭 ,代

表性的有 :密西西比型、沉积 —改造型、热液型(热液与峨眉山玄武岩有关)、沉积 —改造 —后成型等。近两年在滇东北地区的地质找矿工作 ,找到一些新的成因证据 ,认为渔户村组铅锌矿化与热水沉积成矿作用和后期改造作用有关 ,是海底热水沉积 —改造成因。

3.6.1 成矿地质环境

元古代末 ,本区处于攀西裂谷东缘受裂谷控制的克拉通内或其边缘的局限沉降盆地 ,其西侧为南北向小江断裂 ,东侧为昭通 —曲靖断裂 ,这些超岩石圈主干断裂为局限沉降盆地提供了丰富的热水和各种矿质来源。

3.6.2 热水沉积岩

滇东北渔户村组赋矿地层中 ,发现热水沉积成因的沿层透镜状重晶石层、“斑马状白云岩”(礁硅岩层)、硅质岩类如细纹层状硅质岩、蛋白石、燧石、玉髓等及热水角砾岩类 ,常见重晶石、硬石膏、菱铁矿、菱锌矿、高岭石等热卤水成因矿物。在茂租、金沙厂矿区及大海矿区 ,还见到高挥发分的气成矿物如 :萤石、磷灰石、电气石等。

渔户村组热水沉积及相伴的正常沉积岩中 ,均含较高的 Ba、Cu、Pb、Zn、Fe、As 等元素 ,尤其是 Ba ,在矿石及围岩中均有较高的含量 ,表明同沉积的成矿溶液是一种不同于正常海水的含矿热卤水。

综上所述 ,结合铅硫同位素和包裹体成分特征 ,滇东北渔户村组中的铅锌矿化 ,应与热水沉积有关 ;富铅锌矿体一般产于层间破碎、滑脱部位 ,并见脉状

穿层矿化,可见与后期改造作用也有密切关系。即原始矿层或矿脉在后期热液(热卤水)作用下活化迁移,就近在层间破碎、层间滑脱及羽状断裂部位进一步富集,成为似层状、扁豆状及脉状富铅锌矿体。

表 8 渔户村组铅锌矿矿物包裹体成分统计表

组分	茂 租			金 沙 厂		
	统计件数	范围值(mg/g)	平均值	统计件数	范围值(mg/g)	平均值
K ⁺	3	0.520~4.240	2.367	5	0.096~4.697	1.558
Na ⁺	3	7.677~24.692	15.36	5	1.723~9.177	4.938
Ca ²⁺	2	11.549~13.846	12.698	4	4.314~17.333	13.169
Mg ²⁺	3	0.002~2.611	0.966	5	0.002~1.706	0.642
F ⁻	2	0.046~0.619	0.333	4	0.137~16.3	6.03
Cl ⁻	3	4.037~9.686	6.800	5	2.459~9.69	5.262
SO ₄ ²⁻	2	0.492~0.914	0.703	4	0.392~16.30	6.811
CO ₂	3	18.88~133.45	64.627	5	18.88~888.1	215.32
CO	3	1.02~3.4	1.98	3	0.51~1.02	0.85
CH ₄	3	0.088~1.24	0.736	4	0.088~0.66	0.32
H ₂	3	0.013~0.44	0.201	5	0.006~0.24	0.112
N ₂	3	6.72~14.32	10.8	5	0.7~14.38	7.628
H ₂ O	3	326~1408	994	5	180~1613	696
Cu	3	1.60~2.388	2.047	3	1.947~3.143	2.486
Pb	3	0.960~1.292	1.161	3	1.920~2.229	2.116
Mn	3	5.231~8.800	6.626	3	5.067~10.857	7.530
Co	3	0.827~1.077	0.953	3	0.827~1.433	1.182
Ni	3	0.338~0.400	0.370	3	0.347~2.033	1.222
Sr ²⁺	3	2.615~141.333	49.644	3	3~75.714	30.771
Ba ²⁺	2	84.000~183.385	49.644	2	83~179.467	131.23
盐度 NaClwt %	3	2.769~5.73	4.710	3	2~11	7.9
均一温度	3	115~282	202		114~290	

资料来源:据柳贺昌,刘文周.北京矿产地质研究所分析结果统计。

4 找矿标志

滇东北渔户村组富铅锌矿的控矿因素可概括为层(渔户村组)、段(大海段、小歪头山段、白岩峭段)、岩性(硅质岩、硅化白云岩、结晶白云岩)、断裂(控矿逆断裂、层间破碎带)。结合找矿实践,其找矿标志可归纳如下:

- 1) 深断裂旁侧渔户村组地层出露地带,特别是其沉积环境为有利于热水沉积的相对封闭的局限海盆地,为找矿的有望地段。
- 2) 有利岩性段,如大海段、小歪头山段、白岩峭段,其硅质岩、硅化白云岩、结晶白云岩常为赋矿岩层。
- 3) 走向逆断层附近的次级断裂部位、层间破碎

带及滑脱部位、牵引褶皱的轴部等,为良好赋矿部位指示标志。

4) 褪色、硅化、黄铁矿化(褐铁矿化)、重晶石化及萤石化为十分有效的蚀变找矿标志。

5) 铁帽标志:铅锌矿体地表出露地带,铅锌易迁移、流失,形成铁帽或褐铁矿化发育的贫铅锌地表氧化带,虽然其铅锌品位一般较低,但其深部往往赋存原生硫化铅锌矿体或次生富集的富铅锌氧化矿体。

[参考文献]

[1] 刘文周.云南金沙厂铅锌矿床地质特征及成因探讨[J].成都地质学院学报,1989,(2):1~9.
[2] 涂光炽.中国层控矿床地球化学[M].北京:科学出版社,1989.
[3] 任治机.云南地体构造与成矿作用[M].北京:冶金工业出版社,1996.

METALLOGENETIC GEOLOGICAL FEATURES AND ORE GUIDES OF
HIGH- GRADE PB- ZN DEPOSITS IN YUHUCUN FORMATION, NORTHEAST YUNNAN

CHEN Qi - liang

(Yunnan Nonferrous Geoexploration Institute, Kunming 650216)

Abstract : The Yuhucun Formation in NE Yunnan is an important horizon which hosts high - grade Pb - Zn deposit. The metallogenetic geological features and ore - guides of high - grade Pb - Zn deposit in Yuhucun Formation are summarized according to the ore deposits at Maozu, Jinshachang, Wuxing, Lehong, Dahai, etc. Those ore deposits are genetically related to hot - water sedimentary mineralization and later - stage reformation.

Key words :high - grade Pb - Zn, deposit, metallogenetic geological features, ore guides, Yuhucun Formation, northeast Yunnan

