

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2021.03.004

甘肃省西和县页水河铅锌矿床 地质特征及找矿方向

秦术凯¹, 杨永峰², 罗伟¹

(1. 四川省冶金地质勘查院, 成都 610051;

2. 四川省冶金地质勘查局, 成都 610041)

摘要: 甘肃省西和县页水河铅锌矿地处西秦岭铅锌(金)多金属成矿带之西成铅锌矿田的西部, 经过多年生产探矿, 矿床规模不断扩大。铅锌矿体产于中泥盆统红岭山组生物灰岩与千枚岩接触部位, 其含矿性与地层层位、特定的岩性、褶皱及断裂的关系密切。文章总结了矿床地质特征, 分析了控矿因素及找矿标志, 指出了下一步的找矿方向。

关键词: 页水河铅锌矿; 西成铅锌矿田; 矿床地质特征; 控矿因素; 找矿方向; 甘肃省

中图分类号: P613; P618.4 **文献标识码:** A

0 引言

甘肃省西和县页水河铅锌矿位于陇南地区著名的西成铅锌矿田。陇南地区明代就有银矿开采的历史, 较为系统的地质调查研究始于20世纪40年代; 新中国成立后, 地质部门对该区实施了多轮区域地质调查研究^{①②[1-3]}。1966—1991年, 甘肃省有色金属地质勘查局(原称西北冶金地质勘探公司、甘肃省冶金地质勘探公司)组织力量在西成地区实施了大规模地质勘查和综合研究工作, 先后对厂坝、李家沟、向阳山、尖崖沟、邓家山、页水河、毕家山等铅锌矿床, 成功探明了西成超大型铅锌矿田^{③[4-12]}。1978—1980年, 原甘肃省冶金地质二队对处于矿田南带西段的页水河铅锌矿进行了地质勘探, 提交了《甘肃省西和县页水河铅锌矿找矿评价报告》, 查明矿床的资源储量规模为中小型^{④⑤[13-14]}。

经过多年的开采, 矿区浅表部位的矿石已基本采空。但在生产探矿的过程中, 矿区深部获得较好

的探矿成果, 矿床规模可扩大至中-大型。本文谨就矿区地质特征、控矿因素及找矿方向进行阐述, 旨在为矿区的下一步生产探矿提供参考。

1 区域地质背景

甘肃省西和县页水河铅锌矿位于西秦岭铅锌(金)多金属成矿带之西成铅锌矿田的南西段。大地构造位置属秦岭造山带(Ⅱ)西段中秦岭南缘印支-海西期褶皱带(Ⅲ)与南秦岭北缘印支褶皱带(Ⅲ)的衔接部位, 区域构造线呈近EW向展布。

(1)区域地层。区内的主要地层为泥盆系, 为一套浅变质的类复理式沉积建造, 属裂陷海槽环境沉积, 主要的岩性有灰岩、生物灰岩、千枚岩、砂岩、粉砂岩等, 总厚度大于2500 m。第四系主要分布在本区西北部, 古近系、下白垩统、中侏罗统和下-中三叠统在本区东南部局部产出, 中-上二叠统仅在本区东部有零星分布(图1)。

(2)区域构造。本区经历了海西、印支和燕山等

收稿日期: 2020-09-30; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 秦术凯(1982—), 男, 高级工程师, 主要从事地质勘查、商业地勘及综合管理工作。通信地址: 成都市成华区崔家店路75号9-1栋, 四川省冶金地质勘查院; 邮政编码: 610051; E-mail: 15973532@qq.com

通信作者: 杨永峰(1986—), 男, 高级工程师, 主要从事地质勘查及矿业开发技术管理工作。通信地址: 四川省成都市高朋大道22号, 四川省冶金地质勘查局; 邮政编码: 610041; E-mail: 305918483@qq.com

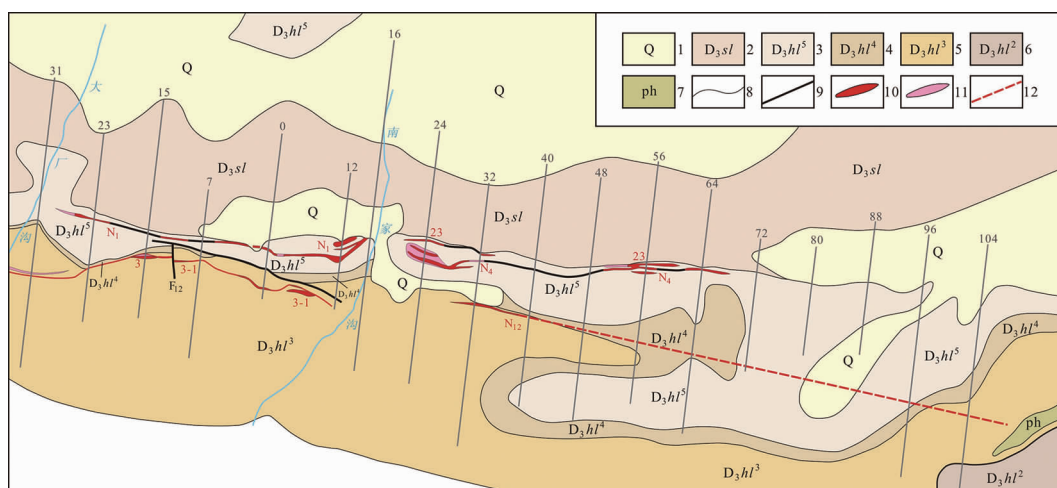


图 2 西和县页水河铅锌矿床地质简图(据注释①, 修改)

Fig. 2 Geological map of the Yeshuihe Pb-Zn deposit

1. 第四系:黄土坡积-冲积物;2. 上泥盆统双狼沟组:绢云母千枚岩夹薄层灰岩;
3. 上泥盆统红岭山组第五层:中厚层灰岩夹薄层灰岩及方解石千枚岩;
4. 上泥盆统红岭山组第四层:方解石千枚岩夹少量薄-中厚层灰岩;
5. 上泥盆统红岭山组第三层:中厚-巨厚层灰岩夹方解石千枚岩;
6. 上泥盆统红岭山组第二层:方解绢云千枚岩夹薄-中厚层微粒灰岩;
7. 千枚岩;8. 地质界线;9. 断裂;10. 铅锌矿体;11. 铅锌矿化体;12. 隐伏矿体

下岩段的部分地层。岩性为方解绢云千枚岩夹薄层微粒状灰岩,局部有绿泥石绢云母千枚岩、含碳绢云母千枚岩、含碳薄层微粒状灰岩。该岩段层位稳定,岩相变化较大,基本不含生物化石,厚度大于 100 m。

(2)红岭山组(D_3hl)。是矿区的主要出露层位,自上而下分为 5 层,其中,第一层、第三层和第五层为含矿层位,均有铅锌矿体产出;矿区的铅锌矿体主要赋存在第三层和第五层之中。

第五层(D_3hl^5)。岩性为中厚层-巨厚层微晶-隐晶灰岩,浅灰色、深灰色及灰黑色中厚层(生物碎屑)微粒灰岩夹薄层微粒灰岩,少量方解石千枚岩。该层为矿区重要的含矿层位。

第四层(D_3hl^4)。该层岩性稳定,为方解绢云千枚岩、方解千枚岩,夹有少量薄-中厚层状微粒灰岩,向深部相变为薄层灰岩夹千枚岩,或相变为薄层灰岩。富产海百合等化石,厚 20~40 m。该层可作为标志层,矿体主要分布在该层之上、下两侧的灰岩中。

第三层(D_3hl^3)。岩性为中厚层-巨厚层微-隐晶灰岩夹少量方解千枚岩,产珊瑚、腕足类化石,厚 70~170 m。该层灰岩较纯,但岩相变化较大。该层为矿区的含矿层位。

第二层(D_3hl^2)。主要为方解绢云千枚岩夹少

量薄-中厚层微粒灰岩,含大量的珊瑚、腕足类化石。该层厚度变化大,东部仅厚 20~30 m,西部厚达 140~180 m,该层顶部与底部均有碳质方解千枚岩产出。

第一层(D_3hl^1)。岩性为中厚层微粒灰岩夹少量方解千枚岩;生物碎屑含量较多,主要为腕足类、海百合及珊瑚。出露于页水河野鸡沟一带,厚度大于 100 m。

2.2 构造

(1)褶皱。西和县页水河铅锌矿区处于页水河背斜内,背斜核部位于页水河一野鸡沟一带,呈近 EW 向展布,出露地层为中泥盆统红岭山组,北翼地层倾向 $0^\circ \sim 10^\circ$,倾角 $60^\circ \sim 70^\circ$;南翼地层倾向 $180^\circ \sim 190^\circ$,倾角 $45^\circ \sim 55^\circ$,属于北陡南缓、向北歪斜的不对称背斜,局部向 N 倒转,轴向约为 100° ,向 E 倾伏,倾伏角 $9^\circ \sim 10^\circ$ 。其间次级褶皱及小揉皱十分发育,多呈紧闭或倒转的复式褶曲。区内铅锌矿体常产于复式褶曲鞍部及两翼的层间破碎带及虚脱部位。

(2)断裂。矿区内断裂可分为 3 组。第一组为近 EW 向推覆断层,倾向 S,倾角 $55^\circ \sim 70^\circ$,长几百米至几千米不等,多为成矿前断裂,个别小矿体沿断裂产出;第二组为 NE 向扭性断裂,规模较小,多为成矿后断裂,对矿体有一定的破坏;第三组为近 EW

向展布的层间断裂破碎带,尤其是刚性层(灰岩)与柔性层(千枚岩)之间的虚脱断裂,对铅锌矿化具有控制作用。

2.3 岩浆岩

西和县页水河铅锌矿区内岩浆岩不甚发育,仅见有少量蚀变的闪长岩脉、闪长玢岩脉和辉绿玢岩脉等,这些岩脉与成矿未见直接的关系。

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征

西和县页水河铅锌矿区内矿化范围东西长1800 m,南北宽600 m,近EW向展布,以背斜轴线为界分南、北2个矿带。矿体主要分布在31线—104线之间,共圈出铅锌矿体15条,主矿体3条(N1、N4、N12号矿体);矿体近EW向展布,受几组平行的层间破碎带控制,矿体产状与围岩产状基本一致,呈波状起伏顺层产出,倾角 $23^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。矿体形态为似层状、透镜状,并具有分支复合、膨大缩小、尖灭再现的特点(图2)。

N1号矿体。产于红岭山组第五层顶部的灰岩中及与千枚岩的接触部位,分布于10线—23线间,呈似层状,矿体长425 m,沿倾向延深120 m,平均厚度3.20 m,平均品位为 $w(\text{Pb})=1.25\%$ 、 $w(\text{Zn})=5.86\%$ 。矿体顺层产出,产状与围岩基本一致, $0^{\circ}\sim 10^{\circ}\angle 65^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。

N4号矿体。产于红岭山组第五层顶部灰岩中,分布在22线—72线间,似层状,矿体长650 m,斜深190 m,平均厚度3.12 m,平均品位 $w(\text{Pb})=$

1.09% 、 $w(\text{Zn})=3.19\%$;矿体自浅部到深部有长度变小、厚度变薄、品位变低的趋势。矿体产状 $356^{\circ}\sim 50^{\circ}\angle 61^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。

N12号矿体。产于红岭山组第三层顶部的灰岩中(局部夹碳质千枚岩),分布在32线—104线间,呈似层状,矿体在地表仅32线有出露,长120 m,矿体整体向E侧伏,赋矿标高1510~1830 m;矿体长1015 m,斜深360 m,矿体厚度2.31 m,平均品位 $w(\text{Pb})=1.31\%$ 、 $w(\text{Zn})=5.28\%$;矿体产状与围岩基本一致, $358^{\circ}\sim 10^{\circ}\angle 64^{\circ}\sim 77^{\circ}$;该矿体向东部及深部仍有一定的找矿潜力。

3.2 矿石特征

矿石结构构造:矿石主要为团块状、浸染状、层纹状、条带状、细脉状及少量角砾状构造;半自形—他形粒状结构、细晶结构、不等粒结构,局部见揉皱结构(图3)。

矿石矿物组分:矿石矿物主要为闪锌矿、方铅矿,次为黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿,次生矿物有褐铁矿、菱铁矿、白锌矿、孔雀石等;脉石矿物主要为石英、方解石,次为铁方解石、铁白云石、绿泥石、绢云母及碳泥硅质物等。

矿石组分特征:有用组分主要为Pb和Zn,平均品位 $w(\text{Pb})=1.56\%$ 、 $w(\text{Zn})=5.44\%$,单样品位可达28.2%,矿石中以Zn为主,铅锌比值为1:4;伴生有益元素有Ag、Cd、Ge等, $w(\text{Ag})=3.5\times 10^{-6}\sim 88\times 10^{-6}$ 、 $w(\text{Cd})=0.002\%\sim 0.051\%$ 、 $w(\text{Ge})$ 一般小于0.001%(最高0.0026%)。矿石中铅锌、铅银、锌镉含量变化均呈正相关关系(表1,图4)。

矿石类型:矿石自然类型在中深部以硫化矿石为主,浅表为氧化矿石、混合矿石。



图3 典型矿石特征照片

Fig. 3 Photos of typical ore characteristics

a. 团块状矿石; b. 条带状矿石; c. 揉皱结构(方解石细脉)

表 1 矿石化学多项分析结果
Table 1 Multi-elements analysis

样品编号	Pb	Zn	Ag	TFe	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	S	Cu	Cd	CaF ₂
Y1	1.08	4.6	8.6	4.1	40.26	19.86	2.42	4.08	3.23	0.03	0.029	0.44
Y2	2.32	8.63	24.9	6.2	36.55	20.36	2.88	3.12	4.86	0.05	0.0046	0.87
Y3	0.66	2.03	3.8	3.2	45.23	17.82	2.1	5.66	2.82	0.01	0.002	0.22

量单位: $w(\text{Ag})/10^{-6}$, 其他组分 $w_B/\%$

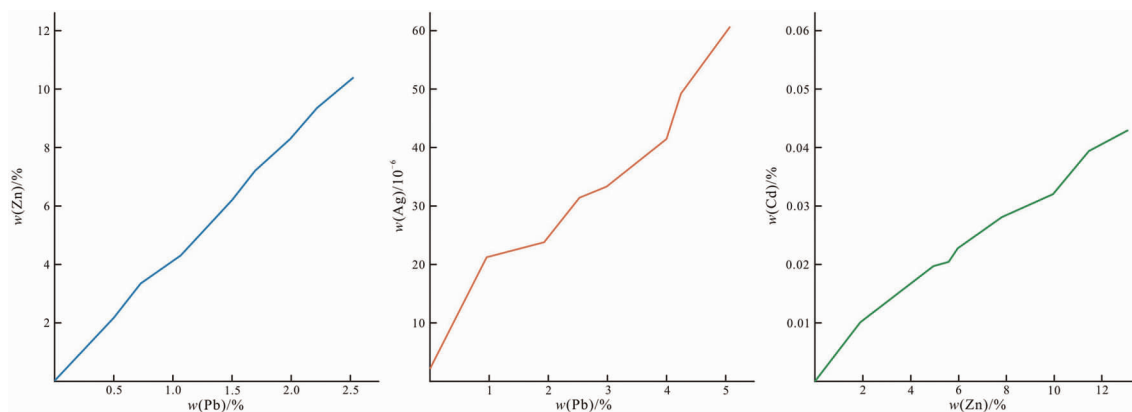


图 4 N1 号矿体 Pb、Zn、Ag、Cd 元素相关性曲线图

Fig. 4 Correlative curve of Pb, Zn, Ag and Cd of ore body N1

表 2 硅化形成的 3 个世代石英特征
Table 2 Characteristics of the three generation's quartz

世代	鉴别特征				与矿化的关系
	颜色	结构	粒度/mm	产出特征	
I	深灰色	他形粒状花岗变晶结构	微粒, 粒径 0.01~0.2	包有方解石残余颗粒	与矿化关系密切
II	浅灰色	半自形长柱状带状席状结构	细粒, 粒径 0.2~0.5	穿切 I 世代有方解石包裹体	有闪锌矿交代
III	灰白色	他形半自形柱状团块状	中粒, 粒径 0.5~1.5	脉状团块状, 穿切 I、II 世代	脉中赋存铅锌矿

3.3 围岩蚀变

矿区围岩蚀变不明显,一般局限在矿体及矿化体中,蚀变宽度一般与矿体、矿化体的宽度相似,5~10 m,最宽达 20 m,界线较为清晰,但不规则。蚀变以硅化为主,次为碳酸盐化、黄铁矿化、绿泥石化,铅锌矿与硅化极为密切,次与碳酸盐化、黄铁矿化、绿泥石化有关。

硅化作用分为 3 个阶段,多阶段的硅化使灰岩中的方解石几乎全部交代成石英,伴随 3 阶段的硅化形成 3 个世代的石英(表 2)。

4 控矿因素及找矿标志

4.1 控矿因素

(1)层位控制:矿区的铅锌矿体主要赋存于上泥盆统红岭山组第三层和第五层中,矿体多呈似层状,

且具多层性,含矿层的延展方向与地层产状一致,说明矿带具有严格受层位控制的特征。

(2)岩性控制:区内矿体主要与生物灰岩和千枚岩关系密切,含矿岩性以灰岩为主,少数为千枚岩,矿体围岩界限清晰,表明矿体的产出受特定岩性的控制。

(3)构造控制:区内矿体主要赋存于褶皱构造的转折端、两翼岩层虚脱部位(尤其是脆性层与柔体层之间的虚脱部位),部分产于断裂构造中,矿体的产出与构造密切相关。

(4)生物作用:在矿体近矿围岩中,碳质含量普遍较高,生物化石及生物碎屑较多,常形成含碳质灰岩、生物灰岩和生物碎屑灰岩,表明区内成矿常与由生物转化形成的碳质组分有关。

4.2 找矿标志

(1)地层岩性标志:矿区铅锌矿主要产于上泥盆

统红岭山组第三层和第五层灰岩与碳质千枚岩(板岩)的接触部位。千枚岩和板岩具有阻挡矿液的功能,而灰岩性脆易破碎,孔隙发育、构造空间发育,其为成矿提供了良好的物理条件;同时含矿层及围岩中Pb、Zn等元素丰度较高,其中厚层生物灰岩 $w(\text{Pb})=410 \times 10^{-6}$,碳质千枚岩中 $w(\text{Pb})=38 \times 10^{-6}$ 、 $w(\text{Zn})=992 \times 10^{-6}$,为区内铅锌成矿提供了有利的地球化学条件。因此,红岭山组富生物灰岩、碳酸盐岩与千枚岩、板岩的接触部位是找矿的地层岩性标志。

(2)构造标志:区内铅锌矿多产于褶皱的转折端、揉皱构造发育和层间虚脱部位、生物灰岩与千枚岩的层间滑动面及产状变化处,这些构造部位是区内铅锌矿的找矿构造标志。

(3)围岩蚀变标志:区内铅锌矿体常与石英脉、方解石脉密切相伴,因而与成矿有关的硅化、碳酸盐化(网脉状)、黄铁矿化和绢云母化等是近矿围岩蚀变标志。

(4)碳质及生物标志:上泥盆统红岭山组灰岩中富含碳质、生物化石及生物碎屑发育地段是铅锌矿化的间接找矿标志。

(5)铁帽及老硐标志:地表铁帽和古代开采老硐是直接的找矿标志。

5 找矿方向

矿区位于西秦岭金铅锌多金属矿成矿带之西成铅锌矿田西部,是我国重要的铅锌矿集区,区域已发现有厂坝、李家沟、毕家山、邓家山、尖崖沟、磨沟等一系列大中型铅锌矿床,属于沉积改造型铅锌矿床。近年来在“攻深找盲”工作中不断取得进展,而矿区及周边也有较好的找矿潜力和找矿空间;建议在加强对矿区赋矿构造(尤其是对复式褶皱构造)、矿体尖灭再现、向东侧伏规律的总结研究基础上,从以下三方面寻找突破:

(1)根据矿区矿体尖灭再现、向东侧伏的规律追索找矿,即沿N4矿带、N12矿带的深部及往东延伸方向,继续追索控制。

(2)矿区铅锌矿带具有多层性特点,进一步探寻与N12矿带平行的铅锌矿带,即在总结矿化带产出、分布规律的基础上,通过物探及坑内钻的方法寻找N12的平行矿化带。

(3)加强对页水河复式背斜构造的研究,在复式

背斜南翼地层中寻找同类型的铅锌矿体。

注释:

- ① 地质部陕西省地质局区域地质测量队. 1/20万地质图、矿产图说明书(天水幅I-48-16)[R]. 西安:陕西省地质调查院, 1968.
- ② 裴先治. 1/25万区域地质调查(修测)成果报告(天水市幅I48C002003)[R]. 西安:长安大学, 2004.
- ③ 中国有色金属工业总公司甘肃地质勘探公司. 西成铅锌矿田地质科研论文集[C]. 兰州:甘肃省有色金属地质勘查局, 1984.
- ④ 李均洲, 张福林. 甘肃省西和县页水河铅锌矿找矿评价报告[R]. 兰州:甘肃省有色金属地质勘查局, 1987.
- ⑤ 王金元. 甘肃省西和县页水河铅锌核查区资源储量核查报告[R]. 兰州:甘肃省有色金属地质勘查局, 2010.

参考文献:

- [1] 杜远生, 黎观城, 赵锡文. 西秦岭西成地区泥盆系研究的新进展[J]. 地球科学:中国地质大学学报, 1988, 13(5): 487-493.
- [2] 丁振举, 刘志宇. 西秦岭吴家山群地层时代及物源特征:来自碎屑锆石U-Pb年龄证据[J]. 地球科学与环境学报, 2018, 40(2): 111-132.
- [3] 国阿千, 丁振举, 文成雄. 甘肃西成矿田花岗岩锆石U-Pb定年及地质意义[J]. 矿物学报, 2011(S1): 581-582.
- [4] 马国良, 祁思敬, 李英, 等. 甘肃厂坝铅锌矿床喷气沉积成因研究[J]. 地质找矿论丛, 1996, 11(3): 36-44.
- [5] 成志雁. 甘肃厂坝铅锌矿床地球化学特征和矿床成因研究[D]. 兰州:兰州大学, 2015.
- [6] 袁得祯, 李祥雷. 西和县尖崖沟铅锌矿床地质特征及成因浅析[J]. 甘肃冶金, 2020, 42(1): 60-64.
- [7] 古志宏, 赵俊兴, 周永章, 等. 西秦岭厂坝—李家沟铅锌矿床地质特征和成因分析[J]. 中山大学研究生学刊:自然科学、医学版, 2007, 28(3): 40-46.
- [8] 冯小明. 邓家山铅锌矿控矿条件分析及其对深部探矿的指导意义[J]. 甘肃地质, 2009, 18(2): 14-18.
- [9] 周科慧, 尚易良. 甘肃毕家山铅锌矿区地质特征及找矿思路[J]. 甘肃冶金, 2008, 30(5): 41-44.
- [10] 张新虎, 任丰寿, 余超, 等. 甘肃成矿系列研究及矿产勘查新突破[J]. 矿床地质, 2015, 34(6): 1130-1142.
- [11] 祝新友, 汪东波, 卫治国, 等. 甘肃西成地区南北铅锌矿带矿床成矿特征及相互关系[J]. 中国地质, 2006, 33(6): 1361-1370.
- [12] 张腾蛟, 曾广亮, 李佑国. SEDEX铅锌矿床特征和成因模式:以中国西成矿田为例[J]. 矿物学报, 2015(S1): 186-187.
- [13] 张连昌. 甘南页水河铅锌矿床成矿地质特征[J]. 西安地质学院学报, 1989, 11(3): 19-29.
- [14] 王虎诚. 西和一成县铅锌矿田邓家山页水河矿床的地质特征[J]. 西安地质学报, 1986(4): 27-35.
- [15] 刘月高, 吕新彪, 张振杰, 等. 甘肃西和县大桥金矿床的成因研究[J]. 矿床地质, 2011, 30(6): 1085-1099.
- [16] 董国强, 张炜, 李增, 等. 甘肃西和县金崖沟金锑矿特征浅

析[J]. 甘肃地质, 2017, 26(1): 49-55.

[J]. 2010, 32(1): 63-65.

[17] 冀晓清. 甘肃省西和县三洋坝金矿床地质特征及成因探讨

Geological characteristics and prospecting direction of Yeshuihe Pb-Zn deposit in Xihe county, Gansu province

QIN Shukai¹, YANG Yongfen², LUO Wei¹

(1. *Sichuan Institute of Metallurgical Geology and Exploration, Chengdu 610051, China;*

2. *Sichuan Bureau of Metallurgical Geology and Exploration, Chengdu 610041, China*)

Abstract: The Yeshuihe Pb-Zn deposit is located in the West Xi Cheng Pb-Zn ore field of the West Qinling Pb-Zn (Au) polymetallic ore belt. Through continuous exploration and mining size of the deposit is getting larger. Ore bodies occur at the contact zones of biogenetic limestone and Phyllis of Middle Devonian Hongshanling formation and are closely related to the host lithology, stratigraphy horizon specific lithology and structure of fold and fault. Based on the geological characteristics the ore-control factors and prospecting marks are analyzed and further prospecting direction pointed out.

Key Words: Yeshuihe lead-zinc deposit; Xicheng lead-zinc ore field; geological characteristics of ore deposits; ore-controlling factors; prospecting direction; Gansu province