

河南汝阳南部铅锌矿田电场特征及其找矿模型

汪慧军,王永丽,罗明伟,王永军,张 蓓,敬克甲,李大卓,高璟坤,侯四周

(河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院,河南 许昌 4610001)

摘要: 西灶沟、老代仗沟及王坪西沟铅锌矿是河南汝阳南部铅锌矿田中的3个典型中-低温热液充填交代型脉状铅锌矿床。电参数测试工作表明矿区各种岩矿石具有不同的电参数值,铅锌矿石激化率最高、电阻率最低,其他金属含量低的岩石则相反;激电异常呈明显EW向带状分布,其展布方向与矿化的蚀变破碎带一致;近场源三极激电测量反映浅部或埋藏较浅的铅锌矿床找矿效果较好,电法测量是寻找铅锌矿床的有效手段。文章基于西灶沟铅锌矿床岩矿石的电参数等地质-地球物理信息,建立了汝阳南部铅锌矿田的地质-地球物理找矿模型。

关键词: 铅锌矿田;电参数;激化率;激电异常;找矿模型;河南省

中图分类号: P631.32, P618.4 **文献标识码:** A

0 引言

河南省汝阳南部铅锌矿田经近30年的地质找矿勘查,已发现王坪西沟大型铅锌矿、老代仗沟及西灶沟2个中型铅锌矿,绿竹坪、青岗坪、宝丰沟、松都沟、付西、裂子山等6个小型铅锌矿床,尚有数十个铅锌矿点^[1],它们共同构成了汝阳南部铅锌矿田的基本格局。矿床成因类型均为中-低温热液充填交代型脉状铅锌矿床。从王坪西沟、老代仗沟、西灶沟铅锌矿的电法勘探手段及其找矿效果不难发现,对于中浅部的铅锌矿床除了可以从地球化学异常方面有所发现外,在地球物理尤其在电场特征上也具有一定的规律性。本文将在简述矿田电场特征的基础上,基于西灶沟铅锌矿床岩矿石的电参数等地质-地球物理信息,建立汝阳南部铅锌矿田的地质-地球物理找矿模型。

1 地质概况

汝阳南部铅锌矿田位于华北地台与秦岭褶皱系

东段衔接部位的外方山脉北缘。区内基底为太古宇太华群中深变质岩系,盖层为中元古界长城系熊耳群马家河组(Chm)、鸡蛋坪组(Chj)、许山组(Chx)。鸡蛋坪组二段(Chj²)—三段(Chj³)的安山岩、英安岩及凝灰岩等与铅锌矿关系密切。中元古代王屋山运动使熊耳群火山岩的完整性遭到破坏,形成一系列近EW向的断裂带,断裂带内被稍后时段的石英二长岩或石英闪长岩的脉岩所充填(图1)。由于长时期且复杂的地壳运动和反复的热液活动,在构造断裂带内不仅形成构造蚀变岩,而且大量充填有含矿蚀变脉体如石英脉和方解石脉以及一些复成分脉体;热液活动使随岩浆活动迁移的成矿物质Pb、Zn等元素在温压降低过程中沉淀结晶而成矿。岩浆岩除中元古代王屋山期石英二长岩外,尚有白垩纪强酸性花岗岩,具体有西南部4 km外的太山庙花岗岩基(出露面积1 200 km²)及东沟超大型钼矿床成矿母岩钾长花岗斑岩微体岩珠(出露面积0.003 km²)。物探资料反映太山庙花岗岩基向NE侧伏,在熊耳群之下隐伏,即隐伏于所有铅锌矿床之下;说明白垩纪花岗岩浆期后热液对铅锌矿床的形成具有控制作用。

收稿日期: 2014-07-30; **责任编辑:** 王传泰

作者简介: 汪慧军(1971—),男,中国地质大学(武汉)毕业,工程师,长期从事地质矿产勘查工作。通信地址:河南省许昌市许继大道12号,河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院;邮政编码:461000;E-mail:2008whjun@163.com

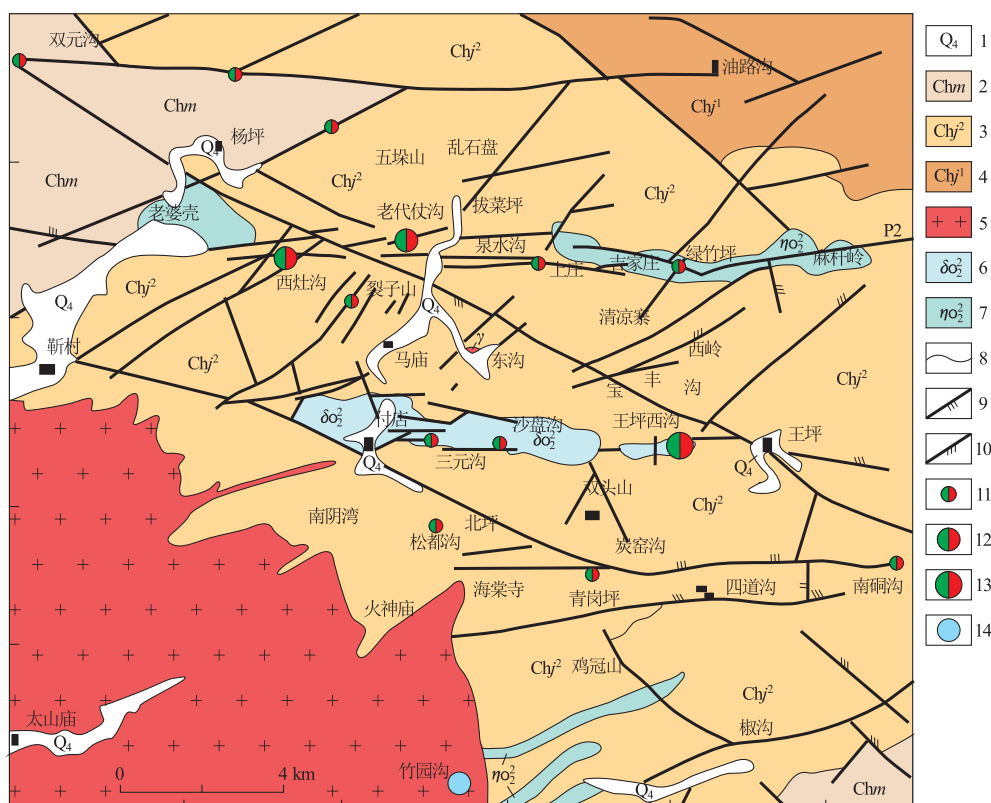


图 1 汝阳南部地质矿产略图

Fig. 1 Geological and mineral occurrences distribution map of the southern Ruyang area

1. 第四系全新统; 2. 熊耳群马家河组; 3. 熊耳群鸡蛋坪组二段; 4. 熊耳群鸡蛋坪组一段; 5. 燕山晚期花岗岩;
6. 石英闪长岩; 7. 石英二长岩; 8. 地层岩体界线; 9. 压性断层; 10. 压扭性断层; 11. 铅锌矿化点; 12. 中型
- 铅锌矿床; 13. 大型铅锌矿床; 14. 大型钼矿床

2 矿床地质特征

区内 3 个中型以上规模的铅锌矿床(西灶沟铅锌矿、老代仗沟铅锌矿、王坪西沟铅锌矿)均赋存于鸡蛋坪组二段,且每个矿床均在 3~5 条主要断裂蚀变破碎带控制之中(图 1)。带内岩石主要有蚀变碎裂岩、构造角砾岩和充填的各种热液型岩脉,碎裂岩的原岩成分分别为安山岩、英安岩、凝灰质砂岩、火山角砾岩、正长斑岩、石英、方解石脉、石英二长岩、石英闪长岩等。矿化强者构成矿石,矿带呈近 EW 向,一般为倾向 N,倾角 $65^{\circ} \sim 85^{\circ}$,带宽 2~10 m;矿带内多有石英二长岩脉充填,脉体与断裂带一致,脉体破碎、蚀变,矿化后常形成富矿体,具中粒结构者矿石较富。因此,在汝阳南部地区,石英二长岩、石英闪长岩、细晶闪长岩和花岗闪长岩等岩石经常出现,而且常作为铅锌矿甚至为富矿的找矿标志;主要工业铅锌矿体亦均呈厚薄不均的脉

状体,矿带宽且厚时矿体愈厚,石英二长岩发育处矿体厚且富(图 2)。在没有石英二长岩(或石英闪长岩)脉状体的火山岩构造破碎带内的铅锌矿体一般偏薄且贫。

3 矿床的电场特征

3.1 电场的总体特征

- (1)异常呈带状延伸,展布方向与构造蚀变岩带一致。
- (2)异常中心与铅锌矿体分布范围一致,矿体完全融于异常内^[2]。
- (3)矿体规模愈大,矿石品位愈高,异常强度愈高。
- (4)矿体埋深愈大,激电异常强度减弱。
- (5)一般极化率 $> 2\%$ 时,被认为是矿异常,且极化率愈大愈好。

3.2 铅锌矿区岩矿石电参数及激电异常

根据在矿田内所采集的 500 块标本进行电参

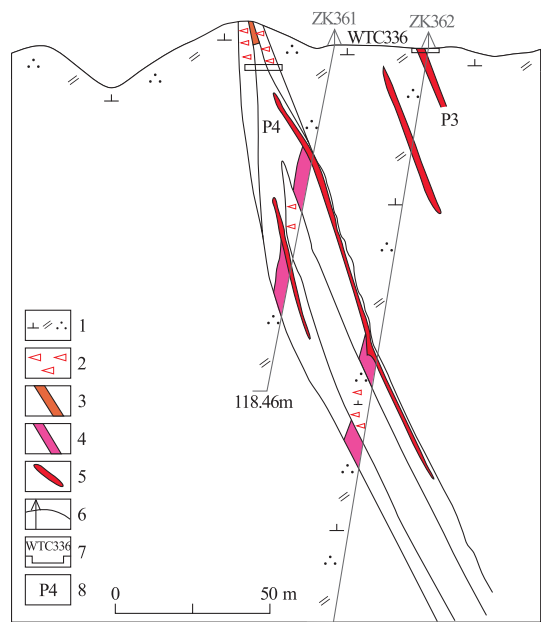


图2 王坪西沟铅锌矿区 P4-1 矿体 36 勘探线剖面图

Fig. 2 Section of line 36 at ore body P4-1 in Wanpingxigou Pb-Zn ore domain

1. 石英二长闪长岩;2. 碎裂岩;3. 氧化矿;4. 硫化矿;
5. 富矿体;6. 钻孔位置;7. 探槽;8. 矿带(体)及编号

数测定成果进行统计(表 1),结果表明:铅锌矿的 η 最高,各类矿化岩石次之,正常岩石偏低;极化率电性差异明显,具有找矿的物理前提。

对西灶沟 3 个钻孔的岩矿石标本采用长脉冲方式进行电参数测定,ZK3052 铅锌矿石的 η 最高, $\eta_{\max}=53.7\%$,绿泥石化安山岩、构造角砾岩、英安岩的 η 值为 $10\% \sim 20\%$,其余岩石样本的 η 值较低;ZK2152 孔一般标本 η 值均较低,在 2% 左右,只有孔深在 50 m 处达 20% ,110 m 处达 6% ,185 m 处达 80% ;ZK2112 孔一般标本 η 的在 2% 左右,在 39 m 处达 73% ,75 m 处达 22% ,117 m 处达 18% ,175 m 及 182 m 处达 60% 。

从表 1 可见,其物性测定情况反映贫矿与各类矿化岩石的 η 值、 ρ 值的差异不十分明显,表明 η_s 异常较低时只能确认矿化破碎带,难以判断矿致异常与非矿致异常;与之相反,当矿化岩石的 η 值、 ρ 值都与其它岩石电性差异明显,一般高 η_s 异常地段可以认为由一定规模的铅锌矿体所引起^[3],成矿预测区的划分及预测级别的确定可以由此进行判定。

表 1 典型矿床岩石电参数统计结果一览表

Table1 Statistics of electric parameters of ores and rocks from the typical Pb-Zn deposits

矿区	矿石名称	块数	$\eta/\%$			$\rho/\Omega \cdot \text{m}$			备注
			$\eta_{\max}$	$\eta_{\min}$	η_{mean}	$\rho_{\max}$	$\rho_{\min}$	ρ_{mean}	
西灶沟	铅锌矿	33	75.5	2.0	29.0	21 621	4.7	6 300	
	安山岩	39	14.8	0.9	3.1	130 349	1 554	11 700	
	英安岩	23	13.5	1.5	4.3	14 410	241	4 100	
	玄武安山岩	16	5.0	2.0	3.2	82 018	1 799	17 200	
	凝灰质砂岩	29	9.1	0.7	2.6	80 569	5 100	11 240	
	脉石英	8	3.3	2.9	5.1	163 856	8 631	53 812	
	构造角砾岩	12			3.5			6 038	
	方解石	1			4.0			7 904	
	矿化岩石	25	26.0	4.3	6.4	23 691	6 000	952	
	铅锌矿	31	69.0	5.9	44.5	34 959	9.5	350	
老代仗沟	安山岩	30	6.3	0.9	3.4	124 156	1 270	16 500	1991 年 8 月 原地调二队 物探公司 实测资料
	英安岩	35	10.5	1.5	5.3	106 478	227	1 700	
	凝灰质砂岩	32	3.7	1.7	3.5	338 616	1 430	16 800	
	脉石英	7	4.4	2.6	3.4	58 984	7 920	12 670	
	帘石化矿物	6	5.1	2.7	3.6	53 848	6 592		
	正长斑岩	2			7.2			2 504	
	方解石	1			3.5			18 735	
	矿化岩石	56	27.6	2.9	12.5	116 845	227	1 700	
	铅锌矿	37	55.2	1.66	27.3	10 659	9	799	
	矿化岩石	24	13.8	0.99	4.66	5 944	13.5	1 515	
王坪西沟	英安岩	33	6.55	0.77	2.59	26 533	350	4 271	
	安山岩	15	5.22	0.69	2.02	5 675	557	2 413	
	碎裂岩	44	13.6	1.45	4.04	4 252	235		
	石英闪长岩	31	4.28	1.68	2.65	10 528	365	4 791	

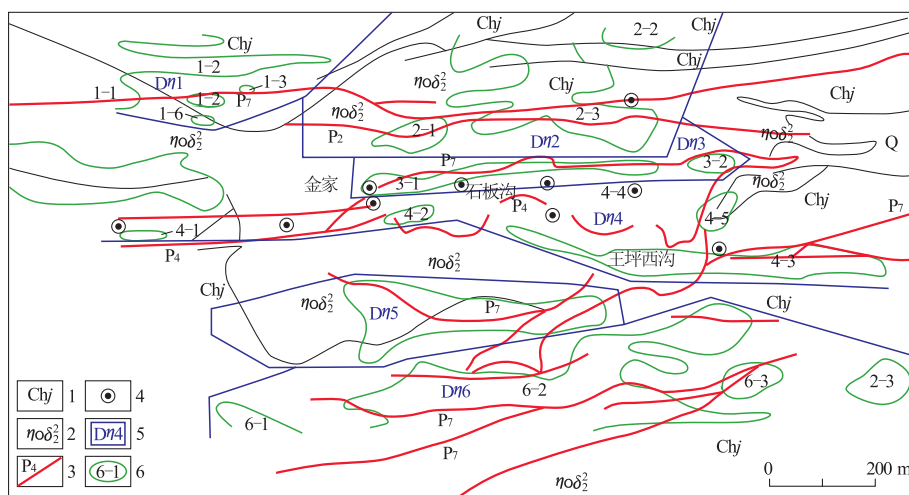
图3 王坪西沟铅锌矿区 η_s 平面图

Fig. 3 Polarizability plan of Wangpingxigou Pb-Zn deposit

1. 长城系熊耳群鸡蛋坪组; 2. 石英二长闪长岩; 3. 矿体编号; 4. 钻孔; 5. 矿带及编号; 6. 分异常及编号

4 王坪西沟铅锌矿床地球物理特征

4.1 地球物理异常特征及找矿效果

早期 1 : 5 000 近场源激电详查结果, 共圈定异常 7 个(图 3), 即 $D\eta_1$ (含分异常 6 个)、 $D\eta_2$ (含分异常 3 个)、 $D\eta_3$ (含分异常 2 个)、 $D\eta_4$ (含分异常 5 个)、 $D\eta_5$ 、 $D\eta_6$ (含分异常 4 个) 和 $D\eta_7$, 异常下限定为 2%。综合剖面工作综 110、综 112、综 120 分别评价了 $D\eta_7$ 、 $D\eta_3-1$ 、 $D\eta_5$, 精测剖面工作精 124A、精 128B 分别评价了 $D\eta_4-3$ 、 $D\eta_2-3$ 和 $D\eta_3-1$ 。

区内激电参数测定结果和邻区资料均表明, 铅锌矿的激化率 η 最高, 各类矿化岩石次之, 其余岩石较低。黄铁矿化、铁锰矿化都能增强激电异常。

电阻率 ρ 的统计结果表明, 铅锌矿呈低 ρ_s 其余岩石均高于铅锌矿。这种电性差异在地形条件有利时, 对解释异常有一定的参考价值。磁参数资料和精测剖面上的 ΔZ 曲线都表明磁性体与激电异常无关。

4.2 激电异常总体特征

(1) 区内激电异常呈近 EW 向带状展布, 其位置和展布方向与矿化蚀变破碎带一致。

(2) 异常值和异常幅度与西灶沟铅锌矿区和老代仗沟铅锌矿区^[4] 相比, 明显偏低(表 2)。

(3) 在地表矿化(包括铅锌矿化、黄铁矿化、铁锰矿化)^[5] 较强的地段或富矿体规模较大、埋藏较浅的地段, η_s 异常明显; 反之, 则不明显。

(4) 在综合剖面 and 精测剖面上, 中梯激电 ($AB=300\sim 500$ m, $MN=20$ m) 的 η_s 值一般大于近场源

三极激电的 η_s 值, 二者异常形态基本一致, 但异常幅度一般小于近场源的异常幅度。 ρ 在矿化蚀变破碎带上一般表现为低阻异常。上述特征除表明深部矿体仍存在外, 也说明近场源三极激电的浅部分辨能力, 反映矿化蚀变破碎带的能力都优于中梯^[6], 该法适用于地形复杂地区的快速扫面。

(5) 矿化蚀变破碎带上的异常形态一般表现为南陡北缓或基本对称, 与破碎带产状一致, 与西灶沟、老代仗沟及宝丰沟 3 矿区矿化蚀变破碎带电法综合剖面所反映的 η_s 与 ρ_s 曲线变化趋势相一致。

(6) 矿致异常分布在矿区中部和北部, 有成矿前提和找矿前景的分布在矿区南部和西部。

4.3 找矿效果

近场源三极激电对浅部矿体的反映能力较强, 在激电异常有一定规模、地表矿化蚀变较好的地段均找到了铅锌矿体, 所以该法寻找埋藏较浅的铅锌

表 2 铅锌矿区激电异常极化率对比表

Table 2 Comparison of IP anomaly polarizability value characteristics of Wangpingxigou Pb-Zn ore domain

矿区	极化率 $\eta_s/\%$			围岩
	异常下限	矿区最高	主矿体最高	
王坪西沟	2	5.38	3.45(P2), 2.75(P3), 3.40(P4), 4.12(P5)	石英二长岩、 英安岩多为 0.7~1.5
老代仗沟	4	15.2	10.2 (P5)	安山岩、英安岩、 凝灰岩、细晶闪 长岩多为 2.5
西灶沟	4	22.5	20.6 (Ⅲ号带西段)	安山岩、英安岩、 凝灰岩多为 2.5

矿效果较好。但对埋藏较深的矿体如 P4 矿带的 36 线和 32 线无异常显示,说明方法不能用于寻找隐伏较深的矿体。

5 找矿模型建立

西灶沟矿区曾进行过 1 : 2 000 面积性激电中梯测量及 1 : 1 000 联剖、偶极、中梯和测深、充电等剖面测量及磁法剖面测量,其工作结果及标本磁电参数测定结果见表 3 及表 4 所述,表明碎裂岩、铅锌矿石磁性低微,较其他岩石低 1~2 个数量级。

西灶沟矿区铅锌矿石的 η 电参数最高,各类矿化岩石次之,其余岩石较低,极化率差异明显(表 4)。铅锌矿低阻,其余岩石电阻率均高于铅锌矿。野外资料对比,贫矿与各类矿化岩石 η 值、 ρ 值差别不大, η_s 异常较低时只能确认矿化破碎带,难于判断矿与非矿,但富矿 η_s 与其他岩石电性差异很明显,高 η_s 地段可以认为由一定规模的铅锌矿体引起,一般 $\eta_s > 8\%$ 所圈定的范围为矿化富集地段。西灶沟矿区西矿段主矿体部位的联剖及地质剖面图反映,在含矿化体构造破碎带上,激电联剖 η_s^A 、 η_s^B 相交,地磁亦出现负异常(图 4)。

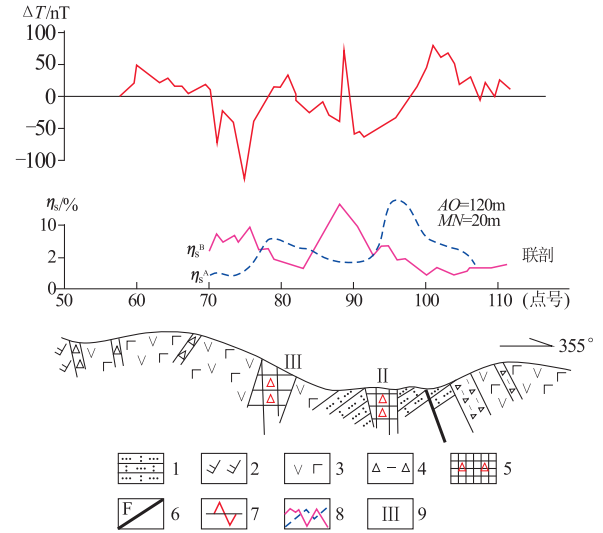


图 4 西灶沟矿区地质-物探综合剖面图

Fig. 4 Integrated geological and geophysical section of Xizhaogou deposit

1. 凝灰质粉砂岩;2. 英安岩;3. 玄武安山岩;4. 构造破碎带;
5. 含矿构造破碎带;6. 断裂;7. 地磁异常曲线;8. 极化率曲线;
9. 破碎带编号

综上所述,并结合区域航、地磁异常赋存规律所建立的河南汝阳南部铅锌矿田地质-地球物理找矿模型^[7]如图 5 所述。

表 3 西灶沟矿区磁性参数表

Table 3 Magnetic parameters of Xizhaogou deposit

岩石名称	$\kappa/10^{-6} \times 4\pi \cdot \text{SI}$		$J_r/10^{-6} \times \text{A/m}$	
	变化范围	平均	变化范围	平均
安山岩(80 件)	2 000~3 661	3 026	3 48~1 851	1 233
英安岩(88 件)	183~1 176	541	154~886	425
火山角砾岩(70 件)	1 636~4 930	4 115	1 608~4 270	2 048
凝灰岩(35 件)	183~1 411	797	334~3 647	1 517
闪长岩(60 件)	1 069~6 163	2 439	78~4 560	1 168
花岗岩(26 件)	481~650	550	33~175	102
碎裂岩(141 件)	0~138	69	0~22	11
铅锌矿石(44 件)	0~86	43	0~16	8

表 4 西灶沟矿区电性参数表

Table 4 Electric parameters of Xizhaogou deposit

岩矿石名称	$\eta/\%$			$\rho/\Omega \cdot \text{m}$		
	η_{max}	η_{min}	η_{mean}	ρ_{max}	ρ_{min}	ρ_{mean}
英安岩(75 件)	10.4	1.5	7.0	106 478	206	9 500
安山岩(105 件)	14.1	0.9	3.0	130 349	389	12 500
凝灰质砂岩(62 件)	9.1	0.7	3.9	338 615	1 124	7 500
脉石英(47 件)	7.4	2.6	4.1	163 856	667	32 137
方解石(1 件)			3.5			16 732
正长斑岩(2 件)			7.2			2 550
碎裂英安岩(23 件)	19.3	1.0	5.7	9 417	107	1 050
碎裂安山岩(8 件)	15.1	2.1	7.1	3 585	330	1 581
构造角砾岩(46 件)	31.3	1.5	16.0	11 130	224	1 350
铅锌矿化岩石(80 件)	49.8	1.8	7.5	116 845	86	3 600
铅锌矿石(78 件)	77.0	2.0	64.0	34 959	47	60

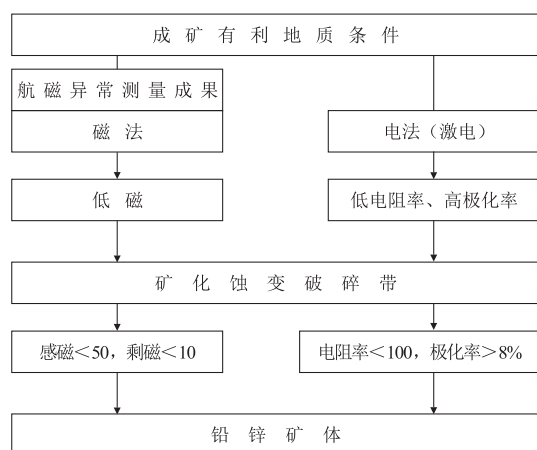


图5 汝阳南部铅锌矿田地质-地球物理找矿模型
fig. 5 The geological-geophysical prospecting model of the southern Ruyang Pb-Zn ore field

6 结语

(1)西灶沟铅锌矿床的地球物理找矿工作表明,用激电及地磁测量能有效地追索圈定矿化蚀变破碎带,激电 $\eta_s > 8\%$ 常为铅锌矿化富集部位。

(2)老代仗沟、裂子山、王坪西沟铅锌矿的激电测量资料证明在汝阳南部地区利用激电测量寻找隐伏矿化蚀变破碎带和探明矿化蚀变破碎带延深情况是行之有效的。

参考文献:

- [1] 马红义,黄超勇,巴安民,等.汝阳县南部铅锌铜多金属矿床成矿规律及找矿标志[J].地质与勘探,2006,42(5):18-20.
- [2] 邵晓聪.激电在汝阳县绿竹坪铅锌矿区勘查中的应用[J].华南地质与矿产,2011,45(3):67-72.
- [3] 马红义,李济营,黄超勇,等.汝阳县楼长沟铅锌矿床地质特征及矿床成因[J].地质与勘探,2005,19(5):523-528.
- [4] 付治国,靳拥护,燕长海,等.河南省汝阳老代仗沟铅锌矿床趋势分析及成因研究[J].华南地质与找矿,2008,95(3):29-39.
- [5] 燕长海,等.豫西南铅锌银铜矿集区成矿规律及找矿方向研究[R].郑州:河南省地质调查院,2007:27-88.
- [6] 罗铭玖,黎世美,卢欣祥,等.河南省主要矿床的成矿系列与成矿作用[M].北京:地质出版社,2000.
- [7] 温同想,孙清森,赵红军,等.河南省卢氏—栾川—方城一带铅锌银矿成因及找矿方向研究[M].武汉:中国地质大学出版社,1996:19-122.

Electric field characteristics and discussion on prospecting model of the southern Ruyang lead-zinc ore field

WANG Huijun, WANG Yongli, LUO Mingwei, WANG Yongjun,
ZHANG Bei, JING Kejia, LI Dazhuo, GAO Jingkun, Hou Sizhou

(No. 2 Geo-exploration Institute, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Xuchang 461000, Henan, China)

Abstract: Xizaogou, Laodaizhanggou and Wangpingxigou are the three typical meso-epithermal filling replacement vein Pb-Zn deposits in the southern Ruyang lead-zinc ore field. Tests show that rocks in the ore field are characterized by different electric parameters and the lead and zinc ore have the highest intensified rate and the lowest resistivity. Vice versus are the other low metal rocks. IP anomaly is obviously distributed as an East-West belt coinciding with the mineralized altered cataclastic rock zone. The near-field source tripolar IP surveys show better result in detecting shallowly or more shallowly buried Pb-Zn deposits thus electric method is an effective tool to prospect Pb-Zn deposit. Based on various rock electric-ity parameters of Xizaogou Pb-Zn deposit we have accumulated the geological and geophysical prospecting model of the southern Ruyang lead-zinc ore field is built.

Key Words: lead-zinc ore field; electrical parameters; activation rate; IP anomaly; prospecting model; Henan province