



矿产资源地质勘查及综合利用专题

四川会理小关河—河口地区磁异常特征及找矿前景预测

左维钟¹, 刘应冬², 陈涛¹, 刘洪清¹, 徐力², 朱志敏²

(1. 凉山矿业股份有限公司, 四川 凉山 615100; 2. 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 中国地质调查局稀土资源应用技术创新中心, 中国地质调查局金属矿产资源综合利用技术研究中心, 四川 成都 610041)

摘要: 四川会理小关河—河口地区位于扬子地块缘康滇地轴中段, 属我国扬子地块缘川滇南北向重要铜多金属成矿带, 矿产资源丰富。利用 1:5 万地面高精度磁法测量, 圈定了 31 个磁异常, 具有进一步找矿意义的异常有 16 个, 主要集中在平地幅白云山—大云山—绿水—李家坟一带; 河口幅中厂—毛姑坝一带和北东部的杨河与新发一带; 小关河幅滥坝、大箐、老莹磐、大村、元村, 西南部的羊合五—红石井—尖山—大黑依—菜园—官村—大村一带和东南部的阿古鹿与石门坎一带, 为本区下一步地质找矿提供了非常重要的信息。

关键词: 高精度磁测; 小关河—河口地区; 铜矿; 磁异常

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2025.01.001

中图分类号: P597 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2025) 01-0001-07

引用格式: 左维钟, 刘应冬, 陈涛, 等. 四川会理小关河—河口地区磁异常特征及找矿前景预测[J]. 矿产综合利用, 2025, 46(1): 1-7.

ZUO Weizhong, LIU Yingdong, CHEN Tao, et al. Magnetic anomaly characteristics and prospects in xiaoguanhe-hekou area of huili, sichuan province[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2025, 46(1): 1-7.

四川会理小关河—河口地区位于扬子地台西缘康滇地轴中段, 会理东川拗拉槽西端, 矿区在早-中元古代处于大陆裂谷环境, 属于我国扬子地台西缘川滇南北向重要铜多金属成矿带的一部分, 分布着众多铜、铅、锌、铁、镍等矿产^[1], 产出落幽、红泥坡、老虎山、老羊汗淌沟、石龙、黑箐、力马河等大中型矿床, 累计探明铜资源量超过 100 万 t^[2]。区内主要矿床类型有赋存于河口群海相火山-沉积变质岩系的 IOCG 矿床 (拉拉式)^[3], 赋存于东川群落雪组白云大理岩中的层状铜矿 (SSC) (黎溪式), 岩浆硫化物铜镍铂矿 (力马河式) 和砂砾岩型铜矿 (大铜厂式) 等^[4]。前人研

究认为, 利用高精度磁测在拉拉外围寻找隐伏铜、铁矿体效果明显^[5]。本文在前人研究基础上, 通过对小关河—河口地区开展 1:5 万地面高精度磁法测量, 圈定磁异常, 大致查明成矿地质背景和控矿条件, 总结成矿规律, 为区域成矿预测、构造分析、靶区优选提供地球物理依据, 助力新一轮找矿突破行动。

1 区域地质背景

本区大地构造位置属于扬子克拉通西南缘的康滇南北构造带中段, 是我国西南地区著名的铜

收稿日期: 2024-06-14

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目 (DD20230341); 四川省自然科学基金项目 (面上项目) (2024NSFSC0095); 数学地质四川省重点实验室开放基金资助课题 (scsxdz2022-08)

作者简介: 左维钟 (1996-), 男, 本科, 从事地质找矿及矿山管理工作。

通信作者: 刘应冬 (1987-), 男, 高级工程师, 主要从事地质找矿及矿山环境地质调查研究。

铁多金属成矿带^[6-7]。该区地质构造交错,地层复杂,区域岩浆活动频繁,具有多期次、多旋回的特点,为矿产资源的形成和进一步富集提供充足的地质条件^[8]。地层主要发育前震旦纪河口群、东川群和会理群,其次是志留纪、三叠纪、侏罗纪、白垩纪地层,以前震旦系河口群和会理群变质岩系和三叠至白垩系陆相沉积(红层)为主,其它时代的地层零星分布。构造活动发育,具有多期次活动的特点,主要期次有晋宁期、澄江期、华力西期及印支期,晋宁运动中晚期主要发育 EW 向深断裂,是元古代河口群海相细碧角斑质火山岩一次火岩喷发—侵入活动的重要通道,是区内重要控矿构造。晋宁运动之后则主要形成一些 SN 向的褶皱及深大断裂,与 EW 向基底褶皱轴和断裂近于直交,常切割盖层和 EW 向断裂,使其错移、扭曲,呈现 NW 或 NE 向变位,沿断裂带岩浆活动频繁。SN 向断裂是区内主要的断裂构造,既切割基底,又控制中、新生代地层分布,常成为新、老地层的边界,控制了力马河、小关河铜镍超基性岩和长塘锡钨花岗岩的分布。两者叠加干涉形成本区双层结构的构造格局^[7]。岩

浆活动严格受区域性深大断裂带的控制。晋宁早期岩浆岩以变钠质火山岩为代表,分布于拉拉地区河口群地层中,与板岩、片岩呈互层整合产出。为一套碱性系列基-中酸性海相喷发岩,即细碧-角斑质火山岩。落酋大型铜矿、红泥坡大型铜矿和石龙中型铁铜矿以及广泛分布的中小型铁铜矿即赋存于此岩系中。向南一直延续到姜驿地区,分布面积 480 km²,找矿远景很大。其次是兴隆片状蛇纹岩,原岩为橄榄岩。呈岩株、岩墙等形态产出,侵入通安组中,蛇纹岩中含星点状、细脉状及团块状铁镍磁铁矿,一般含镍 0.23%,经风化淋滤作用后,在浅部可形成风化富集带,含镍可达 0.8%。

金属矿产以铜为主,次为铁、镍,伴生金属有银、金、钴、钼、铂、钯等。典型矿床资源量见表 1,累计探明铜资源量 170 万 t,铁资源量 2 233 万 t,镍资源量 2.76 万 t,找矿前景大。这些矿床主要以铁氧化物为主,成矿条件与岩浆热液密切相关,具有明显的高磁异常特征,通过研究磁异常特征指导区域深部找矿具有积极的意义。

表 1 小关河—河口地区典型矿床特征
Table 1 Typical characteristics of mineral deposits in the Xiaoguanhe-Hekou area

矿床	成矿元素	矿石量 /Mt	品位/%	TFe		Cu		Ni	
				矿物量/万t	品位/%	矿物量/万t	品位/%	矿物量/万t	品位/%
落酋	Cu, Fe, Au, Ag, Co, Mo, REE	73.60	15.28	1 124.61	0.83	61.09	-	-	-
红泥坡	Cu, Fe, Au,Ag, Co, Mo	41.60	9.31	387.30	1.42	59.07	-	-	-
老羊汗滩	Cu, Fe, Au, Ag, Co, Mo	29.10	12.09	351.82	1.03	29.97	-	-	-
石龙	Cu, Fe	9.65	38.25	369.11	0.84	8.11	-	-	-
白云山	Cu,Fe	6.25	-	-	0.87	5.44	-	-	-
菖蒲箐	Cu,Fe	4.33	-	-	0.70	3.03	-	-	-
小厂	Cu,Fe	3.81	-	-	0.51	1.94	-	-	-
老虎山	Cu, Fe	1.84	-	-	0.73	1.34	-	-	-
力马河	Ni, Cu, Co	2.49	-	-	-	-	1.11	2.76	-
合计		172.67		2 233		170		2.76	

2 区域岩（矿）石物性特征

采集了区内分布的主要岩（矿）石标本,共 1 131 块并作了物性参数测定,测定结果见表 2。从表 2 可知,区内磁铁矿磁性最强,其磁性强弱次序为:磁铁矿石>灰质板岩>铁质云母片岩>碳质板岩>铜矿>辉长岩>石英砂岩>泥质砂岩>铜镍矿>铁质砂岩>滑石岩>云母片岩>纳长岩>蛇纹岩>辉石岩。其余岩石基本上属弱磁

性或无磁性。区内的磁铁矿石、铁质云母片岩、铜矿和辉长岩的剩余磁化强度 Mr 和磁化率 K 的值与变化范围都比其他有明显的差异,说明区内的强磁异常区主要为磁铁矿石和铁质云母片岩、辉长岩所产生。岩、矿石磁性差异明显,且尚未发现较强的磁性干扰岩体,所以利用地面高精度磁法测量,圈定磁异常,对追踪、评价测区内的磁性岩（矿）体具有明显的指示作用。

表2 区域岩(矿)石磁性参数测定统计
Table 2 Statistics for magnetic parameter measurement of regional rocks (mines)

岩(矿)石 名称	测定 块数	磁化率K情况/ ($4\pi\times10^{-6}$ SI)			剩余磁化强度Mr情况/ ($\times10^{-3}$ A/m)		
		最小值	最大值	几何平均值	最小值	最大值	几何平均值
磁铁矿	66	939.39	15 194.12	3 510.68	20.20	11 375.03	1 604.15
灰质板岩	2	1 340.42	72 28.63	3 112.78	1 792.46	2 592.83	2 155.82
铁质云母片岩	32	156.56	10 416.46	2 994.29	207.27	5 392.17	1 630.10
炭质板岩	30	774.62	15 955.23	2 670.23	31.18	6 729.83	851.91
铜矿	32	499.68	12 431.26	2 162.62	43.30	4 151.46	761.44
辉长岩	25	468.70	13 246.39	1 694.49	17.20	3 305.28	257.35
石英砂岩	40	835.96	4 706.39	1 572.33	14.41	976.91	54.83
泥质砂岩	32	163.23	7 501.28	1 444.56	9.80	4 028.42	137.21
铜镍矿	41	111.93	4 288.21	1 385.02	8.94	819.37	105.27
粉红色泥质砂岩	32	41.97	8 481.99	1 245.65	28.57	2 751.85	141.70
铁质砂岩	104	54.60	17 946.52	1 241.02	21.08	14 184.54	251.56
滑石岩	29	276.32	6 046.07	1 231.99	22.59	5 847.67	520.24
云母片岩	36	112.70	3 886.36	1 226.52	6.67	2 511.90	55.71
灰白色砂岩	40	46.64	3 754.23	1 179.02	7.07	3 146.57	94.25
钠长岩	109	69.95	7 793.76	1 171.24	5.00	8 888.68	160.19
蛇纹岩	95	48.43	8 381.22	1 160.12	14.66	2 247.71	249.23
辉石岩	32	74.33	5 672.15	1 061.29	45.91	4 213.05	412.90
白云质灰岩	40	87.44	5 036.73	942.58	16.64	1 833.55	104.51
红色砂岩	38	79.95	5 208.92	941.52	7.86	1 867.58	75.12
灰岩	96	99.10	10 521.16	882.19	18.25	9 271.63	230.99
花岗岩	34	109.93	3 437.77	729.05	32.66	829.46	142.39
硅质石英砂岩	32	264.69	2 005.36	721.97	38.49	1 581.38	230.98
大理岩	33	43.89	4 307.73	662.78	24.17	1 810.01	383.11
煤系地层	40	93.27	1 608.95	595.58	11.18	309.07	72.54
褐铁矿	41	61.42	5 016.15	230.84	8.45	1 793.12	59.17

3 资料处理与解释

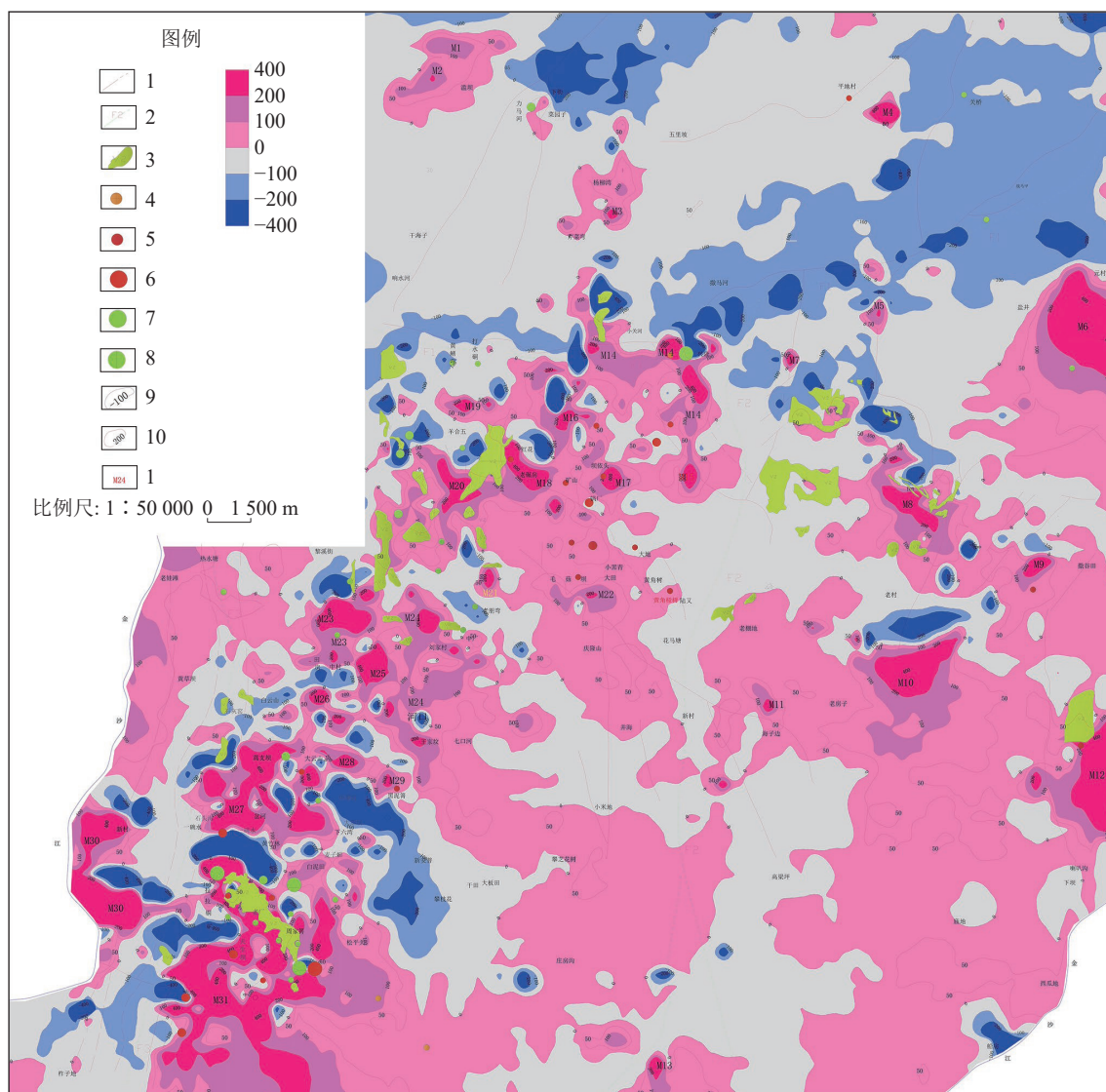
小关河—河口地区包括 1:5 万图幅小关河幅、河口幅和平地东半幅,总面积共 1 085 km²。其中,小关河幅位于北侧,河口幅位于小关河幅南侧,平地东半幅位于河口幅西侧。测网按 500 m×100 m 布设,实际磁测点共 19 328 个。

从图 1 可见,研究区内 ΔT 值普遍在 -100~100 nT 之间,只有局部地区有正负异常存在,而且负异常大多出现在强磁异常区及附近地区,共划分了 31 个异常区,编号 M1~M31 单个异常特征见表 3。

根据表 2 的异常特征,划分了扩大矿床规模的异常(甲₁级)10 个;仅反映已知矿床的异常(甲₂级)1 个;有矿点,矿化点,推断找矿希望较大的异常(乙₁)4 个;基性超基性岩体引起

的,成矿有利地段,隐伏磁性体异常(乙₂级)12 个;性质不明的异常(丙级)4 个。综观整个研究区 ΔT 异常特征,可知该地区的磁异常主要受地质构造和磁性岩体控制,在地质构造发育地区均出现强磁异常,特别在南北向断裂附近地区磁异常较为突出,磁异常具有明显的带状分布特征。31 个异常中,具有进一步找矿意义的异常有 M6、M8、M9、M10、M12、M14、M15、M16、M17、M18、M21、M24、M25、M27、M30 和 M31。

结合区域成矿条件和成矿规律,在扩大找矿远景区域时,应把重点放在辉长岩,辉绿辉长岩出露区,并且构造发育,磁异常比较明显的地带。具有较大异常面积的平地幅白云山—大云山—绿水—李家坟一带;河口幅中厂—毛姑坝—



1-地质实测及推测断层；2-物探推测断层及编号；3-辉长岩；4-金矿(床)点位置；5-磁铁矿点；6-磁铁矿；7-铜矿；8-铜镍矿(床)点位置；9-磁异常负等值线及其数值；10-磁异常正等值线及其数值；11-磁异常编号

图1 ΔT 磁异常等值线

Fig.1 Contour of ΔT magnetic anomaly

带和北东部的杨河与新发一带；小关河幅滥坝、大箐、老莹磐、大村、元村，西南部的羊合五—红石井—尖山—大黑依—菜园—官村—大村一带和东南部的阿古鹿与石门坎一带为下一步的重点找矿区域。

4 结 论

(1) 高精度磁测在小关河—河口地区进行地质填图、推断构造等方面，具有重要的参考价值。是直接寻找磁铁矿、间接寻找岩浆热液型金属矿产等最为经济有效的手段和方法^[9]，地面高精度磁测成果为地质找矿提供了非常重要的信息，

尤其在大面积覆盖区提供了良好的找矿线索。

(2) 小关河—河口地区磁异常特征显著，划分了31个磁异常，其中甲₁级异常10个，甲₂级异常1个，乙₁级异常4个，乙₂级异常12个，丙级异常4个，具有进一步找矿意义的异常有16个。磁异常多产于岩体、构造带附近，许多异常与区域重要矿产对应好，磁异常特征明显，是寻找铜、铁、镍等重点找矿区域。

(3) 仅仅依靠地面高精度磁测是远远不够的，新一轮找矿突破战略行动，建议重点围绕磁异常区，针对重要矿山的深边部，开展深部工程进行验证；在已有矿点、矿化点或有地表矿化线

表 3 磁异常特征及解释推断
Table 3 Characteristics and interpretation of magnetic anomaly

编号	异常特征 $\Delta T/nT$					磁异常解释推断	类别
	长/m	宽/m	一般值	max	min		
M1	1 614	602	100~200	412	36	异常位于下濫坝—上濫坝地区，呈长椭圆形，东西向走向，倾向南，为延深较深的板状体。出露的地层主要为会理群力马河组，受北东向断裂控制，该异常区为低值弱磁性区。	丙
M2	1 810	280	100~200	563	43	该异常与M1类似，位于下濫坝-上濫坝地区走向北东，倾向西南，为延深较深的板状体。	丙
M3	7.5	600	100~200	857	63	异常位于大桥—杨柳湾—芹菜湾，呈等轴状圆形，厚板状体，走向东西，倾向北，出露的地层主要为会理群通安组。	乙 ₂
M4	1 150	730	100~200	280	70	异常位于平地村—老营盘，异常体为延伸有限的三度体（球体或圆柱体），走向东西，倾向北，厚板状体，受北东向断裂控制，出露的岩石主要为会理群力马河组岩体，该异常峰值高，推测可能为隐伏含铜镍超基性岩体。	乙 ₁
M5	805	340	100~200	343	25	异常区位于马包子南测，异常规模较小，呈长椭圆形，厚板状体，走向南北，倾向西，出露的地层主要为会理群通安组。	乙 ₂
M6	3 200	2 350	200~400	580	125	异常位于盐井—元村一带，走向北西向，倾向西南，形态规则，呈长椭圆状，异常梯度小，异常体顶部埋深约200~250 m，露的地层有白垩系，三叠系白果湾组，会理群通安组，区内有1个砂（砾）岩型铜矿出露。推测为矿致异常。	甲 ₁
M7	595	450	100~400	1 993	75	异常位于杨柳湾以北，呈长椭圆形，异常规模小，厚板状体，走向南北，倾向东，异常区有蛇纹岩出露。	乙 ₂
M8	2 395	630	200~400	998	127	异常位于沈家湾子—杨家坝一带，异常走向北西向，形态不规则，为长条带状，异常体顶部埋深150 m，倾向西南，倾角50~60°，异常区内有2个200 nT以上大小不等的正异常，面积约1.6 km ² ，4个负异常，面积约2.1 km ² ，异常正负相间。异常区出露的岩石主要为花岗岩，辉长岩，辉石岩和橄榄岩以及会理群通安组，辉长岩体在异常区内大面积分布，有北东向断裂通过。	乙 ₂
M9	1 600	700	200~400	497	80	异常位于秧田湾，走向北东向，异常形态规则的长条带状，异常区内有1个铁矿，异常区出露的地层为白垩系，该异常区矿致异常区。	乙 ₁
M10	3 000	950	200~400	1 060	145	异常位于李子箐-老房子-打挂山一带，100 nT等值线覆盖面积约8.2 km ² ，走向北东向，异常带长3 000 m，宽500~800 m，异常形态规则，异常范围大，异常区内有3个300 nT以上异常，高值区面积约3.1 km ² ，正异常的北边有2个负异常，面积约1.8 km ² 。异常体顶部埋深200~220 m，倾向东南，倾角50~60°，出露的地层为会理群通安组，有一南北向断裂通过，异常正负相间，推测为强磁性岩（矿）体所为。	甲 ₁
M11	1 240	500	100~200	250	75	异常位于海子边，走向北西向，异常形态规则的长条带状，出露的地层为白垩系，该异常区为低值弱磁性区。	丙
M12	3 500	2 100	200~600	1 250	160	异常区位于下和尚田—石塘—二平子，200 nT等值线覆盖面积约5 km ² 以上，异常最大值为1 250 nT，走向北西向，倾向西南，异常形态规则，规模大，峰值高，异常梯度大。出露的地层为震旦系—二叠系，会理群通安组，岩石主要为辉长岩、辉绿辉长岩、辉石岩、正长岩，出露有1个热液型铁矿床。该异常区为高值强磁性矿致异常区。	甲 ₁
M13	1 700	585	100~400	1 290	104	异常区位于新改田，100 nT等值线覆盖面积约0.8 km ² ，异常走向南北向，异常形态规则的长条带状，异常区出露的地层为白垩系，该异常区为低值弱磁性区。	丙
M14	2 960	500	200~400	929	45	M14、M15、M16、M17、M18、M19、M20组成的强磁异常区位于铜厂阱-羊合五-红石井-坝依头一带，该异常区为已知矿致异常区。异常一般值为200~800 nT，异常带长约8 000 m，宽约6 000 m。异常区内	甲 ₁
M15	920	440	200~500	580	140	21个200 nT以上异常面积约8.1 km ² ，10个-200 nT的负异常面积	甲 ₁
M16	770	405	200~300	629	120	3.6 km ² ，异常正负相间，异常区出露的地层主要为会理群力马河组，	乙 ₁
M17	835	630	200~400	907	70	通安组地层和河口群，出露岩体主要有花岗岩、辉长岩、辉绿辉长岩、辉石岩、闪长岩、石英闪长岩、橄榄岩、蛇纹岩、红石井安山岩。	甲 ₁
M18	1 980	565	200~400	840	110	受东西向小关河大断裂、次级羊合五断裂和田房断裂、河口复式背斜、羊合五倒转向斜和田房倒转背斜控制。区内出露的矿体有热液型铁矿7个，黎溪式铜矿3个，铜镍矿3个。各个矿体出露区均出现强	乙 ₂
M19	690	380	100~300	380	50	磁正负异常特征，东西向排列又孤立又成带相继成片，孤立的峰值是	乙 ₂
M20	1 260	650	200~300	380	130	断裂之中的基性超基性岩体、火山岩和各种成因的铁矿体引起的。	乙 ₂
M21	670	340	200~300	853	140	异常区位于李家村，厚板状体，走向南北，倾向西南，异常区南侧有铜矿1个，北侧出露辉长岩，该异常与M24中间夹有条带状负异常，有	乙 ₂
						一定的找矿前景。	

编号	异常特征 $\Delta T/nT$					磁异常解释推断	类别
	长/m	宽/m	一般值	max	min		
M22	440	190	200~250	310	130	异常区位于毛菇坝—小黑青—大河地，100 nT等值线覆盖面积约1.5 km ² ，异常一般值为200~300 nT，异常形态规则为长椭圆状，异常走向北西向，单个异常规模小。异常受北西向断裂控制，异常体走向北西向，倾向西南，倾角50~60°，出露的地层为侏罗系和会理群通安组。岩石主要为花岗岩、辉长岩、辉绿辉长岩，该异常区为低值弱磁性区，出露矿体有1个铁矿体，属中—高温热液充填型赤铁矿体或磁铁矿体，该异常对寻找类似的赤铁矿体是有希望的。	乙 ₁
M23	1 900	920	200~500	690	120	异常位于安家-田房一带，由两个高值异常区组成南北向异常带，异常带长约2 000 m，宽300~500 m，异常形态规则为长条带状，异常区内有1个铜矿床，出露的地层主要为三叠系白果湾组和河口群，出露的岩石主要为辉长岩辉、绿辉长岩、橄榄岩，该区为矿致异常区。	甲 ₁
M24	790	750	200~400	629	37	异常区位于李家村一带，异常形态规则，走向北东-南西向呈串珠状分布，异常峰值不高，出露的地层为会理河口群，出露有辉长岩，辉长辉绿岩，该异常周边出露小型铁矿3个，黎溪式铜矿2个，铜镍矿1个，该区为铜、镍、铁矿种的重点勘查区，找矿远景大。	乙 ₂
M25	1 600	1 100	200~600	750	130	该组合异常区位于田房一带，大于100 nT等值线覆盖面积约6.1 km ² ，大于200的正异常有5个，面积2.3 km ² 。负异常1个面积1.1 km ² ，异常正负相间，异常区内有2个铜矿床，高值异常区将两个铜矿床连接在一起，出露的地层主要为三叠系白果湾组和河口群，出露的岩石主要为辉长岩辉，绿辉长岩，橄榄岩，该区为矿致异常区。	乙 ₂
M26	680	540	200~400	560	120		乙 ₂
M27	3 150	1 030	200~500	860	55	M27、M28、M29组合异常区位于大云山—蒿枝坝—黑泥箐一带，100 nT以上等值线覆盖面积约10.5 km ² ，异常最大值为860 nT，一般值为200~400 nT，单个异常走向南北向，北西向和东西向，异常形态规则，异常区内有6个200 nT以上异常，面积约6.5 km ² ，异常区内和周围有6个规模较大的负异常，异常区内出露有铜镍矿床1个，铁矿体3个，矿体南面为大面积的强磁异常区。异常区出露的地层主要为侏罗系会理群通安组和河口群，出露的岩石主要为辉长岩辉绿辉长岩，橄榄岩，该异常区为高值强磁性区，推测为延伸有限的板状磁性矿体。	甲 ₁
M28	920	420	200~400	770	160		乙 ₂
M29	460	250	100~200	680	130		甲 ₂
M30	4 100	900	200~800	1 630	160	异常区位于新村—小大窝一带，200 nT以上等值线覆盖面积约5 km ² ，走向东西向，形态规则为长条带状，异常区周围有4个负异常。南北向断裂横穿异常区，出露的地层主要为三叠系和会理群通安组，出露的岩石主要为辉长岩辉绿辉长岩，该异常区为高值强磁性区，推测为延伸有限的厚板状磁性矿体。	乙 ₂
M31	8 450	2 510	200~400	1 350	115	异常区位于拉拉铜矿—长庆沟—绿水河—李家坟一带，100 nT以上面积积约23.5 km ² ，异常带长7 000 m，宽1 000 m以上，异常形态多种多样，异常区内有3个200 nT以上异常，高值区面积约13.5 km ² ，有6个负异常，异常区北部有一负异常带将其与M27异常区分分为南北两个异常区。异常区内出露有拉拉式铜矿床大小共6个，7个热加液型铁矿，每个矿床区均有高值磁异常出现，100 nT以上磁异常将13个铜铁矿床连成一片。出露的地层主要为白垩系、侏罗系、三叠系白果湾组、震旦系、会理群通安组、河口群、出露的岩石主要为辉长岩辉绿辉长岩、橄榄岩、花岗岩，该异常区为高值强磁性矿致异常区，空白区深部还有很大的找矿空间。	甲 ₁

注：甲类(矿异常)，甲₁-发现或扩大矿床规模的异常；甲₂-仅反映已知矿床的异常。乙类（有找矿意义）的异常，乙₁-有矿点，矿化点，推断找矿希望较大的异常；乙₂-基性超基性岩体引起，成矿有利地段，隐伏磁性体。丙类：性质不明的异常。丁类：非矿异常。

索的区域，开展大比例尺物化探工作，进一步缩小异常区域，明确异常的深部展布特征，采用山地工程和深部工程验证，圈定矿体的赋存状态和规模，实现本区域的找矿突破。

参考文献：

[1] 张士红. 基于深度学习的四川会理“拉拉式”铜矿找矿预测研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2020.
ZHANG S H. Deep learning for mineral prospectivity mapping

of Lala-type copper deposit in the Huili region, Sichuan[D]. Beijing: China University of geosciences (Beijing), 2020.
[2] 李庭学, 李正武, 罗丽萍. 四川拉拉地区铜成矿规律及找矿潜力[J]. 中国矿业, 2014, 23(6):88-91.
LI T X, LI Z W, LUO L P. The metallogeny and prospecting potential of copper deposits in Lala district, Sichuan province[J]. China Mining Magazine, 2014, 23(6):88-91.
[3] ZHU Z M, TAN H Q, LIU Y D. Late palaeoproterozoic Hekou Group in Sichuan, Southwest China: geochronological

framework and tectonic implications[J]. *International Geology Review*, 2018, 60(3):305-318.

[4] 覃瑜, 周存中. 四川攀西地区铜矿主要类型、地质特征找矿标志与成矿预测[J]. *四川地质学报*, 2009, 29(4):422-425.

QIN Y, ZHOU C Z. Major types, geological features, prospecting criteria and metallogenetic prognosis for Cu deposits in the Panzhihua-Xichang region, Sichuan[J]. *Acta Geologica Sichuan*, 2009, 29(4):422-425.

[5] 柳康伟, 曹礼刚, 吴兴, 等. 地面高精度磁测在寻找隐伏铜铁矿的应用[J]. *物探化探计算技术*, 2015, 37(5):592-598.

LIU K W, CAO L G, WU X, et al. Application of ground high precision magnetic method in prospecting concealed copper and iron[J]. *Computing Techniques For Geophysical And Geochemical Exploration*, 2015, 37(5):592-598.

[6] 刘肇昌, 李凡友, 钟康惠, 等. 扬子地台西缘构造演化与成矿[M]. 成都: 成都电子科技大学出版社, 1996.

LIU Z C, LI F Y, ZHONG K H, et al. Tectonic evolution and mineralization of the western margin of the Yangtze Platform

[M]. Chengdu: Chengdu University of Electronic Science and Technology Press, 1996.

[7] ZHAO X F, ZHOU M F. Fe-Cu deposits in the Kangdian region, SW China: a Proterozoic IOCG (iron-oxide-copper-gold) metallogenic province[J]. *Mineralium Deposita*, 2011, 46:731-747.

[8] 唐慧, 刘顺, 钱永超, 等. 四川拉拉铜矿构造变形与成矿的关系[J]. *矿产综合利用*, 2022(4):87-93.

TANG H, LIU S, QIAN Y C, et al. Relation between structural deformation and mineralization in Lala copper deposit, Sichuan[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2022(4):87-93.

[9] 刘应冬, 李廷学, 陈良, 等. 青海仓家峡地区高精度磁测特征及找矿前景[J]. *矿产保护与利用*, 2015(2):13-17.

LIU Y D, LI T X, CHEN L, et al. The anomalies of ground high-precision magnetic survey and the ore forecast in Cangji Xia area of Qinghai Province[J]. *Conservation and Utilization of Mineral Resources*, 2015(2):13-17.

Magnetic Anomaly Characteristics and Prospects in Xiaoguanhe-Hekou Area of Huili, Sichuan Province

ZUO Weizhong¹, LIU Yingdong², CHEN Tao¹, LIU Hongqing¹, XU Li², ZHU Zhimin²
(1.Liangshan Mining Co., Ltd., Liangshan 615100, Sichuan, China; 2.Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Technical Innovation Center of Rare Earth Resources, China Geological Survey, Research Center of Multipurpose Utilization of Metal Mineral Resources of China Geological Survey, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: The Xiaoguan-Hekou area in Huili, Sichuan Province is located in the middle of the Kangdian axis in the western margin of the Yangtze Platform, which is an important South-North Cu-polymetallic metallogenic belt of Sichuan and Yunnan, with abundant mineral resources. Thirty-one magnetic anomalies were delineated by using the 1:50 000 high-precision surface magnetic survey, 16 of which are of further prospecting significance, mainly concentrated in the area of Baiyun Mountain, Dayun Mountain, Lushui and Lijiafen in the Pingdi geological map, the Zhongchang, Maoguba area on the Hekou geological map and the Yanghe and Xinfa areas in the northeast in the Xiaoguanhe geological map, the areas of Yanghewu, Hongshijing, Jianshan, Daheiyi, Caiziyuan, Guancun, Dacun in the southwest and Agulu, Shimenkan in the southeast. This provides very important information for the further geological exploration in the area.

Keywords: High-precision magnetic survey; Xiaoguanhe-Hekou area; Copper deposits; Magnetic anomaly