

湘南骑田岭地区锡多金属矿的岩石磁学研究

郭友钊¹, 刘海良¹, 张余芝¹, 李宜运², 李磊¹

(1. 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 河北廊坊 065000 2. 湘南地质勘察院, 湖南郴州 423000)

摘要 湘南地区骑田岭芙蓉矿田存在众多航磁以及地面高精度磁力异常, 正确认识磁异常与锡多金属矿异常的对应关系, 直接涉及到对矿区找矿前景的评价与找矿工作部署。笔者从岩石磁学参数的统计特征来探讨磁法勘探的应用范围及其应注意的问题。

关键词 磁法勘探, 岩石磁性, 锡多金属矿, 骑田岭

中图分类号: P631 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2006)06-0521-04

湘南地区骑田岭芙蓉矿田是国土资源大调查工作期间取得突破性找矿效果的远景区之一。由于该区属南岭山脉中段的北侧, 地形陡峻, 属中、高山地貌, 物探方法的使用受到较大的限制, 因而较易实施的磁法勘探受到了重视, 先后完成了1: 5万航空磁测与1: 2万~1: 1万地面高精度磁法勘探, 发现了大量的磁异常。磁异常与锡多金属矿床之间存在什么对应关系, 成为该区地质、物探找矿的关键性问题之一。在该区及邻区的物探特别是磁法找矿的效果研究中^[1-2], 不少专家认为本区磁异常与锡多金属矿异常可能存在较为密切的关系, 因而对本区的找矿前景充满了期待。

笔者以地质研究成果为基础, 通过分析岩矿石磁性测量的统计特征与磁正演模拟计算, 探讨本区磁法勘探的效果问题。

1 地质特征

规模宏大的地层、岩体单元以及找矿目标的矿体有如下特征。

1.1 地质背景

骑田岭地区出露的主要地层为上古生界石炭系石碇子组、梓门桥组、船山组、黄龙组以及二叠系栖霞组、三叠系大冶组碳酸盐岩地层, 二叠系当冲组、龙潭组硅质岩、碎屑岩地层。侵入岩体则主要为燕山期骑田岭花岗岩岩体^[3-4]。

1.2 蚀变矿化体

根据地质研究成果^[4-6], 骑田岭岩体的侵入是

本区最重要的成矿地质作用背景, 从岩浆侵入开始, 成岩成矿作用可划分为主体岩浆岩期、矽卡岩期、补充岩浆岩期、碱质交代期、云英岩期、硫化物期、表生风化期等。从主体岩浆岩期至表生风化期, 成岩成矿温度背景从气化热液经高温、中温、低温过渡到常温状态, 并形成不同的矿物组合。其中, 锡石矿物可在主体岩浆岩期、矽卡岩期、补充岩浆岩期、碱质交代期、云英岩期、硫化物期形成, 范围较大, 其中以3期形成为主; 钛铁矿形成于主体岩浆岩期, 磁铁矿形成于主体岩浆岩期、矽卡岩期、补充岩浆岩期、碱质交代期和云英岩期等, 并在矽卡岩期形成为主; 黄铁矿与磁黄铁矿则以云英岩期、硫化物期形成为主。

从含铁矿物生成顺序与成岩、成矿作用的关系出发, 可把矿体相对分成以下2种:

(1) 以磁铁矿、钛铁矿为主, 磁性相对强的矿体, 包括白钨矿化和部分锡石矿化, 出现在岩体、岩脉、云英岩、矽卡岩等规模较大的地质体中。在岩体、岩脉中矿化程度较低, 而在矽卡岩中富集, 形成磁铁矽卡岩。

(2) 以黄铁矿、磁黄铁矿为主, 磁性相对弱的矿体, 包括部分锡石矿化、黄铜矿化、方铅矿化、闪锌矿化, 出现在构造薄弱带等规模较小的地质体中。

2 磁性特征

通过采集岩矿石标本, 在中国地质科学院物化探所物性实验室进行样品磁性测试, 对获得的磁性数据进行统计分析。

表 1 岩石地层单元及岩体单元物性参数统计

地层、岩体年代			样品块	磁化率		样品块	剩磁强度		岩性	样品块	磁化率		样品块	剩磁强度	
				$4\pi\times10^{-6}\text{SI}$			10^{-3}A/m				$4\pi\times10^{-6}\text{SI}$			10^{-3}A/m	
				均值	标准差		均值	标准差			均值	标准差		均值	标准差
地 层	二 叠 系	龙潭组	126	159	1565.41	131	151	289.87	碎屑岩 硅质岩	153	184	6256	158	23	27736
		当冲组	11	136	83.73	15	12	994.90		10	258	119	10	22	649
		栖霞组	67	52	559.17	138	10	761.79	碳酸盐 岩地层	3557	190	36	6199	480	12
	船山、黄龙组	21	10	610.15	126	5	185.05								
	梓门桥组	44	33	12059.05	65	44	6648.57								
	石碇子组	65	222	4179.17	92	136	6344.46								
岩 浆 岩	将军寨单元	15	155	3747.45	15	12	1443.15	花岗岩 （含云英岩化）	100	169	743	102	22	57873	
	岩脉	13	132	857.13	13	44	139.82								
	回头湾单元	16	118	480.22	17	18	225.85								
	荒唐岭单元														

2.1 地质岩体的磁性

岩石地层单元和岩体单元的磁性参数统计于表 1。地层可分为 2 类,一是含硅质成分很高的硅质岩、碎屑岩,发育于龙潭组、当冲岩组中,在岩浆侵入发生热变质作用或热液作用时常出现硅化、角岩化,其磁化率为 $188\times4\pi10^{-6}\text{SI}$,剩磁强度为 $22\times10^{-3}\text{A/m}$;另一类以含碳酸盐岩为主,为灰岩,发育于栖霞组、船山组—黄龙组、梓门桥组、石碇子组中,其磁化率为 $36\times4\pi10^{-6}\text{SI}$,剩磁强度为 $12\times10^{-3}\text{A/m}$ 。侵入于沉积岩中的岩体主要成分为花岗岩,含局部云英岩化花岗岩,其磁化率为 $169\times4\pi10^{-6}\text{SI}$,剩磁强度为 $22\times10^{-3}\text{A/m}$ 。这是研究区的背景磁性。

原岩及原岩蚀变矿化后磁性发生较大的变化

表 2 原岩蚀变、矿化前后磁性的变化

岩石			样品块	磁化率/($4\pi10^{-6}$)SI				样品块	剩磁强度/ 10^{-3}A/m			
				均值	最大值	最小值	标准差		均值	最大值	最小值	标准差
碳酸盐岩	原岩	白云岩	1	0				2	5	28	1	19
		灰岩	155	46	79118	0	6839	294	27	50007	0	4504
	蚀变矿化	大理岩	34	13	3578	0	768	184	4	1207	0	120
		矿化灰岩	12	1169	15018	8	4317	14	1100	28226	6	7401
		砂卡岩	6	1593	80361	472	32500	6	211	98968	7	40334
碎屑岩	原岩	板岩	7	62	3103	3	1146	7	13	286	2	104
		页岩	9	100	173	49	36	9	31	252	2	79
		泥岩	41	159	493	35	88	41	15	6070	1	956
		粉砂岩	72	202	74332	3	8766	77	25	341619	1	39647
		细砂岩	11	542	11186	5	4380	13	153	8675	1	3165
		中砂岩	7	122	588	43	212	7	7	26	3	10
		砂岩	4	438	791	90	331	4	6	11	2	4
	蚀变	角岩	28	433	11816	35	2483	28	42	11967	2	2688
深成岩	原岩	花岗岩	88	161	14643	6	1989	90	27	501147	1	61541
	蚀变	云英岩	12	252	3592	111	981	12	5	7980	2	2303

2.2 蚀变矿化体的磁性

锡矿石的类型不同,磁性各异(表 3)。锡石—磁铁矿型矿石的磁化率高达 $250\ 367\times4\pi10^{-6}\text{SI}$,剩磁强度达到数据 $754\times10^{-3}\text{A/m}$;砂卡岩中发育的

(表 2)。碳酸盐岩受热形成纯净的大理岩时,磁性降低,但在岩体接触带或断裂蚀变带附近形成砂卡岩或矿化灰岩时,磁性约增大 20 倍。碎屑岩形成角岩时,磁性变化不大。花岗岩蚀变为云英岩时,磁化率略增高,但剩磁强度却明显降低。

蚀变矿化后的岩矿石中,蚀变岩、构造岩、矿化岩石的磁化率分别为(545、6 219、563) $\times4\pi10^{-6}\text{SI}$,剩磁强度分别为(56、1376、227) $\times10^{-3}\text{A/m}$,其磁性比背景岩石高出至少 1 倍,特别是构造岩的磁性显著增加。因此,发育蚀变岩、构造岩、矿化岩石的地区应出现较大的磁异常。因此,碳酸岩盐的砂卡岩化、矿化、构造岩化可能是本区产生较强磁异常的原因。

锡石—透辉石、锡石—透闪石型矿石,其磁化率约为 $1\ 717\times4\pi10^{-6}\text{SI}$,剩磁强度为 $324\times10^{-3}\text{A/m}$;蚀变花岗岩型中的锡石—硫化物型、锡石—绢云母、绿泥石型的磁性较弱,石英脉中锡石—石英型矿石根

表 3 白腊水矿岩矿石磁化率统计 $4\pi 10^{-6} \text{SI}$

矿化岩石	样品块	均值	最大值	最小值
锡石磁铁矿	25	250367	550008	63615
块状磁黄铁矿	4	28711	63181	4556
黄铜矿化灰岩	5	3909	15018	606
含磁黄铁矿砂岩	4	2786	9881	830
含锡矽卡岩	54	1717	231382	35
黄铁黄铜矿化硅化花岗岩	5	1544	7706	128
锡矿化灰岩	12	1169	15018	8
锡矿石化云英岩	8	513	22812	112
黄铁矿化砂岩	27	472	2277	137
锡矿石	18	346	114154	14
锡矿石化花岗岩	5	280	4319	49
赤铁矿、褐铁矿	11	168	576	32

据其矿物组合估计其磁性更弱。因此,根据磁性分析,磁法勘探在本区上可把碳酸盐岩从碎屑岩、硅质岩、深成岩中区分出来,在一定程度上判别碎屑岩及硅质岩所发生的角岩化带、碳酸盐岩的矽卡岩化带、花岗岩中的云英岩化带,应能明显地识别工区的锡石—磁铁矿型矿致异常。

碳酸盐岩、碎屑岩、硅质岩、深成岩的剩磁强度差异不大,碳酸盐岩的磁化率与其他类型的岩石磁化率相差约 1 个数量级,区分碳酸盐岩具有良好的磁性前提,但碎屑岩、硅质岩、深成岩间的磁性相差无几,相互区分则无磁性前提。碎屑岩地层(如当冲组)与碳酸盐岩地层(如栖霞组)磁性相差约 1 个数量级,相互区分具有良好的磁性前提。与深成岩

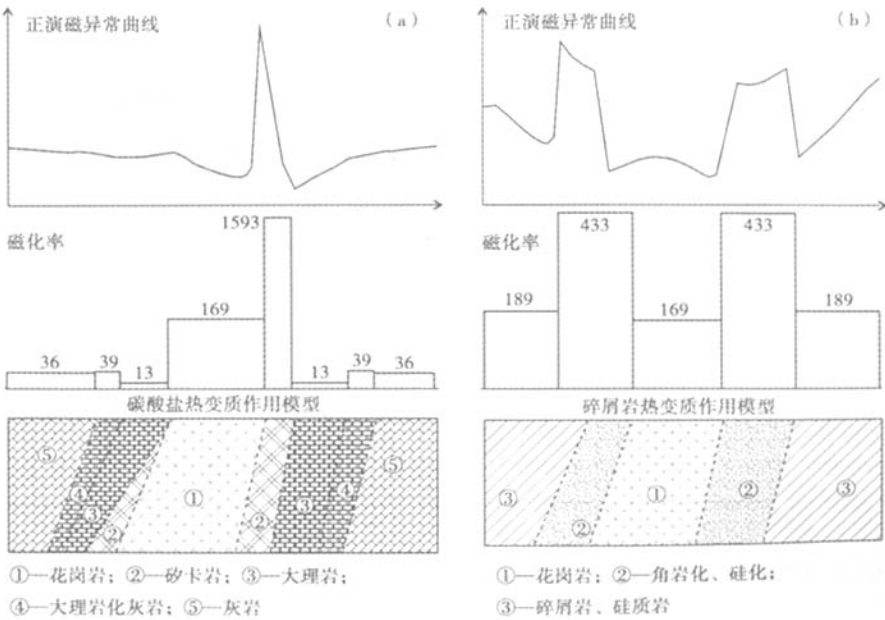
磁性相差不多的碎屑岩、硅质岩发生蚀变后所形成的角岩、硅化岩石的磁性没有出现明显变化,在碎屑岩、硅质岩地层中寻找隐伏岩、角岩化带、硅化带没有磁性前提。碳酸盐岩的磁性弱于深成岩、矽卡岩的磁性约 2 个数量级,在碳酸盐岩中寻找隐伏岩体、矽卡岩蚀变带具有很好的磁性前提。构造蚀变带的磁性与碳酸盐、碎屑岩(硅质岩)、深成岩具有 1~3 个数量级的磁性差异,寻找构造蚀变带具有很好的磁性前提。

锡石磁铁矿的磁化率为 $250\,367 \times 4\pi 10^{-6} \text{SI}$,比矽卡岩的磁化率($1\,593 \times 4\pi 10^{-6} \text{SI}$)大 100 倍,也比构造岩的磁化率($6\,219 \times 4\pi 10^{-6} \text{SI}$)大 40 倍,比蚀变花岗岩的磁化率($729 \times 4\pi 10^{-6} \text{SI}$)大 300 倍。因此,在构造岩蚀变带、矽卡岩带、花岗岩蚀变带中寻找锡石—磁铁矿型矿体具有很好的磁性前提。

3 磁异常模拟

时代较新的龙潭组地层、时代较老的石碇子组地层均具有较强的磁性,介于两者间的地层磁性较弱(见表 1)。区内这些地层形成的褶皱,龙潭组以及当冲组常组成向斜核部,石碇子组或梓门桥组由构成背斜核部,栖霞组、船山—黄龙组、梓门桥组常是翼部。因此,褶皱核部常形成高磁异常,翼部则对应弱异常,它们具有区域上的宏观结构。

成矿作用与岩浆侵入关系密切。岩浆侵入碳酸盐岩地层时,自岩体接触带向外依次形成矽卡岩、大理岩、大理岩化灰岩(图 1a)。矽卡岩的规模是由岩



a—岩浆侵入于碳酸盐岩地层 b—岩浆侵入于碎屑岩地层 磁化率/ $4\pi 10^{-6} \text{SI}$

图 1 岩浆侵入模型及磁性、磁异常的响应

浆流体的温度、化学成分所决定,其有、无、厚、薄具有很大的变化。大理岩及大理岩化灰岩则主要由热烘烤变质作用形成,其厚度与岩浆侵入规模与温度有关。磁场正演结果表明,大理岩及大理岩化灰岩、灰岩分布区对应的磁异常较弱,矽卡岩带的磁异常以其强幅度异常为特征。大理岩层之下若隐伏着矽卡岩,如果具有一定的规模,也能形成一定强度的磁异常。

岩浆侵入碎屑岩地层时在接触带及外围形成角岩带与硅化带(图 1b)。角岩带、硅化带磁性高于岩体,尚形成低缓异常。

4 结论与讨论

(1)在地层与岩体所具有的较弱背景磁性中,骑田岭地区应用磁法勘探方法寻找蚀变带、矿化带具有良好的岩矿石磁性基础,特别是矽卡岩化带、蚀变断裂带以及矽卡岩型、构造蚀变带型矿体与围岩均有明显的磁性差异,应具有良好的效果(表 4)。

表 4 本区磁法勘探效果的磁性基础

蚀变带类型	矿化类型	效果
云英岩化带 硅化带	云英岩型	一般
	蚀变岩体型	一般
	石英脉型	一般
矽卡岩化带	矽夕卡岩型	很好
蚀变断裂带	构造蚀变带型	很好

(2)本区云英岩化带、硅化带及其中所发育的

云英岩型、蚀变岩体型、石英脉型矿体与围岩的磁性差异不算很大,加之矿体规模较小,应用磁法勘探来定位此类类型的矿体,可能会出现严重的困难。

(3)由于本区岩浆侵入活动强烈,普遍存在碳酸盐岩,易发生矽卡岩化,并且矽卡岩的发育规模可能远大于矿体。因此,不宜认为本区的磁异常与矿异常存在着对应关系,而宜认为磁异常主要与矽卡岩关系密切。从这个基础发出,可以较客观地认识磁异常在找矿中的作用。

(4)云英岩化带、硅化带及其中所发育的云英岩型、蚀变岩体型、石英脉型矿体的磁性较弱,可能形成幅度较弱的、规模较小的磁异常。因此,实际工作中,不宜忽视弱磁异常。

参考文献:

[1] 谭双喜. 物探方法在湘南两个多金属矿区的找矿效果[J]. 湖南地质, 2002, 21(2): 97.

[2] 胡志科. 坪宝矿田找矿信息标志及有效找矿方法探析[J]. 华南地质与矿产, 2002(4): 60.

[3] 汪雄武, 王晓地, 刘家齐, 等. 湖南骑田岭花岗岩与锡成矿的关系[J]. 地质科技情报, 2004, 23(2): 1.

[4] 魏绍六, 曾钦旺, 许以明. 湖南骑田岭地区锡矿床特征及找矿前景[J]. 中国地质, 2002, 29(1): 67.

[5] 黄革非, 曾钦旺, 魏绍六. 湖南骑田岭芙蓉矿田锡矿地质特征及控矿因素初步分析[J]. 中国地质, 2001, 28(10): 30.

[6] 黄革非, 龚述清, 蒋希伟, 等. 湖南骑田岭锡成矿规律探讨[J]. 地质通报, 2003, 22(97): 445.

A ROCK MAGNETISM STUDY OF THE MAGNETIC PROSPECTING METHOD IN THE QITIANLING TIN-POLYMETALLIC ORE AREA , SOUTHERN HUNAN

GUO You-zhao¹, LIU Hai-liang¹, ZHANG Yu-zhi¹, LI Yi-yun², Li Lei¹

(1. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration , CAGS , Langfang 065000 , China ; 2. South Hunan Institute of Geological Survey , Chenzhou 423000 , China)

Abstract : There are many magnetic anomalies found by aeromagnetic prospecting and ground magnetic exploration in the Qitianling tin-polymetallic ore area in Hunan Province. The right consideration of the relationship between the magnetic anomalies and the ore anomalies will decide the evaluation of the ore-seeking prospects and the arrangement of exploration projects. In the light of the statistic characteristics of the rock magnetic parameters , this paper discusses the problems concerning the application of magnetic exploration.

Key words : Qitianling ; tin-polymattic ore area ; magnetic prospecting ; rock magnetism

作者简介 郭友钊(1965 -)男,1986年毕业于长春地质学院,获博士学位,教授级高级工程师,现从事地质、地球物理研究
(Email :azhao66@163.com).