

祁连山地区铬铁矿和超基性岩体的地球 物理特征及物探找矿方法

曹绪宏

(中南冶金地质研究所)

本文描述了祁连山地区铬铁矿和超基性岩体的物性参数及地球物理场特征,提出了铬铁矿找矿勘探各阶段的地质任务及所需采用的综合物探方法。

关键词: 祁连山地区铬铁矿; 物性特征; 地球物理场特征; 综合物探方法



物探与化探

最近两年,我所铬组在祁连山地区进行了广泛的地质、物探调查,对25个含铬超基性岩体,采集了1800多块物性标本。本文着重对祁连山地区铬铁矿、超基性岩体的地球物理特征加以阐述,以期能在评价含铬岩体和寻找铬铁矿时,提供一些地球物理特征标志;同时还对我国找铬的物探方法的模式进行了探索。

铬铁矿和超基性岩的 物性特征

1. 磁化率

祁连山地区块状铬铁矿磁化率的变化范围为 $239 \sim 15205 \times 10^{-6}$ SI单位,平均值为 2300×10^{-6} SI单位,比超基性岩的平均磁化率($K = 36141 \times 10^{-6}$ SI)低一个数量级(附表)。它与超基性岩体中的辉石岩(1357×10^{-6} SI)和角闪岩(2350×10^{-6}

SI)的磁化率大小相近。浸染状铬铁矿的磁化率为 36317×10^{-6} SI,比块状铬铁矿高,与超基性岩差不多。

超基性岩的磁化率平均比基性、中酸性侵入岩、沉积岩的磁化率高,但比一些磁铁矿、变质岩的磁化率低或相近。含铬纯橄岩比不含铬辉石岩和角闪岩的磁化率高。

2. 剩余磁化强度

本地区块状铬铁矿剩余磁化强度的变化范围为 $3 \sim 3033 \times 10^{-3}$ A/M,平均值为 495×10^{-3} A/M。它与超基性岩的剩磁(1149×10^{-3} A/M)相比,要低一个数量级;而浸染状铬铁矿的剩磁(3165×10^{-3} A/M),比块状铬铁矿要高一个数量级。超基性岩的剩余磁化强度大于基性、中酸性侵入岩和沉积岩,与蛇纹岩相近。含铬铁矿纯橄岩的剩磁一般大于无矿的辉石岩和角闪岩类。

3. Q值

高Q值(J_r/J_i)是本地区铬铁矿的一个重要特征,它的平均值为5,变化范围为 $0.07 \sim 9.75$ 。它比本地区超基性岩的Q值

祁连山地区岩石和矿石物性参数表

岩矿石类型	块数	磁化率 ($K \cdot 10^{-6} SI$)	剩磁(J_r) ($10^{-3} A/M$)	Q (J_r/J_i)	密度(σ) (g/cm^3)	充电率 (M)		电阻率 (Ωm)
						块 数	(mV/m)	
块状铬铁矿	74	2300	495	5.0	3.7	95	24.1	2599
浸染状铬铁矿	37	36317	3165	2.22	2.91	11	31.6	1298
含铬纯橄岩	145	13044	412	0.65	2.7	162	12.2	8120
辉石岩	310	1357	37	0.41	2.94	310	10.4	5208
含磁铁矿辉石岩	75	103547	4057	1.1	3.07			
辉橄岩	31	60381	1226	0.52	2.47	31	56.4	1281
角闪岩	40	2350	13	0.14	2.97			
蛇纹岩	583	49850	1276	0.57	2.58	46	41.8	2630
辉长岩	150	616	3	0.12	2.9	70	10.4	2567
闪长岩	22	251	2	0.22	2.7	12	5.8	2381
正长岩	10	6396	298	1.19	2.6	8	6.5	2735
花岗岩	38	440	3	0.2	2.72	26	2.7	1591
超基性岩(平均)	601	36141	1149	0.56	2.82	449	26.3	4870

(0.56) 约高10倍。超基性岩的 Q 值以含磁铁矿的辉石岩为最高,平均达1.1。含铬纯橄岩的 Q 值(0.65)大于不含铬的辉石岩(0.41)和角闪岩(0.14)。

4. 密度

块状铬铁矿的密度变化范围为2.6~4.25 g/cm^3 ,平均值达到3.7 g/cm^3 ,比超基性岩的密度(2.83 g/cm^3)高出0.87 g/cm^3 。高密度为用重力法寻找铬铁矿提供了物性依据。

本地区的超基性岩之密度值,比一般基性、中酸性、沉积岩的密度大。含铬纯橄岩的密度(2.7 g/cm^3)比不含铬的辉石岩(2.94 g/cm^3)和角闪岩(2.97 g/cm^3)的密度小0.11~0.14 g/cm^3 。

5. 充电率

在祁连地区,铬铁矿充电率变化范围为0.3~154 mV/m ,常见值为24.1 mV/m ,比超基性岩充电率的常见值26.3 mV/m 要低2.2 mV/m 。超基性岩的充电率比基性岩和中酸性侵入岩的高。含铬纯橄岩的充电率略高于辉石岩。

6. 电阻率

铬铁矿电阻率的变化范围较大。块状铬铁矿为89~34773 Ωm ,常见值为2599 Ωm 。

浸染状铬铁矿的变化范围为109~12003 Ωm ,常见值为1298 Ωm ,它们都比超基性岩的电阻率(4870 Ωm)小。

超基性岩的电阻率变化范围为96~50051 Ωm ,大于基性岩和中酸性侵入岩。在超基性岩中,含铬纯橄岩的电阻率值最高(达8120 Ωm),比不含铬的辉石岩的(5208 Ωm)等其他岩石高3000 Ωm 以上。

铬铁矿及含铬超基性岩 的地球物理场特征

铬铁矿及含铬超基性岩体的上述特征,也往往影响着其地球物理场的变化。从祁连山地区及我国一些主要铬铁矿床的研究,可以看出铬铁矿、超基性岩,以及含铬超基性岩体,有如下一些地球物理场特征:

1. 重力异常特征

铬铁矿体具有明显的重力高异常。利用这一特征标志来直接找矿,是有很好的效果的。例如在新疆鲸鱼岩体的找矿工作中,根据G-5号重力高异常进行布钻,首钻就在26.2m处见到了厚21m的致密块状铬铁矿(图1)。

由于超基性岩体一般均可引起重力高异

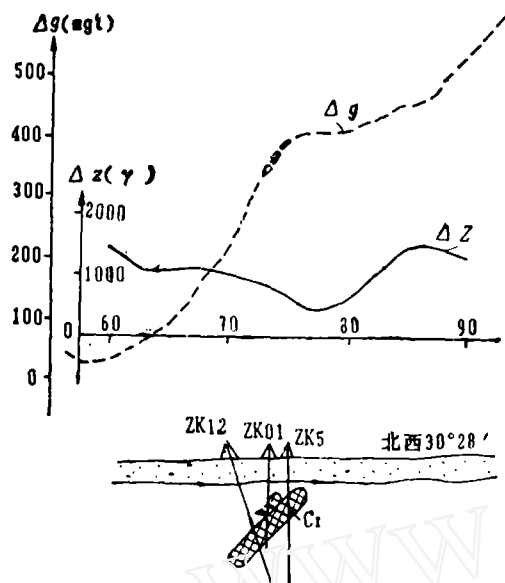


图1 新疆G-5号异常75线重力、磁法、地质综合剖面图

常,故可用重力法寻找隐伏的超基性岩体和推断解释岩体形态和产状。

同一地区,含铬超基性岩体(或岩相)的重力异常,低于不含铬的超基性岩体(或岩相)的重力异常。这一特征可作为某些地区的找铬的间接标志。在甘肃大道尔吉地区,后期侵入的含铬纯橄岩体显示低的重力异常,而前期侵入的不含铬的辉石岩体,则显示高的重力异常。而铬铁矿都是在低重力异常带(I、II、V带)中找到的(图2)。

2. 磁异常特征

祁连山地区具有一定规模和埋深的超基性岩体,都能引起航磁异常和地磁异常。1983年在该地区曾作过1:100万的航磁测量。在航磁图上,超基性岩体引起的异常形态规则、梯度陡、有尖峰,峰值一般在100~200nT,个别可达300nT以上,异常与岩体位置对应较好(图3)。

超基性岩,一般具有强而稳定的磁性,在地磁图上表现为幅值较高的孤立正磁异常或线性正异常带。根据这种磁异常特征,可以快速而准确地查明超基性岩体的位置和确

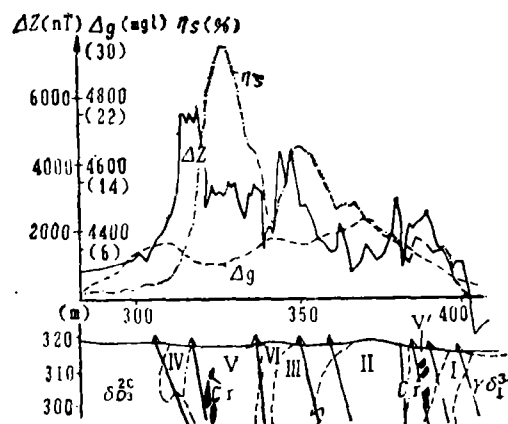


图2 大道尔吉V线物探与地质综合剖面图

ΔZ—磁异常, Δg—重力异常, ηs—激电异常;
I、III、V—后期侵入的含铬纯橄岩, II、IV、VI—前期侵入的辉石岩, σ_3 —石英闪长岩,
 $\gamma\sigma_3$ —片麻状花岗岩

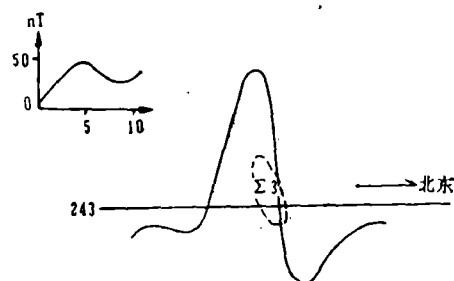


图3 青C-83-2异常航磁ΔT曲线与地质综合图

Σ—超基性岩体

定其空间形态及产状。

铬铁矿体往往引起低磁异常和负异常。图1中,就有鲸鱼岩体铬铁矿体上所反映的低磁异常。

含铬超基性岩体的磁异常往往大于不含铬超基性岩体的磁异常。从图2可见,大道尔吉后期侵入的含铬超基性岩(纯橄岩)的磁异常就大于前期侵入的不含铬的超基性岩(辉石岩)的磁异常。

3. 激电异常特征

铬铁矿体上一般均具有较高的激电异常。甘肃大道尔吉和陕西楼房沟铬铁矿体上的激电异常都很明显。

与不含铬超基性岩相比,含铬超基性岩体的激电异常比较高。从图2可以明显看出,大道尔吉地区前期侵入的不含铬的超基性岩(辉石岩)具有低激电异常,而后期侵入的含铬超基性岩(纯橄岩)具有高的激电异常。

以上归纳的祁连地区铬铁矿、超基性岩及含铬超基性岩体的物性特征和地球物理场特征,可以作为在本地或其他地区查明超基性岩体,评价含铬超基性岩体以及寻找铬铁矿体的标志。

找铬铁矿的物探方法

40年来,在我国铬铁矿的找矿勘探工作中,曾作了一些物探工作,并获得了一定的地质效果,但由于我国铬铁矿的地质、地球物理条件特殊,致使铬铁矿的找矿工作还处于低谷。到目前为止,也还没有形成一套比较成熟的找铬的综合物探方法。为此,根据国内外物探找铬成功的经验,提出在找矿的不同阶段物探所能解决的地质问题,以期摸索出一套适合我国铬矿地质情况的综合物探方法。

1. 物性工作

按一定要求,在野外采集样品,经过实验室加工整形,并在精密仪器上测量,内容包括:密度(σ),磁性参数(K 、 J_r 、 φ 、 θ ,最大、中间和最小磁化率即 K_{max} 、 K_{int} 、 K_{min} 及其方向的偏角和倾角),电参数(η_s 、 M 、 ρ)等。对测得的物性参数,一方面应进行综合计算,获取另一部分组合参数,如磁参数的 Q 值(J_r/KT_0)。另一方面,应按地质体的不同单元(如岩相、岩性、矿段等)、不同参数的分布概型,在计算机上进行统计计算,从中提取我们所需的各种信息。一般来说,应对各单元的密度、磁性、电性的各个参数统计计算出其平均值(正态分布或对数正态分布的)、离散系数 σ 、变异系数 C_v 、偏倚系数 C_s 、峰凸系数 C_E 等。

根据需要,亦可绘制出物性剖面图、等值线平面图、物性参数分布概型频谱图,以及表明方向特征的球面坐标投影图和玫瑰图等。

2. 圈定超基性岩体

圈定超基性岩体是找铬矿工作的第一步。用小比例尺的航空磁测和在地面对航磁异常检查,是快速有效的方法。航空磁测比例尺一般采用1:20万,1:10万,甚至1:5万。测线间距2~0.5km,这样的线距对0.5km以上的超基性岩体都可以发现。

除超基性岩体外,磁铁矿、火山岩、基性岩以及某些古老的变质岩也可以引起航磁异常。所以应对航磁异常进行地面检查。

对航磁异常应先在室内进行推断解释,然后按类别分期分批地进行地面磁测检查,并结合实地地质观察、测制1:1万或1:5千的物探地质综合剖面图,并适当进行一些地表甚至深部的工程揭露,最后肯定异常是否为超基性岩体所引起。还要大致确定异常规模和形态,即定性、定位。这阶段主要研究的目标是超基性岩体。

3. 铬铁矿的普查

找到超基性岩体后,应选择成矿有利的超基性岩体,开展综合物探找铬铁矿的工作。这个阶段应完成以下地质任务:

(1)圈定岩体的边界,确定其规模和平面形态;(2)大致推断岩体与围岩的接触关系、界面产状、隐伏的顶板起伏和岩体下延深度,取得岩体的初步资料;(3)初步划分岩体内岩相带;(4)确定深部断裂;(5)确定岩体顶板沉积层厚度;(6)划分出铬铁矿详查有望区,并进行局部铬矿预测。

由于超基性岩体的磁性比围岩大得多,磁异常幅值大,用地面磁测来解决上述地质问题效果显著。比例尺一般采用1:5万到1:2.5万。

如果超基性岩体与围岩的密度有显著差

异,利用重力测量来大致确定岩体的空间形态和产状,效果也很好。如果有相当规模而埋藏深度又合适的铬铁矿体存在,这时就有可能被重力测量发现。比例尺一般采用1:2.5万、1:1万或1:5千。

基于岩体与围岩的电阻率差异,利用垂向电测深法可以确定覆盖的疏松沉积物厚度及成分,岩体的垂直厚度和顶底板的起伏。此法在普查中只能是一种辅助方法,所用比例尺为1:5万至1:2.5万。

在普查钻施工后,可选用某些物探测井方法,如电阻率测井、磁化率测井及 γ - γ 密度测井等,对剖面进行岩性划分。

4. 铬铁矿的详查

此阶段应包括以下地质任务:

(1) 准确地圈定岩体之边界和确定产状要素;(2) 确定岩体构造成分;(3) 划分岩相带,特别是划分出橄榄岩、斜辉辉橄岩、单辉辉石岩发育地段;(4) 直接寻找埋藏较浅的矿体(50~150m);(5) 寻找深部矿体;(6) 寻找井孔附近和井孔之间的矿体;(7) 定性、定量地确定天然产状的矿石成分;(8) 划出断裂破碎带;(9) 估算预测矿石储量;(10) 提供钻孔施工的孔位。

主要采用重力测量(1:5千或1:2千)与地面磁测(1:1万或1:5千)。在试验的基础上,开展1:1万~1:5千的激发极化法扫面或剖面测量,对划分岩相,寻找浅部铬铁矿有明显效果。

对于确定覆盖区岩体的形态和构造、寻找深部矿体,反射波地震法是一种很好的辅助方法。

某些物探测井方法,例如电阻率、磁化测井及 γ - γ 密度测井,可用来对钻孔剖面进行岩性划分;用选择性中子- γ 测井能查明矿段;选择性 γ - γ 测井可以确定铬含量。

5. 铬铁矿的勘探

此阶段主要是对矿体作出全面的工业评价,提供矿山开采设计所需的资料。其中物探工作的任务,是指导找矿勘探工程的布置,仍用磁法和重力,但必须用1:1千、1:5百,甚至1:2百的比例尺进行。

激发极化法可在一定条件下试用,比例尺可为1:1千~1:2百。

总之,我国在铬铁矿的找矿和勘探的诸阶段中,如能有效地运用上述综合物探方法,并与地质、钻探等手段密切配合,可望从多年未有显著进展的找铬矿工作的低谷中跳出来。

Geophysical Characteristics of Chromites and Ultrabasic Rocks in Qilian Mountain District and Their Prospecting Methods

Cao Xuhong

In this paper physical parameters of chromites and ultrabasic rocks in Qilian Mountain district, together with their geophysical field features are described. In addition, in different reconnaissance-prospecting stages, the geological tasks to be accomplished by comprehensive geophysical surveys for chromite exploration are also discussed.

