

# 综合物探方法在格尔木市妥拉海河一带石墨矿勘查中的应用

星学银

中国建筑材料工业地质勘查中心青海总队

DOI:10.32629/gmsm.v3i1.496

**[摘要]** 青海省格尔木市妥拉海河一带石墨矿为近几年新发现的一处晶质石墨矿床,矿体以品质高、厚度大、延伸稳定为主要特征。勘查区第四系覆盖面积较广,通过1:1万自电剖面测量大致圈定了矿化带分布范围,在矿化有利部位通过1:1万激电剖面测量确定矿体分布位置。分析自然电位、视极化率、视电阻率特征值大致确定了石墨矿体形态、规模、深部延深情况,综合物探方法在勘查中取得了较好的找矿指导效果。

**[关键词]** 石墨矿; 综合物探方法; 自然电位; 激电

## 引言

妥拉海河地区位于格尔木西部勒木德镇,地处柴达木盆地南缘,东昆仑山脉中段北坡,石墨赋存于下元古界金水口岩群下岩组的含石墨大理岩夹含石墨石英片岩、含石墨透辉岩中。矿化层一般较破碎,多为第四系覆盖,在地形地貌上多呈负地形。石墨矿化体具有明显的自然电位负异常,低阻高极化特性,使得物探工作在石墨矿勘查工作中起到了重要的作用。本文通过在妥拉海河地区开展自然电位、激电测量工作,综合分析了物探异常特征与矿化体关系,就该地区物探找矿方法在石墨矿找矿效果进行了初步探讨,为下一步工作提供思路。

## 1 区域地质背景

妥拉海河一带石墨矿区大地构造位置属东昆仑中岩浆弧带,东昆仑自古元古代固结成结晶基底,中新元古代形成沉积盖层以来,经历了多期大陆裂解与拼合,褶皱造山及断块造山作用,与此形成的造山带和微陆块依次叠加,构成复杂的地质构造格局。

区域出露地层由老至新为下元古界金水口岩群和第四系。下元古界金水口岩群为区域内出露的主要地层,为一套中~深变质岩系,以发育大量变质基性火山岩、变质陆缘碎屑岩、变质镁质碳酸盐岩为特征。第四系主要分布于区域北部山前、山麓平缓地段及沟谷地带中,面积较广。

区域自元古界以来经历了多次复杂而强烈的构造运动,形成了各种不同的构造形迹,总体上以北西向为主,东西向为辅。区域内断裂构造主要为近东西向~北西向、北东向、北西向三组。褶皱构造在区域内比较发育,在灶火河西可见背斜和向斜,这些背斜与向斜总体构成一个复式背斜,轴线呈北西向延伸,为同层褶曲。

区域内岩浆活动强烈,以华力西期中~酸性侵入岩为主,次为燕山期侵入岩,是东昆仑岩带的重要组成部分。

## 2 矿区地质特征

矿区出露地层有下元古界金水口岩群下岩组、中岩组和第四系。金水口岩群下岩组在矿区广泛分布,岩性以黑云斜长片麻岩夹大理岩为主,根据岩性组合特征,可分为片麻岩段和大理岩段。片麻岩段分布于矿区中部及西部,岩性组合以黑云斜长片麻岩夹薄层状、透镜状大理岩为主,基本呈北西向条带状分布。大理岩段呈层状、透镜状分布,总体呈北西~南东向展布,该套地层受构造影响,产状紊乱,倾向不一致,倾角变化较大,该岩段的大理岩中多见石墨矿化,局部富集成矿,是本次工作的主要找矿目标层。金水口岩群中岩组主要分布于预查区的东南部,出露面积较小,呈北西向条带状分布。矿区第四系冲洪积物主要分布于冲沟、山前平滩内,表层多为风积沙、中部为亚砂土,下部砂砾石层堆积。

区内的总体构造线为北西~南东向,区内地层多呈倾向南西的单斜层状产出。矿区东部有一性质不明断层,呈北东~南西向分布,断层经过处地

貌为沟谷、鞍部、垭口等负地形,断层处见断层角砾岩、断层泥和破碎带。

区内岩浆活动较强,主要为华力西期中~酸性侵入岩,岩性主要为斜长花岗岩、石英闪长岩等。

矿区内下元古界金水口岩群经受过较深的区域变质作用,而后又因受到强烈的岩浆活动与构造变动所致的接触变质作用与动力变质作用的叠加形成了一套复杂的变质岩,变质岩主要为区域沉积变质型,由于区内岩浆岩的侵入,使得岩体周围的地层岩石发生较强烈的热变质作用,多形成片麻岩、片岩、硅化岩等。

## 3 地球物理特征

### 3.1 电性特征

在矿区内针对性采集了含石墨大理岩、大理岩、斜长花岗岩、片麻岩、闪长岩等5类主要岩矿石共221件进行了电性测定,统计结果见表1:

表1 岩矿石电性参数统计表

岩性名称	件数	极化率 $\eta$ (%)			电阻率 $\rho$ ( $\Omega \cdot m$ )		
		最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
含石墨大理岩	30	57.02	1.13	21.37	24067	8	1551
大理岩	81	4.88	0.10	0.98	26883	13	4252
斜长花岗岩	48	4.51	0.38	1.67	34160	342	5239
片麻岩	43	5.72	0.17	1.96	39904	139	4146
闪长岩	19	2.38	0.43	1.18	21444	510	6394

从表1可见,含石墨大理岩的极化率平均值为21.37%,电阻率平均值为 $1551 \Omega \cdot m$ ,而大理岩、片麻岩、斜长花岗岩、闪长岩极化率平均值在0.98~1.96%之间,电阻率平均值在4146~6394  $\Omega \cdot m$ 之间,石墨矿化体相对围岩呈明显的低阻高极化特征,采用电法在本区寻找石墨矿具备良好的地球物理前提。

### 3.2 自电异常特征

矿区内大面积分布有第四系冲洪积物、风成砂土,为初步了解石墨矿化带分布范围,缩小找矿靶区,矿区内布设了1:1万自然电位剖面测量,点距20m,线距400~800m,通过自电测量工作,共圈出自然电位异常8个。

矿区东部主要有3个自电异常带:SP1、SP2、SP3。SP1异常呈条带状北西向展布,长约11.5km,宽200~800m,自电负异常最强为-635mV,异常区多为第四系覆盖物,仅在山脊、悬崖处可见少量基岩出露,经后期工程揭露验证,异常由石墨矿化引起。SP2异常呈条带状北西向展布,长约7.8km,宽300~900m,自电负异常最强为-416mV,异常区第四系覆盖较厚,经钻探工程查证,异常由石墨矿化引起。SP3异常呈囊状南北向展布,长约0.5km,宽约200m,自电负异常最强为-251mV,异常区基岩裸露,主要岩性为大理岩、片麻岩,个别地段可见石墨矿化。

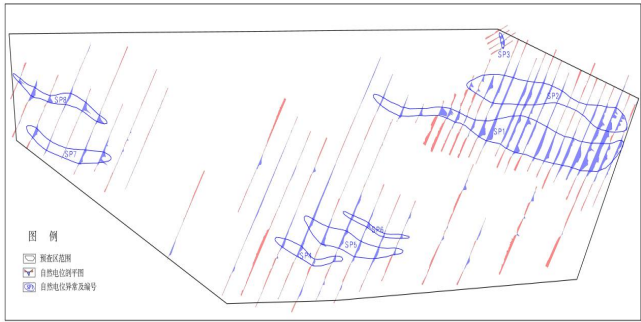


图1 妥拉海河一带石墨矿区自然电位剖面平面图

矿区中部圈出了3个自电异常带：SP4、SP5、SP6。SP4异常呈条带状北西西向展布，长约3.4km，宽约300m，自电负异常最强为-207mV，异常区部分为第四系覆盖物，经槽探工程揭露，见3层石墨矿体。SP5异常呈条带状北西西向展布，长约5km，宽约400m，自电负异常最强为-450mV，异常区为第四系覆盖物，经槽探工程揭露，见2层石墨矿体。SP6异常呈细条带状北西西向展布，长约3.2km，宽约160m，自电负异常最强为-515mV，经槽探、钻探工程查证，异常由含石墨大理岩（星点状）及局部夹石墨矿体引起。

矿区西部圈出了2个自电异常带：SP7、SP8。SP7呈条带状北西西向展布，长约4.3km，宽约500m，自电负异常最强为-689mV，异常峰值处见有石墨矿化体分布。SP8异常呈条带状北西西向展布，长约4.7km，宽约400m，自电负异常最强为-703mV，异常区大部分为第四系覆盖物，经槽探、钻探工程查证，异常由石墨矿化体引起。

3.3 激电异常特征

为了进一步验证自电异常，确定矿化体位置，指导槽探、钻探工程施工，在矿区成矿有利部位布设了1:1万激电剖面。激电工作采用中间梯度装置，点距20m，供电极距1600m，测量极距40m，供电周期32s。通过激电测量工作，矿区内共圈出5个激电异常。

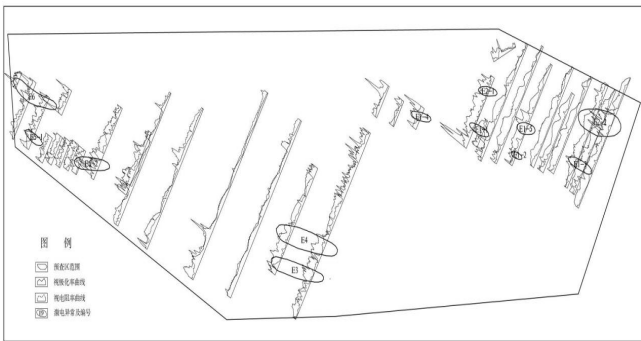


图2 妥拉海河一带石墨矿区视极化率、视电阻率剖面平面图

E1激电异常位于矿区东部，自电异常SP1范围内，分E1-1、E1-2、E1-3、

E1-4、E1-5五个子异常，激电异常呈串珠状分布，反映矿体在矿化带中尖灭再现串珠状分布，E1激电异常视极化率极大值11.98%、对应视电阻率65Ω·m、呈明显低阻高极化特征，经槽探、钻探工程揭露验证，5个子异常均见工业矿体。

E2激电异常位于矿区北东部，分E2-1、E2-2两个子异常，E2-1长约900m，宽约360m视极化率极大值13.19%，对应视电阻率值为76Ω·m，呈低阻高极化特征，经钻孔验证，该异常由石墨矿化体引起。E2-2异常长约2.1km，宽约800m，视极化率极大值15.68%，对应视电阻率值9Ω·m，剖面上分布多个低阻高极化异常，表明异常区存在多层矿体。经槽探、钻探工程查证，激电异常为矿致异常。

E3异常位于矿区中南部，长约2.6km，宽约400m，视极化率极大值13.3%，对应视电阻率值25Ω·m，异常呈北西西走向，与自电异常套合较好，具低电位、低阻高极化特征，经钻探工程验证，异常由石墨矿化体引起。

E4异常位于矿区中南部，长约3.1km，宽约600m，视极化率极大值11.35%，对应视电阻率值268Ω·m，异常部位自电异常低缓，推测异常区石墨矿化体分布范围较宽，矿石品位不高，地表经槽探工程揭露，见一层石墨矿体，矿体两侧为低品位含石墨大理岩。

E5异常位于矿区西侧，由E5-1、E5-2两个子异常组成。E5-1长约800m，宽约200m，视极化率极大值10.49%，对应视电阻率值为90Ω·m，异常区自电异常低缓，推测石墨矿化体规模不大，矿体品位低。E5-2长约1.7km，宽约350m，视极化率极大值12.36%，对应视电阻率值为162Ω·m，异常东段对应自电异常强，向西减弱。异常区基岩裸露，个别地段见有石墨矿化。

E6异常位于矿区西侧，长约2.2km，宽约400m，呈北西西向条带状展布，视极化率极大值22.66%，对应视电阻率值为9Ω·m。异常区大部分为第四系覆盖物，仅有西段出露少量片麻岩、大理岩。激电异常强度高，走向延伸稳定，与自电异常套合好，表明矿体连续性好，有一定规模。

4 结论

石墨化学性质稳定，具有良好的导电性，自然电场法测量能圈出石墨矿化带范围，缩小找矿靶区。通过激电测量，分析视极化率、视电阻率特征，能大致判断出矿体空间位置，排除低品位矿化影响，能较好的指导槽探、钻探工程施工。矿区部分片麻岩中黄铁矿化较强，激电表现为中阻高极化，自然电位异常较弱，与石墨矿体的低阻、低电位存在一定区别，结合自然电位特征能较好的排除黄铁矿化的干扰，提高物探解译的准确性。

[参考文献]

[1]傅良魁. 激发极化法[M]. 北京:地质出版社,1982.  
 [2]卿晓峰,倪云鹏,李富龙. 自然电场法与激电法在找矿中的应用[J]. 中国西部科技,2014,13(04):27-28+54.  
 [3]刘国成. 物探方法在石墨找矿中的应用分析[J]. 科技展望,2016,26(16):54.