

多种物探方法在昌吉硫磺沟地区煤田火烧区勘查中的应用研究

邹占 徐超 周权

新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局地球物理化学探矿大队, 新疆 昌吉 831100

[摘要]煤层自燃不仅影响周边生态环境,也存在较大的安全隐患。以昌吉硫磺沟地区为例,根据煤层自燃所产生的物理化学变化与周围岩石产生的物性差异,运用无人机红外成像、无人机航空磁测和自然电位法开展勘查,通过对三种方法的成果分析与解译,圈定煤田火烧区的范围,为后期治理等工作提供基础资料。

[关键词]煤田火烧区;无人机红外成像;无人机航空磁测;自然电位法

DOI: 10.33142/sca.v7i6.12549

中图分类号: P631.3

文献标识码: A

Research on Application of Multiple Geophysical Methods in the Exploration of Coalfield Burning Areas in the Sulfur Gully Area of Changji

ZOU Zhan, XU Chao, ZHOU Quan

Geophysical and Chemical Exploration Brigade of Xinjiang Geology and Mineral Exploration and Development Bureau, Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract: Coal seam spontaneous combustion not only affects the surrounding ecological environment, but also poses significant safety hazards. Taking the sulfur ditch area in Changji as an example, based on the physical and chemical changes caused by coal seam spontaneous combustion and the differences in physical properties of surrounding rocks, unmanned aerial vehicle infrared imaging, unmanned aerial vehicle magnetic survey, and natural potential method were used for exploration. Through the analysis and interpretation of the results of the three methods, the scope of the coal field fire area was delineated, providing basic data for later management and other work.

Keywords: coalfield burning area; drone infrared imaging; unmanned aerial magnetic survey; natural potential method

引言

新疆具有典型的大陆性温带荒漠气候特征,它的形成与本地区所处的位置——远离海洋、受高山阻挡,海洋水汽难以到达,降水量远比同纬度其他地区少,相对湿度小,高温、干旱、少雨、多风沙的干热气流有关,这些因素加快了出露煤层吸热氧化自燃的速度,这也是新疆地区多煤田火区的主要原因。新疆煤田也是世界上煤田火灾最严重的地方之一,其中新疆境内就分布有 35 处^[1]。地球物理方法作为煤田火烧区勘查的主要手段之一,具有高效、准确的特点。本文主要以昌吉硫磺沟地区为例,运用无人机红外成像、无人机航空磁测和自然电位法,结合相关地质资料圈定煤田火烧区的范围,为后期治理等工作提供基础资料。

1 勘查区地质概况

工作区位于准噶尔盆地南缘地带。该区域位于准噶尔盆地与天山造山带的结合部位,经过了多期构造运动,现今南缘的构造变形主要在喜马拉雅期形成,整体格局具有南北分带,东西分段,上下分层的特点。

1.1 地层

工作区主要出露侏罗系划分为组,即:下统三工河组(J1s);中统西山窑组(J2x)、头屯河组(J2t)。岩石组合特征如下:

1.1.1 三工河组(J1s)

该组岩性较稳定,为一套湖相沉积的碎屑岩建造,分布于区作区南侧及硫磺沟镇一带。主要岩性为深灰、灰绿色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、粉砂岩、泥岩夹灰白色粗、中、细粒砂岩。

1.1.2 西山窑组(J2x)

分布于 S101 省道以南区域及喀拉扎短轴背斜核部。该组地层底部以一套浅灰、灰白色中-粗粒长石岩屑砂岩为标志层与三工河组分界。砂岩层之上为深灰色、灰黑色粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩、细-中-粗粒长石砂岩、煤层及烧变岩,泥质、钙质胶结;中部为浅灰、灰白色粗粒长石岩屑砂岩、深灰色、灰黑色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩及煤层组成;上部为灰绿色、灰色粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、细粒岩屑长石砂岩夹中、粗粒长石岩屑砂岩、少量含砾砂岩、砾岩组成。

1.1.3 头屯河组(J2t)

上覆于西山窑组地层之上,地表以一层灰黄色、浅灰色粗粒长石岩屑或岩屑长石砂岩、砂砾岩、砾岩与下伏西山窑组分界。砾石成分复杂性,有硅质岩、花岗岩、火山岩、砂岩等。砾径 2~15mm,次棱角-次圆状,分选性差,具大型斜层理。据前人资料,该组含瓣鳃类、介形虫、鱼类等动物化石,偶见植物化石碎片。

1.2 构造

工作区位于淮南煤田中段,为乌鲁木齐矿区和玛纳斯预测区的过渡地段,也就是博格达-哈尔里克纬向构造带与西域系复合形成的淮南中生代沉积盆地之中。区内主要构造形态由北向南为喀拉扎短轴背斜。

2 地球物理前提与方法技术

2.1 无人机红外成像

地下煤层燃烧产生的热量,一方面沿裂隙(裂缝)向地表逸出,一方面通过岩石的热传导作用在地表形成热异常区,与周围地表形成热反差^[2]。利用红外相机观测红外线辐射的强度就能得到被测物体表面的温度,从而探测火区范围内的温度异常,大致确定火区的范围。该方法也是最简单、直接探测火区的方法。

2.2 无人机航空磁测

煤层在燃烧过程中,煤层上覆岩石受到高温烘烤,由于高温和地磁场的作用,铁质矿物经氧化还原及“弱场冷却”的物理化学变化,产生了较强的“热剩磁”,相应的岩层形成了具有较强磁性的烧变岩,而煤系地层中砂岩、泥岩等岩石本身的磁性微弱,甚至无磁性^[3],所以,烧变岩与围岩有明显的磁性差异,利用磁参数测量可以圈出煤层火区燃烧范围。

2.3 自然电位

煤层高温燃烧区有明显的自然电位“正负异常”,煤的自然就是一个氧化过程,在火区上能观测到自然电场主要有氧化还原电场存在,烟煤的电阻比较高,当它处于高温或燃烧时本身就在高温作用下使有机质发生化学分解作用,热分解的结果出现炭青质,炭青质是一种电的良导体。因此煤自燃时,电阻率将会降低,从而增高了电子的导电性^[4]。因此,在火区上出现的自然电场异常值比在煤层正常区的自然电位异常背景上出现的要高。

3 成果综合分析

3.1 无人机红外成像成果

本次无人机红外成像工作共发现 8 处高温异常区域,1、5、7、8 号高温区位于工区相对靠北的位置,海拔相对较高,地形切割较大,2 号高温区位于一个排土场内,3、4、6 号高温区位于工区相对靠南的位置,海拔相对较低,地形切割较小,1、3、4、5、6、7 号高温区都有大于 100℃的高温点。

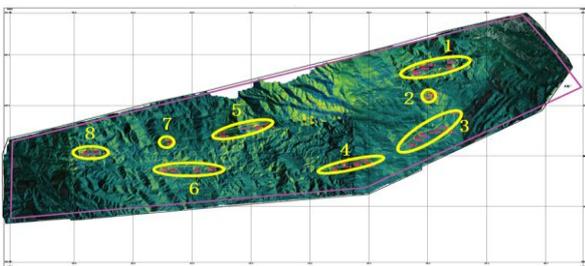


图1 全区红外影像图

下面主要展示 1、3、4 号高温区特征:

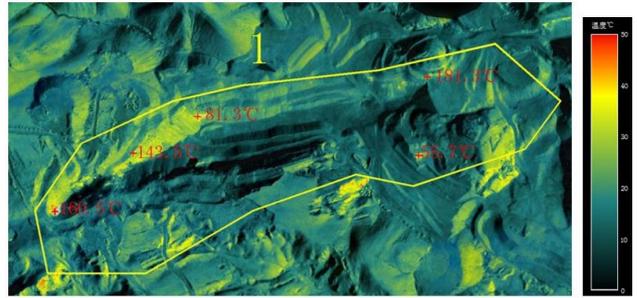


图2 1号高温异常区红外影像图

1号高温异常区共发现 5 个高温异常点,分别为:

表1 1号高温异常区高温点统计表

序号	温度	描述
1	160.5℃	位于山坡,热量主要产生于地表裂缝,偶见刺鼻白烟冒出。
2	143.5℃	位于山坡,热量主要产生于地表裂缝,偶见刺鼻白烟冒出。
3	81.3℃	位于山坡,热量主要产生于地表裂缝,偶见刺鼻白烟冒出。
4	181.3℃	位于山坡坡底,热量主要产生于地表小型坑洞,偶见刺鼻白烟冒出。
5	55.7℃	位于山坡,热量主要产生于地表裂缝。

3号高温异常区共发现 7 个高温异常点,分别为:

表2 3号高温异常区高温点统计表

序号	温度	描述
1	64.6℃	地面较为平坦,热量主要产生于地表裂缝。
2	108.5℃	地面较为平坦,热量主要产生于地表小型坑洞。
3	157.2℃	地面较为平坦,热量主要产生于地表小型坑洞。
4	104.2℃	地面较为平坦,热量主要产生于地表裂缝。
5	96.7℃	地面较为平坦,热量主要产生于地表裂缝。
6	110.2℃	地面较为平坦,热量主要产生于地表裂缝。
7	70.3℃	地面较为平坦,热量主要产生于地表裂缝。

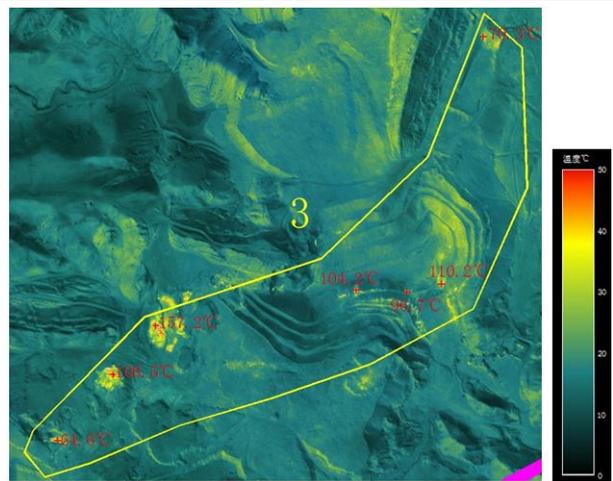


图3 3号高温异常区红外影像图

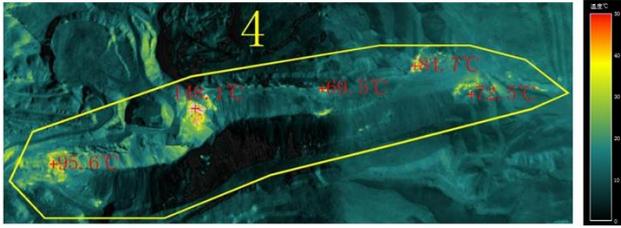


图 4 4号高温异常区红外影像图

4号高温异常区共发现5个高温异常点，分别为：

表 4 4号高温异常区高温点统计表

序号	温度	描述
1	95.6℃	位于山坡，热量主要产生于地表裂缝，刺鼻白烟冒出。
2	148℃	位于山坡，热量主要产生于地表裂缝，刺鼻白烟冒出。
3	69.5℃	位于山坡，热量主要产生于地表裂缝。
4	84.7℃	位于山坡，热量主要产生于地表裂缝。
5	72.5℃	位于山坡，热量主要产生于地表裂缝。

3.2 无人机航空磁测成果

从工区航磁化极 ΔT 等值线平面图可以看出(图 10)，工区磁场幅值相对变化范围不大，整体在-120~720nT 之间变化，区内磁场以大范围弱磁异常为主要特征，为正常沉积地层的反应。工区南部区域发育条带状局部高磁异常，即 C1 至 C4 异常，南北宽约 500-700 米，东西断续延伸约 7 千米，该异常带走向与地层走向一致，连续性较好，因矿区不存在其他磁性地质体干扰，故推断该高磁异常带为烧变区的反应。C5 磁异常对应硫磺沟镇位置，为生活区的反应。

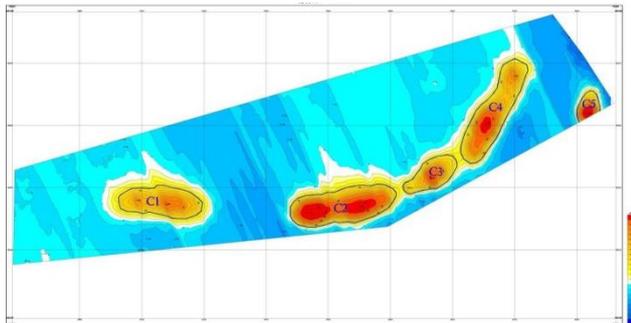


图 5 工作区无人机航磁化极 ΔT 平面图

根据航磁化极 ΔT 异常特征在工区内划分出5处高磁异常，由西向东编号 C1、C2、C3、C4、C5，现将各磁异常特征分述如下：

C1 高磁异常，异常呈椭圆状展布。磁异常影响范围较大，强度相对较弱，推断该异常是一处独立的烧变区的反应，烧变区埋深相对较浅。

C2-C4 异常组成相对连续的高磁异常带，反应出该处烧变区连续性较好，影响范围较大。C2 磁异常范围较高，强度较高，反应该处烧变区影响范围大，深度较大。

C5 高磁异常，异常水滴状北北东向展布该异常与硫

磺沟镇水泥厂位置对应，为人类生活区的反应。

3.3 自然电位法成果

根据无人机红外成像、无人机航空磁测成果和实际施工条件，布设自然电位法测线，由于 4 号异常高温区中部地形切割比较大，无法布设测线，所以测线布设在东西两端。

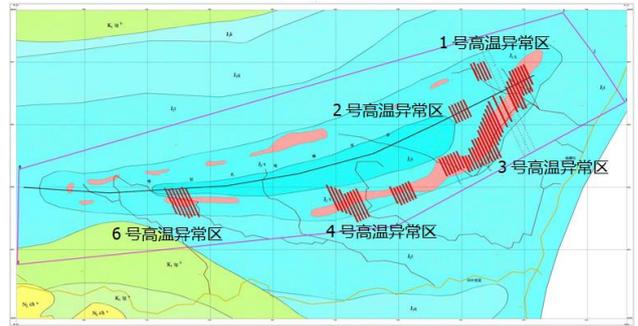


图 6 自然电位法测点位置图

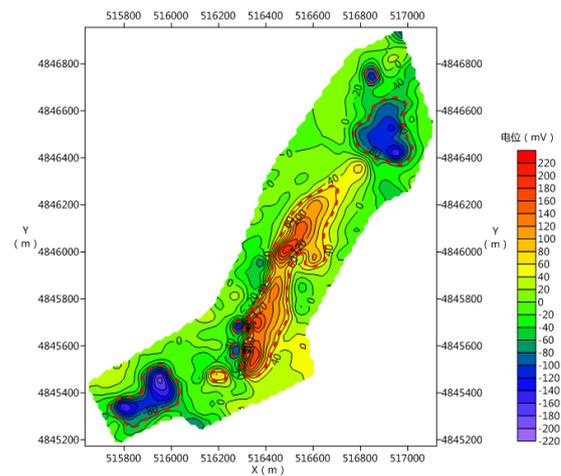
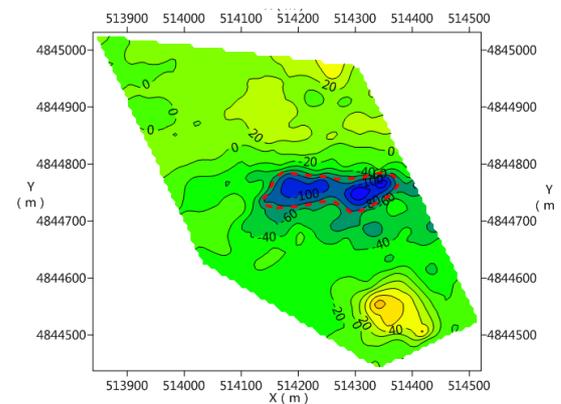


图 7 3号高温异常区自然电位平面等值线图

如图 11-14 所示，3号4号高温异常区为整个勘查区的重点靶区，呈“条带状”分布，自然电位异常整体呈负-正-负分布；3号自然电位平面等值线图共有3处自然电位异常区域，4号高温异常区自然电位平面等值线图 1 和图 2 共 2 处异常区域，均推断是由地下煤田火烧区引起自然电位的异常变化；



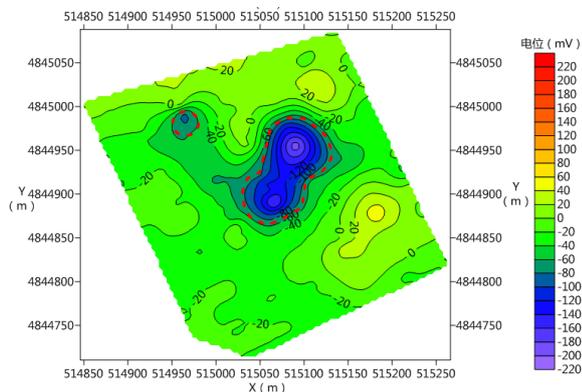


图8 4号高温异常区自然电位平面等值线图

4 结论

无人机红外成像和无人机航空磁测具有高效的特点,再结合自然电位法,综合推断出火烧区范围:

(1)通过无人机红外成像共圈出8处高温异常区域,其中1、3、4、5、6、7号高温区都有大于100℃的高温点,为物探工作提供了的线索。

(2)通过无人机航空磁测共圈出5处高磁异常区域,C1高磁异常相对比较独立,C2-C4呈串珠状连续,根据煤层燃烧产生的“热剩磁”效应,推断C1-C4为烧变区域(燃烧时间较长),C5为水泥厂人文干扰引起。

(3)综合无人机红外成像成果、无人机航空磁测成果,1、5、7、8号高温异常区与没有高磁异常,初步推断1、5、7、8号高温异常区域为新火区(刚开始燃烧),

同时也将自然电位法工作重点转向了2、3、4、6号高温异常区域。

(4)根据无人机红外成像、无人机航空磁测成果以及施工条件,自然电位法工作共在5个区域开展工作,共圈出6处电位异常区域:1号高温异常区电位异常范围较小且幅值较小,说明该区域火烧范围较小;2号高温异常区域的电位异常位于排土场,推断是由排土场堆积的含煤物质自燃引起;3、4、6号高温异常区域电位异常区域相对范围较大,且幅值较高,根据煤层燃烧产生化学反应导致自然电位发生剧烈变化的原理推断是由地下煤田燃烧引起。

[参考文献]

- [1]曾庆宇,张利松.新疆阜康地区煤层火烧区钻探技术探讨[J].广东科技,2012,21(7):139-146.
 - [2]黄群.综合物探方法在煤矿火烧区探测中的应用[J].山西科技,2011,26(2):81-83.
 - [3]涂凤祥.磁法勘探在探测煤田火烧区边界中的应用[J].能源与环境,2018(4):61-62.
 - [4]李晓春,李喜平,徐广明.自然电位法在煤田火区勘察中的应用[J].物探与化探,2012,36(3):382-385.
- 作者简介:邹占(1987—),男,湖北荆州人,汉族,本科学历,中级工程师,就职于新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局地球物理化学探矿大队,从事于地球物理勘查工作。