宁夏汝箕沟煤火遥感探测与效果

黄丹青 ,赵育台 ,谢志清
(中国煤炭地质总局 ,北京 100039)

摘 要:以宁夏回族自治区汝箕沟煤矿区为例 ,在系统研究和分析矿区地质、煤层自燃机理的基础上 ,探讨了应用遥感技术实现快速、精确探测煤田火区分布 ,构建煤火预警与监测体系的可行性。

关键词:煤火;遥感技术;煤火预警与监测;汝箕沟煤矿
中图分类号: TP79 **文献标识码**: A **文章编号**: 1000 - 8918(2007)S0 - 0041 - 02

煤田火区是一种特殊的自然灾害 ,它以煤炭的自然可燃性为诱发原因 ,以空气和内外因火源为条件 ,沿着煤层延续的三度空间发展 ,形成了地下、近地表、中空、大气层的 4层环境影响 ,是一个涉及资源、环境、经济、人口和未来人类生存环境安全等方面的问题。

笔者以宁夏回族自治区汝箕沟煤矿区为例 ,在系统研究和分析矿区地质、煤层自燃机理的基础上 ,探讨了应用遥感技术实现快速、精确探测煤田火区分布 ,构建煤火预警与监测体系的可行性。

1 矿区地质

汝箕沟煤矿区位于宁夏回族自治区西北桌贺含煤区 (封三彩图 1) ,地处贺兰山中段 ,呈北东 —南西走向展布 ,面积约 32. 5 km^2。

1. 1 地层与煤层

本区以太古界贺兰山群为沉积基地 ,其上由老至新分别沉积有寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、侏罗系和第四系。含煤地层以侏罗系中统延安组为主 ,共含煤 9层 , 8层可采。煤层总体有从北向南、从东向西变薄、分叉的趋势。煤质为低灰、低硫、低磷、特高发热量的优质无烟煤。

1. 2 构造

汝箕沟煤矿区总体为一向斜构造 ,轴向北北东 ,两端闭合 ,呈独立的含煤单元。向斜东翼地层倾角为 12 °～20 °,西翼地层倾角为 25 °～30 °。区内尚发育一些小型褶曲和断层 ,除 F_1 断距为 38 m外 ,其他断层的断距均小于 20 m,对含煤地层影响不大。

1. 3 煤炭资源开发现状

根据国家规划 ,汝箕沟煤矿区由北向南分别划定为卫东井田、大峰矿、露天矿和汝箕沟井田。其中大峰矿、露天矿为露天开采 ,卫东井田、汝箕沟井田为平峒开采。目前 ,该矿区平均年原煤产量为 90万 t,属国家级稀缺矿种 ,限制性煤炭资源开采区域。

2 煤层自燃机理分析

煤本身是一种孔隙度高 ,内表面积大的可燃有机岩 ,主要为含碳、氢、氧的有机物 ,其中碳含量占 76% ～96%。当它与空气接触时 ,空气中的氧气与煤发生氧化反应而释放出热量 ,煤氧化时放出的热量超过向介质中散发的热量时 ,热量就会积聚 ,当热量积聚到一定程度时 ,煤分子内能增加 ,导致煤体温度上升 ,最终引起自燃。

汝箕沟煤矿区煤层燃烧基本演变过程为 (封三彩图 2):小窑开采 (或人为失火) →小窑中的残留煤层、煤渣、粉煤发生燃烧 ,形成燃烧中心 →煤火在小窑中迅速蔓延 →围岩岩层裂隙扩大、增生 ,通风供氧条件改善 →煤火向相邻小窑四处扩展 →烧空区冒落、坍塌 →上覆岩层坍塌导致裂隙大量产生 →燃烧部位沿倾向扩展、延伸 →通风供氧条件变差 ,燃烧速度缓慢或实施灭火工程 →逐步熄灭或趋于稳定。

3 遥感探测技术与效果

3. 1 探测机理

3. 1. 1 光场原理

地下煤火燃烧在地表面形成的众多的岩石塌陷、裂隙、烟雾和化学析出物等都会在高分辨率可见光遥感影像上留下一定的痕迹 ,这些痕迹在遥感影像上形成一些特殊的花纹、图案、或阴影、色彩。通过比对 ,即可建立煤火遥感影像解译标志。

收稿日期: 2007 - 10 - 11

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.1.2 热场原理

当地表任何物体温度处于绝对零度(-273 ℃)以上时,其表面都会不停的向外界发出热红外线。并且,物体热辐射能量的大小,与物体表面的温度密切相关。煤火也不例外,其燃烧形迹必然在遥感热红外影像图留下相对应的痕迹。通过比对,即可建立煤火遥感热红外影像解译标志。

3.2 汝箕沟煤矿区煤火解译标志

依据上述原理和汝箕沟煤矿区地质、煤层燃烧基本演变特征,结合地表比对信息,建立了煤火燃烧中心遥感影像特征解译标志(封三彩图3)和煤火燃烧遥感影像热红外特征解译标志(封底彩图4)。

3.3 效果与评价

封底彩图5为经几何校正后的遥感影像,封底彩图6为应用遥感影像煤火标志解译所圈定的煤火分布区。从本次遥感监测结果看,自1995年以来,火区治理取得了巨大进展,火区面貌发生了根本性变化。其中,①红梁东、红梁西、南四火区这3个火区已剥离完毕,灭火效果最好,剥离陡坎上已见不到热异常现象,燃烧区被限制在隔离槽外围;②南二、北卡拉沟火区在剥离陡坎上用松散堆积物覆盖封堵,在堆积物裂缝中仅有零星热异常,火势已得到了基本控制,发展速度慢;③孤岛、北一、中槽尚未实施灭火治理,火势发展较快;④大岭湾火区火势旺盛,地表明火、烟雾到处可见,形成从南到北连续展布的火带,南部覆盖灌浆区裂缝中温度异常点多,中部地形陡峻,剥离陡坎上见有多处明火,距离后缘裂缝尚有30～50 m,北部与阴坡火区接壤山坡上未实施治理;⑤上一火区随着剥离工程的进行,火区沿走向发展迅速,剥离陡坎上形成高温异常带,剥离陡坎距后缘裂缝仅20～30 m,西部灌浆平台上试验胶体灭火,尚未取得明显效果;⑥阴坡火区自身已呈收缩状态灌浆覆盖最上部平台上仍有残余火点,北部裂缝发育区覆盖灭火尚未有明显效果;⑦水巷火区虽然未完全熄灭,但趋于衰亡期;⑧西沟火区西部覆盖平台平面和剖面上均有明显热异常,裂缝中辐射温度达300 ℃,灭火效果不理想,中部22煤层和3煤层尚未采取治理措施,东部正实施剥离灭火,距后缘边界仅10～20 m;⑨大石头火区南部和中部火势旺盛,呈一连续展布的火带;⑩黑头寨和新生火区位于大峰露天剥离准备采区内,高温火带尚未剥除,剥离条件有利;⑪南一火区地表仍有明显热异常,剥离陡坎附近为高温异常区,覆盖平台上裂缝中也有热异常,未达到治理效果;⑫北三火区A区段已剥离完毕,C区段未见热异常,B区段温度很高,隔离槽即将形成。

4 结论

在对火区的地表指示性特征及煤田火区遥感动态监测指标体系充分研究的基础上,利用高分辨率卫星遥感图像,通过对火区热异常范围、地表裂缝、植被、小窑、烧变岩、煤层露头、煤系、断裂构造、剥离边界和灭火堆积物等相关信息的地表比对和解译,结合地质、钻孔、物探资料和野外地质调查资料对煤田火区进行遥感监测。实现从宏观到微观,从地面到地下,查清火区的最新发展动态,掌握煤田煤层燃烧的准确位置、燃烧范围、燃烧强度和规律,预测火区发展趋势,为灭火方案设计和施工规划提供详实资料,为火区综合治理提供可靠的决策依据。

参考文献:

[1] 管海宴,亨特伦 冯. 中国北方煤田自燃环境调查与研究[M]. 北京:煤炭工业出版社:1998.

[2] 万余庆,吴军虎. 应用遥感技术研究煤层自燃应注意的几个问题[J]. 中国煤田地质. 1998(9).

THE REMOTE SENSING SURVEY OF COAL FIRE IN THE RUJIGOU COAL MINE, NINGXIA

HUANG Dan-qing, ZHAO Yu-tai, XIE Zhi-qing

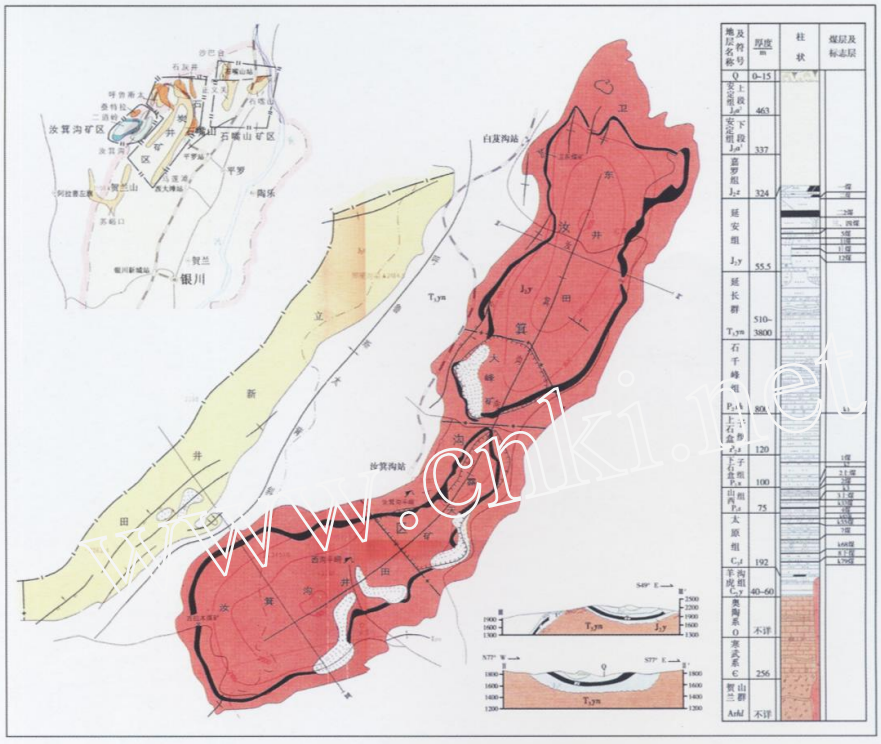
(China Coal Geology Administration, Beijing 100039, China)

Abstract: Based on a systematic study and analysis of the geology and coal seam self-combustion mechanism of the Rujigou coal mine in Ningxia, this paper deals with the feasibility of applying remote-sensing technique to realizing the rapid and precise detection of the coal fire distribution and the construction of the coal fire early warning and surveillance system.

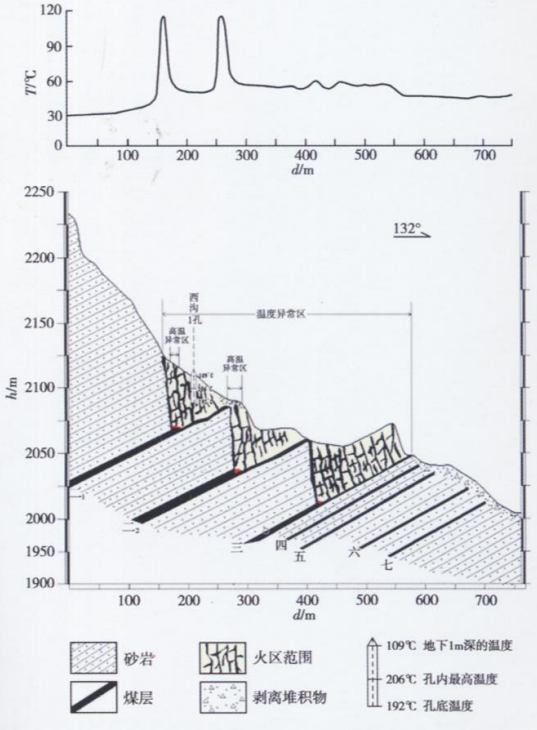
Key words: coal fire; remote sensing technique; coal fire early warning and surveillance; Rujigou coal mine

作者简介:黄丹青(1962-),女,地球物理高级工程师,1983年毕业于桂林冶金地质学院。主要研究方向为地震、重力、磁法、电法、测井、遥感在煤田地质、水文地质、工程地质、环境地质等领域的勘探技术。

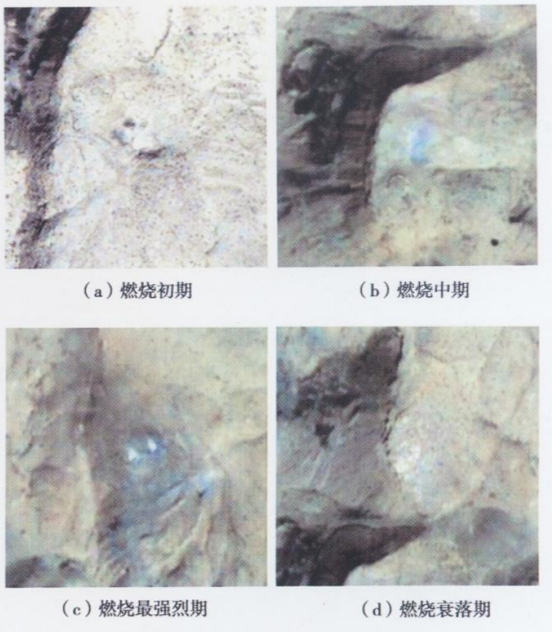
© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



彩图1　宁夏回族自治区汝箕沟煤矿区位置及地质略图



彩图2　宁夏汝箕沟矿区西沟火区剖面



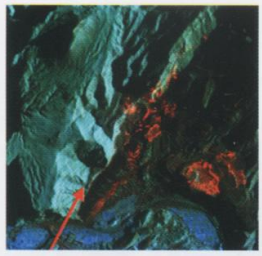
（a）燃烧初期　（b）燃烧中期

（c）燃烧最强烈期　（d）燃烧衰落期

彩图3　煤火燃烧中心遥感影像特征

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

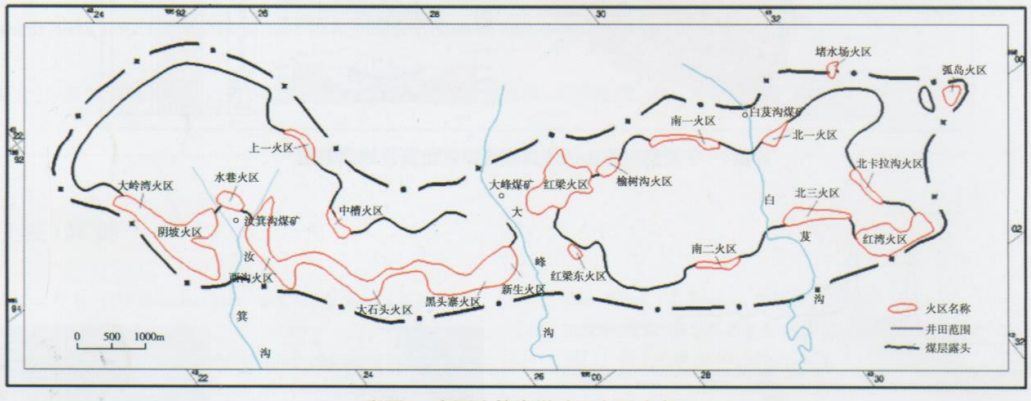
黄丹青等：宁夏汝箕煤火遥感探测与效果（彩图1~彩图6）



彩图4　煤火燃烧遥感影像热红外特征

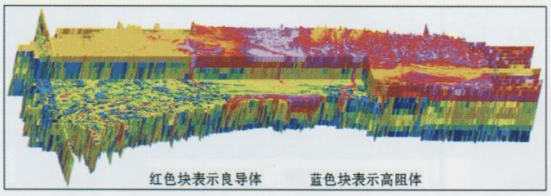


彩图5　宁夏汝箕沟煤矿区遥感影像

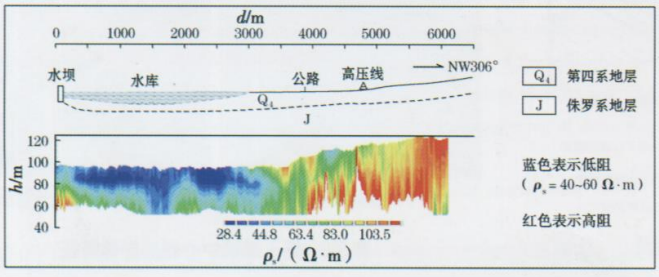


彩图6　宁夏汝箕沟煤矿区火区分布

王卫平：航空物探在水工环勘查中的应用（彩图1、彩图2）



彩图1　国外航空电磁数据转换的三维视电阻率图像



彩图2　定陵水库上方吊仓式直升机电磁测量解释结果

国内外公开发行　刊号：CN11-1906/P　邮发代号：2-334　广告许可证号：京海工商广字0333号　国内定价：35.00元

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net