

陕西神府煤田新民烧变区煤层自燃边界范围的遥感调查*

冯富成

(中国煤田航测遥感公司)

1990年10月18日收稿

摘要

本课题以可见光黑白航空像片为主要信息源,对陕西神府煤田新民烧变区进行了1:5万航空遥感地质调查,圈定了该区烧变岩分布范围及煤层自燃边界线。文中着重介绍了遥感调查煤层烧变区的技术与工作成果。调查区为煤层自燃死火区。调查首先从烧变岩的基本地质特征入手,划分了烧变岩的宏观类型,确定了烧变岩的主要形成时代,探讨了烧变岩的形成机理;第二,根据掌握资料选取已知区,研究烧变岩及煤层自燃边界线的影像特征,建立初步解译标志;第三,在全区范围内进行煤层自燃边界线的遥感调查,并对解译标志进行补充、修改与完善。在调查中,解译与调绘相结合,遥感与地面调查方法相结合,最终圈定了区内各煤层的自燃边界线,并经钻孔验证,精度达到要求。

关键词 可见光黑白航空像片 煤层自燃边界线 烧变岩 死火区

神府煤田以其含煤面积巨大,储量丰富,煤质优良,开采技术条件简单而闻名于世,现已成为我国重点勘探开发的新兴煤炭基地之一。但是,该煤田煤层曾经普遍自燃,大部分煤层露头均已燃烧过,现成为死火区,煤层自燃形成的烧变岩广泛分布,给煤炭资源的勘探与开发带来了很大困难。用常规钻探方法确定煤层自燃边界范围速度慢、周期长、成本高,磁法测量效果虽然显著,但也要受到经济技术等条件的限制。所以,为了给陕北煤炭资源的开发尽快提供依据,加速神府煤田的建设,本项目于1989年5月至12月运用黑白航空像片在神府煤田新民区开展了1:5万航空遥感地质调查,圈定了该地区煤层自燃边界范围,精度达到要求。成果已获得第二届中国煤田地质勘探科学技术大会优秀科技成果三等奖(1990年11月)。现就此项遥感调查的技术方法和成果加以论述。

一、工作区概况

新民区位于陕北黄土高原东北部,隶属陕西省神木县和府谷县,面积1300平方公里。区内出露的地层主要有中生界三迭系永坪组(T_{3Y}),侏罗系富县组(J_{1f}),延安组(J_{1-2Y})和新生界第三系(N),第四系(Q)。

延安组为本区主要含煤地层,厚235米,含5个煤组,可采煤层从上到下主要有 1^{-2} 、 2^{-2} 、 3^{-1} 、 4^{-3} 、 5^{-1} 煤层。其中 1^{-2} 煤层厚0—1.7米,但剥蚀严重, 2^{-2} 煤层厚1.14米, 3^{-1} 煤层厚1.92米, 4^{-3} 煤层厚0.78米, 5^{-1} 煤层厚3.32米。5层煤中主采煤层为 3^{-1} 、 5^{-1} 煤层,自

*参加本项工作的还有高会军、陈练武、侯恩科、刘秦学。

燃程度最高,形成的烧变岩分布最广。

· 本区地质构造简单,岩层近水平,地层倾角 2° — 5° 。区内煤质为低灰、低硫、低磷的长焰煤。

二、烧变岩基本地质特征

本区煤层主要系特厚层长焰煤,在充足的氧化条件下易发生自燃。煤层在燃烧过程中,煤层的上覆地层受热焙烧、烘烤变质,成为烧变岩。

经分析,该区烧变岩的形成主要经历了四个阶段:烘烤阶段,瓷化阶段,熔融阶段,冷凝阶段。其形成的主要影响因素可归结为:煤类及煤层厚度、氧化条件、岩石的耐热性能等。本区煤层主要为长焰煤,燃点一般为 340°C 左右,易自燃,并且煤层厚、埋藏浅、产状平缓、沟谷及岩层中的裂隙发育,这些都提供了煤层自燃的氧化空间条件。岩石的耐热性能直接影响岩石的烧变程度,煤层愈厚,烧变程度愈高;煤层自燃深度愈大,地形愈破碎。由于上述因素的差异,形成了不同类型的烧变岩,据野外实地考察,将烧变岩按其烧变程度不同划分为烤变和熔变两大类和层块板片状,碎块状及熔渣角砾状三小类岩石类型(见表 1)。

表 1 烧变岩类型划分表

Table 1 Classification of burnt rocks

| 类型 | 岩石划分及名称 | 烧变程度 | 烧变作用 | 岩石特征 | | | 备注 |
|------|-----------|------|------------|--------------|---------------|--------------|----|
| | | | | 颜色 | 结构 | 构造 | |
| 烤变岩类 | 层块状板片状烧变岩 | 浅 | 脱水、轻度氧化、色变 | 土红、褐红、浅红 | 残余结构 | 残余层块板片状保持层理 | |
| | 碎块状烧变岩 | 中 | 氧化、瓷化色变 | 红、砖红、紫色、灰白色 | 陶瓷结构 | 碎块状、层理紊乱 | |
| 熔变岩类 | 熔渣角砾状烧变岩 | 深 | 熔融冷凝 | 棕、紫、灰黑、钢灰、白色 | 重结晶结构 熔融结构 | 熔渣状、角砾状、揉皱波状 | |

表 1 中三类烧变岩在露头上具有水平及垂直分带现象。在地表上,从沟口到沟头,依次为熔渣角砾状、碎块状、层块板片状烧变岩体,直到未烧的煤层。剖面上,从煤层顶板向地表依次为熔渣角砾状、碎块状、层块板片状烧变岩体,水平分带多为渐变关系,垂直分带多为突变关系。

根据调查,工作区煤层自燃主要烧变时代为第三纪上新世 (N_2) 以前,个别地方烧变时代较晚,但分布范围极小。

三、调查方法与技术路线

本项工作使用的航空像片为解放军总参测绘局 1976 年 4 月航摄的黑白片,比例尺

1:3.5 万。调查方法为:

- 1) 从已知到未知,相互对比,类比;
- 2) 全面解译、反复解译,尽量多解译出一些内容并使之更趋近于实际;
- 3) 煤层分析,烧变岩露头分析,地层,构造分析,地貌、水系分析相结合等综合分析。

根据以上原则与方法,工作分三个阶段进行:

1) 首先收集地质资料并对其分析研究;其次在区内进行踏勘,实测地质剖面,路线地质调查,掌握煤系和烧变岩的一般地质特征和展布规律。

2) 在基本地质研究的基础上,选地质研究程度较高的杨伙盘井田为已知对比区,进行详细研究,建立各类地质体的初步解译标志。

3) 对烧变岩及煤层自燃边界线进行全面的遥感地质调查及验证工作。

四、成果与验证

本区煤层自燃为死火区类型,煤层自燃范围实际上就是烧变岩的分布范围,只有准确圈定烧变岩的分布范围才能确定古火区和煤层烧失区,从而圈定煤层自燃范围。

(一) 烧变岩的影像特征

煤层自燃引起上覆地层、地貌等一系列变化,这些变化包括岩性、结构、构造、含水程度、山脊、冲沟形态及斜坡相对高差等。这些变化在地表上所反映出的影像特征,结合物探、钻探等各类资料是调查煤层自燃边界线的重要依据。

烧变岩的分布根据其影像特征不同分为两种情况:烧变岩露头及掩盖层下的烧变岩。其影像特征:

1. 烧变岩露头影像特征: 烧变岩露头在图像上呈黑灰色条带,斑块状图案,多具陡坎、疙瘩状微地貌,无植物生长,沿烧变岩底部泉水及线状渗水发育。正常岩层多呈灰色,灰白色条带,均匀,地貌浑圆。

2. 掩盖层下烧变岩的影像特征: 分布情况比较复杂,主要依据间接标志和地层综合分析解译。

(1) 在沟谷中出露的见煤点、火境点(即完整煤层及顶板正常岩层与烧变岩的分界点),现正在生产或废弃的小煤窑是确定烧变区与正常区的最重要依据。

(2) 构造标志: 正常煤层区层理稳定完整,图像上呈规则的细条纹状图案,而煤层烧变区地层层理紊乱,次生节理发育、破碎甚至出现熔渣状角砾岩,图像上呈现不规则带状,斑块状图案。

(3) 微地貌标志: 掩盖层下烧变岩在现代地貌景观中有所显示,可以根据一系列具有地质指示意义的标志划分出来。在航空像片上观察微地貌特征及变化规律,可以弥补常规调查视野小的缺点,达到常规调查难以达到的目的。首先,煤层自燃引起上覆地层岩石烧变,出现裂隙空间、滑落、塌陷等现象,造成地表地貌破碎、水系改观、冲沟沟头相间交叉使山脊出现不连续,图像上表现为蛇曲状的河流及山脊,以及粗疏不规则状树枝状图案,见图 1(封四),而正常区地貌均匀,浑圆,呈细密至中等规则树枝状纹理及羽状纹理图

案。其次,烧变岩及上覆地层破碎,节理发育,为一套不稳定岩层,所以烧变岩及上覆地层易遭风化剥蚀,形成似平台斜坡地貌,煤层烧变区(破碎带)与正常区(稳定区)在地形上形成一明显相对高差。此种古地貌形态又很大程度上控制了第三纪、第四纪地貌形态。故烧变岩在现代地貌景观中显示前凸后凹中间为似平台斜坡地貌,见图 2(封四)和图 3,前凸部分多为烧变岩露头,中间似平台部分为烧变岩层的延伸部分,后凹部分的拐点为火境点,即煤层的自燃边界点,拐点以上为正常区斜坡地貌。这种似平台斜坡地貌在平面上分布多由沟口山脊向沟头方向呈平行状排列,斜坡长度由大到小直至消失,反映了沟口煤层烧变程度高,向沟头煤层烧变程度变低的规律。地貌标志在图像上较易识别,地形相对高差及坡度变化可在立体镜下准确判释。第三,沿烧变区与正常区分界线在地表上可

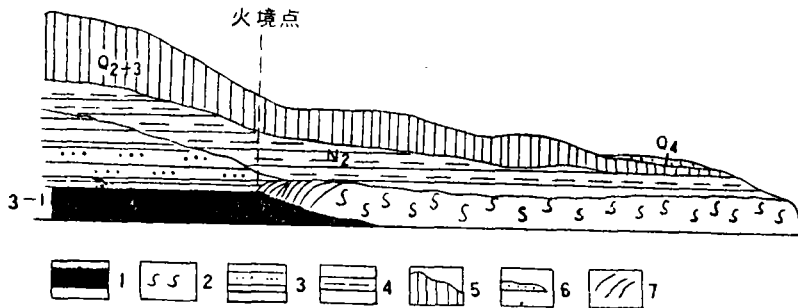


图 3 图片 2 山梁纵剖面示意图

Fig. 3 Aerial photo 2 sketch showing longitudinal section of mountain ridge

- 1. 煤层
- 2. 烧变岩
- 3. 正常岩层
- 4. 上新统泥岩
- 5. 中、上更新统黄土
- 6. 全新统风积沙
- 7. 弧形斜节理

见垂直坡向的横向冲沟,也可作为一种解译标志。

(4) 水系标志: 烧变地带岩层破碎, 冲沟加深变宽, 呈不规则状水系, 水流也变为蛇曲状, 沿烧变岩底界泉眼发育并可见线状渗水带。在图像上表现为深色蝌蚪状及深色线状图案。

上述标志要综合应用, 不能单靠某一个标志就能解决问题。

(二) 结 果

区内煤层厚度由南向北由厚变薄, 而煤层烧变程度由南向北变弱, 这样确定煤层自燃边界线的调查方法也有所不同, 在工作区南、中部以解译为主结合调绘; 北部以解译与调绘相结合的方法。根据上述差异, 工作中将全区分为五个区段进行调查, 由南向北排列为: 永兴区、新民店塔区, 三道沟区, 老高川区, 大昌汉区。其中新民店塔区包括杨伙盘井田, 榆家梁井田, 沙沟岔井田。

工作结果对主采煤层 3⁻¹、5⁻¹ 煤层基本上全部圈定了煤层自燃边界线, 效果较好, 对可采煤层的 2⁻² 煤层大部分, 4⁻³ 煤层部分圈定了煤层自燃边界范围, 效果较好。因 1⁻² 煤层在本区分布极少, 剥蚀严重, 故未解译。

(三) 验 证

为了证明调查结果的可靠程度,用地面地质调查和钻探资料作了对比验证。

1. 地面地质调查

验证表明,各煤层自燃边界线的调查基本符合客观实际,可靠程度较好。煤层及烧变岩露头在黑白航空像片上刺点定位误差均小于 0.3 毫米,连线误差均小于 0.4 毫米,精度达到规范要求。

2. 钻探资料

本区用作验证的钻孔有两个井田(63 平方公里)的精查勘探孔和全区普查找煤钻孔,均为工作结束后才收集到。验证情况详述如下:

(1) **沙沟岔井田** 对本井田(45 平方公里)主要煤层 3⁻¹(厚 5 米)、5⁻¹(厚 2 米)煤层自燃边界线进行了钻孔验证,所用钻孔 29 个,相符 25 个,不符 4 个,最大误差 230 米,最小误差 50 米,平均误差 130 米,正确率占 86.2%。

(2) **榆家梁井田** 本井田(18 平方公里)对主要煤层 3⁻¹(厚 3.7 米)、5⁻¹(厚 4.5 米)煤层自燃边界线进行了验证,所用钻孔 25 个,相符 21 个,不符 4 个,最大误差 150 米,最小误差 50 米,平均误差 90 米,正确率占 84%。

(3) **普查找煤孔** 全区验证钻孔 26 个,相符 23 孔,不符 3 孔,最大误差 200 米,最小误差 25 米,平均误差 92 米,正确率占 88.5%。

根据陕西省煤田地质勘探公司对 1:5 万烧变岩遥感地质调查要比相应程度的钻探工程精度提高一倍的规定:煤层自燃边界线允许误差范围应为 1500 米(±750 米)。按此要求,本次所圈定的煤层自燃边界线误差均明显小于允许误差,达到原精度要求。

五、结 论

(一) 通过这次工作证明,使用普通黑白航空像片对死火区煤层自燃边界线进行调查是准确可靠、行之有效的,可以为煤炭资源的勘探与开发提供科学依据,并具有一定的实用经济技术意义。今后应在该类地区加以推广。

(二) 采用遥感、物探与钻探相结合的方法,进行煤层自燃边界线的综合调查,无疑将是最佳方法,可以获得显著的经济技术效益。

由于受本地区地质特征、航空摄影比例尺等因素影响及技术手段限制,对两个以上煤层烧变岩叠擦情况下准确解译圈定单个煤层自燃边界线则需要进一步深入研究和探讨。

REMOTE SENSING SURVEY OF BURNT COAL SEAMS BOUNDARY IN XIN-MING DISTRICT OF SHEN-FU COALFIELD, SHANXI PROVINCE

Feng Fucheng

(Photogrammetry and Remote Sensing Corp. of Coalindustry P. R. C.)

Abstract

Black/white aerial photographs with visible light (1:35000) are used as main information source to fulfil aerial remote sensing survey on scale of 1:50000 in our project. Distribution of burnt rock and ignition boundary of coal seams in Xin-ming district (covered an area of 1300 km² in shen-fu coalfield) had been indentified (trapped). Author of this paper given an introduction to the methodology and results of burnt coal area investigation by means of remote sensing. Target of the investigation is an extinct-burnt area. The first task of the study started with basic geological characteristics investigation is to divide macro-lithotype of burnt rocks, determine its forming epoch and make approach to the mechanism of its genesis. The second task of the study is to establish preliminary interpreting indices by means of studying image features of burnt rock and ignition boundary, which is carried out in a known area selected in the light of existed data. The third task of the study is to complete the remote sensing investigation for burnt coal boundary all over the district, to replenish, molify, and perfect the original interpreting indices. During the investigation, interpretation was combined with survey; remote sensing was combined with conventional methods. Finally, the ignition boundaries of coal seams are trapped, the accuracy requirements are fulfilled through borehole examination.

Key words Black/white aerial photographs with visible light Boundary of burnt coal seams Burnt rock Extinct-burnt area

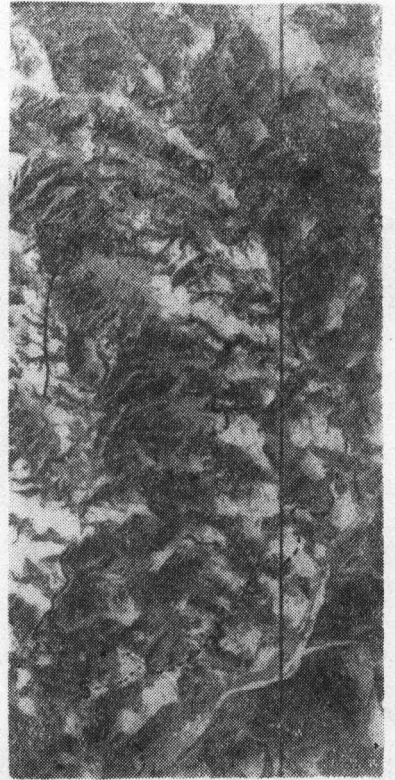


图1 杨伙盘井田后燕梁5⁻¹煤自燃边界线



图2 杨伙盘井田大卷沟东山梁3⁻¹煤层自燃边界线

注: 图1、图2中所绘的虚线为煤层烧变岩露头线,实线为煤层自燃边界线

REMOTE SENSING OF
 ENVIRONMENT
 CHINA
 (Quarterly)

Vol. 6 No. 4 1991

环境遥感

(季刊)

1991年 第6卷 第4期

Editor: The Geographical Society of China, Sub-Commission on Environmental Remote Sensing
 P. O. Box 775, Beijing, 100101 China

Chief editor: Tong Qingxi

Publisher: Science Press

16, Donghuangchenggenbeijie Street,
 Beijing, 100707, China

Distributed Abroad: China International Book Trading Corporation

(Guoji Shudian)

P. O. Box 399, Beijing, China

主 办 中国地理学会环境遥感分会
 (北京市德胜门外北沙滩 917 大楼)
 邮政编码 100101

主 编 童 庆 禧
 出 版 科 学 出 版 社
 (北京东黄城根北街 16 号)
 邮政编码 100707

印刷装订 中国科学院印刷厂
 总发行处 北京报刊发行局
 订购处 全国各邮电局
 国外总发行 中国国际图书贸易总公司
 (中国国际书店)
 北京 399 信箱

公开发行 国内统一刊号: CN11-1833 邮发代号: 82-324 国外刊号: Q1002

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>