

doi: 10.6046/zrzyyg.2021140

引用格式: 赵玉灵, 杨金中, 孙娅琴, 等. 油气矿山越界开采遥感监测方法探索[J]. 自然资源遥感, 2022, 34(2): 30–36. (Xu J P, Zhao J H, Zhang F S, et al. A remote sensing method for judging the cross-border mining of oil and gas mines[J]. Remote Sensing for Natural Resources, 2022, 34(2): 30–36.)

油气矿山越界开采遥感监测方法探索

赵玉灵, 杨金中, 孙娅琴, 陈 栋

(中国自然资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 油气矿山越界开采是当前油气矿山监管的难点和热点。通过单一矿权内井场、站场、油井、气井、计量间、集气站、集输站、巡线道路、输油气管线等地表工程和浅表工程的判释, 该文首次提出通过地表工程及浅表工程的组合信息, 可以快速查明油气的汇聚、流向, 可精确识别和判定属于同一矿权的采油场地、越界开采的场地。以某油田为试验区, 开展了相关方法的应用, 证明了方法的有效性。

关键词: 油气矿山; 越界开采; GIS; RS

中图分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-034X(2022)02-0030-07

0 引言

作为一种关系到国家经济命脉和国家经济安全的战略物资, 石油、天然气在全球经济发展进程中发挥着越来越重要的作用。2020年, 新冠疫情在全球肆虐, 全球经济遭受了重大冲击, 但我国油气勘查开采形势总体稳中向好, 石油产量稳步增长, 天然气产量增长较快, 页岩气产量大幅增长^[1-3]。值得注意的是, 一些矿山企业法治观念淡薄, 受利益驱动, 越界开采时有发生^[4-10], 引发一系列重大的社会问题, 既降低了产油率, 破坏和浪费了矿产资源、生态环境, 又扰乱了正常的矿产资源开发秩序, 资源纠纷急剧增多, 产生重大安全隐患。

21世纪初以来, 我国陆续开展了全国非油气矿山矿产资源开发现状、矿山地质环境遥感调查与监测等工作, 在整顿和规范矿业秩序、矿山生态环境恢复治理等方面发挥了重要作用, 取得了一系列重要成果。近年来, 随着高分辨率遥感影像的大规模应用, 油气矿山资源开发现状及矿山地质环境的遥感调查与监测在部分油气区进行了探索^[11-13]。本文在上述工作基础上, 利用GIS和RS技术, 开展油气矿山越界开采甄别与判断方法的研究, 力图为油气区块的勘探开发和监督管理提供技术范例。

1 越界开采

矿产资源越界开采, 是指超越国土部门批准的矿区范围开采矿产资源的行为。越界开采属于非法采矿的一种重要表现形式, 是采矿行业中的顽症, 被执法人员称之为矿业市场中的“毒瘤”。认定越界开采, 其首要的问题是确定“界”。“界”即为采矿权许可证规定的所谓“矿区范围”, 属于行政“划定”性质。矿区范围, 是指经登记管理机关依法划定的可供开采矿产资源的范围、井巷工程设施分布范围或者露天以剥离范围的立体空间区域。矿区范围以登记管理机关颁发的采矿许可证为准。越界开采行为包括两种情况: 一是超越平面上批准的范围越界开采, 即平常所说的“越界开采”; 二是超越标高上批准的范围越界开采, 即平常所说的“超层开采”。本文探索的越界开采行为是超越平面上批准的范围越界开采。

2 越界开采的监测方法

2.1 技术路线

以GIS和RS技术为支撑, 利用多时相遥感数据(含最新时相), 查明井场、站场、巡线道路、进场道路、输油气管线、计量间、集气站等油气开采地表

收稿日期: 2021-04-26; 修订日期: 2021-07-13

基金项目: 中国地质调查局“全国矿山环境恢复治理状况遥感地质调查与监测”(编号: 202012000000180007)和“全国矿山开发状况遥感地质调查与监测”(编号: 202012000000180606)共同资助。

第一作者: 赵玉灵(1971-), 女, 博士, 教授级高工, 主要从事遥感地质、生态环境地质、矿山开发遥感调查与监测等方面的研究。
Email: 1398991855@qq.com.

工程或浅表工程分布状况,建立油气开采动态变化图谱和油气开采地表工程或浅表工程动态变化数据库,掌握不同采矿权区油气开采地表工程或浅表工程变化情况、同一矿权主体布设的地表工程或浅表工程组合情况,通过与采矿权、探矿权数据的综合分析,判定界内开采、界外开采图斑,推断越界开采图斑等疑似违法图斑,为区域油气矿山监管提供基础数据和辅助决策技术支撑。技术路线如图1所示。

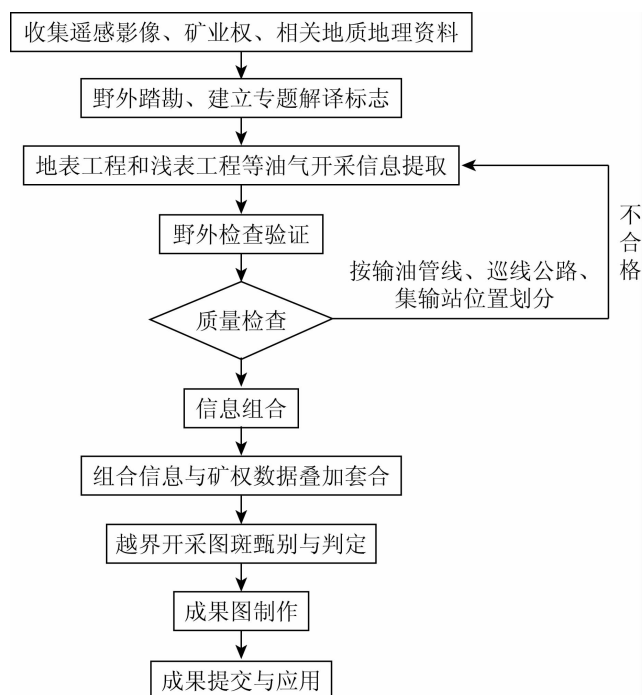


图1 技术路线图

Fig.1 Flow chart of cross border mining monitoring

工作过程中,应以GIS软件为主要平台,实现工作区多元数据规范化整理和汇聚;在野外踏勘基础上建立解译标志,通过多期影像对比解译、计算机自动信息提取与人机交互解译,提取井场、站场、巡线道路、进场道路、输油气管线、计量间、集气站等油气开采地表工程或浅表工程分布现状信息和动态变化信息;应开展越界开采图斑等疑似违法图斑实地调查验证,查漏补缺,确保图斑提取正确率;要统一规划,明确标准,推进成果表达的规范化、标准化。

2.2 工作方法

1) 资料收集。按照从新到老、渐次收集的原则,收集工作区最新时相的高空间分辨率遥感影像数据、基础地质矿产资料和自然地理、人文、气候、地质环境、社会经济、交通等资料,尤其是区域采矿权、探矿权数据。

2) 遥感数据处理。对收集的遥感影像进行正射处理,平面坐标系采用“CGC2000坐标系”,高程

基准采用1985高程基准,采用高斯-克吕格投影,分带方式与基础底图一致。

3) 地表工程及浅表工程等油气开采信息提取。选择合适的GIS软件平台,采用目视解译和人机交互解译方法,在野外踏勘建立解译标志的基础上,提取井场、站场、油井、气井、计量间、集气站、集输站、输油气管线、巡线或进场道路等油气矿山开发信息^[11-13];结合野外实地调查验证,对油气矿山开发信息成果进行补充和修正,形成油气矿山遥感解译成果。对解译井场图斑分别编号,编号顺序为:先北后南、从西向东,YQ-01、YQ-02……,见图2。

4) 信息组合。对提取的信息进行属性界定,通过输油气管线、巡线或进场道路、计量间、集气站等,将汇聚到同一集输站的井场(站场)等的井场图斑形成一个组合图斑。

5) 越界开采图斑甄别与判定。在GIS平台上,将上一步形成的组合图斑与矿权数据相套合,筛选出压矿权线的井场图斑和矿权界外井场图斑,统一归并为疑似越界开采图斑。

如果站场分布和矿权边界不太复杂时,以集油间(集气站)来简单组合井场(站场)图斑,再与矿权边界线套合,可以甄别出越界开采疑似违法图斑;如果站场分布比很复杂,与相邻的矿权区域内的图斑参差交错,则需要同时考虑道路、输油气管线、集油间(集气站)、集输站。

图2中,单从地表平面位置分析,图2中的YQ-04和YQ-11位于A矿权范围内;YQ-01,YQ-06,YQ-07,YQ-09,YQ-12,YQ-13,YQ-14及YQ-15位于B矿权范围内;YQ-02,YQ-05及YQ-08位于C矿权范围内;只有YQ-03和YQ-10为压矿权线图斑,为疑似违法图斑,属于越界开采。

结合油气巡线道路分析,一般情况下各个矿权内的巡线道路应该为独立的巡线道路,多数不跨越矿权区域范围,此时沿巡线公路的所有井场应该属于同一矿权主体;但在资源纠纷较多的区域或者地形地貌比较特殊的区域,一条巡线道路可能会跨越几个不同的矿权区域,此时沿着巡线公路的井场不再属于同一个矿权主体,但从巡线公路角度不易区分这些井场的矿权主体。图2中的区域属于资源纠纷较多的区域,分布3个矿权主体,且15个井场共有同一条巡线道路,不能单从巡线道路角度较快地判定出越界开采图斑。

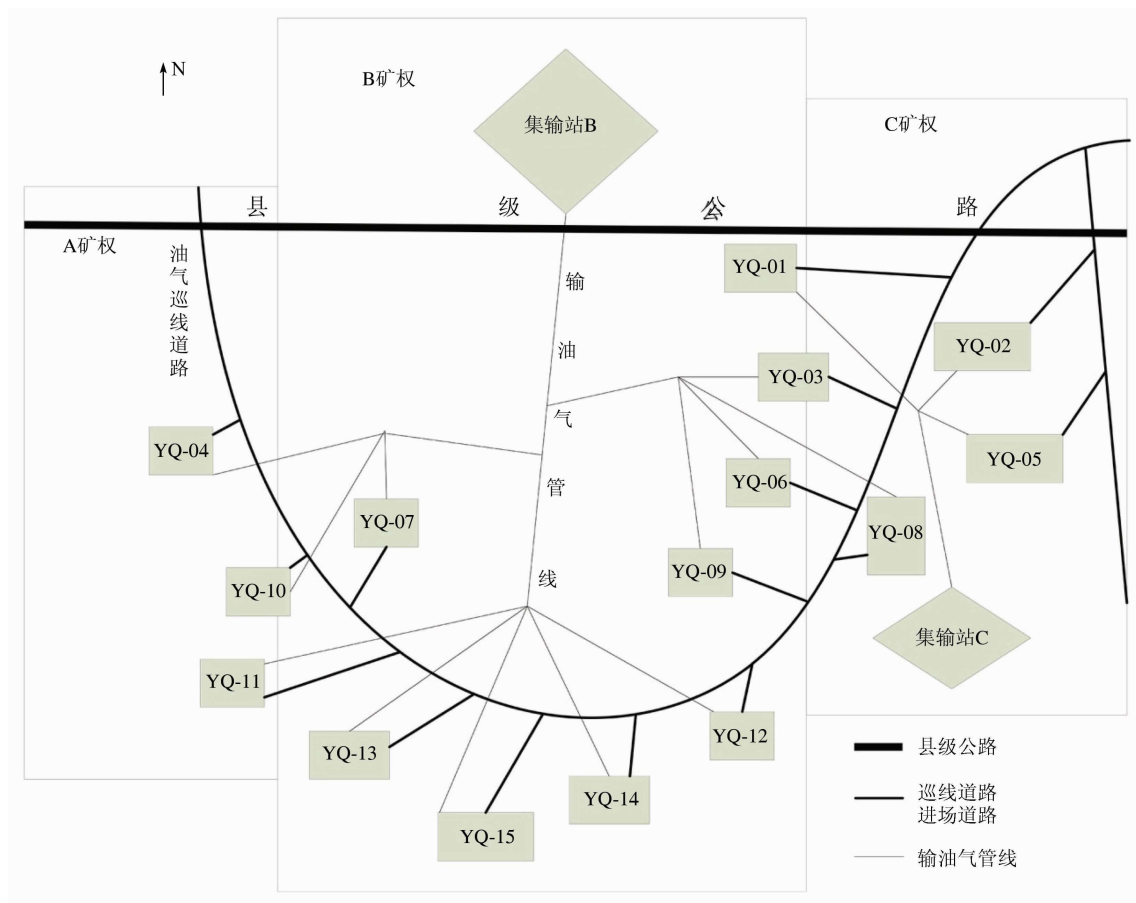


图 2 油气矿山开发状况遥感解译示意图

Fig. 2 Sketch map of oil and gas mine development status on remote sensing interpretation

结合输油气管线汇聚的位置分析,图 2 中的 YQ - 01, YQ - 02 和 YQ - 05 拥有同一个计量站(集气站),并最终汇聚到 C 矿权内的集输站 C, YQ - 01, YQ - 02 和 YQ - 05 应该属于同一矿权主体,属于 C 矿区。YQ - 03, YQ - 06, YQ - 08 和 YQ - 09 拥有同一个计量站(集气站), YQ - 04, YQ - 07 和 YQ - 10 拥有同一个计量站(集气站), YQ - 11, YQ - 12, YQ - 13, YQ - 14 和 YQ - 15 拥有同一个计量站(集气站),这 3 个计量站(集气站)最终汇聚到 B 矿区的同一个集输站 B。因此, YQ - 03, YQ - 06, YQ - 08, YQ - 09, YQ - 04, YQ - 07, YQ - 10, YQ - 11, YQ - 12, YQ - 13, YQ - 14 和 YQ - 15 这 12 个井场均属于同一个矿权主体,属于 B 矿区。从这个角度分析得出,对于 C 矿区而言, YQ - 01 为疑似违法图斑,属于越界开采;对于 B 矿区而言, YQ - 03, YQ - 04, YQ - 10 和 YQ - 11 为疑似违法图斑,属于越界开

采。最终判定得出: YQ - 01, YQ - 03, YQ - 04, YQ - 10 和 YQ - 11 为疑似违法图斑,属于越界开采。

综上,组合信息与矿权数据相套合,可以快速、准确判定越界开采图斑。

3 试验应用

选择新疆某地为试验区,开展了方法的试验。

3.1 试验区及使用的数据源

在新疆某地选取一个 10 000 m × 15 000 m 的区域作为试验区,模拟了 3 个矿权边界:甲矿权区、乙矿权区和丙矿权区(非真实的矿权边界)。

本次研究获取了试验区遥感数据有:2018 年度 BJ2 高分辨率遥感正射影像,空间分辨率为 1 m。

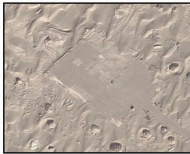
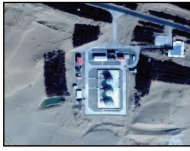
3.2 遥感解译标志

结合野外勘察,建立遥感解译标志(见表 1)。

表 1 油气矿山遥感影像解译标志

Tab. 1 Interpretation marks of oil and gas mines

要素名称	描述	遥感图像	野外照片
游梁式抽油机	“游梁式抽油机”以其“磕头机”的特殊阴影形状在高分影像上容易识别。另外抽油机井场内一般有储油罐和水套炉等配套设备,储油罐在高分影像也容易识别		

(续表)			
要素名称	描述	遥感图像	野外照片
非游梁式抽油机	抽油机分布在井场中,影像上为柱状特征,如果太阳角较低时,可以看到较长的拖影。有些井场中还会有其他采油气配套设备		
钻井	钻井在遥感影像上分布在方形井场中,表现为高大的塔状物,在高分影像上,钻井的阴影形状清晰可见,非常容易识别。周边有临时简易房、泥浆池和其他钻井附属设备		
注水井	注水井在影像上一般与抽油机同时分布在井场,但注水井不太容易识别,表现为一短小的灰黑色图斑,与采油井相比注水井容易被忽略。相较于采油树单侧连接输油管线,注水井两侧均可见输水管线,一侧管线为进水管,一侧管线为出水管。大多数情况下,需要到实地验证才能确认		
采天然气井(树)	采气树较“螺杆泵式抽油机”和注水井,目标稍大,在高分影像上一般能显示短小的阴影,其井场通常色调较亮,井场内通常伴有储油气罐等设备,而注水井井场通常没有。一般需要实地验证,来甄别采气井与注水井		
	影像上,采油井的井场特征较为明显,即井场为水泥硬化,中心有一个方向的台阶,且可见在水泥场地外围有多条间隔的水泥竖条。与废弃的井场的主要区别是在中心点可见凸起及阴影		
.....			
井场	井场一般为规则的矩形或多边形,多为裸土硬化地或砾石硬化地,色调较亮,浅褐黄色,边缘清晰较易识别。井场中有抽油机(采气树)、泥浆池等设施。在该影像中,井场基本上呈矩形,场地内纹理均匀平滑,中间褐色圆点为采油树,与一条较短的线状输油管线相连		
集油间(集气站)	在遥感影像上为浅褐黄色,处于平坦的人工场地中,可见较多的矿山建筑,往往多数集输站内置有储油罐(呈圆形凸起),可见到运输车辆		
联合站	联合站规模较大,高分影像上,联合站通常呈规则的矩形,色调呈灰黑色,显示水泥硬化面的色调。联合站内设施较复杂,有颜色不同、大小不一的罐体,通常罐体以灰色和绿色为主,灰色为储油罐、绿色为储水罐,不同颜色的罐体是识别联合站的主要标志。另外有分离器等设备		
计量间	从影像上看,计量间为呈矩形的小房屋,显著的影像特征为房屋四周可见多条输油管线向房屋处汇聚。在其房屋东侧有一条比较宽的硬化道路		
油气区道路	高分影像上采油区道路多为线性特征,长条带形,颜色呈灰黑色或土黄色,显示砾石硬化路面或裸土硬化路面的特征。连接正在开采井场的采油区道路纹理较均匀,色调单一,而连接废弃井场的采油区道路纹理较粗糙,色调杂,显示杂草和砾石、裸土相间的色调		
输油气管线	遥感影像上,输油气管线影像特征为平直的线状特征,颜色为浅灰褐色,宽度明显比油气区道路窄。输油气管线从井场开始输出,一般呈鸡爪状或放射状汇聚于计量间或集油间。戈壁地区的埋管一般都会呈明显凸出地表的拱形,影像上可见明显的长条形条带		
			

3.3 判别过程

由于本文研讨越界开采问题,与井场内是采油机还是采气树关系不大,所以未对井场是采油场还是采气场进行区分,也没有详细解译采油机(采气树)的数量。

根据解译标志,通过人机交互解译与实地验证相结合的方式解译。相对于一般的遥感地学解译,油气矿山开采遥感识别具有独特的特征,通常可根据特殊的地形地貌影像组合和地质体影像组合进一步判定解译目标。即除了色调、大小、形状、位置、布局、图案、纹理等直接解译标志外,还可借助油气矿山开采影像组合特征进一步区分“诊断”目标属性。

在试验区内解译出 365 个井场(站场、计量间、集输站、联合站等),油气区道路和输油气管线。

为了甄别越界开采图斑,在 GIS 平台上对遥感解译出的计量间、集输站、联合站图斑进行属性唯一性标识;然后再根据油气区的道路情况、输油管线的走向及汇聚处,将汇聚进同一计量间(集输站)的

所有井场根据前述的计量间(集输站)的唯一标识进行空间组合,并对各个井场进行属性标注,以便同一组合的井场进行后续的空间分析。用矿权数据和将汇聚进入同一计量间(集输站)的所有井场进行空间分析和识别判断,这样可以甄别越界开采的井场和主体责任认定。

3.4 试验结果

试验区内解译出 365 个井场、站场(图 3),单从井场站场的平面位置与矿权边界的平面位置来看,甲矿权边界外有 2 个图斑 YQ-018 和 YQ-020,乙矿权边界外有 14 个图斑: YQ-001, YQ-003, YQ-004, YQ-005, YQ-007, YQ-008, YQ-009, YQ-010, YQ-012, YQ-013, YQ-014, YQ-017, YQ-019 和 YQ-021; 丙矿权边界外有 30 个图斑。压矿权线图斑有 12 个: YQ-002, YQ-006, YQ-011, YQ-023, YQ-024, YQ-025, YQ-026, YQ-027, YQ-028, YQ-036, YQ-037 和 YQ-038; 共计 58 个图斑属于疑似违法图斑,越界开采,且这些图斑具体属于哪个开采企业无法逐个区分清楚。

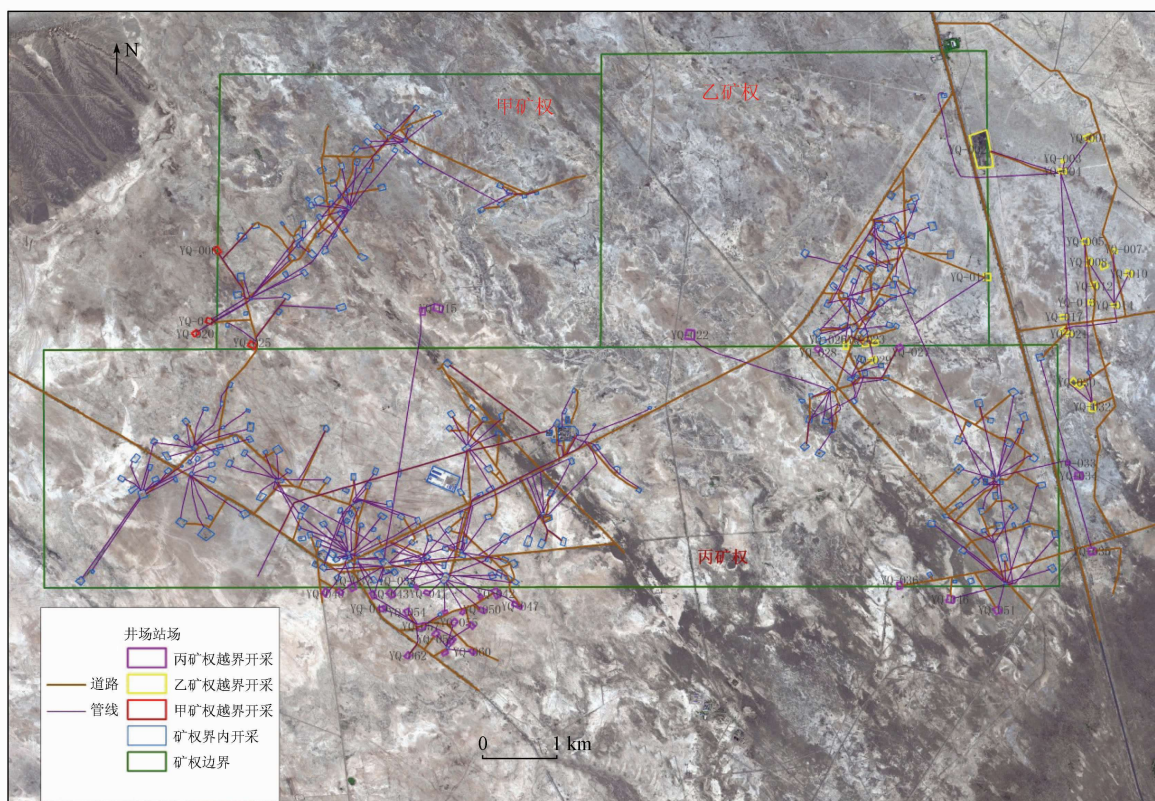


图 3 试验区油气矿山越界开采遥感解译图

Fig. 3 Remote sensing interpretation map of cross boundary exploitation of oil and gas mines in the experimental area

结合进井场站场道路,输油气管线来综合分析,共计有 62 个图斑属于疑似违法图斑,存在越界开采行为。

甲企业存在 4 个疑似违法图斑,乙企业存在 23 个疑似违法图斑,丙企业存在 35 个疑似违法图斑。结合进场道路和输油气管线能快速甄别越界开采图

斑并能锁定违法企业。在丙矿权区外有 3 个图斑(YQ-030, YQ-031 和 YQ-032)属于乙企业的疑似违法图斑。4 个位于矿权区内的疑似违法图斑利用常规的边界识别不容易被甄别,丙企业有 3 个疑似违法井场位于甲、乙矿权边界内,这些在乙矿权区和甲矿权区的疑似违法图斑存在隐蔽性,不易被识

别,分别为: YQ-015, YQ-016 和 YQ-022; 乙企业有 1 个疑似违法井场位于丙矿权内,图斑号为 YQ-029。这些隐蔽的疑似违法井场单从井场的平面位置根本无法识别其是否属于越界开采。

4 结论与讨论

本文首次提出运用遥感与 GIS 技术方法,采用井场、油气区道路与输油气管线组合为一体的方法来甄别油气越界开采的疑似违法行为,可以快速、宏观地为相关职能部门执法提供数据支持。

1) 有效判定越界开采问题有利于实现推动区域经济发展、保护生态环境、维护正常的矿产资源开发秩序、减少或避免发生重大安全生产问题。根据相关政策和法规,本文探索了“GIS + RS”的油气矿山越界开采图斑判定方法,较为科学、高效、准确地解决了积存已久的问题,对液体或气态等非常规矿产资源(如卤水、地热)越界开采判定具有借鉴意义。

2) 建立油气矿山动态监管信息系统,统一收集、存储和管理油气开采的地表和地下工程信息、矿业权信息,掌握其现状和动态变化情况,对于油气矿山监管具有重要意义,尤其对快速判定越界开采尤为重要。应加强矿业权信息化管理,统一使用 2000 坐标系,生成矢量化的面状文件,实现联网运营,及时更新反馈矿业权信息;按油田分别开发专用的自动化数据采集系统,动态采集、处理和显示出每一条输油气管线和每个井场、油井、气井的三维图形,及时与矿权数据与行政区划数据叠加分析对比,从而实现即时动态监测。

3) 开展油气矿山事前、事中、事后全过程监管,建立油气矿山开采遥感图谱和油气矿区生态环境档案,是油气开采区矿业秩序监管、生态环境修复监管等的必然要求。应建立完善越界开采矿山的档案制度,以县为单位,建立越界开采矿山档案,记录其越界开采的时间、位置、范围、资源损毁程度、处理情况等,并定期更新和长期保存,作为今后矿山是否通过年检、延续登记、变更登记等的重要依据。

4) 完善油气矿山相关管理制度。改进矿权边界数据管理制度,重点解决矿区范围边界及行政区划边界矢量数据存在投影方式与坐标不统一的问题;完善储量评估等相关制度,减少矿区范围划得过“小”、采矿许可证有效期过“短”等现象,优化矿山布局,可以从源头上减少越界开采等违法违规采矿行为的发生;完善矿业用地管理办法,推进矿地一体出让,避免“取得采矿权却得不到矿业用地”

“租用矿地因权属争议难以治理”等尴尬局面的出现,有效推进矿山生态修复;加强案件移送与行政处罚力度,通过多部门联合行动,形成惩治非法开采的执法合力和威慑力^[14-16]。

致谢: 感谢中国自然资源航空物探遥感中心对本次工作的支持,感谢相关兄弟单位在合作过程中的鼎力相助。在工作过程中得到了徐学义、聂洪峰、葛晓立、张志、刘乐、帅爽、姜琦刚、史鹏飞、李任时、黄智才、王海庆、邢宇、刘琼、李丽、汪洁、安娜、王昊、姚维岭、周英杰、殷亚秋、刘小杨、何金宝、李修远、董大啸、刘启鹏等多位同志的帮助,在此谨表谢忱。

参考文献(References):

- [1] 王成嫣,樊大磊,李文博. 2020 年国内外油气资源形势分析及展望[J]. 中国矿业, 2021, 30(1): 18-23.
Wang Y Y, Fan D L, Li W B. Analysis and outlook of domestic and international oil gas resources situation in 2020[J]. China Mining Magazine, 2021, 30(1): 18-23.
- [2] 何海清,范土芝,郭绪杰,等. 中国石油“十三五”油气勘探重大成果与“十四五”发展战略[J]. 中国石油勘探, 2021, 26(1): 17-30.
He H Q, Fan T Z, Guo X J, et al. Major achievements in oil and gas exploration of PetroChina during the 13th Five-Year Plan period and its development strategy for the 14th Five-Year Plan[J]. China Petroleum Exploration, 2021, 26(1): 17-30.
- [3] 侯明扬. 世界经济恢复预期拉动全球油气市场回暖[J]. 中国石化, 2021(2): 20-23.
Hou M Y. Global oil and gas market rebounds due to world economic recovery expectation[J]. Sinopec Monthly, 2021(2): 20-23.
- [4] 刘立,高俊华,余德清,等. 矿山越界开采与采矿权面积关系遥感研究[J]. 地理空间信息, 2019, 17(6): 47-50, 55.
Liu L, Gao J H, Yu D Q, et al. Study on the relationship between mining beyond boundary and mining right area based on remote sensing[J]. Geospatial Information, 2019, 17(6): 47-50, 55.
- [5] 王耿明,朱俊凤,王忠忠,等. 广东省矿山越界开采遥感调查与监测研究[J]. 物探化探计算技术, 2014, 36(4): 508-512.
Wang G M, Zhu J F, Wang Z Z, et al. The remote sensing survey and surveillance research of mine exploitation which surpass confines in Guangdong Province[J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2014, 36(4): 508-512.
- [6] 康纪田. 反思与重构越界开采的法律责任[J]. 国土资源科技管理, 2013, 30(1): 128-136.
Kang J T. Reflection and reconstruction of legal responsibility of cross-border exploitation[J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2013, 30(1): 128-136.
- [7] 钱新. 越界开采: 导致事故的祸根[J]. 安全与健康: 上半月, 2008, (10): 16-17.
Qian X. Cross border mining: The root cause of accidents[J]. Safety & Health: First half month, 2008, (10): 16-17.
- [8] 黄鑫,陈双兰. 矿山越界开采原因分析及对策探讨——以钟

- 山乡为例[J]. 浙江国土资源, 2009(9): 39-41.
- Huang X, Chen S L. Cause analysis and countermeasures of mine cross boundary mining: Taking Zhongshan Township as an example [J]. Zhejiang Land & Resources, 2009(9): 39-41.
- [9] 李寿武. 我国油气资源矿权制度中存在的问题及完善对策[J]. 技术经济与管理研究, 2009(2): 88-91.
- Li S W. Oil-gas property system in China: Problems and solutions [J]. Journal of Technical Economics & Management, 2009(2): 88-91.
- [10] 罗雪峰. 浙江省矿山越界开采的原因和对策措施[J]. 浙江国土资源, 2014(4): 47-49.
- Luo X F. Causes and countermeasures of mine cross boundary mining in Zhejiang Province [J]. Zhejiang Land & Resources, 2014(4): 47-49.
- [11] 赵玉灵, 杨金中, 张志. 油气矿山遥感监测方法初探——以鄂尔多斯盆地为例[J]. 矿产勘查, 2019, 10(12): 2980-2989.
- Zhao Y L, Yang J Z, Zhang Z. Preliminary study on the remote sensing monitoring of the oil and gas resources: A case study on the Ordos Basin [J]. Mineral Exploration, 2019, 10(12): 2980-2989.
- [12] 李青, 李任时, 张泽南. 浅谈油气矿山监测[J]. 吉林地质, 2020(4): 95-99.
- Li Q, Li R S, Zhang Z N. Introduction to the remote sensing monitoring of the oil and gas mines [J]. Jilin Geology, 2020(4): 95-99.
- [13] 马梓程, 陈思, 帅爽, 等. 遥感技术在油气开发状况调查中的应用[J]. 中国资源综合利用, 2020(10): 43-44.
- Ma Z C, Chen S, Shuai S, et al. Application of remote sensing technology in investigation of oil and gas developments status [J]. China Resources Comprehensive Utilization, 2020(10): 43-44.
- [14] 范荣华, 余少华, 李军, 等. 向隐藏大地深处的“毒瘤”开刀——矿山超深越界开采成因及预防对策调研报告[J]. 国土资源导刊, 2012(3): 52-54.
- Fan R H, Yu S H, Li J, et al. To the “cancer” hidden deep in the earth investigation report on causes and preventive measures of ultra deep and cross boundary mining [J]. Land Resources Herald, 2012(3): 52-54.
- [15] 王建民, 单玉香. 应用信息化网络技术监测越层越界开采初探[J]. 煤矿安全, 2009(11): 105-108.
- Wang J M, Shan Y X. Preliminary study on application of information network technology in monitoring cross layer and cross boundary mining [J]. Safety in Coal Mines, 2009(11): 105-108.
- [16] 董秀成, 董聪, 吴映江. 中国油气矿权: 开放与机遇[J]. 能源评论, 2019(12): 58-62.
- Dong X C, Dong C, Wu Y J. China's oil and gas mining rights: Opening up and opportunities [J]. Energy Review, 2019(12): 58-62.

A remote sensing method for judging the cross-border mining of oil and gas mines

ZHAO Yuling, YANG Jinzhong, SUN Yaqin, CHEN Dong

(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Natural Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: Cross-border mining is a difficult and hot topic in the current supervision of oil and gas mines. Based on the judgement and interpretation of superficial and surface engineering, such as well sites, station sites, oil wells, gas wells, metering plants, gas gathering stations, gathering and transportation stations, patrol roads, and oil and gas pipelines within a single mining right, this study proposed for the first time that the combined information of superficial and surface engineering allow for quickly clarifying the accumulation and flow direction of oil and gas and accurately identifying and determining the production sites belonging to the same mining right and the cross-border sites. This method has been applied to a certain oil field as the test area and has been proved effective.

Keywords: oil and gas mines; cross-border mining; GIS; RS

(责任编辑: 李瑜)