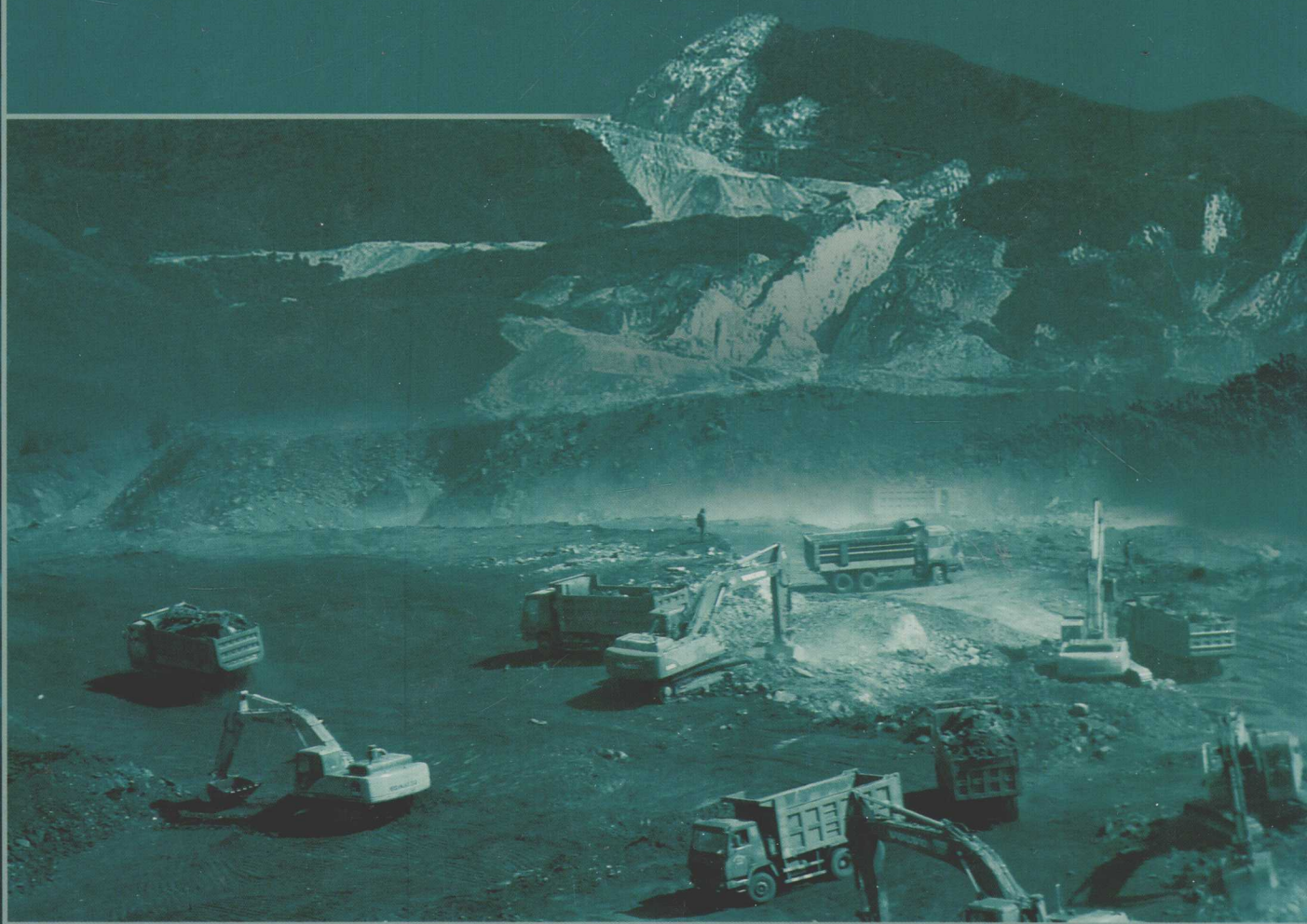


中国矿山遥感监测

Remote Sensing Monitoring of Mine in China

杨金中 秦绪文 聂洪峰 王晓红 等著



测绘出版社

中国矿山遥感监测

Remote Sensing Monitoring of Mine in China

杨金中 秦绪文 聂洪峰 王晓红 著
王海庆 周英杰 张 过

测绘出版社

·北京·

© 杨金中 秦绪文 聂洪峰 王晓红 王海庆 周英杰 张 过 2014
所有权利（含信息网络传播权）保留，未经许可，不得以任何方式使用。

内容简介

本书主要以“矿山开发遥感调查与监测成果集成与综合研究”和“基于国产卫星的矿产资源开发现状动态监管高技术产业化示范工程”两个项目的研究成果为基础，介绍了矿山遥感监测工作在理论与方法研究、监管系统开发、综合研究及规划部署建议等方面研究成果与工作进展。
本书可供从事遥感、地理信息科学和测绘等专业教学、科研及生产的人员阅读与参考。

图书在版编目（CIP）数据

中国矿山遥感监测 = Remote sensing monitoring of mine in China / 杨金中等著. -- 北京：测绘出版社，2014.9
ISBN 978-7-5030-3131-1

I. ①中… II. ①杨… III. ①遥感技术—应用—矿山—监测—研究—中国 IV. ①TD-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第176523号

责任编辑	李 莹	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍
出版发行	测绘出版社				010-83543956（发行部）
地 址	北京市西城区三里河路 50 号		电 话		010-68531609（门市部）
邮政编码	100045				010-68531363（编辑部）
电子邮箱	smp@sinomaps.com		网 址		www.sinomaps.com
印 刷	中煤地西安地图制印有限公司		经 销		新华书店
成品规格	210mm×297mm				
印 张	16.25		字 数		486 千字
版 次	2014 年 9 月第 1 版		印 次		2014 年 9 月第 1 次印刷
印 数	0001—1000		定 价		198.00 元
书 号	ISBN 978-7-5030-3131-1/P•660				
审 图 号	GS(2014)1758 号				

本书如有印装质量问题，请与我社联系调换。

前 言

矿产资源是人类赖以生存的重要物质基础。为准确、及时地掌握全国各重点矿区的矿产资源开发秩序、矿山环境地质问题和矿产资源规划执行情况，国土资源部、中国地质调查局自 2006 年起，在全国部署开展了“矿产资源开发多目标遥感调查与监测”（以下简称“矿山遥感监测”）工作，由中国国土资源航空物探遥感中心（以下简称“航遥中心”）牵头，安徽地质调查院、北京地质调查院、福建地质调查院、广西地质调查院、贵州地质调查院、河北地质调查院、河南地质调查院、核工业航测遥感中心、核工业四川地质调查院、黑龙江地质调查院、湖北地质调查院、湖南环境监测总站、吉林大学、江苏地质调查院、煤炭地质总局航测遥感局、青海地质调查院、四川地质调查院、新疆地质调查院、有色地质调查中心、云南地质调查院、中国地质大学（北京）、中国地质大学（武汉）等单位共同承担完成（主要完成人员见附录一）。在中国地质调查局基础调查部的大力支持和精心指导下，矿山遥感监测工作取得了丰硕的成果。通过调查，基本摸清了 2006 年至 2010 年全国各重点矿区的矿产资源开发状况，初步查明了存在的矿产疑似违法图斑分布情况、主要矿山环境地质问题及潜在危害，为全国矿业秩序整顿和规范、矿产卫片执法检查、矿山环境治理等工作提供了重要决策数据。航遥中心作为该工作的计划项目实施单位，承担了“矿山开发遥感调查与监测成果集成与综合研究”工作项目（项目编号为 1212010811046），研究建立矿产资源开发多目标遥感调查与监测技术体系，制定矿山开发多目标遥感调查与监测技术标准；开展重点成矿带与矿集区调查与监测成果的质量监控工作；建立矿产资源开发多目标遥感调查与监测信息系统；编制矿产资源开发多目标遥感调查与监测规划；通过重点成矿带与矿集区调查与监测成果的系统化研究和综合分析，提出矿山可持续开发利用对策与建议，为国土资源部制定矿产资源规划，保持矿产资源的可持续开发与利用、维护矿业秩序、综合整治矿区环境提供决策依据。项目历年任务书编号为基〔2006〕012-03、基〔2007〕012-08、基〔2008〕01-22-02、基〔2009〕01-15-16、基〔2010〕增 10-19。其中，2006 年至 2007 年项目名称为“矿产资源开发多目标遥感调查与监测技术体系与标准建立综合研究”（项目编码为 1212010611203）。

为进一步推动国产卫星数据在矿产资源开发现状动态监管工作中的产业化应用，航遥中心承担并完成了国家发展和改革委员会下达的“基于国产卫星的矿产资源开发现状动态监管高技术产业化示范工程”国家高技术产业化项目。针对国产卫星数据的特点，对矿山遥感监测工作已有的技术流程和应用体系进行适应性开发、改造与集成，开发或增强相关的软硬件配套设施等；通过基于国产卫星（CBERS-02B 卫星数据为主，北京一号、尖兵三号等为辅）的矿产资源开发现状动态监管的应用示范和系统建设，推进国产卫星数据的产业应用，促进国土资源监管手段的科学化与创新，提高矿山开发监测的水平和监测效益。通过项目实施，初步开发形成了矿产资源开发现状动态监管系统，有机地将国土资源监管工作的实时性要求与国产卫星的自主性紧密地衔接起来，根据国产卫星数据的特点进行了针对性开发和示范应用，为国产卫星数据的产业化应用进行了技术准备，提高了矿产资源开发现状快速监测的能力，彻底改变了基于国外数据的矿山开发常规监测工作模式（一年一次），新增了基于国产数据的矿山开发实时动态巡查工作方式（一年多次）；初步建立了集卫星轨道预测、数据快速处理、野外核查管理与矿山遥感监测一张图系统于一体的矿山监测中心，形成了基于国产数据的 1：5 万～1：1 万矿产资源开发现状实时动态监测的能力和 24 小时内的应急调查能力，为国产卫星数据的产业化应用奠定了基础。

本书主要以“矿山开发遥感调查与监测成果集成与综合研究”和“基于国产卫星的矿产资源开

发现状态动态监管高技术产业化示范工程”两个项目的研究成果为基础，介绍矿山遥感监测工作在理论与方法研究、监管系统开发、综合研究及规划部署建议等方面的研究成果与工作进展。本书概论由杨金中、秦绪文、聂洪峰编写，第二章、第三章由杨金中、秦绪文、张志、田淑芳、张过、王海庆编写，第四章、第五章由杨金中、秦绪文、张过、郭祥、马泽斌编写，第六章由杨金中、秦绪文、王晓红、王海庆、周英杰编写，第七章和后记由杨金中、秦绪文编写。荆青青、邓锬、谷延群、董双发等完成了部分插图的编辑制作工作。全书由杨金中、秦绪文统稿。

项目工作及本书成文过程中，得到国土资源部规划司、储量司、地质环境司、执法监察局、科技与国际合作司、中国地质调查局基础调查部、航遥中心的支持和帮助，得到王平、鞠建华、庄育勋、熊盛青、方洪宾、张海啟、李宪海、张应红、黄学雄、李明路、马岩、潘辉、单卫东、贺颢、李敏、王润生、郭大海、杨清华、葛晓立、李建国、刘殿强、黄洁、郝跃生、李名松、杨秀绣等诸多领导和专家的指导和支持，参与完成矿山遥感监测工作的各单位提供了大量基础资料，谨此一并表示感谢。

书中不妥、错误和疏漏之处，敬请读者批评指正。

目 录

前 言	1
第一章 概 论	1
第一节 矿山遥感监测工作简介	1
第二节 技术路线与工作方法	2
第三节 工作部署情况	8
第二章 矿山遥感监测理论	11
第一节 矿产赋存规律	11
第二节 矿山生产系统	20
第三节 矿山开采的环境效应	27
第四节 矿山遥感监测的工作尺度	32
第五节 矿山地质环境评价方法研究	33
第三章 矿山遥感监测技术方法研究	36
第一节 矿山遥感监测技术方法研究	36
第二节 新型遥感数据应用方法研究	55
第三节 矿产资源开发现状监管系统建设	67
第四章 矿山遥感监测监测中心建设	80
第一节 软件系统研建	80
第二节 监测中心运管系统集成	154
第五章 矿山遥感监测查验中心建设	182
第一节 系统建设	182
第二节 系统应用	190

第六章 矿山遥感监测综合研究·····	195
第一节 矿产资源开发状况 ·····	195
第二节 矿山地质环境 ·····	206
第三节 规划执行情况 ·····	214
第四节 全国重点矿区矿山地质环境评价 ·····	225
第七章 矿山遥感监测规划发展建议·····	233
参考文献·····	240
附录一·····	241
附录二·····	243
附录三·····	245
后 记·····	251

第一章 概 论

第一节 矿山遥感监测工作简介

矿产资源是我国社会发展的重要物质基础,我国 92% 的一次能源、80% 以上的工业原料、30% 的工农业用水和城乡居民用水皆来自矿产资源。我国是世界主要矿业大国,据初步统计,截至 2000 年年底,全国共有各类矿山企业 15.3 万个,其中国有矿山 7 650 个,集体企业 6.9 万个,私营及个体企业 5.8 万个,其他类矿山约 1.8 万个,共开采矿产 143 种。由于多方面的原因,我国的矿产资源开发一直处于比较粗放的状态。长期大规模的矿产开发活动,为国家经济建设做出了巨大贡献,但同时矿山生态环境破坏也十分严重,部分矿区秩序混乱,无证开采、乱采滥挖等违法行为时有发生,不仅浪费了宝贵的矿产资源,而且还造成土地资源的破坏并引发严重的生态环境问题(如破坏土地、引发灾害、污染环境等),甚至造成人民生命财产的重大损失(如广西南丹锡矿透水事件、山西尾矿库溃坝事件等,造成特大人员伤亡事故),在一些地区已经成为制约经济和社会发展的的重要因素。

以往,政府对矿产资源开发状况的掌握基本采用逐级统计上报和群众举报的模式,上报数据不真实的情况比较普遍,统计结果难以统一。由于矿山点多面广,矿政管理机关现场监督力量薄弱,违法开采行为难以及时发现,使得国土资源部缺乏适时、客观的数据,难以对矿产资源的开发利用实施更为有效的管理。

党中央国务院对矿产资源开发管理工作非常重视,多次明确指出要加强矿业秩序整顿,2005 年专门召开了“全国整顿和规范矿产资源开发秩序工作会议”,以国发〔2005〕28 号发布了《国务院关于全面整顿和规范矿产资源开发秩序的通知》。国土资源部以 2006 年第 28 号文发布了《国土资源部关于全国整顿和规范矿产资源开发秩序重点矿区的公告》,公布了全国整顿和规范矿产资源开发秩序的 163 个重点矿区名单,并在《全国地质勘查规划》《国土资源大调查“十一五”规划》中明确了矿山遥感监测任务。原国土资源部部长徐绍史曾在相关批示中指出,要把全国 163 个重点矿区都纳入遥感监测当中,力争做到“一年一张图”“以图管矿”,为利用遥感技术进行矿产资源开发多目标调查与监测指出了工作的重点和方向。

国土资源部从 2003 年开始部署了重点矿山的遥感调查与监测工作的试点研究,2006 年国土资源部中国地质调查局启动了我国“矿产资源开发多目标遥感调查与监测”项目。主要根据国家需求和国土资源部管理工作的需要,选择重点矿集区、成矿带、规划区,开展矿产资源开发利用状况、矿山环境和矿产资源规划执行情况等多目标遥感调查与监测工作,获取客观基础数据,形成综合分析与评价报告,为国土资源部制订矿产资源规划、保持矿产资源的可持续开发与利用、维护矿业秩序及综合整治矿区环境等提供技术支撑及决策依据。

2006 年以来,矿山遥感监测工作主要围绕国土资源部 2006 年第 28 号文公告的“全国整顿和规范矿产资源开发秩序重点矿区”和社会关心的矿产资源开发的热点地区、问题地区展开,采用多种分辨率的航天、航空遥感数据先后在晋陕蒙能源成矿带、冀东能源多金属成矿带等 16 个重要成矿带或矿集区、163 个重点矿区,进行了多尺度多目标的调查与监测工作,实现了全国整顿和规范矿产资源开发秩序重点矿区的全覆盖,对部分地区实现了 3 年至 5 年的连续监测。相关工作取得了大量客观的基础数据,为矿产资源开发秩序整顿、矿山环境恢复治理、矿产资源规划执行情况监管提供了强有力的

支撑。在全国开展的九部委“回头看”矿业开发秩序整顿行动中，督查组根据遥感监测数据进行现场核查，对违法违规行为依法进行查处，落实整改措施，取得了很好的成效。在山西襄汾尾矿库溃坝事件、娄烦铁矿排土场垮塌事件等的应急调查工作中，项目成果发挥了重要作用。同时，地方各级国土资源主管部门在治理整顿和维护矿产资源管理秩序工作中，也利用上述成果，开展了卓有成效的矿业秩序整顿工作，取得了突出效果，违规开采得到了有效遏制，矿业开发秩序得到进一步规范。矿山监测成果得到了国土资源部、中国地质调查局有关领导的高度肯定，国土资源部副部长、中国地质调查局局长汪民在批示中指出“此项工作很有意义，当进一步加大工作力度，搞好协调配合，构建完整的监督体系”。

矿产资源开发多目标遥感动态监测是一项紧密围绕国家和部局管理需求，具有基础性、战略性、实用性和紧迫性的重要工作。矿山遥感监测工作的开展，对服务于国土资源部的遥感中心的工作，对国土资源部行使政府职能、获取适时客观的基础数据、提高监督管理效益和管理质量、及时打击违法开采、维护正常的矿产资源管理秩序，以及综合整治矿区环境都具有十分重要的意义；矿山遥感监测工作的开展，促进了遥感地质调查与矿产资源管理的有效结合，进一步拓展了基础性公益性地质工作的服务领域和方向，并且将同一种数据和成果应用到管理的不同方面，充分发挥和提高了遥感数据的成果效益和经济效益，也为矿产资源监督管理探索了新的工作方式、方法。同时，矿山遥感监测工作的实施，整合了遥感力量，提高了获取遥感数据的优先度，一种数据源用于多目标调查，服务于多个方面，降低了项目成本，并形成了整套的全国性矿产资源开发状况、矿山地质环境遥感监测成果。

目前，全国矿业开发形势依然严峻，违法违规开采现象时有发生，矿区地质环境破坏情况本底不清，矿山遥感监测工作必将在未来的矿政管理工作中发挥更大的作用。

第二节 技术路线与工作方法

矿山遥感调查监测是一项重要的矿情调查工作。其总体思路是以科学发展观为指导，以先进的遥感技术为调查手段，以国土资源部和中国地质调查局已经开展的工作为基础，以提高我国重要矿产资源对经济社会发展的保障能力、促进矿产资源开发和环境保护工作协调发展为目标，采取政府部门指导，以产学研相结合的工作方式，坚持一切从国家整体利益出发、实事求是的原则，坚持“统一组织、统一思路、统一方法、统一标准、统一进度”的原则，坚持实行项目分级管理，充分发挥各方面积极性与优势，采取遥感数据与多元数据相结合、计算机自动信息提取与人机交互解译相结合、室内综合研究与实地调查相结合的技术路线，及时、准确、客观地对重点成矿带、矿集区和规划区进行矿产资源开发利用状况、矿山环境和矿产资源规划执行情况实施遥感调查与动态监测，为国土资源部制订矿产资源规划，保持矿产资源的可持续开发与利用，维护矿业秩序以及综合整治矿区环境提供技术支撑及决策依据。

工作过程中，根据矿山遥感监测的目的，合理选择遥感数据源，运用影像纠正、彩色合成与彩色空间变换、图像增强处理（比值、主成分分析等）、数据融合，以及遥感信息多层次筛选技术、信息综合分析等方法，进行矿产资源开发多目标信息提取；通过规划制定时期遥感数据和最新时相遥感数据信息提取结果的对比和分析，发现矿山开发及其引发的生态环境变化信息；通过综合分析和野外实地检查验证，进一步提高多目标信息提取工作的精度；通过质量控制和中间成果的检查，促进项目成果表现形式的规范化、标准化；加强新技术方法的研究和引进；通过合理途径，为各级矿政管理部门及时提供客观、准确的成果资料。

一、工作流程

矿山遥感监测工作是在遥感技术飞跃发展并被广泛利用的前提下，在传统矿山监测的基础上逐步

形成的。它与传统矿山监测的基本区别在于以下三个方面。

(1) 快速、及时性。矿山遥感监测工作能够在较短的时间内完成对目标对象的调查，快速形成调查成果，为违法开采现象的遏制、矿山地质灾害防治等工作及时提供技术支撑。

(2) 客观、真实性。矿山遥感监测工作以遥感影像上的真实反映为基础，充分利用遥感技术的现势性、广域性、宏观性特点，完成调查区的全面调查，避免了传统矿山监测工作中的人为疏漏，调查成果客观、公正。

(3) 经济性。矿山遥感监测工作是以遥感地质学的基本理论与方法为指导，在工作中以多元多尺度遥感资料的系统解译与分析研究为主，地质、矿产等多源数据为辅，通过室内影像的判释即可获取大量成果信息，大大节省了野外调查工作量，经济效益明显。加强了矿山监测工作的预见性和主动性，相较于传统矿山监测来说，具有更强的宏观性和时效性。按照其时效性要求，矿山遥感监测工作可分为常规矿山遥感监测和应急矿山遥感监测两大类。

(一) 常规工作流程

常规矿山遥感监测是根据矿政管理部门的要求，为配合日常的矿产资源开发监管工作，对全国重点成矿带、矿集区开展的、没有时间限制的动态遥感巡查工作。其技术路线如图 1-1 所示。

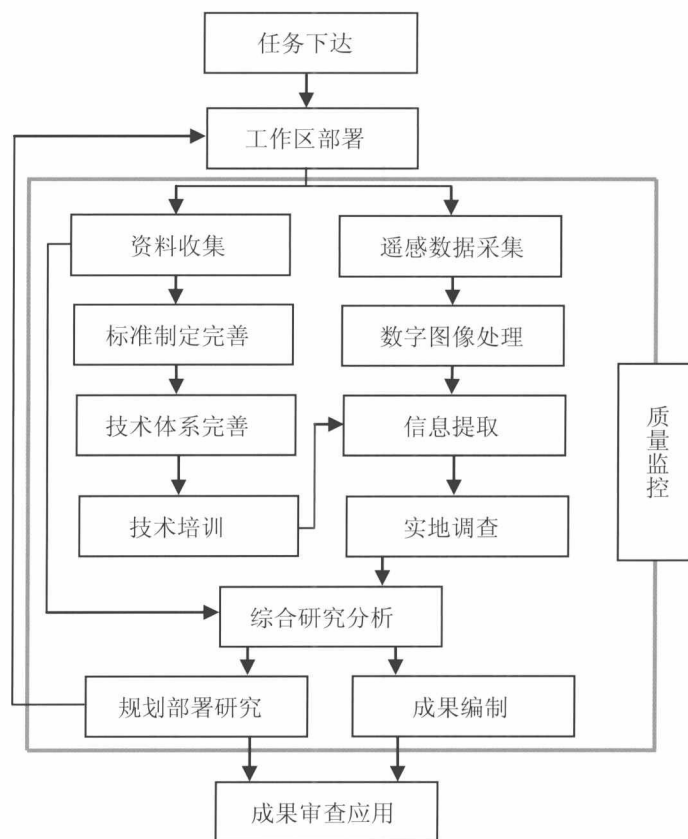


图 1-1 矿山遥感监测常规工作流程

1. 资料收集与整理

结合国家宏观发展战略和国土资源管理工作的需要，根据工作任务的要求，针对工作区内的重点矿集区、成矿带、规划区，进行资料收集。主要包括：① 收集工作区自然地理、地质环境、社会经济等资料。② 收集工作区 1：1 万、1：5 万、1：10 万比例尺地形图和数字高程模型（digital elevation model, DEM）数据。③ 收集矿产资源规划、矿产资源分布、矿山环境等的有关图件、文字资料、数据表格等。④ 收集工作区矿权数据及探矿权数据。

1) 地形图资料的收集与处理

地形图是将地面上的地物和地貌按水平投影的方法（沿铅垂线方向投影到水平面上），按一定的比例尺缩绘到投影面上的地图。地形图有纸质图和电子地形图之分，考虑到纸质图清绘和线条宽度带来的误差，推荐使用电子地形图。矿山遥感监测工作涉及的地形图有 1 : 10 万、1 : 5 万、1 : 1 万三个尺度，分别用于 1 : 25 万、1 : 5 万、1 : 1 万比例尺影像图校正时地面控制点（GCPs）的选取。

2) DEM 的选择

DEM 是描述地表起伏形态特征的空间数据模型，是由地面规则格网点的高程值构成矩阵而形成的栅格结构数据集，主要用于正射校正中，以消除地形起伏带给影像数据的畸变。实际工作中 DEM 的获取主要有两种途径：一是运用地理信息系统（geographical information system, GIS）软件（如 MapGIS、ArcGIS），对等高线矢量数据进行三维分析，通过内插高程点的方法生成 DEM；二是运用遥感影像立体像对进行立体量测，提取 DEM。两种方法获取的 DEM 各有优缺点。运用等高线生成 DEM，操作简单，自动化程度高，省时省力，但受到等高线资料测绘年份的限制，不具备现势性；运用最新时相立体像对量测提取的 DEM，完美解决了现势性的问题，但由于影像数据的坐标系统与我国使用的坐标系统并不匹配，还需要进行坐标转换工作，工作量较大（在实际应用中，推荐采取该方法）。用于 1 : 5 万遥感影像正射校正的 DEM 可由 ASTER 立体像对量测获取，用于 1 : 1 万遥感影像正射校正的 DEM 可由 P5 立体像对量测获取。

2. 遥感数据获取

各工作区应首选时相适宜的光学遥感数据。影像一般要求无云覆盖，无云影，影像清晰，反差适中，像片内部和相邻像片间无明显偏光、偏色现象。对于光学卫星数据难以获取的多云多雨地区，可以采用无人机数据或雷达数据。

1) 1 : 25 万调查数据源

选择两期空间分辨率优于 15 m 的多光谱或高光谱数据。第一期为最新时相，备选数据源有 ASTER、ETM+、中巴卫星、“北京一号”等（推荐使用 ASTER 数据，如工作区涉及景数较多，各景时相跨度较大，用最新时相的 TM 数据作补充）。第二期为历史数据，为了监测矿产资源规划执行情况，要求选用各省首次矿产资源规划基准年前后的 ETM+ 数据，成像季节根据各监测区的地理位置和矿山开采模式自定。

2) 重点区调查与监测数据源

选择两期空间分辨率优于 4 m 的多光谱或全色与多光谱融合数据。最新时相建议使用 SPOT 5 数据（1A 级，多光谱与全色增强型），备用数据有 QuickBird、IKONOS、WorldView、GeoEye、RapidEye、福卫二号卫星数据，印度的 IRS-P6 卫星数据，航空遥感数据等；历史资料尽量选择较高分辨率的数据源如航空遥感资料等。在局部多光谱资料难以获取地区，建议采用雷达数据。

3. 数字图像处理

遥感图像处理是矿山调查与监测的一个重要环节，该项工作做得充分与否将影响后期的野外踏勘与验证。充分、合理的数字图像处理能够大大增加室内工作的准确性，减少野外工作量，提高工作效率。工作过程中可以综合运用辐射校正、几何校正、彩色合成、彩色空间变换、图像增强，以及遥感信息多层次融合技术对遥感影像进行处理，为信息提取打下坚实的基础。

1) 卫星数据

参照 GB 15968—1995《遥感影像平面图制作规范》执行。高分辨率数据（订购 QuickBird 0 级数据，SPOT 5 1A 级数据）原则上采用正射投影纠正。DEM 数据来自区域 1 : 5 万、1 : 1 万或更高比例尺地形图，校正后的图面中误差（1 : 5 万）一般不大于 0.5 mm，最大不大于 1 mm。中分辨率数据（TM、ETM、ASTER 等数据）可根据区域地形高差自行决定图像处理方法。精度要求：镶嵌影像图上随机抽取地物点的平面位置中，1 : 25 万的图面误差不大于 ± 0.50 mm，特殊情况下不大于 ± 0.75 mm。两

个时相的配准精度要求:配准后的中误差一般地区不大于 0.5 像元,平原地区应严格控制在 0.5 像元之内。

2) 航空遥感数据

航空遥感数据处理步骤如下:航片数字化,影像匀光处理,导入像片外方位元素数据,建立数字高程模型(DEM),数字正射影像(digital orthophoto map, DOM)生成与处理,图廓整饰。最后形成 TIFF 格式的正射影像图。有关精度要求按 GB 15968—1995《遥感影像平面图制作规范》、CH/T 1008—2001《基础地理信息数字产品 1:10 000、1:50 000 数字高程模型》、CH/T 1009—2001《基础地理信息数字产品 1:10 000、1:50 000 数字正射影像图》执行。

4. 信息提取

1) 信息提取内容

主要包括以下三大类:

(1) 矿产资源开发信息:矿产开采点位置(井口位置)、开采状况(开采或关闭)、开采矿种(煤、铁等)、开采方式(露天、地下)、占地范围与土地类型、固体废弃物堆积范围和占用土地类型。

(2) 矿山开发引发的地质灾害信息:地面沉陷范围、地裂缝长度、塌陷坑位置、山体陷裂(垮塌)范围、崩塌位置、滑坡位置、泥石流位置、河道淤塞长度(位置)、煤田(煤矸石)自燃范围。

(3) 环境信息:破坏土地范围、受损植被范围、粉尘污染范围、水体污染范围、荒漠化范围、土地复垦范围、矿山环境治理工程分布。

2) 信息提取的方法

矿山地物信息提取主要有两个途径,一个是人机交互解译,另一个是计算机辅助自动提取。这两种方法各有利弊,在实际工作中应相互结合、综合利用,以达到更为有效的识别效果。

人机交互解译是矿山开发现状遥感监测工作的主要工作方法。在矿山开发现状遥感监测工作中,大量的工作,如硐采位置、矿区粉尘污染、固体废弃物、采矿引起的崩塌、滑坡、地裂等地质灾害信息等的获取,应使用人机交互解译方法。目前,针对信息提取的图像处理方法主要集中在基于光谱特征、空间关系与知识的目标自动识别和提取、图像分类方面,特别是利用人类认知、计算机视觉等智能理论进行。在矿山开发现状遥感监测工作中,自动提取通常采用分类法,动态信息提取采用分类后比较法、主成分分析法、两个时相相减法。

5. 实地调查

实地调查是验证信息提取的可靠性,实地核查有疑问的信息、补充遗漏的信息、修改错提信息的重要环节,也是提高图像解译精度和质量的可靠途径。在调查过程中,应对监测区域的自然、社会和经济情况等进行全面的了解和访问,收集与矿产资源开发相关的图件、数据和文字资料,并采取点、线、面相结合的方法,对有疑问的图斑进行 100% 验证,对所有违法开采图斑进行 100% 检查。

6. 成果图件编制

严格执行 DD2012—06《矿产资源开发遥感监测技术要求》,形成成果报告,并按照 1:25 万、1:5 万和 1:1 万三种尺度分别编制成果图件。

7. 质量检查

在成果提交前,组织专家对成果内容进行质量检查,检查合格后方可进行提交。检查的主要内容:提交成果的时效性和正确性、成果表达形式的规范性和质量控制文本的完整性,以及工作过程中数据的使用情况和野外检查的质量等。

8. 信息系统建立与数据入库

对所有矢量成果及遥感影像图、成果图件、报表、成果报告进行入库,建立信息系统,以利于成果数据的查询管理和应用。

9. 综合研究与分析

在信息系统支持下,对各类调查成果进行综合研究与分析,对区域矿产资源开发趋势进行分析,

为矿政管理、矿山地质环境整治等工作提供建议和对策。

10. 成果报告编写与成果提交

按照《矿山遥感监测工作指南》的要求,完成报告编写和成果提交工作。成果提交内容包括原始资料、成果图件、成果报告及各类成果数据。质量检查合格后,应对监测成果进行综合整理,并向相关部门进行汇报,为其进行矿业管理工作提供技术支撑。

(二) 应急工作流程

改革开放以来,我国矿产资源开发规模不断扩大,为社会带来了巨大的经济效益。然而,由于采矿活动引发的,危害人民生命财产安全的事故也时有发生:2008年9月8日,山西襄汾新塔矿业公司“9·8”特别重大尾矿库溃坝事故,造成276人遇难;2009年1月10日,云南曲靖市富源县煤炭经贸公司经营的大河镇篆湾煤矿1号基建井地面煤场发生坍塌事故,造成5人死亡,5人受伤;2009年2月22日,山西焦煤集团西山煤电公司屯兰矿发生瓦斯爆炸事故,造成78人遇难。这些重大矿业事故不仅给人类生命安全带来严重威胁,而且对生态环境、资源等也具有巨大的破坏性。因此,对突发矿山事故实施应急监测便成为一项重要的矿情调查工作而被提上日程。

应急矿山遥感监测是根据矿政管理部门的要求,为配合紧急的矿产资源开发监管工作(如严重违规开采事件查处、矿难事件处置),对特定的重点成矿带、矿集区开展的,在特定时间范围内完成的遥感调查工作。其技术路线如图1-2所示。

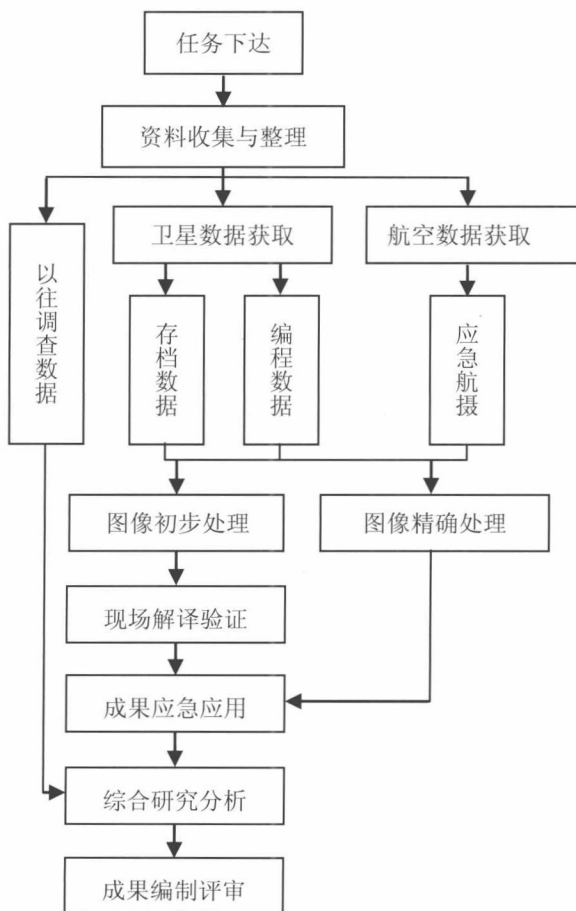


图 1-2 矿山遥感监测应急工作流程

1. 资料收集

根据应急矿山遥感监测工作的需要,收集工作区的自然地理、地质环境、社会经济等资料,收集工作区1:1万、1:5万、1:10万比例尺地形图和DEM数据,收集工作区采矿权、探矿权数据;

了解应急监测区的地质背景、矿产分布状况、居民点分布情况等。

2. 遥感数据获取

了解区域遥感数据存档情况和编程数据可能获取时间，一并收集存档最新光学遥感数据或雷达数据。对于光学卫星数据难以获取的多云多雨地区，启动无人机数据获取工作。

3. 数据快速处理

利用正射影像库、控制点影像数据库等，快速完成应急监测区的遥感图像处理工作，为一线抢险救灾工作及时提供影像数据。

4. 遥感判释与现场查证

在应急工作现场，一并完成遥感解译或遥感判释工作，并及时开展野外查证。

5. 综合分析

参考区域地质环境、社会经济等资料，及时进行事件原因分析与损失评估工作，为抢险救灾工作提供技术支撑和决策数据。

6. 报告编写与成果提交

按照任务下达单位的要求，及时完成应急调查报告编写和成果提交工作。

二、工作层次

矿山遥感监测工作分三个层次完成，如图 1-3 所示。

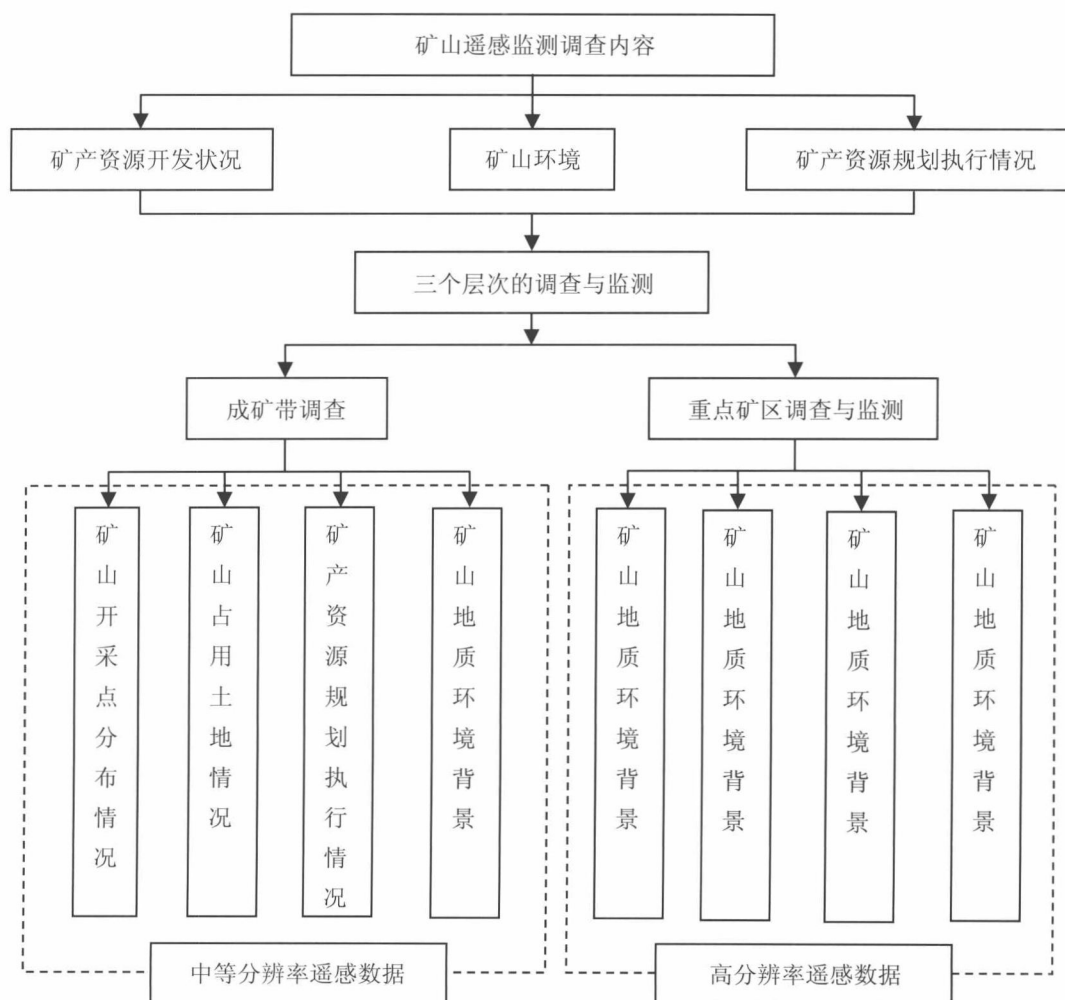


图 1-3 矿山遥感监测工作层次与内容

1. 第一层次

利用空间分辨率优于 15 m 的遥感数据（如 ASTER 数据、中巴卫星数据、ETM 卫星数据等），在我国主要成矿带，开展 1 : 25 万比例尺的矿山地质环境背景、区域矿产资源矿产资源规划执行情况调查。

调查内容如下：

（1）对照矿产资源开发利用规划分区界线（禁止开采区、限制开采区、允许开采区等），调查矿产资源规划执行情况（包括矿产资源开发利用与保护、矿山生态环境保护与恢复治理等执行情况）。

（2）调查工作区因矿山开发引发的土地损毁情况。

（3）调查矿山地质环境背景（包括地质构造、地层、岩性、矿山资源分布情况）。

（4）圈定矿产资源开发密集、需要进一步监测的重点矿区。

2. 第二层次

利用空间分辨率优于 2.5 m 的遥感数据（主要使用 SPOT 5 数据），在重点矿区（含全国整顿和规范矿产资源开发秩序的 163 个重点矿区），开展矿产资源开发状况、矿山环境和矿产资源规划执行情况等遥感调查工作。同时配合适当的地面调查，验证有关遥感调查及监测成果，通过综合研究提出矿产资源开发利用与综合整治规划建议。

调查内容包括：

（1）矿山开发状况。矿产资源勘查点和开采点的分布位置、数量、开采方式（露天、地下、联合）、开采矿种；矿山勘查和开采状态（正在开采或已经关闭）和矿业秩序情况（是否无证勘查或开采、越界勘查或开采等情况）。

（2）矿山环境。矿产开发区的采场、矿山建筑、中转场地（煤堆、矿石堆等）、固体废弃物（废石堆、尾矿库、煤矸石堆等）占地情况；矿产开发引发的（采空）塌陷区（含塌陷坑、地裂缝）、滑坡、崩塌、泥石流（山区）、煤田自燃等地质灾害（及隐患）分布情况；矿产开发引发的粉尘污染和水体污染情况；矿区生态环境恢复治理情况。

3. 第三层次

利用空间分辨率优于 1 m 的高分辨率卫星数据（QuickBird 数据、IKONOS 数据、航空遥感数据），在滥采乱挖、矿山环境破坏严重的重点矿区，进行矿山遥感监测工作。调查内容与第二层次相同，但调查精度更高。

第三节 工作部署情况

2006 年以来，中国地质调查局连续 5 年在全国重点矿区部署了矿山遥感监测工作，累计完成 1 : 5 万、1 : 1 万工作面积 120.5 万平方千米（表 1-1）。其中，1 : 1 万监测面积 37.7 万平方千米、1 : 5 万监测面积 82.8 万平方千米。实现了 163 个重点矿区的全覆盖，部分矿区开展了连续 5 年的动态监测。

表 1-1 2006—2010 年 1 : 5 万~1 : 1 万监测面积一览表

单位：km²

省 份	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	累 计
北 京	—	—	—	7 104	15 000	22 104
天 津	—	—	—	1 580	125	1 705
河 北	9 143	6 817	20 205	27 072	29 515	92 752
山 西	18 000	9 550	21 284	35 971	14 984	99 789
内 蒙 古	—	3 906	4 460	21 908	16 271	46 545

表1-1 2006—2010年1:5万~1:1万监测面积一览表

续表

省 份	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	累 计
辽 宁	10 000	3 060	10 789	15 000	14 000	52 849
吉 林	—	—	—	3 309	6 000	9 309
黑 龙 江	—	—	—	16 719	13 000	29 719
江 苏	—	—	—	6 000	4 000	10 000
浙 江	—	—	—	15 170	—	15 170
安 徽	—	8 100	18 510	23 000	22 000	71 610
福 建	—	—	—	10 451	3 481	13 932
江 西	—	—	—	14 010	—	14 010
山 东	—	—	—	28 030	14 878	42 908
河 南	10 260	10 130	10 836	14 000	14 000	59 226
湖 北	6 523	6 070	24 945	19 101	21 275	77 914
湖 南	8 100	7 400	21 473	19 685	21 189	77 847
广 东	—	—	—	14 000	—	14 000
广 西	—	3 200	10 600	13 500	6 000	33 300
海 南	—	—	—	11 000	13 000	24 000
重 庆	—	—	—	14 007	2 570	16 577
四 川	5 836	5 500	21 453	23 363	33 222	89 374
贵 州	—	—	16 226	15 800	16 081	48 107
云 南	—	12 781	5 000	14 000	18 008	49 789
西 藏	—	—	—	5 082	—	5 082
陕 西	—	3 600	15 830	26 476	22 050	67 956
甘 肃	—	—	11 435	14 490	13 540	39 465
青 海	—	6 393	12 100	14 000	20 500	52 993
宁 夏	—	—	—	10 054	—	10 054
新 疆	7 000	—	10 000	—	—	17 000
合 计	74 862	86 507	235 146	453 882	354 689	1 205 086

截至 2010 年年底,不含港澳台地区,全国采矿权有 125 665 处,权属面积 11.72 万平方千米。其中,金属采矿权 12 339 处,占矿权总量的 10%,占地面积 2.13 万平方千米,占总面积的 18%;能源采矿权 17 577 处(不含油气矿产,以下同),占采矿权总数量的 14%,占地面积 5.96 万平方千米,占总面积的 51%;非金属采矿权 95 749 处,占采矿权总量的 76%,占地面积 3.63 万平方千米,占总面积的 31%。

163 个重点矿区以能源、多金属矿集区为主,工作区面积 53.86 万平方千米。区内涉及采矿权 24 537 处,占全国采矿权总数量的 19.53%(表 1-2、图 1-4),占地面积 3.65 万平方千米,占全国权属总面积的 31.15%(图 1-5)。

表1-2 全国163个重点矿区采矿权及权属占地一览表

指 标	矿 种	全 国	重点矿区	重点矿区占比 /%
采矿权数量 / 处	能源矿产	17 577	8 303	47.24
	金属矿产	12 339	4 508	36.53
	非金属矿产	95 749	11 726	12.25
	合 计	125 665	24 537	19.53
采矿权占地面积 /km ²	能源矿产	59 640.85	23 211.15	38.92
	金属矿产	21 297.39	5 536.92	26.00
	非金属矿产	36 251.38	7 753.72	21.39
	合 计	117 189.62	36 501.79	31.15

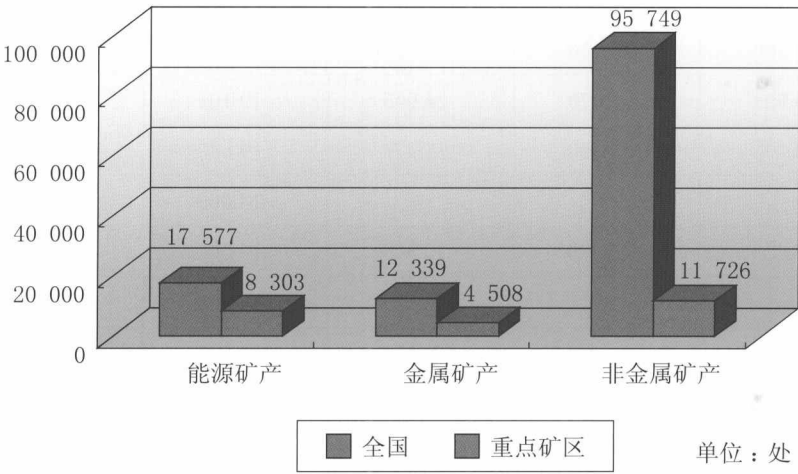


图 1-4 163 个重点矿区与全国采矿权数量对比

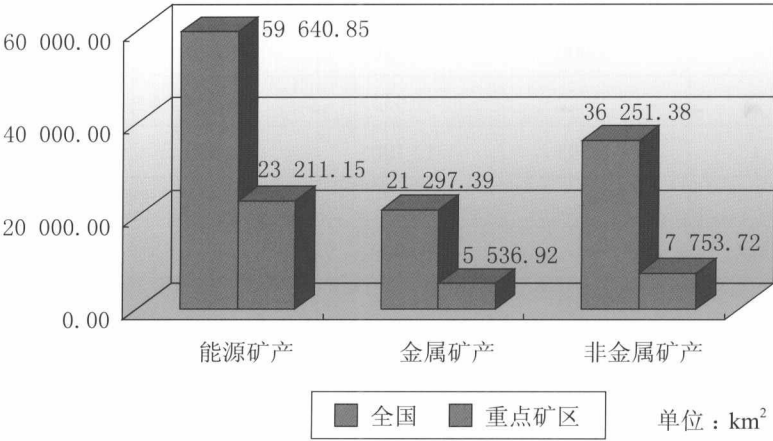


图 1-5 163 个重点矿区与全国采矿权权属占地面积对比

其中，能源采矿权 8 303 处，占全国能源采矿权总数量的 47.24%，权属面积 2.32 万平方千米，占全国能源权属总面积的 38.92%；金属采矿权 4 508 处，占全国金属采矿权总数量的 36.53%，权属面积 0.55 万平方千米，占全国金属权属总面积的 26.00%；非金属采矿权 11 726 处，占全国非金属采矿权总数量的 12.25%，权属面积 0.78 万平方千米，占全国非金属权属总面积的 21.39%。