



甘肃靖煤能源有限公司大水头煤矿分公司矿山地质环境

# 监测实施方案

甘肃地质工程勘察院有限责任公司

二〇二四年七月

甘肃靖煤能源有限公司大水头煤矿分公司矿山地质环境

# 监测实施方案

项目委托单位：甘肃靖煤能源有限公司大水头煤矿分公司

报告编写单位：甘肃地质工程勘察院有限责任公司

勘查证书等级：甲 级

勘查证书编号：622017130673

项 目 负 责：南耀辉

报 告 编 写：南耀辉 郝双江 陈瑞娣

审 核：王具文

技 术 负 责 人：尹 政

单 位 负 责 人：冯建宏

报告提交单位：甘肃地质工程勘察院有限责任公司

报告提交时间：2024年07月

# 目 录

<b>1.前言</b> .....	<b>4</b>
1.1 工作目的、任务 .....	1
1.2 工作区自然概况 .....	1
<b>2.以往地质工作程度</b> .....	<b>4</b>
2.1 以往区域地质工作 .....	4
2.2 水文地质、工程地质工作 .....	6
2.3 环境地质、矿山地质环境调查工作 .....	9
<b>3.矿山地质环境条件</b> .....	<b>10</b>
3.1 自然地理概况 .....	10
3.2 矿山地质环境问题现状 .....	15
<b>4.工作方法和技术要求</b> .....	<b>16</b>
4.1 工作方法 .....	16
4.2 技术要求 .....	17
<b>5.工作部署及进度安排</b> .....	<b>20</b>
5.1 工作部署原则 .....	20
5.2 工作内容与方法 .....	20
5.3 工作流程与技术路线 .....	3
5.4 工作量和工程进度 .....	9
<b>6.实物工作量</b> .....	<b>13</b>
<b>7.预期成果</b> .....	<b>14</b>
7.1 成果规格及主要技术指标 .....	14
7.2 预期成果资料 .....	17
<b>8.组织机构及人员安排</b> .....	<b>18</b>
8.1 组织机构 .....	18
8.2 人员安排 .....	19

<b>9.经费预算</b> .....	<b>21</b>
<b>10.质量保障与安全措施</b> .....	<b>22</b>
10.1 质量保障 .....	22
10.2 安全生产管理 .....	26
10.3 数据安全保密 .....	29

## 1.前言

### 1.1 工作目的、任务

#### 1.1.1 工作目的

本项目的主要工作目的是对甘肃靖远煤电股份有限公司大水头煤矿矿区地质环境进行监测，以确保矿山开发过程中的地质环境安全和可持续发展。具体目的包括：

(1) 提供数据支撑：通过监测，获取矿山地质环境的基础数据，为矿山地质环境管理和决策提供科学依据。

(2) 预警预测：通过监测，及时发现地质环境问题，预测和评估可能发生的地质灾害风险，提前采取相应的措施。

(3) 保护环境：通过监测，发现和评估矿山对周围环境的影响，及时采取有效措施，减少对环境的破坏。

(4) 经济效益：通过监测，合理规划矿山开发和环境保护，最大程度地提高矿山的经济效益。

#### 1.1.2 工作任务

本项目主要的工作任务是对甘肃靖远煤电股份有限公司大水头煤矿矿区地质灾害、地形地貌景观、土地资源、水土环境等进行监测，以达到保护矿山环境，实现矿山可持续发展，为后续矿产资源开发提供条件。

### 1.2 工作区自然概况

#### 1.2.1 地理位置

甘肃靖远煤电股份有限公司大水头煤矿位于白银市平川区东北部，地理坐标：东经  $104^{\circ}49'53''\sim 104^{\circ}53'44''$ ，北纬  $36^{\circ}42'54''\sim 36^{\circ}46'21''$ ，行政区划隶属白银市平川区宝积镇，距离平川区平均 2.0km。矿区铁路专用线经由本矿，在长征站与白（银）宝（积镇）

支线接轨。S308 省道在南侧穿越矿区，向西可与银川到兰州的高速公路相通。平川至宝积山煤矿专用公路和平川至甘肃靖远煤电股份有限公司机修总厂专用公路横穿矿区，交通条件十分便利。



图 1-1 大水头煤矿矿区遥感影像图

## 2. 地质灾害分布情况

甘肃靖远煤电股份有限公司大水头煤矿东三采区还未开采，8 处采区现状调查采空区共 7 处（图 1-2），分别为：中一采空区面积  $0.6669\text{km}^2$ ，中二采空区面积  $0.3423\text{km}^2$ ，东一采区面积  $1.5497\text{km}^2$ ，东二采空区面积  $0.0808\text{km}^2$ ，西一采空区面积  $0.0471\text{km}^2$ ，西二采空区面积  $0.2518\text{km}^2$ ，西三采空区面积  $0.5489\text{km}^2$ 。

其中中一采空区、中二采空区和东二采空区已塌陷沉稳并完成治理，东一采空区既有塌陷沉稳区已完成治理，地面沉降仍在塌陷发展中，其他采空区因采空面积小，调查期间地表无塌陷及裂缝等变形迹象。随着开采进行，沉降量及沉降范围将进一步增大。截止目前，大水头煤矿 7 处采空区总面积  $3.4875\text{km}^2$ 。

依据《大水头煤矿采掘接续计划图（2024~2028 年）》，近五年采掘工作面为：东一采区，东三采区，西三采区、西二采区（西 203 局部）（图 1-10），按照采掘计划，近五年可能出现的塌陷区集中分布于东一采区和东三采区交界处、西三采区西南翼，所有生产采区近五年均无法完成塌陷区沉稳治理，矿山企业需严格执行“边生产，边治理，边复垦”的要求，对地下采空后期引发的局部塌陷区采取有效措施进行防治，预防因地面塌陷引发的生产安全问题。

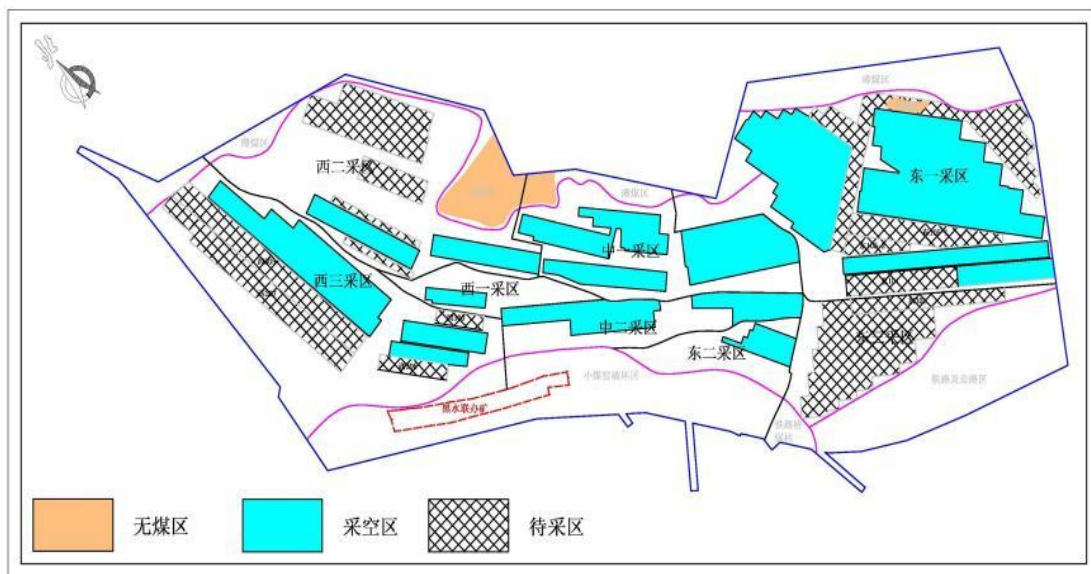


图 1-2 采空区现状分布平面图

## 2. 以往地质工作程度

### 2.1 以往区域地质工作

靖远煤田宝积山矿区的煤田地质勘查工作，开始于 20 世纪 50 年代。在 1958 年西北煤田地质局普查队进行普查找煤的基础上，煤田地质勘探队曾多次分阶段在本区进行勘查施工，曾提交过多份地质报告。涉及到大水头井田的有：1965 年 11 月提交的《甘肃靖远煤田宝积山矿区精查地质报告》、1976 年提交的《甘肃省靖远煤田宝积山矿区大水头—宝积山井田深部精查补充地质报告》、1987 年 9 月提交的《甘肃省靖远矿区魏家地井田精查补充地质报告》、2008 年 12 月提交的《靖远煤业集团有限责任公司大水头煤矿煤炭资源储量核实报告》、2011 年 11 月提交的《甘肃省白银市大水头煤矿煤炭资源储量核实报告》。

(1) 1984~1985 年期间，靖远矿务局地质队在大水头井田东部 (VII~IX 线) 进行生产补充勘探，共施工 20 个钻孔，计 10456.74m，对东部 (深部) 的 1 层煤得到了进一步的控制，提高了井田的地质勘探程度。

(2) 1986~2007 年期间，靖远矿务局地质队在大水头井田中、西部共施工 53 个钻孔，计 23903.56m，对中西部的 1 层煤得到了进一步的控制。

(3) 2007 年大水头煤矿在深部作了三维地震勘查工作，发现了一些断距较小的小断层，有些已经证实了，如 F55、F57 等。三维地震对采掘工程提供了参考依据。

(4) 1965 年 11 月提交的“矿区精查报告”包括整个宝积山矿区，西起 I 勘探线外推 200m，东至 XV 勘探线外推 500m。获得平衡表内 (甲+乙+丙级) 储量  $27029.4 \times 10^4 \text{t}$ ，平衡表外储量  $3333.0 \times 10^4 \text{t}$ ，保安煤柱

(F1 断层) 储量  $438.1 \times 10^4 \text{t}$ 。当时的大水头井田深部暂时以 1250m 水平为界, 浅部以确定的老窑破坏区边界 为界(包括风氧化带在内); 西部以 I 勘探线平行外推 200m 为界, 东部以 VII 勘 探线与魏家地井田为界, 获得平衡表内 (甲+乙+丙级) 储量  $2240.2 \times 10^4 \text{t}$ 。报告于同年 12 月经煤炭工业部贺兰山煤炭工业总公司以 (65) 贺煤发 664 号文批准。

(5) 1976 年 12 月提交的“大宝深部精补报告”, 西起西 III 线以西 800m, 东至 IX 勘探线, 南以 1380m 水平与大水头井田为界, 北以 1320m 水平与宝积山井 田为界。获得地质储量  $16254.4 \times 10^4 \text{t}$ , 其中表内 A+B+C1 级储量  $15211.1 \times 10^4 \text{t}$ , 表外储量  $1043.3 \times 10^4 \text{t}$ 。大水头~宝积山井田深部 (东起 IX 勘探线, 西至煤层自然边界, 南以 1380 水平以下, 北以 1320 水平以下) 地质储量 A+B+C1 级储量  $15165.9 \times 10^4 \text{t}$ , 其中 A 级  $6979.1 \times 10^4 \text{t}$ , B 级  $4473.0 \times 10^4 \text{t}$ , C1 级  $3713.8 \times 10^4 \text{t}$ ,  $A+B/A+B+C1=75.5\%$ ; 表外储量  $1042.6 \times 10^4 \text{t}$ 。报告于 1977 年 7 月 28 日经甘肃省燃料化学工业局以甘燃化基 (1977) 296 号文批准。

(6) 1987 年 9 月提交的“魏家地井田精补报告”, 又将大水头井田与魏家地井田的分界线改至 VII 勘探线, 但未估算大水头井田的资源储量。

(7) 2008 年 12 月提交《靖远煤业集团有限责任公司大水头煤矿煤炭资源 储量核实报告》, 报告于 2009 年 7 月 16 日经甘肃省矿产资源储量评审中心以甘国土资储备字[2009]36 号文批准。该核实报告已按靖远煤业集团实际确定的井田边界将“大水头~宝积山井田深部”合并至大水头煤矿。北部大致以 1100m 水平与宝积山煤矿相毗邻, 南部至矿权边界; 东部以 IX 勘探线与魏家地煤矿为界, 西以 F5 断层为界。在矿权南面浅部扣除黑水联办煤矿矿权范围。在现矿权范围内

核实共有原始资源储量  $14912.1 \times 10^4 \text{t}$ ，比原精煤补充报告增加  $296.3 \times 10^4 \text{t}$ 。其中保有资源储量  $11748.4 \times 10^4 \text{t}$ ，在总保有资源储量  $11748.4 \times 10^4 \text{t}$  中，各类保安煤柱占  $3488.5 \times 10^4 \text{t}$ 。

(8) 2011 年 11 月提交《甘肃省白银市大水头煤矿煤炭资源储量核实报告》，报告于 2012 年 4 月 12 日经国土资源部以国土资储备字[2012]63 号文批准。大水头煤矿矿权范围内，原始资源储量  $14534.6 \times 10^4 \text{t}$ 。其中保有资源储量  $10925.4 \times 10^4 \text{t}$ ，消耗资源量  $3609.2 \times 10^4 \text{t}$ 。在  $10925.4 \times 10^4 \text{t}$  保有资源储量中，有探明的经济基础储量 (111b)  $6160.9 \times 10^4 \text{t}$ ，控制的经济基础储量 (122b)  $1264.2 \times 10^4 \text{t}$ ，探明的内蕴经济资源量 (331)  $285.1 \times 10^4 \text{t}$ ，控制的的内蕴经济资源量 (332)  $218.6 \times 10^4 \text{t}$ ，推断的内蕴经济资源量 (333)  $2996.6 \times 10^4 \text{t}$ 。

## 2.2 水文地质、工程地质工作

### 2.2.1. 水文地质

大水头煤矿在区域上属于大水头水文地质盆地的一部分，该水文地质盆地第四系含水层基底主要由白垩系砂岩和侏罗系砂、页岩组成。因地质构造、岩性的不同以及侵蚀切割条件上的差异性，大水头盆地又可进一步划分为四个相互贯通的小型洼地，即小川子洼地、石沟滩洼地、魏家地洼地和大水头洼地。大水头煤矿即位于大水头洼地内。

根据区内含水层埋藏及含水介质条件和相应隔水层的分布情况，本区地下水可分为松散岩类孔隙水和碎屑岩类孔隙裂隙水两类（图）。对矿井开采有影响的含水层主要为碎屑岩类孔隙裂隙水，而松散岩类孔隙水分布有限，对矿井开采影响小。

### 2.2.2 工程地质

#### 1. 岩体工程地质性质

矿区岩体类型简单，依据沉积建造、岩体结构类型、工程特性及工程地质指标划分，区内岩体工程地质类型主要有：

坚硬薄层-中厚层状结构岩组：由三叠系层状砂岩、砂砾岩组成，层状结构，岩石层理发育，其产状和层理基本一致，其特征是岩石强度较低，层理十分发育，受断层影响，岩体缓慢变形，但整体性尚好。软化系数 $>0.6$ ，干抗压强度 $> 50\text{MPa}$ 。

较坚硬薄层-中厚层状岩组：由侏罗系、白垩系砂岩、泥岩、砂砾岩等组成，干抗压强度低，工程地质性质差。软化系数介于  $0.6-0.8$  之间，干抗压强度  $30\sim 80\text{MPa}$ 。

## 2. 土体工程地质性质

按土体的岩性、结构、工程特性及工程地质指标划分为以下三类：

### (1) 马兰黄土 (Q32eol)

由上更新统马兰黄土组成。马兰黄土分布面积较大，垂直节理发育，具粒状 架空接触式结构，黄土粒度成分以粉粒为主，平均含量为  $51.38\%$ ，易溶盐含量 较高为  $0.24\%$ ，大部分具中-强湿陷性和自重湿陷性，常伴有重力潜蚀作用，湿陷系数  $0.025-0.137$ ，自重湿陷系数为  $0.009-0.0395$ ，但随着深度的增加，土体含水量和密实程度的提高，湿陷性逐渐减弱，直至消失。地基承载力特征值  $f_{ak}$  为  $80\sim 90\text{KPa}$ 。

马兰黄土的抗剪强度与天然孔隙比和含水量关系十分密切，在土体孔隙比大致相同或相近的情况下，一般随着含水量的增加，内聚力和内摩擦角逐渐呈降低 趋势。

### (2) 砂砾土 (Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>)

广泛主要分布于矿区平原区表层。由第四系冲积洪积粉砂质粘土、砂砾石、砾石等组成，颗粒大小不均，一般中细砂、粗中砂占  $20-30\%$ ，

砾卵石占 50-70%，粒径多为 2~4cm，磨圆中等，呈次圆状-次棱角状。天然孔隙比一般大于 1.0，地基承载力特征值  $f_{ak}$  为 250~300KPa。

### (3) 人工填土

主要分布于区内居住区、工厂、矸石堆及村落旧址等，成分主要为砂砾石、建筑垃圾、生活垃圾、矸石等，呈杂色，稍湿，稍密，结构松散，地基承载力特征值一般为 100~160kPa，土质不均匀，工程地质性质差。

## 3.煤层顶底板岩体工程地质特征

大水头煤矿在矿区范围内自上而下共分布有 4 层煤。其中 1 层煤是可采和局部可采煤层；末 1、2、3 层煤为不可采煤层。本次仅将可采的 1 层煤顶、底板岩体工程地质特征叙述如下：

### (1) 1 层煤顶板

1 层煤顶板有两种类型：

①以钙质胶结为主，铁质胶结为辅的粗砂岩、砂砾岩，成份以石英为主，次为长石，分选性差，局部裂隙发育，普氏硬度系数 5.6，为稳固性较好的顶板。

②以泥质胶结为主的细砂岩、砂砾岩，属河床相松散堆积，胶结性差，未固结成坚硬岩石，普氏硬度系数 4-5，为稳固性差的顶板。

### (2) 1 层煤底板

1 层煤底板可分为以下两种类型：

①以砂质泥岩、粉砂岩及细粒砂岩为主，稳固系数（普氏系数）一般 3-4，遇水易膨胀，易引起巷道片帮和底鼓，为稳固性差的底板。

②以中-粗粒砂岩为主，稳固系数（普氏系数）一般 5-7，部分地段可达到 9-11，为稳固性较好的底板。

### 2.3 环境地质、矿山地质环境调查工作

矿山企业于 2014 年~2018 年组织对已堆满的 Z1 和 Z2 矸石山实施了矿山地质环境治理恢复工程及土地复垦工程。Z1 工程内容包括：土方平整工程 62000m<sup>3</sup>，挡土墙工程 450m，格构工程 4600m<sup>2</sup>，覆土 5520m<sup>3</sup>，绿化管线 560m，增压水泵 1 台，水泵井 1 座；Z2 工程内容包括：土方平整工程 140100m<sup>3</sup>，挡土墙工程 1020m，格构工程 12200m<sup>2</sup>，覆土 8400m<sup>3</sup>，绿化管线 960m，增压水泵 1 台，水泵井 1 座。管护期满后于 2019 年 4 月 11 日，白银市自然资源局平川分局组织省内专家进行了验收，验收认为工程治理达到设计要求，环境保护和恢复效果显著，工程质量等级合格，同意通过竣工验收

现有矸石山堆积结束区分别于 2019 年~2021 年分年度实施了矿山地质环境治理恢复工程及土地复垦工程。

### 3. 矿山地质环境条件

#### 3.1 自然地理概况

##### 3.1.1 气象水文

###### 1. 气象

矿区属典型的温带大陆性干旱气候，总的气候特征是气温年差较大，季节变化显著，降水稀少且分配不均，干燥多风。

据白银市平川区气象局气象资料统计，平川区年平均气温 8.2℃；7 月平均最高气温为 21.3℃；1 月平均最低气温为-8.6℃；极端最高气温达 34.1℃，极端最低气温-23.2℃。全年多西北风，风力可达八级，风速可达 22m/s。

区内多年平均降水量 250mm，最多年降水量 385.8mm，最少年降水量 104.1mm。日最大降水量 79.9mm，小时最大降水量 46.0mm，10 分钟最大降水量 23.8mm。降水年内分布不均，夏季占 50-61%，秋季占 21-26%，春季占 15-21%，冬季仅占 1-5%。降水多集中于 7、8、9 三个月，其降水量约占全年降水量的 61.4%以上。多年平均蒸发量 1700mm，是年降水量的 6.8 倍。区内冻土深度一般为 93.8cm，最大为 116cm。

###### 2. 水文

平川区地表水由黄河、屈吴山周边三级河流水系构成，黄河干流从水泉镇月河入境至野麻滩流出，全长约 32km，集水面积 7.88km<sup>2</sup>，年平均流量 1040m<sup>3</sup>/s，多年平均径流量 297×108m<sup>3</sup>。

大水头煤矿位于黄河干流一级支流贺家川沙河流域内，区内无常年地表径流。宝积山盆地两侧中低山小型冲沟比较发育，宝积山的冲沟自北而南，刀楞山 和红山的冲沟自南而北汇聚成较大的沙河。最大的有由东北而西南的磁窑沟、由北至南的虎狼洞沟及黑水沟，均源

于盆地以北十几公里以外的响泉山和成儿山，分别自尖山、罗家川、黑水进入盆地，至大水头汇集于贺家川沙河，至东湾附近汇于黄河。根据现场调查，这些沟谷及沙河平时干涸无水，仅在雨季或个别年份丰水期暴雨来临时才有暂时洪流。大水头煤矿各井口标高均高于历年洪水水位，且在井口四周修筑了挡水墙及排洪沟设施，确保洪水不会倒灌入井筒。

矿区整体地势北高南低，地形有利于排水，雨季时磁窑沟、虎狼洞沟及黑水沟的雨洪地表径流在大水头汇集于贺家川沙河，最终排入黄河。经调查测量，以贺家川沙河上游的大水头煤矿排污口为矿区附近最低侵蚀基准面标高为 1555m。

井田西部靖远电厂灰渣库为地表永久水体，1988 年与靖远电厂同期建成使用，储水量历史最多时达  $82.6 \times 10^4 \text{m}^3$ 。随着矿井生产进入西部采区开采，靖远电厂灰渣库积水已成为大水头井田地表永久性水体。矿区流域水系见图 3-1。



图 3-1 大水头煤矿矿区水系图

### 3.1.2 地形地貌

大水头煤矿位于祁连山余脉向黄土高原的过渡地带，区内总的地势是西北高、东南低。依据地貌特征和成因类型，评估区可分为构造侵蚀低中山、侵蚀堆积黄土丘陵和剥蚀堆积山前倾斜平原三类（照片 3-1、照片 3-2、照片 3-3）。

#### 1、构造侵蚀低中山

主要分布于评估区西北部、西南部，西北部为刀楞山，西南部为红山。上述构造侵蚀低中山山顶偶见薄层黄土覆盖。各低中山体陡峻，山坡坡度  $25^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，谷底狭窄，多呈“V”字型，海拔高程一般为  $1600\sim 1750\text{m}$ ，沟谷平均切割深度  $50\sim 100\text{m}$  左右，切割密度  $2.1\text{km}/\text{km}^2$ 。



照片 3-1 构造侵蚀低中山地貌

#### 2.侵蚀堆积黄土丘陵

分布于评估区东南部，由黄土梁峁组成，海拔  $1580\sim 1640\text{m}$ ，地形遭受强烈切割，形成孤立、不连续的黄土梁地形形态。沟谷平均切割深度  $20\sim 30\text{m}$ ，切割密度  $2.0\sim 3.4\text{km}/\text{km}^2$ 。



照片 3-2 侵蚀堆积黄土丘陵地貌

### 3.剥蚀堆积山前倾斜平原

主要分布于评估区中部，为中新生界山前夷平面而演变形成的龙岗状残台和丘陵之间形似“树枝”状沟谷平原，整个山前平原地势由西北向东南倾斜，比降 10~25‰，高程 1570~1640m，发育有宽缓、微浅洪积沟谷。



照片 3-3 剥蚀堆积山前倾斜平原地貌

#### 3.1.3 地层岩性

大水头井田位于宝积山复式向斜的西南部，向斜内部除大水头井田南翼刀楞山有较多的中侏罗系出露于地表外，其余大部分被第四系所掩盖。中下侏罗统为区内主要含煤地层，上三迭统南营儿群则构成侏罗纪煤系地层的基底。

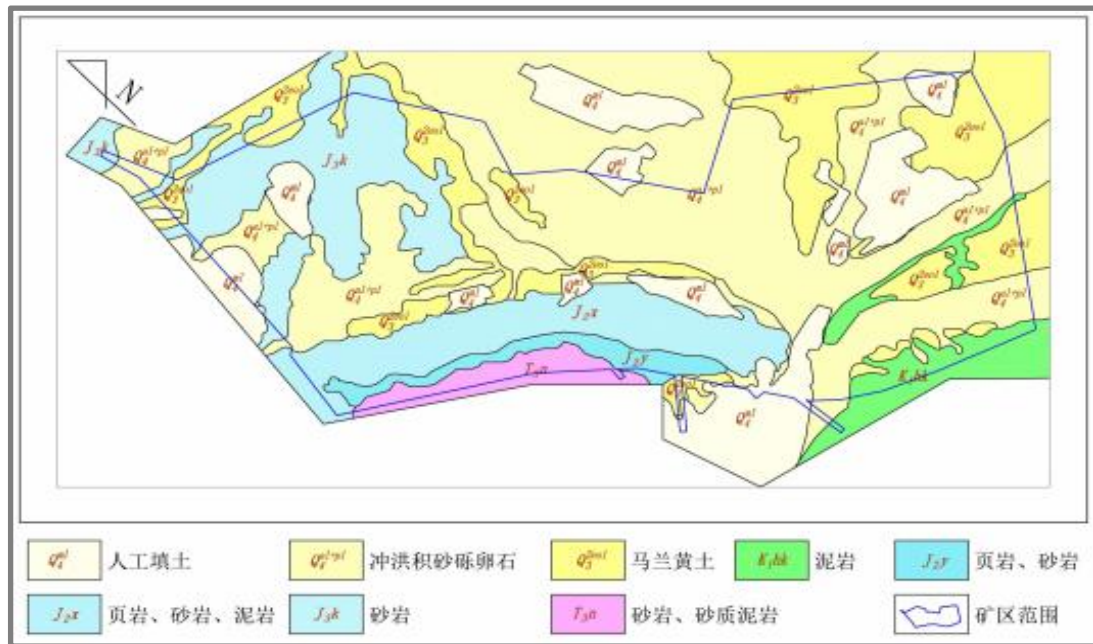


图 3-2 大水头煤矿矿区地质图

### 3.1.4 新构造和地震

工作区新构造运动以垂直升降运动为主，明显地具有继承性、差异性的特点，主要表现山前洪积扇发育，冲沟切割强烈，切割深度 10~20m。

工作区位于祁连山断裂带和西海固断裂带的交汇处，地震较多，有记载以来，调查区及其邻近地区共发生地震 17 次。其中主要有清乾隆三年（1738）十一月二十四的强烈地震中，“白银厂”矿洞塌陷，凤凰山山体折腰，遇难矿工 1000 多人。民国 9 年（1920）12 月 16 日晚 9 时，白银市全境地震，震级 8.5 级，房屋倒塌，地面裂隙。其后连震两月余，靖远死伤 2.293 万余人，会宁死 1.3942 万人，压死牲畜无数。青江驿山体滑坡，将响河壅塞成湖。其他如元至正十二年（1352）、清光绪十年（1884）十一月、民国 24 年（1935）12 月 18 日等多次地震，均造成不同程度的损失。

根据《中国地震动参数区划图》，本区的地震动峰值加速度为 0.15g，抗震设防烈度为 VII 度。

### 3.2 矿山地质环境问题现状

大水头煤矿矿权范围及采矿附属设施损毁土地情况，根据现场调查，矿山现状主要存在的地质环境问题和土地损毁情况包括：矿区现状发育 3 处不稳定斜坡和 1 处地面塌陷地质灾害；采矿活动形成的工业场地、取土场、堆煤场、矸石堆、办公生活区、塌陷区和矿区道路等对土地资源造成了不同程度的挖损、压占和塌陷损毁；采空塌陷、取土开挖山体及矸石堆放过程中对原始地形地貌景观的原始性、观赏性、完整性和连续性造成破坏等。

从大水头煤矿已开采煤层来看，地裂缝的分布面积和规模相对较小，但地裂缝拉伸变形程度相对较大，地裂缝最大宽度达 0.5m 左右，延伸长度约 350m。该类地裂缝的治理方法选用充填法从理论方面以及实际治理效果上来看都是适宜的，但是在具体操作过程中，应考虑到治理后不能破坏土地原有的经济适用价值，故在采用地裂缝充填法时，应在填入黄土前，先将裂缝两侧表土（熟土）剥离，待填入黄土之后，再将裂缝两侧表土（熟土）回填，以保持原地表土的理化性质不变，特别是要保证耕地肥力不能降低。

现状大水头煤矿矸石山堆积高度较大，煤矸石之间空隙大，形成的矸石山质地疏松，稳定性极差，采矿活动极易引发矸石山坡面失稳，发生矸石山山体滑坡，造成人员伤亡。削坡分级工程可以有效降低矸石山山体失稳性，增强山体坡面稳定性；格构工程进一步加强矸石山坡体的稳固性，通过混凝土格构使矸石山坡面的滑动力分散在各格构上，从而增强矸石山坡面的稳定性；植被恢复工程可以通过植物根系固定、加强煤矸石之间的粘着力，增强坡面抗滑力。削坡分级、格构工程和植被恢复工程施工难度小，工程效果显著。

## 4. 工作方法及技术要求

### 4.1 工作方法

大水头煤矿采煤沉陷区遥感监测主要工作方法：

#### 1. 资料收集

收集大水头煤矿矿区地质环境保护与土地复垦方案、水文地质工程地质条件、地质灾害现状与目前存在的主要地质环境问题等资料。

工作开始之前大水头煤矿分公司需要提供大水头煤矿采煤沉陷区的相关信息和坐标，以及近几年的有无治理的历史记录。首次作报告之前需大水头煤矿分公司协助监测人员在采煤沉陷区进行实地踏勘，方便获取数据资料。

#### 2. 监测方案设计

工作之前，根据对收集资料的分析，根据监测对象、不同的监测要素，确定监测频次和监测方法，并编写实施方案。

#### 3. 监测内容与方法

根据监测内容、监测要素，确定监测方法以遥感监测和地面验证为主，在确定大水头煤矿采空区分布范围的基础上，确定监测范围获取多时相的遥感数据，包括高分辨率光学卫星遥感数据与雷达卫星数据。本项目拟采用的数据高分卫星系列数据与哨兵 1 号数据为数据源进行监测。

#### 3. 数据处理与分析

本项目数据处理包括光学影像数据的处理与 SAR 数据的处理，包括数据的预处理部分、方法选择，针对不同的方法做相应的数据处理，并梳理数据处理流程。对监测成果进行初步的野外验证，结合传统测量方法，验证其精度。

#### 4. 成果编写

充分收集和整合已有成果资料和专题资料，通过分析对比、外业实地核实等方法，结合新型遥感技术实现对煤矿采煤沉陷区沉陷值动态变化监测，形成具备大范围、高精度、新时效的综合调查监测成果。结合专题数据开展专题性统计分析，形成统计分析报表、系列专题图件及监测报告，本项目利用干涉测量技术作为新型形变与位移变化监测手段，结合光学遥感技术进行沉陷区监测、解译、界定、分类与评估。

## 4.2 技术要求

1.应根据工作区域沉降特点和任务要求，选择地面沉降监测的 SAR 数据和 InSAR 数据处理方法。

2.地面沉降监测 InSAR 数据处理工作应生成沉降速率图，亦可转换为累计沉降量图、时间序列沉降量图和相关沉降统计表格等成果资料。

3.InSAR 监测结果宜与其它高精度监测数据对比验证以评价其精度。

4.地面沉降 InSAR 监测成果应采用 CGCS2000 大地坐标系，也可根据需要采用经国家和地方行政主管部门审批备案的可与国家高程系统相联结的独立高程系统。

## 4.3 工作依据

### 1.技术规范及标准

- (1) GB/T14911-2008 《测绘基本术语》
- (2) GB/T18316-2008 《数字测绘成果质量检查与验收》
- (3) GB/T18317-2009 《专题地图信息分类与代码》
- (4) GB/T19996-2017 《公开版纸质地图质量评定标准》
- (5) GB/T24356-2009 《测绘成果质量检查与验收》

- (6) GB/T21010-2017《土地利用现状分类》
- (7) GB/T18314-2009《全球定位系统（GPS）测量规范》
- (8) CH/T 6006-2018《时间序列 InSAR 地表形变监测数据处理规范》
- (9) CH/T1049-2021《合成孔径雷达（SAR）卫星遥感原始数据质量检验技术规程》
- (10) CH/T3014-2014《数字表面模型机载激光雷达测量技术规程》
- (11) CH/T1004-2005《测绘技术设计规定》
- (12) CH/T 2009-2010《全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范》
- (13) CH/T1015.2-2007《基础地理信息数字成果 1:10000 1:50000 生产技术规程 第 2 部分：数字高程模型（DEM）》
- (14) TD/T1016-2007《土地利用数据库标准》
- (15) TD/T1010-2015《土地利用动态遥感监测规程》
- (16) TD/T1032-2011《基本农田划定技术规程》
- (17) TD/T1019-2009《基本农田数据库标准》
- (18) TD/T1055-2019《第三次全国国土调查技术规程》
- (19) TD/T1049-2016《矿山土地复垦基础信息调查规程》
- (20) DB41/T1836-2019《矿山地质环境恢复治理工程施工质量验收规范》
- (21) DD2014-11《地面沉降干涉雷达数据处理技术规程》
- (22) DZ/T0266-2014《矿产资源开发遥感监测技术规范》
- (23) HJ192-2015《生态环境状况评价技术规范》
- (24) DZ/T0287-2015《矿山地质环境监测技术规程》

## 2.其他参考文件

- (1)《中华人民共和国土地管理法》
- (2)《土地复垦条例》
- (3)《中华人民共和国测绘法》
- (4)《国家发展改革委办公厅自然资源部办公厅关于组织开展全国采煤沉陷区基本情况调查的通知》(发改办振兴〔2019〕806号)
- (5)《国务院办公厅关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意见》(国办发〔2021〕40号)
- (6)《国土资源部关于加强矿山地质环境治理项目监督管理的通知》(国土资发〔2009〕197号)
- (7)《自然资源调查监测体系构建总体方案》(自然资发〔2020〕15号)
- (8)《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)》(自然资办发〔2020〕51号)
- (9)《甘肃省采煤沉陷区界定和分类标准》

## 5.工作部署及进度安排

### 5.1 工作部署原则

本项目工作是在充分收集已有工作资料和已有成果，通过分析对比、外业实地核实等方法，结合新型遥感技术实现对煤矿采煤沉陷区沉陷值动态变化监测，形成具备大范围、高精度、新时效的综合调查监测成果。在综合调查及数据分析基础上，建立煤矿采煤沉陷区综合调查数据库，实现煤矿采煤沉陷区监测信息统一查询和管理。结合行业专题数据开展专题性统计分析，形成统计分析报表、系列专题图件及监测报告，全面掌握沉陷区实际状况，为沉陷区下一步治理及规划提供夯实的数据基础及技术支撑，因遵循以下原则：

1、坚持依法依规的原则。依法监测国家批准的矿区，应当具备明确范围、面积和边界，依法依规完成监测程序，监测数据等要符合国家保密等相关规定。

2、坚持科学规范的原则。确定矿区内地质环境监测要素应当具有原真性、完整性和适度性，要采用现代技术和先进方法进行监测，以矢量数据和卫星影像图作为监测范围和监测要素的确定，科学合理，符合《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）等相关规范和标准。

3、简单易行原则。充分利用已有的工作基础成果，在满足矿区环境保护及便于监管需求的前提下，综合考虑人力、资金和后勤保障等条件，因地制宜选择监测方法和监测指标，力求操作简便、切实可行。

### 大水头煤矿分公司矿山地质环境监测方案工作部署图

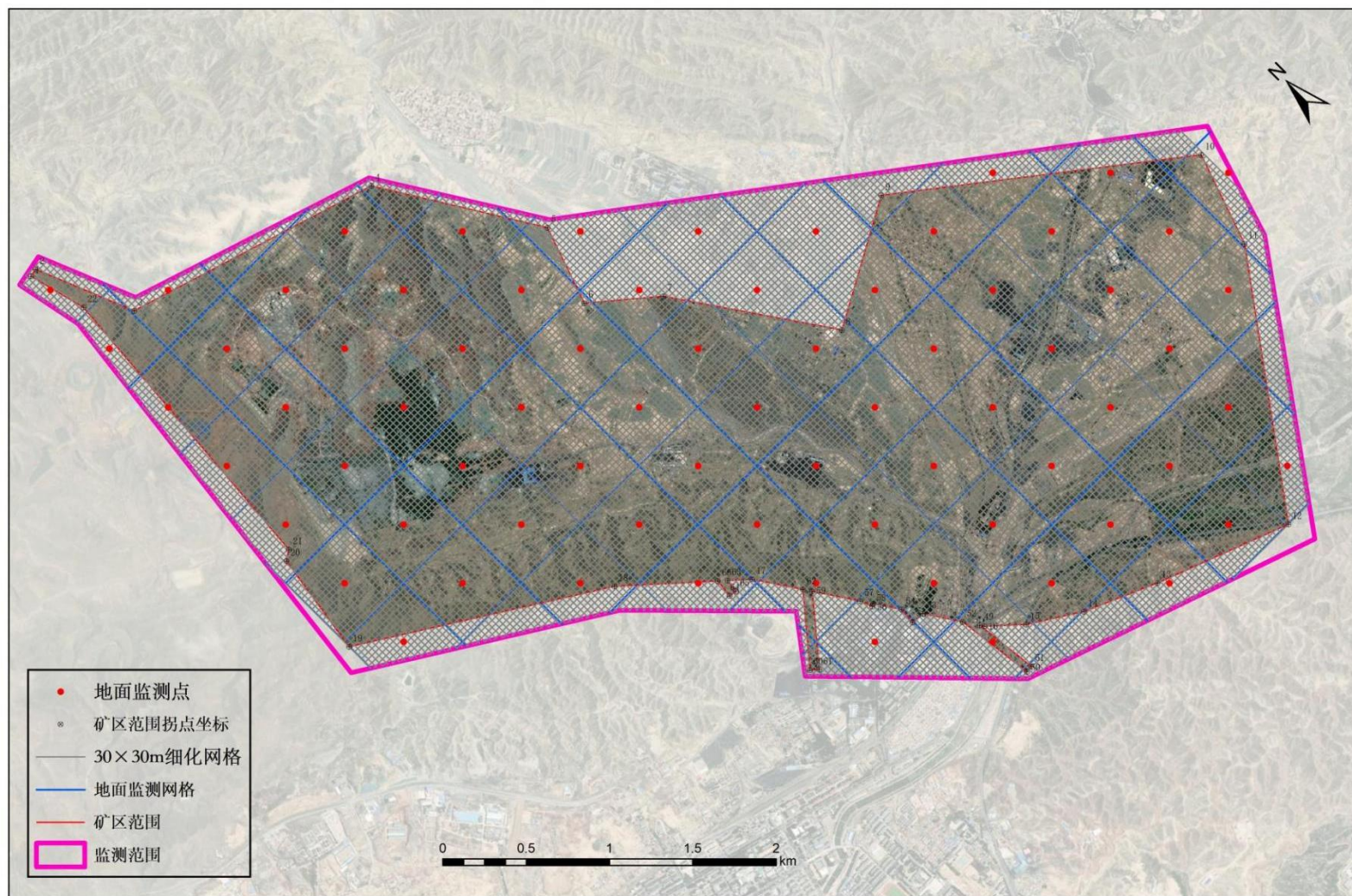


图 5-1 大水头煤矿矿山地质环境监测工作部署图

## 5.2 工作内容与方法

### 5.2.1 工作内容

本项目中其中不稳定斜坡监测、水土环境污染监测由甘肃靖煤能源有限公司大水头煤矿分公司自行监测或委托第三方公司进行监测，因此，方案中以地质灾害监测与地形地貌景观破坏监测为主要内容。具体工作内容：光学与雷达存档数据及辅助数据获取→数据解译分析→外业调查→报告撰写→售后技术支撑（表 5-1）。

### 5.2.2 工作方法选择

本项目工作方法主要采用遥感监测与地面验证结合的方法，遥感作为一种高科技手段，具有快速、高效、经济的优势，已经广泛应用于矿山监测、自然资源监测、土地利用动态监测等方面，并已取得了显著的社会效益，将遥感技术应用于采煤沉陷区监测，可对其进行大面积、全天候、周期性的监测。其中，雷达卫星可精确地确定采煤沉陷区的位置和范围，光学卫星可直观地识别地质灾害产生的影响、危害及治理情况等。结合两种新型遥感测量技术手段，辅以实地外业核查，将更加全面精确查明矿区基本情况，界定清楚核心区和毗邻影响区，分析研究本地区采煤沉陷区的基本特征、危害程度及存在问题，提出治理思路和重点任务，推进生态环境综合治理，防范舆情和社会风险。

表 5-1 大水头煤矿矿区地质环境遥感监测工作主要内容表

服务项目	内容	工作说明
1. 光学与雷达存档数据及辅助数据获取	历史数据：追溯 3 年 光学数据、C 波段中等分辨率数据	数据覆盖：监测区域需 1 景， 共计约 30 景/年
	更新数据：项目监测时间 C 波段中等分辨率数据	
	商业数据及光学遥感影像等辅助数据	重点区域如需高分辨率数据， 需单独进行数据采购
2. 数据解译分析	SAR 卫星数据预处理	数据预处理包括：数据解压、 格式转换、多视、地理编码、 影像配准等功能模块
	联合像素干涉 SAR (JS-InSAR)：提高处理区域相干性，增加植被覆盖地区监测点空间密度，属于第二代时序干涉 SAR 技术，性能优于 PSInSAR 技术	为保证点位监测质量，提高监测点位密度，重点监测的采空区、沉陷区目标点位，根据现场调查灾害位置进行联合像素滤波处理
	变形监测数据处理 (D-InSAR、stacking、SBAS、等)：获取地表变形信息及变形速率	采用不同手段进行地表变形监测，获取多维度、多尺度的地表变形信息
	变形监测数据处理成果分析	结合矢量数据结果进行分析，对隐患点位及区域进行标绘及风险等级提示
3. 外业调查	根据监测分析结果，对监测区域范围内，重点隐患点位进行外业核查	整理重点关注区域及重点地表变形区域，外业核查
4. 报告撰写	InSAR 地表沉降监测分析报告	根据地表变形监测成果数据分析进行报告撰写
	外业调查报告	根据外业调查结果进行报告撰写
5. 技术支撑	技术支持及相关业务工作的答疑	1. 成果数据及报告解读 2. 数据成果或报告更新

## 5.3 工作流程与技术路线

### 5.3.1 技术路线

大水头煤矿矿区地质环境监测总体技术方案如下图（图 5-2）所示：

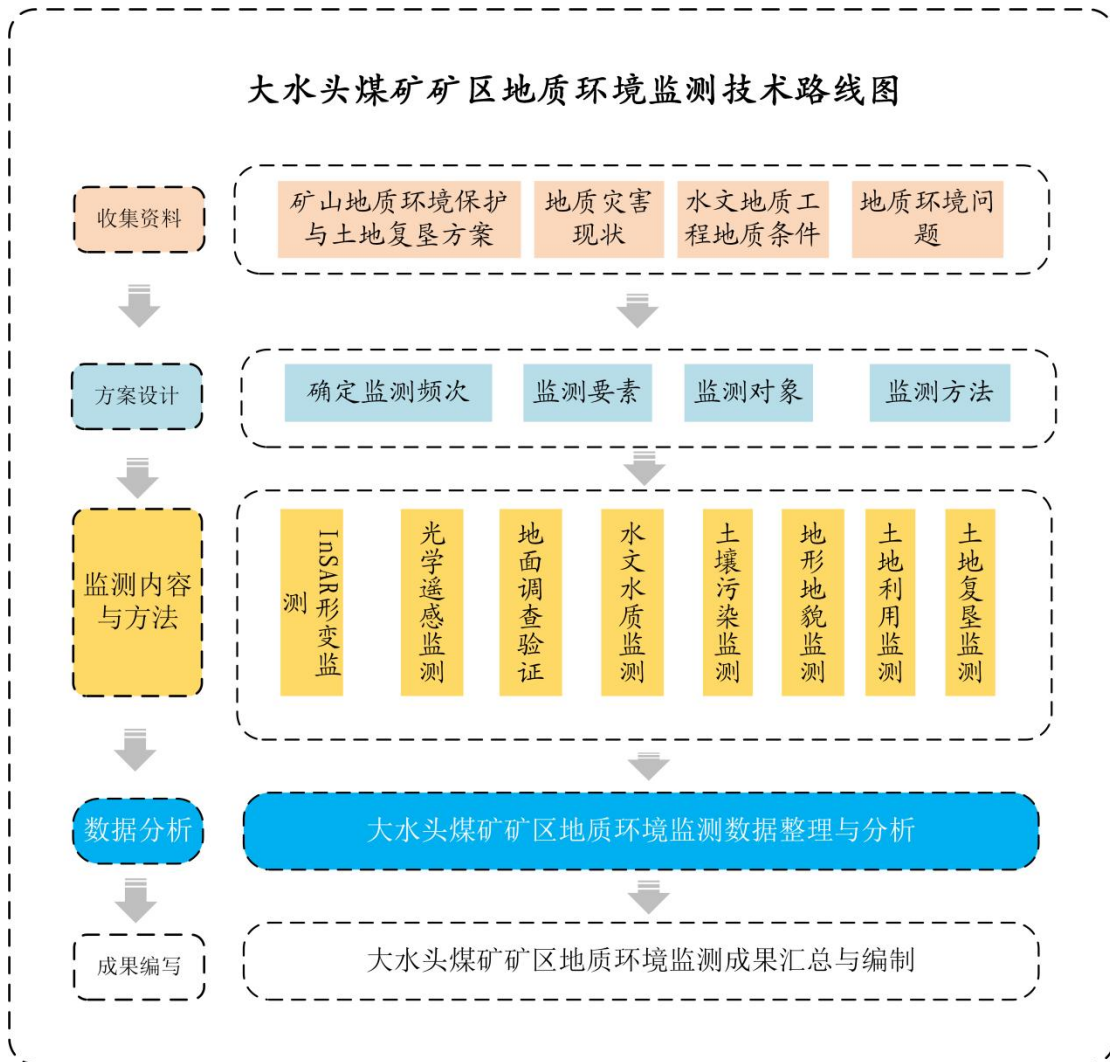


图 5-2 大水头煤矿矿区地质环境监测路线图

### 5.3.2 工作流程

#### 1. 软件和硬件配置

大水头煤矿采煤沉陷区遥感监测所配套的软件设备如下表所示：

表 5-2 大水头煤矿采煤沉陷区信息监测配套设备表

序号	设施	类别	内容	型号	功能	数量
1	软件	影像处理	形变监测	Envi/sarscape5.3	光学/形变监测 数据处理	3
2		配套	地理信息处理 软件	ArcGIS®10.8	地图编辑、制图 等	3
3	硬件	工作站	InSAR 数据处 理	联想 P15v	SAR 影像数据 分析	2
4		主机	专题成果数据 分析	联想 P15v	成果数据分析	3
5		硬盘	数据存储	希捷 4TB 硬盘	数据存储	若干
6		路由器	网络连接	/	卫星影像数据 获取	1

## 2.数据获取

### (1) SAR 数据获取

在本项目当中主要采取 C 波段的 Sentinel-1 数据作为主要的 SAR 影像来源。Sentinel-1A 是欧空局继 ERS-1/2 和 ENVISAT ASAR 发射的首颗“哥白尼计划”对地观测的雷达卫星，搭载 C 波段 SAR 传感器，于 2014 年 4 月 3 日成功发射升空。星上合成孔径雷达有 4 种操作模式：条带模式 (SM)、干涉测量宽幅模式 (IW)、超宽幅模式 (EWS)、波模式 (WV)。极化方式分为 VV、HH、VH、HV、HH+HV、VV+VH，包括 SLC (单视复数影像)、GRD (地距影像)、OCN (Level-2 级海洋) 3 个数据产品。该卫星为免费公益数据，重访周期为 12 天。



图 5-3 Sentinel-1A 卫星

## (2) 光学数据获取

本项目中主要采取高分 2 号和高分 7 号卫星数据作为主要的光学影像来源。

高分二号 (GF-2) 卫星是我国自主研发的空间分辨率优于 1 米的民用光学遥感卫星, 搭载有两台高分辨率 1 米全色、4 米多光谱相机, 具有亚米级空间分辨率、高定位精度和快速姿态机动能力等特点, 有效地提升了卫星综合观测效能。高分二号卫星于 2014 年 8 月 19 日成功发射, 8 月 21 日开机成像并下传数据。星下点空间分辨率可达 0.8 米, 标志着我国遥感卫星进入了亚米级“高分时代”。

表 5-3 GF-2 卫星主要载荷技术指标

载荷	谱段号	谱段范围 ( $\mu\text{m}$ )	空间分辨率 (m)	幅宽 (km)	侧摆能力	重访周期
全色多光谱相机	1	0.45~0.90	1	45 (2 台相机 组合)	$\pm 35$	5
	2	0.45~0.52	4			
	3	0.52~0.59				
	4	0.63~0.69				
	5	0.77~0.89				

高分七号 (GF-7) 卫星于 2019 年 11 月 3 日成功发射, 为太阳同

步轨道，设计寿命 8 年，搭载的两线阵立体相机可有效获取 20 公里幅宽，位移 0.8m 分辨率的全色立体影像和 3.2m 分辨率的多光谱影像。搭载的两束激光测高仪以 3Hz 的观测频率进行对地观测，并以高于 1GHZ 的采样频率获取全波形数据。服务于自然资源调查监测，基础测绘，全球地理信息资源建设等应用需求。

表 5-4 GF-7 卫星主要载荷技术指标

参 数	后视 0.45m 分辨率全色 / 2.6m 分辨率多光谱相机	
	光谱范围 ( $\mu\text{m}$ )	全色
多光谱		0.45-0.52
		0.52-0.59
		0.63-0.69
		0.77-0.89
空间分辨率 (m)	全色: 0.45 (后视); 多光谱: 2.6	
幅宽 (km)	$\geq 20$ 公里	
重返周期	$\leq 60$ 天	

### 3. 数据处理流程

数据预处理包括光学数据处理和 SAR 数据处理两部分，光学数据处理主要是国产高分数据的处理，SAR 数据处理主要包括 D-InSAR 数据处理与 SBAS-InSAR 数据处理等。

#### (1) 光学数据处理处理流程

本次工作数据应用的目的在于进行高精度矿区沉降区解译，因此，国产卫星数据的图像处理的最终目标是制作高分辨率的彩色合成图像。依据最终处理目标，其遥感图像处理步骤主要有：正射校正—波段组合—影像融合—影像镶嵌—影像增强。

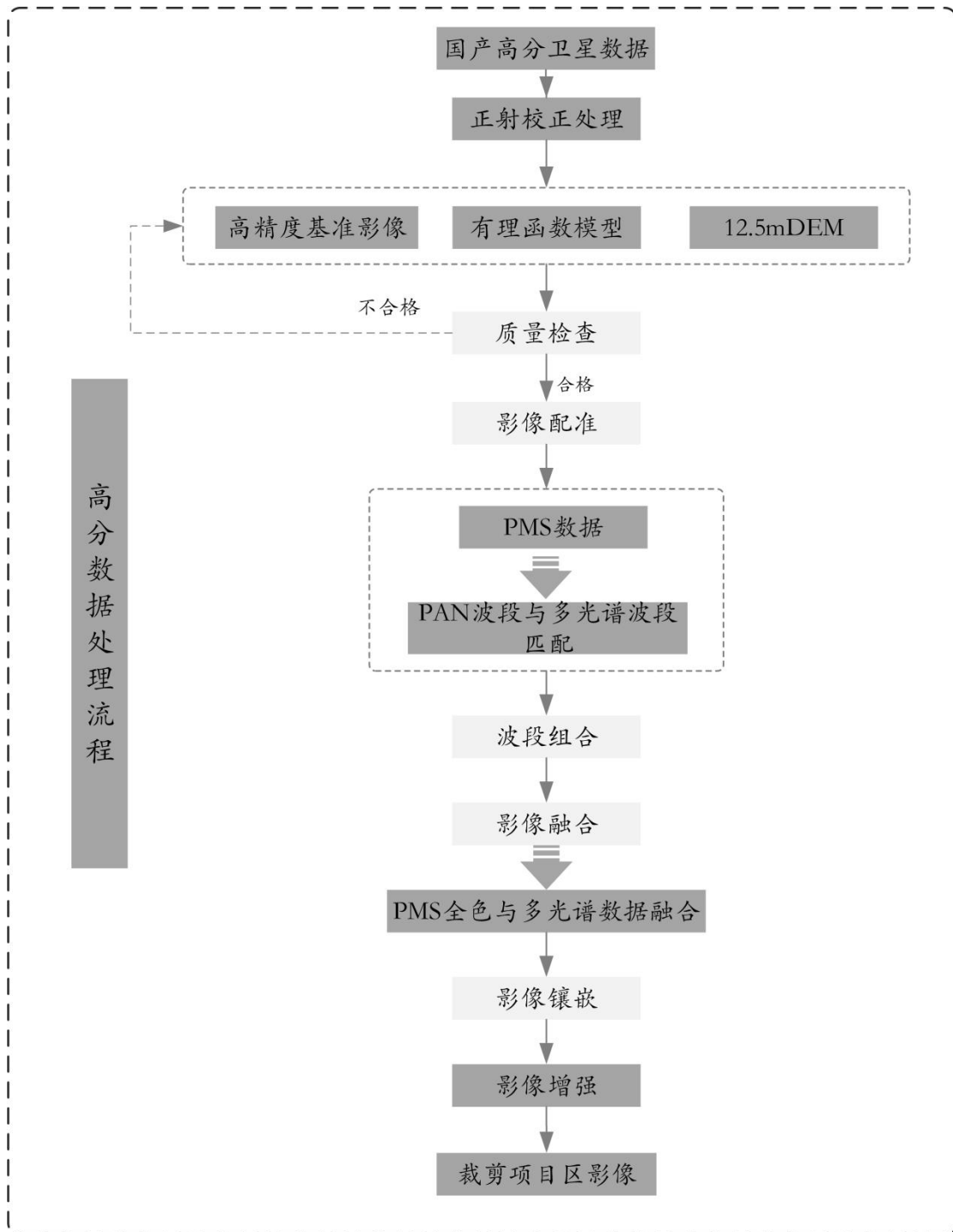


图 5-4 高分卫星影像预处理流程图

## (2) SAR 数据处理流程

SAR 数据主要应用与矿井区采空区沉降监测分析，最终得到沉降区变形情况，预处理步骤主要包括哨兵数据读取→配准→生成强度影像→地理编码。本次项目拟采用 **D-InSAR** 技术和 **SBAS-InSAR** 技术对

矿区采空区进行监测。

### (1) D-InSAR 技术

本项目利用传统的两轨法 D-InSAR 技术对大范围测区进行快速监测，即利用两景重复轨道影像进行干涉，之后引入外部现有的 DEM 数据，利用 DEM 数据模拟出代表地表高程的地形相位，进而从干涉相位中剔除得到地表的形变信息，将干涉相位进行解缠获取地表形变的真实相位，并转为形变值。具体的 D-InSAR 数据处理流程如下：

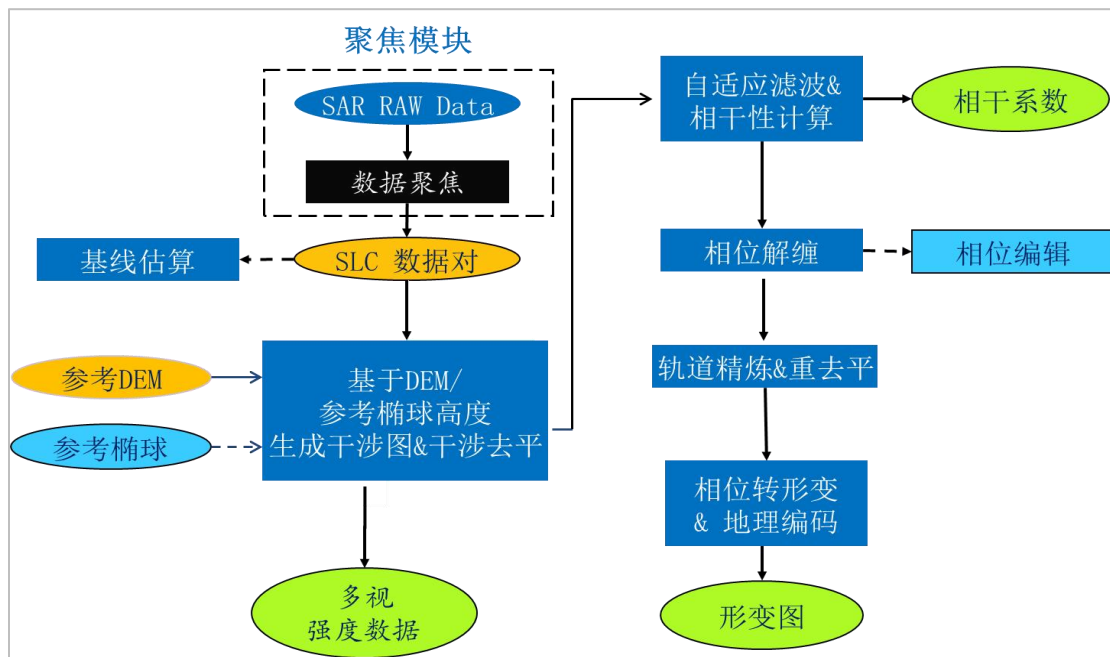


图 5-5 D-InSAR 数据处理流程

### (2) SBAS-InSAR 技术

D-InSAR 技术容易受大气延迟和时空失相干影响，导致其监测结果的可靠性和精度与理论值偏差较大。由于本项目的监测区域缺少均匀分布的高相干点，更合适 SBAS-InSAR 技术。SBAS 在 SAR 影像数量一定的情况下，可以形成更多的干涉对，提高相位观测量，增加

多余观测量，有利于提高最终解算结果的精度。

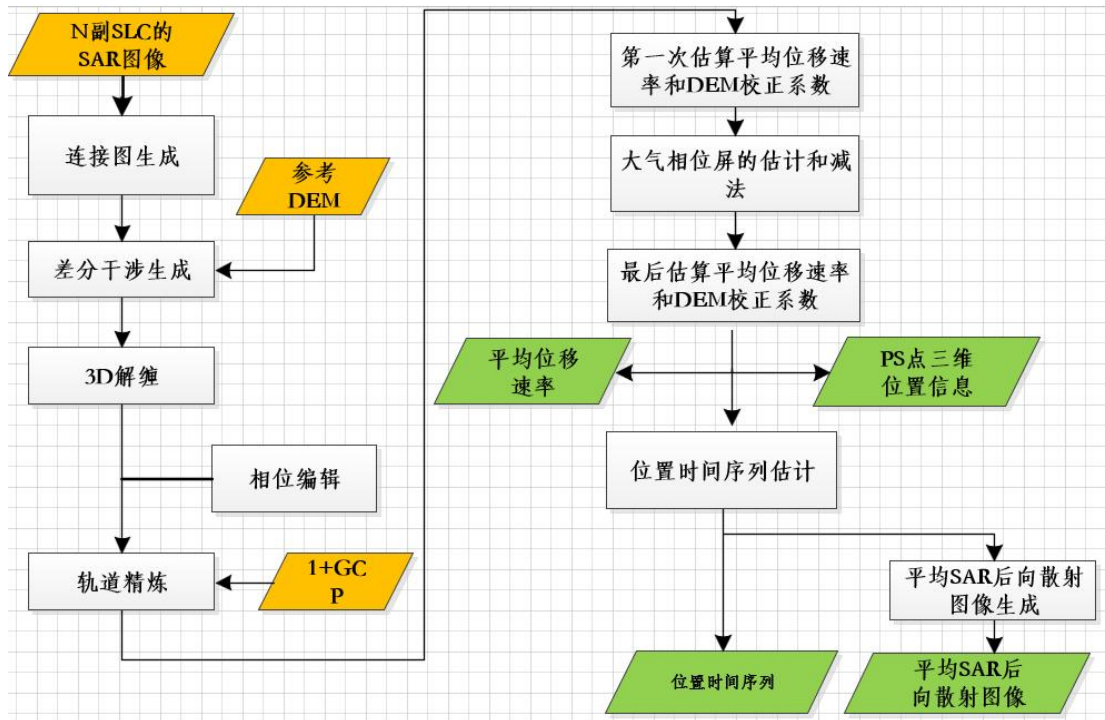


图 5-6 SBAS-InSAR 基本流程图

根据干涉像对，采用二轨差分干涉处理方法，将主影像和配准后的辅影像做复数共轭相乘，得到干涉相位图，并进行解缠处理。选取解缠相位图较为理想、解缠结果在工作区无明显跳变的组合基于加权叠加估算线性形变速率处理，获得初始形变速率图。

时序处理的过程是将得到的所有的差分干涉相位从面形式转为点形式放入到一个堆栈中进行解算。通过上述基线纠正后得到的差分干涉相位包含地形残余相位、形变相位、大气延迟相位和噪声相位，时序分析的过程就是逐步提取并消除各个误差项的影响，最终获得形变相位。

## 5.4 工作量和工作进度

### 5.4.1 工作量

#### 1. 地质灾害监测

### （1）不稳定斜坡监测

针对三处不稳定斜坡的变形情况主要采用人工巡视的方法，监测边坡的变形情况，每月监测 1 次，每次 1 人，监测期自方案批准之日起至矿山闭坑加 1a 恢复期，共 15a，不稳定斜坡监测次数为 180 人次。

### （2）地面塌陷监测

针对 T1~T4 塌陷区采用外委有相关资质及能力的专业团队开展“天空地”一体化采煤沉陷区监测预警。监测塌陷区的变形情况，每季度监测 1 次，监测期自方案批准之日起至矿山闭坑加 3.9 年稳沉期加 4.0 年恢复管护期，共 21.9a，地面塌陷监测次数为 88 次。具体监测方法概述如下：

利用干涉测量技术作为新型形变与位移变化监测手段，结合低空遥感技术进行深陷区解译监测，再采用激光多普勒效应测振技术进行高精度动态测量复杂物体，配合微芯传感实时监测预警，从而实现对深陷区的早期识别、远程定期监测、现场实时监测，其中：

区域-早期识别：利用丰富的雷达卫星数据资源，以及 InSAR 大范围连续变形观测技术，对具有较明显的形态、长期的匀速变形、相关性高的大区域灾害进行识别。

远程-定期检测：利用中低空的无人机、以及地面端远程监测手段（三维扫描仪、激光测振、地基 InSAR）关注精细结构信息和高精度变形信息，服务于各种工程建设和减灾防灾，大幅度减少现场采煤沉陷区调查工作量。

现场-实时监测：通过早期识别和定期检测显示有明显活动性的单体，利用微芯传感等实现全过程实时监测，实时预警监测其稳定变化趋势。

首先采用星载 SAR 对监测区进行采煤沉陷区隐患早期识别，发

现存在风险区域，结合地形条件；然后，以无人机 LiDAR、光学遥感、三维激光扫描、地基 InSAR、激光测振等设备对风险区域进行定期检测；最后，在高风险区域安装微芯传感实施监测传感器，对高风险区进行实时监测。所采集的数据及成果全部集成到“采煤沉陷区动态监控及早期预警平台”，经济有效地解决区域采煤沉陷区的动态识别及早期预警，实现“早期识别、定期检测、实时监测”。

## 2、地形地貌、土地资源监测

地形地貌、土地资源采取监测员地表巡视的方法，不定期对塌陷区、矸石堆、堆煤场、黄土灌浆取土场进行巡视，防止再次变形过界掩埋植被，破坏矿区环境；监测期自方案批准之日起至矿山闭坑加 1a 恢复期，共 15a，每月监测 1 次，每次 2 人，地形地貌、土地资源监测次数为 360 人次。

## 3、水土环境污染监测

矿井水处理站安装了自动在线监测设备，实行实时在线监控，在线监控系统委托第三方运营维护和比对监测。地下水监测现装有一套矿井水害防治感知数据联网系统，对井田范围内降雨量、涌水量、排水量、长观孔水位（水压）、地表水等进行长期动态监测，并实现自动化、数字化和信息化需求的新型矿井水文监测预警系统。。

### （1）地表水水质监测

矿区属黄河流域，黄河干流在调查区西侧 13km 处自南向北流经，由于当地气候干旱少雨，加之汇水区流域面积不大，植被稀疏，矿区发育的虎狼洞沟沙河、黑水沙河和大水头沙河等，平时干涸无水，仅在雨季暴雨时才有短暂洪流出现，无常年性地表径流。因此，本《方案》不布设地表水水质监测点。

### （2）地下水水质监测

矿山现有监测点位在矿井 1180 东巷（东变口）、西采区运输上山（西采区避难硐室口）、西三采区回风巷二（2#联络巷口），主要监测采矿活动对地下水的影 响，进行取样送检，每年 1 次，监测期自方案批准之日起至矿山闭坑加 3.9 年稳沉期加 4.0 年恢复管护期，共 21.9a，地下水水质监测次数为 66 点次。

### **（3）土壤污染程度监测**

分别在矸石堆、堆煤场、工业场地、办公生活区各设置 1 个监测点位，土壤监测共设置 4 个监测点，每年 1 次取样检测，用以监测采矿生产对土壤环境的影响。监测期自方案批准之日起至矿山闭坑加 3.9 年稳沉期加 4.0 年恢复管护期，共 21.9a，水土环境污染监测次数为 88 点次。

#### **5.4.2 工作进度安排**

- 1.编写完成《实施技术方案》并开展评审工作；
- 2.按季度完成首次监测成果的提交。
- 3.按季度，完成资料收集与整理，开展监测工作。
- 4.每个季度完成遥感监测成果与野外验证工作。
- 5.按季度提供最终的监测成果。

## 6.实物工作量

大水头煤矿分公司矿山地质环境年度监测主要实物工程量汇总如表 6-1。

表 6-1 大水头煤矿分公司矿山地质环境监测主要工程量汇总表（每年）

序号	工程名称		单位	工程量
	监测类别	监测内容		
1	地质灾害监测	不稳定斜坡监测	次/年	12
		地面塌陷监测	次/年	4
2	地形地貌景观、 土地资源监测	地形地貌景观破坏监测	次/年	12
3	水土环境污染监测	地下水水质监测	次/年	3
		土壤污染程度监测	次/年	4

## 7.预期成果

### 7.1 成果规格及主要技术指标

#### 1.数学基础

(1) 坐标系统：矢量数据成果采用 2000 国家大地坐标系。栅格数据成果采用 2000 国家大地坐标系，高斯-克吕格投影，中央子午线为 103E°，按 3°分带。

(2) 高程基准：采用 1985 国家高程基准，高程系统为正常高；高程坐标单位为“米”，保留 2 位小数位（0.01 米）。

#### 2.计量单位

(1) 矢量数据统计面积和长度时，采用 3°分带投影计算，按平面面积进行计算。

(2) 长度单位采用米，小数点后保留两位有效数字。

(3) 面积单位采用平方米，统计汇总面积单位采用平方千米，必要时按万亩进行统计，小数点后保留两位有效数字。

#### 3.数据精度

##### (1) 平面精度

数据采集平面精度，即采集的地物界线和位置与影像上的地物的边界和位置的对应程度。在数字正射影像的基础上，影像上分界明显的地表覆盖的分类界线的采集精度应控制在 5 个像素以内。特殊情况，如阴影部位等，采集精度原则上应控制在 10 个像素以内，以中误差 2 倍为限差。

##### (2) 高程精度

年平均沉降速率的监测精度优于 5cm/年。

#### 4.成果类型与规格

##### (1) 专题数据

专题数据格式为 txt 和 kml/KMZ/SHP，包括所有形变点云的经纬度位置信息，形变速率、内检验经度信息、每一时刻形变量信息。具体格式如下图：

CODE	RANGE	AZIMUTH	LON	LAT	HEIGHT	VEL	RES	H_STDEV
25835	3099	1395	117.8167801000000000	41.0133476000000000	442.5260000000000000	4.1550000000000000	0.2540000000000000	1.0605000000000000
26454	3089	1396	117.8138351000000000	41.0130920000000000	411.5500000000000000	-34.6679999999999900	0.6420000000000000	2.6745000000000000
26455	3095	1395	117.8156662000000000	41.0133286000000000	438.2649999999999900	4.7250000000000000	0.5400000000000000	2.2497000000000000
26456	3096	1395	117.8157806000000000	41.0133438000000000	422.4280000000000000	3.7340000000000000	0.7510000000000000	3.1286000000000000
26457	3096	1395	117.8158646000000000	41.0133553000000000	441.9700000000000000	15.6600000000000000	0.6910000000000000	2.8791000000000000
26458	3097	1395	117.8159943000000000	41.0133705000000000	429.5459999999999900	6.0530000000000000	0.6320000000000000	2.6336000000000000
26459	3099	1395	117.8167572000000000	41.0134697000000000	441.6789999999999900	5.1930000000000000	0.3970000000000000	1.6558000000000000
26460	3102	1394	117.8175430000000000	41.0135726999999900	439.9239999999999900	6.5350000000000000	0.4810000000000000	2.0037000000000000
26461	3102	1394	117.8175888000000000	41.0135803000000000	429.8920000000000000	8.6900000000000000	0.8710000000000000	3.6329000000000000

图 7-1 每个形变监测点的经纬度位置信息

V_STDEV	D20170714	D20170726	D20170807	D20170819	D20170831	D20170912	D20170924
1.6250000000000000	-1.9340000000000000	-1.3880000000000000	-1.4650000000000000	-2.6450000000000000	-1.5510000000000000	-2.1450000000000000	1.5810000000000000
4.1010000000000000	20.0130000000000000	16.3310000000000000	12.4529999999999900	14.9710000000000000	11.5310000000000000	9.4610000000000000	11.4730000000000000
3.4480000000000000	-3.5680000000000000	0.5940000000000000	1.4980000000000000	-2.6450000000000000	-2.0060000000000000	0.9410000000000000	-0.6330000000000000
4.7960000000000000	-1.8030000000000000	-2.1250000000000000	2.0780000000000000	-2.3740000000000000	2.4330000000000000	0.0240000000000000	2.5810000000000000
4.4130000000000000	-6.5660000000000000	-2.8410000000000000	-9.3840000000000000	-4.9440000000000000	-5.9270000000000000	-15.0459999999999900	-3.1950000000000000
4.0370000000000000	-2.1190000000000000	-5.2620000000000000	-2.3890000000000000	-3.9010000000000000	-0.0390000000000000	4.3250000000000000	-3.5470000000000000
2.5380000000000000	-2.1190000000000000	-1.8380000000000000	-2.9630000000000000	-0.5830000000000000	-1.0820000000000000	-1.1150000000000000	-8.3880000000000000
3.0700000000000000	-4.0600000000000000	-3.1830000000000000	-3.2200000000000000	-4.3620000000000000	-3.3730000000000000	-1.9820000000000000	-3.0250000000000000
5.5670000000000000	-5.6480000000000000	-4.7930000000000000	-6.2980000000000000	-7.0360000000000000	-4.8440000000000000	-4.2140000000000000	-4.6040000000000000

D20171030	D20171111	D20171123	D20171205	D20171229	D20180110	D20180122	D20180203
-1.4790000000000000	-1.4670000000000000	-1.8650000000000000	-0.9930000000000000	0.0650000000000000	0.8440000000000000	-2.3730000000000000	-0.2030000000000000
9.4060000000000000	11.5269999999999900	12.0150000000000000	-0.3230000000000000	4.3470000000000000	0.2430000000000000	2.6820000000000000	0.8200000000000000
-1.1410000000000000	-1.9470000000000000	-2.2370000000000000	-3.2370000000000000	-1.6510000000000000	-2.1740000000000000	1.2560000000000000	-0.9560000000000000
-4.3980000000000000	0.4280000000000000	-4.3660000000000000	0.4820000000000000	-3.4790000000000000	-4.2910000000000000	0.2280000000000000	-0.8050000000000000
-6.0090000000000000	-5.0470000000000000	-1.0020000000000000	-0.2410000000000000	-0.0880000000000000	0.6040000000000000	6.8030000000000000	0.4830000000000000
-3.8330000000000000	-2.6920000000000000	-2.8330000000000000	1.8520000000000000	1.9510000000000000	-0.4500000000000000	5.0620000000000000	-0.2580000000000000
-1.0340000000000000	-0.7790000000000000	-0.1130000000000000	0.1800000000000000	-0.4610000000000000	-0.0770000000000000	8.3859999999999900	1.3150000000000000
-2.0280000000000000	-1.6760000000000000	-1.5730000000000000	-2.7600000000000000	2.7500000000000000	5.4860000000000000	14.5770000000000000	3.2750000000000000
3.8280000000000000	-2.7290000000000000	-3.5140000000000000	0.4970000000000000	1.7870000000000000	2.0390000000000000	12.3720000000000000	2.5970000000000000

图 7-2 每个形变监测点的形变速率和时间节点的变形量信息

## (2) 专题图表

专题图表包括煤田采空区的形变速率、时序形变趋势、累积形变量、形变面积、沉降路段的长度等信息。包括变形速率专题图、时序形变趋势、累积形变量等详细模板如下图（图 7-3~图 7-5）所示：

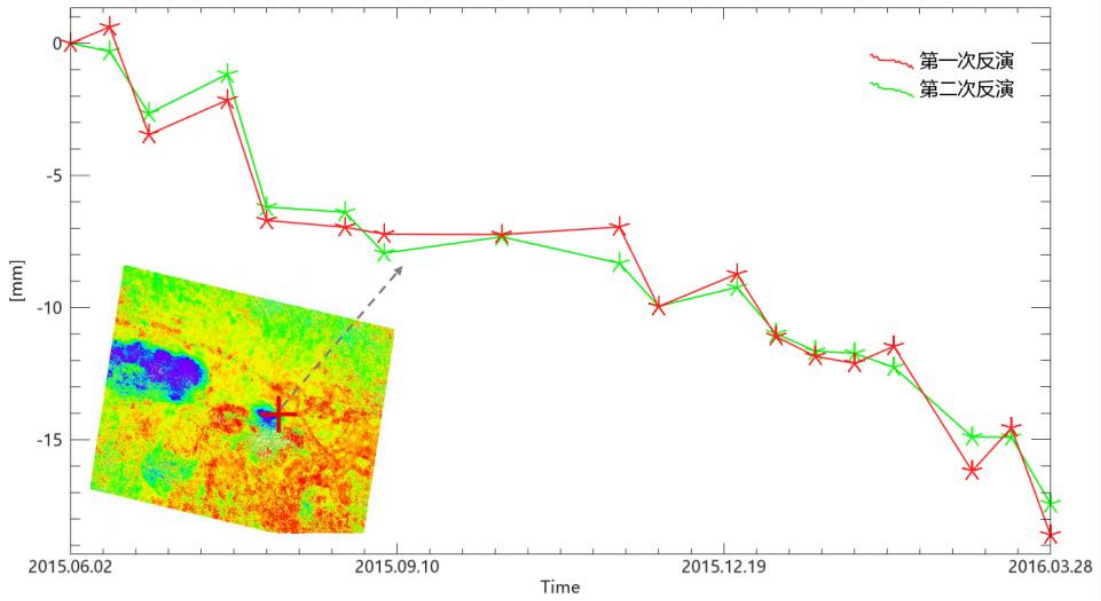


图 7-3 某矿区形变速率专题图示意图

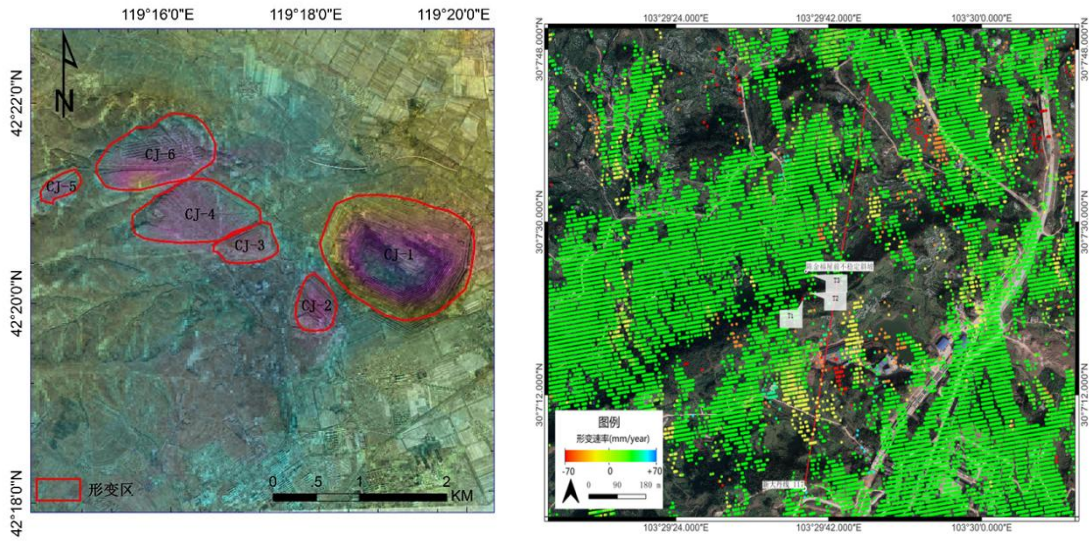


图 7-4 某矿区形变区范围图和形变速率示意图

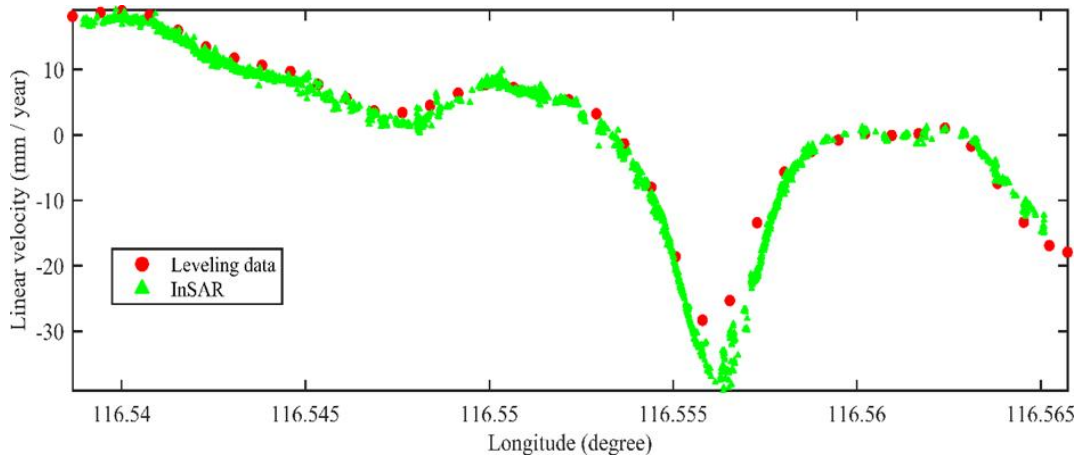


图 7-5 InSAR 监测点与验证点一致性示意图

### (3) 专题报告

监测的专题报告每三月出具一次，一年 4 次。

### 7.2 预期成果资料

《\*\*\*\*年度第\*\*季度大水头煤矿矿区地质环境遥感监测报告》及专题图；

大水头煤矿分公司采煤沉陷区遥感监测成果形式及要求如下表所示：

表 7-1 采煤沉陷区遥感监测成果一览表

序号	示范产品	产品类型	指标要求	
			主要包含的要素	频率
1	矿区沉陷区沉降监测专题产品	SAR 分析报告、专题图表、专题数据。	重点沉降区毫米级时序变形信息（包括：沉降趋势，沉降速率，累积沉降量，沉降路段长度）；沉降专题图和专题报告	每季度更新一次；
2	矿区光学监测专题产品	光学监测分析报告、转图图表、以及专题数据。	重点包括矿区地形、地貌，生态修复治理成效进行监测，生成时序监测数据（如遥感正射影像、植被指数、土地利用变化信息等），生成专题报告、主题图等	每季度更新一次；

## 8.组织机构及人员安排

### 8.1 组织机构

成立大水头煤矿矿区地质环境监测领导小组，领导小组全面负责项目生产实施、进度安排及监督、质量控制。下设地质灾害监测组、水土环境监测组、地形地貌、土地资源监测组，并成立项目对应的项目部。项目组织框架如下图所示：

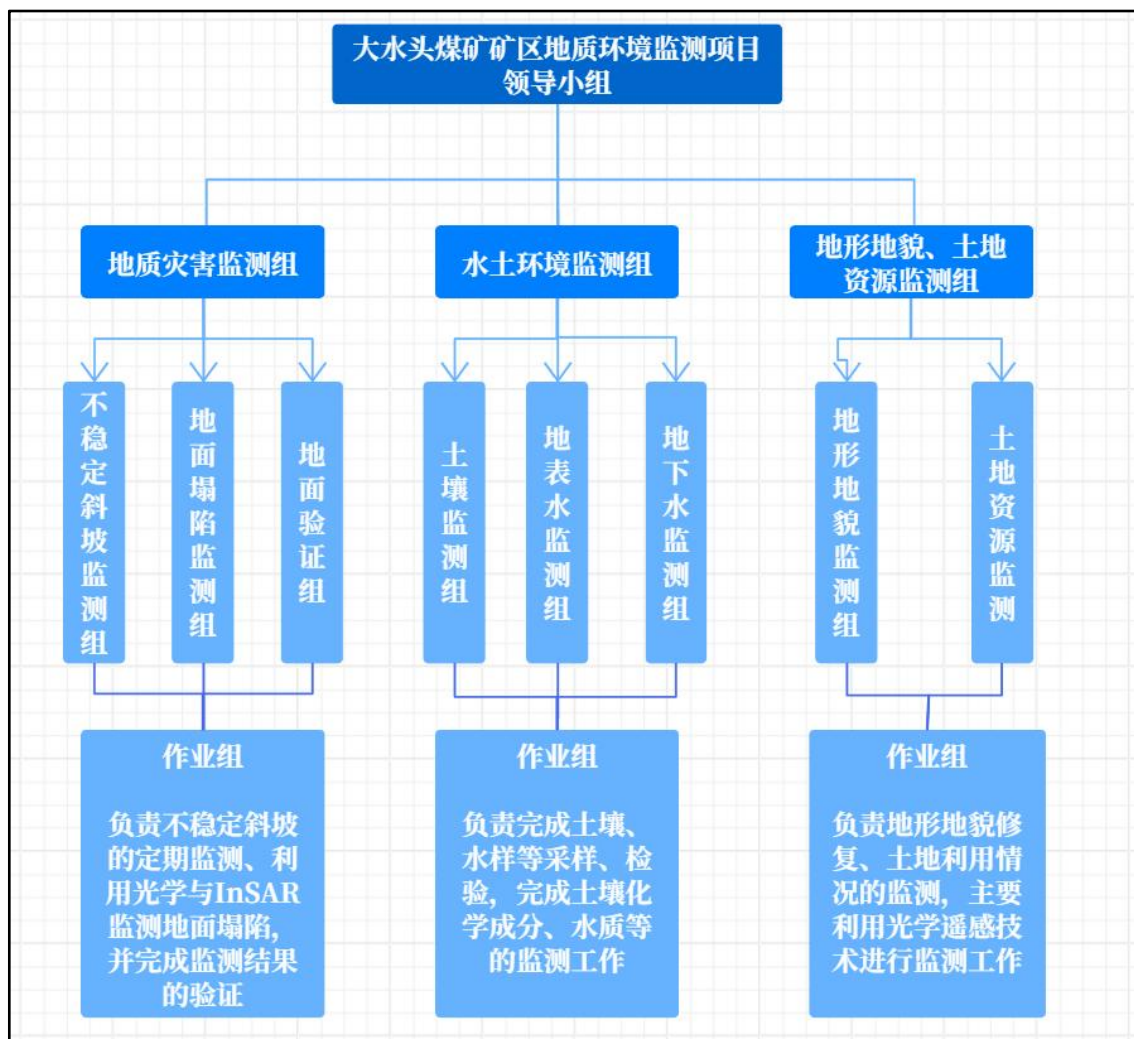


图 8-1 项目组织框架图

项目管理部设项目负责人、技术负责人、生产负责人、质检负责人和安全负责人。项目负责人负责项目生产、工期和质量，技术负责人负责技术设计和质量控制，质检组负责生产过程质量监控和项目成果质量检验，安全负责人负责项目中人员、车辆、仪器、伙食等的安

全工作。

地质灾害组负责不稳定斜坡的监测、地面沉陷区的监测，并完成监测结果的地面验证，并完成监测结果的分析与上报。

水土环境监测组负责矿区土壤、水文水质方面的监测，完成土壤污染情况、水质情况等监测，并完成监测结果分析与上报。

地形地貌、土地资源监测主要负责对矿区地形地貌恢复情况的监测，土地利用情况等监测分析，并完成成果资料的汇报整理和上报。

## 8.2 人员安排

### 1、地质灾害监测组

地质灾害组分为不稳定定斜坡监测组、地面沉陷监测组、地面验证组，其中不稳定斜坡监测组主要对矿区斜坡稳定性情况定期按月进行监测。地面沉陷监测组主要针对矿区采空区地面沉降进行监测，利用光学遥感技术和 InSAR 技术全面监测整个矿区的地质灾害识别和形变信息的提取与分析，地面验证组主要针对遥感监测结果和地面固定监测点进行验证。

### 2、水土环境监测组

水土环境监测组分为土壤组、地表水监测组、地下水监测组。其中土壤组主要完成矿区土壤的采样与实验室检测工作；地表水监测组主要负责地表水环境水样的获取、实验检验、检测结果的分析等工作；地下水检测组主要负责监测井的定期维护和地下水样的采集、化验检测，并完成实验结果的分析 and 报告的编写。

### 3、地形地貌、土地资源监测组

地形地貌、土地资源监测组主要分为地形地貌监测组、土地资源监测组。其中地形地貌监测组主要负责矿区地形地貌破坏、生态修复情况的监测，土地资源监测组主要负责矿区土地利用现状的监测，利

用遥感技术与地理信息技术，完成光学遥感影像数据的处理和解译工作，并对监测结果进行分析，完成监测报告的编写。

## 9.经费预算

大水头煤矿矿山环境治理恢复后进行监测，每季度对全矿井地形地貌、土地利用情况、采空区塌陷及裂缝等行监测、预警，每季度 5.76 万元，年度监测费用 23.04 万元，计划连续监测 5 年，总经费达 115.2 万元。

表 9-1 年度遥感监测经费预算表

序号	内容	面积 (km <sup>2</sup> )	总价 (万元)	覆盖情况	期数
1	数据购置	25	8	全覆盖	4
2	数据处理	25	8	/	4
3	成果验证	/	4	/	4
4	报告撰写	/	3.04	/	4
合计		小写：230400.00 大写：二十三万零肆佰元整			/

说明：不稳定边坡监测及水土环境监测甲方单位自行监测或委托第三方监测不在次预算内。

1.数据购置费：主要是高分辨遥感影像数据和部分 SAR 数据的购置，每年 8 万元。

2.数据处理费：遥感影像数据的处理和 InSAR 数据处理与分析相关费用，每年 8 万元。

3.成果验证费用：主要包括对监测成果的野外验证中住宿、差旅等费用，每年 4 万元。

4.报告编写费用：主要是报告编写过程产生的专家咨询费、成果打印费等，每年 3.04 万元。

## 10.质量保障与安全措施

说明保障监测工作完成的技术、装备、质量、安全及劳动保护等措施。

### 10.1 质量保障

#### 10.1.1 质量控制总体要求

1、质量控制实行作业人员自检、小组内部互检、质量检查组专检和成果验收的“三检一验”制度。

2、项目生产实行全过程的质量控制，加强生产过程中工序的质量控制，工序过程的中间成果经检查无误后方可进入下工序作业。

3、质检工作有计划有组织地开展工作，各级检查不得省略或代替。

4、各工序项目组级检查评定成果的作业质量，公司级检查核定成果质量。

#### 10.1.2 质量管理机构

根据本工程项目的特点，建立自上而下相应的质量管理机构，并指派专人专项管理质量工作。

#### 10.1.3 质量保障措施

为了保证优质、快速的完成本项目任务，项目将采取以下技术保障措施：

(1) 为了加强项目质量管理，确保成果质量达到设计要求，将设立项目质量管理机构和项目质量负责人。

(2) 选拔有工作经验、具备相应技术能力的作业人员、质量检查人员，经考核胜任各级工作后上岗。

(3) 生产准备前期，对参与生产的作业人员、各级检查人员、技术管理人员，进行必要的培训，使掌握技术与质量要求，熟悉工艺

流程和关键技术环节。

(4) 加强质量检查人员及作业人员对项目重要性的认识，增强质量意识；明确质量管理和质量检查人员的职责，按照谁主管、谁负责的原则，责任落实到人，对成果质量负责。

(5) 按照作业员自查、作业组实行过程检查、生产单位实行最终检查的分级质量控制程序，规范各工序成果的标准性和统一性，确保成果合格方可移交下一工序。

(6) 做好准备工作，确保作业前机器、软件的检定和检查，以免影响成果质量。

(7) 加强技术管理人员和质量检查人员对作业过程的指导和检查，及时解决出现的问题并消除问题隐患；同时抓好每道工序、每个环节、每个点、每幅图的质量检查工作。

(8) 通过阶段性总结、现场评议、内部沟通等形式，统一生产人员对有关技术标准的正确认识和理解。

#### **10.1.4 数据质量控制**

对数据的质量控制贯穿数据生产的全过程。为保证系统质量，在项目中将质检纳入质量保证活动，主要进行关键错误的检查和数据质检。

##### **(1) 关键错误的检查**

遵循“项目质量保证大纲”中的有关规程，在数据生产过程中，质量保证组组织人员以通过评估后的文档为依据，对数据生产组提供的关键错误实施全部检查，看其是否正确地实现了相应模块的设计。全流程检查结束后提交问题报告，质量保证组对问题的修改进行追踪控制。

##### **(2) 数据质检**

遵循项目“质量保证大纲”中的有关规程，以通过评估后的“数据需求规格说明”文档和数据实施提供的用户手册等为依据，对整个成果进行完整性、准确性的检查。在实施质检前，质检人员应编写质检说明（包括质检方法、质检细则），质检内容应覆盖全部“数据需求规格说明”。质量保证组组织人员对《数据质检说明》进行评审。质检人员依据评审过的《数据质检说明》对整个数据进行质检，记录质检过程中的问题，在一轮结束后提交问题报告。

### 10.1.5 报告质量控制

- 1、根据文件归档计划，分阶段进行文件归档，并严格按照科技档案管理要求进行文件控制；
- 2、所有文档在预归档前由专人管理；
- 3、严格控制文档和版本的发放，确保文档的技术状态处于受控状态。

### 10.1.6 质量问题补救措施

项目采用严格的流程控制和质量措施，生产任务在作业过程中，由质量检查组负责全面跟踪检查，原则上要求生产任务逐工序检查，生产成果组织严格的内部预检，确保项目顺利进行。

针对本项目，建立严格的质量检查和验收制度，实行作业人员自检、小组内部互检、质量检查组专检和成果验收的“三检一验”制度。质量控制管理贯穿作业全流程，对作业流程中的每道工序的最终成果进行检查，不符合质量要求的成果严格返工，直至通过自检。全过程采用管理体系的标准文件进行跟踪记录，用于监控整个项目的实施。确保当前阶段的成果只有通过严格的检查、符合成果质量要求后，方可进入下一工序作业，并及时编写自检报告。

若遇到质量问题出现，将采取以下质量问题补救措施：

1、在每次进行过程评审和工作产品审计时，如果发现存在不符合项，在评审结束后，质量保证人员负责在评审报告中总结发现的不符合项，然后通过访谈、会议的形式与项目经理及相关的项目组成员讨论，澄清发现的问题。

2、如果双方共同认为发现的不符合项没有影响项目的质量，可以选择不作更改。没有必要更改的不符合项可以认为通过；如果双方确认发现的不符合项影响项目的质量，项目经理应和质量保证人员确认不符合项的严重程度。一般我们将不符合项分为：

严重不符合项：严重影响了产品的质量或后续阶段的工作，并且不及时纠正会带来较大的风险。对于严重不符合项，项目组应在 1 个工作日之内予以解决。

一般不符合项：对产品的质量或后续阶段的工作有一定的影响，必须得到纠正。对于一般不符合项，项目组应在 5 个工作日内予以解决。

3、项目经理根据不符合项的严重程度提出解决办法，并得到质量保证人员的认可。解决办法一般包括以下三种：

(1) 改进项目的实施过程或修改工作产品，使其符合适用的组织标准；

(2) 修改组织的标准使其满足项目的实施过程或工作产品；

(3) 在特殊情况下认可不符合项。

4、当需改进项目的实施过程或修改工作产品时，质量保证人员应在《过程评审报告》/《工作产品审计报告》中记录确认的不符合项、对其的纠正措施、指定的责任人及计划完成的日期，同时要将其记录到《质量保证项目问题日志》中。

5、质量保证人员负责检查《质量保证项目问题日志》，识别到期

的问题并向项目经理询问问题的解决情况，在每周的项目组例会上，质量保证人员应了解每个问题的当前状况，直至问题关闭。

6、如果不符合项不能在项目组得到满意的解决，即：质量保证人员与项目经理无法在不符合项的处理上达成一致意见，或者，在约定的期限内项目组没有解决不符合项，则质量保证人员应编写书面的《不符合项报告》，由项目经理签字确认后，将其提交给质量管理部经理。

7、质量管理部经理应将处理意见填写在《不符合项报告》中，签字后通知质量保证人员。

8、质量保证人员负责将高层经理的处理意见传达给项目经理。

## 10.2 安全生产管理

要进一步增强安全生产意识，完善安全生产机制，落实安全生产责任，强化安全生产培训，确保安全生产。同时，要强化保密管理工作，增强保密意识，完善保密管理制度，落实保密规定，强化人员保密培训，杜绝出现失泄密问题。

### 10.2.1 生产安全保障

安全目标是人身安全，不出事故；资料安全；设备安全，操作规范。外业核查过程中，需严格遵循相关安全生产规定，有切实可行的应急预案，并确保参与人员都熟悉预案的内容和执行方法。

### 10.2.2 内业生产安全保障

#### 1.作业场所

(1) 照明、噪音、辐射等环境条件应符合作业要求。

(2) 计算机等生产仪器设备的放置，应有利于减少放射线对作业人员的危害。各种设备与建（构）筑物之间，应留有满足生产、检修需要的安全距离。

(3) 作业场所中不得随意拉设电线，防止电线、电源漏电。通风、取暖、空调、照明等用电设施要有专人管理、检修。

(4) 人员集中作业时，场所应保证通风。

(5) 作业场所应配置必要的安全（警告）标志，如配电箱（柜）标志、资料重地严禁烟火标志、严禁吸烟标志、紧急疏散示意图、上下楼梯警告线以及玻璃隔断提醒标志等，且保证标志完好清晰。

(6) 禁止在作业场所吸烟以及使用明火取暖，禁止超负荷用电。使用电器取暖或烧水，不用时要切断电源。

(7) 严禁携带易燃易爆物品进入作业场所。

## 2. 仪器设备安全

(1) 仪器设备的安装、检修使用，须符合安全要求。凡对人体可能造成危害的危险部位，都要设置安全防护装置。所有用电动力设备，必须按照规定埋设接地网，保持接地良好。

(2) 仪器设备须有专人管理，并进行定期的检查、维护和保养，禁止仪器设备带故障运行。

(3) 作业人员应熟悉操作规程，必须严格按有关规程进行操作。作业前要认真检查所要操作的仪器设备是否处于安全状态。

(4) 禁止用湿手拉合电闸或开关电钮。饮水时，应远离仪器设备，防止泼洒造成电路短路。

(5) 擦拭、检修仪器设备应首先断开电源，并在电闸处挂置明显警示标志。修理仪器设备，一般不准带电作业，由于特殊情况而不能切断电源时，必须采取可靠的安全措施，并且须有两名电工现场作业。

(6) 因故停电时，凡用电的仪器设备，须立即切断电源。

### 10.2.3 外业生产安全保障

#### 1. 外业前准备

针对生产情况,对进入测区的作业人员进行安全意识教育和安全技能培训。

(1) 了解测区的有关危害因素,包括动物、植物、微生物、流行传染病种、自然环境、人文地理、交通、社会治安等状况,拟订具体的安全防范措施。

(2) 按规定配发劳动防护用品,根据测区具体情况添置必要的小组及个人的野外救生用品、药品、通讯或特殊装备,并应检查有关防护用品及装备的安全可靠性。

(3) 组织赴疫区、污染区和有可能散发毒性气体地区作业的人员学习防疫、防污染、防毒知识,并注射相应的疫苗和配备防污染、防毒装具。对于发生高致病的疫区,应禁止作业人员进入。

(4) 所有作业人员都应该熟练使用通讯、导航定位等安全保障设备,以及掌握利用地图或地物、地貌等判定方位的方法。

(5) 野外作业前,应制定行车计划,对车辆进行安全检查,严禁疲劳驾驶。

#### 2. 行车、饮食、住宿

(1) 驾驶员应严格遵守《道路交通安全法》等有关法律、法规、安全操作规程和安全运行的各种要求,具备野外环境下驾驶车辆的技能,掌握所驾驶车辆的构造、技术性能、技术状况、保养和维修的基本知识或技能。

(2) 途中停车休息或就餐,应锁好车门,关闭车窗。

(3) 夜间行车要保持灯光完好,降低行驶速度,充分判断地形及行进方向。

(4) 遇有暴风骤雨、冰雹、浓雾等恶劣天气时应停止行车。视线不清时不准继续行车。

(5) 高温炎热天气行车应注意检查油路、电路、水温、轮胎气压；频繁使用刹车的路段应防止刹车片温度过高，导致刹车失灵。

(6) 车辆穿越河流时，要慎重选择渡口，了解河床地质、水深、流速等情况，采取防范措施安全渡河。

(7) 外业作业期间禁止酗酒。禁止食用不易识别的野菜、野果、野生菌菇等野生植物。

(8) 外业作业人员应尽量居住招待所或宾馆。住宿的房屋应进行安全性检查，了解住宿环境和安全通道位置。禁止入宿存在安全隐患的房屋。

### 3.外业作业环境

(1) 应持有效证件和公函与有关部门进行联系。在进入军事要地、少数民族地区、林区、自然保护区或其他特殊防护地区作业时，应事先征得有关部门同意，了解当地民情和社会治安等情况，遵守所在地的风俗习惯及有关的安全规定。

(2) 野外作业时应注意防雨、防雷、防暑、防冻、防洪、防风、防虫、防蛇、防大型野兽，更要注意安全生产避免工伤事故。

(3) 野外作业穿着色彩醒目、带有安全警示的山区，不得单人作业，每个小组至少需配备 2 名作业人员和 1 名司机。

(4) 城镇地区作业中，骑用自行车、摩托车要遵守交通规则，严禁超速、逆行和撒把骑车。

(5) 外业使用仪器、设备时，应注意安全，防止遗失或损毁。

### 10.3 数据安全保密

(1) 参加本项目的所有职工必须签订《保密工作责任书》，加强

保密安全教育，严格遵守《中华人民共和国保守国家秘密法》、《中华人民共和国测绘法》、《中华人民共和国测绘成果管理规定》和《测绘管理工作国家秘密范围的规定》以及单位制定的各项保密规章制度。

(2) 加强日常测绘资料保密管理：抓好日常工作资料中的资料备份，确保资料安全；加强生产过程中的资料备份以防止因计算机硬盘损坏而造成资料丢失。

(3) 项目存储涉密测绘成果数据资料的光盘、磁带、硬盘、便携式计算机等载体，应采取必要的安全防范措施，配备必要的保密技术防范设备。处理涉及测绘成果数据资料的计算机必须做到专机专用，专人负责。对于含有涉密数据资料的打印、拷贝、删除必须经主管领导同意。

(4) 存储涉及测绘成果数据资料的计算机必须与互联网实施物理隔离，严禁上国际互联网、公共信息网，涉密信息不得在国际网络互联的近似计算信息系统中存储、处理、传递。