

ICS 13.020.01

CCS Z 06

DB61

陕西省地方标准

DB 61/T 1569—2022

煤矿开采地质环境监测规范

Specification for geo-environment monitoring of coal mining

2022 - 06 - 27 发布

2022 - 07 - 27 实施

陕西省市场监督管理局

发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 总则..... 2

5 监测要素..... 3

6 监测级别..... 3

7 监测点密度及监测频率..... 4

8 监测方法..... 5

9 数据预处理与保存..... 9

10 数据分析与成果编制..... 10

附录 A（规范性） 煤矿开采地质环境监测成果报告提纲..... 11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由陕西省地质调查院提出。

本文件由陕西省自然资源厅归口。

本文件起草单位：陕西省地质环境监测总站（陕西省地质灾害中心）、中国矿业大学、陕西陕煤陕北矿业有限公司、陕西省一八五煤田地质有限公司、陕煤集团神木柠条塔矿业有限公司。

本文件主要起草人：范立民、彭捷、姬怡微、蒋泽泉、闫敬旺、迟宝锁、李成、陈建平、孙魁、高帅、刘辉、姬文龙、寇规规、曹虎生、张广宏、刘铮瑶。

本文件由陕西省自然资源标准化技术委员会负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西省自然资源标准化技术委员会

电话：029-89650560

地址：陕西省西安市西影路25号

邮编：710054

煤矿开采地质环境监测规范

1 范围

本文件规定了煤矿开采的地质环境监测总则、要素、方法、数据处理与分析、成果编制等。
本文件适用于陕西省境内新建、改扩建和生产煤矿开展地质环境监测工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 3838-2002 地表水环境质量标准
- GB/T 14848-2017 地下水质量标准
- GB 15618-2018 土壤环境质量标准 农用地土壤污染风险管控标准(试行)
- GB 20426-2006 煤炭工业污染物排放标准
- DZ/T 0223-2011 矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范
- DZ/T 0287-2015 矿山地质环境监测技术规程
- DZ/T 0315-2018 煤炭行业绿色矿山建设规范
- HJ/T 91-2002 地表水和污水监测技术规范
- HJ/T 166-2004 土壤环境监测技术规范
- HJ/T 91.1-2019 污水监测技术规范
- SL 219-2013 水环境监测规范
- DB 61/T 1247 煤矿地下水监测规范
- DB 61/T 1434-2021 崩塌、滑坡、泥石流专业监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤矿开采 coal mining

本文件所指的煤矿开采范围包括煤矿开采区、影响区及生产生活设施区。

3.2

煤矿地质环境 geological environment of coal mine

煤矿开采活动影响到的矿区及其周边一定范围内的地质环境体的集合。

3.3

煤矿地质环境监测 coal mine geological environment monitoring

布设专门性的监测点（站、网），定期或不定期观测煤矿基础建设、生产，以及闭坑以后的地质环境和各类煤矿地质环境问题在时间上、空间上的变化情况。

4 总则

4.1 工作部署

- 4.1.1 应掌握煤矿地质环境背景条件、采矿工艺和开采历史及现状等资料，合理布设地质环境监测网点，重点监控煤矿地质环境问题集中分布，且危害严重、动态明显的区域。
- 4.1.2 在满足监测精度要求的前提下，宜选用经济、实用的监测方法和手段，煤矿已有的监测点可纳入或改造后纳入监测网。新建监测站点宜采用智能数据采集和传输装备，提高监测精度和效率。
- 4.1.3 按照精准、高效的要求，布设煤矿地质环境监测网点，确定监测内容和方法，采集与记录监测数据，编写监测报告，保证监测数据准确，监测成果具有权威性和可比性，并有利于统计和查询。

4.2 监测工作流程

- 4.2.1 应调查收集、整理分类、分析汇总监测煤矿的基础资料，掌握煤矿地质环境背景条件和煤矿基本信息等。
- 4.2.2 近一年内没有开展地质环境详细调查的煤矿，应开展地质环境补充调查工作。
- 4.2.3 在开展监测工作之前，应编写监测方案。明确监测工作目的和任务，确定煤矿地质环境监测范围、对象及要素，划分监测级别，规定监测频率和监测点类型、密度、位置，说明监测方法、仪器类型和精度等。监测方案应附监测工作部署图、监测标识及监测设施施工图、地下监测点地层剖面图等。
- 4.2.4 布设煤矿地质环境监测点，埋设监测标识，安装监测仪器，建立监测点档案。
- 4.2.5 定期采集监测数据，做好监测数据的记录、传输、存储。
- 4.2.6 定期检查监测仪器运行情况，发现问题及时处理。
- 4.2.7 应及时进行监测数据分析、汇总，编制成果报告。煤矿地质环境监测流程按照图 1 所示进行。



图 1 工作流程图

5 监测要素

- 5.1 反映监测对象的形态、位置、结构、组成的变化及引发因素。煤矿地质环境监测要素详见表 1。
- 5.2 可根据实际情况，选择性测量。

表 1 煤矿地质环境监测要素

监测对象		监测要素
水文监测	地下水	地下水水位、水温、地下水水质、泉流量
	地表水	水体面积、河流流量、水温、地表水水质
	矿井水	流量、水温、矿井水水质
地质灾害监测	地表变形	地表形变、地表裂缝
	崩塌、滑坡	地表形变、深部形变、岩土体含水率、土压力、地下水位
	泥石流	降水量、泥位、地声/次声、流体运动
土地利用现状监测		建设用地、耕地、园地、湿地、林地、草地利用变化

6 监测级别

- 6.1 煤矿生产建设规模见表 2。
- 6.2 矿业活动影响对象重要程度根据居民集中居住区人口、重要交通干线等级、水利水电设施规模、国家及省级保护区级别、重要供水水源地类型、耕地林地等确定，分为重要、较重要和一般。矿业活动影响对象重要程度分级见表 3。
- 6.3 根据煤矿规模、开采方式、生产阶段等影响因素确定，监测级别分为一级、二级、三级，见表 4。

表 2 煤矿生产建设规模分类一览表

开采方式	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
井下开采	万吨	≥120	120~45	<45	原煤
露天开采	万吨	≥400	400~100	<100	原煤

表 3 煤矿开采活动影响对象重要程度分级表

重要	较重要	一般
分布有500人以上的居民集中居住区	分布有200人~500人以上的居民集中居住区	居民居住分散,居民集中居住区人口在200人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
矿区紧邻国家级自然保护区(含地质公园、风景名胜等)或重要旅游景区(点)	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区(点)	远离各级自然保护区及旅游景区(点)

表 3 （续）

重要	较重要	一般
影响范围内有重要水源地	影响范围内有较重要水源地	影响范围内无较重要水源地
损毁耕地、园地	损毁林地、草地	损毁其他类型土地
注：重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。		

表 4 煤矿开采地质环境监测级别

生产阶段	矿业活动影响对象 重要程度	开采方式	矿山生产建设规模		
			大型	中型	小型
在建	重要		一级	二级	三级
	较重要		二级	二级	三级
	一般		三级	三级	三级
生产	重要	露天	一级	一级	二级
		井工	一级	二级	二级
	较重要	露天	一级	二级	二级
		井工	二级	二级	三级
	一般	露天	二级	二级	三级
		井工	二级	三级	三级

7 监测点密度及监测频率

- 7.1 根据监测对象、监测要素、监测级别确定监测点密度和监测频率，见表 5。
- 7.2 汛期或者监测要素动态出现异常变化时，可提高监测频率或增加监测点密度。监测要素数值半年以上无变化或变幅特小时，可适当降低监测频率或监测点密度。

表 5 煤矿开采地质环境监测点密度和监测频率

监测对象	监测要素		一级		二级		三级	
			监测点密度	监测频率	监测点密度	监测频率	监测点密度	监测频率
水文监测	地下水	地下水位（水温）	2 个/矿 ^a ~3 个/矿 ^a	自动监测，人工监测 3 次/月	1 个/矿 ^a ~2 个/矿 ^a	自动监测，人工监测 2 次/月	1 个/矿 ^a	自动监测，人工监测 1 次/月
		地下水水质	4 个/矿 ^a ~6 个/矿 ^a	2 次/年	2 个/矿 ^a ~3 个/矿 ^a	2 次/年	1 个/矿 ^a	1 次/年
		泉流量		12 次/年		6 次/年		6 次/年
	地表水	水体面积		2 次/年		2 次/年		1 次/年
		河流流量（水温）		自动监测		自动监测		自动监测
		地表水质		6 次/年		4 次/年		2 次/年

表 5（续）

监测对象	监测要素		一级		二级		三级	
			监测点密度	监测频率	监测点密度	监测频率	监测点密度	监测频率
	矿井水	流量（水温）		自动监测		自动监测		自动监测
		矿井水质		3 次/年		2 次/年		1 次/年
地质灾害监测	地表形变	地表形变	纵向线不少于 1 条，横向线间距不大于 800m	自动监测，人工监测 4 次/月	纵向线不少于 1 条，横向线间距不大于 800m	2 次/月	纵向线不少于 1 条，横向线间距不大于 800m	1 次/月
		地表裂缝	3 个/剖面	自动监测，人工监测 1 次/月	3 个/剖面	自动监测，人工监测 1 次/月	3 个/剖面	自动监测，人工监测 1 次/月
	崩塌、滑坡	地表形变	4 个/体～6 个/体	4 次/月～6 次/月	2 个/体～4 个/体	2 次/月～4 次/月	1 个/体～2 个/体	1 次/月～2 次/月
		深部形变	2 个/体～4 个/体	4 次/月～6 次/月	1 个/体～2 个/体	2 次/月～4 次/月	1 个/体～2 个/体	1 次/月～2 次/月
		岩土体含水率	2 个/体～4 个/体	6 次/月～12 次/月	1 个/体～2 个/体	4 次/月～8 次/月	1 个/体	1 次/月～3 次/月
		土压力	2 个/体～4 个/体	6 次/月～12 次/月	1 个/体～2 个/体	2 次/月～4 次/月	1 个/体	1 次/月～3 次/月
		地下水位	1 个/体	自动监测，人工监测 10 次/月	1 个/体	自动监测，人工监测 5 次/月	1 个/体	自动监测，人工监测 3 次/月
	泥石流	降水量	1 个/沟	自动监测	1 个/沟	自动监测	1 个/沟	自动监测
		泥位	1 个/沟	自动监测	1 个/沟	自动监测	1 个/沟	自动监测
		地声/次声	1 个/沟	自动监测	1 个/沟	自动监测	1 个/沟	自动监测
		流体运动	1 个/沟	自动监测	1 个/沟	自动监测	1 个/沟	自动监测
土地利用现状监测	矿区地类变化		高分辨率影像或照片	2 次/年	高分辨率影像或照片	1 次/年～2 次/年	高分辨率影像或照片	1 次/年
	土地质量		3 个/km ² ～5 个/km ²	3 年/次	3 个/km ²	3 年/次	1 个/km ²	3 年/次

8 监测方法

8.1 水文监测

8.1.1 地下水监测主要内容如下：

- 监测对象为能够控制地下水流程的泉、民井和所有水文孔，监测内容包括监测站点高程测量及对应表 1 中的地下水监测要素监测；
- 监测站（点）布设、监测站（点）建设应符合煤矿地下水监测规范（DB 61/T 1247）中 5.1 的要求；
- 地下水水质监测应进行水质全分析。

8.1.2 地表水监测主要内容如下：

- a) 监测对象为煤矿及影响范围内的地表水体，监测内容包括监测站点高程、水体面积、流量、水质；
- b) 地表水体需监测水系的流量，水库、湖泊的库容和面积变化；
- c) 地表水水质监测应进行水质全分析。

8.1.3 矿井水监测主要内容如下：

- a) 矿井水监测内容包括流量、水温、水质；
- b) 监测出水点位置及涌水量；
- c) 矿井水水质监测应进行水质全分析。

8.2 地质灾害监测

8.2.1 地表变形监测主要内容如下：

- a) 根据地表变形特征及监测目的等因素，地面变形监测宜采用专业技术监测和简易监测相结合的方式；
- b) 地表变形应监测地表形变，必要时可监测地下形变、地下水水位、降水量、孔隙水压力、地声、土壤含水率、土压力等；
- c) 根据矿井上下对照图及地表变形情况，确定地面变形监测网分布范围，监测线长度应大于采动影响范围，至少一端进入稳定的岩土体中；
- d) 地表变形监测宜选遥感（InSAR）监测与仪器监测相结合的方法，面上 InSAR 监测形变及趋势，点上使用 GNSS 监测绝对位移。纵向监测线应沿采煤工作面推进方向布设，主纵向监测线要布设在纵向变形最大部位或者是推断最大部位，一个工作面纵向监测线不少于 1 条，横向监测线间距不大于 800m；
- e) 监测方法应根据监测项目、场地环境条件及施测方式等按表 6 规定选取。

8.2.2 地表裂缝监测主要内容如下：

- a) 根据地表裂缝特征及监测目的等因素，地表裂缝监测宜采用专业技术监测和简易监测相结合的方式；
- b) 监测剖面线应跨越地表裂缝活动带，与其整体直角或大角度相交，监测剖面应覆盖地裂缝活动影响范围并向其影响带外延伸 10m~20m，在影响带外侧分别布设不少于 1~2 个监测点；
- c) 监测点布设在地裂缝两侧，在地表裂缝两侧活动较为强烈地段、裂缝宽度最大处、走向明显变化处及延伸末端均应布设剖面监测点，其他位置监测按照不少于 3~5 组/km 布设，每个监测区域不应少于 3 条监测剖面；
- d) 监测方法应根据监测项目、场地环境条件及施测方式等按表 6 规定选取。

表 6 地表变形（地裂缝）监测方法

监测项目		监测方法/设备	精度	监测选项
变形特征	地表形变	水准测量法、三角高程测量法、SBAS-InSAR、PS-InSAR、大地测量法、GNSS 等	±3 mm	●
	地裂缝	精密测距仪、伸缩仪、测缝计、位移计、简易监测等	±2 mm	●
物理场	地声	地脉动监测仪	灵敏度：≥240 V/m/s	◎
环境因素	土壤含水率	土壤含水率监测仪	±2 %	◎
	孔隙水压力	渗压计	±0.1 %F•S	◎
	土压力	压力计（盒）	±10 kPa	◎

表 6 (续)

监测项目		监测方法/设备	精度	监测选项
	降雨量	雨量计	$\pm 2\%$	◎
	地下水位	水位计	$\pm 0.1\%F \cdot S$	◎
注：表中符号●表示应监测；◎表示宜监测。				

8.2.3 崩塌监测主要内容如下：

- 崩塌监测等级根据稳定性和危害程度确定，地质灾害隐患点的稳定性（易发性）或危害程度发生变化时，监测等级可作相应调整。崩塌监测等级按表 7 确定，要素监测等级按表 5 确定；
- 根据崩塌的地质环境特征、稳定状态以及监测目的等，崩塌监测宜采用专业监测和简易监测相结合的方式；
- 崩塌监测前应搜集资料并进行现场调查，最终确定崩塌监测技术方案，监测项目见表 8；
- 根据监测项目选定监测仪器（设备），监测仪器（设备）及精度要求见表 9。

表 7 滑坡、崩塌监测等级

稳定性	危害程度		
	大	中	小
不稳定	一级	一级	二级
欠稳定	一级	二级	三级
稳定	二级	三级	三级

表 8 崩塌监测项目

监测项目		监测级别		
		一级	二级	三级
变形特征	地表绝对位移	●	◎	◎
	裂缝相对位移	●	●	●
	地面倾斜	●	●	◎
物理场	地声/次声	◎	◎	—
引发因素	降水量	●	●	●
	土壤含水率	◎	◎	◎
	孔（裂）隙水压力	◎	◎	—
	地温	◎	◎	—
灾害体动态变化	灾害体动态变化	●	◎	◎
注：表中符号●表示应监测；◎表示宜监测。				

表9 测仪器（设备）及精度要求

监测项目		宜采用的仪器（设备）	精度
变形特征	地表绝对位移	卫星定位（静态解算）	水平 $\pm 2.5\text{ mm}+1\text{ ppm}$ 垂直 $\pm 5\text{ mm}+1\text{ ppm}$
	裂缝相对位移	位移计	$\pm 1\text{ mm}$
	地面倾斜	倾角计	$\pm 0.01^\circ$
	深部位移	钻孔测斜仪	$\pm 0.15\text{ mm/m}$
物理场	土压力	压力计（盒）	$\pm 10\text{ kPa}$
	地应力	应力计	$\pm 60\text{ }\mu\text{e}$
	地声/次声	地声仪/次声仪	灵敏度： $\geq 240\text{ V/m/s}$
引发因素	降水量	雨量计	$\pm 2\%$
	地下水位	水位计	$\pm 0.1\%F\cdot S$
	土壤含水率	含水率计	$\pm 2\%$
	孔（裂）隙水压力	渗压计	$\pm 0.1\%F\cdot S$
	地温	地温计	$\pm 0.5^\circ\text{C}$
灾害体动态变化	灾害体动态变化	视频	声音、图形流畅和清晰

8.2.4 滑坡监测主要内容如下：

- 滑坡监测等级根据稳定性和危害程度确定，地质灾害隐患点的稳定性（易发性）或危害程度发生变化时，监测等级可作相应调整。滑坡监测等级按表7确定，要素监测等级按表5确定；
- 根据滑坡的地质环境特征、稳定状态以及监测目的等，滑坡监测宜采用专业监测和简易监测相结合的方式；
- 滑坡监测前应搜集资料并现场调查，最终确定滑坡监测技术方案，监测项目见表10；
- 根据监测项目选定监测仪器（设备），监测仪器（设备）及精度要求见表9。

表10 滑坡监测项目

监测项目		监测级别		
		一级	二级	三级
变形特征	地表绝对位移	●	●	◎
	裂缝相对位移	●	●	●
	深部位移	●	◎	◎
物理场	土压力	◎	◎	—
	地应力	◎	◎	—
	地声/次声	◎	◎	—
引发因素	降水量	●	●	●
	地下水位	◎	◎	◎
	土壤含水率	●	●	◎
	地温	●	◎	—
灾害体动态变化	灾害体动态变化	●	◎	—
注：表中符号●表示应监测；◎表示宜监测。				

8.2.5 泥石流监测主要内容如下：

- a) 泥石流监测等级根据易发性和危害程度确定。地质灾害隐患点的稳定性（易发性）或危害程度发生变化时，监测等级可作相应调整。泥石流监测等级按表 11 确定，要素监测等级按表 5 确定；
- b) 对于泥石流不发育地区，可采用人工监测方法；对于存在泥石流隐患的区域，宜采用自动化监测；
- c) 泥石流监测前应搜集资料并现场调查，最终确定泥石流监测技术方案，监测项目见表 12；
- d) 泥位监测宜采用泥位计，精度±3 mm；流体运动宜采用视频监测，获取的声音、图形应流畅、清晰；降水量和地声/次声监测仪器（设备）及精度见表 9。

表 11 泥石流监测等级

易发性	危害程度		
	大	中	小
高	一级	一级	二级
中	一级	二级	三级
低	二级	三级	三级

表 12 泥石流监测项目

监测项目		监测级别		
		一级	二级	三级
形成条件	物源	◎	◎	-
	降水量	●	●	●
流体运动	泥位	●	●	◎
	流体运动	●	●	●
物理场	地声/次声	●	◎	◎
注：表中符号●表示应监测；◎表示宜监测。				

8.3 开采影响区土地利用现状监测

- 8.3.1 土地利用现状监测主要监测各类土地的面积变化和质量。
- 8.3.2 地类面积变化监测以卫星遥感影像、无人机监测、InSAR 为主，摄像、摄影、人工测量方法并用。
- 8.3.3 土壤质量监测应符合土壤环境监测技术规范（HJ/T 166-2004）中 4.5 的要求。

9 数据预处理与保存

9.1 数据预处理

- 9.1.1 监测数据采集后，应对监测数据进行预处理，减小粗大误差、系统误差、随机误差和其他原因造成的监测数据失真，进而对分析、评价结果造成影响。
- 9.1.2 由于计数或记录错误、操作不当、突然冲击振动等产生个别的粗大误差，采用统计的方法判别，确定后应予以剔除。
- 9.1.3 系统误差中的恒值系统误差采用标准量代替法或抵消法消除，线性系统误差采用标准量代替法、平均斜率法或最小二乘法消除。

9.1.4 随机误差应确定其分布参数，主要是均值和均方值（标准误差），并设法减小标准误差。减少标准误差的方法包括平均值法、排队剔除法和数字滤波法。

9.2 数据保存

9.2.1 各类监测数据应及时分类整理、编目、存档。在原始纸质资料保存的同时，要求建立矿山地质环境监测数据库，进行电子文档资料存储。

9.2.2 矿山地质环境监测数据库包括属性数据库和空间数据库，具有查询检索、综合统计、计算分析、图表自动生成等功能，数据信息能够动态更新、实时保存、设定条件检索。

9.2.3 数据库主要包括：矿山地质环境背景数据、监测点基础数据、动态监测数据、影像数据、分析数据和研究结论数据等。

10 数据分析与成果编制

10.1 现状评价

10.1.1 在取得一年以上监测数据的基础上，根据相关技术标准，以判断矿产资源开发活动对地质环境影响程度为目的，对矿山地质环境现状进行评价。可以进行单项评价，也可以进行综合评价。

10.1.2 矿区水环境评价参照 GB 3838 和 GB/T 14848 执行，土壤环境评价参照 GB 15618 执行。评价方法可采用单项指数法、综合指数法、超标倍数法、对比分析法等。矿山地质环境综合评价采用层次分析法、综合指数法、信息叠加法等。

10.1.3 矿山地质环境现状评价成果包括：评价报告、表格、图件、影像佐证资料及第三方评价说明等。

10.2 预测分析

10.2.1 根据监测成果，结合矿山地质环境背景条件、企业规模、开采阶段、采矿方式和矿山开采计划，对监测区域的地下水环境、土壤环境、各类矿山地质环境问题的变化趋势做预判，为进行矿山地质环境保护与恢复治理提供依据。

10.2.2 预测方法可采用定性分析法（层次分析-专家打分法）、时间序列分析法（移动平均法、指数平滑法、趋势外推法）、因果关系法（线性回归分析法）。

10.2.3 矿山地质环境预测成果包括：预测报告、表格、图件、影像佐证资料及第三方评价说明等。

10.3 成果报告编制

10.3.1 成果报告应简明扼要、突出重点、反映规律、结论明确，文字报告提纲见附录 A。

10.3.2 成果图件包括：矿山地质环境监测成果图、矿山地质环境监测动态曲线图（按监测对象单独成图）、矿山地质环境评价图（按监测对象单独成图）等，还可根据需要编制矿山地质环境发展趋势分析图。

附 录 A
(规范性)
煤矿开采地质环境监测成果报告提纲

A.1 煤矿开采地质环境监测成果报告提纲

A.1.1 前言

说明煤矿的基本情况、地质环境条件和上一年度监测情况，主要内容如下：

- a) 煤矿的基本情况包括地理位置、行政区划、自然地理、开采历史等；
- b) 煤矿的地质环境条件包括原始的地质环境条件和煤矿开采后的地质环境条件；
- c) 上年度监测情况应对上年度监测成果进行论述。

A.1.2 监测完成的工作量及质量

说明本年度监测完成的工作量，对完成的工作质量进行评述。

A.1.3 监测成果分析

说明数据处理方法，分析监测点变形情况，编制相应的成果图件。成果图件应包括监测站点分布图、变化曲线图等。

A.1.4 下一年工作部署

根据监测成果分析下一年变化趋势，提出对进一步做好监测工作的意见和建议。
