|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 91.120.25 |
| CCS | P 15 |

|  |
| --- |
| 21 |

辽宁省地方标准

DB21/TXXXX—2025

煤矿地震监测台网技术规范

Technical specification for seismic monitoring network for coal mine

（征求意见稿）

2025-XX-XX发布

2025-XX-XX实施

辽宁省市场监督管理局  发布

目次

[前言 II](#_Toc196293328)

[1 范围 1](#_Toc196293329)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc196293330)

[3 术语和定义 1](#_Toc196293331)

[4 煤矿地震监测要求 2](#_Toc196293332)

[5 煤矿地震监测台网建设要求 2](#_Toc196293333)

[5.1 煤矿地震监测台网设计 2](#_Toc196293334)

[5.2 煤矿地震监测台站观测场地勘选 3](#_Toc196293335)

[5.3 煤矿地震监测台站建设 3](#_Toc196293336)

[5.4 煤矿地震监测台网中心 4](#_Toc196293337)

[6 煤矿地震监测台网运行与维护 4](#_Toc196293338)

[6.1 试运行 4](#_Toc196293339)

[6.2 运行 5](#_Toc196293340)

[6.3 终止 5](#_Toc196293341)

[附录A （规范性）煤矿地震监测站网监测能力估算方法 6](#_Toc196293342)

[A.1 估算站点环境地噪声水平位移量 6](#_Toc196293343)

[A.2 确定站点对指定震级的监测范围 6](#_Toc196293344)

[A.3 估算煤矿地震监测站网监测能力 6](#_Toc196293345)

[附录B （规范性）煤矿地震监测站网相关设备主要技术指标 7](#_Toc196293346)

[B.1 煤矿地震监测站点专用设备、电源设备主要技术指标 7](#_Toc196293347)

[B.2 煤矿地震监测站网中心主要设备及功能要求 8](#_Toc196293348)

[参考文献 9](#_Toc196293349)

1. 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由辽宁省地震局提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省地震局、辽宁工程技术大学、辽宁大学。

本文件主要起草人：王亮、吕子强、罗浩、钱蕊、焦明若、孙庆山、代树红、刘光伟、赵扬锋、李忠华、杨士超、王喜龙、丁琳琳、代连朋。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址:辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街44号，联系电话:024-86580041。

文件起草单位通讯地址:辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街44号，联系电话:024-86580041。

煤矿地震监测台网技术规范

* 1. 范围

本文件规定了煤矿地震监测要求和台网建设、运行与维护的要求。

本文件适用于煤矿地震监测台网，其他矿山地震监测台网可参考使用。

* 1. 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/T 19531.1—2004 地震台站观测环境技术要求　第1部分：测震

GB 50011—2010 建筑抗震设计规范

GB 50021—2001 岩土工程勘察规范

GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范

GB 50223—2015 抗震设防烈度分类标准

GB 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范

DB/T 22—2020 地震观测仪器进网技术要求　地震仪

DB/T 17—2018 地震台站建设规范 强震动台站

DB/T 66—2016 地震编目规范

GB 17740—2017 地震震级的规定(更新）

GB/T 25217.4—2019 冲击地压测定、监测与防治方法

GB/T 37807—2019 露天煤矿井采采空区勘查技术规范

GB 6722—2014 爆破安全规程

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

地震 earthquake

大地震动。

[来源：GB/T 17740—2017，2.1]

矿震 mining-induced non-natural earthquake

矿区内因采矿引起的非天然地震。

地方性震级 local magnitude

用近震记录测定的地震震级。用ML表示

[来源：GB/T 18207.2—2005，3.1.9.4]

面波震级 surfacewave magnitude

用地震面波记录测定的震级，通常用水平向面波记录测定，以符号*M*s表示，用垂直向宽频带面波记录测定的面波震级称为宽频带面波震级，用*M*s(BB)表示。

1. 我国规定以它为标准，国外报导的地震震级一般也为面波震级，常用M来表示。

[来源：GB 17740—2017，2.19]

矿震台网监测区Mine earthquake network monitoring area

以煤矿开采影响区为监测目标的区域。

矿震重点监测区network key monitoring area

发生过1.0级以上地震的矿区或煤层上方有厚硬顶板的冲击地压矿井。

地震计墩seismometer pier

安放地震计的墩体。

测震井seismometer well

安放地震计的井。

* 1. 煤矿地震监测要求

符合下列条件之一的煤矿，应建设煤矿地震监测台网：

1. 发生过冲击地压动力现象的煤矿；
2. 年产煤量在90万吨以上的煤矿；
3. 经鉴定煤层(或者其顶底板岩层)具有冲击倾向性且评价煤层具有冲击危险性的煤矿；
4. 在开采过程中监测到大于1.0级矿震的煤矿；
5. 矿区周边地质构造复杂，有较大的断层构造，具有发生大于2.0级天然地震风险的煤矿。

煤矿地震监测台网数据应接入专用处理平台并实时传输监测数据，30分钟内完成定位及相关参数产出。

* 1. 煤矿地震监测台网建设要求
     1. 煤矿地震监测台网设计

包括但不限于：

1. 煤矿地震监测台网的布设应采用矿井井下与地面相结合的方式，形成立体监测布局,观测台站（点）应覆盖开采区/道周围。
2. 煤矿地震监测台网监测区的监测能力应优于1.0级，煤矿地震监测台网重点监测区应增加台站（点）密度并优化布局，使之监测能力优于0.5级。网内地震水平定位误差应小于200m。
3. 煤矿地震监测台站（点）的布设数量和布局，应满足b)。
4. 煤矿地震监测台网的监测能力估算方法应符合附录A。
5. 煤矿地震监测台站（点）专用设备、电源设备及其主要技术指标应满足或优于附录B表B.1的要求。
6. 煤矿地震监测台网应由地震观测台站（点）、实时数据传输系统、煤矿地震台网中心构成。
   * 1. 煤矿地震监测台站观测场地勘选

地面观测场地应满足下列要求：

1. 避开地质断层带、陡坡、风口等；
2. 选在坚硬、完整、未风化的基岩上,岩体的质量要求应符合GB 50021的规定；
3. 地面观测场地不满足b）条件可采用深井观测，观测井深根据地质情况确定，井中安放地震计的岩层应避开溶洞、夹层、裂隙和液化层；
4. 观测场地的环境地噪声水平应小于1.00×10-6 m/s。观测场地的环境地噪声水平测试按GB/T 19531.1—2004附录A中的有关规定进行；
5. 观测场地应具备持续供电条件、并覆盖网络信号。
   * 1. 煤矿地震监测台站建设
        1. 地面监测台站建设要求

地面监测台站应建设观测室，应符合下列要求：

1. 观测室墙壁、顶壁和地面应采取防潮和防尘措施，有渗水现象的应采取抗渗措施；
2. 观测室应配置不间断电源；
3. 观测室四周应建有排水设施；
4. 观测室内仪器和照明用电线路应互相独立。

观测室内地震计墩制作应符合下列规定：

1. 建设在基岩上的地震计墩中心的地理参数测定，经纬度测量精度应不低于0.1"；海拔高程测量精度应不低于0.5 m；地理子午线测量精度应不低于0.1°；
2. 地震计墩基凿制过程中不应采用爆破作业；
3. 地震计墩面的四边，宜与地理子午线平行或垂直；
4. 地震计墩不应与任何建筑体相连；
5. 地震计墩长×宽宜为1.0 m×0.8 m，高度宜为0.6 m，误差小于5%；也可采用坑式仪器墩，坑式仪器墩的深度宜为0.5 m～0.8 m；
6. 地震计墩（含坑式仪器墩）四周宜有隔震槽，隔震槽宽度0.2m，深度0.3 m，误差小于10%,槽底及四周采取防潮措施，有渗水现象时采取抗渗措施，槽内应充填松散材料；
7. 地震计墩应一次性浇筑混凝土，振捣密实后抹平，墩面平整，中心标有地理子午线，误差小于0.1°；
8. 地震计墩应采用强度等级不低于C30的素混凝土；有渗水现象的基岩，其地震计墩应采用强度等级不低于C30的防渗素混凝土。
   * + 1. 测震井建设

测震井建设应符合下列规定：

1. 使用陀螺仪定向的测震井，应在井口正南（或正北）方向具有不小于15 m的开阔区域，开阔区宽度不小于3 m；
2. 使用磁法定位仪定向的测震井，应在正对井口的任一方向具有不小于15 m的开阔区域，开阔区域宽度不小于3 m；
3. 测震井应采用无缝钢管护井，钢管内径宜为136mm～158mm，壁厚不小于5 mm；
4. 使用磁法定位仪定向的测震井，距井底10 m段应采用无磁性不锈钢管，无磁性不锈钢管直径应与无缝钢管保持一致；
5. 测震井井斜度应小于4°；
6. 测震井应固井，套管与井壁间的固井材料应采用强度等级不低于M7.5的水泥砂浆；
7. 干井型的测震井其套管丝扣应密封，井底应采用强度等级不低于M7.5的防渗水泥砂浆封堵，封堵厚度应大于1 m，应抽干井水并清洗管壁及井底残留物；
8. 水井型的测震井应清洗管壁并洗井；
9. 测震井套管露出地面0.4 m～0.5 m，井口应采取罩盖防护措施。
   * + 1. 矿井井下地震监测台站应要求

矿井井下地震监测台站的地震计墩按照5.3.1.2的要求制作。

矿井井下地震监测台站应符合下列规定：

1. 加装保护罩，对观测设备进行防护；
2. 采取防潮和防尘措施，并对有渗水现象的监测台站采取抗渗措施；
3. 配置符合煤矿安全要求的配电系统；
4. 配置符合煤矿安全要求的通信线缆；
5. 配置符合煤矿安全要求的不少于8 h后备供电能力的不间断电源。
   * 1. 煤矿地震监测台网中心

煤矿地震监测台网中心应具有下列功能：

1. 从各观测站点实时接收监测数据；
2. 地震事件自动检测、定位及震级计算；
3. 地震事件人机交互分析处理；
4. 监测数据整理及归档，产出地震目录；
5. 在线监测数据存储、实时数据共享、地震信息交换与服务；
6. 实时监控地震观测站及系统运行状况。
7. 应能够存储3个月以上的原始监测数据及不少于5年的地震事件数据。

煤矿地震监测台网中心主要设备配置应满足或优于附录B表B.2的要求。

监测站点的数据应实时连续汇集到煤矿地震监测台网中心。

实时数据传输延迟时间应小于2 s。

煤矿井下地震监测站点，应采用专用光纤网络传输方式。

* 1. 煤矿地震监测台网运行与维护
     1. 试运行

煤矿地震监测台网设备安装完成后，应对煤矿地震监测台网的软硬件设备进行测试联调。

联调完成后，地震仪应标定一次，地震计的自振周期与阻尼的变化率应小于5 %，并采用人工震源对系统定位误差进行校验。

应进行不少于连续2个月的试运行，运行中断时长超过24 h的应重新开始试运行。

试运行通过验收，方可正式运行。

煤矿地震监测台网的技术设计报告、地质勘察报告、竣工报告、试运行验收报告和竣工验收意见等基础资料应归档保存。

* + 1. 运行

应有效保障煤矿地震监测站网正常运行，各站点运行的综合月平均运行率不低于95 %。

地震计每年标定两次，地震计的自振周期与阻尼的变化率应超出5 %时；应更换地震计后应重新进行标定。

应及时处理煤矿地震监测站网记录到的地震事件，按时编制观测报告。

煤矿地震监测站网记录的原始波形数据、地震事件波形数据应永久保存。

对2.0级（含）以上地震事件应编制地震分析报告，包含地震目录、震相信息、震源机制、现场情况等。

煤矿地震监测站网应按月/按年编制运行报告，月报应包含仪器参数、运行日志及维护记录等；年报应包含站网运行维护情况、站网产出情况、地震活动性等。

* + 1. 终止

随着煤矿采掘区的迁移，不具备监测条件的煤矿井下地震站（点）可终止运行。

经批准永久停产的煤矿，煤矿地震监测站网可终止运行。

2. （规范性）  
   煤矿地震监测站网监测能力估算方法
   1. 估算站点环境地噪声水平位移量

在至少48 h的连续记录资料中，选择没有地震事件及个别干扰的时段，分别截取白天、夜间各4 h长度的南北向或东西向监测数据，按照如下步骤估算站点环境地噪声水平位移量：

1. 依据地震仪灵敏度等参数将截取数据换算为速度量，然后积分为位移量；
2. 进行带通滤波，滤波器频带取1 Hz～20 Hz，其阻带衰减不小于每倍频程12 dB；
3. 计算滤波后数据的均方根值作为站点环境地噪声水平的估计值。
   1. 确定站点对指定震级的监测范围

为从连续观测数据流中有效检出地震事件，地震事件初动震相信噪比取3，S波振幅取P波振幅的3倍，并按照2.2倍的有效值来估算峰值，则可有效检出地震事件的S波峰值振幅的估计值为站点环境地噪声水平的20倍。估算0.5与1.0地震监控范围时，S波峰值振幅的估计值采用10倍的站点环境地噪声水平。

依据地方性震级计算公式确定站点对指定震级的监测范围：

(A.1)

式中：

*ML*——用S波峰值振幅计算的震级；

*Aµ*——最大地动位移，取值为S波峰值振幅的估计值，单位为微米（µm）；

*R(Δ)* ——量规函数；

*S(Δ)*——点校正值，对于基岩台*S(Δ)*取值为0，对于松软土层*S(Δ)*取值为0.3～0.6。

对于指定震级ML，使用公式（A.1）得到*R(Δ)*，参照量规函数*R(Δ)*与震中距*Δ*的对应关系表（表A.1），得到的震中距*Δ*即为地震站点对该震级ML的监测范围。

* 1. 量规函数R(Δ)与震中距的关系

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Δ*/km | 0～0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 |
| *R(Δ)* | 0.48 | 0.78 | 1.03 | 1.21 | 1.36 | 1.47 | 1.57 | 1.66 | 1.73 | 1.80 |
| *Δ*/km | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| *R(Δ)* | 2.0 | 2.2 | 2.3 | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 2.9 | 3.0 | 3.1 | 3.2 |
| *Δ*/km | 60～70 | 75 | 85 | 90～100 | 110～120 | 130～140 | 150～160 | 170～180 | 190～220 | 230 |
| *R(Δ)* | 3.3 | 3.4 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 4.0 |

* 1. 估算煤矿地震监测站网监测能力

分别计算各个煤矿地震监测站点（点）对应震级ML0.5与ML1.0的监测范围，至少选取4个站点监测区域的交集作为煤矿地震监测站网ML0.5与ML1.0的监测能力范围。

1. （规范性）  
   煤矿地震监测站网相关设备主要技术指标
   1. 煤矿地震监测站点专用设备、电源设备主要技术指标

煤矿地震监测站点专用设备、电源设备主要技术指标应满足或优于表B.1的要求。

* 1. 煤矿地震监测站点专用设备、电源设备主要技术指标

| 序号 | 设备名称 | 主要技术指标 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- |
| 专用设备 | | | |
| 1 | 宽频带地震仪 | 一、传感器部分：  1.传感器类型：三分向一体，位移换能  2.频带宽度：60s-50Hz  3.灵敏度：不小于1000 Vs/m  4.噪声水平100s-10Hz,低于NLNM  二、数据采集部分：  1.采样位数：16位  2.授时精度：GPS优于0.01 ms，  3.记录方式：连续波形记录  4.传输方式：支持多重连接方式  5.工业级宽温存储卡，大于等于8 GB | 1.用于煤矿矿井观测的宽频带地震仪必须符合煤矿安全要求  2.三分向地震计和数据采集器宜采用一体化结构  3.应具有标定信号输入功能  4.应具有开锁摆体功能  5.应具有安装方位基准标志  7.应具有GPS网络授时功能  8.应具有标定信号输出功能  9.应具有数据存储功能和在线提取数据功能 |
| 2 | 深井宽频带地震计 | 1.传感器类型：三分向一体，位移换能  2.频带宽度：60s～50 Hz  3.灵敏度：不小于1 000 Vs/m（误差±3 %）  4.动态范围：大于135 dB  5.线性度误差：小于等于0.2 %  6.温度特性：±20 ℃免调零  7.供电电压范围：DC9 V～24 V  8.适用最大井斜：±5°  9.适用最小井径：75 mm  10.最大安装深度：500 m | 1.应具有标定信号输入功能  2.应具有标定信号输出功能 |
| 3 | 地震数据采集器 | 一、采集与传感器控制部分  1.数据采集器道数：3通道或6通道  2.信号输入方式：双端平衡差分输入  3.动态范围：大于135 dB  4.授时方式：GNSS授时精度优于0.1 ms，NTP授时精度优于1 ms  5.采样率：50 sps，100 sps，200 sps，500 sps，1000 sps  6.输入信号满度值：±2.5 V，±5 V，±10 V，±20 V  二、数据记录与通信控制部分  1.通信协议：支持TCP/IP协议、断点重传等  2.工业级宽温存储卡：大于等于8 GB | 用于与深井短周期地震计连接 |

表B.1 煤矿地震监测站点专用设备、电源设备主要技术指标（续）

| 序号 | 设备名称 | 主要技术指标 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- |
| 电源设备 | | | |
| 4 | 不间断电源 | 220 V交流输入，三路总功率130 W可选12 V、24 V、48 V输出，输出纹波小于等于DC120 mv/12 V，200 Ah/12V蓄电池，防尘、虫和潮湿，具有远程监控功能，软件狗和硬件狗防死机 | 用于地面供电站点 |
| 5 | 太阳能供电系统 | 太阳能电池：200 W～400 W  12 V蓄电池：200 Ah～400 Ah  太阳能控制器具备远程监控功能 | 用于太阳能供电站点 |

* 1. 煤矿地震监测站网中心主要设备及功能要求

煤矿地震监测站网中心主要设备及功能应满足或优于表B.2的要求。

* 1. 煤矿地震监测站网中心主要设备及功能要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备名称 | 主要功能及用途 | 技术要求 |
| 数据交换服务器 | 用于实时数据接收与交换，汇集和缓存各站点实时数据流，支持实时数据在线分析处理 | 应满足所有站点实时数据接收、共享的需求；能够在线缓存72 h的连续观测数据 |
| 数据处理服务器 | 承担实时数据处理和人机交互分析处理任务，包括地震事件分析、数据归档、地震编目等计算任务 | 应满足处理数据量及计算负荷要求 |
| 数据存储服务器 | 用于存储归档观测数据及资料，包括各种站网产出数据等 | 能够存储至少一年的连续观测数据，长期保存地震事件数据及站网产出数据等 |
| 地震信息与数据共享服务器 | 用于地震信息发布，观测资料共享 | — |
| 运行监控终端 | 显示系统运行状态（包括站点设备运行状态） | — |
| 人机交互终端 | 用于人机交互分析处理 | 依据站点数量配置，至少配置2个终端 |
| 打印机 | 用于文档、报告等打印 | — |
| 网络设备 | 用于构成站网中心网络化数据处理环境 | 包括路由器、调制解调器、交换机等 |
| 不间断电源 | 用于支撑系统的连续不间断运行 | 供电中断时，应至少支撑系统运行8 h |
| 当站点数量较少时，各服务器可共享硬件资源。   1. 表中各服务器按照逻辑功能划分。 | | |

参考文献

[1] GB 3836.1—2010　爆炸性环境　第1部分：设备 通用要求

[2] GB 3836.2—2010　爆炸性环境　第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备

[3] GB 17740—2017　地震震级的规定

[4] 徐世芳,李博.地震学辞典[M].地震出版社,2000

[5] GB/T 31077—2014　水库地震监测技术要求.

[6] DB 37/T 4294-2020 煤矿地震监测台网技术要求.

[7] 中国地震局监测预报司.地震学与地震观测[M].地震出版社,2007.

[8] 国家煤矿安全监察局.防治煤矿冲击地压细则[M].煤炭工业出版社,2018.

[9] 李学政,王海军,雷军.近场震级起算函数确定与爆炸余震震级计算[J].中国地震,2003,19(2)：117-124

