

KA

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA/T XXXXX—XXXX

煤矿水害防治
第6部分：水害风险监测预警系统指南

Prevention and control of coal mine water disaster
Part 6 : Guidelines of water disaster risk monitoring and forewarning system

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2024.11）

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

国家矿山安全监察局 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 一般规定 1

5 监测预警系统构成及功能 2

6 监测数据管理 2

7 监测预警平台 4

8 水害预警 5

9 预警响应 5

附 录 A （规范性） 故障提醒时间间隔..... 7

附 录 B （规范性） 煤矿水害微震监测数据采集及处理..... 8

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。

本文件由国家矿山安全监察局河北局提出。

本文件由矿山安全行业标准化技术委员会水害防治分技术委员会归口。

本文件主要起草单位：河北煤炭科学研究院有限公司、中煤科工西安研究院（集团）有限公司、中检集团公信安全科技有限公司、国家矿山安全监察局河北局、冀中能源集团有限责任公司、矿井水害探测与防控国家矿山安全监察局重点实验室、河北省矿井微震重点实验室、矿井物探河北省工程研究中心、皖北煤电集团有限责任公司、淮河能源（集团）股份有限公司、中国平煤神马控股集团有限公司、西安重装智慧矿山工程技术有限公司、中煤新集能源股份有限公司、开滦（集团）有限责任公司、中国石油大学（北京）、中国矿业大学（北京）、华北科技学院。

本文件主要起草人：张党育、贾靖、宋宪旺、王皓、高有身、赵立松、连会青、任跃武、王丹、贾龙、李延河、李玉宝、左建平、马旺、杨宏俊、杨波、刘芳亮、冯玉、武斌、段中稳、朱昌淮、傅先杰、刘宝敏、朱开鹏、乔伟、洪荒、黄炜霖、崔焕玉、卢钢、陈建东、高刚、王国举、王磊、张广尧、宋德旺、姬战锁、曹德龙、申宝国、靳守飞、陈永现。

本文件为首次发布。

煤矿水害防治

第 6 部分：水害风险监测预警系统指南

1 范围

本文件提供了煤矿水害风险监测预警系统的一般规定、监测预警系统构成及功能、监测数据管理、监测预警平台、水害预警、预警响应。

本文件适用于存在水害威胁，开展水害风险监测预警的矿。

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/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

AQ1029 煤矿安全监控系统及检测仪器使用管理规范

AQ 6201 煤矿安全监控系统通用技术要求

MT/T 1201.4 煤矿感知数据联网接入规范 第4部分：水害防治

MT/T 1201.6 煤矿感知数据联网接入规范 第6部分：工业视频

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤矿水害风险监测预警系统 coal mine water disaster risk monitoring and forewarning system

实时采集矿区降水量、矿井涌水量、排水量、长观孔水位/水温、微震、探放水视频、排水系统视频等水害风险相关要素监测数据，进行联网信息融合，综合研判水害风险并进行预警的系统。

4 一般规定

4.1 煤矿生产单位建设的煤矿水害风险监测预警系统应接入各省矿山安全监察局、国家矿山安全监察局水害平台，实现水害监测预警一体化。

4.2 煤矿水害风险监测预警系统数据接入类型、内容、流程等满足 MT/T 1201.4、MT/T 1201.6 及有关标准要求。

4.3 煤矿水害风险监测数据应包含但不限于降水量、矿井涌水量和排水量、长观孔数据和探放水视频。根据煤矿实际条件，其它直接接入的水害监测数据包括地表水、地表岩层移动、疏(放)水工程、微震数据和排水系统视频等。

4.4 应指定专人或机构对系统进行维护，确保系统正常运行。

4.5 系统涉及到的硬件、软件符合相关要求，系统中已列入矿用产品安全标识管理目录的产品应具有矿用产品安全标志。

4.6 不得随意删除、更改、屏蔽预警信息。

4.7 煤矿水害风险监测预警系统在投入运行前应对系统进行 1 次性能检测评估，以后每 2 年进行 1 次。

4.8 系统应具备故障提醒功能，故障提醒时间间隔应符合附录 A 的规定。

5 监测预警系统构成及功能

5.1 煤矿水害风险监测预警系统，应包括数据采集、传输、处理、存储、预警、展示等模块。

5.2 系统应具备自动采集、自动传输、存储调阅、智能预警、联网共享、多维展示、手机推送等功能。

6 监测数据管理

6.1 降水量数据

6.1.1 数据采集

降水量数据采集应符合以下要求：

- a) 矿井应建立气象站或降水量监测站，具备自动监测功能；
- b) 记录监测站、设备参数等信息；
- c) 对降水量数据进行实时采集；
- d) 降水量数据宜通过有线、物联网等方式传输到监测系统。

6.1.2 数据处理及查询

- a) 采用动态累计方式，按照 1h、3h、6h、12h、24h 进行统计；
- b) 应具备年、月、日、时降水量查询功能，数据应长期保存；
- c) 降水量实时及历史数据应采用图表等方式进行展示及输出。

6.1.3 预警管理

- a) 设置降水量阈值，进行四级预警；
- b) 查询降水量预警历史信息，对预警信息进行按条件查询、原因分析和解除。

6.2 涌水量数据

6.2.1 数据采集

涌水量数据采集应符合以下要求：

- a) 应在采区泵房、水平泵房、中央泵房水仓入口处及未封堵的主要涌（突）水点等位置布置涌水量数据采集设备；
- b) 涌水量数据采集设备宜包括地面监测主站、井下监测分站、流量传感器、明渠流量计、流速测量仪等；
- c) 录入测点、设备参数等信息；
- d) 对涌水量数据进行实时采集；
- e) 涌水量数据宜通过有线、物联网等方式传输到监测系统。

6.2.2 数据处理及查询

- a) 采用动态累计方式，按日、时进行数据统计；
- b) 应具备年、月、日、时涌水量查询功能，数据应长期保存；
- c) 涌水量实时及历史数据应采用图表等方式进行展示及输出。

6.2.3 预警管理

- a) 设置涌水量阈值，进行四级预警；
- b) 查询涌水量预警历史信息，对预警信息进行按条件查询、原因分析和解除。

6.3 矿井排水量数据

6.3.1 数据采集

矿井排水量数据采集应符合以下要求：

- a) 应在中央泵房（含直排泵房）布置矿井排水量数据采集设备；

- b) 矿井排水量数据采集设备宜包括地面监测主站、井下监测分站、水泵开停传感器、流量传感器等；
- c) 录入测点、设备参数等信息；
- d) 对矿井排水量数据进行实时采集；
- e) 矿井排水量数据宜通过有线、物联网等方式传输到监测系统。

6.3.2 数据处理及查询

- a) 采用动态累计方式，按日、时进行数据统计；
- b) 应具备年、月、日、时矿井排水量查询功能，数据应长期保存；
- c) 矿井排水量实时及历史数据应采用图表等方式进行展示及输出。

6.3.3 预警管理

- a) 设置矿井排水量阈值，进行四级预警；
- b) 查询矿井排水量预警历史信息，对预警信息进行按条件查询、原因分析和解除。

6.4 观测孔数据

6.4.1 数据采集

观测孔数据采集应符合以下要求：

- a) 宜安装监测系统主控站、矿用水文分站及水位（压）、水温传感器等；
- b) 录入观测孔测点、矿用水文分站、设备参数等信息；
- c) 对观测孔水位（压）、水温数据进行实时采集；
- d) 观测孔水位（压）、水温数据宜通过物联网等方式传输到监测系统；
- e) 观测孔水位（压）应精确到 0.01m，水温数据应精确到 0.1℃。

6.4.2 数据处理及查询

- a) 应具备年、月、日、时水位（压）、水温查询功能，数据应长期保存；
- b) 水位（压）、水温实时及历史数据应采用图表等方式进行展示及输出。

6.4.3 预警管理

- a) 设置水位（压）、水温阈值，进行四级预警；
- b) 查询水位（压）、水温预警历史信息，对预警信息进行按条件查询、原因分析和解除。

6.5 探放水视频

6.5.1 视频采集

探放水视频采集应符合以下要求：

- a) 在探放水作业区域布置视频监控；
- b) 探放水视频设备宜包括视频服务器、网络交换机、网络摄像头、光缆等，数据传输等满足 GB/T 28181 相关要求；
- c) 记录测点、设备参数等信息；
- d) 对探放水视频进行实时采集；
- e) 探放水视频数据宜通过有线、物联网等方式传输到监测系统；
- f) 视频在线状态应至少每小时同步 1 次。

6.5.2 视频管理

矿井本地应至少保留90天探放水视频。

6.6 微震数据

6.6.1 数据采集

微震数据采集应符合以下要求：

- a) 数据采集相关过程应符合附录 B 的规定；
- b) 记录监测区域、微震分站、检波器参数等信息；
- c) 对微震信号进行实时采集；
- d) 微震数据宜通过有线、物联网等方式传输到监测系统。

6.6.2 数据处理及查询

- a) 数据处理相关过程应符合附录 B 的规定；
- b) 按照 24h 进行微震事件频次、能量等参数统计；
- c) 应具备年、月、日、时微震查询功能，应至少保留近 5 年数据；
- d) 微震当日及历史数据、分析结论应采用图表等方式展示及输出。

6.6.3 预警管理

- a) 设置微震阈值，进行四级预警；
- b) 查询微震预警历史信息，对预警信息进行按条件查询、原因分析和解除。

6.7 排水系统视频

6.7.1 视频采集

排水系统视频采集应符合以下要求：

- a) 在中央泵房（含直排泵房）布置视频监控；
- b) 排水系统视频设备宜包括视频服务器、网络交换机、网络摄像头、光缆等，数据传输等满足 GB/T 28181 相关要求；
- d) 记录测点、设备参数等信息；
- e) 对排水系统视频进行实时采集；
- f) 排水系统视频数据宜通过有线、物联网等方式传输到监测系统；
- g) 视频在线状态应至少每小时同步 1 次。

6.7.2 视频管理

矿井本地应至少保留90天排水系统视频。

7 监测预警平台

7.1 预警平台软件

预警平台软件应符合AQ 6201，同时满足以下要求：

- a) 操作系统、数据库、编程语言等应为可靠性高、开放性好、兼容性好、易操作、易维护、安全、成熟的主流产品，与煤矿主流管控平台兼容；
- b) 具有与钻孔数据等外部系统联接的接口，接口协议公开；
- c) 融合降水量、涌水量、矿井排水量、水位（压）、水温、探放水视频、微震、排水系统视频等系统监测数据，以图表、曲线图等多种方式直观展示煤矿水害风险指标数据，进行突水风险预警；
- d) 集成监测数据，连通监控视频；
- e) 宜通过移动端页面等方式登录操作；
- f) 具备断线提醒及预警信息声光报警、短信推送等功能。

7.2 预警平台硬件

预警平台硬件应符合AQ 6201的规定，同时满足以下要求：

- a) 应包括系统服务器、大屏显示系统设备、操作台、存储等方面，应采用当时主流技术的通用产品，并满足可靠性、可维护性、开放性、兼容性和可扩展性等要求；
- b) 系统服务器应具备软件平台运行及存储功能，承载软件平台各项功能运转负荷；

- c) 大屏显示系统设备宜包括大屏箱体、控制电脑、拼接处理器、视频处理器、音响系统、光网转换器、系统配电箱、强弱电线电缆等；
- d) 操作台宜包括平台操控电脑、固定通讯设备等。

8 水害预警

8.1 预警等级划分

水害风险监测预警等级划分依据各监测要素数据判定。风险及预警等级划分、颜色表征应符合表1规定。

表1 水害风险监测预警等级

风险等级	预警等级	颜色表征
高	I	红色
较高	II	橙色
中	III	黄色
低	IV	蓝色

注：出现断线等故障，系统发出断线提醒，颜色表征为灰色。

8.2 等级划分条件

8.2.1 降水量预警

降水量预警等级划分：

- a) 红色预警：3 小时降水量达到 100 mm；
- b) 橙色预警：3 小时降水量达到 50 mm；
- c) 黄色预警：6 小时降水量达到 50 mm；
- d) 蓝色预警：12 小时降水量达到 50 mm。

8.2.2 涌水量预警

分采区、水平、涌（突）水点按照涌水量变化值或变化率，由煤矿制定分级预警阈值。

8.2.3 矿井排水量预警

按照矿井排水量变化值或变化率，由煤矿制定分级预警阈值。

8.2.4 观测孔预警

按照观测孔水位（压）、水温变化值或变化率，由煤矿制定分级预警阈值。

8.2.5 微震预警

依据微震事件发生频次、层位、属性及时空演变规律，制定分级预警阈值。

8.2.6 其它预警

其它监测数据由煤矿分别制定分级预警阈值。

8.3 预警阈值确定

涌水量、矿井排水量、观测孔、微震等预警阈值制定后，报煤炭企业审批，无上级公司的组织专家进行论证。

9 预警响应

9.1 煤矿制定分级预警响应办法，报煤炭企业审批。

- 9.2 出现预警情况，启动相关应急处置程序。
- 9.3 降水量出现红色及橙色预警，煤矿应停止作业，撤出井下作业人员。
- 9.4 预警解除应由煤矿提出申请，煤炭企业审批，无上级公司的，由煤矿主要负责人审批。

附 录 A
(规范性)
故障提醒时间间隔

- A. 1 降水量数据间隔 0.5 小时无信号，系统发出断线提醒，应及时修复；
- A. 2 涌水量数据间隔 3 小时无信号，系统发出断线提醒，应及时修复；
- A. 3 矿井排水量数据间隔 3 小时无信号，系统发出断线提醒，应及时修复；
- A. 4 长观孔数据间隔 6 小时无信号，系统发出断线提醒，应及时修复；
- A. 5 探放水视频无实时信号，系统发出断线提醒，应及时修复；
- A. 6 微震数据间隔 24 小时无数据，系统发出断线提醒，应及时修复；
- A. 7 排水系统视频无实时信号，系统发出断线提醒，应及时修复。

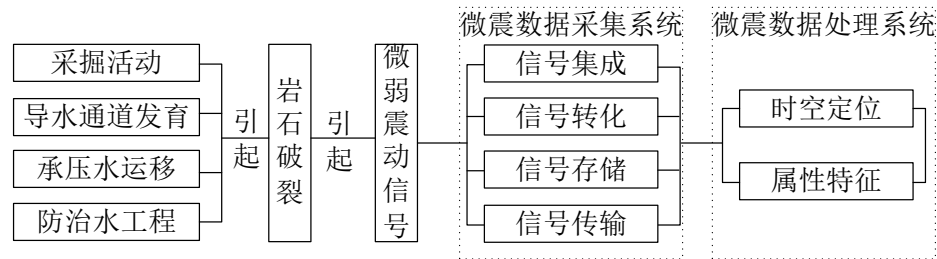
附录 B
(规范性)
煤矿水害微震监测数据采集及处理

B.1 煤矿底板水害微震监测数据采集及处理技术方案

B.1.1 总体要求

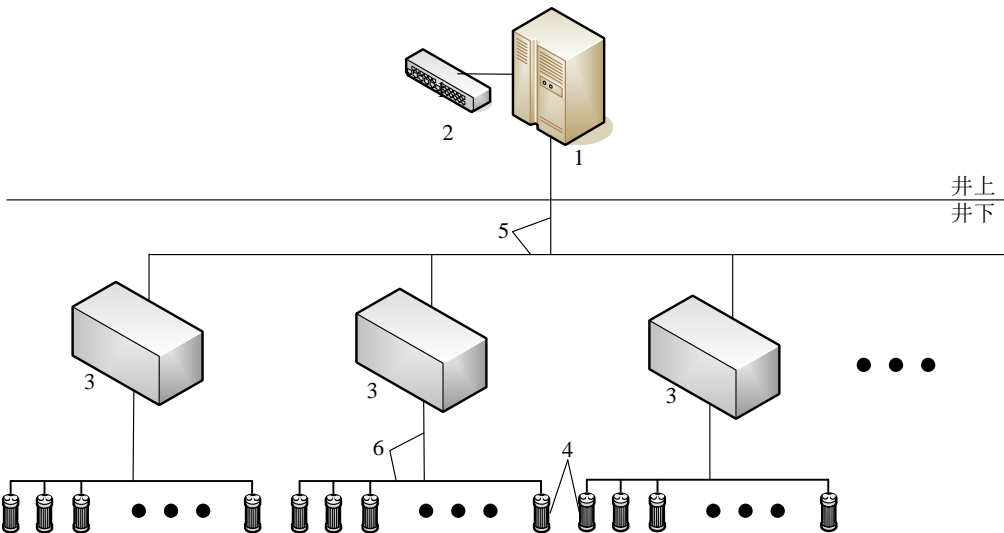
B.1.1.1 煤矿底板水害微震监测数据采集及处理技术方案见图 1，具体如下：

- a) 由高灵敏度检波器捕捉由采掘活动、导水通道发育、承压水运移、防治水工程等引发的岩石破裂微弱震动信号；
- b) 通过电缆等方式将震动信号传输到微震采集分站，经过数据集成后，以井下环网或光缆等方式传输到地面主服务器；
- c) 通过微震数据处理系统对接收到的微震信号进行处理，得到每个微震事件的时空定位、属性特征等信息。



图B.1 技术方案

B.1.1.2 系统组成如图 2 所示。



注：1-主服务器；2-授时服务器；3-采集分站；4-检波器；5-光缆；6-电缆。

图B.2 系统组成

B.1.2 监测原则

B.1.2.1 监测范围应覆盖整个工作面采动影响区域，重点监测：构造异常带、水文地质异常区、物探异常区、钻探异常区、注浆异常区等潜在突水危险区。

B.1.2.2 根据监测区巷道条件、水文地质条件等因素，确定检波器及分站位置，构建微震数据采集系

统。

B.2 微震数据采集系统构建

B.2.1 采集设备

B.2.1.1 采集设备应包括主服务器、授时服务器、微震采集分站、检波器、电缆、光缆等。

B.2.1.2 授时服务器，授时误差应 ≤ 50 ns；主服务器存储容量应 ≥ 4 TB。

B.2.1.3 微震采集分站应符合 GB/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.4、MT/T 209 标准的要求。

B.2.1.4 检波器应采用矿用本安型拾震传感器，包括单分量或三分量，频率范围应覆盖但不限于 4.5 Hz~1500 Hz。

B.2.2 系统构建

B.2.2.1 系统接入检波器数量应不低于 5 个。

B.2.2.2 传输线缆铺设，应符合煤矿安全质量标准化要求，并采取屏蔽措施，规避电磁干扰。

B.2.2.3 将检波器通过电缆等与微震采集分站连接，测量微震采集分站相应通道的回路电阻，确定检波器连接正常。

B.2.2.4 主服务器、微震采集分站、检波器之间应保持信号互联互通。

B.2.2.5 信号传输应符合 AQ6201、AQ1029 标准的要求。

B.2.2.6 数据采样间隔应 ≤ 0.2 ms，采用 DAT、SEGY、SEGD 等格式采集数据。

B.2.3 井下采集设备布置

B.2.3.1 微震采集分站布置

B.2.3.1.1 适用环境条件应符合以下要求：

- a) 围岩稳定的巷道、硐室安装；
- b) 环境温度：0℃~+50℃；
- c) 平均相对湿度：不大于 95% (+25℃)；
- d) 大气压力：80 kPa~106 kPa；
- e) 无其它显著振动和冲击；
- f) 无破坏金属和绝缘材料的腐蚀性气体，无滴、淋水。

B.2.3.1.2 微震采集分站与检波器间距应 ≤ 1000 m。

B.2.3.2 检波器布置

B.2.3.2.1 布置应符合以下要求：

- a) 回采工作面监测宜采用全包围方式布置，以监测区域为中心，在四周巷道布置检波器；
- b) 检波器相邻间距宜控制在 80 m~120 m 范围以内；
- c) 检波器宜采用钻孔方式安装。钻孔深度应大于巷道松动圈厚度，一般宜 7 m~10 m，并将检波器与岩体耦合；
- d) 单分量检波器钻孔直径宜 ≥ 50 mm，三分量检波器钻孔直径宜 ≥ 75 mm；
- e) 检波器应形成空间、立体监测网络，不应在同一平面布置；
- f) 垂直高度差具体值应根据实际地质条件、监测目标和设备能力等因素综合确定，一般宜 ≥ 10 m。

B.2.3.2.2 安装要求

- a) 准备安装杆、工具刀、防水胶带、树脂药卷、水泥等所需物品；
- b) 施工检波器钻孔，确保孔壁光滑、孔深到位等，测量孔口坐标、深度、方位等参数，计算孔底坐标；
- c) 用安装杆对钻孔进行探孔；
- d) 用安装杆将检波器推送到孔底，保持三分量检波器推送过程中不发生旋转；
- e) 在钻孔内灌入树脂药卷或水泥，检波器应与围岩耦合接触；

f) 全孔段灌入水泥，封孔。

B.3 微震数据采集系统校正

B.3.1 检波器参数录入

录入检波器三维坐标、方向、灵敏度。

B.3.2 采集分站时间同步

采用北斗时间同步系统，将地面授时服务器通过光缆、工业环网等方式，与井下微震采集分站串联连接，保持时间同步。

B.3.3 系统标定

B.3.3.1 每一个检波器孔口敲击应不少于 5 次，记录敲击时间，确保能够记录到有效波形。

B.3.3.2 采用井下放炮、空气炮等方式进行系统标定。具体要求如下：

- a) 数量应不少于 5 个；
- b) 钻孔应布置在有效探测范围内，设计满足安全要求；
- c) 记录起爆时间及坐标，通过反演计算、分析，建立地层速度模型。

B.3.3.3 运行期间，监测区域环境条件发生重大变化，重新校正。

B.4 数据采集

启动微震数据采集系统，实时采集微震信号。

B.5 微震数据处理系统前处理设置

前处理设置包括但不限于：

- a) 数据观测系统定义；
- b) 剔除废道、坏道；
- c) 环境噪音压制；
- d) 真振幅恢复。

B.6 数据处理

B.6.1 自动处理

识别、提取波形及初至位置。

B.6.2 自动处理流程

包括数字滤波、速度模型建立、微震震源定位等。

B.6.3 处理结果人工质控

按照以下原则，对自动处理之后的波形进行人工质控：

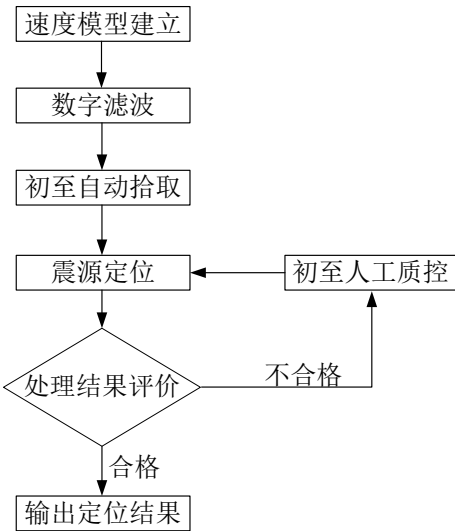
- a) 识别 P 波、S 波、外部异常波，确定波类型。利用 P 波、S 波进行事件定位，外部异常波不应参与微震定位计算；
- b) 单个事件参与定位的通道数应不少于 5 通道；
- c) 单通道背景噪音大，信噪比差，初至拾取困难，进行单通道滤波；
- d) 初至质量控制误差应不超过 2 个采样点；
- e) 各个通道 S 波峰值的先后顺序应与 P 波初至的先后顺序一致。

B.7 处理结果校正

按照以下原则，对数据处理结果进行校正：

- a) P 波、S 波的计算初至偏离实际到达时间超过 2 个采样点，拾取无效，应重新处理；
- b) 参与定位的通道存在方向控制效应、定位无效时，应改变通道组合重新处理；
- c) 底板水害预警关键层微震事件应进行二次处理；

- d) 定位计算后，考虑各通道初至的理论回归估计值与实际拾取值的偏差，若平均偏差不大于波长的 5%，定位计算合格；
- e) 处理结果综合误差 $\leq 20\text{ m}$ ，视为合格微震事件。



图B. 3 数据处理流程