

ICS 93.160

P 55

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 516—2013

水库诱发地震监测技术规范

Technical specification of reservoir-induced
earthquake monitoring

2013-09-17 发布

2013-12-17 实施



中华人民共和国水利部 发布

<https://www.slzjxx.cc>
水利造价信息网

中华人民共和国水利部
关于批准发布水利行业标准的公告
(水库诱发地震监测技术规范)

2013 年第 46 号

中华人民共和国水利部批准《水库诱发地震监测技术规范》
(SL 516—2013)为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水库诱发地震 监测技术规范	SL 516—2013		2013. 9. 17	2013. 12. 17

水利部
2013 年 9 月 17 日

<https://www.slzxw.com>
水利造价信息网

水利水电工程概算定额

（2002年颁布，2003年实施）

（水利部编）

（水利部水利水电规划设计总院编）

序号	名称	单位	数量	单价	合价
1	土方开挖	m ³	100	12.5	1250.00

<http://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

前 言

是根据水利部水利行业标准制修订计划，按照《水利技术标准编写规定》(SL 1—2002)的要求，编制本标准。

本标准共7章和6个附录，主要技术内容有：

- 总则；
- 术语；
- 监测台网布置；
- 监测系统组成与技术要求；
- 监测系统设备的安装、调试与验收；
- 监测系统的运行与监控；
- 监测数据处理分析与速报。

本标准全文推荐。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部建设与管理司

本标准解释单位：水利部建设与管理司

本标准主编单位：中国水利水电科学研究院

中国长江三峡集团公司

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：胡晓 常廷改 胡斌 苏克忠

苏立 邢国良 张艳红 李敏

许光 许亮华 张翠然 王静

刘文清 宋伟 李保华

本标准审查会议技术负责人：高安泽

本标准体例格式审查人：陈登毅

目 次

1 总则	1
2 术语	3
3 监测台网布置	4
4 监测系统组成与技术要求	6
5 监测系统设备的安装、调试与验收	8
5.1 安装	8
5.2 调试与参数设置	8
5.3 验收	9
6 监测系统的运行与监控	10
6.1 台站运行与监控	10
6.2 台网管理中心运行与监控	10
7 监测数据处理分析与速报	11
7.1 监测数据处理与速报	11
7.2 监测数据分析	11
附录 A 台站至不同振动干扰源的最小距离	12
附录 B 台站与台网管理中心供电、避雷及天线建设要求	13
附录 C 台站监测仪器设备的配置和基本技术要求	14
附录 D 台网管理中心设备和软件配置	17
附录 E 无线、有线直传中继站工作原理	18
附录 F 监测系统之间数据传输方式	20
标准用词说明	21
条文说明	23

1 总 则

1.0.1 为规范我国水库诱发地震监测技术工作，提供判别水库诱发地震或天然地震的科学依据，监测与分析水库诱发地震的发展趋势，采取相应的应急措施，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于坝高 100m 以上，库容 5 亿 m^3 以上的水库，且根据《水库诱发地震危险性评价》(GB 21075) 的评价结果，可能诱发 5 级及以上地震的新建、扩建水库的水库诱发地震监测。

1.0.3 监测工作可分为 4 个阶段，各阶段的工作应符合下列规定：

1 可行性研究阶段：进行现场勘选，提出监测系统的总体布置、监测仪器及设备的数量、监测系统的工程投资估算。

2 初步设计阶段：提出监测系统设计文件，包括监测系统布置图、仪器设备清单及工程概算等。

3 施工阶段：提出施工详图。做好仪器设备的率定、安装、调试和保护，绘制竣工图，编写建台报告和试运行报告。

4 运行管理阶段：进行监测系统的管理与维护，保障监测设备的正常运行，并做好地震记录的处理分析和速报工作。

1.0.4 水库诱发地震监测台网布设，应根据水库诱发地震危险性评价的结果和水库等级提出合理的台站布局和组网要求。

1.0.5 水库诱发地震监测仪器应稳定可靠，技术指标应能满足工程监测需要。宜采用数字化传输技术组网。

1.0.6 水库诱发地震监测台网应至少在蓄水前 1 年投入正式运行。

1.0.7 水库蓄水 6 年以上，且至少有 3 次达到正常蓄水位，仍未诱发水库地震的台网，应对历年监测资料进行系统整理分析，编写出总结报告，报送水库上级主管部门批准，向地震工作主管

部门备案后，可不再进行监测。

1.0.8 本标准的引用标准主要有以下标准：

《水库诱发地震危险性评价》(GB 21075)

《水工建筑物强震动安全监测技术规范》(SL 486)

1.0.9 水库诱发地震监测技术工作除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

2 术 语

2.0.1 水库诱发地震 reservoir-induced earthquake

在特殊的地震地质背景下,由于水库蓄水或水位变化而引发的地震。

2.0.2 水库诱发地震影响区 reservoir-induced earthquake influenced area

水库正常蓄水位淹没区及其外延 10km 的范围。

2.0.3 水库诱发地震监测台网 reservoir-induced earthquake monitoring network

由 4 个及 4 个以上地震监测台站组成的监测网络/体系。

2.0.4 地震监测台站 earthquake monitoring station

设置地震监测仪器的基层机构。

2.0.5 水库诱发地震监测台网管理中心 managing center of reservoir-induced earthquake monitoring network

安装地震监测管理计算机、软件和相关外围设备的场所。

2.0.6 短周期地震计 short period seismograph

工作频带的低频端在 0.5~1Hz,高频端在 20Hz 以上的地震计。

3 监测台网布置

3.0.1 应根据水库诱发地震危险性评价的结果,结合水库等级和监测精度提出合理的台站布局。

1 坝高在 100~200m,且总库容在 (5 亿~10 亿 m^3 之间的大 (2) 型水库,宜由 4 个台站组网,将水库影响区内的可能震中包围在监测台网内。

2 坝高在 100~200m,且总库容在 10 亿~100 亿 m^3 之间的大 (1) 型水库,台站的布局应满足有效地震监测下限 $M_L 1.0$ 级、震中定位精度 2km 的要求。

3 坝高大于 200m,或总库容大于 100 亿 m^3 的大 (1) 型水库,台站布局应满足下列要求:

1) 重点监测区:控震能力有效地震监测下限定为 $M_L 0.5$ 级,震中定位精度 1km。

2) 一般监测区:控震能力有效地震监测下限为 $M_L 1.0$ 级,震中定位精度 2km。

3) 必要时,可视具体情况增加地形变、地应力等监测手段。

4 流动地震仪的配置数量不宜少于台站总数的 20%。

3.0.2 对于没有建设监测台网的已建水库,若发生水库诱发地震,应及时布设不少于 4 个台站所组成的临时监测台网进行监测,必要时应设置固定监测台网。

3.0.3 台站应符合下列原则:

1 台站远离各种干扰源,具体要求见附录 A。

2 台站测点应建在相对完整的基岩上。

3 在 1~20Hz 频带范围内,背景振动速度噪声均方根值应低于 $1 \times 10^{-7} \text{m/s}$ 。

4 台站面积宜不小于 64m^2 ,观测室面积宜不小于 12m^2 ,

应配备太阳能供电系统，防雷接地电阻宜小于 10Ω ，设备接地电阻宜小于 4Ω 。

3.0.4 台网管理中心的布置应符合下列条件：

- 1 应布置在通信畅通、交通方便、有供电保障的地点。
- 2 台网管理中心应设有计算机房、办公室、值班室等，其总面积宜不小于 80m^2 。机房装修应符合国家有关标准。
- 3 数据传输方式当采用无线传输时，应对周围各种场强进行测试，以便避开各种无线干扰。
- 4 台网管理中心供电、避雷及天线建设应符合附录 B 的技术要求。

3.0.5 中继站面积宜不小于 64m^2 ，观测室面积宜不小于 12m^2 。应配备太阳能供电系统。在有条件的情况下，交流电可作为辅助供电。防雷接地电阻宜小于 10Ω ，设备接地电阻宜小于 4Ω 。

4 监测系统组成与技术要求

4.0.1 监测系统应包括台站、台网管理中心、数据传输与中继三大部分。

4.0.2 台站的组成与技术要求应包括下列内容：

1 台站宜由地震计、数据采集器、数据传输设备和不间断供电系统组成。

2 台站监测仪器设备中的地震信号检测应以地震计为主，可配置加速度计。对监测仪器设备的基本技术要求，见附录 C。

4.0.3 台网管理中心组成与技术要求应包括下列内容：

1 应配置用于地震数据处理的计算机网络，具备地震数据实时接收、处理和热备份功能。

2 应有存储连续波形数据功能，配置大容量可读写设备和光盘刻录机。

3 应有数据共享与服务功能，配置提供数据共享的服务器，并应和相应级别的地震信息网络相连。

4 应有地震报警及系统故障监视报警功能。

5 地震数据处理系统应具备人机交互分析处理功能。

6 应配备数据处理分析的专用软件，见附录 D。

4.0.4 数据传输与中继组成及技术要求应包括下列内容：

1 台网数据传输方式可根据现场条件，确定采用有线、无线及有线和无线相结合等方式。

2 可采用多路数据汇集技术，同时传输多路数据及进行多台数据的中继转接，见附录 E。

3 利用有线信道传输实时地震波形时，地震波形数据必须采用专线传输，传输速率应不小于 19200bit/s，误码率低于 10^{-7} 。

4 超短波信道场强的电平裕量，一般情况下应不小于

30dB, 有条件可采用全双工或半双工双向信道。

5 信道中继可采用有线信道与有线信道的转接, 无线信道与无线信道的转接或有线信道与无线信道的转接。其转接功能可采用多信道汇集复用后再转发或单信道直接转发。

6 系统各节点之间数据传输方式参见附录 F。

<https://www.slzjxx.cc>
水利造价信息网

5 监测系统设备的安装、调试与验收

5.1 安 装

5.1.1 台网监测系统安装前，应对仪器设备进行检测，合格后方可进行安装。

5.1.2 地震计应安装在基墩上。基墩长 100cm，宽 80cm，高出地坪 20cm。基墩顶面应刻出子午线。

5.1.3 地震计使用前应调整水平。

5.1.4 各种设备应牢靠固定，有条件的台站应采用仪器箱（架）安装，机箱体应与地面或墙壁固定并与接地体良好连接。

5.1.5 GPS 天线应安装在室外离地面高度 2m 以上的开阔位置，接收卫星的圆锥体张角应大于 90° ，应保证能同时接收 4 颗以上卫星的信号。GPS 天线应安装在避雷防护区内，其天线体与数据采集器之间的连接线距离应保证 GPS 接收天线正常工作。

5.1.6 台网管理中心设备仪器安装应根据中心机房总体设计的布局统筹考虑。各设备宜分类安装，各机柜以及数据处理计算机之间应合理布局，避免过长的连线。应有结构化综合布线系统。各种配线应有记录并存档。

5.1.7 仪器线路连接应保证连接可靠，并做好防尘防潮处理，电源及避雷器的连接应保证足够的接触面积，外露连接电缆导线应增加必要的安全护套，保证仪器设备有足够的通风散热空间。

5.2 调试与参数设置

5.2.1 数据采集器安装后，应按要求设置工作参数，同一套仪器三分向增益应保持一致。

5.2.2 安装后，应对数据采集器和地震计进行现场标定。

5.2.3 台网管理中心的数据接收处理系统应与各台站的设备进行联调。

5.3 验收

5.3.1 监测系统建成并经考核运行后应申请进行验收。

5.3.2 验收时宜提交下列资料：

- 1 水库诱发地震监测设计报告。
- 2 水库诱发地震监测竣工报告。
- 3 水库诱发地震监测试运行报告。
- 4 水库诱发地震监测考核运行报告。
- 5 水库诱发地震监测工程监理报告。
- 6 相关的设备、仪器、软件使用说明书等技术资料。

6 监测系统的运行与监控

6.1 台站运行与监控

- 6.1.1 应每天一次进行地震计脉冲标定，每年进行一次系统正弦波信号序列标定。
- 6.1.2 地震计、数据采集器维修或更换后，应重新进行正弦波信号序列标定。
- 6.1.3 台站应建立维护日志。内容包括仪器设备名称和编号、维修日期、故障原因、仪器工作参数记录以及仪器更换记录等。

6.2 台网管理中心运行与监控

- 6.2.1 应建立台网管理中心 24 小时全日值班制度，负责台网管理中心设备、通信信道以及台站运行情况的管理、检查和维护。
- 6.2.2 应每天检查各台站脉冲标定幅度及周期的变化。当发现有变化时应及时测试检查原因并排除故障。
- 6.2.3 应建立地震通信专线及中继专线的档案，内容包括每条专线路由、专线类别、专线代号（或名称）、专线公里数、中继专线代号（或名称）、中继专线长度、开通日期、长话专线月租金与中继线租金等。
- 6.2.4 应建立台网值班日志、各种管理规章制度和操作规程，包括地震速报、值班、台站维护、设备维护等。

7 监测数据处理分析与速报

7.1 监测数据处理与速报

- 7.1.1 台网管理中心应负责监测数据处理与速报。
- 7.1.2 每天应及时完成地震事件的常规处理，包括震相分析、最大震幅及其周期值测量、持续时间测量、地震基本参数测定（发震时刻、震中位置、震源深度及震级）、参数文件存盘等。
- 7.1.3 应每天检查连续波形数据文件，对不满足触发条件的地震事件波形数据应进行人工截取存盘。
- 7.1.4 应每天测量并记录各台站的脉冲标定值。
- 7.1.5 应将连续波形数据文件和地震波形数据文件全部永久保存。
- 7.1.6 应编制地震目录（月报、年报），并按规定进行速报。
- 7.1.7 监测数据应纳入所在区域地震台网的数据共享。

7.2 监测数据分析

- 7.2.1 台网管理中心应负责组织监测数据分析。
- 7.2.2 应根据水库蓄水前后在水库诱发地震影响区地震活动总体水平是否变化、记录地震的序列特征和时、空、强特征进行数据分析来判定是否诱发了水库地震。
- 7.2.3 水库蓄水前后在水库诱发地震影响区地震活动总体水平没有明显变化（强度、频度、震中分布），可判定没有水库诱发地震发生。
- 7.2.4 水库蓄水前后在水库诱发地震影响区地震活动总体水平明显增强，可根据地震的时、空、强特征和序列特征进一步来判定。
- 7.2.5 判定为水库诱发地震后，应加强分析研究，可根据诱发地震发展趋势，预测最大震级。
- 7.2.6 对强震动加速度记录的分析，应按 SL 486 的要求进行。

附录 A 台站至不同振动 干扰源的最小距离

表 A 台站至不同振动干扰源的最小距离表 单位: km

干扰源类型	干扰源的最小距离	
	干扰源与地震仪位于 差别很大的地质结构上 或中间隔有山脉或冲积 的谷地	干扰源与地震仪位于 相同的地质结构上, 并 且中间无山脉或冲积的 谷地相隔
主要公路、机械化农场	0.5	1.0
主要铁路、飞机场	3.0	5.0
岩石破碎机、重型机械、 火力发电厂	3.0	5.0
采石场、射击场、大吨位 冲击实验场(站)	2.0	3.0
高大建筑物	0.2	0.2
低建筑物、高大树木	0.03	0.03
高围栏、低树木、高灌木	0.025	0.025
大型输油输气管道	10.0	10.0

附录 B 台站与台网管理中心供电、 避雷及天线建设要求

B.1 监测台站

B.1.1 交流供电的台站，电源输入端应安装配电盘、空气开关、避雷器及漏电保护器。交流供电输入电源应满足 180~260V 的要求，并应配有蓄电池或不间断电源。

B.1.2 使用太阳能供电的地震台站，应根据功耗的要求架设太阳能供电设备。供电应保证台站连续工作 14 天。

B.1.3 无线地震台站应建设牢固的天线和避雷针底座。

B.1.4 地震计与数据采集器相距大于 10m 时，数据线应采用镀锌钢管保护，且不宜与电源线路并行架设。

B.1.5 台站应设立公共接地点，仪器接地应采用集中单点连接。

B.1.6 避雷设施应符合下列规定：

- 1 地震监测台站应进行防雷设计和安装防雷设施。
- 2 易发生直击雷区，应安装避雷针，避雷接地体应独立设置，接地电阻宜小于 10 Ω 。
- 3 通信线路和供电线路应安装避雷器，接地引线应满足相关规范要求。

B.2 台网管理中心

B.2.1 台网管理中心的通信线路和交流供电线路应考虑避雷措施并按要求埋设地线。仪器设备地线的接地电阻宜小于 4 Ω 。

B.2.2 无线接收天线底座应安全牢固，并宜缩短天线馈线的长度。

B.2.3 应采用在线式 UPS 供电系统，确保在交流电供电中断的情况下，系统正常工作在 8h 以上。

附录 C 台站监测仪器设备的配置 和基本技术要求

C.0.1 台站应配置三分向短周期地震计，其主要技术指标见表 C.0.1。短周期地震计安装时应调整机械零点和自振周期，并进行标定。

表 C.0.1 短周期地震计主要技术指标

序号	内容	技术指标
1	传感器类型	三分向正交一体地震计，误差小于 0.2"
2	频带	0.5~40Hz，地动速度平坦
3	灵敏度	1000V·s/m (单端输出) 或者 2000V·s/m (差分输出)
4	噪声	0.5~20Hz 频带内地震计自身噪声应低于 3dB
5	最大输出信号和失真度	±10V 总谐波失真度小于 -80dB
6	横向振动抑制	优于 10^{-2}
7	动态范围	>120dB
8	最低寄生共振频率	>100Hz
9	标定功能	标定线圈内阻小于 60Ω，标定常数 $10m \cdot s^{-2}/Amp$
10	输出阻抗	<100Ω
11	工作稳定性	工作寿命按 10 年设计与制造，平均无故障时间大于 50000h，防电压波动和浪涌，断电保护和 30min 内自恢复；防信号过载，过载解除后 5min 内恢复常态工作；全工作温度范围内灵敏度变化小于 ±5%；±10℃ 温度变化范围内机械零位和输出偏压保持正常

C.0.2 台站应配置数字化地震数据采集器，其主要技术指标参见表 C.0.2。

表 C.0.2 数据采集器主要技术指标

序号	内容	技术指标
1	数据采集器道数	普通型: 1, 3, 6 (2组), 9 (3组) 通道 流动型: 3 通道
2	信号输入方式	双端平衡差分输入
3	输入阻抗	$\geq 100k\Omega$ (单边)
4	输入信号满度值	$\pm 10V$ 、 $\pm 20V$ 可编程选择 (差分信号输入)
5	A/D 转换	24-bit
6	动态范围	$\geq 130dB@50\text{ sps/ch}$
7	系统噪声	$< 1LSB$ (有效值)
8	非线性失真度	$< -110dB@50\text{ sps/ch}$
9	路际串扰	$< -110dB$
10	数字滤波	FIR 数字滤波器, 可选线性相移或最小相移滤波器
11	通带波动	$< 0.1dB$
12	通带外衰减	$> 135dB$
13	输出采样率	分组可设 1sps/ch, 10sps/ch, 20sps/ch, 50sps/ch, 100sps/ch, 200sps/ch
14	频带范围	0~0.4Hz, 4Hz, 10Hz, 20Hz, 40Hz, 80Hz
15	去零点滤波器	一阶数字高通滤波器
16	高通滤波	可设截止周期 100s, 300s, 1000s, 或关滤波
17	标定信号发生器	不低于 16-bit 以上 DAC, 输出 $\pm 5mA$
18	标定信号类型	阶跃、正弦波, 或二进制编码信号 (选项)
19	标定输出	信号频率、幅度、周期数可设置
20	标定启动方式	指令方式、定时方式
21	校时方式	内置 GPS 接收机
22	授时/守时精度	优于 1ms
23	环境与状态监控	采集器具备环境与状态监控能力

C.0.3 配置的数据处理系统应能保证运行实时数据接收、连续数据保存、事件检测等实时任务, 同时还可以在不影响实时任务的情况下运行“交互处理”程序, 支持人机交互事件分析操作。

C.0.4 配置在线式 UPS 供电系统。

C.0.5 地震监测数据直传台通过超短波数传电台、有线台通过光纤传到中继站、台网管理分中心或台网管理中心。监测台站的设备链路及工作原理如图 C.0.5-1 和图 C.0.5-2 所示。

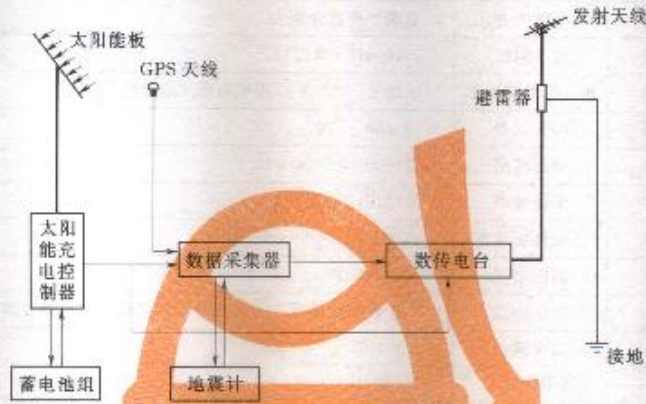


图 C.0.5-1 直传地震台工作原理图

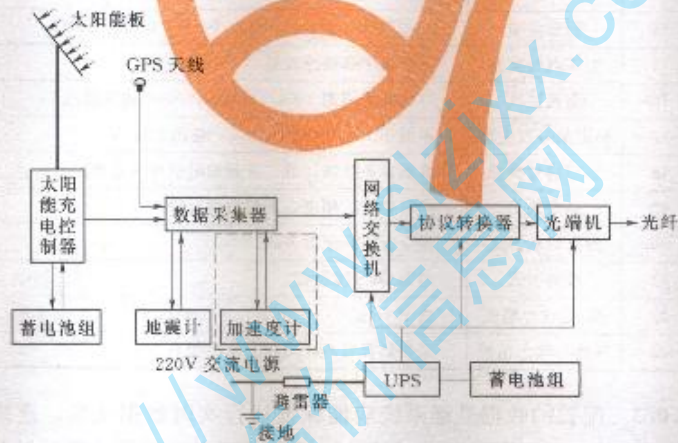


图 C.0.5-2 有线直传台工作原理图

附录 D 台网管理中心设备 和软件配置

D.0.1 设备和软件主要分为 4 部分：

- 1 硬件设备。主要包括服务器、接收设备、网络交换机等。
- 2 供电设备。主要包括大容量的 UPS 电源、蓄电池组、配线箱等。
- 3 专用软件。主要包括数据接收与发送软件、实时处理软件、人机交互软件、数据管理软件、系统运行监控软件、数据库软件、VPN 服务软件、强震动监控系统软件、强震数据处理分析软件以及操作系统软件等。
- 4 辅助设备。主要包括电话、传真机、PC 机、网络打印机、桌椅、文件柜、空调等。

D.0.2 主要设备工作原理如图 D.0.2 所示。



图 D.0.2 台网管理中心主要设备工作原理

附录 E 无线、有线直传中 继站工作原理

E.0.1 中继站的网络交换机（或串口服务器）将接收到其他台站的地震监测数据和本站点的数据汇集成一路信号，直传中继站通过超短波数传电台（或网络电台），有线中继站通过光纤传到台网管理中心或光纤接入点。

E.0.2 中继站设备链路如图 E.0.2-1 和图 E.0.2-2 所示。

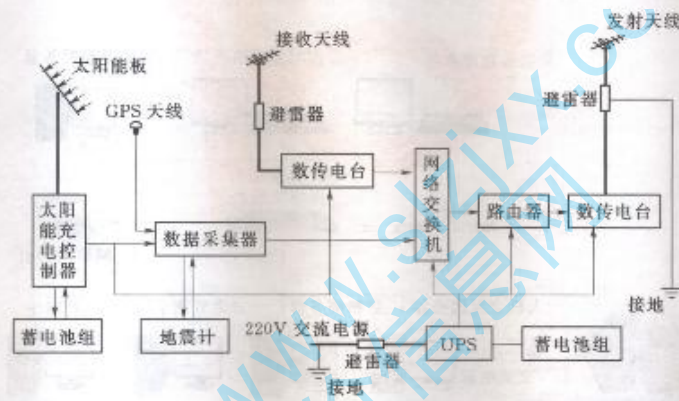


图 E.0.2-1 无线直传中继站链路图

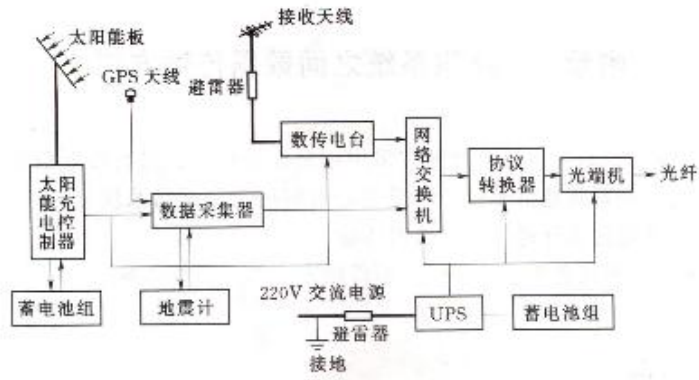


图 E.0.2-2 有线直传中继站链路图

<https://www.slzjxx.cc>
水利造价信息网

附录 F 监测系统之间数据传输方式

F.0.1 台站与中继站之间宜采用超短波通信方式进行波形数据传输。在具备通信条件的情况下，可利用通信网络系统以 IP 协议方式通过光纤进行波形数据传输。

F.0.2 系统各节点之间的数据传输方式如图 F.0.2 所示。



图 F.0.2 系统各节点之间的数据传输方式示意图

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	

附录四 附表四

序号	名称	单位
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

中华人民共和国水利行业标准

水库诱发地震监测技术规范

SL 516—2013

条文说明

<https://www.slzjxx.cc>
水利造价信息网

目 次

水利部水利科学研究院

1 总则.....	25
3 监测台网布置.....	27
4 监测系统组成与技术要求.....	28
5 监测系统设备的安装、调试与验收.....	29
6 监测系统的运行与监控.....	32
7 监测数据处理分析与速报.....	33



1 总 则

1.0.1 为规范我国水库诱发地震监测技术工作，为判别水库诱发地震或天然地震提供科学依据，还可监测水库诱发地震的发展趋势，以便采取相应的应急措施，达到防灾减灾的目的。

水库诱发地震是在特殊的地震地质背景下，由于水库蓄水或水位变化而引发的地震。水库诱发地震的震源机制很复杂，目前在理论上还没有比较统一的认识。我国对水库诱发地震危险性研究分两个阶段。第一阶段是在工程地质勘察阶段，按照《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487)的要求：在查明库区工程地质、水文地质、地震地质后，“分析水库诱发地震的可能性，预测诱发地震位置，最大震级及其对工程的影响”(6.2.1条)和按照《水库诱发地震危险性评价》(GB 21075)的标准，对水库影响区的地震地质条件，采用地震地质类比法，对水库诱发地震可能性、可能发震库段和最大震级进行综合评价。第二阶段是对诱发地震可能最大震级大于5级的水库进行监测。本标准就是为规范我国水库诱发地震监测技术工作而编制的。

1.0.2 该条文说明了本标准的适用范围。主要依据现行的国家标准和国务院令，并参考了水利行业标准和地震局管理办法而给出的适用范围。

《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487)中，6.2.1条规定：在勘察的可行性研究阶段，要“分析水库诱发地震的可能性，预测诱发地震的位置，最大震级及其对工程的影响”。

《水库诱发地震危险性评价》(GB 21075)中，规定了要对坝高100m以上，库容5亿 m^3 以上的水库，进行水库诱发地震危险性评价，并进一步提出了根据水库影响区的地震地质条件，采用地震地质类比法，对水库诱发地震可能性、可能发震库段和最大震级进行综合评价。评价结果有：

- (1) 不可能诱发水库地震；
- (2) 可能诱发 5 级以下水库地震；
- (3) 可能诱发大于 5 级的水库地震。

中华人民共和国国务院令 2004 年第 409 号《地震监测管理条例》第十四条规定：“坝高 100m 以上，库容 5×10^8 立方米以上且可能诱发 5 级以上地震的水库”应当建设专用地震监测台网。“且可能诱发 5 级以上地震的水库”，正是依据前两个国家标准评价的结果。

《水工建筑物抗震设计规范》(SL 203—97) 第 1.0.7 条规定：“坝高超过 100m，库容 5×10^8 立方米的水库，如有可能发生高于 6 度的水库诱发地震时，应在水库蓄水前就进行地震前期监测。”其内容与国家标准基本一致。

根据《水库地震监测管理办法》第九条规定：“坝高 100m 以上，库容 5×10^8 立方米以上的新建水库，应当建设水库地震监测台网，开展水库地震监测。”

国际大坝委员会统计，世界已建大坝 3 万多座，产生水库诱发地震的有近 120 个实例，其中多为小震，大于 5 级的只有 20 余例，我国已建大型水库 400 余座，发生水库诱发地震的有 20 余例，几乎全是弱震，震级大于 5 级的只有新丰江 6.1 级 1 例。水库诱发地震发生率很低，约为 0.3%。只有在特殊的地震地质条件下才诱发，采用地震地质类比法经过近 40 年的实践证明是行之有效的。因此，只对库容 5 亿 m^3 以上，且可能诱发 5 级以上地震的水库才建设专用水库地震监测台网。

1.0.4 水库诱发地震监测台网布设，根据水库诱发地震危险性评价和水库等级的不同提出相应的数量和精度要求。这是因为不同等级的水库淹没区范围的大小有很大差异。在建设总投资和水库管理人员配备上也有很大差别。

1.0.7 本条是根据国内外水库诱发地震震例，多发生在开始蓄水时期，经蓄水 3~5 年后，并有 3 次达到正常高水位仍未诱发地震的水库，就不再发生。

3 监测台网布置

3.0.1 对水库诱发地震监测台网的布置,具体提出了监测密度不同的要求。大(2)型水库回水区范围小,建设总投资少,水库管理人员配备少,宜由4个地震监测台站组网,将水库影响区内的可能震中包围在网内。4个台站组网即能确定水库诱发地震的时间、震级、震中位置的三要素,满足基本需要。对于大(1)型和特大型水库,则进一步提出了不同精度要求。其精度由台网的有效地震监测下限震级和震中定位精度控制。水库坝高大于200m,或总库容大于100亿 m^3 的大(1)工程的监测台网的布置要求,也与目前金沙江下游溪洛渡水电站(坝高278m,总库容115.7亿 m^3)、白鹤滩水电站(坝高277m,总库容179.24亿 m^3)、三峡水利枢纽(坝高181m,总库容393亿 m^3)等监测台网的精度要求大体相同。

3.0.3、3.0.4 在总结我国水库诱发地震监测台网布置经验的基础上,对水库诱发地震监测台网的台站、台网管理中心、中继站的技术指标分别提出了具体要求。

4 监测系统组成与技术要求

4.0.1~4.0.4 数字地震监测系统包括：地震信号检测、采集、传输、记录、数据处理以及时间服务、标定、供电等技术部分。可分成地震台站、台网管理中心、数据传输与中继三大部分，并分别对这三大部分提出了具体技术指标要求。提出的依据是从我国水库诱发地震监测遥测自动化的要求出发，又考虑到我国目前的监测设备生产技术水平。这些要求与《中国数字地震观测网络技术规程》(JSGC-01)基本一致。

地震监测系统所用的地震仪，随着电子技术的不断进步，已由熏烟记录、墨水记录、光记录向模拟磁带记录、数字磁带记录和全数字记录的方向发展。目前，已达到宽频带、大动态范围、遥测传输、实时数据处理的先进技术指标。这是本标准提出技术要求的主要根据。

其中“地震信号检测应以地震计为主，可配置加速度计”，这是因为地震计可记录位移或速度量，可用来判定地震的时间、地点、强度三要素。加速度计可直接提供加速度时程，而加速度值是日前水工建筑物抗震设计规范主要依据的动参数。

5 监测系统设备的安装、调试与验收

5.1 安 装

5.1.1~5.1.7 地震监测台网系统包括地震计、数据采集器、计算机、供电设备、通信设备及其他辅助设备。各种设备的安装应严格按照有关规定进行。特别强调地震监测台网系统安装前，应对全部的仪器、设备进行严格检测，合格后方可进行安装。

5.2 调试与参数设置

5.2.1~5.2.3 规定了地震计、数据采集器、数传设备（数传电台、网络电台）的调试与参数设置，应严格按照有关规定设置。台网管理中心的数据接收以及汇集处理系统应与各台站的设备进行联调，保证地震监测系统运行正常、工作可靠。更详细的要求可参见《中国数字地震观测网络技术规程》（JSGC-01）。

5.3 验 收

5.3.1 台网监测系统验收首先要完成管理人员技术培训。需对地震监测台网进行3~6个月的试运行。再经1年的考核运行后，且有关资料提交齐全的情况下，方可申请进行验收。

5.3.2 验收时，提交的水库诱发地震监测设计报告、水库诱发地震监测竣工报告、水库诱发地震监测试运行报告的主要内容可参考如下：

水库诱发地震监测设计报告内容

1 序言

水库工程位置，主要工程特征指标；

地震监测台网设计的依据、目的、规模；

地震监测台网设计工作的负责人、参加人员、完成时间。

2 区域地震地质背景

自然条件：地理位置、对外交通、气候条件、地貌特征；

区域地质构造：构造格架、主要活动断裂、新构造运动特征；

区域地震活动性；

工程场地地震安全性评价；

水库诱发地震危险性评价。

3 台网总体设计

区域地震监测台站分布现状；

水库诱发地震监测台网设计的思路和依据。

4 台网设计方案

监测系统组成与技术要求；

子台的遴选及确定；

数据传输方案的比较和确定；

台网管理中心的设计；

监测设备和仪器的技术指标要求。

5 台网建设的基本要求

土建工程，供电，防雷措施，通信，交通，仪器设备选型。

6 投资预算

水库诱发地震监测竣工报告内容

1 序言

水库工程位置，主要工程特征指标；

施工的依据、目的、监测台网的规模；

监测设计工作负责人、参加人员、施工时间。

2 监测台网子台及管理中心环境

地理位置：经度、纬度、高程；

地形及地震地质背景；

地脉动测试水平；

无线干扰场强及测试调查结果。

3 土建工程

台站基本建设：包括建观测室、混凝土坝墩、供电、防雷；
信号传输与中继：信号传输分有线传输和无线传输。前者施工需铺设光纤，后者需建立中继站；

台网管理中心建设：包括建信号接收和计算机房、配电室、值班室及必要的维修室和资料库房及防雷设备等。

4 仪器设备的测试、验收

按照设计报告提出的技术指标和有关规范的规定进行测试、验收，合格后方可安装。

5 仪器设备的安装与调试

按照仪器使用说明书和有关规范的要求进行安装与调试。

6 台网运行情况

包括信道状况，仪器设备状况，常规测试参数登记，故障出现时间，故障排除时间，以及运转进行的时间段记录。

水库诱发地震监测运行报告内容

1 试运行基本情况

试运行开始、结束时间，故障及处理，设备及参数调整说明。试运行负责人及参加人员。

2 基本运行环境

温度、湿度、电源系统、避雷系统。

3 系统设备状况

设备及软件名称、型号、数量。

4 系统技术指标

监控、数据传输处理和存储能力。

5 监测台网数据与地震记录处理分析结果

6 监测系统的运行与监控

6.1 台站运行与监控

6.1.1~6.1.3 规定了对监测台站运行监控的基本要求。更详细的要求可参见《中国数字地震观测网络技术规程》(JSGC-01)。

6.2 台网管理中心运行与监控

6.2.1~6.2.4 规定了对监测台网运行监控的基本要求，特别强调要建立台网值班日志和各种管理规章制度和操作规程，包括地震速报、值班、台站维护、设备维护等。

7 监测数据处理分析与速报

7.1 监测数据处理与速报

7.1.1~7.1.7 规定了台网管理中心每天应完成地震事件的数据处理与必要的速报要求。

7.2 监测数据分析

7.2.1~7.2.4 规定了数据分析是根据水库蓄水前后在水库影响区地震活动总体水平是否变化和记录地震的序列特征和时、空、强特征来判定是否诱发了水库地震。

水库诱发地震特征，是根据国内的新丰江水库、三峡水库、二滩水电站等水库诱发地震的监测经验和国外的水库诱发地震实例分析综合出来的，可作参考。

水库诱发地震特征：

(1) 水库诱发地震在发震时间上，与库水位的升降变化密切相关。当水库开始蓄水后，随着水位的迅速上升，往往出现频繁的小震，最大地震往往与最高水位相对应，并有滞后现象。新丰江库水位、地震释放能量与地震频度综合曲线见图1。

(2) 水库诱发地震在发震空间上，震中多分布在水库内和距水库边线10km范围内，并密集于断层带附近和透水岩石地区。地震的震源深度很浅，一般为1~5km，最深不超过10km。

(3) 水库诱发地震在发震强度上，多为弱震，震级大于5级的是少数。目前，全世界发生水库诱发地震有100余例，其中约65%为弱震，多属外生成因的岩溶塌陷地震和滑坡地震等，约35%为震级大于5级。震级在6.0~6.5的只有4例，多属内生成因的构造型水库诱发地震，是进行水库诱发地震监测的重点。

(4) 水库诱发地震在地震序列上，多为“前震—主震—余震”型，而天然构造大地震往往缺少前震，属“主震—余震”型。

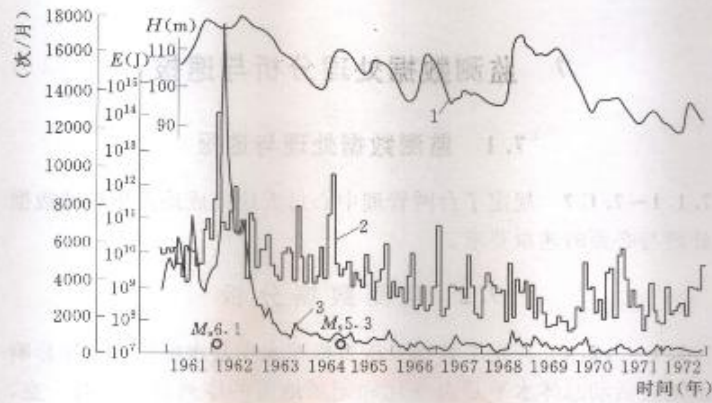


图1 新丰江库水位、地震释放能量与地震频度综合曲线

1—月平均水位 H (m); 2—地震释放能量 E (J); 3—地震频度 (次/月)

震”型。

(5) 水库诱发地震在地震频度 N 与震级 M 在半对数坐标上的直线 ($\lg N = a - bM$) 的斜率 b 值, 与构造地震不同, 水库诱发地震 b 值一般大于 1, 或大于同级构造地震的 b 值。

7.2.5 当判定为水库诱发地震后, 需加强分析研究, 可根据地震发展趋势, 预测水库诱发地震的最大震级, 以便采取相应的应急措施, 达到防灾减灾的目的。

中国水利水电出版社

水利水电技术标准咨询服务中心简介

中国水利水电出版社，一个创新、进取、严谨、团结的文化团队，一家把握时代脉搏、紧跟科技步伐、关注社会热点、不断满足读者需求的出版机构。作为水利部直属的中央部委专业科技出版社，成立于1956年，1993年荣膺首批“全国优秀出版社”的光荣称号。经过多年努力，现已发展成为一家以水利电力专业为基础、兼顾其他学科和门类，以纸质书刊为主、兼顾电子音像和网络出版的综合性出版单位，迄今已经出版近三万种、数亿余册（套、盘）各类出版物。

水利水电技术标准咨询服务中心（第三水利水电编辑室）主要负责水利水电技术标准及相关出版物的出版、宣贯、推广工作，同时还负责水利水电类科技专著、工具书、文集及相关职业培训教材编辑出版工作。

感谢读者多年来对水利水电技术标准咨询服务中心的关注和垂爱，中心全体人员真诚欢迎广大水利水电科技工作者对标准、水利水电图书出版及推广工作多提意见和建议，我们将秉承“服务水电，传播科技，弘扬文化”的宗旨，为您提供全方位的图书出版咨询服务，进一步做好标准和水利水电图书出版工作。

联系电话：010-68317913（传真） jwh@waterpub.com.cn
主 任：王德鸿 010-68545951 wdh@waterpub.com.cn
主任助理：陈 昊 010-68545981 hero@waterpub.com.cn
首席编辑：林 京 010-68545948 lj@waterpub.com.cn
策划编辑：王 启 010-68545982 wqi@waterpub.com.cn
杨露茜 010-68545995 ylx@waterpub.com.cn
王丹阳 010-68545974 wdy@waterpub.com.cn
章思洁 010-68545995 zsj@waterpub.com.cn

中国水利史话

水利史话

中国水利史话，是一部系统介绍中国水利发展史的通俗读物。全书共分十卷，分别介绍了中国水利的起源、发展、成就和现状。本书以丰富的史料和生动的笔触，展现了中国水利事业的辉煌成就和宝贵经验。从远古的灌溉工程到现代的防洪减灾体系，从传统的农田水利到现代化的水资源管理，本书全面梳理了中国水利发展的脉络，为读者提供了一幅完整的水利发展图景。本书不仅适合水利专业领域的从业人员阅读，也适合广大干部群众了解中国水利历史、增强水利意识的重要读物。

<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

<https://www.slzjxx.cc>
水利造价信息网



155170.72

SL 516—2013

中华人民共和国水利行业标准
水库诱发地震监测技术规范
SL 516—2013

*

中国水利水电出版社出版发行
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)
网址: www.waterpub.com.cn
E-mail: sales@waterpub.com.cn
电话: (010) 68367658 (发行部)
北京科水图书销售中心(零售)
电话: (010) 88383994、63202643、68545874
全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售
中国文联印刷厂印刷

*

140mm×203mm 32开本 1.25印张 34千字
2013年10月第1版 2013年10月第1次印刷

*

书号 155170·72
定价 16.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,
本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究