



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 19531.4—2004

---

## 地震台站观测环境技术要求 第4部分：地下流体观测

Technical requirement for the observational environment of  
seismic stations—Part 4: Underground fluid observation

2004-06-21 发布

2004-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

GB/T 19531《地震台站观测环境技术要求》分为以下几个部分：

- 第 1 部分：测震；
- 第 2 部分：电磁观测；
- 第 3 部分：地壳形变观测；
- 第 4 部分：地下流体观测。

本部分为 GB/T 19531 的第 4 部分。

本部分的附录 A、附录 B 与附录 C 为规范性附录。

本部分由中国地震局提出。

本部分由全国地震标准化技术委员会(SAC/TC 225)归口。

本部分起草单位：中国地震局地质研究所、中国地震局分析预报中心、天津市地震局、河北省地震局、甘肃省地震局。

本部分主要起草人：车用太、孙天林、鱼金子、张培仁、邓守琴、刘耀炜、曹新来、于书泉、邢玉安、刘成龙。

## 引 言

我国是世界上多地震的国家,也是蒙受地震灾害最为深重的国家之一。减轻地震灾害,是保障社会经济持续、快速、稳定发展和人民生命财产安全的重要措施。

地震台站是获取多种学科观测数据的基地,而确保这些数据的质量和连续性是减轻地震灾害最基础的工作。

制定 GB/T 19531 的目的是向社会各方提供保护地震台站观测环境的技术依据和规范地震台站选址,依据是《中华人民共和国防震减灾法》第十四条和第十五条。

制定本部分的主要技术依据是,我国地震台站地下流体观测实践和其结果在地震分析预报中的应用经验及相关的理论与试验研究结果。

制定本部分的技术思路是,首先根据现有震例研究地下流体主要测项的前兆异常量级,取其最低值为各类干扰的限量级,建立地下流体观测环境的技术指标;然后通过对全国地下流体观测干扰现状的普查,理清地下流体观测环境的主要干扰因素及其干扰特征与量级;在此基础上,进行相关的专题调研与试验研究,经过统计分析理论与理论计算,按着观测井区的水文地质条件分区与观测含水层的透水性分级,分别规定干扰源距地震台站的最小距离。

# 地震台站观测环境技术要求

## 第4部分：地下流体观测

### 1 范围

本部分规定了地震台站地下流体观测环境的技术指标、各类干扰源距观测井(泉)的最小距离及其相关的测试与计算方法。

本部分适用于各类地震台站地下流体观测环境的评估、管理与保护及新建台站的选址。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 19531 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB 50027—2001 供水水文地质勘察规范

CJJ 16—1988 城市供水水文地质勘察规范

CJJ 17—2001 城市生活垃圾卫生填埋技术规范

### 3 术语及定义

下列术语和定义适用于本部分。

#### 3.1

**地下流体** **underground fluid, ground fluid**

充填于地面以下固体(格架)中可流动的水、气、油等呈液态、气态存在的介质的总称。

#### 3.2

**地下流体动态** **behavior of underground fluid**

地下流体物理特性和化学组分随时间的变化。包括:地下流体的年、月、日动态。

#### 3.3

**地下流体观测** **observation of underground fluid**

为了监测和研究与地壳活动有关联的地下流体动态而进行的观测。地下流体观测的主要测项是水位、水温、水(气)氡与水(气)汞。

#### 3.4

**地下流体观测环境** **observational environment of underground fluid**

保障地下流体台站得以正常发挥观测效能的周围各种因素的总体,其范围一般不超过观测井外围 10 km 半径的地区。又称观测井区。

#### 3.5

**地下流体动态干扰因素** **interference factors of underground fluid behavior**

改变地下流体物理特性与化学组分正常变化规律的非地震因素。

#### 3.6

**观测井(泉)** **observation well(spring)**

专门用于地震地下流体动态观测的井(泉)。

3.7

**观测含水层 observation aquifer**

被观测井揭露井作为地下流体各测项动态观测对象的含水层。

3.8

**完整井 completely penetrating well**

钻穿整个含水层厚度并把其全部都作为井-含水层系统过水段面的观测井。

3.9

**稳定流抽水试验 steady-flow pumping test**

为求得井-含水层系统的水文地质参数而进行的,要求抽水井的出水量与水位同时在一定延续时间内保持稳定的抽水试验。

3.10

**允许干扰度 allowable interference degree**

地震地下流体观测中,允许干扰引起的动态变化的相对幅度。

**4 地下流体观测环境技术指标**

**4.1 地下流体主要测项的允许干扰度**

4.1.1 水位观测的允许干扰度为 10%。

4.1.2 水温观测的允许干扰度为 50%。

4.1.3 水氧观测的允许干扰度为 10%。

4.1.4 水汞观测的允许干扰度为 50%。

**4.2 地下流体主要测项干扰度的计算与限定环境干扰的技术要求**

4.2.1 地下流体主要测项干扰度的计算,见附录 A。

4.2.2 地下流体主要测项对环境干扰的限定要求是计算出的实际干扰度应小于允许干扰度。

**5 各类干扰源与观测井的最小距离**

**5.1 确定各类干扰源与观测井间最小距离的水文地质学基础**

5.1.1 观测井区的水文地质条件见表 1。

表 1 观测井区水文地质条件分区

| 水文地质条件分区      | 简单地区            | 中等地区                   | 复杂地区                  |
|---------------|-----------------|------------------------|-----------------------|
| 地形地貌          | 平原、宽谷、丘陵        | 山间盆地                   | 形态多样,类型难辨             |
| 含水层分布         | 层状、边界清楚         | 层状、块状、边界不很清楚           | 带状、错综复杂、边界很不清楚        |
| 含水层岩性         | 松散层为单一砂层;基岩岩性单一 | 松散层有多种砂、砾石层;基岩岩性多样,不均一 | 松散层以砾石层为主;基岩岩性多变,很不均一 |
| 地质构造          | 单斜或平缓           | 一般褶皱与断裂发育              | 复杂褶皱与大型断层破碎带发育        |
| 岩溶            | 只发育小溶隙          | 发育有小规模溶洞               | 发育有大型暗河、溶洞            |
| 地下水补给、径流、排泄条件 | 清楚              | 不很清楚                   | 很不清楚                  |
| 水化学类型         | 单一              | 多样                     | 复杂多样                  |

注 1:本表主要根据 GB 50027—2001 中表 1.0.5《供水水文地质条件复杂程度分类》编制,同时还参考了 CJJ 16—1988《城市供水水文地质勘察工作的复杂程度分类》的附录二。

注 2:表中的分区方案及其水文地质条件,与 GB 50027—2001 表 1.0.5 的分类方案一致,但本表中把水文地质条件进一步细化并成条理。

## 5.1.2 观测含水层岩性的分类,见表2。

表2 观测含水层的岩性分类

| 大类    | 种类  | 基本特征  |
|-------|---|---|
| 基岩类   | 一般基岩<br>(岩浆岩、变质岩、砂岩等)   | 坚硬致密,裂隙发育时可成为含水层。   |
|       | 碳酸盐岩<br>(石灰岩、白云岩等)  | 具有可溶性,溶隙、溶洞发育时可成为含水层。   |
| 松散砂土类 | 卵石  | 粒径大于20 mm的颗粒含量大于50%。  |
|       | 砾石  | 粒径大于2 mm的颗粒含量大于50%。   |
|       | 粗砂  | 粒径大于0.5 mm的颗粒含量大于50%,粒径大于2 mm的颗粒含量小于10%,粒径小于0.05 mm的颗粒含量小于3%。         |
|       | 中砂  | 粒径大于0.25 mm的颗粒含量大于50%,粒径大于2 mm的颗粒含量小于10%,粒径小于0.05 mm的颗粒含量小于3%。        |
|       | 细砂  | 粒径大于0.1 mm的颗粒含量大于75%,粒径大于2 mm的颗粒含量小于10%,粒径小于0.05 mm的颗粒含量小于3%。         |
|       | 粉砂  | 粒径大于0.1 mm的颗粒含量小于75%,粒径小于0.05 mm的颗粒含量大于20%。                           |
|       | 亚砂土   | 粒径小于0.005 mm的颗粒含量为3%~10%,粒径为0.005 mm~0.05 mm的颗粒含量少于粒径大于0.05 mm的颗粒含量。  |
|       | 亚粘土   | 粒径小于0.005 mm的颗粒含量为10%~30%,粒径为0.005 mm~0.05 mm的颗粒含量少于粒径大于0.05 mm的颗粒含量。 |
| 粘土    | 粒径小于0.005 mm的颗粒含量大于30%,粒径为0.005 mm~0.05 mm的颗粒含量与粒径大于0.05 mm的颗粒含量要少于粒径小于0.005 mm的颗粒含量。 |   |

## 5.1.3 观测含水层透水性的分级,见表3。

表3 观测含水层的透水性分级

| 透水性分级   | 极强透水                  | 强透水  | 透水   | 弱透水  | 不透水                                      |
|---|-----------------------|--|--|--|--|
| 渗透系数 $K$<br>$m \cdot d^{-1}$  | $\geq 100$            | 100~10(含10)                                      | 10~1(含1)                                       | 1~0.001<br>(含0.001)                          | $< 0.001$                                |
| 松散层岩性的<br>参考标志  | 卵石                    | 砾石-中砂  | 细砂-粉砂  | 亚砂土-亚粘土                                      | 粘土                                       |
| 基岩岩体结构<br>特征的参考<br>标志   | 大型未胶结的断层破碎带,岩溶、暗河发育区。 | 岩体呈碎块状,裂隙组数4~5组,裂隙间10 cm~50 cm,裂隙张开,纵横交错,相互完全连通。 | 岩体呈块裂状,裂隙组数3~4组,裂隙间距50 cm~100 cm,裂隙张开,纵横交错与连通。 | 岩体呈块状,裂隙组数2~3组,裂隙间距50 cm~100 cm,裂隙紧闭,彼此连通性差。 | 岩体呈完整状,裂隙组数1~2组,裂隙间距大于100 cm,裂隙紧闭,彼此不连通。 |
| <p>注1:本表中的透水性分级及其相应的渗透系数值,是根据《水文地质手册》表8-1-11、表8-1-12与表8-1-13及《岩体工程地质学入门》表3-4、表3-5、表4-10综合而成。</p> <p>注2:由于实际工作中,并不是所有井区或观测含水层中均可得到确切的渗透系数值,为此本表中还提出在松散层区按岩性与基岩区按岩体结构特征判定含水层透水性分级的参考标志。</p> |                       |  |  |  |  |

## 5.2 地表水体(江、河、湖、海、水渠、水库等)的边界和观测井的最小距离

5.2.1 地表水体与观测含水层有水力联系并有观测含水层的透水性值时,应符合下列要求:

- a) 观测含水层为弱透水层时,应大于 1 km;
- b) 观测含水层为透水层时,应大于 5 km;
- c) 观测含水层为强透水层时,应大于 10 km。

5.2.2 地表水体与观测含水层有水力联系,但缺少观测含水层透水性值时,应按井区的水文地质条件分区确定并符合下列要求:

- a) 水文地质条件简单地区,应大于 1 km;
- b) 水文地质条件中等地区,应大于 5 km;
- c) 水文地质条件复杂地区,应大于 10 km。

5.2.3 地表水体与观测含水层无水力联系,但观测含水层顶板埋深小于 500 m 时,应符合下列要求:

- a) 在沿海地区,应大于 10 km;
- b) 在大型水库区,应大于 6 km;
- c) 在江河岸边区,观测含水层岩性为粉砂和细砂时应大于 1 km,观测含水层岩性为中砂时应大于 3 km,观测含水层岩性为粗砂和砾石时应大于 5 km。

## 5.3 地下水开采或注水井和观测井的最小距离

5.3.1 在观测井区范围内,揭露有与观测层同属一个含水层的钻孔时,应按附录 B 的要求进行抽水试验与按附录 C 的要求进行水文地质计算,然后再确定地下水开采井和观测井间的最小距离。

5.3.2 在观测井区范围内,已有相关的抽水试验及其影响半径的观测和计算资料时,不需另进行试验与计算,直接引用其结果。

5.3.3 在没有条件进行抽水试验的松散砂质孔隙含水层区,开采层与观测层同属一个含水层时,最小距离应按观测含水层的岩性确定,并符合下列要求:

- a) 观测含水层岩性为粉砂时,应大于 1 km;
- b) 观测含水层岩性为细砂时,应大于 1.5 km;
- c) 观测含水层岩性为中砂时,应大于 2.5 km;
- d) 观测含水层岩性为粗砂时,应大于 3 km;
- e) 观测含水层岩性为砾石时,应大于 6 km。

5.3.4 在没有条件进行抽水试验的基岩裂隙含水层区或碳酸盐岩岩溶含水层区,开采层与观测含水层同属一个含水层(带)时,最小距离应按观测井区水文地质条件分区确定,并符合下列要求:

- a) 观测井区水文地质条件简单时,应大于 1 km;
- b) 观测井区水文地质条件中等时,应大于 5 km;
- c) 观测井区水文地质条件复杂时,应大于 10 km。

5.3.5 在观测井区范围内,有同层注水井时,注水井与观测井间的最小距离应大于 1 km。

5.3.6 在观测井区范围内,开采层或注水层和观测层不属于同一个含水层,其间发育有厚度大于 20 m 并分布均匀的不透水层时,不需考虑地下水开采或注水对地震地下流体动态的干扰。

## 5.4 矿区与观测井的最小距离

5.4.1 有爆破作业的矿区,爆破作业点到观测井的最小距离应大于 5 km。

5.4.2 有矿震(冲击地压、岩爆)活动矿区,矿震活动区边界到观测井的最小距离应大于 2 km。

5.4.3 有矿井疏干排水的矿区,当疏干层与观测层有水力联系时,最小距离应按观测含水层透水性分级确定并符合下列要求:

- a) 观测含水层为弱透水层时,应大于 1 km;
- b) 观测含水层为透水层时,应大于 5 km;
- c) 观测含水层为强透水层时,应大于 10 km。

**5.5 其他干扰源与观测井(点)的最小距离**

5.5.1 在观测井区范围内有铁路通过并观测含水层的顶板埋深小于 100 m 时,铁路路堤边缘与观测井的最小距离,应大于 0.5 km。

5.5.2 有滑坡与泥石流等现今地质动力作用活动区,观测井与活动区最大边界间的最小距离,应大于 1 km。

5.5.3 有垃圾或污水存放与处理的地区,应按 CJJ 17—2001 第 4.0.2 条的要求,观测井(点)与垃圾或污水存放与处理区边界的最小距离,应大于 0.5 km。

附录 A  
(规范性附录)

地下流体主要测项允许干扰度的计算方法

- A.1 计算或提取出相关测项的时均值或时值、日均值或日值、月均值数列。
- A.2 日动态中的允许干扰量计算时,应以时均值或时值为单元;分别计算或提取出干扰前 1 个月正常时段每时的时均值或时值与干扰时段每时的时均值或时值。
- A.3 月动态中的允许干扰量计算时,应以日均值为基本单元;分别计算或提取出干扰前 3 个月正常时段每日的日均值或日值与干扰时段每日的日均值或日值。
- A.4 年动态中的允许干扰量计算时,应以月均值为基本单元;分别计算出干扰前 3 年正常时段每月的月均值与干扰时段每月的月均值。
- A.5 选取正常时段最大值( $N_{max}$ )及最大变化幅度值( $ND_{max}$ ),即最大值与最小值之差。
- A.6 选取干扰时段干扰引起的最大值( $I_{max}$ )。
- A.7 地下流体主要测项的允许干扰度( $n$ ),按下列公式计算:

$$n = \frac{|I_{max} - N_{max}|}{ND_{max}} \times 100\% \dots\dots\dots(A.1)$$

- A.8 计算地下流体主要测项允许干扰度时,必须排除下列时段的数值:
  - a) 观测技术系统工作不正常时段;
  - b) 观测人员操作不规范时段;
  - c) 台站所在区域有破坏性地震活动的时段。
- A.9 地下流体主要测项允许干扰度的计算,应以发现有可疑干扰源为前提。

**附录 B**  
(规范性附录)  
**抽水试验及基本要求<sup>1)</sup>**

**B.1** 抽水试验,按表 B.1 的要求进行分类。

**表 B.1 抽水试验的分类**

| 分类     | 稳定流抽水试验   | 非稳定流抽水试验   |
|--------|---|--|
| 单井抽水试验 | 只有一口井抽水;抽水井的出水量与水位在规定延续时间内同时保持相对稳定。                     | 只有一口井抽水;抽水井的出水量与水位在规定延续时间内不能保持相对稳定,仍表现出一定趋势变化。                     |
| 多井抽水试验 | 一口井抽水,另有 1 口以上的观测孔中观测水位;抽水井的出水量与观测孔的水位在规定延续时间内同时保持相对稳定。 | 一口井抽水,另有 1 口以上的观测孔中观测水位;抽水井的出水量与观测孔的水位在规定延续时间内不能保持相对稳定,仍表现出一定趋势变化。 |

**B.2** 有水位观测孔的多井抽水试验时,观测孔到抽水井的最小距离应大于 50 m。

**B.3** 抽水井的水位下降总深度,应大于 15 m。

**B.4** 抽水试验时,应注意如下事项:

- a) 观测抽水井的出水量和水位变化及观测孔的水位变化;
- b) 出水量观测误差应不超过  $1 \times 10^{-1} \text{ m}^3/\text{h}$ ,水位观测误差应不超过 1 cm;
- c) 各项观测时间为:开始抽水的第一小时每 5 min 测 1 次,第二小时每 10 min 测 1 次,以后每 0.5 h 测 1 次;停止抽水后,第一小时每 5 min 测 1 次,第二小时每 10 min 测 1 次,以后每 0.5 h 测 1 次,一直观测到出水量与水位恢复稳定为止。

**B.5** 抽水试验中的稳定流判定标准如下:

- a) 抽水井的出水量和观测孔的水位已无持续下降或持续上升的变化趋势;
- b) 出水量波动率小于 5%;
- c) 水位变化幅度小于 5 cm。

**B.6** 稳定流抽水试验时,出水量与水位稳定后,稳定抽水持续时间应不小于 24 h。

**B.7** 如果不能满足多井抽水试验的要求时,可进行单井抽水;单井稳定流抽水试验的要求与有观测孔的稳定流抽水试验的要求相同。

**B.8** 如果连续抽水 24 h 以上,抽水井出水量还不能相对稳定时,可视为非稳定流抽水。

1) 本附录的各条款,主要参考 GB 50027—2001《供水水文地质勘察规范》中的 6.2.3、6.2.4 和 CJJ 16—1988《城市供水水文地质勘察规范》中的 2.4.11、2.4.12、2.4.13 等的规定,并结合地震地下流体动态观测的实践经验,经综合分析制定。

附录 C  
(规范性附录)

抽水干扰距离的计算公式<sup>2)</sup>

C.1 抽水井抽水对观测孔水位动态产生干扰的距离,根据抽水试验结果进行计算。

C.2 对不同类型的抽水试验,采用如下不同的计算公式:

a) 承压含水层中有一个观测孔的多井稳定流抽水试验时:

$$\lg R = \frac{S_w \lg r_1 - S_1 \lg r_w}{S_w - S_1} \dots\dots\dots (C.1)$$

b) 承压含水层中无观测孔的单井稳定流抽水试验时:

$$\lg R = \frac{2.73 K M S_w}{Q} + \lg r_w \dots\dots\dots (C.2)$$

c) 承压含水层中单井非稳定流抽水试验时:

$$R = 10 S_w \sqrt{K} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

$R$ ——抽水对观测井水位动态产生干扰的距离,单位为米(m);

$S_w$ ——抽水井中的水位降深,单位为米(m);

$r_w$ ——抽水井的半径,单位为米(m);

$S_1$ ——观测孔中水位降深,单位为米(m);

$r_1$ ——观测孔到抽水井的水平距离,单位为米(m);

$Q$ ——抽水井的出水量,单位为立方米每天( $m^3/d$ );

$M$ ——观测含水层的厚度,单位为米(m);

$K$ ——观测含水层的渗透系数,单位为米每天(m/d)。

C.3 计算求得的  $R$  值,作为判定抽水干扰距离的依据。

2) 本附录中,公式(C.1)、(C.2)、(C.3)引自《水文地质手册》中的表 8-1-16“影响半径( $R$ )计算公式一览表”。

参 考 文 献

- [1] 国家地震局地下水动态影响因素研究组. 地震地下水动态及其影响因素分析. 北京:地震出版社,1985
- [2] 汪成民等. 中国地震地下水动态观测网. 北京:地震出版社,1990
- [3] 张炜等. 水文地球化学地震前兆观测与预报. 北京:地震出版社,1992
- [4] 周坤根. 井水位观测资料的海潮改正问题. 地壳形变与地震. 9卷4期. 1989
- [5] 地质矿产部水文地质工程地质技术方法研究队主编. 水文地质手册. 北京:地质出版社,1978
- [6] 车用太等编. 岩体工程地质力学入门. 北京:科学出版社,1983
- [7] 国家地震局监测预报司地震地下水手册. 北京:地震出版社,1995
-