

## 仪器是怎样检测到地震的？传感器告诉你！

时间：2022-02-12 作者：专家委 点击：59

据国家地震台网微博消息，中国地震台网正式测定：2月10日15时36分在云南大理州大理市(北纬25.56度，东经100.04度)发生4.1级地震，震源深度12千米。

我们每天浏览国内外新闻，时有报道某地发生地震。强烈的地震对人类的经济活动和人身安全造成伤害威胁。随着现代科技的进步，地震检测能力和应用也在不断革新。地震检测设备通常称为地震仪，已经从使用传统的笔和摆锤发展到使用电子和机电传感器。这些传感器的设计进步产生了具有不同工作频率范围、检测机制和测量不同地震动参数的仪器。

今天我们来讨论一下主要的地动传感器及其物理原理，以及现代地震传感器的使用标准。首先，简单地介绍一下几个现代地震仪和地震动传感器。

### 1. 应变地震仪

历史上的地震仪器只能记录地动位移。技术的进步使得通过不同机制来测量地动位移成为可能。应变地震仪或应变仪一般是指记录和测量两个地面点之间位移的仪器。传统模型使用埋入或安装在钻孔中的实心杆。杆通常注入石英和其他对长度和应变变化高度敏感的材料。长度的变化归因于地动引起的小位移。另一种实现方式称为体积应变仪，它使用带有充液管的安装在钻孔中的圆柱体。容器体积的变形会引起液位变化，再通过电压位移传感器转换为地动位移。由于不需要传统模型所需的特殊材料，体积应变仪在该领域得到了更广泛的应用。激光技术的最新发展使得人们制作出了激光干涉仪，它大大提高了应变仪的精度。此类应变仪使用与不等臂迈克尔逊干涉仪相同的原理，一点是传感器、激光源和短臂，另一点是反射器，该反射器位于一定距离之外。设备将反射器运动引起的干涉条纹变化转换为地动位移。这种位移测量方法的灵敏度和精度与测量距离的长度成正比。因此，激光应变仪需要非常深的地下设施。应变仪的精度可以达到十亿分之一。这些设备通常用于测量断层运动和火山活动引起的地球变形或地壳运动。它们可以测量频率非常低的地震波信号。但是，与悬吊质量块相对于地面的运动相比，应变仪的差分地面运动非常小。因此，不建议使用应变仪来检测地震引起的地面运动。

### 2. 惯性地震仪

惯性地震仪确定相对于惯性参考的地动参数，惯性参考通常是一个悬吊质量块。具体来说，地震动参数指的是悬吊质量块的线速度和位移。虽然合成的地震动包括线性和角度分量，但地震波的旋转效应可以忽略不计。这些速度和位移值是从传感器获得的，传感器将悬吊质量块的运动转换为电信号。控制运动的机械悬架与作用在悬吊质量块上的惯性力相关。速度和位移传感器与机械悬架是惯性地震仪的两个主要组成部分。为这两个部分开发精密仪器是现代惯性地震仪的主要设计工作。

### 3. 力平衡加速度计

机械悬架需要一个较小的恢复力以提高灵敏度，这样较小的加速度也能在悬吊质量块上产生较大位移。但是，当强地震运动产生的大加速度作用于悬吊质量块时，较小恢复力将无法平衡所产生的运动。因此，被动机械悬架的精度和灵敏度只适用于有限范围的地震动加速度。力平衡加速度计(FBA)通过向机械悬架增加负反馈回路来消除此限制。电磁传感器根据悬吊质量块的位置产生补偿力。该位置由位移传感器转换为电信号，信号随后通过一个积分器模块，产生与地震动加速度成比例的输出电压。FBA的动态范围明显大于采用被动机械悬架的地震仪。因此，该设备通常用于强地震应用。但是，反馈回路引起的延迟会限制设备的带宽。

### 4. 速度宽带(VBB)地震仪

车辆运动和人为扰动(例如采矿)引起的地震波具有高频地震动加速度。在非常低的频率下，地动加速度以不平衡的悬架、地面倾斜和热效应为主。因此，使用地震动加速度的地震仪的带宽以具体带通响应为限。地震动加速度的带通响应等效于地震动速度的高通响应。因此，为了获得更宽的地震仪带宽，地震信号是以地震动速度记录的。VBB地震仪基于FBA，但不是将悬吊质量块的加速度作为反馈，而是使用其速度和位置。该设备的响应与传统惯性地震仪的理论响应非常相似，但是对于更广泛的作用力，其灵敏度和精度不会降低。

### 5. 地震检波器和微机电系统(MEMS)

自动化仪表  
分析仪器  
医疗仪器  
传感器  
仪器材料  
电子电工  
试验设备  
环境监测  
光学仪器  
控制系统

### 合作媒体



加速度计日益增多的地震应用的趋势是发展地震仪或地震传感器网络和阵列，例如用于地震监测、石油勘探和结构健康监测方面。地震仪的实施、屏蔽和安装是这些应用的三个常见约束条件。设备的规模生产和快速部署能够直接克服这三个常见限制，为此要求地震仪的尺寸和成本相应地缩减。当前有两类传感器技术能够检测地震动；与FBA和VBB相比，它们的尺寸非常小，而且成本低。

#### 6. 地震检波器

地震检波器是一种地震动速度传感器，其重量轻，坚固耐用，不需要任何电源即可工作。现代地震检波器的外壳上固定有一块磁铁，并被一个线圈包围。线圈被弹簧悬挂起来，可以在磁体上移动。此运动相对于磁铁的速度会感生一个输出电压信号。

资料来源：亚德诺半导体、中国新闻网

(来源：中国仪表网)

#### 友情链接

[中国仪器仪表学会](#) [深圳市科协](#) [广东省仪器仪表学会](#) [深圳市仪器仪表与自动化行业协会](#) [中国仪器仪表商情网](#) [中国自动化网](#) [激光制造网](#)