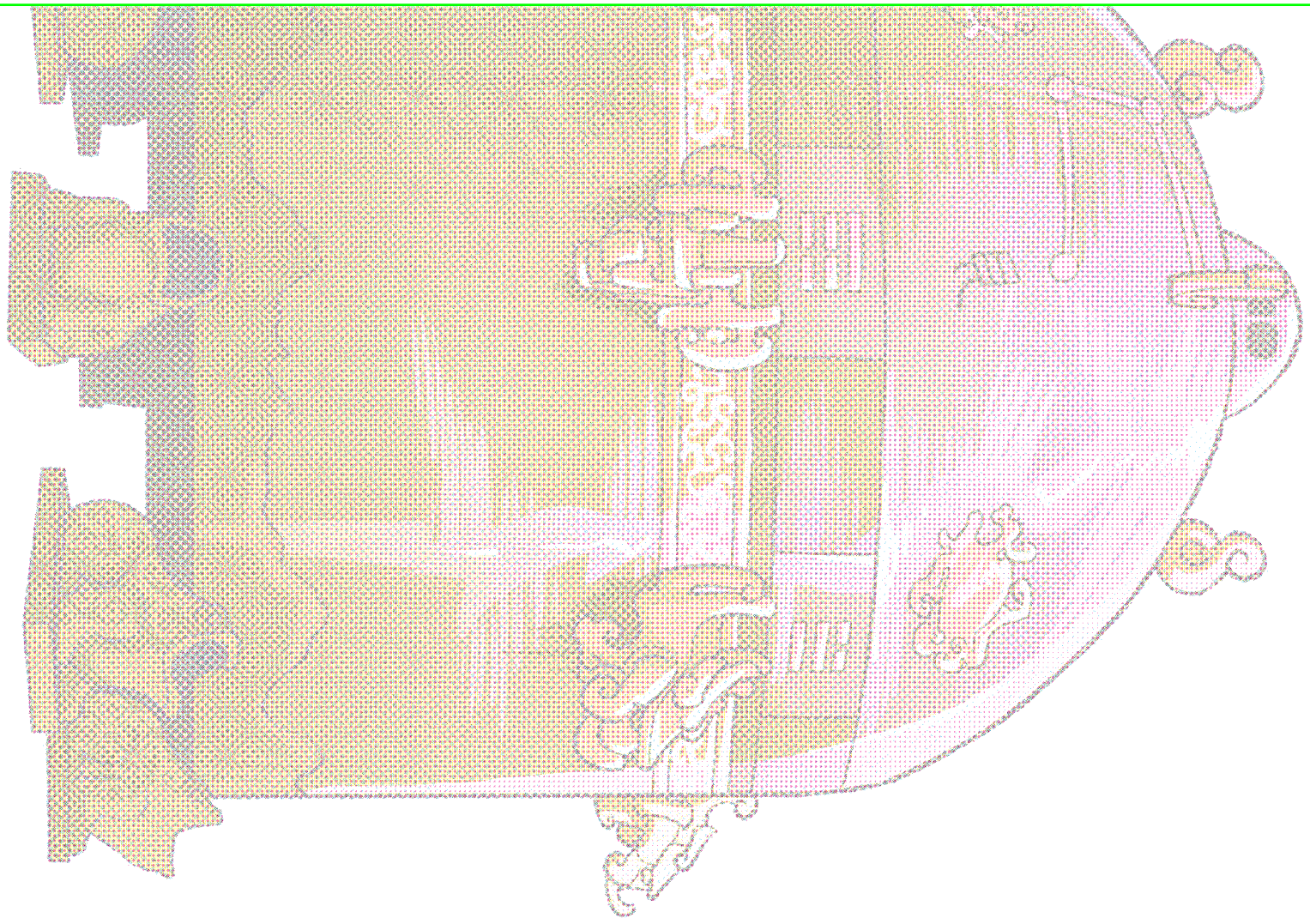
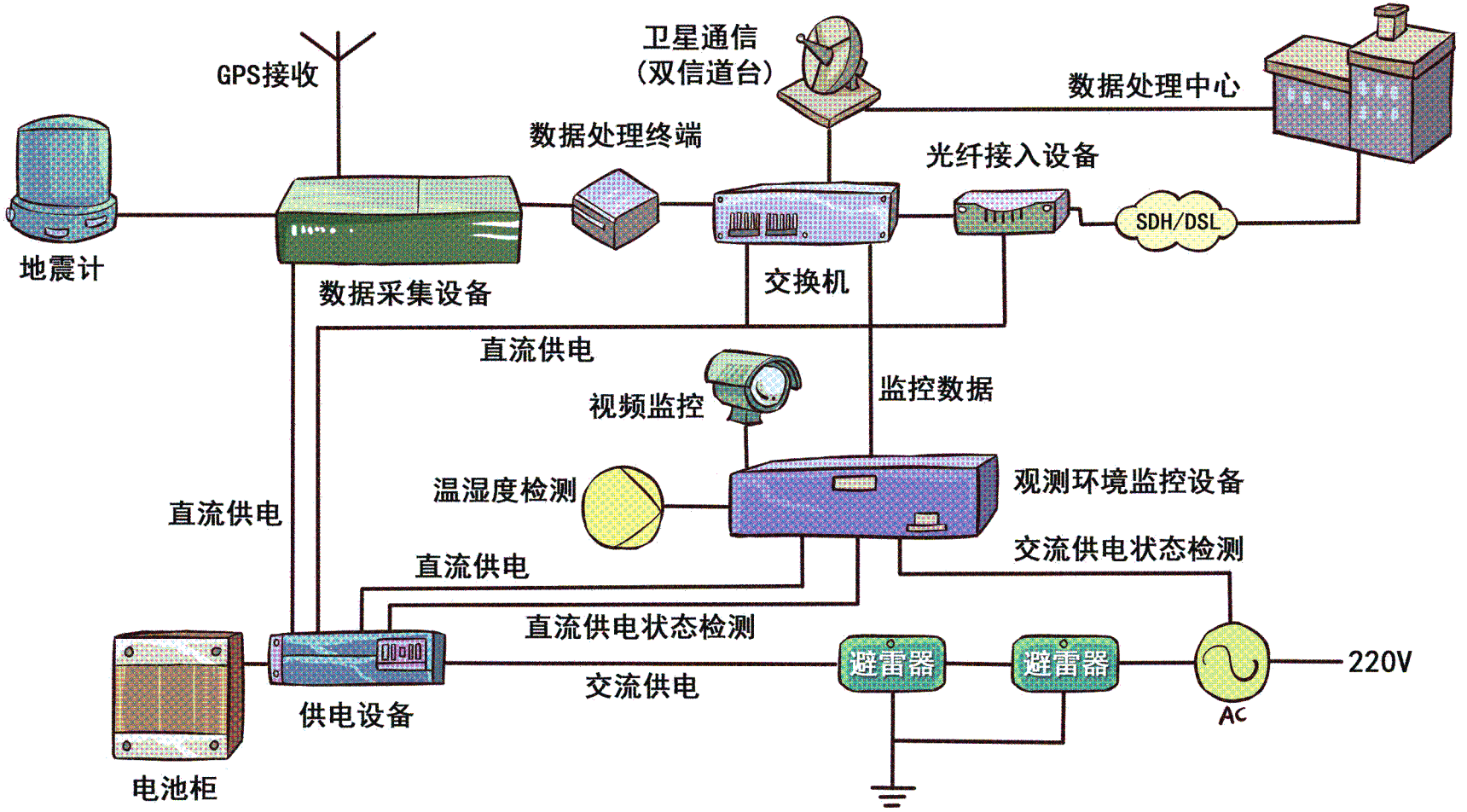
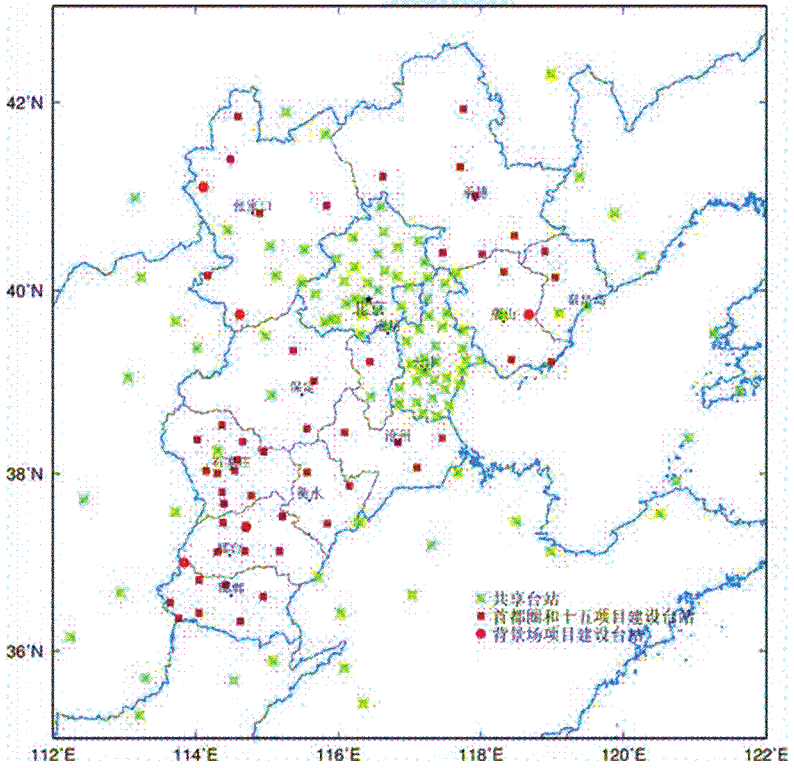

一
二
三
四
测震仪器与测震台网



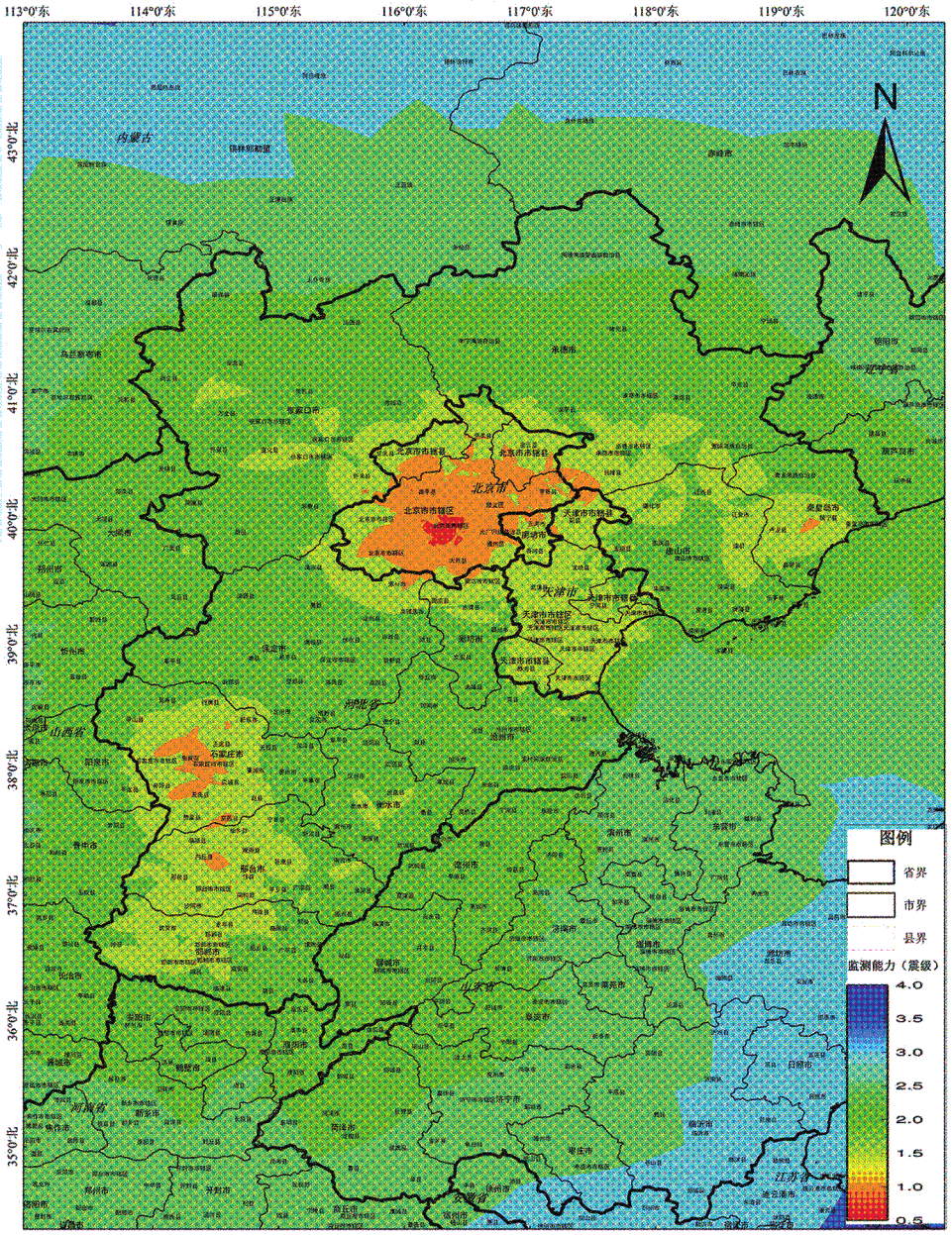


现代测震台站的典型技术系统构成

测震台网，其作用是测定国内外地震发生的时间、地点和震级大小。资料提供给搞基础研究和地震预报的人员进行研究。这类台站的布设采用均匀布台的方式，台站越密则可测到地震的下限震级就越小，台网定位精度也越高。



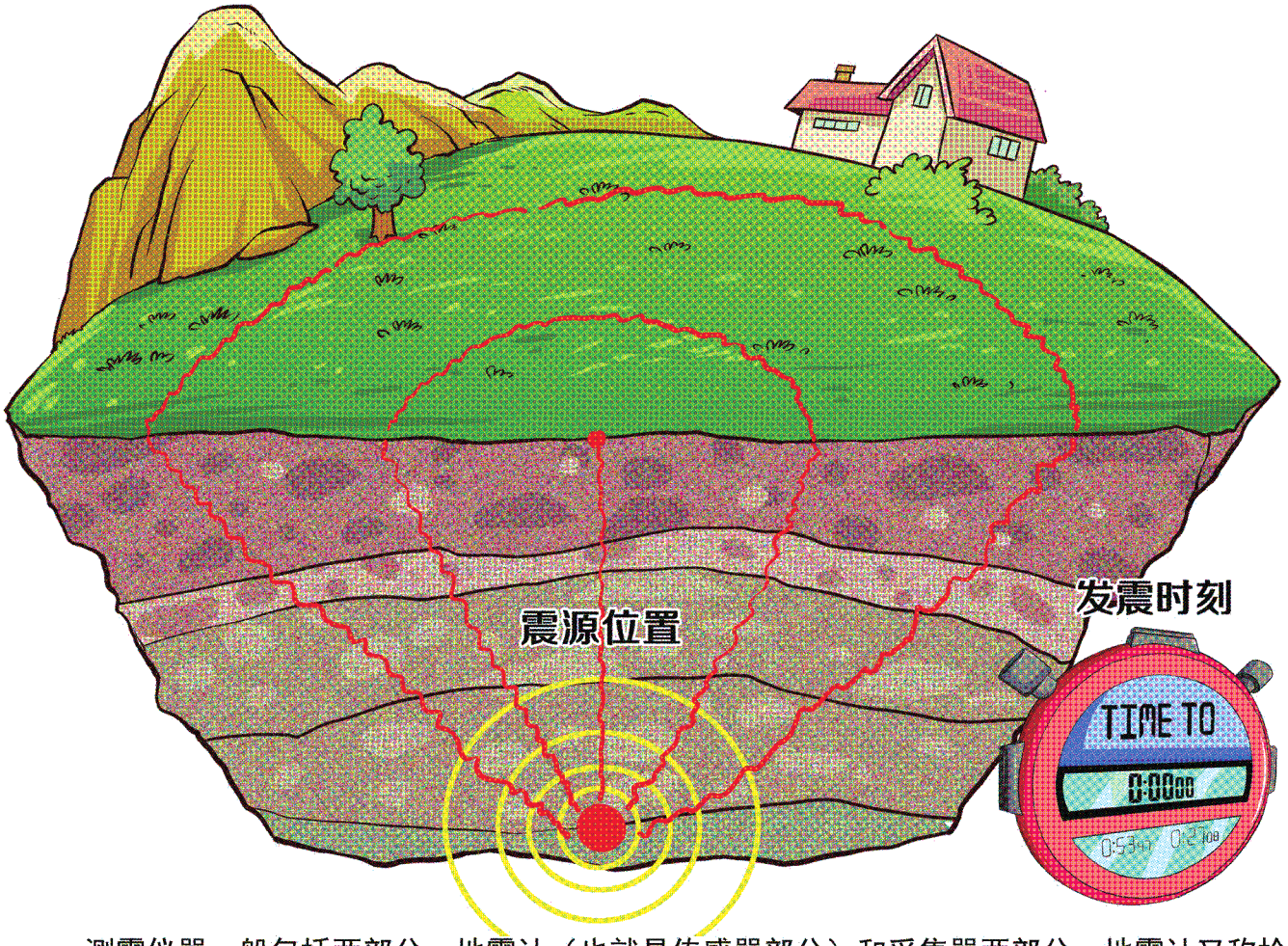
河北省测震台网台站分布图



河北省测震台网地震监测能力图

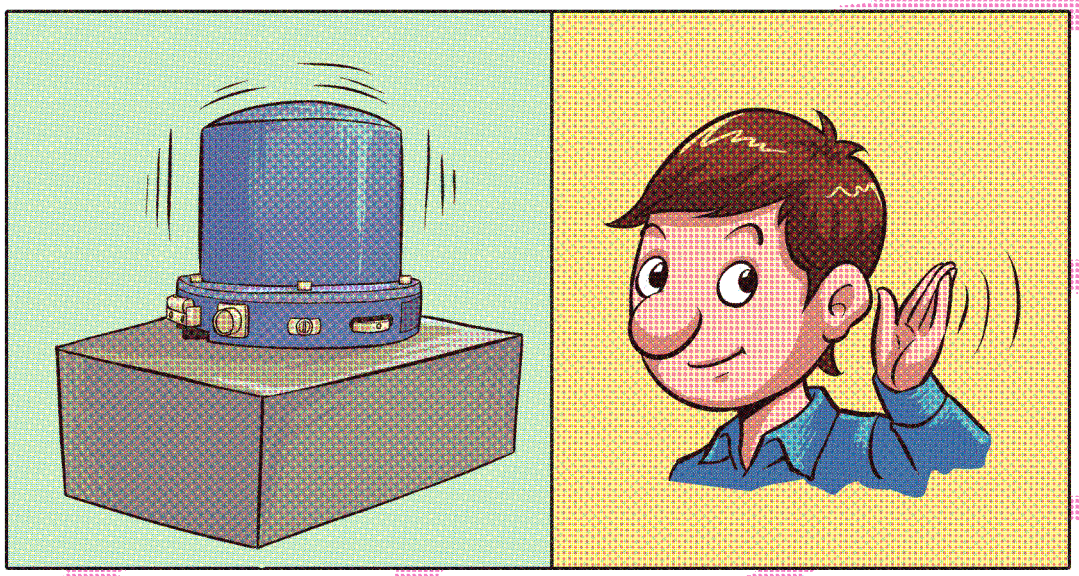
一、测震观测仪器

它是专门记录天然地震或人工爆炸所产生的地震波的仪器，通过记录到的波形确定地震或爆炸事件的基本参数：发震时刻、震源位置及震级等，也就是通常所说的地震三要素。



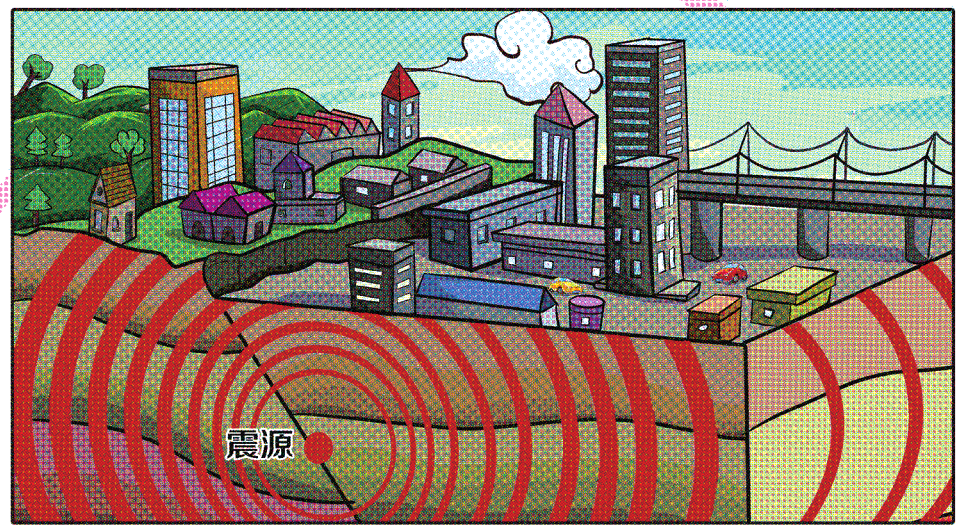
测震仪器一般包括两部分：地震计（也就是传感器部分）和采集器两部分。地震计又称拾震器、摆，是将地面运动转变为电信号的装置，是地震仪的主要部件。

1. 地震计的灵敏度和幅度响应

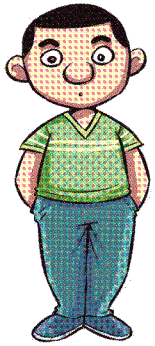


地震计感知地振动

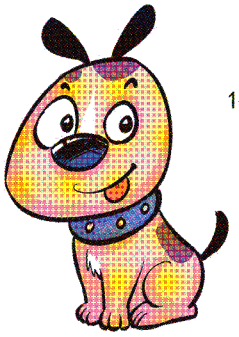
耳朵感知空气振动



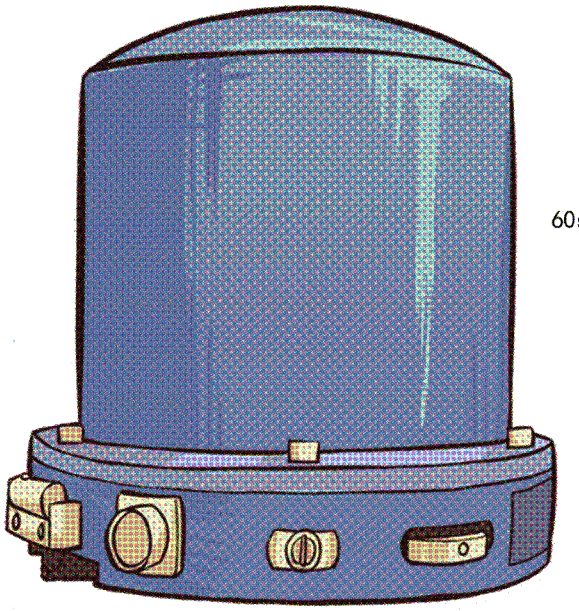
地震计的频带宽度决定了它观测震动信号的频带范围



20 Hz — 20000 Hz

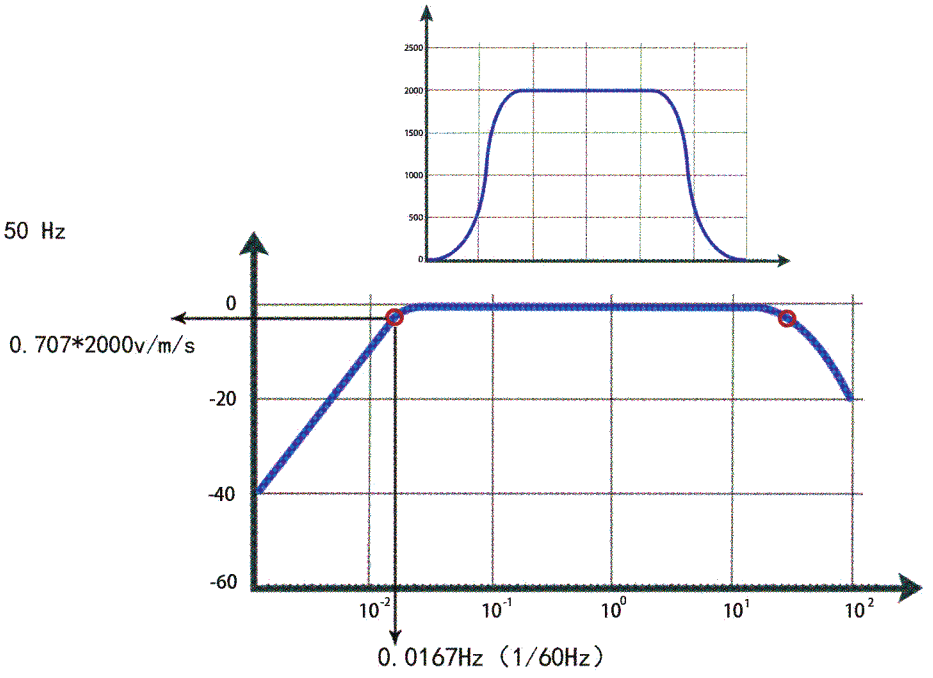


15 Hz — 50000 Hz



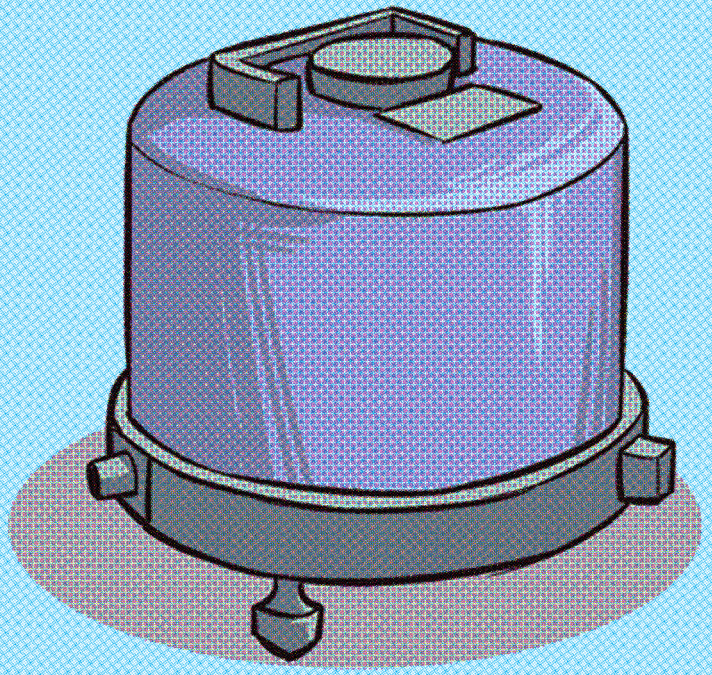
BBVS-60

60s — 50 Hz

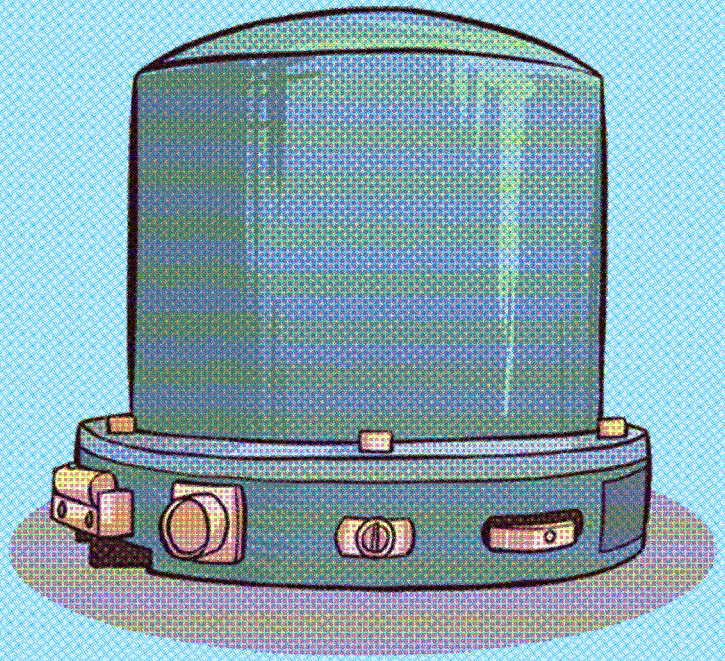


地震计在不同频率上有不同的灵敏度

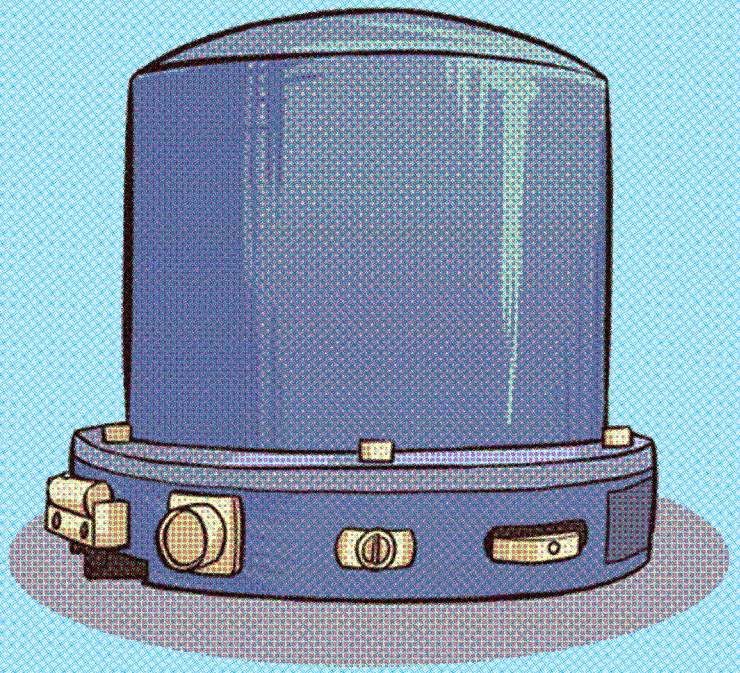
2. 常用地震计



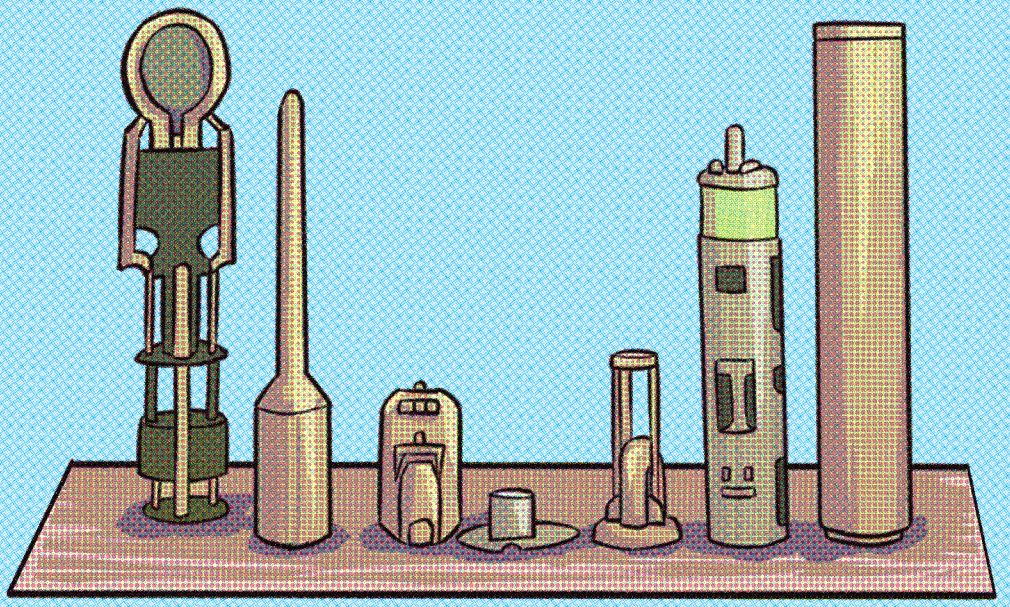
Fss-3M短周期地震计



BBVS-60宽频带地震计



BBVS-120甚宽频带地震计



Fss-3DBH.BBVS-60DBH井下地震计

井下地震计主要组成部分

落底式底座

引向器定位器

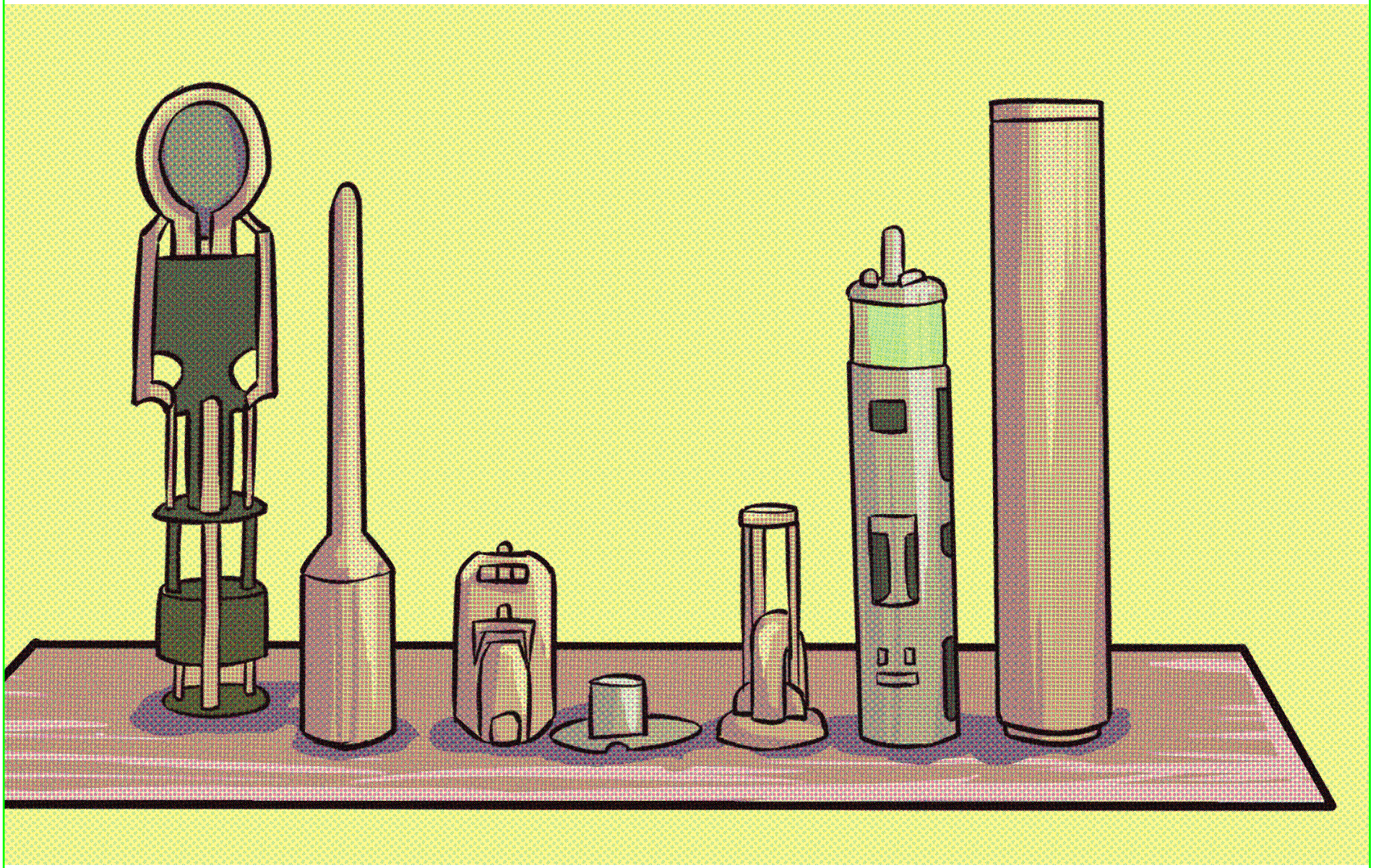
应力解除器

井盖

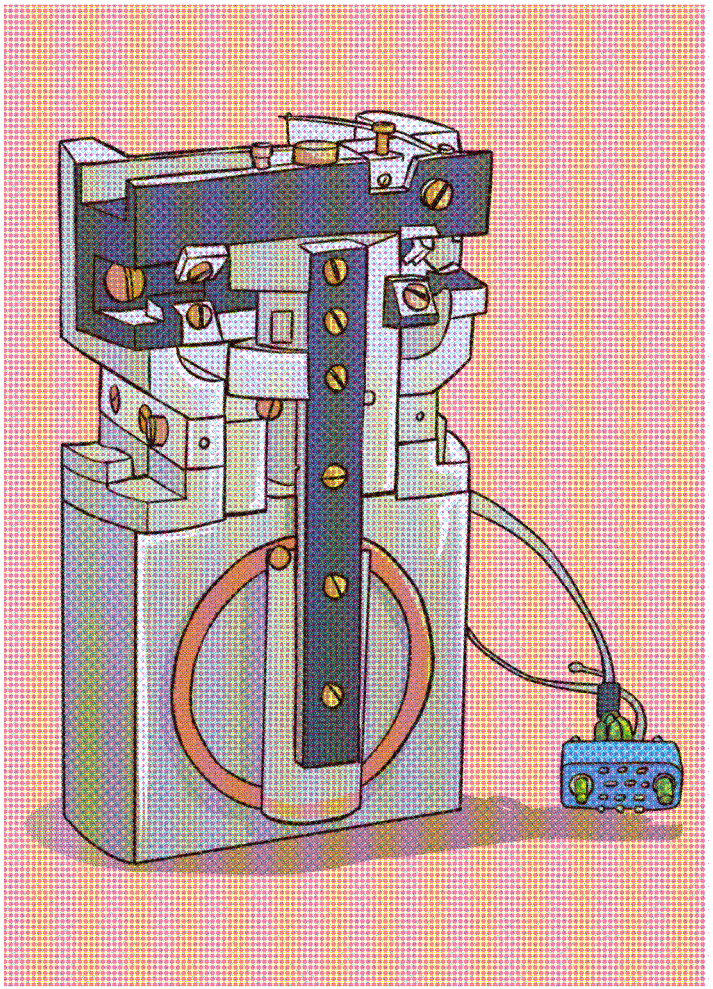
扶正器

地震计摆芯

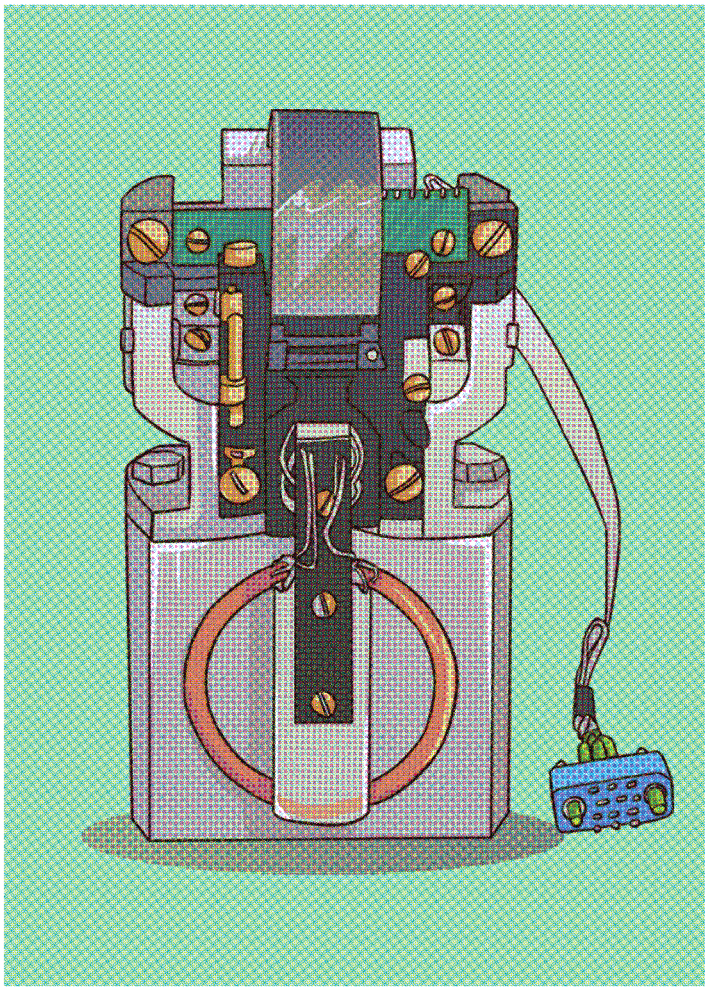
密封筒



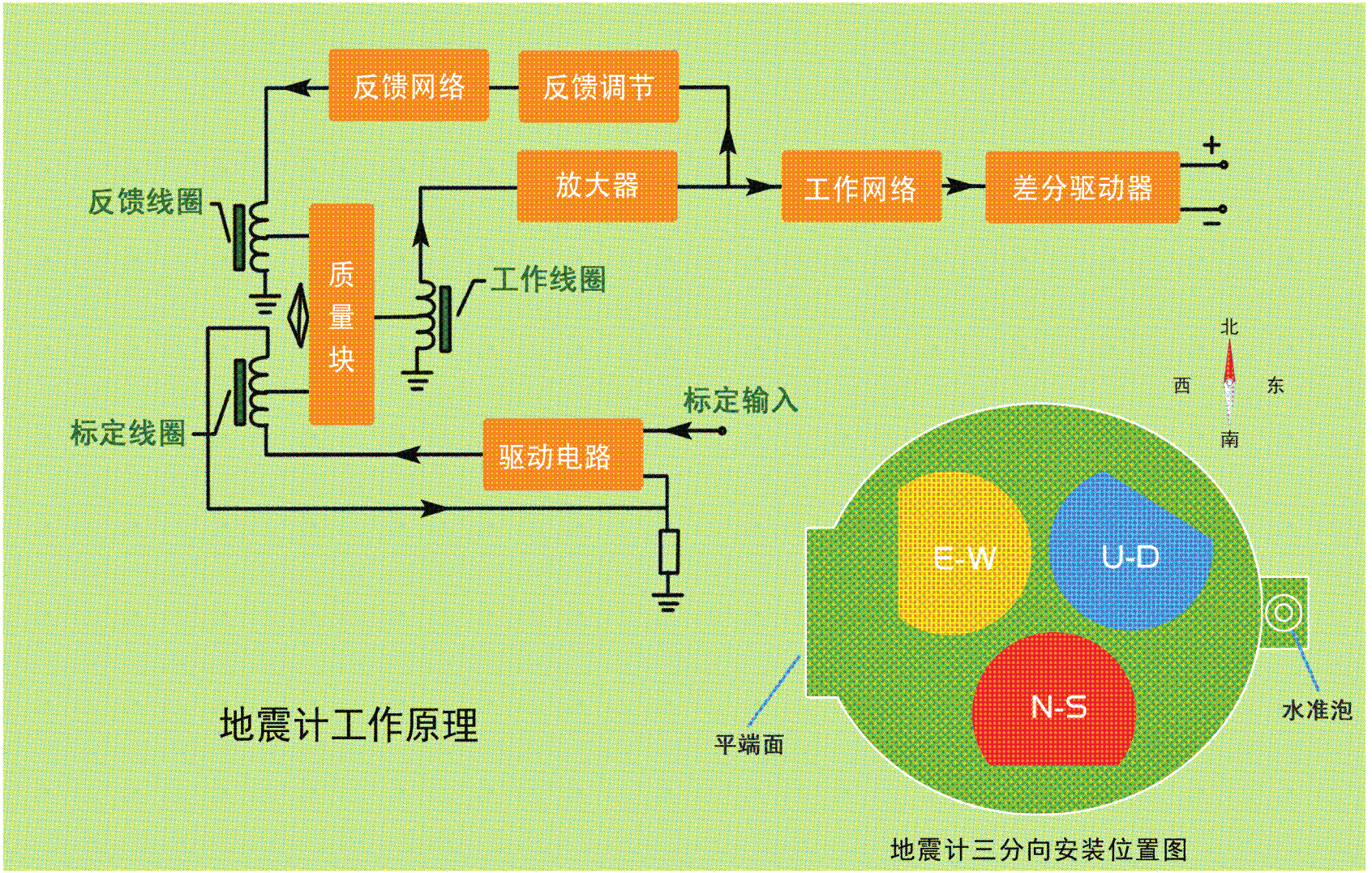
地震计内部构造图



地震计水平分向摆体



地震计垂直分向摆体

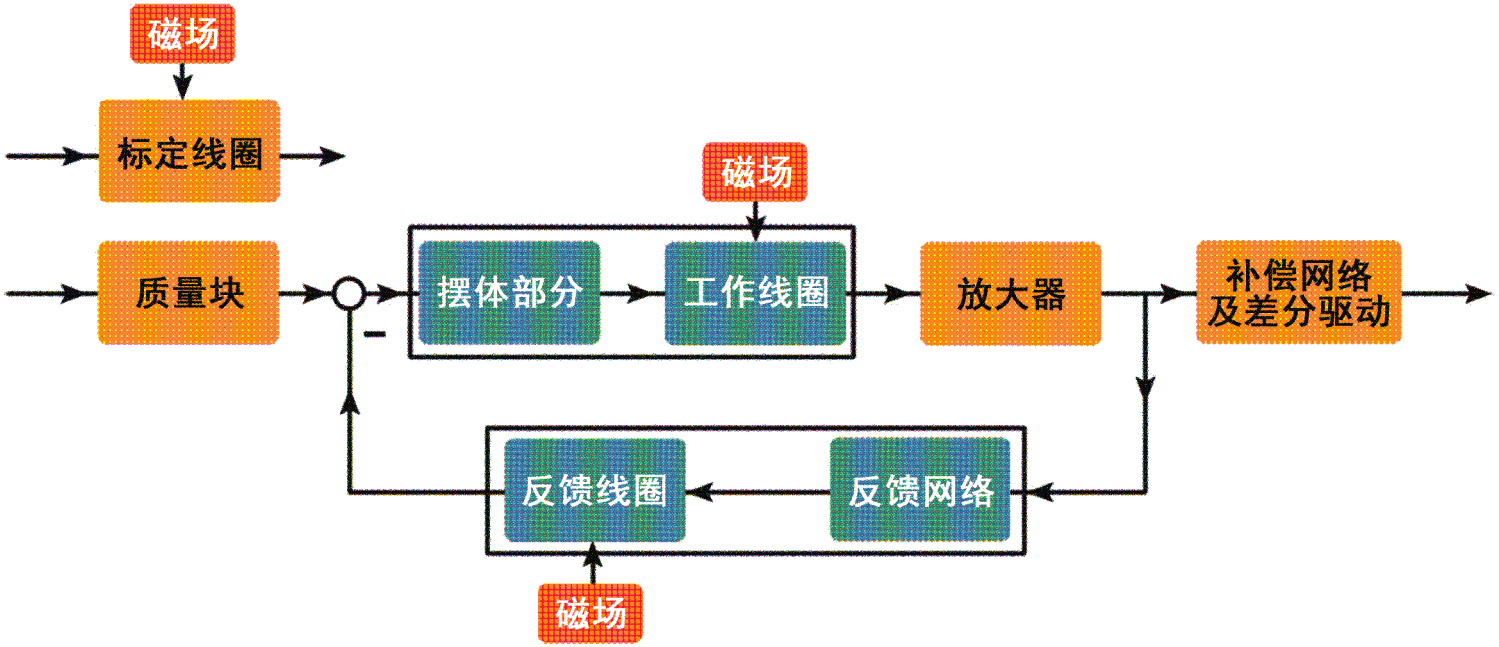


地震计工作原理

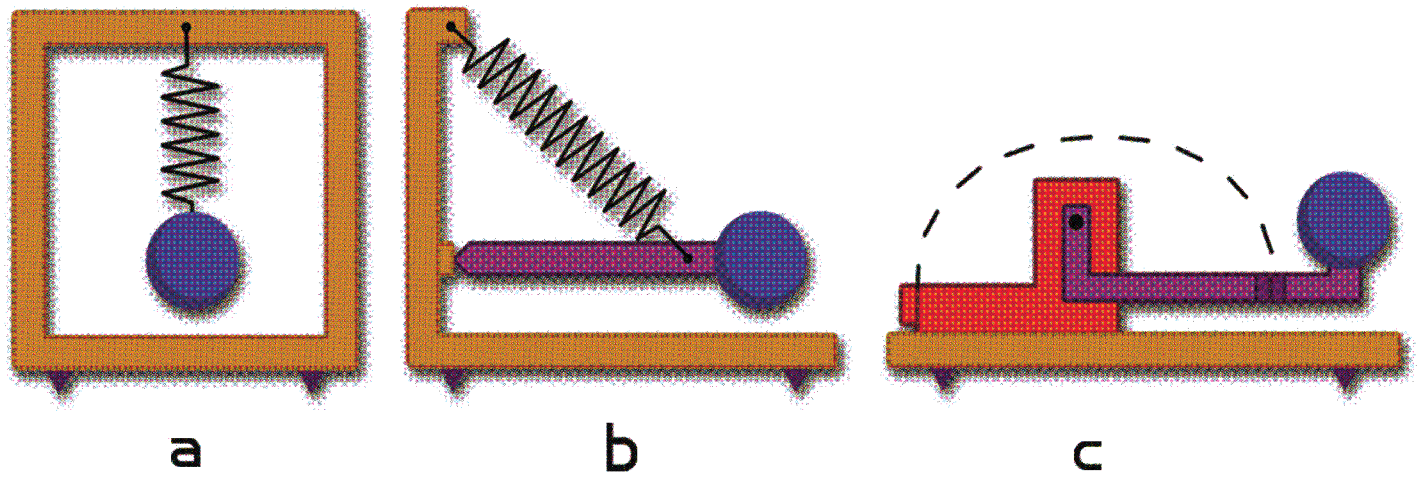
地震计三分向安装位置图

3. 地震计工作原理

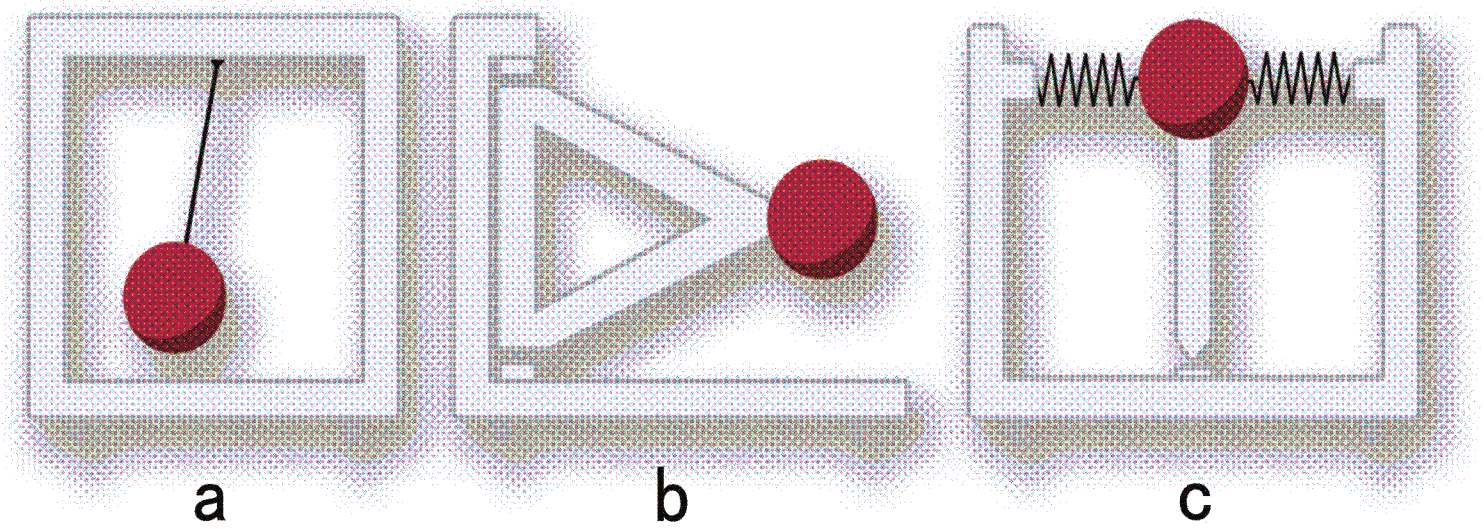
地震计能客观且及时地将地面的振动过程记录下来。其基本原理是利用一件悬挂的重物的惯性，当地震发生时地面振动而它保持不动（见右侧示意图）。由地震计记录下来的地震动是一条具有不同起伏幅度的模拟曲线，称为地震波形。曲线起伏幅度与地震波引起地面振动的振幅相对应，它标志着地面振动的强烈程度，我们可以由此计算出地震震级。从记录下来的地震波形中可以清楚地辨别出各类地震波，地震的纵波（P）与横波（S）到达同一地震台站的时间差，即S-P到时差与震中离地震台的距离成正比，离震中越远，到时差越大。由此规律即可求出震中离地震台的距离，即震中距。



地震计工作原理框图



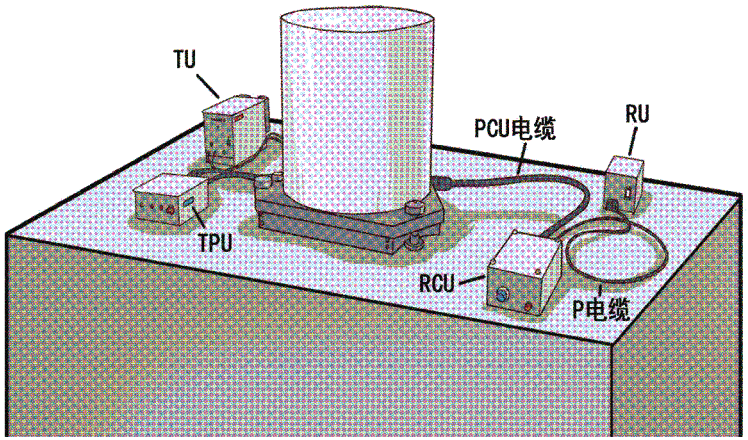
垂直摆悬挂方式示意图

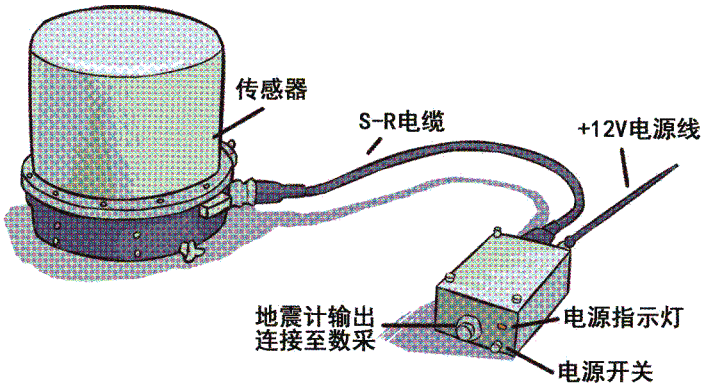


水平摆悬挂方式示意图

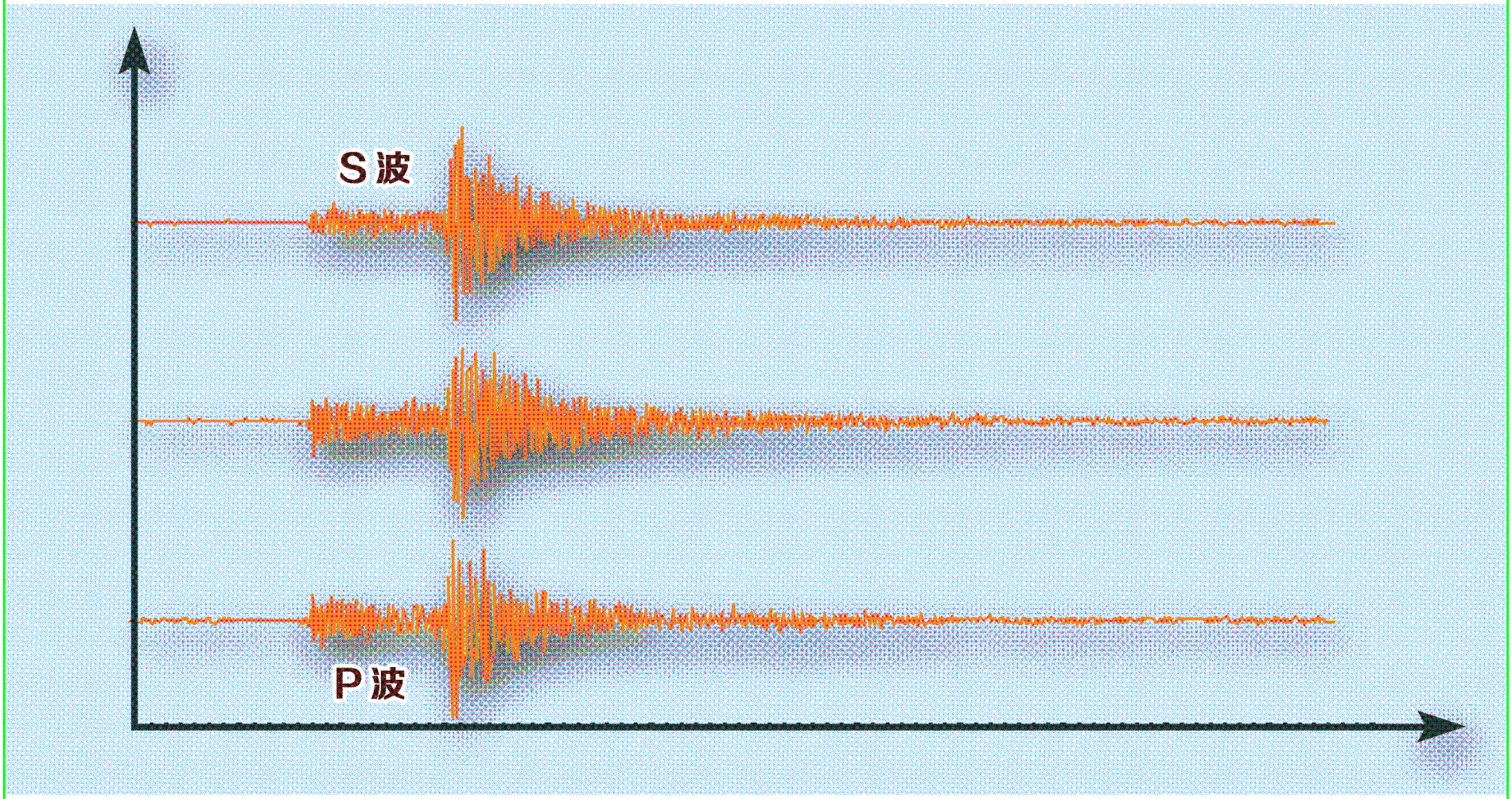
二、其他常用的测震仪器

1. JCZ-1T超宽频带地震计：采用三分向分一体化结构，保证了三个分向敏感轴线的正交关系，由一个垂直向和两个水平向地震计组成。它采用具有密封、高精度恒温功能和环境保护装置，有效抑制了大气压力和温度变化对仪器的影响，使地震计在超低频端也能稳定工作。它采用力平衡式的负反馈系统，具有高灵敏度、低噪声特点，动态范围大于140dB。每个分向的地震计分别有两个通道输出：50HZ～360秒速度平坦输出及360秒-DC的加速度平坦输出，覆盖了从短周期地震波到固体潮汐的宽广频带。仪器见右图。



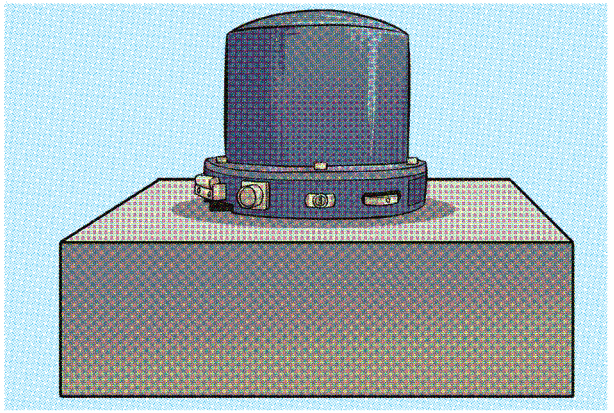


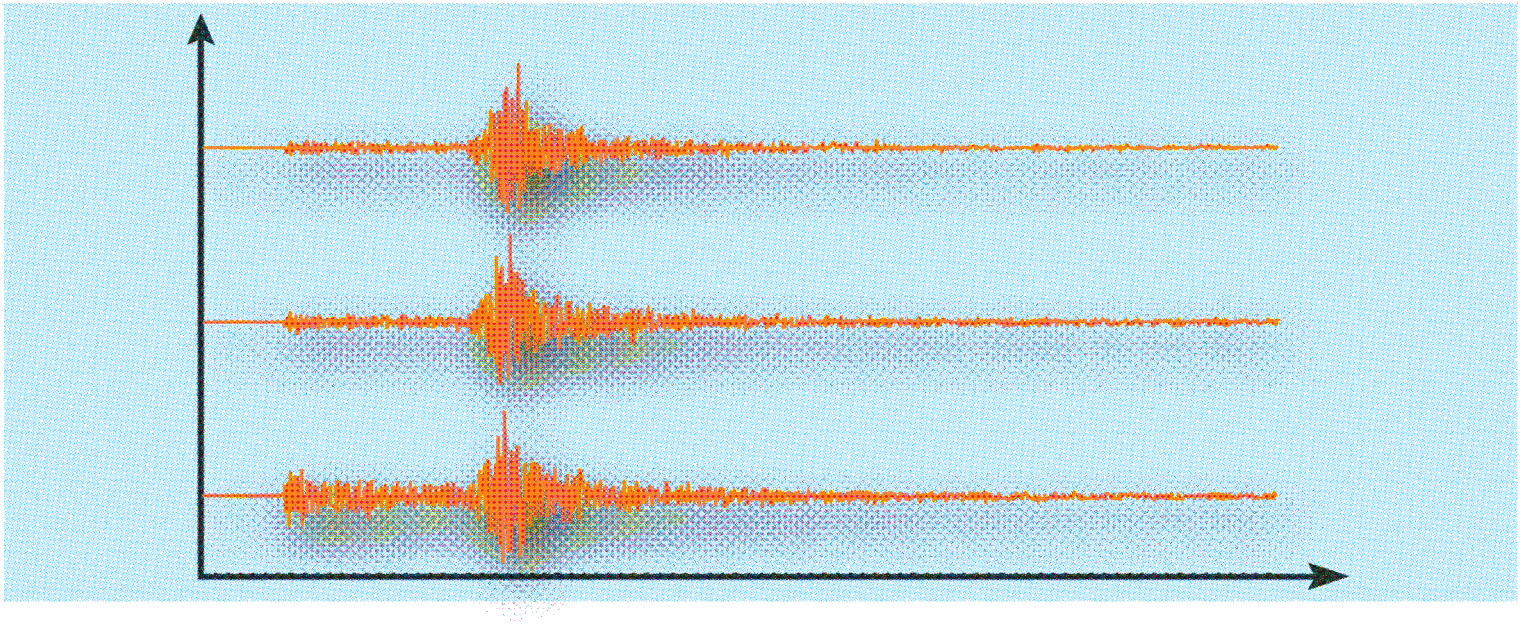
2. CTS-1型甚宽频带地震计：主要用于中国国家数字地震台网和区域数字地震台网，采用了三分向分一体化结构，由一个垂直向和两个水平向地震计组成，频带宽度为50HZ～120秒，输出信号为地动速度。具有锁、松摆、调零等遥控功能，设计了机、电均独立的标定线圈——磁体结构。它采用力平衡式的负反馈系统，具有高灵敏度、自身噪声低、动态范围宽的特点。传递函数稳定。整机结构方面，将三个分向的传感器密封在一个耐压容器中，有效抑制了大气压力及温度变化对仪器的影响，体积小，便于运输。仪器见左图。



CTS-1型甚宽频带地震仪记录的波形图

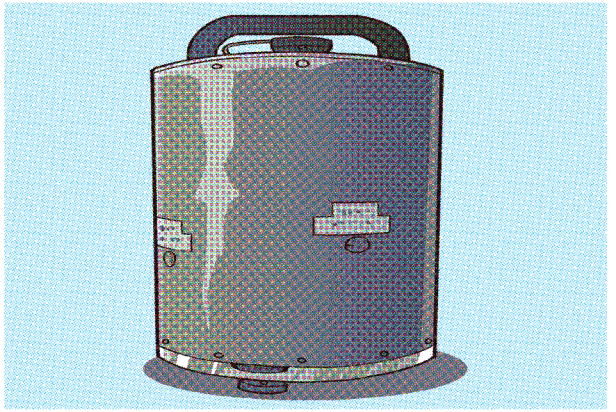
3. BBVS-60/120型力平衡反馈式宽频带地震计：地震计采用了三个独立分向传感器（由一个垂直向和两个水平向）分一体化安装组成，使用了高灵敏度的差分电容位移换能器，内置力平衡电子反馈电路、控制电路、电源变换电路，噪声水平低、动态范围大，容易安装使用。它的两个分向的机械摆正交安装在一个底盘上，电子电路板安装在机械摆的上方，仪器外壳与底盘及底盘上的输出接插件采用防水密封技术，防止潮气进入，减小大气压力变化和气流对摆的扰动。每个分向配置有马达驱动的零位调整机构，以及方便实用的松摆、锁摆机械结构。该仪器的地震计部分见右图。

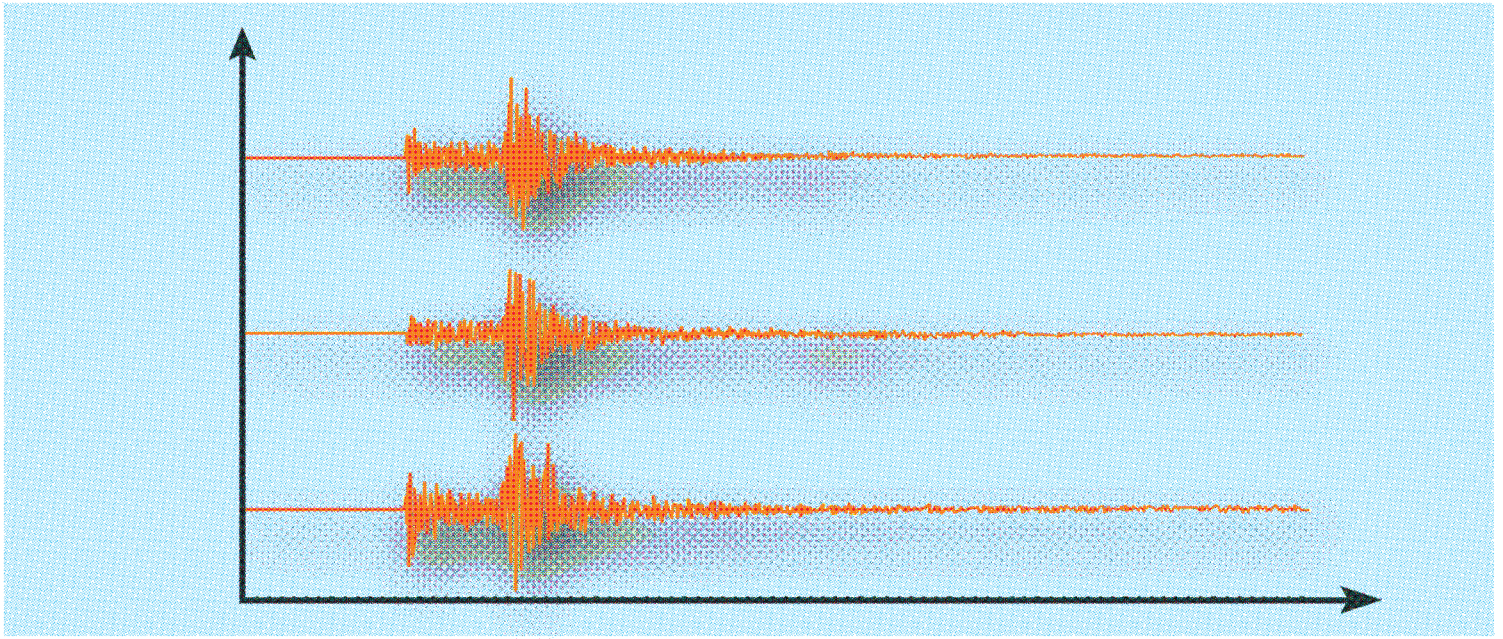




BBVS-60/120型力平衡反馈式宽频带地震计记录的波形图

4.CMG-3ESP/C正交三轴力平衡负反馈式宽频带地震计：CMG-3系列三分向地震计能够同时测量垂直向、北南向和东西向的地动信号。该系列地震计分别采用了电动、手动加、解锁及电动调零的摆锤控制方式。安装简单易于操作携带，温度性能、密封特性较好，比较适于野外流动观测。该仪器的地震计部分见右图。





CMG-3ESP/C正交三轴力平衡负反馈式宽频带地震计记录的波形图

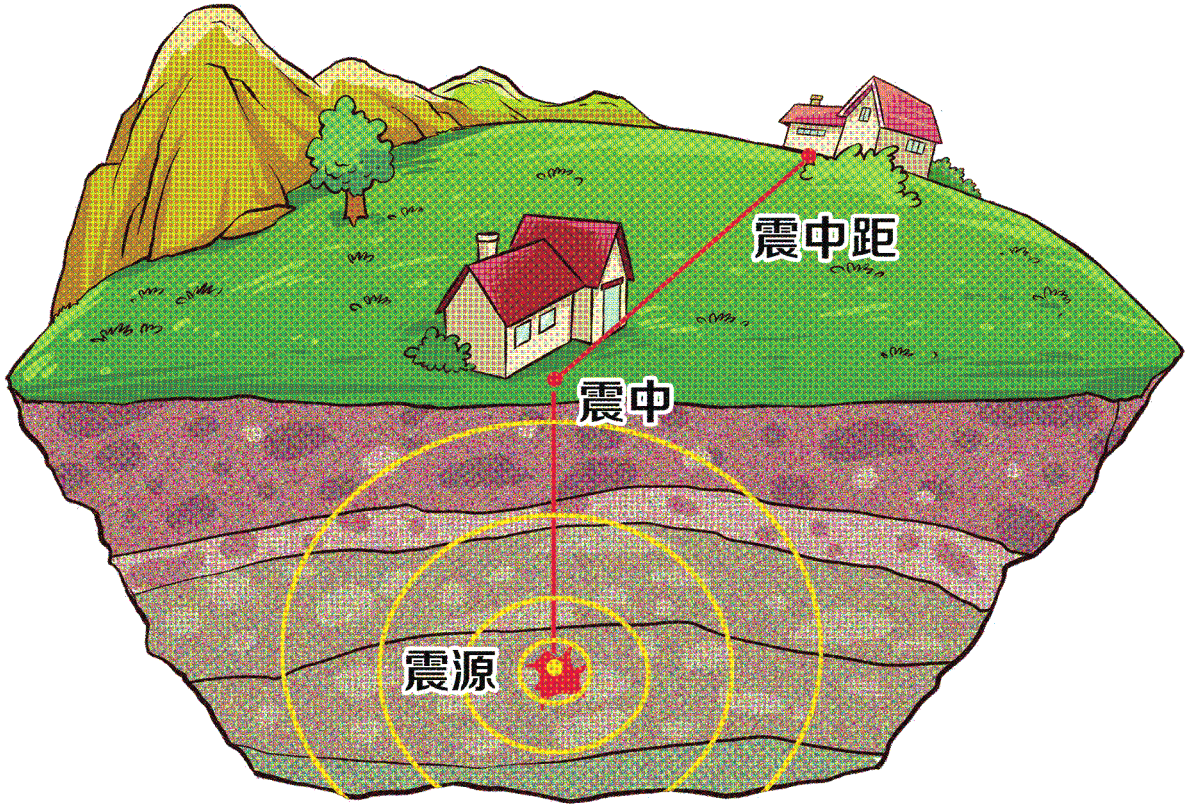
三、地震三要素及其测定方法

1. 发震时刻的确定

发震时刻指地震发生的时刻，可以利用单个台站或者多个台站测震仪器所记录的资料进行确定。通常利用区域台网的多台测震仪器资料确定的结果较为准确。

(1)用走时表确定发震时刻 ——地震波在不同震中距上传播的时间表

地震波从震源到达观测点所需的时间称为走时。震中距愈大，所需的走时愈长。在走时表中，按照不同的震源深度和震中距的顺序，给出了各种震相的走时数据。



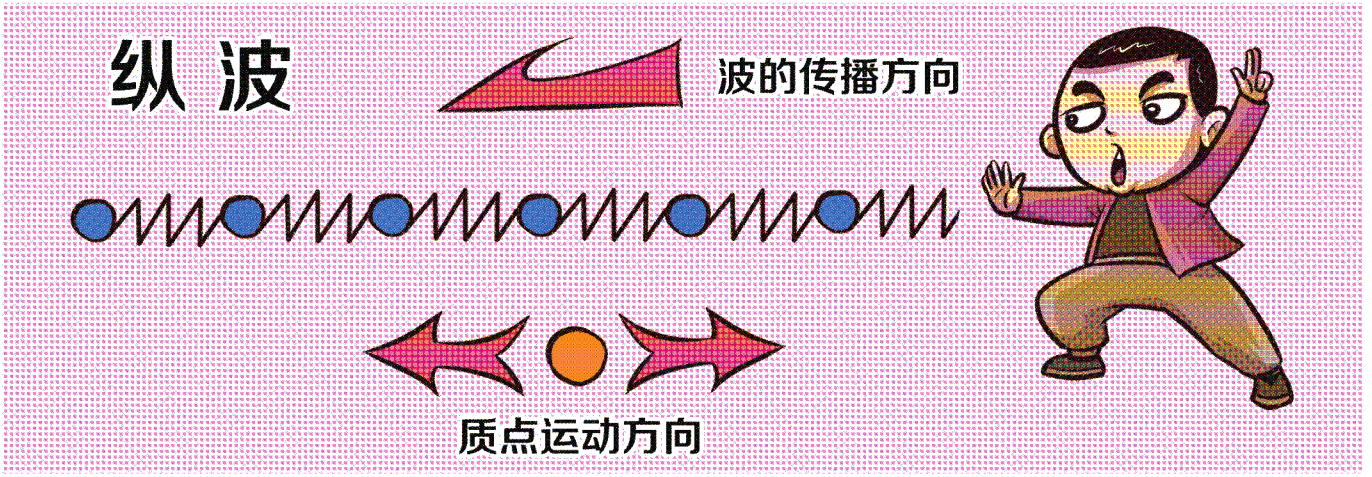
发震时刻等于初至震相的到时减初至震相的走时；其中初至震相到时可从地震记录资料上直接获取，初至震相的走时可用Ts（纵波）与Tp（横波）的到时差走时表得到。

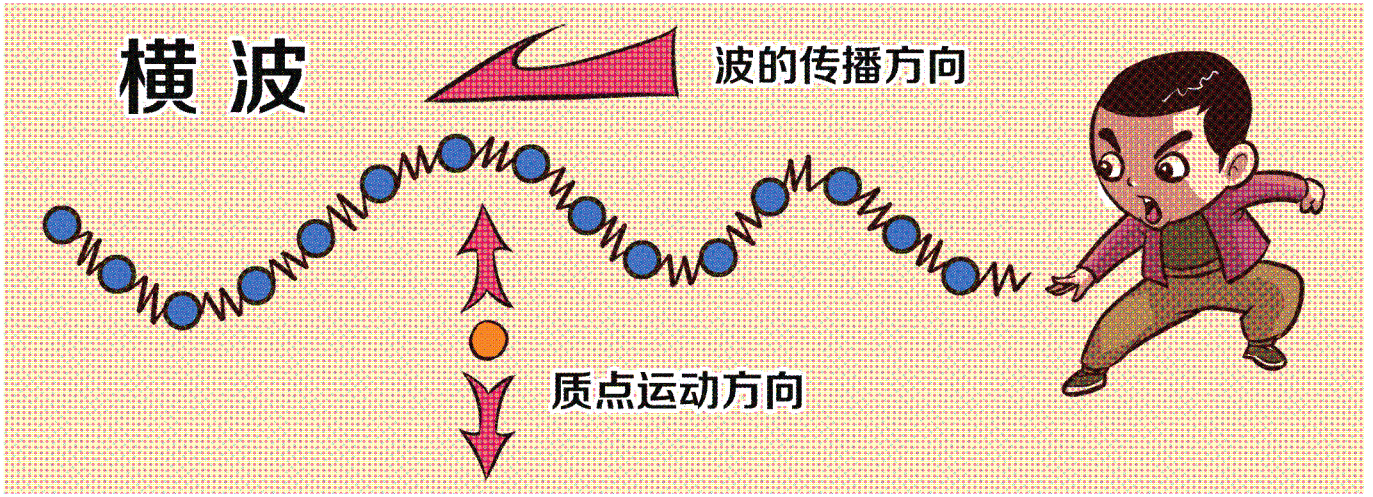
(2) 用和达直线法确定发震时刻

和达直线法是经典的方法，适用于利用区域台网资料测定地方震及近震的发震时刻。

$$To=Tp-(Ts-Tp)/(k-1)$$

Tp与Ts分别为纵波、横波的到时，To为发震时刻，K为波速比（K=Vp/Vs）





2. 震中位置的确定

交切法是确定震中位置的一种经典方法，用3个以上台站的P、S波到时及适宜的走时表为定位前提。

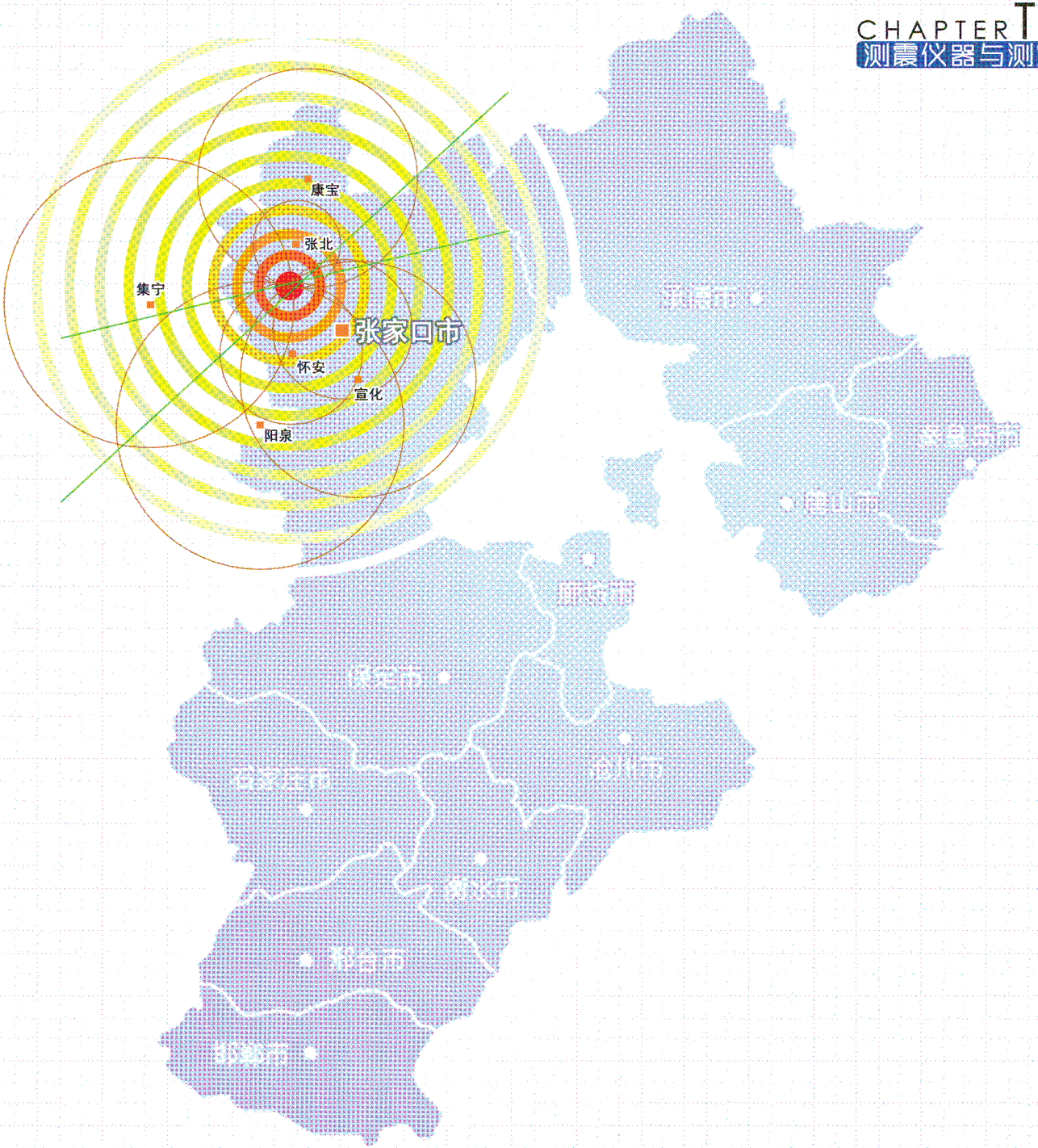
基本原理是：在直角坐标系中，若设震中坐标（x，y），台站点坐标为（xi，yi），有

$$\Delta_i = [(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2]^{1/2}$$

两边平方有

$$\Delta_i^2 = (x-x_i)^2 + (y-y_i)^2$$

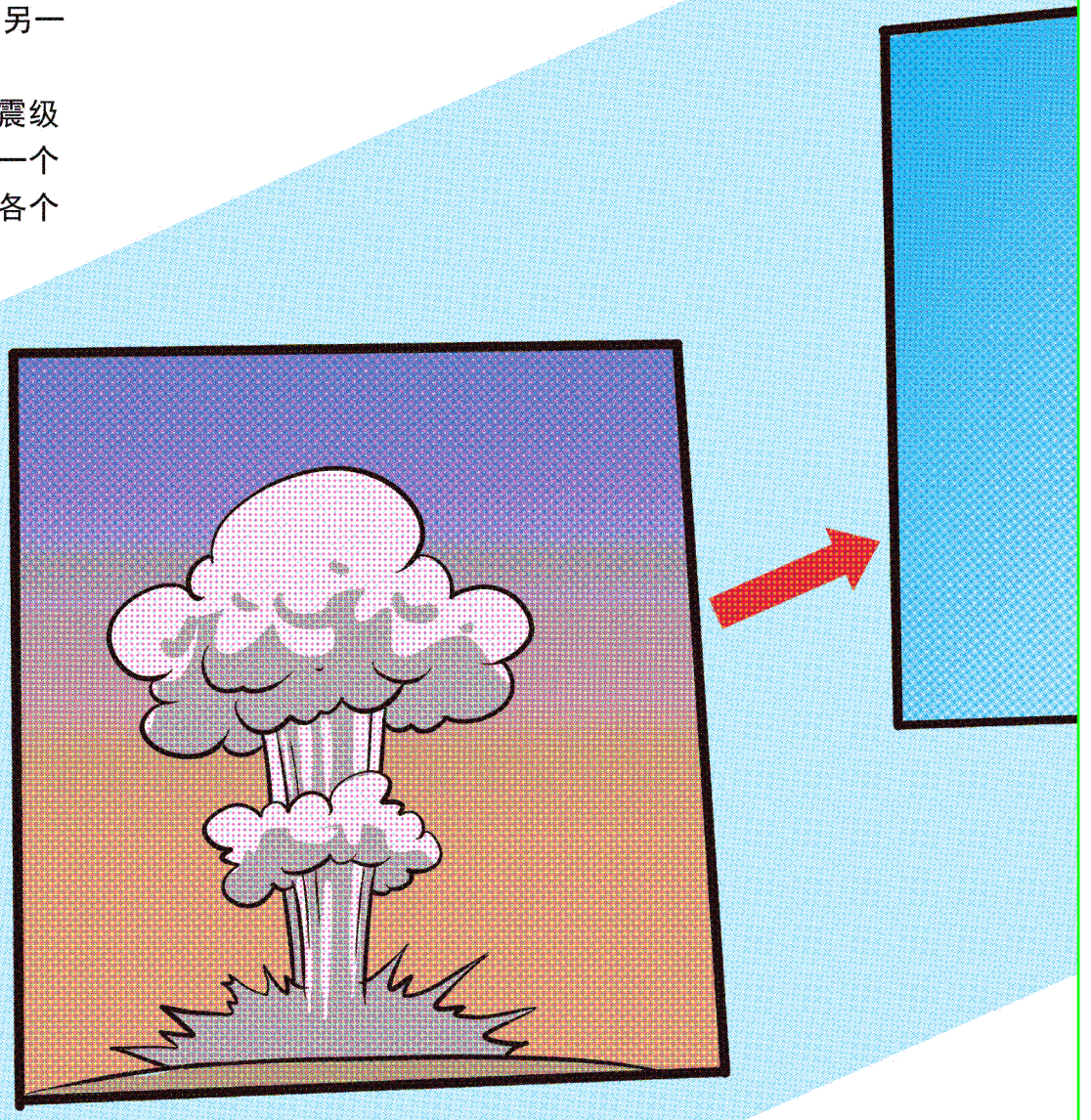
这是一个圆的方程，震中点满足这个方程，也就是震中点就在这个方程描述的圆的圆周上。显然，若以台站为圆心，以震中距为半径画圆，就可以得到1个满足上述方程的圆周线，如果有3个以上台站的地震数据，则可以得到3个以上的圆周线，则不同台站的圆周线的交汇点就是震中。


康宝
张北
集宁
张家口市
怀安
宣化
阳泉

3. 震级的确定

地球上的地震有强有弱。用来衡量地震强度大小的尺子有两把，一把叫地震震级；另一把叫地震烈度。

震级通常用字母M表示。地震越大，震级数字也越大，它是根据地震波记录测定的一个没有量纲的数值，用来在一定范围内表示各个地震的相对大小(强度)。



1976年
唐山地震

仪器记录到的最大强震之一

例如：1960年，智力9.5级地震。

用地震释放的能量来表示地震的大小，即地震的震级。震级大的地震，释放的能量多；震级小的地震，释放的能量少。我国一般采用里氏震级，震级每相差1.0级，能量相差大约32倍。

举个例子来说，“地震震级”好像不同瓦数的日光灯，瓦数越高能量越大、震级越高。地震烈度好像屋子里受光亮的程度，对同一盏日光灯来说，距离日光灯的远近不同，各处受光的照射也不同，所以各地的烈度也不一样。地震震级是衡量地震大小的一种度量，每一次地震只有一个震级。它是根据地震时释放能量的多少来划分的，震级可以通过地震仪器的记录计算出来，震级越高，释放的能量也越多。



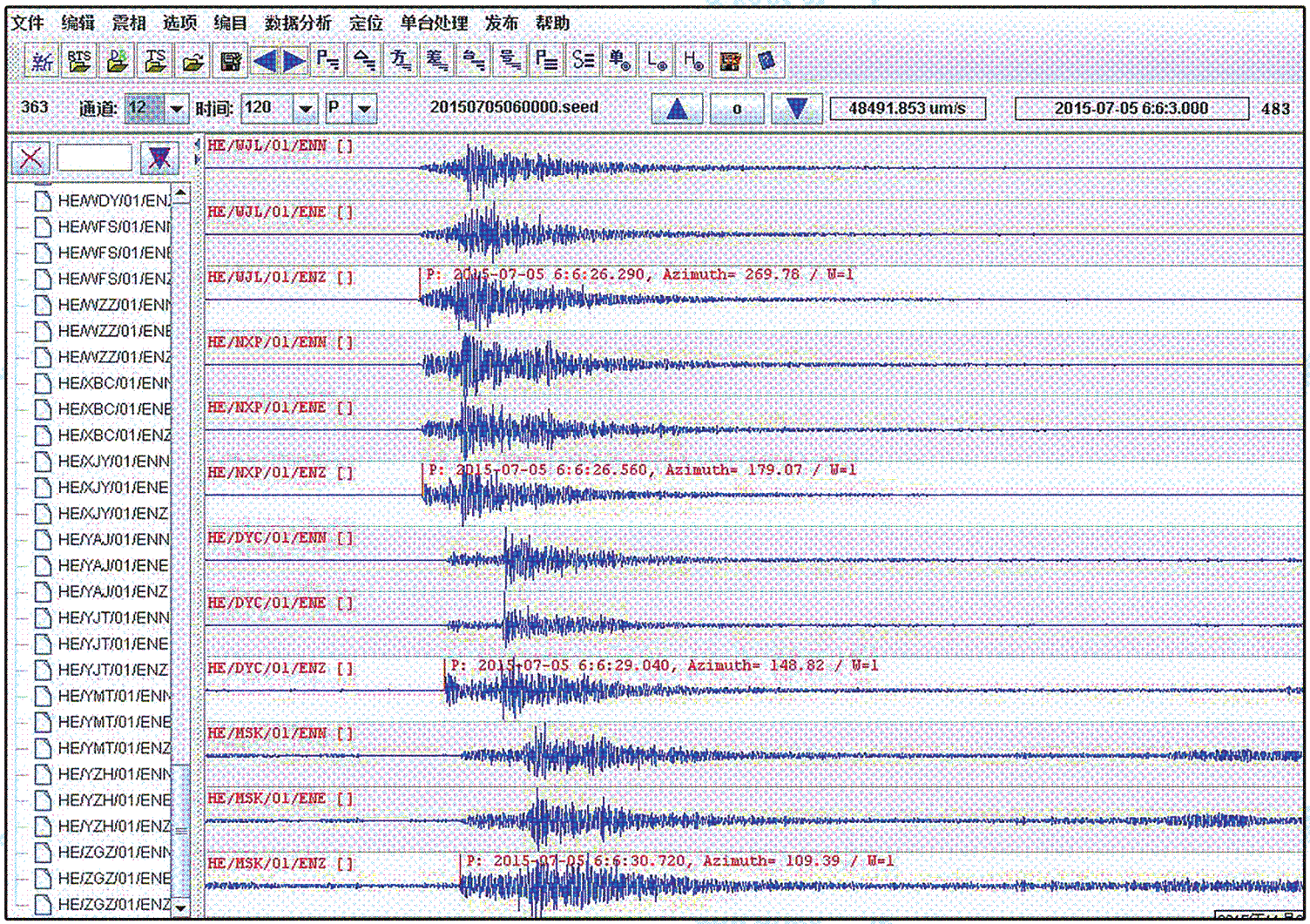
震级代表地震本身的强弱，只同震源发出的地震波能量有关；烈度则表示同一次地震在地震波及的各个地点所造成的影响的程度，与震源深度、震中距、方位角、地质构造以及场地条件等许多因素有关。

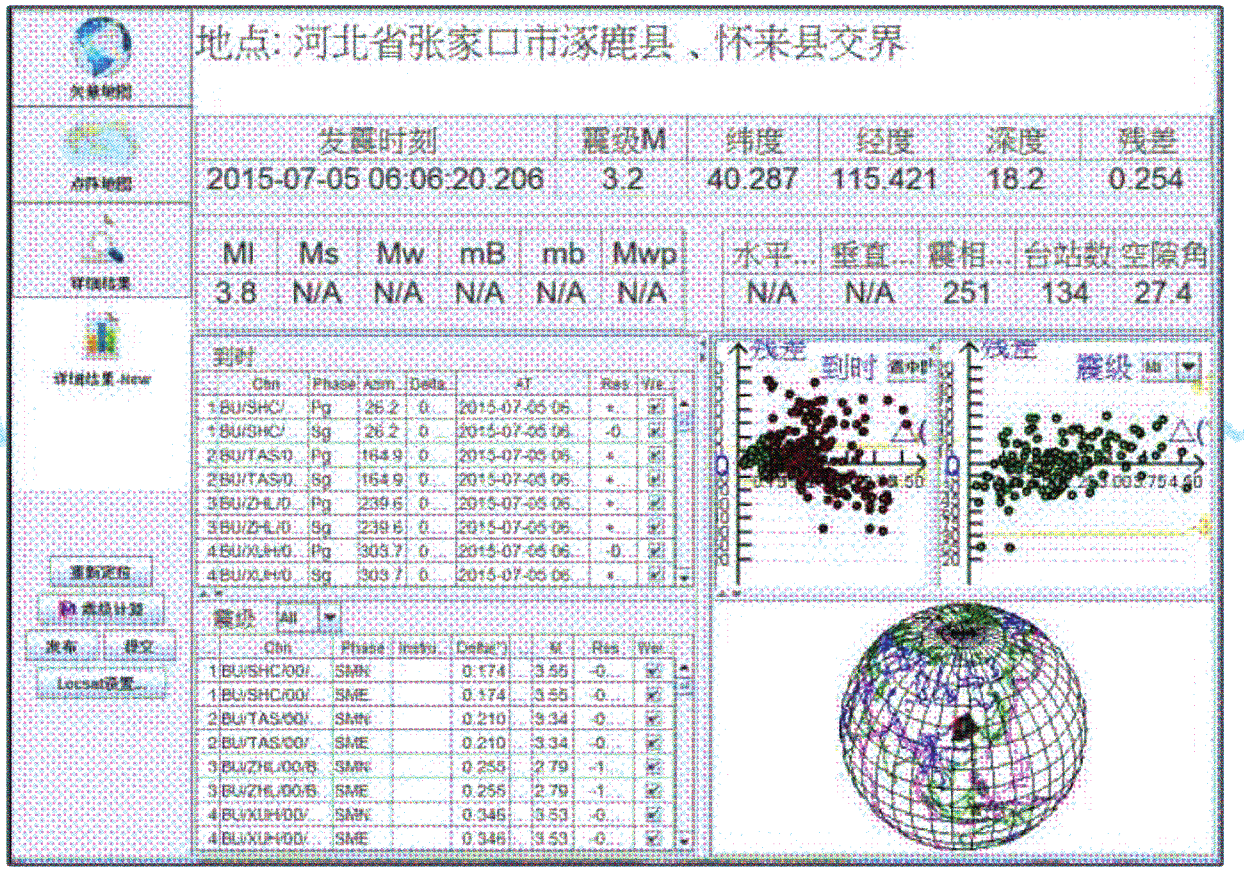


例如：面波震级Ms的测定方法，用地震面波质点运动最大值(A/T)max测定。

计算公式为：Ms=lg(A/T)max+σ（Δ）

地震震级M应根据多个台站观测仪器的平均值确定。




地点: 河北省张家口市涿鹿县、怀来县交界
发震时刻
震级M
纬度
经度
深度
残差
2015-07-05 06:06:20.206
3.2
40.287
115.421
18.2
0.254
Ml
Ms
Mw
mB
mb
Mwp
水平...
垂直...
震相...
台站数
空隙角
3.8
N/A
N/A
N/A
N/A
N/A
N/A
N/A
251
134
27.4
到时
震级
残差
重新定位
发布
提交

