

重力基准中心站

超导重力仪简介



超导重力仪 (Superconducting Gravimeter, SG) 是目前世界上精度最高的相对重力仪，它具有高灵敏度、低噪声、低零漂、响应频率宽等特点，主要用于地幔流变学、固体潮汐，固体地球-海洋-大气相互作用，低频率的地震，火山监测，水文监测以及地球自转等学科领域。

GWR仪器公司，是全球唯一的超导重力仪制造商，位于加利福尼亚州圣地亚哥。GWR公司成立于1992年，多年来超导重力仪不断演进 - 包括增加杜瓦效率，减少体积，和提高信号的稳定性和精度；但是其核心工作原理保持不变，即悬浮在超导磁场中的一个超导感应球体。目前，GWR的超导重力仪提供了前所未有的跨越宽广频段的 $n\text{Gal}$ (10^{-9}m/s^2) 分辨率，和低于几个 μGal (10^{-8}m/s^2) /年的稳定性。

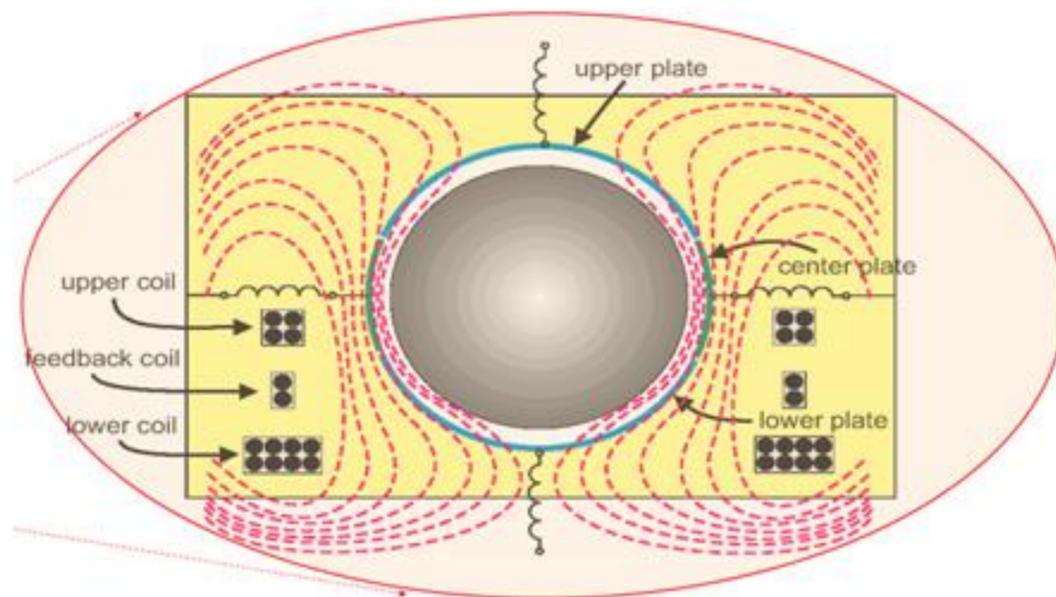
超导重力仪工作原理

利用超导体的完全抗磁性，形成持续电流，这种电流极其稳定，因此产生极强的稳定磁场来模拟弹簧重力仪中的稳定弹簧。磁悬浮系统可以提供相互独立的磁悬浮力和磁悬浮力梯度值，从而在平衡超导球重量的同时，能够在重力发生微小变化的时候产生较大的位移，通过精确的位移探测来测量重力的变化。

超导感应单元由以下三部分组成：

- (1) 悬浮质量块（超导铌球）；
- (2) 磁场线圈（上线圈调节磁场梯度，反馈线圈，下线圈主要产生悬浮力）；
- (3) 磁场防护屏（屏蔽外界磁场的干扰）。

由于超导线圈超导状态下的零阻抗的特性，线圈中存在稳定的电流产生稳定的磁场，当下超导线圈中有电流存在，超导球会产生与线圈中电流反向的稳定的感应电流，从而产生悬浮力。当小球因外力改变而发生相对运动而离开平衡位置，对于位移的探测，使用相位灵敏锁定放大器和一组电容桥实现，从而产生电压信号。



超导重力观测

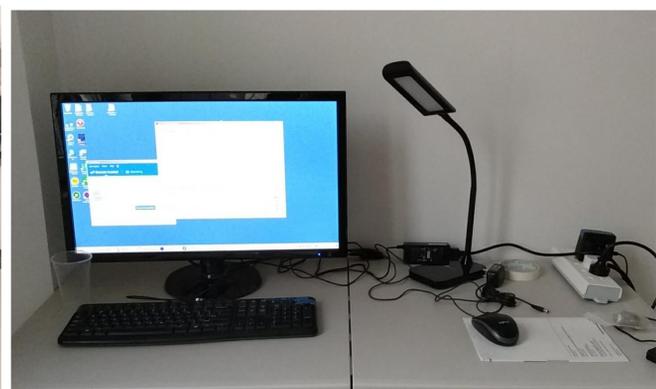
绝对重力仪与超导重力仪同址观测



FG-5 绝对重力仪同址观测



iGrav-044 超导重力仪



FG-5绝对重力仪:

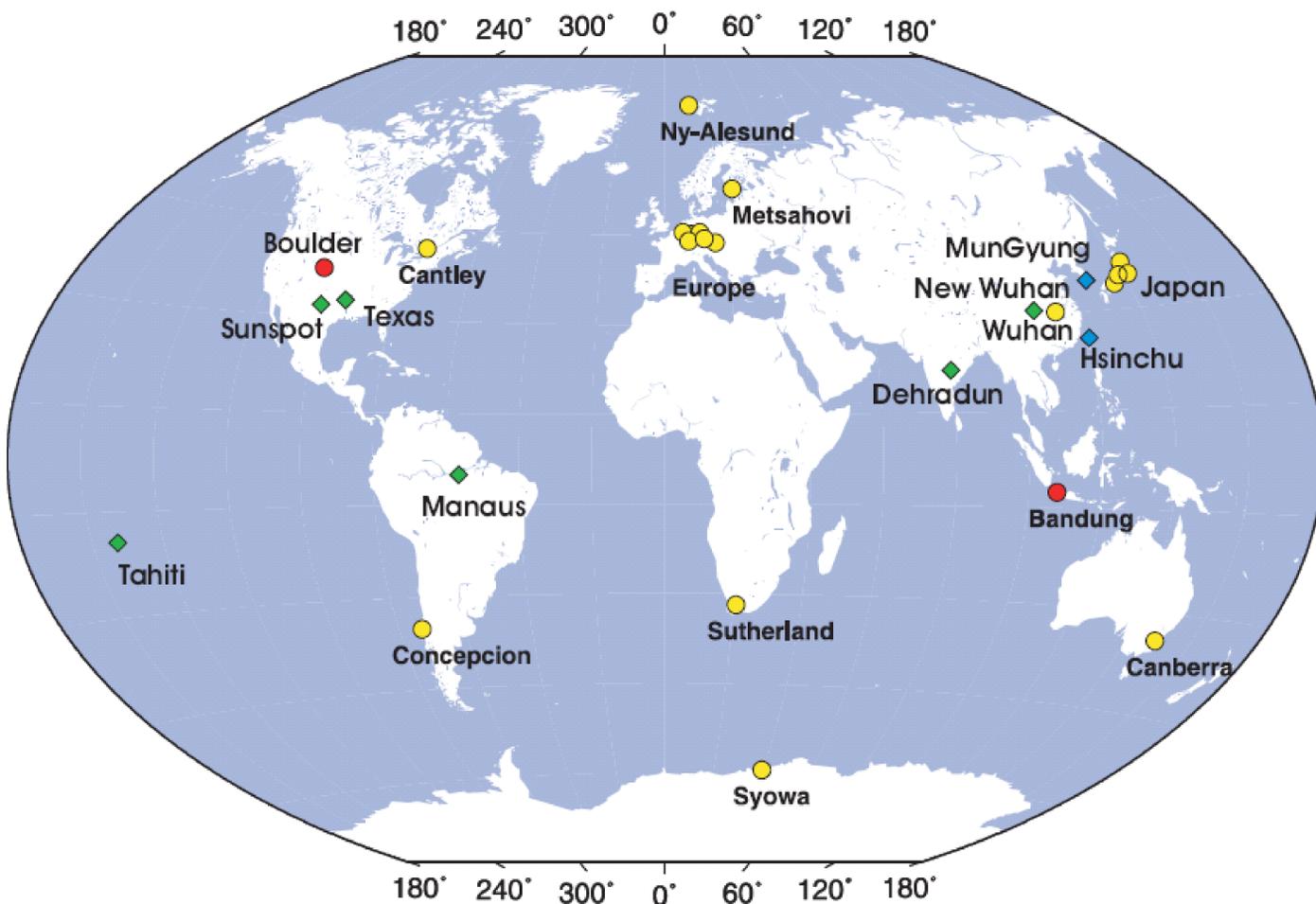
是最新一代的移动式自由落体重力仪，主要由真空落体室、激光干涉测量系统、长周期活动垂直惯性参照系统即超长弹簧、高速电子计时系统、先进的电子控制系统、实时数据采集以及数据处理软件系统组成。

被国际上广泛应用于有关地震、火山等灾害的前兆监测以及地壳垂直运动、海平面变化与海面地形的监测，并用于高程基准的建立和地球动力学等方面的研究。

iGrav-044超导重力仪与FG-5绝对重力仪同址观测:

超导重力仪是一种相对重力仪，它的数据采集系统记录的重力场随时间变化原始数据是以电压形式给出的，为了对它们进行后续分析，需对仪器进行标定获得格值，而超导重力仪在出厂后厂家并不提供仪器格值标定，需要进行标定。在同一地点(两仪器距离比较近可认为是同一地点)重力场的变化相同，两台仪器对重力变化的响应呈线性关系。仪器对重力变化的响应可能不是线性的，但两台仪器对重力变化的响应去掉仪器漂移后应呈线性关系。利用绝对重力观测值和超导重力观测值进行拟合，得到标定格值，即可将超导重力的电压值转换成重力值。

全球超导重力仪联合观测网



全球地球动力学计划 (GGP):

利用全球的超导重力仪长期、连续、稳定和同步观测资料，采用相同的数据采集格式和分析软件研究地球动力学问题。可用来解决多项地球科学问题:

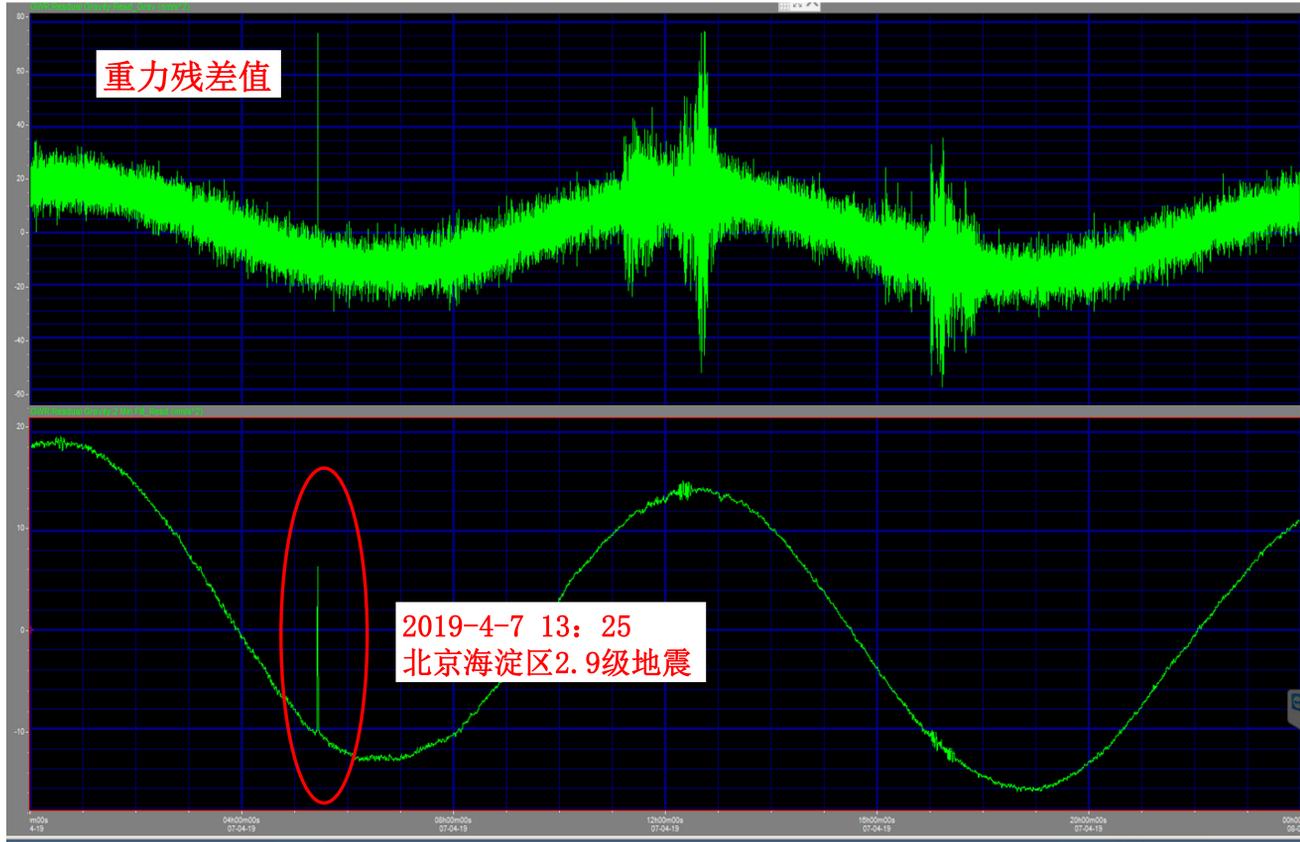
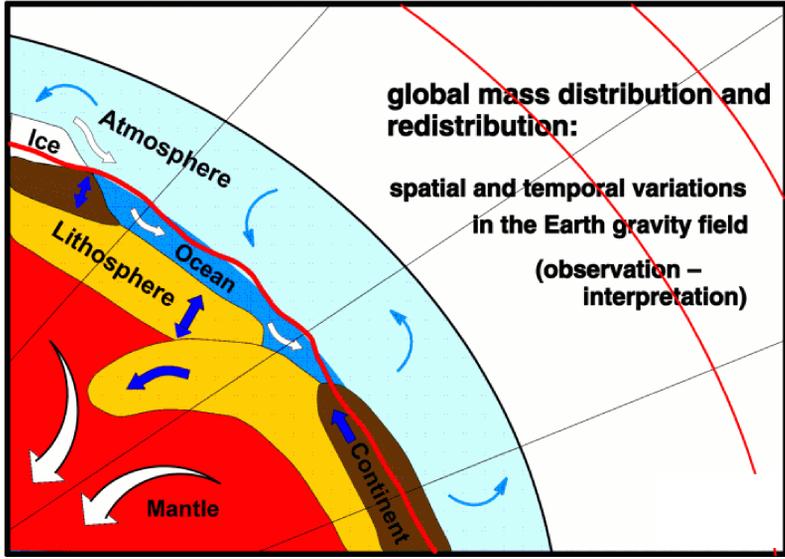
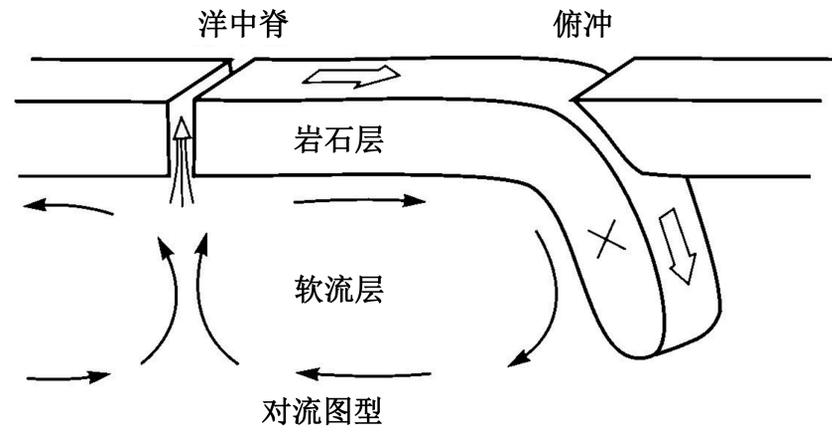
- (1) 精密确定地球潮汐参数
- (2) 大气负荷效应的影响研究
- (3) 观测地球的自由核章动
- (4) 建立国际重力潮汐基准

超导重力数据应用

科学研究应用-地震监测

地震监测原理:

地震发生时地表发生断裂，板块移动，从而改变地球内部的质量分布，固体地球内部由于质量重新分布导致时变重力场发生变化，高精度的超导重力仪便能监测到这一重力变化。如2019年4月7日，北京海淀区发生的2.9级地震，超导重力仪便观测到明显的重力变化信号：



科学研究应用-固体潮监测

固体潮监测原理:

在日、月引潮力的作用下，固体地球会产生周期性的形变。用超导重力仪可以观测到地球的固体表层也有和海洋潮汐相似的周期性升降现象。固体潮的存在说明固体地球具有一定的弹性，固体潮就是弹性地球在日月引力作用下发生的弹性变形。

