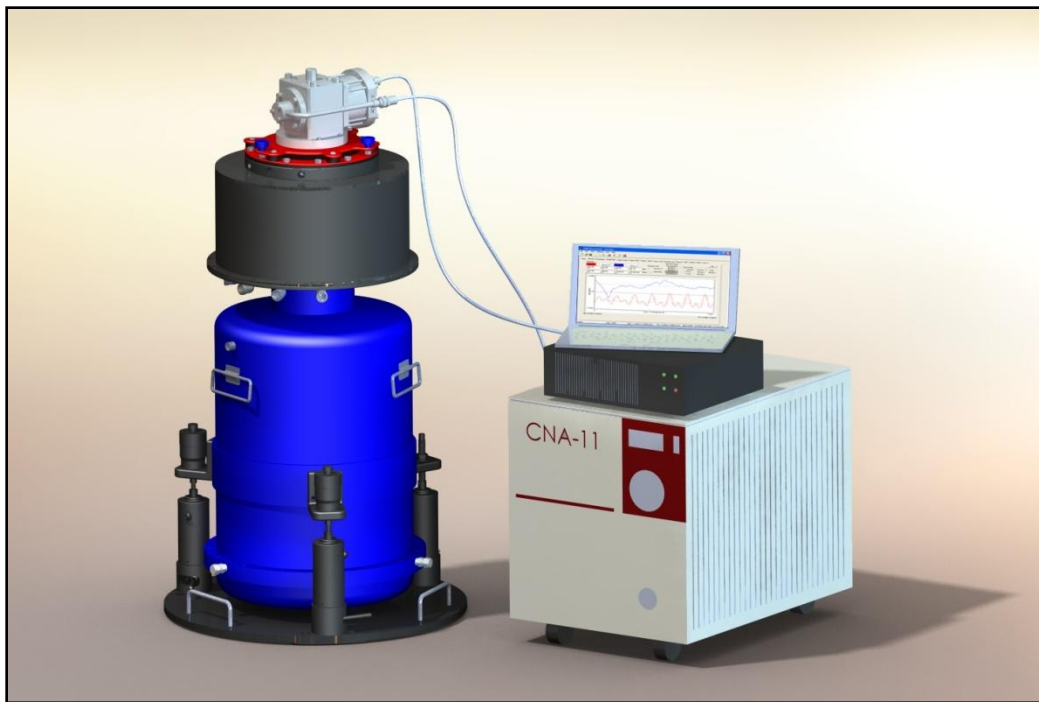




隆重推出

**iGrav™ SG**

新一代便携式超导重力仪



### **iGrav™ 技术特点**

稳恒超导电流 (i) 为核心的工作原理，使其成为目前世界上最稳定的相对重力仪。

- **超级稳定:** 漂移小于  $0.5 \mu\text{Gal}/\text{month}$   
比例系数恒定，数年中的变化小于  $1 : 10^4$  !
- **超级精确:** 在频域中为  $1 \text{ nanoGal} (10^{-3} \mu\text{Gal})$   
在时域中1分钟平均值为  $0.05 \mu\text{Gal}$
- **超低噪音:**  $0.3 \mu\text{Gal}/(\text{Hz})^{1/2}$

## 系统概述

GWR公司最新推出的iGrav™超导重力仪是便携式的，易于使用。与广泛用于世界各地地球动力学研究项目的OSG台式超导重力仪(1, 2)相比，iGrav™设计简化，价格实惠。目前，地球物理领域里的许多超前应用都需要更高的稳定性和精确度，而弹簧式机械重力仪已经无法满足这些新的要求。iGrav™正是专门为此而设计的，测试前的设立和准备工作可方便快捷地完成，同时又不需要昂贵的平台，机房和其他基础设施。

iGrav™SG具有小于0.5  $\mu\text{Gal}$ /月的超低漂移和几乎恒定的比例因子。iGrav™SG的传感器在低温环境中，完全不受当地的温度，相对湿度，或压力变化的影响。正是因为这些特殊属性，iGrav™SG能够在几天，几个月，几年，甚至几十年间提供精确和连续的重力变化的记录，其稳定性和精度都创建了行业的最高标准。

与此相比，弹簧式机械重力仪受限于每天大于几个 $\mu\text{Gal}$ 的无规律和非线性的漂移，而且对温度和压力地变化都很敏感。这些技术缺陷严重地掩盖和干扰对非周期重力信号的分析，而这些信号对正确地解释和分析地球物理过程又恰恰是至关重要的。

## 操作原理

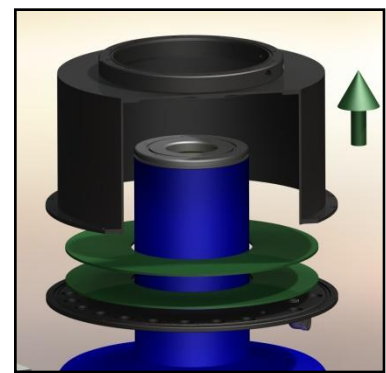
iGrav™的测量方法类似于弹簧型重力仪，但是又存在显著差别，因为iGrav™中没有一个实体金属弹簧。弹簧型重力仪中机械弹簧的功能，在iGrav™系统里由一个被磁悬浮的超导铌球来完成。悬浮铌球的磁场，来自两个串联的超导线圈中的稳恒超导电流。利用超导电流完美的稳定性，iGrav™的设计实际上创造出一个完全稳定的非机械性弹簧。

iGrav™的传感器设计和工作原理，与OSG以及其他SG超导重力仪，都是非常相似的，这在以前的论文里都已经详细地描述过(3)。然而，有两个改进大大简化了iGrav™操作。首先，磁力梯度（相当于“弹簧常数”）在出厂前已经永久性地设置，通过调整上下两个磁线圈的匝数比，而且把两个线圈串联。因此，在用户安装使用现场，只需要调整一个电流的大小，直到总悬浮力的大小精确地平衡使用现场当地的重力 $g$ 。其二，是引入一个小线圈，专用于超导球体在电容位移传感器的中心点的最终定位。这两个改进，消除了早期超导重力仪的操作中不可避免的困难，即调整磁力梯度和把超导铌球定位在中心点。

得益于微弱的磁场梯度，重力的微小变化就会导致测试超导球产生较大的空间位移。这样，包围着超导球的电容式位移传感器就能很容易地探测到。稳恒超导电流，微弱磁场梯度，以及低温工作环境，使超导重力仪克服了机械弹簧重力仪中常见的噪声源和漂移。因此，超导重力仪是世界上最灵敏和最稳定的重力仪。

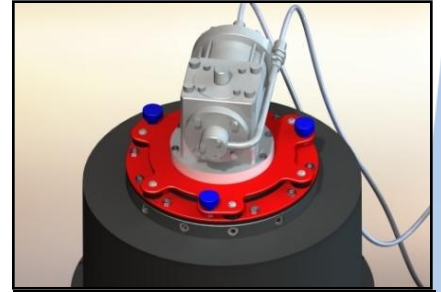
## 易于操作和可移动性

iGrav™包含三个子系统：杜瓦和底座，低温制冷机，控制箱和便携式计算机。iGrav™的一个重要进展是减少了占地空间尺寸和减少电子系统的能耗。这种减少使得电子线路板可以被安装在杜瓦顶部，直接位于传感器上方。iGrav™杜瓦也是更小，更轻，使一个人搬运起来更容易。底座上安装了更小更轻的热矫直器（与杜瓦分离）。因此，系统可以搁在平坦的混凝土表面操作，或固定下来作长时间的测量。



电子板（绿色盘）被放置在杜瓦罐顶部

为了保持超导状态，iGrav™传感器在容积为16升的杜瓦中保持在4.2 K的工作温度。杜瓦中充满液态氦，并集成了一个4 K的制冷系统。在这个“封闭循环”系统中，4 K的制冷机将杜瓦颈部的气态氦重新液化，使其滴回到杜瓦的液氦存储中。因此，iGrav™可以无限期地运作，而无添加液氦的需要。制冷机是低功耗的，只有1.3千瓦；但是，它却有足够的制冷功率将杜瓦和传感器从室温冷却到4.2 K时，同时还能液化从氦气瓶加到杜瓦里的氦气。在维修或断电的情况下，这种方法可以用来补充任何液氦损失。因此，初始化或操作iGrav™重力仪从来不需要担心液态氦的运输和传输。



Coldhead很容易从杜瓦中取出，只需松动4个螺丝。

## 多种应用

iGrav™SG的多种优势，包括经济实惠，长期稳定性，连续不间断记录，小于 $\mu\text{Gal}$ 的高分辨率，使其成为众多地球物理应用的理想选择，包括环境，工程，和减少灾害等方面的研究。对重力地精密测量是确定质量和密度变化的唯一手段。iGrav™的连续监测与垂直位移监测仪器(如GPS系统)的结合，为了解由于石油，天然气，和地下水的提取带来的地壳运动和沉降，提供了一个强大的方法。连续重力测量数据，与环境，水文，和其他连续物探仪器数据的相关性研究，是理解复杂的地下地球物理过程所必不可少的。iGrav™适合的应用非常广泛，包括：

- 一个超高精度的连续重力测量参照系统来支持各种各样的地球物理现象研究，周期可从一秒钟到几年
- 监测火山 – 包括缓慢的变形，和爆炸活动
- 测量海洋负荷对重力的修正，来改进全球海潮模型
- 监测水文，地热能和非侵入性的地下水源
- 测量石油，天然气，或水提取造成的沉降
- 长期构造效应 - 无论是冰期后的隆起或下陷
- 俯冲引起的沉默地震Subduction-induced silent earthquakes
- 含水层的监测和管理;测量城市水源的枯竭和补充
- 围绕活动断层，火山系统，和积极沉降地区的重力测量，从而理解认识其科学过程和社会危害的

## 技术特点

- **Sub- $\mu\text{Gal}$  高精度** – 在频域中为1 nanoGal (10-3  $\mu\text{Gal}$ )  
在时域中1分钟平均值为0.05  $\mu\text{Gal}$
- **超低漂移** – 漂移小于0.5  $\mu\text{Gal}$ /月
- **校正因子不变** - 比例系数保持稳定，数年中的变化小于1：104！
- **更经济实惠** – 价格约是台站式OSG的一半
- **初始化和操作大大简化** – 经过短期训练的人员即可以设置和操作iGrav
  - 磁场梯度（“弹簧常数”）是出厂前设置好的，而且不需要进一步调试
  - 球体的悬浮程序也得到简化，只需在最初的冷却和初始化后进行一次
- **轻松便携式** - iGrav™SG便于移动和设置允许，其的模块化组件便于用面包车或皮卡车运输
  - 只有两个电缆（直流电源和控制电源线）需要从杜瓦顶部取下

- Coldhead可轻松地插入或取出，无需复杂的隔离架
- 仪器移动时,超导球保持在自由的悬浮状态
- 在新的测量点，只需要通过一个独立电路对超导球的中心定位作小调整
- 移动iGrav™不影响其校正因子或其漂移率
- **集成化数据采集和控制电子系统** — 配备A / D转换器的微处理器控制的电子系统安装在杜瓦顶部。用于高分辨率数据纪录的实时控制器，配有7.5位数的DVM来采集重力，温度，和气压力数据，且包含GPS时间戳。
- **远程控制** — 系统的监测，控制和数据采集，可以通过互联网或其他TCP / IP连接进行
  - 操作员可使用远程界面来操作所有功能，包括初始化，数据采集，监测制冷机和UPS
  - 从家庭或办公室轻松实现远程控制和监测多台仪器
- **不消耗液态氮** — 在作业现场无需要液氮
  - 在第一次初始化时，制冷系统从室温将传感器和杜瓦冷却，并且液化从气瓶提供的氦气
  - 电源故障或维护时产生的液氮损失，可从气瓶液化氦气来补充
- **简单的供电系统** — 杜瓦顶部的电子系统只需12伏直流供电，所以一个简单的UPS涓流充电器和电池的组合，就可以作为避免雷击的最终保护
- **维护需要低** — 厂家建议的Coldhead维修间隔为10万小时
- **低功耗** — 在100- 220VAC， 50-50 Hz条件下，整个系统的功耗小于1.4千瓦

## 技术参数

**重力感应:** 单个球铈的传感器

<b>杜瓦:</b>	高 (包括冷头Coldhead) :	102厘米 (40英寸)
	直径	36厘米 (14英寸)
	重量 (带传感器杜瓦安装) :	30公斤 (65磅)
	体积:	16升 (液氮液态氮)
<b>制冷:</b>	底座和热矫直机直径	55厘米 (21.5英寸), 7公斤 (16磅)
	冷头Coldhead :	住友SRDK- 101D (在4 K为0.1 W)
	压缩机:	住友CAN- 11C, 室内, 空气冷却
	功率:	1.2/1.3千瓦的单相50/60赫兹, 100/120/220V
	工作温度范围:	4 – 38 C

**价格和选项:** 联系GWR仪器公司

参数规格如有变更，恕不另行通知 - 12/01/2009

## 参考文献:

1. Global Geodynamics Project (<http://www.eas.slu.edu/GGP/ggphome.html>)
2. Goodkind J M (1999) The superconducting gravimeter. *Review of Scientific Instruments* 70(11): 4131-4152
3. Hinderer J and Crossley D (2004) Scientific achievements from the first phase (1997-2003) of the Global Geodynamics Project using a worldwide network of superconducting gravimeters. *Journal of Geodynamics* 38:237-262.

GWR INSTRUMENTS, INC.

6264 Ferris Square, Suite D, San Diego CA 92121, USA

Tel: (858)425-7655 Fax: (858) 452-6965 Email: [information@gwrinstruments.com](mailto:information@gwrinstruments.com)

<http://www.gwrinstruments.com>

Dec 2009 Production Rev 1.00