

# GSM—19T 标准质子旋进磁力仪和梯度仪

## GSM-19 高精度 Overhauser 磁力仪和梯度仪

## GSMP<sup>35</sup> 钾光泵磁力仪

## dIdD 三分量磁力仪

### 一. 序言

加拿大 GEM 公司是专门研发和生产磁力仪的专业公司，已有三十多年历史。其生产的磁力仪被公认为磁力仪的标准系列。该公司研发和生产的磁力仪共有七个系列，每个系列中都有多个品种。GEM 磁力仪销往世界各国。自 2005 年以来，仅一年 10 个月时间，国内有关单位就购买了近 300 台标准质子旋进磁力仪和 40 多台高精度 OVERHAUSER 磁力仪以及多台三分量磁力仪。

#### GEM 公司生产的磁力仪系列：

- 标准质子磁力仪和梯度仪系列
- 高精度 OVERHAUSER 磁力仪和梯度仪系列
- dIdD 三分量磁力仪系列
- 钾光泵磁力仪系列
- Overhauser 航空磁力仪
- 钾光泵航空磁力仪
- 超高精度磁力仪

### 二. GSM—19T 标准质子旋进磁力仪和梯度仪系列

质子旋进磁力仪长期以来一直是使用普遍、价格便宜的磁力仪，其用途包括矿产资源勘探，环境和工程勘探以及监测磁场变化等。



图 1 GSM—19T 标准质子旋进磁力仪

## 1. 工作原理

质子旋进磁力仪利用富含质子氢的液体产生旋进信号。它使用的液体可以提供非常高的氢密度，并且在操作时没有危险。

让极化直流电流通过绕在富含质子氢液体探头的线圈上，便会产生 100 高斯 (Gauss) 的辅助磁通密度。质子被极化至较强的净磁化强度，与较强的磁通密度达到热平衡。

当辅助磁通终止时，被“极化”的质子即发生旋进而重新恢复为正常的磁通密度状态。根据以下公式，质子的旋进频率  $f_0$  与磁通密度  $B$  (单位为特斯拉—Teslas, T) 有直接关系：

$$f_0 = (\gamma_p / 2\pi) B \quad \gamma_p / 2\pi = 42.5763751 \text{ MHz/T}$$

对质子旋进的测量必须按序进行，即先有一个初始极化，接着进行频率测量，然后这个循环不断重复。这不同于在氢核被极化的同时进行旋进测量的连续测量法。

## 2. GSM—19T 标准质子旋进磁力仪主要优点

GSM—19T 采用了大量新技术，因而不同于其它质子旋进磁力仪，例如：

- 它集成了高精度 GPS (可选)
- 在主机屏幕上实时显示观测磁场图像
- 通过 RS232 接口，快速下载观测数据，下载速率高达 115 千波特
- 可自由选择点、线号的增减
- 分辨率高达 0.01nT, 灵敏度达 0.05nT, 绝对精度  $\pm 0.2\text{nT}$  在所有质子磁力仪中水平最高
- 标准内存为 4MB, 可存储 209715 个野外读数或 600000 个基点台读数，根据用户要求，内存量可按 4MB 增量扩展
- 具有独一无二的可程序化的基点站观测功能，软件进行日变校正
- 使用 GSM—19T 的 Walking Mag 采集模式，可保证操作员在野外随走随采集磁场数据，从而获得连续的观测剖面
- GSM—19T 的另一项创新是，用户可以在办公室内把设计好的观测路线和点位输入给 GPS (可选)，然后由 GPS 指挥操作员在野外按设计进行观测
- 基点台观测和野外流动观测之间具有高精度的时间同步，这对于在磁干扰地区和保证高精度的观测结果是非常重要的
- 具有观测质量监控功能，在测量过程中如果发现某个观测值质量低劣，对错误观测随时发出警告

### 3. 技术指标和配置

#### 技术指标:

- 灵敏度: 0.05nT
- 分辨率: 0.01nT
- 绝对精度:  $\pm 0.2\text{nT}$
- 动态范围: 20000 到 120000nT
- 梯度容差:  $>7000\text{nT/m}$
- 采样率: 3 秒至 60 秒可选
- 温飘:
  - 0.0025nT/ $^{\circ}\text{C}$  (环境温度为 0 到  $-40^{\circ}\text{C}$ );
  - 0.0018nT/ $^{\circ}\text{C}$  (环境温度为 0 到  $+55^{\circ}\text{C}$ )
- 工作温度:  $-40^{\circ}\text{C}$ — $+55^{\circ}\text{C}$

#### ● 存储 32M 字节

对流动站可存 1465623 个读数

对基点站可存 5373951 个读数

对梯度测量可存 1240142 个读数

对步行磁测可存 2686975 个读数

#### ● 尺寸及重量:

主机  $223 \times 69 \times 240\text{mm}$ , 重 2.1Kg

传感器  $170\text{mm}$ (长)  $\times 75\text{mm}$ (直径), 重 2.2Kg

#### ● 工作模式:

流动站: 每 3 秒—60 秒自动采样存储一次观测值以及时间和日期

基点站: 观测值, 时间, 日期, 每 3 到 60 秒读、存数据

遥控: 可选择 RS232 接口进行遥控测量

#### ● 输入与输出:

RS232 接口数字输出或应用 6 针防水插头 (选项) 作模拟输出

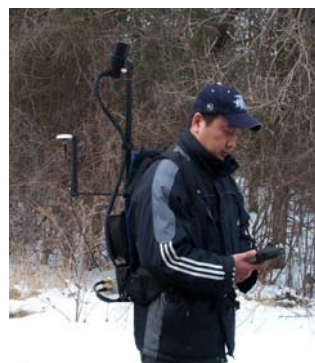
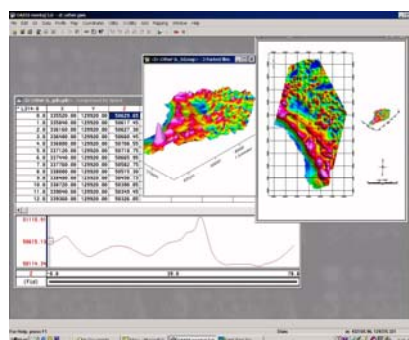


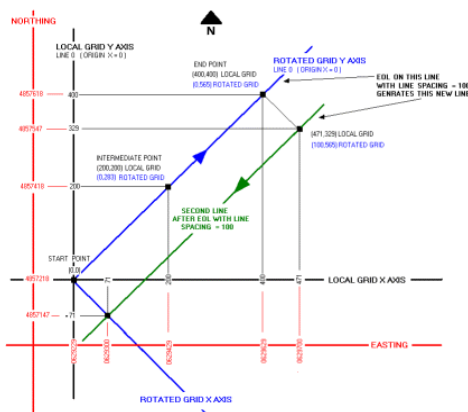
图2 GSM-19T在野外施工,  
连续working工作模式



### 标准配置

GSM-19T 主机, GEMLinkw 软件, 内部可充电电池, 充电器, 探头和电缆以及探头支杆, RS232 电缆, 运输箱, 中文操作手册。

保修期: 两年, 终身服务。



#### 4. GSM—19T 质子旋进磁力仪系列

- GSM—19T 标准质子旋进磁力仪
- GSM—19TW 标准质子步行磁力仪，一边行走一边读数，最后输出行走路线图及其磁场值
- GSM—19TV 标准质子磁力仪+甚低频
- GSM—19TG 标准质子梯度仪
- GSM—19TGW 标准质子步行梯度仪
- GSM—19TGV 标准质子梯度仪+甚低频
- GSM—19TGWV 标准质子步行梯度仪+甚低频

### 三. GSM—19 高精度 Overhauser 磁力仪和梯度仪系列



图 5 GSM 高精度 Overhauser 磁力仪

#### 1. 应用领域

Overhauser 磁力仪是运用 GEM 公司的独特技术开发出来的高精度磁力仪，它具有一系列独有的优点，已成为高精度的标准磁力仪观测系统，它主要应用于：

- 高精度矿产资源探测
- 含油、气盆地构造探测
- 工程和环境勘探
- 地下埋藏物和管线探测
- 地震和火山前兆观测
- 考古
- 对物质磁性的高精度测量

#### 2. 工作原理

当把特殊的含有不成对电子的液体与氢原子结合起来、并在射频（RF）磁场的极化下便产生 Overhauser 效应。也即，不成对的电子将其自身的极化强度传输给氢原子后，就产生了很强的进动信号这种进动信号对总磁场强度值具有很高的灵敏度，并可用简单的方程式表达。于是通过测量进动信号，便可测出总磁场强度。此种磁力仪称为 Overhauser 磁力仪。

由于产生射频（RF）磁场所需的能量很小，并且其频段处于进动信号频率之外，从而消除了测量噪声，所以 Overhauser 磁力仪功耗特别低，精度很高。

此外，射频磁化过程和进动信号的测量过程可以同步进行，因此观测效率高，可以高速采样。



### 3. Overhauser 磁力仪探头

Overhauser 磁力仪探头是专利性创新产品，它是电子学设计和量子磁力化学的最佳结合。

在电子学方面，探头内含有反向串联的双拾取线圈，以压制环境噪声干扰，例如大气噪声等。在量子磁力化学方面，探头内充填属于公司专利的溶有自由电子的富氢液体，从而增加了在射频极化磁场作用下所产生的进动信号强度。

在材质方面探头尺寸很小，很轻又牢固。探头的所有材质都是经过仔细选择的非磁性物，以最大的提高信噪比。探头方向性很小，在赤道附近也可对磁场进行精确地测量，在野外测量时可以不必要注意探头的放置方向。

### 4. Overhauser 磁力仪主机

主机包括微型键盘，内置固化件的显示界面，系统控制电路和数据存储以及数据检索等。为了操作方便，显示界面具有单色文本和实时剖面显示双重功能，并可交互使用。可以通过 GEMLinkw 软件网页对内置固化件中的软件进行升级，因此可使你的磁力仪永远保持最高水平，而又不必返回厂家升级。



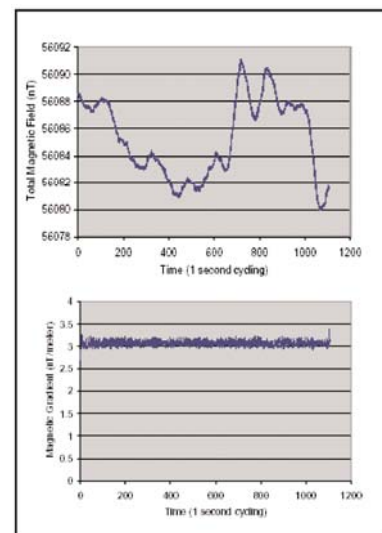
图 6 Overhauser 磁力仪探头  
支杆和主机

### 5. Overhauser 磁力仪主要优点

Overhauser 磁力仪把高精度的数据采集，工作效率和高度稳定性有效地结合在一起。它的观测精度与昂贵的铯光泵一致，但在稳定性和功耗方面具有独到的优点：

- 高灵敏度、高分辨率和高观测精度
- 超级全方位传感器
- 测量之前无需预热，易于野外操作
- 数据存储达 4M 字节，可扩展到 32M 字节
- 可编程基点站
- 快速数据传输
- 置于磁力仪内的、集成式 GPS 用于定位测量（可选），分辨率可达 5 米或 1 米
- 宽的温度范围（标准型从 -40 到 +55 摄氏度；可选型从 -55 到 60 摄氏度），可在极端的气候条件下使用
- 坚固可靠的设计。使用寿命长，适应性强
- 几乎无须保养，确保了更低的使用成本
- 从网站上更新软件

其他优点包括：绝对精度高、操作速度快（每秒多达 5 个读数），能耗非常低



## 6. Overhauser 磁力仪技术指标和配置

### 技术指标:

灵敏度:  $<0.015\text{nT}$

分辨率:  $0.01\text{nT}$

绝对精度:  $0.1\text{nT}$

动态范围: 10000 到 120000nT

梯度容限:  $>10000\text{nT/m}$

采样率: 步行 Overhauser: 60+, 5, 3, 2, 1, 0.5, 0.2 秒

流动 Overhauser: 3-10 秒

温飘:  $0.0025\text{nT}/^{\circ}\text{C}$  (环境温度为

0 到  $-40^{\circ}\text{C}$  情况下);  $0.0018\text{nT}/^{\circ}\text{C}$

(环境温度为 0 到  $+55^{\circ}\text{C}$  情况下)

工作温度:  $-40^{\circ}\text{C}$ — $+55^{\circ}\text{C}$

存储 32M 字节, 这意味着:

对流动观测有 1465623 个读数

对基点站有 5373951 个读数

对梯度测量有 1240142 个读数

对 Walking Map 模式有 2686975 个读数

尺寸及重量: 主机  $223 \times 69 \times 240\text{mm}$ , 重 2.1Kg

探头  $175\text{mm}$  (长)  $\times 75\text{mm}$  (直径), 重 1.0Kg

工作模式: 流动站: 每 3 秒钟自动读取和存储一次观

测值, 测点坐标值, 以及时间和日期。

基点站: 每 3 到 60 秒自动存储一次观测值,

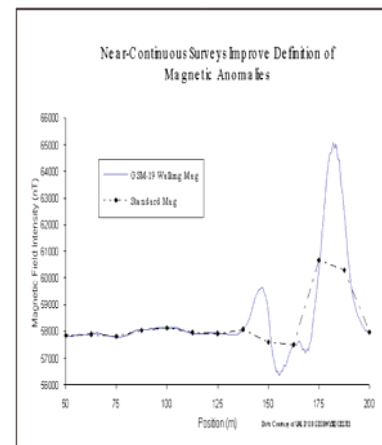
时间和日期

遥控: 可选择 RS232 接口进行遥控测量

输入与输出:

RS232 接口数字输出或应用 6 针防水插头 (选项)

作模拟输出



Description	Range	Services	Output	Nav Option
Standalone	5m	GPS	Time, Lat / Long, UTM	Y
Corrected automatically by GPS without radio modems	3m	WAAS / EGNOS, OmniSTAR	Time, Lat / Long, UTM	Y
Corrected automatically by GPS without radio modems	1m	WAAS / EGNOS, OmniSTAR	Time, Lat / Long, UTM	Y
Corrected automatically by GPS with radio modems	0.1m	RTCM, RTK	Time, Lat / Long, UTM	Y

### 标准配置

GSM-19 主机, GEMLinkW 软件, 内部可充电电池, 充电器, 探头和电缆以及探头支杆, RS232 电缆运输箱, 中文操作手册。

保修期 两年, 终身服务。

## 7. 高精度 Overhauser 磁力仪系列

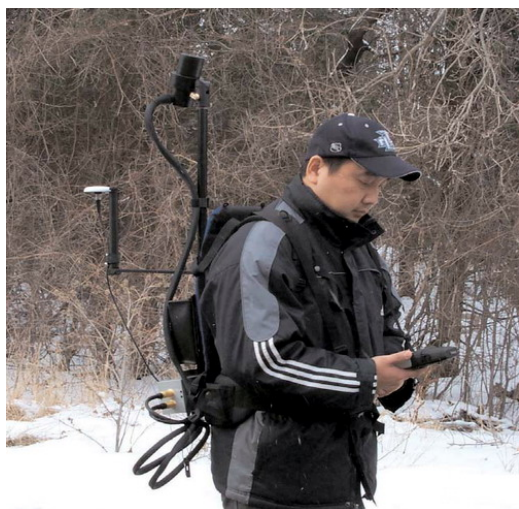
- GSM-19 Overhauser 标准磁力仪
- GSM-19W Overhauser 步行磁力仪一边行走一边读数, 最后输出行走路线图及其磁场值
- GSM-19V Overhauser 标准磁力仪+甚低频
- GSM-19G Overhauser 标准磁力梯度仪
- GSM-19GV Overhauser 标准梯度仪+甚低频

- GSM—19WV Overhauser 步行磁力仪+甚低频
- GSM—19GW Overhauser 步行磁力梯度仪
- GSM—19GWV Overhauser 步行磁力梯度仪+甚低频
- GSM—19GW4 Overhauser 4个探头 Overhauser 步行磁力梯度仪

## 四、GSMP<sup>35</sup> 钾光泵磁力仪

GSMP<sup>35</sup> 钾光泵磁力仪可用于寻找金属和稀有矿产、宝石和石油天然气等，它采用目前最理想的技术，可以帮助您获得高质量的磁场和梯度数据，用于分析和做出决策。

经过了十几年的发展，GEM 研发出的 GSMP<sup>35</sup> 光泵磁力仪，轻便、背式、易于携带到山区。主要功能包括：输入、输出、导航、测量和采样等等。该系统也支持 GPS——这对今天重视效率的勘探工程来说又是一个重要的能力。新型 GSMP<sup>35</sup> 钾光泵磁力仪是迄今具有最高分辨率和绝对精度的磁力仪。



### 技术参数

灵敏度	0.0035 nT / $\sqrt{\text{Hz}}$ at 1 Hz
分辨率	0.0001 nT
绝对精度	+/- 0.1 nT
动态范围	20,000 ~ 120,000 nT
梯度容差	30,000 nT/m
采样率	1 小时到 20 Hz
工作温度	-20° C ~ +55° C

量程最高可扩展至 300,000 nT（可供选择）

## 五. dIdD 三分量磁力仪

### 1. dIdD 测量原理

在 Overhause 探头上安装两个互相垂直的线圈, 线圈悬挂在由皮青铜做成的弹簧悬丝上。

其中一个线圈平面垂直全磁场矢量  $F$ , 另一个线圈平面平行全磁场矢量  $F$ 。

首先向垂直  $F$  的线圈, 即磁场倾角 (I) 线圈内, 依次输入大小相等, 方向相反的偏置电流, 这两个偏置电流所产生的偏转磁场由 Overhause 探头接收, 并记录下来, 称之为  $I_p$  和  $I_m$ , 同时也记录下来未加偏置电流时的全磁场  $F$ 。

同样, 在向平行  $F$  的线圈, 即磁偏角 (D) 线圈内, 依次输入大小相等, 方向相反的偏置电流, 这两个偏置电流所产生的偏转磁场由 Overhause 探头接收, 并记录下来, 称为  $D_p$  和  $D_m$ , 同时也记录下来未加偏置电流时的全磁场  $F$ 。

应用简单算法就可以确定全磁场  $F$  的倾角 (I) 和偏角 (D) 的瞬时变化  $dI$  和  $Dd$ 。

如果我们知道观测地区的地磁场倾角 (I) 和磁场偏角 (D), 我们把  $dI$  和  $dD$  与它们相加便可知道该地区的地磁场倾角和地磁场偏角的瞬时变化。

### 2. dIdD 技术指标

- 灵敏度: 0.01nT@5 秒
- 分辨率: 0.01nT
- 绝对精度: 0.2nT
- 动态范围: 20000 到 120000 nT
- 梯度容差 >10000 nT/m
- 工作温度:  $-40^{\circ}\text{C}$ — $+55^{\circ}\text{C}$
- 温度飘移:  $<0.1\text{nT}/^{\circ}\text{C}$
- 长时间漂移:  $<2\text{nT}/\text{年}$
- 功耗: 1.5W, 12V 供电
- 采样率:
  - ① 1.0 秒—5.0 秒
  - ② 0.5 秒—2.5 秒
  - ③ 0.2 秒—1.0 秒
- 测量范围: 磁倾角  $I_0 \leq \pm 90^{\circ}$ , 磁偏角  $D_0 \leq 180^{\circ}$
- 操作模式: 自动或远程控制
- 尺寸和重量: 223×69×240mm (主机)  
直径 250mm (探头)

### 3. dIdD 标准配置

GSM-90 主机; dIdD 探头及电缆; dIdD 软件; 12VDC 电瓶; RS-232 电缆; 手册。  
 可选件: GPS 给出精确的时间值。



#### 4. dIdD 的安装

- 实时接收 D+, D-, I+, I-和 F 的原始图像。
  - 应用 1 分钟高斯滤波器处理原始数据。
  - 从处理后的数据计算 $\Delta I$ ,  $\Delta D$  和  $x, y, z$ 。
- 进一步平均化或者深加工可以从存储的文件中操作:
- 在屏幕上显示原始数据的值并计算
  - 显示全磁场 F,  $x, y, z$  倾角和偏角的图表

#### GSM-19FD dIdD Installation illustration

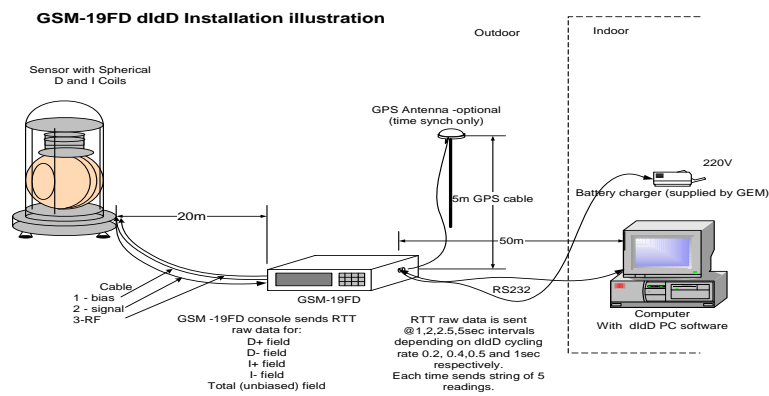


图 7 dIdD 安装图