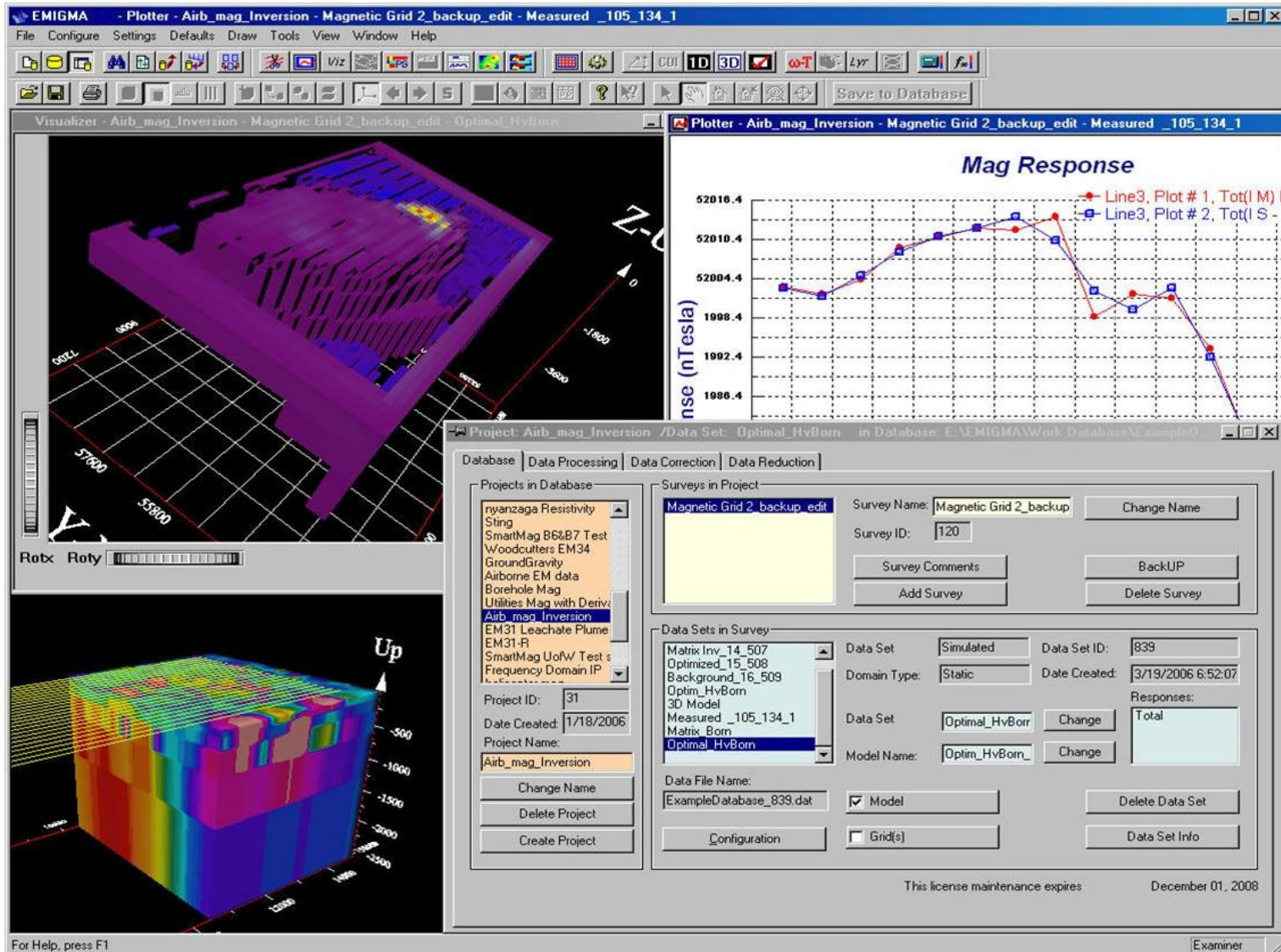


# EMIGMA V9.x – 手册

## 高级版和专业版



# 三维磁场反演

# 三维磁场反演

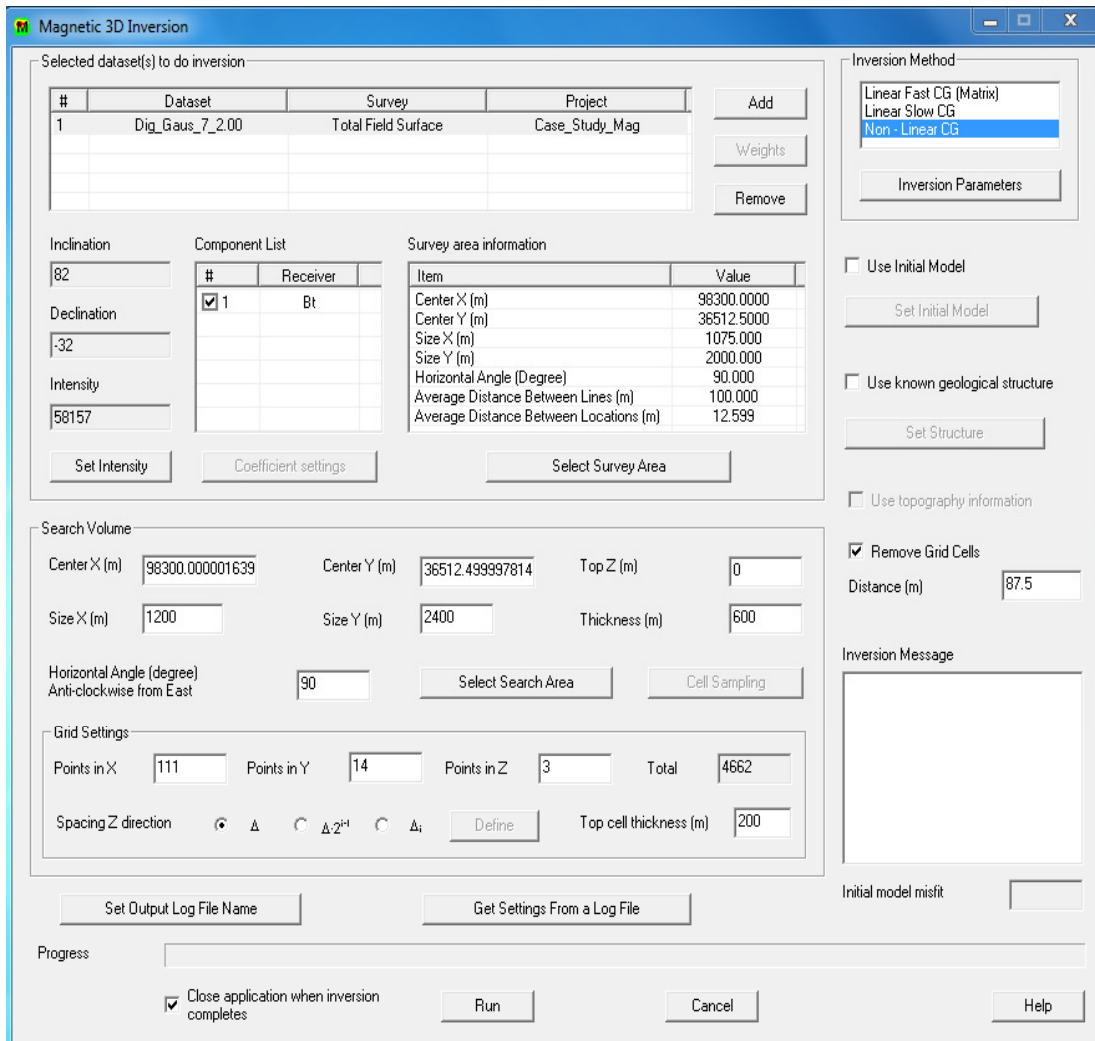
$$d = F(m)$$

d -- N维数据矢量

m -- M维模型矢量

F – 描述数据物理关系的地球模型函数 – *实践中的一个近似方法*

- 线性共轭梯度（矩阵）
- 非线性共轭梯度



# 三维磁场反演

## 数据集选择

单击添加（**Add**）可以添加数据集，以便于在反演中使用。在缺省状态每个数据集赋予相等的权重。可以通过点击权重按钮（**Weights**）进行修改。

## 磁场分量

可以选择在Bx, By, Bz, Btotal或梯度场进行反演。

## 日志文件

每次运行反演时创建一个日志文件。可通过点击设置输出日志文件名称（**Set Output Log File Name**），指定日志文件的名称和位置。单击获取日志文件中的设置（**Get Settings From a Log File**），使用以前的某个反演设置。

## 利用地形信息（Use topography information）

如果导入数据时带有gps z通道，这个选项处于可用状态。如果选择这个选项，在进行反演时会用到gps z的值。当反演结果加载到可视化图形时，会出现一个窗口，提供选择按Z或gps z显示测量结果（**Display the survey according to**）。选择gps z查看利用地形得到的反演结果。

## 删除网格单元（Remove Grid Cells）

任何到最近数据点的距离超出指定距离（**Distance**）的网格单元将被从反演结果中移除。

## 地质构造

点击使用已知的地质结构（**Use known geological structure**）定义一个结构用于约束反演结果。

## 初始模型误差（Initial model misfit）

显示初始模型拟合数据的近似程度，值越接近0，拟合的越好。

## 三维磁场反演

### 地球磁场

点击设置强度（**Set Intensity**）可以选择不同的方法来获取代表地球磁场强度的值。

**数据集中的强度（Intensity in the dataset）** - 使用在选定的测量中定义的值。

**数据平均（Average of data）** - 磁场强度将从数据中计算出。用于计算的数据值的数量取决于所选择的选项。

**用户定义（User define）** - 只需在磁场强度（Earth field intensity）框中输入一个新值。

Set Earth Field Intensity

Intensity

Intensity in the dataset

Average of data

Average of data within 1SD (about 68% around mean)

Average of data within 2SD (about 95% around mean)

User defines

Earth field intensity (nT)

OK Cancel

Coefficient Settings for Derivatives

Relative contribution between the derivatives

dBt/dx contribution

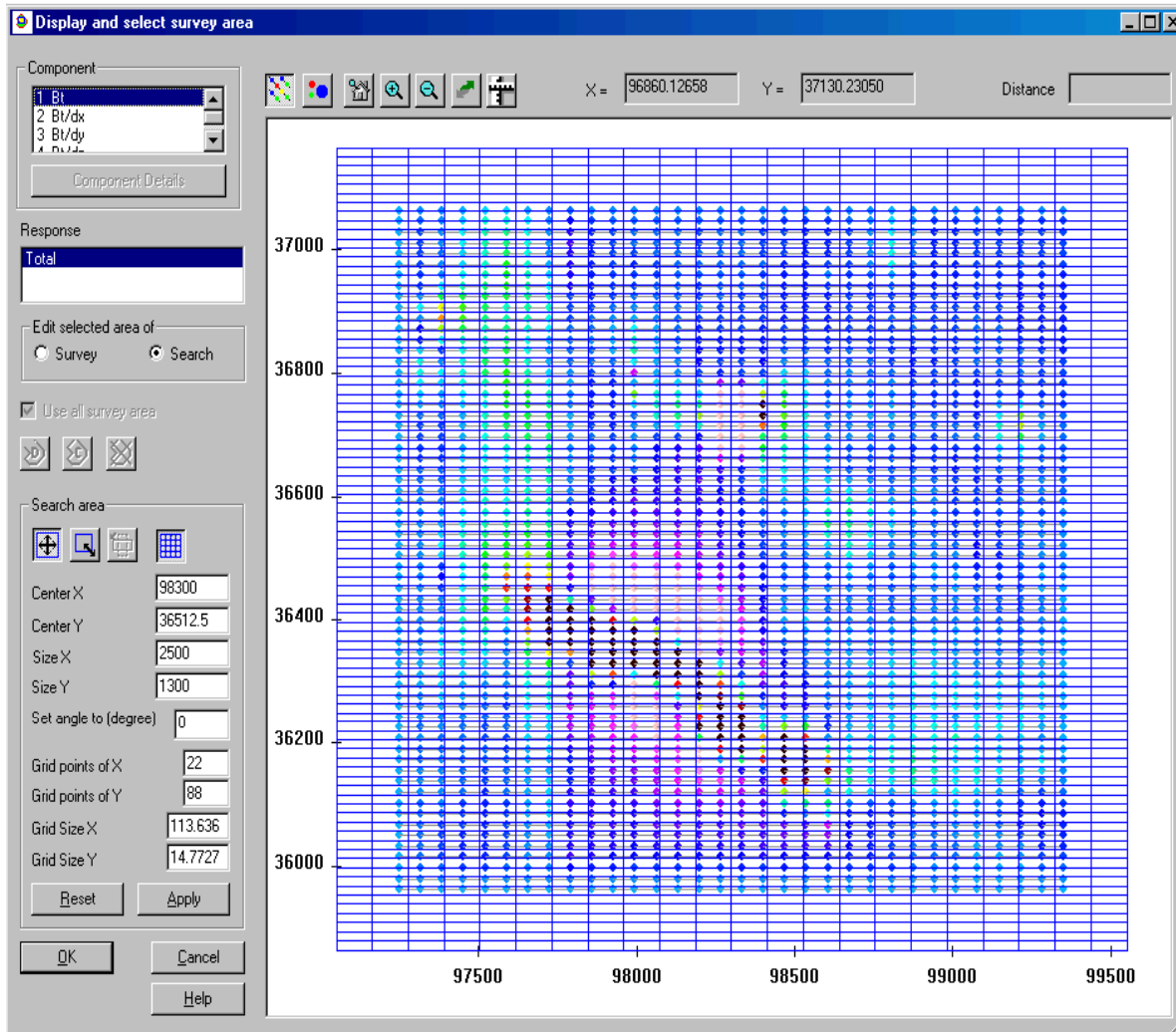
dBt/dy contribution

dBt/dz contribution

OK Cancel

### 系数设置

当有梯度数据并且有一个以上的导数被选择时，此按钮将处于可用状态。它弹出一个窗口，可使每个可用的导数获得一个权重。



## 三维磁场反演

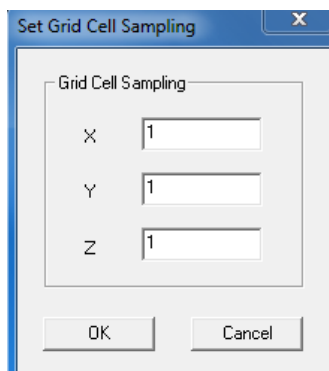
单击选择搜索范围（**Select Search Area**）或选择测量区域（**Select Survey Area**）按钮弹出同一窗口，如左图。

## 测量区域

单击选择测量区域（**Select Survey Area**）按钮启动图形化工具，它使你能够指定反演计算中用到的数据点。

## 搜索体积

搜索体积（**Search Volume**）部分默认的参数将创建一个覆盖整个测量区域的网格。通过输入新值或使用图形化工具，可以修改搜索区域参数。



## 网格单元采样

对搜索体积（**Search Volume**）中定义的网格单元，通过设置网格单元采样（**Cell Sampling**），在进行模拟计算时可将其分成更小的单元。在**X**、**Y**和**Z**对话框中键入相应的数值指定在**X**、**Y**和**Z**方向上的采样数。

# 三维磁场反演

## 网格设置

Grid Settings

Points in X  Points in Y  Points in Z  Total

Spacing Z direction   $\Delta$    $\Delta \cdot 2^{i-1}$    $\Delta_i$   Top cell thickness (m)

在网格设置（**Grid Settings**）区域中确认用于反演的网格单元的数量和布局。在X和Y方向，根据单元个数，均匀分割网格的长宽。在Z方向上，选择 $\Delta$ ，均匀分割网格的厚度；选择 $\Delta \cdot 2^{i-1}$ ，按指数规律分割网格的厚度；选择 $\Delta_i$ ，按用户给定的一组单元厚度分割网格。点击**定义（Define）**可以修改用户设置。

Edit the search grid cell thickness

Total thickness  Top Z

Total thickness after modification

Search grid cell thickness

Index	Thickness	Depth
1	1.8000	-1.8000
2	1.8000	-3.6000
3	1.8000	-5.4000
4	1.8000	-7.2000
5	1.8000	-9.0000
6	1.8000	-10.8000
7	1.8000	-12.6000
8	1.8000	-14.4000
9	1.8000	-16.2000
10	1.8000	-18.0000

Thickness (m)

Insert Index

Note: Multi thickness items can be selected.

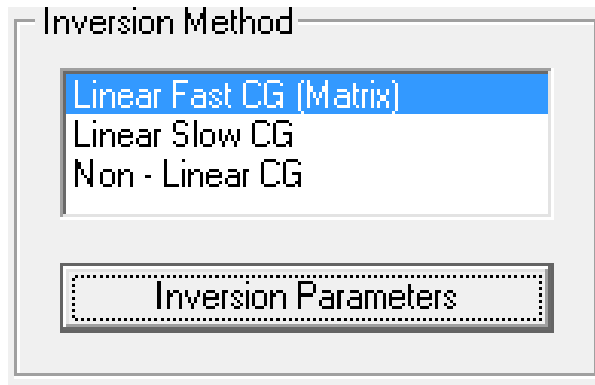
## 编辑网格单元厚度

该界面显示在编辑前和编辑后的总厚度以及顶部的Z值。在搜索网格单元厚度（**Search grid cell thickness**）中列出了单元的厚度。

# 三维磁场反演

## 反演方法

有三个可供选择的反演方法。通过点击反演参数（Inversion Parameters）按钮设置所选技术的参数。



**线性快速 CG（矩阵）（ Linear Fast CG（Matrix））** - 直接反演技术。该技术假定正演函数能够被线性化。这是一种快速反演的技术但被限制于解决少量的参数。

**线性慢速 CG（Linear Slow CG）** – 类似于快速技术但在数据点或网格单元的数量非常大情况下是必须的。

**非线性 CG（Non-Linear CG）** – 一般原则是从一个初始猜测开始，然后通过使用一个迭代过程最小化给定的函数来寻找最合适的模型。



## 三维磁场反演

Inversion Method

Linear Fast CG (Matrix)

Linear Slow CG

Non - Linear CG

Inversion Parameters

线性 CG 技术 假定正演函数能够被线性化。这是一种快速反演的技术但被限制于解决少量的参数。

$$d = F(m)$$

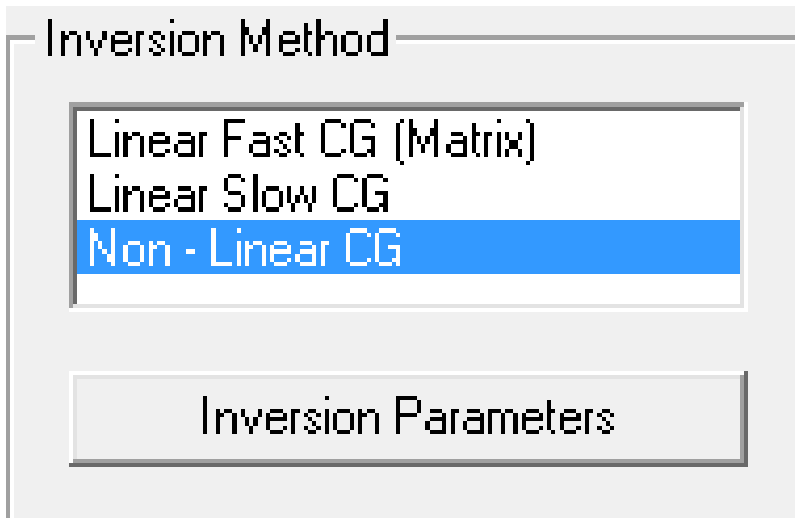
$d$  –  $N$  维矢量

$F$  –  $N \times M$  维矩阵

$m$  –  $M$  维矢量

$$H_{\text{ext}}(r) = \int G(r, r') J(r') dr'$$

$$J(r') = (m(r') - m_0) H_{\text{ins}}(r') = \chi(r') H_{\text{ins}}(r')$$



## 三维磁场反演

**非线性 CG** 一般原则是从一个初始猜测开始，然后通过使用一个迭代过程最小化给定的函数来寻找最合适的模型。

影响优化结果的关键因素:

- 好的正演算法
- 好的最小化技术
- 好的起始模型
- 好的数据

### 无约束共轭梯度最小化

在一个给定的迭代中利用导数信息来构造两个正交向量序列定义搜索方向。然后通过试验和误差（线搜索）移动到这个方向的当地最小值。梯度已达到所需的最低值时停止迭代。这是一个无约束最小化技术，搜索完成后参数边界被限制了。

$$\phi(m) = \lambda \phi_d(m) + \phi_m(m)$$

$\phi(m)$  - 要被最小化的函数

$\phi_d(m)$  - 数据误差

$\phi_m(m)$  - 模型误差

$\lambda$  - 拉格朗日乘子 - 正则化权重

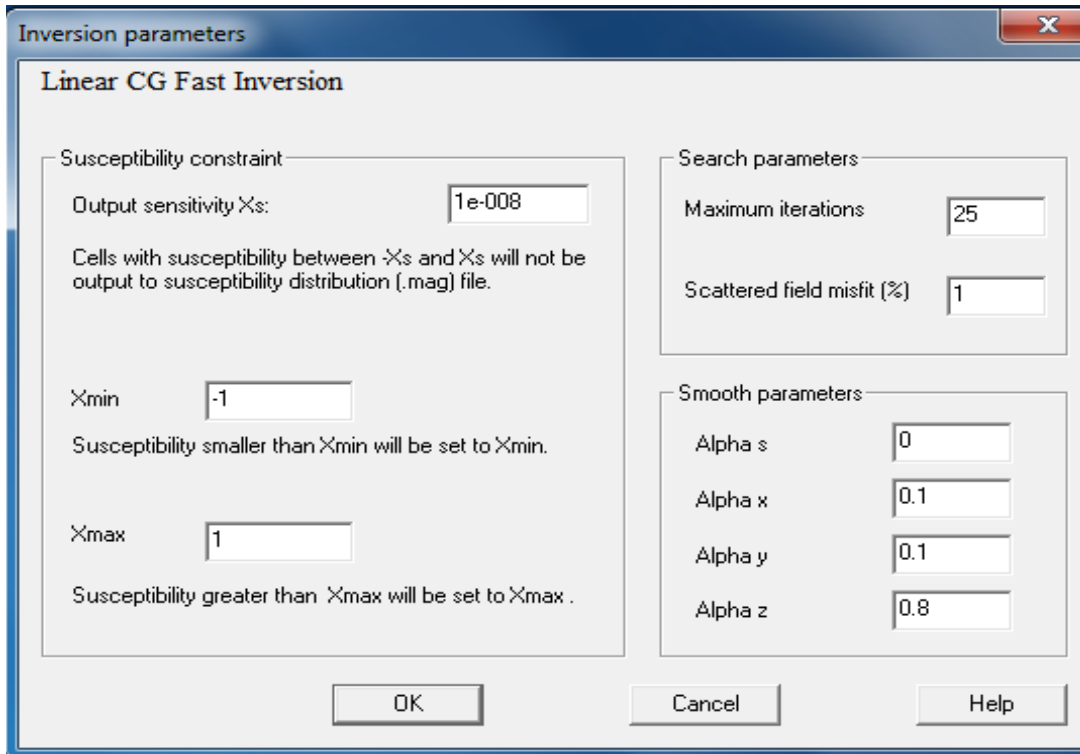
### 奥卡姆式的模型误差函数

$$\phi_m(m) = \alpha_0 \int w^2(z) [m(r) - m^0(r)]^2 dv +$$

$$\sum_{i=x,y,z} \alpha_i \int [w(z) \nabla_i (m(r) - m^0(r))]^2 dv$$

$\alpha_i$  - 权重因子

$w(z)$  - 深度权重



## 三维磁场反演

### 搜索参数 (Search Parameters)

#### 最大迭代次数 (Maximum Iterations)

程序运行生成最终解决方案的最大迭代次数。通常的默认值（线性快速CG法25次，其它方法约15次）对反演是足够的。

#### 散射场误差 (Scattered field misfit)

停止迭代的标准。当实测和模拟的散射场之间的差异落在实测值的某一百分比范围内时，停止迭代。

### 平滑性参数 (Smooth parameters)

较大的值将增加反演结果的平滑性。**Alpha s**降低所有的磁化率值的范围。**Alpha x, y 和z**分别减少X、Y、Z方向上两个相邻单元磁化率之间的差异。

### 磁化率约束 (Susceptibility Constraint)

#### 输出灵敏度 (Output Sensitivity)

磁化率在|X|（接近0 - 用户定义有多接近）范围内的单元在每次迭代后被限制或被去除。这些单元不会被输出到磁化率分布 (.mag) 文件。

**Xmin** 迭代完成后，小于Xmin的X值将被置为Xmin。

**Xmax** 迭代完成后，大于Xmax的X值将被置为Xmax。

# 三维磁场反演

## 初始模型

点击使用初始模型（**Use Initial Model**）复选框指定一个初始模型。通过点击设置初始模型（**Set Initial Model**）按钮，可回到初始模型窗口。

初始模型是由一系列具有各种属性的长方体描述的，它们位于起始异常体列表框（**Starting anomaly list**）中。

## 添加一个长方体到模型列表

在建立/修改长方体（**Build/Modify a prism**）框中指定新长方体的磁化率、大小、位置和方向。  
点击添加长方体（**Add a prism**）按钮。

The 'Starting Model' dialog box is divided into two main sections. The top section, 'Build/Modify a prism', allows users to define a single prism with the following parameters:

Size (m)	Center (m)	Angle (degree)	Susceptibility
X: 1200	X: 98300.000001639	1st: 90	1
Y: 2400	Y: 36512.499997814	2nd: 0	
Z: 600	Z: -300	3rd: 0	

Below these fields are four buttons: 'Set size to all selected prisms', 'Set angles to all selected prisms', 'Set susceptibility to all selected prisms', and 'Delete all selected prisms'. The bottom section, 'Starting anomaly list', is a table with the following columns: #, Susceptibility, Strik(degree), Dip(degree), Plunge(degree), Size X(m), Size Y(m), Size Z(m), and Center X(m). The table is currently empty. At the bottom of the dialog are 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons.

## 修改模型列表中现有的长方体

在异常体列表中选取要修改的长方体编号，其在第一列。  
指定新的长方体参数，单击**修改长方体**（**Modify a prism**）按钮。

## 对一组选定的长方体应用同样的数值

点击设置磁化率到所有选中的长方体（**Set susceptibility to all selected prisms**）按钮，修改磁化率。

点击设置角度到所有选中的长方体（**Set angles to all selected prisms**）按钮，修改角度。

点击设置大小到所有选中的长方体（**Set size to all selected prisms**）按钮，修改大小。

## 从模型列表中删除长方体

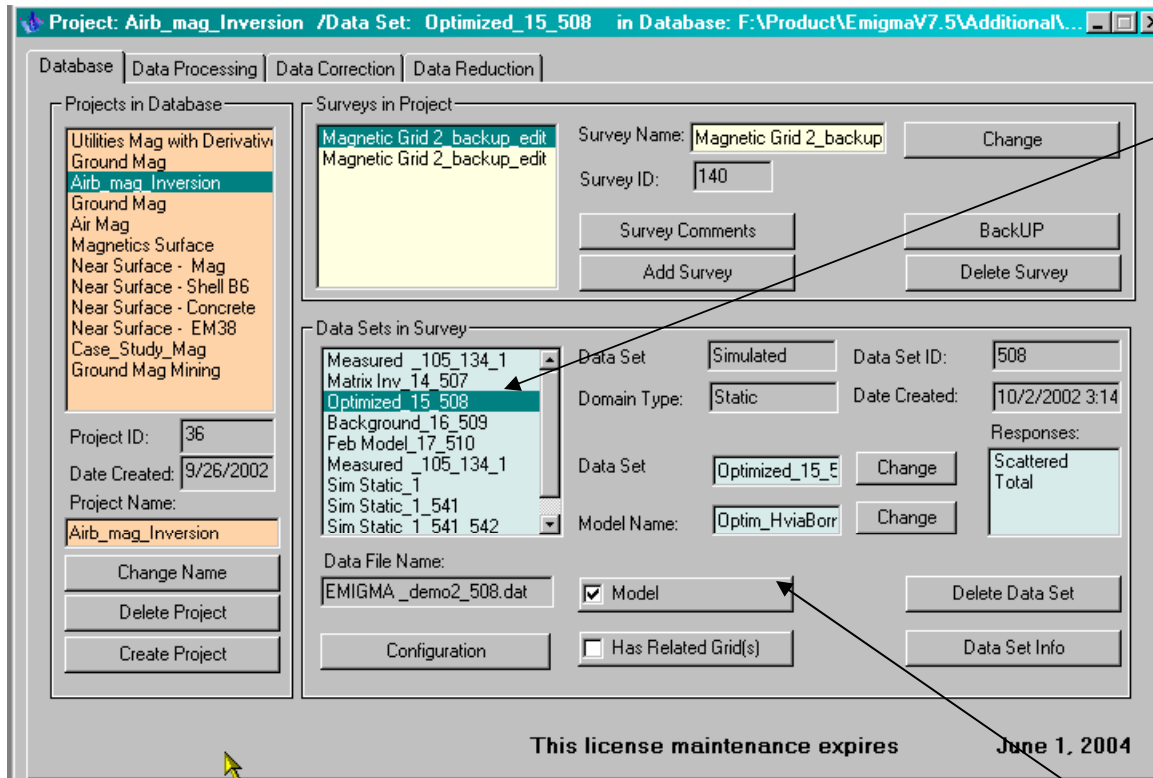
从异常体列表中选择要删除的长方体。  
点击删除全部选中的长方体（**Delete all selected prisms**）

## 从当前数据库中的另一个数据集导入模型

点击导入一个模型（**Import a model**）。

选择项目、测量、数据集和所需的模型。

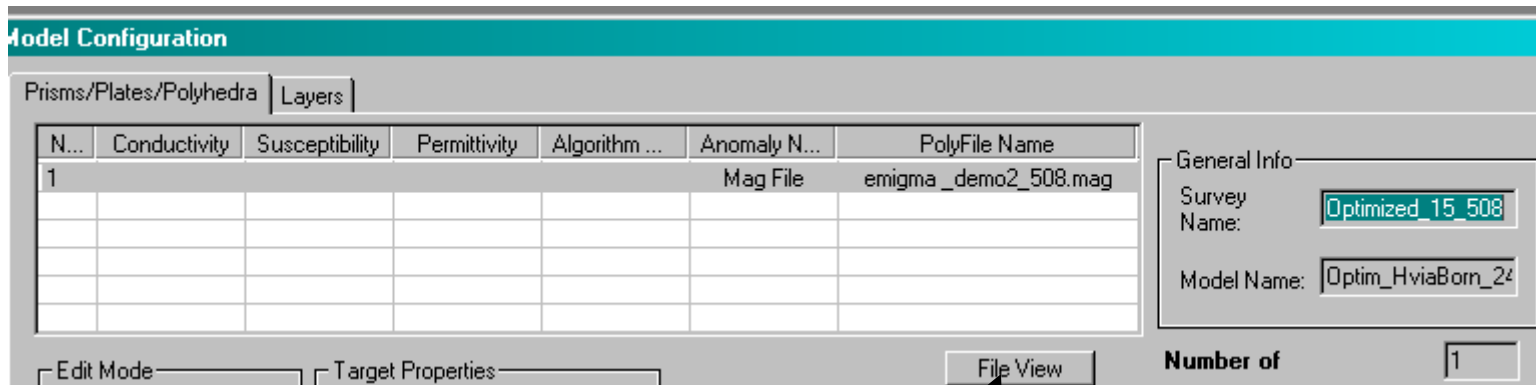
点击**OK**，模型将会出现在起始异常列表（**Starting anomaly list**）



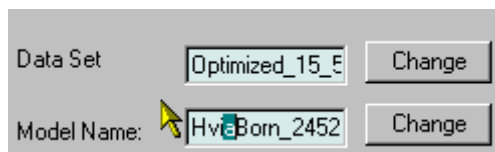
反演之后附于测量的是一个新数据集。此数据集包含反演后的合成数据。因此，反演创建了一个模型，用来估计地下结构，同时产生与模型相连的模拟（Simulated）数据。

可以加载这种合成数据与实测（Measured）数据到各种应用如曲线图中以比较实测数据与用该模型模拟（Simulated）的数据。

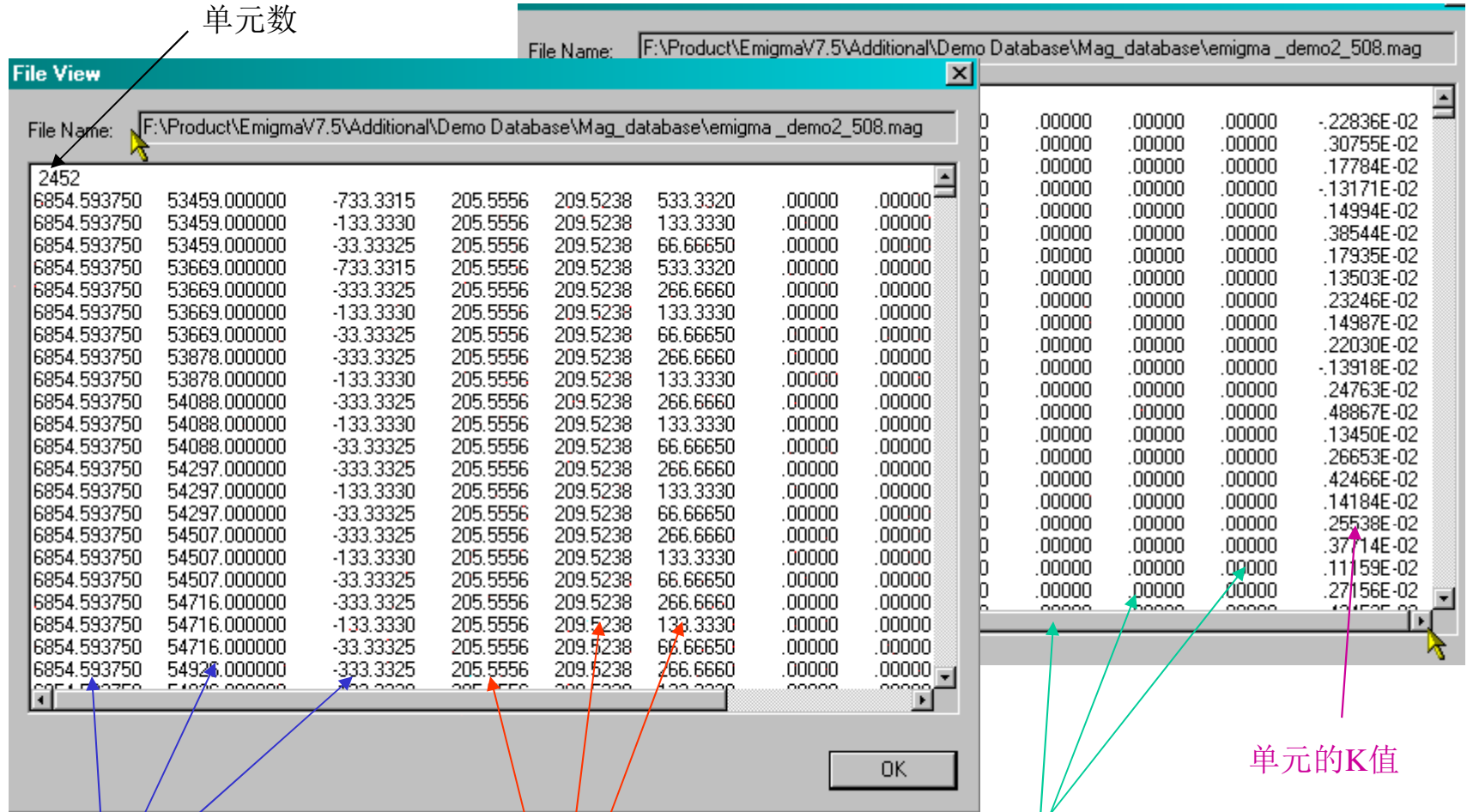
和正演模型一样，反演模型或网格被添加到模拟（Simulated）数据集中。这种模型可以被加载到可视化图或等值线图的应用中。



点击模型（Model）按钮，然后选择长方体/薄板/多面体选项卡，用户将得到此显示。附于数据库的是一个\*.mag文件，位于数据库目录中。在这个例子中，模型被保存在 *emigma\_demo2\_508.mag* 文件中。  
模型名是 *Optim\_HviaBorn\_2452*。这是一个来自反演的默认名称。  
当然，用户可以在主窗口中重新命名。



可直接查看或打开\*.mag文件，因为它是简单的ASCII柱文件。



单元数

File Name: F:\Product\Eigma\7.5\Additional\Demo Database\Mag\_database\emigma\_demo2\_508.mag

2452							
6854.593750	53459.000000	-733.3315	205.5556	209.5238	533.3320	.00000	.00000
6854.593750	53459.000000	-133.3330	205.5556	209.5238	133.3330	.00000	.00000
6854.593750	53459.000000	-33.33325	205.5556	209.5238	66.66650	.00000	.00000
6854.593750	53669.000000	-733.3315	205.5556	209.5238	533.3320	.00000	.00000
6854.593750	53669.000000	-333.3325	205.5556	209.5238	266.6660	.00000	.00000
6854.593750	53669.000000	-133.3330	205.5556	209.5238	133.3330	.00000	.00000
6854.593750	53669.000000	-33.33325	205.5556	209.5238	66.66650	.00000	.00000
6854.593750	53878.000000	-333.3325	205.5556	209.5238	266.6660	.00000	.00000
6854.593750	53878.000000	-133.3330	205.5556	209.5238	133.3330	.00000	.00000
6854.593750	54088.000000	-333.3325	205.5556	209.5238	266.6660	.00000	.00000
6854.593750	54088.000000	-133.3330	205.5556	209.5238	133.3330	.00000	.00000
6854.593750	54088.000000	-33.33325	205.5556	209.5238	66.66650	.00000	.00000
6854.593750	54297.000000	-333.3325	205.5556	209.5238	266.6660	.00000	.00000
6854.593750	54297.000000	-133.3330	205.5556	209.5238	133.3330	.00000	.00000
6854.593750	54297.000000	-33.33325	205.5556	209.5238	66.66650	.00000	.00000
6854.593750	54507.000000	-333.3325	205.5556	209.5238	266.6660	.00000	.00000
6854.593750	54507.000000	-133.3330	205.5556	209.5238	133.3330	.00000	.00000
6854.593750	54507.000000	-33.33325	205.5556	209.5238	66.66650	.00000	.00000
6854.593750	54716.000000	-333.3325	205.5556	209.5238	266.6660	.00000	.00000
6854.593750	54716.000000	-133.3330	205.5556	209.5238	133.3330	.00000	.00000
6854.593750	54716.000000	-33.33325	205.5556	209.5238	66.66650	.00000	.00000
6854.593750	54926.000000	-333.3325	205.5556	209.5238	266.6660	.00000	.00000
6854.593750	54926.000000	-133.3330	205.5556	209.5238	133.3330	.00000	.00000
6854.593750	54926.000000	-33.33325	205.5556	209.5238	66.66650	.00000	.00000

0	.00000	.00000	.00000	-.22836E-02
0	.00000	.00000	.00000	.30755E-02
0	.00000	.00000	.00000	.17784E-02
0	.00000	.00000	.00000	-.13171E-02
0	.00000	.00000	.00000	.14994E-02
0	.00000	.00000	.00000	.38544E-02
0	.00000	.00000	.00000	.17935E-02
0	.00000	.00000	.00000	.13503E-02
0	.00000	.00000	.00000	.23246E-02
0	.00000	.00000	.00000	.14987E-02
0	.00000	.00000	.00000	.22030E-02
0	.00000	.00000	.00000	-.13918E-02
0	.00000	.00000	.00000	.24763E-02
0	.00000	.00000	.00000	.48867E-02
0	.00000	.00000	.00000	.13450E-02
0	.00000	.00000	.00000	.26653E-02
0	.00000	.00000	.00000	.42466E-02
0	.00000	.00000	.00000	.14184E-02
0	.00000	.00000	.00000	.25538E-02
0	.00000	.00000	.00000	.37714E-02
0	.00000	.00000	.00000	.11159E-02
0	.00000	.00000	.00000	.27156E-02
0	.00000	.00000	.00000	.13152E-02

每个单元的 X, Y, Z 中心

单元大小 - du, dv, dw

三个欧拉角度

单元的K值

**技术文档** EMIGMA 的CD- ROM提供一套技术文件。包括教程，幻灯片演示，技术摘要和手册。在安装过程中这些材料中的大部分将被复制到你的机器上。

\*.\EmigmaV9.x\Documents

\Manual

\Tutorials

\Technical

这些文件也可通过点击下列下载页面得到  
<http://www.petroseikon.com/resources/index.php>

**技术支持**

支持部门

电话: 519.943.0001

[support@petroseikon.com](mailto:support@petroseikon.com)

**反馈** 始终欢迎您的意见和反馈，这有助于为所有用户提供更好的产品。

[www.petroseikon.com](http://www.petroseikon.com)