

别在岩芯柱面上画两条平行于岩芯轴线的直线  $\overline{a_{\text{高}}a'_{\text{高}}}$  和  $\overline{a_{\text{低}}a'_{\text{低}}}$ 。

3. 将岩芯两端敲平, 连接上端面与  $\overline{a_{\text{高}}a'_{\text{高}}}$  和  $\overline{a_{\text{低}}a'_{\text{低}}}$  两线的交点  $m'_{\text{高}}$ 、 $m'_{\text{低}}$ , 并取其中点为  $O$ , 自  $O$  点顺转  $\gamma$  角 ( $\gamma$  角为负时逆转) 画一直线做  $Oy'$  轴, 再由  $Oy'$  逆转  $90^\circ$  画出  $Ox'$  轴, 并以岩芯的轴线向下为  $Oz'$  轴。即可用此  $Ox'y'z'$  作为观测坐标系。

### 剩磁观测与数据整理

按高斯第二位置的观测方法, 分别以  $Ox'$ 、 $Oy'$ 、 $Oz'$  三轴朝上、朝下读取  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ , 等数据, 然后按下列公式转换成理论坐标系统的  $J_{rx}$ 、 $J_{ry}$ 、 $J_{rz}$  三个剩磁分量:

$$J_{rx} = \frac{5\varepsilon R^3}{V} \{ (n_2 - n_1) \sin\phi_{\text{钻}} + [(n_4 - n_3) \sin\theta_{\text{钻}} + (n_6 - n_5) \cos\theta_{\text{钻}}] \cos\phi_{\text{钻}} \} \quad (8)$$

$$J_{ry} = \frac{5\varepsilon R^3}{V} \{ [(n_4 - n_3) \sin\theta_{\text{钻}} + (n_6 - n_5) \cos\theta_{\text{钻}}] \sin\phi_{\text{钻}} - (n_2 - n_1) \cos\phi_{\text{钻}} \} \quad (9)$$

$$J_{rz} = \frac{5\varepsilon R^3}{V} [(n_6 - n_5) \sin\theta_{\text{钻}} - (n_4 - n_3) \cos\theta_{\text{钻}}] \quad (10)$$

式中:  $\varepsilon$ —仪器格值;  $V$ —标本体积;  $R$ —标本中心到磁系中心的距离; 最后按下面的公式计算剩磁参数:

$$J_r' = (J_{rx}^2 + J_{ry}^2 + J_{rz}^2)^{1/2} \quad (11)$$

$$\theta_r = \text{tg}^{-1} \frac{J_{rz}}{J_{rx} + J_{ry}} \quad (12)$$

$$\phi_r = \text{tg}^{-1} J_{ry} / J_{rx} \quad (13)$$

本文是对“利用钻孔岩芯测量岩(矿)石剩余磁化强度矢量的方法”一文的补充和改进。因此其应用条件, 岩芯原始上下端的确定方法, 以及从观测坐标到理论坐标的转换过程, 可参考前文(载《地质与勘探》, 1983年第5期)。文中所介绍的方法是在内蒙冶金地质勘探公司物探队二中队的密切配合下研究出来的, 借此机会向该队的钱定山、徐学刚、乔占海等同志致谢。

## 对预选出的大量磁、重异常进行计算机反演

### 使资料解释最佳化

对解释重磁异常的某些“经验法则”, 我们都比较熟悉。在25年以前出版的几本著名的教科书中都能找到很多这方面的例子。从这些例子中可以看到, 如何量出“半宽度”、“斜率—长度”等参数, 来估算异常源的埋深。当我们见到一张新的异常平面图或异常剖面图时, 经常是用这种经验方法先作一粗略的估算。

另外, 还有些大家熟悉的文献, 向我们介绍了如何在异常剖面图上量取更关键的某些特征参数, 并把它们绘成列线图, 用来更精确地求得异

常体的宽度或向下延深。肯定地讲, 在推断解释中利用剖面上的点越多, 所得资料也更可靠。

近来, 也就是在六十年代中期, 随着计算机应用的推广, 人们开始采取上述方式所估计出来的场源尺度, 计算地质体整个的理论异常, 以便使计算异常和实测异常直接对比。

关于这一点, 从事推断解释的人都认识到, 对模型形态或埋深审慎地作稍许改变, 可以缩小理论异常剖面 and 实测剖面之间的差异。

要想使结果进一步更加完善, 显然得花费很

多时间去进行计算。这种方法是很可取的，因为所研究的是剖面上的每一个测点，计算的是一个实际地质体的理论异常；关于异常体的形态，在不同程度上可从限定的地质条件或根据钻探资料得到启发。

在研究这种方法时，我们使用计算机来完成物体参数的迭代计算工作。这种程序是1980年编写的，叫作磁模拟 (MAGMOD)，用于磁异常的解释。简而言之，编写此程序的目的是为了计算简单几何形体的参数，使计算的理论曲线与实测异常曲线，在具体地磁场情况下得到最佳拟合。

到现在为止，上面关于模型类型的介绍还很含糊。即便是最简单的经验法则，对场源的形态也需作某些假定，例如球体或圆柱体。正如大家都知道的，位场数据的反演解本来就不是唯一的。但是一待选定了某种模型，可以这样继续计算下去而获得一个唯一的解。只要所选模型符合真实情况，所得的解就能成立。

为了说明磁模拟 (MAGMOD) 的原理，这里先介绍一个特定的模型，即一个宽度有限、但走向长度和向下延深都无限的、平顶而倾斜的板状体 (图1)。

这是被年青的无磁性岩石覆盖、产在褶皱和变质岩中的一个典型的磁性层。确定此地质体有五个参数：即 (1) 位置，(2) 深度，(3) 半宽度，(4) 倾角，(5) 磁化强度。此外，在实际的磁异常中，异常剖面还包含有局部基线位置所带来的不精确性。如果认为它是呈线性变化的，则可用基准面 (6) 或基准斜率 (7) 来限定。

如果给定了一条磁剖面，还给出了这几个变量参数的初始值，在MAGMOD程序中对每一初始值进行调整，能使实际的与计算的异常值的差  $S$  的平方和为最小。约翰逊<sup>1</sup>证明，应用马奎特的快速收敛法<sup>2</sup>进行上述工作很有效。

在MAGMOD这种程序中，是在七维空间寻求  $S$  的最小值。在七维空间每个轴代表图2中的一个变量。不难看出，改变这几个参数中任何一个参数都可能导致理论与实测异常之间更进一步地拟合。这种程序可以同时改变所有这七个参

数，也可以使其中任一个参数的值保持不变，或使之在某特定的范围内改变。图3是这种拟合的一个例子。我们可以看到，异常体参数的初始值只需是近似值就可以了。即使初始值选的不好，由于程序具有快速收敛性，一般均可得到解。

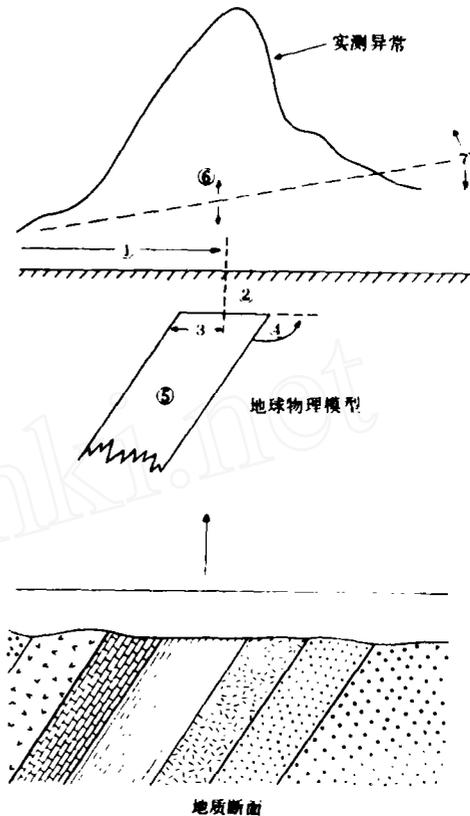


图1 板状体模型，模拟一个倾斜的、上面覆有年代较新的沉积物的磁性地层，要使计算的异常与实测异常吻合，需要调整图中所示的七个参数

求得  $S$  的最小值后，这种方法还对所求的那个参数给出一个置信范围。此范围是参数可变化的范围 (和其他六个参数的补偿变化范围)，而  $S$  值增大不多。这些范围可以认为是所确定的每个值的误差范围。

此原理已推广用于其他模型 (图4)，二维模型有薄片状和台阶状的地质体，它们都各自有七个变量。还可以增加更多的变量，将方法推广应用到  $2\frac{1}{2}$  维或 3 维模型。

显然，如果要求获得走向长度方面的数据，只利用一个剖面是不够的。一般圈定其异常需要

从等值线图上取若干条剖面 and 沿走向的一些点，然后利用与上面讲的同样方式进行迭代。图5是

以平面图表示的棱柱体三维模型。

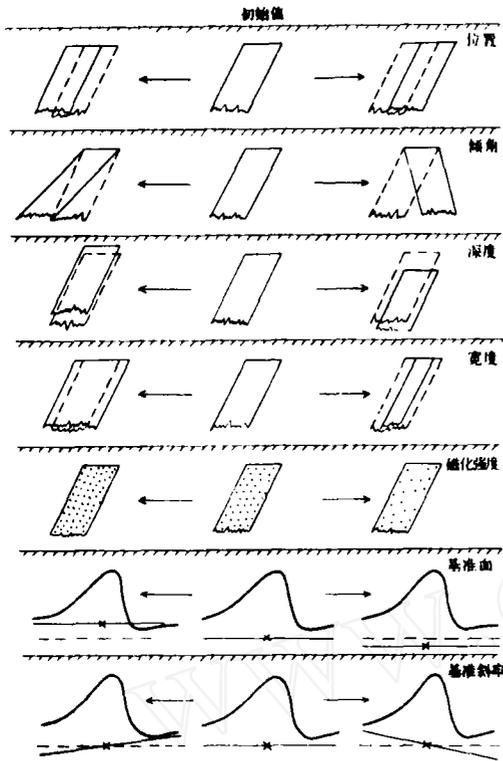


图2 七个要调整参数的初始值变化范围

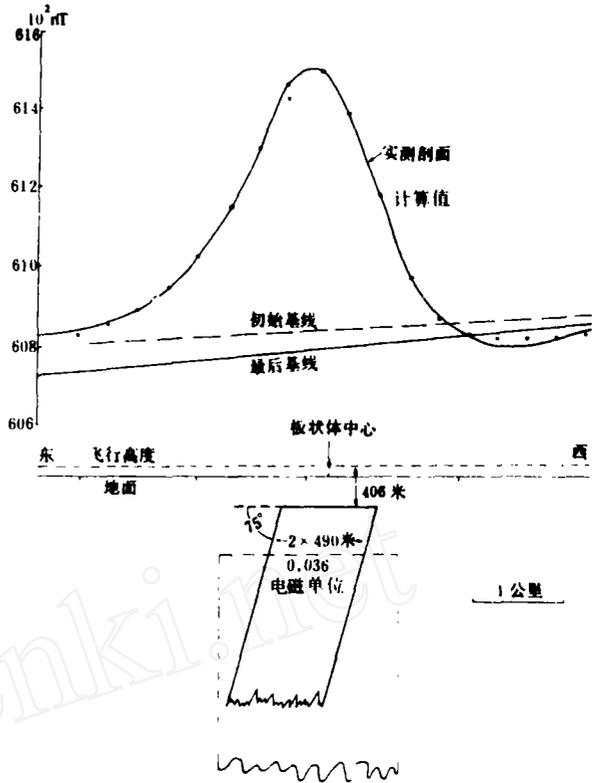
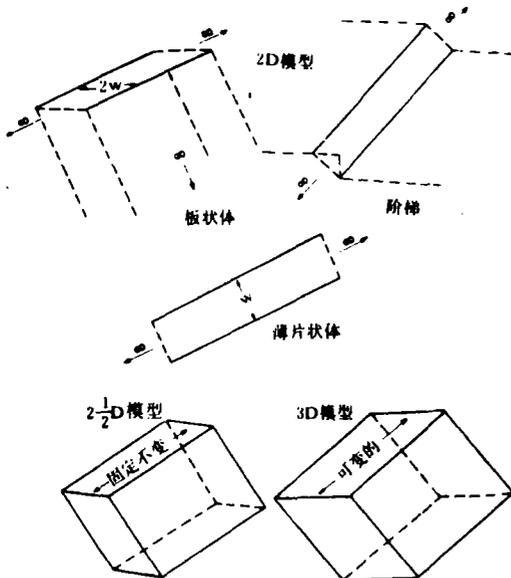


图3 用典型的 MAGMOD 程序模拟高磁纬度区的一个倾斜板状体 (模拟最后得到的参数示于剖面下方; 虚线示初始值所确定的地质体的截面)



	2D			2.5D	3D
	板状体1	薄片状体	阶梯	板状体2	棱柱体
在x方向的位置	●	●	●	●	●
深度	●	●	●	●	●
半宽度	●			●	●
倾角	●	●	●	●	●
磁化强度	●		●	●	●
宽度		●			
厚度	∞	0	●	●	●
走向长度	∞	∞	∞	F	●
基准面	●	●	●	●	●
基准x-斜率	●	●	●	●	●
基准y-斜率	0	0	0	0	●
在y方向的位置	0	0	0	0	●
变量总数	7	7	7	8	11

●可改变的 + 固定不变的 0 零 ∞ 无限大

图4 左—五种模型及其可改变的参数; 右—它们的参数表

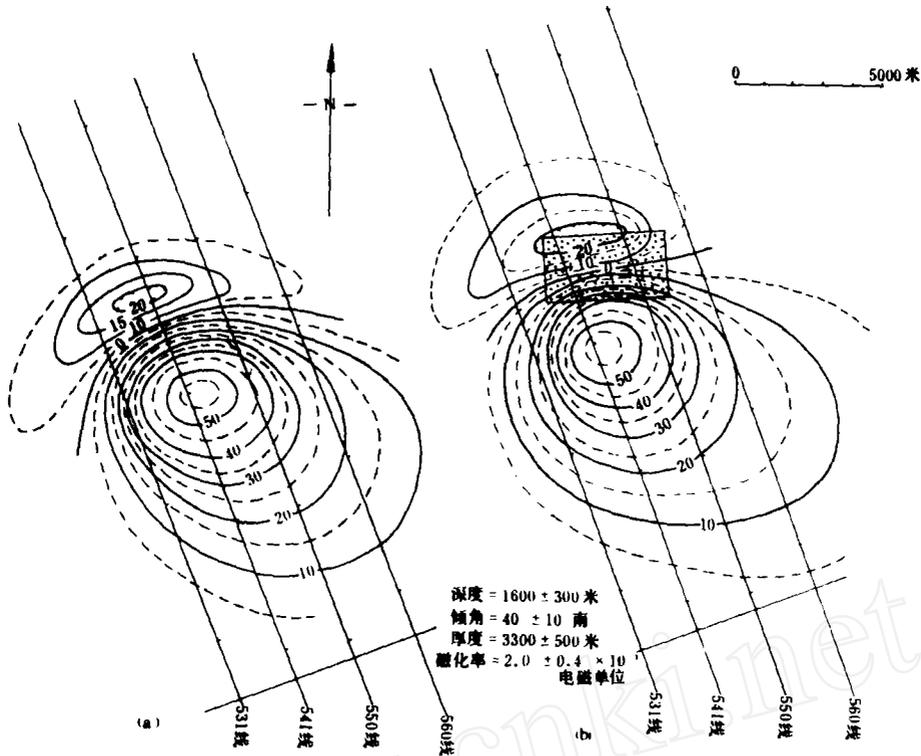


图5 利用3D(三维)棱柱体模型的推断解释图  
a—实测等值线图; b—模型拟合的理论等值线图, 图上给出了地质体顶部的轮廓与其他拟合的变量值

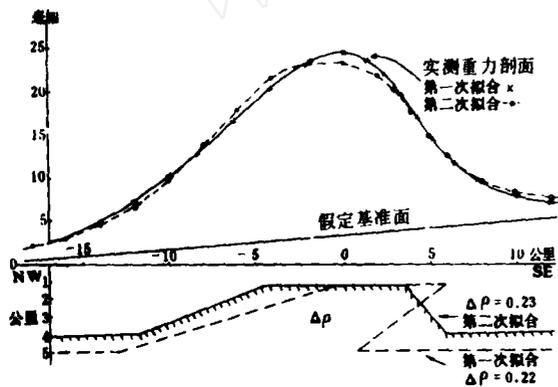


图6 利用GRAMOD程序模拟了位于厚层沉积物下面基底地上楔状地质体; 第一次拟合的楔状体虽然与观测剖面很拟合, 但只确定了其顶板的埋深, 而解的其他参数值在地质上是不能接受的; 根据所限制的顶板与地震资料提供的位置证据, 得到第二个楔状模型, 这时理论剖面与实测剖面的拟合关系变坏, 但是对于该地质体的形状, 在地质上认为是可以接受的

还有另外一种类似的程序, 叫作重力模拟 (GRAMOD), 用来解释重力异常。有四种模型适用于解释常见的重力异常。图6中所示的是利用“楔状”模型进行拟合的一个例子。

模拟系统的原理现已推广到用于其他情况, 例如模拟垂直磁力梯度异常。

上面的介绍已证明, 这种程序是位场数据推断解释的一种有力的工具。在实际应用中, 在需要解释大量异常时, 所花费的主要劳动就是对每个异常剖面反复地进行数值化, 估算变量参数的初始值。在航磁测量中经常需要研究的是几百到几万公里测线的数据, 为了方便这样的航磁资料的定量解释, 已研制出一种新的MAGMOD程序。

航磁测量现在大多是数字收录, 沿剖面还标有每个测点的位置坐标  $x$  和  $y$ 。新编的MAGMOD程序能收容全部磁测剖面上的数据, 然后由地球物理人员预选出一些异常, 对之进行全部处理。在地球物理方面主要要确定的是: 哪些异常要进行解释分析? 要用哪种模型? 基准斜率的大

致位置?这些都留在人机对话操作系统中来决定。这种繁琐冗长的分析工作都让程序来完成。初始值选择不合适,程序有一定的容差,程序能对此作出粗略的估计,在迭代过程中不会引入显著的失效率。去年我们用这种程序处理了许多航空磁测资料,对每份航磁测量资料中上千个异常进行了定量解释。当然,单个的解释结果是和上面介绍的花费劳动量大的那些方法所得的结果是同样的。

在这种庞大的推断解释工作中,其中还有一

项任务是对大量模型进行筛选,去掉那些与地质情况有矛盾的模型。在进行详细的资料解释时,显然这需要人机对话来解决。为了帮助这一工序,我们研制出一种绘图的子程序,它能把解释的结果用图形表示出来。根据地质的理由,那些不适合的模型,在最后重新绘图之前已先行删去。图7所示的例子只是测区的一部分,上面有保留下来的模型的轮廓。

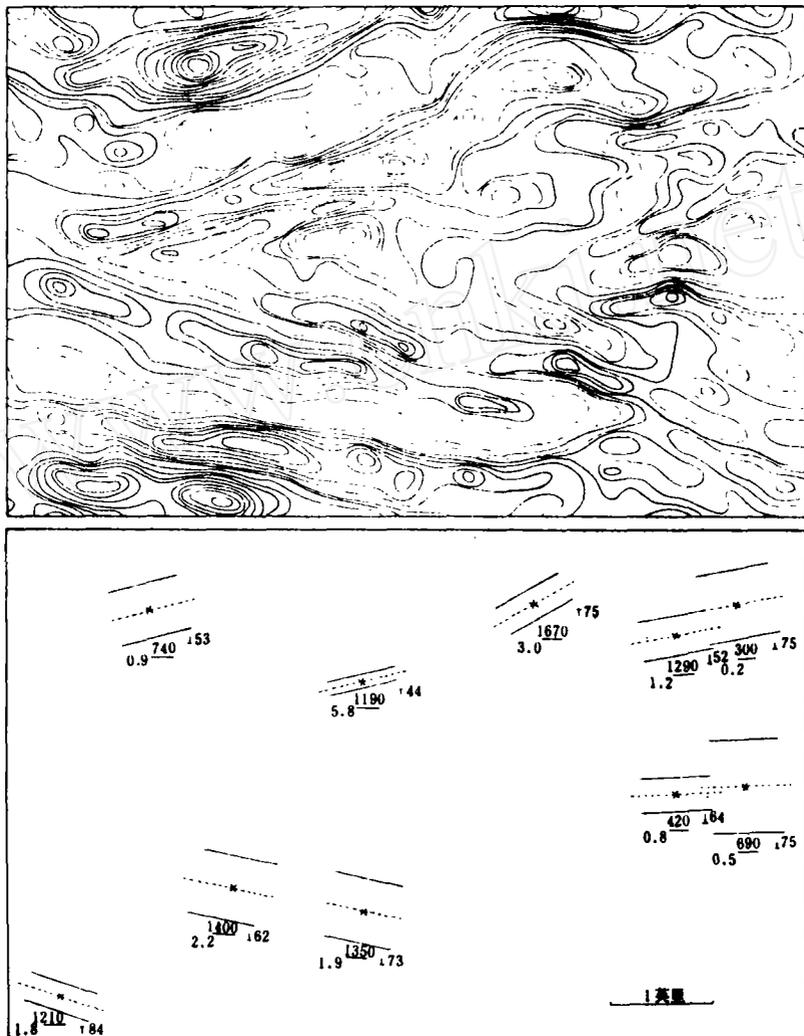


图7 上图是一小块航磁图,下面是在同一地区MAGMOD挑选出来的异常,用计算机绘得的图。在所绘的每个异常模型下面,由左向右分别注明有磁化率(单位:  $\times 10^3$  e. m. u.),埋深(英尺,下面有一横线)和倾角(以及走向和倾斜符号)的值。本地区位于北方高纬度区

但这些仍属于推断解释的定量阶段。更重要的是要求岩石学的解释,或是称为定性解释。也

就是要弄清物探资料与当地地质情况之间的关系,当然,也是物探资料与勘探目标之间的关系。

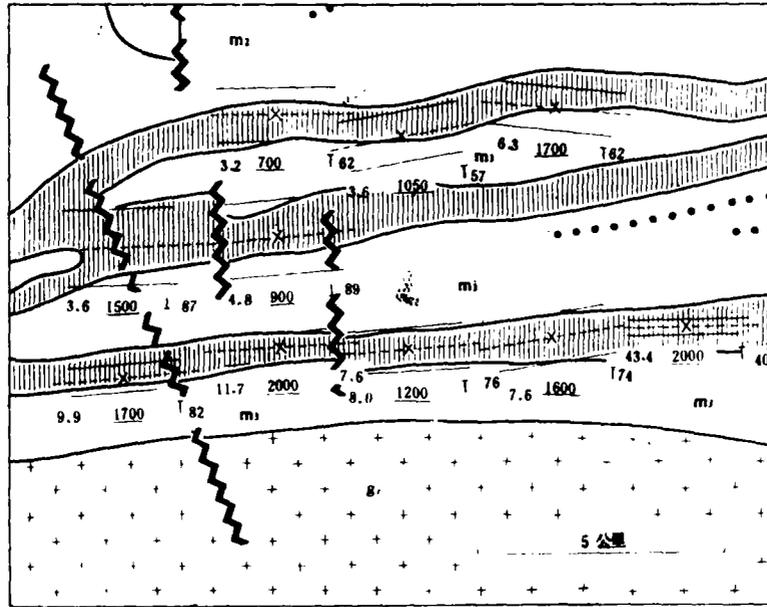


图8 最后推断成果图。图中示有计算机所绘出的模型的轮廓，还给出了地质解释

图8是一个小区内最后得到的解释成果图，在这里模拟结果与构造解释相结合。可以在其它计算方法的帮助下（例如，向下延拓到接近模拟结果所指出的基底标高，或者制作磁化率图），得出地质构造方面的解释。不过这将大大地决定于推断解释人员的技巧和经验。

上述现代化的定量解释方法有两种作用：第一，使物探人员从繁琐的计算工作中解放出来，以便有更多时间去研究推断解释中地质方面的问题；第二，向物探人员提供大量数值模型—拟合资料，这是进行推断解释的依据。

#### 参 考 文 献

1. Johnson, W. W., 1963. Geophysics, Vol 31, No 1, pp. 65~71
2. Marquardt, D. W., 1963. J. Soc. Indust. Appl. Math., Vol 11, No. 2, pp. 431~441

译自1981年SEG年会上宣读的一篇论文

作者：C. V. Reeves

（王一文译，燕 樵校）

## 广东阳春小南山钨锡矿床石英中包裹体

### 地球化学找矿方法试验

冶金部地质研究所 王继华 区 杏 冯贵珍

我们在含矿石英脉型钨—锡矿床上进行了包裹体地球化学找矿试验研究，现将所得的试验结果介绍如下。

#### 地 质 概 况

该矿床位于广东阳春地槽式复式向斜西南端

核部。地层为下侏罗统砂岩、板岩，矿体周围受角岩化，矿床受两组裂隙控制（北西西、北东东）地表细脉带往深部逐渐变为平行侧幕式排列的含钨石英脉组成工业矿体。矿脉主要产于燕山四期隐伏的花岗岩与砂岩、板岩接触的内外带，矿脉两侧发育不同程度的蚀变，如云英岩化、黄玉化