

利用物探资料推断结果计算矿床的资源量

刘士毅

(中国地质调查局发展研究中心, 北京 100083)

摘要: 通过实例说明, 利用物探资料定量反演结果, 计算矿床的资源量的精度; 指出了利用物探资料定量反演结果, 计算矿床的资源量时应该注意的事项。

关键词: 物探; 反演; 矿床资源量

利用物探资料定量反演结果计算矿床的资源量*是人们感兴趣的一个课题。那么, 这种计算的精度有多少? 计算时应该注意些什么? 本文通过实例回答上述两个问题。

1、计算实例

(1) 湖南祁东铁矿: 利用磁法资料推断资源量为 3.57 亿吨, 已探明 3.66 亿吨。误差: -2.5%。

(2) 云南江城县勐野井钾盐石盐矿: 利用重力为主的多种物探方法推断资源量为 12 亿吨, 已探明 NaCl 11.5 亿吨、KCl 1436 万吨。误差: +3.3%。

(3) 新疆哈密市天湖铁矿: 利用磁法资料推断资源量达亿吨, 已探明 1.04 亿吨。误差: -3.8%。

(4) 在内蒙古黄岗铁锡矿勘探之初, 物探工作者依据 1:2000 磁法详查资料估算的铁矿资源量约为 1 亿吨, 与最终勘探结果 (0.9 亿吨) 很接近。误差: +11%。

(5) 四川盐源县矿山梁子铁矿: 利用磁法资料推断资源量为 2528 万吨, 已探明 2962 万吨。误差: -14.7%。

(6) 在内蒙古谢尔塔拉铁锌矿发现 (验证磁异常发现) 之初, 当时物探局的工程师朱庚, 使用刚刚引进的小型台式计算机, 利用磁异常资料反演了矿体的几何参数并估算了铁矿石的资源量, 约为 5000 万吨。内蒙古六一六地质队 1978 年探明的铁矿石的储量是 6040.3 万吨。误差: -17.2%。

(7) 新疆哈密市雅满苏铁矿: 利用磁法资料推断资源量为 4000 万吨, 已探明 3175 万吨。误差: +26%。

(8) 辽宁东鞍山、西鞍山铁矿: 1950 年在顾功叙、曾融生指导下, 利用磁法资料估算资源量为 20 亿吨。勘探结果 39.67 亿吨。误差: -49.6%。

(9) 新疆鄯善县铁岭第一铁矿: 利用磁法资料推断资源量为 1129.6 万吨, 已探明 3178 万吨。误差: +64.5%。

(10) 内蒙古达茂旗高腰海铁矿: 最初利用磁法推断结果, 计算的资源量为 9000 万吨, 第一孔后, 依据钻孔所见矿体厚度重新计算为 3000 万吨, 勘探结果达 2202 万吨。钻探验证前的计算误差: +308.7%; 依据验证首孔所见, 重新计算结果的误差: +36.2%。

(11) 甘肃陈家庙铁铜矿: 最初利用磁法资料推断资源量达大型, 首钻后重新计算为 2920 万吨, 已探明 2500 万吨。钻探验证前的计算误差: 达 +1000% (10 倍); 依据验证首批孔所见, 重新计算结果的误差: +16.8%。

除内蒙古谢尔塔拉铁锌矿外, 均取自《中国矿床发现史·物探化探卷》, 谢尔塔拉铁锌矿的资料取自当时的可靠传闻。

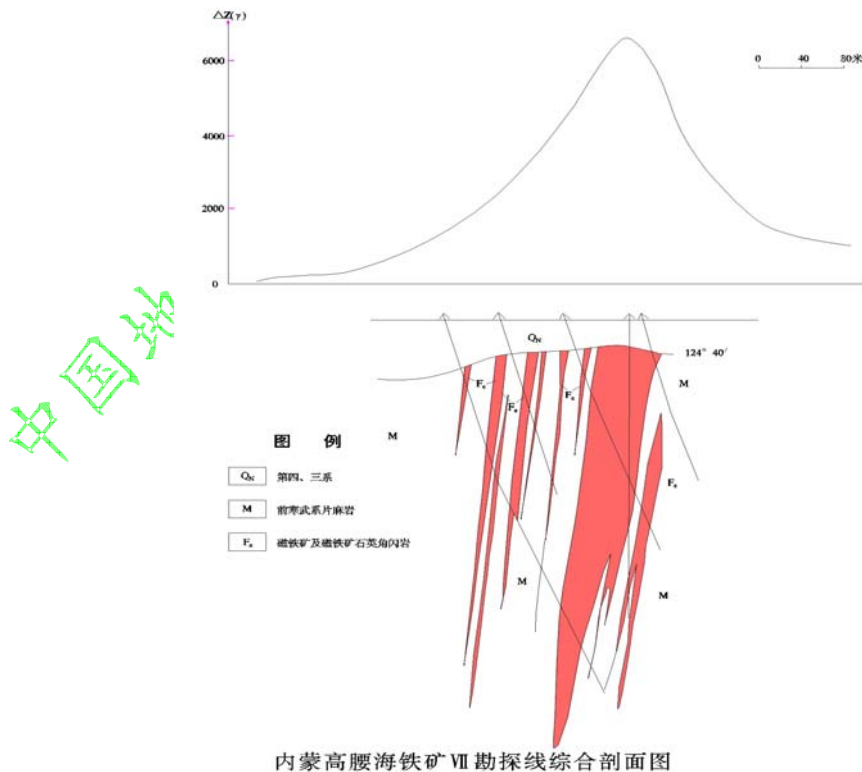
*: 计算矿石资源量的公式: $M=V \times \sigma$ M: 资源量; V: 矿体体积之和; σ : 矿石平均密度; 计算金属量有用组份资源量的公式: $M=V \times \sigma \times C$ M: 资源量; V: 矿体体积之和; σ : 矿石平均密度; C: 矿石有用组份平均品位

序号	矿床名称	误差
1	湖南祁东铁矿	- 2.5%
2	云南江城县勐野井钾盐石盐矿	+ 3.3%
3	新疆哈密天湖铁矿	- 3.8%
4	内蒙古黄岗铁锡矿	+ 11.0%
5	四川盐源县矿山梁子铁矿	- 14.7%
6	内蒙古谢尔塔拉铁锌矿	- 17.2%
7	新疆哈密市雅满苏铁矿	+ 26%
8	辽宁东鞍山、西鞍山铁矿	- 49.6%
9	新疆鄯善县铁岭第一铁矿	- 64.5%
10	内蒙古达茂旗高腰海铁矿	+ 308.7% 首钻后误差: +36.2%
11	甘肃陈家庙铁铜矿	+ 1000% (10倍) 首钻后误差: +16.8%
平均 误差	平均误差 (正负抵消)	+ 108.8% (偏大 5 个, 偏小 6 个)
	去掉 2 个特大误差的平均误差	- 5.36% (就 11 个矿床资源量总和而言)
	绝对值平均误差	+ 136.5% (偏大 5 个, 偏小 6 个)
	去掉 2 个特大误差的绝对值平均误差	- 22.3% (就单个矿床而言)

2、误差分析

(1) 2 处计算误差大的矿床, 都已知由于反演矿体厚度过大引起。厚度偏大是由于矿体呈薄层互层状 (如下图), 计算时又没有扣除夹石所致。第一验证孔后, 修改了矿体厚度, 误差明显变小。

可见, 与其它反演一样, 精细反演和利用个别钻孔等资料约束是提高资源量计算精度的有效途径。



(2) 各个矿床的资源量分别由不同的人计算，因而没有系统误差，误差有正有负，具有偶然误差的特点。假设定性推断都正确的话，单就推断资源量而言，如果同时利用物探资料计算了 10 个以上矿床的推断资源量，汇总的总资源量的误差由于正负抵消的结果，小于单个矿床资源量的计算误差——如果定量反演质量较高，有可能小于 10%（如上述 11 例那样）。(3) 就单个矿床而言，如果定性推断正确，定量反演不出现过失的 9 个矿床的推断资源量的平均误差约在 ±20%。现在反演技术提高了，只要认真反演，平均误差控制在 20% 以内应是可能的。

3、值得注意的问题

(1) 定量方法选择

形态或物性复杂矿体的正反演计算应使用三维方法。形态和物性简单矿体的正反演计算可用二维方法。反演磁性体几何参数和物性参数，最好使用三维自动反演→三维人机联作反演方法；工作量大时可采用二维自动反演→二维人机联作反演方法。不应再使用特征点法等简单又不能验证反演结果的方法。

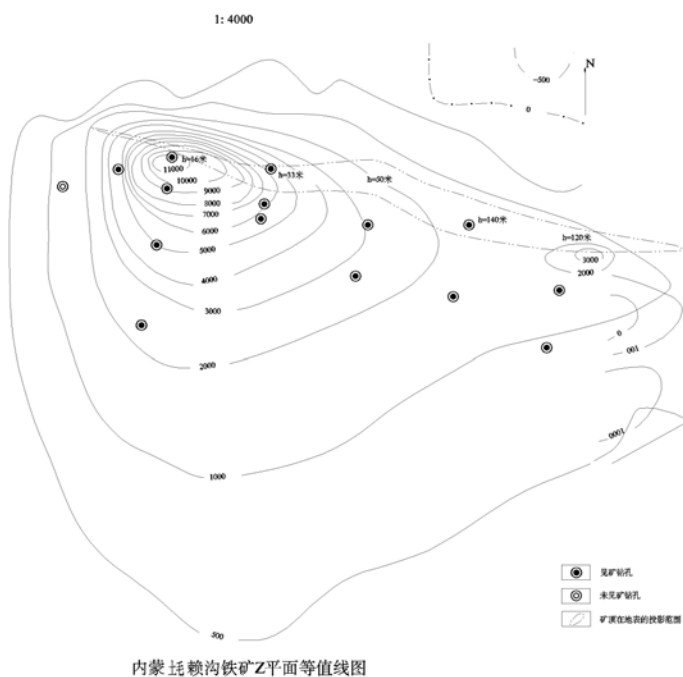
(2) 为防止出现上述甘肃陈家庙铁铜矿和内蒙古达茂旗高腰海铁矿反演矿体厚度过度偏大现象，当反演得到的有效磁化强度明显偏低时（明显小于实测矿石磁性数据，例如磁铁矿床小于 $50000 \times 10^{-3} \text{A/m}$ ），说明厚度可能偏大了，应减少推断矿体厚度，增加有效磁化强度的数值。

(3) 上述例子大多是计算矿床的矿石资源量。若计算矿床的金属组份资源量，除注意矿体的规模计算不要明显偏大、偏小外，品位数据的选取是否恰当，也是关键的。

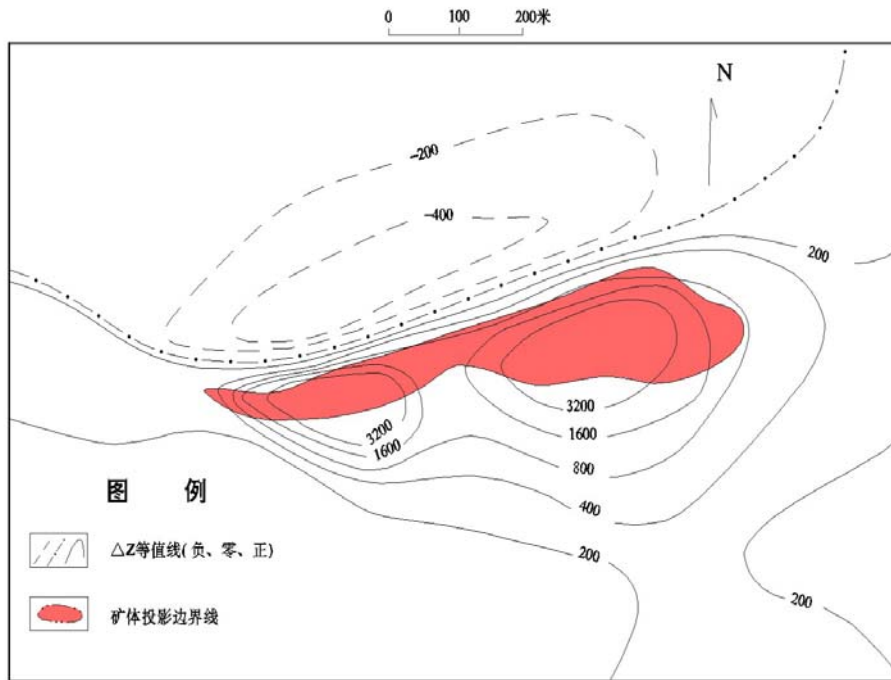
(4) 计算资源量的异常应拥有物探详查资料，起码应拥有详细剖面测量资料。

(5) 矿体走向长度的确定，如果不采用三维反演方法，难度较大，一般利用沿走向方向（纵剖面）拐点间距的方法。采用后者时，当矿体沿走向方向倾伏、沿走向方向逐渐尖灭、沿走向方向上顶起伏、走向南北向北侧有明显负值时，易偏小。

例如：内蒙古包头市好赖沟铁矿：矿体沿走向倾伏、逐渐尖灭，纵剖面拐点间距 200 米，矿体实际长度大于 600 米。

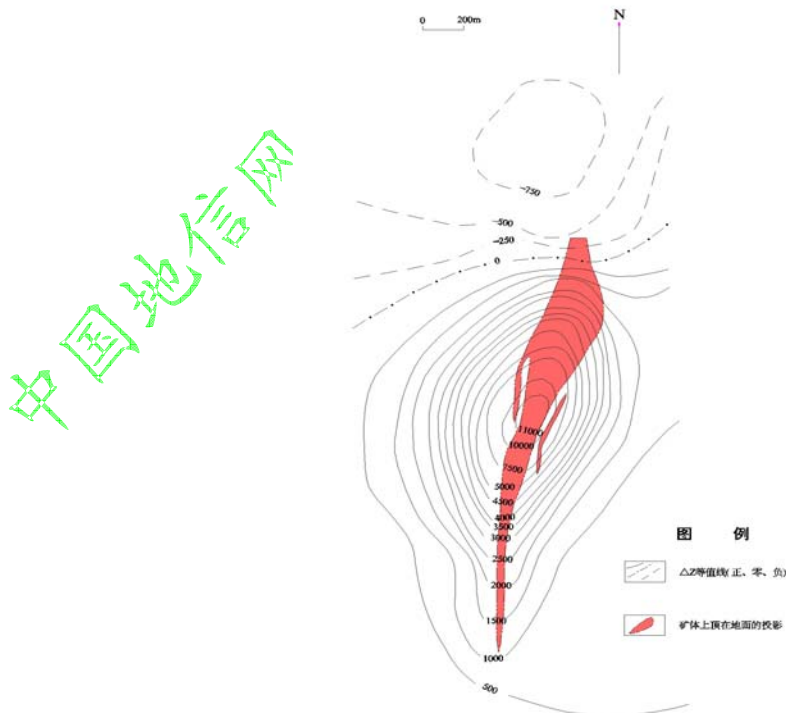


黑龙江某夕卡岩铁矿：沿走向出现两个极值，矿体在走向方向上没有断开。



黑龙江某矽卡岩型磁铁矿区综合平面图

安徽霍丘铁矿某矿体：走向近南北，矿体长度远大于纵剖面拐点间距。



安徽霍邱某前寒武纪变质铁矿综合平面图

异常在走向方向上有起伏,需判断矿体是否相连的问题。辽宁辽阳市弓长岭铁矿,最初物探推断的弓长岭、独木、哑叭岭和八盘岭四个矿段为独立矿段,即不相连,计算储量才1亿吨,后重视、验证低缓异常,证实在混合岩下矿体联为一体,使储量增至5亿吨。判断相连问题,采用三维反演方法将不是难事。

(6)背景场选择失当,可导致反演误差很大,甚至将同一矿体的异常分割为几个孤立的异常。

河北邯邢西石门夕卡岩型铁矿:由于存在磁性围岩(闪长岩)干扰,低值等值线(200纳特及其以下)偏离异常主体,同一矿体的异常被分割为低值等值线不相连的7个异常,使人易产生矿体不相连的错误判断。



河北邯邢西石门矽卡岩矿床综合平面图

总之,利用物探详查资料的定量反演结果,估算矿床资源量是一种可行的方法,对资源潜力预测和矿产勘查都是有意义的。目前,除利用昂贵的钻探结果计算矿床的资源量以外,其他估算资源量的方法都不如利用物探反演结果估算的矿床资源量可靠,因而应大力提倡这种方法。应注意,这种方法的可靠性是建立在异常定性推断准确的基础之上的,若定性推断错了,误差便是“无穷大”了。但是,即使异常定性推断结论尚未证实,估算一下资源量对判断进一步勘查的价值也是有益的。

定量反演方法相对成熟的重磁方法,已经先行一步,取得了良好的效果,积累了经验教训。电法(电磁法)的定量反演方法已经趋于成熟,也应该朝此方向迈开步伐。

说明:本文中引用的插图是20世纪80年代以前收集的,当时未记录成果提供单位,因

而在本文中并没有注明出处，特此致歉，请予以谅解。

参考文献：孙文珂等 《中国矿床发现史·物探化探卷》，北京 地质出版社

中国地信网论坛 <http://bbs.3s001.com/>