

高精度磁测资料的三维反演 及找煤地质意义[†]

朱自强 何继善 张新兵

(中南工业大学资源环境与建筑工程学院,长沙,410083)

摘 要 采用精细的正演和拟神经网络反演技术对邯郸矿区北李庄井田的高磁资料进行正演、反演研究和资料分析.针对本地区磁场的特点,用先进的位场正演和分离技术将本区上、下层火成岩的磁场进行了分离.在此基础上对下层火成岩磁场进行三维反演,确定了下层火成岩的底界埋深及厚度,并据此提供了进一步找煤的勘探孔位.在其他物探方法难以取得找煤效果的情况下,该方法保证了高精度磁测工作在本区的有效性.

关键词 煤;火成岩;高精度磁测;拟神经网络;三维反演

分类号 P318.6

北李庄井田位于邯郸-邢台煤田中部,为陶二井田向东的自然延伸部分.西侧的王风、义井及陶一煤矿开采即将结束,陶二煤矿的开采也日益减少,所以加速该井田的勘探及建井成了该矿的当务之急.但由于顺层的上下2层岩浆岩的影响,且下层岩浆岩严重分割了含煤地层,给该区的勘探带来了很大的困难.根据本区煤床的特点,在该区找煤的主要任务是查清两大层岩浆岩在测区的分布,包括上层的厚度和下层的赋存情况.根据本区密度值和电性参数,并结合实测资料分析可知,重力异常的变化主要反映沉积地层的变化,而电流受上下层岩浆岩间的巨厚低阻层屏蔽,因而采用电法与重力法效果均不理想.为此,作者在该区采用高精度磁测方法,并采用精细正演和拟神经网络三维反演方法^[1],对上层火成岩采用正演,下层采用反演方法.

1 基本地质-地球物理特征

1.1 地质概况

区内地层分布比较简单,由老到新分别有:中奥陶系峰峰组(O_{2f}),石炭系中统本溪组(C_{2b}),石炭系上统太原组(C_{3t}),二叠系下统山西组(P_{1s})和下石盒子组(P_{1x}),二叠系上统上石盒子组(P_{2s})和石干峰组

(P_{2sh}),三叠系下统刘家沟组(T_{1l})和第四系(Q).石炭系中统太原组和二叠系下统山西组均为过渡相的含煤沉积建造,是矿区主要含煤地层.太原组地层受岩浆岩侵入,局部煤层被吞噬或挤压破坏.地层整体走向北偏东及近南北向,倾向南东,倾角 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$.区内总的构造形式以断裂为主,褶皱次之.断裂构造十分发育,尤其是在西部和南部,主要有位于矿区西北角的半个山断裂,为井田边界断裂;位于东侧的 F_{128} 断裂及位于中部的 F_{112} 断裂.全区均为岩浆岩侵入区,分为上下2层,上层岩浆岩由西往东赋存由浅变深,厚度逐渐加大.下层岩浆岩赋存深度总趋势由西往东逐渐加深,岩体主要侵入于二叠统山西组和上石炭统太原组煤系地层中,由东往西地层展布由新到老,岩体侵入逐渐抬高,故岩浆岩侵入层位反而降低,西部局部岩体已侵入到中奥陶系峰峰组地层中.下层岩浆岩的侵入,对煤系和煤层破坏很大,局部煤层大都或部分被吞蚀.

1.2 地球物理概况

本区内岩石磁性大致可分为无磁与弱磁2类:砂岩、粉砂岩、砾岩、泥岩和灰岩均无磁性;而岩浆岩(闪长斑岩)为弱磁.岩浆岩是本区唯一有弱磁性的岩体,分布面积广,分为上下2层.在赋存有上下2层的地段,由于上层的埋深与厚度不同,在地表能产

生 50 ~ 150 nT 叠加磁异常,当其出露或接近地表时,产生的异常形态变化剧烈,跳跃频繁,梯度陡,正负伴生,多尖峰.只有下层时,地表产生 25 ~ 100 nT 磁异常或微弱磁异常,但由于受东边上层火成岩产生负异常的影响,地表反映为 - 30 ~ - 100 nT 的平稳负磁异常.尽管岩浆岩在地表引起的磁异常较弱,2 层岩浆岩磁异常叠加值只有 50 ~ 150 nT,但本次工作采用高精度磁测方法,运用综合解释和信息分离手段,较好地确定了 2 层岩浆岩的埋深及厚度.从岩石的平均密度差异和岩层剖面厚度变化来分析,该区的重力异常主要由沉积地层引起,由于沉积地层与岩浆岩密度差值小,密度界面不明显,且本区沉积地层密度横向变化不大,重力法无法解决本区岩浆岩的赋存情况.此外,受上下 2 层岩浆岩间的巨厚的低阻层的影响,电流被低阻层屏蔽,因而采用电法无法了解下层岩浆岩的赋存状态.

2 高精度磁测原始异常及火成岩磁场特征

先采用切割半径为 20 m 的插值切割法^[2],对每条剖面进行地表干扰及消除随机观测误差,并用距离三次方衰减权系数法作网格化处理,得 ΔT 网格化数据及高程网格化数据,基本网度为 100 m \times 100 m,然后用切割半径为 100 m 的插值切割法从平面上去掉浅层不均匀磁性体及上层火成岩局部磁性不均匀体引起的干扰异常,在此基础上再作化极处理,求得区域场及上下 2 层岩浆岩引起的综合磁异常^[3~4].区域场是在无高精度航磁资料的情况下,采取估算测区中心较小范围内的区域场,作趋势分析,向四周外推的方法来获得,其总体形态呈近南北向线性分布.由基本磁异常减出区域场得上下 2 层岩浆岩引起的综合场,再根据钻孔控制的上层火成岩的深度、厚度及所测的磁参数进行正演计算得上层火成岩的正演场;将上下火成岩的综合场减出上层火成岩的正演场得下层火成岩的磁场.

纵观全区,原始异常整体形态呈东高西低变化趋势.东北部为正异常分布区,西南部为负异常分布区.在葛岩崮、工程乡、郭窑一带,分布着范围较大的正异常,虽形态零乱,但总体呈北北西向.该异常区为上下 2 层火成岩同时赋存区,为 2 层火成岩

的综合反映,但以上层为主.在此异常西部,等值线密集,高峰值异常为北北西向,为上层火成岩的西北位置.东西陶庄一带的正异常,北高南低,无明显走向,该异常主要是由下层火成岩局部隆起所形成.在测区西南,以陶二煤矿为中心,分布着面积较大的负异常,异常变化平缓,异常值为 - 40 nT 左右,主要由下层火成岩引起.在煤矿西北侧出现一等值线封闭的负异常,为 - 100 nT,表明下层火成岩局部埋深变大.

上层火成岩异常分布在东陶庄-北李庄一线以东,总体呈北北西走向,等值线东疏西密.在郭窑-葛岩崮一线为 2 个正异常(),组成的正异常带,幅值分别为 70 nT 和 100 nT.在异常带西侧,相应出现幅值为 - 50 ~ - 60 nT,走向为 NNW 的负异常带.在 号异常的东侧、工程乡的南侧,出现一等值线宽缓的负异常().在异常 的东西 2 侧均出现负异常,且西侧 1 号异常狭窄、幅度大,异常 和 1 之间的等值线密集,梯度大,而东侧负异常 ,不但幅度小,而且宽缓,向东延出区外.依据倾斜板状体的理论曲线分析,上层火成岩北部块段向东倾斜,倾角不大.在异常 西侧和异常 西侧不同之处在于出现 2 个独立的负异常 1 和 2,东侧则未出现负异常,但异常值明显小得多,表明该处火成岩也向东缓倾.

下层火成岩磁场等值线总体形态呈向东开口的大马蹄形,由北向南等值线由北东向南东转折,等值线西密东疏,数值西高东低(由 100 nT 变化至 5 nT),显示下层火成岩由西向东埋深逐渐加大.东部等值线稀疏,变化平缓,5 ~ 10 nT 的等值线占据很大的范围,表明向东下层火成岩倾角逐渐变缓,同时说明随埋深增大,磁性较弱的深部火成岩在地表引起的磁场已变得相当微弱.北、南部等值线有规律性地变化,大致以孔 8 为中心向西北、西南逐渐递增,显示在孔 10-东陶庄-西陶庄-孔 12-孔 1 弧形条带以东,下层火成岩厚度相对较大.陶二煤矿北侧,等值线向西南方向弓突,表示下层火成岩的可能侵入方向.在西北角出现一个向东南开口,北西突起的局部囊状异常,异常值为 95 nT,可能受北部强磁性体引起的负异常及该部位局部构造发生变化的综合影响.陶二煤矿西北侧至孔 8 一线,等值线由南向北东转折,其形态与陶二煤矿-葛岩崮向斜位置吻

合.

3 下层火成岩的底界和厚度分布

下层火成岩的底界等深线(见图 1) 总体为近南北走向,埋深从西往东增大,西边最浅为 400 m,东边最深为 1650 m,东边等深线比较规则,而西部则比较零乱.东部呈现两“向”一“背”形扭曲:孔 5-孔 6 带和孔 1-葛岩崙一带,等深线向西扭曲,中部则向东扭曲,形似 2 个“向斜”夹 1 个“背斜”;西部的孔 3~孔 2 一带,呈现平台状的“隆起”;陶二煤矿一带等深线变化大,规律性不明显.

下层火成岩厚度分布(见图 2)大致以孔 7-西陶庄-陶二煤矿-葛岩崙南侧呈向东开口的弧形状范围内,为厚层状岩体赋存区,向北西、南逐渐分叉变薄.孔 4 附近厚度最薄,顶底深度均不大,底界无明显变化,顶界存在一“向斜”;顶界深度约为 1000 m,底界深度约为 1275 m,厚度为 275 m,因此,该处为物探验证孔的理想位置.

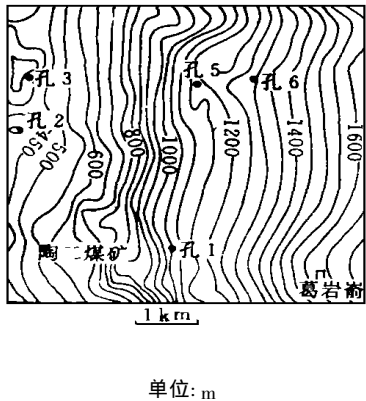


图 1 下层火成岩底界等深线图

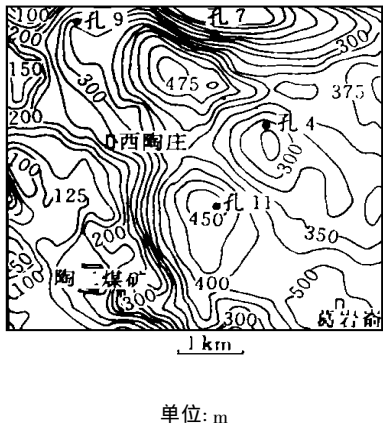


图 2 下层火成岩等厚度分布图

4 结 论

经过磁法资料处理,结合本区钻探资料、地质资料,明确了区内上下层火成岩赋存形态,并指出了进一步布钻找煤的方向.

a. 区内上层火成岩赋存在孔 9-东陶庄-孔 11-孔 13-葛岩崙一线以东,并向北、东、东南向延伸,总体向东倾斜,倾角 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$.测区内埋深及厚度向东增大,东部最厚达 500 m,底界埋深最大达 650 m 左右.

b. 下层火成岩是顺层侵入的向东倾斜的板状体,倾角为 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$;顶底界埋深西浅东深,西部顶底深度分别为 250, 400 m,东部为 1300 m 与 1650 m,大致以孔 7-西陶庄-陶二煤矿东侧-葛岩崙南侧弧线以东地区为厚层赋存区,向北及西南分叉变薄.厚层区相对较厚的部位在孔 11、孔 5 附近,厚达 450 m 左右,相对较薄部位在孔 4 附近,厚度为 275 m 左右.

c. 据磁测、钻孔及地质资料推测近南北向有 11 条断裂: $F_{101} \sim F_{104}$, F_{107} , F_{109} , $F_{111} \sim F_{113}$, F_{127} , F_{128} .其中分布于东部的 F_{101} , F_{103} , F_{127} , F_{128} 4 条断裂发育于浅部,仅切割上层火成岩,其余切割到下层火成岩体.

d. 磁异常虽然微弱,但采用拟神经网络的三维反演及精细的正演方法达到了较好的找煤地质效果.

参 考 文 献

- 1 朱自强,黄国祥.重磁反演的拟神经网络 BP 算法及其应用.中南矿冶学院学报,1994,25(3):288~293
- 2 文百红.插值切割法在消除重磁异常干扰中的应用.地质与勘探,1991,27(2):40~46
- 3 刘代志.盆地多源地球物理信息复合与自仿射分形计算.中南工业大学学报,1995,26(1):1~6
- 4 宋守根,汤井田,芮嘉诒.地球物理复杂信号分离的高精度方法.中南矿冶学院学报,1993,24(6):763~769

3-DIMENSION INVERSION OF HIGH-PRECISION MAGNETIC DATA AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE OF COAL MINE PROSPECTION

Zhu Ziqiang He Jishan Zhang Xinbing

(College of Resources, Environment and Civil Engineering, Central South
University of Technology, Changsha, 410083, China)

ABSTRACT

By using the pseudo-artificial neural network inversion technique, high-precision magnetic data of Handan coal field in Hebei Province of China are processed. According to the characteristics of the magnetic field in this area, the magnetic fields of the upper layer volcanic rock and the low layer volcanic rock are separated by using advanced potential field separation technique; then, the lower layer volcanic rock's depth and thickness are inverted by using 3-dimension models. We provide a confirmation hole, and the drilling result is identical with the inversion result. In that case other geophysical survey methods are very difficult to get a good coal survey result, but the high-precision magnetic prospecting and the pseudo-artificial neural network inversion technique are effective in this area.

Key words coal; volcanic rock; high-precision magnetic method; pseudo-neural network; 3-dimension inversion