

柴达木盆地三湖地区磁力异常形成机理研究与异常分析

王志强¹, 王财富², 徐子远³, 李 瑞¹

(1. 成都理工大学 油气藏地质及开发工程 国家重点实验室, 成都 610059;

2. 中国石油 东方地球物理勘探有限公司, 河北 涿州 072751;

3. 中国石油青海油田分公司 勘探开发研究院, 甘肃 敦煌 736202)

摘 要: 柴达木盆地的油气资源丰富, 近年来在该区发现了大量异常显示, 但是各种异常形成机理各不相同, 存在较大多解性, 使得该区油气储量探明率很低。根据柴达木盆地以往开展的常规非地震勘探的现状及其效果, 以磁测找油机理为基础, 采用磁力资料化极、剩余磁力异常提取和磁力平剖图等处理手段, 对三湖地区生物气藏磁异常进行分析研究, 取得明显的异常显示效果。

关键词: 磁力异常; 高频磁异常; 氧化还原电流磁场; 天然气勘探; 柴达木盆地

中图分类号: P631.2; P618.13 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2008)04-0339-04

0 引言

柴达木盆地是我国的七大含油气盆地之一, 油气资源丰富, 但是目前探明程度很低, 特别是天然气资源量探明率更低。因此, 盆地的天然气勘探有着广阔的前景。柴达木盆地三湖地区由于地表普遍存在低降速带, 有生物气发育, 加之中浅层生物气的影响, 地震剖面上经常出现速度异常显示。此外, 近年来在该区实施了大量非地震综合物化探工作, 并且发现了大量异常显示, 其中较为典型的有重力异常、磁力异常、电阻率异常、遥感异常以及微生物异常等等。上述异常由于形成机理各不相同, 有些异常与地下气藏具有直接的对应关系, 可以用来指导勘探, 有些异常则可能是气藏存在的间接反映, 或具有多解性, 不能有效地指导勘探。在常规地震解释难以发现圈闭的情况下, 为了力争三湖地区天然气勘探的新突破, 确保储量持续规模增长, 开展了对以往基于磁力异常显示的勘探方法重新研究, 以便找出适合工区地质特点的、行之有效的勘探方法。

1 勘探概况

柴达木盆地 40 多年的天然气勘探历程大致可

分为 4 个阶段: 地面构造勘探阶段、潜伏构造勘探阶段、气藏评价勘探阶段、区域突破勘探阶段。目前处于区域突破勘探阶段。2002~2004 年, 在柴达木盆地三湖地区开展了 1 km × 1 km 测网的区域重磁勘探, 2005 年在涩南地区开展了 200 m × 500 m 的重磁勘探。

柴达木东部气藏的地质特点是^[1]: 沉积新近, 变形微弱; 地层压实作用小, 孔隙率大, 胶结疏松; 埋藏浅, 气藏累计厚度大, 构造平缓。由于本区第四系为无数砂泥质沉积的薄互层, 极少见到纯砂岩层和纯泥岩层, 并且普遍具有较强的纵、横向非均质性。因此, 对于多数砂、泥过渡类岩层来讲, 既不是绝对的储层, 也不是绝对的盖层。严格地讲, 只要上下地层物性有差异, 天然气就可能在物性相对较好的下部地层中形成聚集, 但聚集规模有多大, 能否形成生产能力, 则完全取决于储、盖层排驱压力相对差值的大小。

2 磁力异常形成机理研究

2.1 磁测找油气的机理

磁测找油气机理目前主要有 3 种: 皮尔逊的氧化还原电流磁场; 达诺万等的关于烃渗漏造成油气

藏上方岩石与土壤中磁性矿物异常分布;俄罗斯学者关于油气藏及其周围的磁模型。

这些机理的共同点是:油气藏上方有烃类物质渗漏造成了特有的氧化-还原环境,在此环境下造成了上覆地层(包括土壤)中磁性矿物的异常分布^[2]。第2种机理造就的异常是高频低幅度的;第1种和第3种(尤其是第3种)机理引起的异常范围更大些,异常宽度更大些。

2.2 磁法找油的机理和应用条件的讨论

(1)对于磁法找油机理要完全证实,还需进一步的工作。但是几种不同的机理有一个共同点,即认为油气藏上方有烃类物质渗漏和运移,造成了特有的还原环境,引起了多种蚀变矿化作用,形成了铁磁性矿物的异常分布,从而引起了油气田上方的磁异常。

(2)在还原环境中产生的各种蚀变矿化作用的类型、强度、深度、范围具有差别,加上氧化还原电流磁场的影响,因此油气藏上方的磁异常具有比较复杂的特征。Berezkin 讨论了在油气田上发现的4种异常:双峰异常:油气田的两侧烃的运移可能比油气田中心更强烈,形成一条近似垂直的带,异常峰值出现在两侧;高频异常:由于油气田储集体上方赤铁矿还原为磁铁矿,或在溶解状态下还原铁与赤铁矿和水结合而成磁铁矿,或铁离子上移到氧化带,缓慢氧化成磁铁矿,造成油气田上方高频异常,也称波纹异常;正异常:由于油气田中部均匀磁化更强烈而引起;负异常:地层中磁铁矿由于硫化氢运移而变为黄铁矿。

(3)磁法勘探也是一种体积性勘探,磁性基底、基岩磁性的不均匀、岩体及火山岩都会引起磁异常,当它们与油气因素产生的磁异常叠加在一起时,带来了识别与提取上的种种困难。

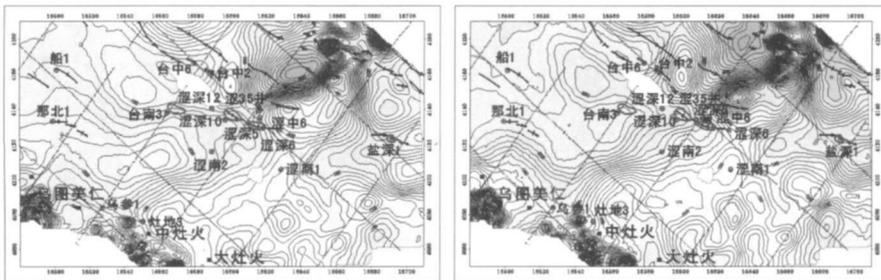


图1 柴达木盆地三湖地区磁力 T (左)、磁力 T 化极(右)异常图

Fig. 1 Map showing magnetic T (left) anomaly and magnetic T polarization anomaly (right) in Sanhu area of Qaidam basin

3 实际资料的异常分析

(1)磁力资料化极处理(图1):由于本区纬度较高,地下磁性体存在斜磁化问题,斜磁化条件下得到的磁力 T 异常与磁性体的实际位置有偏移。为了解决此问题,需要对斜磁化条件下的磁异常化到相当于垂直磁化条件下的磁异常,即磁异常 T 化极处理。本区化极使用参数为:磁偏角 1.03° ,磁倾角 56.47° 。

(2)剩余磁力异常的求取:磁力 T 化极异常是地下所有磁性体的综合反映,为了提取局部磁力异常,需要进行区域场校正。求取区域场采用向上延拓法,从求取的剩余磁力异常图(图2)上可以看出,它基本上反映了本区浅层磁性体的展布形态。

(3)磁力平剖图:由于这些高频磁力异常幅度很小,在平面图上很难被发现,但是在平剖图上这些高频磁异常却能够被方便地识别出来,有利于我们对磁力异常做出较为可靠的分析,也能够清楚地发现高频磁异常发育的范围(图3)。

(4)生物气藏磁异常机理研究证实,油气藏上方次生磁异常明显,在地面可观测到高波数、低振幅磁异常可达十几纳特。那么,三湖生物气田上方是否有还原环境和高频磁异常呢?表1是柴东地区一些钻井中铁离子含量统计数据,统计显示:在有工业气流的4口钻井的泥岩中,2价铁离子的含量为 $2.077\% \sim 2.703\%$,大于3价铁离子的含量;3口显示井中,驼中2、聂深1的低价铁离子含量高,伊中1的3价铁离子与2价铁离子含量接近。在无气显示的东参4井,2价铁离子含量为 1.628% ,小于3价铁离子的含量(1.743%);说明是油气田内的还原环境促使高价铁离子(赤铁矿)转换成低价铁离子(磁铁矿)。

4 三湖地区磁异常特征及异常分析

4.1 已知气藏的高频磁异常特征

4.1.1 地磁高频磁异常特征

(1)已知气田的高频磁

异常特征。为了对研究区的含气性进行综合评价,我们对三湖地区 1 km × 1 km 测网的磁测资料进行了平剖成图,从而研究沿测线方向的高频磁异常的变化特征。如涩北气田表现为高频磁异常特征,磁异常变化频繁、幅度大,显得有点杂乱,但范围比已知气藏范围大得多;台吉乃尔构造中部高频磁异常发育,两边磁异常幅度明显变小,该构造恰好中部含气,周围钻井显示较差,说明含气区存在高频磁异常。

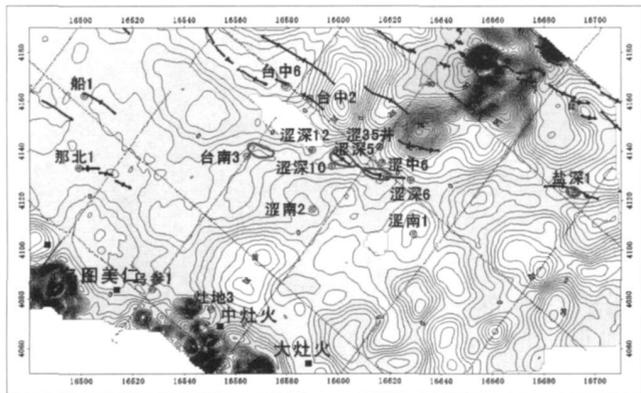


图 2 柴达木盆地三湖地区磁力 T 化极剩余异常图

Fig. 2 Map showing polarization residual magnetic anomalies in Sanhu area of Qaidam basin

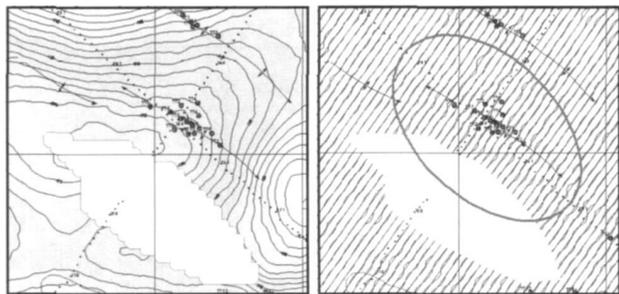


图 3 柴达木盆地三湖地区磁力 T 异常图(左)与磁力 T 平剖异常图(右)

Fig. 3 Map showing orthographic drawings of magnetic T (left) anomaly and magnetic T polarization anomaly(right) in Sanhu area of Qaidam basin

通过对研究区的磁力平剖图的制作,发现已知气藏大多具有高频磁异常,但范围比已知气藏范围大得多。推测个别气藏没有显示高频磁异常是与测网布置较稀有关。

(2) 研究区高频磁异常特征。结合磁力平剖图特征,对研究区的高频异常区进行了提取(图 4),并根据幅度大小进行了划分,其中一级高频磁异常区

2 个,二级高频磁异常区 13 个。高频磁异常反映油气运移过程中在近地表形成黄铁矿化及与断裂带有关的磁异常,因此能指示油气有利区。但具有多解性,需要综合其他资料进行分析。

4.1.2 航磁高频磁异常特征

(1) 航磁高频磁异常提取。利用同样技术对航磁资料进行了高频磁异常提取,提取高频磁异常区 11 个,按幅度划分为两级,一级有利磁异常 3 个,二级 8 个。

(2) 航磁高频磁异常特征。通过对航磁高频磁异常的分析,发现除盐湖含气构造有高频磁异常外,其他气田航磁的高频磁异常不明显,推测是由于气田区高频磁异常较弱造成的。航空磁测飞行高度为 100 m 左右,异常高频成分随高度的增加衰减很快,造成气田区航磁高频磁异常不明显。与磁力 T 化极异常图对比发现,平剖图所反映的高频磁异常与深部磁异常关系可能更密切,因而在综合评价中,航磁高频磁异常不列入评价范围。

4.2 其他磁异常特征

前人总结油气田上方有 4 种磁异常,我们分析了研究区的高频磁异常,那么生物气藏是否也具有其他类型的磁异常?我们对研究区磁力 T 化极异常图进行了浅部剩余磁力异常提取,发现主要气田台南、涩北一号、台吉乃尔气田表现为剩余磁力低异常,涩北二号气田剩余磁力异常表现为东西低、中间高,盐湖、驼峰山含气构造在磁力高异常的边部,特征不明显。

5 结论

应用磁法找油的机理比较公认的是由于油气藏上方的烃类渗漏与运移造成的还原环境,引起矿化蚀变作用,造成铁磁性矿物的异常分布及氧化还原电流,形成了油气田上方的局部磁异常,这些局部磁异常具体因地质、地球化学和地球物理条件的不同而呈现双峰、高频、正异常和负异常等不同特征。这种机理被已知油气田和油气田上方的电法异常、地球化学异常所印证,因此利用磁力异常直接找油气是存在前提和可能的。

研究区主要为 1 km × 1 km 测网的磁力勘探和航磁资料,且异常有多种类型,所以磁力异常的高频磁异常和剩余磁力低异常可作为辅助的评价条件。

表1 柴达木盆地东部地区铁离子含量数据
Table 1 Content of Fe ion in the east Qaidam basin

井号	取样深度(m)	样品数	铁离子平均含量(%)		地区	备注
			Fe ³⁺	Fe ²⁺		
北参3	800~1980	32	0.405	2.077	涩北一号	获工业气流
新深1	1752~1962.2	4	0.608	2.703	涩北二号	获工业气流
涩中6	383.3~1131.2	32	0.417	2.422	涩北二号	获工业气流
驼中2	260.6~875.6	25	0.295	2.103	骆驼山	有气显示
台中1	550~1235	4	0.625	2.483	台吉及尔	获工业气流
伊中1	92~1185	3	1.32	1.35	伊克雅乌汝	有气显示
聂深1	1360~1976	13	1.308	2.464	涩聂湖	有气显示
东参4	0~1080	46	1.743	1.628	东丘陵	

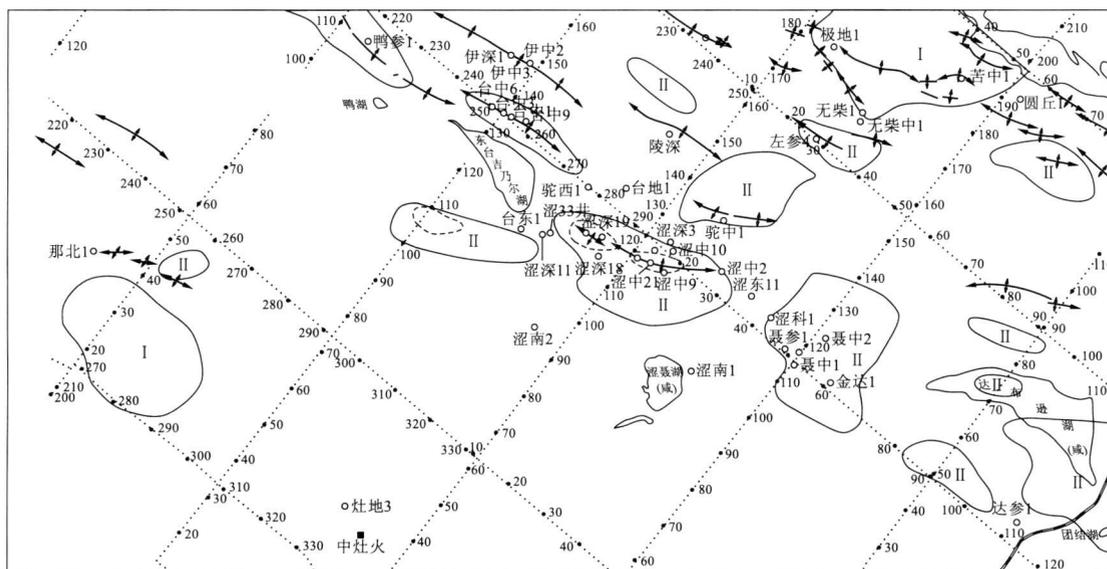


图4 三湖地区磁力高频磁异常图

Fig. 4 Map showing magnetic high frequency anomalies in Sanhu area

究[R]. 敦煌: 青海油田分公司勘探开发研究院, 2001.

[2] 姜洪训, 苏江玉, 刘生福, 等. 综合地质物探化探多参数直接探测油气理论方法与效果[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1995.

参考文献:

[1] 徐子远, 侯路, 王金鹏, 等. 台吉乃尔气田第四系储层沉积相研

STUDY ON MECHANISM OF MAGNETIC ANOMLY IN SANHU AREA, Q Aidam BASIN AND ANALYSIS OF THE ANOMLY

WANG Zhi-qiang¹, WANG Cai-fu², XU Zi-yuan³, LI Rui¹

(1. Key Lab of Oil and Gas Reservoir Geology and Development Engineering of Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. The Oriental Geophysical Exploration Co. Ltd. of Sinopet, Zhuozhou 072751, Hebei, China; 3. The prospecting and development Research Institute of Qinghai Oil Field Sub-company of Sinopet., Dunhuang 736202, Gansu, China)

APPLICATION OF SYSTEM DYNAMICS TO HEAVY METAL PREWARNING MODEL FOR TAIYUAN BASIN, SHANXI PROVINCE

WANG Xiong-jun¹, LAI Jian-qing¹, Kong Hua¹, Zhang Jiang-dong¹,
LI De-shen², ZHOU Ji-hua², WANG Jian-wu²

(1. College of Geosciences and Environment Engineering, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Shanxi Province Geological Survey, Taiyuan 030001, China)

Abstract: System dynamics is the science of research information feedback system. Taking the element background value of heavy metal in soil of Taiyuan basin as the evaluation criteria the heavy metal data of the Taiyuan basin are analyzed. Based on this foundation system dynamics' software (Vensim PLE) is adopted to establish the heavy metal system dynamics model. Then combining with the Geoaccumulation Index method forecast is made to the accumulation of the eight heavy metals: As, Ni, Cr, Zn, Cu, Pb, Hg, Cd with effective result.

Key Words: system dynamics; Taiyuan basin; heavy metal; Geoaccumulation Index; Vensim PLE

(上接第 342 页)

Abstract: The Qaidam basin has rich oil and gas resources. However, anomalies found in recent years in the area are varied in formation mechanism and multi-explanations thus lead to low rate of proven oil reserves. Based on status and effects of the past conventional non-seismic exploration in Qaidam basin, this article mainly studies the magnetic anomalies of bio-gas reservoirs in Sanhu area by means of magnetic measurement oil-searching mechanism, polarization of the magnetic data, the residual magnetic anomaly extraction and processing tools of magnetic orthographic drawings, and achieves tangible results.

Key Words: magnetic anomaly; high frequency magnetic anomaly; Redox current magnetic field; natural gas prospect; Qaidam basin;