

Application of Gravity and Magnetic Data Interpretation in Inference of Geological Structure

—By Taking Region A in Bohai Basin for Example

Yonghong Wu

No. 2 Oil Production Plant, Daqing Oilfield Co. Ltd., PetroChina, Daqing Heilongjiang
Email: wuyonghong3650@163.com

Received: Nov. 14th, 2016; accepted: Dec. 24th, 2016; published: Feb. 15th, 2017

Abstract

Oil and gas were mainly enriched in the stratigraphic overlap zones and fault associated structural belts. There existed structural reservoir formation and lithologic reservoir formation. Therefore, the gravity and magnetic data could be used to study the faulted and structural units to provide geophysical basis for further division of oil and gas prospective areas. According to the distribution characteristics of fracture and gravity and magnetic anomaly field, the study area is divided into 4 first order structural units and 7 second order units. Research shows that the study area is basically characterized by zoning in the east and west and block in the south and north.

Keywords

Characteristics of Gravity and Magnetics, Fracture, Rock Mass Distribution, Structural Pattern

重磁资料解释在地质构造推断上的应用

——以渤海湾盆地A区为例

吴永红

中石油大庆油田分公司第二采油厂，黑龙江 大庆

作者简介：吴永红(1969-)，女，工程师，主要从事石油地质研究工作。

Email: wuyonghong3650@163.com

收稿日期：2016年11月14日；录用日期：2016年12月24日；发布日期：2017年2月15日

摘要

油气主要富集在地层超覆带和断裂伴生构造带，有构造成藏及岩性成藏。因此可以利用重磁资料研究断裂及构造单元，为进一步划分含油气远景区提供地球物理依据。根据断裂分布及重磁异常场的分区特征，将研究区划分为4个一级构造单元、7个二级构造单元，基本特征为东西成带、南北分块。

关键词

重磁特征，断裂，岩体分布，构造格局

Copyright © 2017 by author, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 地质概况

研究区 A 位于渤海湾盆地东部断阶部位，东邻辽东隆起，西接辽东湾断陷盆地。该断阶受 NE 向及 NW 向断裂构造控制，形成一些同方向的小型凹陷构造或更次一级的洼陷及局部沉积中心构造，虽然分布面积比较小，但该海域生油岩发育，小型凹陷也可能形成独立的成油系统，且离深部断陷距离也比较近，断裂构造较发育[1]-[7]。郯庐断裂的晚期活动控制了浅层断裂的形成和分布，因此，小型凹陷内或相邻的基岩斜坡部位极有可能是油气聚集的有利场所[8]。

2. 地质地球物理特征

2.1. 密度特征

根据该区 SS2 井、SS100 井、SS4 井、SS5 井、SS6 井、SS8 井的密度测井资料确定，研究区的主要密度界面分别为：明化镇组底(T_0)、馆陶组上段底(T_1)、东营组底(T_2)、中生界顶(T_3)，其密度差分别为 0.11 g/cm^3 、 0.10 g/cm^3 、 0.18 g/cm^3 左右。但该 6 口井集中分布在研究区南部，具有一定局限性。

2.2. 磁性特征

对研究区周边进行了野外岩石磁化率测量工作，并收集了该区前人测量的岩石磁化率数据，表明区

内存在多种类型磁性岩石，在平面上分布于不同地区，在空间上发育于不同时代和不同层位，该区主要发育 3 个磁性层。

1) 新生界火山岩磁性层：该磁性层中的岩性主要为玄武岩，局部地区分布有安山岩。岩石磁性较强，是构成该局部磁性层的主要岩石，也是形成局部磁异常的主要原因。

2) 中生界火山岩磁性层：该磁性层中的岩性以玄武岩、安山岩为主，次为凝灰岩。其磁化率均值在 2000×10^{-5} 左右，火山岩连续分布区可构成局部磁性层，能引起明显的局部磁异常。

3) 太古宙变质基底磁性层：太古宙变质基底磁性层根据其不同类型岩石的磁性大小又分为强磁性层和中等或弱磁性层 2 种类型。强磁性层主要以角闪片麻岩、斜长角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩及部分花岗片麻岩、含铁石英片岩为代表，岩石磁化率平均值为 3000×10^{-5} 左右。中等或弱磁性层该磁性层主要由混合花岗岩、混合岩、片麻岩及变粒岩等构成，磁性相对较弱，这些岩石在区内的连续分布可形成大片宽缓弱磁异常和负异常。

2.3. 重力场特征

图 1 为研究区东部布格重力异常图，受辽东隆起的控制，其总体走向为 NE 向，异常值在 $-6 \sim 48$ mGal 之间变化，自西向东异常变大，自北向南异常变化较平缓。研究区的北部和中南部具有北东东向走势。

图 2 为研究区东部重力垂向二次导数图，总体呈东西带状分布。研究区西侧的中北部和中部为中间高四周低的闭合区域；条带北部和中南部变化较强烈，呈现明显的北东东向扭曲分布；东侧缓坡带较平缓，自西向东逐渐降低，自南向北逐渐降低。

2.4. 磁场特征

研究区覆盖了 1:10 万的航磁资料，经过化极处理后，得到化极磁异常图(图 3)，从总体上分为 4 个升高变化的正异常带和 3 个平缓变化的负背景异常带。

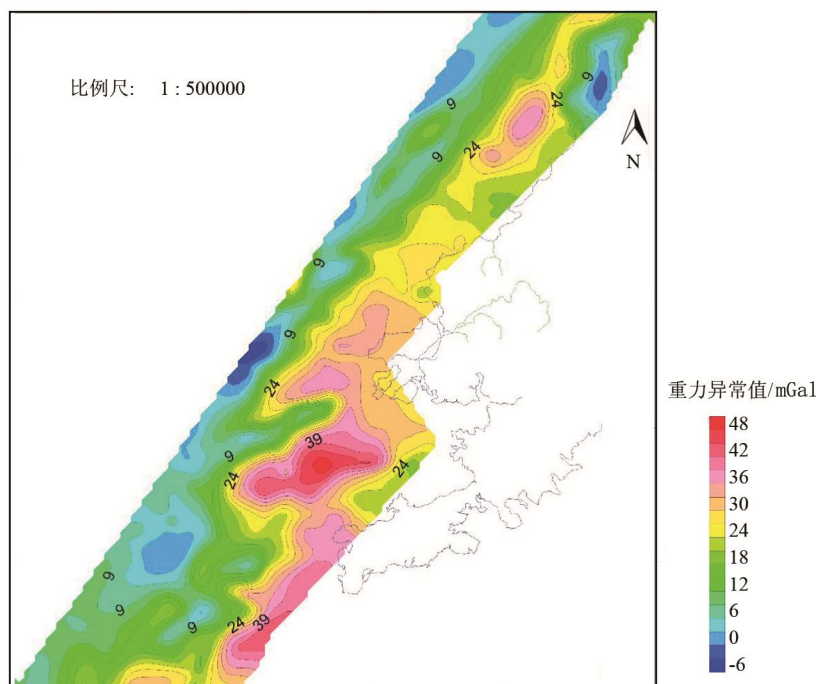


Figure 1. The Bouguer gravity anomaly map in the east of the studied basin
图 1. 研究盆地东部布格重力异常图

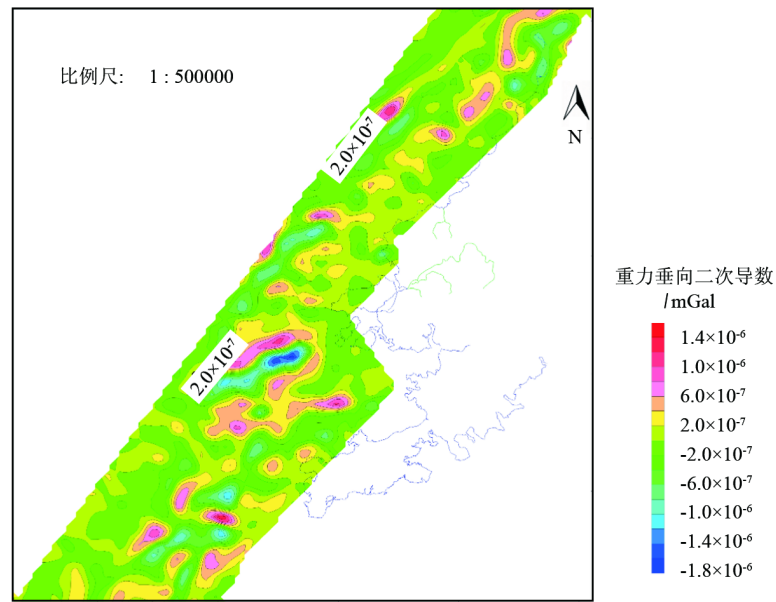


Figure 2. The second derivative of vertical gravity in the east of the studied basin
图 2. 研究盆地东部重力垂向二次导数

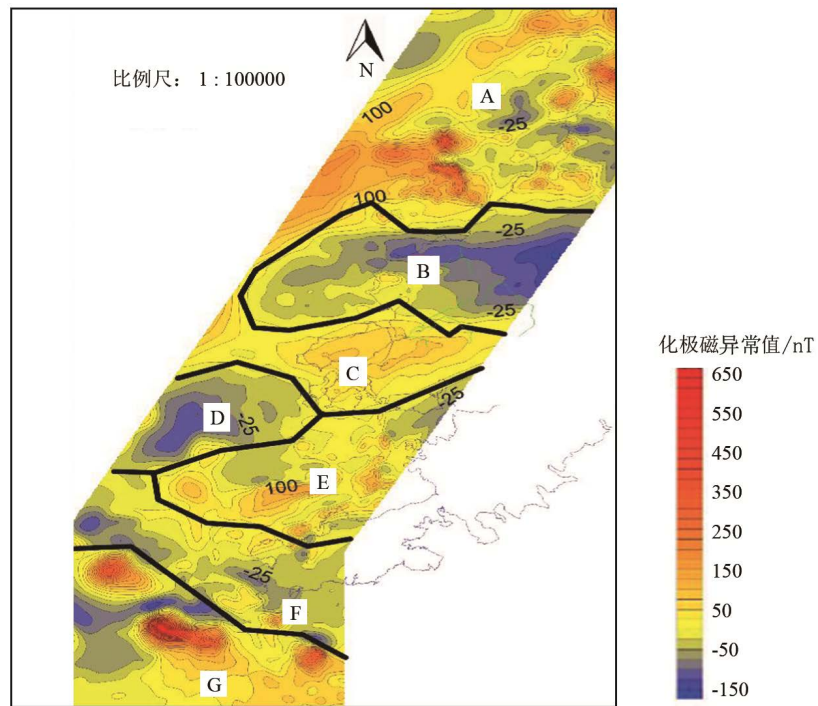


Figure 3. The RTP magnetic anomaly map in the east of the studied basin
图 3. 研究盆地东部化极磁异常图

- 1) 归州正磁异常区(A): 由太古宇鞍山群构成, 太古宇鞍山群具磁性变质岩基底, 由辽东半岛一直向西南延伸到海域, 在磁场上反映为正异常。
- 2) 瓦房店负异常区(B): 表现为负异常可能是古元古界辽河群弱磁性变质基底引起。
- 3) 上井子正异常区(C): 高磁异常带深部可能有强磁性岩石存在, 一种可能是辽东半岛古老结晶基底

鞍山群岩石引起，另一种可能是深部存在中强磁性侵入岩体。

4) 猪岛西负异常区(D): 负异常可能由中、古元古宇浅变质岩构成基底，主要为一套区域变质岩组成，岩性多为千枚岩、变质粉砂岩、石英岩、大理岩，石英片岩、板岩、黑云变粒岩、变质凝灰岩等。

5) 虎平岛正异常区(E): 正异常多与燕山期侵入岩有关，各独立磁异常可能是一个个岩体的反映，整体上它们构成2个平行分布的岩浆岩带。

6) 旅顺负异常带(F): 东南缘有岩石出露，主要是元古宇石英岩、石英砂岩等，基本为无磁性岩石，区内负异常可能是该原因引起。

7) 老铁山南升高正异常区(G): 正异常主要与区内出露的太古宇结晶基岩有关，海域内的正磁异常与其成因相同，但区内还可能大量分布有燕山期为主的侵入岩，它们也是引起升高磁异常的地质因素，特别是孤立分布的升高磁异常更可能为侵入岩引起。

3. 断裂分布

3.1. 断裂划分依据

重、磁异常划分断裂的依据为：① 重、磁异常的梯度带；② 重、磁异常的错位与扭曲；③ 不同特征重、磁场区的分界；④ 串珠状同号异常带。在布格重力异常水平总梯度图上还表现为异常的极大值及异常的错位[9]。根据以上重磁划分断裂的基本依据，利用重力一次水平导数及垂向二次导数，并结合布格重力异常及磁异常化极异常，对研究区的断裂构造进行了推断解释。

3.2. 主要断裂构造

在研究区推断了18条断裂，有12条NW向断裂和6条NE向断裂，反映了该区断裂构造的基本格局(图4)。其中，F1、F2、F3、F16等NE向断裂对NE向构造带起控制作用，由于NEE向断裂和NW向

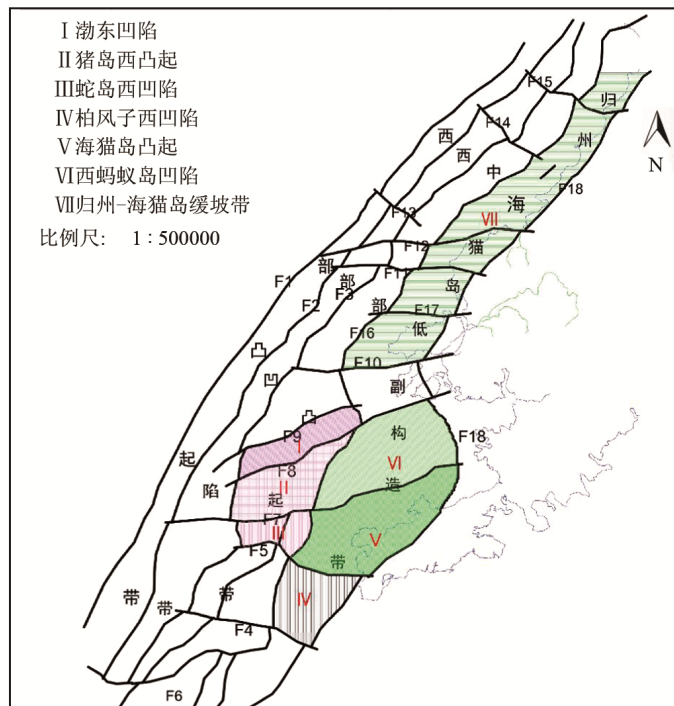


Figure 4. The structural pattern in the east of the studied basin
图4. 研究盆地东部构造格局图

断裂的后期改造作用,形成了东西成带、南北分块的构造格局。

从断裂特征来看,研究区主要大断裂整体分布为 NE 向,表现为重磁异常的梯度带,基本与工区整体构造方向一致。NW 向断裂错断 NE 向断裂,多表现为条带状异常的错断。

4. 构造格局

根据重磁场及断裂分布特征,结合基底构造特征,以重力高对应凸起带,重力低对应凹陷带,重力异常由高到低平缓变化对应缓坡带区域为划分依据。由西到东划分为 4 个一级构造单元:西部凸起带、西部凹陷带、中部凸起带和归州-海猫岛低副构造带。在此基础上进一步划分为 7 个二级构造单元(图 4)。

1) 西部凸起带:西部凸起带位于研究区西部,呈 NE 向沿郟庐断裂带东界断裂分布,全长大约 295 km,面积约为 3200 km²。凸起带内明化镇组底部、馆陶组上段、东营组底部和中生界顶界面深度分别为 300 m、900 m、1100 m、1600 m 左右,生油层厚度大概在 300 m 左右。由区域资料得知其在研究区外向西南和北东方向还有一定延伸,其总体呈一个 NW 向延伸的窄长状、受断裂 F1、F2 控制的隆起带。

2) 西部凹陷带:该凹陷构造位于西部凸起带东侧,呈 NE 向延伸,全长大约 295 km,面积约为 5800 km²,凸起带内明化镇组底部、馆陶组上段、东营组底部和中生界顶界面深度分别为 1400 m、1800 m、2600 m、5400 m 左右,生油层厚度大概在 300 m 左右。在南段,东营组底界和中生界顶界面之间厚度达到 1000 m 左右。由区域资料推断该凹陷在研究区外向西南和北东方向还有一定延伸,其总体呈一个 NE 向延伸的窄长状、受断裂 F2、F3 控制的凹陷带。

3) 中部凸起带:中部凸起带呈 NE 走向,全长大约 310 km,面积约为 6800 km²,边界受断裂构造控制,其中 F3 断裂控制其西部边界,东部边界被 F16 断裂控制,此外,还被 F4、F5、F7、F8、F9、F10、F11、F12、F14 及 F15 断裂斜切。整体特征表现为被断裂构造控制的有扭曲的隆起带。在其中部、南部进一步划分为渤东凹陷、蛇岛西凹陷、猪岛西凸起、西中岛西凹陷等二级构造单元。

4) 归州-海猫岛低幅构造带:该构造带东部主要位于辽东半岛陆地及沿海地区,向南延入海区。构造走向整体为 NE 向,全长大约 295 km,面积约为 8050 km²,构造带生油层厚度在 300 m 左右。构造带西部被 NE 向 F16 断裂控制,东部被 F18 断裂控制。此外,还被 F4、F5、F7、F8、F10、F17、F11、F12 及 F15 断裂及近 NW 向的 F12 断裂斜切,其整体表现为西高东低的低幅构造。进一步划分为柏风子西凹陷、海猫岛凸起、西蚂蚁岛凹陷以及上井子缓坡带等二级构造单元。

5. 结论

1) 结合区内的重磁特征,推断了 6 条 NE 向主要深大断裂以及后期发育的多条 NE 向和 NEE 向断裂,其控制构造单元的展布特征。

2) 将研究区划分为 4 个一级构造带,分别为西部凸起带、西部凹陷带、中部凸起带和归州-海猫岛低幅构造带,同时,受后期发育的 NEE 向和 NW 向断裂的影响,又划分了 7 个二级构造单元,分别为渤东凹陷、猪岛西凸起、蛇岛西凹陷、柏风子西凹陷、海猫岛凸起、西蚂蚁岛凹陷和归州-海猫岛缓坡带,具有东西成带、南北分块的特征,并且岩体分布与构造单元存在关系,主要分布在构造单元的边界处。

基金项目

国家重大科技专项(2011ZX05013-006)。

参考文献 (References)

- [1] 李瑜. 研究盆地新近系油气资源潜力与勘探方向[J]. 大庆石油地质与开发, 2014, 33(1): 54-57.
- [2] 熊寿生, 卢培德. 火山喷溢-喷流活动与半无机成因天然气的形成和类型[J]. 石油实验地质, 1996, 18(1): 13-26.

- [3] 金强. 裂谷盆地火山活动与油气藏的形成[J]. 石油大学学报, 2001, 25(1): 26-29.
- [4] 徐广红, 江为为, 朱冬英, 等. 中国东北地区剩余重磁异常特征与地质构造及成矿带的关系[J]. 地球物理进展, 2006, 21(3): 746-755.
- [5] 严加永, 吕庆田, 孟贵祥, 等. 内蒙古北山地区地球物理场特征与构造分级及深部结构研究[J]. 地球物理进展, 2009, 24(2): 439-447.
- [6] 戴明刚, 曲寿利. 位场梯度模法及其在碳酸岩盐地区断裂识别中的应用[J]. 地球物理进展, 2009, 24(3): 951-958.
- [7] 刘震, 陈艳鹏, 赵阳, 等. 陆相断陷盆地油气藏形成控制因素及分布规律概述[J]. 岩性油气藏, 2007, 19(2): 121-127.
- [8] 龚再升, 蔡东升, 张功成, 等. 郯庐断裂对渤海海域东部油气成藏的控制作用[J]. 石油学报, 2007, 28(4): 1-10.
- [9] 涂广红, 钟广见, 冯常茂, 等. 南海西沙海槽盆地重磁资料综合研究[J]. 地球物理学进展, 2015, 30(2): 963-974.

[编辑] 邓磊

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: jogt@hanspub.org