



Provenance Analysis of Daning-Jixianhe 8 Member in Ordos Basin

Tianyu Guo^{1,2}

¹School of Earth Science and Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an, China

²Shaanxi Provincial Key Laboratory of Petroleum Accumulation Geology, Xi'an Shiyou University, Xi'an, China

Email: 2106321583@qq.com

How to cite this paper: Guo, T.Y. (2023) Provenance Analysis of Daning-Jixianhe 8 Member in Ordos Basin. *Open Access Library Journal*, 10: e9902.
<https://doi.org/10.4236/oalib.1109902>

Received: February 21, 2023

Accepted: March 28, 2023

Published: March 31, 2023

Copyright © 2023 by author(s) and Open Access Library Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

Abstract

Abundant natural gas resources have been found in the Lower Permian Shihezi Formation in Ordos Basin, among which the 8 member of the Lower Shihezi Formation is one of the important reservoirs. Sedimentary studies and natural gas exploration of the Lower Shihezi Formation in Ordos Basin mainly focus on the interior of the basin. In recent years, DJ gas field, a large Upper Paleozoic tight gas field, has been discovered in the southeastern Ordos Basin. Among them, Hehe 8 is one of the main gas-bearing reservoirs. However, at present, the research on the northern and southern provenance deposition filling of Hehe 8 member in this block is weak, which causes trouble to the exploration and development. Based on this, through the description and characterization of the cores of 18 Wells in the study area, the observation of more than 20 outcrop points around, the detailed survey of five field profiles, the analysis of 7 groups of paleo-flow data, and the analysis of sandstone detrital components and heavy mineral characteristics, the sediment source of the 8th member of the box in DJ Gas field was analyzed. The results showed that the study area was mainly controlled by the dual provenance in the north and south directions, which intersected in the middle and lower parts of the region. The research results provide help for the further exploration and development of tight gas in DJ gas field.

Subject Areas

Geology

Keywords

Southeastern Ordos Basin, Box 8 Segments, Provenance, Heavy Mineral

1. 引言

DJ 气田位于鄂尔多斯盆地东南缘，地处山西省临汾市境内。相较于北部

的苏里格、乌审旗等大气田，DJ气田的勘探程度依然较低。沉积物物源分析是盆地分析的重要内容，对盆地的沉积演化、沉积古环境的恢复具有重要意义，是研究砂体的空间展布规律、储层物性的预测的重要依据。前人研究表明，鄂尔多斯盆地上古生界存在南北方向的物源，普遍认为北部物源区的沉积物分布范围大于来自南部物源区的沉积物分布范围[1]。屈红军等研究认为鄂尔多斯盆地东南部二叠系石盒子组南北物源以延安为中心区域交汇[2]；盒8段北部物源区沉积物分布范围较大，汇水区位于延安以南，南部物源区沉积物分布范围较小，向南部后撤，虽划分了南北大致范围，但难以指导研究区小范围的物源研究。陈全红等研究表明，南北物源汇水区由西向东为环县到富县到乡宁，由西向东物源分布范围逐渐向南后撤[3]；李文厚等对盆地范围进行了物源与沉积相详细刻画。其中山西组与下石盒子组南部物源可延伸到铜川以北、宜川以南[4]；李亚龙根据研究区盒8段砂岩组分、岩屑和重矿物分布等物源分析特征，结合粒度分析岩石薄片和岩心沉积等资料得出盒8段物源在甘泉一带区域形成交汇区[5]。但对于南部物源的影响范围还存在较大争议，这在很大程度上制约了DJ气田石油天然气勘探开发的战略规划。因此，明确研究区上古生界的物源方向及其影响范围，对研究该区上古生界岩相古地理格局及储集砂体展布的控制作用具有重要价值。该文主要基于井下取心资料，野外露头古流向数据、重矿物数据及砂岩组分占比等资料，对DJ气田盒8段沉积物源进行综合分析讨论。

2. 区域构造背景

鄂尔多斯盆地是中国第二大盆地，也是主要的能源盆地之一，东至吕梁山，西至贺兰山、六盘山，南至秦岭，北至阴山，面积约为 $2.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地内部进一步划分为西缘冲断带、晋西烧裙带、天环均陷、陕北斜坡和渭北、伊盟隆起等六个一级构造单元[6]。

大宁一吉县区域隶属于山西省境内，地处鄂尔多斯盆地东南缘。东与蒲县、尧都区接壤，西临黄河与陕西省宜川县隔河相望，北与隰县、永和县相邻。在地质构造方面，DJ气田处于晋西挠褶带南端与伊陕斜坡东南缘。根据其地质构造特征，区块整体呈现为“一隆一凹两斜坡”的构造格局，即东部的明珠斜坡带和西部斜坡带与中部的桃园背斜带、蒲县凹陷带[7]。致密气的勘探开发主要集中在区块西部，横跨黄河，井位分布于河东河西。

研究区层位以马家沟组为底，主要研究层位自下而上发育上石炭系本溪组、二叠系太原组、山西组及下石盒子组盒8段，为典型的含煤层系地层，其中下石盒子组盒8段为重要储层之一，沉积相主要为三角洲前缘相，发育水下分流河道、水下分流河道间湾、前缘席状砂、河口坝等沉积微相。储层主要为岩屑砂岩。(图1)

3. 物源分析

3.1. 露头古流向证据

古流向分析在开展盆地物源示踪分析中具有重要的研究意义，它是评判

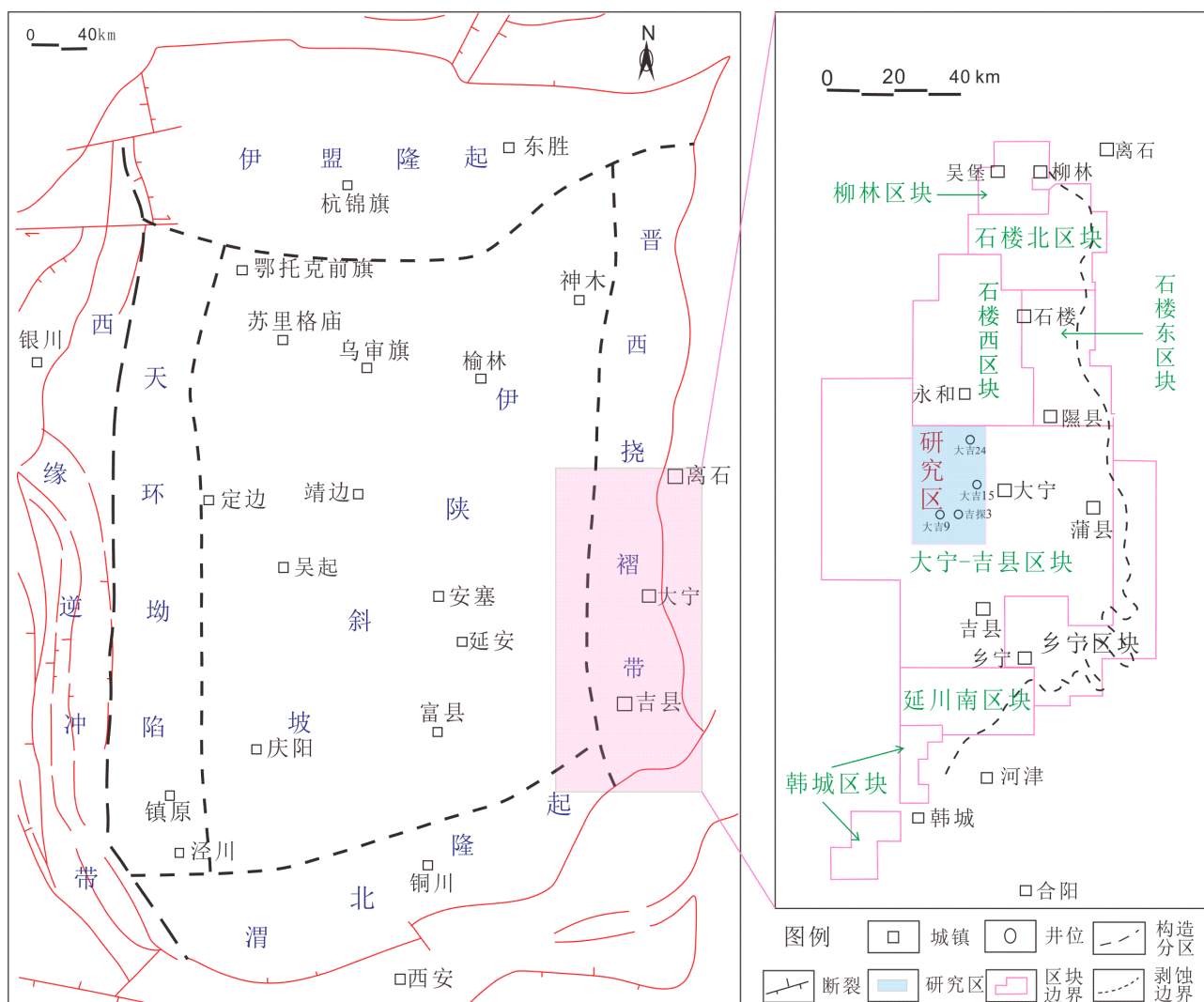


Figure 1. Division of structural areas and scope of study area in Ordos Basin
图 1. 鄂尔多斯盆地构造区划分及研究区范围

物源方向最为直接有效的一种研究手段，多应用于露头研究中，它的研究目标是查明，描述并解释地质体在形成过程中水流模式，并从水流模式中得到当地或本地区沉积物的供应方向，岩石单元的几何形态及其趋势、古斜坡地貌等 4 类盆地演化信息和沉积环境。

本文选取研究区附近露头对盒 8 骆驼脖子砂岩进行露头古水流研究分析，获得古水流数据 7 组共 37 个数据。古流向数据表明：柳林县向南至蒲县管头镇一带均表现为显著的北部物源控制特点；澄城县向北至乡宁管头镇均为南部物源控制的特点。

赵家坟附近盒 8 段骆驼脖子表现为浅灰色中细砂岩，出露厚度最厚为 3.5 米，呈透镜状，底部具大型冲刷面构造。古流向与前积砂体倾向数据显示，北物源是主要碎屑供给来源。

南山以东、台头镇以南、韩城竹园村、澄城县三眼桥剖面盒 8 段水下分流河道厚层砂体发育，板状交错层理中的交错纹层倾向均表现为由南向北的

水流特点，山西组北岔沟砂岩也同样如此，因此，对研究区周边露头实测数据进行平面古流向玫瑰花图投点，平面展布特征显示，以黑龙关镇以南到台头镇以北，水体古流向特征发生了明显的变化，黑龙关镇以北无论是北岔沟砂岩还是骆驼脖子砂岩，其古流向均为由北向南的水流方向，研究区南部则呈现由南向北的水流特征。研究区东南侧管头镇以南，台头镇以北可能存在一个南北物源的交汇区。因此在此基础上，对交汇区附近的露头点位进行详细实测。

其中前柿子园附近是露头古流向实测数据的重要区域，在露头观察中发现骆驼脖子砂岩上下层位之间的板状交错层理纹层方向呈现由南向北和由北向南两个相反方向的特点。(图 2)

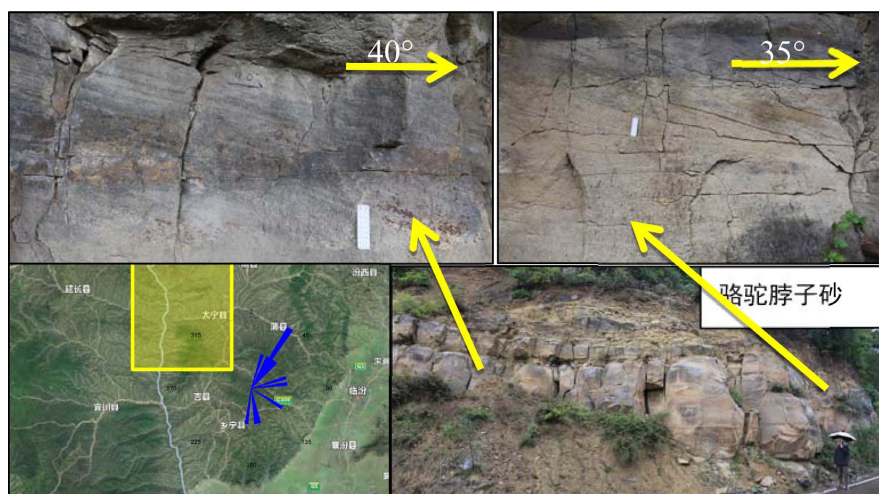


Figure 2. Ancient flow direction of Section He 8 of Qianshiziyuan

图 2. 前柿子园盒 8 段古流向

交汇区平面数据表明，前柿子园附近盒 8 段骆驼脖子砂岩出现了南北物源混积的特点，局部层段表现为南部物源主控，向南赵家坟表现为北部物源控制特点，管头镇为南部物源，因此，认为以柿子园附近为界，向北露头区山西组与盒 8 段为北部物源控制，管头镇以南并未南部物源控制区，其间为南北物源的区域交汇区。

3.2. 重矿物特征

所谓重矿物就是比重高于 2.86 g/cm^3 ，这些重矿物在碎屑岩中所占总含量通常不过高，但是却具有重要的意义。利用碎屑重矿物的组合及含量的变化来追索物源和母岩的方法长期以来一直得到广泛的应用[8]。一般地层稳定重矿物具有较强的抗风化能力和广布性，在远离母岩区相对增加；不稳定重矿物的抗风化能力较弱，且分布较为有限，在距离母岩较远的地区含量比较低。

通过对稳定重矿物组分与不稳定重矿物组分平面分布及变化规律的分析，可以恢复物源方向，并研究母岩性质。也可依据同一条河流体系控制下的沉积范围及其重矿物含量等值线不断变化原理来判断各种沉积体系展布范围和沉积物扩散方向[9]。

在研究区井下岩心观察过程中, 针对盒 8 段骆驼脖子砂岩层段进行重点选样, 为了避免样品岩性差异带来的系统误差, 样品主要选取中粗砂岩岩性, 同时考虑平面点位分布以及纵向层位涵盖两方面, 选取井下 11 块重矿物样品进行测试分析。

重矿物数据表明研究区盒 8 段重矿物组合类型为: 锆石 + 白钛矿 + 电气石 + 磁铁矿 + 锡石 + 绿泥石为主, 盒 8 段中超稳定重矿物锆石由北向南占比增加, 稳定重矿物白钛矿占比下降, 说明北部为近物源区, 南部为远物源区。

结合李亚龙、于兴河[5]等在研究区附近延安气田的重矿物资料, 在平面上绘制重矿物含量饼状图。(图 3)

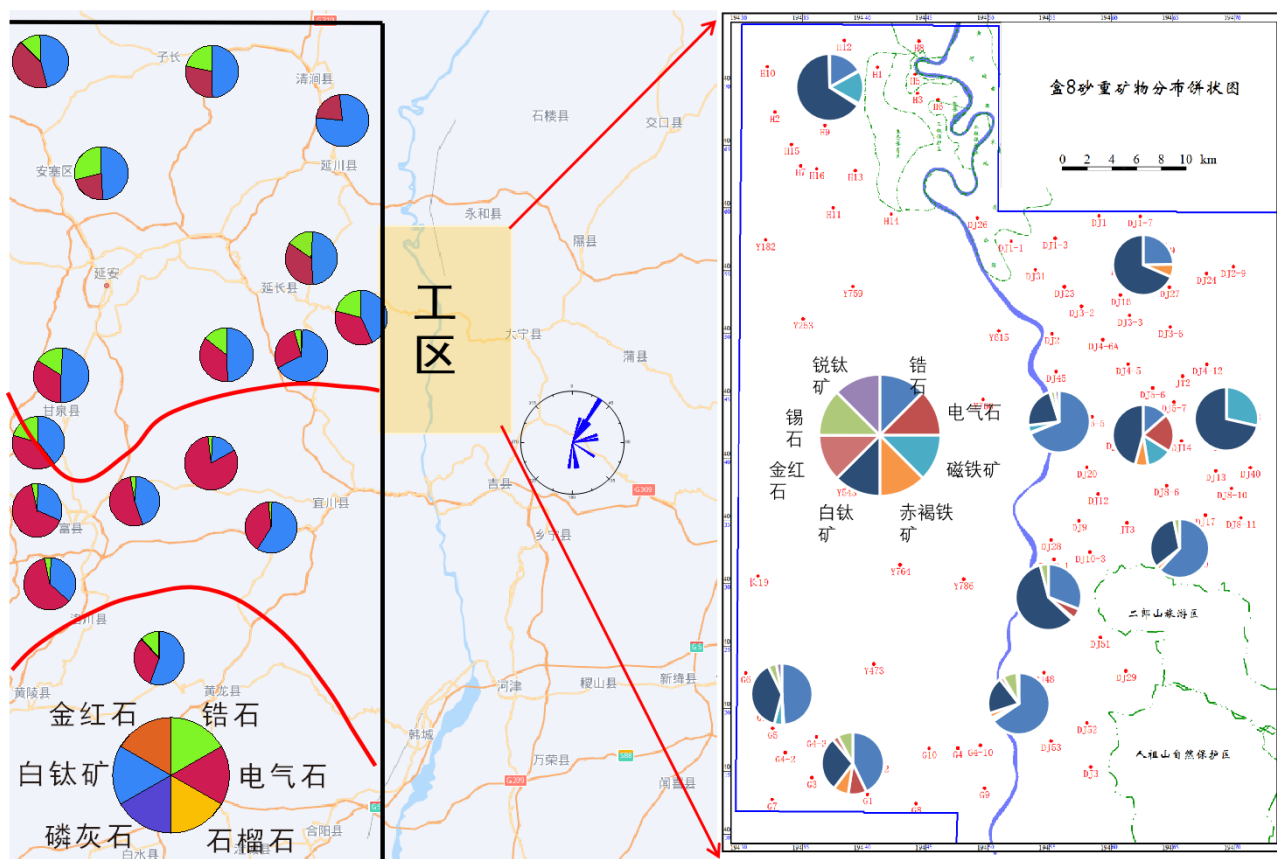


Figure 3. Plane distribution characteristics of heavy mineral content in He-8 member

图 3. 盒 8 段重矿物含量平面分布特征

研究区周围工区重矿物数据表明, 南北物源在宜川附近交汇。研究区重矿物交汇区与延安气田物源交汇区基本一致。充分表明研究区存在南北物源, 且在研究区中下部交汇。

3.3. 岩石学特征

砂岩中碎屑组成以及其时空变化可部分反演区域构造活动强度及属性等。由于物源区母岩组成, 结构和风化稳定性有显著差异, 源区物质经风化,

搬运和沉积后亦发生了不同程度改造, 如果石英比长石稳定, 当母岩区源岩组成相同或类似时, 则可推测富石英砂岩搬运距离远。所以不同物源体系所沉积石英, 长石和岩屑这些陆源碎屑物类型及含量不仅能提供相应物源区信息, 并可用于物源体系的分割[10]。

将研究区分北区、东区、南区进行研究。北区岩屑含量相对较高, 长石主要分布在东区, 其次是南区, 南区石英含量相对较高, 长石含量出现高值的井位有 DJ19 井、DJ23 井、DJ22 井、DJ21 井、DJ25 井和 DJ17 井, 均分布在东区。

东区岩屑类型以变质岩为主, 其次为火成岩与沉积岩, 沉积岩绝对含量范围 0~18%, 平均值 2.91%; 变质岩绝对含量 1%~21.58%, 平均值 7.41%; 火成岩绝对含量范围 0~8.7%, 平均值 2.8%; 云母绝对含量范围 0~4%, 平均值 0.58%。

北区岩屑类型以变质岩为主, 其次为火成岩与沉积岩, 沉积岩绝对含量范围 0~10%, 平均值 1.31%; 变质岩绝对含量范围 1%~25%, 平均值 9.82%; 火成岩绝对含量范围 0~9%, 平均值 2.97%; 云母绝对含量 0~5%, 平均值 1.12%。

南区变质岩绝对含量略高于火成岩。沉积岩绝对含量范围, 0~17% 平均值 1.47%; 变质岩绝对含量, 0~16%, 平均值 5.26%; 火成岩绝对含量范围 0~11%, 平均值 3.92%; 云母绝对含量范围 0~3%, 平均值 0.73%。

从岩石学特征中可看出得研究区南北岩心砂岩组分、类型存在差异, 可以明显看出存在南北两个物源, 且在中间区域岩石学特征过渡。由此也可证实研究区盒 8 段存在南北双物源。

4. 结论

古水流交汇区平面表明, 前柿子园附近盒 8 段骆驼脖子砂岩出现了南北物源混积的特点, 局部层段表现为南部物源主控, 向南赵家坟表现为北部物源控制特点, 管头镇为南部物源, 因此, 认为以柿子园附近为界, 向北露头区山西组与盒 8 段为北部物源控制, 管头镇以南为南部物源控制区, 其间为南北物源的区域交汇区。对应研究区内井位大致为 DJ53 井附近;

根据重矿物平面分布特征表明: 研究区盒 8 段存在南北物源且汇水区位于宜川附近, 在汇水区对应 Y786 井-DJ51 井-DJ29 井附近;

根据岩石薄片鉴定结果表明研究区盒 8 段存在南北物源, 位于研究区中下部 DJ51 井位附近。

根据前人在研究区附近物源分析结合研究区重矿物及其组合特征在平面上的展布规律, 骨架矿物成分、特别是岩屑成分及其平面分布规律以及研究区周围露头古水流方向数据, 经分析得出研究区存在南北物源, 且在研究区中下部交汇, 大致位于 Y764 井-Y786 井-DJ51 井-DJ29 井附近区域。

Conflicts of Interest

The author declares no conflicts of interest.

References

- [1] 肖建新, 孙粉锦, 何乃祥, 等. 鄂尔多斯盆地二叠系山西组及下石盒子组盒 8 段

- 南北物源沉积汇水区与古地理[J]. 古地理学报, 2008, 10(4): 341-354.
- [2] 屈红军, 马强, 高胜利, 等. 物源与沉积相对鄂尔多斯盆地东南部上古生界砂体展布的控制[J]. 沉积学报, 2011, 29(5): 825-834.
<https://doi.org/10.14027/j.cnki.cjxb.2011.05.002>
- [3] 陈全红, 李文厚, 王亚红, 等. 鄂尔多斯盆地西南部晚古生代早—中期物源分析[J]. 现代地质, 2006, 20(4): 628-634.
- [4] 李文厚, 张倩, 李克永, 等. 鄂尔多斯盆地及周缘地区晚古生代沉积演化[J]. 古地理学报, 2021, 23(1): 39-52.
- [5] 李亚龙, 于兴河, 单新, 等. 鄂尔多斯盆地东南部下石盒子组盒 8 段物源特征与沉积相[J]. 东北石油大学学报, 2016, 40(3): 51-60, 4-5.
- [6] 蒋子文. 鄂尔多斯盆地南部上古生界山 1-盒 8 段物源分析及盆山耦合关系研究[D]: [博士学位论文]. 西安: 西北大学, 2020.
<https://doi.org/10.27405/d.cnki.gxbdu.2020.000093>
- [7] 赵龙梅, 文桂华, 李星涛, 等. 鄂尔多斯盆地大宁—吉县区块山西组 2~3 亚段致密砂岩气储层“甜点区”评价[J]. 天然气工业, 2018, 38(S1): 5-10.
- [8] 杨斌虎. 鄂尔多斯盆地上古生界盒 8、山 1 段物源与沉积相及其对优质天然气储层的影响[D]: [博士学位论文]. 西安: 西北大学, 2009.
- [9] 戴亚权. 安塞油田长 2 河流相砂岩油藏精细描述及剩余油分布规律研究[D]: [博士学位论文]. 西安: 西北大学, 2009.
- [10] 刘璇, 丁晓琪, 万友利, 等. 鄂尔多斯盆地长 9 段沉积物源分析[J]. 东北石油大学学报, 2014, 38(1): 10-16, 1-2.

Appendix 1. Abstract and Keywords in Chinese

鄂尔多斯盆地大宁 - 吉县盒 8 段物源分析

摘要: 鄂尔多斯盆地二叠系下石盒子组发现丰富的天然气资源, 其中下石盒子组盒 8 段为重要储层之一, 人们对鄂尔多斯盆地下石盒子组沉积研究与天然气勘探主要集中于盆地内部。近年来, 鄂尔多斯盆地东南部发现特大型上古生界致密气田——DJ 气田。其中, 盒 8 是主要含气层之一, 然而目前对该区块盒 8 段南北物源沉积充填研究薄弱, 对勘探开发造成了困扰。基于此, 通过对研究区十八口井位岩心描述刻画与周边二十余个野外露头点位观察、五个野外剖面详测、7 组古流向数据分析, 以及砂岩碎屑组分和重矿物特征分析等方法综合研究, 重点分析 DJ 气田盒 8 段沉积物源, 结果表明研究区主要受到北、南两个方向的双物源控制, 在区域内中下部交汇。该研究结果为 DJ 气田致密气下一步勘探开发提供帮助。

关键词: 鄂尔多斯盆地东南部, 盒 8 段, 物源, 重矿物