

文章编号: 1001-6112(2008)06-0580-05

塔里木盆地塔河南地区良里塔格组 成岩环境及油气成藏期次

袁玉玲, 皇甫红英

(中国石油化工股份有限公司 西北油田分公司 地质中心实验室, 乌鲁木齐 830011)

摘要:塔河南地区上奥陶统良里塔格组主要是一套碳酸盐岩,通过对该组岩心、薄片观察发现,其依次经历了大气渗流、混合带、浅埋藏、表生岩溶、构造后浅埋藏、深埋藏成岩环境的改造。分别研究各环境下的流体包裹体,发现在浅埋藏、深埋藏及成岩晚期有3期油气活动。结合沉积相、泥浆漏失统计、岩溶现象、储层物性、产出油气数据等资料,认为塔河南地区良里塔格组储层以岩溶孔洞为主,具有一定的勘探开发潜能。

关键词:流体包裹体;成岩作用;成岩环境;油气成藏期次;奥陶系;塔河油田;塔里木盆地

中图分类号: TE122.221

文献标识码: A

DIAGENETIC ENVIRONMENT AND OIL AND GAS ACCUMULATION PERIOD OF LIANGLITAGE FORMATION IN THE SOUTH AREAS OF TAHE OILFIELD OF THE TARIM BASIN

Yuan Yuling, Huangpu Hongying

(Geological Central Laboratory, Northwest Petroleum Branch Company, SINOPEC, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: Lianglitage Formation of the Upper Ordovician in the south areas of Tahe Oilfield of the Tarim Basin was consisted of a set of carbonates. By means of study of bore cores and thin sections observation, it indicated that the carbonates of Lianglitage Formation were experienced meteoric vadose zone, mixing-water diagenetic environment, karst, shallow and deep buried diagenetic environment. Study of the fluid inclusions showed that there were three times of oil activity in shallow, deep buried diagenetic period and late diagenetic period. With data of sedimentary facies, slurry leaking, karst, reservoir porosity and permeability, oil and gas output, it was concluded that Lianglitage Formation possessed potential for hydrocarbon exploration and development.

Key words: fluid inclusion; diagenesis; diagenetic environment; oil and gas accumulation period; Ordovician; Tahe Oilfield; the Tarim Basin

阿克库勒凸起是塔里木盆地北部主要的油气聚集带之一,发育了塔河一轮南大油气田,它们的主力产层是中下奥陶统,裂缝、孔洞和大型洞穴是网络状油气藏^[1~4]的主要储集空间。随着勘探不断向外围扩展,塔河油田和轮南油田在上奥陶统良里塔格组也实现了油气突破。

塔河南地区位于塔河油田南部,也称盐下地区,工区内下古生界表现为由南向北抬升的形态,受海西早期构造运动的影响,志留系、上奥陶统、中奥陶统从南向北依次被剥蚀殆尽(图1),北部下奥陶统也遭受不同程度的剥蚀。

塔河南地区上奥陶统自上而下分为桑塔木组、良里塔格组、恰尔巴克组。良里塔格组与上覆桑塔木组为平行不整合关系,与下伏恰尔巴克组为整合关系。在桑塔木组覆盖区内,良里塔格组未受到海西早期构造运动的剥蚀,地层保存较为完整。

1 良里塔格组岩性和沉积相特征

根据塔河南地区多口钻井良里塔格组的岩心、薄片观察,结合常规测井和成像测井分析,良里塔格组分为3个岩性段,存在2套岩性组合(图2)。

底部和顶部反映浅水高能沉积环境的灰岩段,

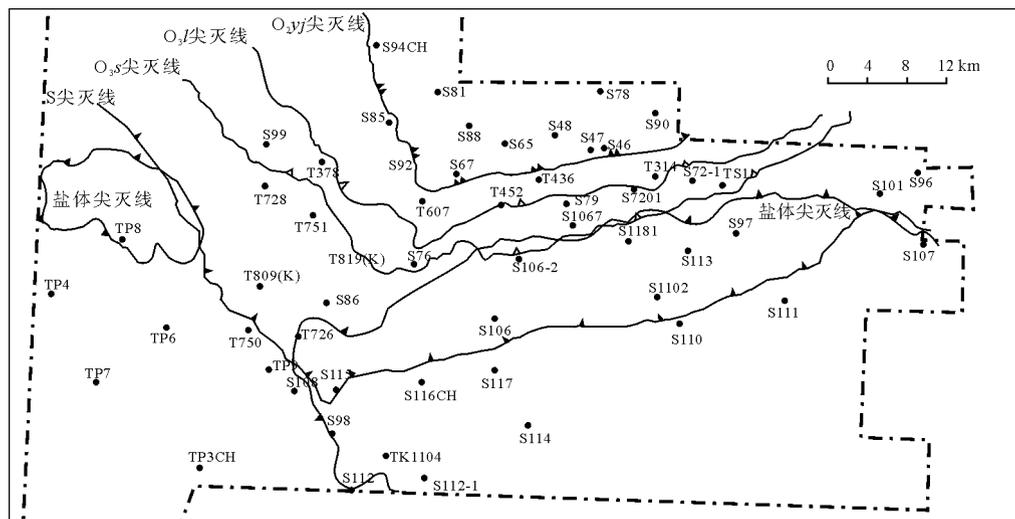


图 1 塔里木盆地塔河油田奥陶系地层分布

Fig. 1 The Ordovician strata distribution in Tahe Oilfield of the Tarim Basin

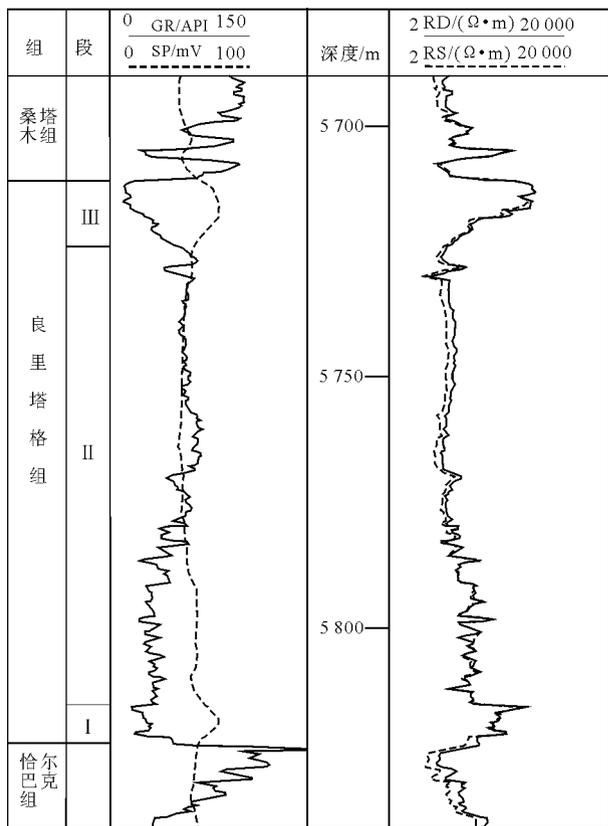


图 2 塔里木盆地 T761 井良里塔格组电性特征

Fig. 2 Electrical properties of the Late Ordovician Lianglitage Formation of well T761 in the Tarim Basin

主要为灰色或灰白色亮晶鲕粒灰岩、亮晶砂屑灰岩、砂屑灰岩以及生屑灰岩, 普遍含灰绿色泥质条纹或条带, 沉积相带为台地边缘浅滩; 底部的灰岩段分布范围大, 比较稳定, 顶部的灰岩段向南相变为泥灰岩或灰质泥岩, 在测井上无法与桑塔木组分

开; 电性主要以低 GR, 高 SP, RS 和 RD 为特征, FMI 成像测井的动态加强图像以层状、颜色较浅的亮黄色—黄褐色为特征。

中间是一套反映深水低能环境的富含泥质的微晶灰岩、生屑微晶灰岩, 在上部普遍存在一套暗红色的泥灰岩或灰质泥岩, 沉积相带为台地前缘斜坡, 该套沉积向南变薄; 电性主要以高 GR, 低 SP, RS, RD 为特征, FMI 成像测井的动态加强图像以层状、颜色由黄褐色变为褐色、黑褐色为特征。

2 良里塔格组主要成岩作用

本组在成岩作用方面表现出压实作用、压溶作用、多期胶结作用、岩溶作用、交代作用和后期矿液充填作用, 其中的胶结、岩溶、后期矿液充填是较为重要的作用。

2.1 胶结作用

S110 井 6 084.31 m 处胶结作用见到 3 期(图 3)。

第 1 期胶结物为单晶方解石结构, 异常的干净、明亮。呈现新月状、悬挂式分布。本井段部分重力胶结物对沉积颗粒有交代作用, 交代作用强时, 颗粒成为假象。

第 2 期胶结作用形成的胶结物为方解石, 相对第一期较脏。围绕颗粒及第一期胶结物不均匀分布, 厚度有差异。矿物呈马牙状、纤维状结构, 垂直颗粒生长。

第 3 期胶结作用形成的胶结物呈现等轴粒状, 粉晶、镶嵌状为主。比第 1 期方解石脏。充填在前 2 期胶结物剩余空间之中。局部见到新生变形的亮晶方解石切割前期胶结物和颗粒。

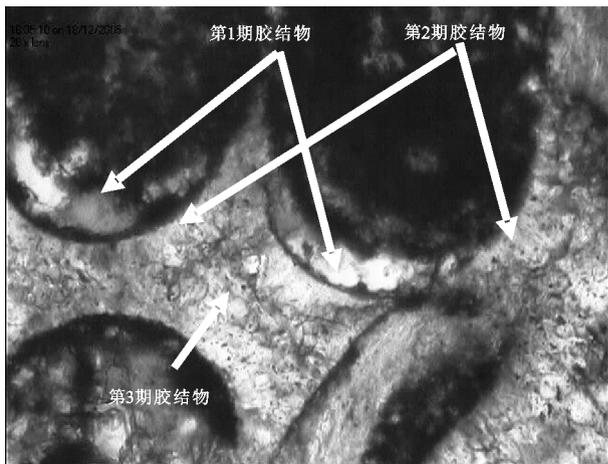


图 3 塔里木盆地 S110 井 6 084.31m 处良里塔格组胶结作用
Fig. 3 Cements of carbonates of Lianglitage Formation in Well S110 (6 084.31m) in the Tarim Basin

2.2 岩溶作用

良里塔格组主要经历了 2 期岩溶作用,分别是同生期岩溶和表生期岩溶。

2.2.1 同生期岩溶

良里塔格组顶部和底部为滩相地层,沉积物在沉积时易暴露水面,经受大气淡水的改造,该期岩溶主要形成粒内溶孔、铸模孔和粒间溶孔,具有明显的组构选择性。

2.2.2 表生期岩溶

良里塔格组沉积晚期发生了加里东中期二幕运动,造成良里塔格组直接暴露于大气淡水成岩环境中,在桑塔木组覆盖区的北部,该组的 III 岩性段和 II 岩性段上部被完全剥蚀,地层厚度在 20~50 m 之间。同时,在该组顶部可见各种溶蚀现象,如溶蚀孔洞、溶蚀裂缝、褐铁矿化和角砾岩等,在成像测井上也可观察到角砾岩,表明此次岩溶作用的存在。此外,海西早期构造运动时期,形成了大量断裂,在断裂发育处,良里塔格组仍有可能接受海西早期大气淡水的改造。

2.3 充填作用

缝、洞及裂隙的胶结、充填作用发生在最后。又分为早期方解石充填和晚期方解石、石英、重晶石、萤石等矿物充填。早期方解石巨晶、粗大,切割前期所有的胶结物和颗粒;杂质多,干净程度不均一。晚期方解石、石英、重晶石干净、明亮,晶体粗大。

3 良里塔格组成岩环境判别

大气渗流带典型的标志是新月形和悬挂式胶结物^[5]。另外,海水中许多阳离子都可以抑制方解石沉淀,主要晶体形态是泥晶或纤维晶。而地表淡

水含 Mg^{2+} 和 Na^+ 极少,大多数河水 Mg/Ca 为 1:4~1:10,比海水低得多,所以淡水中没有镁离子毒害。可以形成低镁方解石,如果结晶速度慢,则生成粗晶。因此第 1 期胶结物产状及结构表明是大气渗流带环境下的产物。它可以指示表生成岩环境的存在,同时也证明了岩溶作用的存在。

在海水中,由于阳离子的侧向毒害作用,主要晶体形态是泥晶或纤维晶。海底成岩环境中第 1 世代胶结物为小针状或小马牙状晶体垂直颗粒表面生长。海底成岩环境往往形成等厚环边状胶结物,但是,本期胶结物呈现不对称或不完全包围颗粒,同时具有海底和大气渗流带的特点,因此推断第 2 期胶结物为海底、大陆成岩环境的过渡带,即淡水—海水混合带环境下的产物。

第 3 期胶结物充填残余孔隙,晶粒之间直线镶嵌,经过茜素红组合染色表明不含铁,从结构和产状上可以判断为第 3 期胶结物,是浅埋藏环境下的胶结物。

早期方解石充填于铸模孔、粒内溶孔和粒间溶孔,具有明显的组构选择性,经过茜素红染色显示不含铁,判断为构造活动后在浅埋藏环境下的充填物。

晚期孔、缝充填物切割早期方解石充填物,其中方解石干净、明亮、粗大,出现较复杂的矿物组合:方解石、石英、重晶石和萤石等,判断为深埋藏期形成(表 1)。

4 油气包裹体特征及油气成藏期次

原生包裹体是与宿主矿物同时形成的,其中包裹的流体可代表宿主矿物形成时的流体和物理化学条件^[6]。在石油地质领域,流体包裹体被证实是油气运移路径的有用指示剂,它们能够描绘出油气的化学演化过程,在盆地热史研究及油藏演化的相

表 1 塔里木盆地塔河南地区良里塔格组成岩环境
Table 1 The diagenetic environment of Lianglitage Formation in south areas of Tahe Oilfield in the Tarim Basin

主要成岩作用	方解石特征	成岩环境
第 1 期胶结	干净,新月状	大气渗流带
第 2 期胶结	纤维、柱状半包围颗粒	混合带
第 3 期胶结	等轴粒状分布于粒间	浅埋藏
岩溶	形成孔洞缝,部分充填早期方解石	表生
早期缝洞充填	杂质多,脏。不含铁	构造后浅埋藏
晚期孔缝充填	干净,与重晶石、石英共生	地下矿液期深埋藏

表 2 塔里木盆地塔河南地区良里塔格组油气包裹体特征
Table 2 The characteristics of oil and gas inclusions of Lianglitage Formation in south areas of Tahe Oilfield in the Tarim Basin

井号	井深/m	产状	宿主矿物	颜色	荧光色	气烃,%	均一温度/℃	分期
S115	5 845.11	原生	方解石	灰褐色	—	10	70~82	1
		次生	方解石	淡黄色	黄色	30	80~104	2
	5 846	原生	方解石	浅褐黄色	黄色	5	75~102	1
		次生	方解石	淡黄色	黄白色	10	95	2
	5 847.15~5 847.25	原生	方解石	浅褐色	黄色	30	72~81	1
		次生	方解石	淡黄色	黄白色	25	80~106	2
	6 084.31	原生	胶结物	灰褐色	—	30	88~108	1,2
			方解石	灰褐色、淡黄色	黄色、黄白色	80	76~112	2,3
		次生	方解石	淡黄色、无色	黄色、乳白色	10	90~102	2
			方解石	淡黄色、无色	蓝白、蓝绿色	90	106	3
S110	6 086.52~6 086.58	原生	石英、方解石	淡黄色	黄白、蓝绿色	15	115~119	3
		次生	重晶石	淡黄色	黄白、蓝绿色	15	106~114	3
	原生	胶结物	灰褐色	—	60	83~114	1,2	
	6 088.28~6 088.48	原生	方解石	淡黄色	黄绿色	0	80~86	1
		次生	方解石	淡黄色	蓝、蓝白色	30	77~80	2
	6 091.57~6 091.67	次生	方解石	淡黄色	黄白、乳白、蓝绿色	40	74~120	2,3

关流体运移事件研究中,它们具有重要的意义。在成岩作用研究中,它们是最权威的记录^[7]。

在储层成岩过程中,胶结物和自生矿物的形成总会有流体被包裹其中,形成包裹体。通过确定油气包裹体与结晶矿物的相互叠置结构关系,可以建立油气藏形成与成岩作用的关系^[8]。

据塔河南地区 S110, S115 两口井钻井流体包裹体分析(表 2),良里塔格组中第 1 期胶结物与第 2 期胶结物未见原生油气包裹体,表明浅埋藏之前的渗流带时期、混合带时期无油气活动。

第 1 期油气包裹体主要分布于第 3 期胶结物中,颜色暗,荧光差,显示油气活动为中—深埋藏期,油气成熟度低,伴随少量气烃包裹体。根据成岩作用和包裹体分布,结合塔河南 S112 井埋藏史(图 4),推测油气大致形成于志留纪—泥盆纪。

第 2 期油气包裹体分布于充填构造缝的方解石之中,据其原生包裹体特征表明烃类已经成熟,达到油质沥青,油气运移规模较大,伴随较丰富的气烃包裹体(图 5)。油气活动为深埋藏之后与地下矿液活动同期,推测为二叠纪—三叠纪形成。

第 3 期油气包裹体分布于充填构造缝的方解石、重晶石、石英等矿物中(图 5),据包裹体特征表明烃类已成熟,运移规模宏大,伴随较丰富的气烃

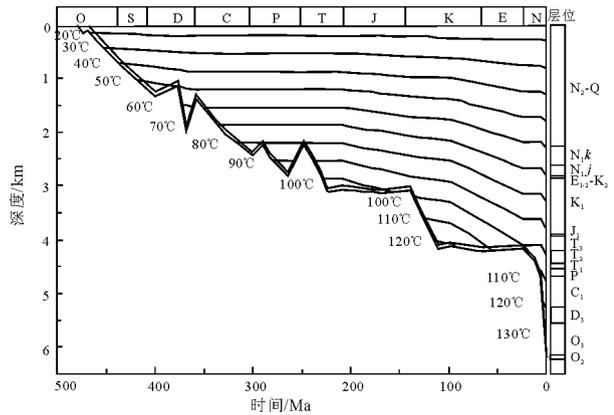


图 4 塔里木盆地塔河南地区 S112 井奥陶系埋藏史
Fig. 4 The buried history of the Ordovician in Well S112 in the south areas of Tahe Oilfield in the Tarim Basin

包裹体。据包裹体的颜色及荧光特点以及前人对油气研究的认识^[8],判断与第 2 期为同源油气。因为包含此期油气包裹体的愈合缝切割了岩石的结构,所以为较晚期的产物;又因其充填裂缝的包裹体为次生状态,推测为塔河地区构造调整期充注的油气,即印支—燕山期或喜马拉雅期充注,为本地区的主成油期(表 2)。

根据良里塔格组岩性和沉积相特征,顶部和底部的滩相地层为良里塔格组成为岩溶型储层打下

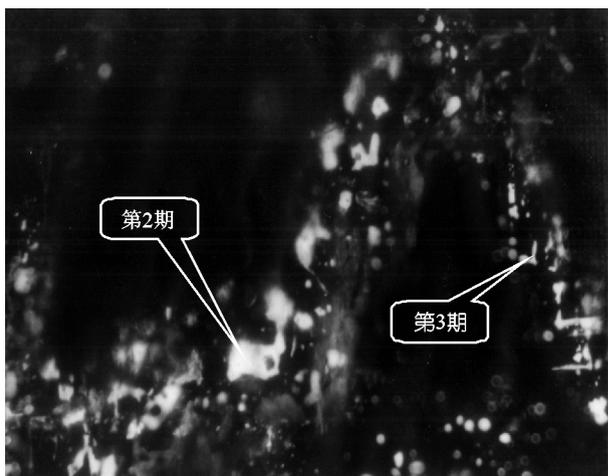


图5 塔里木盆地 S110 井裂缝中油气包裹体
6 084.31m(O₃I), 荧光, ×200

Fig. 5 The oil and gas inclusions filled in the fractures of Well S110 in the Tarim Basin

了良好的物质基础,也为岩溶作用提供了物质基础,加里东期岩溶是其主要的岩溶发育期^[9],岩溶发育与断裂关系密切,平面上呈条带状分布。据油层物性资料,良里塔格组储层为致密特低孔低渗岩石,S110 井良里塔格组孔隙度 1.3%~2.9%,渗透率 $(0.03\sim0.06)\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$;S116-2 井良里塔格组孔隙度 1.2%~6.3%,渗透率 $(0.02\sim0.32)\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$,属于较差的储层。而与断裂、裂缝有关的岩溶作用大大改善了良里塔格组的储层物性,S106 井良里塔格组累计漏失泥浆 259.71 m³。目前,已有 2 口井在良里塔格组产出工业油气,S116-2 井产油 192.0~235.2 m³/d、产气 $(1.6\sim 2.9)\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$;S106 井(与 O₂yj 合采)产油 198.7 m³/d,产气 $18\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 。从目前塔河南部地区原油产出状况来看,油质相对较好,未见原

油遭受强烈氧化裂解,因此,良里塔格组是塔河南部地区一套重要的油气储层。

5 结论

1) 塔河南部地区良里塔格组经历了表生岩溶、构造后浅埋藏、深埋藏矿液活动等成岩环境的改造。

2) 油气在中—深埋藏、深埋藏矿液活动环境及成岩后构造调整期经历了 3 期的石油充注,其中 2、3 期规模宏大,是主要的油气充注期。

3) 加里东古岩溶对良里塔格组的溶蚀作用具有重要影响,与断裂、裂缝有关的岩溶条带可以形成良好的储层,塔河南部地区良里塔格组是一套重要的油气储层。

参考文献:

- 1 张抗. 塔河油田性质和塔里木碳酸盐岩油气勘探方向[J]. 石油学报,2001,22(4):1~6
- 2 Zhang Kang, Wang Darui. Types of Karst-fractured and Porous Reservoirs in China's Carbonates and the Nature of the Tahe Oilfield in the Tarim basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica,2004,78(3):866~872
- 3 周兴熙. 初论碳酸盐岩网络状油气藏:以塔里木盆地轮南奥陶系潜山油气藏为例[J]. 石油勘探与开发,2000,27(3):5~8
- 4 周兴熙. 再论网络状油气藏与轮南潜山勘探对策[J]. 石油勘探与开发,2002,29(4):4~7
- 5 何镜宇,余素玉. 沉积岩石学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1986.200~201
- 6 卢焕章,范宏端,倪培等. 流体包裹体[M]. 北京:科学出版社,2004.25,387
- 7 Robert H Goldstein. Fluid inclusions in sedimentary and diagenetic systems[J]. Lithos,2001,55:159
- 8 顾忆,邵志兵,陈强路等. 塔河油田油气运移与聚集规律[J]. 石油实验地质,2007,29(3):224~237
- 9 俞仁连. 塔里木盆地塔河油田加里东期古岩溶特征及其意义[J]. 石油实验地质,2005,27(5):468~478

(编辑 叶德燎)

(上接第 579 页)

- 5 何治亮. 中国陆相非构造圈闭油气勘探领域[J]. 石油实验地质,2004,26(2):194~199
- 6 潘元林,孔凡仙. 中国隐蔽油气藏[M]. 北京:地质出版社,1998.32~93
- 7 张运东,薛红兵,朱如凯等. 国内外隐蔽油气藏勘探现状[J]. 中国石油勘探,2005,10(3):64~67
- 8 赵政璋. 中国石油近期油气勘探新进展及未来主要勘探对象与潜力[J]. 中国石油勘探,2004,9(1):1~7
- 9 贾承造,池英柳. 中国岩性地层油气藏资源潜力与勘探技术[A]. 见:李丕龙,庞雄奇编. 隐蔽油气藏形成机理与勘探实践[M]. 北京:石油工业出版社,2004

- 10 杜金虎,易士威,卢学军等. 试论富油凹陷油气分布的“互补性”特征[J]. 中国石油勘探,2004,9(1):15~21
- 11 李丕龙,庞雄奇. 隐蔽油气藏形成机理与勘探实践[M]. 北京:石油工业出版社,2004
- 12 杨占龙,陈启林,郭精义等. 流体势分析技术在岩性油气藏勘探中的应用[J]. 石油实验地质,2007,29(6):623~627
- 13 李日容. 油气成藏动力学模拟现状与展望[J]. 石油实验地质,2006,28(1):78~82
- 14 牛嘉玉,李秋芬,鲁卫华等. 关于“隐蔽油气藏”概念的若干思考[J]. 石油学报,2005,26(2):121~126
- 15 沈守文,彭大钧. 试论隐蔽油气藏的分类及勘探思路[J]. 石油学报,2000,21(1):16~22

(编辑 叶德燎)