

输导通道类型对天然气聚集效率的影响

付广, 孙永河, 吕延防

大庆石油学院, 163318

内容提要: 通过对中国大中型气田天然气输导通道类型及影响因素研究, 得到中国大中型气田主要有断裂、断裂与不整合组合、砂体、断裂与砂体组合、不整合与砂体组合和不整合6种输导通道类型。其中以断裂为主, 其次是断裂与不整合组合, 再次是砂体和断裂与砂体组合, 最少为不整合和不整合与砂体组合。它们主要受盆地类型、盆地内构造带类型和源储空间位置关系的影响。由中国大中型气田储量、含气面积和聚集时间, 通过求取其天然气聚集效率, 把中国大中型气田划分为高效、中效和低效3类气田。通过中国大中型气田天然气聚集效率与输导通道类型之间关系分析, 得到聚集时间相对较晚的断裂、砂体和断裂与不整合组合形成的输导通道天然气聚集效率相对较高, 有利于快速形成大中型气田。

关键词: 大中型气田; 聚集效率; 输导通道; 聚集时间

所谓天然气输导通道是连接源岩与圈闭的桥梁和纽带, 它可以由连通的砂体、不整合和断裂分别单独构成, 也可以由三者或其中任何二者组合构成。天然气输导条件的好坏, 在某种程度上决定着含油气盆地中天然气的富集数量及其空间分布。它是目前石油地质学家们关注和研究的热点之一。许多学者(Dreyer et al., 1990; Doyle et al., 1995; Hindle, 1997, 1999; Bekele et al., 1999; 雷茂盛等, 1999; 王震亮等, 1999; 龚再生等, 1999; 张照录等, 2000; 谢泰俊, 2000; 李铁军等, 2001; 付广等, 2001, 2004; 赵忠新等, 2002)对此曾做过研究和探讨, 使人们对天然气输导通道的类型及特征, 以及对天然气成藏的作用形成了初步认识。然而, 由于受认识水平和地质条件复杂性的限制, 致使人们对输导通道类型对天然气成藏的贡献大小的认识尚缺乏定量概念。为此, 本文将从中国大中型气田天然气输导通道类型特征及其与天然气聚集效率之间的关系研究入手, 阐明输导通道类型对大中型气田形成的贡献大小。

1 中国大中型气田的输导通道类型及其影响因素

表1是根据戴金星等(2003)、康竹林等(2000)、柳广弟等(2004)、周凤英等(2001)、赵靖舟等(2002)、姜耀俭等(2002)、康永尚等(2004)、张光亚

等(1998)、林忠民(2002)、张敏等(1996)等的研究成果得到的中国63个大中型气田的天然气输导通道类型特征, 由表1可见, 中国大中型气田天然气输导通道类型主要存在断裂、砂体、断裂与不整合组合、断裂与砂体组合、不整合与砂体组合和不整合6种类型, 其中以断裂作为输导通道的气田最多, 约占63个大中型气田的55.56%; 其次是断裂、断裂与不整合组合形成的输导通道, 分别约占63个大中型气田的15.87%; 再次是砂体、断裂与砂体组合形成的输导通道, 约占63个大中型气田的12.7%; 最少的是不整合输导通道和不整合与砂体组合形成的输导通道, 分别占63个大中型气田的1.59%(图1)。

中国大中型气田天然气的输导通道类型主要受盆地类型、其内构造带类型和源储空间位置关系的影响。由表2可以看出, 中国大中型气田发育的盆地类型不同, 其输导通道的类型也就不同。克拉通盆地大中型气田的天然气输导通道类型以断裂为主, 配合有不整合的输导作用, 少量不整合、砂体作为辅助输导通道。前陆盆地大中型气田的天然气输导通道以断裂和断裂与不整合组合形成的输导通道为主, 其次是砂体输导通道。裂谷盆地大中型气田的天然气输导通道也以断裂为主, 少量为砂体和砂体与不整合组合形成的输导通道。

由表3可以看出, 盆地内的构造带类型不同, 我

注: 本文为国家“973”重大基础研究项目(编号 2001CB20914)的资助成果。

收稿日期: 2004-12-09; 改回日期: 2005-04-25; 责任编辑: 周健。

作者简介: 付广, 男, 1962年生, 硕士, 教授, 石油地质专业。通讯地址: 163318, 黑龙江省大庆市, 大庆石油学院地球科学学院; 电话: 0459-6504024; Email: Fuguang2000@etang.com。

表1 中国大中型气田天然气聚集效率与输导通道类型、储气层岩性、聚集时期关系

Table 1 The relation among gas accumulation efficiency and types of transporting pathways, lithology of reservoir and transporting periods in big and middle gas fields

气藏名称	地质储量 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	含气面积 (km^2)	成藏年龄 (Ma)	聚集效率 ($\times 10^6 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{Ma}$)	成藏时期	储集层时代	储集层岩性	输导条件	所属盆地
克拉2	2506.1	47.1	5	1064.16	N—Q	K	碎屑岩	断裂	塔里木
台南	425.3	33.8	2	629.14	Q	Q	碎屑岩	砂体	柴达木
涩北二	492.22	39.8	2	618.37	Q	Q	碎屑岩	砂体	柴达木
涩北一	422.89	38.9	2	543.56	Q	Q	碎屑岩	砂体	柴达木
乐东15-1	178.8	36.5	1	489.86	N	N	碎屑岩	断裂	莺歌海
羊塔克	249.07	17.3	4	359.93	E—N	E	碎屑岩	断裂、不整合	塔里木
柯克亚	292.89	27.5	3	355.02	E—N	E—N	碎屑岩	断裂、不整合	塔里木
崖13-1	884.96	45.2	5.8	337.56	N	E	碎屑岩	断裂、不整合	琼东南
迪那2				307.66	E—N		碎屑岩	断裂	塔里木
乐东22-1	431.04	165.8	1	259.98	Q	N—Q	碎屑岩	断裂	莺歌海
台吉乃尔	310.69	61	2	254.66	Q	Q	碎屑岩	砂体	柴达木
依南2	1635.24	71	11.9	193.54	E—N	J	碎屑岩	断裂、不整合	塔里木
英买7号	295.74	40.4	4	183.01	E—N	E	碎屑岩	断裂	塔里木
玉东2				179.71	E—N		碎屑岩	断裂	塔里木
雅克拉	196.28	28	4	175.25	E—N	K—J	碎屑岩、碳酸盐岩	断裂、不整合	塔里木
锦州20-2	135.4	14.4	5.8	162.12	N	E	碎屑岩、火山岩	断裂、不整合	渤海湾
昌德(芳深9)	192.65	13.6	9	157.39	K—E	K	碎屑岩	断裂、砂体	松辽
吐孜洛克				153.66	E—N		碎屑岩	断裂	塔里木
牙哈	376.45	57.8	5	130.26	E—N	E—N	碎屑岩	断裂、不整合	塔里木
东方1-1	996.8	287.7	3.3	104.99	N	N	碎屑岩	断裂	莺歌海
和田河	616.94	143.4	5	86.04	E—N	O—C	碳酸盐岩	断裂、不整合	塔里木
春晓	330.43	19.3	23.3	73.48	N—Q	E	碎屑岩	断裂	东海
吉拉克	127.05	52.5	4	60.50	E—N	T	碎屑岩	断裂、砂体	塔里木
平湖	170.51	12.1	23.3	60.48	N—Q	N—Q	碎屑岩	断裂、砂体	东海
卧龙河	380.52	29.3	23	56.47	E—N	C、T	碎屑岩	断裂	四川
升平	164.95	17.6	19	49.33	K—E	K	碎屑岩	断裂	松辽
渡口河	271.65	31.9	18.4	46.28	E—N	T	碎屑岩	断裂	四川
新场	512.28	51.23	23	43.48	E—N	J	碎屑岩	断裂	四川
徐深1	315	43.1	19	38.47	K—E	K	碎屑岩	断裂	松辽
呼图壁	126.12	15.2	23	36.08		K	碎屑岩	断裂、砂体	准噶尔
中坝	186.3	10	53.9	34.56	E—N	T	碎屑岩、碳酸盐岩	断裂	四川
罗家寨				32.85	E—N		碳酸盐岩	断裂	四川
兴隆台	119.5	24.4	19.8	24.74	N	E	碳酸盐岩	断裂	辽河
胡家坝				24.58	E—N		碳酸盐岩	断裂	四川
沙坪场	397.71	70.6	23	24.49	E—N	C	碳酸盐岩	断裂	四川
铁山	101.28	18.1	23	24.33	E—N	C	碳酸盐岩	断裂	四川
文中	152.32	13.2	48.8	23.65	N	E	碳酸盐岩	断裂	渤海湾
八角场				23.35	E—N		碳酸盐岩	断裂	四川
宝云亭	112.06	20.6	23.3	23.35	N—Q	N	碳酸盐岩	断裂、砂体	东海
西河口				22.46	E—N		碳酸盐岩	断裂	四川
南八仙	124.39	15.1	39.2	21.01	Q	Q	碳酸盐岩	断裂、砂体	柴达木
温泉井				19.64	E—N		碳酸盐岩	断裂、不整合	四川
苏桥	178.24	46.5	19.8	19.36	N	←—P	碎屑岩、碳酸盐岩	断裂	渤海湾
双家堤	101.7	23.7	23	18.66	E—N	C	碳酸盐岩	断裂	四川
冯家湾				18.60	E—N		碳酸盐岩	断裂	四川
柳泉				18.27	N		碎屑岩	断裂	渤海湾
龙门	183.99	45.1	23	17.74	E—N	C	碳酸盐岩	断裂	四川
丘东	112.6	16.6	39	17.39	E	J	碎屑岩	断裂、砂体	吐哈
五百梯	587.11	151.5	23	16.85	E—N	C	碳酸盐岩	断裂	四川
汪家屯	123.17	54.3	15	15.12	K—E	K	碎屑岩	断裂	松辽
高峰场	115.68	34.8	23	14.45	E—N	C	碳酸盐岩	断裂	四川

续表1

气藏名称	地质储量 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	含气面积 (km^2)	成藏年龄 (Ma)	聚集效率 ($\times 10^6 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{Ma}$)	成藏时期	储集层时代	储集层岩性	输导条件	所属盆地
大池干井	257.34	78.5	23	14.25	E—N	T	碳酸盐岩	断裂	四川
板桥	179.25	55.8	25.2	12.75	N	E	碎屑岩	砂体	渤海湾
平落坝	165.35	55.9	24.3	12.17	E—N	T	碳酸盐岩	断裂	四川
福成寨	101.74	39	23	11.34	E—N	P—T	碳酸盐岩	断裂	四川
昌德(芳深1)	117.08	73.8	15	10.58	K—E	K	碎屑岩	砂体、不整合	松辽
磨溪	375.72	188.3	23	8.68	E—N	T	碳酸盐岩	断裂	四川
威远	408.61	216	23	8.22	E—N	Z	碳酸盐岩	断裂、不整合	四川
莫北				5.15			碎屑岩	断裂、砂体	准噶尔
苏里格	2204.75	1733	55	2.31	J—K	P	碎屑岩	砂体	鄂尔多斯
榆林	737.9	737.9	55	1.82	J—K	P	碎屑岩	砂体	鄂尔多斯
长东	358.48	478	55	1.36	J—K	P	碎屑岩	砂体	鄂尔多斯
靖边	2410.69	4319	55	1.01	J—K	P	碳酸盐岩	不整合	鄂尔多斯

表 2 盆地类型与天然气输导通道类型关系

Table 2 The relation between types of basin and types of gas transporting pathway

盆地类型	盆地实例	大中型气田实例	输导通道类型
克拉通	塔里木	羊塔克 英买7号 牙哈 雅克拉 和田河	断裂、不整合 断裂 断裂、不整合 断裂、不整合 断裂、不整合
	四川	卧龙河 五百梯 磨溪 威远	断裂 断裂 断裂 断裂、不整合
	鄂尔多斯	榆林 靖边	砂体 不整合
前陆	塔里木	克拉2 柯克亚 依南2	断裂 断裂、不整合 断裂、不整合
	准噶尔	呼图壁	断裂、砂体
	川西	新场 平落坝 中坝	断裂 断裂 断裂
	柴达木	台南 涩北二 涩北一	砂体 砂体 砂体
	琼东南	崖13-1	断裂、不整合
裂谷	莺歌海	乐东15-1 乐东22-1 东方1-1	断裂 断裂 断裂
	松辽	昌德(芳深9) 升平 徐深1 汪家屯 昌德(芳深1)	断裂、砂体 断裂 断裂 断裂 砂体、不整合
	渤海湾	锦州20-2 文中 苏桥 柳泉 板桥	断裂、不整合 断裂 断裂 断裂 砂体

国大中型气田天然气的输导通道类型也不相同。前渊构造带和泥拱构造带天然气输导通道主要是断

裂；同生背斜构造带天然气输导通道以砂体输导通道为主，也存在断裂与不整合组合形成的输导通道；古隆起构造带天然气输导通道以断裂和断裂与不整合组合形成的输导通道为主，也存在砂体、不整合输导通道；冲断褶皱带和前缘隆起带天然气输导通道主要为断裂与不整合组合形成的输导通道，也存在断裂和断裂与砂体组合形成的输导通道。

表 3 构造带与天然气输导通道类型关系

Table 3 The relation between structure zone and types of gas transporting pathway

构造区带	盆地实例	大中型气田实例	输导通道类型
古隆起构造带	塔里木	雅克拉 和田河	断裂、不整合 断裂、不整合
	四川	卧龙河 五百梯 磨溪 威远	断裂 断裂 断裂 断裂、不整合
	鄂尔多斯	榆林 靖边	砂体 不整合
	塔里木	克拉2 柯克亚 依南2	断裂 断裂、不整合 断裂、不整合
冲断褶皱带	准噶尔	呼图壁	断裂、砂体
前渊构造带	川西	新场 平落坝 中坝	断裂 断裂 断裂
前缘隆起带	塔里木	羊塔克 英买7号 牙哈	断裂、不整合 断裂 断裂、不整合
同生背斜构造带	柴达木	台南 涩北二 涩北一	砂体 砂体 砂体
	琼东南	崖13-1	断裂、不整合
泥拱构造带	莺歌海	乐东15-1 乐东22-1 东方1-1	断裂 断裂 断裂

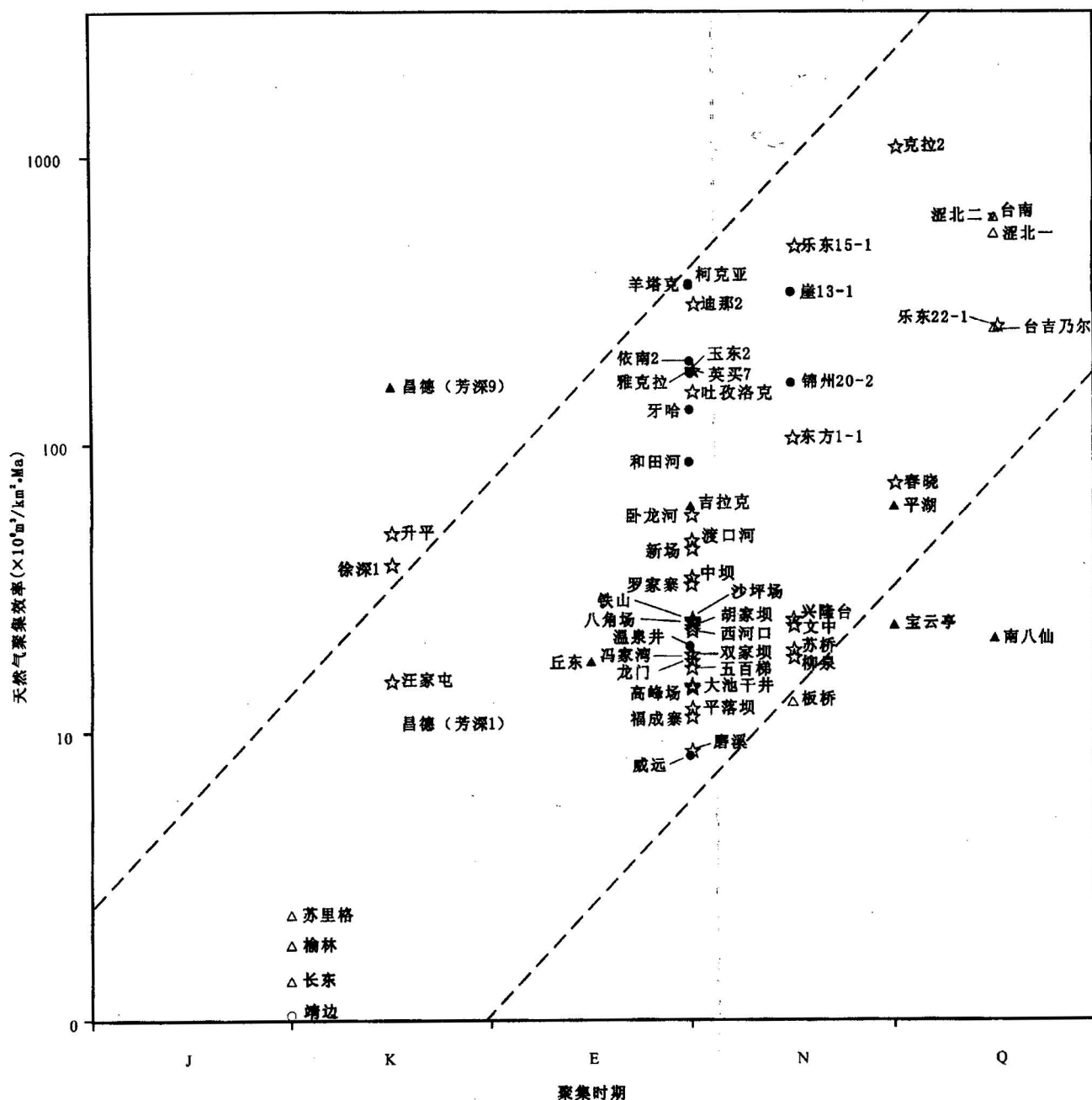


图 1 中国大中型气田天然气聚集效率与输导通道类型及聚集时间关系图

Fig. 1 The relation among gas accumulation efficiency and types of transporting pathways, accumulation time in big and middle gas fields

☆—断裂输导; ○—不整合输导; △—砂体输导; ●—断裂、不整合输导; ▲—断裂、砂体输导; J—侏罗纪; K—白垩纪;

E—古近纪; N—新近纪; Q—第四纪

☆—Fault transporting; ○—unconformity transporting; △—sandbody transporting; ●—fault and unconformity transporting;

▲—fault and sandbody transporting; J—Jurassic; K—Cretaceous; E—Eogene; N—Neogene; Q—Quaternary

由表4中可以看出,中国大中型气田源储空间位置关系不同,天然气输导通道的类型也不相同。跨层式的源储关系天然气输导通道以断裂为主,也存在有断裂与不整合组合形成的输导通道和断裂与砂体

组合形成的输导通道。邻层式的源储关系天然气输导通道各种类型均有;同层式的源储关系天然气输导通道主要为砂体,也存在断裂输导。

表 4 含气盆地源储空间位置关系与输导通道类型关系

Table 4 The relation between the space place between source rock and reservoir and types of gas transporting pathway

盆地	大中型气田	输导通道类型	源储关系
松辽	昌德、汪家屯、徐深1、生平、昌德(芳深1)	断裂、不整合+砂体	相邻或跨层
渤海湾	板桥、兴隆台、文中、锦州20-2柳泉	断裂+不整合、断裂、砂体	跨层
四川	卧龙河、沙坪场、龙门、磨溪、渡口河、铁山、五百梯、威远、新场、八角场、高峰场、中坝、西河口、大千天池、罗家寨、温泉井、平落坝、胡家坝、双家堤、福成寨、冯家湾	断裂	跨层
鄂尔多斯	苏里格、榆林、长东、靖边	砂体、不整合	邻层
吐哈	丘东	断裂+砂体	同层
准噶尔	呼图壁、莫北	断裂+砂体	跨层、同层
柴达木	台南、涩北一、涩北二	砂体	同层
东海	春晓、平湖、宝云亭	断裂、断裂+砂体	跨层、邻层
塔里木	克拉2、英买7、和田河、羊塔克、玉东2、吉拉克、柯克亚、雅克拉、迪那2、吐孜洛克、依南2、牙哈	断裂、断裂+不整合	跨层
莺歌海	乐东15-1、乐东22-1、东方1-1	断裂	跨层
琼东南	崖13-1	断裂+不整合	邻层或跨层

2 输导通道类型与聚集效率的关系

2.1 天然气聚集效率定义及中国大中型气田特征

一个气藏形成的快慢与规模的大小,应受到其气源供给的充足程度和自身圈闭容积大小的制约,可用气藏单位含气面积的天然气净聚集速率,即天然气聚集效率来表示:

$$q = \frac{Q}{t \times S} \quad (1)$$

式中, q 为天然气聚集速率($\times 10^6 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{Ma}$); Q 为天然气藏的地质储量($\times 10^8 \text{m}^3$); S 为含气面积(km^2); t 为天然气藏形成时间(Ma)。由式1可以看出,一个气藏的天然气聚集效率越高,形成的天然气储量丰度越大,形成大中型气田的可能性就越大;反之则越小。

由表1中可以看出,中国60余个大中型的天然气聚集效率的高低明显不同,最高的是克拉2气田,天然气聚集效率可达到 $1064.16 \times 10^6 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{Ma}$,而最小的靖边气田,天然气聚集效率只有 $1.01 \times 10^6 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{Ma}$,二者相差1000余倍,这表明同是大中型气田其天然气聚集效率存在明显的差别。根据中国大中型气田天然气聚集效率的不同,可以把它划分为三个等级:

(1) 聚集效率大于 $100 \times 10^6 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{Ma}$ 的气藏为高效气藏,中国有20个大中型气藏,它们主要分布在塔里木、柴达木、莺琼、渤海湾和松辽盆地,并且以塔里木、柴达木和莺琼盆地居多。

(2) 聚集效率介于 $10 \times 10^6 \sim 100 \times 10^6 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{Ma}$ 的气藏为中效气藏,中国有36个大中型气藏,它们主要分布在四川、东海、松辽、渤海湾、塔里木和吐

哈等盆地中,以四川盆地最多。

(3) 聚集效率小于 $10 \times 10^6 \text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{Ma}$ 的气藏为低效气藏,中国大中型气藏存在7个,它们主要分布在鄂尔多斯盆地和四川盆地。

2.2 不同输导通道天然气聚集效率不同

一个气藏天然气聚集效率的大小,除了受其气源供给程度和自身圈闭容积大小制约外,在某种程度上,还要受到输导通道输导能力的影响,天然气输导通道输导能力越强,气藏天然气的聚集效率也就越高,形成大中型气田的可能性也就越大;反之则越小。统计中国63个大中型气田天然气聚集效率与其输导通道之间关系(图1)发现,二者之间存在着密切关系,详细特征如下。

由图2可以看出,不同类型输导通道其天然气聚集效率是不同的。对于高效大中型气田来说,天然气输导通道主要有断裂、断裂-不整合、断裂-砂体和砂体4种类型,其中断裂作为输导通道的大中型气田最多,约占40%;其次是断裂与不整合组合形成的输导通道,约占35%;再次是砂体形成的输导通道,约占20%;最少为断裂与砂体组合形成的输导通道,约占5%(图2a)。对于中效大中型气田而言,天然气输导通道类型主要有断裂、砂体、断裂-不整合、断裂-砂体和不整合-砂体5种,其中以断裂作为输导通道的大中型气田最多,约占72.22%;其次是断裂与砂体组合形成的输导通道,约占16.6%;再次为断裂与不整合组合形成的输导通道,约占5.56%;最少为砂体和不整合与砂体组合形成的输导通道,分别约占2.78%(图2b)。对低效大中型气田而言,天然气输导通道类型主要有断裂、不整合、砂体以及断裂与不整合组合4种,其中以砂体形成的输导通道的大中型气

田最多,约占42.86%,其次是断裂、不整合和断裂与不整合组合形成的输导通道,分别约占14.29%(图2c)。

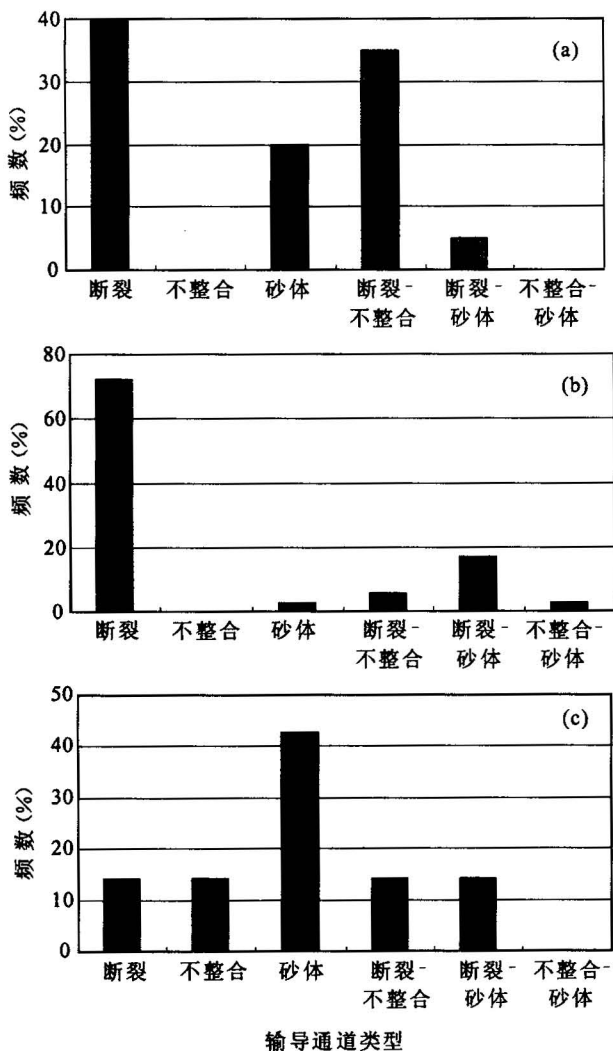


图2 输导通道类型与天然气聚集之间关系

Fig. 2 The relation between types of transporting pathway and gas accumulation efficiency

(a)—高效大中型气田;(b)—中效大中型气田;

(c)—低效大中型气田

(a)—Big and middle gas fields with high accumulation efficiency;

(b)—big and middle gas fields with wide accumulation efficiency;

(c)—big and middle gas fields with low accumulation efficiency

3 输导通道形成时间与天然气聚集效率的关系

由图2可以看出,同是以断裂和砂体作为天然气的输导通道,但其天然气聚集效率差异却较大,这是为什么呢?本文分析认为这主要是由于输导通道的

形成时间不同造成的。

3.1 断裂输导

由图1可以看出,随着聚集时间变新,以断裂输导的中国大中型气田的天然气聚集效率逐渐增大,这主要是由于:①被断裂切穿的储气层时代越老,其压实成岩程度越高,地层脆性越强,断裂在形成过程中越易伴生形成不同方向的裂缝,尤其是四川盆地的碳酸盐岩地层,这些伴生裂缝的形成往往造成沿断裂进行输导运移的部分天然气沿这些裂缝进行分散运移,使天然气进入到运移途中的其他储气层中,造成其天然气聚集效率降低。相反,如果被断裂切穿的储气层时代越新,尤其是新近系和第四系,其压实成岩程度低,地层呈塑性状态,断裂形成过程中不易形成伴生的不同方向的裂缝,天然气在沿断裂进行输导运移时主要是沿断裂运移,不易分散运移,使天然气的聚集效率增高。②再者是储气层地层时代越老,其压实成岩程度越高,孔渗性越低,输导能力越差。而储气层地层时代越新,其压实程度越低,孔渗性越高,输导能力越强。表5中四川盆地储气层物性与塔里木盆地、莺琼盆地、东海盆地储气层物性对比孔渗性明显偏低的结果充分说明这一点。

表5 各含气盆地储气层物性对比表

Table 5 The contrast of reservoir physical property among each gas-bearing basin

盆地	气田	孔隙度 (%)	渗透率 ($10^{-3}\mu\text{m}^2$)	盆地	气田	孔隙度 (%)	渗透率 ($10^{-3}\mu\text{m}^2$)
四川	卧龙河	8.3	0.4	塔里木	牙哈	15.8	180.5
	福成寨	3.0	0.5		英买7	17.5	249.0
	大池干井	6.4	1.3		羊塔克	17.5	458
	双家坝	5.92	3.4		雅克拉	6.1	47
	高峰场	9.7	5.6		吉拉克	12.5	350.5
	铁山	4.2	5.5		和田河	7.6	22.2
	五百梯	6.4	2.5		柯克亚	14	822
	龙门	5.22	0.17		克拉2	14	9.4
	沙坪场	5.9	28.1		依南2	5.3	6.4
	渡口河	9.2	59.3	莺琼	崖13-1	14.8	80
	威远	3.8	19.5		东方1-1	25.7	71.2
	中坝	3.8	13		乐东22-1	25.1	3203.5
	新场	12.31	2.65		乐东15-1	26.7	243.1
	平落坝	4.3	0.162	东海	平湖	20.1	208.0
	磨溪	7.8	1.8		宝云亭	16.5	33.2
					春晓	16.5	365.9
					靖边	5.85	1.56
柴达木	台南	26.8	595.2	鄂尔多斯	苏里格	12	10
	涩北一	30.6	104.9		乌审旗	9	2.6
	涩北二	31.0	65		长东	8	0.87
	台吉乃尔	32.3	12.07				

3.2 砂体输导

由图1可以看出,随着聚集时间变新,以砂体输导的中国大中型气田的天然气聚集效率逐渐增大,

这主要是由于第四系沉积时期其砂体的压实成岩程度低,孔渗性好,输导天然气能力强,而白垩纪沉积时期二叠系沉积的砂体的压实成岩已达到一定程度,孔渗性明显变差,输导天然气能力降低的缘故,如表5所示,柴达木盆地砂体的孔隙度和渗透率值明显高于鄂尔多斯盆地砂体的孔隙度和渗透率值,这是造成二者同是砂体输导,天然气聚集效率明显差异的根本原因。

4 结论

(1)中国大中型气田天然气输导通道主要有6种类型,以断裂输导为主,其次是断裂与不整合组合形成的输导通道,再次是砂体和断裂与砂体组合形成的输导通道,最少为不整合和不整合与砂体组合形成的输导通道。

(2)中国大中型气田天然气输导通道类型主要受盆地类型、盆地内构造带类型和源储空间位置关系的控制。

(3)按天然气聚集效率的概念,可把中国大中型气田分为高效、中效和低效三种类型。

(4)聚集时间较晚的断裂、砂体和断裂与不整合形成的输导通道,天然气聚集效率相对较高,有利于快速形成大中型气田。

参 考 文 献 / References

- 戴金星,陈践发,庞雄奇,等. 2003. 中国大气田及其气源. 北京:石油工业出版社.
- 付广,薛永超,付晓飞. 2001. 油气运移输导系统及其对成藏的控制. 新疆石油地质, 22(1): 24~26.
- 付广,孟庆芬. 2004. 徐家围子地区深层运移输导系统以及对天然气成藏与分布的控制. 油气地质采收率, 11(2): 18~20.
- 龚再生,杨甲明. 1999. 油气成藏动力学及油气运移模型. 中国海上油气(地质), 13(4): 235~239.
- 姜耀俭,杨丙中,王岫岩,等. 2002. 准噶尔盆地东北缘构造特征、演化及与油气关系. 地质学报, 76(4): 462~468.
- 康永尚,邱楠生,刘洛夫,等. 2004. 流体动力系统对流体包裹体均一温度的影响及意义——以准噶尔盆地陆东地区为例. 地质学报, 78(5): 704~709.
- 康竹林,傅诚德,崔淑芬,等. 2000. 中国大气田概论. 北京:石油工业出版社.
- 雷茂盛,林铁锋. 1999. 松辽盆地断裂纵向导流性浅析. 石油勘探与开发, 26(1): 32~35.
- 李铁军,罗晓容. 2001. 碎屑岩输导层内油气运聚非均一性的定量分析. 地质科学, 36(4): 402~413.
- 林忠民. 2002. 塔里木盆地塔河油田奥陶系大型油气藏形成条件. 地质论评, 48(4): 372~376.
- 柳广弟,李剑,李景明,等. 2005. 天然气成藏过程有效性的控制因素与评价方法. 天然气地球科学, 16(1): 1~6.
- 王震亮,陈荷立. 1999. 有效运聚通道的提出与确定初探. 石油实验地质, 21(1): 71~75.
- 谢泰俊. 2000. 琼东南盆地天然气运移输导体系及成藏模式. 勘探家, 5(1): 17~21.
- 张光亚,宋建国. 1998. 塔里木克拉通盆地改造对油气聚集和保存的控制. 地质论评, 44(5): 511~521.
- 张敏,张俊,梅博文,等. 1996. 塔里木盆地轮台断隆油藏聚集史研究. 地质论评, 42(增): 89~94.
- 张照录,王华,杨红. 2000. 含油气盆地的输导体系研究. 石油与天然气地质, 21(2): 133~135.
- 赵靖舟,田军. 2002. 塔里木盆地哈得4油田成藏年代学研究. 岩石矿物学杂志, 2(1): 62~68.
- 赵忠新,王华,郭奇军,等. 2002. 油气输导体系的类型及其输导性能在时空上的演化分析. 石油实验地质, 24(6): 527~532.
- 周凤英,孙玉善,张水昌. 2001. 塔里木盆地轮南地区油气运移的路径、期次及方向研究. 地质论评, 47(3): 329~335.
- Bekele E, Person M, de Marsily G. 1999. Petroleum migration pathways and charge concentration: A three dimensional model; Discussion. AAPG Bull., 83: 1015~1019.
- Dai Jinxing, Chen Jianfa, Pang Xiongqi, et al. 2003. Big gas fields of China and their gas sources. Beijing: Petroleum Industry Press (in Chinese).
- Doyle J D, Sweet M L. 1995. Three dimensional distribution of lithofacies, bounding surfaces, porosity and permeability in a fluvial sandstone Gypsy sandstone of North Oklahoma. AAPG Bull., 79: 70~96.
- Dreyer T, Scheie A, Walderhung O. 1990. Miniperimeter - based study of permeability trends in channel sand bodies. AAPG Bull., 74: 359~374.
- Fu Guang, Xue Yongchao, Fu Xiaofei. 2001. On oil-gas migration systems and their control over the formation of reservoir. Xinjiang Petroleum Geology, 22(1): 24~26 (in Chinese with English abstract).
- Fu Guang, Meng Qingfen. 2004. Migration translocation system and its controlling to reservoir forming and distribution of natural gas in deep strata of Xujiaweizi region. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 11(2): 18~20 (in Chinese with English abstract).
- Gong Zaisheng, Yang Jiaming. 1999. Migration models and pool-forming dynamics. China Offshore Oil and Gas (Geology), 13(4): 235~239 (in Chinese with English abstract).
- Hindle A D. 1997. Petroleum migration pathways and charge concentration: A three dimensional model. AAPG Bull., 81: 1451~1481.
- Hindle A D. 1999. Petroleum migration pathways and charge concentration: A three dimensional model: Reply. AAPG Bull., 83: 1020~1023.
- Jiang Yaojian, Yang Bingzhong, Wang Youyan, et al. 2002. Structural feature and evolution in northeast part of Junggar Basin. Acta Geological Sinica, 76(4): 462~468 (in Chinese with English abstract).
- Kang Yongshang, Qiu Nansheng, Liu Luofu, et al. 2004. Influence of fluid dynamic systems on homogenization temperatures of fluid inclusions and its significance——An application example from the Ludong area of the Junggar Basin, northwestern China. Acta Geologica Sinica, 78(5): 704~709 (in Chinese with English abstract).
- Kang Zhulin, Fu Chengde, Cui Shufen, et al. 2000. Introduction of big gas fields in China. Beijing: Petroleum Industry Press (in Chinese).

- Lei Maosheng, Lin Tiefeng. 1999. A preliminary analysis of the vertical flow conductivity of fault systems in Songliao Basin. *Petroleum Exploration and Development*, 26(1): 32~35 (in Chinese with English abstract).
- Li Tiejun, Luo Xiaorong. 2001. The inhomogeneity of petroleum migration in clastic carrier beds. *Chinese Journal of Geology*, 36(4): 402~413 (in Chinese with English abstract).
- Lin Zhongmin. 2002. Formation condition of large-scale oil-gas pool in Ordovician carbonate rock in the Tahe oil field, Tarim Basin. *Geological Review*, 48(4): 372~376 (in Chinese with English abstract).
- Liu Guangdi, Li Jian, Li Jingming, et al. 2005. The controls and the assessment method for the effectiveness of natural gas migration and accumulation process. *Natural Gas Geoscience*, 16(1): 1~6 (in Chinese with English abstract).
- Wang Zhenliang, Chen Heli. 1999. Preliminary cumulation. *Experimental Petroleum Geology*, 21(1): 71~75 (in Chinese with English abstract).
- Xie Taijun. 2000. Gas migration transporting systems and accumulation molds in Qiongdongnan Basin. *Petroleum Explorationist*, 5(1): 17~21 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Guangya, Song Jianguo. 1998. Control of basin reworking on hydrocarbon accumulation and preservation in the Tarim Cratonic Basin, northwest China. *Geological Review*, 44(5): 511~521 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Min, Zhang Jun, Mei Bowen, et al. 1996. Research on history of reservoir accumulation from Luntai fault uplift in Tarim Basin and its significance. *Geological Review*, 42(sup): 89~94 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Zhaolu, Wang Hua, Yang Hong. 2000. Study on passage system of petroliferous basins. *Oil & Gas Geology*, 21(2): 133~135 (in Chinese with English abstract).
- Zhao Jingzhou, Tian Jun. 2002. Geochronology of petroleum accumulation of Hade 4 oilfield, Tarim Basin. *Acta Petrological et Mineralogical*, 2(1): 62~68 (in Chinese with English abstract).
- Zhao Zhongxin, Wang Hua, Guo Qijun, et al. 2002. Overpressure transference: concept and ways. *Petroleum Geology & Experiment*, 24(6): 527~532 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Fengying, Sun Yushan, Zhang Shuichang. 2001. Study on direction, phases and pathways of petroleum migration in the Lunnan area, Tarim Basin. *Geological Review*, 47(3): 329~335 (in Chinese with English abstract).

Influence of Transporting Pathway on Gas Accumulation Efficiency

FU Guang, SUN Yonghe, LU Yanfang

Daqing Petroleum Institute, Daqing, Heilongjiang, 163318

Abstract

A study on the types of gas transporting pathway and their influence of large and medium gas fields of China suggests that there are six types of gas transporting pathways, i. e. fault, combination of fault and unconformity, sandbody, combination of fault and sandbody, combination of unconformity and sandbody and unconformity. The most important is the fault transporting pathway, the second is the combination of fault and unconformity, the third is sandbody and combination of fault and sandbody, and the last is unconformity and combination of unconformity and sandbody. The types of gas transporting pathway was influenced by the types of basin, types of structures zone in the basin and the spatial relation of source and reservoir. According to gas reserves, gas-bearing areas and accumulation ages of large and medium gas fields in China, and a calculation of gas accumulation efficiency, gas fields of China are divided into three types of high, middle and low efficiency. Through the analysis of relation between gas accumulation efficiency and types of gas transporting pathway, fault, sandbody and combination of fault and unconformity are considered to have higher gas accumulation efficiency, and are favorable for gas to form large gas fields quickly.

Key words: gas fields; accumulation efficiency; transporting pathway; accumulation time