

# 我国致密砂岩气资源潜力、分布与未来发展地位

张国生<sup>1</sup>, 赵文智<sup>2</sup>, 杨涛<sup>1</sup>, 郭彬程<sup>1</sup>, 邓松涛<sup>3</sup>

(1. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 中国石油勘探与生产分公司, 北京 100007; 3. 中国石油天然气集团公司, 北京 100724)

**[摘要]** 系统分析了我国鄂尔多斯、四川和塔里木等主要盆地致密砂岩气成藏条件和主控因素, 提出斜坡岩性型和深层构造型是两种最重要的致密砂岩气藏。采用多因素叠合法预测有利含气范围, 并通过对已知重点致密砂岩气田的解剖研究, 刻度出储量丰度、含气面积系数等关键参数, 采用类比法来计算主要盆地的致密砂岩气资源量。研究表明, 我国致密砂岩气技术可采资源量为 9.2 万亿~13.4 万亿 m<sup>3</sup>, 主要分布于含煤系地层的盆地中; 致密砂岩气资源开发利用现实性最好, 在国家政策扶持和工程技术进步的推动下, 再经过 10~20 年的发展, 有望成为我国天然气开发利用的主导资源之一。

**[关键词]** 致密砂岩气; 分布特征; 资源潜力; 发展地位

**[中图分类号]** TE132 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2012)06-0087-07

## 1 前言

致密砂岩气是指覆压基质渗透率小于或等于 0.1 mD 的砂岩气层, 单井一般无自然产能, 或自然产能低于工业气流下限, 但在一定经济条件和技术措施下, 可以获得工业天然气产量<sup>[1]</sup>。我国致密砂岩气早在 20 世纪 70 年代初在四川盆地就已有发现, 但因技术和成本所限发展一直比较缓慢, 直到近几年, 随着大型压裂改造技术进步和规模化应用, 实现了单井产量提高和开发成本降低, 致密砂岩气资源的勘探开发才取得重大进展, 先后发现了以鄂尔多斯盆地苏里格和四川盆地川中须家河组等为代表的一批大型致密砂岩气田, 致密砂岩气年增探明储量和产量呈现出快速增长态势。截至 2011 年年底, 致密砂岩气累计探明可采储量 1.76 万亿 m<sup>3</sup>, 已占全国天然气探明总储量的 2/5 左右; 2011 年致密砂岩气产量达 256 亿 m<sup>3</sup>, 占全国天然气总产量的 1/4 左右, 成为我国天然气勘探开发的重要领域。科学评价我国致密砂岩气资源潜力及其分布, 分析其在我国天然气发展中的地位, 对加快致密砂岩气开发

利用、实现天然气工业大发展和能源结构改善均具有十分重要的意义<sup>[2,3]</sup>。文章在系统分析斜坡岩性型和深层构造型两种致密砂岩气藏特征的基础上, 采用类比法评估出我国致密砂岩气地质资源量、技术可采资源量及其分布状况, 并根据勘探开发进展及发展趋势, 预测了 2030 年以前我国致密砂岩气产量发展趋势。

## 2 我国致密砂岩气成藏类型

按照致密砂岩气藏的形成条件、分布特征、圈闭类型以及勘探实践等因素, 我国致密砂岩气藏可划分为斜坡岩性型和深层构造型两大类型<sup>[4,5]</sup>。

### 2.1 斜坡岩性型致密砂岩气藏

斜坡岩性型致密砂岩气藏特征为大面积分布, 低丰度, 无统一气水界面, 岩性圈闭为主, 形成于斜坡背景, 发育大面积低孔低渗非均质储层以及广覆式生储盖组合, 产量受裂缝和有效储层控制, 以鄂尔多斯盆地上古生界和四川盆地须家河组致密砂岩气藏为典型代表(见表 1)。

**[收稿日期]** 2012-04-06

**[基金项目]** 中国工程院重大咨询研究项目“我国非常规天然气开发利用战略研究”(2011-ZD-19-2)

**[作者简介]** 张国生(1973—), 男, 安徽桐城市人, 高级工程师, 主要从事油气发展战略与规划计划部署研究; E-mail: zgs@petrochina.com.cn

表1 我国陆上致密砂岩气藏类型划分

Table 1 The gas reservoir styles of tight sandstone gas on the mainland of China

类型	形成条件	气藏特征	分布地区
斜坡岩性型	大型斜坡或凹陷背景,广覆式生储盖组合,大面积低孔低渗非均质储层	以岩性气藏为主,大面积分布,低丰度,无统一气水界面,产量受裂缝和有效储层控制	鄂尔多斯上古、四川须家河、准噶尔车排子、吐哈南斜坡、松辽登娄库、渤海湾深层斜坡
深层构造型	高强度生烃能力,三角洲规模储层发育,良好生储盖配置,构造圈闭发育	构造气藏、有利储层及裂缝控制富集,油气藏高温、高压、高产、高丰度	塔里木库车深层、吐哈山前、准噶尔南缘深层

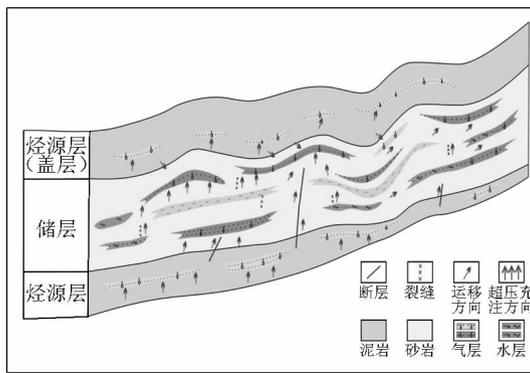
1) 具有稳定的大型斜坡背景。鄂尔多斯盆地上古生界和四川盆地川中须家河组都具有克拉通基底,构造稳定,大型褶皱和断裂不发育;大型斜坡背景分布面积大,约占盆地面积的80%;斜坡带地层平缓,坡度 $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 。

2) 发育广覆式高生烃强度的煤系烃源岩。四川盆地须家河组与鄂尔多斯盆地上古生代有效烃源岩广覆式分布,占盆地面积80%以上;热演化程度适中, $R_o$  值在1.0%~2.0%;具有高丰度、高生气强度特征,鄂尔多斯盆地上古生界生烃强度10亿~40亿 $m^3/km^2$ ,四川盆地须家河组生烃强度10亿~140亿 $m^3/km^2$ 。

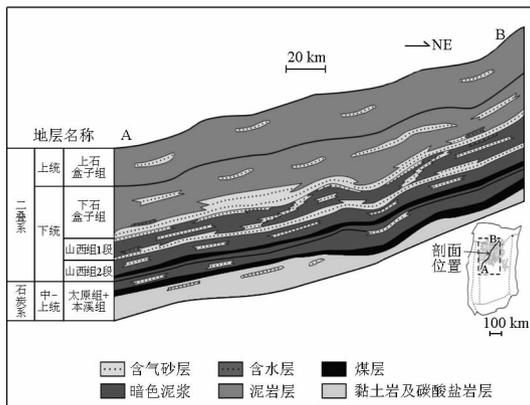
3) 浅水三角洲砂体大面积分布。鄂尔多斯盆地上古生界与四川盆地须家河组储层沉积相主要为浅水三角洲砂体,砂体叠加厚度与分布面积大。鄂尔多斯上古生界砂体叠加厚度150~200 m,面积约10万 $km^2$ 。四川盆地须家河组厚度150~700 m,面积约17万 $km^2$ ,单砂体物性横向变化快,非均质性较强,有效储层多层叠加。

4) 具有源储一体、面状排烃、超压驱替、近距离聚集的特征。国内外致密砂岩气藏成藏机理研究和勘探实践表明,致密砂岩气具有源储紧密相邻、近源垂向运移成藏的显著特点。四川盆地三叠系须家河组三角洲发育,须家河组一、三、五段烃源岩和二、四、六段储集岩交互叠置、源储一体,形成良好的岩性组合,气源垂向近距离运移。鄂尔多斯盆地上古生界继承性河流、三角洲沉积体系发育,砂体分布范围广,多层砂体叠置连片,并且砂体与煤系烃源岩构成互层、源储紧邻,形成良好的储盖组合(见图1)。

鄂尔多斯盆地上古生界地层平缓,岩性致密,天然气很难进行长距离侧向运移;盆地断裂构造不发育,长距离垂向运移的条件也很差。这种很差的纵横向运移条件,决定了鄂尔多斯盆地上古生界天然气藏的形成以近源聚集成藏为主,长距离侧向和垂向运移的可能性不大。美国 Piceance 盆地致密砂岩气田的气柱厚度最大的地区位于生气量最大的地区,直接反映出生气强度控制着气柱高度,也揭示致密砂岩气以近距离垂向运移成藏为主。



(a) 四川盆地须家河组成藏模式图



(b) 鄂尔多斯盆地上古成藏模式图

图1 斜坡岩性型致密砂岩气藏典型成藏模式图

Fig. 1 The typical accumulation models of the slop-litho style tight sand stone gas reservoir

5) 气藏类型以岩性气藏为主。斜坡岩性型致密砂岩气藏大面积分布,不受局部构造控制,通常河道砂体和裂缝发育程度是气藏分布和富集高产的主控因素。总体上该类气藏具有储层物性非均质性、气水关系复杂、单井产量变化大等岩性气藏特征。

## 2.2 构造型致密砂岩气藏

构造型致密砂岩气藏特征为高温、高压、高产、高丰度、高生烃强度、规模储层、巨厚盖层与构造圈闭发育,产量受裂缝和有效储层控制。以塔里木盆地库车和大北地区深层致密砂岩气藏为典型代表(见表1)。

1) 库车坳陷深层侏罗系煤系发育, 生烃潜力大, 具备形成大型致密砂岩气田的物质基础。库车坳陷上三叠统与中下侏罗统沉积时, 属泛盆沉积, 中下侏罗统煤系广泛发育, 坳陷中煤层厚度大, 分布稳定, 煤系烃源岩有机碳含量 2.4% ~ 13.2%。上覆推覆构造带逆掩于侏罗系之上, 两侧断裂切割侏罗系和白垩系地层, 形成良好的垂向油气运移通道。侏罗系烃源岩在上新世至第四纪 (5 Ma 以来) 快速埋藏进入大量生气阶段, 生排烃强度普遍大于 30 亿 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>, 最大超过 150 亿 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>, 为大型致密砂岩气藏的形成奠定了坚实的资源基础。

2) 库车坳陷深层储层厚度大、分布稳定, 为大型致密砂岩气田提供了储集空间。受盆地性质影响, 库车前陆盆地具有快速、近源沉积, 砂体厚度大、横向分布稳定等特征。下白垩统上部巴什基奇克组砂岩为主力储集层, 多属辫状三角洲前缘水下分流河道夹分流间湾沉积, 砂体厚度稳定, 一般在 60 ~ 160 m, 分布面积广, 达 1.2 万 km<sup>2</sup>。通常, 巴什基奇克组埋深小于 5 500 m 的浅层构造带的砂岩储集层孔隙度大于 12%, 渗透率大于 20 mD, 属常规天然气藏范畴; 而埋深 5 500 ~ 8 000 m 的深层, 以大北、克深气田为代表, 孔隙度主体在 5% ~ 6%, 渗透率为 0.3 ~ 1.0 mD, 为致密砂岩储层。但孔隙度大于 6% 的分布面积达 7 000 km<sup>2</sup>, 其深埋情况下仍有较好物性, 主要有两方面原因, 一是白垩系储层以细砂岩 ~ 中砂岩为主, 抗压实作用强; 二是由于早期浅埋

藏 (小于 2 000 m), 晚期快速埋藏, 利于原始孔隙保存。

3) 库车坳陷山前带受逆冲断层控制, 逆推冲断大构造发育, 圈闭成排成带展布。库车坳陷属于新生代山前前陆盆地, 新生代南天山强烈隆升, 形成自北西向南的强烈挤压推覆, 在山前形成库车坳陷的同时, 形成山前推覆带; 平面上表现为克拉苏、依奇克里克、秋里塔格冲断带; 纵向上表现的依次冲断双重构造, 呈现“五层楼”构造样式; 逆推冲断大构造发育, 圈闭规模大, 保存完整, 成排成带展布, 为油气大规模成藏奠定良好基础。研究表明, 库车坳陷克拉苏构造带发育逆冲推覆构造圈闭 33 个, 总面积超过 1 500 km<sup>2</sup>。

4) 库车坳陷深层具有“烃源、储层、盖层、大构造”四位一体的特征。库车前陆坳陷侏罗系埋深普遍大于 5 000 m, 煤系烃源岩多处于高一过成熟热演化阶段 ( $R_o$  为 1.3% ~ 2.4%), 乌什、拜城、阳霞等凹陷于晚燕山—早喜马拉雅期进入大量生排烃阶段, 并与喜马拉雅期形成的大型推覆冲断构造匹配, 白垩系巴什基奇克组储集层上覆古近系库姆格列木群膏泥岩、盐岩形成良好区域性盖层, 保存条件良好。库车山前带深层具有生气强度大 (30 亿 ~ 150 亿 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>)、膏盐厚度大 (500 ~ 2 000 m)、储层厚度大 (60 ~ 180 m)、构造圈闭大的“烃源、储层、盖层、大构造”四位一体良好匹配关系 (见图 2)。

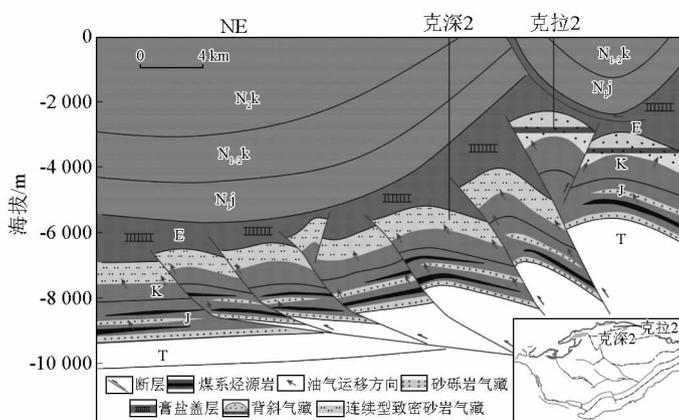


图 2 构造型致密气成藏模式图

Fig. 2 The accumulation model of the structure style tight sandstone gas reservoir

5) 气藏具有高温、高压、高产、高丰度特征。从大北气田看, 气藏埋深 5 660 ~ 5 790 m, 单井产量 6.6 万 ~ 36.6 万 m<sup>3</sup>/d, 气藏压力系数 1.56 ~ 1.65,

地层温度 140 ~ 190 °C, 储量丰度 15.6 亿 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>。

总体而言, 我国上述两类致密砂岩气大气田具有三大特征: 一是以具有较强生烃能力的煤系烃源

岩为主,具有持续充注的气源条件,我国致密砂岩气盆地主要发育三套煤系地层,即石炭—二叠系煤系(鄂尔多斯盆地、华北)、三叠系须家河组煤系(四川盆地)和侏罗系煤系(准噶尔、吐哈和塔里木盆地),煤系烃源岩有机质类型为 III 型;二是以广泛分布的三角洲前缘、前三角洲和湖湘致密砂体为储集层,砂岩致密化主要受沉积作用和成岩作用控制,具有深埋增压、抬升卸压特征;三是生储盖组合具有“三明治”式结构特征,源储紧邻、有效配置,以近距离垂向运移成藏为主,大面积含气,局部富集。

### 3 我国致密砂岩气资源潜力与分布特征

#### 3.1 主要含油气盆地致密砂岩气资源潜力

此次对致密砂岩气资源量的评价按以下思路与流程进行:首先,通过典型致密砂岩气田的解剖研究,分析落实重点盆地致密砂岩气成藏主控因素,明确致密砂岩气有利分布范围;然后,结合典型致密砂岩气藏解剖,落实关键评价参数;再通过类比评价,落实类比系数,进而计算出致密砂岩气的地质资源量;最后,通过已开发气田利用递减法确定的采收率,计算各盆地的可采资源量。

1) 鄂尔多斯盆地上古生界致密砂岩气。主力层位为山西组山 1 段、山 2 段和石盒子组盒 8 段,气层厚度 30~60 m,储层孔隙度 4%~10%,渗透率小于 1 mD,目前苏里格地区已探明和基本探明致密气地质储量 3.32 万亿 m<sup>3</sup>。按照致密砂岩气成藏主控因素<sup>[6~8]</sup>,综合确定出主力气层有利分布范围(见图 3),其中,盒 8 段有利分布范围 7.7 万 km<sup>2</sup>,山西

组有利分布范围 3.5 万 km<sup>2</sup>。通过对苏里格气田解剖,获得盒 8 段与山西组气藏的关键参数(见表 2)。采用类比法计算致密砂岩气地质资源量为 5.9 万亿~8.1 万亿 m<sup>3</sup>,其中山西组地质资源量 0.9 万亿 m<sup>3</sup>~1.3 万亿 m<sup>3</sup>,盒 8 段地质资源量 5.0 万亿~6.8 万亿 m<sup>3</sup>。按技术采收率 50%~55% 计算,鄂尔多斯盆地山西组与盒 8 段致密砂岩气技术可采资源量为 2.9 万亿~4.0 万亿 m<sup>3</sup>。

表 2 苏里格气田山西组与盒 8 段气藏关键参数  
Table 2 The key parameters of Shan'xi and the 8<sup>th</sup> member of Shihezi formation gas reservoir in Sulige gas field

层位	盒 8 段	山西组
埋深/m	3 000~3 590	3 050~3 680
孔隙度/%	6~12	6.57
渗透率/mD	0.93	0.55
含气面积/km <sup>2</sup>	6 748	4 015
探明储量/亿 m <sup>3</sup>	7 980	2 537
储量丰度/(亿 m <sup>3</sup> ·km <sup>-2</sup> )	1.18	0.63
含气面积系数/%	65~75	50~60

2) 四川盆地须家河组致密砂岩气。主力层位有须二段、须四段和须六段,气层单层厚度 3~8 m,累积厚度 20~50 m,储层孔隙度 6%~10%,渗透率 0.01~0.5 mD,目前已发现气藏 38 个,探明地质储量 6 116 亿 m<sup>3</sup>。此外,近期在须一、三、五段气源岩段也有多口井获工业气流,也是重要的致密气发育层系。按照须家河组致密砂岩气成藏主控因素<sup>[9]</sup>,确定出须二、须四和须六段有利含气面积分别为 2.6 万 km<sup>2</sup>、1.5 万 km<sup>2</sup> 和 1.4 万 km<sup>2</sup>(见图 4),通过对川中须家河组各层段典型致密砂岩气藏解剖,得到评价的关键参数,采用类比法,计算出须家河组致密砂岩气地质资源量 3.5 万亿~4.7 万亿 m<sup>3</sup>,如果考虑须一、三、五段,合计预测为 4.3 万亿~5.7 万亿 m<sup>3</sup>,按技术采收率 40%~50% 计算,技术可采资源量 2.0 万亿~2.9 万亿 m<sup>3</sup>。

3) 塔里木盆地库车坳陷致密砂岩气。主力气层为白垩系巴什基奇克组(K<sub>1</sub>bs)与中下侏罗统 J<sub>1-2</sub>,区域盖层为古近系膏泥岩层,目的层埋深为 5 500~8 000 m,砂岩储集层孔隙度为 5%~10%,渗透率小于 1 mD;气层厚度 50~150 m。已发现致密砂岩气藏 5 个,大北气田已探明致密气地质储量 1 093 亿 m<sup>3</sup>。按照库车地区深层致密砂岩气成藏主控因素,确定了致密砂岩气藏分布范围约 8 000 km<sup>2</sup>(见图 5),并通过对大北气田解剖,类比法计算出库车深层致密砂岩气地质资源量为 2.7 万亿~3.4 万

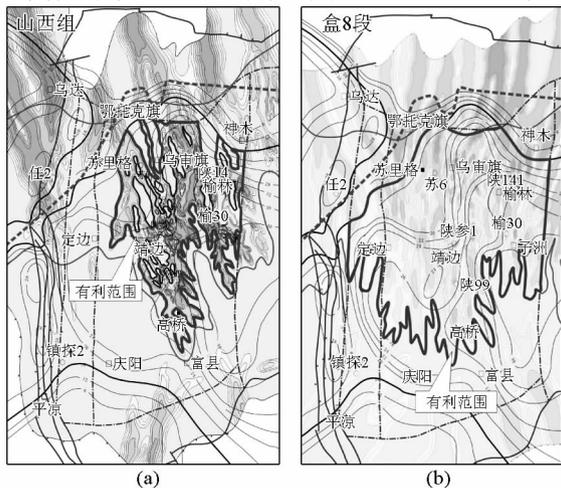


图 3 鄂尔多斯盆地致密砂岩气有利分布范围  
Fig. 3 The distribution range of tight sandstone gas profitability in Ordos Basin

亿 m<sup>3</sup>。按技术采收率 55 % ~ 60 % 计算,技术可采 资源量 1.5 万亿 ~ 1.8 万亿 m<sup>3</sup>。

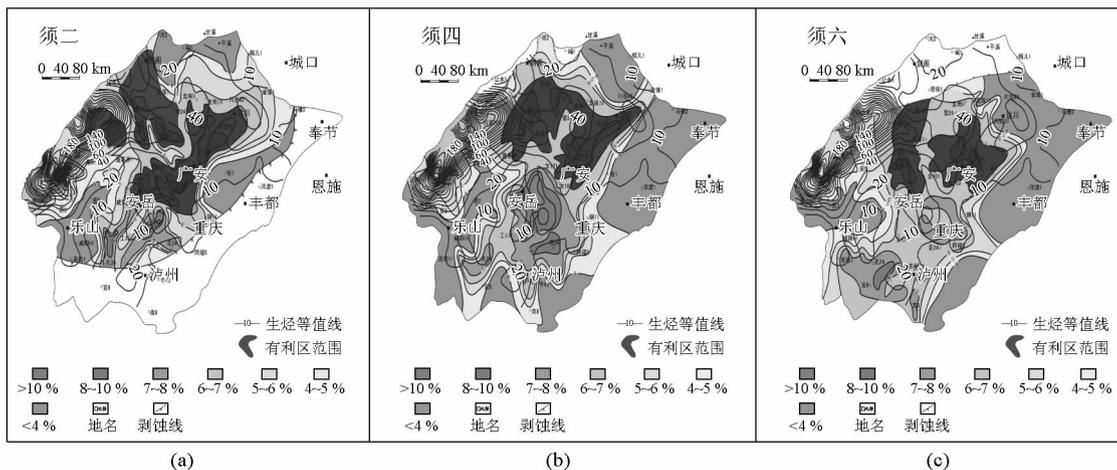


图 4 四川盆地须家河组致密砂岩气综合评价图

Fig. 4 The tight sandstone gas comprehensive evaluation map of Xujiahe formation in Sichuan Basin

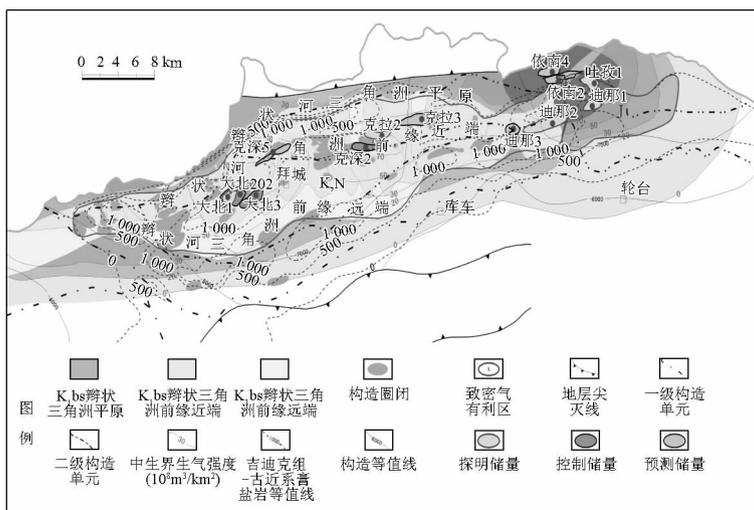


图 5 塔里木盆地库车坳陷深层致密砂岩气综合评价图

Fig. 5 The tight sandstone gas comprehensive evaluation map of deep strata of Kuche Depression in Sichuan Basin

按照同样的评价思路与方法,对松辽、渤海湾、准噶尔、吐哈和海域等主要含油气盆地致密砂岩气资源量分别进行了测算<sup>[10,11]</sup>。评价结果,我国主要盆地致密砂岩气地质资源量大约为 19.9 万亿 ~ 26.8 万亿 m<sup>3</sup>, 技术可采资源量 9.2 万亿 ~ 13.4 万亿 m<sup>3</sup> (见表 3)。

表 3 我国主要盆地致密砂岩气资源量  
Table 3 The tight sandstone gas resource of the main basins in China

盆地	盆地面积 / 万 km <sup>2</sup>	勘探层系	地质资源量 / 万亿 m <sup>3</sup>	技术可采资源量 / 万亿 m <sup>3</sup>
鄂尔多斯	25.0	C ~ P	5.9 ~ 8.1	2.9 ~ 4.0
四川	20.0	T <sub>3</sub> x	4.3 ~ 5.7	2.0 ~ 2.9

续表

盆地	盆地面积 / 万 km <sup>2</sup>	勘探层系	地质资源量 / 万亿 m <sup>3</sup>	技术可采资源量 / 万亿 m <sup>3</sup>
松辽	26.0	K <sub>1</sub>	1.3 ~ 2.5	0.5 ~ 0.9
塔里木	56.0	J + K	2.7 ~ 3.4	1.5 ~ 1.8
吐哈	5.5	J	0.4 ~ 0.8	0.2 ~ 0.4
渤海湾(陆上)	13.8	Es <sub>3-4</sub>	1.2 ~ 1.5	0.6 ~ 0.7
准噶尔	13.4	J + P	1.2 ~ 1.9	0.5 ~ 0.8
东海盆地	24.1	E	1.0	0.4 ~ 0.7
莺歌海盆地	9.9	N	1.2	0.4 ~ 0.8
珠江口盆地	20.3	N ~ E	0.7	0.3 ~ 0.5
合计	214.0	—	19.9 ~ 26.8	9.2 ~ 13.4

### 3.2 我国致密砂岩气资源分布特征

评价结果表明,我国致密砂岩气资源量主要分布在陆上含煤系地层的沉积盆地中,共有致密砂岩气地质资源量 17.0 万亿~23.9 万亿  $\text{m}^3$ ,技术可采资源量 8.1 万亿~11.4 万亿  $\text{m}^3$ ,均占全国致密砂岩气资源总量的 86% 左右(见表 3)。其中,鄂尔多斯盆地石炭—二叠系致密气技术可采资源量 2.9 万亿~4.0 万亿  $\text{m}^3$ ,四川盆地三叠系须家河组致密气技术可采资源量 2.0 万亿~2.9 万亿  $\text{m}^3$ ,塔里木盆地侏罗—白垩系致密气技术可采资源量 1.5 万亿~1.8 万亿  $\text{m}^3$ ,三者合计技术可采资源量 6.4 万亿~8.7 万亿  $\text{m}^3$ ,约占全国陆上致密气资源总量的 78%。按照中国海洋石油总公司确定的近海海域致密气评价标准(海域按孔隙度 5%~15%、渗透率小于 10 mD 划为致密气,与陆上标准不同),我国东海、莺歌海、珠江口三个近海盆地共有致密气技术可采资源量 1.1 万亿~2.0 万亿  $\text{m}^3$ ,约占全国致密气资源总量的 14%。随着海域含油气盆地地质认识程度的提高和勘探开发技术的进步,海域将是未来致密砂岩气勘探开发的重要接替领域。

从致密气赋存的层系看,我国致密气资源埋深普遍偏大,中部地区的鄂尔多斯盆地上古生界、四川盆地三叠系须家河组埋深一般在 2 000~5 200 m;西部地区的准噶尔、塔里木、吐哈等盆地埋深一般在 3 800~7 000 m,塔里木盆地库车地区致密气埋深甚至可达 8 000 m 左右。东部和海上诸盆地致密砂岩气目的层以白垩系、古近系和新近系为主,埋深一般在 2 000~4 500 m。

## 4 我国致密砂岩气未来发展地位与措施建议

我国致密砂岩气在多个盆地获得突破,形成了鄂尔多斯上古生界、四川川中须家河、塔里木库车大北—克深三大气区,已成为增储上产的重要领域,并已进入规模开发利用阶段。同时,在吐哈侏罗系、松辽深层、渤海湾深层、准噶尔侏罗系和二叠系形成四大突破区。据统计,近 5 年我国年均新增探明致密砂岩气储量占同期探明天然气总储量的比例超过了 50%。预计在今后相当长一段时期内,我国每年新增探明致密砂岩气可采储量 2 000 亿~3 000 亿  $\text{m}^3$ 。根据模型法预测,结合鄂尔多斯、塔里木和四川等重点地区发展规划,综合预测 2020 年我国致密砂岩气产量将达到 800 亿  $\text{m}^3$  左右,2030 年

前后进入产量增长高峰,致密砂岩气产量将达到 1 000 亿  $\text{m}^3$  左右,成为我国天然气开发利用的主导资源之一。

但是,我国致密气资源品质较差,开发利用经济敏感性强。以鄂尔多斯盆地苏里格致密砂岩气田为例,根据生产动态和气藏特征研究,苏里格致密砂岩气田已探明和基本探明储量可按照直井产量  $\geq 2$  万  $\text{m}^3/\text{d}$ 、 $\geq 1$  万~ $< 2$  万  $\text{m}^3/\text{d}$ 、 $< 1$  万  $\text{m}^3/\text{d}$  划分为三类,其中 I 类储量占 24%、II 类储量占 22%、III 类储量占 54%。目前只有 I 类储量和部分 II 类储量可经济有效开发,III 类储量在当前相关政策与气价水平下,没有经济开发价值。因此,国家应对致密砂岩气实行比常规气更加优惠的扶持政策,促进致密气更加快速发展。一是由于我国致密砂岩气具有与常规气常混合共生的特点,难以独立切割,建议将致密砂岩气比例在 65% 以上的气区,整体按致密砂岩气对待;二是在国家常规气价试点改革方案基础上,建议给予致密气 0.2 元/ $\text{m}^3$  的补贴政策支持;三是建议国家出台税费优惠政策,将前期研究和勘探费用冲抵部分上缴税费,并免交探矿权和采矿权使用费,适当减免企业所得税,对新技术和新工艺的研发费用参照煤层气税费优惠政策执行。

总体上看,我国致密气现实性最好,是非常规天然气发展的领头羊,具备优先加快发展的条件<sup>[12]</sup>。在国家优惠政策的扶持下,再经过 10~20 年的发展,致密砂岩气有望成为我国天然气开发利用的主体资源之一。为此,应采取“三步走”的发展战略:第一步,“十二五”期间加快鄂尔多斯、四川、塔里木三大基地上产步伐,加强准噶尔、松辽等盆地致密气勘探,落实可利用资源,发展完善勘探开发配套技术,2015 年产量达到 500 亿  $\text{m}^3$ ;第二步,“十三五”期间在主要盆地全面实现致密气大规模开发利用,形成系统配套、高效、低成本的技术体系,产量进入增长高峰期,2020 年产量达到 800 亿  $\text{m}^3$ ;第三步,2020 年以后致密气产量稳定增长,2030 年产量达到 1 000 亿  $\text{m}^3$ 。

## 5 结语

1) 我国致密砂岩气资源丰富,技术可采资源量 9.2 万亿~13.4 万亿  $\text{m}^3$  左右;从近中期看,致密砂岩气的现实性最好,是非常规天然气发展的领头羊,具备优先加快发展的条件。

2) 我国致密砂岩气资源品位、经济性总体较

差,政策扶持和技术进步是实现致密砂岩气从资源优势逐渐转化为大规模开发利用的储量产量优势的关键。

3)致密砂岩气是我国天然气快速发展的重要资源之一,未来5~10年是致密砂岩气开发利用快速发展期。预计2030年前后,致密砂岩气产量将达到1 000亿 $\text{m}^3$ 左右,成为支撑我国天然气工业快速和稳定发展的重要资源。

#### 参考文献

- [1] 国家能源局. SY/T 6832—2011 致密砂岩气地质评价方法[S]. 北京:石油工业出版社,2011.
- [2] 邱中建,方辉. 中国天然气大发展——中国石油工业的二次创业[J]. 天然气工业,2009,29(10):1-4.
- [3] 邱中建,赵文智,胡素云,等. 我国天然气资源潜力及其在未来低碳经济发展中的重要地位[J]. 中国工程科学,2011,13(6):81-87.
- [4] 邹才能,陶士振,侯连华,等. 非常规油气地质[M]. 北京:地质

出版社,2011.

- [5] 张水昌,米敬奎,刘柳红,等. 中国致密砂岩煤成气藏地质特征[J]. 石油勘探与开发,2009,36(3):320-330.
- [6] 赵文智,汪泽成,朱怡翔,等. 鄂尔多斯盆地苏里格气田低效气藏的形成机理[J]. 石油学报,2005,26(5):5-9.
- [7] 杨华,刘新社,孟培龙. 苏里格地区天然气勘探新进展[J]. 天然气工业,2011(2):1-8.
- [8] 曹锋,邹才能,付金华,等. 鄂尔多斯盆地苏里格大气区天然气近源运聚的证据剖析[J]. 岩石学报,2011,27(3):857-866.
- [9] 赵政璋,杜金虎. 四川盆地须家河组碎屑岩岩性大气区天然气勘探[M]. 北京:石油工业出版社,2011.
- [10] 邹才能,陶士振,谷志东. 中国低丰度大型岩性油气田形成条件和分布规律[J]. 地质学报,2006,80(11):1739-1751.
- [11] 邹才能,陶士振. 中国大气区和大气田的地质特征[J]. 中国科学D辑:地球科学,2007,37(增刊II):12-28.
- [12] 邱中建,邓松涛. 中国非常规天然气的战略地位[J]. 天然气工业,2012(1):1-5.

## Resource evaluation, position and distribution of tight sandstone gas in China

Zhang Guosheng<sup>1</sup>, Zhao Wenzhi<sup>2</sup>, Yang Tao<sup>1</sup>,  
Guo Bincheng<sup>1</sup>, Deng Songtao<sup>3</sup>

- (1. Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Petrochina, Beijing 100083, China;
2. Petrochina Exploration & Production Company, Beijing 100007, China; 3. China National Petroleum Corporation, Beijing 100724, China)

[ **Abstract** ] Based on the reservoir forming condition research of tight sandstone gas in Ordos Basin, Sichuan Basin and Tarim Basin, the authors give two types of tight sandstone gas reservoirs, sloped lithologic type and structural type which are the main of tight sandstone gas reservoir. The favorable gas region is predicted with multi-factor overlay method. And based on the existed tight sandstone gas reservoir analysis, the authors get the main parameters such as reservoir abundance, gas-bearing area coefficient which are necessary for gas resource calculation of the large basin through analogism method. According to the result of this resource evaluation, the tight sandstone gas geological recoverable resource in China is  $9.2 \times 10^{12} \sim 13.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$  which is widely distributed over coal measure basins. The tight sandstone gas is the most realistic source in present. Due to the support of government policies and the motivation of technological progress, it might become one of the pillar sources in natural gas development in 10 to 20 years.

[ **Key words** ] tight sandstone gas; distribution feature; resource potential; development position