

我国主要气区大中型天然气田未动用储量评价*

石油大学(北京)石油天然气成藏机理教育部重点实验室 刘小平
石油大学(北京)资源与信息学院 吴欣松 王志章 熊琦华

未动用储量的分布特征

截至 1999 年底(含克拉 2 气田),全国探明天然气(气层气)23 525.82 ×10⁸m³,可采储量 14 619.61 ×10⁸m³。而未动用天然气(气层气)探明储量总计为 14 246.34 ×10⁸m³,其中,中石油集团公司为 10 130.00 ×10⁸m³,占 70.22%,其次为海洋石油总公司,为 2 778.0 ×10⁸m³,占 19.26%,原新星公司和中石化集团公司所占比例比较小。气层气未动用储量占整个未动用储量的 85%以上,其分布较为集中,主要分布于长庆、塔里木、青海、川渝、及南海西部等五大气区。而溶解气的未动用储量所占比例小于 15%,而且分布零散,主要是在中石油集团公司所管辖的新疆、大庆、大港、辽河等油气区。从未动用程度规模分析,规模较大的大中型气田(未动用储量大于 50 ×10⁸m³)有 34 个,累计有未动用储量10 290.5 ×10⁸m³,占整个未动用气层气储量的近 88.78%。这 34 个气田中,除少数分布于东南沿海海域外,其余集中分布于陆上中西部地区。

未动用储量的分类评价

1. 评价对象

鉴于我国天然气未动用储量主要分布于中西部地区的大中型气田中,本文评价对象选定我国中西部地区未动用储量大于 50 ×10⁸m³ 的 21 个气田,它们分布在鄂尔多斯、四川、塔里木、柴达木、准噶尔、吐哈等盆地(表 1)。本次评价所用资料截止 1999 年底。

2. 评价标准

对于天然气未动用储量的评价主要是从储量规模、储量

表 1 我国中西部天然气未动用储量主要分布表

气 区	气 田
川渝	温泉井、冯家湾、渡口河
长庆	长庆气田、长东
青海	涩北一号、台南、涩北二号、南八仙
吐哈	温吉桑、丘东
塔里木	羊塔克、吉拉克、英买 7 号、牙哈、塔中 6、玉东 2、和田河、克拉 2
新疆	克拉玛依、莫北

丰度、绝对渗透率、千米井深日产量、气藏埋深、压力系数等六个指标进行,评价标准参照《天然气储量规范》和《天然气分类标准》,具体标准如表 2。

3. 评价结果

根据上述评价标准,从 6 个方面单项指标分析,我国中西部地区 21 个未动用储量较大的气田,其未动用储量具有如下的特征:

(1) 特大型气田数量虽然少,但是却拥有一半以上的未动用地质储量。

在 21 个气田中,中型气田 14 个,占 2/3,大型和特大型气田 7 个,占 1/3。特大型气田只有 2 个,即长庆和克拉 2 气田。位于塔里木盆地库车拗陷的克拉 2 号气田,2000 年申报探明含气面积 47.1 km²,天然气地质储量 2 506.1 ×10⁸m³,目前还没有动用。位于鄂尔多斯盆地的长庆气田探明含气面积 5 316.8 km²,探明地质储量 3 285.23 ×10⁸m³,目前未动用地质储量 2 415.73 ×10⁸m³。这两个特大型气田合计未动用储量 4 921.83 ×10⁸m³,占 21 个气田总未动用储量的 55.12%。而 19 个大型和中型气田的未动用储量 4007.34

况来看也充分说明了这一点,黄金管线的腐蚀程度比新青管线更加严重,全线防腐层质量较差。新青线的防腐层破损较少,但绝缘性能较差。同时,由于部分管道未受到阴极保护,也很可能发生腐蚀。

结 论

1) 从 CIPS、DCVG 的检测结果及现场开挖验证结果可知,应用的现场防腐检测方法科学、准确;

2) 为避免管道发生大面积的腐蚀,有必要对管线进行更为仔细地防腐检测,并对部分管道进行开挖修复,以保证输气管道的长期正常运行;

3) CIPS 与 DCVG 检测相结合评价管道防腐层状况的方法,克服了单一检测方法难于准确评价管道防腐层缺陷的不足,为准确评价管道的腐蚀状况提供了有效的手段。

(收稿日期 2002 - 02 - 22 编辑 黄君权)

* 本文为国家“九五”攻关项目“中国大中型气田勘探开发研究”(项目编号:99 - 110 - 07)的部分研究成果。

作者简介:刘小平,1971 年生,石油大学(北京)在站博士后;主要从事油气成藏机理与分布规律研究。地址:(102249)北京市昌平区水库路石油大学盆地中心。电话:(010)89733707 转 813。

表 2 天然气储量评价标准

分类指标	分类区间	气藏类型
地质储量 (10 ⁸ m ³)	> 1000	特大型
	300~1000	大型
	50~300	中型
	10~50	小型
	< 10	极小型
储量丰度 (10 ⁸ m ³ /km ²)	> 10	高丰度
	2~10	中丰度
	< 2	低丰度
绝对渗透率 (10 ⁻³ μm ²)	> 300	高渗
	20~300	中渗
	1~20	低渗
	< 1	致密
千米井深日产 (10 ⁴ m ³ /d·km)	> 30	特高产
	10~30	高产
	3~10	中产
	< 3	低产
气藏埋深 (m)	> 4000	超深层
	3200~4000	深层
	1500~3200	中深层
	< 1500	浅层
压力系数	> 1.8	超高压
	1.3~1.8	高压
	0.9~1.3	常压
	< 0.9	低压

×10⁸m³, 合计占 44.88 %。

(2) 未动用储量以中—高丰度为主,特别是高丰度气田的未动用储量所占比例在 2/3 以上,从而提高了未动用储量的开发潜力和经济价值。

21 个气田中,储量丰度在 10 ×10⁸m³/km² 以上的高丰度气田有 6 个,主要分布在塔里木盆地、柴达木盆地以及鄂尔多斯盆地的长庆、台南、涩北 2、南八仙、羊塔克、克拉 2 等 6 个气田,其中以克拉 2 号气田丰度最高,达到 53.18 ×10⁸m³/km²。6 个气田合计未动用储量 6 134.48 ×10⁸m³,占 21 个气田未动用储量的 68.70 %。中丰度的气田的个数较多,合计未动用储量 2 512.66 ×10⁸m³,占 21 个气田未动用储量的 28.14 %。而低丰度气田个数很少,只有 3 个,合计未动用储量只有 273.03 ×10⁸m³,仅占 3 %。

(3) 大中型气田未动用储量分布深度不一,以中深—深层和超深层为主,浅层气田个数相对较少。

埋藏深度小的 3 个气田(涩北 1、涩北 2、台南)均分布在柴达木盆地,未动用储量比例为 13.34 %。中深—深层气田有 9 个,未动用储量占 21 个气田的 70.28 %。超深层气田主要分布在塔里木盆地,未动用储量占 16.38 %。

(4) 未动用储量区气层以中—低渗为主,高渗气田所占比例偏小。

21 个未动用储量较大的气田中,储层平均渗透率在 1 ×10⁻³~300 ×10⁻³μm² 之间中低渗气田有 15 个,占气田个数的 70 %,而其未动用储量合计达到 7 829.29 ×10⁸m³,占 87.68 %,说明未动用储量的品位比较高。渗透率大于 300 ×10⁻³μm² 的气田是塔里木盆地的英买力和羊塔克气田,其未动用储量只占 6.1 %的比例。

(5) 常压气田占绝对优势,也是主要的未动用储量区。

从压力系数的统计结果分析,21 个气田中常压气田有 18 个,在数量上占绝对比例,其拥有的未动用地质储量为 6 235.45 ×10⁸m³,占 69.83 %。目前,只有克拉 2 气田属于超高压气田,其压力系数达到 1.9~2.2。高压气田有两个,分别是四川盆地的温泉井气田和位于柴西凹陷的南八仙气田,其压力系数分别为 1.524 和 1.315。

(6) 未动用储量区超高产气田所占比例极小,以中等产能为主。

我国中西部地区主要天然气未动用气田,超高产气田极少,从试采结果看,只有四川盆地的温泉井气田达到了超高产标准,其千米井深日产气量为 30 ×10⁴m³ 以上。有 12 个大中型气田属于中产气田,占气田个数的 57 %,它与高产、低产气田的未动用储量分别占 33.05 %、35.83 %、30.42 %。

(7) 综合评价

评价气田未动用储量的两个最重要指标,是气田的储能和产能。反映气田储能的主要参数是未动用储量的大小,而气田的产能受储量丰度、渗透率的影响较大。

我国中西部地区天然气未动用储量以中高丰度、中低渗、中高产的大中型气田为主,开发的前景总体较好,只要具备了较好的用户资源需求,经济效益应该是比较好的。

我国中西部地区天然气未动用储量以高丰度—高产(克拉 2)和高丰度—低产(长庆)为主,分别占大中型气田未动用储量的 28.07 %和 27.05 %,合计占 55.12 %。其次为中丰度—中产气田和高丰度—中产气田,这两类气田的个数比较多,分别为 4 个和 6 个,储量所占百分比分别为 13.64 %和 17.43 %,主要分布在青海气区、塔里木气区和新疆气区。

储量丰度最高的两个气田——克拉 2 气田和长庆气田,也是我国发现的两个特大型气田,其探明储量在 2 500 ×10⁸m³ 以上,特别是克拉 2 气田,叠合含气面积 47.1 km²,储量丰度极高,达 50 ×10⁸m³/km² 以上,储层渗透性好,平均在 20 ×10⁻³μm²,千米井深日产气量在 20 ×10⁴m³ 以上,具有极高的开发经济价值。

未动用储量的可靠性评价

根据《天然气储量规范》,我国天然气探明储量一般分为三个级别,即已开以探明储量(Ⅰ类)、未开发探明储量(Ⅱ类)和基本探明储量(Ⅲ类)。从我国中西部 21 个大中型气田的分析来看,未动用储量中Ⅱ类为 4 252.92 ×10⁸m³,占 47.63%;Ⅲ类为 4 676.25 ×10⁸m³,占 52.37 %。从各气区的分布情况来看(表 3),四川气区以Ⅲ类探明储量为主,占

气区	未动用储量 (10 ⁸ m ³)	Ⅱ类	比例	Ⅲ类	比例
四川	422.59	150.94	35.72	271.65	64.28
长庆	2515.77	0	0	2515.77	100
青海	1315.65	1315.65	100	0	0
吐哈	191.23	0	0	191.23	100
塔里木	4311.28	2709.35	62.84	1601.93	37.16
新疆	172.65	76.98	44.59	95.67	55.41

采动覆岩卸压采空区瓦斯抽放的试验研究*

中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室 卢平 刘泽功 沈兆武

煤炭开采顶板覆岩冒落及裂隙分布特征

煤层回采后,根据采空区煤层顶板覆岩破坏的程度,可将采空区覆岩移动划分3个不同的地带,即:①紧靠煤体上方的覆岩层由于破碎而冒落的地带称冒落带。在冒落带中,破断后的岩块呈不规则垮落,排列也极不整齐,松散系数比较大,一般可达1.3~1.5。很多情况下是由于直接顶岩层冒落而形成。②裂隙带位于冒落带之上,是指岩层破断后,岩块仍然排列整齐的区域。③裂隙带上方岩层仅出现下沉弯曲,称弯曲带。该带内岩层一般不再破裂,只在自重作用下产生法向弯曲,岩体较好地保持了原有的整体性。

采场上部覆岩是一系列岩层的有序组合,而层状组合中有一层或几层较为坚硬的厚岩层对控制整个上覆岩体的变形与破坏起主要的作用,这种坚硬的岩层(一般为老顶坚硬砂岩)称为关键层(key stratum)。采场覆岩中的关键层未破断失稳前,关键层下部岩层将产生不协调性的连续变形离层;在卸压区内岩层以拉应力为主,当其超过岩体的极限抗拉强度时,便出现纵向裂隙,因此在顶板覆岩周期断裂时在煤壁前方顶板岩层内产生开口向上的纵向裂隙,在煤壁后方顶板岩层内产生开口向下的纵向裂隙。

1. 覆岩关键层破断的相似模拟实验

以任楼煤矿 γ_2 煤综放开采为原型,按1:100进行 γ_{215} 综放面开采相似模拟实验,煤层厚度4.7 m,硬度0.8 m,平均采深-465 m。在煤层顶板上覆岩中厚度为25.5 m的细砂岩为一关键层,其对顶板覆岩移动破坏起控制作用。实验模型尺寸为3 000×300×1 000 mm(长×宽×高),相似材料主要有

石膏、石英砂、碳酸钙、煤灰、白灰等。铺设原型时均匀撒云母粉作为分层弱面。实验严格遵循几何相似、动力相似、运动相似、边界相似及无因次参数所确定的相似准则。

γ_{215} 工作面采用综放开采,煤层平均厚4.7 m,采高2.3~2.5 m,采放比1:1。

从覆岩关键层某点变形位移相似模拟实验来看,顶板覆岩关键层的变形破断分4个阶段,即①在采动应力影响下,自煤壁前方一定距离至煤壁后方顶板周期来压,关键层属弹性变形阶段A区(本实验约-15~-10 m至14~18 m);②关键层塑性变形区(AB),即关键层内裂隙发展区(BC,18~50 m),裂隙扩张由下而上形成开口向上的纵向裂隙;③关键层岩层破断区(CD,50~100 m);④稳定压实区(DE,100 m以外)。

2. 冒落带的冒落高度及结构特点

综放开采后,垮落的直接顶不能完全充填采空区,在其上方仍有一定的空间,使得上部的岩层在地压作用下继续垮落,随着覆岩的不断垮落,其空间不断减少,此时抗拉强度较大的关键层(或亚关键层)在垮落前可形成临时性结构,如“半拱”结构。直接顶岩层垮落后,覆岩不规则垮落冒高与煤层采出厚度的关系如下:

$$\frac{\sum h_1}{M} = \frac{\eta \times k_p}{k_p - k} - 1 \quad (1)$$

式中: $\sum h_1$ 为不规则冒落岩层厚度,m; M 为煤层采出厚度,m; η 为煤炭回采率; k 为采空区充填程度系数; k_p 为冒落岩石的碎胀系数。

由式(1)可见,顶板覆岩不规则垮落的冒高与采高、煤炭

64.28%,塔里木盆地以II类探明储量为主,占62.84%;新疆气区II类探明未动用储量与II类探明储量相近;长庆气田、吐哈气区的未动用储量基本上为II类探明储量;青海气田储量探明程度较高,全部为II类探明储量。

结 语

目前我国天然气储量动用程度比较低,特别是气层气储量的动用程度只有39.4%(2000年以后发现的天然气储量尚

未计算在内),未动用储量具有相当大的规模。根据中西部地区大中型气田未动用储量的评价可见,天然气未动用储量以中高丰度、中低渗、中高产的大中型气田为主,储量可靠性较高,具有较高的经济开发价值,这为我国天然气工业的发展奠定了雄厚的物质基础。

(编辑 黄君权)

*本文系安徽省自然科学基金项目(00047104)资助。

作者简介:卢平,35岁,中国科学技术大学博士生;研究方向为安全技术及工程,主要从事安全工程、多孔介质渗流方面的科学研究工作,曾发表论文20余篇,获省部级科学技术进步三等奖3项,地址:(230026)安徽合肥中国科学技术大学工程科学学院。电话:(0551)3645739(H)。