

提高大港油田天然气采收率的方法

杨树合¹ 王连敏² 谭振华³ 王哲¹ 杨丽蓉¹

(1. 中国石油大港油田勘探开发研究院 2. 中国石油大港油田第六采油厂

3. 中国石油大港油田集团公司石油工程监理中心)

杨树合等. 提高大港油田天然气采收率的方法. 天然气工业, 2007, 27(1): 82-84.

摘要 随着天然气在一次性能源消费中比例的增加, 以及天然气需求量的日益增长, 如何进一步提高天然气的开发效果, 已成为天然气开发研究工作中的重点。大港油田天然气开发已经有 30 多年历史, 天然气藏类型较多, 针对多年天然气资源动用情况及开发现状, 进行了深入地分析研究, 总结了各种类型气藏的合理开发方式及所达到的预期效果, 提出了不同类型气藏应遵循的开发方式: 小断块气藏或凝析气藏及低含量凝析气藏以枯竭式开发较为经济合理; 对于高含量凝析气藏宜保持压力开发; 对于已经投入开发的凝析气藏通过有效降低废弃压力也可以提高采收率。

关键词 天然气 增产措施 产量 压力 采收率 经济效益

一、概况

大港油田的储集层以砂岩为主, 属于近物源沉积体系, 具有自生自储自盖的特征。由于二次断裂作用, 断层十分发育, 所以在地层中形成了比较复杂的流体体系, 给开发造成了极大困难。

大港油田天然气藏类型较多, 主要为凝析气和干气藏。凝析气藏主要集中分布于板桥地区, 约占大港油田气层气总储量的 85%; 干气藏主要分布于北大港地区的唐家河、港东油田, 约各占大港油田气层气总储量的 54% 和 33% (见图 1)。

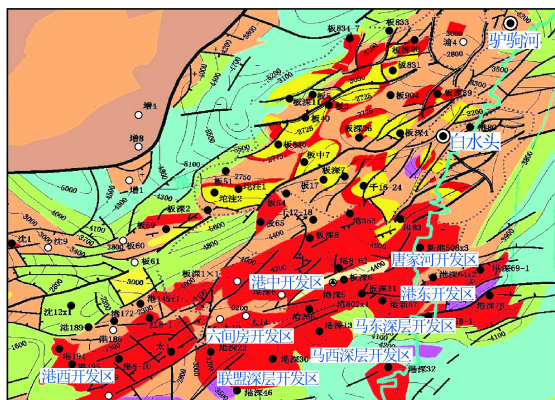


图 1 大港油田主要含气区域示意图

二、影响气藏采收率因素分析

气藏采收率的影响因素较多, 也非常复杂。大港油田主要气藏有凝析气藏和干气藏两种类型。从目前开发阶段出发, 可划分为五类: ① I 类——已报废气藏, ② II 类——长期停产气藏, ③ III 类——开发末期气藏; ④ IV 类——开发中期气藏; ⑤ V 类——注气开发气藏。

1. 不同类型气藏的开发特点

(1) 凝析气藏

凝析气藏气的采收率受凝析油含量和边底水活跃程度的影响, 天然气的采收率一般为地质储量的 30%~50%、为可采储量的 60% 以上, 最高可达到 85%, 平均为 40.6%。通过对大港油田 59 个定容凝析气藏、水驱凝析气藏及 19 个干气藏的开发研究, 气藏开发具有如下特点。

1) 受凝析油含量的影响

大港油田几十年的开发经历表明, 对于小断块凝析气藏来说, 凝析油含量越高, 其最终采收率就越低; 反之, 如断块较大, 凝析油含量较低, 枯竭式开发其采收率相对较高。

2) 边底水对采收率的影响

开发经验证实, 边、底水是影响气藏采收率的重

作者简介: 杨树合, 1970 年生, 工程师; 1994 年毕业于原西南石油学院石油工程系油藏工程专业; 现主要从事气藏与凝析气藏开发研究工作。地址: (300280) 天津市大港区。电话: (022) 25913571。E-mail: stoneyang@sohu.com

要因素,特别是构造比较平缓的中小型气藏,一旦水侵入气藏将直接影响气井生产,井中流体的相对密度急剧增大,井筒回压迅速增大。当水气比低于 $2 \text{ m}^3 / 10^4 \text{ m}^3$ 时,井筒回压增加尚不明显;当水气比达到 $4 \text{ m}^3 / 10^4 \text{ m}^3$,井筒回压增大 1.5 MPa ;当水气比达到 $18 \text{ m}^3 / 10^4 \text{ m}^3$ 时,井筒回压可增加 4.5 MPa 。

3)砂体大小对采收率的影响

在板桥地区砂体延伸范围比较大的气藏,物性也比较好,分布稳定,单井产量较高,其采收率也比较高。

(2)干气藏

大港油田的干气藏集中分布在北大港油田的港东、港西开发区,一般埋藏深度较浅($1000 \sim 1500 \text{ m}$),属于明化镇组,为浅层气藏,其特点如下。

- 1)气藏分布局限,油气层间互。
- 2)气层的单砂体特点明显。
- 3)剩余储量小,剩余厚度较大。

2.各开发阶段的气藏生产特点

I类气藏是指经国家批准报废的气藏。这类气藏有 17 个,已无生产潜力。

II类气藏是指因气藏局部水淹或气藏能量不足造成气井停采时间较长,暂不具备综合治理条件,现有和近期开采工艺技术无法恢复开采能力的气藏。这类气藏有 6 个,还有一定潜力。

III类气藏是指已进入开发末期的低产气藏,特点是水侵程度高或地层能量弱,压力水平低,通过采用多种增产措施,才能维持气井生产,但产量低,一般单井日产低于 $0.5 \times 10^4 \text{ m}^3$,年产气少于 $0.03 \times 10^8 \text{ m}^3$,生产水气比大于 $10 \text{ m}^3 / 10^4 \text{ m}^3$,气藏压力低于 15 MPa 。这类气藏有 13 个。

IV类气藏是目前生产能力旺盛,地层能量强,水侵影响小,年减产幅度小于 10% 的气藏。目前已有 13 个气藏。

V类气藏是指已探明正开发的气藏,部分气藏已经试气证实达到工业气流标准。共有 7 个气藏。

3.气藏递减规律

气藏按其流体分布特征可划分为定容气藏、带油环气藏(或底油顶气藏)和水驱气藏三类,经分类研究具有如下特点。

(1)在日产气量与时间的关系曲线上,在产量递减期内,总有一段近似直线的稳定变化关系。

(2)递减规律符合指数递减。

(3)比较各类气藏发现,定容气藏递减值最小,带油环的气藏(含底油顶气藏)递减值居中,有水气藏递减值最大(见表 1)。

表中各气藏都具开发时间长、生产稳定、气藏清楚的特点,因此,作为各种类型的气藏,递减规律和递减值都具有代表性。

表 1 大港油田气藏年递减率值统计表

气藏类型		定容气藏		气顶(或带油环)气藏		水驱气藏		全区气藏
气藏名称		829-2	820	板中板 II	唐 I、II	板 17	新 885	
递减率 (%)	计算值	18.06	27.36	26.53	26.09	38.74	37.84	29.10
	平均值	22.71		26.31		38.29		29.10
	选 值	23		27		39		30.00

三、提高气藏采收率的工艺措施

1.提高气藏采收率的工艺措施及途径

依据气藏的流体物理化学性质和相态特点可以划分为干气藏、凝析气藏;依据气藏内流体分布特点,可以分为定容气藏、水驱气藏、带油环的凝析气藏和气顶气藏。开发实践证明,各类气藏影响产量的主要因素各不相同,生产特征各异,但只要采取针对性的开发改进措施,均可达到增加产量,延长开采期,提高采收率的目的。对于不同类型的气藏根据开采过程的地质及开发特点,应针对性采取不同的开采措施,主要措施有以下几项。

(1)带油环的气藏利用气顶能量开采油环,较大幅度地提高了液烃(包括凝析油)的采收率。

(2)定容气藏采气速度不影响最终采收率,定容气藏采气速度不影响气藏最终采收率这已得到多方面的证实,对这类气藏的开采主要针对用气(供气)量的大小和需要进行调节,其采出程度与压降百分数成正比。

(3)对边底水不活跃的气顶停喷压力较低的气井,利用小泵深抽技术提高开发效果。由于边、底水不活跃,气井(特别气顶高部位井)停喷时液面很低,常规泵无法抽吸,针对这种情况针对性采用小泵(一般泵径为 32 mm),下入气藏中部或底部进行抽吸排

液采气,收到了比较好的效果。

(4)对于因含水停喷的气井采用下大泵排液采气,降低废弃压力,取得了较好的效果。

(5)对于低压有积水的自喷井和停产井利用泡沫排水采气(化排),延长气井的生产寿命。

(6)对于底水较活跃的气藏,早期注意试油射孔方法。试油时只射开气层顶部,避免了气井早期见水。

(7)对于浅层气藏,采用油气综合开采的原则,与溶解气共同开采。浅层气藏集中分布在北大港地区,间互在油层中间,无法形成独立的开采体系,针对这种情况和现场的实际需要,主要根据油层开采的情况适时补开气层,达到产量接替,弥补部分递减的目的。

2. 提高气藏采收率的合理开发方式研究

(1) 枯竭式开采方式

经验表明,不同类型的气藏不同的采气速度其采收率不同。对于定容气藏采收率不受采气速度的影响,采收率比较高。对于带有边底水的气藏,采气速度越高,其采收率越低。对于凝析油含量较高的气藏,枯竭式开采不仅损失了凝析油资源,而且由于地层中的反凝析作用,凝析液堵塞了有效流动空间,增大了气藏废弃压力,降低了天然气采收率。

(2) 保持压力开采方式

凝析气藏特别是凝析油含量比较高的凝析气藏应立足于保持压力开发,可以最大限度地提高气藏总体开发效果。对于带油环中等含量凝析气藏,应利用气顶能量先采油环、后开发气藏。对于小断块,储量不集中,凝析油含量比较低,保持压力无明显经济效益的凝析气藏采用枯竭式方法开采。对于干气藏一般适用于枯竭式开采,但对于气藏物性较差、内部非均质严重、单井泄气范围十分有限且地层倾角较大的干气藏则可考虑注水保持压力以提高天然气

采收率。

四、结论和建议

通过上述系统的研究,提高气藏采收率研究主要有以下几点结论。

(1)首先,明确气藏类型、弄清气藏地质情况是提高采收率的基础。

(2)摸清影响气藏采收率的主要因素,是挖掘气藏潜力提高气藏采收率的必要途径。

(3)新工艺、新措施、新技术的应用是提高气藏采收率必要手段。

(4)不同类型气藏的不同开发方式,使气藏具有不同的采收率,所以对气藏采收率的计算和标定要有说服力,要有相当高的可信度,只有这样才谈得上如何提高采收率问题。

(5)气层气和溶解气区分对待,重点立足于气层气,对凝析气藏要考虑提高气藏整体开发水平和效益。尽可能避免资源浪费。

参 考 文 献

- [1] 马世煜.凝析气田开发技术[M].北京:石油工业出版社,1996.
- [2] 李士伦.凝析气勘探开发技术论文集[M].成都:四川科学技术出版社,1998.
- [3] 杨继盛,刘建仪.采气实用计算[M].北京:石油工业出版社,1994.
- [4] 张烈辉,梅青艳,李允,等.提高边水气藏采收率的方法研究[J].天然气工业,2006,26(11):101-103.
- [5] 汪周华,吐依洪江,郭平,等.凝析气藏水驱机理研究[J].西南石油学院学报,2006,28(6):36-39.
- [6] 郭平,杜志敏,苏畅,等.富含凝析油型凝析气藏衰竭开发采收率研究[J].天然气工业,2004,24(10):94-96.

(收稿日期 2007-04-04 编辑 韩晓渝)