

气井分压合采工艺技术研究^{*}

付钢旦 桂捷 赵粉霞 徐勇

(中国石油长庆油田分公司油气工艺技术研究院)

付钢旦等.气井分压合采工艺技术研究.天然气工业,2005;25(4):71~73

摘要 长庆气田储层非均质性强,气层薄而多,单层产能较低,开采难度大,降低成本是气田经济有效开发的必由之路。文章介绍了长庆气田气井多层分压合采工艺技术,提出了探井、开发评价井及开发井的分压合采工艺。现场应用表明:气井分压合采工艺技术对于开发长庆多层系气藏,提高气田整体开发水平和经济效益具有重要的作用。

主题词 长庆气田 探井 开发评价井 气井 分压合采 技术

长庆气田主要包括靖边、榆林、乌审旗、苏里格气田。靖边气田的主力层系为下古生界储层,部分区块上、下古生界储层都具有开发价值;榆林、乌审旗、苏里格气田主要含气层系为上古生界石盒子组 and 山西组,气井开采层段较多,一般射开2~4层的情况较为普遍。所以,多层气井的压裂及开采技术的研究与应用,对于开发长庆砂岩气藏,特别是苏里格砂岩多层系气藏,充分挖掘各层间的潜力,提高气井单井产量和总体经济效益,改善气田开发效果有着重要的意义。

一、长庆气井分压合采工艺技术

1. 探井及开发评价井的分压合采工艺

针对永久式桥塞分压合采工艺的技术缺陷,为了准确地认识和评价储层,对于探井及开发评价井,我们开展了可捞式桥塞分压合采工艺技术与试验。可捞式桥塞分压合采工艺是采用桥塞对已作业气层和作业层进行层间分隔、封堵、压裂,作业后打捞桥塞合层开采,可分为可捞式电缆桥塞和可捞式机械桥塞两种方式,其施工工艺及过程基本相同。

(1)施工工艺。按设计对下部气层射孔,压裂下部气层,下部气层排液、测试、求产、压井,采用电缆(油管)下桥塞,桥塞坐封、试压,上部气层射孔、下压裂管柱压裂上部气层,上部气层排液、测试、求产、压

井、起压裂管柱,下冲砂打捞管柱起桥塞,下光油管完井管柱完井合层开采。

(2)工艺特点。可直接进行分压、分试、分求、合采,但施工中需要进行压井作业。

2. 开发井分压合采工艺

(1)上、下古生界气层分压合采管柱工艺

靖边气田下古生界储层以白云岩为主,需酸化改造才能投产,上古生界储层以砂岩为主,需要进行压裂改造,上、下古生界气层不仅改造类型不同,而且属于两个水动力驱动系统,由于上古生界气层单层产量普遍较低,若采用单独井网开发成本较高、经济效益差,因此,对于上、下古生界两套气层重叠区,采用分层酸化压裂后合层开采。

1)管柱结构。①Y443封隔器分压合采管柱。对于上古气层产能较小的井,采用Y443永久式封隔器为主体的酸化压裂合采完井管柱,其管柱基本组成自上而下为:“油管+滑套+油管+油管锚定锁扣密封节+Y443永久式封隔器+油管+堵塞器座落短节+油管+仪器悬挂器座落短节+油管+球座”。②Y241封隔器分压合采管柱。对于上古生界气层产能较高的井,采用可回收Y241封隔器为主体的酸化压裂合采完井管柱,管柱基本组成自上而下为:“油管+滑套+油管+油管锚定锁扣密封节+油管+堵塞器座落短节+油管+可回收Y241封隔器+

^{*} 本文系中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司科研项目“苏里格气田经济有效开发关键技术(编号:030125-2)”的部分研究内容。其中“油管断开锁扣密封节”获实用新型专利(ZL01275854.X),“气井分层压裂合层开采一体化完井管柱及工艺”申请发明专利(ZL 200410077922.9)。

作者简介:付钢旦,高级工程师,1962年生;1986年毕业于原华东石油学院采油专业;从事采气工艺及配套工具的研究工作。地址:(710021)陕西省西安市未央区长庆兴隆园小区。电话:(029)86591243,13700232789。E-mail:fgd_cq@petrochina.com.cn

油管+球座”。

2)施工工艺。采用自上而下的改造工艺,即先射开上古生界气层用常规压裂管柱进行压裂试气、求产;上古生界储层求产完成后,压井并对下古生界气层射孔,然后下 Y443 或可回收 Y241 封隔器完井管柱封隔上、下古生界气层,再酸化下古生界气层,下古生界储层排液求产后,打开滑套气井合层开采。

3)工艺特点。油套不连通,上、下古生界气层分层改造时互不影响,非改造作业气层不受伤害;能实现上、下古生界气层分层试气;可以实现合层开采技术要求;不压井可多次重复下古生界酸化作业。

(2)上古生界气层分压合采一体化管柱工艺

1)Y241 双封隔器分压合采一体化管柱结构及特点。井下管柱主要由伸缩补偿器、压井洗井开关、安全接头、封隔器等组成。

井下封隔器具有可洗井功能,压裂砂堵时有利于循环解堵;具有管柱自动补偿功能,调整因施工中温度、压力的变化而引起管柱长度的变化,尽量避免井下事故的发生;当出现井下管柱不能解卡时,可从安全接头处倒扣起出管柱,以防发生更为严重的井下事故。

2)施工工艺。一次射开上、下部气层,下 Y241 双封隔器分压合采一体化管柱,压裂下层,投球封堵下层,打开滑套压裂上层,合层排液后油管合采。

3)工艺特点。能够实现一次射孔、不动管柱分压两层合层开采的目的;需下入 DDL 测试工具对各层进行测试。

二、现场应用情况

1.探井及开发评价井的分压合采工艺

到 2004 年 4 月,长庆气田应用可捞式电缆桥塞进行分压合采工艺 5 口井,进行可捞式桥塞分压合采工艺试验 20 多口井。现场施工中,可捞式桥塞的坐封、密封、承压、打捞达到了设计和施工要求(苏 16 井压裂施工压力 58.6 MPa),能满足长庆气田探井及开发评价井分层压裂改造的技术要求,证明采用可捞式桥塞进行分层压裂改造是可靠的。可捞式桥塞分压合层应用情况表明:采用可捞式桥塞分压合采工艺,不但可以满足气井分压、分试、分层求产的目的,而且避免了永久式电缆桥塞工艺所需要的压井、钻铣施工,缩短了施工周期、减少了压井伤害、降低了作业成本。

2.开发井分压合采工艺

(1)上、下古生界气层分压合采工艺

截至目前,长庆靖边气田上、下古生界采用 Y443 或可回收 Y241 封隔器分压合采管柱完井 15 口井,对 6 口井进行了油管分层合采工艺试验。15 口井的施工中,井下管柱及封隔器安全可靠,上、下古生界气层酸化压裂改造时,油套管均不连通(井口最高油压 58 MPa),非改造作业气层不受伤害,可以满足气井上、下古生界分层酸化压裂改造的技术要求;气井投产后,可在地面通过油管对下古进行测试,油套环空测试上古生界气层,或者打开侧通滑套下入 DDL 分层测试工具进行分层测试。从 6 口井的生产测试情况来看,采用分层合采技术,两套气层合层生产时,只要井底流压小于两层试气分层测试时的气层静压,两套生产层系同时产气。

G39-8 井合层开采初期,井底流压高于试气分层测试时上古生界气层静压,上古生界气层产量测试为负值,而且,流压越接近试气分层测试时上古生界气层静压,层间倒灌量越小;放大压差生产后井底流压(23.70 MPa)小于上古生界气层静压,两套层系同时产气,不存在层间倒灌。

G16-12 井上、下古生界气层压差比较大,在投产前直接打开滑套,进行了关井状态 DDL 测试。关井初期,下古生界气层对上古生界气层每天倒灌 $0.4685 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。投产后,采用放大压差生产,油压 18.5 MPa 时,井底流压 22.23 MPa,两套生产层系同时产气,不存在层间倒灌。G26-11 井试气测试结果上、下古生界气层静压相差达 8.9 MPa,直接合采会发生倒灌。该井合采前,下古生界单层生产一年,生产油压 16.2 MPa 后,打开滑套上、下古生界合层开采,两层同时产气。G39-8 井、G16-12 井合采试验表明:对于上、下古生界气层静压相差不太大的井,通过放大压差生产,降低井底流压,使井底流压低于上古生界气层静压,由油管进行合采;对于两层静压相差大的井,通过先开采下古生界气层降低流压,再进行合采。

(2)上古生界气层分压合采一体化管柱工艺

长庆上古生界气田应用 Y241 双封隔器分压合采一体化管柱试验 3 口井,试验数据见表 1。施工中,上下储层破裂压力明显,能够对需压裂改造的储层进行有效改造,而且,压裂施工砂堵时,能够实现反循环洗井,说明该工具压裂是可靠的,能满足苏里格上古气田分压合采的技术要求。Y241 双封隔器分压合采一体化管柱工艺试验表明:该工艺能够实现不动管柱一次分压两层,压裂后直接排液投产的目的,与采用填砂、可捞式桥塞等分压合采工艺相

比,不存在压井作业施工,压裂后直接排液投产,减少了压井、压裂液对储层的伤害,有利于储层产能发挥,同时,缩短了施工周期,降低了气井作业费用,取得了较好的应用效果。

表 1 Y241 双封隔器分压合采一体化管柱试验数据表

井号	层位	砂量 (m ³)	砂比 (%)	排量 (m ³ /min)	破裂压力 (MPa)	工作压力 (MPa)	液氮总量 (m ³)	无阻流量 (10 ⁴ m ³ /d)
苏 36-11	盒 ₈	23.3	27.7	2.8	56.9	47.5~52.0	10.0	28.9932
	山 ₁	20.3	24.5	2.8	56.0	49.0~55.5	7.5	
苏 38-16-2	盒 ₈	25.2	34.0	2.8	49.1	45.3	5.2	5.3897
	盒 ₈	5.6	20.1	2.8	47.4	41.2	14.0	
	山 ₁	32.6	24.7	2.8	57.1	45.0	15.8	
苏 15-19	盒 ₈ 下	18.0	26.9	2.8	53.0	43.0~58.0	6.6	2.4177(修正 等时试井)
	盒 ₈ 上	20.0	31.5	2.8	44.5	42.0~55.5	7.2	

三、结论与认识

(1)对于多产层探井及开发评价井,采用可捞式桥塞分压合采工艺,可以满足气井分压、分试、分求的要求,能准确地认识和评价储层。

(2)对于上、下古生界储层共存的开发井,采用 Y443 或可回收 Y241 封隔器分压合采管柱工艺,能够实现上、下古生界气田的经济有效开发。

(3)上古生界气层 Y241 可洗井双封隔器分压合采一体化管柱的研究与应用,对于开发长庆上古生界多层段气藏、充分挖掘各层间的潜力、提高气井单井产量和气田开发经济效益具有重要意义。

参 考 文 献

1 杨川东主编.采气工程.北京:石油工业出版社,1997

2 胡文瑞主编.长庆油田油气勘探开发新技术.北京:石油工业出版社,2002

3 柴瑞林,李振铎.长庆气田复合气藏的合层采气工艺技术.天然气工业,2002;22(2):104~106

4 付钢旦等.可捞式桥塞分层压裂工艺试验.钻采工艺,2002;25(5):44~46

5 李振铎.鄂尔多斯盆地上古生界深盆气勘探研究新进展.天然气工业,1999;19(3):15~17

(收稿日期 2004-11-23 编辑 钟水清)