

# 连续油管深井排水采气技术

钟晓瑜<sup>1</sup> 颜光宗<sup>2</sup> 黄艳<sup>1</sup> 艾天敬<sup>3</sup> 张向阳<sup>3</sup>

(1.西南油气田分公司采气工程研究院 2.西南油气田分公司开发事业部 3.西南油气田分公司重庆气矿)

钟晓瑜等.连续油管深井排水采气技术.天然气工业,2005;25(1):111~113

**摘要** 文章提出了产水气井开采中、后期,由于产层压力下降、水量增加,原有生产管柱结构不合理,产出水不能及时排出,从而使气井停喷的问题;阐述了连续油管作业不需压井,可避免伤害地层,同时减小了油管断脱等复杂事故的风险;介绍了国外除将连续油管广泛用于冲砂洗井、诱喷助排、酸化、扩眼、侧钻等井下作业外,还作为排液加速管柱和完井管柱在油气生产井中使用的情况。采用连续油管用作生产管柱在我国尚属首次,文章概述了国内外连续油管技术水平,连续油管排水采气所需的连续油管、连续油管作业车、悬挂作业操作窗、连续油管井口悬挂器、连续油管堵塞器及其他配套工具、装备以及其作业过程,最后综述了张13井连续油管悬挂作业情况、排水采气试验情况,进行了经济效益分析,提出了连续油管排水采气的3条认识与建议。

**主题词** 深井 排水采气 连续油管 装备 井下作业

## 一、引言

部分产水气井在投产初期能自喷生产,但进入开采中、后期后由于产层压力下降、水量增加,原有生产管柱结构不合理,产出水不能及时排出,从而使气井停喷。采用常规压井更换生产管柱,由于压井液伤害地层,导致气井不能恢复生产;采用在原有生产管柱内下入小直径连续油管作为生产管柱,可提高气井排液能力,使气井恢复自喷生产。此作业时不需压井,避免了压井伤害地层,同时减小了起出原有管柱造成油管断脱等复杂事故的风险。

## 二、国内外连续油管技术水平

国外连续油管除广泛用于冲砂洗井、诱喷助排、酸化、扩眼、侧钻等井下作业外,将其作为排液加速管柱和完井管柱在油气生产井中使用,已有较长的历史,每年实施达1500井次以上,最大下入深度6248.4 m。

目前连续油管装置只有国外能够生产,主要产品规格有 $\varnothing 25.4$  mm、 $\varnothing 32$  mm、 $\varnothing 38$  mm、 $\varnothing 45$  mm、 $\varnothing 50.8$  mm等。标准连续油管都是用改性

HSIA 碳钢制造,这种材料符合美国材料试验协会标准,最小屈服强度483 MPa,最小抗拉强度552 MPa,由于连续油管机械性能不断改善,在井中使用深度不断增加。

国内,连续油管主要用于冲砂洗井、诱喷助排、酸洗、酸化等井下作业。而采用连续油管用作生产管柱尚属首次。

## 三、工具、装备及作业

连续油管作为生产管柱排水采气,要选择适合气井实际状况的连续油管、连续油管作业车、悬挂作业操作窗、连续油管井口悬挂器、连续油管堵塞器及其他配套工具。成功的关键在于连续油管下入井内后,能否将连续油管悬挂在井口装置上,并将连续油管与原有油管的环形空间密封。

连续油管作业车作为连续油管的运输工具和下入装置,悬挂作业操作窗用于连续油管悬挂操作,井口悬挂器用于连续油管的悬挂。

连续油管悬挂作业过程如下。

(1)关闭采气井口一号阀,将此阀以上装置放空卸压并拆掉。

**作者简介:**钟晓瑜,1954年生,工程师;1991年毕业于石油大学矿机专业;长期从事排水采气技术的研究工作;先后在有关刊物发表学术论文数篇,多次获四川石油管理局、西南油气田分公司科技进步奖。地址:(618300)四川省广汉市中山大道南二段。电话:(0838)5151542。E-mail:zhongxy@petrochina.com.cn

(2)在一号阀上安装连续油管井口悬挂器、悬挂作业操作窗、井口防喷器等装置(见图1)。

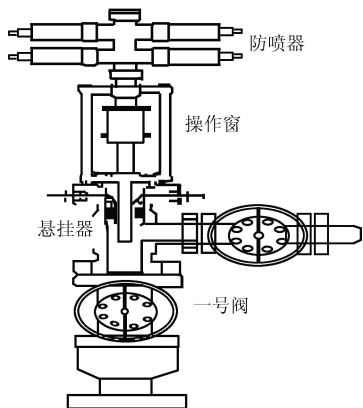


图1 悬挂器和操作窗示意图

(3)用连续油管堵塞器将连续油管底端堵死,防止连续油管入井过程中井内流体和井内脏物进入连续油管。

(4)打开采气井口一号阀,用连续油管作业车将连续油管下入井内预定深度。

(5)启动井口悬挂器内的密封环,密封连续油管与原有油管的环形空间,放空卸掉悬挂器以上装置内的压力。打开悬挂作业操作窗,将悬挂卡瓦装入井口悬挂器。启动井口悬挂器内的卡瓦将连续油管悬挂在井口悬挂器上。

(6)当连续油管已可靠地悬挂在井口悬挂器上,并与原有油管的环形空间密封好后,在合适的位置割断连续油管,拆掉悬挂作业操作窗以上装置。将拆去的采气井口一号阀以上装置安装在井口悬挂器上(见图2)。

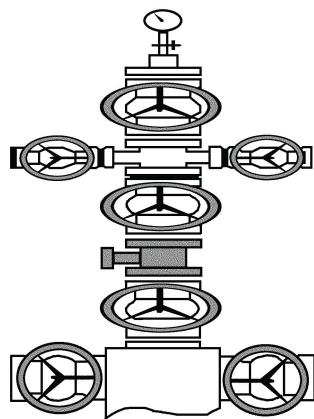


图2 悬挂后的井口装置

(7)向连续油管内注气(天然气或氮气)加压,将连续油管堵塞器憋掉,投入正常生产。

## 四、实例

张家场气田石炭系气藏 1981 年投产,井深 4300~4930 m,多数气井为不同管径的复合管柱完井,初期单井产量一般  $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,最高达  $67 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。随着进入开采中后期,大多数气井产水,影响正常生产。由于产量低,油管管径偏大,带水困难,影响气井正常生产。如更换小直径的生产管柱,需进行压井作业。因该气井已开采 20 余年,压力系数仅 0.5 左右,压井后可能造成气井不能复活,加之措施作业可能造成油管断脱等复杂情况,因此决定利用连续油管作为生产管柱进行排水采气,并在该气藏张 13 井进行了原有油管内下入连续油管作为生产管柱的现场试验,取得了成功。

### 1. 气井基本情况

张 13 井位于张家场构造北轴,1985 年 3 月 10 日开钻,同年 11 月 19 日钻进至留系地层 15 m 完钻,井深 4628 m,  $\varnothing 127 \text{ mm}$  尾管射孔完井,产层石炭系,射孔井段为 4579.5~4613.4 m。在套压 14.19 MPa、油压 9.463 MPa、流压 19.669 MPa 条件下,测试气产量  $30.68 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,单井控制储量  $2.68 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。1987 年 6 月 17 日投产,初期产量为  $6 \times 10^4 \sim 7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,生产正常。1994 年 3 月出地层水,水量  $1.1 \text{ m}^3/\text{d}$  左右,此后,加注泡排剂带水生产。1996 年 8 月进行增压,生产情况正常。2000 年 7 月 16 日下压力计测得井底流压为 3.049 MPa,井口套压为 2.172 MPa,油压为 1.19 MPa,产气  $2.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,产水  $1.0 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

2003 年 7 月底,套压为 2.8 MPa,油压为 1.8 MPa,气产量为  $1.3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,水产量为  $1.06 \text{ m}^3/\text{d}$ ,历年累产气量  $1.9338 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,单井剩余储量为  $0.76 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。张 13 井尚有一定剩余储量且井内较为畅通,具备连续油管入井的条件,因此决定在该井进行在原有油管内下入连续油管作为生产管柱的现场试验。

### 2. 连续油管悬挂作业情况

2003 年对张 13 井进行下入连续油管作业。将连续油管下入到预定的 4591 m 深度并可靠地悬挂在井口悬挂器上,最后在连续油管内注液氮加压,将连续油管堵塞器憋掉,投入正常生产。

完井连续油管各种内径及长度为:内径 26.9 mm 长 2910 m+内径 26.7 mm 长 557 m+内径 26.2

mm 长 463 m+内径 25.9 mm 长 326 m+内径 25.4 mm 长 332 m+连续油管油补距 3 m=4591 m。

连续油管穿过原有井下油管(井深 4574.58 m) 16.42 m,离人工井底(4623 m)32 m,连续油管尾部处于射孔段位的中上部。

### 3.排水采气试验情况

完成连续油管悬挂的井下作业、井口安装和地面生产流程改造后(见图 3),将井口装置与生产流程相连。连续油管在短暂出气后无气产出,分析认为,由于连续油管下于原有油管以下 17 m,有可能下入井底积液及井下脏物之中,造成连续油管堵塞无水产出。最后改为油管与连续油管的环形通道生产。

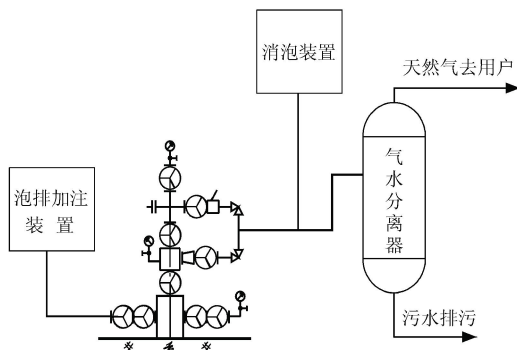


图 3 张 13 井地面流程示意图

为了解决连续油管堵塞,在张 13 井进行了井下化学解堵作业。通过连续油管反复向井内注入 JD-3、UT-3 解堵剂和 UT-11C 泡排剂,反复由连续油管、油管与连续油管间的环形通道交替放喷,排出了大量井底稠状堵塞脏物,解除了对连续油管的堵塞。2003 年 11 月底,恢复用连续油管生产,日产气量  $0.8 \times 10^4 \text{ m}^3$  左右,日产水  $0.2 \text{ m}^3$  左右,套压、油压均为 4.1 MPa 左右,连续油管作为生产管柱排水采气试验获得成功。

### 4.经济效益分析

以张 13 井为例,采用连续油管作为生产管柱,连续油管费约 50 万元,其他配件及施工作业费用约

50 万元,作业总费用约 100 万元。压井更换油管作业需油管费约 50 万元,其他配件及施工作业费用约 80 万元,(其中压井所需的材料费和人工费 30 元)。压井起出原管串还可能造成油管断脱的打捞材料费和人工费、恢复生产的工艺材料费和人工费。

可见,采用连续油管作为生产管柱作业与常规压井更换油管作业比较,除了施工工艺上的简单易行之外,费用也比常规压井更换油管节约 30 万元以上。

## 五、认识与建议

(1)通过国内首次进行的张 13 井现场试验证明:在常规压井更换管柱难度大的低压、小产气水量气井中,采用在原有生产管柱内下入连续油管作为生产管柱工艺技术可行、经济效益明显。

(2)与常规压井更换管柱相比,下入连续油管作为生产管柱,可避免压井造成气层伤害和油管断落的风险,作业简单易行,气井恢复生产快。

(3)建议根据作业井的压力、气水产量选择合理通径的连续油管,采取有效手段进行连续油管现场焊接,以适当选择管径较大的连续油管和增加下入深度。

### 参 考 文 献

- 1 采油技术手册(第四分册).北京:石油工业出版社,1993
- 2 李宗田编著.连续油管技术手册.北京:石油工业出版社,2003
- 3 Hightower C M 著.连续油管在采油工程上的应用.国外油田工程,1997
- 4 Alexander —SasJaworsky 著.连续油管作业及使用.采油工艺情报,1997
- 5 H Gu 等著.连续油管油、气井排液瞬时特性.采油工艺情报,1997
- 6 H Gu 等著.连续油管冲砂洗井作业.采油工艺情报,1997
- 7 杨川东主编.采气工程.北京:石油工业出版社,1997

(收稿日期 2004-07-28 编辑 韩晓渝)