

# 一种新型简易试油井架的设计

李凯<sup>1</sup>, 潘冠磊<sup>2</sup>, 彭雪梅<sup>3</sup>

- 1. 中国海洋石油集团有限公司天津分公司辽东作业公司 天津 300457
- 2. 廊坊开发区华泰油田新技术有限公司 河北廊坊 065000
- 3. 中国石油大港油田分公司勘探事业部 天津 300280

通讯作者: Email: likai@cnooc.com.cn

引用: 李凯, 潘冠磊, 彭雪梅. 一种新型简易试油井架的设计[J]. 油气井测试, 2020, 29(1): 43-47.

Cite: LI Kai, PAN Guanlei, PENG Xuemei. Design of a new type of simple testing derrick [J]. Well Testing, 2020, 29(1): 43-47.

**摘要** 海上平台丛式井、定向井居多,井距小,井口密集。当生产试井或钢丝作业时,平台上经常受到钻机、修井机的覆盖、遮挡,致使吊车无法配合吊装井口防喷系统,延误工期。为提高作业时效,在原有简易试油井架的基础上,研发了防喷系统的提升卡瓦、专用井盖及专用井盖护板等配套设备,弥补了传统简易井架在平稳性、安全性方面的缺陷,探索了新型简易试油井架吊装作业工艺技术。该工艺首次在 JZ25-1S-A06 井实验成功,并陆续在辽东作业区推广应用,成功率 100%。新型简易试油井架的应用,实现了平台生产井试井、钻井、修井同期或交叉作业,提高平台施工时效,保证了施工现场人员及设备安全。

**关键词** 试油井架; 生产试井; 平台作业; 钢丝作业; 防喷系统; 吊装设备; 工具改进

**中图分类号**: TE353      **文献标识码**: B      **DOI**: 10.19680/j.cnki.1004-4388.2020.01.008

## Design of a new type of simple testing derrick

LI Kai<sup>1</sup>, PAN Guanlei<sup>2</sup>, PENG Xuemei<sup>3</sup>

- 1. Liaodong Operation Company, Tianjin Branch, CNOOC, Tianjin 300457, China
- 2. Langfang Development Zone Huatai oilfield New Technology Co., Ltd, Langfang, Hebei 065000, China
- 3. Exploration Enterprise of Dagang Oilfield Branch of PetroChina, Tianjin 300280, China

**Abstract:** The offshore platform has many cluster wells and directional wells. The well spacing is small and the wellhead is dense. The wellheads are often covered and blocked by the drilling and workover rigs, and unable to cooperate with the hoisting wellhead system during the well production test or pressure-testing using steel wire. It will extend the construction period. A new type of simple derrick lifting operation is explored to improve the working efficiency. On the basis of the original simple oil derrick, the auxiliary equipment such as the lifting slip of the blowout prevention system, the special manhole cover and the special manhole cover guard plate are developed to make up for the shortcomings of the traditional simple derrick in terms of stability and safety. This series of equipment have been successfully tested in the JZ25-1S-A06 well for the first time and gradually applied in the Liaodong operation area, with a success 100% rate. The new simple oil derrick realizes simultaneous or cross operation of the well testing, drilling and modifying of the platform production wells. It improves the working efficiency and ensures the safety of personnel and equipment at the construction site.

**Keywords:** oil testing derrick; production well testing; platform operation; steel wire operation; blowout prevention system; hoisting equipment; tool improvement

海上石油钻井平台、采油平台,在有限的空间密集分布着丛式井、定向井<sup>[1-3]</sup>,普通布井 4×5、5×5,密集布井 5×7、5×8、4×9,井口距离约 1.5 m×1.7 m,使得各种作业施工空间受到局限<sup>[4-5]</sup>,尤其采油平台空间小、作业类型多:生产试井<sup>[6-7]</sup>,产出剖面测井<sup>[8]</sup>,饱和度测井<sup>[9]</sup>,调剖调驱<sup>[10]</sup>、修井、连

续油管作业、钢丝投捞作业<sup>[11-14]</sup>、钢丝开关滑套、清蜡作业、酸化压裂措施等<sup>[15-17]</sup>,各种交叉作业难以避免。生产试井一般采用钢丝作业下压力计,工艺简单、作业周期短,占用空间小,适合海上平台交叉作业。钢丝作业时遇到平台有钻机、修井机覆盖,吊车也无法配合钢丝作业<sup>[18-19]</sup>。为提高作业时效

缩短工期,2011年研发并推广应用了简易井架,其构成:底座2个、连接底座的横管2个、调节高度的立管N根、保证稳固的拉杆N根、顶部横梁1个、手拉链葫芦1个、绷绳、紧绳器等辅助工具等。该设备操作方便,可以独立组装,独立提升、下放防喷系统,顺利实现更换井下工具串、取出井下测试仪器,但也存在一定安全风险<sup>[20-22]</sup>。鉴于此,开发了一种新型筒式油井架吊装设备,即在保留传统简易试油井架部件的基础上,研发、配套了防喷系统提升卡瓦、专用井盖、专用井盖护板等专用工具。新型简易试油井架有诸多优点,主要解决了安全操作问题,有效地保护了人员和设备。

## 1 传统简易试油井架

针对生产试井、钢丝作业、生产测井等小型轻便作业施工设备轻、占地空间小等情况,经过严密的力学核算和现场实验,2011年设计出适合海上平台作业的简易试油井架。该设备可完全由人工操作,占用资源少,可实现交叉作业。

### 1.1 结构原理

简易试油井架由底座(2个)、连接底座的横管(2个)、调节高度的立管(N根)、保证稳固的拉杆(N根)、顶部横梁(1个)、手拉链葫芦(1个)、绷绳、紧绳器等组成(图1)。

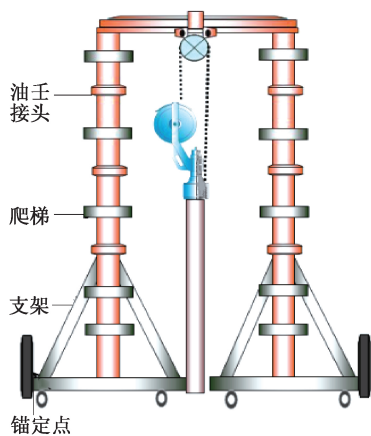


图1 传统简易试油井架结构示意图

Fig.1 Structure diagram of the traditional simple test derrick

根据生产试井等钢丝作业工具串重量、井口防喷系统重量,设计合理的提升系统及稳定系统,简化结构缩小占用空间,从而满足平台上轻便作业吊装需求。

### 1.2 主要特点

该设备操作方便,可以独立组装,实现在极限

井位、无修井机平台作业,但也暴露出一定安全风险:①简易井架越高,平稳性越差;②使用链葫芦吊装防喷器,如果失控会直接掉落在井口采油树造成设备损失或人员受伤;③在下层甲板更换钢丝作业工具串底部专用工具时,一旦链葫芦失控极易造成伤亡事故。

## 2 新型简易试油井架

新型简易试油井架主要增强了操作安全性和对人员的保护措施。

### 2.1 结构原理

新型简易试油井架在传统简易试油井架的基础上,研发、配套了防喷系统提升卡瓦、专用井盖、专用井盖护板等专用工具(图2)。

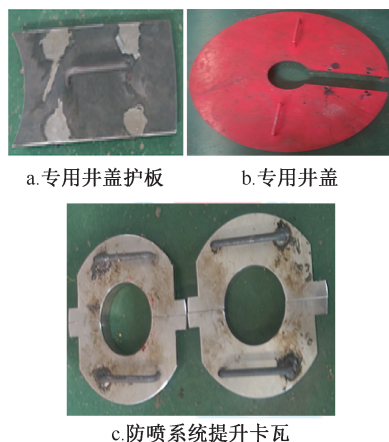


图2 新型简易试油井架组成

Fig.2 Composition of the new simple derrick

为了最大限度提高专用井盖的利用率,现场实地测量了辽东作业区各平台上的井盖直径,最终设计加工出的专用井盖尺寸:内径835 mm、外径890 mm。

### 2.2 主要特点

新型简易试油井架有诸多优点:

(1)可以在顶层甲板分段组装防喷系统,更加便利、安全;

(2)可以根据每口井所需防喷管长度降低简易井架高度,增加平稳性,也增加了在修井机下部狭小空间作业的可能性;

(3)每下入一部分防喷系统都有防失控保护,即在链葫芦失控的情况下可以保证防喷系统不至于掉落到底部采油树,保证下面作业人员、采油树及周边设施安全;

(4)更换钢丝作业工具串下端专用工具时,提升卡瓦可以将防喷系统卡在任意高度不下移,保证下面作业人员安全;

(5)作业期间专用井盖处于全封闭状态,可避免顶层甲板向下层甲板掉落物体造成的损失。

### 3 新型简易试油井架的承重实验

新型简易试油井架新增专用工具承重部分主要是专用井盖,对专用井盖进行了承重实验。

一般井口防喷系统重量分配:防喷盒 47 kg、2 m 防喷管带吊板 73 kg、2 m 防喷管 54 kg、3 m 防喷管 66 kg、1 m 防喷管 41 kg、捕捉器 49 kg、防喷器 122 kg,即井口防喷系统总重量为:47 kg+73 kg+54 kg+66 kg+41 kg+49 kg+122 kg=452 kg;加上井下基本钢丝作业工具串重量约 60 kg;整个钢丝作业系统总重量大约 500 kg。

将质量约 1 000 kg 的物体(防喷系统及钢丝作业工具串重量的 2 倍)加压到专用井盖上,试验 10 min,专用井盖无变形、断裂,如此反复试验多次结果不变,说明专用井盖所选材质、设计尺寸满足强度、硬度、刚度需要,能够实现现场安装钢丝井口防喷系统及测压、清蜡等作业。

### 4 现场应用

2019 年 6 月在辽东作业区 A06 井清蜡作业中,首次现场应用新型简易试油井架施工作业,获得圆满成功。

#### 4.1 A06 井地质情况

A06 井位于辽西低凸起中北段一个断裂半背斜构造上,层位为古近系沙河街组,油气藏埋深在 1 450.0~1 750.0 m 之间,储层主要为细-中粗粒长石岩屑砂岩或岩屑长石砂岩。储集空间类型以原生粒间孔为主,粒内溶孔次之,具有中高孔渗的储集物性特征。沙河街组主要为带气顶和边水的层状构造油气藏,地面原油凝固点及含蜡量相对较高。2017 年 9 月 5 日 A06 井油样分析结果:凝固点 10 ℃、含蜡 11.09%。随着温度、压力的降低,以及大气顶油藏轻烃产出,溶解在原油中的蜡以晶体形式析出并吸附在井壁及井下工具上,导致油井出现产液量下降、举升难度增大、作业期间频繁遇阻等问题。因此,A06 井需要定时清蜡,才能保证正常生产。

#### 4.2 施工简况

本次清蜡作业首次应用新型简易试油井架,利用其灵活、安全等特点,抢得工期,有利地保证了该井正常生产。A06 井井身结构及施工过程示意图如图 3 所示。

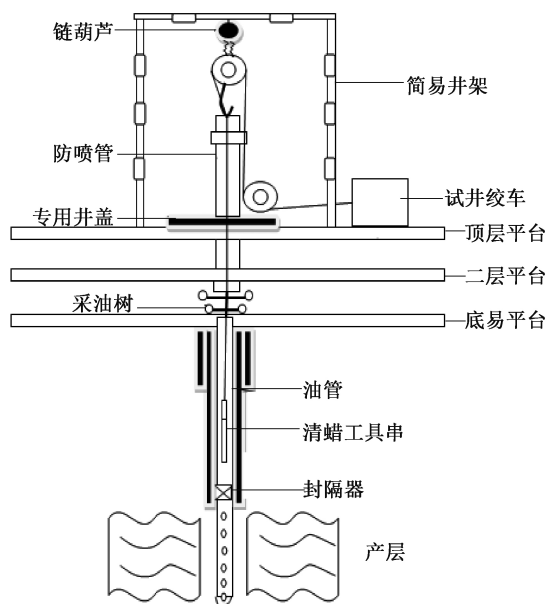


图3 A06 井身结构及施工工艺示意图  
Fig.3 Shaft structure and construction process diagram of Well A06

使用新型简易井架的操作步骤:

- (1) 先将简易试油井架搭建起来;
- (2) 根据井架的高度在井架下组装一部分井口防喷系统;
- (3) 将专用井盖安装到井口防喷系统上;
- (4) 安装完毕后将防喷系统提起一点,将平台上的原井盖掀开,开始缓慢下放防喷系统;
- (5) 防喷系统缓慢下放,最终专用井盖坐落到原井盖的位置;
- (6) 继续缓慢下放防喷系统,防喷系统提升卡瓦坐入专用井盖的中心孔内;
- (7) 缓慢下放防喷系统,最终防喷管的变径卡到防喷系统提升卡瓦上;
- (8) 再次组装另外一根防喷管,对接完毕后,将另外一套提升卡瓦固定到上面的防喷管上,之后缓慢提起防喷系统,取下下部的提升卡瓦,缓慢下放。依次类推,逐渐将防喷系统坐到采油树的井口转换短节上;
- (9) 钢丝作业期间,更换工具串下端工具时,使用新型简易井架将防喷系统提起一段距离,进行防喷系统内工具串的更换。

#### 4.3 推广应用

A06 井实验成功后,又陆续在该平台 8 口井、20 井次使用新型简易试油井架进行钢丝作业,成功率 100%(表 1)。

表 1 新型简易试油井架现场应用一览表  
Table 1 Field application list of new simple derrick

井号	作业内容	趟数	井次	起止日期	作业类型	备注
A06H	通井	2	2	2019. 06. 04	通井清蜡	新型简易井架
C45	通井	1	1	2019. 07. 28-31	分层调配	新型简易井架
	捞投配水器芯子	14				
	流量测试及验证	3				
E8	通井	1	1	2019. 08. 01-02	分层调配	新型简易井架
	捞投配水器芯子	4				
E22H	通井	1	1	2019. 08. 02	捞投 Y 堵	新型简易井架
	捞 Y 堵	1	1			
	投 Y 堵	1	1			
E6	通井	1	1	2019. 08. 26-27	开关层	新型简易井架
	关滑套	1	1			
	开滑套	1	1			
E11H	捞 Y 堵	2	2	2019. 06. 19-07. 12	压恢测试	新型简易井架
	通井	1	1			
	流压	1	1			
	压力恢复	3	3			
	投 Y 堵	1	1			
	静压	1	1			
A7H	通井	1	1	2019. 08. 11-15	静压测试	使用简易井架
	静压	1	1			
A3H	通井	1	1	2019. 08. 16-17	静压测试	使用简易井架
	静压	1	1			

2019 年 6 月至 8 月在 JZ25-1S A 平台、E 平台应用新型简易试油井架连续施工 9 口井 23 井次,作业类型包括生产试井、投捞 Y 堵、开关滑套、清蜡等,均获得成功。这期间也发现了一些需要改进的地方,如:平台的四个角落布井有其特殊性,一般井口尺寸比较大,需要适当加大大井盖的外径,目前正在完善中。

5 结论

(1)新型简易试油井架灵活性、安全性、稳定性都优于传统简易井架,可以在更局限的空间穿插钢丝作业从而提高作业实效。

(2)该套设备适用所有平台钢丝作业:如清蜡,可以及时消除蜡堵影响直接提升油井产量;生产试井,及时获得地层压力、参数及产能情况,为调整开发方案提供依据等。

致谢:感谢廊坊开发区华泰油田新技术有限公司提供技术支持并同意该文发表。

参考文献

[1] 张凤九,罗宪波,刘英宪,等. 海上油田丛式井网整体加密调整技术研究[J]. 中国工程科学, 2011, 13(5): 34-40.  
ZHANG Fengjiu, LUO Xianbo, LIU Yingxian, et al. Research on overall encryption adjustment technology of

offshore oilfield [J]. Engineering Sciences, 2011, 13(5): 34-40.  
[2] 姜维. 海上密集丛式井井组再加密调整井网钻井技术探索与实践[J]. 天然气工业, 2011, 31(1): 69-72.  
JIANG Wei. Research and practices of re-infill drilling technology for offshore close-spaced cluster-well pads [J]. Natural Gas Industry, 2011, 31(1): 69-72.  
[3] 李成军. 模式化钻井技术在埕岛海域丛式井组中的应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2011, 31(1): 63.  
LI Chengjun. Application of model drilling technology in cluster well group of Chengdao sea area [J]. China Petroleum and Chemical Standard and Quality, 2011, 31(1): 63.  
[4] 闫铁,徐婷,毕雪亮,等. 丛式井平台井口布置方法[J]. 石油钻探技术, 2013, 41(2): 13-16.  
YAN Tie, XU Ting, BI Xueliang, et al. Wellhead arranged method of cluster well pad [J]. Petroleum Drilling Techniques, 2013, 41(2): 13-16.  
[5] 葛云华,鄢爱民,高永荣,等. 丛式水平井钻井平台规划[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(5): 94-100.  
GE Yunhua, YAN Aimin, GAO Yongrong, et al. Drilling pad optimization for oilfield development by cluster horizontal wells [J]. Petroleum Exploration and Development, 2005, 32(5): 94-100.  
[6] 林炳南,段国宝,杨毅. 生产井不稳定试井实例分析[J]. 油气井测试, 2014, 23(1): 24-26.  
LIN Bingnan, DUAN Guobao, YANG Yi. Practical example analysis of transient well testing to production well [J]. Well Testing, 2014, 23(1): 24-26.

- [7] 王雪飞,谭忠健,翟洪君,等. 海上探井测试交互式试井技术[J]. 油气井测试,2019,28(1):32-37.  
WANG Xuefei, TAN Zhongjian, ZHAI Hongjun, et al. Interactive well test technology for offshore exploration wells [J]. Well Testing, 2019,28(1):32-37.
- [8] 李震,徐思勇,王谦,等. 利用产出剖面测井确定剩余油饱和度[J]. 测井技术,2016,40(3):372-376.  
LI Zhen, XU Siyong, WANG Qian, et al. Determining production layer remaining oil saturation by production profile data [J]. Well Logging Technology, 2016, 40(3):372-376.
- [9] 张铁轩. 剩余油饱和度的测井评价方法[J]. 科技导报, 2010,28(8):104-109.  
ZHANG Tiexuan. Well logging residual oil saturation evaluation methods [J]. Science & Technology Review, 2010, 28(8):104-109.
- [10] 徐海霞,陈小凯,吕孝明,等. 动态监测技术在超深油藏调剖调驱中的应用[J]. 油气井测试,2017,26(6):37-40.  
XU Haixia, CHEN Xiaokai, LYU Xiaoming, et al. Application of dynamic monitoring technology in the deep profile control process of extra-deep heavy oil reservoir [J]. Well Testing, 2017,26(6):37-40.
- [11] 梅嵩. 海上修井打捞管柱受力分析及工具组合优化设计研究[D]. 北京:中国石油大学(北京),2016.  
MEI Song. Offshore fishing string force analysis and tool optimal design [D]. Beijing: China University of Petroleum (Beijing), 2016.
- [12] 胡忠太. 连续油管开关滑套技术在海上某气井中的应用[J]. 油气井测试,2016,25(3):46-48.  
HU Zhongtai. Application of technology of switching sleeve with coiled tubing in a gas well on offshore [J]. Well Testing, 2016,25(3):46-48.
- [13] 秦小飞,冯永仁,张国强,等. 电缆式地层测试器异向推靠解卡装置的研制[J]. 测井技术,2016,40(3):327-330.  
QIN Xiaofei, FENG Yongren, ZHANG Guoqiang, et al. Development on incongruous pushing and stuck releasing device of wireline formation tester [J]. 2016,40(3):327-330.
- [14] 王克林,杨向同,刘军严,等. 库车山前高压气井钢丝投捞式试井技术[J]. 油气井测试,2018,27(4):15-20.  
WANG Kelin, YANG Xiangtong, LIU Junyan, et al. Wireline fishing well testing technology in Kuche Foreland [J]. Well Testing, 2018,27(4):15-20.
- [15] 张峰. 桥东油田电泵井筒电加热清蜡技术的应用[J]. 化工管理,2013(4):98,110.  
ZHANG Feng. Application of electric heating paraffin removal technology in electric pump well in Qiaodong Oilfield [J]. Chemical Enterprise Management, 2013(4):98,110.
- [16] 于喜艳,苏毅,孙林. 海上低渗储层酸化增效技术及应用[J]. 内蒙古石油化工,2017,43(8):62-66.  
YU Xiyen, SU Yi, SUN Lin. Applications of acidizing enhancement technology in offshore low-permeability reservoir [J]. Inner Mongolia Petrochemical Industry, 2017,43(8):62-66.
- [17] 任晓宁,赵立强,刘平礼,等. 渤海 SZ36-1 油田深部解堵技术及应用[J]. 海洋石油,2006,26(2):23-27.  
REN Xiaoning, ZHAO Liqiang, LIU Pingli, et al. Research and application of removing clog in deep reservoir for SZ36-1 Oilfield [J]. Offshore Oil, 2006, 26(2):23-27.
- [18] 高学仕,齐明侠,王维忠,等. 修井机井架的可靠性计算分析[J]. 石油机械,2001,29(10):25-26,29.  
GAO Xueshi, QI Mingxia, WANG Weizhong, et al. Reliability calculation and analysis of workover rig [J]. China Petroleum Machinery, 2001,29(10):25-26,29.
- [19] 高学仕,齐明侠,郑满圈,等. 修井机井架的静强度与疲劳分析[J]. 石油矿场机械,2001,30(4):9-11.  
GAO Xueshi, QI Mingxia, Zheng Manjuan et al. Analysis of static strength and fatigue life oil derrick for workover rig [J]. Oil Field Equipment, 2001,30(4):9-11.
- [20] 吕长杰,赵云中,徐百刚. 带压作业技术的研究与应用[J]. 中国科技信息,2010,22(10):147-148.  
LYU Changjie, ZHAO Yunzhong, XU Baigang. Research and application of pressure operation technology [J]. China Science and Technology Information, 2010, 22(10):147-148.
- [21] 吴千里. 新型带压作业防喷装置[J]. 石油机械,2008,36(1):49-51.  
WU Qianli. Research and application of new blowout preventer used in snubbing service [J]. China Petroleum Machinery, 2008,36(1):49-51.
- [22] 冯卫华,卢中原,张兴华,等. 海上平台测试作业的安全管理分析[J]. 中国新技术新产品,2012(3):246.  
FENG Weihua, LU Zhongyuan, ZHANG Xinghua, et al. Safety management analysis of offshore platform test operations [J]. China New Technologies and Products, 2012(3):246.

编辑 刘振庆

第一作者简介:李凯,男,1984 年出生,工程师,2007 年毕业于西南石油大学采油工程专业,主要从事生产作业管理工作。电话:022-66501318,13752161702; Email: likai@ cnooc.com.cn。通信地址:天津市滨海新区海川路 2121 号海洋石油大厦 A 座 1808 室,邮政编码:300457。