

文章编号: 1001-3482(2007)01-0063-04

带压作业修井装置的研制

崔 斌^{1,2}

(1. 中国科学院 力学研究所, 北京 100080; 2. 辽河石油勘探局 兴隆台工程技术处, 辽宁 盘锦 124107)

摘要:介绍了国内外带压作业装置的技术现状,叙述了国内自主开发的带压作业修井装置的基本设计原理、部件设计、操作规程和目前涉及到的主要力学问题,为我国带压作业装置的研究和设计提供借鉴。

关键词:带压作业;修井;修井机

中图分类号: TE935 **文献标识码:** A

Development of Well Repair Device Under Pressure

CUI Bin^{1,2}

(1. Institute of Dynamics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China;

2. Xinglongtai Engineering Technology Department, Liaohe Petroleum Exploration Bureau, Panjin 124107, China)

Abstract: Domestic and international technology status and development of well repair device is fully introduced, in which well repair device under pressure is emphasized. Basic design principle, components design and operation guidance of self-developed well repair device under pressure, as well as the main mechanics problem concerned are given. References for research and design of the operation device under pressure in our country are provided as well.

Key words: operation under pressure; well repair; well repair machine

目前,在我国油田的油气水井检修作业中通常采用放喷和压井两种作业方式,其中放喷作业浪费资源、污染环境;压井作业时堵塞空隙、污染地层,影响生产。

不压井作业机是指在井筒内有压力、有油气的情况下不压井进行起下管柱作业,实施增产措施或进行欠平衡钻井的一种先进的作业设备。它能有效避免作业过程中压井对油层产生的污染,保护油气层,简化作业施工工序,提高生产效率,降低生产成本。

1 国内外带压作业装置技术现状

成套的不压井作业机作业效率高、工作安全可靠。在美国、加拿大及南美洲,每台不压井作业机每年可作业 1 000 井次以上,均在不关/压井情况下作业,大大缩短停产时间,提高生产效益^[1]。用带压作

业装置进行修井作业的优势是能保持地层能量,不污染地层;节省放喷、压井、洗井等项费用及缩短作业时间;设备质量轻,易分解运输;可靠性高,安全性好。国外不压井修井机技术起步较早,加上国外的材料性能优越,因而其产品结构简便,密封部位磨损少。目前短冲程产品具有一定的优势,它应用了计算机辅助不压井作业工艺技术,能遥控操作和自动起下作业,在陆上和海洋平台上的应用越来越广泛。用液压不压井修井机对国内某些油田的注水井进行不压井修井作业具有很大的潜力^[2]。

美国 Bake 公司开发了 HRL-142 型液压不压井修井机^[3],文献[3]简要介绍了它的动力源系统以及起升液缸系统的组成与工作原理。该系统具有结构简单、设计新颖、控制集中、方便、准确等优点。但国外不压井修井设备价格昂贵,易损件要依赖进口。因而,开发性能稳定,价格低廉的带压作业装置,在

收稿日期:2006-03-09

作者简介:崔 斌(1962-),男,辽宁大连人,工程师,在读博士,1997年毕业于大庆石油学院油田开发专业,主要从事石油机械的结构设计和仿真。

我国这样一个石油大国非常重要。

针对这种情况,杨永超等研制了ZY-1型油井带压作业装置^[4],给油井正常施工创造了良好的工作条件,满足了油井正常作业的需要。ZY-1型装置主要由6部分组成,既可以整体使用,也可以分件使用。现场使用表明,这种装置具有结构简单,应用方便,提高工作效率等特点,具有明显的推广价值。

虽然在带压作业装置的研制方面,国内的研究还比较少,但是目前国内在常规修井机的研制方面已经积累了大量的经验,修井作业成本投入和综合效益的矛盾日益突出。张德崇等研制了高效修井作业车,提高了修井作业时效,降低了修井作业成本,提高了作业施工质量。通过进行合理的修井作业施工设计,可以完成4大类13项修井作业^[5]。

严格按照API规范和我国石油行业标准,池胜高等在总体设计方案、动力配置、并车方式、底盘系统、绞车传动系统和井架结构等方面,吸取国外同类设备优点,设计了由自走式底盘和修井专用装置2大部分组成的XJ1000型修井机^[6]。

在深入分析液压蓄能修井机工作原理的基础上,张路军建立了XXJ300/500液压蓄能修井机起升管柱系统的数学模型。用Matlab仿真分析得出了管柱质量、节流阀通流面积及氮气包容积对管柱起升速度的影响规律^[7]。国内许多研究人员对修井机的现状与开发给予了特别的关注^[8-10]。

随着对修井机研究的不断深入,高学仕等对修井机井架的静强度与疲劳分析,结构优化设计以及修井机井架的可靠性分析等方面开展了研究^[11-13]。杨志才等利用有限元法研究了修井机井架静强度^[14]。李建平对海洋修井机井架进行了有限元计算^[15]。徐忠明对修井机井架起升油缸回路进行了分析与设计计算^[16]。

这些常规修井机方面的研究资料是带压作业装置研制中宝贵的技术资料。但是,带压作业修井装置有许多技术难题,为了解决注水井压力高、降压慢、维修难等问题,辽河油田兴隆台工程技术处在参考国外先进经验和国内技术现状的基础上,研制了高压油气水井带压作业装置,并已在吉林油田投入使用。本文简要介绍该装置的结构、原理、技术参数和性能特点以及涉及到的关键力学问题。

2 带压作业系统构成及工作原理

装置主体由中原油田机械制造总厂生产的作业车改造而成。作业车上配有1台主要用于井架升

高、作业车支撑和液压大钳使用的油泵,此泵同时也是带压作业的动力源。

整个作业系统按作业功能可划分为动力、控制、结构和密封4个系统。液压动力是整个装置的关键,它承担着系统的作业动力源和密封动力源2项任务。作业动力源要求高效率,密封动力源需要较高的工作压力以密封井内的井压。

2.1 液压动力系统

液控操纵箱主要用于控制各油管油路,箱内有总进油管、总回油管、单向阀、三通和多个压力表,箱外有蓄能器。当总进油管线进入操纵箱后,先通过1个三通,其中一路直接与主油缸手动换向阀的进油口相连接,另一路通过单向阀进入主进油管线分送到上卡瓦、下卡瓦、环型封井器和闸板防喷器,回油管路全部由总回油管回流到作业车油箱内,在换向阀的输出管路上全部装有压力表,便于观察设备开、关、上升、下降的情况。

由于不同作业阶段主油缸油压相差很大,油缸上升时只需要很少一点压力,而油缸下降阶段,刚开始下入油管时所需压力较大,随着油管下入深度,油管自重越来越大,油缸所需下拉力相应减小,故主油缸在作业过程中大部分时间所需油压不大,但要求流量大,以加快油缸上升和下降的速度,提高工作效率。其他液压设备则与之相反,要求高压,小流量。因此将进油设计分为2路:一路去主油缸;另一路通过单向阀去高压、低流量的液压回路,通过单向阀防止高压油在系统压力下降时回流,该回路上接有蓄能器以储备高压油。当总进油管进入操纵箱后,一路去主油缸,另一路通过单向阀进入蓄能器和其他6个换向阀,蓄能器内有胶囊,储有高压氮气。开始工作时,作业车动力源把泵压加到最高工作压力,使蓄能器内充满高压油,随后,动力源降压,因有单向阀,操纵箱内除主油缸外,其他油路压力仍为高压,这样,高压和低压2部分均可正常工作。

2.2 主要部件及功能(如图1)

- a) 升降主油缸 主要用于起下油管,施加上举力和下压力。
- b) 上横梁 支撑主油缸,固定上卡瓦,传递拉、压力。
- c) 液压上卡瓦 固定油管,传递拉、压力。
- d) 液压下卡瓦 固定油管。
- e) $\phi 20$ mm 通径环形封井器 封井压,辅助起下油管。
- f) 提升短节 连接2个主油缸,辅助主油缸

提升油管。

g) 双闸板液压防喷器 停止工作后,封井压,并带手动锁紧装置,更换环型封井器的胶芯时使用。

h) $\phi 180$ mm 通径环形封井器 在将堵塞器送至 $\phi 73$ mm (2 8/英寸) 油管的底部后上提油管挂的过程中,用其密封油管挂上部油管。当进行正常起下油管作业时,作为备用封井器。

i) 下横梁 支撑主油缸并作井口工作台,稳定整个带压装置。

j) 拉杆(油缸与作业车之间连接牵引,距离可调) 使带压作业装置与作业车连为一体,确保带压作业装置的中心与井口中心对正。

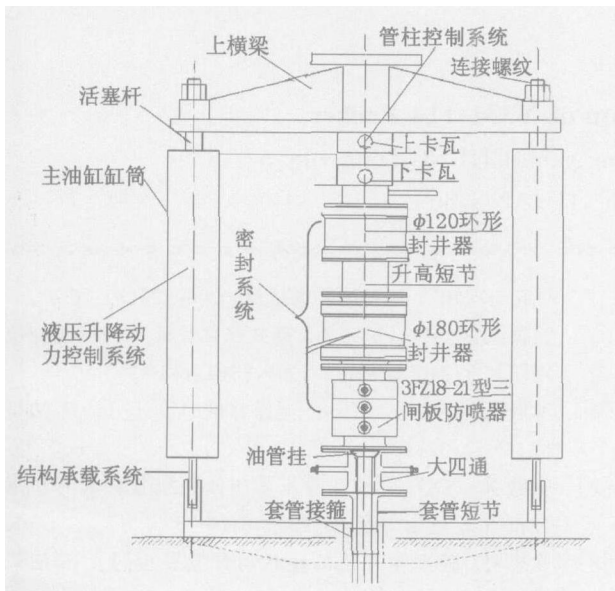


图 1 装置部件和原理示意

2.3 四大系统(图 1)及功能

a) 液压升降动力系统 是管柱升降的动力源。

b) 管柱控制系统 用于检测接箍和控制密封系统开启,以便于接箍的通过和密封。

c) 结构承载系统 为整个带压作业装置在装卸和作业过程中提供足够的承载能力。

d) 密封系统 密封井内压力。

2.4 带压作业工作原理

注水井里套管与油管之间的环形空间有高压,油管自身内也有高压,因此在作业过程中不但要密封环形空间,还必须同时封住油管内高压;不但要起下油管,还要在封堵油管的情况下通过接箍。油管柱的上部有油管挂,下部有封隔器和偏心配水器,而封隔器和偏心配水器由于结构原因不能在环形封井器中上下移动。

对标准注水井口进行拆除,只留下井口四通、四通两边阀门、上法兰和阀门,在上部阀门上部装一个油管短节,在油管短节上部装一个液压和自封的小封井器,油管堵塞器与小油管相连接。首先把油管堵塞器下入到油管短节内,用小封井器密封油管,上下卡瓦换上卡瓦牙,连接好油缸、上下横梁、上下卡瓦和液控设备,使各部分处于工作状态。此时,卡瓦夹住小油管,主油缸带动上卡瓦向下运动,将堵塞器压入井口四通以下进行坐封,封住油管。

拆除封井器、升高短节和上法兰,在四通上部依次装上环形封井器、双闸板液压防喷器、升高短节、环形封井器和下卡瓦。利用小油管向下送入堵塞器,用环形封井器封住小油管。堵塞器解堵后,用上卡瓦卡住小油管,主油缸带着上卡瓦将油管送到油管的最低处进行坐封,随后用大钩提出小油管。

拆除下卡瓦和环形封井器的内胶芯,留下胶芯,油管挂上接 1 根油管。用上环形封井器的胶芯封住油管挂上部的油管,上提油管挂。当油管挂通过下环形封井器后,立即用下环形封井器封住油管挂下部的油管。打开上环形封井器,用大钩上提油管挂,直到油管挂高出上环形封井器。拆除油管挂,装入胶芯,装上下卡瓦,接油管进行起油管作业。

在进行起油管作业时,用上环形封井器封住井压,下环形封井器备用。若井内无油管,可用双闸板防喷器的全封闸板封住井压;若井内有油管,用半封闸板封住井压。开始起油管时,油管自重大于井压对油管的上顶力,此时可不用卡瓦,直接用大钩上提油管,随着油管越来越少,质量逐渐减轻,井压的上顶力与油管自重逐渐接近,此时使用卡瓦卡住油管,用带压作业装置进行起油管作业,以保证安全。下入油管的工艺流程与起油管流程相反。

3 关键力学问题

整套带压作业装置是在高压密封井内起下管柱,最基本最主要的要求是安全,其次装置必须操作简单,经久耐用,因而在装置设计中必须要准确计算出每个部件的安全余量和整套装置的安全程度。为此,重点解决以下力学问题:

a) 装置的强度、刚度、疲劳寿命分析。

b) 设备的安全性和性能改进,关键部件的安全性及其优化设计。

c) 管柱的变径密封,环形密封器的强度准则。

d) 动载作用下密封橡胶的强度和疲劳寿命,确定橡胶动态承载下的破坏准则。

文章编号: 1001-3482(2007)01-0066-03

Z331-114 型封隔器的研制与应用

王长庚¹,童广岩¹,陈庆云²,吴旭光¹,李 键³,黄 兵¹

(1. 中原油田分公司 采油三厂, 山东 莘县 252429; 2. 中原油田分公司 采油二厂, 河南 范县 457532;
3. 中原石油勘探局 钻井管具工程一处, 河南 清丰 457532)

摘要: 目前油田常用的几种封隔器结构都比较复杂, 在实际应用中坐封和解封存在着一些问题。为此, 研制了一种新型自封式封隔器, 采用自封原理, 取消了封隔器的坐封、解封机构和相应的操作。现场试验表明, 这种封隔器结构简单、使用可靠, 具有广泛的应用前景。

关键词: 封隔器; 结构; 设计; 现场应用

中图分类号: TE931.2 **文献标识码:** B

Development and Application of Y331-114 Packer

WANG Chang-geng¹, TONG Guang-yan¹, CHENG Qing-yun²,
WU Xu-guang¹, LI Jian³, HUANG Bing¹

e) 带压作业技术的安全标准。

4 展望和讨论

该装置虽然已经经过数百口注水井维修的检验, 但是, 还有许多需要在使用中不断完善和改进的地方, 在性能指标上与国外先进设备依然存在差距。但是, 作为国产化的带压修井设备, 在经济性和售后服务方面的优势是国外设备所不具备的, 国产化设备在某种程度上抑制了国外设备的价格, 促进了国外在设备服务方面的危机意识。随着新设备的不断完善和推广, 国内带压作业装置的技术水平将迅速接近国外同类设备, 同时, 设备的国产化也将带动修井装置企业的发展, 从而给国内外油气田提供更经济、更安全和操作方便的修井设备。

参考文献:

- [1] 陈蔚茜, 穆延旭, 付元强. 国外不压井作业机[J]. 石油机械, 2005, 33(1): 63-65.
- [2] 王方飞, 李金祥, 何应春, 等. 液压不压井修井机的现状及发展趋势[J]. 石油机械, 1997, 25(5): 49-51.
- [3] 姚春东. HRL-142 型不压井修井机液压系统[J]. 液压气动与密封, 2003, 2: 29-31.
- [4] 杨永超, 权培丰, 崔大庆, 等. ZY-1 型带压作业装置的

研究与应用[J]. 石油矿场机械, 2000, 29(3): 22-23.

- [5] 张德崇, 李宇光, 杨元祥. 高效修井作业车的研制与应用[J]. 石油矿场机械, 2004, 33(6): 83-85.
- [6] 池胜高, 刘 辉. XJ1000 型修井机的设计[J]. 石油机械, 2004, 32(10): 17-19.
- [7] 张路军. XXJ300/500 液压蓄能修井机管柱起升仿真分析[J]. 机床与液压, 2004, 8: 76-78.
- [8] 徐忠明. 轻型修井机的现状与开发展望[J]. 石油机械, 2000, 28(2): 48-51.
- [9] 杨 健. 四川油气田修井机现状与发展[J]. 钻采工艺, 2000, 23(1): 44-46.
- [10] 王振庄. 我国修井机技术发展的过去和未来[J]. 石油矿场机械, 2001, 30(增刊): 1-3.
- [11] 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.
- [12] 高学仕, 李 钺, 戴 杨, 等. 修井机井架的结构优化设计[J]. 石油矿场机械, 2002, 31(4): 12-14.
- [13] 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): 25-27.
- [14] 杨志才, 李玉坤, 王维忠, 等. 修井机井架静力有限元强度分析[J]. 油气田地面工程, 2003, 22(6): 20-21.
- [15] 李建平, 刘 辉, 池胜高. 海洋修井机井架的有限元分析[J]. 石油机械, 2002, 30(增刊): 32-34.
- [16] 徐忠明. 修井机井架起升油缸回路分析与设计计算[J]. 石油机械, 2002, 30(2): 7-10.

收稿日期: 2006-06-20

作者简介: 王长庚(1967-), 男, 河南驻马店人, 工程师, 1989年毕业于西南石油学院地质专业, 现从事采油管理工作。