

# 关于两个井控争议问题的讨论

张桂林

(中国石化胜利石油管理局石油工程管理处,山东东营 257001)

**摘要:**防喷器操作手柄位置和井口防喷器的组合形式在石油行业标准中没有明确规定,而防喷器操作手柄位置和井口防喷器的组合形式涉及到井控设计和现场防喷器的使用,对井控具有重要影响。为此,针对目前井控现状,分析了防喷器控制原理并查阅了文献资料,指出了因操作手柄位置不合理带来的井控隐患,建议钻井中防喷器操作手柄的最佳位置为“中”位;分析了防喷器组合的功能并查阅了井控标准,指出了防喷器组合形式和安装顺序等方面存在的问题,针对不同压力级别,提出了防喷器的组合方式及安装顺序的建议。对于防喷器操作手柄位置和井口防喷器的组合形式,需要修订现行标准以进行规范,并对标准修订的重点内容提出了建议。

**关键词:**井控 操作手柄 位置 安装顺序 防喷器 关井 压井

**中图分类号:**TE28   **文献标识码:**A   **文章编号:**1001-0890(2011)05-0008-06

## Discussion of Two Controversial Issues on Well Control

Zhang Guilin

(Petroleum Engineering Department, Sinopec Shengli Petroleum Administration, Dongying, Shandong, 257001, China)

**Abstract:** BOP handle position and the BOP configuration have not yet been clearly defined in petroleum industry, while all these involve the BOP design and field application which impacts the well control significantly. The BOP control mechanism was analyzed according to current well control status based on reviewed references. This paper pointed out some potential problems for well control caused by improper BOP handle positions, and suggested that the best handle position in drilling is middle. The different functions of BOP configuration were analyzed, and the problems existing in BOP configuration and installation order were pointed out. The BOP configuration and installation order was provided for different pressure levels. It is necessary to revise the existing standards related to the BOP handle position and BOP configuration and recommendations were provided.

**Key words:** well control; operating handle; position; installation; order; blowout preventer; closing well; killing well

井控设备是对油气井实施压力控制的关键设备,是实现安全钻井的可靠保证,是钻井设备中必不可少的装备<sup>[1]</sup>。合理配套和使用防喷器,充分发挥防喷器的功能,是井控工作的核心。由于受井控技术水平、认识水平和决策地位等方面的影响,在几个井控关键问题上一直存在着标准不统一、要求不一致的问题,出现了使用与管理上难以把握的现象,给井控工作带来了不利影响和安全隐患。经过长期的分析研究,笔者对2个井控关键问题——远程控制台防喷器控制手柄位置和井口防喷器的安装顺序提出了建议,供同行们参考,以期达到标准统一、便于

管理和使用、确保井控安全的目的。

### 1 防喷器操作手柄位置问题

关于防喷器远程控制台操作手柄的位置问题,

收稿日期:2011-04-15;改回日期:2011-08-04。

**作者简介:**张桂林(1959—),男,山东寿光人,1981年毕业于胜利石油学校钻井专业,2008年获中国石油大学(华东)油气井工程专业硕士学位,副处长,教授级高级工程师,主要从事钻井工程技术管理与研究工作。

**联系方式:**(0546)8555165,zhangguilin.slyt@sinopec.com。

文献[1]中有明确规定,文献[2]也进行了详细讨论。但作为当前存在的几个井控模糊问题之一,有必要同井口防喷器安装顺序问题一并进行分析,进一步明晰思路、明确正误,实现标准统一。

## 1.1 文献查阅情况

文献[1]关于防喷器手柄位置的规定为:“在正常钻进情况下,远程控制台各转阀的手柄位置是:各防喷器处于‘中’位,放喷阀处于‘关’位,旁通阀处于‘关’位”。“远程控制台上所有的三位四通转阀(液转阀)均为‘O’形机能,转阀在‘中’位时,各腔互不相通,而当手柄处于‘开’位或‘关’位时,随着压力油进入防喷器中液缸的一端,另一端的油液便经三位四通转阀回油箱。司钻控制台上的三位四通转阀(气转阀)可以自动复位(‘中’位)。”

文献[2]关于防喷器手柄最佳位置的建议是:“钻井生产中,防喷器控制系统各控制手柄最佳位置是‘中’位。将防喷器各操作手柄置于‘开’位,存在较大井控隐患”。

文献[3]4.1.4中的内容是:“远程控制台换向阀转动方向、司钻控制台换向阀转动方向与防喷器开关状况应一致”,没有查到其他关于控制系统手柄位置的明确规定。

文献[4]中的相关内容是:钻井期间,防喷器控制系统控制阀通常置于开位,压井和节流控制阀(放喷阀)通常置于关位。理由有三:一是可将防喷器液缸可靠地锁定在相应的位置;二是可清楚地显示环形、闸板防喷器或阀的工作状态;三是能够通过泵的频繁启动及时发现阀、管线或防喷器的漏失情况。文献[4]还提到:对闸板防喷器,必须有锁紧装置。无论何时使用锁紧装置,应从闸板“关闭”侧泄掉控制油压力,防止液压系统长期承受高压造成的不利影响。

文献[5]关于远程控制台、司钻控制台和液动闸阀换向阀待命工况位置的对策与建议是:“司钻台换向阀由于阀的结构特点,其待命工况只能位于‘中’位。远控台控制闸阀、液动闸阀的换向阀其待命工况宜位于‘中’位”。

## 1.2 对查阅资料的分析

文献[1]是中国石化统编最新井控培训和教学用书,由井控教师、专家起草撰写,专家学者审定,

2008年出版。该书对该问题有明确的叙述。

文献[2]是在参考井控方面文献的基础上,由井控专业技术人员和培训教师共同撰写的,得到了一致认可。因此,该文献中的结论具有较好的理论依据和现场指导意义。

文献[3]有关于阀位开关状态的规定,但该标准只是依据了国外标准中相关部分的提法,并无明确的理论基础和依据。对字面的理解,不能唯一地理解为对控制手柄位置“开”位与“中”位的规定。同时,标准中将远程控制台和司钻控制台一并进行表述,现场无法做到,因为司钻控制台防喷器手柄平时只能在“中”位,无法使其在“开”位。

文献[4]对操作手柄位置问题的考虑,主要有上述的3个理由。通过分析可知,为了这3个理由就使蓄能器、控制管线、液缸开启腔长期在连通状态下,实属不必要并且存在较大安全隐患。一是将手柄从“开”位扳回至“中”位时,开启腔中已保持并且继续保持压力、闸板打开并且处于液压锁定状态,不存在未进行锁定的问题;二是仅为了便于观察防喷器的开关状态,没有必要这样做;三是对打开侧管线及开启腔长期带压监测意义不大,如何监测关闭侧液压管线及液缸的完好才是井控的关键。同时,该标准要求关井时应泄掉关闭腔的压力以保护控制系统,这与开启腔长期在承受高压下工作相矛盾。

文献[5]的建议较为合理。

## 1.3 控制原理分析

从远程控制台对防喷器进行开关操作,是通过其核心元件——三位四通转阀进行的。该三位四通转阀具有3个位置、4条液压通路,即手柄的“开”位、“中”位与“关”位3个位置和阀与蓄能器、防喷器打开腔、防喷器关闭腔、油箱(通大气)连通的4条通路。该阀可用手动或气动进行控制。用手动控制时,手柄有“开”位、“中”位、“关”位3个位置,从司钻控制台遥控操作时,手柄只能有“开”位、“关”位2个位置。

手柄在“开”位或“关”位可打开或关闭防喷器,手柄在“中”位则是一个特殊的位置。在该位置时,各条油路互相断开并保持原来压力状态。也就是说,若将手柄从“关”位扳至“中”位则防喷器处于关闭状态并且关闭腔内仍保持压力,若将手柄从“开”位扳至“中”位则防喷器处于打开状态并且开启腔内仍保持压力。

关于正常施工作业中防喷器三位四通转阀的操作手柄处于哪个位置最合适,在文献[2]中进行了详细分析论述。得出的结论是:钻井生产中,防喷器控制系统各控制手柄最佳位置是“中”位;将

防喷器各操作手柄置于“开”位,存在较大井控隐患。手柄处于不同位置的优缺点对比见表1。从表1可以看出,在6项客观项目对比中,手柄在“中”位具有优势。

表 1 防喷器操作手柄位置优缺点对比

Table 1 Comparison of advantages and disadvantages for different position of BOP operating handle

| 位置   | 油量保护* | 压力消耗 | 防开启不到位 | 关井时间 | 液缸、活塞保护 | 管线保护 |
|------|-------|------|--------|------|---------|------|
| “中”位 | 好     | 小    | 好      | 稍短   | 好       | 好    |
| “开”位 | 差     | 大    | 好      | 长    | 差       | 差    |
| 对比   | +     | +    | +      | +    | +       | +    |

注: \*该项是事关井控安全的关键项目;“+”指“中”位优于“开”位,“-”指“中”位差于“开”位。

## 1.4 目前状况

笔者了解到:在中国石化的胜利油田、中原油田、西北分公司、西南分公司、华北分公司等油气田及企业,钻井施工中防喷器控制系统各控制手柄置于“中”位;在中国石化的南方勘探分公司,甲方要求所有防喷器手柄置于“开”位;在中国石油的塔里木等油田,甲方要求半封防喷器控制手柄置于“开”位,其他防喷器置于“中”位;其他油气田,有的要求所有闸板防喷器控制手柄置于“开”位、环形防喷器置于“中”位,有的则要求全封和剪切闸板防喷器控制手柄置于“中”位、其他置于“开”位。由此可看出,对于钻井过程中,防喷器控制手柄的位置没有统一的标准,比较混乱。

在川东北地区,一般使用5套105 MPa高压防喷器,包括2套半封闸板防喷器、1套全封闸板防喷器、1套剪切闸板防喷器和1套环形防喷器。在此配套情况下将防喷器控制手柄全部置于“开”位,在长期的钻井中所有防喷器的开启腔、液控管线和储能器始终处于连通状态,不利于保护井控设备和保持液控油量与压力,存在严重井控隐患。因此,统一标准、确保井控安全是十分必要和迫切的任务。

## 2 井口防喷器安装顺序问题

井口防喷器组合的安装顺序,是由井喷时关井和压井需要以及后续处理要求决定的。根据不同的地层压力和井别、井型以及井眼尺寸,对防喷器的配套要求也不一样,配套的类型、数量也不同。

### 2.1 对当前标准的分析

当前,国内防喷器压力级别一般分为6级、公称通径一般分为10种<sup>[6]</sup>,防喷器的配套数量和基本的

组合方式也有相关的规定<sup>[3,7-8]</sup>。但是,现行标准中只有文献[5]对防喷器组合顺序有规定,其他标准没有规定。在井控设计和现场使用中存在着不同的组合方式,对于井控安全和井控设备的充分利用很不利。因此,需要进行分析并制定标准,利于管理的统一和规范化,确保井控安全。

文献[3]和文献[8]都是当前的有效标准,二者都根据压力等级给出了防喷器的组合形式。但通过比较可以看出,二者在防喷器组合形式上存在不一致之处,在配套顺序上存在不妥之处。主要差别与错误表现在以下几个方面:

- 1) 在压力等级为21和35 MPa的防喷器组合形式中,文献[8]的组合形式更少。在实际配套使用中,按照文献[3]选用和配套更为合适,更有利不同压力级别、特别是低压井的选配。
- 2) 某些组合形式中,最下部的防喷器安装于四通之下。对于这种安装方式,一旦发生溢流关闭下部防喷器后,将无法进行下一步的压井作业。不论该防喷器是半封闸板防喷器还是全封或剪切闸板防喷器,只要关井都将形成没有循环和泄压出口的状况,难以进行下一步压井。而上部的四通也不能发挥作用,处于无用状态。
- 3) 对防喷器安装顺序没有规定,不利于井控设计和现场安装使用。虽然组合形式中标注了单闸板防喷器、双闸板防喷器、环形防喷器,但没有明确标出半封、全封和剪切闸板防喷器的位置,难以确定防喷器的具体位置。造成井控设计和现场使用中无标准可依的问题,影响防喷器功能的发挥和井控安全。
- 4) 配套组合形式不能完全满足现场需要,亟待修订。在四川和新疆等地区的高压井钻井中,已普遍配套了“4套闸板防喷器+1套环形防喷器”的组合。在闸板防喷器中包括2套半封闸板防喷器、1

套全封闸板防喷器和1套剪切闸板防喷器,但现行不含硫油气井井控标准中还没有此类组合形式,防喷器配套已高于标准要求。

上述4个方面的问题,不利于井控安全和装备的合理使用,应该进行研究、改进。

## 2.2 推荐防喷器组合顺序

合理确定井口防喷器组合的顺序,是实现井

控安全的基础。应立足于分析研究,具有很强的可操作性,达到“安全可靠、合理实用”的要求。针对现行标准存在的问题,笔者通过分析防喷器组合的功用并结合现场实际,提出以下组合形式:

1) 去掉文献[3]和[8]中的不当安装组合方式。

2) 明确防喷器组合的安装顺序,推荐安装顺序见图1—图3。

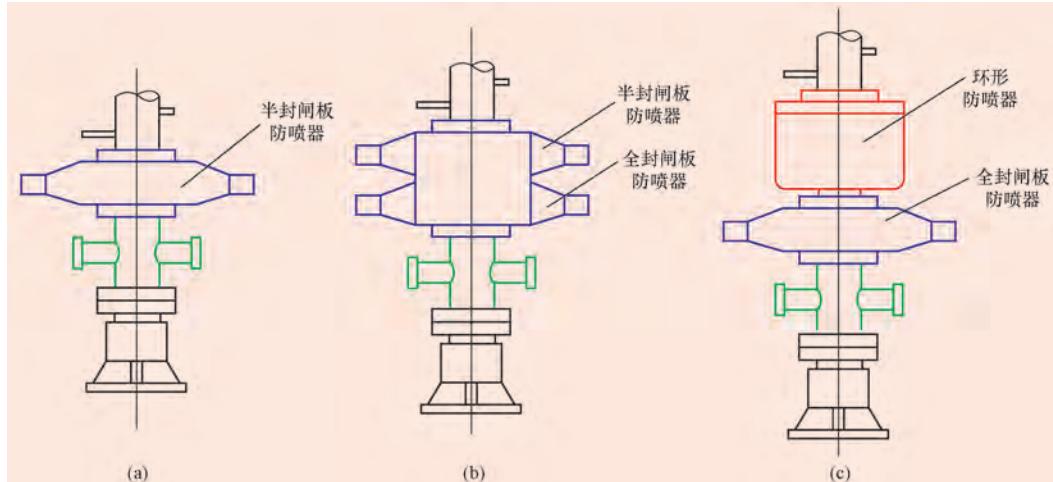


图1 14 MPa 防喷器组合顺序

Fig. 1 14 MPa BOP configuration order

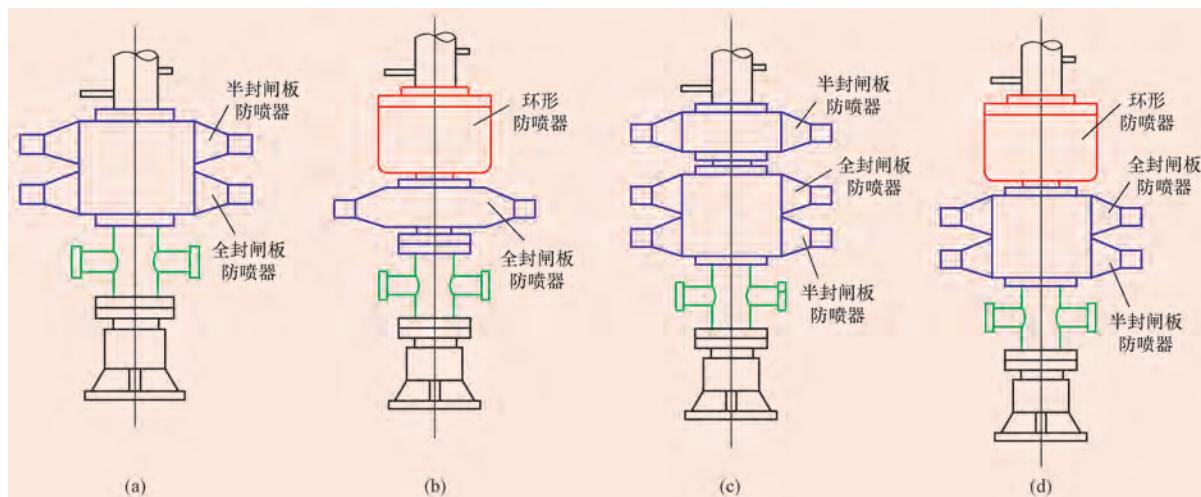


图2 21 和 35 MPa 防喷器组合顺序

Fig. 2 21 MPa and 35 MPa BOP configuration order

3) 增加高压力级别各类防喷器组合形式,推荐组合形式与安装顺序见图4。

## 2.3 改变防喷器组合安装顺序的基本考虑

钻井防喷器配备原则是:满足压力和尺寸系列要求,必要的压力余量和安全备用防喷器,

关井、压井和处理复杂井喷问题可靠。据此,笔者建议确定防喷器安装顺序时应从以下几方面考虑:

1) 只安装单闸板防喷器时,应为半封闸板防喷器。因钻井施工中不允许长时间空井,主要考虑井内有钻柱情况下的关井。

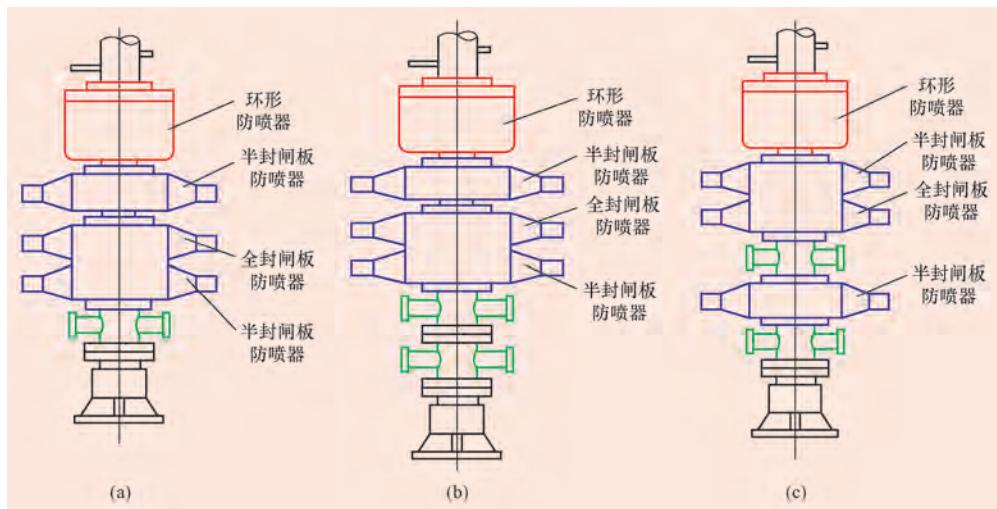


图 3 70 和 105 MPa 防喷器组合顺序

Fig. 3 70 MPa and 105 MPa BOP configuration order

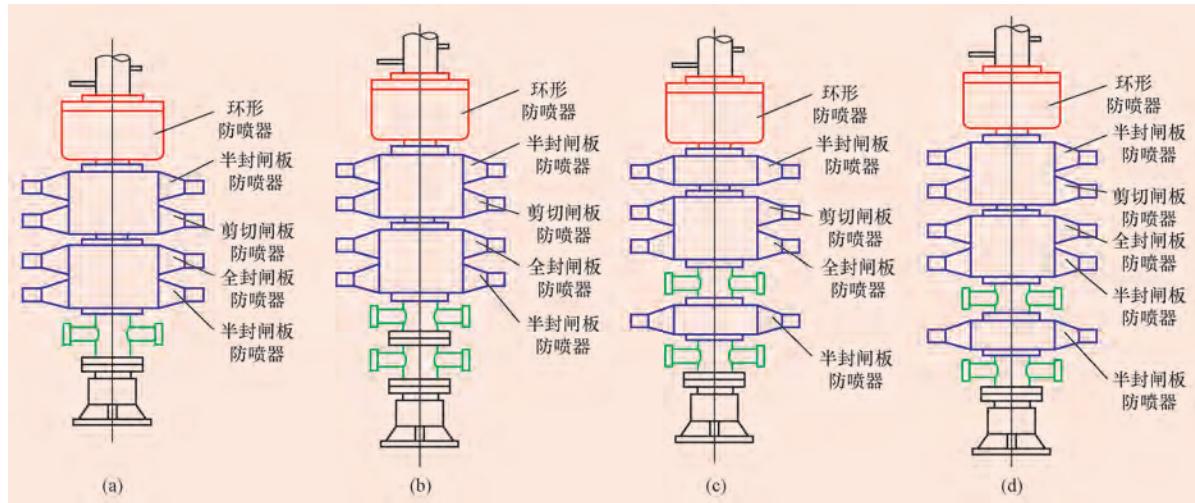


图 4 增加的 70 和 105 MPa 防喷器组合顺序

Fig. 4 Enhanced 70, 105 MPa BOP configuration order

2) 安装“环形防喷器+单闸板防喷器”时，闸板防喷器应为全封闸板防喷器。井内有钻柱时，通过环形防喷器关井；空井时，通过全封闸板防喷器关井；空井关井时，通过环形防喷器进行强行下钻具作业。

3) 安装双闸板防喷器时，上闸板防喷器应为半封闸板防喷器，下闸板防喷器应为全封闸板防喷器。井内有钻柱时，通过半封闸板防喷器关井；空井时，通过全封闸板防喷器关井；全封关井时，通过上部半封闸板防喷器进行强行下钻具作业。

4) 安装“环形防喷器+双闸板防喷器”时，上闸板防喷器应为全封闸板防喷器，下闸板防喷器为半封闸板防喷器。井内有钻柱时，可以通过环形防喷器或下部半封闸板防喷器关井；空井时，通过上部全

封闸板防喷器关井；空井关井时，通过环形防喷器进行强行下钻具作业。下部半封闸板防喷器为备用压井防喷器。

5) 安装三闸板防喷器时，中间应为全封闸板防喷器，上部和下部为半封闸板防喷器。井内有钻柱时，可以通过上部或下部的半封闸板防喷器关井；空井时，通过中间全封闸板防喷器关井；空井关井时，通过上部半封闸板防喷器进行强行下钻具作业。下部半封闸板防喷器为备用压井防喷器。

6) 安装“环形防喷器+十三闸板防喷器”时，中间闸板防喷器应为全封闸板防喷器，上部和下部为半封闸板防喷器。井内有钻柱时，可以通过环形防喷器或上、下部半封闸板防喷器关井；空井时，通过中

间全封闸板防喷器关井;空井关井时,通过环形防喷器和上部半封闸板防喷器进行强行下钻具作业。下部半封闸板防喷器为备用压井防喷器。

7) 安装“环形防喷器十四闸板防喷器”时,闸板防喷器的安装顺序自上而下依次为半封、剪切、全封和半封闸板防喷器。井内有钻柱时,可以通过环形防喷器或半封闸板防喷器关井,在紧急情况下还可以通过剪切闸板防喷器剪断钻具进行全封关井;空井时,通过全封闸板防喷器关井;全封关井时,通过环形防喷器和上部半封闸板防喷器进行强行下钻具作业。下部半封闸板防喷器为备用压井防喷器。

8) 安装“环形防喷器十五闸板防喷器”时,闸板防喷器的安装顺序自上而下依次为半封、剪切、全封、半封和半封闸板防喷器。井内有钻柱时,通过环形防喷器或半封闸板防喷器关井,在紧急情况下还可以通过剪切闸板防喷器剪断钻具全封关井;空井时,通过全封闸板防喷器关井;全封关井时,通过环形防喷器和上部半封闸板防喷器进行强行下钻具作业。下部2套半封闸板防喷器为备用压井防喷器。

双四通井口可以增加节流、压井管汇,利于关井后的放喷和压井。双四通中间安装1套半封闸板防喷器是最合理、最可靠的组合形式,关井放喷或压井时先用上部四通,若出现刺漏等损坏情况时,可关闭下部半封闸板防喷器,用下部四通进行放喷或压井。

在压井作业中,半封闸板防喷器的使用顺序为自上而下;若上部半封闸板防喷器发生闸板芯刺漏等损坏时,先关闭下部半封闸板防喷器关井,再更换已损坏的闸板芯或防喷器。

### 3 认识与建议

1) 防喷器的配套与操作事关井控成败,国内石油钻井行业应统一标准,制定针对性强的行业标准,规范井控设计、配套、操作和现场管理等方面的行为。

2) 在钻井过程中,远程控制台防喷器各控制手柄最佳位置是“中”位。手柄在“中”位利于迅速关井、保护井控设备、控制系统油量消耗和保持压力,能有效防止液控系统突然损坏造成的井控隐患。手柄在“开”位,防喷器开启腔、控制管线长期与液控源连通,液压油渗漏消耗大,存在管线突然破裂造成油

量大量损失的井控安全隐患,且关井时手柄要经“中”位再到“关”位,关井速度稍慢。

3) 在满足压力级别和尺寸系列要求的前提下,井口防喷器的组合顺序应按笔者推荐的顺序配套。按照推荐的顺序进行配套,可以充分发挥防喷器功能,也保持了高压力级别防喷器的安全储备。

4) 当前井控标准部分内容不能满足现场实际需要,应尽快进行修订。修订标准时,首先要研究分析井控装置的原理和功能,修订重点是理清模糊概念、明确井控装置的配套和操作要求,进一步完善高压力级别、大尺寸多层套管井和非常规井身结构井、高含硫化氢井等的井控配套系列,满足现场井控要求。

### 参 考 文 献

- [1] 集团公司井控培训教材编写组. 钻井井控设备[M]. 东营:中国石油大学出版社,2008:79-81.
- [2] Writing group of Sinopec well control training materials. Drilling well control equipment[M]. Dongying:China University of Petroleum Press,2008:79-81.
- [3] 张桂林,苏山林,王延文. 防喷器操作手柄最佳位置的讨论[J]. 天然气勘探与开发,2008,31(4):47-51.  
Zhang Guolin, Su Shanlin, Wang Yanwen. Best position of the operating handle for blowout preventer[J]. Natural Gas Exploration and Development, 2008, 31(4):47-51.
- [4] SY/T5964—2006 钻井井控装置组合配套、安装调试与维护[S].  
SY/T5964—2006 Combination, installation, adjustment and maintenance of well-control equipment[S].
- [5] API Spec 16D—2004 Specification for control systems for drilling well control equipment and control systems for diverter equipment[S].
- [6] 孙孝真. 实用井控手册[M]. 北京:石油工业出版社,2010:58-60.  
Sun Xiaozhen. Practical well control handbook[M]. Beijing:Petroleum Industry Press,2010:58-60.
- [7] SY/T6616—2005 含硫油气井钻井井控装置配套、安装和使用规范[S].  
SY/T6616—2005 Specifications of well-control equipments arrangement, installation and operation for oil and gas well involving sulfide[S].
- [8] SY/T5053.1—2000 防喷器及控制装置:防喷器[S].  
SY/T5053.1—2000 Blowout preventer and control system blowout: preventer[S].
- [9] SY/T6426—2005 钻井井控技术规程[S].  
SY/T6426—2005 Specification for well control technology of drilling[S].