

中国石油天然气总公司
井控培训教材

孙振纯 夏月泉 徐明辉 编



井控技术



石油工业出版社

北京)

28

1

登录号	126096
分类号	TE28
种次号	011

中国石油天然气总公司井控培训教材

井 控 技 术

孙振纯 夏月泉 徐明辉 编



石油0122358



石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书紧密结合我国井控技术发展的实际,充分吸收了国外井控培训工作的经验,在由浅到深地阐述了地层压力和井控的概念、井涌的原因及控制机理、关井程序及各种常规压井方法的基础上,根据目前我国井控培训工作的现状,突出强调了二次控制的重要性,新增加了非常规压井、浅气层井控、各岗位关井操作职责以及井控模拟装置的演练等内容。

本书是钻井工程人员取得井控操作合格证的专用培训教材,同时也可作为石油院校相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

井控技术/孙振纯等编.

北京:石油工业出版社,1997.9

中国石油天然气总公司井控培训教材

ISBN 7-5021-2145-5

I. 井…

II. 孙…

III. 油气钻井-控制-技术培训-教材

N. TE28

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 19781 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

煤炭工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 16 开本 15 印张 1 插页 380 千字 印 1—15000

1997 年 9 月北京第 1 版 1997 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2145-5/TE·1799

定价: 32.00 元

前 言

随着油气勘探开发领域的不断延伸扩大，从陆上到滩涂浅海，从浅层到深层，钻井难度越来越大，对井控技术和钻井人员素质的要求越来越高。目前，已经有越来越多的人认识到：在科学钻井技术得到广泛应用和钻井总体技术水平日益提高的今天，仍寄希望于靠井喷来发现油气层的认识是不正确的。为了对付复杂的地层，安全优质地实施快速钻井，必须把井控技术作为研究和发展的主要内容。只有对油气井的控制技术发展了，人员的井控素质提高了，才能有效地实施近平衡压力钻井，才能真正有效地发现油气层和保护油气层。也就是说：井控技术是实施近平衡钻井乃至欠平衡钻井的保障，而实施近平衡钻井是发现油气层和保护油气层的关键。

近十多年来，我国井控技术和井控工作发展很快。全国各油田为适应不断发展的井控培训工作的需要，都陆续建立起了井控培训点，第一轮和第二轮的培训正在深入展开。井控教材、教具、教师队伍和井控教学辅助设备的建设初具规模。80年代编写的井控教材在培训教学中发挥了积极的作用，但是，随着井控技术的不断发展和更新，尤其是随着钻井走向国际市场以后，对井控培训和培训教材的内容提出了更高的要求。这样，原有的井控培训教材已不能适应井控技术发展的需要，编写适应现代井控工作要求、可供全国各油田使用的教材已成为当务之急的工作。为此，我们在参考美国 IMCO 公司井控培训教材的基础上，结合我国井控技术发展的实际情况编写了这套教材。为使本套井控教材更具有国际性、先进性和可操作性，我们先后组织各油田井控培训点的 30 多位教师逐章节地进行了讨论，并多次征求各油田具有多年井控经验的钻井专家的意见，反复进行了修改和补充，力求做到内容完善、逻辑严谨。

本套教材是钻井工程人员取得井控操作合格证的专用培训教材，同时也可作为石油院校相关专业的参考书和油田各级领导、工程技术人员、安全环保人员的自学用书。

在教材编写过程中，得到了我国石油钻井界的老专家、工程技术人员、石油院校和石油工业出版社的大力支持和帮助，在此一并表示感谢！尽管我们做了最大的努力，力求使其严谨、完善，但由于水平有限，难免有错误之处，恳请读者批评指正。

编者

一九九七年三月六日

目 录

第一章 绪论	(1)
一、井控及其相关的概念.....	(1)
二、井喷失控的原因及危害.....	(2)
三、对井控工作的正确认识.....	(4)
四、做好井控工作的对策.....	(5)
五、井控培训要求.....	(6)
第二章 井下各种压力的概念及其相互关系	(12)
一、压力	(12)
二、静液压力	(13)
三、压力梯度	(14)
四、地层压力	(16)
五、上覆岩层压力	(16)
六、破裂压力	(17)
七、井底压力	(17)
八、压差	(18)
九、压力损失	(18)
十、激动压力和抽吸压力	(18)
十一、泵压、液压	(21)
复习思考题	(21)
第三章 地层压力检测	(22)
一、地层压力和异常地层压力形成的机理	(22)
二、检测地层压力的方法	(31)
三、地层破裂压力	(56)
复习思考题	(68)
第四章 井控设计	(71)
一、与井控设计有关的法规、后勤供应、成本与安全	(71)
二、压力剖面	(73)
三、套管程序的确定	(75)
四、钻井液设计	(79)
五、井控设备选择	(81)
六、应急计划	(82)
七、满足井控安全的钻前工程及合理的井场布局	(83)
复习思考题	(84)
第五章 井涌的主要原因、预防与检测	(85)

一、井涌主要原因分析及预防	(85)
二、井涌检测	(90)
复习思考题	(96)
第六章 关井程序	(97)
一、分工负责与关键的基本概念	(97)
二、钻进时发现井涌关井	(104)
三、起下钻时发现井涌关井	(105)
四、井内没有钻具时发现井涌关井	(106)
五、海上作业发现井涌水下关井	(106)
六、下套管和尾管时发现井涌关井	(107)
七、在气候寒冷地区钻井井涌时的关井	(107)
八、防止关井压裂地层的分流程序	(108)
九、小结	(109)
复习思考题	(109)
第七章 井内气体的膨胀和运移	(110)
一、气体定律	(110)
二、井内气体的膨胀	(116)
三、井内气体的运移	(118)
复习思考题	(120)
第八章 井涌控制原理	(121)
一、井底常压原理	(121)
二、“U”形管原理	(122)
三、关井允许最大套管压力	(124)
四、压井钻井液密度与新钻井液密度	(127)
五、立管压力控制（井涌控制）	(132)
复习思考题	(139)
第九章 井底常压法压井	(141)
一、井底常压法压井的优点	(141)
二、井底常压法工作程序	(142)
三、控制井涌可能出现的问题与解决途径	(156)
四、地层不同流体流入的影响	(160)
五、地面与水下防喷器组的区别	(161)
复习思考题	(162)
第十章 非常规井控技术	(163)
一、体积控制法	(163)
二、硬顶法	(172)
三、钻具离开井底压井	(175)
四、低节流压力法	(177)
复习思考题	(178)

第十一章 特殊控制与操作	(180)
一、浅层气的处理.....	(180)
二、井漏或井下井喷.....	(185)
三、强行起下钻操作.....	(190)
复习思考题.....	(199)
第十二章 井控模拟装置与井控演习	(200)
一、井控模拟装置.....	(200)
二、井控演习.....	(206)
附录一 《石油与天然气钻井井控技术规定》	(209)
附录二 井控常用数据表	(219)
参考文献	(230)

第一章 绪 论

一、井控及其相关的概念

1. 井控的概念

井控, 英文是 Well Control, 有的叫做 Kick Control, 即井涌控制, 还有的叫做 Pressure Control, 即压力控制。各种叫法本质上是一样的, 都是说明要采取一定的方法控制住地层孔隙压力, 基本上保持井内压力平衡, 保证钻井的顺利进行。井控作业要从钻井的目的和一口井今后整个生产年限来考虑, 既要完整地取得地下各种地质资料, 又要有利于保护油气层, 有利于发现油气田, 提高采收率, 延长油气井的寿命。为此, 人们要依靠良好的井控技术进行近平衡压力钻井。目前的井控技术已从单纯的防喷发展成为保护油气层、防止破坏资源、防止环境污染, 已成为高速低成本钻井技术的重要组成部分和实施近平衡压力钻井的重要保证。

人们根据井涌的规模和采取的控制方法之不同, 把井控作业分为三级, 即初级井控、二级井控和三级井控。

初级井控 (一级井控) 是依靠适当的钻井液密度来控制住地层孔隙压力使得没有地层流体侵入井内, 井涌量为零, 自然也无溢流产生。

二级井控是指依靠井内正在使用中的钻井液密度不能控制住地层孔隙压力, 因此井内压力失衡, 地层流体侵入井内, 出现井涌, 地面出现溢流, 这时要依靠地面设备和适当的井控技术排除气侵钻井液, 处理掉井涌, 恢复井内压力平衡, 使之重新达到初级井控状态。这是目前培训钻井人员掌握井控技术的重点。

三级井控是指二级井控失败, 井涌量大, 终于失去控制, 发生了井喷 (地面或地下), 这时使用适当的技术与设备重新恢复对井的控制, 达到初级井控状态。这是平常说的井喷抢险, 可能需要灭火、打救援井等各种具体技术措施。

一般讲, 要力求使一口井经常处于初级井控状态, 同时做好一切应急准备, 一旦发生井涌和井喷能迅速地做出反应, 加以处理, 恢复正常钻井作业。

2. 与井控有关的概念

1) 井侵 (Influx)

当地层孔隙压力大于井底压力时, 地层孔隙中的流体 (油、气、水) 将侵入井内, 通常称之为井侵。最常见的井侵为气侵和盐水侵。

2) 溢流 (Overflow)

当井侵发生后, 井口返出的钻井液的量比泵入的钻井液的量多, 停泵后井口钻井液自动外溢, 这种现象称之为溢流。

3) 井涌 (Well kick)

溢流进一步发展, 钻井液涌出井口的现象称之为井涌。

4) 井喷 (Well Blowout)

地层流体 (油、气、水) 无控制地涌入井筒, 喷出地面的现象称为井喷。井喷流体自地层经井筒喷出地面叫地上井喷, 从井喷地层流入其它低压层叫地下井喷。

5) 井喷失控 (Out of Control for Blowout)

井喷发生后, 无法用常规方法控制井口而出现敞喷的现象称为井喷失控。这是钻井过程中最恶性的钻井事故。

总之, 井侵、溢流、井涌、井喷、井喷失控反映了地层压力与井底压力失去平衡以后井下和井口所出现的各种现象及事故发展变化的不同严重程度。

二、井喷失控的原因及危害

“一五”到“八五”期间, 全国共钻各类油气井 160398 口 (进尺 27788 万 m)。据不完全统计, 累计发生井喷失控 271 口, 占完成井的 0.0016, 其中井喷失控后又着火的井 81 口, 占井喷失控井的 30%。因井喷失控着火烧毁钻机和井喷后井口周围地层塌陷埋掉钻机的共 61 口。

综观各油气田发生井喷失控的实例, 分析井喷失控的直接原因, 大体可归纳为以下 14 个方面:

(1) 起钻抽吸, 造成诱喷。

(2) 起钻不灌钻井液或没有灌满。

(3) 不能及时准确地发现溢流。

(4) 发现溢流后处理措施不当。比如, 有的井发现溢流后不是及时正确地关井, 而是继续循环观察, 致使气侵段钻井液或气柱迅速上移, 再想关井, 为时已晚。

(5) 井口不安装防喷器。井口不安装防喷器主要是认识上的片面性: 其一, 实行口井大承包后, 片面追求节省钻井成本, 想尽量少地投入钻井设备, 少占用设备折旧; 其二, 认为地层压力系数低, 不会发生井喷, 用不着安装防喷器; 其三, 井控装备配套数量不足, 配有的防喷器只能保证重点探井和特殊工艺井; 其四, 认为几百米的浅井几天就打完了, 用不着安装防喷器。

(6) 井控设备的安装及试压不符合《石油与天然气钻井井控技术规定》的要求。比如: 放喷管线、钻井液回收管线、内控管线各部位的连接不是法兰丝扣连接, 而是现场低质量的焊接; 连接管线的尺寸、壁厚、钢级不合要求; 弯头不是专用的铸钢件, 弯头小于 90°; 放喷管线不用水泥基墩固定, 或是虽然固定了但间隔太远; 放喷管线没有接出井场, 管线长度不够; 防喷器及节流管汇各部件没有按规定的标准试压, 各部件的阀门出现问题最多, 有的打不开, 有的关不上, 有的刺漏; 防喷器不安装手动操纵杆; 不安装灌钻井液管线, 而是把高压内控管线当作灌钻井液管线使用; 井口套管接箍上面的双公升高短节丝扣不规范, 造成刺漏; 防喷器与井口安装不正、关井时闸板推不严, 造成刺漏; 防喷器橡胶件老化, 不能承受额定压力; 控制系统储能器至防喷器的液压油管线安装不规范, 漏油; 储能装置控制系统摆放位置不合要求等。

(7) 井身结构设计不合理。表层套管下的深度不够, 技术套管下的深度又靠后, 当钻到下部地层遇有异常压力而关井时, 在表层套管鞋外憋漏, 钻井液窜至井场地表, 无法实施有效关井。还有的井应该在打开油气层前实施先期完成, 可往往设计上却是后期完成, 给井控工作带来了麻烦。

(8) 对浅气层的危害性缺乏足够的认识。许多人认为浅气层井浅, 最多几百米深, 地层压力低, 不会惹麻烦。而实际上, 井越浅, 平衡地层压力的钻井液柱压力也越小, 一旦失去平衡, 浅层的油气上窜速度很快, 时间很短就能到达井口, 很容易让人措手不及。而且浅气层发生井涌井喷, 多是在没有下技术套管的井, 即使关上井, 很容易在上部浅层或表层套管鞋处憋漏。所以, 浅气层的危害性必须引起人们的重视, 要从井身结构和一次控制上下功夫。

(9) 地质设计未能提供准确的地层孔隙压力资料, 造成使用的钻井液密度低于地层孔隙压力。

(10) 空井时间过长, 又无人观察井口。空井时间过长一般都是由于起完钻后修理设备或是等技术措施。由于长时间空井不能循环钻井液, 造成气体有足够的时间向上滑脱运移。当运移到井口时已来不及下钻, 此种情况下关闸板防喷器不起作用, 关环形防喷器要么没有安装, 要么胶芯失效, 往往造成井喷失控。

(11) 钻遇漏失层段发生井漏未能及时处理或处理措施不当。发生井漏以后, 钻井液液柱压力降低, 当液柱压力低于地层孔隙压力时就会发生井侵、井涌乃至井喷。

(12) 相邻注水井不停注或未减压。这种情况多发生在老油田、老油区打调整井的情况。由于油田经过多年的开发注水, 地层压力已不是原始的地层压力, 尤其是遇到高压封闭区块, 它的压力往往大大高于原始的地层压力。如果采油厂考虑原油产量, 不愿意停掉相邻的注水井, 或是停注但不泄压, 往往造成钻井的复杂情况发生。

(13) 钻井液中混油过量或混油不均匀, 造成液柱压力低于地层孔隙压力。这种情况多发生在深井、探井、复杂井, 出于减少摩阻、改善钻井液性能、稳定井壁、钻井工艺的需要, 往往要在钻井液中混入一定比例的原油。但在混油过程中, 加量过猛导致不均匀, 或是总量过多, 都会造成井筒压力失去平衡。此外, 当卡钻发生后, 由于需要泡原油、柴油、煤油解卡, 从而破坏了井筒内的压力平衡, 此时如果不注意二次井控, 常常会造成井涌、井喷, 酿成更重大的事故。

(14) 思想麻痹, 违章操作。由于思想麻痹、违章操作而导致的井喷失控在这类事故中占有一定的比例, 解决这个问题主要要从严格管理和技术培训两个方面入手, 做好基础工作。

大量的实例告诉我们, 井喷失控是钻井工程中性质严重、损失巨大的灾难性事故, 其危害可概括为以下 6 个方面:

- (1) 打乱全面的正常工作秩序, 影响全局生产;
- (2) 使钻井事故复杂化;
- (3) 井喷失控极易引起火灾和地层塌陷, 影响周围千家万户的生命安全, 造成环境污染, 影响农田水利、渔场、牧场、林场建设。
- (4) 伤害油气层、破坏地下油气资源。
- (5) 造成机毁人亡和油气井报废, 带来巨大的经济损失。
- (6) 涉及面广, 在国际、国内造成不良的社会影响。

仅根据 1978 年至 1995 年这 18 年间发生的 173 口井喷失控井的不完全统计, 因井喷失控

导致死亡 5 人, 伤 47 人, 工程报废井 43 口, 地面直接经济损失达数千万元。例如, 1986 年 8 月中原油田卫 146 井发生强烈井喷, 失控后, 立即打乱了该局正常的工作。局领导主要成员亲临前线, 组织指挥抢险工作。兄弟油田、地方政府和本油田的兄弟单位先后前来支援, 组织了 800 多人参加的抢险队伍。熊熊烈火当场烧死一人, 重伤一人 (后因抢救无效牺牲), 13 人不同程度烧伤。为扑灭大火, 曾先后动用消防车 30 余辆。受污染的良好面积达 3000 余亩, 损失惨重。

1989 年元月青海油田台南 2 井取心起钻途中, 发生溢流, 防喷器未能关住 (岩心筒为 7", 而防喷器芯子为 5½"), 发生严重井喷, 大量气流泥砂喷出, 把井口的岩心筒及 6¼" 钻铤、转盘一起顶出 12m 高, 并将转盘挂在井架大腿横拉筋上。3min 以后在二层台上起火。虽然抢关防喷器将火扑灭, 但由于压力过大, 将放喷管线内闸门芯子憋断, 造成 1 人当场死亡, 9 人受伤。两天后防喷器被刺坏, 喷出大量气流和泥砂, 喷高达 50~70m。该井经过 40 多天的抢险工作, 利用间歇停喷时机抢注水泥封堵成功。但经济损失是严重的, 井架底座、游动滑车、大钩、水龙头、转盘、全套液压防喷器及节流管汇、两台振动筛、岩心筒、钻铤等报废, 造成机毁人亡、全井报废的重大经济损失。

1970 年 7 月大港油田港 75 井循环钻井液时发生严重井喷, 方补心冲出转盘, 钻井液和砂石随着强大的气流喷至天车以上, 随即由上而下起火, 引起钻机、转盘、钢丝绳、气路管线、机房、地面等处的油污起火。起火后油井停喷, 随后火熄灭。但不久又发生第二次强烈井喷, 火柱冲天而上, 迅猛异常, 将钢丝绳烧断, 钻具顿至井底, 游动滑车和大钩砸下, 倒挂在水龙头上, 水龙带随即烧坏, 强大的火柱从水龙头鹅颈管喷出。约半小时以后井架倒向机房方向, 整个设备被倒塌的井架压住。井架倒塌后, 强大的天然气流将鹅颈管弯外刺穿, 火分两股, 一股直冲天空, 高达数十米, 一股冲向井架底座前面, 火舌从地面卷起, 高达十余米, 整个井场一片火海。原石油部军管会、天津市革委会、天津驻军和油田领导为扑灭大火都亲临现场, 组织抢险灭火工作。油田驻军也投入了激烈的战斗。抢救人员先后达上万人次。但由于地面火势太大, 人无法接近井口, 不得不通过天津驻军调来炮兵, 用大炮打掉水龙头鹅颈管, 使火柱冲向天空。可见社会影响之大。

1958 年, 四川长桓坝气田长 1 井, 嘉陵江气藏井喷, 气量超过 1000 万 m³/d, 损失天然气达 4.61 亿 m³, 占该气田总储量的 62%, 致使该气藏几乎失去了开采价值。

三、对井控工作的正确认识

几十年来, 井控工作所取得的成绩是很大的, 积累的经验是十分丰富的。但是, 井喷失控造成的损失也是巨大的, 教训是十分深刻的。严峻的事实使人们对井控工作的认识正在逐步端正, 逐步提高。

在过去较长的时间里, 人们头脑中对井控工作存在着两种不正确的认识。其一, 由于过去井控装备简陋, 不能有效地关井, 特别是对高压油气层的井, 为了不井喷, 使用重钻井液钻井, 只要井不喷, 就片面地认为井控工作做好了, 至于是否污染油气层, 枪毙油气层, 则考虑甚少。其二, 使用低于油气层压力的低密度钻井液钻井, 试图用井喷发现油气藏。虽然其主观愿望不能说坏, 其结果却是相反, 井喷后不仅不能进行正常的钻井作业, 而且井喷后的压井作业不可避免地对油气层造成严重的损害。

上述两种不正确的认识及其造成的客观后果教育了人们，使人们认识到：只有实施近平衡压力钻井和采用先进的井控技术才是发现油气层、保护油气层的唯一正确途径。近平衡压力就是使用合理的钻井液密度形成略大于地层孔隙压力的液柱压力，达到对所钻地层实施一次控制的目的。做到既不污染地层，也不发生井喷。一旦一次控制未能准确实施，出现溢流后，还可以使用先进的井控装备及时进行关井，实施二次控制。从而保证了既有利于发现和保护油气层，又做到安全钻井。

1988年制定了适合我国情况的《石油与天然气钻井井控技术规定》，经过一段时间的试行后，1992年又对其进行了修改、补充、完善。这个规定是在吸取正反两方面的经验教训的基础上制定的，规定是符合实际的。这个规定对井控工作的认识是正确的，指导思想是明确的，它的实行对做好井控工作发挥了积极的作用。

四、做好井控工作的对策

井控工作包括井控设计、井控装备、钻开油气层前的准备工作、钻开油气层和井控作业、井喷失控的处理 防火防 H_2S 安全措施、井控技术培训等七个方面。

我们认为要搞好井控工作，必须做好以下6个方面的工作：

(1) 各级领导必须高度重视井控工作。

要充分认识井喷失控是钻井工程中性质严重、损失巨大的灾难性事故。井控技术是钻井工程中十分重要的一项技术。在钻井作业中，采取积极措施，坚持近平衡压力钻井，做好井控工作，既可以及时发现和保护油气层，又可以防止井喷和井喷失控，实现安全生产。在钻井作业中，一旦发生井喷，就会使井下情况复杂化，无法进行正常钻井，而被迫进行压井作业，对油气层将造成严重的破坏。同时，井喷后极易导致失控，井喷失控后将使油气资源受到严重的破坏，还易酿成火灾，造成人员伤亡，设备损坏，油气井报废。自然环境受到污染。对此，各级领导必须在思想上统一认识，高度重视井控工作，只有这样，才能保证井控工作有计划、有组织地沿着正确的轨道，步调一致地健康发展。

(2) 搞好井控工作，必须全面系统地抓好五个环节。

要搞好井控工作，必须紧紧抓住思想重视、措施正确、严格管理、技术培训和装备配套五个环节。

思想重视是指各级领导要高度重视井控工作。不要把井控工作与保护油气层对立起来。井控技术是实现近平衡压力钻井的基础技术，井控技术搞好了，有利于发现和保护油气层，提高油气井的产量，又可以防止井喷失控，实现安全生产。

措施正确主要指及时发现溢流和发现溢流显示后按正确的关井程序实行有效控制并及时组织压井作业，尽快地恢复正常的钻井工作。

严格管理指在整个过程中，必须认真贯彻《石油与天然气钻井井控技术规定》，建立和健全井控管理系统。要认真执行钻开油气层前准备工作的检查验收制度、岗位责任制度及后勤保证制度。

井控技术培训主要指：凡直接指挥钻井队现场生产的领导干部和技术人员、井队基层干部和正、副司钻必须经过井控技术培训考核，取得井控操作证。对钻井队岗位工人要进行井控知识的专业培训，使钻井工人掌握基本的井控技术本领；一旦出现井喷预兆，都能按岗位

要求协调，正确地实施井控操作，确保安全生产。

装备配套指应按《科学钻井装备配套标准》，逐步配齐相应压力等级防喷器、节流管汇及控制系统。

上述五个环节是互相联系的，缺一不可的，放松了哪一个环节都可能产生严重的后果。

(3) 要认真对待浅气层钻井的井控工作。

浅气层的存在，往往是发生井喷失控事故的潜在危险。浅气层虽然压力不高，但由于它距地面近，一旦井筒内液柱压力与气层压力失去平衡，天然气就会很快地窜到地面。如果井口未安装防喷器或者处理不当，一瞬间就可能发生井喷失控事故，过去在这方面的教训是深刻的。因此，在地质设计上要包括对浅气层的预告，工程上要根据地质提供的浅气层的位置、压力和范围，着重做好井身结构设计、钻井液设计、井控设计及泥浆池液面监测工作，把发生在浅气层的井喷失控事故减小到最低程度。

(4) 在注意高压油气井防喷的同时，也要注意中、低压油气井的防喷。

大量的事实表明，不论是高压油气井，还是中、低压油气井，只要不按客观规律办事，思想麻痹，处理措施不当，都有可能造成井喷失控。同时统计数字表明，在钻开中、低压油气层时发生井喷失控的比例大于钻开高压油气层。因为，井下的油气水层中，不论哪一层的地层孔隙压力高于当时井筒内静液柱压力时，都有可能导致井喷，尤其是目前在各油气田的井控装备还不尽人意的情况下。在当前的情况下，充分注意到中低压油气层的井也会发生井喷失控是十分重要的。忽视了这一点，思想上就会放松警惕，施工中就易马虎凑合，井控技术培训工作就不能认真抓好，井控技术规定的贯彻一定会流于形式，其后果是不言而喻的。

(5) 井控工作要各部门密切配合，常抓不懈。

井控工作是多方面组成的系统工程，需要各部门通力合作，密切配合，互相协调，才能发挥整体作用。同时井控工作是一项十分细致的工作，需要坚持不懈，毫不放松的严格管理来保证。只要各级领导上、下一致，连续抓它数年，养成习惯，形成制度，我们的井控工作一定会基础更扎实，成效更显著。

(6) 要严格执行《石油与天然气钻井井控技术规定》。

《石油与天然气钻井井控技术规定》在全面总结我们石油系统几十年来井控技术的基础上，吸收国外先进经验和先进技术，使我国的井控技术向科学化、标准化和正规化方面迈出了一大步。因此各油气田要结合本地区油气钻井的特点，制定实施细则和各项行之有效的制度，一丝不苟地贯彻执行，在贯彻实施中，要注意发现新情况，总结新经验，努力提高井控工作水平。

五、井控培训要求

1. 责任

根据在井控工作中职责的不同，提出了不同的井控培训要求。一般说来，为了做好井控工作，钻井监督（或甲方代表）、钻井承包单位和钻井队起码应具有以下的责任。

1) 钻井监督（甲方代表）

(1) 监督钻井作业安全进行。

(2) 向承包方提出钻井设计、钻井方法和井控设计及防喷作业要求，使之控制可能遇到的紧急情况。具体要求至少有：

- ①防喷器设备的应急操作；
 - ②起下钻注意事项；
 - ③保持井眼充满钻井液；
 - ④进行特殊作业如测井与试井时的注意事项；
 - ⑤使防喷器与其他防喷设备保持良好的工作状态；
 - ⑥防喷器试压时要注意保证试验压力不超过井口和套管的允许压力；
 - ⑦监视循环钻井液时罐内液面高度，以便及早确定是否遇到异常压力地层或发生漏失。
- (3) 保证甲方规章得到遵守。
- (4) 检查所有防喷设备的安装是否正确，试压与维护保养是否符合规定。
- (5) 保证所有钻井人员对装上的防喷设备的操作受过充分的训练。
- (6) 确保钻井液加重材料和堵漏用材料的充分供应，并保证有足够的液态钻井液。
- (7) 有权在任何时候要求检验、试验或更换防喷设备。
- (8) 确保在钻井和完井过程中遵守油井设计中规定的各个程序和各種方法。
- (9) 熟悉安全并有效地从井里把井涌钻井液循环出来的各种程序。
- (10) 根据井底常压井控法，提出慢泵速压井泵压，保证安全地将井涌循环出井。
- (11) 维持足够密度的钻井液柱，防止地层流体侵入井内。
- (12) 从上级监督人那里得到建议和指导。
- (13) 确保所有防喷措施的施行都要有利于保护环境。
- (14) 报告包括溢油或其他可能的污染物在内事故。
- (15) 提高效益，降低成本。

2) 井队人员 (乙方)

(1) 接受并执行作业者 (甲方) 代表或钻井监督的指导，并报告与安全钻井有关的所有情况；

- (2) 进行安全钻井；
- (3) 熟悉防喷装置，并能在紧急情况下关井；
- (4) 遵守油田规定防喷作法，这些作法是：

①尽可能使井眼始终充满钻井液；

②注意观测地面泥浆池液面的变化，尽早发现地层漏失或是遭遇到异常压力的情况，并采取相应的措施；

③起钻时使钻井液柱静压力的降低值保持在安全极限范围以内；

④慢速下钻，防止地层破裂。

3) 承包单位 (乙方)

(1) 执行安全钻井规定。

(2) 按油井设计要求，为所钻油井提供适合的防喷设备。

(3) 确保防喷设备的安装正确，试压合格，检查和保养及时。

(4) 提供的钻井队应是防喷设备操作训练有素，充分懂得井涌原因及其预兆，发生井涌井喷时能采取迅速而慎重的控制措施。

(5) 遵守甲方（油公司）提供的油井设计。

2. 培训要求

我国将井控培训要求分成两大类：(1) 对技术干部的培训要求；(2) 对司钻、副司钻的培训要求。副司钻以上的钻井有关人员都必须通过相应的培训，持证上岗。

井队其他工人，由井队给以相应的岗位培训。

1) 对副司钻与司钻的培训要求

(1) 基本条件是能完成相应岗位的各项操作。

(2) 国家与中国石油天然气总公司有关条例和规定：

①井控技术；

②设备：a. 漏油的控制；b. 防范计划。

(3) 通用防喷设备：

①用途、操作、一般保养。

a. 除气器。

b. 可调节阻流器。

c. 环形防喷器：带分流系统；不带分流系统。

d. 闸板式防喷器。

e. 储能系统。

f. 钻杆内防喷器。

g. 钻杆安全阀。

h. 方钻杆旋塞。

i. 钻井液池液面指示器。

j. 钻井液体积测量装置。

k. 钻井液返出指示器。

l. 节流管汇。

m. 气体检测器。

n. 钻井液补充罐。

o. 钻井液、气体分离器。

②防喷器、分流器、关闭装置。

a. 安装；

b. 操作；

c. 保养；

d. 试验；

e. 问题举例：设备正确保养的要求；储能器适当的预充压力的要求；储能预充压力、操作压力、有效容积和实际操作之间的关系。

(4) 井涌。

①原因：

a. 未使井内充满钻井液

b. 起钻的抽吸作用；

- c. 循环漏失；
- d. 钻井液密度不够；
- e. 钻井遇到异常压力地层。

②警告信号：

- a. 钻井液池内钻井液体积增加；
- b. 钻井液返出流量增加；
- c. 起钻时井眼内没有灌足计算出的钻井液量；
- d. 钻速变化；
- e. 关泵后井内仍有液体流出；
- f. 循环泵压减小或者泵冲数增加；
- g. 起下钻、接单根以及原始气体量的改变；
- h. 钻井液气侵；
- i. 水侵钻井液或氯化物增加；
- j. 膨胀页岩及其在地面的状况；
- k. 钻井液流动性能改变。

③起钻时，测量灌入井内钻井液量的重要性。

④测量与记录灌入井内钻井液体积的各种方法。

(5) 井控作业。

①井底常压法：

- a. 司钻法；
- b. 等待加重法；
- c. 循环加重法；
- d. 其他可用的方法。

②司钻所在钻机的具体条件。

③简单的计算：

- a. 增加钻井液密度以控制井涌；
- b. 钻井液密度与压力之间的关系；
- c. 压井作业中钻井液密度增加时泵压的下降值；
- d. 泵压、排量与钻井液密度之间的关系；
- e. 套管压力的限制。

④岗位示范：

- a. 管汇；
- b. 立管；
- c. 泥浆房的各种阀。

⑤一般的压井程序。

⑥特殊的井控作业：

- a. 钻头离开井底；
- b. 钻具起出井眼；
- c. 循环漏失；

- d. 钻杆堵塞；
- e. 套管压力过大；
- f. 钻杆有孔洞。

⑦恰当关井：

- a. 各种控制方法：防喷器系统、节流管汇、分流系统；
- b. 现场教育：在节流管汇上操作阀；分流系统的作业；关闭环形防喷器；使用方钻杆旋塞；钻杆安全阀以及钻杆内防喷器。

⑧钻井液

- a. 密度；
- b. 粘度；
- c. 失水；
- d. 矿化度；
- e. 气侵；
- f. 增加钻井液密度的方法。

⑨浅气层

- a. 浅气层井涌时关井的优缺点；
- b. 使用分流器的优缺点；
- c. 使用隔水导管的优缺点。

(6) 资格

①考查：

- a. 有关设备与技术的书面或口头考查；
- b. 在试验井或模拟器上进行实际操作。

②资格的保持：

- a. 每四年进修一次全部课目；
- b. 每年有一次温习课目（包括井涌的实地控制）。

2) 对技术人员的培训要求

技术人员包括技术员、技师、工程师、井队长、钻井监督（甲方代表）以及参与工作或指挥井控工作的各级各类干部，其培训要求如下。在熟悉对司钻培训的全部内容的前提下，还要满足以下要求。

(1) 熟悉下列人员的职责与训练状况：

- ①副司钻；
- ②井架工；
- ③司钻；
- ④技师；
- ⑤井队长；
- ⑥工程师；
- ⑦钻井监督。

(2) 了解国家有关条例与公司规定：

- ①有关井控设备和技术的规定；