

谈钻井井控的安全文化与现场实践

高思敏^{1*}, 张向前², 王立新², 范永均²

¹中国石油国际勘探开发有限公司(CNODC)乍得上游项目公司, 北京

²中国石油西部钻探工程有限公司工程技术处, 新疆 乌鲁木齐

Email: 1493774543@qq.com

收稿日期: 2021年6月16日; 录用日期: 2021年7月19日; 发布日期: 2021年7月26日

摘要

钻井井控是钻井安全的核心, 关乎钻探企业的生存与发展。在油气勘探与开发的钻井实践中, 钻井井控形成了一系列井控安全的理念、观念、原则, 法律法规、规章制度, 并养成了一系列良好的行为习惯, 体现了文化引领、技术支撑和行为约束的企业文化管控目标, 积累了大井控、班自为战、专家支持等一系列实战经验, 为实现井控安全提供了有效保障。

关键词

钻井井控, 安全文化, 过程控制, 井控安全, 升级管理, 全生命周期

Safety Culture and Wellsite Practice about the Well-Control

Simin Gao^{1*}, Xiangqian Zhang², Lixin Wang², Yongjun Fan²

¹CNPC International (Chad) CO., LTD., Beijing

²CNPC XDEC Drilling Engineering Technology Department, Urumqi Xinjiang

Email: 1493774543@qq.com

Received: Jun. 16th, 2021; accepted: Jul. 19th, 2021; published: Jul. 26th, 2021

Abstract

The well-control is the key and core element in successful drilling safety and is concerned with a company's survival and development. A series of ideas, concepts, principles, laws, and regulations are created in the drilling well-control area by the drilling practices for oil and gas exploration

*第一作者。

and production. A range of excellent behaviors and thinking are developed in the meantime. Cultural guidance, technical supports, and behavioral constraints have been reflected for achieving the corporate safety-culture management objectives. Considerable experiences have been accumulated and provided effective guarantee for obtaining the safety of the well-control through the practices, such as the general well-control, fight for the group, expert's support, etc.

Keywords

Well-Control, Safety-Culture, Process-Control, Safety for the Well-Control, Upgrade-Management, All-Lifecycle

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 背景知识

在长期的钻井生产实践中，井控安全是安全生产的核心，通过油田企业和钻探企业甲乙双方的共同努力，形成了甲乙双方共同认可的钻井井控安全文化，体现了岗位人员共同的安全价值观、安全态度、思维逻辑及行为方式等[1]。

在石油行业中，井控安全文化是其企业文化的子文化，其基本内容也可用企业文化的三层同心圆结构模型来表示，如图 1 所示。其核心层为井控安全的意识、理念、观念、原则等精神层面的总和，是井控安全的“魂”；其中间层为井控安全的组织架构、管理模式、法律法规、管理制度、操作规程等制度层面的总和，是井控安全的“法”；其最外层是岗位员工的行为、道德和井控安全结果等外在的、直观的和物质层面的形象总和，是井控安全的“形”。

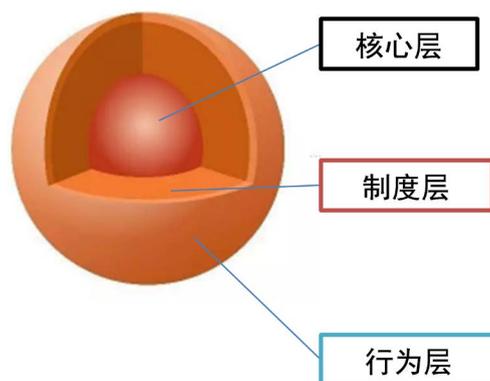


Figure 1. Three layer structure sketch for the corporate culture
图 1. 企业文化三层结构示意图

2. 井控安全文化的“魂”

2.1. 井控安全的三条工作理念

在长期井控实践中，管理岗、技术岗和操作岗等岗位人员达成了下列共识，即井控安全文化的核心层——安全文化的“魂”。

- 1) “以人为本”的理念——尊重人的生命价值和美好生活向往;
- 2) “安全就是效益”的理念——没有安全生产就没有经济效益;
- 3) “企业品牌形象就是企业无形资产”的理念——企业要向社会负责, 树立企业自己的品牌形象。

2.2. 井控安全的三点思想意识

1) **没有干不好的工作**。坚持问题导向, 积极攻坚克难, 做到持之以恒、常抓不懈。态度决定高度, 关键是自己主动干事的努力要到位;

2) **没有防不了的事故**。坚持目标导向, 努力做到井控工作万无一失。事故是可控可防的, 关键是自己积极预防的措施要到位;

3) **没有治不了的违章**(俗称低水平、老毛病、坏习惯)。坚持结果导向, 努力做到岗位没违章、违章没理由。从文件化管理、规范化操作和安全化运行入手, 做到设备安装可靠、井口试压合格、溢流发现及时、关井操作到位、处置科学有效。总之, 违章就是事故, 关键是企业、领导和员工的履职责任要到位, 即企业履行安全教育和安全技改的投入要到位——企业投入不能缺位; 领导根治习惯性违章的魄力要到位(注: 习惯性违章就是生产安全的顽疾)——领导动刀不能心软; 员工安全整改的功夫要到位——员工整改问题不能马虎。

2.3. 井控安全的三项行为准则

1) 坚持“风险评估、设计把关、主动防御、有序应对、保护油气”的**过程管控原则**。井控管理就是要在全生命周期中坚持把握风险意识、源头把关、全程控制、严格标准等技术要点, 做到意识与认识统一。

2) 坚持“发现溢流立即正确关井, 疑似溢流关井检查”的**主动防御原则**。井控管理就是要严格执行操作规范, 坚持“早发现、早关井、早处置”和班自为战等操作要点, 争取赢得主动, 做到认识与行动统一。

3) 严格遵守《井控十条禁令》的**及时纠错原则**。井控管理就是要坚持不犯错、不试错、不盲目行动等管理要点, 实现管理有序、技术规范、操作到位的管理目标, 做到行动与目标统一。

3. 井控安全文化的“法”

3.1. 井控管理的法律法规

- 1) 中华人民共和国安全生产法
- 2) 中华人民共和国环境保护法
- 3) 中华人民共和国消防法
- 4) 中华人民共和国突发事件应对法
- 5) 生产安全事故信息报告和处置方法
- 6) 生产安全事故应急预案管理办法
- 7) 生产经营单位安全培训规定
-

3.2. 井控管理的规章制度

- 1) 井控分级管理制度
- 2) 井控工作责任制度
- 3) 井控工作检查制度
- 4) 井控工作例会制度

- 5) 井控持证上岗制度
- 6) 井控设计管理制度
- 7) 甲方监督管理制度
- 8) 井控和 H₂S 防护演习制度
- 9) 井控设备管理制度
- 10) 专业检验维修机构管理制度
- 11) 井控装置现场安装、调试和维护制度
- 12) 开钻(开工)检查验收制度
- 13) 钻(射)开油气层审批(确认)制度
- 14) 干部值班带班制度
- 15) 坐岗观察制度
- 16) 井喷应急管理制度
- 17) 井喷事故管理制度
-

3.3. 井控管理的机构设置

- 1) 井控领导小组制度
- 2) 井控专家驻井制度
- 3) 井控应急中心制度
-

4. 井控安全文化的“形”

“井控安全，做什么？怎么做？啥结果？”，就是井控安全文化的“形”。主要包括其核心内容、管理原则及其运作模式。

4.1. 核心内容

井控安全文化的核心内容体现在三方面[2]，如图 2 所示。一是**风险识别**：依据风险识别的结果，制定并落实积极应对和有效削减风险的措施；二是**隐患排查**：依据隐患排查的结果，加大及时整改和有效排除隐患的力度；三是**应急处置**：一旦发生了事故复杂，就要启动相应级别的应急预案，通过资源调动，全面组织事故防范、应急抢险和组织救援等应急处置，努力把事故损失和负面影响降到最低。

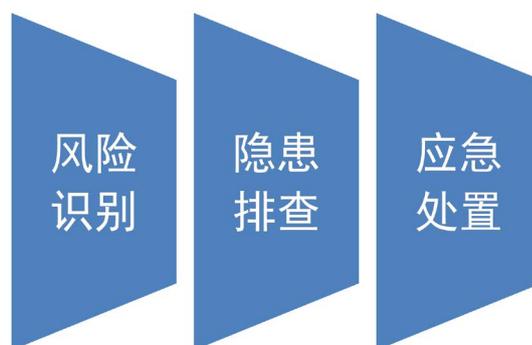


Figure 2. The shape of the well-control safety culture—core contents
图 2. 井控安全文化的“形”——核心内容

4.2. 运作模式

井控安全文化的运作模式贯穿于安全生产的全过程，如图3所示。在一口井从建井到投产的全生命周期中，井控管理的运作模式既要求在全生命周期中通过“全员、全过程、全方位、全天候”实现“全面覆盖”，又要求通过“PDCA”戴明循环实现“持续”改进。井控安全文化的“魂、法和形”在全面覆盖和持续改进的生产实践中得到进一步深化和发展。

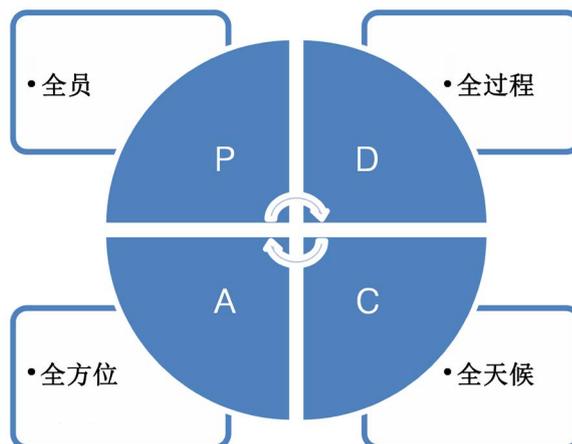


Figure 3. The shape of the well-control safety culture—operation pattern
图3. 井控安全文化的“形”——运作模式

4.3. 管理抓手

井控安全文化的管理抓手落实在九原则，如图4所示。树立“大井控”理念，坚持九项管理原则，形成可以看得见、能够摸得着的“大井控”[3]管理模式(即井控安全文化的外在表现)。从地质工程设计、钻前工程、装备配套、钻井、录井、测井、固井、试油、投产等全过程强化井控安全工作，坚持井控先行，严格管控，落实责任，确保全生命周期的井控安全。井控管理中所坚持的九项原则，其具体涵义是：

1) **源头把控**原则：坚持把好地质设计、工程设计、钻井施工策划关。众所周知，设计上的失误往往是最大的失误。

2) **过程控制**原则：在全生命周期中实现全员、全过程、全方位、全天候的有效管控，这就是细节决定成败。

3) **升级管理**原则：针对重大项目、重点施工和敏感时段，包括环境、人员、操作、规定等发生变更时，自觉做到升级管理和红线思维。工作态度决定认识高度，认识高度决定行动力度，所以只有把责任明确到人，才能让安全处于可控、受控的状态。

4) **纠错管理**原则：坚持井控禁令、安全禁令，把控管理、技术和操作等要点，严防因领导指挥不当、技术把关不严或岗位操作失误而引发的人为事故。因为安全无小事，一个小小的失误就有可能引发一起惨痛的事故。

5) **行为管理**原则：坚持井控细则、操作规范，实现设备安全本质化，岗位操作标准化、管理行为规范化，进一步规范人的行为。统计资料表明，80%的事故是由人的不安全行为引起的[4]。

6) **地质-工程一体化**原则：坚持地质与工程一体化，即设计、策划实现地质先行，预测到位，措施跟上。要求把地质当目标，把工程当手段。

7) “三早”原则：坚持早发现(溢流)、早(正确)关井、早(科学)处置，工作中要从“立足一级井控、强化二级井控，做好三级井预案”的细节出发，细化井控方案，力争收到“立足一级井控，避免二级井控，杜绝三级井控”和“把井控事故消灭在萌芽阶段”的管控效果。

8) 班自为战原则：钻井作业井场以钻井班组为主导，试油作业井场以试油班组为主导，集井场钻、测、录、固、定向、欠平衡、钻井液等在岗作业人员为一体，明确岗位责任主体，实行属地管理，主场主导，井场其他专业人员协同配合。要求自己的事情要自己做。

9) 权责统一原则：坚持权责统一、严肃追责，确保各级管理责任和监督责任落实到位，把井控安全抓实、抓牢、抓出成效。要求管生产就要管井控，党政同责，一岗双责，失职追责。

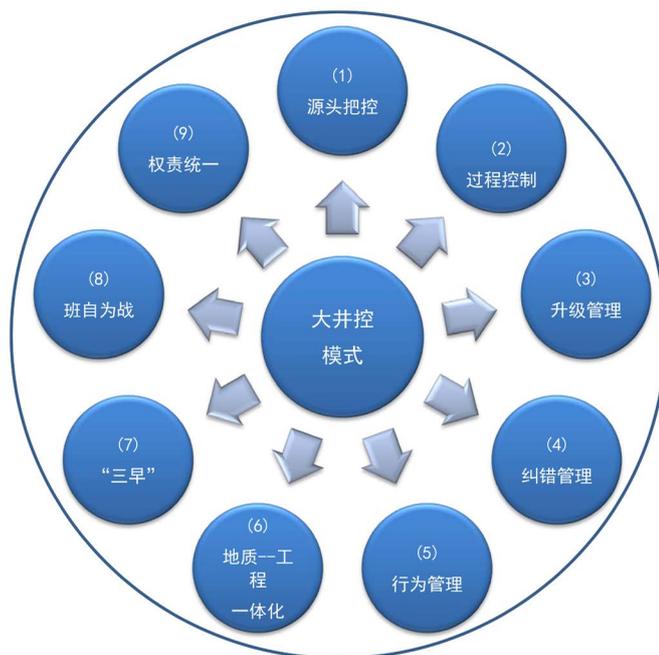


Figure 4. The shape of the well-control safety culture—key measures for the management
图 4. 井控安全文化的“形”——管理抓手

4.4. 组织实施

4.4.1. 钻前，实施井控评估——人员到位、资质到位、设备到位

依据邻井资料和区域特点，除设计书、策划书中对井控风险进行定级外，主管部门还要进行再评估。一般分为 I、II、III 三个级别，其中 I 级风险最高，对岗位人员、队伍资质和设备参数的要求也最高，通常在上钻前就要进行井控风险评估，优选具有甲级资质的钻井队承钻具有 I 级井控风险的井。

4.4.2. 开钻，实施井控验收——安装到位、措施到位、人员到位

在开钻验收的三级审查中，井控安全验收至关重要。每次开钻前或打开油气层之前，钻井队安装调试完毕后，先组织一级开钻验收，即井队组织自检自查；整改合格后，再向其所在钻井项目部申报二级开钻验收；整改合格后，再向甲方钻井项目部申报三级开钻验收。通过三级开钻验收与问题整改后，对合格的项点进行签字，对不合格的项点由井队及时整改，对于有严重不合格的会责令井队限期整改，整改后则再次组织甲方验收。若整改合格，甲方则下达《开钻通知单》；若整改不合格，甲方有权终止钻井合同，重新选择钻井队伍施工。其他开次，特别是钻开油气层之前，都要按这个验收流程进行全面的验收。

4.4.3. 钻中，实施过程检查——运行到位、素质到位、意识到位

在钻井实施的过程中，甲乙双方的项目部都会随时到井进行安全检查，组织井控演习、防硫演习、反恐演习等，在节假日或关键时段、重点井段、重要施工更是必检。在检查的同时，更多的是与井队干部进行信息交流、风险提示、对岗位人员进行岗位培训与考核评估等，进一步强化全员的生产组织、岗位素质、安全意识，特别是红线意识，推进安全风险的研判与整改。中国石油集团创建了三级专家管理平台 EISS (即，工程作业智能支持系统，分集团级、钻探级和厂处级等三个级别)，专家分别通过三级管理平台 EISS 系统对高风险井、5000 m 以上的深井、大位移水平井、重点井、复杂井进行跟踪关注，利用平台的自动巡检和参数报警功能对钻井作业现场进行实时在线监控，专家还可以利用智能模块随时进行模拟计算和人工抽检。一方面，可以指挥现场，即，能及时与井队进行文字指令发送、视频连线或语音连线对话，直接指挥生产作业；另一方面，可以随时组织专家会商，即，在 EISC 工程作业智能支持中心，随时组织专家组的专家对疑难杂症进行集体会商。一个以信息化为基础的实时跟踪、高质量会商、高效决策的新型管理机制正在形成，既实现了对专家资源的集中使用，也实现了对跟踪关注和应急处置井的升级管理。

4.4.4. 钻后，实施总结分析——影响因素、应对措施、执行力度

每口井完井后，项目部都会组织井队干部进行总结分析，找出典型做法、有效措施和存在的不足，进一步完善钻井提速模板。

4.4.5. 警示日，组织事故反思——主观原因、客观原因、事故教训

井控事故是颠覆性、灾难性的事故。各区块目前还处在钻井井下事故与工程复杂的高发、频发阶段，严重制约钻井提速和经营效益，需要警钟长鸣[5] [6] [7]。为此，按照年度安排，每年都会安排安全生产月活动，特别是在井控警示日，组织大家进行案例分析和事故反思，用身边的事教育身边的人，也用身边的人启迪身边的事[8] [9] [10] [11] [12]。

4.5. 创新管理

4.5.1. 实施升级管理、红线管理，推进井控管理红线化

为了全面贯彻落实党中央、国务院关于安全生产工作的工作要求，主动适应国家对安全生产事故“零容忍”的严管形势，2018 年 10 月，中国石油集团公司，在关键风险领域和重要敏感时段设置生产经营安全“四条红线”，特别是把井控工作列为升级管理的红线之一，并对发生井喷事故的井进行升级调查和升级问责，这些举措也是石油行业健康发展、高质量发展的安全保障。

4.5.2. 实施井控禁令、安全禁令，推进井控管理标准化

针对安全管理的核心、安全生产的内涵和操作规范的关键，先后出台《塔里木油田安全 10 大禁令》和《西部钻探钻井井控 10 条禁令》，还有其他油田与钻探企业出台的有效性和可操作性很强的技术标准或井控细则，进一步明确了怎么干是可以的，怎么干是不可以的，使钻井安全管理，尤其是钻井井控安全管理走向了标准化，更易于岗位员工掌握和运用，进一步推动了钻井安全生产和钻井井控安全的标准化进程。

4.5.3. 实行井控细则、操作规程，推进井控管理规范化

国内各大油田都结合自己油田地质地层特点、钻井设备能力、钻井技术水平的特点、成本与效益的空间等，制定了适合自己油田井控管理的《井控细则》，使得甲乙双方有一个共同的技术规范和施工标准，为承包方的井队安装与调试、钻井项目部的审查与整改，为建设方钻井项目部的开钻验收与审批提供了共同的、透明的评判依据。

4.5.4. 实施责任清单、岗位追责，推进井控管理制度化

油田企业和钻探企业始终坚持党政同责、谁主管谁负责、谁引进谁管理的指导思想，建立完善了井控管理机构网络，发布运行了系列井控管理文件，包括井控相关技术标准和管理规范，建设和运营专业化井控应急中心，为关键岗位配备井控专职专岗，并逐步完善关键人员定点培训、分级培训机制，严格遵守井控领导小组工作会议制度、企业井控责任清单制度、井控巡视制度、井控风险分级管理制度、专家驻井制度、升级管理制度等一系列制度，为实现井控管理的网络化、制度化、体系化提供了保障[13][14][15][16]。

5. 结论

1) 在实践中，钻井井控文化得到了传承与发展。井控管理的理念、观点和原则来源于生产实践，并在实践中得到进一步传承和发展，正在由“领导重视”转变为“全员重实”、由“领导总提要求”转变为“岗位自觉行动”。

2) 在应用中，岗位人员行为得到了规范与约束。井控安全文化的建立，使井控安全由“领导要求我安全，转变为岗位人员主动要求安全”。特别是井控十条禁令出台后，明确了井控工作的重点，在实践中对井控工作进行了纠错，养成了良好的岗位习惯，有效地避免了一系列岗位人员的操作失误。

3) 在创新中，专家技术支持得到了突出与强化。井控管理模式在新形势下得到进一步创新和加强。原来强调井场自主管理，突出“三早”、“四七动作”和“班自为战”，现在是在原有自主管理的基础上进一步强调井控升级管理，即井控风险为一级的井由指定的井控专家驻井盯防把关和精准处置；其他井控风险等级的井由钻井单位的分管领导跟踪把关。所有井的井控，EISC 专家组分片分区块跟踪把关，并通过信息化技术实现远程技术支持。

6. 建议

1) 进一步强化井控装备技术研究。井控管理的基础是先期预防、及时发现和有效控制。钻具内防喷工具的质量、液面检测的精度、防喷器开与关的可靠度等指标都还有待改进提高。内防喷工具容易失效和防喷单根的抢接难度大、抢接成功率不高等也值得关注。

2) 进一步加强井控典型案例学习。井喷失控的油气藏类型、失控原因和作业工况等都有千差万别，但其机理是一致的。除日常的井控培训外，积极组织典型案例学习讨论与分析交流，达到分析清楚、吃透精神、汲取教训、总结经验、抓住技术细节、提高学习效率等学习目的。

3) 进一步探索井控技术培训方式。首先是坚持按管理岗、技术岗和操作岗进行分类培训，学习与评估的内容要以适用、实用、可用、够用为原则，不追求全学与全会。其次是坚持课件升级，把老师从讲课中解放出来，逐步实现学员在培训期间既能通过多媒体教材自主学习研讨，又能到实训场所直接进行实训操练；老师组团教学，既有课堂集中辅导答疑，又有个别指导学员动手操作。通过增加师生互动，一改原来井控培训中普遍存在的课件单一、老师满堂灌和实训无场地、学员死背题的被动局面。

参考文献

- [1] 周建荣. 打造安全文化构建安全理念[J]. 长江大学学报(社会科学版). 2008, 31(3): 303-304.
- [2] 西部钻探工程有限公司. 钻井现场风险识别手册(1~6册)[M]. 南昌: 西江科学技术出版社, 2009.
- [3] 赵永刚. 钻井施工中树立“大井控”意识的重要性[J]. 石化技术, 2017, 24(12): 222.
- [4] 单志刚. 基于行为的安全管理模式探讨[J]. 北京石油管理干部学院学报, 2010, 17(5): 49-52.
- [5] 高景毅. 事故频发倾向理论的适用性研究——以某火电厂为例[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津理工大学, 2012.

-
- [6] Heinrich, H.W. (1979) *Industrial Accident Prevention*. Mc Graw-Hill, New York.
- [7] Sheirf, J.S. (2009) On Risk & Risk Analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, **31**, 155-178.
- [8] 陈军. 浅谈油田井控安全管理的实践方向[J]. 科技创新导报, 2012(13): 127.
- [9] 刘晓利. 浅析井控安全管理的方法[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2013(9): 204.
- [10] 雷明平. 加强井控安全管理的策略[J]. 中国石油和化工标准与质量. 2011, 31(11): 222.
- [11] 魏银广, 主编. 安全家书[M]. 乌鲁木齐: 新疆美术摄影出版社, 2007.
- [12] 西部钻探工程有限公司质量安全处. 典型事故案例选编[M]. 乌鲁木齐: 西部钻探工程有限公司, 2015.
- [13] 李世荣, 李富波. 浅析井控安全管理保障措施[J]. 安全、健康和环境, 2012, 12(12): 49-51.
- [14] 魏银广, 佟德安, 总编. 我们的 HSE 文化手册[M]. 北京: 丑人(北京)品牌服务机构, 2009.
- [15] 西部钻探工程有限公司质量安全处. HSE 管理体系基础知识辅导指南(第 1~3 册) [M]. 乌鲁木齐: 西部钻探工程有限公司, 2015.
- [16] 魏银广, 主编. 西部钻探群众安全文化建设论文集[M]. 乌鲁木齐: 西部钻探工程有限公司, 2012.