

ZUANJIING SHIGU YU FUZA WENTI

钻井事故 与复杂问题

(第二版)

◎ 蒋希文 编著



石油工业出版社

钻井事故与复杂问题

(第二版)

蒋希文 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是国内第一部详细论述石油钻井事故与复杂问题的专著,也是作者从事石油钻井40多年工作经验的总结和升华。作者力求理论与实践的辩证统一,在大量实践经验的基础上,做了深入浅出的阐述和探讨,特别是还穿插列举不同类型的钻井事故和复杂问题的实例,使读者在接受感性认识的同时加深对问题的深刻理解,具有很强的实践指导意义。这本专著不仅是处理钻井事故和复杂问题的宝典,还是石油钻井现场的安全作业指南。

本书第一版自2002年出版以来,受到广大石油钻井工作者的热烈欢迎,多次重印,销售上万册,实为石油钻井人的必备工具书。

本书第二版在第一版的基础上,根据近年来石油钻井新技术的发展和生产实际,进行了广泛的补充和完善,不仅修订了第一版中的一些错误,还增加了近三分之一的新内容,如含盐层钻井和固井、防斜打直井等,比第一版内容更全面,更实用。原石油部副部长李敬同志欣然为本书第二版作序,并称赞本书“载石油钻井之道”。

本书适于从事石油钻井工作的专家、科研、工程技术人员、现场作业人员,相关院校师生,特别是钻井队长、钻井监督参考。

图书在版编目(CIP)数据

钻井事故与复杂问题/蒋希文编著. —2版.

北京:石油工业出版社,2006.10

ISBN 7-5021-5734-4

I. 钻…

II. 蒋…

III. ①油气钻井-工程事故-预防

②油气钻井-工程事故-处理

IV. TE28

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第111260号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.cn

发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:北京晨旭印刷厂

2006年10月第2版 2006年10月第5次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:37.25

字数:954千字 印数:10001—16000册

定价:140.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

序一：此书载石油钻井之道

《钻井事故与复杂问题》是蒋希文同志在1994年应张绍槐院长之邀作为原西安石油学院客座教授时，给石油工程系博士、硕士、教授、副教授、讲师等高级人才介绍他40年来现场处理石油钻井中所遇到的实际问题的经验和教训，他参阅大量书籍资料，边总结边写边讲，初步形成了本书的框架。后在朋友们的撺掇之下，坚定了写作的决心，终于形成本书。

教学相长，教人者必先受教于人。“学然后知不足，教然后知困。”使他痛感不断学习、重新学习的重要性和迫切性。1996年，他任郝科一井的钻井总监时，第一次接触微机，在同事们的启示下，知道用微机写作比用纸笔要方便得多，无论删改、挪移、拼凑、镶嵌都很容易，效率要提高好多倍。那时他已68岁了，但坚信“有志者事竟成”，“功到自然成。”他发扬半个世纪养成的务实耐久、阙疑好问的优良习惯，不耻下问，向同事、向子女、向一切有专业知识的人学习。边学边干，在干中学，在学中干。天道酬勤，皇天不负苦心人。《钻井事故与复杂问题》的每个字都是他用微机敲出来的，数百幅插图都是他经扫描后又在微机上一笔一划修出来的，没有请人帮过忙。这种老有所学、老有所为的顽强意志和实干精神以及认真负责的高贵品德，不减当年，令我敬服。真堪称：志存高远，行胜于言，自强不息，厚德载物。

《钻井事故与复杂问题》出版后颇受读者欢迎，第一版已发行上万册。许多油田将该书作为教材用以举办培训班。蒋希文同志也亲自讲课二十多次，反应热烈，读者很受启迪，受益匪浅，希望再版。蒋希文同志出于对中国石油钻井的高度政治责任心，满腔热情地培育后来人，不辞辛劳，不负众望，他觉得从事石油钻井40年，经常与钻井事故、复杂问题打交道，积累了宝贵的经验和惨痛的教训。这些经验和教训不是某个人的专利品，而是几代石油钻井工作者用血汗甚至生命换来的集体财富。我们不能让它湮没，应该加以整理，让它为现代石油钻井工业服务。

蒋希文同志曾深有感触地说：“我虽然退休了，但生命的价值并未完结，人的生命是由一分一秒组成的，成天去打扑克、下象棋、搓麻将有什么意思呢？虽然也可以说是老有所乐，但那不是在浪费生命吗？人活一天要有一天的意义，与其无为的浪费，不如做一点有益的工作，所以我写此书也是乐在其中。”成人不自在，自在不成人，人贵有志，学贵有恒，尤贵勤奋苦用功，莫放寸阴空流过。“老当益壮，宁移白首之心？穷且弥坚，不坠青云之志。”蒋希文同志曾在玉门、大庆、江汉、青海、胜利等油田工作过，也到过很多油田调研，在调查中他发现同类事故，这个油田有，那个油田也有。在同一个油田，这个钻井队有，那个钻井队也有。他深感这是我们队伍的素质不高，信息不灵，未能把前人的、别人用昂贵的学费换来的经验教训当作自己的知识财富接受下来。他决心知难而进，搜索汇集几十年来钻井工作者与事故和复杂情况作斗争的经验教训，汇编成书，希望能使其成为广大钻井工作者的共同财富，其目的是为了发展石油钻井事业，减少损失。他在这种动机和良好的愿望驱动下，自觉自愿地自找苦吃。在《钻井事故与复杂问题》第一版的基础上，千方百计地广泛收集资料数百本，综合分析，回忆思考，对原著进行了补充、修订，由60余万字增至100余万字。本书列举100多个各地典型钻井事故实例，对初学者来说，会有如同身临其境的感

觉，易于理解和接受。

我是一个石油老兵，曾在玉门、四川、大庆、江汉、河南、长庆、新疆、胜利等油田工作过，和石油钻井有不解之缘，在浏览书中所写的卡钻、井下落物、井漏、井喷、着火等事故，有的也曾身临现场，往事历历在目，百感交集，尤其对人亡机毁井报废的事故，终生难忘，痛苦不已。正如作者在书中所写，钻井工作在不同的地区不同的地层中进行，遇到的问题不可能千篇一律，比如江汉地区的盐层、渤海湾地区的松软易塌层、四川地区的漏失层、塔西南地区的异常高压层，都有其特殊性。一个人，一个钻井队，不可能把所有的复杂情况都遇到，这就使得各地区的钻井经验难免有局限性和片面性。更何况在市场经济条件下，钻井市场的竞争十分激烈，钻井技术的发展也非常迅速，要迎接挑战，求得生存和发展，就更需要与时俱进，不断学习，有所前进，有所创新，有所作为。

承先才能启后，继往才能开来，温故而知新，历史的经验值得注意。历史是发展的动力，是教科书。孔子曰：“我欲载之空言，不如见之于行事之深切著明也。”白居易说：“文章合为时而著，歌诗合为事而作。”蒋希文同志是一位有真才实学、德艺双馨的好同志，他为人耿直，勤劳诚朴，深入实际，密切联系群众，重视调查研究，求真务实，勇于创新，刻苦好学。本书内容丰富，技术含量高。把他的观点深刻而明显地体现在对石油钻井历史事故和复杂情况的记述中，渗透在对具体事件的经验教训中，言简意赅，值得一读，读之定会受到启迪，有所裨益。

李 敬

2005年9月18日，于北京

序二

《钻井事故与复杂问题》这本书是继 20 世纪 50 年代玉门油田曹绍莘同志编写的《钻井打捞技术》一书之后，第一部全面介绍预防与处理钻井事故和复杂情况的专著。这本书不但系统地介绍了处理钻井事故的经验，而且还系统地介绍了预防钻井事故的经验。在介绍的经验中还包括了近些年来现场实践中预防和处理的钻井事故的新经验。

21 世纪石油工业面临增加石油后备储量的压力，勘探地区条件恶劣，油藏埋藏深，勘探开发费用高。同时，老油田类型多，面临减缓递减、提高最终采收率的压力。面临各种作业如何减少污染、保护环境、有利健康的压力。21 世纪全球将进入知识经济时代、信息时代、工程科技时代。21 世纪的钻井将是自动化、智能化的钻井时代。这个时期钻井的特点是：①多学科的综合研究和应用，是钻井、地质、测井、电子、化学、力学、控制学等学科的综合研究和应用；②钻井信息采集，不但是从地面还将从地下采集，从预测技术逐步发展实测技术，实现随钻测量等；③在多种类型老油田中，钻不同类型井，使钻井成为提高采收率的有效手段。根据不同类型油气藏特点，需要选择钻以下类型井：水平井、多分支井、侧钻水平井、径向水平井、套管内侧钻井、重钻井（老井加深、老井侧钻等）、大位移井、小井眼井等，以最大限度地提高油气田开发水平。

钻井是一种隐蔽的地下工程，要找油气资源，就要钻井，就要钻穿各种地层。钻井时可能会遇到井下地层、压力、温度的各种变化，而这些变化的地下信息，往往在钻井时尚未掌握，这样，在钻到复杂地层时，就可能发生钻井事故，这是钻井发生事故的客观因素。

一个有经验的钻井人员，应能及时识别钻井事故的征兆，准确地判断事故的类别，正确果断地采取措施处理事故。否则，钻遇复杂情况时，如果没经验，不能及时识别事故，也不能准确地判断和正确地处理，就会使井下情况更复杂，导致事故的发生，甚至形成恶性事故，导致井的报废。这就是事故发生的主观因素。

认真搞好全井的设计，是安全钻井的关键。在钻井前，应详细了解相邻已钻井的情况，如果是探井，应尽量掌握地震等资料。一方面在钻井前尽量掌握地下各种信息；另一方面，在钻进中也要借助各种方法和仪器掌握各种地下信息，以避免和减少打遭遇战。多年的经验证明，最重要的还是生产一线的钻井队长、钻井技术员、钻井工程师、钻井监督等人员的经验要丰富、技术要过硬，这样，在复杂的情况下，才能有应变的能力。

目前，一部分钻井承包项目，只图省钱，该下套管的不下，该灌钻井液不灌，给钻井造成井下复杂，甚至出现井下事故或井喷等不应发生的情况。有的承包项目片面地强调安全钻进，钻井液密度过高，这样就枪毙了油层。而有的项目不管井下情况如何，一味地降低钻井液密度，结果造成井塌、卡钻、倒扣、侧钻甚至报废井，这是当前新区探井打得慢、油气田发现得晚的最重要的原因之一。

本书有以下几个特点：①将钻井事故做了分类，即卡钻事故、钻具断落事故、井下落物事故、测井事故、井喷事故、井漏、防斜打直井、固井复杂问题与事故等；②总结了处理钻井事故的四条原则；③总结了各类钻井事故发生的原因、事故发生的征兆、事故如何预防以及事故如何正确处理等。

相信这本书的出版，将成为各油田钻井公司、钻井队的生产一线人员如钻井队长、钻井技术员、钻井工程师、钻井监督、钻井大队长、钻井公司经理、主任工程师、固井技术人员、钻井液技术人员等的必备用书。特别是钻井队长、钻井技术员、钻井工程师、钻井监督如能认真学习和掌握这些方法，必定会大幅度地减少钻井事故和井下复杂情况。即使发生了事故，也能正确果断地处理，减少事故的损失。本书也可作为钻井技术人员的培训教材。

本书对盐岩层给钻井带来的危害与事故的预防总结得还不够，还缺少对井喷着火的预防与处理的介绍，希望本书再版时加以补充，但从总体上讲，本书是钻井事故与复杂情况的预防和处理方面不可多得的一本专著，有重要的实践指导意义。

李克向

2000年10月20日

目 录

绪论	(1)
第一章 卡钻事故	(7)
第一节 粘吸卡钻	(12)
一、粘吸卡钻的原因	(12)
二、粘吸卡钻的征兆	(16)
三、粘吸卡钻的预防	(16)
四、粘吸卡钻的处理	(17)
五、处理粘吸卡钻应注意的问题	(30)
六、粘吸卡钻实例	(31)
第二节 井壁失稳与坍塌卡钻	(42)
一、地层坍塌的原因	(42)
二、井壁坍塌的征兆	(48)
三、井壁坍塌的预防	(49)
四、井壁坍塌的处理	(54)
五、坍塌卡钻的处理	(56)
六、坍塌卡钻实例	(57)
第三节 砂桥卡钻	(65)
一、砂桥形成的原因	(66)
二、井眼中有砂桥的征兆	(67)
三、砂桥卡钻的预防	(67)
四、砂桥卡钻的处理	(68)
五、砂桥卡钻实例	(69)
第四节 缩径卡钻	(75)
一、缩径卡钻的原因	(75)
二、缩径卡钻的征兆	(79)
三、缩径卡钻的预防	(79)
四、缩径卡钻的处理	(82)
五、缩径卡钻实例	(83)
第五节 键槽卡钻	(93)
一、键槽的形成	(93)
二、键槽卡钻的征兆	(97)
三、键槽卡钻的预防	(97)
四、键槽卡钻的处理	(98)
五、键槽卡钻实例	(99)
第六节 泥包卡钻	(103)

一、产生泥包的原因·····	(103)
二、产生泥包的征兆·····	(103)
三、泥包的预防·····	(104)
四、泥包卡钻的处理·····	(104)
五、泥包卡钻实例·····	(105)
第七节 落物卡钻·····	(110)
一、落物卡钻的原因·····	(110)
二、落物卡钻的征兆·····	(110)
三、落物卡钻的预防·····	(111)
四、落物卡钻的处理·····	(112)
五、落物卡钻实例·····	(113)
第八节 干钻卡钻·····	(117)
一、干钻的原因·····	(117)
二、干钻的征兆·····	(118)
三、干钻的预防·····	(118)
四、干钻卡钻的处理·····	(119)
五、干钻卡钻实例·····	(120)
第九节 水泥卡钻·····	(122)
一、水泥卡钻的原因·····	(122)
二、水泥卡钻的预防·····	(123)
三、水泥卡钻的处理·····	(124)
四、水泥卡钻的实例·····	(124)
第十节 震击解卡工具·····	(126)
一、液压震击器·····	(127)
二、机械震击器·····	(148)
第十一节 套铣、倒扣与切割·····	(162)
一、倒扣的方法·····	(162)
二、倒扣工具·····	(177)
三、套铣工具·····	(181)
四、切割落鱼工具·····	(190)
五、通开落鱼水眼工具·····	(202)
第十二节 侧钻·····	(206)
一、在裸眼中侧钻·····	(206)
二、在套管中侧钻·····	(207)
第二章 钻具断落事故·····	(221)
第一节 钻具事故发生的原因·····	(221)
一、疲劳破坏·····	(221)
二、腐蚀破坏·····	(222)
三、机械破坏·····	(224)
四、事故破坏·····	(227)

第二节 钻具的使用、维护与管理	(227)
一、钻具的贮存	(227)
二、钻具在日常使用中的维护工作	(228)
三、钻具管理	(229)
第三节 钻具断落后的井下情况分析	(229)
第四节 打捞落鱼的工具及使用方法	(233)
一、公锥	(233)
二、母锥	(236)
三、卡瓦打捞筒	(238)
四、卡瓦打捞矛	(244)
第五节 辅助打捞工具及使用方法	(250)
一、安全接头	(250)
二、可变弯接头	(255)
三、弯钻杆	(259)
四、壁钩	(260)
五、铅模	(260)
六、套筒磨鞋	(262)
七、领眼磨鞋	(263)
八、扩孔铣锥	(263)
九、梨形铣鞋	(264)
十、锥形铣鞋	(264)
第六节 钻具断落事故实例	(264)
第三章 井下落物事故	(278)
第一节 落物事故发生的原因	(278)
第二节 井内有落物的征兆	(279)
第三节 预防井内落物的措施	(279)
第四节 井下落物的处理	(280)
一、不规则细碎物件的打捞	(280)
二、光杆落物的打捞	(292)
三、铅模打捞器	(294)
四、井底落物破碎工具	(295)
五、其他处理办法	(297)
第五节 井下落物事故实例	(298)
第四章 测井事故	(304)
第一节 测井事故发生的原因	(304)
第二节 测井事故的预防	(304)
第三节 电缆事故的处理	(305)
一、完整电缆的解卡方法	(305)
二、电缆断落后的打捞方法	(311)
第四节 落井仪器的打捞	(313)

一、测井仪器的种类和外形尺寸·····	(313)
二、打捞工具·····	(313)
三、打捞方法·····	(314)
第五节 测井事故实例·····	(315)
第五章 井喷事故 ·····	(319)
第一节 溢流产生的原因·····	(319)
第二节 井喷前的预兆·····	(322)
第三节 井喷的预防·····	(323)
第四节 井喷的处理·····	(333)
一、正确的关井程序·····	(333)
二、压井数据计算·····	(335)
三、压井方法·····	(339)
四、压井过程中异常情况的判断与处理·····	(368)
五、井控作业中容易出现的错误作法·····	(369)
第五节 井控装置·····	(371)
一、液压防喷器·····	(372)
二、防喷器液压控制系统·····	(394)
三、防喷器组合·····	(408)
四、井控管汇·····	(411)
五、防喷系统的正确使用·····	(413)
六、井控装置故障判断及排除·····	(414)
七、钻具内防喷工具·····	(415)
八、预防钻头水眼堵塞的钻具旁通阀·····	(418)
第六节 井喷事故实例·····	(419)
第六章 井漏 ·····	(436)
第一节 井漏的原因和机理·····	(436)
第二节 漏失层位的判断·····	(440)
一、钻井液密度没有增加时产生的漏失·····	(440)
二、钻井液密度增加时产生的漏失·····	(440)
第三节 漏层压力的计算·····	(446)
一、利用静液面的深度进行计算·····	(446)
二、利用井漏前后钻具悬重的变化进行计算·····	(446)
三、利用不同排量循环时的压差计算漏层压力·····	(447)
第四节 井漏的预防·····	(448)
第五节 井漏的处理·····	(449)
一、小漏的处理方法·····	(450)
二、大漏的处理方法·····	(450)
三、大裂缝大溶洞的堵漏·····	(469)
四、降低井底压力进行钻进·····	(475)
五、井下注入混合工具·····	(478)

第六节 成功处理井漏的实例·····	(481)
第七章 防斜打直井 ·····	(487)
第一节 产生井斜的原因·····	(487)
一、地质因素·····	(487)
二、下部钻柱对井斜的影响·····	(489)
三、其他因素对井斜的影响·····	(493)
第二节 纠斜和防斜的主要措施·····	(493)
一、利用光钻铤加压钻进·····	(493)
二、钟摆钻具·····	(493)
三、偏重钻铤·····	(496)
四、偏心接头·····	(498)
五、满眼钻具·····	(500)
六、螺旋钻铤·····	(504)
七、扁钻铤·····	(504)
八、偏重偏心防斜钻具·····	(505)
九、柔性防斜纠斜钻具·····	(506)
十、螺杆钻具防斜钻进·····	(507)
十一、双筒防斜器·····	(507)
十二、上靶中环·····	(508)
十三、定向打直井·····	(509)
十四、动力学降斜·····	(509)
十五、抗斜器·····	(510)
十六、自动钻直井·····	(511)
第八章 固井复杂问题与事故 ·····	(514)
第一节 下套管过程中可能出现的问题·····	(514)
一、卡套管·····	(514)
二、套管下完后循环不通·····	(517)
三、套管或回压阀挤毁·····	(518)
四、套管断裂·····	(520)
五、套管泄漏·····	(523)
第二节 注水泥过程可能出现的问题·····	(524)
一、在注水泥过程中发生漏失·····	(524)
二、注水泥过程中突然憋泵·····	(528)
三、替钻井液结束碰不起泵压·····	(530)
四、水泥窜槽与井口冒油冒气·····	(530)
五、水泥返高不够未能封住产层·····	(542)
六、封固段底部或主要产层严重窜空·····	(544)
七、固井后发生井喷·····	(545)
第三节 几种特殊井的固井方法·····	(546)
一、预应力固井·····	(546)

二、含盐岩层井的固井.....	(552)
三、大斜度井、水平井固井.....	(555)
四、尾管固井.....	(559)
五、泡沫水泥浆固井.....	(568)
六、双级或多级固井.....	(573)
七、井下有复杂情况时的固井.....	(575)
第四节 固井事故实例.....	(576)
参考文献.....	(583)

绪 论

钻井工程是勘探开发石油天然气的主要手段。一般石油钻井工程讲述的是钻井方法、井身结构及固井、井身剖面设计与控制、钻柱设计、钻头使用、钻井液设计与油气井压力控制、钻井水力学与钻进参数的优化配合、完井方法、经济技术指标等各个钻井环节必不可少的内容，而对于钻井事故与复杂问题则涉及不多或论述不深。但是钻井事故与复杂问题是客观存在，因为钻井是一项隐蔽的地下工程，存在着大量的模糊性、随机性和不确定性问题，由于对客观情况的认识不清或主观意识的决策失误，会产生许多复杂情况甚至造成严重的事故，轻者耗费大量人力物力和时间，重者导致全井的废弃。据近年来的钻井资料分析，在钻井过程中，处理复杂情况和钻井事故的时间，约占施工总时间的6%~8%，一个拥有百台钻机的油田，一年中就有6~8台钻机在做无功的工作，何况资金的消耗并不和时间成比例，而是要大得多，这是多么惊人的浪费。任何一个钻井工作者都不愿意和事故打交道，也不乐意看到诸多复杂问题，但事物是相反相成的，不愿意看到复杂问题和钻井事故，这只能是人们的良好愿望。不懂得复杂问题和钻井事故的预防及处理办法的人，难免不碰到这些问题，而且一旦碰到了就惊慌失措，举止无着，把小病治成大病，大病治成死病。而懂得复杂问题和钻井事故的预防及处理办法的人，一旦遇到这些问题则心中有数，采取正确的措施，往往可以化险为夷，转危为安，这才是一个成熟的钻井工作者必须具备的条件。

任何事物的发生与发展都有其主观和客观原因，钻井事故和复杂问题的发生与发展也不例外，因此钻井工作者必须对钻井事故与复杂问题发生发展的主要原因要有一个清晰的认识，一旦出现异常情况时，思想上会有正确的判断，行动上也会采取正确的措施，只有这样，在大多数情况下，可以避免事故的发生，把复杂情况带来的损失降至最低限度。造成井下事故与复杂情况有诸多因素，其中最主要的就是地质因素和工程因素。

一、地质因素

钻井的对象是地层，就是要揭穿地层深处的奥秘。而地层结构有硬有软，压力系统有高有低，孔隙有大有小，如果对这些情况没有了解，就难免要发生难以预料的问题。首先我们应该了解设计井的地层孔隙压力、地层破裂压力、地层坍塌压力及一些特殊地层（如盐膏、软泥岩、沥青）的蠕变压力，作为井身结构和钻井液设计的主要依据。一般地说，在同一个裸眼井段内不能让喷、漏层同时存在，不能让蠕变层与漏层同时存在。如果在井身结构上无法实现上述要求，而且高压层和蠕变层在漏层的下部，那就应对漏层进行预处理，不能盲目向深部钻进。如果高压层或蠕变层下部有低压层或漏失层，那就只好把高压层或蠕变层用套管封掉。其次，对一些特殊地层如在一定温度、压力下发生蠕变的盐层、膏层、沥青层、富含水的软泥岩层、吸水膨胀的泥页岩层、裂缝发育容易坍塌剥落的泥页岩层、煤层及某些火成岩侵入层都应有较详细的了解，因为这些地层是造成井下复杂问题的主要对象。同时对一些地质现象如断层、裂缝、溶洞、特高渗透层的位置及硫化氢、二氧化碳的存在和含量也应有所了解。

以上这些资料对打成一口井来说至关重要，但地质部门所提供的比较详细的资料是油气层资料，而对工程上所需要的重要资料则提供不多，或不够详细，甚至有些数据与实际情况

相距甚远，即是已经开发的油田，由于注水开发的结果，地下的压力系统变化很大，也很难以邻井的资料作为主要依据，这就使钻井过程往往不得不打遭遇战，因而复杂情况屡屡发生。

二、工程因素

由于钻井作业的隐蔽性、复杂性，所以“安全第一”应作为钻井作业的主导思想。但是由于有些人思想认识的模糊或者为某种片面的局部的利益所驱动，或明知故犯，或铤而走险，为钻井事故和复杂问题的发生创造了条件。由于地质资料掌握不全不准，或者虽有可靠地质资料而未严格地按科学方法进行井身结构设计，使同一段裸眼中喷、漏层并存，治喷则漏，治漏则喷。虽然下了套管但不装井控设备，或者虽然装了井控设备但不讲求质量，一旦钻遇高压层，应急使用时，到处刺漏，造成井喷失控。钻井液体系和性能与地层特性不相适应，甚至片面强调节约钻井液处理剂，使钻井液性能恶化，造成裸眼井段中某些地层的缩径或坍塌。或者钻井液密度不合适，也会造成井喷、井漏或井塌。操作不适当，下钻速度过快会产生很大的激动压力，易将地层压漏。起钻速度过快会产生很大的抽吸压力，易将油气层抽喷或将结构松软的地层抽塌，特别是在钻头或扶正器泥包的情况下更为严重。钻井设备发生故障，被迫停止钻具的活动或钻井液的循环，是发生井下事故的最普通最常见的因素。管理工作薄弱，有章不循，有表（指重表、泵压表、扭矩表）不看，遇事不思，盲目决断，但求省力，不顾后果，起钻猛提，下钻猛压，遇卡硬转，遇漏硬憋，这是造成井下事故的常见现象。发现井下复杂情况，不当机立断，正确处理，而是优柔寡断，无所举措，丧失时机，把本来不复杂的问题弄得复杂化了，把本来不应该发生的事故却人为的造成了。由于自然灾害或组织工作不善，停工时间过多，钻井周期过长，产生复杂情况的机会就越多。尤其在裸眼井段内长时间停止循环，其恶果是显而易见的。工程上的因素，大多是人为的因素，因此通过过细地做工作是可以避免的。反之，如复杂情况处理得不当，会导致事故的发生。小事故处理得不当，会酿成更大的事故，甚至会造成部分井眼或全部井眼的报废。我们说，钻井工程是隐蔽工程，具有一定的模糊性和不确定性，每前进一步都有一定的风险，而处理井下复杂情况与井下事故更是如此，因井下情况千差万别，看不见，摸不着，全靠人们凭经验和知识去判断，不同的人会有不同的认识，可能做出不同的结论，然而正确的结论只能有一个。但是井下情况又并非完全不可知。由于现代仪器仪表的发展，许多井下情况可以测知或预测，如利用井下测量仪器可以知道井眼的轨迹，利用 d_r 指数和页岩密度的计算，可以预知下部地层中有无高压层存在，利用泵压、悬重、扭矩、钻井液进出口流量的变化，可以显示井下发生的许多复杂问题。因而人们在复杂情况发生的初期，就可以利用现有的资料和长期工作中积累的经验加以分析判断，从中得出比较切合实际的认识。

毛泽东同志在论述战争问题时有一段极为精辟的论述：“指挥员正确的部署来源于正确的决心，正确的决心来源于正确的判断，正确的判断来源于周到的和必要的侦察和对于各种侦察材料的连贯起来的思索。”作为钻井工作者来说，在复杂情况面前必须有这种思维意识，需要利用从各种渠道得来的信息，去粗取精，去伪存真，由此及彼，由表及里地进行分析，使自己的认识比较符合客观实际，才能有针对性地做出正确的决策。孙子兵法也说：“知彼知己，百战不殆。”对钻井工作来说，知彼就是要知道井下情况，知己就是要知道自己拥有的各种手段（设备、工具、人员素质等）。孙子又说：“多算胜，少算不胜。”这里的所谓算就是筹划，只要筹划周密，条件具备，就能取胜，筹划不周，条件缺乏，就不能取胜，钻井如作战，处理井下事故与复杂问题更是如此。知己容易知彼难，所以我们必须想尽一切办法

弄清井下情况，并且要十分熟悉自己拥有的各种手段的性能及使用方法。每走一步，都要考虑可能会出现的问题及相应的处理办法，力争多算，力戒盲目，这就是说，对于各种可能出现的问题要有预案。如果利用现有的资料，尚不足以弄清井下情况，还可以进行必要的侦察，如电测、井下照相、打铅印等，同时要对每次处理过程中的特殊现象如遇阻、遇卡、扭矩变化、泵压变化、钻井液性能变化、工具钻具上的擦痕（下井前就要检查工具、钻具上是否有旧擦痕及其所在位置）进行仔细地观察，这些都可以给我们带来极有价值的信息，帮助我们消除不正确的认识，确定下一步的处理方案。井下的情况复杂多变，人们的思想认识也应随机应变，不能固守一种模式，一种概念，在一条路上走到底。有些胜利的取得在于再坚持一下的努力之中，而另一些胜利的取得则在于另辟蹊径的权变之中。面对已经发生的情况，需要的是镇定的情绪，冷静的头脑，瞻前顾后，综合考虑，切忌头脑发热，手忙脚乱，贸然采取一些不计后果的危险措施。也要反对麻木不仁，无所举措，丧失将事故消灭于萌芽状态之中的良机。处理井下事故与复杂情况应遵守以下四条原则。

（一）安全原则

井下事故与复杂情况多种多样，处理的手段和使用的工具也多种多样，这些工具和方法在正常钻井过程中接触不多也不很熟悉，而且往往要采取一些强化措施，如拉、压、扭转，都要比正常钻进时所用的力量大得多，这些措施往往又强化到设备和工具所能承受的极限强度，稍有不慎就会造成新的事故，甚至由井下事故引发设备事故或人身事故。处理事故，工序复杂，起下钻具次数频繁，也增加了发生新事故的机会。如果造成事故擦事故的局面，处理的难度就更大了，甚至无法继续进行处理，致使前功尽弃。所以在处理井下事故与复杂情况的过程中，必须从设备、工具、技术方案、技术措施、人员素质各个方面进行详细地考虑，不但要考虑如何进攻，而且要考虑如何退守，凡事要留有余地，留有后路，不能做偷鸡不成反蚀一把米的傻事。

（二）快速原则

《孙子兵法》有云：“兵闻拙速，未闻巧久。”一旦发生井下事故或复杂问题，其情况会随着时间的推移而恶化，所以在安全第一的原则下，必须抓紧时间进行处理，要迅速的决策，迅速的组织，迅速的施工，工序衔接要有条不紊。须知，抓住了时机就会化难为易，做到事半功倍，丧失了时机就会变易为难，只能落得个事倍功半，甚至劳而无功。但是随着井下情况的变化及人们认识的加深，部分修改或全部修改原定方案的事是常有的，所以在确定第一方案的同时要有第二甚至第三方案的考虑，预作准备。“凡事预则立，不预则废。”要争取以最快的速度见到实际的效果。对从事作业的人员来说，旷日持久，劳师无功，必然会影影响工作情绪，一个士气低落的队伍是难以打攻坚战。时间就是金钱，时间就是制胜的法宝，可惜这一点往往被人们所忽视。

（三）灵活原则

处理井下事故和复杂情况是一个多变的过程，很难有一个一成不变的方案，有时井下情况变了，人们的思想认识也要随着改变，灵活机动，捕捉战机，非常重要。要做到这一点最关键的是实时地掌握现场的第一手信息，特别是关键时刻的关键信息，有些信息稍纵即逝，很难捕捉到，有些信息一般人认为无所谓，而聪明的工作者却可据此得出符合实际的认识，及时地调整方案，加速了处理过程。所以我们既要重视过去的经验，又不拘泥于过去的经验；既要灵活机动，又不违反客观规律；既要大胆思考，又要符合逻辑思维程序。这样才能做到“运用之妙，存乎一心。”

(四) 经济原则

由于井下事故的复杂性,处理的难易程度相差很大。在现今技术水平下,有的事故没有处理成功的可能性;有的事故虽有处理成功的可能性但难度很大,需要耗费相当多的物资和时间;有的事故初期看来处理难度不大,但在处理过程中,井下情况却变得越来越复杂;有的事故用不同的方案进行处理会有不同的经济效果。因此面对不同的情况,从各种处理方案的安全性、有效性、工艺的难易程度、工具材料费用、占用钻机时间、环境影响等方面进行综合评估,在经济上合得来则干,合不来则止,此路不通,另走他路。发生事故本已造成了经济损失,处理事故的原则是把这种损失降到最低限度。

钻井复杂情况主要有:井涌、井漏、轻度井塌、砂桥、泥包、缩径、键槽、地层蠕变、地应力引起的井眼变形、钻井液污染及有害气体的溢出。钻井事故主要有卡钻、井喷、严重井塌、钻具或套管断落、固井失效、井下落物及划出新井眼丢失老井眼等。本书将分章论述各种井下事故与复杂情况的发生原因、征兆、预防措施和处理办法,并引证一些现场发生的事故实例,使读者加深认识。

近年来,钻井技术已经有了很大的发展,如计算机技术、随钻测量技术、井下动力钻具、高效钻头、顶部驱动装置、钻井液技术等,不但提高了钻井速度,降低了成本,也减少了钻井的风险性。待将来钻井工程实现全过程的机械化、自动化,即实现闭环控制的时候,钻井事故与复杂情况将会大大的减少。随着钻井信息技术的发展和利用,将有可能测定钻头处的钻进参数、水力参数、地层特性、井眼走向,并有可能预测地层孔隙压力、漏失压力,这样以来,钻井工程中的许多模糊性变得不模糊了,许多不确定性可以确定了,有助于避免钻井事故的发生,钻井管理工作将从避免风险转移到风险管理了。随着钻井工艺技术的发展处理井下事故的技术也必然会有飞速的发展,事故的处理将会更安全更迅速。但不管具体作业如何变化,而总的思路总的原则是不会变化的。

井下事故与复杂情况虽然不能直观,但通过各种现象,可以察其端倪,寻其规律。我们利用现有的条件,根据泵压、悬重、钻井液进出口流量、机械钻速的变化、钻具上下活动、转动时的阻力变化情况,把发生井下复杂情况的各种现象列于表1中,利用表1基本上可以把井下复杂情况判断清楚。把发生井下事故的各种现象列于表2中,利用表2基本上可以把发生的井下事故类型判断清楚。井下复杂情况有时是单一的,有时是复合的,但发生的初期总是单一的。若处理不当,就会产生连锁反应,如井漏就可能引起井塌;井塌就可能引起卡钻;钻具刺漏就可能产生泥包或干钻,甚至会造成钻具断落或卡钻。井下事故也是一样,有时是单一的,有时是复合的。如井喷与卡钻、钻具断落与卡钻、井塌与卡钻都可能同时存在。井下复杂情况与井下事故之间并没有一条不可逾越的鸿沟,复杂情况往往是事故的先导,事故往往是复杂情况继续恶化的必然结果。如井漏可以导致井塌,井塌可以导致卡钻,井身质量不好就可能产生键槽,键槽就可能造成卡钻,一切形式的其他卡钻都可能引起粘吸卡钻,凡此等等,都会产生连锁反应。一旦钻具失去了活动自由,就陷入十分被动的局面。所以在日常工作中,要注意井下出现的各种变化,把精力放在消除复杂问题上,而处理事故则是不得已而为之的事。