

# 《固井作业规程》 释义

石油钻井工程专业标准化委员会 编



石油工业出版社  
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

# 《固井作业规程》释义

石油钻井工程专业标准化委员会 编

石油工业出版社

## 内 容 提 要

固井是油气井在建井过程中的一个重要环节。固井质量的好坏,直接影响到该井能否继续钻进,能否顺利地生产,油井的寿命以及油气藏的采收率。本书是 SY/T 5374—2006《固井作业规程》的宣贯教材,对 SY/T 5374—2006《固井作业规程》的两部分:常规固井和特殊固井进行了逐条释义,并进行了专家答疑。对固井施工的各个环节进行了明确细致地规范,从而有利于指导生产,提高生产效率,提高固井成功率和固井质量。

本书适用于石油天然气钻井中的固井作业的工作人员及科研人员等。

## 图书在版编目(CIP)数据

《固井作业规程》释义/石油钻井工程专业标准化委员会编.  
北京:石油工业出版社,2009.7

ISBN 978-7-5021-7223-7

I. 固…

II. 石…

III. 固井-规程-教材

IV. TE256-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 095846 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.com.cn](http://www.petropub.com.cn)

编辑部:(010) 发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

---

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:6.75

字数:170 千字 印数:1—1000 册

---

定价:25.00 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

## 《固井作业规程》释义

### 编 委 会

主 任：秦文贵

副主任：雍自强 董星亮 吴 奇 杨万盛

成 员：丁士东 宋周成 秦宏德 乐法国 段永贤 周仕明  
张克坚 杨红歧 杨小珊

## 前 言

SY/T 5374—2006《固井作业规程》，由石油钻井工程专业标准化委员会（以下简称钻井专标委）提出并归口，国家发改委颁布，这项标准共分两个部分，第1部分为常规固井，第2部分为特殊固井。固井是油气井在建井过程中的一个重要环节。固井质量的好坏，直接影响到该井能否继续钻进，能否顺利地生产，油井的寿命以及油气藏的采收率。固井是一个涉及面广、风险大的隐藏性井下作业工程。由于固井的前期准备工作或固井施工过程中的某一环节出现问题而导致固井失败的事件时有发生。为此，钻井专标委秘书处组织中国石油塔里木油田分公司、中国石化德州钻井所等起草单位调研了国内大多数油田固井施工单位，并征求该方面的技术专家意见，充分考虑了各大油田等地区作业经验，以确保安全与提高固井质量的基本原则，在SY/T 4374—2000《油气井注水泥前置液使用方法》、SY/T 5730—1995《常规注水泥作业规程》、SY/T 5475—1992《尾管固井技术要求》、SY/T 5479—1992《内管法固井作业规程》、SY/T 5701—1995《尾管固井作业规程》、SY/T 6026—1994《双级注水泥作业规程》等多项标准的基础上整合与修订，编制了新的SY/T 5374—2006《固井作业规程》。

该标准的出台，对指导生产，提高生产效率，提高固井成功率和固井质量，规范固井施工的程序和提高固井技术水平，指导市场行为，保证固井行业的健康发展等具有重要的指导意义。

作为SY/T 5374—2006《固井作业规程》的配套教材，本书详细阐述了重点条款的编制背景，对该标准的依据、重点条款、相关条款之间的关系以及标准的现场执行等进行了详细说明，它有助于技术、管理人员以及固井操作人员对该标准的正确理解和准确掌握，有助于提升油气田公司、石油管理局主管领导及主管部门负责人、钻井公司生产和技术管理负责人固井工作的能力，对当前三大石油公司固井管理工作具有非常现实的指导意义。

## 序

目前固井方面的标准已经形成了一个体系，这个体系有 21 项固井方面的标准，其中有技术类的标准，如 SY/T 5724《套管柱结构与强度设计》、SY/T 5731《套管柱井口悬挂载荷计算方法》、SY/T 5480《固井设计规范》、SY/T 10022《海洋石油固井设计规范》；也有工艺类，如 SY/T 5374《固井作业规程》、SY/T 6544《油井水泥浆性能要求》；还有实验程序类、检验评价类。

5374—2006《固井作业规程》整合了原来的 6 项标准，即 SY/T 5374—2000《油气井注水泥前置液使用方法》、SY/T 5730—1995《常规注水泥作业规程》、SY/T 5475—1992《尾管固井技术要求》、SY/T 5479—1992《内管法固井作业规程》、SY/T 5701—1995《尾管固井作业规程》和 SY/T 6026—1994《双级注水泥作业规程》。本标准规定了常规固井和特殊固井作业要求和作业程序，适用于石油及天然气钻井中常规固井和特殊固井作业施工。本标准的出台，对提高固井成功率和固井质量，规范固井施工的程序，提高固井技术水平，保障固井行业的健康发展等具有重要的指导意义。

由三大石油公司组成的钻井专标委，相当于一个学术技术机构。钻井专标委领导班子一直坚持充分发扬技术民主，实现学术平等，鼓励百家争鸣，倡导无私地奉献，调动一切积极因素，制定高质量的标准。它是充分平等和充分民主的技术团队，也是各种技术理念和技术实践经验充分交流、碰撞，最终达到一致的平台。钻井专标委除了制修订标准之外，还有一项重要的任务，就是要对重要标准进行宣贯。由于财力等各方面资源有限，每年只能选最重要的一个标准来进行宣贯，更多的宣贯可能要靠各企业、各单位对新的标准进行宣传，并在工作中落实。

对钻井标准化工作，一是，从发展的眼光来看，标准化工作越来越重要。首先政府管理职能的转型注定要依法、依规管理和规范社会生产活动。因此，我们就得转变观念，也就是，要把以前将标准作为本行业自我规范的理念转变到把标准作为政府管理本行业的依据的高度来认识和对待标准化工作。比如说，国务院第 493 号令《关于生产安全事故报告调查处理条例》2007 年 6 月 1 日开始实行，其中政府相关部门负责生产安全事故的调查处理。我们搞钻井、固井的都知道，以前我们把很多事件统称为事故，比如断钻具事故、卡钻事故、钻头事故等，现在我们得做一下认真地分析研究，到底这些事件从本质上应该定义为什么。所以，我们搞标准的一定要有超先性，一定要转变观念，要有发展的观念，要有全局的观念，应该有责任意识、忧患意识和环保意识。目前很多问题需要我们超前考虑。比如说固井，在西方发达国家，像加拿大、美国以及欧洲一些国家，对浅层水，即浅部地层工业用水、民用水和农业用水的保护要求很严，要求必须要下套管注水泥实施封固。我们现在的固井标准，还是只要求封固油层之上一定长度。如此情况，长此以往恐怕是不行的，所以我们要考虑这些方面。二是，钻井专业是石油工业的一个重要的专业，也是一个重要的支柱。钻井标准一共有 117 项，涉及的面非常广，与其他专业交叉也比较多。首先应处理好钻井专业与其他相关专业的界面问题，比如说钻井、完井与录井、钻采设备与工具以及钻井后期的采油、测试、开发等专业都有界面问题。我们标准化工作首先必须要适应形势发展的要

求，坚持以人为本，促进技术进步，以科学发展观为指导，对归口管理的标准进行进一步地修订、补充和完善。第二要适应和引导新工艺、新技术的推广应用。中国石油从去年开始搞水平井工程打了 500 口水平井，今年可能达到 800 口，同时今年还搞欠平衡气体钻井等一系列技术。如此大规模的新技术应用，必然需要相应的技术标准、技术规范；同时，近年来新的勘探开发领域对钻井行业提出了新的要求，标准一定要及时跟上。我们要处理好一个问题，即标准一方面具有通用性、适用性和先进性，另一方面它一定不能对新技术、新工艺的发展形成制约。有的同志说这个固井标准，尤其 SY/T 5374.1—2006《常规井固井规程》比较简单，这也是经过多次研究讨论的结果。这个标准的起草花了好几年的时间。作为行业标准，必须考虑其应用范围，如果定得太细了，其实不利于我们技术的发展；如果定得太粗了，也不利于对技术行为进行有效地规范，更不利于对工程技术人员、施工作业人员的保护。标准是双刃剑，一方面我们按标准来执行，它的效果应该是可以预期的；另一方面如果在标准执行过程中出现问题，我们可以及时改进。标准不能限制新技术的发展，同时也得适应全国各油田的现状。

标准化工作越来越重要，但是它也需要大众化的支持来做保障。每一个钻井标准的出台，是钻井行业包括一些相关行业的工程技术人员智慧的结晶，它具有相当的权威性；反过来讲，标准的制定需要大家的积极参与，标准的执行希望大家认真地对待。标准要靠大家来制定它、来修订它、来完善它，它是我们日常工作的基本要求。

标准的宣贯需要我们在今后工作中自觉带动本单位同志学习、理解和执行相关的标准。目前存在的主要问题是出了问题不看标准，出了问题才看标准，来想是谁的责任、谁没有执行标准。最近在中国石油也有这一类的问题。我们与其这样吃后悔药，不如大家提前把标准看一看，学一学。尤其在我们的设计中一定要执行标准。设计是施工的根本保障，所以设计部门一定要认真地对待标准执行问题。尽管目前的标准中强制性的很少，但是在出了问题国家的相关部门甚至我们自己的相关部门来查的时候，它的依据就是标准，最基本的是行业标准，再细一点就是拿企业标准来查。所以标准的宣贯重点是对设计施工的指导，对工程技术人员、操作人员行为的规范。

感谢以丁士东和秦宏德两位同志为代表的标准起草小组为完成这两项标准及释义所付出的辛勤劳动。

石油钻井工程专业标准化委员会主任委员：秦文贵

2009 年 7 月

# 目 录

|      |                                                 |    |
|------|-------------------------------------------------|----|
| 第一部分 | SY/T 5374. 1—2006《固井作业规程 第 1 部分：常规固井》释义 .....   | 1  |
| 第二部分 | SY/T 5374. 2—2006《固井作业规程 第 2 部分：特殊固井》释义 .....   | 19 |
| 第三部分 | SY/T 5374. 1—2006《固井作业规程 第 1 部分：常规固井》专家答疑 ..... | 51 |
| 第四部分 | SY/T 5374. 2—2006《固井作业规程 第 2 部分：特殊固井》专家答疑 ..... | 57 |
| 附录 1 | SY/T 5374. 1—2006《固井作业规程 第 1 部分：常规固井》 .....     | 61 |
| 附录 2 | SY/T 5374. 2—2006《固井作业规程 第 2 部分：特殊固井》 .....     | 74 |
| 参考文献 | .....                                           | 99 |

# 第一部分

**SY/T 5374.1—2006**

**《固井作业规程 第1部分：常规固井》释义**



# 一、编写原则与作用意义

## (一) 引言

固井是油气井在建井过程中的一个重要环节。固井质量的好坏，直接影响到该油气井能否继续钻进、能否顺利地生产，直接影响油井的寿命以及油气藏的采收率。固井是一个涉及面广、风险大的隐藏性井下作业工程，由于固井的前期准备工作或固井施工过程中的某一环节出现问题而导致固井失败的事情时有发生，而原有标准仅对固井作业部分环节做了规范，缺乏一个能够贯穿整体的固井作业规程的标准，缺乏整体性和统一性。

SY/T 5374—2006《固井作业规程》分两个部分，第1部分为常规固井和第2部分为特殊固井。本部分为SY/T 5374—2006的第1部分，即SY/T 5374.1—2006《固井作业规程 第1部分：常规固井》。

由于原有的标准涵盖的内容有所欠缺，且各个地区由于固井设备和井身结构的差异，其固井作业的要求和操作方法存在一定的差异，为此，我们调研了国内绝大多数的油田固井施工单位及该方面的技术专家意见，在SY/T 5374—2000《油气井注水泥前置液使用方法》及SY/T 5730—1995《常规注水泥作业规程》的基础上进行了整合与修订，编制了新的标准，即SY/T 5374.1—2006《固井作业规程 第1部分：常规固井》。

## (二) 标准编写的基本原则

本标准编制的基本思路是：以确保安全与提高固井质量基本原则，兼顾油公司、钻井承包商、固井服务公司各方意见，充分考虑现场实际情况和可操作性。

### 1. 充分考虑接近现场实际的原则

标准作为现场及实验的操作依据，其本身就来自于现场和人们长期的经验总结和理论研究，所以标准所涉及的内容，均考虑与现场实际相符。

### 2. 综合考虑标准所涉及的相关单位统一一致的原则

本标准涉及油公司、钻井承包商、固井服务公司三方单位，油公司依据该标准检查监督固井服务的工作情况及钻井承包商的配合情况。对于固井服务公司，该标准作为其固井作业从准备到现场施工的操作依据，避免在操作过程中各单位的推诿扯皮现象，有据可查，做到有章可循。

### 3. 坚持标准可操作性的原则

可操作性是所有标准可执行的基础，对具体的操作规程有明确的规定，对重要细节列出基本的内容步骤，但又避免了模糊概念的出现。

### 4. 标准原则性的确立

原则性问题的确立依据，主要参照原标准的规范内容，根据各大油田等地区作业经验、充分咨询专家意见和考虑实用与可操作的原则而确立。

## (三) 标准的作用意义

### 1. 指导生产，提高生产效率

本标准系统地、对常规固井施工的各个环节进行了明确细致地规范，明确分工，使参与固

井施工各单位能够遵照本标准有条不紊地开展工作，避免了责任划分不清，措施不能落实，甚至是推诿扯皮的现象，从而有利于指导生产，提高生产效率。

## 2. 提高固井成功率和固井质量

本标准制定了详细的固井准备步骤、固井作业要求和作业程序等内容，遵照本标准可以收集到详细的现场资料，有针对性地制定科学、合理的固井施工设计方案和固井作业要求，采取相应的固井技术措施，制定了详细的固井施工步骤和应注意的事项，确保固井施工的一次性成功，减少固井事故的发生，从而有利于提高固井质量。

## 3. 规范固井施工的程序和提高固井技术水平

目前，国内各油田的固井工艺水平参差不齐，缺乏交流，作业程序也各自不同。本标准制定实行后，达到常规固井程序的相对统一，技术指标的相对统一，对固井外加剂、固井工具及附件等和固井工艺技术的发展，起到了良好的推动作用。

## 4. 指导市场行为，有利于固井行业的健康发展

本标准推行实施后，可改变国内目前固井市场较为凌乱的状况，市场规则可趋于统一，有利于形成公平的市场环境，对甲方来说，制定统一的工作制度，简化管理环节；对乙方来说，到任何一个油田竞标固井工程，大家遵循基本一致的市场准则，公平竞争，有利于固井行业的健康发展。

# 二、标准的主要内容构成

## (一) 引言

本部分主要阐述了 SY/T 5374.1—2006《固井作业规程 第1部分：常规固井》与 SY/T 5730—1995《常规注水泥作业规程》相比增加的和修订的主要内容，以及明确了本标准的提出单位、起草单位和起草人等内容。

## (二) 适应范围

本部分主要提出了本标准适应范围，规定了常规固井作业要求及作业程序。

## (三) 固井作业准备

固井作业准备是固井施工前一项重要的工作内容，固井作业前精心准备有利于制定出科学、合理的固井施工设计和有针对性地采取固井技术措施，有利于固井施工作业的顺利完成。因此，本标准从现场资料收集、固井协调会内容、井眼准备、固井施工设备、固井材料、顶替液准备等方面进行了规定和要求。

## (四) 固井作业程序

固井作业程序是固井施工实施的重要依据，是固井施工水平的体现，是本标准的主体内容，因此，本标准从下套管作业、固井交底会、固井施工作业程序、固井施工作业要求、固井施工总结会等方面进行了规范和要求。

## (五) 固井作业评价

固井作业评价主要引用了 SY/T 6592《固井质量评价方法》和 SY/T 5467《套管柱试压

规范》两个标准的内容。

## （六）固井施工报告

作为对固井施工的工作总结，从固井水泥浆性能、施工情况、异常情况的出现、材料用量等在固井后进行汇总总结，以便于对固井施工过程中出现的问题进行分析，对成功的经验进行总结和推广，方便成本的核算等，为将来固井施工设计提供可靠的参考资料，并以资料性附录的形式规范了固井施工报告。

## （七）资料性附录

固井资料现场收集检查和固井施工报告以资料性附录的形式进行了规范，固井资料现场收集检查表有利于全面收集现场资料，不易漏失资料，为固井施工方案设计提供可靠的依据；国内各油田固井施工报告格式存在复杂多样，有的很不规范，涉及内容不够全面等问题，因此，本附录对固井施工报告格式及内容进行了规范。

# 三、与原标准的对比

在整合原有两个标准的基础上，主要增加了固井作业准备、作业程序及固井施工报告等内容。使整个固井过程的每一个环节都做到有章可循，增强标准的可执行性，对提高固井质量是有着现实意义。

## （一）增加了固井作业准备的内容

增加了资料收集、固井协调会、井眼、设备、套管、工具及附件、固井材料等准备内容。并对每项准备工作明确了具体的准备内容。

（1）资料收集：增加了现场资料收集要求，并在附录中给出了详细的资料收集表，现场在进行固井设计和准备时要求按照该附录进行现场调研和资料准备。

（2）固井协调会：明确了参加人员和会议内容。

（3）井眼准备：对固井前油气压稳、环空间隙、试漏、堵漏、通井、钻井液性能、循环洗井、进出口密度等影响固井质量的主要因素均进行了详细要求。对于提高固井质量具有十分重要的意义。

（4）设备准备部分：增加对井队“对钻机井架及底座的承载能力进行校核”、“井控设备”和固井队“配注系统”的要求。

（5）工具及附件、固井材料等准备：增加了对“下套管、工具及附件、固井材料准备、顶替液”等材料的准备要求，并尽可能细化和量化。如“井场储备水泥存放超过 20d，应倒罐一次以上”、“钻井工程师负责与地质工程师和固井工程师共同编制排定入井管串表，应仔细核实深度。管串排定后，应在套管接箍上标明入井编号，对要加扶正器的套管，在距外螺纹 1m 处注明扶正器和类型”。

## （二）增加了作业程序的内容

原标准中只规定了固井施工作业的要求，为了保证固井作业标准的完整性，根据常规作业的一般工作流程，增加常规固井作业程序。

### (三) 增加了固井施工报告格式

固井施工报告是总结固井施工的一个重要资料,为了规范固井总结,新的标准里以统一报表的形式规定了固井施工报表格式,并尽可能完整。

### (四) 对原标准里的要求尽可能量化

为了增加现场可操作性,对于技术要求尽可能量化。如固井前井眼准备部分:要求“改善钻井液流变性能,降低钻井液屈服值:若钻井液密度小于  $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ ,屈服值宜小于  $5\text{Pa}$ ;若密度在  $1.3\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.8\text{g}/\text{cm}^3$  之间,屈服值宜小于  $8\text{Pa}$ ;若密度大于  $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ ,则屈服值宜小于  $15\text{Pa}$ ”。如对进出口钻井液密度应一致的要求,明确为“对气井进出口密度差应小于  $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ ”。

### (五) 对原标准里的内容进行了细化

对原标准里很多准备内容进行了细化,增加可操作性,明确责任主体。如原标准里对固井协作会是“固井协作会由钻井生产技术部门负责组织、钻井队和固井等单位参加。会议明确施工方案和要求及各方责任”。修改为:

“下套管通井前,召开固井协调会,参加人员包括钻井、固井、地质、钻井液、工具等监督和技术人员,主要包括:

- a) 了解地质、工程、油气水及特殊地层情况;
- b) 提出固井要求,商讨固井方案;
- c) 进行组织分工,明确各方职责,协调解决问题;
- d) 检查钻井设备、固井设备、工具、送井套管及附件等准备情况,并对存在的问题提出整改意见;
- e) 检查井眼准备情况,并对存在的问题提出整改意见和措施;
- f) 检查水泥浆分析化验和材料准备情况;
- g) 安排固井日程及准备工作。”

### (六) 删除了原标准里的部分内容

根据目前国内油公司的管理模式及相关管理制度的变化,删除了原标准中有关规定。如删除了“依据中国石油天然气总公司颁布的《固井技术规定》中要求的有关技术负责人到井组织施工”。

### (七) 增加了固井施工总结会的内容

增加了“固井作业结束,应召开固井施工总结会,参加人员包括钻井、固井、地质、钻井液、录井等监督和技术人员,施工总结会主要包括:

- a) 核实、汇总固井作业施工数据;
- b) 总结固井施工作业情况,分析固井施工中存在的问题,并提出整改措施;
- c) 安排下步工作。”

### (八) 增加了作业评价、试压的要求

为确保固井作业的完整性,在标准中增加固井施工作业评价和套管试压的要求。

## 四、标准的内容确定依据

### （一）影响固井质量的因素

自1910年开始固井以来，提高水泥环胶结质量一直是固井作业追求的目标。由于油气藏的地质特性、井眼几何条件、地层流体性质、完井生产方式与井底完成结构、储层保护与改造要求、前期作业技术效果、水泥浆性能、施工工艺技术措施等，都会对固井质量产生影响。因此，固井工程的典型特点是影响因素多、施工时间短、工作量大、消耗材料多、占单井成本比例高、多工序与作业部门配合要求协调、施工结果难以更改，属典型的地下、高风险、一次性和隐蔽性工程。

由于影响油气井固井质量的因素众多，尤其是随着复杂地层和复杂结构井数量的逐年增加，各种固井施工技术难题和呈现的质量问题将会越来越复杂。固井质量的好坏存在客观和主观方面的影响因素，客观上的影响因素具有客观存在性和不可调节性，在一定程度上制约了固井质量的提高；但主观影响因素却具有可调节及可控制的特点，可通过合理设计及固井质量控制措施来有效提高固井质量。

影响固井质量的客观因素主要包括以下几个方面：

（1）复杂的井身轨迹和不规则的井眼条件，受扶正器数量和质量的限制，套管居中度难以保证，部分井段间隙小或套管紧贴井壁，难以实现有效顶替及层间封隔。

（2）地层状况恶劣，裸眼井段地层岩性复杂，如盐膏层、蠕动地层、大段裂缝等，井壁稳定性差，钻井液性能稍有变动将引起井下工况复杂，为保证井壁稳定固井前调整钻井液性能风险较大，提高水泥浆顶替效率技术措施在现场实施难度大，造成二界面胶结质量较差。

（3）裸眼井段为多压力层系，如调整井固井，长期注水开采造成地层压力紊乱，井下高低压力交错出现，钻井过程中“上喷下漏”，而且安全密度窗口窄，限制了注替排量，难以实现高排量顶替，水泥浆顶替效率差。

（4）钻井液体系转换时机无法掌握，转换不及时或不转换，钻井液造壁性能较差，泥饼质量不良，井眼净化程度低。

影响固井质量的主观因素主要包括以下几个方面：

（1）固井设计不合理，固井设计未能根据地质状况、油藏特点和井眼条件进行科学设计，设计不具有针对性。如：水泥浆性能设计不合理，水泥浆性能参数设计缺乏针对性和科学性，无法保证固井质量；对水泥浆失重规律及防窜能力设计没有针对性，造成水泥浆本身防油气窜能力差；水泥浆流变性能和注替设计不合理，造成水泥浆顶替效率差。

（2）井眼条件差或井眼处理不够，造成糖葫芦井眼；地层承压能力差，造成井内压稳与防漏矛盾突出；钻井液循环处理不够，造成水泥浆顶替效率低；钻井液滤饼质量差，与水泥胶结程度低，形成三明治结构，封固质量差等。

（3）现场执行设计不到位，造成现场施工达不到设计要求。如现场施工水泥浆密度不均匀，一方面影响固井质量，另一方面还可能造成固井施工事故；现场注替排量没有按照设计要求施工，不仅可能影响固井质量，还可能诱发固井施工事故等；现场未按照设计量施工，造成油气水层漏封等。

（4）固井施工设备不能满足施工设计要求。如：混配水泥浆混合能不够，造成现场水泥

浆性能不能符合实验室性能；现场施工设备发生故障，造成固井事故等；流量计计量错误，造成固井替空等。

(5) 固井工具和附件质量不过关，引发固井事故。如浮箍、浮鞋质量差，不能有效防止水泥浆倒流，造成水泥塞过高，环空返高不够；尾管悬挂器质量不过关，造成挂不住、倒不开、提不出等复杂固井施工事故。

(6) 提高固井质量综合技术措施应用不够。

综合影响固井质量的主客观因素，造成最终固井质量不合格主要体现为水泥浆胶结质量差、发生油气水窜、水泥浆低返造成油气水漏封等，无法保证井下油气层有效封隔，难以满足油气井测试、增产措施和正常生产的需要，并严重威胁油气井的安全，缩短油气井的服务寿命。所以，本规范在编写过程中，本着保证固井施工安全为前提，克服客观实际条件，避免主观设计和实施的失误与不足，以提高固井成功率和固井质量。

为此，应从固井设计入手，采用相应的技术措施，规范固井施工，提高固井质量。

## (二) 具体内容的确定依据

### 1. 增加固井作业前资料收集的依据

固井施工作业具有施工时间短、工作量大、风险大、要求一次性顺利完成施工等特点。一口井的固井工程要做到高质量、低成本完成，就必须做到精心准备、精心设计、精心施工，才能圆满完成固井工程任务。固井作业前资料收集是在固井施工前所必需的一项工作，是固井施工工艺及方案设计的依据，是固井施工的前提条件。固井作业前资料收集主要包括：

- 1) 地质资料；
- 2) 钻井资料；
- 3) 井身结构；
- 4) 电测资料；
- 5) 钻机设备情况；
- 6) 固井施工设备情况等。

通过以上资料收集及其他资料的参考，根据现场固井实际情况，有针对性地进行分析研究，制定出合理的、科学的、可行的固井施工方案与设计，为现场固井施工作业提供可靠的依据和操作性。

### 2. 增加固井资料现场收集检查表的依据

将固井资料现场收集情况以表格的形式体现，增强资料收集的条理性、直观性及规范性，以免发生漏失资料收集内容，见表 1-1、表 1-2，并以资料性附录进行规范化。

表 1-1 固井作业基础资料

| 序号 | 名 称  | 内 容                                 |
|----|------|-------------------------------------|
| 1  | 描述   | 作业地域、井号、井型、井别、钻机型号、钻机编号等            |
| 2  | 地质资料 | 地层岩性、地层压力、地层破裂压力、地层渗透率、油、气、水层分布及特征等 |
| 3  | 井身结构 | 套管钢级、尺寸、壁厚、扣型、机械性能、下深、封固段、附件位置等     |
| 4  | 电测资料 | 井径、井斜、井温等                           |

| 序号 | 名 称  | 内 容                                  |
|----|------|--------------------------------------|
| 5  | 钻井资料 | 漏失、垮塌与缩径等复杂情况描述，钻井参数、钻井液性能、地层破裂压力试验等 |
| 6  | 其他资料 |                                      |

表 1-2 固井设备与工具资料

| 序号 | 名 称  | 内 容                     |
|----|------|-------------------------|
| 1  | 钻井泵  | 型号、缸套直径、额定工作压力、排量及上水效率等 |
| 2  | 高压管线 | 尺寸、额定工作压力、试压情况等         |
| 3  | 水泥车  | 型号、额定工作压力与排量等           |
| 4  | 灰罐   | 容量、压力、下灰速度等             |
| 5  | 压风机  | 额定工作压力、排量等              |
| 6  | 计量仪表 | 精度、量程等                  |
| 7  | 井控   | 组件组合形式、压力级别、闸板尺寸、控制系统等  |
| 8  | 其他资料 |                         |

3. 增加下套管前井眼准备的要求依据

井眼情况是否达到固井设计 requirements 是固井作业能否成功的关键因素之一，本标准增加了下套管前井眼准备具体的要求和规定，以确保井眼条件满足固井作业要求，以提高固井作业的成功率，提高固井质量。下套管前井眼要求主要从油气上窜速度、套管与井眼环空间隙、井眼稳定情况、井眼划眼通井及洗井要求等方面进行了规定。具体要求如下：

1) 油气上窜速度确定依据

经过多年固井施工和总结认为，“三压稳”（固井前压稳、固井中压稳和固井候凝过程中压稳）是保证固井质量和固井施工安全、有效封固油气层段、防止油气水窜的前提。

为此，应严格控制油气上窜速度，特别是高压油气井，下套管前应压稳，控制油气上窜速度，各个油气田根据油气田特点，都制定了不同的标准，标准中小于 10m/h 是根据国内各油田多年来的实践经验和安全下套管的要求制定的。

2) 套管与井眼环空间隙确定

套管与井眼环空间隙的大小直接关系到注水泥的顶替效率和胶结质量，若套管与井眼环空的间隙太小，容易导致固井施工的高泵压、地层漏失及顶替效率低，同时，由于间隙小水泥环薄，其耐冲击能力弱且易破碎，严重影响固井质量；套管与井眼环空间隙太大，很难达到紊流顶替，不能实现水泥浆与钻井液的有效置换，出现严重的混浆，水泥环强度低，不能实现有效封固地层。

为提高水泥浆顶替效率，提高套管与井眼环空间隙的封固质量，确保油气井钻进、测试、开采等下步作业的工作需要，应确定合理的封固间隙，根据 API 标准中对套管与井眼环空间隙确定的要求，确定套管与井眼环空间隙一般应不小于 19mm（根据  $\phi 216\text{mm}$  中下入  $\phi 178\text{mm}$  套管得到的），若小于 19mm，采取扩眼等相应技术措施保证该指标达到设计要求。