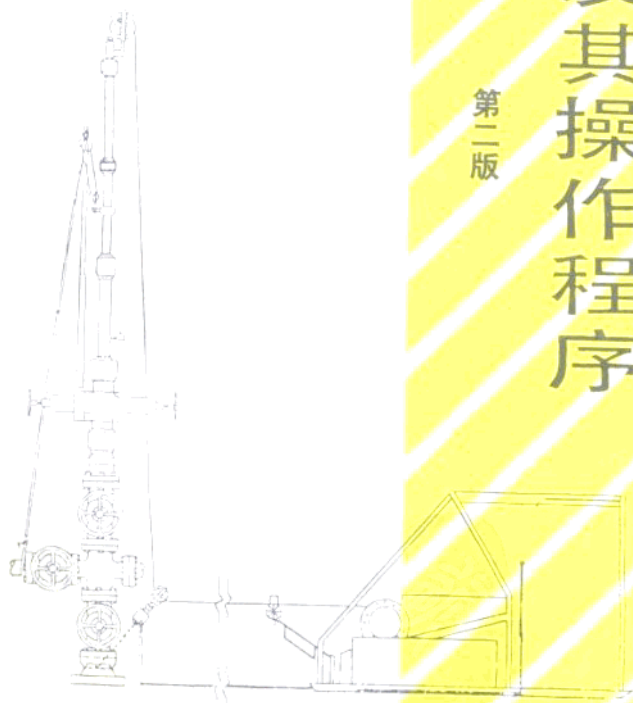


钢丝绳设备及其操作程序

第二版



钢丝绳设备及其操作程序

五

923

201

版
上

071145

钢丝设备及其操作程序

第二版

美国石油研究所生产部培训及发展

执行委员会

吴孟君 译 赵远纲 校



200480791

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要描述了油气工业中各类钢丝工具的结构、原理、用途及操作方法。适于油田作业、试井、采油等方面的工人及一般生产管理干部阅读，对于井下工具设计人员也有一定的参考价值。

7732/16

WIRELINE OPERATIONS AND PROCEDURES

• Second Edition

Executive Committee on Training and Development of the
American Petroleum Institute Production Department
Production Department American Petroleum Institute, 1983

钢丝设备及其操作程序

第二版

美国石油研究所生产部培训及发展

执行委员会

吴孟君 译 赵远纲 校

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社排版印刷

新华书店北京发行所发行

850×1168 毫米 32开本 $3\frac{3}{4}$ 印张 92千字 印1-1,800

1990年1月北京第1版 1990年1月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0384-8/TE · 373

定价: 1.40 元

前 言

本书的第二次再版对原版进行了修改并概述了油气工业中各类钢丝工具、设备的操作使用方法。该书并不介绍主题的所有方面，而仅简明且有条理地介绍钢丝设备的基本操作和原理。

该书可用作钢丝设备操作的入门和指南，不作为综合性的专题著作。希望多了解一些有关这方面知识的单位或个人，可参加特殊的培训课或接受有关钢丝公司的训练程序。

钢丝设备的使用技术与钢丝功能的重大改进一直在稳定地增长着。由于地理位置及井的条件，诸如：海上、极地、沙漠、内陆水等的变化要求，钢丝设备的发展完全是自然进化的需要。

第一章包括早期钢丝工作的简要回顾及执行各种钢丝操作的地面设备描述，第二章描述工具串及各种辅助工具。第三章包括用于完井操作及生产控制的地下设备。第四章概述了包括海上的钢丝操作步骤。全书用词浅显易懂。

本书第二版本的所有材料的准备及审查工作（论及各类油田操作的第五次 API 职业培训系列出版物）由 API 培训及发展执行委员会特约的特别工作组所完成。

本书的第一版由 API 职业培训部下属分会组织撰写并于 1964 年出版。

目 录

第1章 地面设备	(1)
引言	(1)
钢丝	(3)
实心钢丝	(4)
绞合线	(5)
钢丝维护	(5)
测量装置	(7)
指重仪	(8)
滚筒系统	(8)
导向滑轮	(11)
盘根盒	(11)
防喷管	(12)
快装山王	(13)
钢丝阀	(13)
钢丝擦	(14)
拔杆或桅杆	(14)
第2章 工具串及辅助工具	(16)
引言	(16)
钢丝工具串及辅助工具	(16)
钢丝帽	(16)
绞合线帽	(17)
钢丝加重杆	(17)
万向节	(19)
钢丝震击器	(19)
油管调节工具	(24)
油管规	(24)
蜡刮子	(24)
油管整形器	(25)

油管拉刀	(25)
封闭盒	(25)
印模	(25)
十字形钻头	(25)
探测工具	(25)
捞砂筒	(26)
静压捞筒	(26)
钢丝打捞矛	(27)
钢丝回收器	(28)
磁力打捞工具	(28)
不释放式起出工具	(29)
释放式起出工具	(29)
造斜工具	(29)
杆式刀	(29)
开槽加重杆	(29)
钢丝割刀	(29)
侧壁割刀	(30)
换位或定位工具	(31)
油管和套管内径规	(31)
井下压力计	(31)
弹式夹钳	(31)
油管射孔器	(31)
油嘴提出器	(31)
砂子提捞及钢丝打捞	(33)
砂子提捞	(33)
钢丝打捞	(33)
第3章 地下设备	(36)
引言	(36)
地下完井设备	(36)
坐工具短节	(36)
可拆卸锁紧装置	(37)
抛光短节	(39)
特殊油管接头	(39)

喷砂管节与喷砂接头	(40)
井下生产设备	(41)
平衡接头	(41)
可回收油管塞	(41)
井下油嘴	(44)
井下调节器	(44)
安全阀	(45)
固定阀及油管卡定器	(49)
分离及混合设备	(50)
开孔短节及总成	(51)
可投捞阀工作筒	(52)
滑套	(54)
密封	(56)
气举密封	(56)
典型井下设备使用说明	(57)
单管柱 - 油套管双采	(57)
两层 - 两管柱双重装置	(59)
两层 - 两封隔器单管柱 - 单交错完井	(59)
从上部封隔下面测下部封隔器	(59)
从下部测试上部封隔器及从上部测试下部封隔器	(59)
两层 - 两封隔器 - 两管柱双重装置	(60)
油管密封分压器及油管密封延伸	(62)
第 4 章 钢丝操作程序 (包括海上)	(64)
引言	(64)
钢丝安全	(64)
推荐操作程序	(65)
地面安装、钢丝卡车或拖车	(65)
海上及内陆水域	(67)
通用操作资料	(69)
工作实例分派表	(69)
设计钢丝操作需考虑的因素	(69)
典型操作	(74)
投送工具	(74)

起出工具	(76)
油管调节工具	(77)
定位工具	(79)
井底压力 (BHP) 测量	(80)
油管及套管内径测量	(82)
打捞工具及其操作程序	(84)
封隔锚	(86)
油管射孔器	(89)
特殊问题	(89)
腐蚀	(91)
钢丝设备的腐蚀	(91)
内表喷涂油管	(93)
砂	(93)
蜡	(94)
水化物	(95)
弯曲油管	(95)
地面控制地下安全阀 (SCSSV)	(96)
记录的保存	(96)
政府法规	(96)
术语汇编	(97)
参考文献	(109)

第1章 地面设备

引言

从油、气工业发展的早期，人们就开始使用钢丝了。大体说来，实心钢丝地面设备操作的发展同完井、修井及大修井所使用的新方法、新工具的发展一直是同步的。人们利用实心钢丝可进行深度的确定，井斜、温度和压力的测量，清蜡及注水泥操作。还可用来投送、收取及操作油嘴、循环塞子、量规切割器、整形工具、安全阀和气举阀。

当石油工业 1859 年从 Titusville, Pennsylvaiia 的第一口浅井开始发展到 1947 年墨西哥海湾外大陆架的第一口生产井，钢丝服务业变得复杂多了。钢丝操作已不得不跟上石油工业在深井、腐蚀性强的井、定向井及浅海区所钻井的工作需要。

随着石油生产活动范围从常规地形向沼泽、稀泥滩、沙漠及海上的扩展，这就要求增强钢丝设备的机动性、灵活性，以适应各种服务需要。

早期在内陆上，实心钢丝的操作主要靠装在卡车上、滑板上或井场适当位置的滚筒系统来进行，因而相对来说设备都比较轻便，一般用卡车即可以运输了。

后来，由于石油向河流、湖泊及沼泽地带的发展，靠卡车运送钢丝设备已不可能了，于是运输钢丝设备的高速船、拖船及驳船出现了。今天，人们常采用柴油机作动力的浅水定位船，在浅海湾、河流、沼泽或湖泊上进行工作。该船装有控制钢丝滚筒及船定位的液力系统。

当石油朝海上发展时，设备的运输方法又相应变化了。自推进式的起重船只普遍地使用在浅水区域。除起重船的定位用支柱（长 65 英尺或更长）顶起船体、超出水面之外，起重船只的工作

原理、工作特性大体与定位船相同。这种船只能使全体工作人员在水深达 75 英尺的狂暴的海面工作。

在遥远的水上区域，广泛使用经特殊设计的、安装在滑板上的、柴油机驱动液马达的钢丝滚筒装置。利用小型供给船可将这种钢丝滚筒装置运送到海洋平台或钻机旁，用起重机可将它们放置到平台上。

在沙漠地带，油气井的钻井和完井是通过将钢丝设备安装到具有能在柔软砂子上行进的车辆上来完成的。

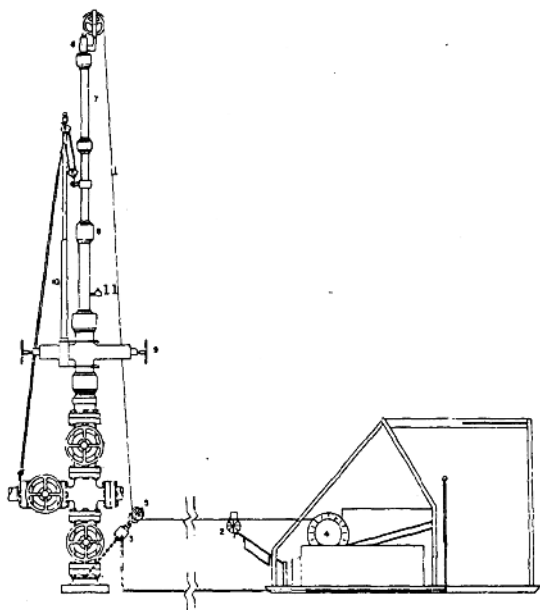


图 1-1 钢丝地面设备(安装实例)

- 1—钢丝；2—测量装置；3—指重仪；4—滚筒系统；5—导向滑轮；
- 6—盘根盒和防喷器或回压阀；7—防喷管；8—快装山工；
- 9—防喷器钢丝阀；10—拔杆或桅杆；11—放空阀

钢丝设备在极地的操作存在着气候的问题，但却可相对容易地运往通向现场的道路上。

早期，当操作者尚在使用仅能容纳有限钢丝长度的手摇式滚筒时，用动力驱动钢丝滚筒的多种机械就已问世了。当实心钢丝装置刚能提供一确定钢丝下入深度的实际方法时，油井深度的发展则要求有更大功率的驱动装置出现。于是，相继研制出了许多转动滚筒的新方法，诸如：装备有减速器的汽油引擎；电动马达；液马达等。

由于在海上用火存在着极大的危险性，因此多数操作者都限制以火花点燃的引擎为动力装置。

很显然，将钢丝及辅助器具运送到井场是一项不可避免的工作。同样地，在井场附近使用地面设备进行工作也是十分必要的。

执行钢丝操作所需要的地面设备基本上取决于井的压力及油管的尺寸。图 1-1 表示油管内径 $2\frac{1}{2}$ 英寸，地面压力小于 500 磅/英寸² 的一口井上所使用的常规钢丝操作设备的标准构件。图 1-1[●] 中的条目号与地面设备编目号相对应。

钢 丝

早期人们是用扁平的钢带测井深的，这种钢带上标注有印记或打印有图形以指示英尺数，类似测量员的卷尺。当井深增加时，足够长的钢带就很难获得了。在载荷作用下，钢丝长度的正确读数就成了问题，因为带刻度钢带的拉伸造成了测量的不准确。将扁平钢带下入有压力的井内，会增加防喷盘根盒的泄漏问题。这些缺点导致了深度测量、密封控制应采用实心钢丝。这种钢丝具有相同的长度增量，且操作者可不断地注视着总线量的卷进和放出。后来，又采用带刻度的轮子，因其测量既方便又准确。本章的后面还将详细讨论测量设备。

● 安装地面设备时，务必要考虑一定的灵活性。构件的命名及编号仅为本章讨论时便于读者识别。

实 心 钢 丝

由于深井、重载情况的出现，迫使人们研制高强度钢丝来减轻钢丝自身及滚筒系统的重量。小直径钢丝的发展伴随出现下列结果：

1. 由于钢丝自身的重量使其负载相应减小。
2. 可使用小直径滑轮下放钢丝。
3. 可使用小直径卷筒或滚筒不致因弯曲而造成过度的应力，从而可保持最小的滚筒尺寸。
4. 提供压力下工作的小截面。

最常使用的实心测量钢丝的直径一般为：0.066、0.072、0.082、0.092 和 0.105 英寸。较大直径 0.108 和 0.125 英寸的钢丝常使用在井有点倾斜，油管内径大于 $2\frac{1}{2}$ 英寸的情况。一般从工厂购置到的测量钢丝的标准长度有 10000、12000、15000、18000、20000 和 25000 英尺几种。因为这种最通用材料的强度高、延展性好、价格低，而已加工为淬火钢。经改进的冷淬火测量钢丝的最大张力强度大约为 230000 ~ 240000 磅。API 规范 9A 中的钢丝^①包括有关于测井钢丝的规格部分。表 1 包括有 API 规范 9A 中的规格和由本书编者推导出来的数据资料。

一本完善的钢丝设备手册皆应对 H_2S (有时称酸气) 及 CO_2 气体有所阐述。在过去几年里，酸气油藏上所钻的许多井，其完井深度都比较大。前面已介绍了几年前尚不清楚的，在严重腐蚀、超温、超压、超深条件下，钢丝发生的许多问题。当井内存在具有腐蚀作用的成分时，改善的冷淬火钢丝可能受钢的氢脆影响而造成工作寿命减少。在硫化氢环境中工作，推荐用 316 型钢丝，因为 316 钢丝具有抗氢脆性能。不锈钢测量钢丝的最大强度往往低于改善的淬火钢，其价格也高，延展性也差。这种钢丝对寒冷的工作环境十分敏感，寒冷的气候常常能造成钢丝变脆，寿命降

① 取自得克萨斯 75201，达拉斯，1700 组，211N，Ercay 石油研究所生产部。

表1 测井钢丝规范(实心钢丝)

1	2	3	4	5	6 ⁽¹⁾
公称直径, 英寸	0.066	0.072	0.082	0.092	0.105
直径公差, 英寸	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
断裂强度, 磅					
最小	811	961	1239	1547	1996
最大	984	1166	1504	1877	2421
塑性极限	492	583	752	938	1210
10 英寸的延伸量, %					
最小	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
最大	3	3	3	3	3
扭力, 8 英寸的最小					
扭转数	32	29	26	23	20

* 1 0.105 英寸钢丝的技术规范由本书编写组研究出, 不包括在 API 规范 9A 中。

低。本书第 4 章将介绍几种减小腐蚀环境存在、消除钢丝故障的方法。

绞 合 线

当钢丝的直径大于 0.105 英寸且需要附加强度时, 常用绞合线来替代实心线。这种绞合线一般有下列几种尺寸: 1/8 英寸 (0.125), 9/64 英寸 (0.141); 5/32 英寸 (0.156), 3/16 英寸 (0.187), 1/4 英寸 (0.250) 及 5/16 英寸 (0.312)。

钢 丝 维 护

为了使钢丝具有比较好的工作特性及相对长的使用寿命, 在其维护和使用中, 一定要采取一些防止钢丝损坏的措施。图 1-2 所示为传送或复绕钢丝的正确和错误作法对照图。

1. 要得当地将测量钢丝自发货卷筒传送至滚筒上, 这对钢丝的延伸特性及工作寿命是极其重要的。图 1-2(A) 为推荐的缠绕钢丝的方法, 按此法可不使钢丝的弯曲部分倒转。图 1-2(B)

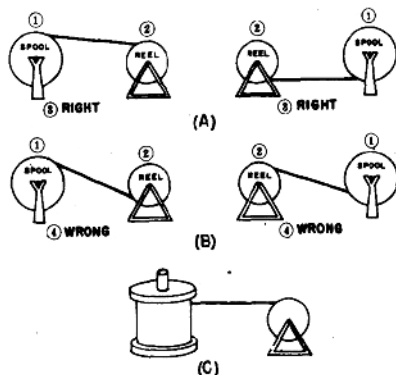


图 1-2 推荐的复绕线卷或传送钢丝方法

1 — 卷筒；2 — 滚筒；3 — 正确；4 — 错误

表示不适当传送钢丝的情形。不适当的传送易导致弯曲的逆转，使得钢丝更加难以维护，进而引起扭结或纠缠。图 1-2 (B) 较 1-2 (A) 采用得为少，因为那样将招致钢丝的部分倒传，但还不致象图 1-2 (C) 那样使钢丝受到严重影响。若钢丝卷筒不能相互对准，一个较大的倾向是钢丝会切入卷筒的木质法兰里，使用此法要特别注意，钢丝张力的增加主要是由于地面上卷筒部分的阻力所致。要获得比较好的传导结果，需将卷筒和滚筒固定在水平轴上，相距适当的距离，使钢丝容易保持水平，不易凹下。

2. 要避免钢丝被象钳子或淬硬爪似的工具夹住。当钢丝遭受张力或弯曲应力时，在其表面刻痕或刨削可导致损坏。

3. 应该避免无控制的松弛造成的钢丝扭结。

4. 当把钢丝从井内起出并往滚筒上缠绕时，务必要清理掉钢丝上所粘的井液，泥砂等物，且还要涂以防护油。

5. 拉钢丝不要超出其塑性限度。

6. 在开始工作之前或不时地延长工作周期时，自卷筒上切掉 15 ~ 20 英尺的钢丝并重新打绳结，目的在于防止打结处的钢丝

因疲劳而断裂。

由于钢丝的连续使用、损坏或缺少保养，有时需要更换。通常探测有毛病钢丝的方法有下列几种：

1. 当将钢丝展开到地上时，它若不能象在滚筒上那样形成圈或环时，则说明钢丝已超过其塑性极限，应考虑使其作为废线。
2. 当打结时，钢丝容易断裂，则去掉几英尺钢丝并打一新结。
3. 当钢丝的扭曲不能拉直时，则说明其受应力过度，应更换新的。

测量装置

钢丝设备的一重要部件是测量装置，如图 1-3 所示。不管是在测量线的末端加铅锤简单地测量浅井，精确地测井，或在已知的超深井中座入或起出各种专用工具，测量装置都是必需的。为了有效且安全地执行任何类型的钢丝操作，操作者必须知道工具相对于井口或其它参考点的位置。随时掌握工具在井内的深度能使操作者在工具到达井口（碰到井口壳体或盘根盒）之前，控制其速度并使之停止。这样可避免打捞工作失误或工具损坏。

机械测量装置具有精度高、坚固耐用、可靠性强及保养维护少的特点，它所容纳的测量钢丝同驱动计数器或速度表的淬硬测量轮精密地不打滑地相接触，以显示出钢丝同测量轮接触的长

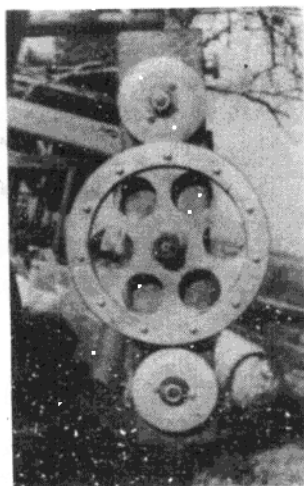


图 1-3 测量装置

度(米或英尺)。测量装置通常被安装到可移动的支承上,以便使其能自由移动。

当测量轮磨损时,计数计或速度表的读数就不准了,这时淬硬轮应更换。

指 重 仪

在重型钢丝操作中,为了知道最大的安全负荷加载于钢丝的时刻(通常在钢丝同机械或水力震击器连用时),需要使用某种类型的指重仪。常采用的几种指重仪有:机械式,液力式及电子式。液力指重仪如图1-4所示,这些仪器以磅作为刻度单位(或米制当量单位),并可将钢丝上的总重量显示在指重仪上。这些指重仪既可包括进测量装置中,也可设计作为附件。

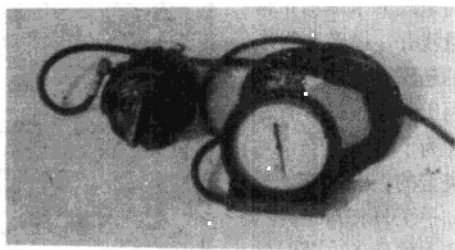


图1-4 液力指重仪

滚 筒 系 统

钢丝滚筒系统使得方便、安全地控制连续测量钢丝执行钢丝操作成为可能。滚筒需要能传送钢丝从一口井到另一个口而不损坏。实质上,钢丝滚筒就是具有足够尺寸以满足工作所需的钢丝长度的卷筒。小的测量滚筒将工具下入井中时,无需动力源,因滚筒足以转动钢丝及工具的重量。不过,所有近代的滚筒都备有某种动力源。对于希望缓慢、恒速场合的较大滚筒,常使用变速

器液力刹车将工具放入井内。滚筒组合上其它所需的部件有：滚筒刹车鼓；同动力源脱开的离合器；动力源起动、停止操纵装置；及速度控制装置（必要使用的地方）。当所需的速度范围比较宽时，有时要采用多级机械变速装置。

不同种类的测量滚筒的安装方式有：

1. 滑板或基座固定式——轻便型（图 1-5）
2. 车装式——卡车引擎驱动（图 1-6）
3. 拖车固定式钢丝滚筒系统（图 1-7）
4. 船装式——引擎驱动（见封面）
5. 固定到井口的自动清蜡刮蜡器

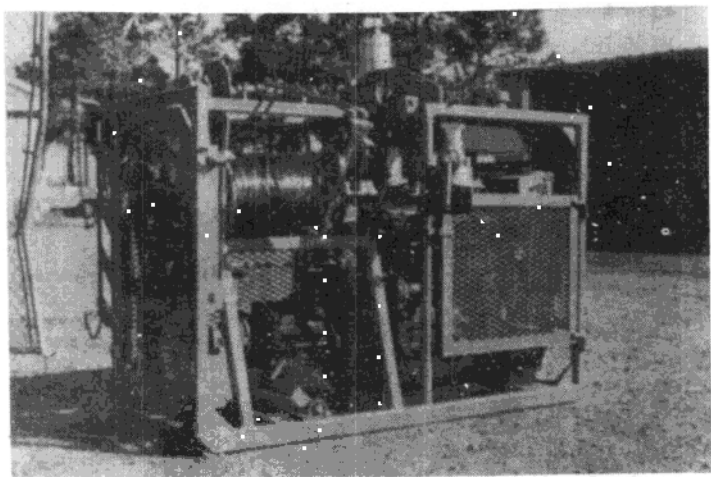


图 1-5 滑板或基座固定式（轻便型）测量滚筒装配图

现在海上通常流行的钢丝作业所使用的都是双滚筒装置。其中一种用于常规的钢丝作业，能容纳 0.082 英寸直径的实心钢丝约 20000 英尺长。另一种滚筒容纳 3/16 英寸的标准钢丝约 20000