

采 油 工 程

五

油 井 小 修

玉門石油管理局老君溝采油厂編

石油工业出版社

內 容 提 要

“采油工程”共分七册出版。本分册主要介绍油井小修，其中包括：修井工具、设备的使用和保养，修井的准备工作及热洗、热注、清砂、防砂、油层化学处理、油层水力压裂等修井和增产措施。本书是在总结玉门油矿自解放后十年來在修井方面所取得的經驗的基础上，联系現場实际、結合理論、系統地闡述油井小修的技术与工艺过程。

本書适于采油工程技术人員及四級以上的采油、修井技术工人閱讀，也可供石油院校的師生參考。

統一書号：15037·768

采 油 工 程

五

油 井 小 修

玉門石油管理局老君庙采油厂編

*

石油工业出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第088號

石油工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

*

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本 * 印張5 $\frac{1}{2}$ * 123千字 * 印1—2,200册

1959年8月北京第1版第1次印刷

定价(10)0.88元

前 言

1959年是我們伟大的祖国——中华人民共和国成立的十週年。十年来，在伟大的中国共产党和毛主席的领导和关怀下，我国的工农业有了飞跃的发展，特别是1958年的大跃进，使我国在工农业各个战线上取得了空前的丰硕成果。

我們石油工业也不例外，从1950年到1958年，原油产量就翻了5番；特别是1958年，不仅原油产量比1957年增加了55%，而且在石油勘探方面也取得了伟大的成绩，仅在这一年里就找到了22个油、气田，相当于过去八年內所发现的油、气田的两倍，为解放前的4倍。

新油田的不断发现，原油产量的不断增长，石油队伍的不断壮大，就要求有更多、更好、更切合实际需要的技术书籍，来满足石油战线上广大职工的迫切需要，以适应新的发展形势。

“采油工程”，就是在这种要求和愿望下编写的。全书包括采油基础、自喷采油、抽油、油田注水、油井小修、油井大修和原油选集与处理等七个分册，是由我厂十多位同志集体编写出来的。由于时间短促、生产忙，虽然这些同志尽了最大努力，并且尽可能地征求了技师和老工人的意见，不免仍有不妥甚至错误的地方。希读者提出宝贵的批评意见，以便再版时修正。

本分册（第五分册）系由譚世瑩编写，于大运校订。

玉門石油管理局老君庙采油厂

1959年8月

目 录

前 言

第一章 概論	1
--------------	---

第二章 修井設備和工具	3
-------------------	---

第1节 修井設備	3
----------------	---

一、井架	3
------------	---

二、通井机	4
-------------	---

三、联合作业机	8
---------------	---

四、水泥車	14
-------------	----

五、洗井机	16
-------------	----

第2节 修井工具	17
----------------	----

一、吊昇用具	17
--------------	----

二、冲洗用具	25
--------------	----

三、封堵用具	27
--------------	----

四、常用小型工具	30
----------------	----

第三章 修井的准备工作	33
-------------------	----

第1节 压井	33
--------------	----

一、压井的作用与压井液的选择	33
----------------------	----

二、压井方法	35
--------------	----

三、压井的注意事项	36
-----------------	----

第2节 换井口	37
---------------	----

第3节 起下油管	39
----------------	----

第4节 深井泵的起下	42
------------------	----

一、管式泵	42
-------------	----

二、杆式泵	44
-------------	----

第四章 热洗和热注	44
-----------------	----

第1节 热洗介質的选择	45
-------------------	----

第2节 热洗的应用	46
-----------------	----

第3节 热注的应用	48
第五章 地层排液措施	49
第1节 注水井的喷水	50
第2节 猛烈抽吸	51
一、抽吸的目的和作用	51
二、抽吸设备及工艺	52
三、抽吸的安全技术	55
四、抽吸的计算	56
第六章 清砂与防砂	63
第1节 捞砂	64
第2节 冲洗砂堵	66
一、冲洗液的选择	67
二、冲砂方式	69
三、冲砂工艺程序	71
第3节 冲管冲砂	74
第4节 冲砂水力计算	78
第5节 防砂的新技术	90
一、人工填砂	90
二、水泥加固井壁	93
三、塑料人工井壁	96
第七章 油层的酸处理	99
第1节 酸处理的基本原理	100
第2节 酸处理的基本数据(参数)	102
第3节 酸液的附加剂	108
第4节 酸化工艺程序	111
一、酸处理的准备	112
二、酸处理	114
第5节 热酸处理	116
第6节 酸处理的安全措施	119
第八章 油层水力压裂	121
第1节 油层水力压裂的应用原理	121

第2节 地层破裂压力	124
第3节 压裂液(压裂液和携砂液)	128
第4节 压裂用砂	132
第5节 水力压裂的工艺与技术	136
一、水力压裂的工艺流程	136
二、压裂方式	139
三、重复水力压裂法	142
四、分层多裂缝压裂	144
五、封堵底水的水力压裂法	145
第6节 裂缝(位置和性质)的测定	146
第7节 水力压裂的安全技术	147

第一章 概 論

油（气）井在生产过程中經常发生一些故障，它常会引起油井減产，严重时会造成停产。油井发生故障的原因很多，如砂堵、結蜡、井下設備损坏，以及出水、井下落物，等等都是，但不論那种原因，油井一旦发生故障多半需要停产进行修理。另外，为了贯彻新的地質、技术要求，有时也需使油井停产后才能完成。

为了恢复油井的正常生产所进行的解除油井故障的工作，均称之为修井。根据油井故障的性質与修井内容的繁簡，修井工作又分为油（气）井大修和小修两种。本書仅敘述油井小修，油（气）井大修部分在第六册中介绍。

根据油井采油方式的不同，油井小修的内容也不一样，但它們的基本操作与修井方式是大同小異的。

通常自噴井小修的主要内容有：起、下油管；改变油管下入深度；檢驗油管状况，更换有毛病的油管；檢驗井下設備；清除油管中的結蜡；冲洗砂堵；新井的試采，等等。

抽油井小修的主要内容一般包括：起、下深井泵，改变泵的沉沒深度；檢驗或更换深井泵；檢驗或更换凡尔或泵的其它部件；檢驗油管的严密性；清除井中結蜡；冲洗砂堵；消除抽油杆的弯曲等毛病；解除被卡的活塞、油管；更换抽油設備，等等。

上述自噴井或抽油井的各项修井作业，都可以根据修井的具体任务单独进行，或者在一次修井中同时进行几种修井作业。

解除油井故障只能使油井恢复正常生产，維持原来的产量，为了在一定时期内采出更多的原油，常应用各种增产措施。由于增产措施在基本操作及所需設備，工具等方面多与油井小修相同，故在油矿上进行增产措施也属于修井队的主要业务之一。

增产措施的实质就是用人为的强力来改变井底附近地层的自然性质，使油流易于流入井中，从而达到提高产量的目的。通常采用的增产措施有井底爆炸，酸处理及地层水力压裂等三种，其中井底爆炸法与其它方法相比，效果较差，目前很少应用，故本书也不作介绍。

由于采用了油井增产措施，不仅提高了原油产量，而且大大降低了采油成本。我国玉门油矿老君庙油田于1954年开始进行酸处理工作，到1958年总共处理了67井次，增产原油22640吨。

地层水力压裂是近年来世界各国石油工业所广泛采用的一种较新的增产措施，它在提高油、气井产量和注水井的注入量方面，证明了地层水力压裂是油田开采中最经济而有效的增产途径。我国水力压裂技术从1952年到1954年期间作了广泛的技术准备和实验研究，于1955年开始了工业性的运用。虽然采用的时期很短，却取得了很大的成绩。以玉门油矿老君庙油田为例，自1955年运用压裂技术以来，至1957年共压裂365井次，总计增产原油量相当于同期原油总产量的7%。

油井进行小修或增产措施，一般都要使油井停产，这样自然就会造成产量的损失，所以采油工作者必须千方百计地缩短油井停修时间，延长油井免修期，更多地增产原油。提高修井质量是增产原油的主要条件之一，因为修井质量越高，油井免修期越长，采油时率也就越高。

提高修井质量不仅要求选择正确的修井措施和制定符合多、快、好、省原则的修井计划，并且在施工过程中还必须正确无误地进行每一操作，避免返工。因此，提高修井质量，是修井工程技术人员和全体修井工人的首要任务。

第二章 修井設備和工具

各項修井作業是借助於專門的設備和工具來完成的。油井小修所需的設備與工具包括：起昇用的井架、通井機、聯合作業機和游動系統（天車、游動滑車、鋼絲繩、大鉤）；洗井、壓裂用的洗井機、水泥車、水龍頭；上、卸管子絲扣用的油管鉗、鏈鉗、管鉗；各種輔助用具如吊卡、卡盤、吊環、油罐等。這些設備和工具的种类很多，使用時必須正確地選擇，其根據是：1)被修井的深淺和性質；2)修井的具體內容；3)交通條件；4)現有設備的类型；5)氣候條件。選用時要特別注意設備與工具的最大能力是否符合工作要求，這是提高工作效率和生產安全的必要條件。

第1節 修井設備

一、井架

井架的功用是支撐天車、大鉤、吊環、水龍頭、吊卡及整個鉗具。井架的种类很多，以材料來分，有木制的、角鐵及管子制的。按構造分，有兩腿、三腿及四腿的。在修井上，除大修是用鉗井用的大井架外，小修工作都使用采油輕便井架或聯合作業機井架來進行。

井架周圍用 $5/8$ — $3/8$ " 鋼絲繩作綑繩加固。綑繩對井架受力幫助很大，沒有地腳的輕便井架幾乎全靠綑繩拉力平衡才能承受負荷。繩與地面成 30 — 45° 的角度，每道繩必須緊平衡，使其受力均勻，否則井架受負荷時會向綑緊的方向傾斜，扭彎井架甚至扭倒井架。井架是直接坐在水泥基墩上或木質的基墩上。部份井架頂上有人字架，是吊卸天車用的。

五門油矿采油、修井使用的井架

表 1

井架种类		負荷 吨	高度, 公尺	天車輪數 个	底座寬度 公尺	特 徵
四	腿	25	24	3		前 傾
三	腿	25	24	3		帶 攀 梯
兩	腿	6	13.7	2	2.2	重型天車帶撐
兩	腿	4	13.7	2	2.2	輕型帶撐
兩	腿	2	13.7	2	2.2	輕型无撐
兩	腿	10	13	3	2.2	帶 护 圈
联合作业机井架		32	17	4		傾斜 $6^{\circ}30'$

二、通 井 机

在进行井下修理工作中, 供起下井內設備用的动力是通井机。通井机是在拖拉机上安装一部絞車, 构成一部起重机械, 故也称拖拉机絞車。

目前各矿上应用的通井机有两种: 一种是 JT-2M-80 型通井机; 另一种是 JT-11KM 型通井机, 还有我国大連通用机厂和兰州通用机厂的仿苏制同类型通井机。它們的主要技术规范見表 2。

通井机的传动过程, 是由拖拉机作发动机將动力传給变向传动箱和变速箱。经过这些齿輪的传动, 就可以自由的改变絞車滾筒的轉动方向和轉速。

JT-11KM 型通井机的传动如图 1 所示。拖拉机引擎由传动部份 I 到变向传动箱 II, 由 II 传到变速箱 (排挡箱) III, 选择好适当的排挡由主动齿輪將滾筒軸 IV 带动, 然后推上滾筒离合器, 滾筒軸即將滾筒帶轉。

通井机技术规范

表 2

規 范 單 位		型 号	JT2M-80型	JT-11KM型 (帶有千斤)
拖拉机型号			C-80	C-80
发动机型号			KDM-46	KDM-46
发动机最大功率	馬 力		93	93
发动机負荷时最大轉速	轉/分		1000	1000
发动机功率的利用率	%		82	
最大工作井深度	公 尺		2300	2500
第四层繩的最大牽引力	公 斤		8900	8800
滾筒最大轉速	轉/分		242	170
滾筒长度	公 厘		1000	910
滾筒直径	公 厘		380	345
滾筒上能繞 $\frac{5}{8}$ "繩长	公 尺		2300	2500
滾筒刹車輪直径	公 厘		915	950
滾筒刹車帶长度	公 厘		230	160
滾筒变速数	順挡	个	6	4
滾筒变速数	倒挡	个	3	4
通井机总长	公 厘		5680	5200
通井机总寬	公 厘		3040	2456
通井机总高	公 厘		2770	2770
通井机总重(包括拖拉机)	公 斤		16000	15300
柴油箱容量	公 升			600

在变速箱2里有三个八字輪（錐形齒輪），中間一个齒輪固定在軸上，与变速箱联动，而兩側的齒輪則自由的活動着，利用兩輪間之滑動的齒形接合器任意的接合二者，如此就能變換中間八字輪的旋轉方向，從而變動整套的傳動系統及滾筒的旋轉方向。

变速箱能使絞車滾筒具有四个速度，其齒輪的傳動順序如

ЛТ2М-80型通井机滚筒速度及牵引力

表 3

速 度			滚筒轉数	第四层繩之牽力	鋼絲繩速度
排 挡			轉/分	公 斤	公尺/秒
正 挡	低 速	1	25	8900	0.612
		2	35	6400	0.880
		3	68	3280	1.728
	高 速	1	89	2530	2.256
		2	124	1830	3.240
		3	242	920	6.120
倒 挡		1	48		
		2	66		
		3	130		

ЛТ-11KM型通井机滚筒速度及牵引力

表 4

速 度	滚筒轉速	鋼絲繩的牽引力		鋼 絲 繩 速 度		
		第 一 层	第 四 层	一 层	四 层	平 均
正挡及倒挡	轉/分	公 斤	公 斤	公尺/秒	公尺/秒	公尺/秒
1	34	8800	6930	0.6	0.83	0.74
2	54	5540	4360	0.95	1.32	1.18
3	107	2795	2200	1.89	2.62	2.34
4	170	1760	1390	2.90	4.15	3.72

下(见图1),一档为6—7—9—12—11—14—15—16;二档为6—7—8—10—11—14—15—16;三档为6—7—9—12—10—13—15—16;四档为6—7—8—10—10—13—15—16。

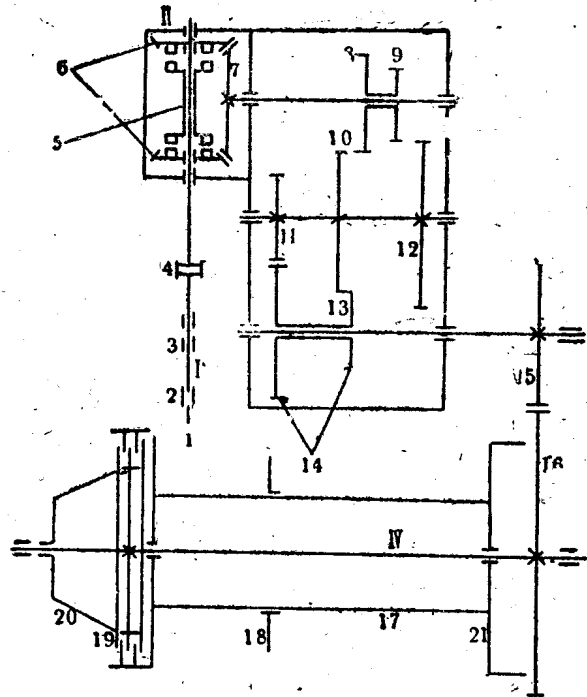


图 1 JT-11KM型通井机传动图

1--功率输出轴；2--联轴器；3--轴承箱；4--离合器；5--倒车离合器；6--16齿轮；17--滚筒；18--分隔圆板；19--离合器；20--横杆系统；21--刹车圈。

通井机绞车的操作：操作前应先检查行路排档及换向杆是否在空档上，右脚刹车是否锁住，以免操作绞车时将拖拉机开走，同时注意机身温度与机油压力是否正常。然后刹住滚筒，摘开滚筒离合器和总离合器，挂上所需的排档，如果挂不上排档时，可以将总离合器很轻快的活动一下。挂档时不应发响，挂上排档后先挂总离合器，再挂滚筒离合器，同时松开滚筒刹车并加大油门，滚筒转动即可起重。在起重时刹车需要完全松开，在正常运转时不能猛刹车。

在下钻时，刹车应适当的控制速度，不能下钻太快。若要换

档則先停住滾筒轉动，然后摘总离合器，換好排档后再掛总离合器。

如是下放重物，以空档不易控制，可將滾筒离合器掛上，把順一档掛上（总离合器分开），用刹車控制下放。

离合器不能在半离半合情况下工作，要掛就掛上，要分就分开。在掛离合器时应緩慢操作，摘离合器时操作应快，以防损伤牙輪或鏈条。用倒档时死刹要松开，如鋼絲繩上有負荷，操作人員离开駕駛室时应將死刹鎖住后再离开。为了保护总离合器不被磨損，操作时一定要遵守总离合器要先掛后摘，而滾筒离合器則先摘后掛，以便总离合器不在有負荷时接合，这样就可減低摩擦。

通井机絞車的保養制度

表 5

加 油 部 份	加油 处数	油 品	保养週期 (小时)	备 註
滾筒軸軸承	2	黃 油	140	
滾筒軸承	2	黃 油	140	
变速箱小齒輪軸承	1	黃 油	140	
拖拉机动力輸出軸	1	黃 油	140	ЛТ-11KM型
变速箱和排档桿接头		机油;黃油	70	ЛТ-11KM型
其他操縱杆接头		机油;黃油	70	
滾筒离合器推圈	1	黃 油	8	
滾筒大小牙輪		黃 油	8	
鏈 条		黃 油	8	
滾筒变速箱		齒 輪 油	1500 (更換)	每 8 小时 檢一次
鏈条过輪	1	黃 油	70	ЛГ2М-80型
变速箱排档叉加油堵	3	机 油	70	ЛГ-11KM型

三、联 合 作 业 机

联合作业机是由 C-80 型拖拉机和装 在拖拉机 上的摺叠式井

架、起重絞車、測井絞車、天車以及游動滑車、大鉤等組成的機組，這種機組可在1500公尺以內的井上工作，特別適用於未立井架的新井或原有井架負荷不足的井上。現在我們使用最多的是蘇制“巴庫人”-2型聯合作業機，和大連通用機廠仿蘇制的同類型聯合作業機，其技術規範如下：

1. 聯合作業機總體與外形：

型號：巴庫人-2；

全長：10400公厘（行路時之長度）；寬度：2500公厘；

高度：17100公厘（井架立起時），4150公厘（井架放下時）；

總重量：18600公斤；

作用於地面之比壓：0.79公斤/平方公分。

2. 井架：

型式：可摺疊的金屬井架；

負荷：安全負荷32噸，最大負荷40噸；

高度：從地面至天車中心17公尺；

工作時井架傾斜度： $6^{\circ}30'$ 。

3. 起重絞車：

型號：JIT12-B；

滾筒上第四層鋼絲繩的最大牽引力（一档）為5000公斤；

滾筒最大轉速：189轉/分；

滾筒長度：700公厘；直徑：325公厘；

滾筒制車輪直徑：900公厘；

滾筒制車輪數：2個，滾筒制車輪寬度：130公厘；

滾筒制車帶質料：夾鐵砂，帆布；

滾筒容量：能繞 $1\frac{1}{2}$ "鋼絲繩1500公尺；

能繞 $3\frac{3}{4}$ "鋼絲繩180公尺；

滾筒以5:3的比例分為兩部分，一邊為繞 $3\frac{3}{4}$ "鋼絲繩用，另一邊為繞 $1\frac{1}{2}$ "鋼絲繩用。

4. 变速箱:

型式: 三軸四速式; 速度数: 順档 4 个, 倒档 1 个。

5. 立井架机构:

型式: 絲杆組合的; 絲杆直径: 55公厘;

传动: 1"节距之鏈条;

立井架时絲杆螺母轉数: 80轉/分;

十字头行程: 2150公厘; 立起井架時間: 2.5—3分鐘。

6. 測井絞車:

用途: 起下測井仪器; 型号: FJ3-1500;

滾筒直径: 210公厘;

滾筒最大轉数: 280轉/分;

鋼絲直径: 1.4公厘;

滾筒容量: 3000公尺。

7. 天車:

滑輪直径: 45公厘;

滑輪数: 3 个;

鋼絲繩直径: $\frac{3}{4}$ ";

負荷量: 30吨。

8. 游动滑車:

滑輪直径: 450公厘;

滑輪数: 3 个;

鋼絲繩直径: $\frac{3}{4}$ ";

負荷量: 30吨;

大鉤: 三稜形。

联合作业机立井架的工作是从拖拉机的动力机將动力传至功率选择箱, 然后通过变速箱轉到中間軸, 再传至立井架机构的。見联合作业机传动图(图 2)。

联合作业机立放井架过程如图 3 所示。

立井架前, 先按保养制度对各潤滑部分进行保养, 然后检

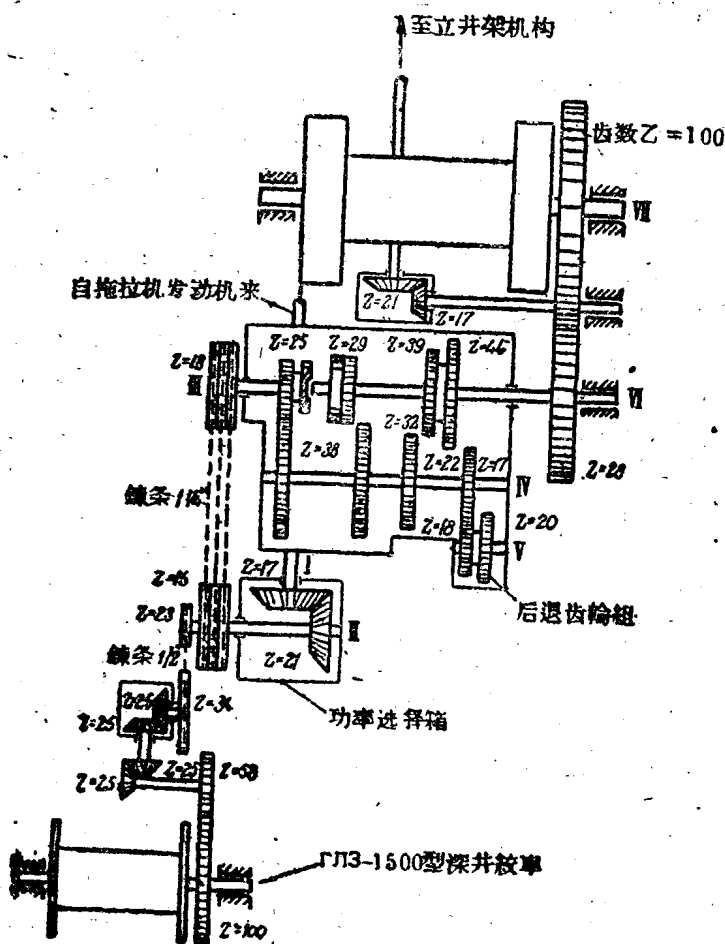


图 2 联合作业机传动图

查各连接部分是否牢固可靠，拉筋并帽是否松脱，拉筋是否一样长，並用水平尺校准拖拉机前、后、左、右是否水平，同时调整拖拉机中心正对井口中心和拖拉机距井口的距离，使拖拉机后轴中心距井口的水平距为3710公厘。这个数是用下列公式算得的：