

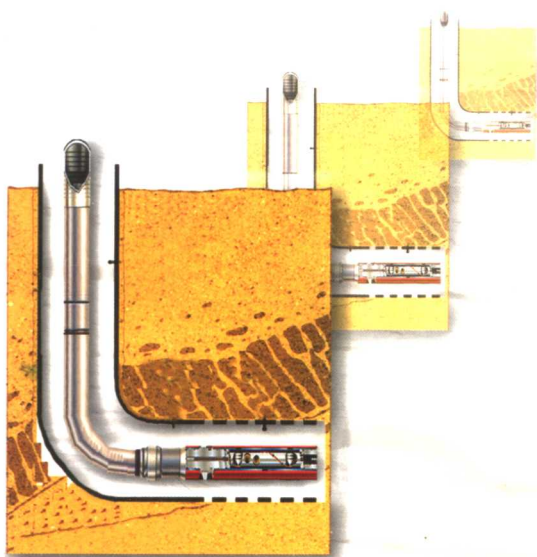
大庆油田

射孔、试油技术发展与实践

DAQING YOUTIAN

Shekong Shiyou Jishu
Fazhan Yu Shijian

刘国志 刘方玉 许显志 主编



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

大庆油田射孔、试油技术 发展与实践

刘国志 刘方玉 许显志 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要收录了近几年大庆油田射孔、试油技术方面的新技术、新工艺、新成果和新认识方面的论文,系统反映了目前大庆油田射孔完井、试油测试、试井解释及评价方面的技术发展现状和水平。

本书可供从事油田勘探、开发的科研人员、工程技术人员、管理人员和有关院校师生学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

大庆油田射孔、试油技术发展与实践/刘国志等编著.

北京:石油工业出版社,2006.2

ISBN 7-5021-5414-0

I.大…

II.刘…

III.①射孔-技术-大庆市-文集

②试油-技术-大庆市-文集

IV.①TE257-53 ②TE273-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 002663 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

总 机: (010) 64262233 发行部: (010) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 河北天普润印刷厂

2006年2月第1版 2006年2月第1次印刷

787×1092毫米 开本: 1/16 印张: 21.25

字数: 539千字 印数: 1—2000册

定价: 80.00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

《大庆油田射孔、试油技术发展与实践》

编 委 会

主 编：刘国志 刘方玉 许显志

副主编：于振东 郑长建 牛丽娟

委 员：张锁成 蒋凯军 林玉玺 蔡 山 高 萍 金海东

程晓刚 陆明龙 成晔君 王树申 付多辰 邱金平

徐 健 赵彦整

前言

大庆油田射孔、试油技术,经过多年的科技攻关,取得了长足的进步,发展形成了以保护、解放油气层为目的射孔完井技术系列、以取全取准地质资料为目的试油测试技术系列、以认识储层为目的试井解释及评价技术系列。

射孔完井技术,通过长期深入的射孔机理研究,认清了射孔参数对油气井产能的影响规律,带动了射孔工艺技术的发展,形成了以深穿透、大孔径和高孔密系列射孔器为基础,以电缆深穿透射孔、油管输送射孔、水平井射孔、复合射孔、射孔-抽油泵联作、定方位射孔等工艺技术为手段,以射孔方案优化、满足油田勘探开发需要为目标的现代科学射孔完井技术,实现了从准确打开油气层到保护和解放油气层射孔完井的跨越。

试油测试技术,通过引进、消化、吸收和发展,形成了适用于套管、裸眼井的 MFE、APR、膨胀式等系列地层测试技术以及与之配套的地面计量技术,射孔-测试联作技术,不动管柱两层压裂及排液一体化技术,两层分采同步抽油技术,电缆/钢丝试井技术等,并形成了以电子计算机和网络为核心的现场地面自动采集和无线传输技术,实现了从提捞、抽汲、气举为代表的传统试油方法向以地层测试和电子压力计、计算机应用为代表的科学试油技术的跨越。

试井解释及评价技术,通过深入的基础理论研究,开发了具有国际先进水平的 WTES3.0 试井综合评价系统、常规试油试井分析、温度试井资料解释、低速非达西试井评价等系列软件,实现了由简单评价产量、液性和手工试井解释向以现代试井理论为基础、以计算机为工具、以试井解释软件为手段准确评价油气层的跨越。

本书汇集论文 50 篇,基本上是经过研究试验、推广应用过的工艺技术和方法,系统反映了目前大庆油田射孔完井、试油测试、试井解释及评价方面的技术发展现状和水平,并为大庆油田勘探开发目标的实现做出了重要贡献。

由于成书时间较短,知识面和写作水平有限,难免有错误和不妥之处,恳切希望读者给予批评指正。

目 录

射孔完井技术

射孔优化设计在油田中的应用	姜晓燕 戴 江 蔡 山 (3)
DQ35-1 型井壁取心器的研制与应用	毕鹏飞 敬卫东 侯宝成 金海东 齐 宇 (8)
便携式数控射孔取心仪的开发研制	刘方玉 赵福前 颜刚虎 (12)
内盲孔射孔器的开发研制及应用	王文红 侯宝成 (18)
复合射孔在大庆油田的发展与应用	蔡 山 索明武 胡艳玲 张伟民 王文红 姜晓燕 (23)
复合射孔技术在肇 53-平 37 水平井上的应用	王树申 (29)
水平井射孔技术	王树申 王宇祥 王文红 (34)
封窜射孔技术研究	李忠杰 李春兰 靳喜舰 (42)
1MD3 射孔工艺技术在油田的应用	王文红 侯宝成 (46)
油管输送射孔与生产管柱联作技术的研究与应用	范学君 金海东 李 艳 (52)
定方位射孔技术在油田的应用	靳喜舰 (57)
模块化射孔工艺技术研究	蔡 山 郭景学 刘德君 刘河秀 赵春辉 安丽华 (61)
水力喷射射孔效果初探	赵彦整 (65)
复合压裂设计应考虑的几个重要因素	回春兰 杨宝君 马华丽 (70)
高温高压深井射孔工艺的关键因素分析	付多辰 荣学艺 (74)
深井射孔施工控制	李俊青 毕鹏飞 (79)
新型气井压井液研制及应用	张广华 梁 岩 (82)
高密度、无固相聚合物驱射孔完井液的研究与应用	刘传明 张广华 (91)
无围压射孔技术研究	王树申 郑长建 赵春辉 霍瑞龙 (98)

试油测试技术

SC-1 型地层测试器的研究与推广应用	张恩禹 任连举 (107)
密闭带压测井温技术	周志江 迟连声 林守江 (113)
三相分离器地面计量工艺技术	韩志强 张卫国 (122)
试油压裂排液工艺技术的现状及发展方向	程晓刚 迟连声 林守江 王 强 (127)
不动管柱两层压裂及排液一体化技术	于振东 范学君 张衍臣 汤清宏 (135)
大庆油田射孔测试联作技术的发展及应用	林玉玺 苏秀珠 (140)
电缆地层测试技术	刘德君 常德才 李春和 胡彦玲 (144)
试油数据采集、无线传输技术研究与应用	梁淑平 吴忠斌 王宏坤 (155)
深井气层二阶段压井方法在徐深 6 井的应用	林玉玺 程晓刚 (164)
监测窜槽、漏、失封一体化测试管柱的应用	方和平 陈娟炜 (170)
深层气井压后排液求产工艺方法探讨	张甲清 孙士东 董尚富 (179)

试油施工过程中异常曲线分析	程晓刚	张士君	梁淑平	(192)
JS-2 封隔器坐封方余的计算			徐 健	(201)
抽汲试采工艺技术			孙继东	(207)
两层分采技术的现状和发展	丛培斌	梁 岩	高旭升	(210)
蒸汽吞吐工艺技术在 大庆油田的研究与应用	郭 伟		成晔君	(214)
化学解堵技术的研究与应用	刘传明		高丽群	(221)

试井解释及评价技术

WTES3.0 试油测试评价系统的应用	张甲清	蒋凯军	戴 江	张 雁	(229)
产能预测、试井设计参数优选方法	张锁成	张甲清	张 雁		(240)
低速非达西渗流储层产能评价	戴 江	蒋凯军	张 雁		(249)
低速非达西渗流试井直线段分析法	蒋凯军	戴 江	张 雁		(255)
开井期间抽汲求产对压力恢复曲线试井分析的影响		张 雁	蒋凯军		(262)
气井不稳定 IPR 曲线计算方法	蒋凯军	戴 江	张 雁		(271)
深层气井地层压力折算方法分析及应用		张 雁	蒋凯军		(276)
试井工作制度制定方法探讨		张 雁	蒋凯军		(285)
非自喷井压后排液求产工作制度的确定	王明成	戴平生	张松革		(292)
海拉尔盆地裂缝性储集层压力曲线特征分析		高 萍	李 全		(299)
利用井温资料评价多层压裂裂缝高度		丁 玲	李 全		(306)
定流压间歇试采井资料解释新方法		马华丽	蒋凯军		(314)
低渗透储层间采井产能预测方法			马华丽		(319)
试采井合格流压曲线标准确定及应用		赵勤儒	李松东		(326)

射孔完井技术

射孔优化设计在油田中的应用

姜晓燕 戴江 蔡山

摘要：射孔完井是油气田勘探开发过程中不可缺少的环节，对油气井产能影响很大。通过对射孔完井对产能影响的机理进行深入的研究，找出了各种射孔参数对油气井产能影响的规律，提高了射孔对产能影响机理的认识，并开发研制了射孔优化设计软件，结合射孔工艺、地层条件和开发目的等实际情况，形成了一套科学系统的射孔方案优化设计方法；本文论述了射孔优化设计机理和根据不同需求进行的射孔方案设计，并对应用效果进行分析，说明了射孔优化设计在提高油气井产能中所起的作用。

关键词：射孔 优化设计 应用

随着油田开发工作的不断深入，我们所面对的地层条件越来越差，井况变得越来越复杂，如何提高油气井产能成为亟待解决的问题之一。射孔完井是油气田勘探开发中非常重要的环节，对油气井产能影响很大。为了提高射孔对产能影响机理的认识，指导现场应用，从而提高射孔效果，我们对射孔完井对产能影响的规律进行了长期深入的研究，形成了一套科学系统的射孔方案设计方法。

1 射孔参数对产能的影响分析

要想做好射孔优化设计，首先要弄清楚射孔参数对产能的影响。因此在给出了稳定渗流、不稳定渗流条件下射孔参数对产能影响的数理模型的基础上，通过大量的计算，给出了各种射孔参数对油井产能影响的曲线，通过曲线分析得到了一些规律性的认识。

1.1 孔深的影响

产率比随孔深的增加而增加，见图 1。计算孔深范围在 50~5000mm，但在 1m 左右它增加的幅度是总增加幅度的一半，这说明它是一条减速递增曲线，开始增加的幅度大，也就是说这时孔深对产能影响较大。

1.2 孔径的影响

孔径的研究范围是 5~50mm，从图 2 曲线的整体变化趋势看，它虽然也是一条减速递增曲线，但对产能的影响较小。

1.3 孔密的影响

孔密的研究范围是 1~40 孔/m，从图 3 可以看出，它也是一条减速递增曲线，对产率比的影响较大，从 10 孔/m 增加到 16 孔/m 时，产率比增加 10% 以上，而从 25 孔/m 增加到 31 孔/m，产率比却只增加不到 3%，说明在孔密较低时，增加孔密是一种提高射孔效果的好办法，但无限度地追求高孔密却是没有意义的。

1.4 相位角的影响

从图 4 可以看出：60°和 90°相位相当，120°和 180°相位相当，其次是 45°，最差的是

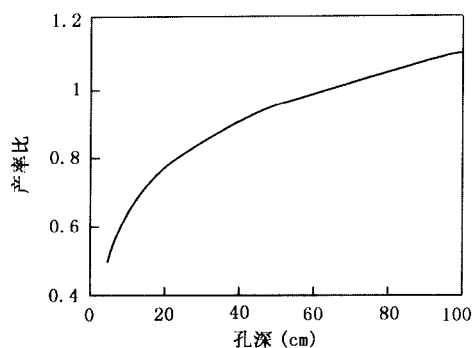


图 1 产率比随孔深变化曲线

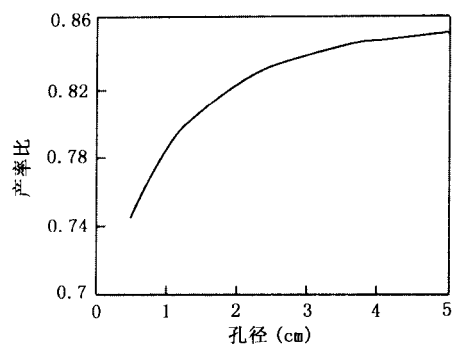


图 2 产率比随孔径变化曲线

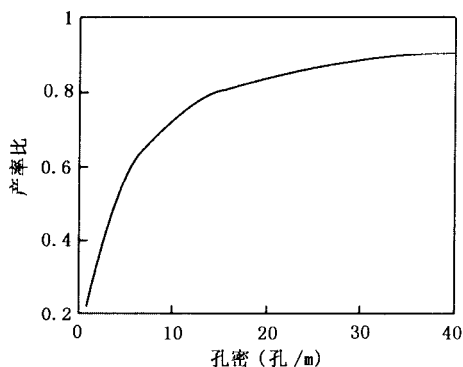


图 3 产率比随孔密变化曲线

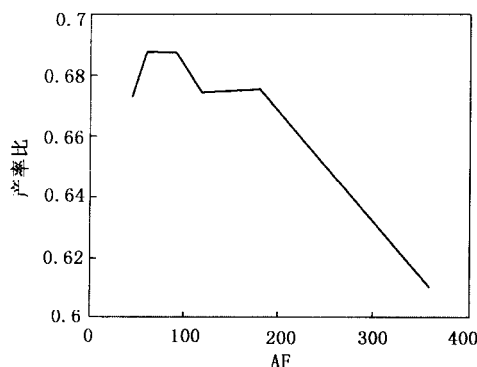


图 4 产率比随相位角变化曲线

0°相位。

在生产实际中影响产能的因素很多，也很复杂。以上仅从几种射孔参数对产能的影响因素进行分析，从分析结果来看，射孔穿深的影响最大，其次是孔密、相位角的影响，孔径的影响较小。

2 射孔优化设计软件及功能特点

射孔优化设计软件是在研究了射孔完井对产能影响机理的基础之上开发研制的，主要包括以下几部分功能：稳定产能、不稳定产能、射孔器优化、负压射孔、敏感参数分析、措施推荐、射孔液优化。

该软件与先期的优化软件相比具有以下特点：

(1) 在参数涵盖范围上有了很大拓展，孔深范围扩大了 10 倍，孔径范围扩大了 2.5 倍，孔密增至 40 孔/m，相位角增加了 30°、45°、60°三种，从而使该软件可在较长一段时期内满足射孔工作的需要。

(2) 增加了几个模块：增加了不稳定产能、压力分布、敏感参数分析、措施推荐、射孔液优化等 5 个模块使软件的使用范围得到扩大，使射孔方案的优化更加全面。

(3) 在原有模块中增加了一些新的功能；如稳定产能模块中气井问题的处理，解决了气井射孔优化问题。IPR 曲线的给出使射孔油气井产能预测更加科学、合理。

3 射孔优化设计应用

射孔优化设计是一项系统工作,要开展好此项工作,首先要全面了解目前射孔工艺的现状,地层的真实情况,射孔前各工序进行情况、油田的开发目的及要求,对射孔完井的特殊要求等内容,选择合适的方法及软件进行方案优化设计。针对不同的要求,采取不同的设计原则,如:对新投入开发的区块,采用整体区块优化的方法,尽量选择合适的射孔工艺及完井液,从而在整体上保证效果;对于高含水区三次加密井,若采用限流法压裂因射开井段附近存在高含水层且隔层很小易压串,若采用常规射孔方法射孔又难以达到预期产能,因此可采用不同等级的增效射孔方式完井,以实现最大限度地解放高含水层附近油层的目的;对于高压注水区块,地层压力较大,射后易发生井喷,施工过程中存在安全隐患,这时压井会对油层造成伤害,又易造成环境污染,可在射孔器优化的基础上着重进行工艺优化,如采用 TCP 射孔方式等。总之,射孔优化工作没有绝对固定的模式,要本着从实际出发,具体问题具体分析的原则进行。

3.1 单井优化设计

单井射孔优化主要是应用射孔优化设计软件推荐出适合的射孔方案,计算出射孔几何参数引起的表皮系数以及孔眼压实和井底污染引起的表皮系数,然后在与段塞流试井设计相结合,设计出科学合理的测试工作制度,指导测试工作的顺利进行,同时预测出地面回收量。下面以一口井为例说明单井优化设计工作。

S132 井:该井位于海拉尔盆地贝尔湖坳陷乌尔孙凹陷苏仁诺尔构造带苏 6 号构造,该层试油的目的是求流体性质、产量、压力。

3.1.1 确定射孔方案

在收集该井基础参数的基础上应用射孔优化设计软件推荐最优射孔方案。

射孔器为 YD-102 枪装 127 弹,孔密为 16 孔/m,格式为 90 度螺旋布孔,输送方式为电缆输送。

3.1.2 制定测试工作制度

根据该层的试油目的,决定采用 MFE (II) 测试,工作制度为二开一关,应用射孔优化设计软件对开关井时间分配进行了优化设计,并给出了预测的压力展开曲线及产出液量。

3.1.3 效果分析

2001 年 3 月采用 MFE (II) 测试,测试结束后,对预测的回收量及井底压力与实测结果进行了对比分析:预测回收量 0.052m^3 , 实际为 0.055m^3 。井底压力变化设计曲线与实际曲线吻合较好,达到了预期的目的。

3.2 区块射孔优化

根据开发生产井成块连片、相同区块地质条件基本一致的特点,对开发生产井采取了区块优化的方式。在 Zh212 区块、F148 区块、X1-3 区等区块进行了应用,并取得了较好的应用效果。在此以 Zh212 区块为例介绍区块射孔方案的优化设计及取得的效果。在此以 Zh212 区块为例介绍区块射孔方案的优化设计及取得的应用效果。

3.2.1 射孔方案设计

参数准备:在作射孔方案设计时,收集了应用到的射孔参数、区块储层物性参数及其他参数。

利用射孔优化设计软件对该区块的 114mm 和 140mm 两种套管井射孔分别进行了优化设计。

下面主要介绍 114mm 套管井射孔优化设计方案的制定。

(1) 射孔器的优化。

首先，利用射孔优化设计软件进行稳定产能分析，给出各种弹型下的表皮系数及 IPR 曲线，见表 1、图 5。

表 1 稳定产能预测结果

弹 型	枪 型	产 率 比	总表皮系数	稳定产量（流压 1.2MPa）（t/d）
DP41RDX-1（83DP）	83	0.81	2.28	2.7
DP33RDX-2（YD-73）	73	0.666	4.52	2.58
DP30RDX-2（YD-60）	60	0.642	4.99	2.49

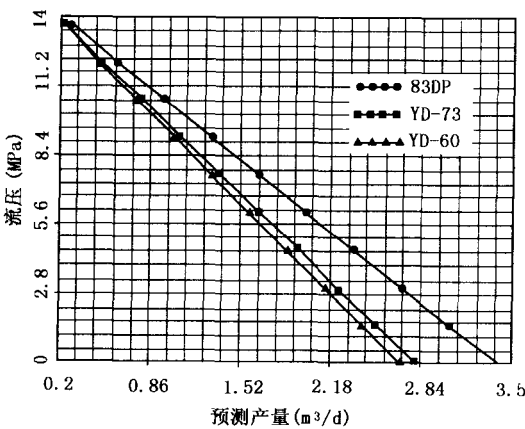


图 5 稳定情况下，不同弹型，流压与预测产量关系图

然后，利用不稳定产能分析给出不同弹型情况下预测产量随时间变化的关系，同样是在可用的几种枪型中采用 83 枪装 89 弹射孔产能最高。

(2) 负压值设计。

本着保护地层及保证射孔器安全的原则，对负压值进行了优选，并给出进行负压射孔后产量的预测值，优选结果是采用 83 枪负压 8MPa 射孔。

(3) 完井液配方设计。

我们根据该区块油层矿物特点，利用射孔液优化设计软件预测，进行系列敏感性分析，见表 2。

表 2 敏感性分析结果

敏感性名称	渗透率损害程度	敏感性名称	渗透率损害程度
水敏性	中等水敏	盐酸酸敏	中等偏强盐酸酸敏
水速敏	弱损害	土酸酸敏	中等偏强土酸酸敏
盐敏性	强损害	—	—

通过敏感性分析建议采用完井液配方如下：

配方：清水 + 0.5% PTA + 0.1% OP（表面活性剂）

密度：1.00g/cm³

根据以上分析，推荐射孔方案如下：射孔器材为 83 枪装 89 弹，孔密为 16 孔/m，格式为 90 度螺旋布孔，输送方式为电缆输送，负压 8MPa。

对于 140mm 套管井射孔优化设计方案的制定过程与 114mm 套管井射孔优化设计方案的制定过程相似，这里就不详细说明，只给出最终的推荐方案：102 枪装 127 弹，16 孔/m，

90 度螺旋布孔，负压 8MPa。因为是同一区块井，采用相同的射孔液配方。

3.2.2 效果分析

根据推荐的射孔优化方案，确定了该区块的单井射孔完井方式，并在该区块的 123 口井上进行了应用。在区块投产，我们收集了该区块的射孔后投产资料，首先进行了预测产量准确性分析：114mm 套管井预测产量为 3.1t/d，实测产量为 3.15t/d；140mm 套管井预测产量 3.4 t/d，实测产量 3.99t/d。由此可以看出预测产量与实测产量之间的误差在 20% 以内，证明软件计算的结果是准确可靠的。

另外，收集了地质条件相近的 T105 区块投产初期三个月的资料进行了对比分析,见表3。

表 3 两个区块不同射孔工艺应用效果对比表

井 别	区 块	施工工艺	井数 (口)	平均有效 厚度 (m)	日产油 (t/d)	有效采油强度 (t/ (d·m))	有效采油强 度提高 (%)
114.2mm 套管井	T105	YD-60 射孔	70	3.2	1.7	0.53	—
	Zh212	YD-83 射孔	47	4.6	3.15	0.68	27.2
139.7mm 套管井	T105	YD-89 射孔	4	3.5	2.3	0.65	—
	Zh212	102 枪装 127 弹射孔	24	3.3	3.0	0.91	38.4

对于 114mm 套管井在 Zh212 区块上采用 YD83 枪装 89 弹深穿透射孔后，其有效采油强度比 T105 区块用 YD60 射孔后有效采油强度提高 28.3%；对于 140mm 套管井在 Zh212 区块上采用 YD-89 弹射孔后，其有效采油强度比台 105 区块采用 YD-89 弹射孔后有效采油强度提高 38.4%；这充分说明了射孔优化设计在油田开发中对于提高油井产能及开发效果具有重要的作用。

3.3 射孔工艺优化解决防喷、污染问题

2001 年，在萨北地区射孔施工中，遇到了异常高压层，发生井喷。由于采用电缆输送式射孔工艺，只好进行泥浆压井，给地层造成一定的污染。为了避免类似事件的发生，进行了油管输送射孔井的选取与施工方案设计。

油管输送射孔技术（TCP）是用油管将射孔器输送到目的层进行射孔。该工艺有以下优点：

- (1) 适用各种有枪身射孔器，如：YD-60、YD-73、YD-89、YD-102 等；
- (2) 可实现一次起爆，全井负压射孔；
- (3) 适用于高压油气井、超深井、侧钻井、斜直井、丛式井、水平井以及稠油井和海上作业等特殊井射孔。

该工艺共应用了 175 井次。通过该项工艺的应用，避免了井喷的发生及由于压井造成的地层污染，又保护了环境。

4 结论及建议

- (1) 通过在采油厂区块开发中的应用证明，射孔优化设计理论正确，结果可靠。
- (2) 通过射孔优化设计可以指导油田开发射孔方案的制定，为区块的经济高效开发提供理论依据，达到提高油井产能的目的。

DQ35-1 型井壁取心器的研制与应用

毕鹏飞 敬卫东 侯宝成 金海东 齐 宇

摘要: DQ35-1 型井壁取心器是大庆油田试油试采公司研制开发的新型井壁取心工具, 通过对取心器外部结构的新颖设计及对内部引火螺丝组件和部线方式的改变, 达到提高取心施工质量及工作效率的目的。本文对该取心器的研制思路、结构特点、技术指标, 以及实际应用情况进行了简单的阐述, 同时通过对大庆油田多口取心井的实际应用和对比, 证明该取心器具有性能可靠、安装快捷、维修保养容易等优点, 有较高的科学性及实用性, 具有广阔的推广和应用价值。

关键词: 井壁取心器 设计理念 结构特点 应用效果

井壁取心器是井壁取心施工的关键设备, 负责承载岩心筒等取心部件下入裸眼井内实施取心作业, 优良的取心器是取心作业优质施工的可靠保证。长期以来国内取心器一直沿用 SCQX36.2 型井壁取心器, 而此类取心器存在安装烦琐、维修难度大、多次使用后绝缘性差等弱点, 这些不利因素的存在, 影响了取心施工质量, 针对这些问题我们开展了新型取心器的研制工作, 进一步改进和完善了井壁取心工具, 制作出了新颖、结构独特的 DQ35-1 型井壁取心器, 它将多种井壁取心器的优点有机地结合在一起, 具有安装快捷、性能可靠、维修保养方便、发射率高等诸多优点, 是一项发展前景广阔的新型井壁取心器。

1 SCQX36.2 型井壁取心器存在的不足

一套实用科学的井壁取心器必须要具有性能可靠、安装简单、维修和保养方便及经久耐用等特点。目前国内普遍使用的井壁取心器为 SCQX36.2 型取心器, SCQX36.2 型井壁取心器在各油田的取心施工中占有较大的地位, 其特点主要有联线全部密封, 采用销子对拉锁固定, 改变了原有取心器的结构, 在十多年的应用中取得了较好的成绩。虽然 SCQX36.2 型取心器有很多优点, 但在应用过程中也暴露出许多问题, 其主要存在以下几方面的不足。

1.1 装枪繁琐

在取心装枪作业时, 一套取心器需要有 72 个销子进行取心拉索的固定, 而施工结束后还要将 72 个销子用专用工具拆卸掉, 因而装枪及拆卸非常烦琐, 需耗费一定的物力和人力, 影响了取心施工效率, 见图 1。

1.2 内部接线插头不牢靠

在内部的联线中间有一个转换接线盘用密封插头对接, 而在取心器多次使用后, 枪体内的插头密封件易脱落, 造成枪体维修难度大。

1.3 取心器引火螺丝设计不合理

在取心器上的每个引火螺丝需要组装 3 道密封圈, 在所有密封件组装时要安装紧密, 需要 6 件密封件, 因而安装烦琐, 影响了取心施工质量和延长了取心器维修时间, 并需耗掉大

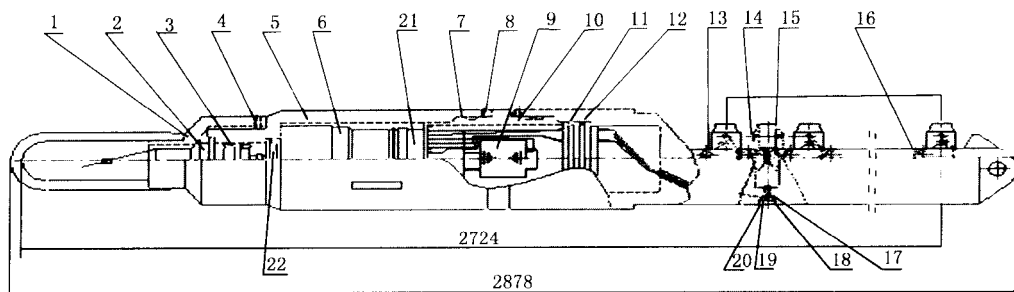


图 1 取心枪结构图

- 1—提帽；2—接线柱封头；3—O 型密封圈 5[#]；4—螺钉；5—大帽；6—选发器；
7—O 型密封圈 9[#]；8—螺钉；9—变压器；10—中接头；11—隔离密封盘；12—O 型密封圈 8[#]；
13—销子；14—主体；15—岩心筒总成；16—圆柱销；17—引火密封总成；
18—密封堵；19—O 型密封圈 4[#]；20—橡胶垫；21—接线盘；22—O 型密封圈 7[#]

量的人力和物力，见图 2。

为了研制出科学性高、技术性强的取心器，我们多方面组织了技术人员对目前国内使用的取心器进行细致的分析和研究，综合现有取心器的优点，从枪体结构设计和内部点火组件上进行了改进，研制出了应用简单方便、性能稳定的 DQ35-1 型井壁取心器，为优质完成井壁取心施工提供了可靠的保证。

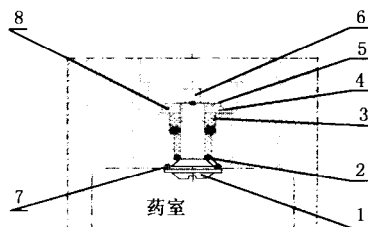


图 2 取心引火螺丝示意图

- 1—引火螺丝；2—O 型密封圈；3—绝缘护套；4—隔断垫；5—O 型密封圈；6—螺钉；
7—O 型密封圈；8—绝缘密封垫

2 DQ35-1 型取心器研制

2.1 材料及外部结构的改进

(1) DQ35-1 型取心器枪型为多槽式半圆型枪，材料选用高强度合金钢，热处理要求 HRC37—40。通过取心器材质的优选，保证了取心器在多次使用后枪体不变形，延长了使用寿命；同时减轻了取心器重量，减轻了劳动强度。

(2) 去掉连接取心拉锁的销子，将取心拉锁固定槽直接加工在枪体上，防止拉锁在井下脱落。

(3) 在取心器接线盘上采用定位销钉加固，防止取心器在多次震动后，接线盘松动导致选发器虚接的问题。

2.2 取心拉锁联结方式的改进

拉锁直接联结在取心器上，使原有取心器施工装配方式发生了彻底改变，使取心器安装和拆卸简单、快捷，达到了提高取心施工效率的目的。

2.3 引火螺丝的设计

引火螺丝组件是取心器的关键部件，决定着取心施工的发射率。我们对引火螺丝进行了研究，设计了一体化引火螺丝，即将所有引火螺丝组件用胶塞全部固化在一起，胶塞触点的耐高温、高压、抗冲击及绝缘性能好，能够保证取心器在多次下井后的绝缘性，从而提高了取心器的利用率，同时便于取心器的保养和维修；同时在制作胶塞触点时，加高了点火触点

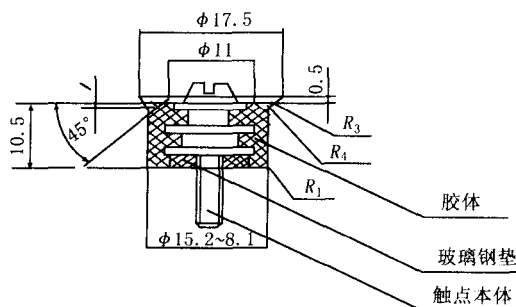


图3 引火螺丝实物图

高度,保证了引火螺丝与取心药并接触良好,保障了取心发射率,见图3。

2.4 内部布线方式的改变

在取心器内部布线上也进行了改进,老式取心器的内部在接线盘前采用高温插头进行了转接,取心器在多次应用后,密封插头易脱落和损坏,影响取心发射,新型取心器采用独线方式直接固定在接线盘上,使取心器维修和保养更加方便。

3 主要技术参数

最大工作压力: 80MPa;

最高工作温度: 175℃;

取心颗数: 35 颗;

最大外径: φ108mm;

孔距: 50mm;

药室直径: φ38mm;

总长: 2815mm;

重量: 78kg。

4 现场应用及效果分析

4.1 应用情况

DQ35-1 型取心器在大庆油田已应用了 5 个多月,共完成井壁取心施工 20 多口,下井 50 多次,取心井段在 1650~2450m 之间,一次下井成功率为 100%,与 SCQX36.2 型取心器相比发射率有较大的提高,安装和拆卸的速度提高 1 倍。特别是在杏 11 井施工中,应用 DQ35-1 取心器连续下井 6 次,发射率完全正常,在施工后对引火胶塞触点进行检测,绝缘全部正常证明胶塞触点的新式设计和取心器整体设计,完全能够满足取心施工的需要。

4.2 应用效果分析

通过现场应用,DQ35-1 型取心器与 SCQX36.2 型取心器从应用效果来看,主要有以下几方面的优点。

(1) 去掉取心销子,将取心拉锁直接固定在枪体上,装枪和拆卸简单、快捷,提高取心工作效率一倍以上,保证了取心施工质量,减轻了取心劳动强度。

(2) 将取心引火螺丝组件全部固化在一起,形成橡胶塞子式触点,提高了取心引火触点的耐高温、高压和抗冲击的性能。同时简化了取心器维修程序,保证了取心器在多次使用后的绝缘性,提高了取心发射率。

(3) 通过内部布线结构的改变,使取心器的维修、保养更加快捷、方便。

(4) 通过去掉取心销子和引火组件的改变,节省了购买销子的费用,同时改进后的引火