

大庆油田第一采油厂培训教材系列丛书

DAQINGYOUTIANDIYICAIYOUCHANGPEIXUNJIAOCAIXILIECONGSHU

新型分层注入与 测试工艺

XINXING FENCENG ZHURU YU CESHI GONGYI

马雪 陈刚 石克禄◎主编



石油工业出版社

TE357

4

大庆油田第一采油厂培训教材系列丛书

新型分层注人与测试工艺

马 雪 陈 刚 石克禄 主编

昆明理工大学图书馆
呈 贡 校 区
中 文 藏 书 章



03002091191

石油工业出版社

内 容 提 要

本书着重描述了近十几年来大庆油田在油田分层注入上的新工艺、新技术,以及与之配套的分层流量测试所使用的新仪器、新方法。全书共分六章,包括井下分层注入工艺、常用的井下工具、井下流量测试仪器、注水井分层流量测试方法简介、聚合物驱注入井分层流量调测方法简介、注入井分层调测资料验收等内容。

本书可供从事油田开发、井下分层流量测试及相关工作的技术人员参考、学习,也可以用于现场采油、测试岗位人员的培训、学习。

图书在版编目(CIP)数据

新型分层注入与测试工艺/马雪,陈刚,石克禄主编.

(大庆油田第一采油厂培训教材系列丛书)

北京:石油工业出版社,2011.1

ISBN 978-7-5021-8170-3

I. 新…

II. ①马… ②陈…③石…

III. ①分层注水-技术培训-教材

②分层测试-技术培训-教材

IV. TE357

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 245069 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

编辑部:(010)64523537 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

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

850×1168 毫米 开本:1/32 印张:6.125

字数:152 千字

定价:19.00 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

昆明理工大学图书馆
呈 贡 校 区
中 文 藏 书 章

《新型分层注入与测试工艺》

编 委 会

主	任:	于运涛		
副 主	任:	隋新光	王 研	
主	编:	马 雪	陈 刚	石克禄
主	审:	王 林		
参编人员:	王义军	王广杰	石 磊	
	李树庆	阎国顺	袁成章	
	肖作军	刘建中	李 丹	
	何德友	孙雨飞	张亚东	
	薛振宇	丁 辉		

前 言

2003 年 12 月石油工业出版社出版发行了《新型分层注水与测试工艺》,对基层专业技术人员、测试岗位人员了解、掌握井下分注工艺、测试工艺,提高技术素质等起到很好作用。大庆油田现已进入特高含水开发期,油水分布、运动日趋复杂,面临着许多矛盾和挑战。尤其在经历了 50 多年高速、高效开发,要原油保持稳产 $4000 \times 10^4 \text{t}$ 以上,实现百年油田就需采用更新的工艺、技术。正如大庆油田公司王永春总经理在油田开发工作会议中指出,“油田稳产工作核心是:突出长垣主体地位,突出水驱支撑作用,进一步增加水驱动用程度,深挖剩余油潜力,使含水上升和产量递减得到有效控制。我们需要通过艰苦细致的工作,把基本功做实,把基础工作打牢。水驱要精细高效注水,突出完善薄差层、单砂体的注采关系,利用精细地质研究成果,在高含水井中找到低含水层位,在高含水层中找到低含水砂体,在高含水砂体中找到低含水部位,精细挖掘剩余油潜力;聚合物驱要精细调整,加大注入井分层、采出井措施力度,控制注聚合物初期的产液递减幅度、注聚合物中期的含水回升速度、注聚合物后期的低效无效循环,努力提高聚合物驱效率,不断提升油田开发水平。”为适应油田开发需要,根据近几年分注、测试工艺技术的发展,对《新型分层注水与测试工艺》进行了补充、完善。由于增加了聚合物驱相关内容,将书名改为《新型分层注入与测试工艺》。

本次修订的重点是:系统介绍了水驱、聚合物驱的井下分注工艺、工具;水驱井下分层流量测试方式、方法;聚合物驱注入井井口

压力变化趋势及井下分层流量测试方式、方法;分层流量测试原始卡片、资料的识别、分析。

本书在修订过程中,得到了大庆油田有限责任公司开发部、采油工程研究院、测试技术服务分公司的专家、技术人员的协作、指导和帮助,得到了仪器生产厂的大力协助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不可避免地存在疏漏及不妥之处,恳请专家和读者批评指正。

作者

2010. 12

目 录

第一章 注入井井下分层注水管柱	(1)
第一节 常规分层注水管柱	(1)
第二节 新型分层注水管柱	(3)
第三节 常规注聚合物管柱	(12)
第四节 新型分层注聚合物管柱	(12)
第二章 注入井常用井下工具	(21)
第一节 井下封隔器	(21)
第二节 分层注入井井下配注器	(27)
第三节 分层注入井井下配水堵塞器	(33)
第四节 井下射流洗井器	(49)
第五节 磁性双作用投捞器	(52)
第六节 井下偏心工作筒除垢器	(53)
第三章 井下流量测试仪器	(55)
第一节 MYL-1 型存储式电子流量计	(55)
第二节 井下涡街流量计	(58)
第三节 小直径电子流量计	(62)
第四节 FDL-300 型力磁流量计	(63)
第五节 CLJA 系列存储式超声波流量计	(64)
第六节 ZDL II 型存储式电磁流量计	(67)
第七节 连续式质量流量计	(72)
第四章 注水井分层测调、测压方法简介	(76)
第一节 同心集成式分层注水管柱测调、 测压方法、步骤	(76)

第二节	桥式偏心分层注水管柱的测调、 测压方法、步骤	(84)
第三节	偏心集成式分层注水管柱测调、 测压方法、步骤	(92)
第四节	非集流式电子流量计测试方法、步骤	(99)
第五节	智能测调工艺	(103)
第六节	多井、分段、稳定测试工作法	(109)
第五章	聚合物注入井分层流量调测方法简介	(113)
第一节	聚合物注入井油压变化趋势	(113)
第二节	调整聚合物注入井油压的方式、方法	(119)
第三节	修正井下分层流量测试误差	(133)
第四节	聚合物注入井分层流量调测步骤	(138)
第六章	注入井分层测试资料的验收	(150)
第一节	注入井分层测试资料验收的内容	(150)
第二节	分层测试资料的质量验收要求	(152)
第三节	注入井分层测试合格卡片的识别	(155)
第四节	测试资料不合格的判别及原因分析	(161)
参考文献		(187)

第一章 注入井井下分层注入管柱

自 20 世纪 90 年代以来,在油田科研技术人员的共同努力下,设计、开发、推广、使用了多种多样的注入井新型分层注入工艺。其中水驱有:便于流量测试的液力投捞分层注水工艺,并在此基础上发展成的同心集成式分层注水管柱;在普通偏心基础上研发的 KPX 型桥式偏心分层注水管柱,方便了小层压力的测试;还有新型的偏心集成式分层注水管柱,有效提高了分层测试效率;在油田细分注水上,还曾试验、推广了“两小一防”细分注水工艺,即“小夹层、小卡距,防高压差下管柱窜”,注水层段数多达九级九段;在套损井上曾推广使用小直径分层注水管柱,在套损情况下实现了分层注入等。聚合物驱有:同心式分层注聚合物管柱、桥式偏心分层注聚合物管柱、单管多层分质分压注聚合物管柱。这些机械式细分注入管柱使油田分层注入工艺得到进一步提高、完善,推动了油田分层注水和注聚合物技术的发展。

在此着重对油田目前已推广、使用的分层注入工艺和正在试验的新型分层注入工艺进行介绍。

第一节 常规分层注水管柱

目前,注水井上普遍使用的分层注水管柱是偏心式分层注水管柱。这种管柱自 20 世纪 70 年代初开始在油田上使用,到现在已经多年,对此种管柱的结构、工作原理、井下工具以及分层测试方法等都比较熟知,也已熟练掌握。

这里对常规的普通偏心分层注水管柱只作简单的介绍。

一、普通偏心分层注水管柱结构

其结构如图 1-1 所示。

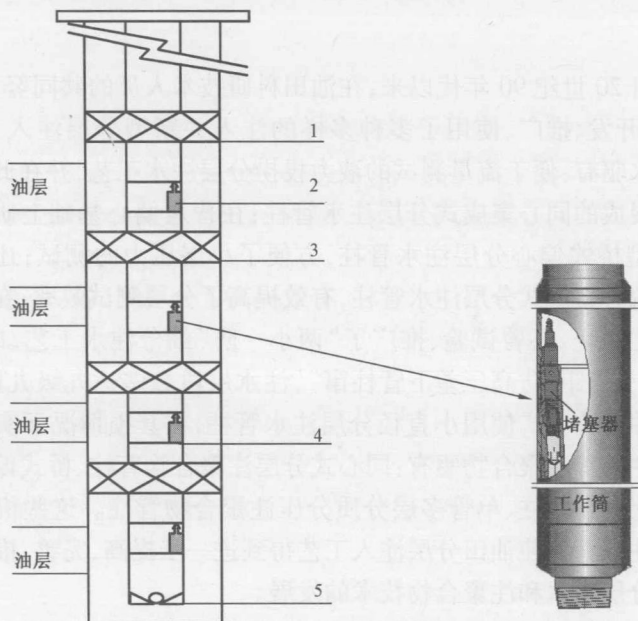


图 1-1 普通偏心分层注水管柱示意图

1—保护封隔器;2—偏心堵塞器;3—层段封隔器;4—偏心配水器;5—挡球

二、偏心分层注水管柱井下工具构成

偏心分层注水管柱井下工具由 665-3 偏心配水器、Y341-114 封隔器、球座、油管构成。

三、偏心分层注水管柱的特点

(1) 实现多级细分注水,不受级数的限制,一般井分 4~6 个

层段。

(2)实现在不动管柱情况下任意调换井下水嘴和进行分层测试。

(3)测试任意层段的注水量时不影响其他层段的注水。

第二节 新型分层注水管柱

近 10 年来,在分层注水井上推广、使用了同心集成式分层注水管柱、KPX 型桥式偏心分层注水管柱、射流洗井器配不可洗井封隔器的分层注水管柱等。下面分别介绍这些管柱的结构、原理和井下工具的构成。

一、同心集成式分层注水管柱

同心集成式分层注水管柱的两级配水器在管柱的同一轴线上,即管柱的中心线;并且将两个层段的配水水嘴集成在一个配水器上,所以称为同心集成式分层注水管柱。这种管柱既起到分层注水的作用,又便于分层流量、分层压力的测试,而且还简化了层段水量调整的操作,减少了投捞堵塞器的工作量。

1. 结构

同心集成式注水管柱目前采用的是不可洗井封隔器(也可以采用可洗井封隔器)。采用可洗井封隔器的管柱主要是取消了用来洗井的井下射流洗井器,聚合物驱是一样的。该管柱需要洗井时与普通偏心管柱一样采用反洗井的方法洗井即可。

同心集成式注水管柱与普通偏心注水管柱的最大区别就是将普通偏心管柱的一个层段就有一个偏心配水器变为同心管柱的两个层段只有一个中心配水器,而且将配水器与层段封隔器合二为一,使注水井测试、调整层段注水量的投捞堵塞器的工作量减少了一半。

以四级四段、不可洗井封隔器的管柱结构为例。如图 1-2 所示。

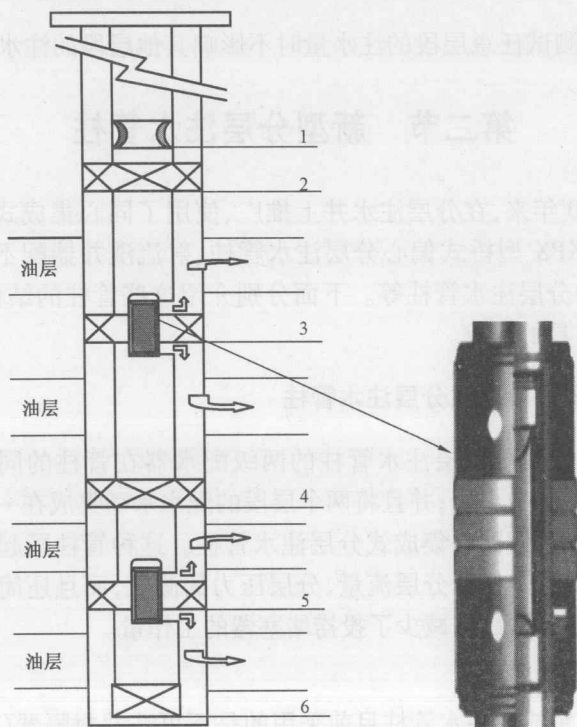


图 1-2 同心集成式分层注水管柱结构示意图

1—射流洗井器;2,4— $\phi 60\text{mm}$ Y341-114 封隔器;
3— $\phi 55\text{mm}$ Y341-114 配水封隔器;5— $\phi 52\text{mm}$ Y341-114 配水封隔器;6—丝堵

2. 工作原理

同心集成式分层注水管柱的第一级封隔器为注水井保护封隔器,主要是将注水井段与非油层井段封隔开来。第三级封隔器是层间封隔器,主要起层段之间的封隔作用。第二级和第四级封隔器为配水封隔器,既是封隔器,又是配水器。配水封隔器一方面起

层段之间的封隔作用,另一方面还要担负向两个层段进行配水的工作。这两级配水封隔器的中心管是配水工作筒,工作筒中分别配有 $\phi 55\text{mm}$ 、 $\phi 52\text{mm}$ 配水堵塞器。配水堵塞器的上下各有两个注水通道,分别装有相应的水嘴。当高压水到达两级配水堵塞器时,注入水经配水堵塞器注水通道、水嘴、配水封隔器的上下过水通道,分别进入被封隔器封隔开的各层段油、套管环形空间,再经射孔的孔眼进入油层,完成层段配水工作。

3. 井下工具

同心集成式分层注水管柱主要井下工具有:一个射流洗井器,它与不可洗井封隔器配套使用;两个内径为 $\phi 60\text{mm}$ 的 Y341-114 不可洗井封隔器;内径分别为 $\phi 55\text{mm}$ 、 $\phi 52\text{mm}$ 的配水封隔器;外径分别为 $\phi 55\text{mm}$ 、 $\phi 52\text{mm}$ 的配水堵塞器。

4. 与普通偏心分层注水管柱的区别

(1)同心集成式分层注水管柱,两级配水堵塞器全都坐在管柱同一中心轴线上的配水器工作筒中;而普通偏心分层注水管柱,所有配水堵塞器都坐在管柱配水器的偏孔中。

(2)同心集成式分层注水管柱的一个配水堵塞器将两个层段的配水集成在一起,在测调过程中,每投捞一个堵塞器可以调整两个层段的水嘴;而普通偏心分层注水管柱一个配水堵塞器就为一个层段配水,每投捞一个堵塞器只完成一个层段的水嘴调整。

(3)同心集成式分层注水管柱将两个层段的配水器与层间封隔器合二为一。

5. 特点

(1)该管柱采用的是压缩式不可洗井封隔器,密封性能高。配有射流洗井器解决了管柱不能洗井的问题。

(2)工艺管柱所使用的配水器、封隔器是采用一体化设计的,既起到分隔地层的作用,又起到一个配水堵塞器同时给两个层段

集成式配水的作用。由于工具长度短,该工艺管柱的最小卡距可达 1.2m,有利于层段细分。

(3) 由于该工艺管柱的特点,改变了过去的测试方法。由原来一支井下流量计测全井及各层段的分层流量,流量计下井一次只测一个注水压力点;而该工艺管柱的测试是一支井下流量计只对应一个层,有几个层就要分别下几支流量计,测试时流量计不用来回起下,只要按规定控制注水压力就可以测出该井在不同压力下的分层水量。在同一工况下测试,避免了因层间干扰和流量计来回起下造成的测试误差,提高了测试资料质量。

(4) 由于该工艺管柱的配水堵塞器在测试时需要拔出,调测过程中在地面直接更换适当的水嘴,待调测合格后在配水堵塞器上装配好水嘴投放到井下。调配速度快,效率较高。

6. 不足

(1) 该管柱有很大的局限性,只适合于四个层段以下的分层注水井使用。

(2) 由于配水堵塞器直径大,在测试捞配水堵塞器时负荷比较大,尤其捞 $\phi 52\text{mm}$ 堵塞器比较困难。

(3) 该管柱无法进行检配测试,也就是说无法了解测试前的实际分注状况。因为该管柱在测试前必须捞出配水堵塞器,这样就改变了原来的分注状态,测试出来的数据只能反映测试时的分注状况。

二、KPX 型桥式偏心分层注水管柱

KPX 型桥式偏心分层注水管柱由大庆采油工程研究院开发,是在大庆油田已推广使用的一种新型分层注水管柱。

1. 结构

四级四段分层注水管柱结构如图 1-3 所示。

2. 工作原理

KPX 型桥式偏心分层注水管柱在正常注水时和普通偏心分层注水管柱的分层注水原理是一样的。注入水通过各级配水器中的堵塞器里的水嘴进入地层,进行各层段配水。但是,桥式管柱的偏心配水器与普通偏心配水器不同,它的过水通道除原来一个中心管(主通道)外又在外圈增加了四个过水孔。当注水井进行测试、测压时与普通偏心分层管柱就不一样了。当测试、测压仪器坐在配水器工作筒内进行测试、测压时,将主通道上下封住,这时注入水通过测试仪器的流量、压力仅是被测试层段的水量、压力。而测试层段以下层段的注水是通过外圈增加的过水孔来实现的。

3. 井下工具的构成

KPX 型桥式偏心分层注水管柱井下工具主要由四级 Y341 - 114 可洗井封隔器,四级 KPX 型桥式偏心配水器、偏心堵塞器,挡球和球座等组成。

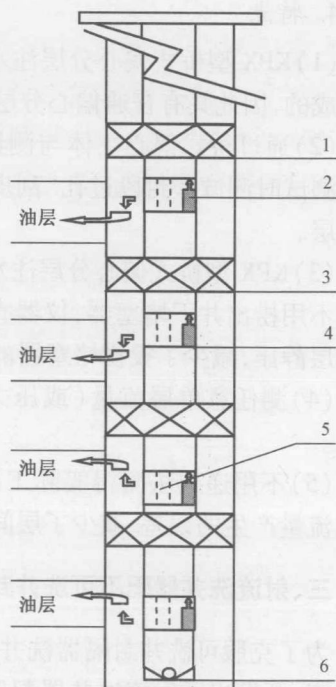


图 1-3 KPX 型桥式偏心分层注水管柱结构示意图

- 1—保护封隔器;2—偏心堵塞器;
3—层间封隔器;4—桥式偏心配水器;
5—桥式过水孔;6—挡球

4. 特点

(1) KPX 型桥式偏心分层注水管柱是在偏心管柱的基础上改进而成的, 因此具有普通偏心分层注水管柱所有特点。

(2) 通过桥式偏心主体与测试密封段的创新设计, 解决了注水井测试时测试密封段过孔“刮皮碗”和“憋压”问题, 实现了双卡测单层。

(3) KPX 型桥式偏心分层注水管柱测压功能完善。测小层静压时不用捞出井下堵塞器, 仪器直接坐在配水器工作筒内即可测得小层静压, 减少了投捞堵塞器的工作量。

(4) 测任意单层流量(或压力)时不改变聚合物驱层的正常注水。

(5) 不用递减法测得实际工况下的分层注入量, 避免了递减法求流量产生的误差, 减少了层间干扰。

三、射流洗井器配不可洗井封隔器分层注水管柱

为了克服可洗井封隔器洗井阀不归位, 提高分层井的封隔器密封率, 开发出了射流洗井器配压缩式不可洗井封隔器的分层注水技术。这样既保证了管柱的密封率, 也可以完成注水井的正常洗井。由于射流洗井器必须投捞洗井泵芯才能进行注水井正常洗井, 操作不便, 而且还增加了测试队的工作量, 加之洗井泵芯的外径较大, 打捞时经常遇阻、遇卡等。针对这个问题, 研制出了免投捞式射流洗井器配不可洗井封隔器分层注水管柱。

1. 结构

四级四段分层注水管柱结构如图 1-4 所示。

2. 工作原理

在正常注水时, 射流洗井器球体上的通道与油管同心, 射流洗井器是关闭的, 保证注水和测试的要求。

在洗井时,将注入水改变进套管内。由于油套环空压力大于油管内压力,推动洗井活塞移动,来水通过工作筒上的进水孔进入洗井器上安装的射流装置,可形成负压,从而抽吸油层液体,实现洗井的目的。

3. 井下工具的构成

该工艺管柱主要由一个免投捞射流洗井器、四级不可洗井压缩式封隔器、四个 665-3 偏心配水器等组成。

4. 特点

(1) 施工过程简单,成功率高。

(2) 满足洗井要求,不必投捞泵芯,减轻了洗井工作量。

(3) 提高了水井的密封率,克服了可洗井封隔器洗井阀不归位影响密封的问题。

(4) 该工艺适用于因封堵中间层,而无法采用可洗井封隔器必须分层注水的井。

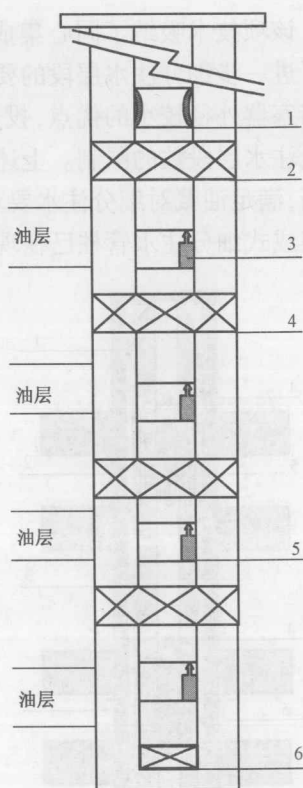


图 1-4 射流洗井器配不可洗井封隔器分层注水管柱示意图

1—射流洗井器;2—保护封隔器;

3—偏心堵塞器;4—层间封隔器;

5—偏心配水器;6—丝堵

四、偏心集成式分层注水管柱

偏心集成式分层注水技术是在同心集成式细分注水技术和桥式偏心分层注水技术的基础上发展起来的又一新型分层注水管