

油气田主体专业高级技术人员继续教育工程教育系列培训教材



C

# 采油工程

主编  
主审

杨树栋  
巢华庆

李权修

韩修廷

石油大学出版社

油气田主体专业高级技术人员继续工程教育系列培训教材

# 采 油 工 程

主 编 杨树栋 李权修 韩修廷  
副主编 闫建文 李长山 李 政  
主 审 巢华庆



石油大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

采油工程/杨树栋主编. —东营:石油大学出版社,2000.12

ISBN 7-5636-1421-4

I. 采... II. 杨... III. 石油开采-技术培训-教材 IV. TE35

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 88751 号

油气田主体专业高级技术人才继续工程教育系列培训教材

**采油工程**

杨树栋 李权修 韩修廷 主编

---

责任编辑: 刘万忠

封面设计: 傅荣治

---

出版者: 石油大学出版社(山东 东营, 邮编 257061)

网 址: <http://sunctr.hdpu.edu.cn/~upcpres>

电子信箱: [upcpres@mail.hdpu.edu.cn](mailto:upcpres@mail.hdpu.edu.cn)

印刷者: 山东沂南印刷总厂

发行者: 石油大学出版社(电话 0546-8392563)

开 本: 787×1092 1/16 印张:22.5 字数:576 千字

版 次: 2001年4月第1版第1次印刷

定 价: 35.00 元

油气田主体专业高级技术人员继续工程教育系列培训教材

## 组织编著委员会

主 任 杨可允 杨树栋

副主任 柏焰霞 孙 彦 李长山 王贵忠 马天尊

组织策划 马天尊 李 政

委 员 (以姓氏笔画为序)

于忠慧 马天尊 王贵忠 丛冠新 孙 彦

孙瑞娜 安左红 李长山 李 政 李树军

杨 辉 杨可允 杨树栋 邱 松 赵 静

柏焰霞 程淑芬 葛熒东 蔡景祥

油气田主体专业高级技术人员继续工程教育系列培训教材

## 《采油工程》编著委员会

学术顾问 苏树林 徐绍铭 王德民

张琪 王玉普 徐正顺

主 审 巢华庆

主 编 杨树栋 李权修 韩修廷

副主编 闫建文 李长山 李政

编写人员 (以姓氏笔画为序)

丁海涛 于永波 王世贵 王权杰 王金友 王金钟

王贤君 王研 王智炜 王德金 王赞 王秀玲

王洁春 王吉艳 王庆国 王群嶷 邓荣 田友仁

卢峰 冯立 冯英立 白玉 丛德军 齐振林

刘兴斌 刘野 刘继生 陈会军 李淑红 杨志鹏

张月秋 张有才 张同义 张玉荣 张志民 张志超

张春明 张维平 张唯聪 张永军 张永峰 肖景禄

周万富 单红宇 郑华 赵恩远 赵敏 侯维前

相荣成 莫非 高永莲 陶冶 徐洪波 曹明君

阎砺铭 董经武 韩淑鹃 韩凤臣 曾龙伟 樊文忠

薛风云 魏继德

## 总 序

21世纪是以智取胜的时代,培养造就一批适应新世纪需要的高层次人才是我国石油企业生存与发展的第一要素。企业间的竞争,归根结底将是人才的竞争。人才是企业技术创新的主体和根本,培养一大批高素质的专业技术人才和经营管理人才,是我国石油企业参与国际竞争取得较高资信的根本保证。作为现代企业人力资源开发管理最重要的一个环节——高层次人才培养,应始终围绕着企业发展的总战略,并要体现出适度的超前性。在这世纪之交的关键时刻,企业培训工作者的一项重要历史任务,就是要以敏锐的职业触角去捕捉企业继续工程教育面临的矛盾和问题,深入研究企业培训的发展变化规律,并创造性地解决培训工作面临的一系列重大课题。

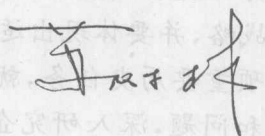
石油企业科技人才的专业知识结构决定了其科技进步程度。因此,今后针对油气田主体专业的中青年学术、技术带头人和高级专业技术人才设置的专业培训课程,重点将放在专业知识的更新和拓宽方面。这类培训既不同于石油高校的高级学历培训,也不同于一般的专业岗位任职资格培训。它是以改善石油企业中高级专业技术人才的知识结构和能力指向为目的,培养油田跨世纪复合型高级专业人才的一项专业性培训。在这方面培训中,我们遇到的一个最基础而又最突出的问题,就是缺少一套高水平、高质量、内容新的专业培训教材。在石油地质、油气勘探、油田开发、钻井工程、油气田环境保护和国际石油合作等专业培训中,现场的学员急需一套能系统地反映本行业和本学科领域新理论、新技术和新工艺的专业培训教材,以取代过去多年使用的培训讲义。针对这一问题,委托大庆油田高级人才培训中心牵头组织,联合了近200位具有较高的理论水平和丰富的现场经验的知名教授和专家,经过近两年的通力合作,编著了这套《油气田主体专业高级技术人才继续工程教育系列培训教材》。

这套系列教材包括八册,即《石油与天然气勘探》、《油藏工程》、《采油工程》、《钻井工程》、《提高油田采收率》、《油气田环境保护工程》、《国际石油合作》和《国际石油经济》。

《油气田主体专业高级技术人才继续工程教育系列培训教材》的编著是一项开拓性、创新性的工作,十分艰巨复杂。这套培训教材除应符合体系科学、内容翔实得当、概念准确等要求外,教材的内容体系还应有不同程度的创新,蕴含在教材中的教法和学法也应有不同程度的改革,整个编著过程实际上将是对油田专业培训工作发展规律和趋势进行了一次深入细致的研究和探索。教材注重培训的实效

性,而非知识体系的完备性;注重培养现场实证分析综合能力和对现代高新技术的推广应用能力,而非纯粹理论水平的提高,并力求体现出科学性、先进性、实用性、针对性、现实性和一定的超前性。

这套系列培训教材是十几家单位共同参与、团结合作的成果,是众多专家、学者集体智慧的结晶。我们设想,这套教材出版后,不仅要使主体专业高层次人才的培训水平和培训质量得到明显提高,更为重要的是为我国陆上油田在21世纪建立一套培训课程体系。然而这套教材能否较好地反映编著者的初衷,还有待各位读者的评审,希望编著者加强跟踪调查工作,及时搜集广大读者的意见和建议。在适当的时候对教材做出必要的修订,使之更趋完善。是以有序。



本套教材由石油工业出版社组织编写,由石油工业出版社出版。本套教材共分十册,包括:《采油工程》、《注水工程》、《油田化学》、《油田地质》、《油田开发》、《油田管理》、《油田安全》、《油田环保》、《油田节能》、《油田新技术》。本套教材可作为石油工程专业及相关专业的教材,也可作为石油行业从事采油工程及相关工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、培训人员的自学教材。本套教材在编写过程中,得到了石油工业出版社领导的大力支持,也得到了石油工业出版社编辑、校对人员的辛勤工作和帮助,在此表示衷心的感谢。本套教材在编写过程中,参考了国内外有关文献,如有不妥之处,请读者指正。

石油工业出版社  
采油工程编辑部  
2001年10月

# 前 言

大庆油田是我国目前投入开发的最大的陆相非均质砂岩油田,经历了自喷开采、提高地层压力开采、机械采油、井网加密、三次采油等不同的开发历程。在自喷开采阶段发展了一套同井分层开采配套工艺技术,油田由自喷转为机械采油以后,发展了分层注水与机械采油相结合的配套工艺技术。“八五”以来,又全面实施了高含水后期“稳油控水”系统工程,开展了大量三次采油、井网加密矿场试验,并投入聚合物驱工业性开发区块 10 个,形成了水驱与聚驱并存、长垣内主力油田与外围低渗透油田并举的开发格局,开发应用了适合不同开发阶段的采油工艺配套技术。

当前,石油工业正面临着跨世纪的挑战和机遇,为进一步提高石油工程师后备队伍的技术素质,全面贯彻“科技兴油”战略,结合大庆油田开发的经验,在总结最新工艺成果的基础上,决定编撰出版《油气田主体专业高级技术人才继续工程教育系列培训教材——采油工程》,使不同岗位的科技人员掌握和了解最新的工艺技术及科研动态。

本书分注入工艺和举升工艺、三次采油工程技术、低渗透低产油田采油工艺技术、油层改造工艺技术、油水井修井工艺技术、生产测井技术、现代试井工艺、采气工艺技术和采油工程经济评价等九个部分,对最新的工艺技术进行了系统的理论分析,满足石油工程师在职继续教育的需要,同时该书也可作为高校的专业参考教材,有较强的实用性、系统性和新颖性。

本书由大庆油田采油工艺研究所和油田高级人才培训中心等单位组织,多名工作在油田科研生产岗位的专业技术人员编写。第一章由陈会军、单红宇、王金友负责,第二章由王贤君、王研、莫非负责,第三章由王权杰、王德金、高永莲负责,第四章由张有才、相荣成、肖景禄负责,第五章由田友仁、卢峰负责,第六章由张维平负责,第七章由张同义负责,第八章由王德金、张春明负责,第九章由薛风云、王赞负责。在编写过程中,得到油田采油三厂、采油九厂的大力支持,在资料收集、编写提纲及内容方面,得到采油八厂、油田测井研究所、井下作业公司等单位多名同志的协助,王玉山、刘孝俊等同志对全书进行了审校,由巢华庆最终审定,石油大学出版社给予了大力支持,在此一并表示感谢。

由于时间紧,水平有限,难免有错误之处,敬请批评指正。

编 者  
2001 年 2 月



# 目 录

(227)	.....	第二章	(1)
(284)	.....	第三章	(1)
(289)	.....	第四章	(1)
(275)	.....	第五章	(1)
(308)	.....	第六章	(1)
(301)	.....	第七章	(1)
(303)	.....	第八章	(1)
<b>第一章 注水工艺和举升工艺</b> ..... (1)			
第一节	注水工艺		(1)
第二节	举升工艺		(26)
第三节	举升配套技术		(51)
<b>第二章 三次采油工程技术</b> ..... (56)			
第一节	国内外三次采油工程技术的发展及现状		(56)
第二节	分层注入工艺技术		(60)
第三节	举升工艺技术		(64)
第四节	聚合物注入井解堵工艺		(79)
第五节	采油工程技术在化学驱中的适应性及发展方向		(84)
<b>第三章 低渗透低产油田采油工艺技术</b> ..... (86)			
第一节	小井眼配套工艺技术		(86)
第二节	非常规井采油工艺技术		(94)
第三节	油层保护技术		(100)
第四节	清防蜡和清防垢技术		(108)
第五节	节能技术		(114)
<b>第四章 油层改造工艺技术</b> ..... (124)			
第一节	压裂改造技术		(124)
第二节	砂岩酸化技术		(152)
第三节	物理法采油技术		(158)
第四节	油井堵水技术		(164)
第五节	水井化学调剖工艺技术		(178)
<b>第五章 油水井修井工艺技术</b> ..... (182)			
第一节	套管损坏的原因分析及预防措施		(184)
第二节	油水井套管修复技术		(196)
第三节	油水井报废和封窜技术		(224)
<b>第六章 生产测井技术</b> ..... (226)			
第一节	产出剖面测井技术		(227)
第二节	注入剖面测井技术		(237)
第三节	工程测井技术		(244)
第四节	产层参数测井技术		(253)
<b>第七章 现代试井工艺</b> ..... (256)			
第一节	试井仪表		(256)

第二节	试井工艺.....	(257)
第三节	试井设计.....	(264)
第四节	稳定试井分析.....	(269)
第五节	不稳定试井的原理和有关概念.....	(275)
<b>第八章</b>	<b>采气工艺技术.....</b>	<b>(303)</b>
第一节	气井射孔技术.....	(304)
第二节	排水采气工艺技术.....	(305)
第三节	气井压裂技术.....	(311)
第四节	气井测试.....	(312)
第五节	天然气的地面集输.....	(313)
<b>第九章</b>	<b>采油工程经济评价.....</b>	<b>(317)</b>
第一节	基本评价方法.....	(317)
第二节	机械采油系统措施优化经济评价.....	(329)
第三节	典型采油工程措施的经济评价.....	(337)
<b>主要参考文献.....</b>		<b>(346)</b>
(87)	.....	第四卷
(84)	.....	第五卷
(88)	.....	第三卷
(86)	.....	第一卷
(89)	.....	第二卷
(90)	.....	第三卷
(91)	.....	第四卷
(92)	.....	第五卷
(93)	.....	第四卷
(94)	.....	第一卷
(95)	.....	第二卷
(96)	.....	第三卷
(97)	.....	第四卷
(98)	.....	第五卷
(99)	.....	第六卷
(100)	.....	第一卷
(101)	.....	第二卷
(102)	.....	第三卷
(103)	.....	第四卷
(104)	.....	第五卷
(105)	.....	第六卷
(106)	.....	第七卷
(107)	.....	第八卷
(108)	.....	第九卷
(109)	.....	第十卷
(110)	.....	第十一卷
(111)	.....	第十二卷
(112)	.....	第十三卷
(113)	.....	第十四卷
(114)	.....	第十五卷
(115)	.....	第十六卷
(116)	.....	第十七卷
(117)	.....	第十八卷
(118)	.....	第十九卷
(119)	.....	第二十卷
(120)	.....	第二十一卷
(121)	.....	第二十二卷
(122)	.....	第二十三卷
(123)	.....	第二十四卷
(124)	.....	第二十五卷
(125)	.....	第二十六卷
(126)	.....	第二十七卷
(127)	.....	第二十八卷
(128)	.....	第二十九卷
(129)	.....	第三十卷
(130)	.....	第三十一卷

# 第一章 注水工艺和举升工艺

大庆油田从初期的自喷开采到目前的三次采油,将分层开采技术路线贯穿始终。在分层开采过程中,总结出一套“六分”、“四清”管理办法和“稳油控水”技术,确保了油田的注采平衡,实现了非均质多层砂岩油田分层开采长期稳产,水驱最终采收率预测达到40%以上的水平。目前,油田平均综合含水已达80%以上,基于油田多层开采的特点,正在发展细分开采技术。

## 第一节 注水工艺

分层开采工艺技术的关键是分层注水工艺。油田从投产以来,针对油田开发中暴露出的问题,研究发展了分层注水工艺,满足了油田注水开发的需要。

### 一、分层注水工艺的发展历程

随着地质研究的进步和开发水平的提高,对注水工艺的要求也在逐渐提高,为适应油田发展的需要,注水工艺发展过程经历了四个阶段,即笼统注水、同心注水、偏心注水、集成式注水。

开发初期油田注水采取笼统注入方式,保持了地层压力,油井自喷能力旺盛。但由于多油层非均质性产生的层间、层内、平面三大矛盾,出现了主力油层“单层突进”、过早见水的现象,因此,油田提出了分层注水的技术要求。

20世纪60年代初期,经过1018次试验,油田首先研制成功了475-8水力扩张式封隔器和745-4固定式分层配水器,随后研究完善了与固定式分层配水技术相配套的不压井作业、验窜、验封、分层测试技术,通过“101-444”分层配水会战,形成一套745-4固定式分层注水配套技术。推广应用后,对缓解层间矛盾效果十分显著。但在应用中调配水量比较困难,必须经过作业施工,因此,又研制成功了655同心活动式分层配水器,该配水器可通过投捞调换水嘴来调整层段注水量,但无法进行分层测试。

70年代,油田开发规模不断扩大,注水井数不断增加,同时,油田含水也逐年增高,作业施工工作量难以满足水井调配水量的需要。为简化分层配水工艺,提高分层注水合格率,油田研制出了665-2偏心式分层注水技术,该技术不但可以通过投捞调配层段注水量,而且很好地解决了封隔器验封和压力、流量测试等工艺,使注水井分层注水技术达到了比较完善的程度。同时,封隔器也由水力扩张式发展到水力压缩式,有效地延长了配水管柱的使用寿命。偏心式分层配水技术在大庆油田得到大面积应用,在油田开发中发挥了重要作用。

80年代,油田进入中高含水期,由于长期注水,套损井数逐年增加,又形成了一套小直径分层注水技术。

90年代,油田开发进入高含水期,为适应油田细分注水的要求,又出现了“两小一防细分

注水技术”、“测调集成式细分注水技术”和“偏心集成细分注水技术”，使分层注水技术又达到了一个新水平。

## 二、偏心分层注水技术

### 1. 分层注水常用管柱设计

(1) 475-8 型封隔器及 665 型偏心配水器(图 1-1-1)

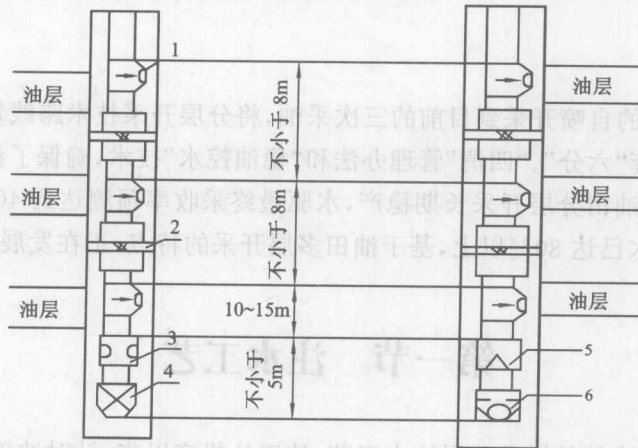


图 1-1-1 665 型偏心注水管柱示意图

1-偏心配水器; 2-封隔器; 3-配水器; 4-死堵; 5-撞击筒; 6-球座

#### 1) 475-8 型水力压差式封隔器

① 工作原理: 该封隔器用于分层注水、增注、验窜、封窜。工艺管柱下入井内后, 油管内存压, 使油管内外产生压差达 0.5 MPa 时, 封隔器胶筒向外扩张, 将油、套管环形空间上下隔开, 达到分层的目的, 结构见图 1-1-2。

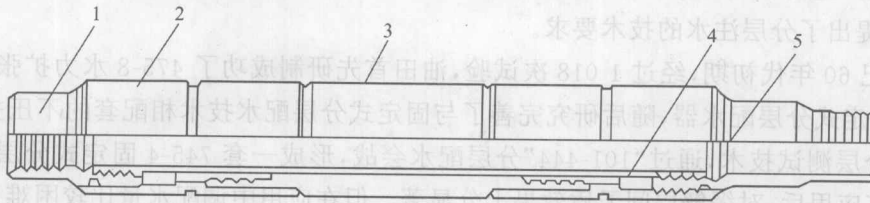


图 1-1-2 475-8 型水力压差式封隔器示意图

1-上接头; 2-护套; 3-胶筒; 4-中心管; 5-下接头

#### ② 主要技术参数:

- 启开压力: 0.5 MPa;
- 工作压力: 12 MPa;
- 适应套管内径: 117~132 mm;
- 总长度: 927 mm;
- 最大外径: 114 mm;
- 最小内径: 62 mm。

#### 2) 665 型偏心配水器

① 工作原理: 665 型配水器与 475-8 型封隔器等配套, 组成水井注水工艺管柱进行分层注水, 它由偏心配水器工作筒和堵塞器组成。偏心工作筒(图 1-1-3) 由上接头、上下连接套、工作筒主体、扶正体、支架、导向体等组成。工作筒主体上有一直径为 20 mm 的偏孔用来坐入堵塞器(即活动心子), 偏孔外壁有 12 mm×18 mm 的出液口。主体中心是一直径为 46 mm 的通道

(作投捞工具、井下仪表的通道及测试位置)。导向槽对准扶正体偏槽和  $\phi 20$  mm 的偏孔以便为投捞器导向。

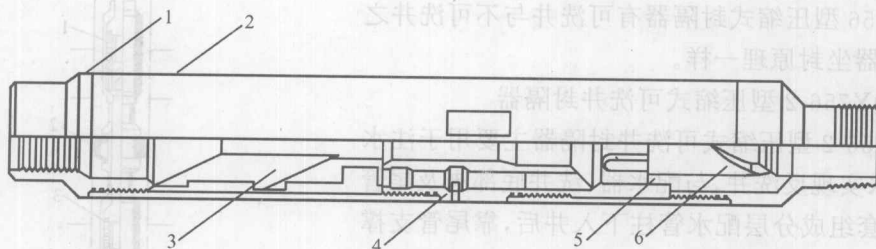


图 1-1-3 665 型偏心配水器工作简示意图

1-上接头; 2-上下连接套; 3-扶正体; 4-工作筒主体; 5-支架; 6-导向体

偏心配水器堵塞器由打捞杆、压盖、支撑座、凸轮、密封段、水嘴、滤网组成。密封段上下部分各有两道“O”形密封盘根槽。堵塞器正常工作时将工作筒偏孔的出液孔上下隔开,通过水嘴控制水量。结构见图 1-1-4。

### ② 技术参数:

偏心工作筒总长:994 mm;

最大外径:113 mm;

最小内径:46 mm;

工作压力:12 MPa;

质量:12 kg;

偏心堵塞器总长:200 mm;

最大外径:22 mm;

工作压力:12 MPa;

质量:0.25 kg。

### ③ 水嘴:

a. 用途。用于分层注水管柱,装在配水器上用于控制注水量。

b. 品种及性能。金属水嘴:采用不锈钢、孔径在 4 mm 以下,进行淬火,可以满足使用要求。

陶瓷水嘴:材料来源广,价格比金属低,制造简单。硬度 RA80 以上,具有较强的耐磨、耐刺性能。

塑料水嘴:耐磨、耐刺性能较差,可用于低压差注水层段。

### 3) 组配管柱工艺要求

① 配水器与配水器之间距离应在 8 m 以上,特殊情况下也可在 5 m 以上。

② 撞击筒至底部阀距离不小于 5 m。若用 625-3 丙 II 配水器代替撞击筒和底部阀,则 625-3 丙 II 至底堵距离不小于 5 m;如利用原尾管则必须把里面的泥砂等脏物清除干净。

③ 撞击筒或 625-3 丙 II 配水器至最下一级配水器距离为 10~15 m。

④ 封隔器与配水器要避免直接相连。

⑤ 必须按配水器编号大小依次下井。小号在上,大号在下。



图 1-1-4 偏心堵塞器示意图

1-打捞杆; 2-压盖; 3-支撑座; 4-凸轮;

5-密封段; 6-水嘴; 7-滤网

### 式型(2) DQY756-2 型压缩式可洗井配注管柱

此种管柱(图 1-1-5) 与上例不同之处在于封隔器。DQY756 型压缩式封隔器有可洗井与不可洗井之分,其封隔器坐封原理一样。

#### 1) DQY756-2 型压缩式可洗井封隔器

DQY756-2 型压缩式可洗井封隔器主要用于注水井细分注水实现反洗井,与配水器、洗井底部阀及尾管(筛管) 配套组成分层配水管柱下入井后,靠尾管支撑在人工井底。坐封封隔器时,井口加液压,液压推动活塞压缩胶筒紧贴套管内壁而封隔油层,当液压解除后,由于卡簧的作用活塞仍保持自锁。这时封隔器中心管自动分成两节,全井管柱重量作用在封隔器胶筒上,使封隔器处于工作状态。洗井时,则利用钢丝将移位器下入井内,一次可打开各级封隔器的滑套而使洗井通道畅通,可反洗井。洗井后,仍然利用移位器将各级封隔器洗井滑套关闭。起管柱时,上提管柱,中心管相对下接头伸长使受压胶筒恢复原状,达到解封的目的。

结构见图1-1-6。

#### 2) 技术参数

坐封压力:15~18 MPa;

工作压力:8 MPa;

适应套管内径:117~132 mm;

总长度:1 100 mm;

最大外径:114 mm;

最小内径:46 mm。

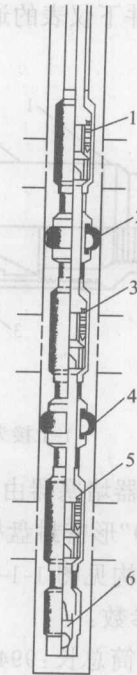


图 1-1-5 DQY756-2 型压缩式可洗井配注管柱示意图

1、3、5-665 偏心配水器; 2、4-DQY756-2 型压缩式可洗井封隔器; 6-单流阀型捞杆

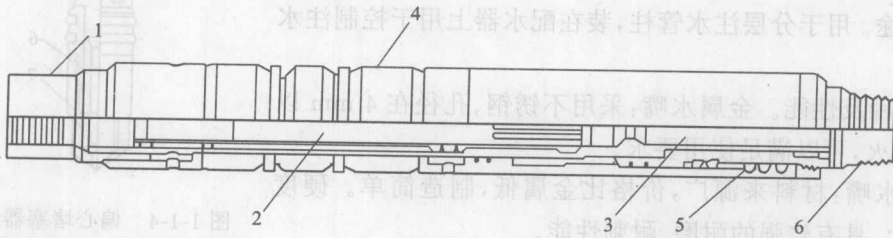


图 1-1-6 DQY756-2 型压缩式可洗井封隔器示意图

1-上接头; 2-上中心管; 3-下中心管; 4-三级压缩式胶筒; 5-卡簧; 6-下接头

### (3) 集成式配水工艺

上述两类配水管柱技术要求两个封隔器卡距较长(要求保持 8 m 左右),而开发方案要求单独开发的薄层分隔不出来,达不到细分开采的目的。集成式配水工艺就可以解决这个问题,它可以把卡距缩小到 2~3 m,把开发的层系进行细分,满足注采方案的需要。

#### 1) 注水管柱

注水管柱如图 1-1-7 所示,由上封隔器、配水封隔器、配水器(堵塞器)、下封隔器、连通器

及丝堵组成。上封隔器起保护套管作用。配水封隔器为DQY141-114型可洗井封隔器,内有定位台阶,配水器位于其中,该封隔器两端带有钢球扶正装置,使整体管柱居中,从而有利于封隔器的密封。连通器即爆破阀,待封隔器坐封后,提高压力至爆破压力,即打开,实现下注水层与套管连通。

### 2) 配水封隔器及配水堵塞器

配水器结构主要由两级配水体及上、下接头组成,两级配水体及下接头内装有水嘴,这样三级水嘴分别由两道密封圈分开,就组成了配水工具。结构如图1-1-8和图1-1-9。

### 3) 技术指标

① 该技术可满足 $\phi 140$  mm套管井5个层段的分层注水要求,并且二次投捞可同时更换5个层段的水嘴。

② 能够测出各目的层的分层注水量、压力,从而达到单层分测的目的。

4) 配水器及配水封隔器技术规范见表1-1-1、表1-1-2。

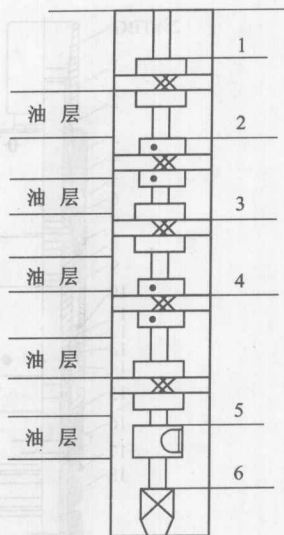


图1-1-7 集成式分层注水管柱示意图  
1、2、3、4-封隔器;5-爆破阀;6-丝堵

表1-1-1 配水器技术规范

总长/mm	最大外径/mm	工作压差/MPa	适用温度/°C
666	57.5	25	90

表1-1-2 配水封隔器技术规范

连接扣型	总长/mm	最大外径/mm	最小内径/mm	适应套管/mm
2 $\frac{1}{2}$ TBG	1580	117.88	55	140
工作压力/MPa	现场坐封压力/MPa		适用温度/°C	
25	12~15		90	

### 5) 工作原理

四级可洗井封隔器将全井卡成5段,上级封隔器起保护套管的作用。其余封隔器的中心管作为配水器的工作筒(内有定位台阶),当释放封隔器时,将配水器的上两级配水体装入死嘴,由井口投入(或先装入封隔器内一起随管柱下井)坐在中间封隔器内,然后憋压,待封隔器坐封后,提高压力打开连通器,使油管与最下层连通。井口装上捕捉器将井口闸门改为反洗井流程,通过配水器上的节流环密封,上、下存在压差将其冲出。配注时,将装有合适水嘴的配水器投入,恢复正常注水。出现异常情况时,亦可采用钢丝将其捞出。

### 6) 施工程序

① 坐封:从油管内加压,液压经上中心管的下孔作用于坐封活塞上,坐封销钉被剪断,坐封活塞、挡套、活塞套相对上行压缩胶筒封隔油套环形空间,此时活塞套上行被大卡簧卡住,从而使封隔器始终处于工作状态。

② 解封:上提管柱,连接管上移,钢球失去内支承自动复位,中间接头、阀套、阀座及上、下中心管一起向上运动,其余各件依靠胶筒与套管的摩擦力不动。因坐封时,活塞上行使卡块失去外支撑,结果卡块被挤出,胶筒收回,封隔器解封。

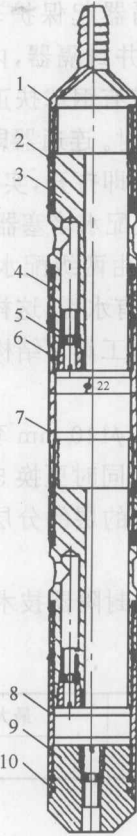
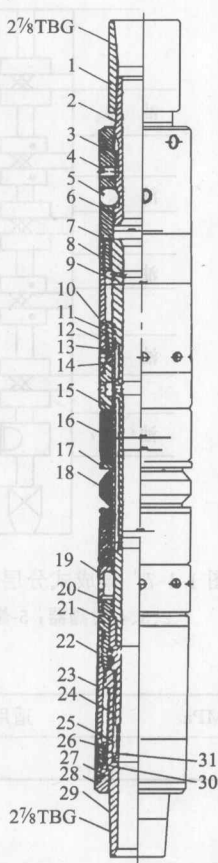


图 1-1-8 DQY141-114 型配水封隔器示意图

- 1-上接头; 2-连接套; 3-钢球套; 4-防转销钉; 5-钢珠;
- 6-密封圈; 7-密封圈; 8-洗井活塞套; 9-上中心管;
- 10-密封圈; 11-洗井活塞; 12-压帽; 13-密封圈;
- 14-活塞座; 15-衬管; 16-上胶筒; 17-隔环;
- 18-中胶筒; 19-挡套; 20-密封圈; 21-座封活塞;
- 22-卡块; 23-座封活塞套; 24-下中心管; 25-键;
- 26-锁环; 27-座封销钉; 28-保护环; 29-下接头;
- 30-护罩; 31-锁块

图 1-1-9 配水堵塞器结构示意图

- 1-打捞头; 2-T 型密封圈; 3-配水体;
- 4-调节环; 5-水嘴; 6-压帽; 7-连接套;
- 8-短套; 9-定位体; 10-密封圈

③ 洗井: 从油套环形空间内注入高压水, 液流经阀套的水孔进入作用在阀上, 推动阀上移, 经衬管的上进水孔流经上中心管与衬管构成的洗井环形通道, 由衬管的下出水孔和挡套的水孔到封隔器下部的油、套环形空间, 从而在封隔器内形成反洗井通道, 高压水经连通器进入油管内返出。

7) 特点

① 操作方便、可靠, 只需下入 4 级封隔器及爆破阀即可, 不仅在施工时配管柱较容易, 而且一次投捞就可更换三个层段的水嘴。

② 由于只下入二级配水器, 且将中间封隔器的中心管当做了工作筒, 同时对五层注水, 由于投捞方式的改进, 最小卡距可控制在 2~3 m, 而以往的偏心配注工艺其卡距受投捞工具的限制, 需 8 m 以上, 所以该工艺有利于层段的细分。

③ 工艺配套, 不仅能够测分层流量, 还能进行分层静压的测试, 为层段的合理配注提供可



靠的依据。

④ 下入一次压力计,就能对三级封隔器进行验封,操作简便。

2. 分层测试工艺

分层配水管柱下井后,首先检验封隔器工作状态,即验封,确认封隔器正常后,再进行分层段流量和压力测试。

(1) 封隔器验封

1) 单支压力计验封

图 1-1-10 是 2 级 3 段分层配水管柱,验封顺序自下而上逐级验封。“4”是测试密封段。在它的下端接一支压力计,上面是加重杆和钢丝,把它下入井内坐在偏 II 配水器上,在井口操作注水闸门,进行“开—关—开”操作,使井口压力发生变化,每个动作 10~15 min,压力变化大于 2 MPa 以上,若密封,压力计接受到的油层压力值是一条直线(图 1-1-11);若不密封,井口压力通过封隔器“3”传输到压力计上,压力计卡片记录的井口压力变化值,是一条凸曲线(图 1-1-12)。

验封实例:

喇 4-383 井,4 级 5 段配水管柱,井口压力 9 MPa,测试日期 1998 年 9 月 29 日(图 1-1-13),图上标 1、2、3、4、5 分别为偏心 I、II、III、IV、V 配水器,从图上看,最下段偏 V 压力向下凹,压力曲线呈压力降趋势,不受井口“开—关—开”操作影响,故判断第四级封隔器密封,其他 4 条压力曲线均呈直线,所以全井封隔器都工作正常。

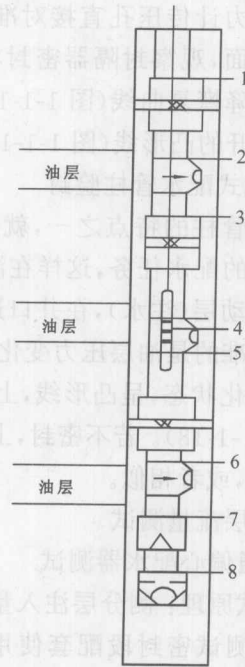


图 1-1-10 两级封隔器配水管柱示意图

- 1-保护封隔器; 2-偏心配水器;
- 3-未解封的封隔器; 4-测试密封段;
- 5-压力计; 6-偏心配水器;
- 7-撞击筒; 8-球座

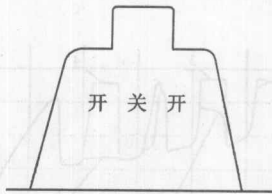


图 1-1-11 密封卡片示意图

图 1-1-12 不密封卡片示意图

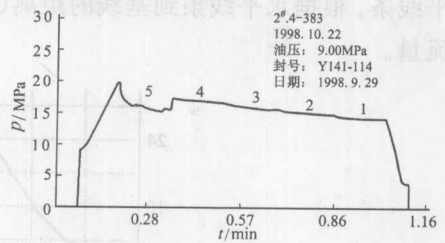


图 1-1-13 4 级 5 段配水管柱验封卡片

2) 双压力计验封

双压力计验封(图 1-1-14)与单压力计验封不同之处在于测试密封段上、下端各装一支压力计,上端压力计接受的是井口操作开—关—开压力变化信号,下端压力计接受的是两级封隔器之间油层压力变化信号。若封隔器密封,上压力计记录的是凸曲线(开—关—开信号),下压力计记录的是一条直线。若不密封,下压力计记录的也是凸线,两条曲线所记录的压力值完全一样,其比值为 1。若比值小于 1,则表明封隔器密封程度(或油层内部串通程度或水泥环胶结程度)(图 1-1-15)。

3) 直接验封