



中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5733—2016

代替 SY/T 5733—2009, SY/T 5587.1—1993, SY/T 5372—2005

注水井完井作业及分层注水测试 调配方法

**Method of well completion and layered testing and adjustment
for zonal injection wells**

2016 — 12 — 05 发布

2017 — 05 — 01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 生产完井作业	2
5 分层测试调配	5
6 资料录取、整理	13
7 健康、安全、环境控制要求	13
附录 A (资料性附录) 注水井作业地质设计书格式	15
附录 B (资料性附录) 注水工艺设计书格式	22
附录 C (资料性附录) 施工设计书格式	28
附录 D (资料性附录) 推荐油管管螺纹紧扣力矩	32
附录 E (资料性附录) 注水井管柱验封报告	33
附录 F (资料性附录) 施工总结格式	34
附录 G (资料性附录) 注水井分层测试现场施工记录	36
附录 H (资料性附录) 注水井分层测试调配记录	37

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 SY/T 5372—2005《注水井分注施工作业规程及质量评价方法》、SY/T 5587.1—1993《油水井常规修井作业注水井调配作业规程》和 SY/T 5733—2009《注水井偏心配水管柱分层测试调配规程》。本标准以 SY/T 5733—2009 为主，整合了 SY/T 5587.1—1993 与 SY/T 5372—2005 的部分内容，与 SY/T 5372—2005，SY/T 5587.1—1993 和 SY/T 5733—2009 相比，除编辑性修改外主要变化如下：

- 修改了目次；
- 修改了规范性引用文件（见第2章，SY/T 5587.1—1993 中的第2章，SY/T 5372—2005 中的第2章，SY/T 5733—2009 中的第2章）；
- 修改了部分术语和定义（见第3章，SY/T 5587.1—1993 中的第3章，SY/T 5372—2005 中的第3章，SY/T 5733—2009 中的第3章）；
- 修改了设计编写（见4.1，SY/T 5372—2005 中的第4章，SY/T 5587.1—1993 中的第5章）；
- 修改了作业准备（见4.2，SY/T 5587.1—1993 中的第6章，SY/T 5372—2005 中的第5章）；
- 修改了施工作业程序及质量要求（见4.3，SY/T 5372—2005 中的第6章，SY/T 5587.1—1993 中的第7章、第8章）；
- 删除了管柱结构及配水嘴选择（见 SY/T 5587.1—1993 中的第4章）；
- 修改了测试井准备（见5.1.2，SY/T 5733—2009 中的4.2）；
- 增加了电缆作业测试调配应准备测调仪、地面控制仪等（见5.1.3.6）；
- 修改了仪器检查部分（见5.2.3，SY/T 5733—2009 中的5.2）；
- 增加了测试调配前通油管柱工序（见5.2.5）；
- 修改了指示曲线测试并调整了顺序（见5.3.4，SY/T 5733—2009 中的第8章）；
- 删除了可调水嘴调配操作（见 SY/T 5733—2009 中的第7章）；
- 增加了电缆作业测试调配（见5.4）；
- 合并、修改了资料录取、整理（第6章，SY/T 5372—2005 中的第7章，SY/T 5587.1—1993 中的第9章，SY/T 5733—2009 中的第10章）；
- 合并、修改了健康、安全、环境控制要求（见第7章，SY/T 5372—2005 中的第9章，SY/T 5733—2009 中的第11章）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由采油采气专业标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油大港油田公司石油工程研究院、中国石油大庆油田有限责任公司开发部、中国石油大庆油田有限责任公司采油一厂。

本标准主要起草人：杨天成、张宏伟、黄大云、葛党科、孙波、王仁庆、孙纪昌、舒畅、翁博、王明燕、姜晓波、杜晓霞、胡金铜、王文韬。

本标准代替了 SY/T 5372—2005，SY/T 5587.1—1993，SY/T 5733—2009。

SY/T 5372—2005 的历次版本发布情况为：

——SY/T 5372—1991。

SY/T 5733—2009 的历次版本发布情况为：

——SY/T 5733—1995。

注水井完井作业及分层注水测试调配方法

1 范围

本标准规定了注水井完井作业，分层注水测试调配，资料录取、整理及健康、安全、环境控制要求。本标准适用于油田注水井生产完井施工作业、分层注水钢丝和电缆测试调配。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

SY/T 5170 石油天然气工业用钢丝绳
 SY/T 5587.3 常规修井作业规程 第3部分：油气井压井、替喷、诱喷
 SY/T 5587.4 常规修井作业规程 第4部分：找串漏、封串堵漏
 SY/T 5587.5—2004 常规修井作业规程 第5部分：井下作业井筒准备
 SY/T 5600 石油电缆测井作业技术规范
 SY/T 5727 井下作业安全规程
 SY/T 5734 分采、分注井井下封隔器验封测试规程
 SY/T 5906 配水嘴嘴损曲线图版制作方法
 SY/T 6276 石油天然气工业 健康、安全与环境管理体系
 SY/T 6277 含硫油气田硫化氢监测与人身安全防护规程
 SY/T 6429 浅海石油天然气作业消防规程
 SY/T 6432 浅海石油作业井控规范
 SY/T 6610 含硫化氢油气井井下作业推荐作法
 SY 6634 滩海陆岸石油作业安全规程
 SY/T 6640 电子式井下压力计校准方法
 SY/T 6675 井下流量计校准方法
 SY/T 6690 井下作业井控技术规程
 SY/T 6797 注水井分层流量实时测调仪
 SY/T 6989 油水井带压作业方法
 JJG(石油)11 井下流量计及检定装置检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

封隔器坐封深度 **depth of the packer setting**

从钻井转盘方补心顶面到封隔器的封隔件中部的深度。

3.2

分层注水量 rate of separated zone water injection

分注井按最近一次用井下流量计测得的井下各分层的稳定注水量，各分层段注水量之和应等于全井注水量。

3.3

分层注水指示曲线 indicative curve of zonal injection

稳定流动条件下，注水层段的注入压力与日注水量之间的关系曲线。

3.4

水嘴 water nozzle

装在井下配水器中的节流工具。

3.5

配水器 water distributor

由工作筒、堵塞器和水嘴组成，控制和调节注水量大小的工具。

3.6

流量测试 flow rate testing

用井下流量计对测试井的目的层或全井进行流量测量。

3.7

电子式井下流量计 electric down hole flow meter gauge

将流量信号转换为电信号，用于测量井下流体、流量的电子仪器。

3.8

分层流量调配 flow rate adjusting

在正常注水状况下，通过更换或调节井下配水器水嘴，使分层注水量达到分层配注量要求。

3.9

定位爪 positioning claw

使仪器在配水器中定位的装置。

3.10

测调仪 measuring instrument

集调节水嘴大小和测量注水压力、流量等参数为一体的电子仪器。

3.11

防喷管装置 device of blowout prevention pipe

由高压防喷管、高压防喷盒、高压注脂泵、高压密闭闸门及转换接头等组成，用于油水井测试的井口安全装置。

4 生产完井作业

4.1 设计编写

4.1.1 基础资料收集

4.1.1.1 根据施工井地质资料，掌握施工目的、施工要求，了解施工井基础数据、油层数据、射孔数据及历次修井作业资料。

4.1.1.2 根据施工井地质资料，了解施工井周边环境、硫化氢等有害气体监测及油气生产情况等，做好井控风险识别和安全风险评估。

4.1.1.3 根据施工井生产情况，包括注水泵压、油压、套压、静压、注水量、吸水剖面等资料，了解

施工井与周围油井的连通情况等。

4.1.1.4 查看施工井钻井井史等资料，了解施工井井身结构、测斜数据、固井套管记录及固井质量。

4.1.2 设计原则

4.1.2.1 应满足地质设计要求。

4.1.2.2 应根据不同井况、不同注水井地质条件选择适用的注水工艺及管柱。

4.1.2.3 根据保护套管需要，注水管柱在射孔井段顶界以上位置应加装套管保护封隔器。

4.1.2.4 配水器与其他井下工具之间的距离应满足后期测试调配需求。

4.1.2.5 配水器下深一般应错开射孔的位置。

4.1.2.6 封隔器坐封深度应避开射孔炮眼、套管接箍和套管损坏部位及套管内结垢严重位置。

4.1.2.7 管柱完井深度应在射孔底界深度以下 10m ~ 15m。当射孔底界至当前井底距离不足 15m 时，可适当调整管柱完井深度。

4.1.2.8 核定封隔器坐封深度，必要时用磁性定位测井。

4.1.3 工艺设计

4.1.3.1 建设单位应提供地质设计（注水井作业地质设计书格式参见附录 A），根据地质设计，制定注水工艺方案、组织编写单井工艺设计书（注水工艺设计书格式参见附录 B）。

4.1.3.2 工艺设计按规定报批，经主管部门审批后实施。

4.1.3.3 如需改变施工工序或措施，应由原设计单位提出设计变更，经审批后方可实施。

4.1.4 施工设计

施工单位根据审批后的地质设计和工艺设计编写施工设计（注水施工设计书格式参见附录 C），经主管部门审批后实施。

4.2 作业准备

4.2.1 井场调查

井场调查内容包括井位、井场、电源、交通道路、采油树型号、地面流程、通信条件、周边环境等。根据井场调查结果做出突发事件应急预案。

4.2.2 设备准备

根据施工设计要求，按 SY/T 5727 的规定安装调试好符合设计要求的修井设备、井控装备、井控管汇、硫化氢等有害气体监测装置及有关仪器、仪表等。

4.2.3 油管、工具准备

4.2.3.1 根据施工井工艺设计的要求，准备好通井规、刮削器、封隔器、配水器等井下工具，并提供检验合格证。特殊工具需提供检验合格证和带结构图的使用说明书。

4.2.3.2 根据施工井工艺设计的要求，准备好检测合格的油管及油管短节、变扣接头。使用原井管柱时，油管应清洗干净，无弯曲、无损坏，并逐根用标准油管规通过。

4.2.3.3 运送和连接井下工具、油管时，应保护好螺纹，轻拿轻放，禁止摔碰。在高寒地区冬季施工，封隔器、配水器、测调仪器等带橡胶密封件或电子设备的井下工具运送储存时，应采取保温措施。

4.3 施工作业程序及质量要求

4.3.1 拆井口、装井控设备

4.3.1.1 降压，井口压力达到安全环保要求为止。若井口压力不能达到安全环保施工要求，则选择压井作业或带压作业。

4.3.1.2 压井作业按 SY/T 5587.3 的规定执行。

4.3.1.3 带压作业按 SY/T 6989 的规定执行。

4.3.1.4 按 SY/T 6690 的相关规定，拆采油树，安装井控装备。

4.3.1.5 含硫化氢井施工按 SY/T 6610 的规定执行。

4.3.2 井筒准备

4.3.2.1 起原井管柱应按 SY/T 5587.5—2004 中 4.1 的规定执行。若原井管柱带有封隔器，先解封封隔器，试提管柱，悬重正常后再进行正常作业。

4.3.2.2 探砂面、冲砂按 SY/T 5587.5—2004 中 4.2 和 4.3 的规定执行。

4.3.2.3 通井按 SY/T 5587.5—2004 中 4.5 的规定执行。

4.3.2.4 刮削套管按 SY/T 5587.5—2004 中 4.5 的规定执行。

4.3.2.5 验串、封串按 SY/T 5587.4 的规定执行。

4.3.2.6 洗井按 SY/T 5587.5—2004 中 4.4 的规定执行。

4.3.3 注水完井管柱

4.3.3.1 应严格按照工艺设计技术要求下入注水完井管柱。

4.3.3.2 油管螺纹紧扣力矩参见附录 D 的相关规定。

4.3.3.3 井内管柱长度等于油管挂长度、油管总长度和井下工具长度的总和。

4.3.3.4 井内管柱深度等于油补距与井内管柱长度的总和。

4.3.3.5 第 1 级封隔器坐封深度等于油补距、油管挂长度、第 1 级封隔器以上的油管柱长度及工具长度和第 1 级封隔器封隔件中部以上长度依次相加的总和。

4.3.3.6 第 2 级、第 3 级、……、第 n 级封隔器坐封深度按 4.3.3.5 的方法类推计算。

4.3.4 封隔器坐封、验封

4.3.4.1 坐封前应检查油管挂、采油树，更换合格的油管挂胶圈。

4.3.4.2 对照设计要求，核实封隔器坐封深度，且避开射孔炮眼、套管接箍、套管损坏部位及套管内结垢严重位置。

4.3.4.3 不压井作业应先坐封封隔器，再拆防喷器，安装采油树。

4.3.4.4 若压井作业应先拆防喷器，安装好采油树，反替出井内压井液后再坐封封隔器。

4.3.4.5 根据所选用封隔器的不同坐封参数要求正确操作，坐封封隔器。

4.3.4.6 验封前，应将各层配水器投入带有注水水嘴的堵塞器或打开各层配水器内可调水嘴，确保注水管柱与注水油层连通。

4.3.4.7 注水管柱只有一级封隔器时，可采用从油管或油套环空加压，观察油套环空或油管压力变化情况的方式验封。

4.3.4.8 分注井验封时，应根据所下入封隔器及配水器的不同性能参数选择验封仪器及工具。

4.3.4.9 分注井验封可采用地面直读式电动验封或钢丝投捞井下压力计验封方式。

4.3.4.10 钢丝投捞井下压力计验封按 SY/T 5734 的规定执行。

4.3.4.11 注水井管柱验封报告格式参见附录 E。

4.3.5 试注

4.3.5.1 按试注方案（设计）投注。

4.3.5.2 开关进水闸门应平稳操作，严禁猛开猛关。

4.3.5.3 试注期间，密切观察井口注水压力变化情况。

4.3.6 作业质量要求

4.3.6.1 认真丈量油管，每 1000m 油管长度管柱误差应小于 0.2m，下注水完井管柱前应重新丈量、复核。

4.3.6.2 下注水完井管柱前，油管应试压。油管试压压力应大于或等于井口最高注水压力和封隔器最高坐封压力，稳压 30min，压降小于 0.5MPa 为合格。

4.3.6.3 下注水完井管柱前，应按工艺设计配置各级封隔器坐封深度，允许误差见表 1，当封隔器坐封深度为 0m ~ 1500 m，隔层厚度小于 2m 时，允许误差范围可根据实际情况制定。

表 1 封位范围数据表

序号	封隔器坐封深度, m	隔层厚度, m	允许误差值, m
1	0 ~ 1500	> 2	±0.5
2	1500 ~ 3000	> 2.5	±0.8
3	> 3000	> 3	± 1.0

4.3.7 施工总结

4.3.7.1 施工完成后 3d 内，施工单位编写并上报施工总结。

4.3.7.2 施工总结的格式和内容应参见附录 F。

4.3.7.3 施工总结的编写，要求资料齐全，数据准确、层次清晰、描述清楚、版面整洁。

5 分层测试调配

5.1 作业前准备

5.1.1 资料准备

收到测试调配方案后，收集测试调配井的有关资料，包括测试调配井的地理位置、井场环境、管柱结构、各层段封隔器和配水器深度、上次测试调配资料及各层段封隔器密封状况等。

5.1.2 测试井准备

5.1.2.1 应提前一周进行测试井准备，待注水稳定 3d 后，井口流量波动不大于地质方案要求的全井注入流量的 ±5%，或井口压力波动不大于 0.2MPa，方可测试调配。

5.1.2.2 带可洗井封隔器的注水管柱在测试调配前可采用反洗井方式洗井。

5.1.2.3 洗井时要平稳操作，控制进出口排量，进口排量应由小到大按 15m³/h，20m³/h 和 25m³/h 进行洗井。注入量小于 30m³/d 并采用柱塞泵、电泵增压注水的注水井，进口排量可根据实际情况调整，使出口排量大于进口排量。洗井时，进、出口水量应同时准确计量，同时采用浊度对比法进行观察，

当出口水的水质与进口水质一致时，方可停止洗井。

5.1.2.4 洗井时，进液口应带有过滤网，洗井作业过程中要采取环保措施，洗出液处理应符合环境保护要求。

5.1.3 设备、仪器及工具准备

5.1.3.1 准备所需的工具、用具、量具，如防喷管、测试堵头、测试滑轮、测试闸门、测试密封段、投捞器、堵塞器、水嘴、密封胶件、管钳、扳手及报表等。

5.1.3.2 测井用钢丝应符合 SY/T 5170 的规定，要求钢丝直径在 2mm 以上，无死弯、砂眼；测井用电线应符合 SY/T 5600 的规定，要求电缆直径在 3.5mm 以上，无折断。钢丝或电缆长度应比注水管柱下入深度长 100m 以上。

5.1.3.3 检查测深记录仪的变速齿轮，要求啮合良好、转动灵活、量轮尺寸合格、槽内无油污。

5.1.3.4 检查转数表，应转动灵活、不跳字、不卡字。

5.1.3.5 钢丝投捞作业测试调配应准备井下流量计、回放仪、储存卡及数据回放线等，流量计应符合 JJG（石油）11 的要求。

5.1.3.6 电缆作业测试调配应准备测调仪、地面控制仪等，测调仪应符合 SY/T 6797 的要求。

5.1.3.7 仪器流量、压力、温度精度等级要求分别不低于 2.0 级、1.0 级、 $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，分辨率分别小于或等于 $0.1\text{m}^3/\text{d}$ ， 0.1MPa ， $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.3.8 仪器流量、压力、温度最大测量值应高于测试井全井流量值、测试井最高压力值、测试井最高温度值，其比值应为 $3/2 \sim 4/3$ 之间。

5.1.3.9 仪器性能符合测试要求，井下流量计、压力计应检定合格后方可下入井内进行测试。正常工作的井下流量计、压力计应定期分别按 SY/T 6675 和 SY/T 6640 的规定校准，出现异常情况应随时校准。

5.2 作业前检查

5.2.1 井况检查

5.2.1.1 注水井采油树应装有测试闸门，井口设备齐全完好，不刺不漏，各阀门启闭灵活，压力表和流量计符合质量标准。

5.2.1.2 油管柱内应无落物，满足仪器下入。

5.2.2 设备检查

5.2.2.1 检查测试车，分动器、取力器、传动轴应工作正常。

5.2.2.2 检查绞车的操作控制台，各仪表显示应正常，张力表误差应不超过 5%。

5.2.2.3 检查绞车测深系统，各变速齿轮是应合良好，计量轮尺寸应符合技术标准，槽内应无脏物。计数装置应有机械和电子的各一套，均应转动灵活、不跳字、不卡字，两套计数误差不超过 3%。

5.2.2.4 检查绞车，离合器、刹车装置应灵活可靠，手摇机构挂摘动作应灵活可靠。

5.2.2.5 检查排丝机构，应换向灵活、可靠，钢丝排列整齐紧密。

5.2.3 仪器检查

5.2.3.1 检查仪器，应无变形，各部分连接紧密、密封良好，上、下连接螺纹清洁、无损伤。

5.2.3.2 检查流量计，测量探头要清洁，中心流速式探测段、流道应干净、畅通。

5.2.3.3 通电检查，流量计与计算机（回放仪）连接，应通讯正常，电池电压满足测试要求，指示灯

闪烁频率应与采样频率一致。

5.2.3.4 设置流量计测试程序为流压（等时连续）模式，采样频率设置为（10s ~ 30s）/ 点，清除流量计内不需要的测试数据。

5.2.3.5 检查投捞器，各固定螺丝应紧固，尺寸与堵塞器（芯子）配套；投捞臂、导向舌闭锁牢靠，开启灵活；投送冒和打捞冒的压环、压片、弹簧和锁块均应完好，动作灵活可靠。

5.2.3.6 检查振击器，弹簧应完好，无锈蚀，开闭锁装置及振击锤完好，动作灵活。

5.2.3.7 检查测试密封器的密封段及皮碗，应无损伤、无老化现象，尺寸应与配水器配套，提挂式密封器定位爪开闭锁灵活，收拢时最大外径应小于 $\phi 44\text{mm}$ 。

5.2.3.8 检查同心脱开器，弹簧应完好，无锈蚀，脱开力应符合投放要求。

5.2.3.9 连接电缆作业测调仪与地面控制仪（计算机），检查通信应正常，定位爪（支撑臂）收拢及张开应灵活，工作电压、电流应正常。

5.2.3.10 仪器的配重应满足测试井要求。

5.2.4 固定绞车，安装井口防喷管装置

5.2.4.1 根据井场地形、风向，将测试车停放在距井口 15m ~ 20m 处（井深大于 3000m 时为 25m ~ 30m）的上风方向，并使绞车滚筒中部、窗口中部与防喷管滑轮三点一线，摆放好后应在后轮加垫掩木。

5.2.4.2 选择适当的位置设置施工标示牌和警戒带。

5.2.4.3 关闭测试井测试闸门，放掉余压，卸下井口堵头，装好防喷管、测试操作平台和测试滑轮，并将滑轮对准绞车。井深大于 3000m 或井况较复杂的井应用绷绳加固防喷管。

5.2.5 通油管柱

5.2.5.1 在测试调配前，可根据需要下通管工具通油管柱。

5.2.5.2 通管工具最大外径应大于测试仪器最大外径 1mm ~ 2mm。

5.2.5.3 将连接好的通管工具平稳装入防喷管内，轻落在测试闸门的闸板上，用手拧紧测试堵头后，再用管钳上紧。

5.2.5.4 将钢丝或电缆放入测试滑轮槽内，调整滑轮，对准绞车。紧好测试堵头压帽，摇紧钢丝或电缆。

5.2.5.5 将计数器归零，核对钢丝或电缆记录。

5.2.5.6 防喷管装置试压。关闭防喷管放喷阀门，缓慢稍开测试闸门，待防喷管内压力与井筒压力平衡后，用注脂泵向密封器注脂使其密封，试压防喷管装置 10min，不刺不漏后再全开测试闸门。慢松测试堵头压帽，达到工具顺利起下、不渗漏为宜。

5.2.5.7 松开刹车，将通管工具缓慢下放过总闸门后，以不超过 60m/min 的速度平稳下放。过配水器等井下工具时应提前 20m 减速至 30m/min 以下，缓慢通过后再缓慢恢复至正常下放速度。连续观察转数表计数器、张力、系统压力等变化情况，发现问题应立即停车，待处理正常后，方可继续操作。

5.2.5.8 通管工具通至预定深度后，先以不超过 30m/min 的速度平稳上提 100m，观察钢丝或电缆负荷正常后，再按不超过 60m/min 的速度平稳上提，过井下工具时应提前 20m 减速至 30m/min 以下，通过后再缓慢恢复至正常速度。连续观察转数表计数器、张力、系统压力等变化情况，发现问题应立即停车，待处理正常后，方可继续操作。

5.2.5.9 当通管工具提至距井口约 100m 时减速至 30m/min 以下；当通管工具提至距井口约 20m 时绞车停止工作，手摇使通管工具缓慢提入防喷管内。

5.2.5.10 核对计数器归零，关闭测试闸门总圈数的 2/3，探闸板确认通管工具进入防喷管后，关闭测试闸门。

5.2.5.11 打开防喷管放空阀门，放掉余压，松开堵头压帽，卸下堵头，取出通管工具。

5.2.5.12 检查通管工具，若有变形或印痕应仔细分析，制定下步措施。

5.3 钢丝投捞作业测试调配

5.3.1 仪器安装

5.3.1.1 将钢丝绕测深仪量轮槽内一周，调整压轮机构，使压轮将钢丝紧密地压在量轮槽内，同时量轮转动自如。

5.3.1.2 将钢丝穿过测试堵头和仪器绳帽孔眼，并拉出 1.5m，将钢丝绕一个约 7mm 直径的圆环，由圆环根部起按下四圈、上三圈的要求，紧密排列缠绕，并打好绳结，剪掉多余的钢丝头，要求绳结在仪器绳帽内转动自如。

5.3.1.3 非集流式流量计仪器的安装按自上而下的顺序将绳帽、振击器、电池筒及流量计依次连接并拧紧。

5.3.1.4 偏心集流式流量计仪器的安装按自上而下的顺序将绳帽、加重杆、振击器、电池筒、流量计、密封段依次连接并拧紧，并调整好测试密封器的皮碗过盈量，控制在 0.1mm ~ 0.3mm 的范围内。同心集流式流量计仪器的安装按自上而下的顺序将绳帽、加重杆、振击器、装有流量计的测试芯子依次连接并拧紧。

5.3.1.5 将连接好的仪器串平稳装入防喷管内，轻落在测试闸门的闸板上，用手拧紧测试堵头后，再用管钳上紧。

5.3.1.6 将录井钢丝放入测试滑轮槽内，调整滑轮，对准绞车。紧好测试堵头压帽，摇紧钢丝。

5.3.1.7 将计数器归零，核对钢丝记录。

5.3.1.8 防喷管装置试压。关闭防喷管放喷阀门，缓慢稍开测试闸门，待防喷管内压力与井筒压力平衡后，用注脂泵向密封器注脂使其密封，试压防喷管装置 10min，不刺不漏后再全开测试闸门。慢松测试堵头压帽，达到仪器顺利起下，不渗漏为宜。

5.3.2 仪器下入

5.3.2.1 松开刹车，将仪器缓慢下放过总闸门后，以不超过 75m/min 的速度平稳下放。非集流式流量测试时，将仪器在距井口 50m 处位置停留 5min ~ 10min，测量全井流量及压力值。

5.3.2.2 在仪器下放过程中，随时注意转数表计数器的变化，随时注意观察钢丝运行情况，及时排除出现的异常问题。

5.3.2.3 过配水器等井下工具时应提前 20m 减速至 30m/min 以下，缓慢通过后再缓慢恢复至正常下放速度。

5.3.2.4 当仪器下过最下一级配水器以下 3m ~ 5m 时停止仪器下放，测量 5min ~ 10min，第一次测试流量时需要验证挡球密封性。

5.3.3 分层流量测试

5.3.3.1 非集流式流量测试：按自上而下的顺序逐层进行测试，在每级配水器上部 2m 以上位置（配水器间距较小时，可适当选择测点位置）停测，要求刹紧刹车，防止仪器下滑。全部层段测试完后，还应在第一级配水器上部停测一次全井水量。

5.3.3.2 偏心集流式流量测试：当仪器下过最下一级配水器后，再上提至工作筒以上 2m ~ 3m，打开定位爪，再下放坐入测试层位的工作筒内测试层段流量。用坐开式密封段时，应下到撞击头处，坐开定位爪，上提至测试层位工作筒以上 2m ~ 3m，然后下放坐入测试层位工作筒内测试层段水量。依

次上提仪器至上一层段，测量其他层段及全井流量。

5.3.3.3 同心集流方式测试：在配水器上部 3m ~ 5m 的位置（配水器间距较小时，可适当选择测点位置）停车，让仪器自由下落，保证密封段完全坐封，测完一层提出仪器，更换密封器后再测另一层，直至全部层段测完。

5.3.3.4 每点至少测试 5min ~ 10min，测试时应观察记录井口水量和注水压力的变化，不稳定时应适当延长测试时间。

5.3.3.5 在仪器下放过程中连续观察转数表计数器、张力、系统压力等变化情况，发现问题应立即停车，待处理正常后，方可继续操作。

5.3.4 测分层指示曲线

5.3.4.1 以低于正常井口注入压力的 0.5MPa ~ 1.0MPa 为间隔，用降压法测分层注水量指示曲线，每改变一次压力，待注水稳定后按 5.3.3.1 或 5.3.3.2 或 5.3.3.3 的规定连续测得各层及全井流量。

5.3.4.2 每层分层注水指示曲线测 3 ~ 5 点，每点稳定 15 min，配注量应为测点之一。

5.3.4.3 分注井每季度应测一次分层注水指示曲线。在测分层注水指示曲线时，应平稳控制压力变化。

5.3.5 仪器起出

5.3.5.1 挂上滚筒离合器，松开刹车，将液压绞车操纵杆扳到提升位置，调整液压阀，先以不超过 30m/min 的速度平稳上提 100m，观察钢丝负荷正常后，再按不超过 60m/min 的速度平稳上提，过井下工具时应提前 20m 减速至 30m/min 以下，通过后再缓慢恢复正常速度。仪器上提过程中连续观察转数表计数器、张力、系统压力等变化情况，发现问题应立即停车，待处理正常后，方可继续操作。

5.3.5.2 当仪器提至距井口约 150m 时减速上提，速度不超过 30m/min，并注意检查钢丝记录。

5.3.5.3 当仪器提至距井口约 20m 时绞车停止工作，手摇使仪器缓慢提入防喷管。

5.3.5.4 核对计数器归零，关闭测试闸门总圈数的 2/3，探闸板确认仪器进入防喷管后，关闭测试闸门。

5.3.5.5 打开防喷管放空阀门，放掉余压。

5.3.5.6 松开堵头压帽，卸下堵头。

5.3.5.7 顺滑轮拉钢丝，将仪器顶部拉出防喷管，取出仪器并擦拭干净。

5.3.6 数据回放与分析

5.3.6.1 卸下仪器绳帽，将仪器擦拭干净。

5.3.6.2 用通信电缆将仪器与电脑（回放仪）相连，将测试数据回放到电脑（或回放仪）保存数据并显示测试曲线。

5.3.6.3 根据距井 50m 处的流量及压力测量值，结合最上一层视流量及压力值，核实井口水表及压力表数据，要求压力误差不超过 $\pm 0.2\text{MPa}$ ，流量误差不超过 $\pm 8\%$ 。

5.3.6.4 根据流量测试曲线，确定各层位视注水量，选点应在较平滑的线段上选取，用递减法计算出各层段实际注水量，并做好记录，填写注水井分层测试现场施工记录（参见附录 G），班组长审核签字后上报。

5.3.6.5 关闭回放仪，拔下通信电缆，取下存储卡，将测试仪器、电脑（回放仪）等恢复原位放好，准备下步操作。

5.3.6.6 根据 5.5.3 中实际配注误差合格范围要求，确定需要调整的层段。

5.3.7 捞堵塞器

5.3.7.1 将投捞器按照自上而下顺序连接为：绳帽、加重杆、振荡器、投捞器。

5.3.7.2 使用双作用投捞器时,在投爪旋紧式压送头上安装调整选配好的堵塞器,旋转锁紧螺母夹住堵塞器,收拢投捞爪,使偏心堵塞器收拢在投捞器开口槽内。

5.3.7.3 将投捞器与绳帽连接,按 5.3.1.5 将投捞器装入防喷管。

5.3.7.4 打开测试闸门,按 5.3.2.1 至 5.3.2.3 下投捞器。

5.3.7.5 将提挂式投捞器下到目的层工作筒以下 3m ~ 5m 时停止下放(坐开式投捞器下至撞击头处,坐开主、副投捞爪和定向爪),慢速上提至目的层工作筒以上 3m ~ 5m(配水器间距较小时,可适当选择上起位置),打开投捞爪和定向爪,再下放打捞。使用双作用投捞器时,将双作用投捞器下过目的层工作筒以下 3m ~ 5m 时停止下放,慢速上提至目的层以上 3m ~ 5m,打开投捞爪,下放投捞器打捞堵塞器。

5.3.7.6 挂上离合器,松开刹车,液压绞车操纵杆扳到提升位置,逐渐关闭液压阀上提,观察油压变化,若负荷加大,液压表压力升高,则证明打捞成功,然后停车,刹住刹车,摘掉离合器,缓慢松开刹车,使振荡器收缩恢复原位,刹住刹车。将液压阀关死,挂上离合器,松开刹车,将操纵杆扳到提升位置,用怠速缓慢上提投捞器,将堵塞器拔出工作筒,按 5.3.5.1 至 5.3.5.7 起出投捞器。

5.3.8 分层调配

5.3.8.1 将捞出的堵塞器取下,卸下堵塞器护网,检查水嘴。

5.3.8.2 嘴损曲线法选配水嘴:根据 5.3.4 测得的分层指示曲线,求出各层配注量下的注水压差,然后在嘴损曲线图版(制作方法见 SY/T 5906)上查出对应水嘴尺寸。

5.3.8.3 对于水量调整不大层段,按公式(1)选配水嘴:

$$d_2 = d_1 \sqrt{k \frac{q_1}{q_2}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

d_2 ——调整后的水嘴直径,单位为毫米(mm);

d_1 ——目前的水嘴直径,单位为毫米(mm);

q_1 ——实际注水量,单位为立方米每天(m^3/d);

q_2 ——配注量,单位为立方米每天(m^3/d);

k ——调配系数,加强层 $k=1.1$,限制层 $k=0.9$,接替层 $k=1$ 。

5.3.8.4 若在接近地层破裂压力情况下注水,部分层段无法满足地质方案的配注量要求,可选择空水嘴(下不装水嘴的堵塞器或不下堵塞器)注入。

5.3.8.5 安装更换水嘴,检查凸轮、弹簧、打捞杆,更换调试堵塞器密封胶件,使之符合下井技术要求,并涂润滑脂。

5.3.9 投送堵塞器

5.3.9.1 卸下投捞器主爪上的打捞头,装上偏心压送头。

5.3.9.2 将调整好的井下堵塞器安装在旋紧式压送头上,旋紧螺帽夹住堵塞器(老式压送头,用销钉悬挂在压送头上),收拢投捞爪和定向爪,使偏心堵塞器收拢在投捞器开口槽内。

5.3.9.3 下投捞器,按 5.3.2.1 至 5.3.2.3 执行。

5.3.9.4 将提挂式投捞器下到目的层工作筒以下 3m ~ 5m 时刹住刹车(坐开式投捞器下至撞击头处,坐开主、副投捞爪和定向爪),慢速上起至目的层工作筒以上 3m ~ 5m,打开投捞爪和定向爪,再下放投捞器压送。

5.3.9.5 挂上离合器,松开刹车,液压绞车操纵杆扳到提升位置,逐渐关闭液压阀上提,观察液压变

化。若液压大于正常上提液压（手摇绞车上提感觉到沉重），则证明堵塞器已投入偏孔，然后停车，刹住刹车，摘掉离合器，慢松开刹车，使振荡器收缩恢复原位，刹住刹车。

5.3.9.6 将液压阀关闭，挂上离合器，松开刹车，将操纵杆扳到提升位置，用怠速上起振荡，使投捞器与堵塞器脱离后（手摇绞车上提感觉到先沉重，后突然变轻）提出工作筒，上提 2m ~ 3m 反复下放轻投两次，保证堵塞器压送到位。

5.3.9.7 使用双作用投捞器时，将液压阀关死，挂上离合器，松开刹车，将操纵杆扳到提升位置，用怠速上起振荡，将堵塞器拔出工作筒，然后再次下放投捞器，投送堵塞器。

5.3.9.8 提出投捞器，按 5.3.5.1 至 5.3.5.7 执行。

5.3.10 调整后流量测试

各层调配完成后，再复测各层段实际注水量，按 5.5.3 中实际配注误差合格范围检查各层段实际注水量是否满地质配注要求，若不能满足要求且水嘴还可调，则对不合格水嘴进行调换，直到各层段流量达到配注方案要求。

5.4 电缆作业测试调配

5.4.1 仪器安装

5.4.1.1 组装电缆头。

5.4.1.2 检测组装完成后的电缆头，应无短路、断路现象。

5.4.1.3 将电缆头与测试仪器连接固定好。

5.4.1.4 将连接好的测调仪器平稳装入防喷管内，轻落在测试闸门的闸板上，用手拧紧测试堵头后，再用管钳上紧。将电缆放入测试滑轮槽内，调整滑轮，对准绞车。紧好测试堵头压帽，摇紧电缆。

5.4.1.5 缓慢收紧电缆，深度计数器归零，检查绞车各项参数应正常。

5.4.2 仪器下入

5.4.2.1 放喷管装置试压。拉紧电缆（不能将测调仪器拉至顶部，也不能让测调仪器贴近阀门闸板），关闭防喷管放空阀门，缓慢稍开测试闸门，待防喷管内压力与井筒压力平衡后，用注脂泵向密封器注脂使其密封，试压防喷管装置 10min，不刺不漏后再全开测试闸门。慢松测试堵头压帽，达到测调仪器顺利起下，不渗漏为宜。

5.4.2.2 启动测试软件，输入测试井参数，执行测试程序。

5.4.2.3 松开刹车，将仪器缓慢下放过总闸门后，以不超过 75m/min 的速度平稳下放。测调仪器下至井口 100m 处时停止下放，测全井流量及压力值，观察井口流量与实测流量是否一致。若偏差超出误差范围，则提出测调仪校正。

5.4.2.4 在仪器下放过程中，应随时注意观察深度计数器的变化及电缆运行情况，及时排除出现的异常问题。

5.4.2.5 过配水器等井下工具时应提前 20m 减速至 30m/min 以下，缓慢通过后再恢复正常下放速度；距预定位置 20m 时，减速至 30m/min 以下缓慢下入到预定位置。

5.4.3 分层流量测试

5.4.3.1 单流量计测调仪自上而下依次在配水器上部 3m ~ 5m 处停测 5min ~ 10min。

5.4.3.2 双流量计测调仪应自上而下依次在配水器上部 2m ~ 3m 打开测调仪的定位爪，下放坐入配水器后停测 5min ~ 10min。

5.4.3.3 测试时观察井口水量和注水压力变化,不稳定时应适当延长停测时间。

5.4.3.4 测试过程中应注意测试电流和电缆张力的变化,若异常或出现仪器遇阻、遇卡,应停车检查,处理后再进行测试。

5.4.4 分层流量调配

5.4.4.1 根据地质配注需求和分层流量测试结果,确定需要调配的层段,按先加强层后限制层的顺序进行调配。

5.4.4.2 在目标配水器上部 5m 处(配水器间距较小时可选择适当位置),偏心测调仪需依次打开调节臂、扶正臂和导向舌,以高于正常下放速度下放,进入目标配水器与可调堵塞器对接;同心测调仪需打开定位爪,低速下放,进入目标配水器与可调水嘴同心对接。观察地面控制仪的对接信号,以保证对接成功。

5.4.4.3 实测流量与地质配注流量相差较小时可选择全自动方式调配,实测流量与地质配注流量相差较大时,应选择手动方式调配。

5.4.4.4 调配完成后,偏心测调仪需依次收回测调仪的调节臂、扶正臂和导向舌,同心测调仪需收回定位爪,按 5.4.4.2 和 5.4.4.3 的方法调配下一层。

5.4.4.5 调配时密切注意仪器电流变化情况,出现异常及时处理。

5.4.4.6 每调配一次,待平稳后均要测试一次全井分层水量,直至各层注水量符合 5.5.3 中实际配注误差合格范围。注水井分层测试调配记录参见附录 H,班组长审核签字后上报。

5.4.5 仪器起出

5.4.5.1 测调完成后,先以怠速可驱动的速度上提 5m,无异常后以不超过 15m/min 的速度上提 100 m,观察电缆负荷正常后,按不超过 60m/min 的速度平稳上提。过配水器等井下工具时须提前 20m 减速至 30m/min 以下,缓慢通过后再缓慢恢复至正常速度上提。

5.4.5.2 上提仪器过程中,要时刻观察绞车速度表盘、深度计数器、张力、系统压力等变化情况,发现问题应立即停车,待处理正常后,方可继续操作。

5.4.5.3 当仪器上提至距井口 100m 时,应减速平稳上提,上提速度不超过 30m/min。

5.4.5.4 当仪器上提至距井口 20m 时,以怠速可驱动的速度缓慢将仪器提入防喷管内,绞车停止工作。

5.4.5.5 核对计数器归零,关闭测试闸门总圈数的 2/3,探闸板确认仪器进入防喷管后,关闭测试闸门。

5.4.5.6 打开防喷管放空阀门,放掉余压。

5.4.5.7 松开堵头压帽,卸下堵头。

5.4.5.8 顺滑轮拉电缆,将仪器顶部拉出防喷管,取出仪器。

5.4.5.9 关闭电源,解下电缆,拆卸仪器并擦拭干净,入箱装入车内固定位置。

5.4.5.10 收好电缆,拆卸防喷管、滑轮等,清理污垢,整理回收。

5.5 分层调配质量要求

5.5.1 测指示曲线时,泵压应保持稳定(波动幅度不大于 0.2MPa),测试仪表要准确。

5.5.2 测试曲线形态应与测试过程相符,流量、压力与时间曲线应连续无间断,图形光滑适中,无异常现象,停测台阶明显,压力台阶、流量台阶应为一相对水平直线。测试曲线质量不合格应重测。

5.5.3 分注井各层段的注水量按地质配注方案要求配注,实际配注误差合格范围:

加强层:地质配注量 $\times (1 - 10\%) \sim$ 地质配注量 $\times (1 + 30\%)$ 。

限制层:地质配注量 $\times (1 - 30\%) \sim$ 地质配注量 $\times (1 + 10\%)$ 。

接替层:地质配注量 $\times (1 \pm 10\%)$ 。

5.6 恢复注水

测试调配完成后调整井口流程，使注水井恢复正常注水状态。

6 资料录取、整理

6.1 原始资料录取

6.1.1 施工井原始资料录取

6.1.1.1 录取施工井基础数据，包括井号、井类型、井场位置、周边环境、完井日期、人工井底、完钻深度、套管规格及深度、井斜数据、套补距、射孔枪、射孔层位、射孔井段，生产情况等。

6.1.1.2 录取施工井井筒准备情况，包括关井起止时间、初期井口压力、稳定后井口压力，原井管柱结构、油管根数及规格、井下工具名称及型号规格尺寸，探砂面深度、冲出砂量、实探人工井底深度，通井刮削工具规格型号、下入深度，洗井压力、用液量、排量、漏失量等。

6.1.1.3 录取注水完井管柱下入时间，油管记录，工具串排列顺序，各工具名称、型号、规格尺寸、数量及下入深度。

6.1.1.4 描述坐封、验封过程及结果。

6.1.2 测试调配原始资料录取

6.1.2.1 录取井号、投注日期、实际注水量、测试调配时间、测配方式、配注水量、油压、套压、泵压。

6.1.2.2 录取仪器编号，各层段流量、压力与时间曲线。

6.2 资料整理、解释

6.2.1 解释人员根据各层的测试资料，解释各层注水量及全井吸水量，对流量资料进行综合分析评价，异常井应具体说明。

6.2.2 综合测试井的地质及生产情况，对测试井分层流量资料解释成果进行审核、上报。

6.3 资料存档

解释成果审核通过后，在五个工作日内应将测试原始数据、图表及解释成果按相关要求存档。

7 健康、安全、环境控制要求

7.1 施工作业单位应遵守国家、当地政府有关健康、安全与环境保护法律、法规等相关文件的规定。

7.2 施工时健康、安全与环境管理按 SY/T 6276 的规定执行。

7.3 井场应有设备布局图、防喷及井控系统图、安全通道图并设置明显安全标识和警示，还应有严格的防高空坠物、防火、防喷、防爆、防污染、防触电等措施。

7.4 施工设计应有健康、安全、环境控制的技术要求及应急预案。

7.5 含 H₂S 的井的监测、人身安全防护及井下作业按 SY/T 6277 和 SY/T 6610 的规定执行。

7.6 施工现场应有专职安全人员，施工前应对井场布局、设备安装、安全设施进行检查验收。

7.7 施工作业期间做好个人防护，穿戴好劳保用品，应避免疲劳上岗，防中暑、防冻伤，防中毒，严禁酒后上岗。

- 7.8 每口井做一次防污染全员教育，制定防污染岗位责任制。
- 7.9 在施工中，服从安全监督指挥，按“两书一表”进行现场施工管理，定期进行检查验收，并保存记录（HSE 工作计划书、HSE 岗位作业指导书、HSE 现场检查表）。
- 7.10 应避免将测调车等设备放置在高压线附近。
- 7.11 识别施工现场火、电、毒气等危险源，制定安全措施预防及危机处理预案，准备好消防器材、报警装置及安全警示牌。
- 7.12 大风、大雾、大雨天气禁止施工。
- 7.13 施工过程中，外接电源应按 SY/T 5727 的规定执行。
- 7.14 一切塑料制品和其他垃圾（包括纸制品、织物、绳索、玻璃制品、金属陶瓷、垫仓物料、衬料、包装材料）禁止随地丢弃，应集中储存并按规定处理。
- 7.15 凡易造成柴油、机油、原油落地的施工，施工单位应采取相应防护措施，杜绝现场形成污染。各种储液罐需要清罐时，要按指定地点，不得随意乱放。
- 7.16 有毒、有害等化学危险品指定专人负责，并严格按相关规定执行。
- 7.17 施工结束后，剩余残液及洗井返出液由施工队伍负责收回，按指定方式、指定地方排放。井场应达到平整、无垃圾、无污染。
- 7.18 浅海作业按 SY/T 6429，SY/T 6432，SY 6634 的规定执行。

附 录 A
(资料性附录)
注水井作业地质设计书格式

A.1 封面格式如下：

_____油田_____井

注 水 井 作 业 地 质 设 计 书

设计单位：_____

设 计 人：_____

_____年_____月_____日

A.2 扉页格式如下：

审核意见：[“三高井”教授级高工或本企业级技术专家审核；I类井厂主管部门负责人审核；
II类、III类井地质总监（地质组长）审核]

签字：_____年____月____日

审批意见：[“三高井”、I类井总地质师（技术主管领导）审批；II类、III类井主管部门主管人
员审批]

签字：_____年____月____日

A.3 注水井作业地质设计书内容如下：

一、油气水井基本数据

1. 基础数据表

(1) 基本数据

所属油气田 或区块名称				地理位置			
开钻日期				完钻日期			
投产日期				投注日期			
原始人工井底, m				目前人工井底, m			
套补距, m				油补距, m			
最大井斜, (°)				井段, m			
造斜点, m				方位, (°)			
钻井 液 性能	密度, g/cm ³			曾用 修井液 最高 性能	名称		
	黏度, mPa·s				密度, g/cm ³		
	浸泡时间, h				黏度, mPa·s		
固井质量							

(2) 完井套管数据

名称	规范 mm	钢级	壁厚 mm	抗内压 MPa	内径 mm	深度 m	水泥返深 m
表层套管							
技术套管							
生产套管							
特殊说明							

(3) 筛管（打孔管）完成井采注井段套管结构数据表

序号	筛管（打孔管）井段				间管		备注
	顶深, m	底深, m	根数	长度, m	根数	长度, m	

(4) 井斜数据表（定向井、水平井应附此表）

计算方法：投影方位：

序号	项目类别	测深 m	井斜 (°)	方位 (°)	垂深 m	视位移 m	闭合位移 m	闭合方位 (°)	北坐标 m	东坐标 m	狗腿度 (°) /30m

2. 生产油气层基本数据

层位	层号	解释井段 m	厚度 m	孔隙度 %	渗透率 10 ⁻³ μm ²	含油饱和度 %	泥质含量 %	岩性	解释结果

3. 射孔数据

层号	射孔井段 m	厚度 m	射孔液			射孔参数						油气显示
			名称	密度	黏度	日期	枪型	弹型	相位	孔密	孔数	

4. 固井质量解释结果

井段, m	固井质量	井段, m	固井质量	井段, m	固井质量

二、油气水井生产数据

1. 本井情况

(1) 油气生产情况表 (油气井填写各阶段有代表性的和近期连续生产 3 个月情况)

阶段	取值日期	层位	生产井段 m	工作制度	日产油 t	日产气 m ³	日产水 m ³	气液比 m ³ /t	含水 %	含砂 %	油压 MPa	套压 MPa	井口温度 ℃	动液面 m	静液面 m	沉没度 m	目前地层压力 MPa

截止_____年____月 累计产油____t；产气____m³；产水____m³

(2) 本井注水、注气 (汽) 情况 (注水注汽井填写)

阶段	层位	注入方式	配注量油 / 套 m ³	实注量油 / 套 m ³	井口温度 ℃	泵压 MPa	油压 MPa	套压 MPa	取值时间

注入水质：机杂：____mg/L，含铁：____mg/L；累积采油量：____t，累积注水 (汽) 量：____m³

(3) 吞吐热采井本井最近一次注汽情况

层位	轮次	注汽日期	日注量 t/d	井口温度 ℃	井口压力 MPa	本轮累积注汽量 t	焖井日期	焖开日期	备注

2. 邻井情况

(1) 相邻（或井组对应）油气井生产情况（注水井填写）

井号	层位	日产量			气油比 m ³ /t	含水 %	压力, MPa			取值时间
		液量 t	油量 t	气量 m ³			油压	套压	地层压力	

(2) 连通井受益情况（油井填写）

注水井号	投转注日期	注水层号	与本井连通层号	累积注水, 10 ⁴ m ³	受益情况

三、历次作业情况简述（包括射孔、补改层、压裂、酸化、堵隔水、转抽、转注、分注、大修、找堵漏、找封窜等重要修井记录和套管变损、井下落物、油层出砂等异常情况的描述）

四、施工目的及要求（包括停产、减产、停注原因分析）

1. 修井原因及潜力分析：_____
2. 施工目的：_____
3. 地质要求：_____

五、与井控相关的情况提示

1. 与邻井油气层连通情况及汽窜干扰情况：_____
2. 本井和邻井硫化氢等有毒有害气体检测情况：_____
3. 地层压力或压力系数，产出气及伴生气主要成分：

(1) 本井及同层相邻（对应）油水（汽）井地层压力最近一次测试资料及压力系数计算结果（如本井和邻井近期均未测压，则提供区块同层近期地层压力，或原始地层压力）

井号	井别	层位	测试日期	监测名称	油层中部			压力系数
					深度, m	压力值, MPa	静水柱压力, MPa	

(2) 产出气及伴生气主要成分分析资料

层位	相对密度	绝对临界压力 MPa	临界温度 K	甲烷 %	乙烷 %	丙烷 %	H ₂ S mg/m ³	CO ₂ mg/m ³

4. 以井口为中心 30m × 30m 范围内地面与地下管网及电缆的走向、敷设高度、埋深等分布情况：

5. 常规井距离井口 500m 范围内，含硫油气田探井井口周围 3km、生产井井口周围 2km 范围内的居民住宅、学校、厂矿（包括开采地下资源的矿业单位）、国防设施、高压电线和水资源等与设计井的地面距离及走向分布情况：

附：地面与地下管网及电缆走向，重要建筑设施及水资源情况示意图（文字能说清楚的可不附图）

地面与地下管网及电缆走向	敏感区域情况示意图

6. 井口类型：_____，采油树型号：_____，现状：_____。

7. 季节风风向变化提示：_____

8. 井控风险级别：_____

9. 其他风险提示：_____

六、井况、井身结构及生产管柱数据

1. 井况及井下落物描述：_____

2. 井内生产管（杆）柱数据：

井身结构示意图

(1) 杆柱数据：_____

(2) 管柱数据：_____

下入时间：_____

_____年_____月_____日

附 录 B
(资料性附录)
注水工艺设计书格式

B.1 封面格式如下：

_____油田__井措施作业

注水工艺设计

井 别：

设计单位：

设计人：

_____年____月____日

B.2 扉页格式如下：
设计单位审核意见：

签字：_____年____月____日

设计单位审批意见：

签字：_____年____月____日

建设单位审核意见：

签字：_____年____月____日

建设单位审批意见：

签字：_____年____月____日

B.3 井下作业井控风险级别评估审批表格式如下：

井下作业井控风险级别评估审批表

井号：_____ 井型：_____ 井别：_____

风险类别		风险识别条件	符合项“√”
地面环境条件	高危地区	井口周围 500m 范围内有村庄、居民区、学校、医院、工厂、集市等人员集聚场所或油库、炸药库等易燃易爆场所	
		井场位于江河、湖泊、水库内	
		井场位于沿海滩涂且井场边缘距海洋潮汐边缘不大于 500m	
	危险地区	井口周围 200m 范围内有铁路、高速公路	
		井口周围 100m 范围内有部分民宅	
		井口周围 75m 范围内有高压线及其他永久性设施	
		井口周围 75m 范围内有其他施工作业队伍	
		井场边缘距江河、湖泊、水库、养殖池、盐卤池边缘小于 100m	
		井场位于沿海滩涂且井场边缘距海洋潮汐边缘大于 500m，但小于 1000m	
	一般地区	除高危和危险之外的地区	
工艺技术难度	重点井	地层天然气中硫化氢含量高于 150mg/m ³ (100ppm) 或井筒内硫化氢含量（紧贴井口闸门出口处测量）高于 150mg/m ³ (100ppm) 的井（简称高含硫油气井）	
		当地层流体充满井筒时，预测井口关井压力可能达到或超过 35MPa 的井（简称高压油气井）	
		目的层段无任何实钻或测试参考资料的探井（简称预探井）	
		垂深 1000m 以内含气层且与套管内连通的井（简称浅层气井）	
		目的层预测气液体积比大于 400 且日产气超过 10000m ³ 的井（简称高含气井）	
		正钻井中途测试井	
		带压作业的油水井	
	常规井	重点井之外的井	
井控风险级别划分	一级	高含硫油气井	
		高压油气井	
		在危险地区实施的重点井	
	二级	在危险和一般地区实施的重点井（不包括高含硫油气井和高压油气井）	
		在危险地区实施的常规井	
	三级	在危险和一般地区实施的常规井	
该井确定为____级风险井		审核人	审核日期：_____年____月____日
审批意见：		审批人	审核日期：_____年____月____日

B.4 注水井工艺设计书内容如下：

一、施工目的及依据

二、水井数据

(一) 基础数据

1. 油井钻井数据

构造位置		地理位置	
开钻日期		完钻日期	完井日期
完钻井深, m		目前人工井底, m	
钻井油层 泥浆	密度, g/cm ³	最大井斜, (°)	井段, m
	黏度, mPa·s	造斜点, m	方位, (°)
	浸泡时间, d	固井质量	
油补距, m		套补距, m	

2. 完井套管数据

名称	规范	钢级	壁厚 mm	抗内压 MPa	内径 mm	深度 m	水泥返深 m
表层套管							
技术套管							
油层套管							

3. 射孔数据

序号	层号	射孔井段 m	射孔日期	射孔 枪型	射孔 孔密	射孔 孔数	日产 油 t	日产 气 m ³	日产 水 m ³	含水 %	含砂 %	油压 MPa	套压 MPa	静压 MPa	静温 ℃

(二) 目前注水情况

时间	注水井段	注水方式	配注量 m ³	日注量 m ³	油压 MPa	套压 MPa	泵压 MPa	累计注水量 10 ⁴ m ³

(三) 本井吸水剖面

层位	层号	井段, m	射开厚度, m	吸水, %	说明

三、工艺方式设计

(一) 分注层段及配注要求

	注水层段, m	配注, m ³ /d
一		
二		
三		
四		

(二) 分注工艺种类

(三) 设计封位及封位附近套管接箍位置

坐封位置附近套管接箍数据 : ____m, ____m, ____m

封隔器设计封位位置 :

四、管杆结构设计

五、用料及主要设备器材的准备

序号	名称	规格型号	数量	提供单位
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

六、施工程序及步骤

七、技术要求和注意事项

八、工艺风险评估

九、井控设计要求

十、健康、安全与环保要求

附 录 C
(资料性附录)
施工设计书格式

C.1 封面格式如下：

_____油田_____井措施作业

_____施工设计

井 别：

设计单位：

设 计 人：

_____年____月____日

C.2 扉页格式如下：

设计单位审核意见：

签字：_____年____月____日

设计单位审批意见：

签字：_____年____月____日

C.3 施工设计书内容格式如下：

一、施工设计

(一) 上修原因及工艺流程

(二) 施工步骤及主要技术要求

(三) 工具材料

(四) 安全及环保要求

(五) 管柱结构示意图

1. 施工前管柱结构示意图

2. 完工后管柱结构示意图

二、井控设计部分

(一) 施工井概况

(二) 井口装置及施工管线示意图

(三) 井控装置的安装要求

1. 防喷器的安装要求

2. 其他井控装置的安装要求

(四) 井控装置的试压要求

1. 防喷器及旋塞阀

2. 压井节流管汇(线)

3. 防喷单根（防上窜）

（五）井控装置的使用要求

1. 防喷器及其控制装置的使用要求

2. 采油（气）井口装置的使用要求

3. 井控管汇的使用要求

4. 内防喷工具的使用要求

（六）作业过程的井控要求

1. 拆卸采油（气）树（不包括四通）、安装防喷器作业的井控要求

2. 起下管柱的井控要求

3. 不连续起下作业时的井控要求

4. 拆卸防喷器、安装采油（气）树（不包括四通）作业的井控要求

5. 冲砂作业的井控要求

（七）防硫化氢等有毒有害气体安全措施

（八）井喷突发事件的应急处理

附 录 D
(资料性附录)
推荐油管管螺纹紧扣力矩

推荐油管管螺纹紧扣力矩见表 D.1。

表 D.1 推荐油管管螺纹紧扣力矩

公称直径 mm (in)	名义质量, kg/m		上紧力矩, N·m						
	螺纹与接箍		钢级	非加厚			加厚		
	非加厚	加厚		最佳	最小	最大	最佳	最小	最大
73.02 (2 7/8)	9.52	9.67	H-40	1084.62	812.97	1356.26	1694.59	1273.88	2115.29
	9.52	9.67	J-55	1423.93	1070.87	1775.98	2236.90	1680.86	2792.93
	9.52	9.67	C-75	1870.11	1410.20	2345.75	2912	2210.42	3673.57
	12.80	12.95	C-75	2833.14	2129.02	3524.51	3863.83	2901.79	4824.87
	9.52	9.67	N-80	1922.71	1491.59	2494.81	3118.51	2345.75	3905
	12.80	12.95	N-80	2995.93	2250.62	3741.24	4094.28	3077.33	5124.96
	9.52	9.67	P-105	2507.56	1883.86	3131.26	3945.22	2955.72	4936.67
	12.80	12.95	P-105	3782.42	2833.14	4731.71	5167.12	3877.55	6453.76
88.90 (3 1/2)	11.46	—	H-40	1247.41	935.55	1559.26	—	—	—
	13.69	13.84	H-40	1518.07	1138.55	1898.57	2345.75	1762.26	2928.27
	15.18	—	H-40	1775.98	1328.80	2223.17	—	—	—
	11.46	—	J-55	1640.65	1233.68	2047.63	—	—	—
	13.69	13.84	J-55	2006.44	1505.32	2508.54	3091.06	2318.29	3863.27
	15.18	—	J-55	2332.02	1748.53	2914.54	—	—	—
	11.46	—	C-75	2169.23	1626.92	2711.54	—	—	—
	13.69	13.84	C-75	2643.87	1978.98	3307.78	4080.55	3063.60	5097.50
101.6 (4)	15.18	—	C-75	3077.33	2304.56	3850.09	—	—	—
	18.90	19.27	C-75	4108.01	3077.33	5138.68	5477.01	4108.01	6847
	11.46	—	N-80	2304.56	1735.78	2888.06	—	—	—
	13.69	13.84	N-80	2806.66	2101.57	3510.78	4338.48	3253.85	5423.08
	15.18	—	N-80	3267.58	2453.63	4080.55	—	—	—
	18.90	19.27	N-80	4352.19	3267.57	5437.79	5818.29	4366.90	7269.67
	13.69	13.84	D-105	3552.95	2671.33	4448.30	5492.70	4122.72	6862.69
	18.90	19.27	D-105	5504.47	6847	6897.02	7361.85	5518.2	9206.48
	14.14	—	H-40	1274.86	963.01	1579.85	—	—	—
	—	16.37	H-40	—	—	—	2630.14	1979.96	3295.03
	14.14	—	J-55	1680.86	1261.14	2101.57	—	—	—
	—	19.37	J-55	—	—	—	3470.57	2603.67	4338.46
	14.14	—	C-75	2223.17	1668.11	2279.20	—	—	—
	—	16.37	C-75	—	—	—	4596.38	3453.90	5748.65
	14.14	—	N-80	2359.48	1775.98	2955.72	—	—	—
	—	16.37	N-80	—	—	—	6182.11	4636.58	7730.58

附 录 E
(资料性附录)
注水井管柱验封报告

注水管柱验封报告见表 E.1。

表 E.1 注水管柱验封报告

井号		分注级数		施工作业时间	
验封日期		配水器型号		验封仪器编号	
验封方式		开井压力		关井压力	
封隔器型号					
下深					
层段					
压差					
分析、解释					
备注：					

测试单位： 测试班组： 测试人： 解释人： 审核人：

验封曲线绘制：

附录 F
(资料性附录)
施工总结格式

F.1 封面格式如下：

_____油田_____井

_____施工总结

施工单位：_____

编写人：_____

审核人：_____

审批人：_____

_____年____月____日

F.2 施工总结内容如下：

施工单位：

施工日期：

一、施工目的

二、施工过程简述

施工内容（按施工日期及工序）

三、完井管柱图

四、用料及工具表

序号	名称	规格型号	数量	提供单位
1				
2				
3				
4				
5				
6				

五、存在问题及建议

六、完井管柱记录

_____油田_____井油管（）记录

下井日期_____年____月____日

编号	长度 m	累计长度 m	下入深度 m	编号	长度 m	累计长度 m	下入深度 m	油管规范		
								外径 mm	内径 mm	下入深度 m
								油管挂，m		
								现场丈量人		
								现场计算人		
								审核人		

附 录 H
(资料性附录)
注水井分层测试调配记录

注水井分层测试调配记录见表 H.1。

表 H.1 注水井分层测试调配记录

井号				分注级数			测试班组			测试日期		
仪器型号				仪器编号			井口压力			井口流量		
配注 层段	层 段 性 质	配水 器深 度 m	配注量 m³/d	测试结果								
				第一次		第二次		第三次		第四次		
				压力 MPa	流量 m³/d	压力 MPa	流量 m³/d	压力 MPa	流量 m³/d	压力 MPa	流量 m³/d	
全井												
井口记录			油压	流量	油压	流量	油压	流量	油压	流量	油压	流量
备注												

测试单位： 测试员： 解释员： 审核人：