

# 油田试井知识

## —— 岗位员工基础



于宝新 主编

石油工业出版社

# 油田试井知识

## ——岗位员工基础问答

于宝新 主编

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书以油田开发管理纲要、测试工职业技能培训大纲等内容为主线,分别对油气田开发的动态监测,试井方法现场应用,采油井、注水井现场测试等方面的技术问题进行了解答。

本书可供生产一线的新老岗位员工以及石油院校相关专业的学生学习使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

油田试井知识:岗位员工基础问答/于宝新主编.  
北京:石油工业出版社,2009.8  
ISBN 978-7-5021-7249-7

I. 油…

II. 于…

III. 油田—试井—问答

IV. TE353-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 104764 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](http://www.petropub.com.cn)

编辑部: (010) 64523738 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

---

2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

850×1168 毫米 开本: 1/32 印张: 3.375

字数: 65 千字 印数: 1—3000 册

---

定价: 16.00 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

# 《油田试井知识——岗位 员工基础问答》编委会

主 编：于宝新

副 主 编：隋新光 陈 刚

参加编校人员：王仁庆 王秀丽 李凤清  
金英兰 陆东华 孟祥杰  
徐长青 时利祥 周胜民  
余庆东 贾士昌 许爱玲  
李艳慧 王彦梅 任建涛  
孙 玲 霍苗苗 马春贵  
罗建华 戎海良 肖书歧  
李春祥 邸玉玲 王洁平  
于小明 付卫军 张 杰  
刘忠恒 王淑云 王 静  
王 钰 王明环 胡春华  
李玉梅 刘大伟 曹爱庆  
何晓霜 李晨岩 于 畅  
付玉清

# 前 言

油田试井工作，是以渗流力学为基础，以各种测试仪器为手段，通过对油、气、水井生产动态的测试，研究油层各种物理参数和油、气、水井的生产能力变化，及时分析和掌握油田生产动态变化，为加深对油层的认识提供措施依据，制定出合理的油田开发方案。

当今，我国主产油田已进入高含水开采阶段，面对油田难产、稳产难度加大的不利形势，我们要尽快熟悉和掌握相关的技术，以利于做好工作。为使岗位员工在新时期学习和掌握试井方面的基础知识，我们编写了《油田试井知识——岗位员工基础问答》一书，它是继《油田注水知识——岗位员工基础问答》、《油田采油知识——岗位员工基础问答》、《油田聚合物驱油知识——岗位员工基础问答》、《油田三元复合驱油知识——岗位员工基础问答》之后又一本油田通俗问答业务书籍。

此书从现场使用的要求出发，对工作中经常遇到的技术问题以问答的方式列出，共分油气田开发的动态监测，油田试井方法的现场应用，油田采油井、注水井现场测试，油田采油井、注水井测试成果资料的分析与验收等四章内容。

该书以油田开发管理纲要、测试工职业技能培训大纲、中国石油天然气股份有限公司企业标准等内容为主

线，采取图文并茂方式，内容由浅入深，读后易懂、易学、易记。适用于现场岗位操作人员，实施该项具体工作并提供技术服务的技术管理人员，以及刚刚步入油田工作的新员工日常学习及技术培训期间作为教材使用。

通过阅读此书，员工可以加深对试井知识的认识和理解，能初步对录取资料进行研究与分析，进而做好油藏动态描述和日常生产动态分析工作。同时还可以应用试井资料，分析油藏潜力，分析单井、区块的产能变化、压力水平、供液能力的变化，采取有针对性的方案调整，实施不同的技术措施。

本书在编写过程中，得到大庆油田有限责任公司开发部，测井技术服务公司第一分公司绘解室，第一采油厂人力资源部、地质大队地质室、管理室及第一油矿试井队的多名技术人员、从事现场测试的测试员工的辛勤劳动和技术支持。

此书完稿后经过了第一采油厂总地质师、人力资源部主抓技术培训工作的领导的审核和把关，在此特表示衷心的感谢。

由于此书作者水平有限，难免出现问题，恳请专家及读者给予批评指正。

编 者  
2009年1月

# 目 录

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>第一章 油气田开发的动态监测</b>           | 1 |
| 1. 什么是油气田的动态监测?                 | 1 |
| 2. 油气田动态监测可以获取哪些资料?             | 1 |
| 3. 油田不同含水阶段开发动态的监测重点是什么?        | 1 |
| 4. 油藏动态监测要求的结果是什么?              | 2 |
| 5. 油气田动态监测对地层压力测试范围、数量、时间有哪些要求? | 2 |
| 6. 油气田动态监测对配产井验封、工具检查有哪些要求?     | 3 |
| <b>第二章 油田试井方法的现场应用</b>          | 4 |
| 第一节 试井方法基础常识                    | 4 |
| 1. 什么叫试井方法?                     | 4 |
| 2. 渗流力学中达西定律的定义及数学表达式是怎样的?      | 4 |
| 3. 目前油田试井方法主要包括哪些测试内容?          | 5 |
| 4. 油气田试井可以获取哪些信息?               | 5 |
| 5. 试井工作由哪几部分组成?                 | 5 |
| 6. 油田目前常用的试井方法有几种?              | 6 |
| 7. 不稳定试井主要解决的问题有哪些?             | 7 |
| 8. 为什么不稳定试井可以解决多个方面             |   |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 问题? .....                             | 7  |
| 9. 油层压力的形成及在开采过程中的数据是如何获取的? .....     | 8  |
| 10. 压力恢复曲线的影响及解释方法包括哪些? .....         | 8  |
| 11. 压力恢复曲线的基本公式及公式各符号所代表的内容是什么? ..... | 9  |
| 12. 压力恢复曲线分为几种类型? .....               | 10 |
| 13. 压力恢复曲线的主要作用包括哪些? .....            | 11 |
| 14. 什么叫原始地层压力? 其大小反映了什么? .....        | 12 |
| 15. 什么叫油层压力? .....                    | 12 |
| 16. 什么叫流动压力? .....                    | 12 |
| 17. 什么叫抽油井的静液面? .....                 | 12 |
| 18. 什么叫抽油井的动液面? .....                 | 12 |
| 19. 测动液面的目的和意义是什么? .....              | 13 |
| 20. 什么是示功图测试? .....                   | 13 |
| 21. 测示功图的目的和意义是什么? .....              | 14 |
| 22. 采油井环空测试仪器分为几种类型? .....            | 14 |
| 23. 采油井环空测试方法有几种? .....               | 15 |
| 24. 抽油机井系统效率都包含哪些内容? .....            | 15 |
| 25. 目前电动潜油泵测试方法有几种? .....             | 16 |
| 26. 电动潜油泵井 Y 形工具测压是如何完成测试的? .....     | 16 |
| 27. 电动潜油泵井环空液面测试是如何完成                 |    |



|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 测试的？ .....                                        | 16 |
| 28. 螺杆泵采油井测试包括哪些方面？ .....                         | 16 |
| 29. 螺杆泵采油井测试主要解决的问题<br>有哪些？ .....                 | 17 |
| 30. 采油井、注水井的测试方法有几种？ .....                        | 17 |
| 31. 注水井测试前应做好哪些准备工作？ .....                        | 18 |
| 32. 注水井施工作业后为什么要进行验封？ ...                         | 18 |
| 33. 注水井验封前要了解验封井的情况有<br>哪些？ .....                 | 18 |
| 34. 注水井现场测试过程需要了解和应做好的<br>工作有哪些？ .....            | 19 |
| 35. 注水井现场测试所立的防喷管起什么<br>作用？ .....                 | 19 |
| 36. 注水井测试仪器或工具的下（井）放或<br>上起速度要求是多少？ .....         | 20 |
| 37. 不连续生产井采用何种测试方法获取动态<br>分析资料？ .....             | 20 |
| 38. 同井层间干扰、脉冲试井技术现场应用<br>解决了哪些问题？ .....           | 21 |
| 39. 什么是现代试井解释技术？ .....                            | 22 |
| 40. 现代试井技术有哪些特点？应用范围有<br>哪些？ .....                | 22 |
| 41. 大庆油田 Sunflower 试井软件平台主要的<br>测试、解释功能有哪些？ ..... | 23 |
| 第二节 试井主要参数的计算 .....                               | 26 |

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 1. 大庆油田开发初期, 原始地层压力是如何计算的? .....              | 26 |
| 2. 大庆油田开发初期, 采油井的地层压力是如何计算的? .....            | 27 |
| 3. 油层主要参数是如何计算的? .....                        | 27 |
| 4. 油层中部压力是如何计算出来的? .....                      | 29 |
| 5. 自喷采油井流动压力是如何计算的? .....                     | 29 |
| 6. 自喷采油井地层压力是如何计算的? .....                     | 30 |
| 7. 抽油机井、潜油电泵井、螺杆泵井动液面的计算过程分为哪几个步骤? .....      | 31 |
| 8. 平均油管的波长是如何计算的? .....                       | 31 |
| 9. 音速是如何计算的? .....                            | 31 |
| 10. 动液面的深度是如何计算的? .....                       | 31 |
| 11. 对于液面深度小于 50m, 且接箍波不明显的井动液面深度是如何计算的? ..... | 32 |
| 12. 使用仪器直接获取动液面深度的方法有哪些? .....                | 32 |
| 13. 抽油机井、潜油电泵井泵的沉没度是如何计算的? .....              | 32 |
| 14. 抽油机井、潜油电泵井流动压力是如何计算的? .....               | 33 |
| 15. 抽油机井示功图确定混合液相对密度是如何计算结果的? .....           | 34 |
| 16. 抽油机井示功图泵的理论排量是怎样计算的? .....                | 34 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 17. 抽油机井泵效是如何计算的? .....                          | 35 |
| 18. 抽油泵充满系数是如何计算的? .....                         | 35 |
| 19. 抽油机井的系统效率是如何计算<br>出来的? .....                 | 36 |
| 20. 抽油杆在井内的重量是如何计算的? .....                       | 36 |
| 21. 如何计算抽油杆的载荷线高度? .....                         | 37 |
| 22. 如何计算液柱载荷线高度? .....                           | 37 |
| 23. 液柱所受重力是如何计算的? .....                          | 38 |
| 24. 示功图上、下理论负荷线是如何<br>计算的? .....                 | 38 |
| 25. 螺杆泵理论排量 and 实际排量是如何<br>计算的? .....            | 39 |
| 第三节 试井仪器、仪表使用管理规定 .....                          | 39 |
| 1. 试井专用仪器仪表包括哪些? .....                           | 39 |
| 2. 对测试仪器使用的总体要求内容包括<br>哪些? .....                 | 40 |
| 3. 对于试井仪器仪表的校检周期是如何<br>确定的? .....                | 40 |
| 4. 采油井综合测试仪的功能和作用有哪些? ...                        | 41 |
| 5. 液面自动监测仪的结构和作用有哪些? .....                       | 41 |
| 6. 系统效率测试仪 (DZC-1 型电动机综合<br>参数测试仪) 的作用有哪些? ..... | 41 |
| 7. 抽油机井现场测试仪器的准确度要求<br>是多少? .....                | 42 |
| 8. 温度测试仪器使用的准确度要求是多少? ...                        | 42 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 9. 流量计测试仪器使用的准确度要求<br>是多少? .....                    | 42 |
| 10. 压力测试仪器的准确度要求是多少? .....                          | 42 |
| 11. 测试压力计的作用和种类有哪些? .....                           | 43 |
| 12. 弹簧管压力计的工作原理是怎样的? .....                          | 43 |
| 13. 什么是存储式电子压力计? .....                              | 44 |
| 14. 大庆油田 HCPS 存贮式电子压力计的种类<br>目前有哪些? 各自的作用有哪些? ..... | 44 |
| 15. HCFS-1(2) 存贮式电子流量计的作用<br>有哪些? .....             | 45 |
| <b>第三章 油田采油井、注水井现场测试</b> .....                      | 46 |
| 第一节 采油井测试主要内容、资料录取方法 .....                          | 46 |
| 1. 采油井现场测试工艺都包括哪些内容? .....                          | 46 |
| 2. 采油井现场测试录取的资料包括哪些? .....                          | 46 |
| 3. 采油井现场测压主要采取哪些方法? .....                           | 47 |
| 4. 大庆油田对采油井压力监测制定了哪些<br>规定? .....                   | 48 |
| 5. 抽油机井测示功图前要检查和了解的情况<br>有哪些? .....                 | 48 |
| 6. 抽油机井测示功图时抽油机“驴头”应停<br>在什么位置比较合适? .....           | 48 |
| 7. 抽油机井测示功图操作人员站在什么位置<br>比较安全? .....                | 48 |
| 8. 测示功图的操作过程包括哪些步骤? .....                           | 48 |
| 9. 现场所测示功图工况从几个方面查找                                 |    |

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 原因? .....                                                                          | 49 |
| 10. 抽油杆在传递动力的过程中承受的静载荷<br>(重力引起的)、动载荷(运动中产生的)<br>分别有哪些? 抽油杆弹性变形引起的是<br>什么载荷? ..... | 49 |
| 11. 采油井测压前要了解 and 掌握地下、地面的<br>基本情况有哪些? .....                                       | 50 |
| 第二节 注水井测试主要内容、资料录取方法 ...                                                           | 50 |
| 1. 注水过程的“二重性”指的是什么? 怎样<br>利用和加以解决? .....                                           | 50 |
| 2. 注水井现场测试工艺都包括哪些内容? .....                                                         | 51 |
| 3. 注水井测试前要了解 and 掌握的基本情况<br>有哪些? .....                                             | 51 |
| 4. 注水井主要测试项目资料录取要求有<br>哪些? .....                                                   | 51 |
| 5. 什么是分层注水井? .....                                                                 | 52 |
| 6. 注水井分层注入量测试的目的和作用<br>是什么? .....                                                  | 52 |
| 7. 什么是分层注水合格率? 注水合格率是怎样<br>计算出来的? .....                                            | 53 |
| 8. 偏心配水管柱分层测试调配前要做好的<br>工作有哪些? .....                                               | 53 |
| 9. 细分注水综合测试仪的作用及应用范围<br>有哪些? .....                                                 | 54 |
| 10. 液力投捞细分注水管柱的构成怎样的? ...                                                          | 55 |

11. 目前液力投捞细分注水管柱的技术特点和水平达到一个什么样的水准? ..... 55
12. SZTA-85 分层注水井边测边调仪器由哪几部分组成? 各部件的主要性能和作用是什么? ..... 56
13. SZTA-85 分层注水井边测边调仪器自动调整注水量的程序是怎样的? ..... 57
14. 大庆油田对注水井压力监测制定了哪些规定? ..... 58

#### 第四章 油田采油井、注水井测试成果资料的分析与验收 ..... 59

##### 第一节 采油井测试资料的识别与分析 ..... 59

1. 自喷井地层压力、流动压力卡片识别与分析? ..... 59
2. 抽油机井示功图的识别与分析? ..... 61
3. 抽油机井环空产液剖面测试成果图下井录取过程是怎样的? ..... 70
4. 抽油机井静液面(关井后)监测数据、解释成果图是怎样的? ..... 71
5. 抽油机井偏心(环空)静压曲线是怎样的? ..... 72
6. 潜油电泵井流、静压曲线是怎样的? ..... 73
7. 螺杆泵井静液面监测数据、解释成果图是怎样的? ..... 73
8. 抽油机井、潜油电泵井、螺杆泵井动液面

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 曲线正确识别与分析? .....                         | 75 |
| 第二节 采油井测试、测井资料的验收 .....                  | 78 |
| 1. 抽油机井示功图的验收标准有哪些要求? ...                | 78 |
| 2. 采油井动液面曲线验收标准有哪些要求? ...                | 79 |
| 3. 采油井分层验封结果卡片是如何显示的? ...                | 80 |
| 第三节 注水井测试资料的识别与分析 .....                  | 80 |
| 1. 笼统注水井流压、静压曲线, 指示曲线的<br>鉴别与分析? .....   | 80 |
| 2. 分层注水井流压、静压曲线, 分层测试成果<br>资料是怎样的? ..... | 81 |
| 第四节 注水井测试、测井资料的验收 .....                  | 86 |
| 1. 对注水井测试资料的整理与验收有哪些<br>具体要求? .....      | 86 |
| 2. 对注水井验封资料的密封性是如何<br>判定的? .....         | 86 |
| 3. 注水井验封方法及要求都有哪些? .....                 | 89 |
| 4. 偏心分层注水井验封操作要求有哪些? .....               | 89 |
| 5. 偏心分层注水井测试资料的主要验收<br>要求有哪些? .....      | 90 |
| 6. 注水井测井现场资料录取有哪些要求? .....               | 90 |
| 参考文献 .....                               | 91 |

# 第一章 油气田开发的动态监测

## 1. 什么是油气田的动态监测？

答：油气田的动态监测是指：油气田在确定开发后运用测量、测试、试井、测井、密闭取心、化验分析等手段，了解油田开发过程中油、气、水在油藏中的分布及其运动规律。用以掌握油藏和油、水井的生产动态及其设备工况，评价工程技术措施的质量与效果的一种技术方法和措施手段。

## 2. 油气田动态监测可以获取哪些资料？

答：油气田动态监测主要获取：油气层压力水平、流体流量与性质、油层动用情况、水淹状况、采收率、气顶气及油田水入侵情况、井下技术状况等。

## 3. 油田不同含水阶段开发动态的监测重点是什么？

答：油田各个开发阶段制定的动态监测重点分别是：

(1) 低含水期 ( $0 < \text{含水率} < 20\%$ )，重点监测油藏压力、分层段注入量、生产井见水时间及分层含水率，以便于采取措施防止单层突进和局部舌进。



(2) 中含水期 ( $20\% \leq \text{含水率} < 60\%$ ), 重点监测分层含水及变化, 为分析平面和层间矛盾、进行开发调整提供依据。

(3) 高含水期和特高含水期 ( $60\% \leq \text{含水率} \leq 90\%$ ), 重点以寻找相对富集区剩余油为目的, 在搞好油层动用状况监测的同时, 加强对含油饱和度变化的监测, 为制定后期挖潜提供措施依据。

(4) 对于采用三次采油、稠油热采等技术开采的油田, 要重点监测注入剂的性能和平面、层间波及状况。采油井的含水、产量变化情况, 并做好采出液的分析工作。

(5) 积极采用国内外先进的监测技术, 努力降低监测成本, 不断提高动态监测的技术水平。

#### **4. 油藏动态监测要求的结果是什么?**

答: 油田不同阶段油藏动态监测要做到井点部署有代表性、监测时间有连续性、监测结果有可对比性、录取资料有针对性。

#### **5. 油气田动态监测对地层压力测试范围、数量、时间有哪些要求?**

答: 油气田动态监测对地层压力测试有以下要求:

(1) 中、高渗透砂岩和砾岩油藏 (包括油、水井数 50 口以上的简单断块和用常规办法开采的稠油油藏):

① 选取采油井开井数 20% (出砂严重及用常规办法开采的稠油油藏, 选取占采油井开井数 15%) 以上的井