



# 采油技术手册

(第三版)

罗英俊 万仁溥 主编

下册

Handbook of  
Petroleum  
Production  
Technology

石油工业出版社

# Handbook of Petroleum Production Technology

策划编辑：张卫国 章卫兵  
责任编辑：咸玥瑛 章卫兵  
              方代焯 贾  迎  
              何  莉 王金凤  
封面设计：赛维玉  
责任校对：王  群

ISBN 7-5021-4788-8



9 787502 147884 >

ISBN 7-5021-4788-8/TE · 3353

定价：75.00 元

# 采油技术手册

(第三版)

下 册

罗英俊 万仁溥 主编

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本手册详细地介绍了采油工程的有关原理、概念、公式、数据、技术和设备等，共分16章，一个附录。内容系统、全面，资料数据准确、翔实。

本手册可作为油气田开发、生产管理及工程技术人员的案头工具书，也可供有关院校师生参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

采油技术手册·下册/罗英俊、万仁溥主编。—3版。  
北京：石油工业出版社，2005.3

ISBN 7-5021-4788-8

I. 采…

II. ①罗②万…

III. 石油开采—手册

IV. TE35-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 101745 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.cn

总 机：(010)64262233 发行部：(010)64210392

经 销：全国新华书店

印 刷：石油工业出版社印刷厂

---

2005 年 3 月第 3 版 2005 年 3 月第 6 次印刷

850×1168 毫米 开本：1/32 印张：29.875 插页：1

字数：801 千字 印数：13001—18000 册

---

书号：ISBN 7-5021-4788-8 /TE·3353

定价：75.00 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



## 出版者前言

《采油技术手册》是我社的品牌书之一，也是广大油气田开发生产方面的科研人员、技术人员、管理人员的案头必备工具书。该书内容涵盖了采油工程系统的各个专业分支，包括自喷采油、人工举升、注水工程、射孔、压裂酸化、堵水调剖、防砂、防腐、防垢、油井清防蜡、稠油开采、油水井大修、生产测井、封隔器及井口装置、油气水计量、物理法采油等方面的基本知识、基本公式、基本设备、成熟技术、基本数据与图表，同时附有通用管材数据、常用物理化学数据和单位换算数据等。

《采油技术手册》第一版于1977年出版；十几年后第二版（10分册）陆续出版，于1994年出齐。目前该书已经重印3次以上，8000多套，在采油工程系统起到了重要的作用。但这两个版本的图书已经使用了10~20多年，书中部分内容和已经不完善或过时，需要进行补充和修订。为此，我们重新修订、编写《采油技术手册（第三版）》，以满足广大石油工程技术人员和管理人员的工作需要。鉴于我社出版的姐妹篇《采油工程手册》主要阐述了采油工程基本技术和基本理论，本次重新编写的《采油技术手册（第三版）》不再叙述过多理论，主要编写采油技术人员或科研人员所需的技术规范、常用公式、数据表格、曲线图表等内容，突出数据资料全、实用性和可操作性。

《采油技术手册（第三版）》编写出版历时两年多，参加编写的专家、教授和工程技术人员上百人，来自全国三大石油公司和相关的石油院校。他们的学术和技术水平以及辛勤的劳动，保证了本书的科学性、先进性和实用性，在此对他们表示诚挚的感谢！

石油工业出版社

2004年11月

# 总 目 录

## 上 册

第一章	自喷采油	(1)
第二章	人工举升	(55)
第三章	注水工程	(543)
第四章	稠油开采	(722)
第五章	射孔	(843)
第六章	水力压裂	(881)

## 下 册

第七章	酸化及酸压裂技术	(1045)
第八章	油田堵水调剖技术	(1126)
第九章	防砂	(1174)
第十章	油井清蜡、防蜡	(1286)
第十一章	防腐防垢	(1331)
第十二章	物理法增产技术	(1405)
第十三章	油水井大修	(1430)
第十四章	封隔器	(1472)
第十五章	生产测井	(1589)
第十六章	油、气、水计量	(1723)
附录 A	通用石油管材	(1827)
附录 B	绳索类	(1943)
附录 C	常用单位换算	(1949)
附录 D	常用数据	(1955)
跋		(1976)

# 目 录

## 下 册

<b>第七章 酸化及酸压裂技术</b> .....	(1045)
<b>第一节 砂岩基质酸化技术</b> .....	(1045)
一、酸液与地层岩石的化学反应 .....	(1046)
二、酸液体系及酸液添加剂 .....	(1050)
三、砂岩酸化用酸指南 .....	(1064)
四、砂岩酸化室内试验技术 .....	(1067)
五、砂岩基质酸化设计 .....	(1078)
六、砂岩酸化现场实时监测评估技术 .....	(1086)
<b>第二节 碳酸盐岩基质酸化技术</b> .....	(1091)
一、酸液与地层岩石的化学反应 .....	(1092)
二、碳酸盐岩酸化优化设计技术 .....	(1098)
<b>第三节 碳酸盐岩酸压裂技术</b> .....	(1101)
一、酸压裂工艺技术类型 .....	(1101)
二、影响酸压裂效果的关键因素 .....	(1103)
三、常用酸液体系及性能 .....	(1112)
四、碳酸盐岩酸压裂优化设计 .....	(1115)
五、碳酸盐岩酸压裂后评估技术 .....	(1117)
<b>第八章 油田堵水调剖技术</b> .....	(1126)
<b>第一节 堵水调剖技术分类及概念</b> .....	(1126)
一、油井堵水技术分类及概念 .....	(1126)
二、注水井调剖技术分类及概念 .....	(1132)
<b>第二节 堵水调剖剂的作用、分类及主要品种</b> .....	(1139)
一、堵水调剖剂的作用和分类 .....	(1139)

二、堵水调剖剂的主要品种 .....	(1146)
第三节 深部调驱技术 .....	(1155)
一、调驱剂种类 .....	(1155)
二、设计与施工 .....	(1159)
第四节 井间监测技术及其在堵水调剖中的应用 .....	(1159)
一、示踪剂井间监测技术 .....	(1159)
二、电位法井间监测技术 .....	(1165)
第五节 施工设计及参数确定 .....	(1168)
一、施工设计(方案)主要内容 .....	(1168)
二、参数确定 .....	(1168)
第六节 施工效果评价 .....	(1171)
一、堵水效果评价 .....	(1171)
二、调剖效果评价 .....	(1172)
参考文献 .....	(1173)
<b>第九章 防砂 .....</b>	<b>(1174)</b>
第一节 油井出砂预测技术 .....	(1175)
一、经验类比法出砂预测 .....	(1175)
二、岩石力学分析法预测 .....	(1175)
三、地层孔隙度法预测 .....	(1176)
四、室内实验预测出砂 .....	(1176)
五、数值计算出砂预测 .....	(1177)
第二节 机械防砂工艺 .....	(1178)
一、绕丝筛管砾石充填防砂工艺 .....	(1178)
二、滤砂管防砂工艺 .....	(1204)
第三节 化学防砂工艺技术 .....	(1212)
一、化学防砂工艺技术原理 .....	(1212)
二、化学防砂方法的分类及防砂工艺 .....	(1212)
三、现场用途较广的化学防砂工艺 .....	(1215)
第四节 压裂防砂技术 .....	(1222)
一、压裂防砂工艺原理和特点 .....	(1222)



二、压裂防砂的选井原则 .....	(1225)
三、压裂防砂设计 .....	(1225)
四、压裂防砂设计基本资料 .....	(1226)
五、压裂防砂技术施工程序 .....	(1228)
第五节 热采井、天然气井、水平井防砂工艺 .....	(1231)
一、稠油井热采井防砂工艺 .....	(1231)
二、天然气井防砂工艺 .....	(1241)
三、水平井及侧钻水平井防砂工艺 .....	(1244)
第六节 防砂新技术 .....	(1247)
一、分流管砾石充填技术 .....	(1247)
二、膨胀式防砂筛管 .....	(1250)
三、玻璃纤维—粘弹性表面活性剂压裂可防止细砂产出 .....	(1254)
第七节 防砂施工主要设备 .....	(1256)
一、BSC-350 型防砂泵车 .....	(1256)
二、SRM08-F5 型防砂泵车 .....	(1262)
三、SLFS-01 多功能防砂泵车 .....	(1267)
四、B350G 型防砂泵车 .....	(1269)
五、A601 型防砂泵车 .....	(1271)
六、SPT-DS25 型防砂泵车 .....	(1273)
第八节 防砂主要化学剂、器材及选择 .....	(1275)
一、防砂化学剂 .....	(1275)
二、绕丝筛管的选择 .....	(1278)
三、防砂配套器材选择 .....	(1281)
第十章 油井清蜡、防蜡 .....	(1286)
第一节 油井结蜡规律 .....	(1286)
一、蜡的定义与特性 .....	(1286)
二、分析结蜡规律的方法 .....	(1289)
三、清防蜡措施设计原则 .....	(1291)
第二节 机械清蜡技术 .....	(1291)

一、自喷井机械清蜡 .....	(1291)
二、有杆泵抽油井机械清蜡 .....	(1294)
第三节 化学清防蜡技术 .....	(1295)
一、化学防蜡 .....	(1296)
二、化学清蜡 .....	(1306)
三、化学防蜡的加药方法 .....	(1309)
第四节 热力清防蜡技术 .....	(1311)
一、热载体循环洗井清蜡 .....	(1311)
二、电热抽油杆清防蜡 .....	(1314)
三、井下自控热电缆清防蜡 .....	(1318)
四、热化学清蜡方法 .....	(1319)
第五节 磁防蜡技术 .....	(1320)
第六节 表面能防蜡技术 .....	(1326)
第七节 微生物清蜡技术 .....	(1328)
一、基本原理 .....	(1328)
二、微生物清蜡剂的筛选标准 .....	(1328)
三、使用方法 .....	(1329)
参考文献 .....	(1329)
<b>第十一章 防腐防垢 .....</b>	<b>(1331)</b>
第一节 采油过程中的腐蚀环境 .....	(1331)
一、土壤腐蚀 .....	(1331)
二、产出液介质腐蚀 .....	(1334)
第二节 油井、注水井的防腐 .....	(1342)
一、油水井腐蚀的特点 .....	(1342)
二、油水井的防腐技术 .....	(1345)
第三节 管道容器内防腐技术 .....	(1350)
一、容器内防腐涂层 .....	(1350)
二、管道内防腐涂层及补口技术 .....	(1354)
三、管道水泥砂浆衬里技术 .....	(1361)
四、耐腐蚀管材 .....	(1362)

<b>第四节</b>	<b>管道容器外防腐技术</b>	·····	(1363)
一、	容器外防腐涂层	·····	(1363)
二、	管道石油沥青及煤焦油瓷漆防腐层	·····	(1365)
三、	管道环氧煤沥青防腐涂层技术	·····	(1372)
四、	管道聚乙烯防腐层	·····	(1375)
五、	管道熔结环氧粉末涂层技术	·····	(1378)
六、	聚氨酯泡沫防腐保温技术	·····	(1380)
<b>第五节</b>	<b>管道修复技术</b>	·····	(1381)
一、	内衬 PE 管“穿插法”修复技术	·····	(1383)
二、	内衬复合软管“翻转法”修复技术	·····	(1385)
三、	挤涂法修复旧管道技术	·····	(1387)
四、	管道修复方案的选择	·····	(1388)
<b>第六节</b>	<b>防垢与除垢</b>	·····	(1391)
一、	垢产生的机理	·····	(1391)
二、	油田垢的类型及特征	·····	(1393)
三、	防垢与除垢方法	·····	(1395)
<b>参考文献</b>		·····	(1404)
<b>第十二章</b>	<b>物理法增产技术</b>	·····	(1405)
<b>第一节</b>	<b>油藏人工地震增产技术</b>	·····	(1405)
一、	地面人工地震	·····	(1405)
二、	井下人工地震	·····	(1409)
<b>第二节</b>	<b>超声波处理油层</b>	·····	(1414)
一、	主要仪器设备	·····	(1414)
二、	设备规格	·····	(1415)
三、	处理特点	·····	(1416)
四、	选井原则	·····	(1416)
五、	注意事项	·····	(1416)
<b>第三节</b>	<b>井下水力振动增产技术</b>	·····	(1417)
一、	水力振荡器	·····	(1417)
二、	水力振动器	·····	(1419)

三、多级同步水力振动技术 .....	(1423)
第四节 电脉冲增产技术 .....	(1425)
一、脉冲发生器工作过程 .....	(1425)
二、电脉冲增产设备 .....	(1426)
第十三章 油水井大修 .....	(1430)
第一节 油水井大修的准备 .....	(1430)
一、通井 .....	(1430)
二、刮洗套管 .....	(1431)
三、洗井 .....	(1431)
四、工程测井法检测套管 .....	(1431)
五、打印法检测井身技术状况 .....	(1433)
六、试压 .....	(1435)
第二节 打捞作业 .....	(1435)
一、打捞作业分类 .....	(1435)
二、常用的打捞工具 .....	(1436)
三、打捞作业注意事项 .....	(1436)
第三节 解卡作业 .....	(1437)
一、解卡作业分类 .....	(1438)
二、解卡作业处理方法 .....	(1438)
三、解卡作业工具 .....	(1440)
四、解卡作业注意事项 .....	(1446)
第四节 修补套管 .....	(1447)
一、套管整形 .....	(1447)
二、套管修补 .....	(1454)
三、套管取换 .....	(1457)
第五节 找窜、封窜、验窜 .....	(1460)
一、找窜、验窜 .....	(1460)
二、封窜 .....	(1461)
第六节 更改层位和井别 .....	(1462)
一、更改层位注意事项 .....	(1462)

二、更改井别注意事项 .....	(1462)
第七节 侧钻工艺技术 .....	(1463)
一、侧钻工具 .....	(1463)
二、侧钻注意事项 .....	(1466)
三、井眼轨迹计算与绘制 .....	(1468)
第八节 封层和井的报废 .....	(1470)
一、封层 .....	(1470)
二、井的工程报废 .....	(1471)
第十四章 封隔器 .....	(1472)
第一节 封隔器分类、型号编制方法及通用技术条件 .....	(1472)
一、封隔器分类 .....	(1472)
二、封隔器型号编制方法 .....	(1472)
三、油气田封隔器通用技术条件 .....	(1474)
第二节 采油用封隔器 .....	(1475)
一、Y111 型封隔器 (大庆、胜利油田) .....	(1475)
二、Y111 型封隔器 (江汉油田) .....	(1476)
三、Y211 型轨道封隔器 (胜利油田) .....	(1477)
四、Y341 型液压平衡式封隔器 (胜利油田) .....	(1479)
五、Y441 型双向锚定封隔器 (胜利油田) .....	(1481)
六、K 型采油用裸眼封隔器 (华北油田) .....	(1483)
七、Z331 型皮碗式封隔器 (胜利油田) .....	(1484)
第三节 注水用封隔器 .....	(1485)
一、压缩式注水封隔器 .....	(1485)
二、Y341-115 配水封隔器和一芯三级配水器 .....	(1487)
三、Y221-110 型一级二段注水封隔器 (中原油田) .....	(1490)
四、Y241-152 型浅海用封隔器 (胜利油田) .....	(1492)
五、Y341 型注水封隔器 (胜利油田) .....	(1493)

六、Y341 - 104 型浅海用分层封隔器 (胜利油田)	(1495)
七、Y341ST 型注水封隔器 (胜利油田)	(1496)
八、Y341 型注水封隔器 (江汉油田)	(1498)
九、Y341 - 110 型小直径封隔器 (中原油田)	(1499)
十、Y341 型分注封隔器 (中原油田)	(1501)
十一、Y341 型顶封封隔器 (中原油田)	(1503)
十二、Y342 型注水封隔器 (胜利油田)	(1504)
十三、Y342 - 114 型注水封隔器 (大庆油田)	(1506)
十四、Y445 - 152 型浅海用大通径丢手封隔器 (胜利油田)	(1508)
十五、K344 型分层注水封隔器 (大庆油田)	(1509)
十六、可钻可取式注水封隔器 (大港油田)	(1510)
第四节 完井用封隔器	(1512)
一、TWF 型套管外封隔器 (胜利油田)	(1512)
二、TFS 型套管外封隔器 (华北油田)	(1515)
三、DBF441 - 152 型浅海过电缆封隔器 (胜利油田)	(1517)
第五节 防砂用封隔器	(1518)
一、KQB 型悬挂丢手封隔器 (胜利油田)	(1518)
二、JC 型挤压充填封隔器 (胜利油田)	(1519)
三、FJC - 150 型顶部挤压封隔器 (胜利油田)	(1521)
四、Y342 - 150 型层间封隔器 (胜利油田)	(1523)
五、CTX 型砾石充填悬挂封隔器 (胜利油田)	(1524)
六、GFQ - 150 型高温防砂桥封 (胜利油田)	(1525)
第六节 堵水用封隔器	(1527)
一、Y341 型堵水封隔器 (江汉油田)	(1527)
二、Y341E 型静液压封隔器 (胜利油田)	(1528)
三、Y541 型静液压封隔器 (大港油田)	(1530)



四、Y341 型自验封平衡式堵水封隔器 (大庆油田)	(1531)
五、Y441 - 114 型双向卡瓦封隔器 (河南油田) ...	(1532)
六、Y445 型可取桥塞 (中原油田) .....	(1534)
七、Y453 型可钻桥塞 (大港、新疆、中原油田)	(1535)
八、Y453 型丢手可钻封隔器 (新疆油田) .....	(1537)
九、YK344 - 114 型堵水封隔器 (大庆油田) .....	(1538)
十、T441 - 114 型桶式卡瓦封隔器 (中原油田) ...	(1540)
十一、Y445 - 150 型防中途坐封安全封隔器 (胜利油田) .....	(1541)
第七节 酸化、压裂用封隔器 .....	(1543)
一、Y111 型浅海高温高压封隔器 (胜利油田) .....	(1543)
二、Y241 型封隔器 (江汉油田) .....	(1545)
三、CYY344 型高压酸化压裂封隔器 (四川油田)	(1546)
四、Y344 型高压酸化封隔器 (长庆油田) .....	(1549)
第八节 稠油开采用封隔器 .....	(1550)
一、Y441 型注汽封隔器 (胜利油田) .....	(1550)
二、Y445 型丢手注汽封隔器 (胜利油田) .....	(1552)
三、K331 - 152 型热敏金属封隔器 (辽河、胜利油田) .....	(1554)
四、FO - 152 型稠油注汽热采封隔器 (辽河油田)	(1555)
第九节 过油管封隔器 .....	(1557)
一、Weatherford 公司 IPA 型膨胀式封隔器 .....	(1557)
二、Weatherford 公司 B 型膨胀式封隔器 .....	(1559)
三、Weatherford 公司 IPB 型膨胀式封隔器 .....	(1559)
四、Weatherford 公司 B 型可倒置封隔器 .....	(1560)
五、Weatherford 公司 MSS 型机械跨隔式	

封隔器系统 .....	(1562)
六、Weatherford 公司 B 型双卡瓦封隔器 .....	(1563)
七、Weatherford 公司 A 型液压式封隔器 .....	(1565)
八、过油管大膨胀系数封隔器 (塔里木油田) .....	(1566)
第十节 气举用封隔器 (Y341 型气举封隔器) .....	(1568)
一、特点及用途 .....	(1568)
二、结构 .....	(1568)
三、工作原理 .....	(1569)
四、技术参数 .....	(1569)
第十一节 配套工具 .....	(1570)
一、DYM0657-1 型偏心配水器投捞器 .....	(1570)
二、YDS 型液压丢手工具 (胜利油田) .....	(1572)
三、KDB 型液压油管锚 (胜利油田) .....	(1573)
四、SK 型水力卡瓦 (胜利油田) .....	(1574)
五、SM 型水力锚 (胜利油田) .....	(1576)
六、SLM 型防垢式水力锚 (胜利油田) .....	(1577)
七、ZKP 型配水器 (胜利油田) .....	(1578)
八、ZJK 型配水器 (胜利油田) .....	(1580)
九、BC 型补偿器 (胜利油田) .....	(1581)
十、高压水力锚 (四川油田) .....	(1583)
第十五章 生产测井 .....	(1589)
第一节 生产测井地面仪器与设备 .....	(1589)
一、生产测井地面仪器 .....	(1589)
二、生产测井井架 (车) 及防喷装置 .....	(1606)
第二节 生产测井井下仪器 .....	(1612)
一、注入剖面测井仪 .....	(1612)
二、产出剖面测井仪 .....	(1633)
三、产层参数测井仪器 .....	(1672)
四、工程测井仪器 .....	(1682)
第三节 生产测井资料在采油工程技术中的应用 .....	(1709)

一、生产测井资料在注水、采油中的应用 .....	(1710)
二、生产测井资料在增产措施中应用 .....	(1710)
三、生产测井资料为修井提供依据并揭示修井质量 .....	(1719)
四、用生产测井资料确定出砂层位并检查防砂效果 .....	(1721)
<b>第十六章 油、气、水计量 .....</b>	<b>(1723)</b>
<b>第一节 计量仪表选型方法 .....</b>	<b>(1723)</b>
一、仪表初选方法 .....	(1723)
二、按计量要求选择仪表型号及规范 .....	(1723)
三、按安装因素复查选择仪表型号及规范 .....	(1723)
四、按环境条件复查选型仪表 .....	(1723)
五、按经济因素最后确认仪表型号及规范 .....	(1723)
<b>第二节 原油流量计量仪表 .....</b>	<b>(1731)</b>
一、容积式流量计 .....	(1732)
二、涡轮流量计 .....	(1744)
三、靶式流量计 .....	(1749)
四、超声波流量计 .....	(1753)
五、科氏力质量流量计 .....	(1763)
六、油气分离器计量 .....	(1768)
<b>第三节 天然气流量计量仪表 .....</b>	<b>(1770)</b>
一、气体涡轮流量计 .....	(1770)
二、气体涡街流量计 .....	(1771)
三、差压流量计 .....	(1777)
<b>第四节 水流量计量仪表 .....</b>	<b>(1796)</b>
一、水表 .....	(1796)
二、浮子流量计 .....	(1799)
三、电磁流量计 .....	(1805)
<b>第五节 流量计二次仪表 .....</b>	<b>(1808)</b>
一、光电脉冲发讯器 .....	(1809)