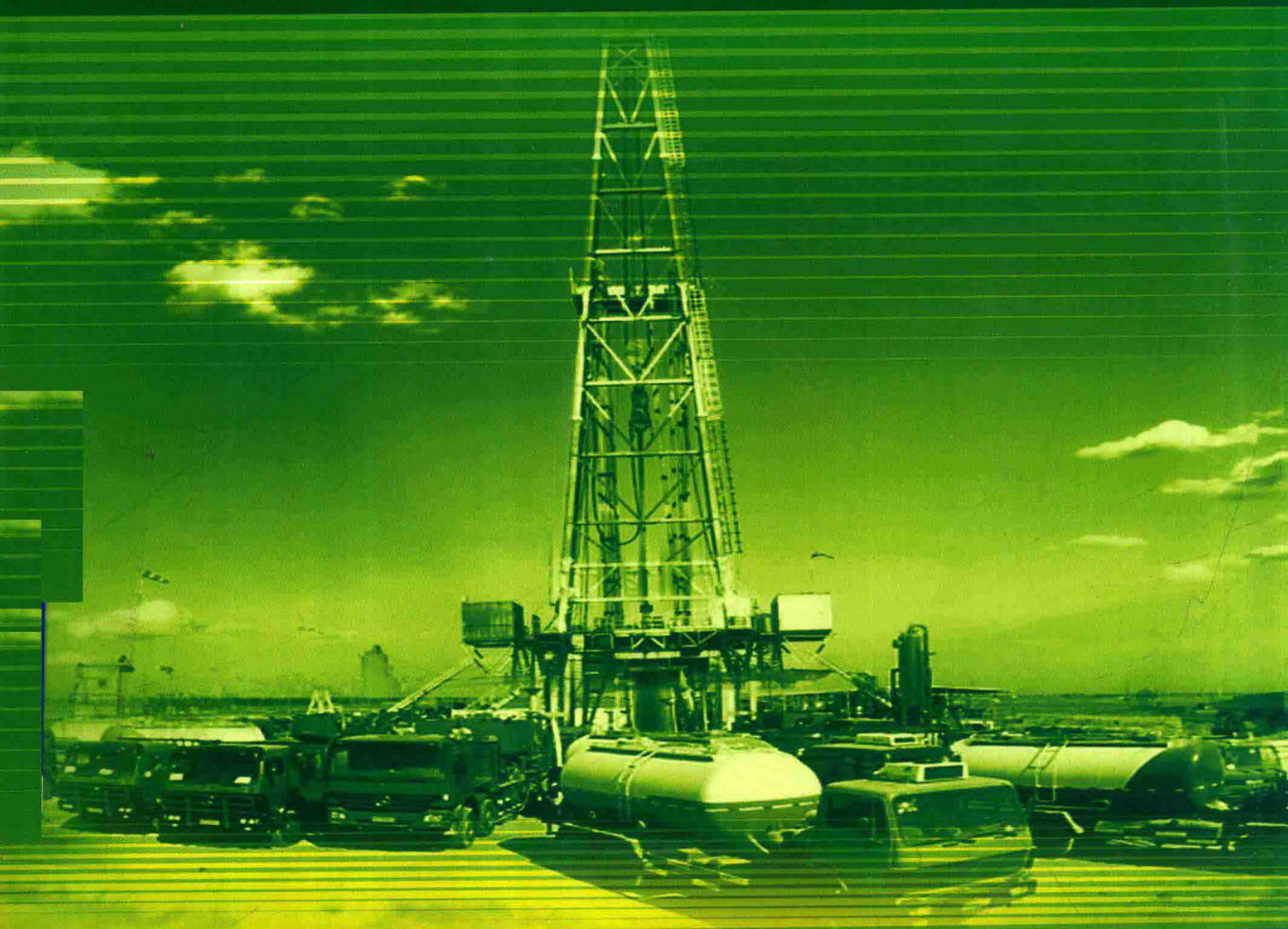


固井技术基础

(第二版)

齐国强 王忠福 主编



石油工业出版社

固井技术基础

(第二版)

齐国强 王忠福 主编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书是在《固井技术基础》第一版的基础上修订的,既保证了固井工艺的系统性和完整性,又推陈出新,结合油田固井生产实际和新装备、新工艺技术的应用,更新、补充了内容,使本书更具先进性和实用性。本书共十三章,从石油地质基础和钻井基础知识入手,系统地介绍了固井工程的相关知识。内容包括套管柱强度、居中度 and 注水泥浆设计的理论知识与经验公式;油井水泥、水泥外加剂与固井原材料知识;固井施工装备、水泥化验仪器介绍与通用操作规程;固井施工参数监测技术与计量仪表;完井固井工具介绍及相关技术参数;固井质量评价分析系统和施工异常情况的分析处理等。

本书可供油田从事固井工程技术人员参考使用,也可作为相关院校师生的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

固井技术基础/齐国强,王忠福主编. —2 版.

北京:石油工业出版社,2016. 7

ISBN 978 - 7 - 5183 - 1258 - 0

I. 固…

II. ①齐… ②王…

III. 固井

IV. TE256

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 103077 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

编辑部:(010)64523537 图书营销中心:(010)64523633

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2016 年 7 月第 1 版 2016 年 7 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本:1/16 印张:20.75

字数:525 千字

定价:83.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

《固井技术基础》

第二版编委会

主 编：齐国强 王忠福

副主编：范廷秀 陈世维 申福轩

编 委：（按姓氏笔画排序）

马德成 王 伟 王 晶 王佩涛 王泽林

王洪亮 邓 伟 白忠明 冯 威 吕宝航

闫家欣 许超凡 孙 伟 李 辉 张小辉

张艳波 陈德军 郑琦铭 胡 伟 姜 洋

姜开文 贾付山 黄金波 惠 帅 焦凤龙

《固井技术基础》

第一版编委会

主 编：丁宝刚 王忠福

副主编：周照明 范廷秀 周记满

编 委：贾付山 成月波 田毓海 李天群 姜开文

焦凤龙 王黎明 郑琦铭 童立军 陈启彦

前 言

(第二版)

《固井技术基础》自从 2006 年出版问世至今已经历了 10 年。在此期间,石油勘探开发技术发展迅猛,对钻井完井工艺技术提出了更高要求,一系列固井新工艺、新技术应运而生。为此对《固井技术基础》一书进行了再版修订,以适应固井技术发展的需要。

本次修订参考了国内外有关钻井完井工艺技术的大量文献,并吸收了研究应用的成熟固井工艺技术,注重理论与实际相结合,语言简明,层次清楚。本书共十三章,从石油地质基础和钻井基础知识入手,系统地讲解了固井工程的相关基础知识与现场施工经验。相对于第一版《固井技术基础》的内容,技术理论方面更加前沿,主要是对套管柱强度设计、居中设计以及注水泥设计等理论进行了完善,增加了水泥浆凝固期间套管柱轴向力分析技术和固井质量自动评价与分析系统等研究成果;在固井装备与工具附件方面更贴近现场,增添了近年来投产的新型固井装备和开发应用的工具、附件、仪器,删减了现场已经淘汰的固井装备与工具附件内容;在固井经验方面更完善,增加了新型固井设备操作通用方法、固井工程异常情况处理和固井质量控制方法等新内容。

《固井技术基础》再版修订,编者做了大量调研和资料收集工作,经过反复推敲、研究分析,多次修改,采取预审、互审相结合的方法,大大提高了稿件的质量。修订中得到了有关固井专家、现场工程技术人员、施工操作人员和石油工业出版社工作者的大力支持与帮助,在此致以最真挚的感谢!

由于编者水平有限,书中难免会有不妥之处,希望广大读者不吝批评和指正。

作者

2016 年 3 月

前 言

(第一版)

固井是钻井工程中最关键的环节,不仅投资大,而且固井工程质量的好坏还直接影响油气井的生产寿命和生产率。随着勘探开发领域的扩大,钻井新技术的发展,固井技术在诸多方面也都取得了很大的进步,逐渐形成了调整井固井技术、双密度固井技术、双级注固井技术、尾管固井技术、深井固井技术、小井眼固井技术、水平井固井技术、膏盐层固井技术、泡沫水泥浆固井技术等,这些技术基本上满足了国内的固井工程需要。但面对石油勘探开发的高速发展,固井质量还是有待提高,固井技术的发展一直以来都围绕着以下几个专题进行:深井超深井固井、防气窜固井、大斜度和水平井固井、热采井固井、调整井固井。影响固井工程质量的因素很多,目前钻井界普遍认识到,固井是一个系统工程,要提高固井质量,从钻井开始就必须做细致的工作,而不能仅仅依靠固井作业本身解决固井质量问题。如何提高固井技术水平以保证固井工程质量,一直是钻井界在探讨的问题。

本书从石油地质和钻井知识开始,系统地介绍了固井工程的相关基础知识。从套管柱强度设计、套管柱居中设计到注水泥设计的固井设计知识;从油井水泥到油井水泥外加剂的固井原材料知识;从注水泥车到水泥化验设备的固井设备;从水泥头到管串附件的浮箍、浮鞋、扶正器等的固井工具知识,以及固井质量的分析、检测和施工异常情况的分析处理等都做了深入浅出的阐述,具有一定的实用价值。

本书的主要特点是博采众家之长、阐述全面、现场实际经验丰富、针对性强。编辑本书的目的是为在油田从事固井的工程技术人员提供一本参考资料,同时也是为了更好地与石油钻井界的同仁相互交流、学习,促进固井工程技术的进步,提高固井质量。

由于编者水平有限,经验不足,在编著中难免有不妥之处,敬请广大钻井界同行不吝指正。

2006 年 11 月

目 录

第一章 石油地质基础	(1)
第一节 地层	(1)
第二节 油气藏地下构造	(5)
第三节 油气藏	(7)
第四节 地层压力与温度	(10)
第五节 钻井地质	(12)
第二章 钻井基础知识	(17)
第一节 完井方法	(17)
第二节 钻井装备及工具	(26)
第三节 钻井液	(37)
第四节 钻井工程质量	(45)
第三章 套管柱设计与下套管作业	(53)
第一节 套管	(53)
第二节 套管柱载荷分析及强度设计	(56)
第三节 定向井套管强度设计	(61)
第四节 套管伸长与回缩	(63)
第五节 套管柱居中设计	(72)
第六节 井眼准备及下套管作业	(74)
第四章 油井水泥	(75)
第一节 油井水泥组成	(75)
第二节 油井水泥 API 级别定义及使用范围	(76)
第三节 API 油井水泥物理性能	(77)
第四节 油井水泥的水化机理	(83)
第五节 油井水泥试验方法	(85)
第五章 油井水泥外加剂及应用	(100)
第一节 常用油井水泥外加剂	(100)
第二节 外加剂的选择	(107)

第三节	前置液	(109)
第四节	特种水泥浆体系的应用	(112)
第六章	注水泥类型及方法	(122)
第一节	常规注水泥	(122)
第二节	分级注水泥	(123)
第三节	尾管注水泥	(126)
第四节	其他注水泥方法	(128)
第五节	挤水泥	(131)
第六节	打水水泥塞	(134)
第七章	注水泥设计	(141)
第一节	注水泥设计原则	(141)
第二节	水泥浆设计	(143)
第三节	注水泥设计及计算	(147)
第四节	前置液设计	(152)
第五节	水泥浆流变设计	(154)
第六节	注水泥设计流程	(162)
第八章	固井施工参数监测	(168)
第一节	固井施工参数监测、现场监视与指挥技术	(168)
第二节	固井三参数仪表自动校验检测技术	(182)
第三节	三参数仪表安装使用、校验注意事项	(188)
第九章	固井工具及附件	(190)
第一节	常规固井工具	(190)
第二节	特殊固井工具	(207)
第三节	水平井固井工具	(224)
第四节	热采井固井工具	(225)
第十章	固井装备	(229)
第一节	固井水泥车	(229)
第二节	其他固井设备	(235)
第三节	油井水泥干混设备	(245)
第四节	油井水泥检验设备	(248)
第十一章	典型固井工艺技术	(254)
第一节	大庆油田多压力层系复杂调整井固井技术	(254)
第二节	水平井固井技术	(259)

第三节	深井固井技术	(262)
第四节	小井眼固井工艺技术	(266)
第五节	稠油热采固井工艺技术	(269)
第十二章	固井质量评价方法	(272)
第一节	基本概念	(272)
第二节	完井固井测井的主要方法	(273)
第三节	固井质量评价方法	(280)
第十三章	固井质量分析	(288)
第一节	影响固井质量的因素	(288)
第二节	固井质量分析方法	(293)
第三节	固井质量评价与分析系统	(297)
第四节	固井异常与处理	(307)
参考文献		(315)
附录	单位换算表	(316)

第一章 石油地质基础

石油是由各种碳氢化合物与少量杂质组成的液态可燃有机矿物,主要成分是液态烃,组成石油的化学元素主要是碳、氢,其次是硫、氮、氧等。石油没有固定的成分,没有确定的物理参数,物理性质主要取决于它的化学组成。石油是原油和凝析油的总称。原油为原存在于地下储层中,在采至地面后于正常压力和温度下,未经加工的、已脱气的呈液态或半固态的那部分石油。凝析油为在地层条件下的气态烃类物质在采出到地面的过程中,随着温度和压力的降低,从气相中析出的戊烷及戊烷以上重组分组成的液态混合物。天然气是指自然界一切天然生成的气体,常为各种气体化合物或气态元素的混合物。与油田和气田有关的天然气主要成分为气态烃,以甲烷为主。按照天然气分布的产状,可将其分为气藏气、气顶气和溶解气。

石油与天然气属于化石燃料矿产,是在漫长的地质历史时期内由有机质沉积、埋藏、演化而形成的,储藏于地下岩石之中,必须通过钻井的手段才能获取。钻井要钻穿地下岩层,因此要求钻井工程技术人员掌握有关地层及油气藏地质方面的知识。

第一节 地 层

地层是指在某一地质年代因岩浆活动及沉积作用形成的岩体的总称。从岩性上讲,地层包括各种沉积岩、岩浆岩和变质岩;从时代上讲,地层有老有新,具有时间的概念。根据生物年代、磁性年代和构造事件、岩性组合等资料,将地层按不同年代划分成不同级别的地层单元,这些地层单元可在区域上进行对比,建立区域及层段内的等时地层关系,即地层对比。

一、地质年代

地质年代是地壳上不同岩石和地层的形成时间和顺序,可分为相对地质年代和绝对年龄。

(一) 相对地质年代

相对地质年代指岩石、地层之间的相对新老关系及其时代顺序。而古生物的面貌又最能反映地层系统的新老顺序,地层层位越高,所保存的化石类型越多,生物体的结构也越复杂,其面貌较接近现生生物;反之,层位低的地层,其中的化石多是低等生物的化石,此种现象称为“化石层序律”。

根据这一原理,按照地层的年龄将地球的年龄划分为一些单位,即宙(eon)、代(era)、纪(Period)、世(epoch)、期(age)。先把地史划分为3个“宙”(太古宙、元古宙、显生宙),宙下划分为几个“代”(era)(如显生宙分为古生代、中生代和新生代);“代”下面分为若干“纪”(period)(如古生代分为寒武、奥陶、志留、泥盆、石炭和二叠6个纪,中生代分为三叠、侏罗和白垩3个纪,新生代分为古近、新近和第四3个纪);“纪”之下又分为“世”(epoch)(如古近纪分为古新、始新和渐新3个世,新近纪分为中新和上新两个世,第四纪分为更新和全新2个世);世之下还可以分期(age)。

与地质年代相对应的地层,分别称为宇(eonothem)、界(arethem)、系(system)、统(serie)、阶(stage),它们分别与宙、代、纪、世、期等平行使用,如称古生代的地层为古生界、称寒武纪的地层为寒武系等。地层还可以再详细划分,如油气勘探开发工作中常用到的“×××组”、“×××段”和“×××层”等,就是更小的地层单位。

(二) 地层的绝对年龄及生物形成

绝对年龄,又称同位素年龄,指根据岩石中放射性元素及其蜕变产物含量的测定,通过一定的公式,计算出岩石生成后距今的实际年数。

(1) 前寒武纪,包括太古宙和元古宙,50亿~6亿年前。

(2) 古生代,6亿~2.5亿年前。寒武纪,6亿~5亿年前,藻类时代,无脊椎动物时代(三叶虫时代);奥陶纪,5亿~4.3亿年前,藻类时代;志留纪,4.3亿~4亿年前,鱼类时代;泥盆纪,4亿~3.6亿年前,鱼类时代(有颌类);石炭纪,3.6亿~2.9亿年前(两栖动物时代,向爬行类进化);二叠纪,2.9亿~2.5亿年前。

(3) 中生代,2.5亿~6500万年前。三叠纪,2.5亿~1.9亿年前,形成森林,爬行类时代;侏罗纪,1.9亿~1.4亿年前,恐龙繁盛,原始鸟类出现;白垩纪,1.4亿~6500万年前,恐龙、爬行类大灭绝。

(4) 新生代古近一新近纪(哺乳类动物时代):古新世(6500万~5400万年前)、始新世(5400万~3800万年前)、渐新世(3800万~2500万年前)、中新世(2500万~700万年前)、上新世(700万~250万年前)。

(5) 新生代第四纪:更新世(250万~1万年前,现代植物、现代动物及人类时代)、全新世(1万年至现在)。

二、地层岩石类型

岩石是由一种或一种以上的矿物或岩屑组成的有规律的集合体,是地质作用的产物。岩石是组成岩石圈的基本单位,岩石类型复杂多样,按岩石形成的自然作用类型,可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大岩类。

(一) 岩浆岩

岩浆岩是由炽热的岩浆冷凝固晶而成的岩石,它可以分成两个成因系列:一类是由岩浆侵入地壳并在地壳中结晶形成的岩石,称为侵入岩;另一类是岩浆喷出地表(突破地壳),在海上或大气中冷却形成的岩石,称为火山岩。在侵入岩中最为熟悉的是花岗岩,可以作为岩浆岩的代表。

(二) 沉积岩

沉积岩是其他岩石的风化产物和一些火山喷发物经过水流或冰川的搬运、沉积、成岩作用而形成的岩石。

沉积岩仅占地壳岩石总体积的5%,但占据地表面积的75%,广泛分布在陆地表面及海洋盆地中。沉积岩最显著的特征是成层性,组成沉积岩的物质来自陆地上已生成的各类岩石,它们称为沉积岩的母岩(或源岩)。除以上母岩外,火山喷出物、生物物质、水体中的化学沉淀

物、宇宙物质也是沉积岩的组成部分。根据物质来源、沉积物搬运和沉积作用方式,可以将沉积岩分为陆源碎屑岩和化学及生物化学沉积岩两大类。具体可以分为碎屑岩、黏土岩、碳酸盐岩和生物岩。

(1)碎屑岩:由碎屑沉积物经过压实、胶结后形成,如砾岩、砂岩、粉砂岩。

(2)黏土岩:由黏土矿物组成,如泥岩、页岩。

(3)碳酸盐岩:由碳酸盐矿物组成,如石灰岩、白云岩等。

(4)生物岩:由生物沉积物组成,如煤、油页岩。

(三)变质岩

地壳内早先形成的岩石(岩浆岩、沉积岩)为适应新的温度和压力条件,在不断发生整体熔融的固态前提下,矿物成分和岩石结构发生不同程度的变化,称为变质作用。经过变质作用后形成的岩石称为变质岩。变质岩形成后还可经历新的变质作用过程,有的变质岩是多次变质作用的产物。

虽然岩浆岩和变质岩都是内生地质作用的产物,但两者的形成机制和特征有很大的不同。它们之间的主要区别是:前者主要是从流体相(岩浆)结晶转变成固相(岩石)的降温过程产物;后者主要经历了温度和压力的变化,是从一种固相转变为另一种固相的结晶过程。

在地球表面,岩浆岩、变质岩又可以通过风化、搬运、沉积转变成沉积岩;变质岩、沉积岩进入地下深处,在一定的温度、压力条件下熔融成岩浆,再经历冷却结晶作用又可生成岩浆岩。因此,在地壳—地幔范围内,三类岩石处于不断循环演化过程中。

三、地层对比

(一)生物地层对比

生物地层对比是指根据古生物及其组合来划分地层。在地质历史发展过程中,生物界的演化比无机物的发展具有更加显著的阶段性和不可逆性。运用古生物化石进行地层对比的理论依据是所含化石或化石组合相同或相似的地层,其地质年代就应该相同或大致相当。

生物地层对比主要采用的方法有标准化石法、化石组合法和种系演化法。常用的方法是标准化石法。标准化石是指在一个地层单位中存在少数特有的生物化石,只在该段地层中出现,上下邻层中不存在,属于特定地质时代的产物。标准化石应具有生存时代短、分布范围广泛、数量多、易于发现及鉴定和保存完好等明显特征。

(二)岩石地层对比

岩石地层对比主要是依据岩石的岩性、岩石叠置顺序、沉积旋回和岩相特征等进行地层划分和对比。在地质发展过程中,无机界具有明显的周期性和不可逆性,不同时代的地层在垂向剖面上其岩石具有显著的差异性,主要表现在岩石本身物理及化学性质的变化上。岩石地层对比方法主要有标准层法、岩性组合法、沉积旋回法、重矿物法等。最常用的是标准层法。

标准层是指岩性、电性特征明显,分布广泛,易于区别上下邻层的稳定沉积岩层。一般为化石层、油页岩、石灰岩、黑色泥(页)岩以及这些稳定沉积岩层的组合。此外,一些稳定的砂泥岩组合反映在电测曲线上组合特征明显,分布稳定,也可以选作标准层。当标志层出现在岩

石纵向上发生改变的地方时,该标志层的顶或底就可以当作一个正式岩石地层单位的界线。当两个标志层间的岩石横向变化与层型上的岩石有本质区别时,则应该另建一个新单位,即使两个标志层可以追索到远离层型以外的地区,也不能把两种不同岩性的岩石地层当作同一岩石地层单位处理。

在出露不好、岩石特征一致性难以证实的地方,可以借用曾经使用过的地貌形态、岩石成分的证据、电测曲线特征、地震反射波谱和明显的植被特征为基础来间接地指示岩石的组成而进行识别和对比。特殊化石的存在对于岩石地层单位的对比十分有用。

四、松辽盆地地层层序简介

松辽盆地地层层序中白垩系由下往上为:沙河子组、营城组、登娄库组、泉头组、青山口组、姚家组、嫩江组、四方台组、明水组等 9 组 27 个岩性段。白垩系的上限在明水组,相当于马斯特里赫特阶的顶界,同位素年龄为 66Ma。白垩系的下限在沙河子组,相当于贝利亚斯阶的底界,同位素年龄为 144Ma。松辽盆地白垩系属陆相地层,划分为下、上两统,这种划分方案正被更多的地质工作者所接受。对于固井工作者应了解表 1-1 所示的地质情况,在固井时制订合理的施工技术措施,也可根据此表开展固井质量情况对比分析。

表 1-1 松辽盆地地层层序

目的层层位					目的层顶深:	m	目的层底深:	m	
油层顶深:					m	油层底深:	m	标准层深度:	m
地层					钻遇油气层				
系	统	组	段	深度,m					
第四系					黑帝庙	~ m			
新近系	上新统	泰康组			萨尔图	S0 ~ m			
	中新统	大安组				S1 ~ m			
古近系	渐新统	依安组				S2 ~ m			
白垩系	上白垩统	明水组	明二段			葡萄花	S3 ~ m		
			明一段		P1 ~ m				
		四方台组			P2 ~ m				
		嫩江组	嫩五段		P3 ~ m				
			嫩四段		高台子	G0 ~ m			
			嫩三段			G1 ~ m			
			嫩二段			G2 ~ m			
			嫩一段			G3 ~ m			
		姚家组	姚二、姚三段			G4 ~ m			
			姚一段		扶余	~ m			
		青山口组	青二、青三段			杨大城子	~ m		
			青一段						

续表

目的层层位				目的层顶深:	m	目的层底深:				m	
油层顶深:				m	油层底深:	m	标准层深度:				m
地层					钻遇油气层						
系	统	组	段	深度,m							
白垩系	下白垩统	泉头组	泉四段		深部油气层 ~ m						
			泉三段		断层	断点: m					
			泉二段			断距: m					
			泉一段			层位: m					
		登娄库组	登四段		邻井注水井放溢情况						
			登三段								
			登二段		井号	距离,m	层位	是否放溢	静压,MPa		
			登一段								
		营城组									
		沙河子组上部									
		沙河子组下部									
		侏罗系	晚侏罗统	火石岭组							
基底											
油气显示井段		取心见油井段									
		岩屑见油井段									
		气测见气井段									

第二节 油气藏地下构造

含油气构造是油气田勘探与开发的重要研究内容,深入的构造研究可为油藏评价、储量计算、开发设计及动态分析等提供重要的地质依据。构造运动在岩层和岩体中遗留下来的各种构造形迹,如岩层褶曲、断层等,称为地质构造。构造运动是一种机械运动,涉及的范围包括地壳及上地幔上部即岩石圈,可分为水平运动和垂直运动,水平方向的构造运动使岩块相互分离裂开或是相向汇聚,发生挤压、弯曲或剪切、错开;垂直方向的构造运动则使相邻块体做差异性上升或下降运动。构造运动常是其他地质作用的起始或触发的主要因素。

一、断裂作用

断裂是指岩层被错断或发生裂开,断裂作用将引起地层与构造变化,出现地层重复与缺失,改变油气层的埋藏条件,不仅影响着油气运移,也影响着油田开发过程中的地下油水运动。

(一) 劈理

劈理是微细的断裂变动,还没有明显破坏岩石的连续性。最常见的劈理是在褶曲的核部

发育的轴面劈理,常呈扇形,以褶皱轴面为对称轴。

(二) 节理

节理是岩层裂开但两盘岩石没有发生明显相对位移的断裂变动。按其形成的力学性质,节理可分为张节理和剪切节理。节理常成组出现,如“X”形的共轭节理。

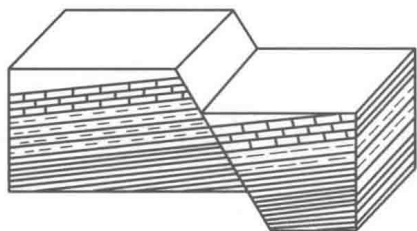


图 1-1 正断层

(三) 断层

断层是指断裂两盘的岩石沿破裂面发生了明显相对位移的断裂构造。断层是构造运动中广泛发育的构造形态,断层研究对油气田的勘探与开发具有十分重要的意义。根据其发育程度和两侧岩层相对位移的情况,断层可分为正断层、逆断层和平移断层 3 类(图 1-1—图 1-3)。

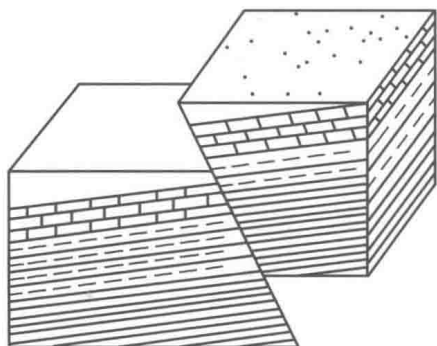


图 1-2 逆断层

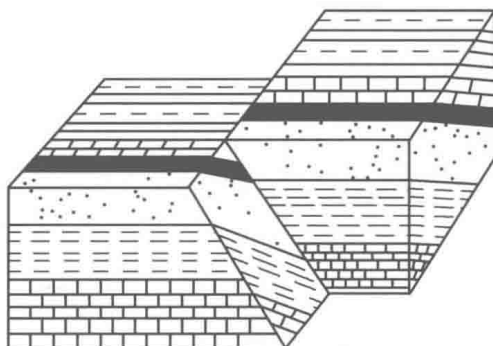


图 1-3 平移断层

上盘相对下降、下盘相对上升的断层称正断层,断层面倾角一般较陡,由拉应力引起。上盘相对上升、下盘相对下降的断层称逆断层,其断层面倾角变化较大,从陡倾到近水平。逆断层是挤压应力作用的结果(故常造成地壳的缩短),一系列低角度逆断层组合起来,被冲断的岩片就像屋顶上的瓦片那样一个叠一个,可形象地称为叠瓦状构造。如果断层两侧的岩石不是沿断层面上下移动而是沿水平方向移动,则称平移断层。平移断层与剪切应力有关,其断层面常近直立。

断层的要素主要有断距、断层面、断层线和断层的两盘(图 1-4)。断距是指两盘沿断层面相对移动的距离;断层面就是岩层的破裂面,这个面的两侧岩层发生了明显的相对位移;断层线是指断层面与地面的交线;断层面两侧的岩块称为断盘。

断层对油气具有双重作用:一是能阻挡油气运移,形成油气圈闭,作为油气藏的天然边界;二是成为油气运移的通道,或注水开发时

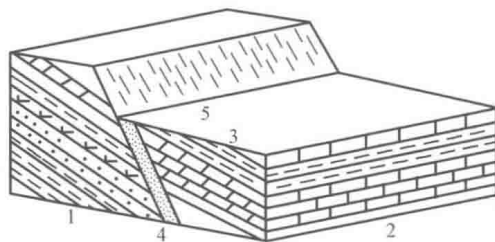


图 1-4 断层要素

1—下盘;2—上盘;3—断层线;4—断层破碎带;5—断层面

的水窜通道。

二、褶皱作用

地壳中的岩层在地壳运动作用下,使水平岩层受力发生塑性变形,形成各种各样的形态弯曲,但仍然保持岩层的连续完整性,称为褶皱构造。岩层的每一个弯曲,称为褶曲,褶曲是褶皱的基本单位。一系列褶曲的组合就是褶皱。褶曲的形态是多种多样的,有的向上弯曲,有的向下弯曲,其大小和影响范围也有很大差异。褶曲可分为背斜褶曲和向斜褶曲两种基本类型(图1-5)。

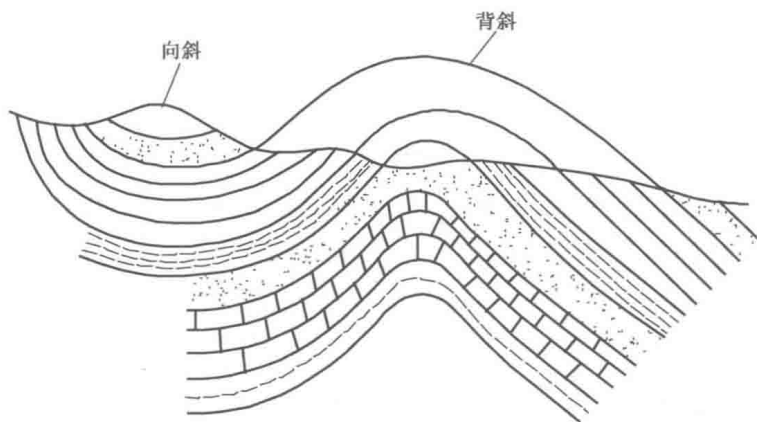


图1-5 背斜褶曲和向斜褶曲构造示意图

背斜褶曲是岩层向上拱起弯曲,两翼岩层相背倾斜,核部为老岩层,两翼为新岩层。向斜褶曲岩层向下弯曲,两翼岩层相向倾斜,核部为新岩层,两翼为老岩层。褶皱的连续性变形也只是相对的,因为整体的连续中还包含着局部的不连续,如褶皱的转折部位常有规模不等的张裂隙发育。此外,还有一种剪切褶皱,由一系列与层面不平行的剪切面发生有规律的差异活动而造成。

背斜褶曲是油气聚集的主要场所之一。世界上大多数的油气田都是在背斜褶曲构造中发现的。在含油气区,一个背斜就有可能成为一个油气田。而背斜构造常不是孤立存在,往往是成组成群出现。故当在一个构造上发现油气田以后,常可在相邻的其他构造上也找到油气田。

第三节 油 气 藏

石油与天然气在形成之后,经过油气运移,汇聚到合适的储集空间储集起来形成油气储层。油气储层是油气聚集的场所,亦是油气勘探开发的直接目的层。储层研究是制订油气勘探、开发方案的基础,是油藏评价及提高油气采收率的重要依据。

一、油气储层

根据储层岩石类型,油气储层可以分为碎屑岩储层、碳酸盐岩储层和其他岩类储层。