



天然气工程技术培训丛书

TIANRANQIGONGCHENGJISHUPEIXUNCONGSHU

气藏工程

钟孚勋 主编

《天然气工程技术培训丛书》共四个分册：《气藏工程》、《采气工程》、《天然气集输工程》和《天然气经济与法规概论》。

《气藏工程》是《天然气工程技术培训丛书》之一。

本书从应用的角度介绍了气藏工程学的基本内容和基本方法。着重介绍气藏描述、气体渗流规律、气井试井、气藏储量计算、气井井筒流动、气藏动态特征、气藏数值模拟技术、气藏和凝析气藏开发及开发方案编制等，阐述了气藏工程学的基本原理和多种实用的藏工程方法。

本书可供气田开发与开采工程技术人员及石油大专院校师生参考。

《天然气工程技术培训丛书》共四个分册：《气藏工程》、《采气工程》、《天然气集输工程》和《天然气经济与法规概论》。《天然气工程技术培训丛书》由石油工业出版社编辑出版。

石油工业出版社

天然气工程技术培训丛书

气 藏 工 程

钟孚勋 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是《天然气工程技术培训丛书》之一。

本书从应用的角度介绍了气藏工程学的基本内容和基本方法。着重介绍气藏描述、气体渗流规律、气井试井、气藏储量计算、气井井筒流动、气藏动态特征、气藏数值模拟技术、气藏和凝析气藏开发及开发方案编制等,阐述了气藏工程学的基本原理和多种实用的气藏工程方法。

本书可供气田开发与开采工程技术人员及石油大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

气藏工程/钟孚勋主编.

北京:石油工业出版社,2001.2

(天然气工程技术培训丛书)

ISBN 7-5021-3093-4

I. 气…

II. 钟…

III. 气田开发

IV. TE37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 47165 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

● *

787×1092 毫米 16 开本 9 印张 228 千字 印 1—2000

2001 年 2 月北京第 1 版 2001 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3093-4/TE·2367

定价: 18.00 元

《天然气工程技术培训丛书》编委会

主 任：何 焱

副主任：周志斌 刘同斌 许可方

宣祥庆 欧阳异发

编 委：傅 东 王治培 钟孚勋 李联奎

苏建华 刘庆新 陈元发 严宗源

《气藏工程》编写组

主 编：钟孚勋

编写人员：钟孚勋 贺 伟 冯 曦

夏崇双 罗 涛 杨百全

主 审：王鸣华

参 审：严宗源

终 审：王鸣华

序

从能源发展的角度来说，有专家称 21 世纪是天然气世纪，随着国家西部大开发战略的实施和西气东输工程的建设，天然气工业发展呈现了广阔的发展前景。为了适应天然气工业发展的需要，加强天然气工业技术队伍的培训，我们组织有关专家和技术人员编写了《天然气工程技术培训丛书》。

该丛书总结了四川 50 年来在天然气开发、集输和营销方面的理论和经验，着重放在理论和实践的结合上，在编写中突出培训教材的特点，强调针对性和实用性，同时注意吸收各专业正在推广和发展的新理论、新工艺和新技术汇编其中。该丛书可作为培训高级技工的教科书，也可供有关专业技术人员学习和参考。

对我国来说，天然气工业正处在发展阶段，天然气开发、集输和营销也正处在发展中，我们的工艺技术和实践经验有一定的局限性，加之首次编写这类丛书，缺乏经验，难免存在不足和疏漏，请予以批评指正。

《天然气工程技术培训丛书》编委会

2000 年 11 月

前 言

气藏工程是一门高度综合的技术学科，在气田开发领域占有十分重要的位置。它综合分析来自气藏地质、油层物理、钻井、测井、试井和采气等方面所提供的信息，对气藏中发生的各种变化，从开采的角度进行评价，作出预测，并提出相应的技术措施，以期达到可能获得的最好开发效益。其涉及面广、内容丰富、方法众多。本书结合四川气田开发实际，从应用角度出发，既遵循了气藏工程学的系统性和理论性，又注重生产过程中的应用实际。

在本书内容中，没有安排独立的章节介绍流体和储层的物性及物性参数，是考虑这方面内容在油层物理学科中已有更详尽的介绍。本书的第二章为气藏描述，是开发地质内容，是从气藏开发的角度介绍气藏地质概念，这是按实际工作的需要安排的。其余内容按照气藏工程学，系统介绍气体在多孔介质中的基本渗流规律、气井现代试井理论和应用、天然气储量计算、气井井筒流动分析、气藏动态特征分析、气藏数值模拟技术及应用、气藏和凝析气藏开发及开发方案编制等内容。并结合四川气田的开发实际，给出了应用条件和某些实例，使读者易于掌握本书中所涉及的内容，对气藏开发有一个完整的了解和认识。

本书在四川石油管理局《天然气工程技术培训丛书》编写委员会指导下编写完成，编写人员具体分工如下：

第一、七章由钟孚勋编写；第二章由杨百全编写；第三、四章由冯曦编写；第五、六章由夏崇双编写；第八章由罗涛编写；第九、十章由贺伟编写；全书由钟孚勋统稿，由王鸣华、严宗源审查完成。

本书在编写过程中得到西南油气田分公司、四川石油管理局教育处、职工大学、地质勘探开发研究院领导的支持和帮助，在此表示感谢。

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 天然气及其利用概况.....	(1)
第二节 气藏及气藏工程.....	(1)
第三节 气藏开发.....	(2)
参考文献.....	(3)
第二章 气藏开发地质特征描述	(4)
第一节 气藏构造特征.....	(4)
第二节 地层与沉积相.....	(7)
第三节 储层特征与储层物性参数.....	(8)
第四节 流体特征及流体物性参数	(11)
第五节 气藏压力和气藏温度	(11)
第六节 气藏圈闭与驱动类型	(12)
第七节 气藏地质模型	(13)
第八节 储量计算及评价	(13)
第九节 气藏开发地球物理	(14)
参考文献	(15)
第三章 气体渗流规律	(16)
第一节 连续介质场	(16)
第二节 达西定律	(18)
第三节 气体渗流数学模型的建立	(21)
第四节 稳定渗流概念及其相应数学模型典型解	(23)
第五节 不稳定渗流概念及其相应数学模型典型解	(25)
第六节 势的叠加原理	(26)
第七节 镜像反映理论	(27)
第八节 杜哈美原理	(28)
第九节 两相渗流规律	(29)
参考文献	(30)
第四章 气井试井	(31)
第一节 气井产能试井	(31)
第二节 气井不稳定试井	(34)
第三节 不稳定试井分析模型要素	(37)
第四节 不稳定试井分析方法	(38)
第五节 不稳定试井参数计算	(42)
第六节 气井试井分析特殊处理技术	(43)
参考文献	(45)

第五章 气藏储量计算	(46)
第一节 气藏储量分级	(46)
第二节 气藏平均地层压力	(48)
第三节 气藏储量计算方法	(49)
参考文献	(53)
第六章 气井井筒流动分析	(54)
第一节 气井井底静压和流压	(54)
第二节 气井动态曲线	(57)
第三节 气井井筒中气液流动	(59)
第四节 气井中的积液	(61)
参考文献	(63)
第七章 气藏动态特征分析	(64)
第一节 气藏压力系统划分	(64)
第二节 气水界面确定	(66)
第三节 气藏驱动类型判断	(69)
第四节 气藏出水特征及水侵量计算	(70)
第五节 底水气藏极限产量确定	(77)
第六节 气井合理产量和递减分析	(78)
第七节 气藏动态分析综述	(83)
参考文献	(84)
第八章 气藏数值模拟技术	(85)
第一节 气藏数值模拟综述	(85)
第二节 气藏数值模拟基本理论	(86)
第三节 模拟研究工作的步骤与方法	(94)
参考文献	(102)
第九章 气藏的开发	(103)
第一节 气藏的勘探开发程序	(103)
第二节 气藏的开发方式	(106)
第三节 气藏的产能和井网部署	(108)
第四节 气藏动态分析、预测和开发方案设计	(112)
参考文献	(122)
第十章 凝析气藏的开发	(123)
第一节 烃类的相态特性	(123)
第二节 凝析气藏储量计算方法	(126)
第三节 凝析气藏的衰竭式开发	(129)
第四节 凝析气藏的保持压力开发	(131)
第五节 流体取样方法简介	(133)
参考文献	(135)

第一章 绪 论

第一节 天然气及其利用概况

天然气是指在不同地质条件下生成、运移，并以一定压力储集在地下岩层中的气体。有的与原油伴生称为伴生气，有的单独存在称为非伴生气。非伴生的天然气藏大约占 60%。

天然气的主要成分是气态烃类，还含有少量非烃类气体。通式 C_nH_{2n+2} 是目前已发现的大部分天然气的主要成分，其中以甲烷 (CH_4) 为主。在四川已发现的气藏中，甲烷含量均在 80% 以上。在常压下，20℃ 时，甲烷、乙烷、丙烷、丁烷为气态，戊烷以上为液态，直至固态。在天然气中，庚烷 (C_7H_{16}) 以上的烷烃含量极少。除烃类外，天然气中还含有非烃类气体，如二氧化碳、氮气、硫化氢、氦气和氩气。一般非烃类气体含量很低，但也有的天然气非烃类气体含量很高，在我国已发现一些以二氧化碳为主的天然气藏。

天然气在世界上仅次于石油和煤，为第三大能源。进入 90 年代以来，随着剩余石油资源日趋减少和由于使用石油能源造成的环境污染问题，世界各国越来越重视开发、利用天然气资源，从而使得天然气在能源结构中的地位不断上升。

天然气的主要用途是工业和民用燃料，再就是化工原料。随着科学技术的发展，天然气产量中用作化工原料的比例正在增大

第二节 气藏及气藏工程

气藏是天然气在地壳中聚集的基本单位，是指在具有统一压力系统和气水界面的单一圈闭中的天然气聚集体，是开采和研究的主要对象。

气藏工程就是气藏的开采工程，是研究从地下含气岩层中开采天然气的工程科学，主要目标是制定开发生产方案，以期在一定的经济、环境、技术制约条件下获得最好的效益。气藏工程是一门方法性很强、高度综合的技术学科，它的一些具体任务是：

- (1) 进行气藏描述，建立气藏三维地质模型；
- (2) 估算气藏的含气范围和储量；
- (3) 气井试井的设计和解释；
- (4) 建立气藏数学模型并进行数值模拟计算；
- (5) 评价气藏产能，预测开采速度；
- (6) 设计开采层系、开采方式，选择开采井网；
- (7) 设计并优选开采方案；
- (8) 监测和分析气藏动态，预测气藏开采效果。

完成上述任务需要同其它的工程学科密切配合，特别是地质、油层物理、钻井工程、采气工程、地面工程等，是与气藏工程密切相关、相辅相存的学科。

气藏工程相对于油藏工程是一个新兴的，然而又是成熟的工程学科。其理论基础扎实，

是以地下流体在多孔介质中的渗流力学为基础,并以大量的室内和现场研究为依据,存在一个很大的知识体系,它能使气藏工程师以最高的、科学的工程标准来完成其工作任务。

第三节 气 藏 开 发

尽管气藏种类十分复杂,各个气藏都有其独特的特征,但从影响气藏开发的主要特征出发,总可以将气藏归纳为一些典型类型,并在大量开发实践的基础上,针对各典型类型建立起一套科学化的开发模式。借鉴这些模式指导同类气藏的开发,充分预见气藏开发的全过程及其可能出现的问题,对不同类型气藏及其工艺技术作好足够的准备,以提高开发决策方面的科学性,从而提高气藏的开发效果和经济效益。

中国石油天然气总公司在“八五”期间组织了“不同类型气藏开发模式及工艺技术系列研究”课题,在已发现的大量气藏中,选择并建立了中国五类气藏开发模式。由于我国天然气田主要集中在四川盆地,且有较长的开采历史,因此有四类模式来自四川气田。

从四川气田各类气藏的开发特征出发,归纳了四个典型类型和相应的代表气藏:

- (1) 视均质气藏——相国寺石炭系气藏;
- (2) 非均质含硫气藏——卧龙河嘉五¹—嘉四³气藏;
- (3) 裂缝——洞孔型底水气藏——威远震旦系气藏;
- (4) 多裂缝系统——纳溪气田。

视均质气藏是指气藏的孔隙、裂缝均发育,且搭配良好,使气藏形成了统一的储渗体。单井产量高,井间连通好,压力降均衡,开采期无明显压降漏斗,气藏高孔、高渗、视均质特点明显。这类气藏采用稀井高产、高速开采的最佳方式。相国寺石炭系气藏采用4~5口井均匀布井,单井控制面积为5.44km²,单井控制储量 $9.112 \times 10^8 \text{m}^3$,以8%的采气速度稳产了8年,取得了较好的经济效益。

非均质含硫气藏是指气藏的裂缝、孔隙发育不均,通常在构造轴部孔隙层发育、断层发育,因而产层裂缝也发育。按渗透性能可将气藏分为高、中、低三个渗透区。轴部高渗区气井一般都为高产井,边部低渗区气井多为中、低气井,其中有一个渗透性由好变差的过渡区。气藏开采过程中形成以高渗区为中心的压降漏斗,天然气主要从高渗区气井产出。在开采中后期,低渗区的气不断向高渗区补给,通过高渗区采出。这类气藏采用集中在高渗区布井,控制合理的采气速度,可以获得较高的经济效益。卧龙河嘉五¹—嘉四³气藏采用10~12口井集中在构造轴线上布井,采气速度控制在5%左右,有较好的开采效果。

裂缝—洞孔型底水气藏是指低孔、低渗、非均质性强,具有封闭底水的气藏。底水沿裂缝纵穿横侵改变了气藏连通关系,纵向上气水层交互出现,横向上呈不规则分布,出现水封死气区。这类气藏的合理开发是在气藏尚未出水时,确定合理的采气速度,延长气藏无水采气期。在气藏出水后应加强排水采气,消耗地层水能量,减少地层水对气藏的危害,以提高采收率。威远震旦系气藏对天然气井控制在临界产量(或压差)下生产,增长无水采气期,增加采气量。控制气藏采速在2%左右,延长气藏无水采气期。同时加强气藏排水,针对底水主要是沿裂缝上窜,因而搞清水侵途径,选择排水井和排水方式,是提高气藏采收率的重要措施。

多裂缝系统是指含气构造受断层切割,形成同一气藏有多个互不连通的裂缝系统。由于裂缝的形状和平面分布范围极为复杂,造成在同一气田同一气藏无统一气水界面,即使在同

一裂缝系统范围，气水关系仍然很复杂，出现高部位产水低部位产气的状况。这类气田的开发是一种滚动勘探开发过程，发现一块开发一块，边勘探边开发。纳溪气田共获 44 口工业气井，发现 7 个工业性气藏，37 个裂缝系统。纳溪气田几十年的开采历史，就是边勘探边开发的历史。气田开发的全过程也是认识气藏、发现新产层和新气藏或新裂缝系统的过程。气田开发促进勘探程度的深化，为勘探提供新的依据，勘探不断获得新的储量及气井，为开发提供产能的补充接替。勘探开发互相有机衔接，交替进行，滚动前进。

思考题

1. 气藏的含义是什么？气藏工程的任务有哪些？
2. 不同类型气藏开发模式的主要差异是什么？

参考文献

- J. Hagoort 著，周勇等译．气藏工程原理．北京：石油工业出版社，1992
- 《中国五类气藏开发模式》编写组编著．中国五类气藏开发模式．北京：石油工业出版社，1995

第二章 气藏开发地质特征描述

气藏开发地质特征描述是气藏描述的继续。它是在气藏描述的基础之上，静态和动态资料紧密结合，进一步描述气藏三维空间的形态、储层分布、岩性和物性变化，以及储集体中天然气和地层水分布规律的系统工程。针对碳酸盐储层已发布石油天然气行业标准《碳酸盐岩气藏开发地质特征描述》，本章遵循此标准就一般情况进行阐述。

气藏开发地质特征描述的目的是揭示气藏内部结构和流体分布状况，建立和完善气藏地质模型，指导开发部署，以尽可能少的开发井，科学合理、高效开发气藏。

描述的内容包括气藏构造、地层与沉积相、储层特征与储层物性参数、流体特征及物性参数、气藏圈闭与驱动类型、气藏动态特征、气藏地质模型、容积法储量计算及评价。

描述原则上以一个气藏作为描述的基本单元，滚动进行，不断提高精度。开发阶段应以评价并取得的各项资料为骨架，在多井评价的基础上，利用开发地震所取得的最新资料，开展气藏描述，为最优化开发设计提供地质模型。

第一节 气藏构造特征

气藏构造指气藏所在的区域构造位置和局部构造，包括背斜构造和与断层相关的构造等。描述目的是为查明构造圈闭特征，了解断层裂缝发育与局部构造关系及断层裂缝空间分布规律。

一、区域构造特征

描述局部构造所在盆地的名称、性质，二级构造单元名称及其简要特征，构造形成时期等。可用区域构造位置图表示。

二、局部构造描述

1. 局部构造类型

1) 挤压背斜分类

下面例举常用的两种分类，各地区可根据构造特征采用不同的分类（表 2—1）。

2) 断裂构造分类

指与断层相伴生或断层相关的构造（表 2—2）。

3) 非构造变动引起的背斜构造

如古潜山披覆构造。

2. 构造垂向变异特征描述

描述构造垂向上强、弱变形层的褶皱强度、几何形态及其变化规律，断层发育特征及主断层的产状、上下盘对接地层的层位和岩性，高点、轴线偏移规律等。

可用典型的地震、地质、钻井综合解释横剖面图表示。

3. 构造平面变化特征描述

1) 构造要素

应用储层顶面构造图统计各项构造要素，包括主、次高点的名称及其海拔，圈闭面积，

闭合度，长、短轴长度及其方向、两翼倾角等。

表 2—1 挤压背斜分类表

分类原则	类 型	分 类 依 据
按背斜构造、地面褶皱强度系数	高陡构造	褶皱强度系数大于 0.3，闭合高度大于 1500m，两翼不对称，陡翼倾角大于 70°或倒转
	中陡构造	褶皱强度系数小于 0.3，闭合高度小于 1500m，两翼对称或不对称，倾角小于 70°
	低缓构造	褶皱强度系数小于 0.1，闭合高度小于 500m，两翼倾角小于 45°。如果两翼倾角大于 45°，则为低陡构造
	低潜构造	未暴露地表的低缓或低陡构造，一般称潜伏构造
按背斜构造、形态	梳状构造	顶部尖，两翼倾角大于 45°，狭长线状。如果顶部圆，两翼倾角小于 45°，则为似梳状构造
	箱状构造	顶部宽平，两翼陡，倾角大于 45°，狭长
	膝状构造	顶部平，两翼不对称，陡翼倾角大于 45°，狭长
	高丘状构造	顶部平，两翼陡，倾角小于 45°，短轴状
	低丘状构造	顶部与两翼均甚平缓，短轴或穹窿状

注：褶皱强度系数为闭合高度与短轴之比。

表 2—2 断裂构造分类表

类 型	分类依据与特征
断背斜	断层的拖曳或牵引作用，在其上下盘产生的构造。构造图上表现为圈闭一侧等高线与断层线相交
断鼻	几组不同方向的构造相互叠加，其中一组被主构造的断层切割形成，圈闭等高线与断层线基本垂直相交。或者在单斜背景下发育鼻状构造，其上倾方向被断层切割封闭
断块	两条或几条不同方向的断层相交形成的封闭构造块体。构造等高线与交叉的断层线相交

2) 平面变化特征

描述各项构造要素的平面变化、高点所在的地震测线位置、圈闭形态、相邻构造名称与相互间关系等。对多高点、多断层的复杂构造带，需描述次高点、潜伏高点、潜伏断鼻的平面变化特征、断层与这些构造的相互关系等。可用储层顶面构造图和构造要素表示。

三、断层类型及特征

1. 断层类型

据断层走向和构造关系分为走向、横向、斜向断层；或据断层两盘地层相对移动性质分为正、逆、平移断层。

2. 断层特征

描述不同方向断层的平面分布、数量及其组合关系。主要断层的产状、性质、延伸长度、与高点轴线关系，两盘对接地层的层位和岩性、倾角，断层起始和消失部位的地层和岩性，断层开启与封闭性分析。

四、裂缝特征

1. 储层裂缝描述内容

描述不同类型裂缝的产状、方位、密度、间距，描述裂缝的几何形态、大小。描述裂缝

孔隙度、裂缝渗透率及张开度，穿层和相互切割情况等。描述洞穴的大小、密度与分布。观察缝合线的产状、密度、峰尖形状与方向、与裂缝相互切割情况、缝的填充情况及填充物等。研究裂缝发育控制因素，如储层岩性、岩石结构、岩层厚度、构造变形强度、变形频数、埋深及断层等因素。

2. 裂缝类型

1) 按成因分类

(1) 构造缝。

①区域构造缝：大面积分布，延伸方向稳定，形态单一，裂缝间互不错位，可穿越区域内所有局部构造。

②局部构造缝：包括张缝、扭缝、剪切缝等，具有一定的方向性和分布规律，穿层，多组系并相互交织成网状系统。

(2) 非构造缝。

包括干缩、风化、压实、溶解、压溶、层间缝等。裂缝具有发育普遍、方向多变、缝面多弯曲、缝细小、少穿层等特征。

2) 按力学性质分类

(1) 平面 x 剪切缝：走向与背斜轴相交。纵向上垂直层面，缝面平直，缝壁紧闭，延伸长，穿层等。

(2) 剖面 x 剪切缝：走向平行背斜轴线。纵向上穿层并与岩层斜交，缝面平整，缝壁紧闭。

(3) 纵张缝：走向平行背斜轴线。纵向上垂直层面呈楔状。缝面粗糙不平，张开宽度大，穿层。

(4) 横张缝：走向垂直背斜轴线，特征与纵张缝相似。

(5) 张（或压）扭缝：在 x 型剪切缝向纵、横张缝转换过程中形成。扭张缝张开，压扭缝紧闭。

3) 按裂缝尺寸分类

按裂缝尺寸分为巨缝、大缝、中缝、小缝、微缝。见表 2—3。

表 2—3 碳酸盐岩空隙尺度级别表

孔 隙		洞 穴		裂 缝		喉 道	
类型	孔径	类型	洞径	类型	缝宽	类型	中值喉宽
大孔	<2~0.5	巨洞	≥1000	巨缝	≥100	大喉	≥2
中孔	<0.5~2.5	大洞	<1000~100	大缝	<100~10	中喉	<2~0.5
小孔	<0.25~0.01	中洞	<100~20	中缝	<10~1	小喉	<0.5~0.05
微孔	<0.01	小洞	<20~2	小缝	<1~0.1	微喉	<0.05
				微缝	<0.1		

注：孔、洞、缝的尺度单位均为 mm，喉道的尺度单位为 μm 。

4) 按裂缝矿物充填程度分类

据矿物充填程度分为：充填缝、不完全充填缝及未充填缝。后两者称为有效缝。

5) 按裂缝与岩心横截面的夹角 α 大小分类

立缝： $\alpha > 75^\circ$ ；

斜缝： $\alpha = 15^\circ \sim 75^\circ$ ；

平缝： $\alpha < 15^\circ$ ；

不规则缝： $\alpha < 15^\circ$ 变化不定，如网状缝

3. 储层裂缝发育带预测

利用地震资料、测井资料预测裂缝发育的区带；应用气井产能和压力变化、试井成果及井间干扰资料，判断裂缝的类型、组系及其延伸方向，估计裂缝系统的规模。

一般情况下，构造高点、轴线、扭曲及断层分布位置、多期构造叠加部位、构造上曲率高值区、断层拖曳褶皱的拱曲部位、断层上端消失部位和延伸末端、断面附近，裂缝相对较发育。

在地震水平叠加剖面上，利用时差、相位、振幅等异常，经特殊处理（如瞬时频率、瞬时相位、瞬时振幅、视极性、拟测井等），可提高预测精度。

通过裂缝识别测井以及井径、双侧向、声波测井方法，其它如变密度、电磁波传播、补偿中子、补偿密度等作为裂缝识别的辅助方法。应用多种测井信息异常和它们间的差异，可直观判断裂缝发育度、产状及其组合，也可应用多项反应裂缝的参数，通过数理统计方法计算，判断裂缝发育段和发育程度。

建立不同类型构造以及不同构造部位、断层和裂缝发育模式。

第二节 地层与沉积相

一、地层层序

(1) 气田内全部沉积岩系都应进行层序的划分和描述，其中钻遇的地层是划分和描述的重点。

(2) 描述的地层单位：钻遇的地层以主要气层单元作为单位，一般划到阶（组）或段，特殊情况可划到亚段；未钻达的深部地层，以统或阶（组）为单位。

地层单位一般采用年代地层单位与岩石地层单位结合，即大等级（包括界、系、统）用年代地层单位，小等级用岩石地层单位（组、段、亚段），也可以只用年代地层单位（界、系、统、阶、带）。

(3) 地层层序描述内容包括地层系统、井深、岩性、厚度、接触关系等。可用表格或柱状图表示。

二、生储盖组合划分

(1) 地层剖面中相邻的烃源岩层、储集层和直接盖层的一个有机组合，称为一个生储盖组合。有的气层的烃类来自非相邻的深部地层或烃源岩层还难以确定时，也可以分储盖组合。

(2) 生储盖组合在已钻遇的地层内划分。分为已发现工业气流的、见气显示的和未见气显示的三类。

描述的内容包括划分的主要依据，生、储、盖层的岩性和厚度。

三、储层的细分与对比

(1) 储层的细分与对比是指在一个储集单元内作地层的进一步细分与对比。

(2) 细层对比的目的是为气层的对比提供基础性的依据，但与气层对比的概念不同。气层的划分和对比，是指在储气层中把每一个有效储气层（也称单一气层或单气层）划分出来，并确定和比较各井间这些单气层的相互关系和层位。气层的划分和对比被称为小层划分

和对比，或小层对比。在小层划分和对比的基础上，可进一步划分开发层组和开发层系。

四、地层的特征和变化

(1) 地层特征主要包括岩性、古生物、厚度、地化、电性、地震反射等特征，描述重点是岩性、电性和厚度特征。

(2) 按从老到新的顺序描述，描述中要考虑储层、盖层和烃源层的地层单位。对比的标准层或标志层要单独描述。

(3) 储层和主力气藏盖层的厚度变化，用厚度等值线图与岩性剖面图反映。

五、沉积相

沉积相可分为碎屑岩沉积相、碳酸盐岩沉积相。

以碳酸盐岩沉积相为例，应重点描述岩性、颜色、颗粒类型、沉积结构、成层情况及沉积构造、陆源碎屑混合物或夹层、生物群、二级沉积体、典型微相、含油气情况等，特别是指相标志的描述。

推荐威尔逊的碳酸盐沉积相模式，即由九个相带组成碳酸盐模式：(1) 盆地相；(2) 陆棚相；(3) 陆棚边缘相；(4) 碳酸盐岩台地前斜坡；(5) 碳酸盐台地边缘生物礁；(6) 碳酸盐台地边缘浅滩相；(7) 开阔台地相；(8) 局限台地相；(9) 台地蒸发岩相。

描述的目的是要依据指相标志，正确划分研究的地质体所处相带位置及特征，纵横向变化及其与油气富集的关系，寻找有利相带，进一步指导油气勘探与开发。

第三节 储层特征与储层物性参数

一、岩性岩相特征

描述储集层的岩石名称、矿物成分、沉积结构及构造，主要成岩作用、产状和厚度，特别应描述储集相。

二、空隙类型

(1) 空隙是孔隙、洞穴、裂缝和喉道的总称，分别简称之为孔、洞、缝、喉。

按空隙的形态和尺度分类和分级。空隙有效空间的长度与宽度之比小于 10:1 者称为孔和洞，大于 10:1 者称为缝和喉。

(2) 空隙类型按其形态和成因分别进行分级和分类（表 2—3、表 2—4）。

表 2—4 碳酸盐岩储层空隙基本类型表

类 型		成 因 及 特 征
类	亚 类	
孔 隙	粒间孔	由颗粒支撑，多为原生，但也有胶结物再被溶蚀而成
	粒内孔及铸模孔	颗粒被部分或全部溶解而成
	体腔孔	有机体腐烂形成
	生物钻孔	常见的生物钻孔多为被填充的无效孔
	生长骨架孔	造礁群体生物骨架间孔隙
	窗格孔	藻叠层内的藻粘结孔隙沿层分布
	晶间孔	多在菱形白云石和菱形方解石晶体间
	溶 孔	原来孔隙溶蚀扩大而成