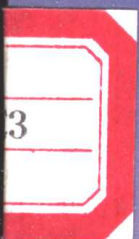


“九五”中国石油天然气总公司级重点教材
高等学校教学用书

油气田开发与开采

(第二版)

郑俊德 张洪亮 主编



石油工业出版社

“九五”中国石油天然气总公司级重点教材

高等学校教学用书

油气田开发与开采

(第二版)

郑俊德 张洪亮 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书共分十四章,内容包括油藏流体的物理性质、储油岩石的物理性质、含多相流体的岩石渗流机理、油田开发概论、油田开发动态分析方法、油田开发调整、完井与试油、自喷采油方法、有杆泵采油方法、潜油电泵采油方法、注水、油水井增产增注措施、提高原油采收率、采气工艺等。本书可作为石油院校地质专业(或其他非石油工程专业)通用教材。

图书在版编目(CIP)数据

油气田开发与开采/郑俊德,张洪亮主编.-2版
北京:石油工业出版社,1997.8
高等学校教学用书:“九五”中国石油天然气总公司级重点教材
ISBN 7-5021-2029-7

I. 油

II. ①郑…②张…

III. ①油田开发:气田开发-高等学校-教材

②石油开采:天然气开采-高等学校-教材

IV. TE3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 09727 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 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 13¼ 印张 330 千字 印 1-2000

1997 年 8 月北京第 1 版 1997 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2029-7/TE·1709 (课)

定价: 15.00 元

第二版前言

为了深化教学改革,以适应加强基础、拓宽专业、重视技能、培养复合型人才的需要,现将 1993 年 5 月出版的《油气田开发与开采》进行修改和补充。本次修订以少而精、理论联系实际、突出反映国内外油气田开发与开采新技术为宗旨,考虑到地质专业学生的工作需要,增加了油田开发调整和完井与试油的内容,同时对原书绝大部分章节进行了补充和修改,并删除了较陈旧的内容。

本书这次修订由大庆石油学院郑俊德、魏兆胜和张洪亮完成。张洪亮编写第一、二章,魏兆胜编写第三、四、五章,郑俊德编写第六章至第十四章,全书由魏兆胜同志主审。在修订和编写过程中,得到了大庆石油管理局和大庆石油学院的有关领导、专家、教授及老师们的大力帮助和支持,在此深表谢意。

由于编者水平所限,书中难免存在不当之处,衷心希望广大师生及现场工程技术人员批评指正。

编 者

1997 年 4 月

第一版前言

《油气田开发与开采》一书是为高等院校石油地质专业编写的教材，同时也适用于测井、钻井、矿场机械及油田化学等专业。

全书共分十二章，内容包括油藏物理基础，油田开发设计基础与分析方法，采油工艺原理及采气工艺。从加强基础理论、基本知识、基本技能等方面考虑，不论内容的深度和广度方面，本书都较实际学时所规定的深一些和广一些。

本书的目的是使学生全面了解和掌握油、气层地质物理性质及地下流体在油层中的分布规律和流动规律；了解油、气田开发与开采的全过程，其中包括对一个油（气）田的全面开发做出总体部署，并按此部署进行钻井和打开油、气层，使地层内的油、气流入井内，在合理利用资源的原则下，尽可能采用各种先进的工艺技术手段，把埋藏在地下的油、气资源开采出来，实现油（气）田长期高产和稳产，达到较高的采收率。

本书在辛继先、张洪亮等同志编写的《油气田开发与开采》讲义基础上，增加了潜油电泵采油方法和采气工艺两章，删掉了砂、蜡、水、稠一章，同时对原书各章的内容进行了较大幅度的删减或增补，有的基本上是重写，重点突出了80年代末、90年代初国内外油藏工程与采油工艺的新技术与新水平，注重理论联系实际，立足于培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书由大庆石油学院开发系采油工程和油藏工程两教研室负责编写。书中第一、二、三章及十一章由张洪亮编写，第四章、第五章及第十二章由魏兆胜编写；第六章至第十章由郑俊德编写，最后由张洪亮同志统编成册，胡靖邦教授审阅。在编写讲义过程中，李福军同志做了大量工作。本书在出版中间得到开发系领导及老师们热情指导和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中缺点和错误在所难免，诚恳希望使用本教材的老师、同学及广大读者批评指出。

编 者

1991年12月

目 录

第一章 油藏流体的物理性质	(1)
第一节 天然气的高压物性.....	(1)
第二节 地层油的高压物性.....	(4)
第三节 地层水的高压物性.....	(12)
第四节 油藏烃类的相态.....	(12)
第二章 储层岩石的物理性质	(15)
第一节 砂岩的粒度组成和比面.....	(15)
第二节 储层岩石的孔隙度及压缩系数.....	(17)
第三节 储层岩石的渗透性.....	(19)
第四节 储层中流体的饱和度.....	(22)
第三章 含多相流体的岩石渗流机理	(25)
第一节 岩石的润湿性.....	(25)
第二节 有效渗透率和相对渗透率.....	(28)
第四章 油田开发概论	(32)
第一节 油田开发方针和基本原则.....	(32)
第二节 油田的合理开发程序.....	(33)
第三节 油田开发方案的编制.....	(35)
第五章 油田开发动态分析方法	(43)
第一节 经验方法.....	(43)
第二节 物质平衡方法.....	(53)
第三节 油藏数值模拟简介.....	(64)
第六章 油田开发调整	(67)
第一节 层系调整.....	(67)
第二节 井网调整.....	(69)
第七章 完井与试油	(72)
第一节 油气井完井.....	(72)
第二节 试油和试气.....	(74)
第八章 自喷采油方法	(80)
第一节 油井流入动态.....	(80)
第二节 气—液混合物在垂直管中的流动规律.....	(87)
第三节 自喷井的节点系统分析.....	(99)
第四节 自喷井管理及分层开采.....	(104)
第五节 气举.....	(107)
第九章 有杆泵采油方法	(110)
第一节 抽油装置及泵的工作原理.....	(110)

第二节	影响泵效的因素及提高泵效的措施	(113)
第三节	深井泵工作状况分析	(119)
第四节	抽油井计算机诊断技术 ^①	(123)
第十章	潜油电泵采油方法	(129)
第一节	潜油电泵的组成和选择	(129)
第二节	影响电泵抽油效果的因素	(132)
第三节	潜油电泵井的管理	(135)
第十一章	注水	(150)
第一节	注入水的水质要求及水处理措施	(150)
第二节	注水井的分析	(152)
第三节	防止吸水能力降低及改善吸水剖面的方法	(158)
第十二章	油水井增产增注措施	(164)
第一节	油层酸处理	(164)
第二节	油层压裂	(168)
第三节	油层物理场处理	(171)
第十三章	提高原油采收率	(175)
第一节	影响采收率的因素	(175)
第二节	提高采收率的方法	(178)
第三节	确定油藏采收率的方法	(187)
第十四章	采气工艺	(193)
第一节	气井产能经验方程	(193)
第二节	气井井底压力的计算	(195)
第三节	生产井中的气液两相流动	(198)
第四节	流出动态曲线及油管动态曲线	(201)
第五节	气井中的积液及其排除方法	(203)
参考文献		(206)

① 为选学内容。

第一章 油藏流体的物理性质

油藏流体是指存在于地下油藏中的石油，石油伴生气（天然气）和地层水。油藏流体处于高温、高压环境下，特别是其中的石油溶解有大量的烃类气体，决定了油藏流体具有更特殊的物理性质。另外，在石油开发过程中，随着温度、压力的变化，油藏流体的物理性质也会发生变化。为了达到新的平衡状态，就会出现原油脱气、原油析蜡、油田水析盐或气体溶解等相态转化现象。油藏流体的物理特性及其变化与油田开发设计、储量计算、动态分析、提高采收率的研究以及油气储运等都有密切关系。

第一节 天然气的高压物性

天然气的高压物性主要是指天然气在高温、高压下的物理特性，其中包括获得这些物性参数的计算及图解方法。

一、天然气的组成

地下采出的可燃气体统称天然气。天然气是以石蜡族低分子饱和烃气体和少量非烃气体组成的混和物。按其化学组成，甲烷（ CH_4 ）占绝大部分（70%~98%），乙烷（ C_2H_6 ）占1%~10%，丙烷（ C_3H_8 ）、丁烷（ C_4H_{10} ）等含量不多。天然气中含有少量非烃类气体，如硫化氢、二氧化碳、一氧化碳、氮及水蒸气（ H_2O ）；有时也含有微量的稀有气体，如氦（He）和氩（Ar）等。

按矿藏分类，可分为气藏气、油藏气（也称伴生气）和凝析气藏气。

按照汽油蒸气含量多于或少于 100 g/m^3 ，天然气又可分为富气（也称湿气）和贫气（也称干气）。

按照硫的含量多于或少于 1 g/m^3 ，天然气可分为酸气和净气。

天然气是多组分的混合气体，不能象纯气体那样，由分子式计算出恒定的摩尔质量。天然气的摩尔质量是人们假想出来的，是把 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 状态下，体积为 22.4 m^3 的天然气所具有的质量定义为该天然气的摩尔质量，又称视摩尔质量，单位为 kg/kmol 。天然气摩尔质量的大小取决于天然气的组分构成以及各组分的含量。其计算式为：

$$M = \sum y_i M_i \quad (1-1)$$

式中 M_i ——组分 i 的摩尔质量；

y_i ——组分 i 的摩尔数占总摩尔数的分数；

M ——天然气的视摩尔质量。

二、天然气的状态方程

天然气的压缩状态方程是油藏工程中最常用的一种状态方程，本书将作重点介绍。还有一些其他形式的状态方程，如 B-W-R（Benedict - Webb - Robin）状态方程、R-K（Redlich - Kwong）状态方程等。

表征理想气体的体积、压力及温度关系的状态方程为下式：

$$pV = nRT \quad (1-2)$$

式中 p ——气体压力，Pa；

V ——在压力 p 下的气体体积， m^3 ；

T ——绝对温度，K；

n ——气体的摩尔数；

R ——通用气体常数，等于 $8.314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 。

天然气是真实气体，它与理想气体不同。真实气体分子有一定的体积和质量，而且分子之间有作用力；而理想气体分子则假设是无体积大小和质量的质点，而且分子之间不存在作用力。显然，只有在低压下才可考虑把理想气体的状态方程应用于天然气的 pVT 计算；而在高压下必须对理想气体状态方程进行修正，即引入一系数 Z ，从而得到天然气的压缩状态方程为：

$$pV = ZnRT \quad (1-3)$$

式中， Z 通常称为压缩因子，它是给定压力和温度下，实际气体占有的体积与相同压力和温度下的理想气体所占有的体积之比。实际气体由于分子本身具有体积，故较理想气体不易压缩；而分子间的引力又使实际气体较理想气体易于压缩。压缩因子 Z 的大小恰恰反映出这两个相反因素的综合结果。当 Z 值大于 1 时，即气体较理想气体难压缩；而当 Z 值等于 1 时，实际气体成为理想气体。 Z 值大小与气体性质、温度和压力有关，通常必须用实验测出，做成图版备查，也可以用相关式计算，详见有关文献。

对应状态定律在气体参数计算中应用也相当广泛。其内容是：在相同的对应温度和对应压力下，所有的纯烃气体具有相同的压缩因子。这里的对应温度和对应压力是指气体的温度与压力分别除以该气体的临界温度和临界压力所得的比值。

上述状态定律同样适用于多组分烃混合气体的天然气。需要注意的是天然气没有真实的临界参数值，从而提出了天然气的视临界参数，其值可根据各组分的临界参数和各组分的摩尔分数，利用加权平均法求得。

三、天然气的体积系数和压缩系数

在油气藏工程计算中，经常需要知道工程标准状态（ 20°C ， $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）下单位体积的天然气在油气藏条件下的体积，这就引出了天然气的地下体积系数的概念。

假设在工程标准状态下，气体体积可按理想气体状态方程计算：

$$V_0 = \frac{nRT_0}{p_0} \quad (1-4)$$

式中 下角零表示工程标准状态下的参数。

在油气藏条件下，压力为 p ，温度为 T ，则同样质量的气体所占的体积 V 可按压缩状态方程求出：

$$V = \frac{ZnRT}{p} \quad (1-5)$$

式中 $T = 273 + t$ 。

一定质量的天然气，在油气藏条件下所占的体积与标准状态下所占的体积之比值，称为天然气的地下体积系数 B_g 。其定义式为：

$$B_g = \frac{V}{V_0} \quad (1-6)$$

将式 (1-4) 和式 (1-5) 代入式 (1-6) 得：

$$B_g = \frac{V}{V_0} = \frac{ZTp_0}{T_0p} = Z \frac{p_0}{p} \cdot \frac{273+t}{293} \quad (1-7)$$

在油气藏开发分析中，需要引入气体等温压缩系数的概念。气体等温压缩系数 C_g 亦称气体压缩系数或体积弹性系数。它的实质是，等温条件下单位体积气体随压力变化的体积变化率，即：

$$C_g = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T \quad (1-8)$$

式中的气体体积可按方程式 (1-5) 来求。

把式 (1-5) 代入式 (1-8) 并求导，得：

$$C_g = \frac{1}{p} - \frac{1}{Z} \cdot \frac{\partial Z}{\partial p} \quad (1-9)$$

四、天然气的粘度

粘度是表征气体或液体流动时分子之间内摩擦力大小的物性参数。

天然气的粘度，在标准状态下，通常不超过 0.01 mPa·s，而且分子量愈高，粘度愈小。在压力和温度增加时，气体的粘度变化趋势与液体的相反，是向增大方向变化，这是低压下气体粘度的特性。但是在高压条件下（一般超过 3 MPa），气体粘度变化趋势与液体的相同，即温度增加，气体粘度降低；气体分子量增加，气体粘度也增加。

非烃类气体（如空气、 N_2 、 CO_2 及 H_2S 等）的粘度高于烃类气体的粘度。

五、天然气在原油中的溶解

单组分气体在液体中的溶解服从亨利定律，即温度一定时，溶解度和压力成正比，即成直线关系：

$$R_s = ap \quad (1-10)$$

式中 R_s ——压力为 p 时, 单位体积液体中溶解的 (标准状态下的) 气体体积, 称为溶解度;

a ——溶解系数, 表示一定温度下, 压力每增加 1Pa 时, 单位体积液体中溶解的 (标准状态下的) 气体体积, $\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{Pa})$ 。

对于多组分的天然气, 当压力不很高时, 每一组分的溶解度可能遵守直线定律, 然而总的溶解度就不符合亨利定律了, 即天然气的溶解度不是常数。

外界压力、温度及气体与液体的成分, 以及气体与液体接触方式和时间, 对气体的溶解度都有影响。

第二节 地层油的高压物性

地层油的特点是处于高温高压下, 并溶解有大量的天然气。显然, 地层油的高压物性与地面原油的性质有很大的差别, 如粘度、密度和压缩系数等大不相同。在油藏开采过程中, 随压力、温度的降低以及油中溶解气的不断释出, 地层油的性质也在不断变化。因此, 了解地层油物性的变化值及其影响因素, 对油藏开采动态分析、渗流计算和工艺设计都是必不可少的。

尽管压力和温度对地层油的高压物性有影响, 但影响地层油高压物性的重要因素是油中溶解气量的大小, 后者通常用溶解气油比来表示。因此, 应首先讨论地层油的溶解气油比。

一、地层油的溶解气油比

地层油的溶解气油比 R_s 系指, 在油藏温变和压力下地层油中溶解的气量。由于溶解气会使地层油的体积明显增加, 故其溶解气量通常是对地面标准状况下单位体积原油而言, 溶解气油比的单位是, 每立方米地面原油在地下所溶解的标准状态下气体的立方米数, 可写成 m^3/m^3 。应该指出, 地层油的溶解气油比和前一节讲的天然气在原油中的溶解度的概念实质上是一致的。但因原油体积的参照状态不同, 使得溶解气油比在数值上一般大于溶解度。图 1-1 给出了某地层油在 71°C 下溶解气油比与压力的关系。

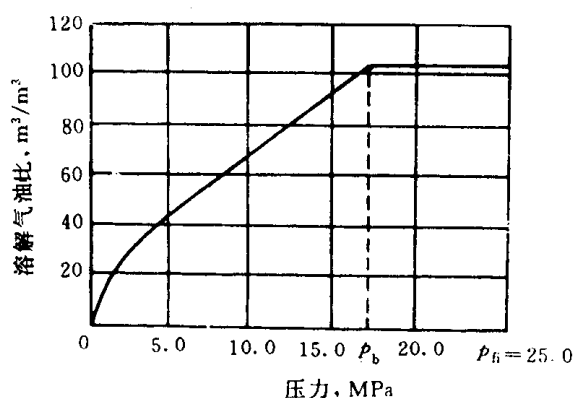


图 1-1 典型地层油一次脱气溶解气油比曲线
(注: 在标准状态下的溶解气油比)

在油藏温度和原始压力下的溶解气油比称为原始溶解气油比, 通常以 R_{si} 表示。从图 1-1 中可见, 在油藏原始压力 ($p_{fi}=25\text{ MPa}$) 下的原始溶解气油比与泡点压力 p_b 下的溶解气油比是相等的, 因此, 原始溶解气油比也可以说是泡点压力下的溶解气油比; 当压力下降至泡点压力以下时, 溶解气油比将随压力的降低而减少。

地层条件下, 1 m^3 地面原油溶解的气体体积少则几 m^3 , 多则达 580 m^3 (均在标准状态下)。正是由于地层油中总是溶解一定数量的天然气, 故地面原油处于地下时, 其体积总是有所增大; 反之, 地层油在地面脱气后其体积必然收缩。前者的体积增大值以所谓的“体积系数”表示; 后者体积收缩的大小则以“收缩系数”为指标, 两者互为倒数。

二、地层油的体积系数

地层油的体积系数 B_o 又称原油地下体积系数，它被定义为原油在地下的体积 V_f （即地层油体积）与其在地面脱气后的体积 V_s 之比，即：

$$B_o = \frac{V_f}{V_s} \quad (1-11)$$

一般情况下，由于溶解气和热膨胀的影响远超过弹性压缩的影响，地层油的体积总是大于它在地面脱气后的体积，故原油的地下体积系数 B_o 一般都大于 1。

图 1-2 给出了原油地下体积系数和压力的关系。从中看出，当压力大于泡点压力 p_b 时， B_o 随压力 p 的降低而增加，这是由于压力降低，单相地层油体积膨胀的结果；当压力 p 小于泡点压力 p_b 时， B_o 随压力 p 降低而减小，这是由于 $p < p_b$ 后油中溶解气释出，油体积收缩的结果；当压力 p 等于泡点压力 p_b 时， B_o 达到最大值。

原油地下体积系数在油藏开发计算中经常用到，它实际上是原油地下体积和地面体积的换算系数。有时在一些计算公式中还引用另一体积系数的概念，即两相体积系数。

地层油的两相体积系数 u 是，油藏压力低于饱和压力时，在给定压力下地层油和其释出气体的总体积（即两相体积）与原油在地面脱气后的体积之比，即：

$$u = \frac{V_f + (R_{si} - R_s)V_s B_g}{V_s} = B_o + (R_{si} - R_s)B_g \quad (1-12)$$

式中 V_s 、 V_f ——地层原油脱气后体积及原油地下体积；

$(R_{si} - R_s)V_s B_g$ ——油藏条件下自由气的标准体积。

从式 (1-12) 可知：

(1) 当压力 p 等于泡点压力 p_b 时， $R_s = R_{si}$ ，即 $R_{si} - R_s = 0$ ， $u = B_o$ ；

(2) 当压力 p 降到 0.098 MPa (1 工程大气压) 时， $R_s = 0$ ， $B_g = 1$ ，故 $u = B_o + R_{si}$ 为最大值。

在图 1-2 的 $B_o - p$ 曲线上可以补画出 $u - p$ 曲线，如图 1-3 所示，其中实线是单相地层油的体积系数曲线；虚线是两相体积系数曲线，它是一条双曲线型曲线。

地层油的密度 ρ 为：

$$\rho = \frac{\rho_o + R_s \rho_g}{B_o} \approx \frac{\rho_o}{B_o} \quad (1-13)$$

式中 ρ 、 ρ_o ——分别为原油在地层条件下及标准条件下的密度， kg/m^3 ；

R_s ——地层条件下的溶解气油比， m^3/m^3 (标准状态下)；

ρ_g ——标准条件下天然气的密度， kg/m^3 。

由上式可知，油的密度的变化规律主要与油的体积系数有关。

三、地层油的压缩系数

从图 1-2 不难看出，当压力高于泡点压力 p_b 时，压力增减只表现为地层油体积的弹性

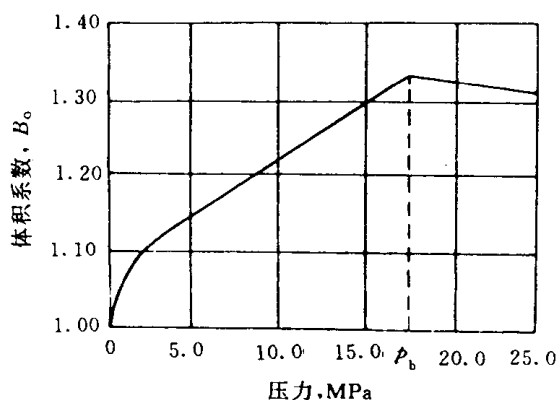


图 1-2 原油地下体积系数和压力的关系

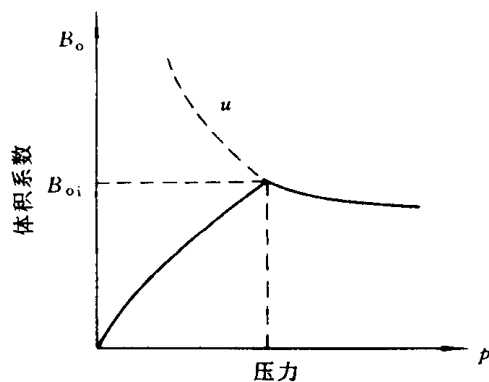


图 1-3 B_o 、 u 和 p 的关系曲线

压缩和膨胀。地层油中的溶解气使地层油的密度减小并具有更大的弹性。

所谓的地层油压缩系数 C_o 是指压力变化 1 Pa 时单位体积地层油的体积变化量，即：

$$C_o = -\frac{1}{V_f} \left(\frac{\partial V_f}{\partial p} \right)_T \approx -\frac{1}{V_f} \cdot \frac{\Delta V_f}{\Delta p} = -\frac{1}{V_f} \cdot \frac{V_{fb} - V_f}{p_b - p} \quad (1-14)$$

式中 V_{fb} 、 V_f 分别为泡点压力 p_b 和压力 p ($p > p_b$) 下的地层油体积。

式 (1-14) 中分子、分母同除以地面原油体积 V_s ，得：

$$C_o = -\frac{1}{B_o} \cdot \frac{B_{ob} - B_o}{p_b - p} \quad (1-15)$$

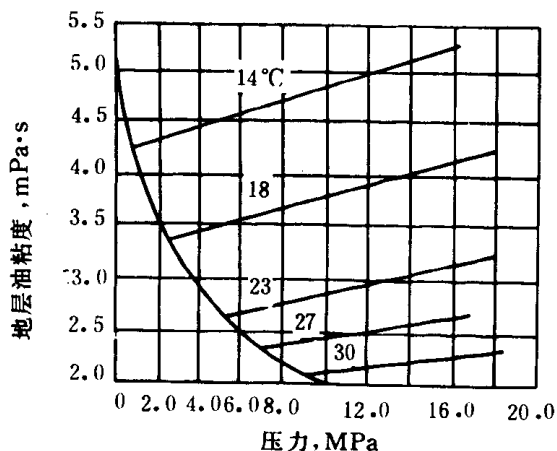


图 1-4 地层油粘度与压力、温度的关系

从式 (1-15) 中看出，高于泡点压力时地层油的压缩系数可由对应压力下的体积系数算出。

四、地层油的粘度

油的粘度主要与油中溶解的气量及油的温度有关。油的溶解气油比越大，其粘度越低。这是因为油中溶解气体后，使液体分子间的引力部分地变为气液分子间的引力。由于后者远比前者为小，从而导致溶解了气体的原油的内摩擦阻力变小，地层油的粘度也随之降低。

地层油的粘度与压力、温度的关系如图 1-4 所示。图中每条等温线的拐点压力都是

是相应温度下该地层油的泡点压力。从图 1-4 中看出：

- (1) 地层油的粘度随温度增加而降低；
- (2) 当压力高于泡点压力时，地层油的粘度随压力的增加稍有增大；

(3) 当压力低于泡点压力时, 地层油的粘度随压力的降低而急剧增大, 显然这一点和油中溶解气的释出有关系。

表 1-1 及表 1-2 给出了国内外一些油田某些地层油的高压物性参数: 原始溶解气油比、体积系数、压缩系数及地层油粘度。

图 1-5 至图 1-7 给出了大庆油田的喇嘛甸、萨尔图、葡萄花三个油田的高压物性参数曲线。

表 1-1 我国和国外一些油田某地层油的部分高压物性资料

油 田 名 称	原始溶解气油比 R_{si} m^3/m^3 ①	体积系数 B_o	压缩系数 C_o $10^{-4}MPa^{-1}$
大庆油田 P 层	48.2	1.13	7.7
大港西区 44 井 M 层	37.3	1.09	7.3
胜利油田营-4 井	70.1	1.22	—
孤岛渤 26-18 井 G 层	27.5	1.10	7.3
任丘油田 P_z 层	7.0	1.10	10.35
玉门油田 L 层	65.8	1.16	9.6
格比尔-玛利 (罗马尼亚)	1.1	1.05	
米德兰·范姆斯诺斯 (美国)	11.0	1.07	
玻璃瓦油田 (委内瑞拉)	85.1	1.26	
帕宾拉油田狄姆砂层 (加拿大)	89.0	1.25	
阿贾加里 (伊朗)	190.0	1.42	
北海油田埃克菲克斯 (挪威)	580.0	1.78	

表 1-2 我国一些油田的地层油粘度

油 田 名 称	原始溶解气油比 $R_{si}, m^3/m^3$ ①	地层油粘度 $\mu_o, mPa \cdot s$
大庆油田 P 层	48.2	9.30
大港西区 44 井 M 层	37.3	13.30
胜利油田营-4 井	70.1	1.88
孤岛渤 26-18 井 G 层	27.5	14.20
任丘油田 P_z 层	7.0	4.70
玉门油田 L 层	65.8	3.20

综合本节内容不难看出, 欲掌握地层油的溶解气油比、体积系数、压缩系数以及地层油的粘度等高压物性, 关键在于抓住地层油的高温、高压, 特别是其中溶解有大量天然气这一特点。

① 均在标准状态下。

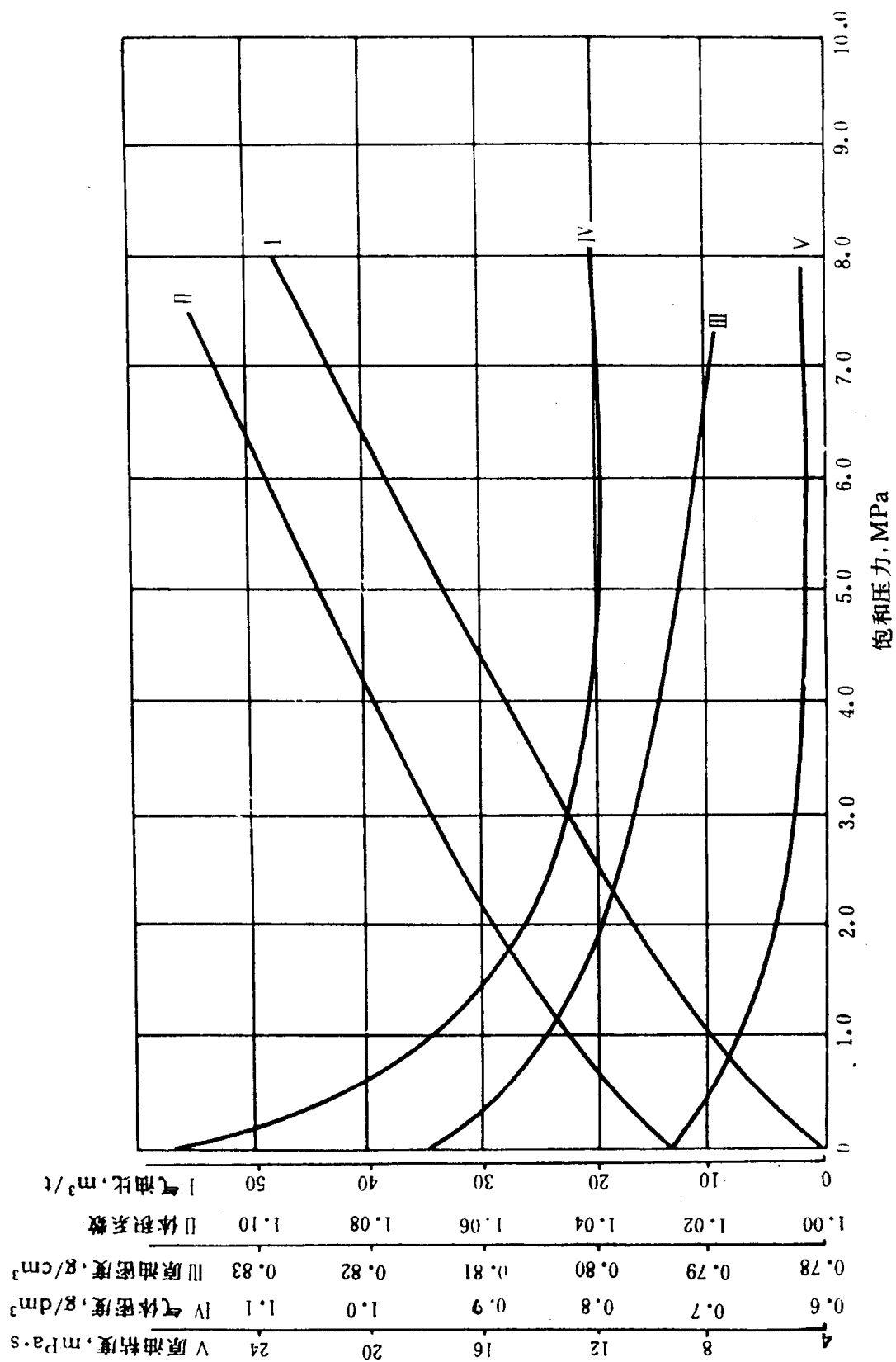


图 1-5 葡萄花油田地层原油物性综合曲线

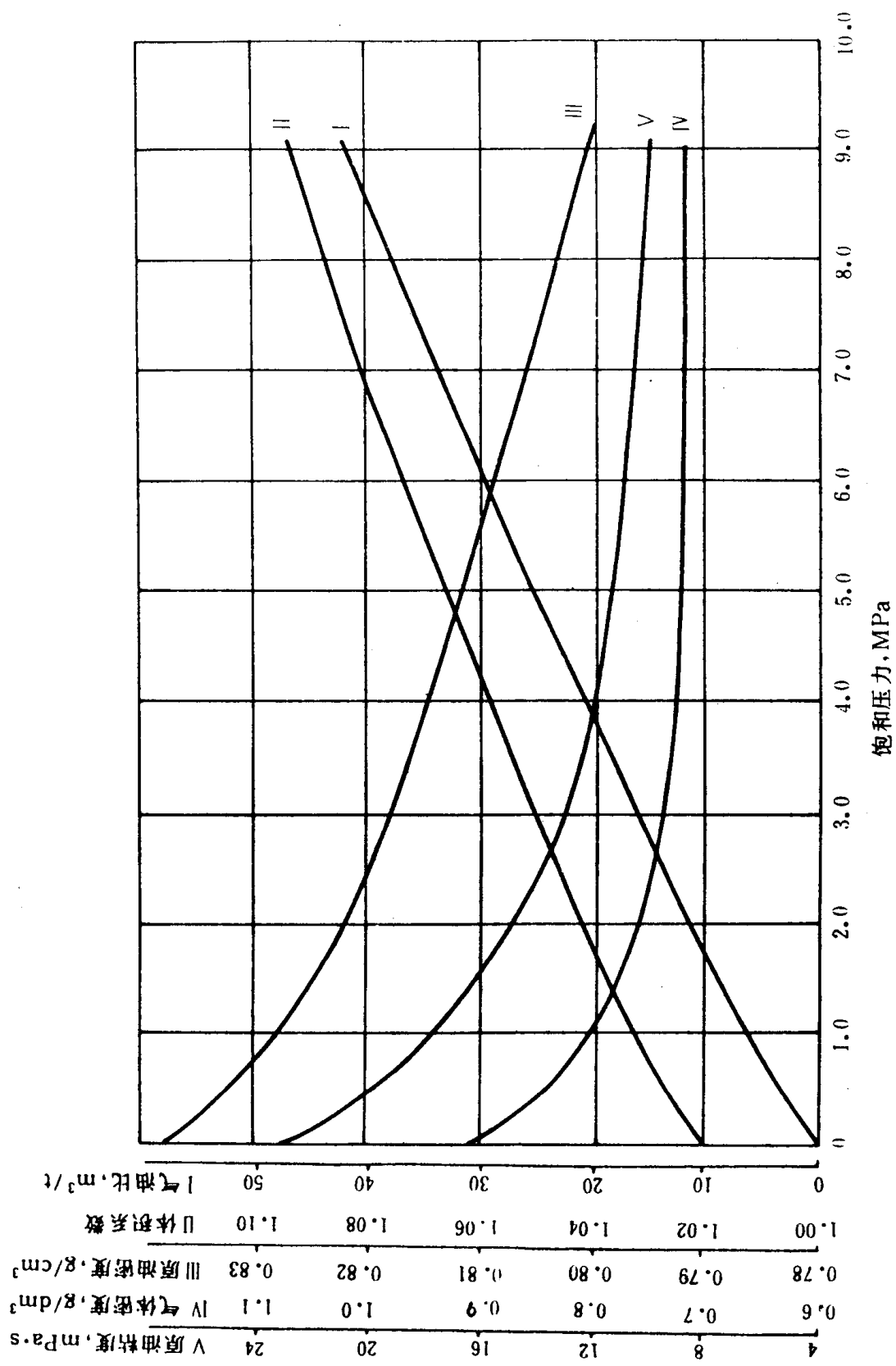


图 1-6 萨尔图油田地层原油物性综合曲线

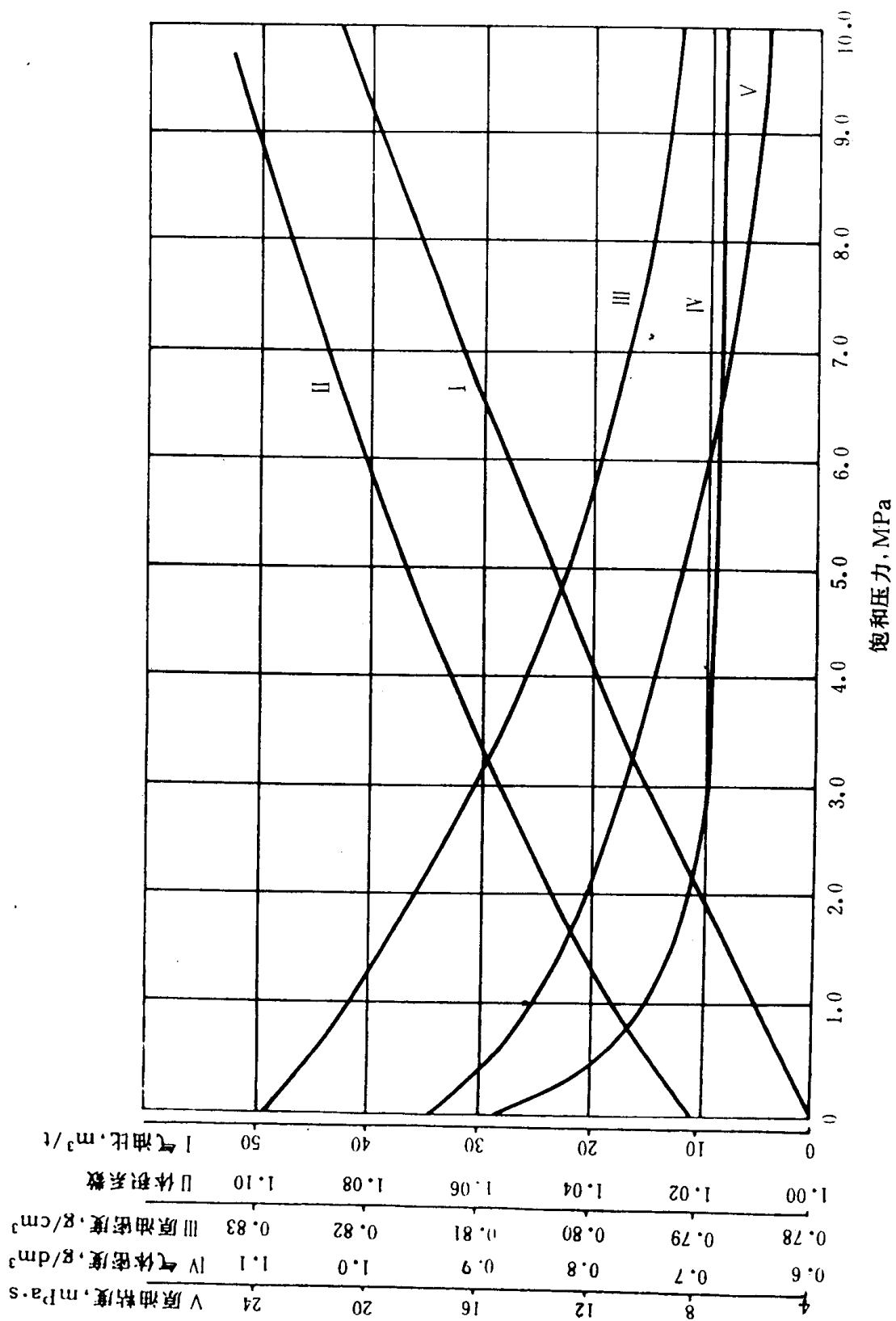


图 1-7 喇嘛甸油田地层原油物性综合曲线