

2021 年硕士研究生入学考试大纲

考试科目名称：渗流物理

考试时间：180 分钟，满分：150 分

一、考试要求：

要求掌握油层物理及渗流力学的基本概念、特点、基本理论和方法，并能够熟练运用所学的知识解决生产实际问题。试卷结构一般如下：

a. 基本概念题； b. 分析简答题（包括绘简图）； d. 推导计算题。

二、考试内容：

（一）油层物理要求的主要内容

第一章 储层流体的物理性质

第一节 储层烃类的组成及分类

油气储层、油藏、油藏流体概念，储层流体特点；石油的组成、相对分子质量。

第二节 储层烃类的相态特征

组分、组成、相图的基本概念；单、双、多组分体系的相态特征、相图的应用；典型油气藏相态特征。

第三节 油气系统的溶解与分离

亨利定律、天然气在原油中的溶解特点及其影响因素；相态方程的推导及其应用；平衡常数定义及确定方法，理想溶液平衡常数及应用；油气分离方式、特点及多级分离计算。

第四节 天然气的高压物性

天然气定义、组成表示方法，天然气的基本物性参数（视相对分子质量，相对密度，等温压缩系数，体积系数）定义及其应用，天然气粘度定义及特点；天然气状态方程（理想气体状态方程、压缩因子状态方程）及其应用；对应状态定律、天然气压缩因子图版的应用。

第五节 地层油的高压物性

地层油基本物性参数（溶解汽油比、体积系数、两相体积系数，密度及相对密度、等温压缩系数）的定义、随压力的变化及其应用，地层油粘度特点及影响因素。

第六节 地层水的高压物性

地层水矿化度和硬度定义，地层水分类方法。

第二章 储层岩石的物理性质

第一节 岩石的骨架性质

粒度组成定义、测试及表示方法，不均匀系数定义；比面及影响因素。

第二节 储层岩石的孔隙度

孔喉比、配位数、迂曲度定义，孔隙大小分布表示方法；储层岩石孔隙度定义、正方排列模型孔隙度计算、影响因素；气体膨胀、饱和称重测定孔隙度原理；储层岩石的压缩系数及弹性储量。

第三节 储层岩石的渗透性

达西定律、达西公式的推广；气测渗透率原理及特点、Klinkenberg 效应；非均质储层岩石渗透率计算。

第四节 储层流体饱和度

流体饱和度的定义、储量计算方法，饱和度测试方法及原理。

第五节 岩石的胶结物及其胶结类型

胶结物定义，常见粘土矿物类型及其对储层的潜在影响；岩石的胶结类型。

第六节 毛管渗流模型及其应用

泊谔叶(Poiseuille)公式推导；岩石渗透率、比面与平均毛管半径的关系推导。

第三章 饱和多相流体的油藏岩石的渗流特性

第一节 油藏流体的界面张力

界面能定义及影响因素；界面张力定义及影响因素；吸附概念。

第二节 油藏岩石的润湿性及油水分布

润湿的概念、衡量标准、规律；润湿反转概念及特点；储层岩石的润湿性；润湿滞后；岩石润湿性的测定方法及其基本原理；岩石孔隙中流体分布特点，吸吮过程、驱替过程概念。

第三节 油藏岩石的毛管力

毛管力定义、毛管中气-液界面、液-液界面毛管压力公式推导、毛管力公式应用；任意曲面的附加压力公式、贾敏效应；毛管力曲线测定原理、曲线特征及特征参数；毛管力曲线的应用。

第四节 储层岩石的相对渗透率

绝对、有效、相对渗透率；两相相对渗透率曲线特征；岩石润湿性、饱和顺序、孔隙结构对渗透率曲线的影响；油水相对渗透率曲线实验测定方法，相对渗透率曲线应用。

第四章 提高原油采收率机理及应用

第一节 采收率及其影响因素

天然驱动方式、驱油能量；采收率计算；波及系数、洗油效率概念及其与采收率的关系，影响采收率的因素。

第二节 提高采收率方法简介

主要提高原油采收率方法的机理。

(二) 渗流力学部分要求的主要内容

第一章 渗流的基本概念和基本规律

第一节 油气藏及其简化

油气藏定义及类型；油气藏在渗流力学中的简化。

第二节 多孔介质及连续介质场

多孔介质的概念、孔隙结构分类和基本特点；连续多孔介质及介质场。

第三节 渗流过程中的力学分析及驱动类型

力学分析、与油藏有关的压力概念。

第四节 渗流的基本规律和渗流方式

渗流的基本规律；渗流速度、真实速度的定义及二者关系；基本的渗流方式。

第五节 非线性渗流规律

非线性渗流；非线性渗流的判断方法；非线性渗流规律的表达方式。

第六节 在低速下的渗流规律

吸附膜和水化膜对渗流的影响；气体滑脱效应对渗流的影响。

第二章 油气渗流的数学模型

第一节 建立油气渗流数学模型的原则

建立油气渗流数学模型的基础；油气渗流数学模型的一般结构；建立油气渗流数学模型的步骤。

第二节 运动方程

线性渗流时运动方程的表达式。

第三节 状态方程

液体、气体、岩石的状态方程。

第四节 质量守恒方程

质量守恒原理；单相渗流的连续性方程及推导；两相渗流的连续性方程。

第五节 典型油气渗流微分方程的推导

单相不可压缩液体稳定渗流、弹性多孔介质单相微可压缩液体不稳定渗流的基本微分方程推导及适用条件；油水两相渗流的基本微分方程推导及适用条件。

第六节 数学模型的边界条件和初始条件

数学模型的边界条件和初始条件；三类边界条件的定义；要求能够写出典型的完整渗流数学模型。

第三章 单相液体稳定渗流理论

相关的基本概念。

第一节 单相液体稳定渗流基本方程的解及其应用

单向流、平面径向流及球面向心流的压力和产量公式推导；流线、等压线及渗流场图；平均地层压力公式的推导；渗透率突变情况下的产量及压力公式推导。

第二节 井的不完善性及对渗流的影响

完善井与不完善井的概念；不完善井类型；评价不完善性对产量影响的方法。

第三节 油井的不稳定试井

稳定试井的概念及用途；采油指数的概念；采油指示曲线的常见类型及原因。

第四节 势的叠加和多井干扰理论

多井干扰现象及压降叠加原理；势的叠加原理；渗流速度的合成原则。

第五节 势的叠加原理的典型应用

势的叠加原理在等产量一源一汇、等产量两汇及多井情况下的应用。

第六节 考虑边界效应的镜像反映法

边界效应，汇源反映法、汇点反映法的原理及方法；镜像反映法的原则及其应用。

第七节 复势理论在平面渗流问题中的应用

势函数、流函数、复势的概念及三者之间的关系和互求；复势叠加原理及其应用。

第八节 等值渗流阻力法

水电相似原理；等值渗流阻力法在多井排上的应用（步骤及阻力计算）。

第四章 弹性微可压缩液体的不稳定渗流理论

第一节 弹性不稳定渗流的物理过程

水压弹性驱动和封闭弹性驱动两种情况下压力传播的阶段划分、各阶段特点及能量来源；拟稳态的概念及特征。

第二节 弹性不稳定渗流无限大地层典型解

无限大地层典型解的求解思路；无限大地层典型解的形式、适用条件、简化条件及简化形式。

第三节 弹性不稳定渗流有界地层典型解

弹性不稳定渗流有界地层典型解的求解思路。

第四节 弹性不稳定渗流的叠加和映射

弹性不稳定渗流的叠加和映射原理及其应用。

第五节 圆形封闭地层中心一口井拟稳态时的近似解

拟稳态的近似求解方法；要求能够写出拟稳态的产量公式。

第六节 油井的不稳定试井

不稳定试井的概念及用途；不稳定试井分析方法的分类；开井压力降落试井的概念、原理及可求解的参数；关井压力恢复试井的概念、原理及可求解的参数；

影响实测压力恢复曲线形状的因素。

第五章 油水两相渗流理论

第一节 油水两相渗流的基本微分方程

考虑毛管力、不考虑毛管力及考虑重力三种条件下的基本微分方程及各自的适用条件。

第二节 活塞式水驱油

活塞式水驱油的定义；单向流和平面径向流两种情况的产量公式和油水界面移动到任意点的时间公式。

第三节 非活塞式水驱油

水驱油的非活塞性及其影响因素；油水两相水驱油理论及其应用；油水两相区的渗流阻力及产量变化规律。

三、参考书目

- 1、李爱芬. 油层物理学[M]. 中国石油大学出版社, 2011年10月. (主要参考)
- 2、张建国, 杜殿发, 侯健等. 油气渗流力学[M]. 中国石油大学出版社, 2010年5月. (主要参考)