

# Discussion on Pressure Measurement Interpretation Method of Formation Tester

Qiping Liang

Southwest Petroleum Engineering Co., Ltd. Downhole Operation Branch, Deyang, Sichuan, 618000, China

## Abstract

Formation tester is a commonly used tool in oil and gas exploration and development, mainly used to measure pressure information inside the formation. Formation tester pressure measurement is the process of using pressure data obtained by formation testers to obtain information on rock properties, fluid properties, permeability, etc. through a series of calculations and analyses. Its basic principle is to derive parameters such as permeability, porosity, and fracture pressure of the formation through certain mathematical models and calculation methods based on the pressure data and time data obtained by the formation tester inside the formation. This helps petroleum engineers and geologists to more accurately understand the situation of underground reservoirs and provides scientific basis for oil and gas development.

## Keywords

formation tester; pressure measurement interpretation; data analysis

## 地层测试器测压解释方法探讨

梁奇平

西南石油工程有限公司井下作业分公司, 中国·四川·德阳 618000

## 摘要

地层测试器是一种在油气勘探开发中常用的工具,其主要作用是用来测量地层内部的压力信息。地层测试器测压是利用地层测试器所获取的压力数据,通过一系列的计算和分析,得出地层岩石性质、流体性质、渗透率等信息的过程,其基本原理是根据地层测试器在地层内部获取的压力数据和时间数据,通过一定的数学模型和计算方法,推导出地层的渗透率、孔隙度、裂缝压力等参数,从而帮助石油工程师和地质学家更准确地了解地下储层的情况,为油气开发提供科学依据。

## 关键词

地层测试器; 测压解释; 数据分析

## 1 引言

地层测试作为一种先进的评价油气层技术在油气勘探开发行业中扮演着至关重要的角色。也被称为钻杆测试,可以帮助油气公司及时准确地评价地下油气层的各种参数和流体性质,为后续的油气开发提供关键的参考依据。地层测试是在钻井过程中或完井后进行的一项关键测试,通过对油气层进行开关井测试,可以获取地下地层在动态条件下的相关数据。这些数据包括但不限于地层渗透率、孔隙度、岩心流体特性等,为油气勘探开发工作提供了宝贵的信息。

## 2 地层测试测压的原理和方法

### 2.1 地层测试测压的原理

地层测试的基本原理是利用钻管或油管将测试工具送

入待测位置,然后密封好封隔器,将测试层与其他井段隔开,通过地面控制打开测试阀,造成井筒与地层之间的压力差。在下测试工具时,管柱内是空的,地层中的流体在压力差的作用下流到井筒,经过测试管串流到地面,通过多次开关井操作,可以获得产层的产量和压力恢复曲线,最终采集地层条件下的流体样品<sup>[1]</sup>。其次利用计算机试井解释软件分析处理井下压力记录仪测得的压力与时间的变化关系曲线,可以计算出产层的特性参数。通过地层测试,可以确定产层的储量、渗透率、地层流体性质等重要参数,为油田的有效开发和管理提供支持。地层测试数据的准确性和可靠性对于决策者具有重要意义,可以帮助优化油田开发方案,提高生产效率。地层测试的技术要求较高,需要专业的人员和先进的设备进行操作,在进行地层测试时,需要注意保障现场安全,严格按照操作规程进行操作,确保数据的准确性和可靠性,同时地层测试还需要结合地质勘探、地层建模等多方面信息进行分析,以获取更全面的地质信息。

【作者简介】梁奇平(1988-),男,中国四川达州人,助理工程师,从事地层测试研究。

## 2.2 地层测试测压的方法

地层测试器测压的方法主要包括直接测压法、间接测压法和动态测压法,三种方法各有特点,适用于不同地层条件和测试需求。其中直接测压法是最直接、最准确的一种测压方法。它通过在地层中设置压力传感器,直接测量地层流体的压力,通常适用于流体静压力较低的地层,能够提供较为精确的地层压力数据,然而直接测压法在实际应用中需要考虑到传感器的选择、安装位置等因素,以确保测量的准确性和可靠性。间接测压法则是通过测量地层钻井液的压力来推断地层的压力,通常适用于地层流体压力较高的情况,能够在一定程度上减轻直接测压法的操作难度,间接测压法需要考虑到钻井液性质、井壁稳定性等因素对测试结果的影响,需要结合实际情况进行准确推断。动态测压法是一种较为先进的地层测试方法,通过控制钻井液的流量和压力,以及实时监测地层测试器的数据变化来动态测定地层的压力,能够实时监测地层压力的变化情况,为油气勘探和生产提供及时的数据支持。但动态测压法在实施过程中需要考虑到流体动力学效应、测试器件的精度和稳定性等因素,以确保测试结果的准确性和可靠性。在实际地层测试中,针对具体的地层条件和测试需求,需要灵活选择不同的测压方法或结合多种方法进行测试,以获取更全面、准确的地层压力数据。

## 3 地层测试器测压数据的分析与解释

地层测试器(DST)是石油工业中一种常用的地层测压工具,其在油气勘探与开发中具有重要的作用。通过封闭地层产能并记录压力随时间的变化,地层测试器可以帮助解析地层的物性参数,评估储量潜力,指导后续勘探与开发工作。在进行地层测试过程中,数据的处理和分析至关重要,为确保数据的准确性和可靠性,需要进行严谨的处理和解释。

### 3.1 数据处理

在地层测试后,首要任务是对测得的数据进行处理。数据处理的目的是清晰、准确地呈现地下情况,为后续的地质解释和工程决策提供可靠依据,在处理地层测试数据时,需要综合考虑各种因素,如异常数据去除、数据平滑、校正、井筒流体的影响、设备响应时间和仪器误差等,以确保数据的准确性和可靠性。首先,异常数据的去除是数据处理的第一步。异常数据可能是由于设备故障、人为误操作或地层本身的特殊情况引起的,如果不及时处理,会对后续分析造成严重影响。通过对比分析、数据筛选和剔除等方法,可以有效地识别和清除异常数据,从而保证数据的准确性和可靠性。其次,数据平滑与校正是数据处理的关键环节。数据平滑可以消除数据中的噪音和干扰,使数据更加平稳和连续,有利于后续的分析 and 解释,校正则是为了消除设备响应时间、仪器误差和其他因素带来的影响,保证数据的真实性和准确性。在进行数据平滑和校正时,需要根据具体的地层条

件和测试要求选择合适的方法和算法,同时要注意保留数据的原始信息,避免信息丢失和失真。再次,井筒流体的存在会对地层测试数据产生一定的影响,包括速度变化、波形扭曲等现象。为了准确地反映地层的物性参数,需要对井筒流体进行合理的考虑和处理,可以通过数值模拟、地层压力分析和井筒流动监测等方法,对井筒流体的影响进行评估和消除,从而提高数据的准确性和可靠性。最后,细致地处理地层测试数据是确保数据质量和可靠性的关键。只有经过严格处理的数据才能为后续的地质解释和工程决策提供可靠的基础。地层测试数据的处理需要结合地质学、物理学、工程学等多学科知识,综合考虑各种因素和影响,以确保数据的准确性和科学性。

### 3.2 压力分析

地层测试器测压数据中的井底静压力和流体压降是评价地层产能和渗透率的重要参数。正确分析压力数据对于准确评价地层的特性、确定油气资源储量及开采效果至关重要。一方面,井底静压力是指地层中的压力情况,直接影响到井下流体的流动性质,通过地层测试器测量得到的,反映了地层中各种流体对井底的作用力,是衡量地层孔隙压力大小的重要指标<sup>[2]</sup>。另一方面,流体压降则是指从井底到地面各深度处的压力损失,是评价地层渗透性的重要指标之一。通过对井底静压力和流体压降数据的分析,可以深入了解地层孔隙结构、渗透率分布以及地层的流动特性。在进行压力分析时,需要考虑诸多因素:第一,地层流体性质,不同地层中的岩石和流体性质各异,地层中存在的天然气、原油、水等流体对压力数据的影响也不同,因此在分析压力数据时需要考虑地层流体的性质。第二,渗透性和渗透率也是影响地层压力的重要因素。地层的渗透性决定了地层中流体的渗透能力,而渗透率则是描述地层对流体渗透的指标。通过分析压力数据,可以评估地层的渗透性和渗透率,进而了解地层的孔隙结构和流体运移情况。

### 3.3 压力解释

通过地层测试器测压数据解释,可以获取地层渗透率、孔隙度、压力梯度等关键参数。地层渗透率是一个关键的地质参数,在石油和天然气勘探开发中具有重要意义。渗透率指示了岩石对流体的渗透能力,是评价储层储集性能的重要指标之一,通过地层测试器测压数据的解释,可以确定地层的渗透率,进而评价储层的储集性能和可采储量。地层的孔隙度反映了岩石中孔隙空间占总体积的比例,是评价储层储集性能的另一个重要指标,决定了岩石对流体的储集能力。通过地层测试器测压数据的解释,可以获取地层的孔隙度信息,进而评价储层的储集性能和可采储量。地层的压力梯度反映了地层中的流体压力随深度的变化情况,对于预测地层的地质构造、流体分布等具有重要意义。通过地层测试器测压数据的解释,可以获取地层的压力梯度信息,进而揭示地层的内在规律,为地层评价提供科学依据。在进行压力解释

时,必须考虑地层的非均质性、渗透率分布、岩性以及压裂情况等因素,地层的非均质性会导致地层性质的空间变化,影响地层的渗透率和孔隙度分布;渗透率的分布情况也会对地层的压力梯度产生影响,不同的渗透率分布会导致不同的压力梯度分布;岩性的不同会影响地层的物性参数,进而影响地层的渗透性和孔隙度;压裂情况是指地层在岩石力学作用下的裂缝情况,会对地层的压力传递和流体运移产生影响。

### 3.4 地层评价

地层测试的最终目标是通过对比地层测试器测压数据的分析和解释,对地层进行全面评价,包括评估地层产能、确定油气水储量与分布、评价井筒的优劣等。其一,通过地层测试,能够获取地层的压力、渗透率等关键参数,从而判断地层的产能潜力,从而为油气的开采设计和生产规划提供重要的数据支持,有助于提高勘探开发的效率和经济效益。其二,通过对地层测试器测压数据的分析,可以准确地判断地层中油气水的储量和分布情况,对于确定油气储量、评估油气资源量、制定采油方案等都具有重要意义,还可以评价地层中油气水的运移规律,为后续的采油注水等工作提供指导。其三,通过地层测试的数据分析,可以评估井筒的封闭性、完整性、产能等指标,判断井筒的状态和井底情况,有助于优化井筒设计、提高井的产能和延长井的使用寿命。

## 4 地层测试器测压的影响因素分析

地层测试器测压是一种重要的油气勘探评价方法,通过测量地层中的压力信息可以有效地评估储层的渗透性、孔隙度、流体性质等参数,为油气资源的开发提供重要依据。地层测试器测压的影响因素有很多,主要包括以下几个方面:①岩石物性。储层岩石的孔隙度和渗透率决定了储层中流体的运移特性,直接影响地层中的压力传递,如果储层岩石孔隙度较大、渗透率较高,流体在岩石中的移动速度会较快,压力传递也会更加敏感,因此在进行地层测试器测压时,需要充分考虑储层岩石的物性特征,进行相应的修正和校正,以确保测量结果的准确性<sup>[1]</sup>。②地层测试器的设计。地层测试器的封闭性能、安全系数、传感器的灵敏度等都是

影响测压准确性和可靠性的重要因素,优良测试器设计可以有效减小外界干扰,提高测量的准确性。在选择地层测试器的时候,需要考虑到其设计参数,确保测试器在实际操作中能够稳定可靠的工作。③测试过程中操作技术。地层测试器测压是一个复杂的过程,需要操作人员具备丰富的经验和技能,操作不当可能导致测试结果失真,影响后续的数据分析和决策,在进行地层测试器测压时,操作人员需要严格按照操作规程进行操作,确保数据的准确性和可靠性。④地层条件。地层的地质条件包括温度、压力、地层流体性质等,都会对测试结果产生影响。在进行地层测试器测压之前,需要对地层条件进行充分的了解和分析,以便校正和修正测试结果,提高数据的准确性。⑤数据解释方法。通过对地层测试器测压数据的分析和解释,可以得出更为准确的地层参数信息,为油气勘探开发提供重要的参考依据。合理的数据解释方法对于提高测压结果的准确性和可靠性至关重要,需要结合实际情况和经验进行科学分析,以确保数据的可靠性和准确性。

## 5 结语

综上所述,对地层测试器测压数据的分析与解释需要通过数据处理、压力分析、压力解释与地层评价等过程对专业的数据处理与严密的分析,为油气勘探与开发工作提供准确的地层参数与产能评价。在实际操作过程中,地层测试器测压的准确性和可靠性受多种因素影响,需要综合考虑岩石物性、测试器设计、操作技术、地层条件和数据解释方法等多个方面因素。在全面考虑各种因素的基础上,才能有效地提高地层测试器测压结果的准确性和可靠性,为油气勘探开发提供科学的依据和支持。

### 参考文献

- [1] 宋彬,胡沛源.电缆地层测试器探针模块常见故障分析[J].油气井测试,2024,33(2):27-31.
- [2] 刘英明,宋延拓,姜英辉,等.电缆式地层测试器在中低渗透率枯竭层的应用[J].测井技术,2023,47(6):764-771.
- [3] 马蒋平.压力、温度梯度试井测试资料在川渝油气田气井开发中的应用[J].化学工程与装备,2023(6):99-101.