

探析地震储层预测方法研究进展

曹少蕾（中国石油化工股份有限公司石油物探技术研究院，江苏 南京 211103）

摘要：针对地震储层预测问题，本次研究首先对地震储层预测方法的研究历史及现状进行分析，在此基础上，对其未来的发展进行展望，为推动地震储层预测技术的进一步发展奠定基础。研究表明：经过多年的发展，目前常见的地震储层预测方法相对较多，例如波阻抗反演技术、地震反演技术、属性分析技术以及频谱分解技术等，其中，波阻抗反演技术的应用时间相对较早，因此，该项技术已经相对较为成熟。随着勘探作业的持续进行，复杂区域的数量逐渐增加，地层中的实际情况更加复杂，对于储层精细描述的要求也在逐渐提升，未来，提高地震反演技术的预测分辨率属于一项重要的发展趋势。

关键词：地震勘探；储层预测；波阻抗反演；属性分析；地震反演

0 前言

目前，在进行地质勘探作业的过程中，地震勘探技术已经得到了广泛的应用，通过对地震资料进行充分分析，可以了解储层的实际情况，为资源的开采奠定基础。所谓的地震勘探技术主要是以地震资料作为基础，通过引入其他的技术作为约束，根据地震资料与储层实际情况之间的对应关系，对油气藏的分布以及地质特性进行全面分析以及预测^[1]。经过多年的研究以及发展，地震勘探技术已经逐渐成熟，为了推动该项技术的进一步发展，十分有必要对该项技术的发展历史以及发展现状进行总结，发现该项技术存在的问题，并对其未来的发展趋势进行合理的预测。

1 地震储层预测方法研究现状

地质储层预测相对较为复杂，所需要的学科内容相对较多，其涉及的单项技术超过十种。地震勘探技术的理论基础为 AVO 理论体系，在 1899 年和 1919 年，由国外学者 Knott 和 Zoeppritz 共同完成了 AVO 理论的研究工作，这为地震勘探作业的进行奠定了基础。在上世纪 20 年代，地震反射技术开始在地质勘探作业中得到应用，所使用的地质勘探设备为机械类型的地震仪，该种类型的设备只能用于寻找埋深相对较浅的资源。1951 年，国外学者 Gassmann 等人对地震速度与岩石之间的关系进行了全面研究，这为地质性质预测奠定了基础。1952 年，前苏联的相关专家对地震振幅信息进行了全面研究，通过了解振幅信息，可以发现地层中的油-气-水界面。1955 年，国外学者 Keofoed 等人对 Zoeppritz 所提出的方程进行了全面研究，通过研究该方程，可以了解 AVO 与地层界面之间的关系，这为后期 AVO 的解释工作奠定了基础^[2]。

随着覆盖技术以及数字化技术研究的持续进行，推动了地震勘探技术的进一步发展。在上世纪 50 年代以后，覆盖叠加技术开始应用于地震勘探领域，进而使得地震资料信噪比得到了全面改善，储层的解释工作也更加的简单以及全面。

1963 年，数字化形式的地震记录仪器开始得到广泛

的应用。受到计算机发展的影响，在上世纪 60 年代后期，计算机技术也开始在地震勘探作业领域得到广泛应用，利用计算机技术可以对地震资料进行数字化形式的处理，此时，模拟地震技术开始逐渐被替代，数字化形式地震技术的广泛应用，使得地震勘探作业的记录范围得到了逐渐的提高，地震勘探资料的质量也在得到提升，这为储层的精细化解释工作奠定了基础。在上世纪 60 年代末期，美国的相关专家开始对油气检测技术以及碳氢检测技术进行全面研究。在 1963 年，学者 Churlin 以及 Sergeyev 等人研究发现，通过对地震资料中的四项参数进行分析，即可以了解储层中油气资源的相关参数，这四项地震资料参数分别为亮点、平点、吸收系数以及干涉模式。在 1969 年，学者 Cook 以及 Taner 等人对速度谱进行了充分的研究，研究发现，通过地震资料中的速度谱即可了解储层中的岩性信息以及地质变化信息，通过了解均方根速度以及层速度之间的关系，还可以进行岩性预测。1970 年，三维地震勘探技术得到了推广，该种地震勘探技术的推广及应用，使得地质勘探作业得到了进一步的发展^[3]。

储层预测领域的相关技术在上世纪 70 年代的发展速度相对较快。1972 年，学者 Lindseth 等人对道积分反演技术进行了全面研究，并将该种技术应用于地震勘探作业领域。1977 年，学者 Lavergne 等人对递推反演技术进行了全面研究，并将该种技术应用于地震勘探作业领域。在上世纪 70 年代初期，学者 Anstey 等人发现了一种用于地震勘探作业相对较好的技术——含气砂岩波阻抗技术，使用该种类型的技术可以探查地层中是否含有油气资源，但是该项技术只能在某些特定情况下使用。

1973 年，学者 Widess 在薄层中发现了调谐现象，根据这种现象类型，引入了地震波技术，通过测量反射波振幅的方式，对薄层的厚度进行全面的预测，事实上，有较多的因素会对地震反射系数产生影响，地震波的速度变化与地层中物质的成分有关，同时，有较多的学者提出了一种复数地震道分析方法，利用这种类型的方法，可以对地震属性进行合理的计算，同时，根据地震属性

的情况,可以对地层中的岩性以及油气含量进行预测。1976年,Rosa等人注意到AVO参数具有重要意义,通过提取合理的参数,可以对地层中的岩性进行预测。

在上世纪80年代,计算机采集处理技术取得了较大的发展,利用该种类型的技术可以对某些忽视的信息进行分析。同时,反演技术取得了较大的进步,出现了广义线性反演技术以及宽带约束反演技术等,遗传算法、退火算法等多种类型的智能算法也开始应用于地震勘探领域。在上世纪80年代,地震勘探作业过程中的属性数量也在不断的提升,其中,大多数的地震属性都具有很好的数学定义,其意义相对较为明确,但是从地震学的角度出发,部分地震属性的意义并不明确,存在多属性分析较为混乱的问题。在进入80年代后期阶段以后,随着多维属性的进一步发展,部分地震属性的地质意义开始逐渐明确,三维属性也开始得到逐渐的推广以及应用。

在进入上世纪90年代以后,我国的众多学者开始对地震勘探技术进行新的研究,并将模式识别技术与地震勘探作业相结合,可以利用地震属性对地层中的含油气情况进行准确的预测,受到地震属性快速发展的影响,断层的自动化分析水平以及地质异常的解释水平逐渐提升,多维属性技术开始被广泛的关注。在上世纪后期阶段,BP石油公司开发了频谱分解技术,学者Greg等人通过对Widess的理论进行全面研究,引入时频转换类型的算法,将多种类型的地震勘探数据从时间域转换到了频率域中,进而得到了多种类型频率调谐体,根据这些频率调谐体,可以对薄层的厚度以及变化情况进行计算,在进行频谱分解的过程中可以使用的算法相对较多,例如小波变换算法以及傅里叶变换算法等,事实上,这些算法在应用的过程中确实具有一定的优势,但是也具有一定的劣势,学者Stockwell等人对这些算法应用过程中的劣势进行了全面分析,在对传统算法进行改进的基础上,提出了S变换算法,在后期阶段,部分学者又对S变换算法进行了推广以及改进,进而得到了广义S变换算法,这种类型的算法已经被广泛应用于薄层检测。在进入21世纪以后,由于油气藏所处区域的地质条件更加复杂,需要对地震信息进行深入的挖掘,因此,需要在地震勘探预测领域引入更多的智能算法,也需要对传统的智能算法进行一定的改进,例如部分学者对神经网络算法和最小二乘算法进行了组合,使用组合算法进行地震资料分析。在另一方面,支持向量机算法也开始应用在该领域,在2003年,国外学者首次将该种算法引入到了线性AVO解释领域,在之后的一段时间内,该种算法逐渐被推广到AVO反演以及储层预测中。在我国,乐友喜教授首次将支持向量机算法和地震勘探数据解释预测相结合^[4]。

2 地震储层预测方法发展展望

在该项技术发展的过程中,众多的学者、专家以及

机构对其进行了全面的研究以及改进,这使得该项技术的成熟度不断的提升,目前常见的技术主要以地震反演技术、属性分析技术等类型的技术为主,在使用这些技术的该过程中,可以将多种类型的技术相互结合,进而使得储层预测的结果更加准确,预测的内容更加全面。在众多的预测技术中,波阻抗反演技术的应用时间相对较早,该项技术已经逐渐成熟,此项技术的主要原理就是对测井作业过程中的高频信息进行充分分析,以此对低频的数据信息进行合理补充,并且与地质信息相互结合,可以对储层信息进行合理的预测和解释,对于部分信息,可以得到定量的分析结果,尽管该项技术在地质勘探作业过程中的应用相对较广,但是由于对地震勘探的要求在逐渐提升,对储层描述的精度要求也在提高,因此,提高预测的分辨率是未来重要的发展方向。在另一方面,在进入21世纪以后,智能算法、大数据分析技术等多种类型的计算机技术取得了较大的发展,尽管部分技术以及开始与地震储层预测技术相互结合,但是结合的力度严重不足,事实上,通过引入大数据分析技术,可以对地震勘探作业过程中得到的数据资料进行深度的挖掘,发现之前忽视的有用信息,为提高预测结果奠定基础,同时,通过引入智能算法的方式,对以后的地震勘探数据资料进行深度学习,对其他区域的地震储层进行预测,随着智能算法的逐渐改进,其储层预测的结果也将更加的准确,同时,地震储层预测对于计算机也存在一定的要求,随着计算机硬件的逐渐发展,也可以为地震储层预测的发展奠定基础。

3 结论

地震储层预测技术已经经过了众多学者以及专家的研究,通过进行合理的研究改进,使得该项技术的成熟度逐渐提升,受到地质状况复杂度以及预测精度要求的影响,地震储层预测技术仍然具有很大的发展空间,未来,需要进一步提高预测的分辨率,同时,还需要将传统的地震储层预测技术与大数据分析技术以及智能预测算法相互结合,进而提高预测效果。

参考文献:

- [1] 王康宁,李慧莉,张继标.塔中北坡地区奥陶系碳酸盐岩叠前地震裂缝预测方法应用研究[J].地球物理学进展,2017(05):2078-2084.
- [2] 潘建国,李劲松,王宏斌,等.深层—超深层碳酸盐岩储层地震预测技术研究进展与趋势[J].中国石油勘探,2020,25(03):160-170.
- [3] 刘忠群.大牛地气田盒3段三维地震储层预测研究[J].勘探地球物理学进展,2008(02):5+50-53.
- [4] 李向阳,王九拴.多波地震勘探及裂缝储层预测研究进展[J].石油科学通报,2016(01):45-60.

作者简介:

曹少蕾(1985-),男,河北赵县人,工程师,主要从事地震资料综合解释工作。