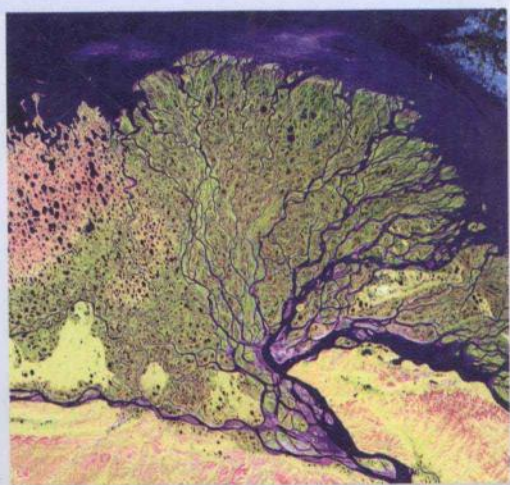


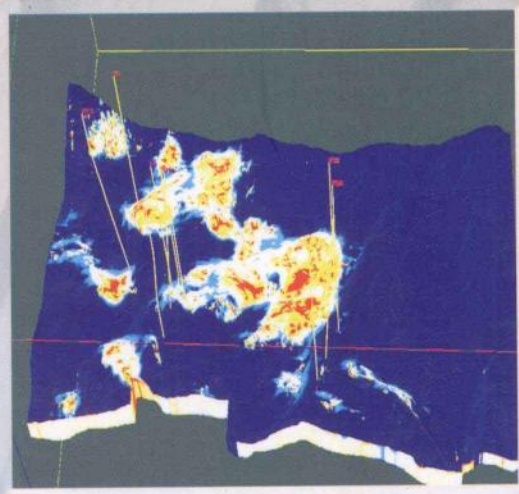


地层、岩性油气藏 地震勘探方法与技术

徐洪斌 熊 翥 编著



DICENG YANXING
YOUQICANG
DIZHEN KANTAN
FANGFA YU JISHU



石油工业出版社

地层、岩性油气藏 地震勘探方法与技术

徐洪斌 熊 翥 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统地探讨了地层、岩性油气藏地震勘探方法与技术,并针对地震数据反演、属性分析和正演模拟等专用技术讨论了如何选择方法和如何评估方法的效果。本书还针对实际地质目标,以示范性的方式介绍了地层、岩性油气藏地震数据综合解释方法。

本书可供石油地震勘探专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地层、岩性油气藏地震勘探方法与技术/徐洪斌,熊翥编著.

北京:石油工业出版社,2012.7

ISBN 978-7-5021-8700-2

I. 地…

II. ①徐…②熊…

III. ①地层油气藏-地震勘探-研究 ②岩性油气藏-地震勘探-研究

IV. P618.130.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第190465号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64523533 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京晨旭印刷厂

2012年7月第1版 2012年7月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:43.25

字数:1106千字

定价:168.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

序

当前,地层、岩性油气藏勘探已成为我国油气勘探的重要领域。相对于构造油气藏勘探而言,地球物理勘探技术特别是地震勘探技术,在勘探中的作用和地位更加重要,同时难度也相对加大。因此,讨论地层、岩性油气藏地震勘探方法与技术这一议题,有其实意义。

用地震勘探方法勘查地层、岩性油气藏,首先需要有一个质量很高的三维数据体,这是后续所有工作的基础。本书第二章至第四章详细讨论了这一重要问题,既突出了如何得好这个数据体所要注意的一些问题,又讲解了在当前勘探程度相对较高的情况下,如何实施高精度三维地震技术。本书的第二部分讨论了地层、岩性油气藏地震勘探方法的思路和工作流程,在强调全面提升构造勘探中传统的方法与技术的同时,还需要实施技术更新、装备更新、知识更新和理念更新创新思路;我们强调有一个正确的思路,其实质就是强调执行过程中的策略,策略决定成败,只有策略正确,细节才有意义,执行才有价值。这部分内容是在书中第一章和第五章重点讨论的。书中第三部分内容是针对性的技术系列,即地震数据反演、地震属性分析、岩石物理分析、地质建模和地震正演模拟技术,即本书的第六章至第九章。应用好这些技术,并取得预期的效果,在地层、岩性油气藏勘探中十分重要。书中第四部分内容是地震数据综合解释,即第十章的内容。它是最后一步,也是最关键的一步。这四部分内容联系十分紧密,把它们有机地组合在一起,从而构建了地层、岩性油气藏勘探方法与技术的具体工作流程。

在技术问题讨论的方式上,作者十分重视基本概念和技术的应用效果,强调方法与技术的应用前提条件,以及成果的质量评估原则。对于每一种新的方法与技术,一端是连接着传统的方法与技术的概念和理论,有些基本原理是不能违背的;另一端是派生出来的新方法和新技术,这是探索中的创造,要注重其实用性和在实践中的逐步完善。

围绕着地层、岩性油气藏地震勘探方法与技术这一议题,书中提出了不少问题,也讨论了不少问题,这些问题都是从实际工作中产生出来的,有其实意义,因此这是一本很好的参考书。只要我们认真地去讨论、分析这些问题,就会从中受益。

我相信,作者的艰辛劳动一定会在广大读者中产生应有的回响。

中国工程院院士



2011年9月

前 言

中国石油报 2007 年 5 月 14 日在头版头条的重要位置上,刊登出标题为“理论突破、领域转型、技术升级,我国陆上油气勘探进入岩性地层新阶段”会议报道的文章。与会专家表示:从剩余资源潜力分析,岩性地层油气藏将是我国陆上最现实、最重要的油气勘探领域;“十五”期间,我们已经系统地建立了“四类盆地、三种储集体”的岩性地层油气藏区带、圈闭和成藏地质理论;近几年,在中国石油探明储量中,岩性地层油气藏已占 60% 以上。

尔后,在 5 月 18 日同样的位置上,刊登了国家 863 计划招标研发“油藏综合地球物理技术”的重要文章,项目主要研究内容为:(1)高精度三维地震数据处理解释技术;(2)井中地球物理数据处理解释技术;(3)多波多分量地震数据处理解释技术;(4)油藏地球物理综合解释及建模技术。项目支持年限为 4 年。

这两篇报道文章时间上仅隔 4 日,内容上有其紧密的联系。前者主要告诉大家我国已进入地层、岩性油气藏勘探时期,后者主要揭示出进入地层、岩性油气藏勘探阶段以后,我们将面临的一些重点技术。

当前,地层、岩性油气藏地震勘探方法与技术,由于它在石油工业发展中的重要性,吸引着广大地球物理勘探工作者和学者去进行研究,并取得了许多有重要意义的成果,在实际工作中取得了很好的勘探效益。但比较系统比较全面的归纳总结工作似乎还比较薄弱,有些问题我们能较详细地进行描述,并可做到有声有色(图文并茂),但却不能充分地加以定义,其原因是:

(1)有些方法与技术,的确比较复杂,影响因素甚多,很难有一个确定性的定义。例如:信号特征保持,就很难把它说得十分明白;但反射信号特征的保真,是地震数据反演和属性分析等有效方法的基础与前提。

(2)有些方法与技术,似乎只可意会,难以言传;只有在大量的实践中深入领悟,才能有所明白。根据地层、岩性油气藏勘探的特点,实践经验是十分宝贵的,但经验是很难定量地加以定义的。地层、岩性油气藏勘探,有其内容十分丰富、技术含量很高的各种有针对性的配套技术系列,是一项技术,但又是一门艺术,需要有很高的艺术功底才能把技术充分地展现出来。

(3)这项方法与技术的科学应用,涉及多个学科和领域,包括地质、物探、测井、钻井、计算机等,它在一定程度上依赖于这些学科的技术发展,并受其制约,因此我们无法去准确地定义它。

本书取名为《地层、岩性油气藏地震勘探方法与技术》,也只能是起着描述的作用,只是力图从地震反射信号特征和地震数据采集、处理、解释三个环节上,把它描述得更加合理和更加科学,应用起来做到心中有数,而不至于盲目从事。但它毕竟是一家之言,是非正谬,见仁见智,读者自辨。非礼勿视,非礼勿听,非礼勿言,非礼勿动。这是作者对这一著作的一个定位,在取材和编写中始终坚持的一个原则。

全书共 10 章,第一章是概论,从整体上给出一般性的概念和实施步骤;第二、三、四章讨论如何获得一个好的三维数据体,这是我们讨论方法与技术的基础,没有一个好的三维数据体,后续工作虽然十分努力也将是徒劳的;第五章从面上讨论地层、岩性油气藏地震勘探方法与技

术。俗话说,战略决定成败,战略正确,细节才有意义,执行才有价值;第六、七、八、九章讨论几项专用技术,地震数据反演、属性分析和正演模拟,是解决许多自然科学问题通用的方法,在这里强调的是针对性和如何应用,我们遵循“不是每根竹子都能做成笛子”的原则,因此如何选择方法以及如何评估方法的效果,成为我们所要讨论的重点问题之一;第十章定名为地震数据综合解释,前几节是在一般性解释技术讨论的基础上,突出针对地层、岩性油气藏地震数据综合解释的特点,开展了一些有实际操作意义的讨论;后几节是针对几个主要地质目标,以示范性的方式进行了介绍。既然是示范性的实例,重要的是分析问题的思路、策略、步骤和流程,而不是解释所取得的具体的地质成果。从书的体系结构出发,一开头写了个前言,最后很自然地携带了一个后记,有些问题不便在前言中给出,就当在后记中作个交代。每一章的末尾都有参考文献,并在正文引用处做了相应标注,方便读者进一步查证。有的文献在书中多章节引用,因此会在多处重复出现,但编号是以章为准安排的,保证查阅起来不会紊乱。

书中所讨论的方法与技术,都是处在快速发展之中的。今天看起来都是先进的,明天也许就变得极其平常了,后天它就有可能会遇到被淘汰的命运。因此,我们必须牢牢掌握住每项技术最具有生命力的时间段,充分发挥出它应有的价值,让它为我国石油工业的发展事业作出最大的贡献。

最后要说的是,在整个写作过程中,李庆忠院士曾给予直接或间接的帮助。他的指点,使我们受益匪浅。中国石油大学(华东)杜世通教授的研究成果及其他的著作,给了我们很大的启发,书中多处是根据他的研究成果作为基础来进行讨论的。中国石油东方地球物理勘探有限责任公司^①徐礼贵地质总监、中国石油煤成气有限责任公司温声明处长、东方地球物理勘探有限责任公司总工办袁斌副主任,曾和笔者有过一些有益的讨论,笔者从中得到很大的帮助。原石油物探局副总地质师、勘探处吕友生处长经常与笔者一起交谈,从他那里学到了不少有关地质方面的知识,受益不少。在此一一表示感谢。同时还要对给笔者提供过帮助的所有同仁表示谢意。北京东方联创地球物理技术有限公司的赵永佳女士和胡海鸥先生在文字输入方面作了大量的工作。此外,这一团队的诸多研究人员为编写工作提供了许多有益的第一手资料,并参与到本书的校对和整理之中,感谢他们的辛勤劳动。让我们和所有同仁一道,寓智慧于行动,寓伟大于平凡,寓成功于习惯,在地层、岩性油气藏地震勘探方法与技术的发展事业中共同前进;学习理论、掌握方法、开拓思路、取得突破,推动地层、岩性油气藏勘探进一步纵深发展,为我国油气工业作出更大贡献。

^① 中国石油东方地球物理勘探有限责任公司简称东方地球物理公司。

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 问题的提出	(1)
第二节 由构造勘探走向地层、岩性勘探	(2)
第三节 地层、岩性油气藏地震勘探方法的整体思路	(4)
第四节 地层、岩性油气藏地震勘探方法工作流程	(6)
第五节 地层、岩性油气藏勘探科技攻关思路	(7)
第六节 怎样得好一个三维数据体	(9)
第七节 地层、岩性油气藏地震勘探数据解释技术系列	(17)
第八节 地震数据的地质综合解释	(22)
参考文献	(31)
第二章 高精度三维地震技术	(32)
第一节 什么是高精度三维地震	(32)
第二节 三维地震进入高精度三维地震勘探技术时期	(34)
第三节 高精度地震数据采集技术	(36)
第四节 高精度三维地震数据处理技术	(44)
第五节 精细的地震数据解释技术	(61)
第六节 提高地震勘探分辨能力和地震信号的分辨率	(68)
第七节 提高三维地震勘探精度,发展相关的配套技术	(70)
第八节 采集、处理、解释技术一体化思路	(72)
参考文献	(73)
第三章 高密度空间采样技术	(75)
第一节 问题的提出	(75)
第二节 高密度空间采样技术的地球物理含义	(76)
第三节 高密度空间采样对密度的理解与认识	(80)
第四节 基于叠前偏移成像的高密度空间采样的三维观测系统设计	(84)
第五节 如何衡量空间采样密度及其均匀性	(87)
第六节 高密度空间采样地震数据处理技术	(91)
第七节 野外组合的利与弊	(97)
第八节 面元细分与激发组合叠加的拆分	(99)
第九节 正确理解大面元数据处理思路	(102)
第十节 需要研究的问题及其技术应用现状	(106)
参考文献	(114)

第四章 高精度地震数据处理技术	(115)
第一节 地震数据处理技术的特点	(115)
第二节 常规处理技术中的新理念	(117)
第三节 地震盲反褶积	(120)
第四节 地震数据多尺度反褶积	(123)
第五节 基于随机介质模型的拓频方法	(124)
第六节 混合相位反褶积	(129)
第七节 叠前偏移成像	(135)
第八节 Kirchhoff 积分法叠前深度偏移	(138)
第九节 波动方程叠前深度偏移(WEBSDM)	(144)
第十节 共聚型 CFP 叠前深度偏移方法	(148)
第十一节 逆时叠前深度偏移	(153)
参考文献	(159)
第五章 地层、岩性油气藏勘探方法与技术	(160)
第一节 油气勘探的基本特征	(160)
第二节 隐蔽油气藏勘探	(162)
第三节 地层、岩性油气藏勘探方法	(169)
第四节 地层、岩性油气藏地震勘探工作方法 with 流程	(173)
第五节 地层、岩性油气藏勘探地震数据处理与解释	(182)
第六节 地震数据常规处理与解释中的模型	(188)
第七节 地震数据地层、岩性处理解释基础	(202)
第八节 地震数据构造层序解释	(208)
第九节 转换波数据处理与解释	(212)
参考文献	(222)
第六章 地震数据反演	(224)
第一节 地震数据反演的基本类型	(225)
第二节 反演前应做些什么?	(229)
第三节 地球物理反问题中的一般性问题	(233)
第四节 地震数据反演的一般性问题	(245)
第五节 波阻抗反演技术(零炮检距数据)	(247)
第六节 AVO 分析技术	(254)
第七节 叠前数据反演	(270)
第八节 基于波动理论的地震波参数反演	(283)
第九节 井中数据与地震数据联合反演	(285)
第十节 地震反演成果的质量评估	(287)
参考文献	(290)

第七章 地震数据非线性反演算法	(292)
第一节 蒙特卡罗法	(293)
第二节 模拟退火(Simulated annealing)法	(295)
第三节 人工神经网络方法	(299)
第四节 遗传算法(GA)	(305)
第五节 共轭梯度法	(318)
第六节 牛顿法和变尺度法(拟牛顿法)	(323)
第七节 最小二乘法及广义逆算法	(326)
第八节 非线性蚁群反演算法	(333)
第九节 粒子群优化算法	(338)
第十节 认识与结论	(342)
参考文献	(347)
第八章 地震数据属性分析及其在地震数据处理与解释中的应用	(348)
第一节 地震数据特征分析	(348)
第二节 地震数据属性分析	(350)
第三节 地震数据的基本属性	(357)
第四节 地震数据谱估算	(377)
第五节 地震数据谱分解	(389)
第六节 连续时频分析方法	(398)
第七节 数据分频处理与解释	(407)
第八节 地震子波提取和子波特性和分析	(418)
第九节 地震数据的振幅、频率、相位属性	(431)
第十节 地震数据的“三瞬”属性	(435)
第十一节 地震数据的相干体属性	(446)
第十二节 地震数据的曲率属性	(456)
第十三节 地震数据的体属性	(468)
第十四节 图像处理与模式识别	(471)
第十五节 地震属性与储层参数	(479)
第十六节 多属性综合解释思路	(485)
参考文献	(491)
第九章 岩石物理、地质建模、地震模拟及其应用	(494)
第一节 岩石物理	(494)
第二节 模型的基本概念	(501)
第三节 地质建模技术	(507)
第四节 储层建模技术	(512)
第五节 储层随机建模	(519)

第六节	复杂模型的建立	(523)
第七节	地震数值模拟	(534)
第八节	三维各向同性介质声波方程数值模拟	(542)
第九节	三维各向同性介质弹性波方程数值模拟	(548)
第十节	三维各向同性介质黏弹性波方程数值模拟	(553)
	参考文献	(557)
第十章	地震数据综合解释	(559)
第一节	地震数据解释	(559)
第二节	解释技术的稳健发展	(565)
第三节	应用三维数据体完成沉积体识别、追踪、刻画解释的基本思路	(572)
第四节	层系地层学解释	(585)
第五节	储层特性预测与表征	(592)
第六节	西部地区地层、岩性油气藏的圈定与表征	(602)
第七节	河流相沉积砂体储集体解释方法与技术	(607)
第八节	碳酸盐岩储层地震数据处理与解释	(630)
第九节	火山岩油气藏地震数据解释	(663)
	参考文献	(679)
后记	(681)

第一章 概 论

前言中已经提到,我国陆上油气勘探已全面进入地层、岩性油气藏勘探时期,即勘探的主要对象,由构造油气藏转向地层、岩性油气藏。伴随着这种转变,作为地球物理勘探的主导技术:地震勘探方法与技术,也必然产生相应的变化。这种变化,一方面给地震技术的发展带来了良好的机遇,同时也向地震技术的发展提出了全方位的挑战。在这一章内,我们将从国家经济发展对油气能源的需求开始,讨论书中将要讨论的问题是如何产生的,以及解决问题的方法与步骤。

第一节 问题的提出

在我国,随着社会的进步和经济的腾飞,对油气能源的需求与日俱增,油气的勘探与开发十分令人关注。总的特点是:储量和产量的增长速度与社会需求的增长速度不相适应。为此,如何勘查到更多的储量和获得更高的产量,就成为社会进步与发展十分重要的因素。

一、供需矛盾将在一段时期内存在

表 1.1.1 和表 1.1.2 分别展示出 21 世纪前半叶我国石油、天然气需求量预测和石油、天然气供需预测,从这些数据来看,存在着供需矛盾。

表 1.1.1 21 世纪前半叶我国石油、天然气需求量预测^[1]

年 代	2010	2020	2030	2050
油气需求				
能源总量(×10 ⁸ t 标油)	15.1~15.2	18.8~20.1	22.3~25.0	28.2~35.1
油气(×10 ⁸ t 标油)	4.48	6.56	7.05	6.45
石油(×10 ⁸ t)	3.05	4.25	4.00	3.25
天然气(×10 ⁸ m ³)	1200	3000	3700	4300

表 1.1.2 21 世纪前半叶我国石油、天然气供需预测^[1]

年 代	2010	2020	2030	2050	
油气需求					
石油 (×10 ⁸ t)	需求	3.50	4.25	4.00	3.25
	供给	1.55	1.38	1.13	0.65
	供需缺口	-1.95	-2.87	-2.87	-2.60
天然气 (×10 ⁸ m ³)	需求	1200	3000	3700	4000
	供给	710	1300	1160	900
	供需缺口	-490	-1700	-2540	-3100

二、国际竞争将更加剧烈

由于勘探目标越来越复杂,难度越来越大,油气工业面临愈加剧烈的国际竞争的形势。一方面表现在争夺国际油气资源;另一方面国内油气工业也将面临跨国石油公司的有力竞争。鉴于供需矛盾和国际竞争等因素,发展中国石油工业在实施优化投资和经营管理战略的同时,必须更加积极地实施技术创新的战略,瞄准油气上下游关键技术的发展前沿,研究开发和推广应用专有的关键技术,来适应油气勘探与开发的需求,扩储增产,缓和供需矛盾;同时需要通过新技术的开发和应用,来降低成本,提高效率,增强在国际油气市场中的竞争能力和实力。

三、地层、岩性油气藏是当前油气勘探最现实的领域

据文献记载(本章参考文献[2],8~17),当前我国油气勘探主要集中在六大领域:一是前陆盆地;二是大型的古隆起;三是大面积的地层、岩性带;四是断陷盆地中的富油凹陷;五是碳酸盐岩区;六是广阔的海域。按照这种分析;一方面说明油气勘探目标类型十分复杂;另一方面也体现出地层、岩性油气藏在当前油气勘探中占有十分重要的位置。地层、岩性油气藏勘探技术,已成为保证油气工业持续发展的关键技术,其中地震勘探方法与技术起着举足轻重的作用。鉴于以上情况,当前迫切需要组织力量进行科技攻关,形成适应我国陆上油气勘探复杂条件下地层、岩性油气藏的勘探理论、方法与技术。

第二节 由构造勘探走向地层、岩性勘探

由构造勘探走向地层、岩性勘探,是油气勘探事业上的一次重要的转变,是油气勘探技术发展的必然趋势,每个油气勘探工作者,特别是地球物理勘探工作者必须自觉地适应这种潮流,必须认真学习和掌握随着这种转变而产生的新的理论、方法与技术,才能由被动变为主动,由必然王国走向自由王国。

一、勘探历史的简单回顾

中国近代石油工业起始于130余年之前。

1878年,在台湾省苗栗钻成第一口近代油井,井深约120m,日产油约750kg;1905年成立“延长石油厂”,于1907年打成我国陆上第一口油井,延1井;1938年以孙建初先生为代表的一批勘探工作者到老君庙油矿艰苦创业,1939年3月获得工业油流,拉开玉门油田20世纪70年代开发建设的序幕。新中国成立前10年,玉门油田共生产原油 52×10^4 t,占同期全国石油总产量的95%;1955年在新疆发现了储量上亿吨的克拉玛依油田;1959年9月26日,松基3井喷油,到1963年建成了大庆油田。

从以上所列的实际事件可以说明:

(1)寻找简单的大型背斜构造油气田,从已获得的实际效果分析,技术可以相对简单一些、粗糙一些。如果按当前的技术水准来衡量,也不需要太多的高新技术。例如:1955年发现的克拉玛依油田,1959年发现的大庆油田,就是利用51型24道光点地震仪发现的。

(2)20世纪60年代初,进入华北渤海湾盆地。勘探目标大多转为复杂断块油气藏,不再是大型的背斜。采用当时已有的技术,勘探上就遇到了许多难题。我们用了近20年的时间,从磁带地震仪过渡到数字地震仪,产生了多次覆盖和三维地震观测在地震勘探技术发展史上具有重大影响的两大项技术;大型计算机开始应用于地震数据处理,许多地震数据处理中心相

继成立;成套的处理解释软件和解释工作站开始得到应用。通过技术的革新,从而打开了勘探的大好局面,取得了丰硕的勘探效果。

(3)20世纪90年代我们开始进入地层、岩性油气藏,肯定地说对付复杂断块油气藏的一套方法与技术仍然十分有效,但由于勘探对象不再仅仅是地质体的几何形态,而且还需要查清地质体内部的不均质性,难度空前加大。要想获得重大突破,取得巨大的勘探效果,和当年入关华北勘探一样,不仅需要一定的时间,而且还需要技术上的革新。我们的任务一是要缩短这段时间距离;二是在技术上要有所创新从而获得重大突破。通过广大勘探工作者的共同努力,我们已取得巨大的成就,但离形势的需求还有一段距离,需要我们加倍努力地去工作。

二、从构造勘探走向地层、岩性油气藏勘探将面临多个方面的转变

当前,我们已从构造油气藏勘探进入地层、岩性油气藏勘探时期;也就是说过去以构造油气藏勘探为主,现在地层、岩性油气藏勘探将成为油气勘探的主要领域。随着勘探目标的转移,我们必须适应由此而产生的多个方面的转变:

(1)找油思路的转变。随着勘探对象的转移,我们必须产生新的勘探思路来适应这种变化。只有思路正确,后续工作才会达到预期的效果;只有思路正确,才能缩短勘探周期,提高勘探效率。

(2)研究内容的转变。在构造勘探时期,我们主要工作是要努力实现精细的构造解释;在地层、岩性勘探阶段,我们主要的工作是要实现储层解释,准确地确定各种储层参数的空间分布。

(3)研究方法的转变。例如由过去的“泥对泥、砂对砂”的简单小层对比,转向建立在等时格架基础上的层序地层学分析的地层对比方法。

(4)研究组织形式的转变。由过去的单一的研究小组独立工作,向多学科的研究团队过渡,各专业更加紧密结合在一起工作。

(5)研究手段的转变。由单一学科研究为主,向地质、物探、测井等多学科、多专业更加紧密结合的转变。

(6)管理方式的转变。由以往勘探、开发彼此独立的工作,向勘探开发一体化的油藏精细表征与评价转变。

以上各个方面的转变,是油气勘探事业发展的必然趋势和潮流,每个勘探工作者必须认真学习和掌握其发展规律,才能自觉地推动地层、岩性油气藏勘探进一步向纵深发展。

三、需要一系列实用配套技术做支撑

为了能自然地实现上述各个方面的转变,需要更为全面的更新,包括:

(1)技术更新。实现精细的三维地震技术,提高三维地震的精度;充分利用计算机技术(数据库、网络、可视化等),实现各种复杂现象的模拟。

(2)装备更新。高精度三维地震装备(万道以上的地震仪),适应海量数据量和计算量的计算机软硬件。

(3)知识更新。由单一的专业知识向多元化知识发展,包括地质、物探、测井、钻井、计算机、遥感以及天文自然地理知识等。

(4)理念更新。从宏观到局部许多理念需要更新。例如在 seismic 勘探中由叠后成像到叠前成像,就需要从理念上实现转变。

地层、岩性油气藏勘探,相对于构造勘探而言,问题更加复杂,难度更大,需要一系列实用

配套技术做支撑。当前出现的配套技术系列有：

- (1)高精度三维地震勘探技术系列；
- (2)高分辨率层序地层学分析技术系列；
- (3)地震相、测井相、沉积相“三相”联合解释技术系列；
- (4)地震储层预测与表征技术系列；
- (5)油、气、水流体性质预测技术系列；
- (6)地层、岩性圈闭综合评价技术系列等。

在这些技术系列中，岩石物理分析技术和高精度三维地震技术是其他技术的基础；精细三维构造解释技术、地质建模及地震正演模拟技术、地震数据反演技术、地震数据属性分析技术是关键技术，或者称为主流技术；储层描述与表征以及油气信息检测与综合评价技术，是目标处理技术。在应用这些技术时，我们必须强调过程的质量控制，因为每一项技术都是处于系统中的某个环节，哪一环节没有做好都会影响整个系统的效果。例如，每一个环节都做到只有90%的把握，那么 $90\% \times 90\% \times 90\% \times 90\% \times 90\% = 59\%$ ，就是一个不及格的数，我们必须力求每一个环节都要最大接近于100%，只有这样，我们才能保障整个系统的效果。

第三节 地层、岩性油气藏地震勘探方法的整体思路

地层、岩性油气藏地震勘探方法与技术的整体思路是：首先是要获得一个好的三维数据体，这是所有工作的基础；其次是要有一套科学、创新的工作思路，保障整个工作是沿着最佳的道路进行；第三是要有一套先进的、有针对性的专有技术，这是解决问题的方法与工具；最后是有科学的、有针对性的综合解释技术流程。

一、一个好的三维数据体

三维地震是地层、岩性油气藏地震勘探的基本工作方法。对于一个复杂目标，既要准确地确定其几何形态，又要描述清楚地质体内部的不均质性，没有一个合适的三维数据体是难以进行的。要想获得一个好的三维数据体，主要是要做好数据采集和数据处理两个环节的工作。当前，针对地层、岩性油气藏勘探，数据采集要注意的问题是：

(1)实现均匀、对称、连续无假频采样，是数据采集技术发展的努力目标和发展方向。采样均匀，地震成像就有了基本的保证；连续无假频采样是指在叠前偏移成像时，目的层深度范围内有效信号最大陡倾角成像算子都不会产生假频，任何噪声在成像过程中也不会产生假频的影响。

(2)基于叠前偏移成像的观测系统参数设计，改变以往单纯追求有一个好的水平叠加效果的理念。

(3)推广应用陆上的高密度空间采样技术。

最终用于解释的数据体是经过精细处理的。在构造解释中，我们追求高信噪比、同相轴的连续性和可比性，以及CMP(共中心点)叠加的质量和叠后处理方法；在地层、岩性油气藏储层解释中，我们追求数据的高信噪比、高分辨率和高保真度，以及高精度的叠前偏移成像。目的不同，选用的处理方法应有所不同，最后数据质量的评价标准也应有所不同。因此，什么是一个好的三维数据体，其评价标准应与地层、岩性油气藏勘探储层解释的需求相适应。

二、科学创新的工作思路

传统的思路是力求把一切工作做得十分精细,因此出现了三维精细构造解释流程;强调叠加质量和叠后偏移效果的评估。在地层、岩性储层解释时,应在传统思路基础上提倡技术创新,强调过程质量监控和叠前偏移成像的精度,注重实际效果。思路不同,工作流程也就有所不同,最后所得到的效果也就有所不同。

三、先进的、有针对性的成套技术系列

针对地层、岩性油气藏地震数据处理与解释的需求,我们必须形成以下有针对性的处理技术系列:

- (1)一整套的叠前数据处理方法,包括叠前压噪、振幅相对保持和高精度的叠前偏移成像方法,以及适应各种道集的处理方法;
- (2)叠后反演、AVO分析、叠前弹性参数反演(包括线性与非线性模型及其联合应用)技术系列;
- (3)地震数据属性分析技术系列;
- (4)岩石物理分析、地质建模,以及地震正演模拟技术系列。

四、科学的、有针对性的综合解释技术流程

解释的基础是岩石物理分析和地震数据构造解释成果,我们在传统的综合解释思路和工作流程的基础上,突出等时格架层序地层分析的地层对比方法,以及一整套的有针对性的特殊地质体的解释流程,如火山岩、碳酸盐岩以及河流砂体储层的解释。我们必须注重对解释成果的准确性和正确性的评估方法,并把它落实到解释工作中的每一步骤上去,实现工作过程的质量控制,仅对最终成果作评估是很难把握分寸的。

图 1.3.1 展示出地层、岩性油气藏地震勘探方法与技术的整体工作思路。

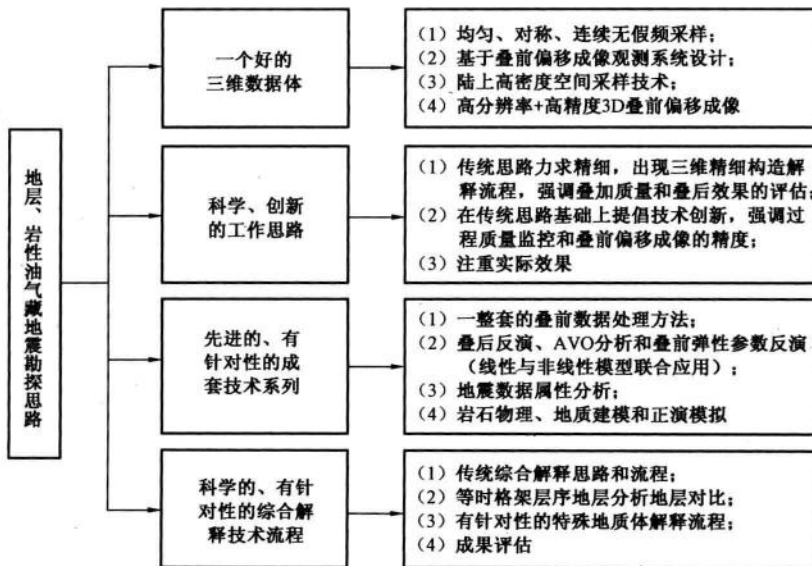


图 1.3.1 地层、岩性油气藏地震勘探方法与技术的整体工作思路

第四节 地层、岩性油气藏地震勘探方法工作流程

地层、岩性油气藏勘探应用地震勘探方法具体实施时,首先要得好一个三维数据体,包括数据采集、处理的全过程;其次是运用各种处理解释专项技术,进行处理解释;最后是地层、岩性圈闭综合解释与评价。图 1.4.1 展示的是一个简要流程,给出了实际运作时的主要工作步骤。

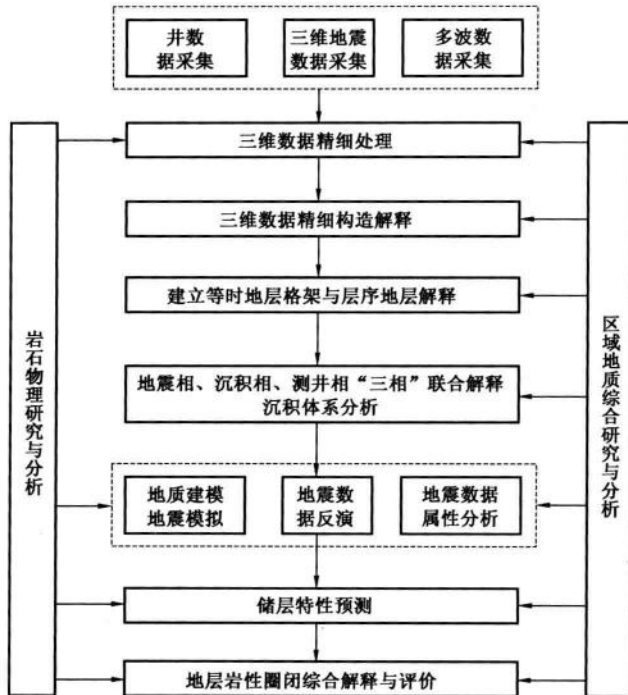


图 1.4.1 地层、岩性油气藏地震工作方法简要流程

一、综合应用多种类型的信息

我们强调了三维地震数据体是最基本的数据体,离开了它很难开展工作;但这并不说明我们不应用其他类型的数据。相反地,我们应十分重视多种类型信息的应用。例如:我们在研究介质各向异性 and 进行叠前弹性参数反演时,多波信息将会产生很大的作用;我们在进行层位对比、地震参数与储层参数联结、提高数据处理质量(井驱数据处理)时,井中地震信息(VSP)将产生巨大的作用;当我们研究地层、岩性油气藏的剩余油分布、提高采收率时,井间地震和时移地震的作用不可低估。在这里,我们讨论的是地震勘探方法,因此所有的讨论基本围绕三维地震进行,以上内容只是个别章节中提纲式的扼要介绍,具体的内容没有列入本书的讨论范围之内。

二、区域地质和岩石物理知识贯通全工作过程

整个工作过程均需要在区域地质知识和岩石物理分析知识指导下进行,而工作过程的每一步也只有与区域地质知识和岩石物理知识紧密结合才能准确无误地进行。岩石物理研究是

由地震参数转换成储层参数不可缺少的部分;建立等时地层格架,进行层序地层分析对比,以及沉积体系分析,离不开区域地质综合研究。在应用地质模式进行储层解释时,一定要注意地震信号的特征,当二者不吻合或者产生矛盾时,一定要找出产生这种现象的原因,或者能给出一个合理的解释,千万不要强硬地套用地质模式。

三、关注技术应用的技巧与工艺

每一项技术的应用要关注其技巧和工艺,注重实际的应用效果。建立全工区的等时地层格架,是为了更好地进行层序地层分析与对比,从而取代传统的“泥对泥、砂对砂”的小层对比方法;进行地震相、沉积相和测井相“三相”联合解释,是为了实现沉积体系分析,完成地层沉积过程的解释;地质建模与地震正演模拟、地震数据反演和地震属性分析,是为了建立地震参数与储层参数之间的关系,实现地震储层解释;地层、岩性圈闭的综合解释与评价,是为了保障勘探的最终效益能预期地达到和圆满的实现。我们必须从最终所获得的效果,来评估每一项技术的应用效果,要注重技术的应用技巧与工艺水平。

四、流程要充分体现实施高精度三维地震的需求

当前,实施三维地震勘探技术仍按照数据采集、处理、解释三个环节进行管理,虽然我们十分强调一体化的运作,但在制定技术规范时仍分别按三个步骤分别进行。数据采集得到的原始三维数据体,是所有通过处理演绎得到的各种各样数据体的基础,它的品质在一定程度上控制着后续处理所得到的数据体的品质及其可解释性。因此,在实施高精度三维地震时,采集是基础。与常规三维数据处理技术比较,在这里更加强调信号的分辨率和保真度。但地震信号的高分辨率和高保真度均是相对于一定的信噪比而言的,因为有效信号总是与噪声共存于数据之中。在地震数据解释中,精细构造解释是基础,它本身就隐含着精度的要求。注重应用沉积学、层序地层学中有关理念进行地层、岩性解释;综合应用剖面、切片、数据体和可视化技术,进行三维数据体的立体解释;充分利用多种类型的三维属性数据体进行综合解释,这一切都是三维数据体的真正三维解释,提高三维地震的勘探精度^[3]。所有这一切都应在实施流程中得到体现。

五、实现流程的重要因素

流程是由人来操作和具体实现的,因此人员的技术素质十分重要。技术人员要对流程中所用到的每一个模块的数学模型、物理模型以及它所能支撑解释的地质模型有所了解,并掌握流程中每一个模块的应用技巧和工艺;同时要把勘探的观念和思路结合探区的实际情况进行转变和完善,来确定处理与解释的策略和途径。一个高素质的技术人才,能把这一切都融汇在流程之中。其次,项目的管理模式和运作方式,也起着十分重要的作用。不言而喻,一体化的项目管理模式和运作方式,能保证项目的快速有效的实施,也是实现流程的重要因素。

第五节 地层、岩性油气藏勘探科技攻关思路

由构造勘探转向地层、岩性勘探,地震勘探方法与技术会遇到许多的难题,需要组织科技攻关,形成针对我国的具体地质条件,具有知识产权的配套技术系列。客观地说,在我国地层、岩性油气藏勘探仍处于起步阶段,技术储备并不充分,相关理论和技术方法有待于在不断应用和探索中发展,勘探观念和思路,需要紧密结合探区实际情况在实践中转变和完善。