

LUXIANG DUANXIAN PENDI SHAYAN CHUCENG HENGXIANG YUCE

陆相断陷盆地砂岩 储层横向预测

于建国 韩文功 王金辉 著

石油工业出版社

陆相断陷盆地砂岩储层横向预测

于建国 韩文功 王金铎 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书对东部地区典型的箕状凹陷砂岩储层进行了沉积体系和分布规律的研究,对不同区带所发育的碎屑岩储层进行了横向预测方法的介绍,并分析了预测效果。

本书可供从事石油勘探及开发的科技工作者参考,也可供有关院校相关专业师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

陆相断陷盆地砂岩储层横向预测/于建国等著.

北京:石油工业出版社,2002.3

ISBN 7-5021-3697-5

I. 陆…

II. 于…

III. 陆相-构造盆地-砂岩-储集层-横向-预测

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 010044 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

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 9 印张 220 千字 印 1—1000

2002 年 3 月北京第 1 版 2002 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3697-5/TE·2710

定价: 20.00 元

前 言

中国东部广泛发育中新生代的陆相断陷盆地，这些众多的盆地尤其是渤海湾盆地是寻找油气的有利场所。胜利油区济阳拗陷是渤海湾盆地的重要组成部分，其油气生成与沉积特征、构造及圈闭类型、油气分布规律为渤海湾复式油区的典型代表。

根据国外成熟的海相盆地勘探数据，岩性油气藏占整个储量的 30% 以上，而陆相断陷盆地多物源、快速堆积的特点，决定了岩性油气藏在资源序列中所占的比例应该更大。

胜利油田经过 40 多年的勘探，发现的隐蔽油气藏所占比例越来越高。“八五”期间，济阳拗陷的隐蔽油气藏比例为 31.2%， “九五”期间上升为 59.8%，1999 年至今，隐蔽油气藏的比例均达到了 60% 以上，而在这些隐蔽油气藏中第三系岩性油气藏又占了绝大部分。1999 年全油田所钻探的 139 口探井中有 86 口井目的层为岩性油气藏，占 61.87%。以东营凹陷为例，1995 年至今上报的探明储量中岩性油气藏的比例达到了 68%，占 2/3 以上。

由此可见，济阳拗陷第三系的油气勘探已进入了高勘探程度阶段。目前，油气藏类型基本由构造油气藏转入了岩性油气藏的勘探，而岩性油气藏的勘探较之构造油气藏具有难度大、风险高的特点，这其中储层的横向预测研究起着关键作用。

胜利油田岩性油气藏的勘探并不是一帆风顺的，它经历了由被动到主动、由偶然到必然、由痛苦到新生的一个曲折过程，这期间，有成功的经验，同样也有失败的教训。近几年来，科研人员在储层横向预测方面做了大量的工作，并在实践中初步形成了适合胜利油田地质特点的技术系列，在勘探中起到了举足轻重的作用，而且随着勘探程度的不断提高，其作用也日益突出。勘探实践证明，地质分析为基础，物探技术是手段，二者通过有机结合，可以有效地发现隐蔽油气藏，缩短发现周期，迎来储量、产量新的增长高峰期。本书是在此基础上，针对不同成因的碎屑岩分门别类地进行了横向预测技术的总结，并引用了胜利油田物探研究院集体和个人的许多成果，应该说是众多科研人员集体智慧的结晶。在此，谨向他们深表谢意。

本书对东部地区典型的箕状凹陷砂岩储层进行了沉积体系和分布规律的研究，对不同区带所发育的碎屑岩储层（主要为砂岩储层）进行了横向预测方法的介绍，并分析了预测效果。全书共分八章，第一章简要介绍了箕状凹陷的构造特点和沉积体系；第二章重点讨论了储层横向预测的地质基础和地球物理基础；第三章至第五章分别介绍了箕状盆地陡坡带、洼陷带和缓坡带的砂岩储层类型及其相应的横向预测技术；第六章对河流相砂体的储层横向预测方法进行了讨论；第七章着重介绍了除亮点和暗点以外的另一种特殊的气藏地震反射模式及其含油气性预测技术；第八章对现有的储层预测技术进行了简单的评价，并对其发展前景做了展望。

本书的作者均为胜利油田的勘探研究人员，多年来一直从事地质、地球物理的综合研究工作，具有丰富的实践经验。书中的内容全部为油田勘探中的实例，对同类盆地的砂岩储集体的横向预测有着较强的针对性和借鉴性，具有较高的参考价值。

需要指出的是，随着计算机技术的推广与应用，储层横向预测技术也将飞速发展，日新月异，因而，本书所总结的技术只是其中的一部分，并不能代表全部。同时，对新出现的一

些技术只是做了比较简单的介绍，而对某些（与地质结合不太密切）在理论上说不清楚、实践上牵强附会的数学物理方法更是排除在外。由于成书时间仓促，作者水平有限，书中定有不当甚至谬误之处，敬请读者批评指正。

目 录

第一章	陆相断陷盆地的构造特征和沉积体系·····	1
第一节	陆相断陷盆地的构造特征·····	1
第二节	陆相断陷盆地的沉积体系分布·····	1
第二章	砂岩储层横向预测基础·····	4
第一节	储层横向预测的地质基础·····	4
第二节	储层横向预测的地球物理基础·····	6
第三节	储层的标定与识别·····	19
第三章	陡坡带砂砾岩扇体的横向预测技术·····	34
第一节	砂砾岩扇体的沉积类型及特征·····	34
第二节	砂砾岩扇体的时空展布特征和成藏规律·····	43
第三节	砂砾岩扇体的横向预测技术·····	46
第四章	洼陷带浊积砂体的横向预测技术·····	55
第一节	浊积砂体的沉积类型及特征·····	55
第二节	浊积砂体的分布特点与成藏规律·····	62
第三节	浊积砂体的横向预测技术·····	63
第五章	缓坡带砂体横向预测技术·····	87
第一节	缓坡带砂体的发育特点与分布规律·····	87
第二节	缓坡带砂体的横向预测技术·····	93
第六章	河流相砂体横向预测技术·····	100
第一节	河流相砂体的类型及特点·····	100
第二节	河流相砂体的横向预测技术·····	102
第七章	气藏的地震反射模式及检测·····	113
第一节	气藏的反射模式·····	113
第二节	气藏的地震检测·····	116
第八章	储层横向预测技术的展望·····	131
第一节	全三维可视化解释和虚拟现实解释技术·····	131
第二节	高分辨率地震技术·····	134
参考文献	·····	136

第一章 陆相断陷盆地的构造特征和沉积体系

第一节 陆相断陷盆地的构造特征

中国陆相中生代断陷盆地的形成机理一直尚有争论,但专家们普遍认为,东部陆相断陷盆地是在陆壳上形成的,它们分布在西太平洋岛弧后面,与西太平洋俯冲带有一定的关系,大型断陷盆地与莫霍面呈倒影关系,大多数断陷盆地均有基性火山岩活动,热流值和地温梯度均较高。关于中国东部中生代断陷盆地的成因机制,目前比较一致的看法就是热沉降作用。即由于太平洋板块向欧亚板块俯冲以及印度板块向北挤压,造成东部地壳向东蠕散,拉张减薄,拉张作用造成软流圈上拱,盆地早期以断裂为特征,晚期因热流扩散岩石圈冷却收缩,盆地下沉,以拗陷为特征。陆相断陷盆地的拉张裂陷作用具有阶段性、旋回性的特点,是一个不连续的幕式沉降过程,这个阶段性沉降作用控制了盆地充填物的旋回性。

中国东部陆相断陷盆地为拉张型盆地,盆地内基底断裂发育,盆地均以正断层为界,盆地的演化经历了燕山期、喜山期的演化过程,具有明显的断陷—拗陷双层结构。由于盆地内部正断层的差异活动,造成了凹凸相间的盆地结构,盆地一侧为陡坡,另一侧为缓坡,中央为洼陷带,有时发育隆起带。

济阳拗陷具有古老的结晶基底。印支运动期间,在太平洋板块向北西俯冲而产生的南北向直扭应力场作用下,广泛发育了北北西和北东东向两组剪切断层(李四光称之为大义山式和泰山式断裂)。正是在这两组剪切断裂基础上开始了济阳拗陷的盆地形成和演化时期。

早燕山运动期间,郯庐断裂左行压扭作用使早期两组剪切断层在该区联合形成北凸的张扭性弧形断层。晚白垩世,由于太平洋板块的近东西向俯冲,郯庐断裂右行压扭,济阳拗陷内的一系列弧形断裂发生压扭反转,从而结束了中生代的沉积。

早第三纪以来,印度板块向中国大陆板块发生强烈俯冲碰撞,引起青藏地区地壳缩短增厚的同时,所产生的碰撞裂谷效应使济阳拗陷受到北西—南东方向的拉张作用,地幔再次隆起、岩浆喷发、地壳上部裂陷成盆。早第三纪是该区断陷盆地发育和岩浆喷发的极盛时期。在晚第三纪,随着岩石圈均衡作用和幔隆收缩,盆地断陷阶段转变为整体下沉的拗陷阶段,故沉积了平缓的上第三系。之后,太平洋板块再次俯冲、挤压,郯庐断裂发生右行压扭反转,全区以第三纪裂陷为主的演化时期结束。

济阳拗陷共包括东营、惠民、沾化和车镇等四个主要凹陷及由若干分割凹陷的凸起组成(图1-1)。拗陷中的东营凹陷整体呈北断南超的箕状格局,具有典型的东部陆相断陷盆地特点,其内部地貌单元可分为陡坡带、洼陷带和缓坡带(图1-2)。

第二节 陆相断陷盆地的沉积体系分布

凹陷内的不同区带发育了不同的沉积体系。针对我国断陷湖盆的构造、沉积等特征,许多地质学家已提出应用盆地构造—岩相综合分析的方法来分析断陷盆地(信荃麟,1987、1990)。

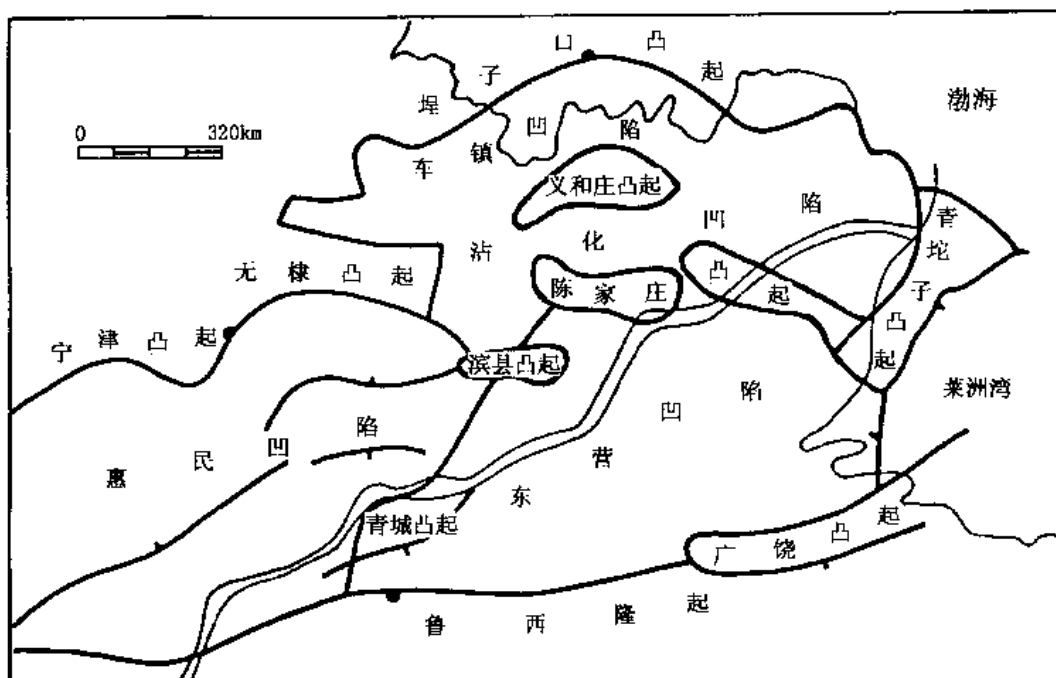


图 1-1 济阳坳陷构造略图

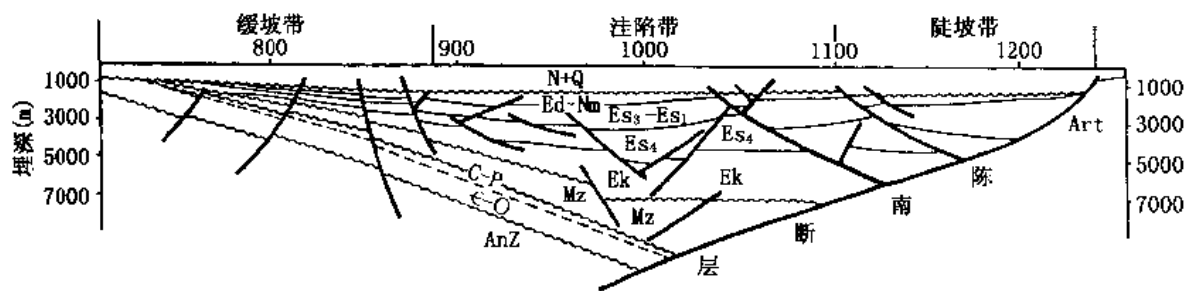


图 1-2 东营凹陷南北向地质剖面

一、陡坡构造岩相带

陡坡构造岩相带是指沿凹陷边界继承性同生断裂陡坡带分布的构造岩相组合。在济阳坳陷主要分布在东营凹陷的北部。根据斜坡带构造演化和沉积体系的组合，该类岩相带可细分为四个亚类。

1. 陡坡近岸水下扇—扇三角洲构造岩相带

该构造岩相带主要发育在湖盆断陷期的沙四、沙三期。因凹陷边界活动强烈，两盘高差较大，可促使大量陆源碎屑由洪水直接带入湖盆或部分带入湖盆，形成近岸水下扇或扇三角洲沉积。垂向上呈现向上变粗变厚的沉积序列，平面上多个扇体复合连片呈裙边状，是本区最发育的一套储集体类型。

2. 陡坡浅湖—半深湖构造岩相带

该构造岩相带发育在陡坡带断裂相对不发育地带，即地形较平缓或断裂作用不强的地区。岩性以砂泥互层为主，储集体相对不发育。

3. 陡坡半深湖—深湖构造岩相带

该构造发育在较陡地区，但物源不丰富，主要沉积的是一套细粒沉积，储集体不发育。

4. 陡坡冲积扇—冲积平原构造岩相带

该构造岩相带主要发育在断陷盆地的萎缩阶段。因陡坡边界断层活动很弱，湖盆退缩，湖水退出，河流或间歇性洪水携带碎屑进入湖盆，在斜坡带形成冲积扇或辫状河流沉积。该构造岩性带储集体较为发育，但储集性能较差，不易形成油气藏。

二、深洼构造岩相带

该类构造岩相带是指盆地的深洼陷带及其相应的沉积体系组合。主要分布在中部的利津洼陷、牛庄洼陷、民丰洼陷等，由五个亚类组成。

1. 深洼半深湖—深湖浊积扇构造岩相带

该亚类是深洼岩相带的主体相带，主要分布在牛庄洼陷与利津洼陷的沙三段下部地层中。深洼区主体由半深湖—深湖沉积的深水暗色泥岩为主，构成良好的烃源岩层。浊积岩储集体在该区广泛分布，纵向上叠合连片，极易形成岩性油气藏。

2. 深洼三角洲构造岩相带

该构造岩相带主要分布在东营凹陷的沙三段中上部和沙二段中，主体由三角洲前缘和前缘滑塌浊积砂体组成，可以构成规模较大的储集体分布，是洼陷中的最佳岩性组合，有利于油气聚集，且沉积厚度大，分布广，是最有利的油气勘探目的层。

3. 深洼扇三角洲构造岩相带

该岩相带是由陡坡发育的扇三角洲向前推移至深洼带的一部分，形成的是以扇三角洲前缘亚相为主的构造岩相组合，主要分布在洼陷靠陡坡一侧。该类岩相带具有近油源的特点，易形成较大规模的油气藏。

4. 深洼滨浅湖构造岩相带

主要分布在沙二段和沙一段中。由于该时期构造强度减弱，物源不丰富，在深洼隆起带中形成一套正常的滨浅湖沉积，常具储集性质较好的储集体存在。

5. 深洼冲积平原构造岩相带

该构造岩相带主要形成于晚第三纪，分布在广大的洼陷区，以曲流河和泛滥平原发育为特征，沉积厚度大，分布广，但储集体规模小，不易形成较大规模的油气藏。

三、缓坡构造岩相带

该相带发育在断陷盆地的缓坡地带，由缓坡和其上的沉积体系组合而成。主要分布在凹陷的南部斜坡带上，由两个构造岩相带组成。

1. 缓坡滨浅湖滩坝构造岩相带

该构造岩相带贯穿于盆地演化的始终，分布层位主要为沙四段，尽管处于沙四段湖进期，但碎屑物质的快速进积可以形成水动力条件较弱的三角洲。由于湖进的波浪对三角洲的不断淹没和改造，使三角洲前缘砂体形成围绕三角洲前缘弧形展布的滩、坝砂体。这种局部发育的滩坝砂体构成该岩相带的有利储层，其分布直接影响其油气藏的规模大小和分布。

2. 缓坡扇三角洲构造岩相带

该构造岩相带主要分布在凹陷的南部，具有良好的储集性能，与良好的构造相配合，有利于油气的聚集。

第二章 砂岩储层横向预测基础

砂岩储层横向预测技术的应用首先要基于扎实的地质基础研究与地球物理基础研究,否则,就会无的放矢,成为空中楼阁,所预测的结果也是不可信的。地质基础研究的内容包括勘探目的层的沉积体系、地层分布、构造特征、物源方向等,而地球物理基础研究有研究区平均速度的分析、地震剖面的极性判别、合成记录的精细制作、反射层位的精确标定等内容。只有在做好上述工作的基础上,所预测的各种储层结果才能在实际生产中发挥应有的作用。

第一节 储层横向预测的地质基础

层序地层学分析与地层划分对比技术

层序地层学是从沉积学和地层学两个方向对沉积盆地进行系统工程研究,这一技术提高了人们对沉积相和储层三维分布的了解和认识,成为油气勘探中的新方法和新手段。层序地层分析起源于海相地层研究,并认为全球海平面的变化(Eustasy)是控制层序形成的主要因素(P.R.Vail, 1987);盆地沉降速度、海平面升降速度和盆地沉积物的供给速度控制沉积盆地层序体几何形态;沉降速度和海平面变化共同控制沉积盆地的沉积可容空间,进而控制层序体形成规模。P.R.Vail等人曾把海平面的变化放在四大参数之首,许多学者也曾试图把这一观点引入到陆相断陷盆地的研究中,认为湖平面变化是控制陆相盆地层序发育的主控因素,但这一观点正确与否尚存在较大争议,甚至有人认为湖平面变化是陆相地层层序形成的次要因素。实际上,从沉积原理来讲,盆地沉积层序格架结构的形成和层序体的性质主要取决于沉积供应速率和可容空间变化速率的比值关系,而可容空间的变化受控于沉积基准面的升降速度和分布规模。沉积基准面在海相盆地中相当于海平面,而在湖相盆地中则相当于湖平面。当沉积物位于沉积基准面以下时,沉积物处于相对稳定状态,形成较为连续的沉积序列;当沉积物位于沉积基准面以上时,沉积物处于不稳定状态,最终将遭受剥蚀,形成规模不等的不连续的沉积组合。沉积盆地地层层序就是由这两种沉积序列组合而成。层序界面根据不整合或局部不整合而划分,一个完整的层序包括低位体系域、湖侵体系域和高位体系域三部分。

利用层序地层学的分析方法可将济阳坳陷下第三系划分为一个完整的层序:孔店组底部至沙四段下部为第一层序,沙四段中部至沙二段下亚段为第二层序,沙二段上亚段至东营组顶部为第三层序(图2-1)。

地层的对比与划分主要根据全区分布稳定的特殊岩性段作为对比标志,一般说来,这些特殊的岩性层段其沉积特征突出变形在感应曲线上。例如,在梁家楼水下扇顶部感应测井曲线上对应三个自下而上由低变高的“指形尖”分布最为稳定,是沙三中亚段顶部的划分标志(图2-2);在王家岗地区,地层在感应曲线上同样具有非常明显的特征,各砂组对比较为容易(图2-3)。

除此之外,单井相分析也是重要的技术方法。单井相分析就是通过岩性观察描述,结合

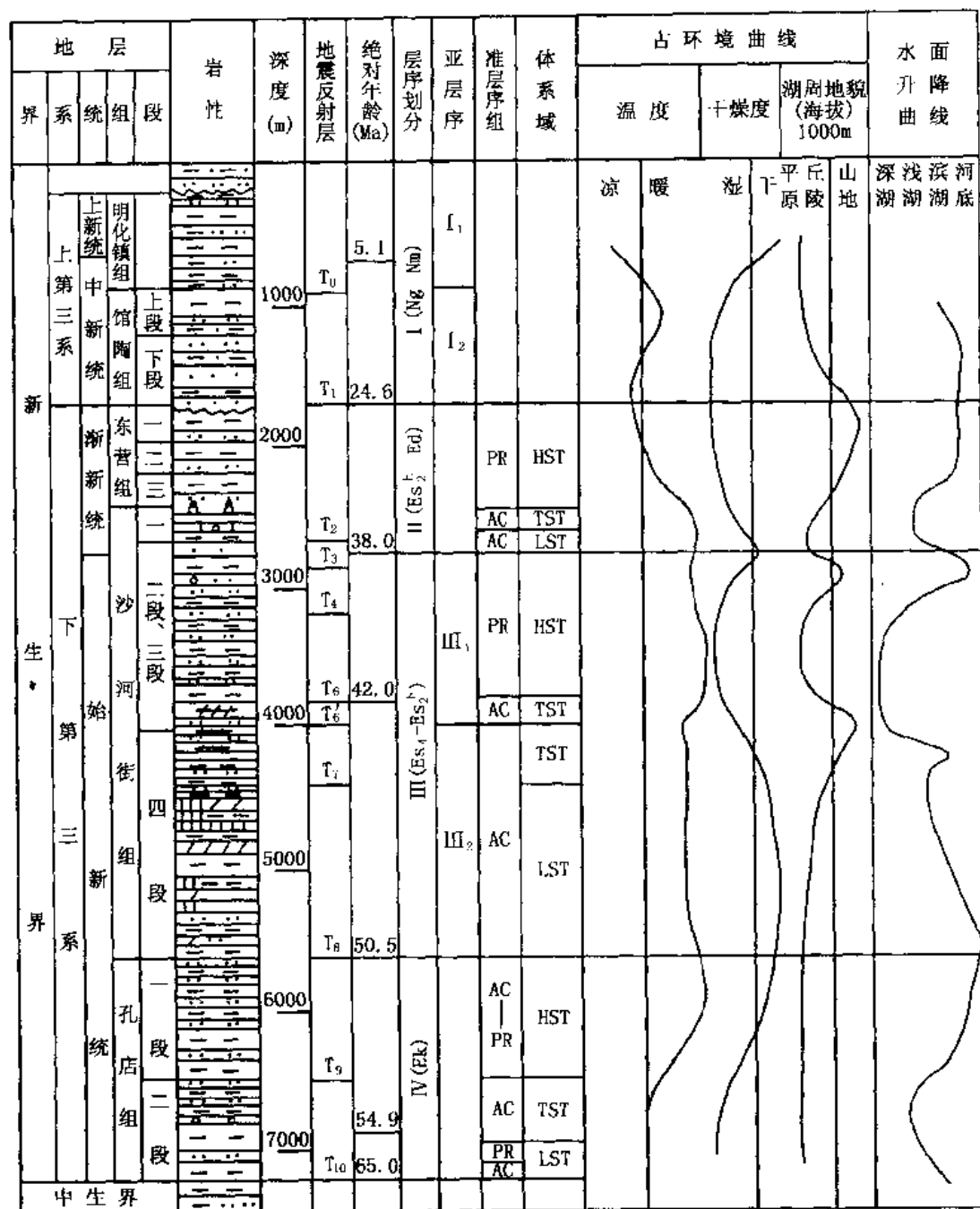


图 2-1 济阳坳陷下第三系层序划分

AC—加积准层序；PR—进积准层序；HST—高位体系域；TST—湖侵体系域；LST—低位体系域

电性特征、岩矿分析等确定沉积类型，进而划分其沉积亚相和沉积微相。

在进行单井相分析的基础上，利用典型的亚相、微相与岩性及测井曲线的对应关系，判断同一口井无取心井段的沉积相及邻井的沉积相，利用多口井的沉积相分析结果，编制剖面相图，从而清楚地分析各沉积类型在纵向上的发育特征。通过多条相剖面图的编制，并结合各组段地层等厚图、砂岩等厚图、砂岩百分含量图等的编制，作出各组段的沉积相平面图，两者结合可从三维空间上了解各沉积体系、沉积类型的发育分布状况。

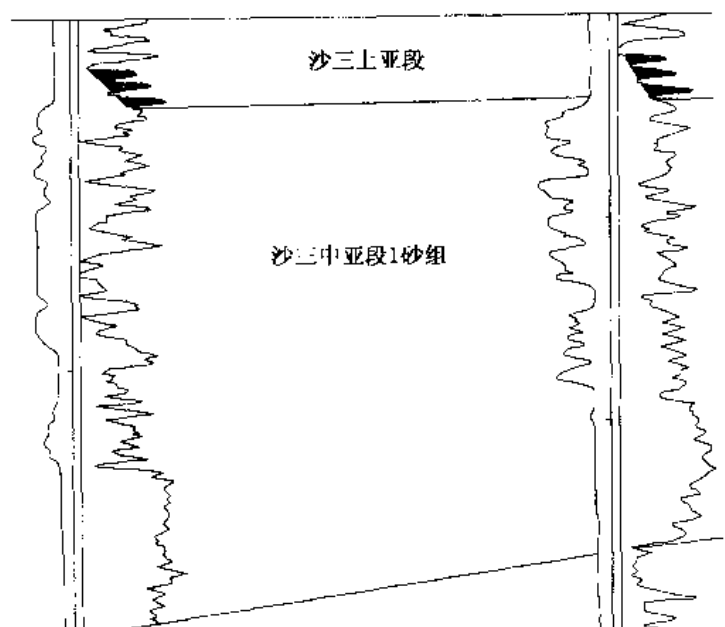


图 2-2 史南地区沙三上亚段与沙三中亚段感应曲线的划分

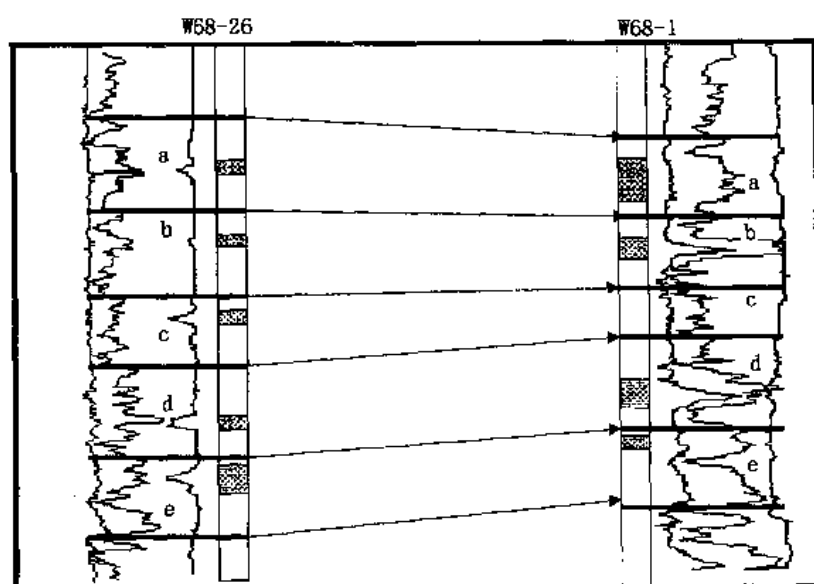


图 2-3 王家岗地区砂组对比图

如有可能，利用岩矿分析资料、矿物成分成熟度、砂岩百分含量、地层倾角测井、古地磁测试等分析物源方向，同时，进行构造发育史的研究，恢复古地形和古构造。

第二节 储层横向预测的地球物理基础

一、岩心的实验室测定

在实验室模拟地下温度、压力条件下，测定岩石样品的密度、砂岩孔隙度，并分别计算

饱含水、饱含油状态下的纵、横波速度以及计算泊松比等弹性、物性参数，同时对砂岩样品进行镜下薄片描述，包括岩石结构、构造、支撑和胶结方式、密度、矿物组成、填充物、泥质和钙质含量等内容，为速度研究、剖面极性判别、合成地震纪录制作等提供基础资料。

表 2-1 和表 2-2 分别是史南地区沙三段泥岩与浊积砂岩的实验室测定数据，其中砂岩样品还测试了在饱含水 and 饱含油两种情况下的纵、横波速度。经整理与分析得出以下结论 (图 2-4、图 2-5)：

表 2-1 史南地区沙三段泥岩的实验室测定数据表

编号	井名	深度 (m)	岩性	密度 (g/cm ³)	压力 (MPa)	温度 (℃)	饱含水		泊松比	饱含油		泊松比
							v_p (m/s)	v_s (m/s)		v_p (m/s)	v_s (m/s)	
1	史 105	3261.5	泥岩	2.55	65	112				4224	2426	0.25
					71.8	112				4261	2450	0.25
					76	112				4298	2487	0.25
2	史 105	3264.2	泥岩	2.47	65	112				4109	2369	0.25
					71.8	112				4175	2413	0.25
					76	112				4208	2447	0.24
3	史 105	3258.6	泥岩	2.30	65	112				3673	2096	0.26
					71.7	112				3747	2153	0.25
					76	112				3777	2188	0.25
4	史 105	3217.5	泥岩	2.36	65	111				3788	2193	0.25
					70.8	111				3817	2242	0.24
					76	111				3846	2262	0.24
5	史 105	3217.1	灰质泥岩	2.87	65	111				5952	2976	0.33
					70.8	111				6024	3030	0.33
					76	111				6096	3067	0.33
6	史 111	3437.2	灰质泥岩	2.50	65	118				4215	2476	0.24
					70	118				4286	2500	0.24
					75.6	118				4322	2525	0.24
7	史 111	3431.1	泥岩	2.47	65	117				4296	2454	0.25
					70	117				4342	2502	0.25
					75.5	117				4417	2540	0.25
8	史 111	3430.3	泥岩	2.59	65	117				4220	2437	0.25
					70	117				4259	2447	0.25
					75.5	117				4299	2473	0.25
9	史 111	3464.9	泥岩	2.53	65	119				4109	2446	0.25
					70	119				4259	2472	0.25
					76.4	119				4297	2497	0.26

表 2-2 史南地区沙三段油积砂岩的实验室测定数据表

编号	井名	深度 (m)	岩性	密度 (g/cm ³)	空隙度 (%)	压力 (MPa)	温度 (℃)	饱和度		泊松比	饱和度		泊松比
								v_p (m/s)	v_s (m/s)		v_p (m/s)	v_s (m/s)	
10	史 111	3258.4	灰质粉砂岩	2.61	4.14	65	112	5054	2780	0.28	5055	2876	0.26
						71.7	112	5212	2875	0.28	5159	2943	0.26
						76	112	5267	2926	0.28	5213	2979	0.25
11	史 105	3259.9	荧光灰质粉砂岩	2.50	8.37	65	112	4587	2548	0.28	4268	2472	0.25
						71.7	112	4630	2561	0.28	4343	2510	0.25
						76	112	4663	2586	0.28	4381	2548	0.24
12	史 105	3240.7	中砂岩	2.14	21.41	65	112	3967	2193	0.28	3758	2173	0.25
						71.3	112	4031	2222	0.28	3787	2202	0.24
						76	112	4064	2232	0.28	3816	2232	0.24
13	史 105	3298.8	细砂岩	2.24	19.00	65	112	4127	2249	0.29	3995	2280	0.26
						71.3	112	4196	2291	0.29	4027	2301	0.26
						76	112	4232	2312	0.29	4060	2323	0.26
14	史 105	3233.3	细砂岩	2.57	8.11	65	111	4760	2617	0.28	4715	2746	0.24
						71.1	111	4852	2687	0.28	4760	2776	0.24
						76	111	4900	2731	0.28	4806	2807	0.24
15	史 105	3242.4	中砂岩	2.35	13.51	65	112	4587	2500	0.29	4237	2488	0.24
						71.3	112	4673	2538	0.29	4310	2513	0.24
						76	112	4762	2590	0.29	4348	2551	0.24
16	史 105	3252.4	灰质粉砂岩	2.39	10.13	65	112	4854	2688	0.28	4717	2703	0.26
						71.6	112	4902	2747	0.27	4762	2732	0.25
						76	112	4950	2762	0.27	4808	2747	0.26
17	史 105	3249.0	细砂岩	2.20	17.14	65	112	4096	2303	0.27	4063	2380	0.24
						71.5	112	4131	2336	0.26	4096	2403	0.24
						76	112				4131	2426	0.24
18	史 105	3215.7	灰质粗砂岩	2.57	6.40	65	111	4762	2632	0.28	5000	2825	0.27
						70.7	111	4808	2674	0.28	5051	2841	0.27
						76	111	4901	2688	0.28	5102	2874	0.27
19	史 105	3241.6	粗砂岩	2.33	15.55	65	112	4202	2336	0.28	4032	2347	0.24
						71.3	112	4237	2347	0.28	4065	2370	0.24
						76	112	4273	2358	0.28	4098	2392	0.24
20	史 105	3232.4	细砂岩	2.49	10.86	65	111	4717	2660	0.27	4587	2618	0.26
						71.1	111	4762	2673	0.27	4630	2632	0.26
						76	111	4854	2688	0.28	4673	2660	0.26
21	史 111	3486.19	油斑含砾砂岩	2.41	12.55	65	119	4756	2574	0.29	4667	2714	0.24
						71	119				4711	2744	0.24
						76.7	119	4756	2586	0.29	4756	2759	0.24

续表

编号	井名	深度 (m)	岩性	密度 (g/cm ³)	孔隙度 (%)	压力 MPa	温度 (℃)	饱含水		泊松比	饱含油		泊松比
								v_p (m/s)	v_s (m/s)		v_p (m/s)	v_s (m/s)	
22	史 111	3460.0	油浸砂岩	2.34	12.99	65	118	4591	2514	0.29	4468	2579	0.25
						70	118				4508	2593	0.25
						76.1	118	4633	2553	0.28	4549	2606	0.26
23	史 111	3486.0	细砂岩	2.35	16.21	65	119	3815	2091	0.29	4131	2369	0.25
						71	119	3845	2109	0.28	4200	2403	0.26
						76.7	119	3874	2127	0.28	4274	2462	0.25
24	史 111	3472.6	油浸中砂岩	2.26	16.81	65	119	4165	2282	0.29	4236	2450	0.25
						71	119				4272	2474	0.25
						76.4	119	4200	2346	0.27	4309	2524	0.24
25	史 111	3217.5	含砾粗砂岩	2.27	17.79	65	119	4063	2271	0.27	3935	2282	0.25
						71	119				3998	2314	0.25
						76.7	119	4165	2303	0.28	4031	2346	0.24
26	史 111	3485.19	细砂岩	2.21	19.30	65	119	3965	2250	0.26	4163	2402	0.25
						71	119				4198	2414	0.25
						76.3	119	4029	2771	0.27	4233	2437	0.25
27	史 111	3467.90	泥质砂岩	2.68	3.08	65	117	5048	2792	0.28	4949	2872	0.25
						71	117				4998	2906	0.25
						75.4	117	5100	2808	0.28	5048	2957	0.24
28	史 111	3482.49	泥质砂岩	2.50	9.94	65	119	4586	2536	0.28	4671	2659	0.26
						71	119				4716	2673	0.26
						76.6	119	4629	2577	0.28	4761	2702	0.26
29	史 111	3491.50	油浸粉砂岩	2.35	15.84	65	119	4235	2380	0.27	4346	2499	0.25
						71	119				4384	2512	0.26
						71.8	119	4308	2414	0.28	4423	2537	0.25
30	史 111	3056.88	沙二段砂岩	2.54	8.68	60.0	106	4671	2576	0.28	4760	2716	0.26
						67.3	106	4760	2631	0.28	4806	2746	0.26
						76.0	106	4805	2658	0.28	4862	2777	0.26

①多数样品在饱含水状态下速度小于饱含水状态下速度。

②砂岩孔隙度的变化明显影响速度的变化,随孔隙度的增大速度降低,两者成直线关系。

③砂岩钙质含量多少也同样影响速度的高低,钙质含量越大,速度越高。

④随密度的增大,速度增高。

通过对史南地区史 101、史 102、史 103、史 106、史 109、史 111、史 112 共 7 口井的声波资料进行统计,对不同岩性分类对比,根据录井资料划分了粉砂岩、泥灰岩、泥岩、灰质砂岩、灰质泥岩、粉细砂岩、泥质粉砂岩 7 种不同岩性,统计了 160 个单一岩性井段,编

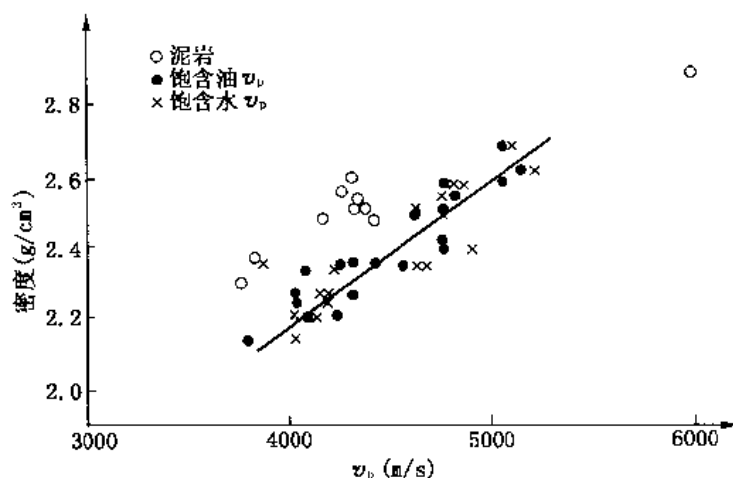


图 2-4 砂岩密度与速度的关系

制了史南地区沙三段沉积岩各类岩性声波速度统计图 (图 2-6)。

从图 2-6 中可以看出如下速度变化规律: 泥岩速度最低, 一般小于 3200m/s; 灰质泥岩和灰质砂岩速度最高, 大于 4200m/s; 砂岩介于 3200m/s 与 4200m/s 之间; 含钙泥岩速度大于 3200m/s, 与砂岩相同, 分布于同一区域; 同样, 泥灰岩、泥质粉砂岩也与砂岩速度接近, 难以区分。这样, 使得地震剖面的反射特征更加复杂, 砂体识别和描述更加困难。

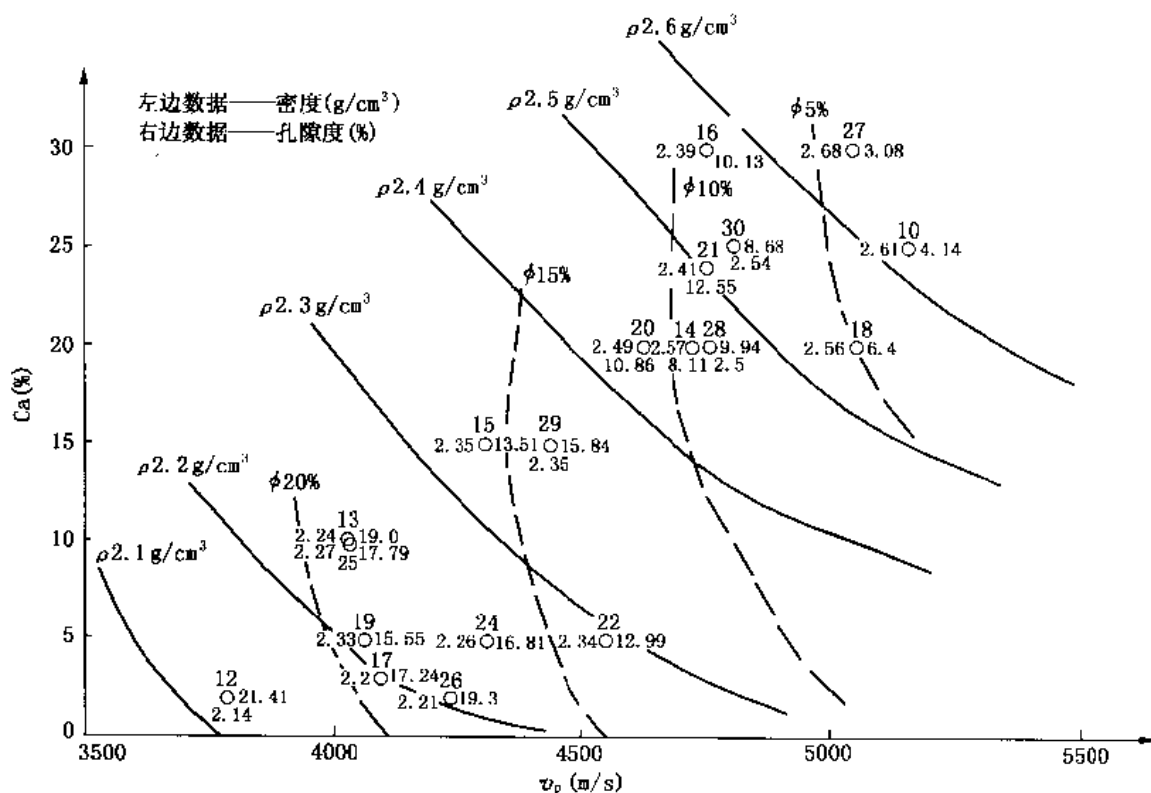


图 2-5 砂岩钙质含量、孔隙度、密度以及纵波速度的关系

根据测井资料和岩心的实验室测定分析, 可以确定砂泥岩之间的波阻抗界面, 进而判断在泥岩与砂岩、泥岩与灰质泥岩之间能否形成地震反射。为下步储层的标定与识别奠定基础。

二、地震剖面极性分析技术

在以构造油气藏为主的勘探阶段, 人们迫切解决的首要问题是构造形态、断点位置的确定, 无论剖面极性如何, 其构造高点的偏移仅仅只是波峰与波谷之间的半个相位的偏移, 对油气藏的勘探开发没有太大的影响, 所以解释人员对于地震剖面中的波峰、波谷分别代表的

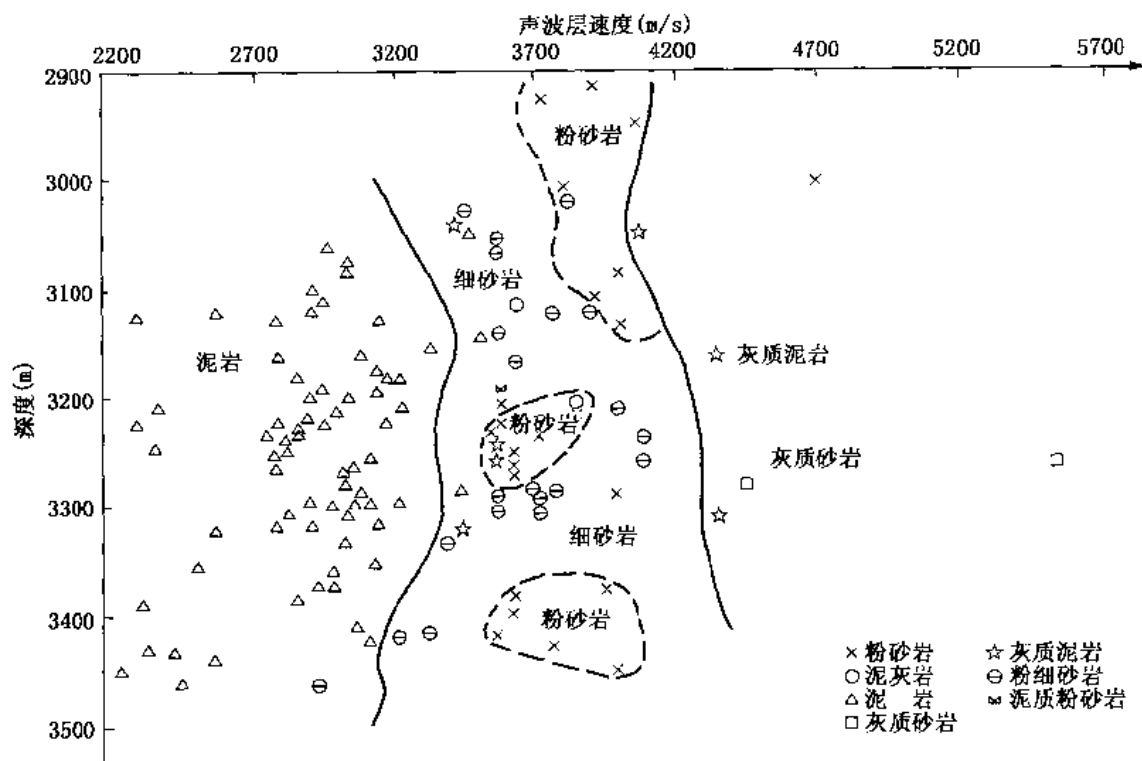


图 2-6 史南地区沙三段各类岩性声波速度统计图

地质含义无需太多的研究。而最近几年，尤其是胜利油田率先进入了大规模隐蔽岩性油气藏的勘探阶段，对于地震剖面中每个反射界面所包含的不同地层含义必须要有明确的认识，才能识别、描述砂体。以东营地区为例，在目前的地震记录上（主频为 25~30Hz），3000m 深度（2.4s）某一反射界面相临波峰与波谷的时差为 15~20ms，深度误差可达 25~35m。如此大的纵向标定误差以及由此导致的储层横向解释结果的不同，用于油气藏的勘探开发工作是难以接受的。由于地震资料冗长复杂的处理过程，其极性常常不确定，影响了岩性与地层解释的精度。因此，必须首先明确地震极面的极性。

目前有关极性比较混乱，尤其是在野外施工、资料处理的过程中。野外施工、资料处理人员对极性不作出明确的解释，一定程度上不重视极性是可以理解的。但是，对地震资料解释人员来说，接收一套新资料，首先需要搞清的是资料有关的速度和极性，所以，不管这套资料的极性经历过如何的变化，必须通过各种可以利用的手段鉴别目前资料的极性。

1975 年第 42 届 SEG 年会中规定，野外记录统一标准为：初至波向下起跳，记录数值是负的，称为 SEG “正常记录”。这里尚未涉及到地震记录内部的极性。《石油地球物理勘探》1994 年第六期韩文功发表的“地震剖面的极性”一文对极性作了较为明确的解释，并对地震剖面的极性建议规定如下：

第一，涉及地震剖面的极性一律使用正、负极性的概念，在地震资料的解释中不使用正常极性、反正常极性的概念。

第二，地震子波同样视作是有极性的，零相位子波主瓣向右跳为正极性，向左跳为负极性。

第三，在零相位地震剖面上，如果是一个较大反射系数且相对孤立的地层界面，正反射