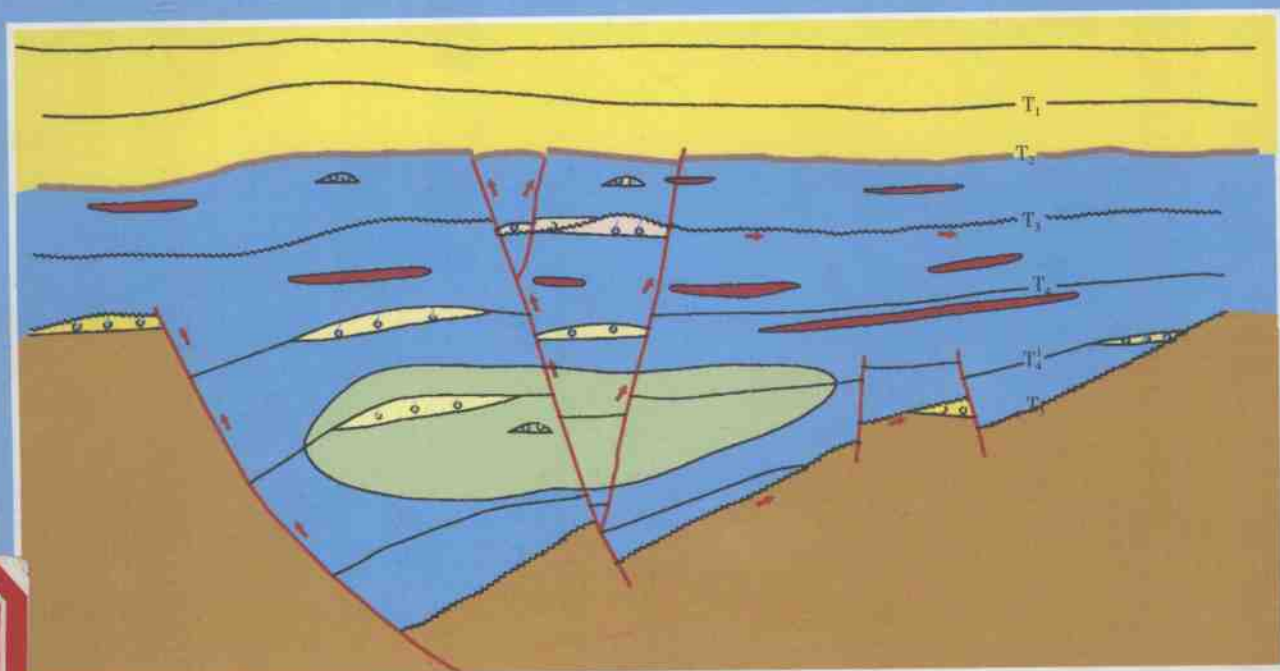


松辽盆地南部 断陷成藏体系

陈孔全 吴金才 唐黎明 等著



中国地质大学出版社

松辽盆地南部断陷成藏体系

陈孔全 吴金才 唐黎明 刘建 王琳 著
夏遵义 杨长清 刘兰兰 徐言岗 罗开平

中国地质大学出版社

内 容 简 介

本书系统、全面地论述了松辽盆地南部 J_3-K_1 断陷成藏体系的特征和油气藏的形成与分布。全书共分七章,第一章论述了断陷成藏体系形成的地质背景,并对成藏体系进一步进行了划分;第二、三章详细论述了断陷成藏体系基本地质要素的特征,如烃源岩、储层、盖层、上覆地层,并对油气特征、气源对比进行了探索;第四章主要论述了影响油气藏形成的主要地质作用,如油气的形成与演化作用、油气运移、储层孔隙演化作用、圈闭的形成作用;第五、六章,详细研究断陷成藏体系整体与不同油气区带油气充注特征、排烃方式与捕集能力,影响油气藏形成的主要事件与关键时刻,油气藏形成的特征,主要成藏方式、成藏期次,控制油气藏形成的关键地质要素与地质作用;第七章系统总结了断陷成藏体系油气富集规律。

本书可供油气勘探、油气地质科研人员和有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

松辽盆地南部断陷成藏体系/陈孔全,吴金才,唐黎明等著. —武汉:中国地质大学出版社,1999.10

ISBN 7-5625-1440-2

I. 松…

II. ①陈…②吴…③唐…

III. ①成藏体系-松辽盆地南部②断陷-松辽盆地南部

IV. P618

松辽盆地南部断陷成藏体系

陈孔全 吴金才 唐黎明 等著

责任编辑:张晓红

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路31号) 邮政编码:430074

电话:(027) 87482760 传真:87803537 E-mail: cbo @ cug. edu. cn

开本:787×1092 1/16

字数:230千字 印张:8.875

版次:1999年10月第1版

印次:1999年10月第1次印刷

印刷:新星石油公司石油地质印刷厂

印数:1—300册

ISBN 7-5625-1440-2/P514

定价:18.00元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

瞄准國際前沿
突出中國特色
為找油氣服務

王光晨

1999年8月20日

序

自从 W.G.DOW (1974) 提出的 (含油气系统) 以及 L.B.Magoon (1987, 1991) 和 G.Demasion 等 (1991) 出色的含油气系统研究成果问世以来, 受到了我国石油天然气地质勘探界同行的广泛关注。我国各大石油公司、研究院和高等院校中很多石油地质学家发表了大量文章, 介绍含油气系统这一新概念, 并结合我国含油气盆地实例论述这一问题, 极大地丰富和发展了这一新概念和从烃源岩运移到圈闭的评价新方法。

在应用和拓展这一新方法的过程中, 值得令人高兴的是以新星石油公司研究院陈孔全高级工程师为首的一批青年学者以松辽盆地南部断陷盆地为典型实例, 积极投入这方面的研究, 并以“八五”、“九五”国家重点科技成果为基础, 撰写了这本题名为《松辽盆地南部断陷成藏体系》的专著。

综观全书, 我认为该书不仅吸取了国内外“含油气系统研究”中有益的新思路, 诸如从动态和联系的观点研究所有成藏要素在时间上和空间上的相互配置关系等, 而且还根据作者在盆地分析和地球化学方面的优势, 在研究内容和方法上均有所拓宽和发展。这主要是:

1. 本书不限于研究含油气系统本身, 把含油气系统研究与研究伸展盆地的构造几何学和层序地层学结合起来。这样看起来似乎超越了含油气系统研究范围, 但实际上它推动了含油气系统的深入研究。例如在本书中作者就利用陆相层序地层学建立了断陷盆地成因地层框架, 划分出三个次级成藏体系, 从而使每一个体系成藏的特点得以深入研究。

2. 抓住含油气系统是从烃源岩到圈闭这方面研究关键, 作者采用了包裹体技术, 研究初次和二次运移, 划分运移期次和定量地分析了油气规模。

3. 作者与其他学者不同的是将含油气系统理解为成藏体系, 并且以油气地球化学分析为基础, 结合陆相层序地层学与沉积学原理, 重点分析了各成藏要素的空间配置关系, 从时空角度分层次和阶段论述了成藏体系的油气充注特征、排烃方式及捕集能力, 即空间上由断陷→成藏体系→次级成藏体系→聚油单元依次分析, 时间上从早期成藏→中期成藏→晚期成藏分级进行, 从而总结出了关键时期嫩江期末成藏体系的特征和提出了近源式、混源式和跨越式三种成藏方式。

总之, 本书观点鲜明, 主题突出, 资料翔实, 论证有力, 在理论及实践上丰富了含油气系统的内涵, 具有较高学术价值, 可供广大同行和高校师生学习和研究这一问题时参考。

陈发景

1999年8月5日

前 言

油气地质理论在适应油气地质勘探需求过程中形成并发展,又反过来指导油气勘探。不同的勘探阶段面临着不同的地质问题,形成了相应的理论、技术、方法,也形成了相应的勘探思路。随着勘探难度的增加,石油地质学家所面临的地质问题越来越复杂,油气地质理论与思维也面临着新的突破。90年代,油气地质理论研究十分活跃,新理论、新技术、新方法不断涌现,对油气地质理论产生变革性影响的是“oil system”和层序地层学。

“oil system”的概念早在20世纪60年代就有人提出,后经Perrodon, Dow, Magoon等人的深入研究,逐步发展成为一门全新的学科。“oil system”在中国有二种译法:“含油气系统”和“成油体系”,比较被石油地质学家们接受的是“含油气系统”这一译法,因为“oil system”注入了系统论的方法。从烃源岩到圈闭,“oil system”利用系统论的方法,围绕油气源、油气藏以及油气从源到藏的过程这个中心,从油气成藏要素和成藏地质作用的时空配置角度,分析盆地油气成藏特征与分布特征,进而指导油气勘探,其出发点为源,归结点为油气藏。从思路上讲,“oil system”是石油地质的一种新思维,新的研究方法,是对石油地质研究方法的创新,因而“oil system”译成“含油气系统”。从内涵上讲,“oil system”主要是在地球化学与石油地质学相结合的基础上,把油气的形成与分布归结为充注能力、排烃方式、捕集特征三个部分,并从油气成藏要素、成藏作用及其时空配置特征方面研究油气分布特征。从表述方法上讲,“oil system”通过事件图、埋藏史图、关键时刻“oil system”剖面分布图,关键时刻“oil system”平面分布图四张图来表述。“oil system”不是将石油地质学的生、储、盖、运、圈、保各因素进行简单的归纳与重复,而是在系统论方法的指导下从整体、动态、平衡的角度对基本成藏因素与成藏地质作用进行定量研究,直至三维空间的定位分析,不仅把石油地质学研究提高到了新的高度,而且使之从石油地质学中脱胎换骨成为一门全新的学科,它的最终目的是了解盆地中油气现在在三维空间上的分布特征。因此,我们将“oil system”理解为“成藏体系”。

“oil system”只提供了一种研究思路和一个基本的研究框架,给石油地质学家们提供了较大的思维空间。不同学者对“oil system”的具体研究内容有着不同的理解,采用的技术手段不尽相同。针对不同的地质条件,强调某个单一要素或某几个要素组合对“oil system”的主控作用。近年来,我们通过对松辽断陷成藏体系的研究,形成了成藏体系形成的地质背景、成藏体系主要地质要素特征及空间配置、成藏体系主要地质作用与时间匹配、成藏体系特征描述、油气藏形成与油气分布规律、油气藏的保存与破坏等方面的具体研究内容。提出了利用层序地层学构建成藏体系的框架,进行主要地质要素的空间定位描述等技术方法,强调了“油气藏”特征、形成与分布的研究是成藏体系研究的灵魂。构筑了具有中国特色的成藏体系研究框架和具体研究内容。

我国的石油地质学家在长期的勘探实践中逐步形成了富有中国特色的陆相油气地质理论,早期针对中生代盆地晚期生油、晚期成藏的特点,油气藏的形成受控于基本成藏要素的特征及其空间配置情况,形成了定四选带的勘探思路。其成藏体系的研究相对简单明了。80年代以来,通过对中国中、古生代经历过多期改造的盆地的研究,特别是多旋回叠置的

具有多源、多种成藏方式、多期生烃、多期成藏、多期改造与油气空间分布复杂的特点，形成了具有浓厚中国特色的理论和思路。从成藏体系研究思维出发，通过事件分析，把油气藏形成的时间序列（主线）和主要成藏要素的空间配置特征相结合进行研究，确定油气藏形成关键时期与主要控藏因素，把握油气藏的分布规律，从而形成勘探思路，这对我国这一类经历多期改造盆地油气地质研究与勘探有指导作用，往往能形成新的勘探思路。我们利用成藏体系研究的思路，对松辽断、拗叠置型盆地（经历了二期以上构造运动的改造）进行了有益的探索。由于学术水平有限，我们对“oil system”的理解以及分析研究过程和结论难免有所偏差。有些结论还有待实践检验。

全书共分七章，前言、第一章第三节、第五章、第六章、第七章由陈孔全编写；第一章第二节、第二章第五节、第六节、第四章第三节由唐黎明、刘建编写；第一章第一节、第二章第一、二、三、四节由吴金才编写；第三章由王琳、罗开平、夏遵义编写；第四章第一节、第四节由杨长清、刘兰兰编写；第四章第二节由徐言岗编写；全书由陈孔全统一定稿。

本书是在国家科技攻关 85-102-09-01-02 专题“松辽盆地南部天然气形成地球化学特征及气源分析”、85-102-08 项目“松辽盆地南部天然气勘探开发研究（地质部分）”、96-110-05-01-04 专题“松辽盆地南部新领域、新区带勘探前景评价”研究成果的基础上完成。因此，本书的成果可以说是集体智慧的结晶，是所有参与攻关人员的共同成果。

值此本书出版之际，我们特别感谢刘光鼎院士在百忙之中给予的指导和题词，以及陈发景教授的鼓励和作序。衷心感谢程日恒、肖海燕、张鸣、熊海河、徐国友、贺自爱、杨邦昕、赵庆吉、黄福林等高级工程师的指导和帮助。对参加研究的人员：何兴华、李学慧、张玉明、王果寿、林宗满、陈志高、刘厚仁、赵春满、刘宝安、缪学军、陈振林、骆传才、卿崇文、周维奎等表示衷心感谢。本书引用了东北石油局研究院的部分研究成果，在此表示衷心感谢。

目 录

第一章 松辽盆地南部 J_3-K_1 断陷成藏体系的地质背景	(1)
第一节 构造地质背景	(1)
第二节 J_3-K_1 断陷盆地沉积充填特征	(5)
第三节 成藏体系的划分	(16)
第二章 松辽盆地南部 J_3-K_1 断陷成藏体系基本成藏要素分析	(18)
第一节 层序地层学基本特征	(18)
第二节 松辽盆地南部 J_3-K_1 断陷成藏体系烃源岩要素分析	(28)
第三节 储集要素分析	(31)
第四节 生储盖组合要素分析	(32)
第五节 储集体的基本特征	(35)
第六节 油气藏盖层	(37)
第三章 松辽盆地南部 J_3-K_1 断陷成藏体系油源条件	(39)
第一节 松辽盆地南部天然气地球化学特征	(39)
第二节 气源分析	(42)
第三节 松辽盆地南部 J_3-K_1 断陷成藏体系烃源岩地球化学特征	(46)
第四章 松辽盆地南部断陷成藏体系的主要地质作用	(63)
第一节 松辽盆地构造活动特征	(63)
第二节 油气形成与演化史分析	(68)
第三节 成岩作用与孔隙演化	(75)
第四节 圈闭的形成与演化	(78)
第五章 松辽盆地南部 J_3-K_1 断陷成藏体系基本特征与成藏方式	(84)
第一节 油气充注能力及变化	(84)
第二节 运移排烃方式	(87)
第三节 捕集能力分析	(92)
第四节 事件分析	(93)
第五节 成藏方式	(102)
第六章 松辽盆地南部 J_3-K_1 断陷成藏体系油气藏形成与演化	(106)
第一节 初次运移	(106)
第二节 有机包裹体与油气运移和聚集	(110)
第三节 成藏期分析	(116)
第四节 负压气藏的形成与演化	(120)
第五节 油气保存条件	(123)
第七章 油气成藏规律	(128)
主要参考文献	(133)

第一章 松辽盆地南部 J₃—K₁ 断陷 成藏体系的地质背景

盆地的构造特征决定了成藏体系的基本特征。松辽盆地南部 J₃—K₁ 断陷的分割性与差异性, 不仅决定了不同断陷沉积充填的差异, 也决定了 J₃—K₁ 各断陷成藏体系之间基本地质要素, 这些要素的空间配置的差异, 导致了各断陷的油气资源潜力与油气资源类型的差异。

第一节 构造地质背景

一、断陷发育展布特征

松辽盆地是我国东部最大的断拗型内陆盆地, 面积约 25 万 km²。通常所说的松辽盆地南部主要是松辽盆地位于吉林省所管辖的地区, 其面积约 7.5 万 km²。本书中所指的松辽盆地南部主要包括中央复式断陷区、中央古隆起区及东南复式断陷区 (图 1-1)。

中央复式断陷区可细分为两家子、乾安、长岭、查干花、伏龙泉及孤店 6 个小断陷, 东南复式断陷区细分为十屋、柳条、德惠、哈拉海、社里、榆树等 6 个小断陷。我们对松辽盆地南部断陷成藏体系研究主要集中在上述断陷中, 并主要以十屋、长岭、查干花、伏龙泉、柳条、哈拉海、德惠及榆树断陷为重点研究对象, 力求以点带面。

由于东南方向的挤压作用, 东南复式断陷区中的诸断陷在平面上多以 NEE 方向展布, 中央复式断陷区因受挤压影响较小, 其中的断陷在平面上主要以南北向展布, 但各断陷发育样式各异, 有的断陷东断西超, 如伏龙泉断陷, 而有的断陷西断东

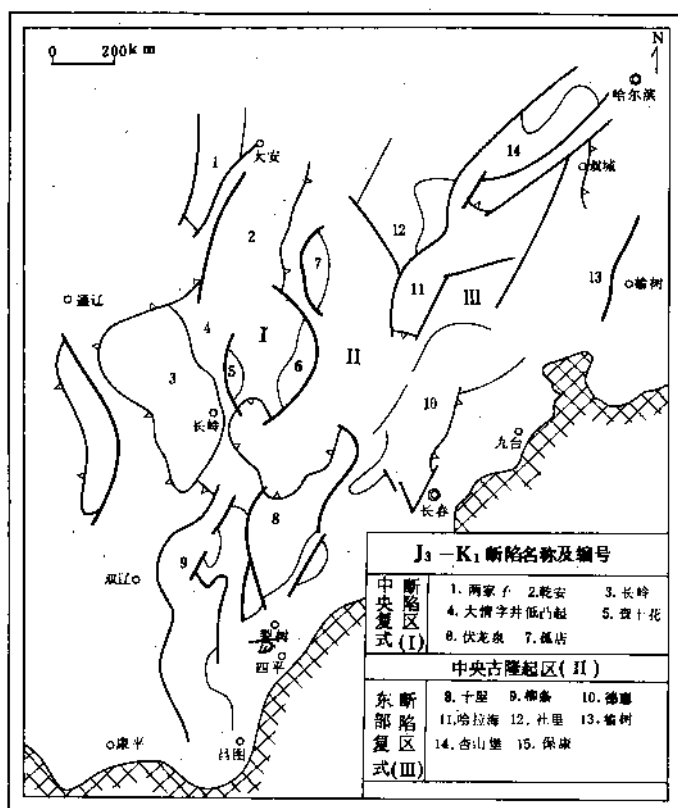


图 1-1 松辽盆地南部断陷展布图

超，如孤店断陷，表明它们的发育机制各不相同。另外，松辽盆地南部断陷彼此分隔，互不相连，其地层充填和演化也不尽相同，更说明盆地基底性质复杂。

二、断陷的断坳双重结构特征

松辽盆地为中生代盆地。盆地的发育主要经历了断陷发育和坳陷发育两个阶段，以T₃面为界，以下为断陷层，以上为坳陷层。

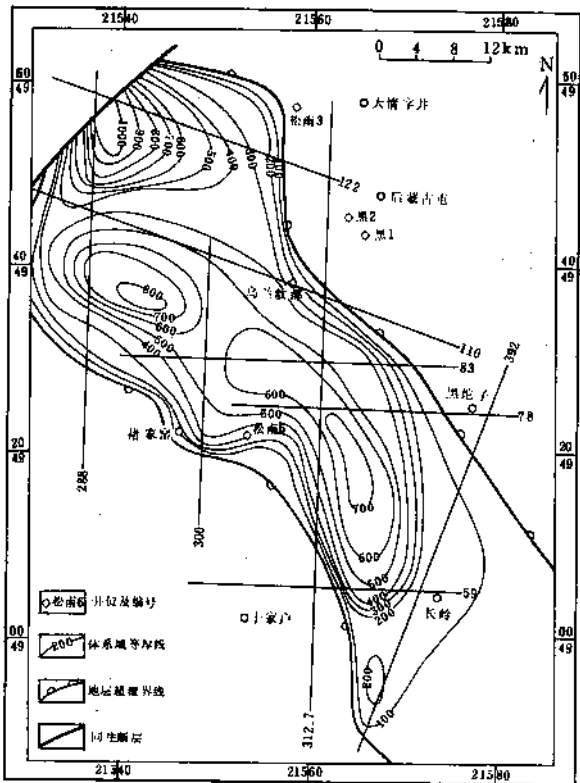


图 1-2 长岭断陷火石岭组展布图

(一) 断陷层结构特征

自晚侏罗世，由于受燕山运动的影响，松辽盆地发生了大规模的断裂活动，其结果是出现了众多的分散小断陷。断裂活动伴随着大量的火山喷发，因此，断陷早期主要是含火山碎屑的闭流型沉积，煤系发育，一般把这套地层称为火石岭组。由于断陷早期规模有限，水体范围不大，因此，这套含煤火山岩建造分布范围较小，主要集中在断陷的深凹部位或深断带一侧（图 1-2）。同样火石岭组分布范围也不大，且主要发育在长岭断陷的 NNW 向深凹之中。

随着盆地断裂活动的继续，各断陷规模越来越大，尤其是长岭断陷、十屋断陷和德惠断陷，这些断陷中沉积了大套的湖相地层，主要包括沙河子组、营城组和登娄库组。不同的断陷中地层的充填模式也不尽相同，在十屋断陷、伏龙泉断陷和孤店断陷中，沙河子组、营城组和登娄库组在剖面上均呈现楔状，靠近断层的一侧沉积地层厚度大，而远离断层的缓坡区则地层很薄甚至尖

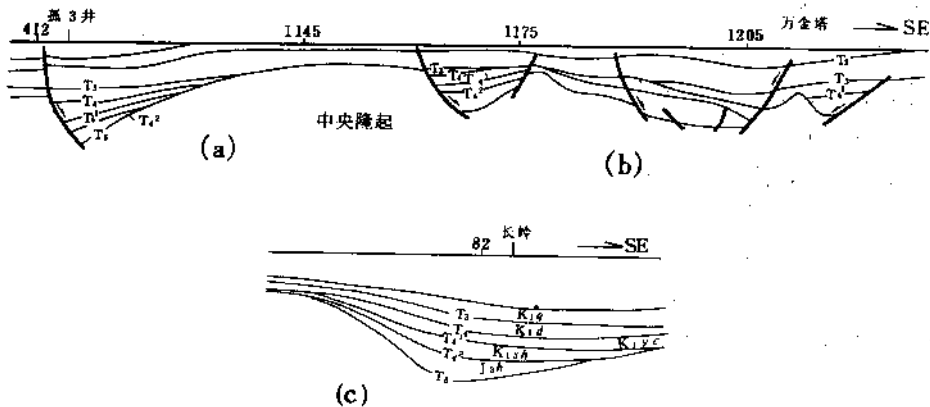


图 1-3 孤店断陷 (a)、德惠断陷 (b) 及长岭断陷 (c) 剖面结构特征

灭；形成超覆尖灭带（图 1-3（a））；德惠断陷的断陷层在断陷中央沉积厚度较小，并且缺失登娄库组，而在断陷两边，断陷层厚度逐渐增大（图 1-3（b））。另外在榆树断陷、柳条断陷也缺失登娄库组，说明在这些断陷的断陷期为火石岭—营城期。长岭断陷由于没有一个明显的控盆断裂，所发育的断层规模一般都比较小，因此，断陷层受断层控制不明显，断陷层在结构上具拗陷层特征（图 1-3（c））。

断陷层发育期间，由于构造运动几经兴衰与变更，伴随营城期末构造运动、登娄库期末构造运动，断陷层发育了多个旋回：沙河子旋回、营城旋回和登娄库旋回。整个断陷层从总的看，底部岩性较粗（火石岭组），中部岩性较细（沙河子组—营城组），上部岩性又逐渐变粗（登娄库组），呈现出一个完整的粗→细→粗旋回，因此，在把断陷层中各个小旋回当成一个层序时，整个断陷层也是一个高一级的层序。

（二）拗陷层结构特征

登娄库末构造运动在松辽盆地南部是一次非常重要的运动，它不仅结束了松辽盆地断陷盆地发育史，同时对断陷层造成极大的破坏，使得断陷层遭到强烈的剥蚀，在盆地中留下深深的印迹。登娄库末运动结束后，盆地又开始新一轮的沉降，不过本轮的沉降与前面的沉降绝然不同，先前的沉降是局部的，是各断陷控盆断裂的同生活动产生的沉降，而本轮的沉降则是全盆地范围的，是区域性的。本轮沉降的结果是使盆地进入拗陷发育期，各个断陷在平面上形成一个统一的水体，形成统一的拗陷层沉积。

拗陷层的结构特征是：地层厚度横向上相对稳定，且分布范围很广；从沉积相的角度看，有明显的环带过渡性相变特征，由盆地边缘至盆地中心依次为滨湖相、浅湖相、半深湖—深湖相，边缘岩性粗，中心岩性较细。拗陷层的另一个特征是拗陷层沉积几乎没有受到断层的控制，因为拗陷期盆地没有发育明显的同生断层，早期活动的大断层先后在拗陷期停止了活动。

尽管拗陷层的沉积环境相对统一，地层厚度在横向上也相对稳定，但是东南断陷区和中央断陷区仍有较大的差别：前者沉积速率相对较小，拗陷层沉积的厚度相对较小，在 1 000m 左右，稍厚一些的也只有 2 000m 左右；而后者沉积速率相对较大，拗陷层沉积的厚度大多在 2 000m 以上，厚度较大的长岭断陷拗陷层厚度超过 3 500m。拗陷层沉积厚度的差异给松辽盆地南部各断陷的油气勘探带来了极大的不同，从过去油气勘探的经历来看，在拗陷层沉积较薄的东南断陷区不仅要寻找拗陷层的油气，更重要的是要寻找断陷层的油气；而在拗陷层沉积较厚的中央断陷区主要是以寻找拗陷层的油气为主。断陷层的油气资源在 SN101 井钻勘以前一直是个谜。

拗陷期主要为泉头期、青山口期、姚家期、嫩江期、明水期乃至四方台期，整个拗陷期中尤以青山口期、嫩江期为拗陷期的全盛时期。从岩性看，拗陷期地层也经历了多次旋回的变化，从泉头组→青山口组→姚家组，形成了粗→细→粗的一个完整旋回，由嫩江组—明水组又形成一个细—粗旋回。整个拗陷期地层组成了泉头（粗）—青山口、嫩江（细）—明水、四方台（粗）的一个大旋回，因此，可以把整个拗陷层看成是一个区域层序。

三、断陷的几何形态特征

在松辽盆地南部几十个大大小小的断陷中，各个断陷的几何形态都不尽相同。从断陷的平面展布看，有的呈扇形，有的呈菱形，有的呈长条形；从断陷的剖面形态看，有的呈楔

形，有的呈月牙形。根据断陷的几何形态特征，断陷可分为单断式半地堑式断陷、双断式地堑式断陷和凹陷式断陷。

(一) 单断式半地堑式断陷

单断式半地堑式断陷又称箕状断陷，它是由断陷一侧的同生正断层不断地给沉积物提供可容空间，造成靠近断层一侧地层巨厚，而远离断层的一侧则逐渐演变成斜坡而形成的。箕状断陷在平面上呈扇形，剖面上呈楔形。箕状断陷通常是靠近同生断层处沉积物快速堆积，往往有水下扇或扇三角洲发育，而断陷的斜坡区沉积相对缓慢，地层很薄，甚至尖灭，形成地层超覆尖灭带，该带往往是三角洲的有利发育区带。

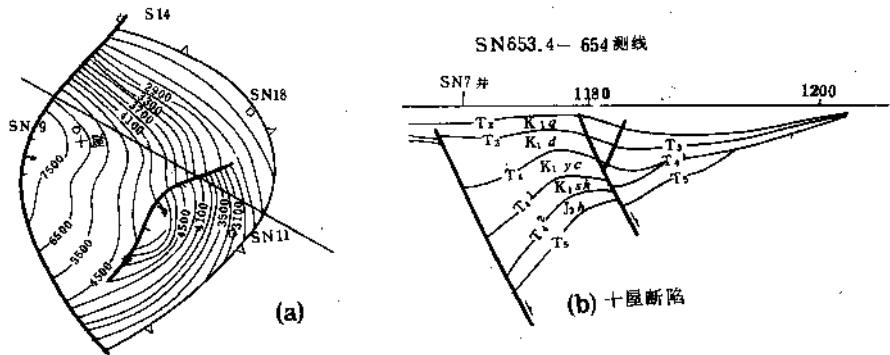


图 1-4 十屋断陷平面 (a)、剖面 (b) 图

十屋断陷、孤店断陷是比较典型的箕状断陷。十屋断陷为一西断东超的扇形断陷，断陷的西侧为桑树台大断裂，断裂的下降盘上发育了西丁家、艾家窝堡等水下扇体，断陷的东北坡发育有大型的八屋三角洲沉积体系(图 1-4)，这些大型沉积砂体是十屋油气勘探的重点。

(二) 双断式地堑式断陷

双断式地堑式断陷是由两条大致平行断层所限定的断陷，这种断陷在平面上往往呈长条状。断陷期的沉积物靠近断层的地方厚度较大，主要发育一套扇三角洲体系，而断陷的中央沉积厚度相对较小，沉积一套岩性相对较细的浅湖—半深湖相的沉积。

东南复式断陷区中的德惠断陷就是双断式地堑式断陷(图 1-5)。德惠断陷从平面展布看为 NNE 向展布的长条形断陷，断陷的西侧为农安断层，东侧为德惠断层。德惠断陷中沿农安断层和德惠断层两侧发育了一系列的扇三角洲沉积，中心部位则主要为一套浅湖相沉积，半深湖—深湖相沉积很少，这主要是由于德惠断陷为一多物源断陷，由于沉积物供应过快，其供给速率超过可容纳空间增长速率，从而限制了较深水区的发育范围。

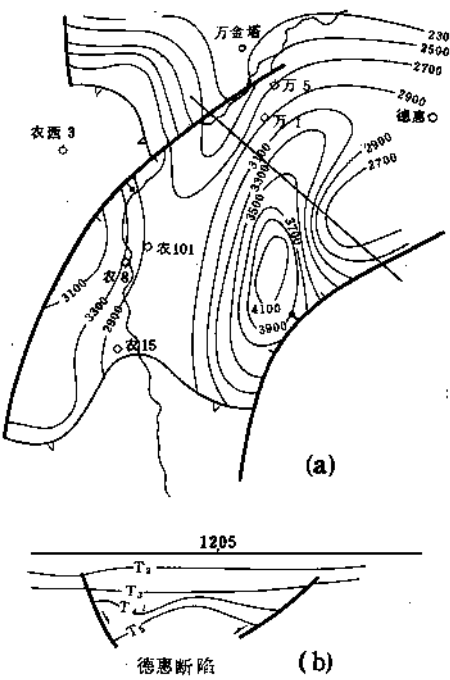


图 1-5 德惠断陷平面(a)、剖面(b)图

德惠断陷断陷期主要经历了火石岭期、沙河子期和登娄库期，火石岭期扇三角洲体系发

育,其岩性较粗,沙河子组岩性较细,营城组岩性变粗,形成了一个完整的旋回,可以作为一个巨层序,由于断陷期后期抬升,断陷中缺失登娄库组,之后进入拗陷层发育期。

(三) 凹陷式断陷

凹陷式断陷主要是指沉积虽没有受到明显的断层控制,但在盆地边缘仍然存在明显的陡坡带,这种陡坡带的存在,使得陡坡带两侧地层的厚度有较大的变化,因此,这种陡坡带的作用就相当于断层,我们仍把这种沉积称为断陷期沉积,而把这种沉积凹陷称为凹陷式断陷,长岭断陷即属这类断陷。长岭断陷中除几条 NNW 向的小断层之外,并不存在控盆边界断层,但在断陷的西南侧确存在一个坡度很大的陡坡带(图 1-6),正是由于这一陡坡带的存在,使得断陷期的沉积具有断陷层的特征,西南侧可能发育有扇三角洲断陷型沉积体系。断陷的沉降中心为一 NNW 向的长条形凹陷,凹陷最大深度达 7 500m,因此,在长岭断陷中应该发育有很好的半深湖—深湖相沉积,具有很大的油气潜力,前不久 SN101 井在长岭断陷东南部的东岭构造钻遇高产气流就是最好的佐证。

长岭断陷中主要发育有火石岭组、沙河子组、营城组、登娄库组、泉头组及上覆地层,其中登娄库组及下伏地层具断陷层特征,而泉头组及上覆地层不仅沉积范围广,而且地层横向上厚度比较稳定,是典型的拗陷层沉积。

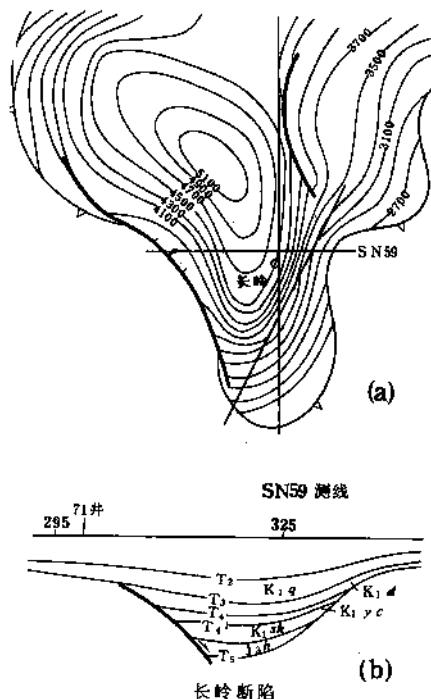


图 1-6 长岭断陷平面图(a)、剖面图(b)

第二节 J_3 — K_1 断陷盆地沉积充填特征

盆地沉积充填史分析是成藏体系研究的基础工作,因为沉积盆地既是沉积物堆积的场所,也是油气形成和聚集之所在。正如 Perrodrom (1980) 所言“没有盆地,便没有石油”

一、地层层序

松辽盆地南部 J_3 — K_1 地层广泛发育,主要分布在乾安断陷、长岭断陷、伏龙泉—孤店断陷、杜里断陷、德惠断陷、十屋断陷、柳条断陷、哈拉海断陷等地区。由火石岭组 (J_3h)、沙河子组 (K_1sh)、营城组 (K_1yc) 和登娄库组 (K_1d)、泉头组 (K_1q) 构成。

火石岭组:在各断陷中均有分布,厚度不一,一般厚 800~1 200m,最厚在梨树断陷达 2 000m。目前仅十屋断陷、柳条断陷、长岭断陷有钻井揭露。岩性有两种类型:一类由中性、中基性及部分酸性火山岩、火山碎屑岩构成,另一类是以陆源碎屑沉积为特征,为深灰、灰黑色泥岩与浅灰色砂岩、砂砾岩互层夹煤层。

营城—沙河子组:分布范围较广,其厚度一般在 1 000~1 500m,最厚在十屋断陷,达 4 500m。营城组岩性为深灰、灰黑色泥岩及浅灰色细—中粒砂岩夹玄武岩、凝灰岩、凝灰质砂岩及煤线。沙河子组岩性为深灰、灰黑色泥岩与浅灰、灰绿色粉砂、细砂岩互层夹砂砾岩

及煤线。

登娄库组：分布在大安、长岭、社里、十屋等地，厚度一般为 600~800m，最厚在梨树地区，约 2 200m，在大安—长岭一带为暗紫色、深灰色泥岩，粉、细砂岩，上部以泥岩为主，下部砂泥岩互层；社里地区上部为棕红色、紫红色砂岩，泥岩等，下部为灰色、浅灰棕色、灰绿色粉砂岩，粉砂质泥岩及泥质粉砂岩，梨树地区为深灰、灰黑色泥岩与浅灰、灰绿色粉、细砂岩，中粒砂岩互层夹含砾粗砂岩。

泉头组：在全区广泛分布，其厚度一般在 800~1 500m，其岩性主要为一套棕红、紫红及暗紫红色块状泥岩与灰白、灰绿色粉砂岩、细砂岩及粗粉砂岩互层。纵向上显示粗—细—粗旋回，颜色由下向上逐渐由浅变暗。

二、盆地充填模式

松辽盆地早期充填（断陷）阶段为分散性断陷，岩相以火山喷发相为主间有湖泊沼泽相及冲积扇相。盆地构造样式为地堑式、半地堑式。断陷作用的发展，部分断陷群逐步连片统一，进而发育成浅湖、半深湖—深湖为主，伴有水下扇、扇三角洲。盆地样式出现了复合式断陷。盆地样式对盆地充填序列及地层格架起控制作用。按其构造样式将其划分出三种沉积充填模式。

（一）半地堑式断陷（箕状断陷）

箕状断陷在松南地区最为发育，如十屋断陷、伏龙泉断陷、孤店断陷、社里断陷、柳条断陷等。其特征是：盆地受同生断裂控制，在盆地一侧发育一条或二条同生断裂。沿该断裂，盆地基底强烈下沉形成陡坡带，是盆地最为活跃的地带。沿断裂附近呈裙带状快速堆积了扇三角洲、水下扇等粗碎屑沉积物。在盆地另一侧基底翘起，构成稳定的斜坡带，水体变浅，沉积物变薄、变粗，沉积相由深湖、半深湖向浅湖、滨浅湖、三角洲过渡。陡坡带与斜坡带之间为深坳区，以深湖—半深湖沉积为主，伴有深水重力流沉积。松南地区箕状断陷发育规模大小不等，发育时间长，裂隙规模一般较大。下面以十屋断陷为例来说明半地堑式断陷的沉积充填特征（图 1-7）。

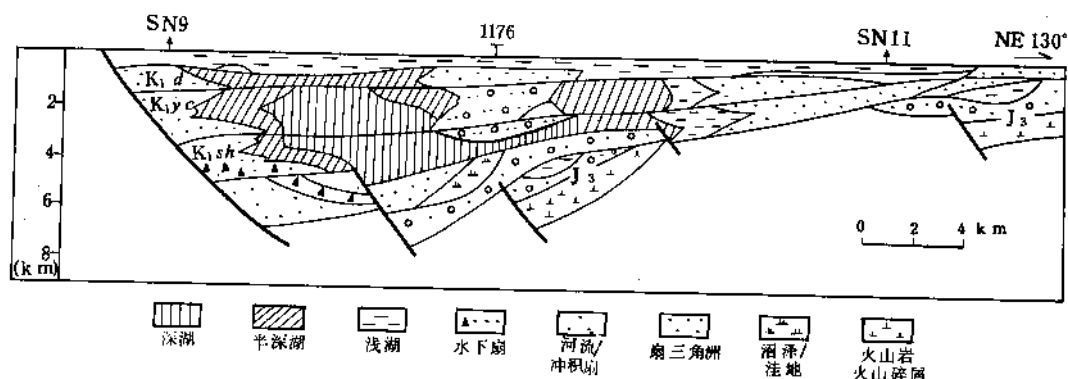


图 1-7 半地堑式断陷沉积充填模式（十屋断陷）

十屋断陷是松南地区规模最大的箕状断陷，最大沉积厚度近 7 000m；地层发育齐全。根据地震波组特征：十屋断陷可划分出 4 个地震层序（I、II、III、IV）。层序 I 由 T_3 和 T_4^2 反射波组框定，相当于层序地层学所划分的超层序 I 中的低水位体系域（LST），分布局限于

深断陷区内，由砂砾岩为主的冲积扇—洪泛平原等低水位沉积物组成。层序Ⅱ局部不整合于层序Ⅰ之上，明显向缓坡区超覆，形成湖泊及三角洲沉积体系，系湖盆扩张期的产物。层序Ⅲ的沉积面貌与层序Ⅱ类似，但湖盆面积有所扩大，水深略有减小，形成了半深湖—滨浅湖—三角洲为主体的沉积组合，为高水位期的沉积。层序Ⅳ（ T_4 — T_3 ）是断陷的最后阶段，时间跨度略大，沉积仍受断层控制，但仅在局部地区沉积，沉积体系以河流—三角洲体系为主。

（二）地堑式断陷

此类断陷控盆断裂发育于盆地的两侧，两翼均呈陡坡带，断层外侧即基岩剥蚀区，其内侧扇三角洲较发育。

地堑式断陷依其断裂活动时间的同步性及活动强度的强弱可进一步划分为对称式地堑断陷、不对称式地堑断陷。

（1）对称式地堑断陷：控盆断裂的活动时间、强度、倾角基本一致。断陷两翼对称，如大安断陷。

（2）不对称式地堑断陷：控盆断裂活动时间、强度、倾角不一致性，表现为地堑不对称性。此种断陷基本呈倾斜式，两翼地层发育也不同，如乾安地堑式断陷。

地堑式断陷的沉积相序为在断裂内侧陡带发育了厚度较大的冲积扇、扇三角洲或水下扇等粗碎屑沉积物，向盆地中心相变为半深湖、深湖相，并在扇的前缘或湖盆中心地区常伴有浊积岩沉积物（图1-8）。

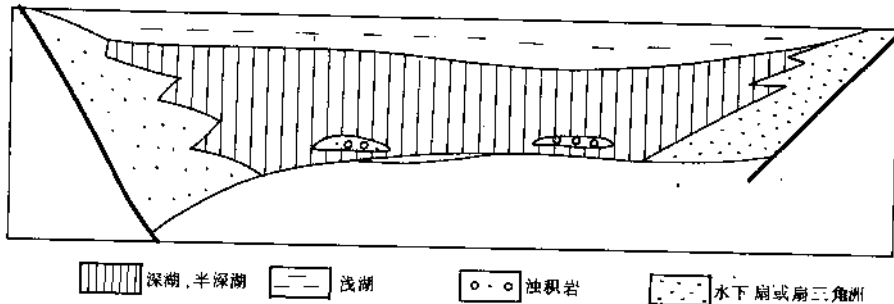


图1-8 地堑式断陷沉积充填模式示意图

（三）复合式断陷

沉积被低凸起分割，晚期沉积又连成一片。复合式断陷的成因有两类，一类是多期断陷重叠，如德惠、中央等复合式断陷；另一类是由两条断裂控制形成的复合式断陷。早期表现为地堑，晚期一侧断裂停止活动。形成地堑、半地堑复合式，如哈拉海断裂与柳条断陷的北部。下面以德惠断陷为例说明复合式断陷的沉积充填特征（图1-9）。

德惠断陷早期为半地堑式断陷，受德惠断层控制，而后期沉积受两条断层控制，即东侧的德惠断层和西侧的农安断层控制，德惠断陷的地层格架发育完整，根据地震波组特征及钻井的区域地层对比可确定4个地层层序单元（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ）。

层序Ⅰ相当于火石岭组，为半地堑式断陷沉积，靠近盆缘（德惠断层一侧）以冲积扇和扇三角洲沉积为主；另一侧则以小型三角洲和滨浅湖沉积为主。层序Ⅱ、Ⅲ为复合式断陷沉积，沉积充填具对称性，两翼断层的陡坡带发育扇三角洲，断陷中央发育滨浅湖—半深湖沉

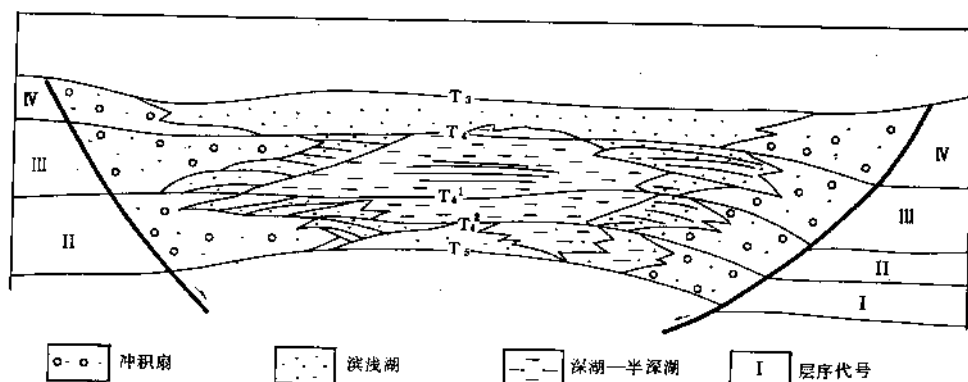


图 1-9 复合式断陷沉积充填模式（德惠断陷）示意图

积。层序IV相当于登娄库组，由于断层活动减缓或停止，沉积充填主要为冲积扇和洪泛平原。因受后期构造抬升的影响，地层剥蚀造成地层保存不全或缺失。

三、地震层序

“地震层序就是在地震剖面上识别出来的一套沉积层序”（Mitchum, 1977）。划分地震层序就是建立地震反射与地层层位的对应关系。其划分的基本依据是地震反射界面代表等时剖面。具体划分是依据地层不整合、地震反射终止特征（上超、下超、顶超、削截）等，据此，可将松南地区断陷层划分出4个地震层序（I、II、III、IV），经钻井证实分别与火石岭组、沙河子组、营城组、登娄库组对应，它们之间以不整合面或相应的整合面为界，4个地震层序顶、底界面确定和追踪对比主要依据的标准反射界面是 T_3 ， T_4^2 ， T_4^1 ， T_4 。现将其反射特征概述如下。

T_3 ：相当于 J_3-K_1 断陷盆地的基底面（火石岭组底面）的反射，特征较明显。在盆地边缘缺乏火石岭组， T_3 由两个强相位组成，连续性好，易追踪，在断陷中央地区， T_3 反射品质较差，干涉现象严重，其下底有许多回转波、绕射波等干扰波。德惠断陷可能受火山岩的影响，反射较弱，连续性差。

T_4^2 ：相当于火石岭组顶面反射，由几个断续相位组成，连续性差，断陷中心地带为整一反射，边缘具削截特征，底界面具上超，之下为一组蚯蚓状、叠瓦状、乱岗状之疏密不均的反射带，是一套容易追踪和识别的标准反射层。

T_4^1 ：相当于沙河子组顶面反射，能量较强，由2~3个断续波组成，上覆为弱反射带，之下为强能量的密集反射带，斜坡地带具明显的上超和削截。 T_4^1 可以连续追踪，为区域性的标准反射层。

T_4 ：相当于营城组顶面反射，由2~3个相位组成，连续性差，反射强度中等，其上为一稀疏带，之下为弱反射带，但其上下各有一组强反射可作追踪标志。斜坡边缘具明显的上超和削截特征。

T_3 ：相当于登娄库组顶部不整合面反射，由两个较强相位组成，能量中等，连续性较差，反射特征不太明显，品质一般。在十屋、德惠、柳条等断陷可见削截和上超特征。

四、沉积体系及其展布规律

沉积体系实际上就是等时地层单元中的岩性地质体，在划分地层层序基础上，便可对特定

层序内沉积体系进行研究。在综合地震相、测井相、露头资料的基础上,结合古地理、水动力条件、岩石学特征、沉积构造特征,可将松南地区断陷期的沉积体系归纳总结为5种类型:冲积扇体系、河流—三角洲沉积体系、水下扇沉积体系、扇三角洲沉积体系、湖泊沉积体系。

(一) 冲积扇体系

冲积扇是山间河流在山麓坡脚处形成的由砾、砂、泥混杂堆积的扇形堆积体,常分布于湖盆陡岸一侧。冲积扇可划分扇根、扇中、扇端三个亚相带。

松南地区钻井钻遇的冲积扇不多,大多数冲积扇根据地震相解释确定。其地震反射特征主要表现为楔状前积,楔状乱岗—前积及丘状乱岗反射,振幅强弱多变,连续性中一差。冲积扇多形成于断陷早期,即火石岭组及沙河子组早期,它们主要分布于控盆断裂上盘或盆地边缘陡坡带。扇体规模不大,分布面积一般不超过 100 km²,沉积厚度大约在数十米至数百米之间。其岩性主要为粗粒杂乱的砾岩和砂砾岩。冲积扇主要由扇中辫状河构成,而扇根泥石流部分发育。辫状河沉积多具有向上变细的正粒序。在每一沉积旋回的顶部则发育辫状河冲积平原沉积的细粒物质及扇前洼地沼泽形成的灰黑色含碳质泥岩及薄煤层。具有代表性的

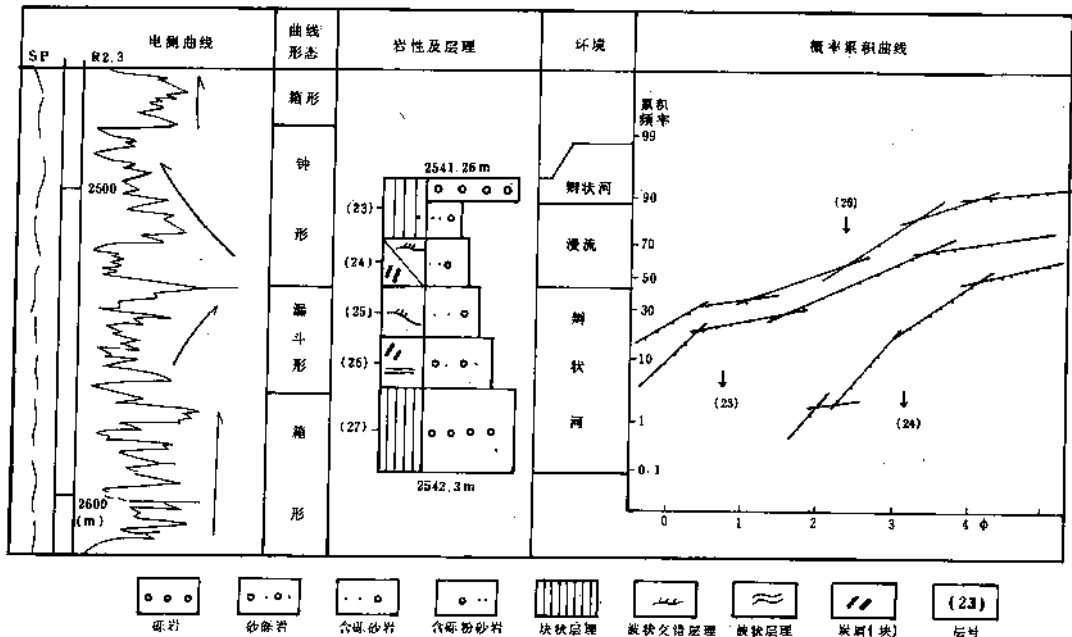


图 1-10 SN26 井沙河子组冲积扇(辫状河)沉积剖面

剖面为 SN26 井(图 1-10),沉积相为冲积扇(辫状河)夹扇前沼泽沉积,概率累积曲线呈多段式,斜率低平,各总体分异性极差,代表急流性沉积。

(二) 河流—三角洲沉积体系

松南地区河流—三角洲沉积体系较为发育,是断陷晚期的主要沉积体系。据其沉积特征可识别出辫状河、曲流河及三角洲 3 种沉积相类型。

1. 辫状河沉积相

辫状河沉积相多分布断陷盆地的斜坡地带,为一套氧化环境下形成的红色陆相碎屑沉积。从平面上看,河道呈辫状分布,河道砂坝众多,其中砂砾岩含量占 60% 以上,剖面砂