

YILANMEITIAN DALIANHE KUANGQU
YOUYEFAN XINGZHI CHENGYIN
YU ZIYUAN. QIANLI



依兰煤田达连河矿区 油页岩性质成因与资源潜力

刘志逊 黄文辉 张家强 王德杰等◎著

地质出版社

依兰煤田达连河矿区 油页岩性质成因与资源潜力

刘志逊 黄文辉 张家强 王德杰 著
陈河替 郝鑫萍 房习春 杨贺平

地质出版社

·北京·

内 容 简 介

本书系统研究了依兰煤田达连河矿区油页岩成矿地质背景、沉积环境、有机岩石、有机地球化学、元素地球化学特征,评价了矿区油页岩工艺性质并提出综合利用途径。在对达连河矿区油页岩成矿特征及成矿演化进行深入研究基础上,首次提出了“油页岩成藏富集带”、“油页岩富集中心”、“油页岩富油带”概念及断陷型盆地油页岩成藏三种类型,总结了油页岩成藏规律、富集带与富油带分布规律,建立了矿区油页岩两种成矿模式,综合评价了矿区油页岩资源潜力并指出找矿方向。

本书可供从事油页岩地质勘探开发的地质工作者,以及煤田地质、油气勘探开发相关专业的高校师生参考和使用。

图书在版编目(CIP)数据

依兰煤田达连河矿区油页岩性质成因与资源潜力 /
刘志逊等著. —北京:地质出版社, 2011. 6
ISBN 978 - 7 - 116 - 07237 - 4

I. ①依… II. ①刘… III. ①油页岩—岩石性质—研究—哈尔滨市②油页岩—成矿规律—研究—哈尔滨市③油页岩资源—资源潜力—研究—哈尔滨市 IV. ①
P618. 12②TE155

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 106346 号

责任编辑:卢晓熙 陈 磊 郑长胜

责任校对:杜 悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324501 (编辑部)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82324340

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:787mm × 1092mm 1/16

印 张:7.75

字 数:180 千字

版 次:2011 年 6 月北京第 1 版

印 次:2011 年 6 月北京第 1 次印刷

审 图 号:GS (2011) 2 号

定 价:25.00 元

书 号:ISBN 978 - 7 - 116 - 07237 - 4

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前言

QIAN YAN

黑龙江省依兰煤田达连河矿区为国家确认的煤炭资源危机矿山，也是哈尔滨气化厂原料供应基地。随着煤矿生产的发展，剥离出的油页岩已堆成平均高度 60m，面积达 6km^2 的矸石山。由于矿区油页岩富含油，易自燃，矸石山每年四季冒烟，严重污染周围环境。由于近年来对油页岩资源缺乏深入研究，现有资源始终没有得到综合利用，不仅浪费资源，也污染了环境。因此，对达连河矿区油页岩特性与地质成因进行研究，将会促进依兰煤田范围内油页岩研究工作的开展，为油页岩高效洁净、经济合理的利用奠定基础研究工作，对促进依兰煤田发挥资源优势，发展油页岩工业，提高资源利用程度，减轻环境污染，加快危机矿山转产解困，均具有重要指导意义和实际应用价值。

达连河矿区位于依伊地堑方正断陷二级构造斜坡带，为断陷盆地，含矿地层为古近系始新统达连河组，油页岩矿层与煤层共生，且具有一定工业价值，是该区沉积建造的显著特征。油页岩富集层位主要有两个：煤层群内油页岩层和煤层群顶板油页岩层。煤层群内油页岩层薄油富，与山东黄县组煤层群内油页岩层富油相似。达连河矿区煤层群顶板油页岩层厚油贫，与辽宁抚顺古近系始新统古城子组煤层顶板巨厚油页岩层下部富油可对比。三处油页岩成矿地质特征既相似又不同，尤以达连河矿区兼有两者特征，具有典型意义。通过对达连河矿区构造特征、沉积特点研究，分析构造、沉积环境对油页岩成矿、富集带的控制作用，研究油页岩组成、性质特征、资源分布、地质成因及相互间成因联系，搞清油页岩成藏规律，建立油页岩成矿模式，探索建立一套适合这类地区的油页岩研究和资源潜力评价方法，对促进和发展我国非常规能源研究和资源评价理论具有十分重要意义。

本书运用盆地分析、层序地层学、沉积学、地球化学、有机岩石学、古生物学、工业评价等理论和技术方法，结合区域地质、岩心、测井等资料，围绕解决和研究科学问题为核心，多方面研究评价了矿区油页岩性质特征、成因及资源潜力；研究建立了矿区层序地层格架，并对层序体系域与沉积体系展布规律进行了研究，发现并证实了上煤层顶板存在油页岩密集段；研究表明，矿区油页岩生烃母质主要来自陆源高等植物，兼有藻类、细菌等低等生源输入的混合生源，大部分有机质来自泥炭沼泽；综合评价认为，矿区油页岩为好烃源岩，有机质处于未成熟—成熟阶段，中—下煤层间油页岩层有机质丰度高，有机质类型主要为Ⅰ型、Ⅱ₁型，为弱氧化—弱还原、淡水湖沼相沉积，油页岩段有机质类型主要为Ⅱ₁型、Ⅱ₂型，淡水—微咸水深湖相环境；地球化学特征研究显示，矿区不同层位油页岩稀土元素分

布模式相似, LREE 相对富集, HREE 相对亏损, 以球粒陨石为标准, 均显示出 Eu 负异常, δCe 异常不明显, 矿区不同层位油页岩微量元素均未达到工业品位。

研究证实了始新世全球气候变冷过程在本区发生过, 首次发现了油页岩段沉积时期古气候波动性很强, 曾交替出现偏热与偏冷气候现象, 影响油页岩含油率。

研究认为, 矿区中-下煤层间油页岩适合低温干馏炼油, 可作低热值燃料; 油页岩段, 目前尚不能干馏提油, 但上煤层顶板密集段油页岩可以考虑作为低热值燃料。矿区油页岩灰渣适合作建筑材料、生产水泥的粘土质原料。油页岩段适合制备耐火粘土材料或高岭土, 但中-下煤层间油页岩层铁质偏高, 需有效除去铁质; 矿区油页岩综合开发适宜采用炼油—化工—热电—建材联合生产途径。

研究提出了“油页岩成藏富集带”、“油页岩富集中心”、“油页岩富油带”概念, 发现并研究了矿区内中-下煤层间油页岩成藏富集带与富油带分布规律, 提出了断陷型盆地三种类型油页岩成藏, 即古地貌型油页岩成藏、沉积密集段型油页岩成藏和气候型油页岩成藏, 建立了矿区油页岩两种成矿模式。探讨和总结了矿区油页岩成藏规律, 综合评价了矿区资源潜力, 估算了研究区油页岩资源量 $456 \times 10^6 \text{t}$, 页岩油 $29 \times 10^6 \text{t}$, 指出矿区西南部勘探边界附近区域为有利勘探区, 矿区深部(沙河子区)为找矿远景区。

本书在出版过程中得到中国地质调查局发展研究中心谭永杰总工程师、伍光英主任、陆玉林博士的大力支持, 得到黑龙江省地质调查研究总院何晓华院长、张斌院长、初禹、鲍希波等同志的大力支持与帮助。在野外工作期间, 得到了黑龙江省煤田地质勘察院、黑龙江省煤田地质局二〇四勘探队、哈尔滨气化厂依兰煤矿、黑龙江省煤田地质勘察设计研究院等单位及有关单位领导、同行的无私帮助和大力支持。在博士论文专题研究工作期间, 得到中国地质大学(北京)能源学院张爱云教授、吉林大学地球科学学院刘招君教授、中国石油大学钱家麟教授、抚顺矿业集团有限责任公司工程技术研究中心高健总工程师、中国地质调查局发展研究中心严光生教授的指导与帮助。样品测试工作得到煤炭工业黑龙江省煤炭质量监督检验站孙文华高级工程师、中国地质大学(北京)地学实验中心、中石油勘探开发研究院石油地质实验中心、中国地质大学(北京)能源学院李哲淳高级工程师、孙庆云副教授的很大帮助。书中插图、文字编辑排版由张学强、张矿明等完成。在此谨对上述各位专家、领导、地质同行和有关单位表示最诚挚的谢意。

鉴于笔者水平有限, 以及时间和经费的限制, 研究成果欠妥之处敬请读者批评指正。

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 矿区油页岩勘探与研究现状	(2)
一、矿区勘探开发现状	(2)
二、以往矿区油页岩相关研究	(2)
第二节 研究内容、方法与技术路线	(3)
一、研究内容及科学问题	(4)
二、研究方法与技术路线	(5)
第三节 主要创新点	(6)
第二章 区域地质概况	(8)
第一节 构造背景	(8)
一、构造位置与大地构造背景	(8)
二、依兰—伊通断裂带构造特征	(9)
第二节 依兰盆地构造特征	(10)
第三节 地层分布	(12)
第四节 盆地构造—沉积演化特征	(14)
第三章 矿区油页岩沉积环境	(15)
第一节 古近系层序地层格架	(15)
一、层序界面识别	(15)
二、初次洪泛面和最大洪泛面识别	(16)
三、层序划分与层序地层格架	(17)
四、体系域构成	(20)
第二节 层序的沉积体系及其分布	(22)
一、沉积体系类型及其特征	(22)
二、沉积体系的时空演化及展布特征	(24)
第三节 沉积环境分析	(25)
一、低水位体系域沉积环境	(25)
二、水进体系域沉积环境	(25)
三、高水位体系域沉积环境	(28)
四、水退体系域沉积环境	(28)

第四章 矿区油页岩性质特征与利用途径	(30)
第一节 油页岩有机岩石学特征	(30)
一、油页岩宏观岩石学特征	(30)
二、油页岩有机显微组分及其特征	(30)
三、干酪根有机显微组成及有机质类型	(33)
第二节 油页岩有机地球化学特征	(34)
一、油页岩有机质丰度	(35)
二、油页岩有机质类型	(40)
三、油页岩有机质的成熟度	(42)
四、油页岩生物标志化合物特征	(42)
第三节 油页岩元素地球化学特征	(55)
一、主量元素组成特征	(55)
二、稀土元素地球化学特征	(56)
三、微量元素组成及其地球化学特征	(59)
第四节 油页岩主要工艺性质	(62)
一、油页岩物理性质	(62)
二、油页岩无机矿物组成	(63)
三、油页岩灰分特征	(67)
四、油页岩工业分析	(68)
五、低温干馏分析	(71)
第五节 油页岩开发利用途径	(72)
一、矿区油页岩开发利用原则	(75)
二、矿区油页岩利用途径分析	(75)
三、矿区油页岩综合利用	(78)
第五章 矿区油页岩成因与资源潜力	(80)
第一节 矿区油页岩矿床地质特征与分布	(80)
一、油页岩矿床地质特征	(80)
二、油页岩分布特征	(82)
第二节 油页岩成矿控制因素	(85)
一、构造和古地貌特征对油页岩成矿的控制作用	(85)
二、沉积环境对油页岩成矿的控制作用	(86)
三、古气候与古植物演化及其对油页岩形成的影响	(87)
四、有机质演化对油页岩形成的控制作用	(91)
第三节 油页岩成矿模式及成藏类型	(93)
一、油页岩成矿模式	(93)
二、油页岩成藏类型	(95)

第四节 油页岩成藏规律探讨	(95)
一、低水位体系域油页岩成藏	(96)
二、水进体系域油页岩成藏	(96)
三、高水位体系域油页岩成藏	(96)
四、水退体系域油页岩成藏	(96)
第五节 油页岩资源潜力	(97)
一、油页岩资源潜力	(97)
二、勘探方向与有利区预测	(100)
结 论	(101)
参考文献	(104)
图版及说明	(109)

第一章

绪论

依兰煤田位于黑龙江省中部，跨松花江两岸，处于依兰、方正、通河三县交接处，行政区划属哈尔滨市管辖，地理坐标大致为 $129^{\circ} \sim 129^{\circ}30'$ ，北纬 $46^{\circ} \sim 46^{\circ}20'$ （图 1-1），整个煤田呈北东向展布，东西长 $25 \sim 30\text{km}$ ，南北宽 $15 \sim 20\text{km}$ ，面积 365km^2 ，可分为北部坳陷区、中部隆起区和南部坳陷区，中间皆由较大断裂控制。达连河矿区位于南部坳陷区的东北部，矿区面积 17.5km^2 。

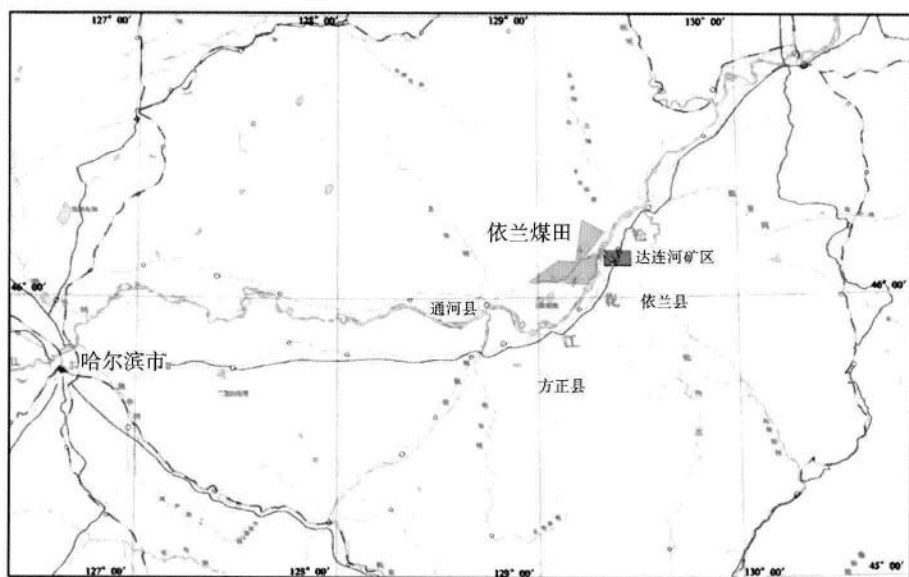


图 1-1 依兰煤田达连河矿区交通位置图

研究区内为广阔冲积平原地貌，地势比较低洼，海拔高度一般在 $96 \sim 98\text{m}$ 之间，松花江由南向北流经本区，牡丹江在依兰镇注入松花江，此外，区内还有达连河及一些牛轭湖和沼泽湿地。研究区属寒温带大陆性气候。春季低温干旱，夏季温热多雨，秋季早霜，冬长严寒，最低气温 -37.2°C ，最高气温 38.2°C ，年平均气温 3.1°C 。年降水量约 566.8mm 。矿区所在地达连河镇人口以汉族居多，工业以煤炭生产为主，建有发电、建材、化工、粮油食品加工等工业。主要粮食作物有玉米、大豆等。区内公路、铁路及江河航运发达，交通便利。

第一节 矿区油页岩勘探与研究现状

一、矿区勘探开发现状

依兰煤田系 20 世纪初疏通松花江航道,开凿浅滩时发现,1936~1937 年日伪曾进行分批钻探,1945 年开掘一、二斜井。1959~1962 年,黑龙江省煤炭工业管理局地质局一〇九勘探队对本区进行煤炭普查勘探和部分地段的详查、露天精查勘探并分别提出各类地质报告,1964 年依兰县根据上述资料,设计开发了年产 $30 \times 10^4 \text{t}$ 达连河露天煤矿。

1978~1981 年,黑龙江省煤田地质公司二〇四勘探队进行依兰煤田达连河露天扩大区煤炭精查勘探及深部的勘探工作,提交《黑龙江省依兰煤田达连河露天扩大区精查勘探地质报告》,完成普查面积 17km^2 ,油页岩作为有益矿产,提交油页岩储量约 $1 \times 10^8 \text{t}$,含油率为 3%~7%;但达连河矿区外围及松花江北详顺、漂河含煤区带,无勘探工作。

2003 年,国际壳牌石油勘探公司考察了依兰煤田达连河矿区并采集了油页岩分析样品,并同黑龙江省有关部门就勘探开发油页岩资源进行了技术交流,了解油页岩有关投资开发政策等事项。

2004~2006 年,黑龙江省煤田地质公司二〇四勘探队进行矿区深部煤炭普、详勘查工作。鉴于当时国际石油价格趋势持续走高背景,哈尔滨气化厂科实公司委托黑龙江省煤田地质勘察院对依兰煤矿露天采区范围内油页岩进行资源勘查,提交油页岩资源量 $1316 \times 10^4 \text{t}$,并与上海博申公司共同进行了油页岩炼油二次中试,中试工艺无法实现全流程运行。

2007 年,中国石油大学钱家麟教授根据二次试验油洗工艺无法实现全流程运行情况,将油洗工艺改为封闭内循环水洗工艺,脱油反应器进料粒度改为 3mm 以下且自然分布,试验取得了重大突破,首次运行了整个工艺流程,但工艺过程仍存在油泥无法处理,旋分除尘效果不好等问题尚待解决。

目前达连河矿区以煤炭勘探开发为主,累计探明储量为 $16420.1 \times 10^4 \text{t}$,矿区现开发有两个斜井、三个露天矿,斜井设计能力为年产 $15 \times 10^4 \text{t}$,露天矿生产能力达到 $100 \times 10^4 \text{t/a}$,油页岩开发利用仍在做试验准备工作。

二、以往矿区油页岩相关研究

1. 油页岩利用问题

黑龙江省依兰县达连河煤田普查报告(1960)认为煤层顶部巨厚层油页岩段有利用价值,依据 60—242 井(样品发热量大于 8.36MJ/kg)资料;1981 年达连河露天扩

大区精查勘探报告查明,巨厚层油页岩发热量一般在 $2.51 \sim 3.34 \text{ MJ/kg}$,含油率为 $1\% \sim 3\%$,无工业意义,但煤层间油页岩部分可混入煤层燃烧发电。

2. 达连河组古植物和古气候研究

贺超兴、陶君容等(1997)研究了矿区达连河组中部油页岩段(上部层位)与下部含煤段(下部层位)所产的植物化石的区系组成及植物群特征、区系成分和叶相特征,认为始新世我国东北地区发生了较明显的气温下降过程,即古气候发生了由亚热带向暖温带的变化;刘牧灵(1990)研究了达连河组孢粉组合特征及其地质意义,认为中部油页岩段在中始新世或中晚始新世矿区处于温暖而湿润的亚热带气候,与早始新世早期的含煤段比较,气温及湿度可能均有所增加,上部砂页岩段(始新世晚期)矿区处于气候温暖稍湿润的亚热带-暖温带气候环境中,并可能有向气候温和、温度下降方向发展的趋势。

3. 油页岩特征及成因研究

王世辉、陈春瑞等(2006)探讨了矿区油页岩地球化学特征及成因,认为顶部油页岩段与含煤段油页岩都形成于淡水、近岸及弱氧化-弱还原的湖沼相沉积环境,有机质类型以腐泥腐殖型为主,含煤段油页岩母质类型具有较多的富氮组分,是造成两套油页岩品质差异的主要原因。张健、刘招君等(2006)研究了达连河组油页岩沉积特征,指出油页岩形成于水进体系域和高水位体系域发育时期。油页岩沉积相类型为半深湖相沉积,含煤段油页岩含油率较高。煤层顶部发育的巨厚湖相劣质油页岩,分布广,层位稳定,含油率 $<3.5\%$ 。

矿区研究工作多以煤炭为主,针对油页岩的基础研究和资源评价工作较少,许多问题亟待解决,其中包括依兰煤田达连河矿区油页岩组成、性质具有哪些特征?开发利用方向怎样?资源潜力如何?矿区煤层间和煤层顶部油页岩段在成因机制上有哪些特点?存在那些差异?矿区油页岩成矿条件、地质特征具有那些特点?在目前我国尚无油页岩勘查规范和统一资源评价方法的情况下,如何评价和寻找矿区油页岩资源?对这些问题的思考,构成了本书的研究基础。

本书研究区范围为达连河矿区及深部。研究目的层位主要为古近系达连河组,重点层段为达连河组中部油页岩段和下部夹油页岩层含煤段。

第二节 研究内容、方法与技术路线

本书以矿区油页岩性质特征、成因及资源潜力研究为重点任务,应用盆地分析、层序地层学、沉积学、地球化学、有机岩石学、古生物学及数学相关理论及工业评价技术方法,结合区域地质、岩心、测井等资料,采取从定性到定量、宏观到微观,围绕解决和研究科学问题为核心的研究思路开展科研工作。

一、研究内容及科学问题

按照以上工作思路确定如下研究内容。

1. 构造、沉积演化基本特征与油页岩发育关系研究

根据区域地质资料和矿区勘探资料,以盆地分析基本理论为指导,分析盆地(矿区)基本结构、构造特征、沉积地层特点,确定盆地(矿区)基本构造格架与地层格架,反映基底的构造形态、性质和各地层单位的形态、堆积性质及相互关系。在野外地质调查基础上,通过岩心、钻井、测井资料分析,研究典型井点充填物层序、岩性岩相类型、相标志、沉积层序类型和旋回演化,选择主干地质剖面,建立层序地层格架,阐明构造、沉积演化基本特点及其相互关系。

2. 沉积体系时空演化及展布与油页岩沉积环境研究

在层序地层格架内,以层序体系域为单位,研究达连河组中部油页岩段与下部夹油页岩含煤段岩石组合、沉积特征,岩相古地理、沉积物源分析,确定沉积体系类型、沉积体系构成,研究沉积体系的时空演化及展布特征,分析形成油页岩沉积环境。

3. 油页岩有机岩石学特征

确定油页岩有机质和无机矿物组成,研究有机质显微组分、特征、成因、分类和演化等内容。

4. 油页岩有机地球化学特征

研究有机质丰度与类型,评价有机成熟度:通过岩石热解、有机碳、干酪根元素C、H、O、N、干酪根镜检、氯仿沥青“A”抽提、族组分离、定量分析,评价有机质丰度与类型,反映有机成熟度。

研究有机质生物来源、沉积环境及介质条件:通过饱和烃气相色谱、芳烃气相色谱、饱和烃色谱-质谱分析,查明油页岩中生物标志化合物正烷烃、异戊二烯烷烃、甾烷类化合物与萜类化合物,研究有机质生物来源、沉积环境及介质条件。

研究碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 分布特点:分析原始有机质的来源及沉积环境,结合有关资料研究古气候变化情况。

分析油页岩的生烃潜力:通过岩石热解、有机碳分析,综合研究油页岩生烃潜力、产烃类型。

5. 油页岩元素地球化学特征

研究油页岩中主量、微量元素及稀土元素地球化学性质特征,分析油页岩沉积环境指相意义、介质条件、物质来源等地质成因信息,了解金属元素富集程度、评价综合利用的潜在用途。

6. 油页岩主要工艺性质与利用途径分析

油页岩物理性质研究:主要包括油页岩宏观特征、密度、硬度与强度及熔点等。

研究油页岩无机矿物与灰分组成:通过粘土矿物、X衍射分析、扫描电镜及化学分析,研究灰分产率、成分、灰熔点。

研究油页岩工艺性质评价指标,分析利用途径:通过油页岩工业分析、低温干馏、元素分析,对油页岩工业价值进行初步评价,分析利用方向。

7. 油页岩成矿条件与成矿模式研究

研究油页岩成矿基本地质背景,分析油页岩成矿古构造、沉积环境、古气候及生物有机质类型,质量和数量在时间和空间上的演化特征,确定影响油页岩形成、赋存和分布发育的主要控制因素,建立成矿模式,确定成藏类型,总结成藏规律。

8. 油页岩资源潜力评价

通过成矿模式与成藏规律研究,结合油页岩工业利用方向,预测有利勘探区,确定油页岩评价主要参数,评价矿区及深部资源潜力。

9. 科学问题

油页岩为古构造、古地理、古气候、古生物及热演化等因素共同作用的产物,这些条件构成了油页岩成矿基本地质背景。问题的核心是古构造、沉积环境、古气候及生物演化如何在时间和空间上控制有机质形成、类型,质量、数量和分布,研究有机质形成、赋存、分布和富集程度发育的主要控制因素,对分析油页岩成因、建立成矿模式,总结成藏规律、评价资源潜力有重要意义。

二、研究方法与技术路线

利用区域地质和矿区勘探资料,分析盆地(矿区)基本结构、构造特征、沉积地层特点,建立盆地(矿区)基本构造格架与地层格架,反映基底的构造形态、性质和沉积地层单位的形态、充填性质,阐明构造、沉积演化特点及其相互关系。

在野外地质调查基础上,分析典型井点层序地层与沉积相标志、沉积层序类型和旋回演化,选择有钻井控制、地层发育较全的地质勘探剖面作为主干剖面,利用钻测井资料识别出层序和体系域界面,进行分析和对比,建立层序地层格架;并以层序体系域为单位,对沉积体系的空间展布特征进行研究,讨论每种类型的体系域与油页岩赋存的关系,分析形成油页岩的沉积环境。

运用有机岩石学、有机地球化学方法,确定有机质显微组分特征、评价有机质丰度与类型,有机成熟度、生烃潜力,查明生物标志化合物,研究有机质生物来源、沉积环境、古气候变化及介质条件。

应用油页岩工业分析、低温干馏、元素分析、粘土矿物、X射线衍射分析等测试方法、研究油页岩含油率,主要工艺性质,无机矿物与灰分组成,元素分布特征,对油页岩工业价值进行初步评价,分析利用方向。

通过油页岩成矿古构造、沉积环境、古气候及生物有机质类型,质量和数量在时间和空间上的演化特征分析,确定影响油页岩形成、赋存和分布发育的主要控制因素,建立成矿模式,总结成藏规律,在此基础上,预测有利勘探区,并结合油页岩工业利用方向,确定油页岩评价主要参数,评价矿区及深部资源潜力(图1-2)。

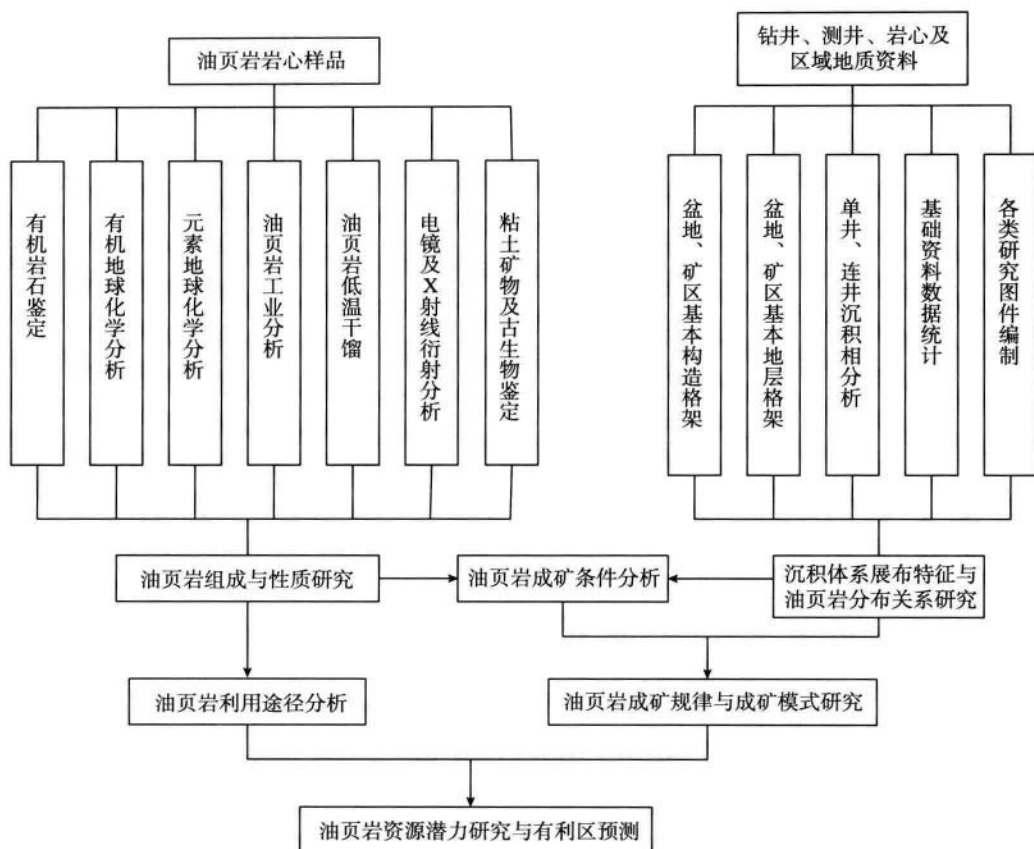


图 1-2 研究技术路线图

第三节 主要创新点

(1) 在层序地层与沉积环境分析基础上，发现并证实了上煤层顶板存在油页岩密集段，使得盆地油页岩资源潜力大幅度增长；有机地球化学特征研究显示矿区中部油页岩段有机质丰度随深度增大而增高，在上煤层顶板附近层序密集段出现峰值。

(2) 研究认为矿区不同层位油页岩稀土元素分布模式相似，基本上呈左高右低的宽缓的“V”形曲线或近似直线，油页岩中 LREE 相对富集，HREE 相对亏损；以球粒陨石为标准，不同层位油页岩都显示出 Eu 负异常， δCe 异常不明显。

(3) 在研究矿区油页岩分布特征基础上，首次提出了“油页岩成藏富集带”“油页岩富集中心”“油页岩富油带”概念，来描述油页岩层分布特点；发现并研究了矿区中-下煤层间油页岩成藏富集带与富油带分布规律。

(4) 在综合分析有机地球化学参数、碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 异常、有机质丰度与类型变化、孢粉、植物群面貌与气候演化关系基础上证实了始新世全球气候变冷过程在矿区发生过,首次发现了油页岩段沉积时期古气候变化波动性很大,曾交替出现偏热与偏冷气候现象,影响古生物发育,为造成含油率低的重要影响因素。

(5) 在综合研究矿区油页岩成矿特征与主要控制因素基础上,首次提出了断陷型盆地油页岩成藏三种类型,即古地貌型油页岩成藏、沉积密集段型油页岩成藏、气候型油页岩成藏;建立了矿区油页岩两种成矿模式,即湖泊-沼泽相油页岩成矿模式与浅湖相-半深湖相油页岩成矿模式。

第二章

区域地质概况

第一节 构造背景

一、构造位置与大地构造背景

研究区在构造上位于东北地区的依兰-伊通断裂带，处于亚洲大陆的东部边缘，属亚洲板块与太平洋板块的接壤部位，由于这两大板块的相互作用、相互影响，塑造了独特的、相互联系及有规律的构造格局。华力西运动以后中国大陆基本连成一体，做为古亚洲大陆的一部分而加入全球板块构造运动，印支运动使古大陆板块全面拼贴，形成了统一的中国大陆，由此开始向滨太平洋活动大陆边缘转化的进程。燕山旋回阶段，亚洲大陆东侧发展为安第斯型活动大陆边缘，大地构造演化进程受古亚洲大陆与太平洋板块之间的相互作用以及古陆壳板块拼贴后持续作用的联合控制，地壳运动强烈，挤压与拉伸作用多次交替，塑造了燕山旋回的构造格局。燕山运动末期，尤其是晚白垩世以后，随着太平洋板块俯冲带向东迁移，亚洲大陆的东缘由安第斯型大陆边缘转化为西太平洋型大陆边缘。

第三纪（古近-新近纪）时期，中国古大陆东部边缘的构造演化不但在强度上，而且在形式上都发生了很大的变化。早第三纪（古近纪），由于太平洋板块向大陆板块俯冲，大陆岩石圈侧向伸展，地壳减薄，研究区应力状态从挤压转变为拉张，在中生代构造格架的基础上，形成了一系列盆岭式构造、断裂带，巨大的岩浆活动带及大陆边缘沟弧盆地系在继承中生代构造格局的基础上，自北西向南东形成海拉尔盆地、大兴安岭、松辽-孙吴盆地、依兰-伊通断裂带、下辽河-三江盆地、张广才岭、敦化-密山断裂带、老爷岭、兴凯湖盆地、长白山及图们江第三纪沉积盆地等盆岭相间的构造格局。总体呈现出在山岭地区缺失下第三系（古近系），以上第三系新近系沉积为主，伴有火山喷发；在大型的沉积盆地及沿两大裂谷系中则表现出第三系沉积厚而全，自古新统至上新统均有沉积，同时伴有多期火山喷发活动发生。东北地区规模宏大的北东向额尔古纳断裂、嫩江断裂、哈尔滨断裂、依伊断裂、敦密断裂等构成了整个东北地区影响第三纪地层分布、沉积建造、火山活动及成矿作用等特征的主体构造格架，它们均经历了长期的活动历史，在第三纪构造应力的作用下重新活动，控制了第三纪构造发展与演化。

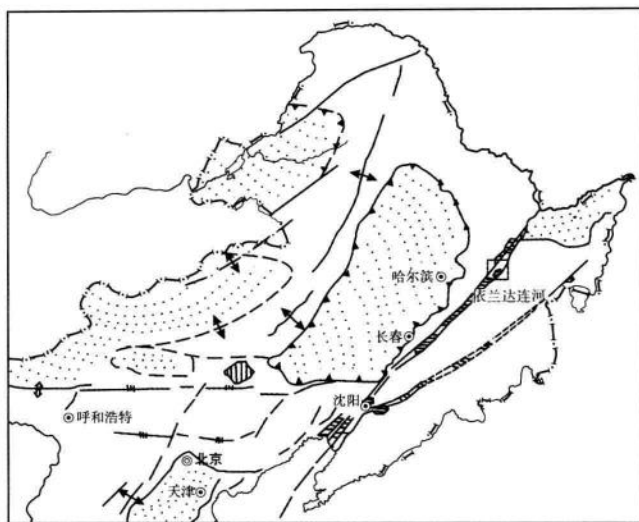


图 2-1 研究区构造位置示意图

二、依兰 - 伊通断裂带构造特征

依兰 - 伊通断裂带内沉积了巨厚的第三系,不但形成了油页岩矿产,而且孕藏着丰富的煤炭、石油、天然气等资源,因此研究这条断裂带的发生、发展,对深入认识研究区地质构造的发展及演化起着关键性的作用。

(一) 断裂带的展布特征

依兰 - 伊通断裂带,是我国著名的郯城 - 庐江超岩石圈断裂带向北延伸的重要分支之一。由两组北东走向、近平行的断裂所组成的地堑式构造带,南起辽宁省盘山,经铁岭达吉林伊通,过舒兰及黑龙江方正、依兰直达萝北名山,全长 1100km,走向北东,地貌特征显示为一带状的 U 型盆地。其南端斜切华北地台北缘、向北贯切吉黑褶皱带、佳木斯地块。断裂带宽度一般 10 ~ 15km,在名山 - 方正段最大宽度 10 ~ 30km,方正 - 舒兰段宽度仅 5 ~ 8km,呈现由南西向北东逐渐散开的特征。自叶赫向西南方向,断裂带两侧主干断裂迅速合并、靠拢,构成一个组合断裂,在铁岭以南成为下辽河断陷西部凹陷的主干断裂。

依兰 - 伊通断裂带在重力值上反映为布伽重力负异常条带,主干断裂部位为梯度较大的重力密集带,一般东侧较西侧密集程度大,呈现为东侧断裂陡、西侧断裂缓的裂陷带。据石油部门地震时间剖面表明该断裂带内基底埋深最大可达 6500m 以上。

断裂带在磁力场上显示有一定的变化,如在佳木斯、鹤岗一带磁力等值线呈串珠状异常,反映了岩浆岩沿该断裂活动。一般磁力等值线均平行于断裂带走向延伸。该断裂在吉林市附近切割了上古生界浅变质岩分布的负磁场,在黑龙江区斜切了南北向张广才岭花岗岩带,并导致燕山期超基性岩侵入,证明其形成时间为晚印支期或更早,在白垩