



全国页岩气资源潜力调查评价
及有利区优选系列丛书

中下扬子及东南地区页岩气 资源调查评价与选区

国土资源部油气资源战略研究中心等/编著



科学出版社

全国页岩气资源潜力调查评价
及有利区优选系列丛书

中下扬子及东南地区页岩气 资源调查评价与选区

国土资源部油气资源战略研究中心等/编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系“中国重点地区页岩气资源潜力及有利区优选”“全国页岩气资源潜力调查评价及有利区优选项目(2010~2013年)”研究成果,是关于中、下扬子及东南地区页岩气资源潜力与分布状况的首次较系统的总结。全书展示了丰富的基于页岩(油)气勘探和基础研究的第一手资料,并在多学科密切结合的基础上,就中、下扬子及东南地区海相、海陆过渡相及陆相三套主要页岩层系富有机质页岩发育的沉积-构造背景、时空分布特征、有机地球化学、岩矿特征、物性、含气性等地质、地化与岩矿条件进行了系统对比、总结,划分了页岩(油)气的有利区带,计算了页岩(油)气的资源量。

本书可供从事非常规油气资源勘探的科研人员、大学教师、研究生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中下扬子及东南地区页岩气资源调查评价与选区 / 国土资源部油气资源战略研究中心等编著. —北京: 科学出版社, 2017

(全国页岩气资源潜力调查评价及有利区优选系列丛书)

ISBN 978-7-03-050290-2

I. ①中… II. ①国… III. ①油页岩资源—资源调查—中国 IV. ①TE155

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 255143 号

责任编辑: 吴凡洁 刘翠娜 / 责任校对: 桂伟利

责任印制: 张 倩 / 封面设计: 黄华斌

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 1 月第一次印刷 印张: 16 1/4

字数: 334 000

定价: 168.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

参加编写单位

国土资源部油气资源战略研究中心
中国地质大学(北京)
中国石油大学(北京)
成都理工大学
长江大学
中国石化江汉油田分公司勘探开发研究院
中国石化江苏油田分公司地质科学研究院
中国石化华东分公司石油勘探开发研究院
浙江大学
江西省地质矿产研究中心
江西省地质工程(集团)公司

指导委员会

赵先良 张大伟 吴裕根

编著者

潘继平	周东升	刘小平	黄宇	郭建锋	何金平
徐国盛	胡明毅	胡忠贵	高玉巧	陈洪旭	马若龙
邱小松	金爱民	刘建锋	金宠	许林峰	宋修艳
黄晓伟	王东升	张梦萦	章伟	章亚	孙雪娇
黄邱贝	原帅帅	袁永乐			

前言

页岩气成藏机理特殊，成藏条件多样，具有普遍发育、广泛分布的特点。

我国古生代地层分布范围广、地层厚度大、有机质含量普遍较高，可作为区域上页岩气勘探研究的重要层系，其中，南方及西北地区页岩气的成藏条件最好、资源量最大。在剖面上可分为古生界和中—新生界两大套特点差异较大的重点层系，中—古生界泥页岩地层厚度大，有机质含量高，有机质热演化程度适中，是页岩气发育最有前景的地区。我国页岩气地质储量大，是值得高度重视且具有广泛勘探意义的非常规油气资源类型。在我国南方最有利的页岩气勘探层位中，扬子地区是最为有利的勘探区域。

中下扬子地区是页岩气发育的良好区域，是开展页岩气研究及勘探开发的重要区域。该地区虽然页岩气基础地质条件良好，但也存在两个方面的问题：一是有机质演化程度普遍较高，二是有些地区后期抬升作用强烈，对已形成气藏的影响和破坏作用明显。本书的研究成果必将对新一轮的页岩气勘探开发起到推动作用，对我国南方地区页岩气勘探与研究具有重要的现实意义。

按照全国页岩气资源调查总体规划，2010年3月国土资源部设立了“中下扬子及东南地区页岩气资源调查评价与选区”子项目，研究期限为2010年3月～2013年3月。本书即是在项目成果报告的基础上总结、提炼而成。

书中依据野外地质调查、参数井钻探、岩心观察、老井复查、典型井解剖、地震资料处理和解释及大量分析测试，采用重点地区解剖与对比分析的方法，综合分析了中下扬子及东南地区海相、海陆过渡相及陆相三套主要页岩层系富有机质页岩发育的沉积—构造背景、时空分布特征、有机地球化学、岩矿特征、物性、含气性等地质、地球化学与岩矿条件，总结了影响页岩气富集的主控因素，认为高热演化与强构造是控制研究区页岩气成藏的两大关键要素；指出湘鄂西地区的震旦系陡山沱组，下寒武统的水井沱组及上奥陶统五峰组—下志留统龙马溪组，下扬子地区的下寒武统荷塘组、幕府山组，上二叠统的龙潭组，赣西北九瑞盆地寒武统王音铺组，萍乐拗陷的上二叠统乐平组及湘中地区的龙潭组皆具有较好的页岩气形成条件；指出江汉盆地新生界新沟嘴组、潜江组及苏北盆地的中生代泰二段，古近系的阜二段和阜四段具有较好的页岩油形成与聚集条件。

估算了研究区页岩气地质资源量为 $28.79 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，可采资源量为 $5.89 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，页

岩气资源量主要分布在中扬子、下扬子、湘中—湘东南及萍乐拗陷；页岩油地质资源量为 $21.05 \times 10^8 \text{t}$ ，可采储量为 $1.54 \times 10^8 \text{t}$ ，页岩油主要分布在江汉盆地的潜江凹陷、江陵凹陷及苏北盆地的高邮凹陷、金湖凹陷。

同时，优选出页岩气远景区 24 个、有利区 14 个，页岩油有利区 4 个。其中，中扬子页岩气远景区 5 个、有利区 8 个；下扬子远景区 10 个（包括九瑞盆地）、有利区 6 个；湘中地区远景区 3 个；东南地区小盆地远景区 6 个（包括萍乐拗陷）。

另外，作为国土资源部公益项目，很重要的一项任务是根据研究成果向国土资源部提供页岩气有利区招标区块。3 年来，子项目一共提供了安徽南陵、浙江临安、湖北鹤峰、湖北来凤、江西修武、湖南永顺、湖南龙山、湖南保靖等 10 个有利区招标区块，为 2011 年、2012 年国土资源部进行页岩气区块招投标作出了贡献。

“中下扬子及东南地区页岩气资源调查评价与选区”以国土资源部油气资源战略研究中心为负责单位，采取产、学、研相结合开展研究工作。先后有 10 家单位、共计 119 名科研人员参加。参加研究的单位有中国石油化工股份有限公司江汉油田分公司勘探开发研究院、中国石油化工股份有限公司江苏油田分公司地质科学研究院、中国石油化工股份有限公司华东分公司石油勘探开发研究院、中国地质大学（北京）、中国石油大学（北京）、浙江大学、长江大学、成都理工大学、江西省地质矿产开发研究中心及江西省地质工程（集团）公司。主要参加人员有潘继平、周东升、刘小平、徐国盛、胡明毅、高玉巧、楼章华、李尚儒、欧华焕、何金平、黄宇、许林峰、宋修艳、胡忠贵、张梦紫、马若龙、邱小松、黄晓伟、陈洪旭、章伟、王东升、黄邱贝、原帅帅、袁永乐、章亚、孙雪娇、董谦、金爱民、刘建锋、金宠、江林、陶耀鹏等。

本书的编写是集体智慧的结晶。前言、第一章、第二章及第九章由国土资源部油气资源战略研究中心潘继平研究员负责编写；第三章至第六章、第八章由中国地质大学（北京）周东升负责编写；第七章由长江大学胡明毅、中国石油大学（北京）刘小平负责编写；第八章由成都理工大学徐国盛负责编写。王东升、黄邱贝、原帅帅、袁永东等硕士研究生参加了部分图件的清绘工作。全书由潘继平研究员审核、定稿。

中下扬子及东南地区页岩气资源调查评价工作及本书编写工作，得到了国土资源部油气资源战略研究中心赵先良主任、原副主任张大伟、吴裕根副主任、乔德武副总工程师、李玉喜研究员、姜文利博士、李世臻博士等的大力支持与帮助，同时得到了中国工程院康玉柱院士、中国地质调查局油气资源调查中心包书景教授级高工、中国石化石油勘探开发研究院张抗教授级高工、中国石油咨询中心高瑞琪教授级高工、中国石油勘探开发研究院董大忠教授级高工的指导，在此一并表示感谢。

因知识与水平有限，书中难免存在不足之处，敬请批评指正。

作者

2016 年 6 月

目录

前言

第一章 概述.....	1
第一节 目标与内容.....	1
第二节 组织实施.....	5
第三节 主要成果.....	7
第二章 研究区页岩气勘探进展.....	10
第一节 常规油气勘探.....	10
第二节 页岩气勘探进展.....	12
第三章 页岩发育地质背景.....	15
第一节 区域构造背景.....	15
第二节 沉积与岩相古地理.....	28
第三节 富有机质泥页岩分布.....	40
第四章 页岩有机地球化学特征.....	67
第一节 海相页岩有机地球化学特征.....	68
第二节 海陆过渡相页岩有机地球化学特征.....	92
第三节 陆相页岩有机地球化学特征.....	111
第五章 页岩储层特征.....	118
第一节 岩矿特征.....	118
第二节 物性特征.....	129
第三节 储集空间类型.....	132

第六章 页岩含气性特征.....	145
第一节 海相页岩含气性特征.....	145
第二节 海陆过渡相页岩含气性特征.....	154
第三节 陆相页岩含气性特征.....	157
第四节 含气性主要控制因素分析.....	160
第七章 页岩气资源潜力评价.....	168
第一节 资源潜力评价方法.....	168
第二节 评价参数及其选取标准.....	171
第三节 评价单元划分.....	175
第四节 资源潜力评价结果.....	204
第五节 资源潜力分布特征.....	212
第八章 页岩气有利区优选.....	218
第一节 优选参数及其确定方法.....	218
第二节 页岩气有利区划分.....	220
第三节 有利区资源潜力估算.....	237
第九章 主要认识与建议.....	241
第一节 主要认识.....	241
第二节 下一步工作建议.....	244
主要参考文献.....	245

第一章

概 述

第一节 目标与内容

一、工区范围

从区域构造单元上，本书涉及的研究区主要包括中扬子地区、下扬子地区及华夏陆块；从地理行政上，主要包括湖北、湖南、江西、浙江、安徽、江苏及福建、广东、广西九省区（图 1-1）。

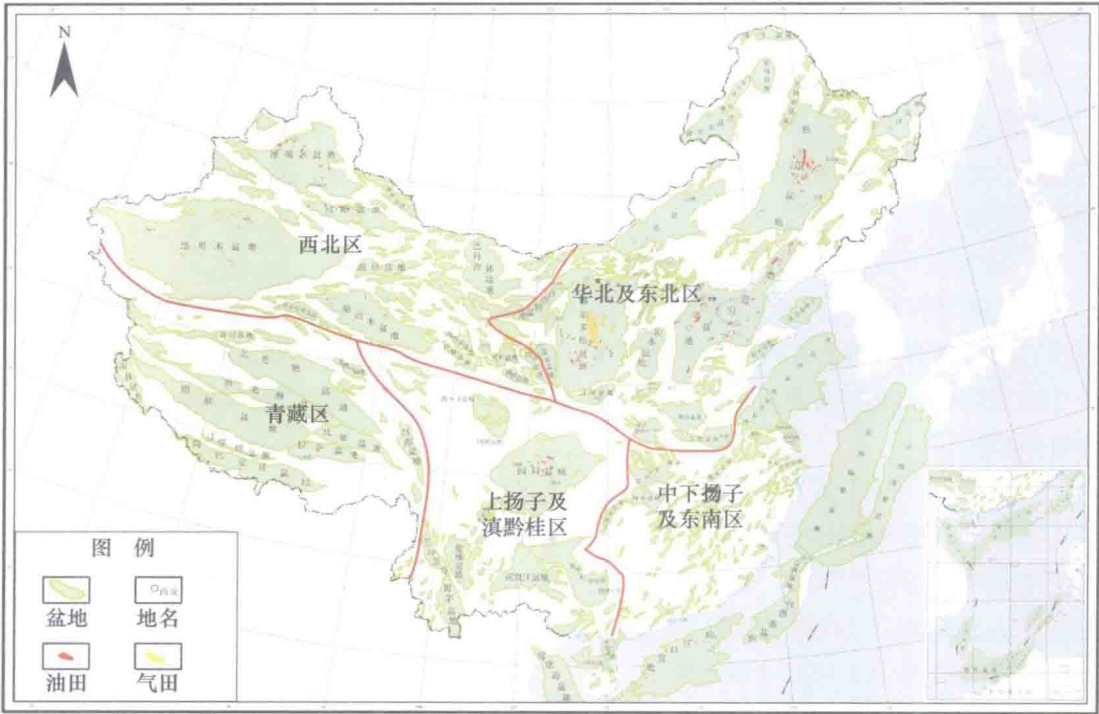


图 1-1 中下扬子及东南地区页岩气资源调查项目研究区范围

其中,中扬子地区主要包括湖北省、湖南省西北部,区域构造上地跨两大构造单元——中扬子地块和华南褶皱系,北以襄广断裂为界,西以湘鄂西地区的花果坪复向斜为界,南以江南隆起为界,属于中扬子地块,而湘中地区、洞庭湖地区属于华南褶皱系,包括江汉盆地、秭归盆地、湘鄂西地区、湘中盆地和洞庭盆地等。

下扬子地区一般指长江下游,被郯庐及江绍两大断裂所分割组成的大型沉积盆地,包括苏北、苏南、皖南、浙西等地区。下扬子地区是我国海相页岩重要分布区,晚震旦世至三叠纪漫长的海相沉积演化中,形成了广泛而巨厚的海相沉积。

东南地区主要包括江西、福建、广东等,区域构造上为主要位于江绍断裂—郴州临武断裂—博白岑溪断裂以东的华夏陆块之上,包括赣西北和闽西南的永梅盆地、浙江的金衢盆地、广东的三水盆地等。

二、目标任务

(一) 总体目标

结合研究区已有油气地质研究与勘探成果和资料,通过开展中下扬子及东南地区页岩气(油)资源潜力调查评价和地质研究,掌握富有机质页岩发育的构造背景、沉积相,掌握富有机质页岩发育层段及其时空展布特征,获取页岩有机地球化学、储层和含气(油)性等基本参数,开展页岩气(油)的保存条件研究,研究富有机质页岩含气(油)性特征,计算页岩气(油)资源量,优选出页岩气(油)有利区。

(二) 总体任务

主要实施中下扬子及东南地区老井复查、岩心观察描述、野外地质考察、分析测试和实验、地球物理资料处理解释、编图及综合研究等具体工作,具体工作任务体现在以下几个方面。

1. 富有机质页岩时空发育特征分析

通过老井资料复查、地球物理资料重新处理解释、野外地质调查及分析测试化验等手段,研究富有机质页岩发育的构造背景、沉积环境,进一步研究富有机质页岩层系的岩性组合特征,分析富有机质页岩发育层段及其空间展布特征,包括层段、有效厚度、分布和埋深等。

2. 页岩气(油)富集地质条件研究

主要通过分析测试等手段,研究富有机质页岩有机地球化学特征,分析其矿物组成、储集物性特征。同时,通过老井钻井、录井、测井、测试等方面复查,研究其含气性特征。开展页岩气富集主要影响因素分析,特别是保存条件研究。

3. 页岩气(油)保存条件研究

从页岩层系的沉积埋藏史、埋深及上覆岩层、构造位置以及构造运动、火山活动、

地下流体活动等多个方面探讨页岩气（油）富集保存条件。

4. 富有机质页岩含气（油）性特征研究

系统研究并进一步丰富重点层位富有机质暗色泥页岩有机质含量及类型、热演化程度等有机地球化学特征参数、岩石矿物组成、孔隙度、渗透率、裂隙及其发育程度等储层物性参数，获取含气性特征参数，并划分含气层段。通过现场解吸实验和等温吸附实验等方法，分析富有机质页岩的含气性特征。

在分析储层物性、岩石矿物类型及含量、有机地球化学参数、泥页岩的吸附和解吸模拟实验的基础上，分析研究区主要页岩层段含气性的影响因素，建立储集物性、矿物含量、地球化学参数与储层含气性之间的对应关系。

5. 页岩气（油）资源潜力评价

在富有机质页岩空间展布特征、有机地球化学特征、储集物性特征、含气（油）性等研究的基础上，开展页岩气（油）资源潜力评价，获取工区内页岩气（油）资源量。

6. 页岩气（油）有利区优选

基于页岩气（油）资源潜力评价结果，结合页岩气（油）富集影响因素和保存条件研究，优选页岩气（油）有利区。

三、工作内容

（一）区域构造与沉积环境分析

在前人成果的基础上，研究中下扬子及东南地区的区域构造背景、构造演化、热事件等，分析不同构造背景下的沉积环境，研究富有机质页岩发育的区域构造背景和有利的沉积相带。

（二）富有机质页岩时空展布特征研究

通过老资料（探井、物探）复查、野外地质调研等，研究整个工区范围内富有机质页岩发育的层位，分析其空间展布特征，包括厚度、埋深、平面分布等。

在下扬子地区，重点研究下寒武统、上二叠统富有机质页岩空间分布，同时兼顾上奥陶统一志留统海相富有机质页岩和上白垩统泰州组、古近系阜宁组陆相富有机质泥页岩分布特征。

加强泾县—宣城以北、宁镇山脉以南龙潭组富有机质页岩地质特征研究，圈定富有机质页岩分布面积。加强皖南地区北部寒武系页岩地质特征调查与研究。开展下奥陶统宁国组、上奥陶统五峰组、下志留统高家边组、中二叠统孤峰组富有机质页岩地质特征研究，进一步优选有利层位，并开展选区评价。深化皖南宣城地区下寒武统荷塘组富有机质页岩地质特征研究。

在中扬子地区，海相地层以下震旦统陡山沱组、下寒武统水井沱组—天河板组、上

奥陶统五峰组一下志留统和湘中地区泥盆系一下石炭统等海相泥页岩为重点层位；陆相地层以下侏罗统和古近系为主。

在东南地区，在对中小盆地初步筛选的基础上，重点研究古生界海相页岩和中、新生界陆相泥页岩。

（三）页岩气富集地质条件研究

通过老井复查、实验分析测试、单井评价及含气性模拟等，研究下扬子地区富有机质页岩有机地球化学、储集物性和含气性特征等页岩气富集的基本地质条件，主要包括有机质类型、TOC、成熟度、矿物组成、储集空间类型、孔隙度、渗透率及含气性等。

在苏北地区，主要通过老井复查和分析测试，重点研究下寒武统幕府山组、上二叠统龙潭组海相富有机质页岩和上白垩统泰州组、古近系阜宁组陆相暗色泥页岩富气地质条件。

在苏南—浙西地区、皖南地区，主要通过宣页1井、长页1井的详细解剖，结合老井复查和野外地质考察，重点研究下寒武统荷塘组、上二叠统龙潭组海相富有机质页岩富气地质条件研究。

在中扬子地区，主要通过老井复查、分析测试和新钻井（建111井、河页1井）的典型解剖，重点分析下寒武统、上奥陶统一下志留统、泥盆系一下石炭统等海相页岩和下侏罗统、古近系陆相暗色泥页岩富气页岩地质条件。

在东南地区，主要通过野外样品的分析测试，结合收集的老井资料，重点分析赣西北地区等下古生界富有机质页岩和广东三水盆地陆相暗色泥页岩富气地质条件。

（四）页岩气富集保存条件综合研究

页岩气富集保存条件是下扬子地区页岩气研究的关键内容，也是影响页岩气富集的关键要素。从以下几个方面综合分析页岩气保存条件。

- （1）构造稳定性研究，包括构造演化、后期改造等。
- （2）断裂发育、演化及断裂系统分布等。
- （3）火山活动及相应的热事件及其对页岩气形成富集的影响。
- （4）埋深与上覆封盖层厚度，分析页岩剖面岩性结构特征（顶底板条件分析）。
- （5）富有机质页岩生烃史、埋藏史恢复研究。
- （6）地下流体地球化学特征分析与水文地质环境研究等，判断地层流体交替活动程度，进而分析其保存性、封闭性。

（五）页岩气资源潜力评价

在页岩气富集地质条件及其影响因素分析，特别是在保存条件综合研究的基础上，参考总项目有关技术要求、标准和规范，探索中下扬子及东南地区页岩气地质评价参数和标准。

采用体积法等,进行主要富有机质页岩的页岩气资源潜力评价,分析其资源丰度和分布特征,初步估算页岩气资源量。

(六) 页岩气远景区初步优选

综合富有机质页岩空间展布特征、页岩气富集基本地质条件、保存条件、资源潜力与分布等,参考总项目远景区优选的有关标准和规范,探索建立中下扬子及东南地区页岩气选区标准,在此基础上,初步优选页岩气远景区。针对今后页岩气调查与勘探,对中扬子、苏北、皖南宣城等地区优选的远景区开展初步的地质风险分析。

第二节 组织实施

“中下扬子及东南地区页岩气资源调查评价与选区”子项目由国土资源部油气资源战略研究中心组织,由中国地质大学(北京)、中国石油大学(北京)、浙江大学、成都理工大学、长江大学、中国石油化工股份有限公司(以下简称中国石化)江汉油田分公司勘探开发研究院、中国石化华东分公司石油勘探开发研究院、中国石化江苏油田分公司地质科学研究院、江西省地质矿产开发中心、江西省地质工程(集团)公司10家企事业单位联合承担,分工协作,开展中下扬子及东南地区页岩气资源潜力调查评价与选区工作。

一、课题设置

为了充分发挥油田企业和高校各自优势,加强产学研结合,将子项目工作任务划分成五个部分,下设五个课题。具体工作分解如下。

1. 课题一:苏北地区页岩气(油)资源潜力调查评价与选区

研究期限为2011年3月~2013年3月,由中国石油大学(北京)与中国石化江苏油田分公司地质科学研究院共同完成。主要任务是:在苏北油气田区及邻近地区,通过油气探井资料和区域地质资料收集、分析处理和必要的分析测试等,研究富有机质页岩发育层位、分布、厚度、埋深,获取页岩的有机地球化学、储层和含气性等参数,分析苏北地区页岩气富集的主控因素,计算苏北地区评价页岩气(油)资源潜力,优选页岩气(油)远景区与有利区。

2. 课题二:皖南宣城地区页岩气资源潜力调查评价与选区

研究期限为2011年3月~2013年3月,由中国石化华东分公司石油勘探开发研究院承担,主要在安徽省南部宣城地区(宣城—宁国—广德区块),通过收集整理已有资料、野外地质调查、钻井和分析测试等工作手段,研究富有机质页岩发育层位、分布、厚度、埋深,获取富有机质页岩有机地球化学、储层和含气性基本参数,评价页岩气资

源潜力，初步优选有利区。具体工作任务和部署以该课题设计为准。

3. 课题三：下扬子地区页岩气资源潜力调查评价与选区

研究期限为2010年3月~2013年3月，由中国地质大学（北京）承担。2010年调查工区为下扬子地区（不包括矿权登记区），2011~2013年，进行工区范围调整，但因项目延续性要求，课题名称没有作进一步改动，其工区主要以苏南、皖南、浙西地区为主，通过资料调研、老井复查、野外考察、地球物理资料解释及样品测试，研究富有机质页岩发育层位、分布、厚度、埋深，获取页岩有机地球化学、储层物性和含气性等参数，深化富有机质页岩地质特征及页岩含气性影响因素研究，计算页岩气资源量，优选远景区及有利区。

4. 课题四：中扬子地区页岩气资源潜力调查评价与选区

研究期限为2011年3月~2013年3月，由中国石化江汉油田分公司勘探开发研究院承担，成都理工大学、长江大学参加，相互协助，共同完成。在中扬子地区及湘中地区，通过收集中扬子地区的基础地质资料和钻井、录井、测井、测试、分析化验等资料，分析页岩气形成的地质条件与富集规律，初步评价页岩气资源潜力，优选页岩气远景区和勘探目标。具体工作任务和部署以该课题设计为准。

5. 课题五：东南地区页岩气资源潜力调查评价与选区

研究期限为2011年3月~2013年3月，由浙江大学承担，江西省地质矿产开发中心、江西省地质工程（集团）公司参加，协作共同完成。在东南地区（江西、福建、广东），收集、整理区域基础地质资料，实施野外地质调查和剖面实测、分析测试等工作，研究富有机质页岩发育层位、分布面积和埋藏情况，对具有一定面积和埋藏深度的富有机质页岩，进一步研究其厚度和埋深，并获取其有机地球化学、储层等基本参数，初步评价页岩气资源潜力，优选页岩气远景区。具体工作任务和部署以该课题设计为准。

二、具体实施

根据《全国油气资源战略选区项目管理办法》及有关规定，在国土资源部油气资源战略研究中心选区项目的统一组织领导下，按照“全国页岩气资源潜力调查评价及有利区优选”总项目的要求，以国土资源部油气资源战略研究中心（以下简称油气中心）为主，组织中国地质大学（北京）、中国石油大学（北京）、浙江大学、中国石化江汉油田分公司勘探开发研究院、中国石化华东分公司石油勘探开发研究院、中国石化江苏油田分公司地质科学研究院、成都理工大学、长江大学、江西省地质矿产开发中心、江西省地质工程（集团）公司等力量，开展该子项目工作。借助专家力量，对该子项目重大问题及其质量把关，提出建议。具体组织实施上，在2010年“下扬子页岩气资源战略调查与选区”子项目工作基础上，通过设置“中扬子地区页岩气资源调查评价与选区”“下扬子地区富有机质页岩地质特征与选区”“苏北地区页岩气（油）资源潜力调查

评价与选区”“皖南宣城地区页岩气资源潜力调查评价与选区”“东南地区页岩气资源调查评价与选区”五个课题来开展。

（一）组织管理

为使项目高质量、高效率完成，严格执行国土资源部和油气中心有关科研管理的规程、规定和标准。对资料、数据的来源及其适用性进行严格筛选，定期咨询专家咨询组成员意见，及时准确把握项目的目标定位和关键问题。

项目成员组成精干、技术过硬，分工明确，确保研究成果质量。项目充分利用以往油气勘探和基础地质调查资料、研究成果，加强野外地质调查和室内分析测试等实物工作量部署，尽量获取第一手资料数据，确保优选出有利页岩气远景区域。

（二）机构与人员安排

子项目由油气中心研究员潘继平研究员全面负责，下设五个课题，分别由来自中国石化江汉油田分公司勘探开发研究院、中国石化江苏油田分公司地质科学研究院、中国石化华东分公司石油勘探开发研究院、中国地质大学（北京）、中国石油大学（北京）、浙江大学、成都理工大学、长江大学、江西省地质矿产开发中心、江西省地质工程（集团）公司等单位的 119 名科研人员组成，其中，教授 / 研究员 13 人、副教授 / 高级工程师 46 人、讲师 / 工程师 / 博士后 21 人、助理工程师 9 人、博士及硕士研究生 30 人。研究人员专业涵盖石油地质、沉积储层、构造地质、地球物理等多学科专业，专业匹配合理，年富力强，技术过硬，分工明确，以确保研究成果质量。

（三）质量管理体系

子项目严格执行国土资源部和油气中心有关油气资源战略选区相关管理办法、规定、技术要求和标准。对资料、数据的来源及其适用性进行严格筛选，定期咨询项目专家组成员意见，及时准确把握子项目的目标定位和关键问题，确保子项目质量。加强子项目内部不同课题之间、不同单位之间的协调及分工合作，加强该项目与其他项目之间以及与总项目之间的沟通、交流。

第三节 主要成果

项目组在收集、整理前人研究成果的基础上，通过野外调查、结合室内研究工作，取得了以下主要成果及认识。

（1）分析富有机质泥页岩发育的构造与沉积背景，筛选并确定页岩气（油）的重点地区与层位：中下扬子下寒武统、中二叠统孤峰组、上二叠统龙潭组与大隆组；江汉盆地古近系；苏北盆地中生代、古近系是页岩油重点目标层位。

通过对中下扬子及东南地区盆地演化及区域地层研究,分析富有机质页岩发育的岩相古地理特征,厘定出 10 个研究分区古生代—新生代发育的 21 套富有机质页岩,认为中扬子地区的上震旦统(陡山沱组)—下寒武统(水井沱组)、下扬子地区的下寒武统下荷塘组/幕府山组、上奥陶统五峰组—下志留统高家边组、中二叠统孤峰组、上二叠统龙潭组与大隆组、苏北地区上白垩统泰州组、古近系阜宁组是中下扬子地区富有机质页岩发育的重点层位。

(2) 研究富有机质泥页岩的空间发育与分布特征,认为页岩类型多、分布广,不同类型泥页岩有效厚度差别大,以海相页岩为主,且具有分布面积大、单层厚度大等特点。

古生界海相/海陆过渡相富有机质页岩主要分布于中扬子地区的湘鄂西、下扬子地区的苏南—皖南—浙西地区、湘中—湘东南—湘东北地区及赣西北的九瑞盆地。

(3) 研究富有机质泥页岩有机地球化学特征,认为海相页岩有机质类型以 I 型、II 型为主,有机碳含量高,TOC 大于 2.0%,热演化程度高, R_o 普遍大于 3.0%。

中下扬子及东南地区下古生界富有机质页岩有机质丰富,以 I 型、II 型为主,热演化程度高,上古生界暗色泥页岩有机质丰富,以 II 型、III 型为主,中—高热演化程度;新生界陆相暗色泥页岩有机质含量较高,中—低热演化程度。总体上,陡山沱组、水井沱组、荷塘组/幕府山组、二叠系页岩分布范围广、厚度大,有机质丰度较五峰组—高家边组高,是主要的页岩气富集层系。陆相中、新生界主要位于江汉盆地及苏北盆地,有机质丰度高,但成熟度总体不高,是页岩油富集的主要层系。

(4) 对比分析页岩储层的岩石矿物学特征及孔隙类型,认为海相页岩脆性矿物含量高,发育多类型微孔、微裂隙,储集物性良好,海陆过渡相泥页岩脆性矿物相对偏低,发育原生、次生孔隙,物性较好。

中扬子地区的湘鄂西地区水井沱组与下扬子地区的荷塘组/幕府山组和赣西北地区的王音铺组及观音堂组页岩相比,其显著特点是黏土含量低、碳酸盐岩含量高、石英含量高;对于海陆过渡相的龙潭组,不同地区黏土矿物类型及黏土矿物含量差别不大。

陆相的苏北盆地与江汉盆地岩矿特征基本相似,苏北盆地的泰二段、阜二段、阜四段的石英+长石+黄铁矿含量范围分别为 23.3%~37%,黏土矿物含量为 45.5%~56%,碳酸盐岩矿物含量为 7%~21.3%。

古生界页岩储集空间主要分为微孔隙及微裂缝两大类。孔隙度较小,一般小于 2%,大多分布于 0.05%~3.15%,渗透率相对较小,大部分小于 0.02mD^①。中新生代页岩储集空间以粒间孔、粒内溶孔、粒间溶孔和胶结物内溶孔及微裂缝为主。

(5) 开展含气性特征研究,普遍具有较好气显示,实测含气量普遍低于 1.0m³/t,等温吸附实验普遍大于 1.5m³/t,含油率为 0.2%~0.7%。

① 1mD=0.986923 × 10⁻¹⁵m²。

中扬子地区海陆过渡相页岩显示较好成气潜力,其中湘中拗陷的湘页1井有气流产出并点火成功。等温吸附实验表明,富有机质页岩的吸附气含量均大于 $1.5\text{m}^3/\text{t}$ 。

(6) 运用体积法初步计算页岩气、页岩油资源潜力,页岩气地质资源量为 $28.78 \times 10^{12}\text{m}^3$,可采资源量为 $5.89 \times 10^{12}\text{m}^3$;页岩油地质资源量为 $21.05 \times 10^8\text{t}$,可采资源量为 $1.55 \times 10^8\text{t}$ 。其中,中扬子地区页岩气地质资源量为 $13.19 \times 10^{12}\text{m}^3$,可采储量为 $2.22 \times 10^{12}\text{m}^3$;湘中—湘东南—湘东北地区页岩气地质资源量为 $2.69 \times 10^{12}\text{m}^3$,可采储量为 $0.66 \times 10^{12}\text{m}^3$;下扬子地区页岩气地质储量为 $11.37 \times 10^{12}\text{m}^3$,可采资源量为 $2.88 \times 10^{12}\text{m}^3$;东南地区地质资源量为 $1.52 \times 10^{12}\text{m}^3$,可采资源量为 $0.12 \times 10^{12}\text{m}^3$ 。

页岩油地质资源量为 $21.05 \times 10^8\text{t}$,可采储量为 $1.54 \times 10^8\text{t}$,主要分布在江汉盆地的潜江凹陷与江陵凹陷以及苏北盆地的高邮凹陷与金湖凹陷。

(7) 优选出页岩气/油勘探的有利区、远景区。页岩气有利区主要分布于中扬子湘鄂西和湘中地区、下扬子苏北地区、苏南—皖南地区,萍乐凹陷及赣西北的修武—九瑞盆地也具有较大的潜力;江汉盆地潜江凹陷和江陵凹陷,以及苏北盆地高邮凹陷和金湖凹陷是页岩油有利区。

参照总项目有关海相、海相过渡相页岩选区标准,结合研究区客观地质条件,采取多参数叠合法,共优选出页岩气远景区24个、有利区14个;页岩油有利区4个。