

**Volcanic Hydrocarbon Exploration of
Carboniferous Formation in Northern Xinjiang**

新疆北部石炭系 火山岩油气勘探

杜金虎 等著

石油工业出版社

新疆北部石炭系火山岩油气勘探

杜金虎 匡立春 梁世君 邹才能 等著
张光亚 侯连华 何海清 唐 勇

石油工业出版社

内 容 提 要

本书在恢复了新疆北部原型盆地的基础上,对上石炭统烃源岩的生烃潜力进行了评价。在对火山岩区域分布、火山岩岩相及机构特征研究的基础上,总结了火山岩储层分布规律、油气成藏主控因素,形成了火山岩油气藏勘探配套技术。

本书适合于广大地质勘探人员、石油地质综合研究人员及大专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

新疆北部石炭系火山岩油气勘探/杜金虎等著.

北京:石油工业出版社,2010.3

ISBN 978-7-5021-8307-3

I. 新…

II. 杜…

III. 火山岩-岩性油气藏-油气勘探-新疆

IV. P618.130.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 032101 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

编辑室:(010)64523539 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:北京市前进印刷厂

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:13.75

字数:331 千字

定价:86.00 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

前 言

新疆北部地理上是指天山以北的新疆广大地区,其石炭系勘探面积约 $28 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。勘探工作虽历经 50 余年,但由于过去勘探和认识程度较低,长期作为盆地基底的石炭系未引起足够重视,虽有零星发现,但始终未形成规模。2006 年以来,随着松辽盆地深层火山岩气藏勘探的突破,以及火山岩地质理论研究的深化和技术进步,中国石油天然气股份有限公司(简称中国石油)加大了对该领域的勘探力度,相继在三塘湖盆地牛东地区、准噶尔盆地陆东—五彩湾地区石炭系火山岩取得重大突破。为了整体认识新疆北部石炭系的地质特征、火山岩成藏条件、油气分布及富集规律、勘探潜力和勘探方向,2007 年中国石油勘探与生产分公司设立专项组织新疆油田、吐哈油田及相关科研院所,按照“统一组织、统一立项、统一设计、统一部署”的思路,系统开展了新疆北部地区火山岩油气藏地质综合研究和工程技术攻关工作。近年来,该项目紧密结合勘探实践,在认识—实践—再认识—再实践的过程中,地质认识不断创新,勘探技术不断完善,勘探成果不断扩大,取得了显著的经济效益。

《新疆北部石炭系火山岩油气勘探》正是以此项目的研究成果为基础,取其精华,集中智慧而作,是针对新疆北部石炭系火山岩油气勘探的第一部专著。该书在石炭系火山岩成藏理论和勘探技术等方面具有以下创新点:① 新疆北部石炭系不是准噶尔盆地和吐哈盆地的基底,晚石炭世为一在碰撞造山后拉伸形成的裂谷盆地群,上石炭统发育一套陆相—海陆交互相烃源岩,其分布面积大、有机质丰度高、演化程度适中,具有良好的生油能力,资源潜力大,成藏组合较好,是新疆北部油气勘探的重要领域;② 石炭纪火山喷发以中心式为主,多期叠合,火山岩沿断裂呈带状分布,火山岩储层较为发育,受岩性、岩相、风化壳三大要素控制,风化壳储层分布广泛,是主要的储层类型;③ 主要发育风化壳地层和内幕岩性两大类油气藏,风化壳地层型油气藏是主要勘探目标,烃源岩、有利储层、构造背景和盖层条件四大要素控制油气分布和富集具有三种油气成藏模式;④ 新疆北部石炭纪后期经历了多次构造运动的改造,现今为一石炭系的残留盆地群,35 个残留凹陷分布面积大,但构造演化和成藏差异大,继承性发育的凹陷油气成藏条件好、勘探潜力大;⑤ 创新并形成了火山岩勘探思路、勘探流程、勘探方法,盆地、凹陷、区带评价技术,火山岩区带及岩相带宏观分布预测技术,火山岩体识别与预测技术等四大火山岩勘探关键技术系列;⑥ 建立了盆地和残留凹陷评价标准,综合评价优选出一类残留凹陷 7 个、二类残留凹陷 12 个、三类残留凹陷 3 个、四类残留凹陷 13 个,提出了现实勘探领域 7 个,接替勘探领域 12 个。

该成果来源于生产,应用于生产,并取得了很好的效益。是一部科研与生产紧密结合的著作,更是一部火山岩勘探理论、实践、技术、方法的集成。地质认识对于火山岩储层及成藏研究具有一定的理论价值,勘探思路、勘探技术、勘探方法对火山岩勘探具有一定的借鉴作用。勘探区带和目标评价的建议对未来的勘探部署具有一定指导意义。

这是一部理论性、实践性、实用性、信息性很强的专著。适合于广大地质勘探人员、石油地质综合研究人员及地质、石油类院校的学生阅读参考。

全书共分六章。第一章构造演化与岩相古地理,建立了新疆北部石炭系区域二分地层格架和盆地内部上石炭统三分地层划分与对比框架,探讨了区域构造演化背景,恢复了早、晚石炭世原型盆地与岩相古地理展布;第二章烃源岩与资源评价,重点对上石炭统烃源岩特征及分布进行了研究,评价了其资源潜力;第三章火山岩及储层特征,在对火山岩区域分布、火山岩岩相及机构特征研究基础上,对火山岩储层类型、形成机理进行了较深入研究,总结了火山岩储层分布规律;第四章油气藏特征及油气分布规律,剖析了火山岩油气藏类型、形成条件及成藏模式,总结了油气成藏主控因素与分布规律;第五章勘探技术,形成了火山岩油气藏勘探配套技术系列;第六章综合评价与勘探方向,建立了盆地和残留凹陷评价标准,分区域、盆地和凹陷等层次对新疆北部石炭系勘探领域进行了评价,指出了进一步的勘探方向。

该成果是在中国石油勘探与生产分公司统一组织下完成的,参加单位有中国石油勘探开发研究院、新疆油田分公司和吐哈油田分公司以及中国地质大学(北京)、吉林大学等。本书是在杜金虎教授组织与指导下,首先确定框架与提纲,然后分工编写完成。具体章节编写分工如下:绪论由杜金虎、张光亚完成,第一章由张光亚、卫延召、邓胜徽完成,第二章由何海清、吴晓智、赵长毅完成,第三章由邹才能、朱如凯、孙平完成,第四章由杜金虎、侯连华、张光亚完成,第五章由唐勇、梁浩、张光亚完成,第六章由杜金虎、匡立春、梁世君、侯连华完成。全书由杜金虎教授、侯连华统稿,杜金虎教授定稿。

赵政璋副总裁、高瑞琪教授、赵化昆教授、顾家裕教授等专家对书稿编写及审查提出了具体修改建议,毛治国、林潼、文百红、张丽君、刘磊、罗贝维、赵霞、魏东涛、肖建新、汪新文、卢远征、万怡平、张云绵、潘建国、杨辉等参加了研究工作,在此一并表示衷心的感谢。

由于火山岩勘探的复杂性,加之作者水平有限,书中定有诸多不妥之处,敬请广大读者批评指正。

目 录

绪论	(1)
第一章 构造演化与岩相古地理	(6)
第一节 地层划分与对比	(6)
第二节 构造—古地理特征	(16)
第三节 上石炭统残留盆地类型及特征	(27)
第二章 烃源岩与资源评价	(35)
第一节 烃源岩分布特征	(35)
第二节 烃源岩特征及评价	(43)
第三节 油气资源量预测及评价	(63)
第三章 火山岩及储层特征	(76)
第一节 火山岩区域分布及其特征	(76)
第二节 火山岩岩性、岩相和火山机构	(80)
第三节 火山岩储层特征	(95)
第四节 火山岩储层控制因素及分布	(111)
第四章 油气藏特征及油气分布规律	(124)
第一节 油气藏类型	(124)
第二节 典型油气藏特征	(125)
第三节 油气成藏分析	(140)
第四节 油气分布富集规律	(147)
第五章 勘探技术	(159)
第一节 重、磁、电资料预测火山岩及岩相分布技术	(159)
第二节 火山岩体预测技术	(165)
第三节 火山岩储层评价技术	(173)
第六章 综合评价与勘探方向	(189)
第一节 综合评价	(189)
第二节 勘探方向	(200)
参考文献	(212)

绪 论

新疆北部地理上是指我国境内天山以北的广大地区,石炭系广泛分布,总面积达 $42 \times 10^4 \text{ km}^2$,盆地叠加面积为 $28 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

该区石炭纪地处塔里木、哈萨克斯坦和西伯利亚三个板块的拼合部。经历了板(陆)块俯冲—碰撞、大洋闭合造山(C_1),碰撞期后伸展裂谷环境(C_2),整体抬升、剥蚀三个构造阶段,形成了一系列裂谷型残留盆地,属典型的残留盆地群。鉴于二叠纪之后,新疆北部在石炭系残留盆地群的基础上,叠加发育了准噶尔、吐哈、三塘湖等多个陆内坳陷盆地,为了论述方便,本书将现今准噶尔盆地覆盖的石炭系残留凹陷群统称为准噶尔地区;将现今吐哈盆地覆盖的石炭系残留凹陷群统称为吐哈地区。

新疆北部石炭系勘探工作始于20世纪50年代。但由于长期被认为是准噶尔、吐哈等盆地的褶皱基底,主要作为兼探目的层,因此,虽经多年探索,却成效甚微。直至2008年,发现了克拉美丽气田和牛东油田,勘探工作才实现了实质性的突破。

一、勘探历程

勘探工作历经半个世纪的探索,历程大致可以分为三个阶段。

第一阶段:新生古储构造油气藏勘探阶段(1957—2004年)。

该阶段历程漫长。但由于石炭系一直作为盆地的褶皱基底,勘探程度低。准噶尔地区截至2005年,钻至石炭系的井数仅258口,占全盆地总井数的10%,且主要分布在西北缘上盘。研究程度较低,对石炭系的成藏条件认识不足。对石炭系的勘探部署一直处于新生古储式的构造勘探阶段。在此期间取得了三项重要发现:西北缘上盘发现了一批中小型油藏,腹部发现石西油田,陆东滴西10井获工业气流。特别值得一提的是,滴西10井发现工业气流后,虽然按照构造气藏的评价工作失利,但气源对比认为,主要来源于石炭系。这一重要的结论,初步揭示了石炭系成藏条件,并引起了广大勘探工作者的极大兴趣。

第二阶段,自生自储岩性地层—岩性型油气藏勘探阶段(2005—2008年)

2005年以来,在准噶尔地区滴西10井的重要苗头,初步展示了新疆北部地区火山岩勘探的广阔前景。2005年12月8日,蒋洁敏总经理在听取准噶尔盆地勘探开发情况汇报时指出,要加快准噶尔盆地天然气勘探,尽快落实千亿立方米规模储量,实现油气并举;2006年3月8至10日,中国石油股份有限公司在乌鲁木齐召开“新疆地区天然气勘探工作研讨会”,会议决定启动准噶尔盆地实施天然气勘探工程,确定“一年准备,三年突破,五年大发展”的总体思路。与此同时,中国石油勘探与生产公司设立了“新疆北部石炭系油气地质综合评价及勘探部署”重大研究课题,开展科研生产一体化攻关,由此拉开了新疆北部石炭系勘探研究的序幕。新疆北部石炭系勘探工作进入了一个大发展的全新时期。

该阶段勘探工作主要集中在准噶尔和三塘湖地区,研究认为:该区域上石炭统裂谷盆地规模大,海陆过渡相烃源岩与火山岩发育多套生储盖组合;海西运动后期改造作用强烈,风化壳型火山岩储层发育;陆东—五彩湾、北三台凸起、牛东等邻近生烃中心,显著的古构造背

景是石炭系火山岩油气藏勘探的有利地区,具有较好的勘探前景。

鉴于有利区带地震资料差,地质结构不清,生烃中心难于圈定,火山岩机构无法刻画,从2006年开始,在陆东—五彩湾地区开展了重、磁、电和二维地震联合攻关,在牛东地区进行了整体的高精度三维整体勘探。通过攻关,地震资料品质大幅度提高,发现了一批有利的地层—岩性勘探目标。按照整体部署、整体评价、分步实施的勘探思路,仅经过三年的时间,就发现并快速探明了千亿立方米的克拉美丽气田和5000万吨级的牛东大油田。目前,已经成为重要的油气生产基地。

第三阶段,新区、新盆地区域甩开勘探阶段(2008—2010年)。

2008年以来,根据对准噶尔地区和三塘湖盆地油气成藏条件的认识,项目对新疆北部石炭系进行了整体评价,按照凹陷原型及演化、烃源岩发育、储层类型及盖层和保存条件把外围凹陷分为4大类,并优选大井、库普、伊犁、乌伦古、哈密等10个有利凹陷或区带,开展了1:5万高精度重磁、电法勘探和二维地震勘探。基于新资料的处理解释,在新一轮研究的基础上,部署了一批参数井和预探井,部分钻探结果又发现了一批新的区带,从而大大拓宽了勘探领域。

二、地质研究新认识

近年来,地质研究工作,按照贴近一线、贴近生产、服务生产的工作方针,统一组织、统一立项、统一设计、统一部署、统一成果的总体要求,持续研究、持续深化、不断完善,在认识—实践—再认识—再实践的基础上,地质认识不断创新。

通过近年来的科技攻关,在新疆北部石炭系火山岩油气藏形成的地质理论研究方面主要取得了以下重要新认识。

① 石炭系不是准噶尔和吐哈等盆地基底。晚石炭世为一在碰撞造山后拉伸形成的裂谷盆地群,上石炭统具有较好的成藏组合,是新疆北部地区新的重要的勘探领域。

在建立新疆北部石炭系二分区域地层格架和盆地内部上石炭统三分地层划分方案的基础上,依据地层展布、区域构造背景分析等,恢复了新疆北部石炭纪原型盆地和岩相古地理。新疆北部处于古亚洲洋中段。早石炭世处于板(陆)块俯冲—碰撞构造环境,以海相沉积为主,北准噶尔、北天山地区两大残留洋盆发育深海、半深海相碎屑岩沉积,准—吐古陆与残留洋之间发育滨浅海相碎屑岩、碳酸盐岩,早石炭世末构造运动使大洋闭合造山,盆地内部发生较强烈的变形。晚石炭世处于碰撞期后伸展裂谷环境,以陆相、海陆过渡相碎屑岩、碳酸盐岩及火山岩建造为主。该时期新疆北部主体成陆地,发育陆内断陷盆地,河、湖相碎屑岩含煤地层及火山岩发育;南部发育边缘拗陷、裂陷槽盆地,充填滨浅海相、半深海相碳酸盐岩、碎屑岩。盆地内部受断陷(凹陷)控制的沉积岩—火山岩组合保存较好,上石炭统是勘探的最现实生储盖组合。改变了以往石炭系是盆地褶皱基底的认识,明确了勘探主攻层系,发现了一个全新油气系统与重大勘探领域。

② 上石炭统发育一套陆相—海陆交互相烃源岩,其分布面积大、有机质丰度高、演化程度适中,具有良好的生油气能力,资源潜力大。

通过古构造、古地理、有机相与地球化学研究认为,新疆北部上石炭统陆相、海陆过渡相主力烃源岩分布受断陷或边缘拗陷控制,烃源岩厚度大于50m的分布面积达 $13.3 \times$

10^4 km^2 。岩性以碳质泥岩、泥岩、沉凝灰岩为主,干酪根类型主要为Ⅲ型。在克拉美丽山前准东—五彩湾—滴水泉地区以湖沼相偏腐殖型为主,三塘湖地区以湖相腐泥型为主。而往南到吐哈等地区以海相为主。总体上看,上石炭统烃源岩受有机质类型和演化成熟度控制以生气为主,但在准东、三塘湖等地区以生油为主。

准噶尔、三塘湖、吐哈地区资源量计算采用成因法,外围地区采用类比法,计算的上石炭统总的石油资源量为 $18.75 \times 10^8 \sim 23.56 \times 10^8 \text{ t}$,天然气总资源量为 $5310 \times 10^8 \sim 7050 \times 10^8 \text{ m}^3$;三大盆地上石炭统石油总资源量为 $16.3 \times 10^8 \sim 19.9 \times 10^8 \text{ t}$,天然气总资源量为 $4070 \times 10^8 \sim 5250 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。外围盆地中伊宁盆地油气资源量较大,石油资源量为 $1.1 \times 10^8 \sim 1.6 \times 10^8 \text{ t}$,天然气资源量为 $530 \times 10^8 \sim 710 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

下石炭统烃源岩受控于残留洋展布,分布广,主要为Ⅱ型干酪根。由于后期改造强烈发生强烈变形甚至变质,对其资源潜力还有待进一步认识。

③ 石炭纪火山喷发以中心式为主,多期叠合,火山岩沿断裂呈带状分布。

通过地质与地球物理综合研究,基本确定了石炭系火山岩成因机制,建立了中心式、多期次喷发的火山岩发育模式,搞清了多期多个火山岩体叠合并沿断裂呈带状分布特征。盆内以晚石炭世中基性火山岩带为主,形成于伸展裂谷环境;火山岩多沿北西和北东两个方向的断裂呈带状分布,属陆上中心式多期次喷发,溢流相熔岩发育,爆发相火山碎屑岩次之;单个火山岩体规模较小,但多期多个火山岩体叠合可形成大面积火山岩分布。

④ 石炭系火山岩储层发育,岩性、岩相和风化壳是控制储层发育的三大要素,风化壳储层分布广泛,是主要的储层类型。

通过火山岩岩石学、矿物学及其溶蚀形成条件研究,建立了火山岩风化壳体的5层结构模式,提出改造型火山岩风化壳储层是最有利储层,具备大面积分布和成藏条件,突破了以往在东部盆地所建立的火山岩储层以原生型为主、单一储层规模较小的储层分布模式。提出了火山岩风化壳型储层有效识别的重要标志,为在古构造高部位和斜坡带圈定有利勘探目标区提供了重要依据。中短期风化壳储层受岩性、岩相、风化淋滤时间控制,长期沉积间断溶蚀风化壳火山岩储层不受岩相、岩性控制,各种岩性均能形成有利储层,风化壳优质储层主要分布在不整合面之下510m内,局部古构造高地和斜坡带更有利。

内幕原生型储层主要取决于原始喷发类型,爆发相最易形成有利储层,同时受火山机构、岩相及短期沉积间断控制。内幕原生型火山岩储层规模一般较小,厚度较薄。

⑤ 石炭系主要发育风化壳地层型和内幕岩性型两大类油气藏,大型风化壳地层型油气藏是勘探的主要目标类型。

受海西运动的影响,上石炭统风化壳广泛发育,上石炭统上部层序或缺失上石炭统的下石炭统均可形成储层,其分布受古地貌和现今构造高部位控制,大型风化壳地层是勘探的主要目标类型。而下部层序以岩性型为主,主要分布于火山岩与烃源岩间互分布的火山岩体内,一般规模较小。

石炭系油气成藏具有自生自储断裂—不整合输导、自生自储源间断层输导、新生古储断裂—不整合输导三种成藏模式,三种成藏模式油气分布主控因素不同,但都是重要的勘探领域。

⑥ 烃源岩、风化壳优质储层、构造背景和盖层条件四大要素控制油气分布和富集。

对于风化壳型油气藏,上石炭统有效生烃残留断陷(凹陷)控制油气分布,有效储层控制油气富集,区域盖层的发育程度和构造背景控制油气藏的规模。而内幕型油气藏,火山岩与烃源岩间互发育、烃源岩的资源丰度、有利岩性岩相控制岩性油气藏的规模及丰度。

⑦ 石炭系为一残留盆地群,成藏条件差异大,继承性发育的凹陷成藏条件好,勘探潜力大。

建立了综合评价标准,依据有效烃源岩分布、火山岩储层、断裂及构造演化条件对 35 个残留凹陷进行了系统的评价,评价出现实勘探的残留凹陷 7 个,接替勘探残留凹陷 12 个,探索勘探残留凹陷有 3 个,应加强研究的残留凹陷有 13 个。综合优选出现实勘探领域 7 个,接替勘探领域 12 个,对今后的勘探工作具有重要的指导价值。

三、勘探技术进展

针对新疆北部石炭系火山岩的地质特征,通过四年的持续攻关,创新并初步形成了适合于新疆北部地区火山岩勘探思路、勘探流程、勘探方法与盆地、凹陷、区带评价技术,火山岩区带及岩相带宏观分布预测技术,火山岩体预测技术及火山岩储层评价技术等配套技术及关键技术系列,有力地支持了火山岩油气藏的勘探。开展整体研究,快速、分层次部署,生产、研究一体化推进,形成了一套有效的综合评价技术。

1. 科学、快速勘探思路和流程

① 大面积高精度重磁电(1:5万)整体部署,二维地震概查,搞清盆地结构、构造和火山岩带分布,定凹陷带,为地震勘探部署提供靶区。

② 二维地震勘探普查、重磁电震综合研究,优选主力凹槽有利目标,部署参数井,明确资源潜力。

③ 二维地震详查,落实有利目标,部署预探井,实施重点突破。

④ 三维地震精查,评价有利目标,开展油气预探和油气藏评价。

2. 盆地、凹陷和区带地质综合评价优选技术

① 盆地优选。新疆北部石炭系后期经历了盆地的叠加和改造,依据盆地发育时期及构造演化,确定后期稳定沉降区域是有利的油气成藏区。

② 凹陷优选。根据近源成藏条件,在优选出的有利成藏盆地内,首先选择有效生烃凹陷,再结合火山岩带发育状况及上覆构造层构造变形程度和保存条件,优选凹陷。

③ 区带优选。在有利凹陷内,根据沟通烃源岩断裂的分布、有利储层发育、上覆盖层条件、构造格局分布确定有利区带。

3. 火山岩区带及岩相带宏观分布预测技术

① 应用重磁资料的处理与解释技术,搞清基底断裂展布。

② 结合局部磁力异常,预测局部火成岩体与火山活动带的分布。

③ 重、磁及建场测深剖面相结合,进行火山岩岩性、岩相预测。

4. 火山岩体预测技术

① 利用露头与钻井相结合技术,建立火山岩垂向演化序列。

② 采用井—震互动的方法,建立石炭系火山岩序列格架,查明各序列分布。

③ 在建立的火山岩序列格架控制下,井—震结合建立火山岩岩相识别模式,应用地震

响应模式和属性特征刻画火山岩体。

④ 应用地震多参数、多属性特征,刻画火山岩体空间分布规律。

5. 火山岩储层评价技术

应用火山岩测井综合解释技术,通过岩心、薄片刻度测井,确定岩电关系,建立了石炭系火山岩岩性岩相图版;开展火山岩岩性、岩相识别,通过火山岩储层的微观分析,确定火山岩储层的物性特征及成因类型;物性、含油气性评价。

本书是近几年新疆北部石炭系火山岩地质研究、工程技术攻关、勘探成果的总结和升华,丰富和发展了火山岩油气藏勘探理论,对该区下一步的勘探工作具有很强的指导作用,同时对类似的盆地具有一定的借鉴作用。

四、勘探成果

2005 年以来,新疆北部石炭系火山岩油气藏勘探以自生自储型为主,同时兼顾新生古储型,相继取得一批重要勘探成果,发现了克拉美丽气田、牛东油田、红车断裂带油藏、北三台石炭系油藏等,克一百断裂带上盘石炭系油藏进一步扩展;新增探明石油地质储量近两亿吨,控制和预测石油地质储量超亿吨,探明天然气地质储量千亿立方米以上,预测天然气地质储量数百亿立方米。其中,准噶尔地区克拉美丽气田新增探明天然气地质储量超过千亿立方米,五彩湾预测天然气地质储量超过数百亿立方米,西北缘探明石油地质储量超过亿吨,红车断裂带控制预测石油地质储量超过亿吨,北三台凸起周缘控制预测石油地质储量超过数千万吨;三塘湖盆地牛东油田探明、控制、预测储量累计超过亿吨。

总之,新疆北部石炭系火山岩油气地质研究取得重要进展,有利指导了油气勘探部署,促进了重大勘探成果的取得。研究和勘探成果还进一步证明新疆北部石炭系火山岩是今后重要的勘探领域。对与新疆北部石炭系油气地质条件类似的天山—兴蒙海槽中、东段等领域的火山岩油气勘探有一定的借鉴作用。

第一章 构造演化与岩相古地理

第一节 地层划分与对比

一、石炭纪地层区划

新疆北部在中国石炭纪地层分区图上属于准噶尔—兴安地层大区中的准噶尔地层区(金钰珏等,2000),并以额尔齐斯缝合带和中天山—康古尔塔格缝合带为界自北而南分为阿勒泰、准噶尔和天山3个地层分区。阿勒泰地层分区非本次研究范围,本书主要涉及准噶尔和天山地层分区。在前人工作的基础上,本书依据次一级构造及沉积特点调整了地层小区的划分方案,将准噶尔地层分区分为7个地层小区,天山地层分区分为2个地层小区(图1-1)。

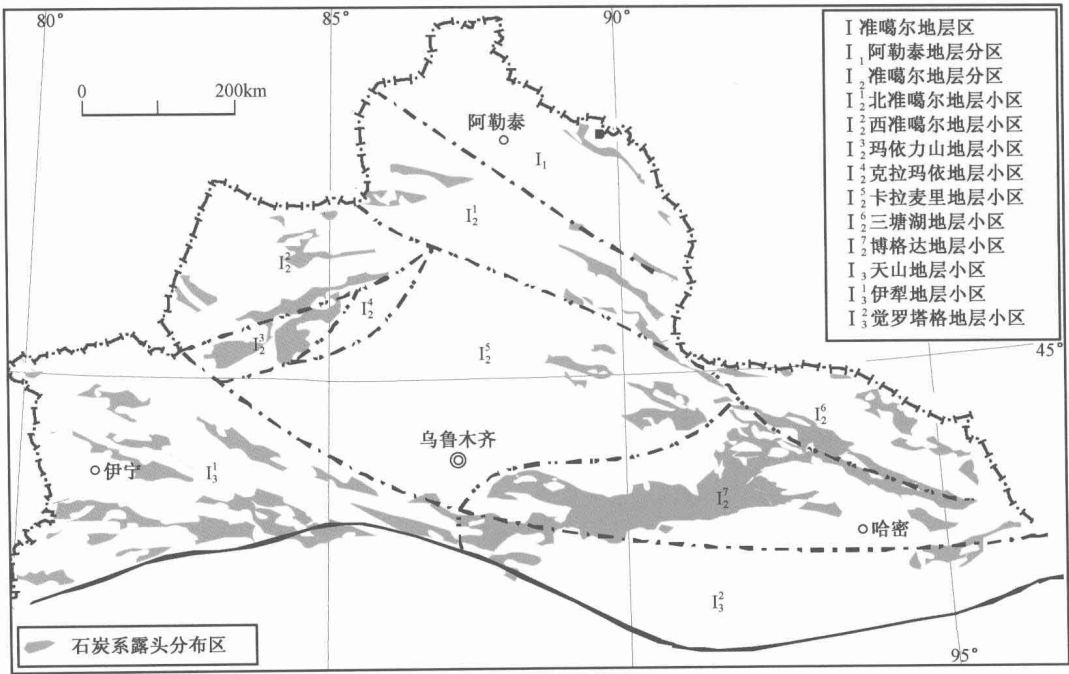


图 1-1 新疆北部石炭纪地层区划图

新疆北部石炭系研究历史较长,但不同时期、不同研究单位或作者建立和使用的岩石地层单位名称非常庞杂,存在较多同物异名、同名异物现象。本书依据国际及中国地层规范,兼顾生产应用的习惯,对本区石炭纪地层名称进行了清理和厘定,建立了新疆北部石炭纪划分对比表(表1-1)。

表 1-1 新疆北部石炭纪地层划分对比表

年代地层		地层区划		准噶尔地层区										
				阿勒泰地层分区		准噶尔地层分区								天山地层分区
		北准噶尔地层小区	西准噶尔地层小区	克拉玛依地层小区	玛依力山地层小区	卡拉麦里地层小区	三塘湖地层小区	博格达地层小区	伊犁地层小区	觉罗塔格地层小区				
二叠系	上统	?	佳木禾组	佳木禾组	?	?	?	依尔希土组	乌郎组	艾丁湖组				
			阿腊德依克赛组	车排子组	希贝库拉斯组	石钱滩组	卡拉岗组	奥尔吐组	科古琴山组	苏穆克组				
		怡其海组									东图津河组			
		底坎尔组												
石炭系	中蒙组	吉木乃组	哈拉阿拉特组	?	包谷图组	巴塔玛依内山组	巴塔玛依内山组	柳树沟组	伊什基里克组	也列莫顿组	白鱼山组			
		喀喇额尔齐斯组	“那林卡拉组”	?			滴水泉组	姜巴斯套组	姜巴斯套组	阿克沙克组	雅满苏组			
		维宪阶			红山嘴组							库马苏组	黑山头组	?
		杜内阶	下统	泥盆系	?	?	泥盆系	老谷庙组	泥盆系	?	?			
下伏地层													泥盆系	

二、石炭系划分与对比

上述地层小区中,以卡拉麦里地层小区研究程度最高,石炭系发育也相对较全,因此,本书主要沿用该小区石炭纪地层序列及岩石地层单位名称建立了新疆北部石炭系二分地层综合柱状图(图1-2),特征如下。

地层系统					岩石地层	岩性简述	古生物特征
系	统	阶	组	段			
石炭系	上统	格舍尔阶	孔雀屏段	▲ " " "	杂色凝灰碎屑岩	植物Noeggerathiopsis-Calamites gigas组合	
				▲ " " "			
				▲ " " "			
				▲ " " "			
		卡西莫夫阶	石钱滩组	—	灰绿色泥岩、泥质粉砂岩	牙形石Neognathodus symmetricus-Streptognathodus suberectus组合 筴Profusulinella带	
				—			
		莫斯科阶	双井子段	■ ■ ■ ■	石灰岩、生物碎屑灰岩	牙形石Streptognathodus suberectus-S. parvus组合 筴Pseudostaffella带	
				■ ■ ■ ■			
				■ ■ ■ ■			
				■ ■ ■ ■			
	巴什基尔阶	巴塔玛依内山组	■ ■ ■ ■	杂色基性—酸性火山熔岩、凝灰质岩	植物Mesocalamites-Angaropteridium组合 孢粉Noeggerathiopsisidozonotrites高含量组合		
			▼ ▼ ▼				
■ ■ ■ ■			陆相碎屑岩、煤线				
▼ ▼ ▼ ▼			杂色基性—酸性火山熔岩、凝灰质岩				
下统	维宪阶	松喀尔苏组	■ ■ ■ ■	陆相碎屑岩夹凝灰质岩及煤线	植物Lepidodendropsis-Mesocalamites组合 孢粉Dibolis porites spinotubero sub s-Cymbos porites pallidus组合		
			■ ■ ■ ■				
			■ ■ ■ ■				
			■ ■ ■ ■				
	杜内阶	塔木岗组	■ ■ ■ ■	玄武岩、安山岩等夹砾岩	腕足类Syringothysis cf. altaica		
			■ ■ ■ ■				
塔木岗组	塔木岗组	■ ■ ■ ■	滨海相砂岩、砾岩等	植物Lepidodendropsis-Sublepidodendron组合 孢粉Verrucosiporites nitidus-Vallatisporites vallatus组合			
		■ ■ ■ ■					

图1-2 卡拉麦里地层小区石炭系综合柱状图

1. 主要地质界线

1) 石炭系底界

石炭系与下伏老地层主要为不整合接触,在不同地区可与泥盆系、奥陶系乃至更老地层接触。判定石炭系底界多以牙形刺 *Siphonodella sulcata* 的首现为标志,但新疆北部大多缺失早石炭世早期地层,该化石并不发育,多以菊石、腕足、孢粉等化石依据来判定石炭系与下伏地层的关系。野外露头区资料较丰富,石炭系底界相对容易确定,覆盖区尚没有钻井钻穿石

炭系,化石资料极为有限,另外,下石炭统及其以下地层地震资料反射极差,石炭系底界目前无法识别。

2) 上、下石炭统界线

上、下石炭统界线以牙形刺 *Declinognathodus noduliferus* 的首现为标志,该化石主要出现于天山地层分区碳酸盐岩夹碎屑岩地层中。上石炭统与下石炭统主要以不整合接触,准噶尔地层分区下石炭统上部多为海相碎屑岩,且顶部被广泛剥蚀,多缺失谢尔普霍夫期地层,与上石炭统底部广泛发育的火山岩之间为不整合关系,覆盖区钻井及地震资料均已证实。在伊犁小区和觉罗塔格小区上、下石炭统以整合接触关系为主。

3) 石炭系顶界

石炭系与上覆地层以不整合接触关系为主,在不同地区分别可与二叠系、三叠系、侏罗系甚至更新地层接触,野外露头及地震资料均可证实,局部地区可出现整合或假整合接触关系。新疆北部多以晚石炭世最晚期的笔石 *Triticites* 化石带判断上石炭统与上伏地层的界线,该化石在觉罗塔格小区苏穆克组 and 伊犁小区科古琴山组产出。

2. 下石炭统划分对比

新疆北部下石炭统总体发育一套海相、海陆过渡相碎屑岩、火山岩及碳酸盐岩,自下而上大致可以分为三段,时代分别与杜内期早期、杜内期晚期及维宪期至谢尔普霍夫期对应(图1-2)。

下段主要发育一套海相碎屑岩,主要分布在准噶尔地层分区,卡拉麦里山东部发育一套滨海相砂岩、砾岩,含大量腕足类、双壳类、腹足类、孢粉及植物 *Lepidodendropsis dilophodes*, *Sublepidodendron* sp. 等,时代属杜内期早期(阎存凤等,1995)。准噶尔地层分区西北部的黑山头组下部、三塘湖盆地的东古鲁巴斯套组下部均含杜内期早期的海相化石,除了以上地区,其他地区基本缺失本期地层(图1-3)。

中段发育一套海相中、酸性火山碎屑岩及火山熔岩、海相碎屑岩,准噶尔地层分区卡拉麦里地层小区的松喀尔苏组下段发育一套安山岩和玄武岩,中间夹一套砾岩,其中产有杜内期管孔石燕 *Syringothysis cf. altaica* 等多种腕足类化石,北准噶尔地层小区黑山头组上部和三塘湖小区姜巴斯套组的下部发育正常海相碎屑岩沉积夹较多火山碎屑岩,所产化石均对应杜内期晚期。天山地层分区广泛发育火山岩序列,觉罗塔格小区小热泉子组为浅海相中、酸性火山岩夹火山碎屑岩及少量灰岩、泥质硅质岩,产珊瑚 *Dibunophyllum* sp., *Carcinophyllum* sp. 等,伊犁地层小区大哈拉军山组以安山质喷发岩、凝灰岩为主,石灰岩夹层中产腕足 *Echinoconchus elegans* 等(蔡土赐等,1999),化石时代为杜内期晚期(图1-3)。

上段发育一套海相、海陆过渡相碎屑岩及碳酸盐岩,准噶尔地层分区多发育正常碎屑岩沉积,如卡拉麦里小区松喀尔苏组上段,该组在卡拉麦里山西端和陆东—五彩湾覆盖区相变为细碎屑的纯泥岩或白云质泥岩,称滴水泉组,产早石炭世维宪期早期孢粉化石(王蕙,1989);北准噶尔地层小区那林卡拉组为正常海相碎屑岩,产菊石 *Goniatites* sp., *Sudeticeras nigxiaense*, *Dombarites* sp. 等维宪期海相化石,三塘湖小区姜巴斯套组上部产植物化石 *Sublepidodendron mirabile*, *Lepidodendropsis* sp.;天山地层分区多发育碳酸盐岩,如伊犁小区阿克沙克组和觉罗塔格小区雅满苏组,阿克沙克组产腕足类、珊瑚等,雅满苏组含有菊石、腕足及珊瑚等(图1-3)。

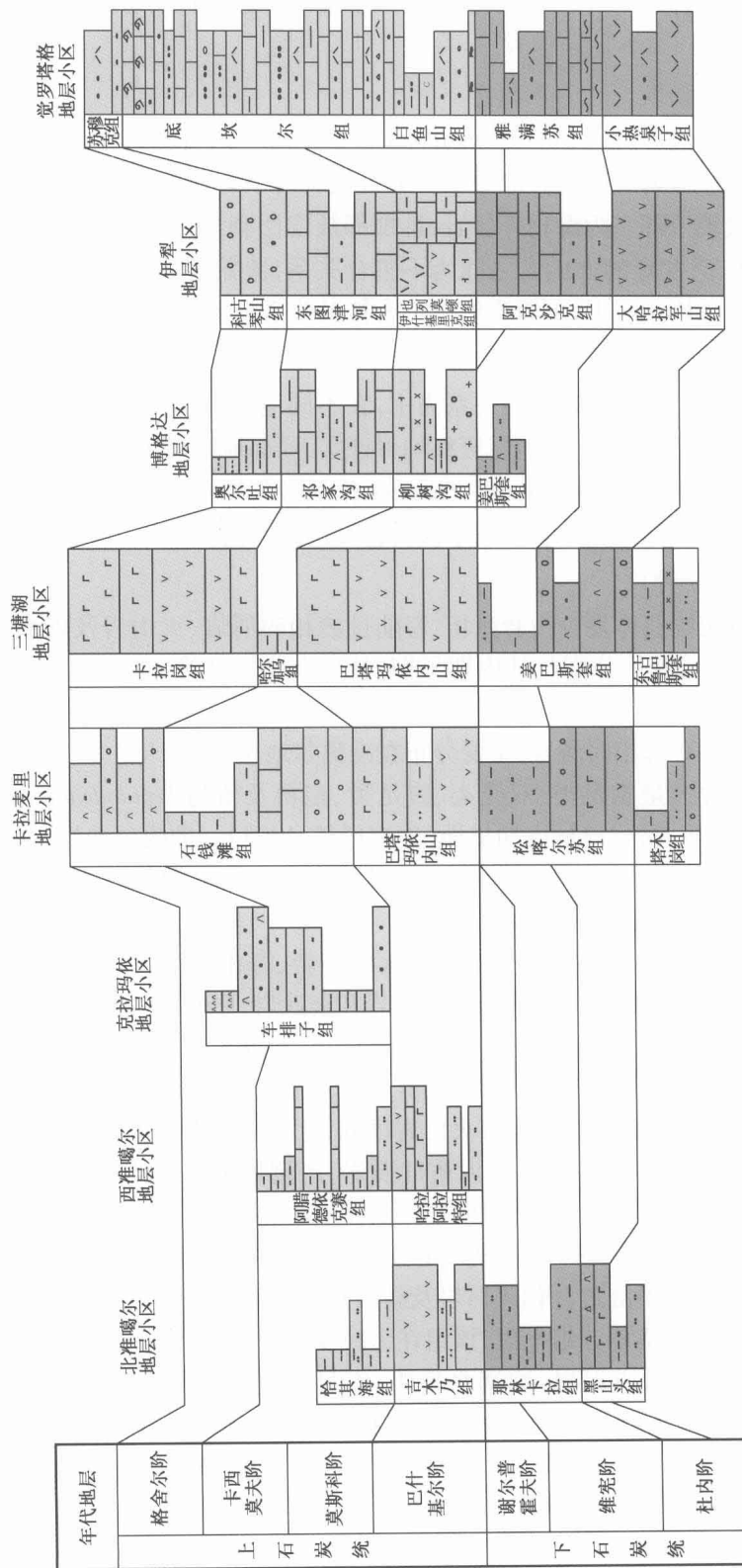


图 1-3 新疆北部不同分区石炭系对比图

下石炭统在覆盖区钻井钻遇较少,主要分布在准噶尔地区。如陆南1井钻遇下石炭统白云质泥岩,对应上段滴水泉组;滴西10井钻遇一套酸性流纹岩,同位素测年为早石炭世,对应中段松喀尔苏组。三塘湖盆地地方1井钻遇一套凝灰岩,目前认为属下石炭统,但缺乏充足的古生物及测年证据。利用钻遇下石炭统钻井标定地震,发现下石炭统的地震反射以杂乱、弯褶地震相为主,明显有别于上石炭统及以上地层地震反射特征,不整合接触关系比较明显(图1-4)。下石炭统底界地震难以识别,与下伏地层关系不明。

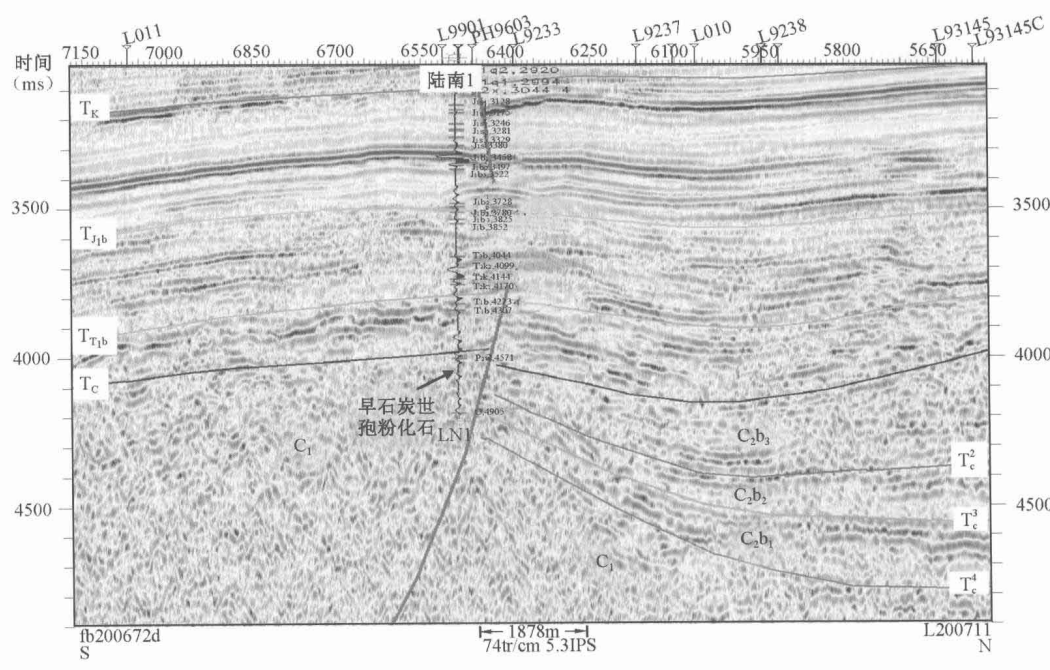


图 1-4 过陆南1井地震剖面

3. 上石炭统划分对比

新疆北部上石炭统总体特征为下部发育一套陆相、海陆过渡相火山岩、碎屑岩及碳酸盐岩,准噶尔分区广泛发育为火山岩序列,如巴塔玛依内山组(图1-2);天山地层分区以发育碳酸盐岩和碎屑岩为主,如伊什基里克组及白鱼山组。上石炭统上部主要发育正常碎屑岩、碳酸盐岩及凝灰质碎屑岩,如准噶尔地层分区卡拉麦里小区的石钱滩组(图1-2)。三塘湖小区以发育巨厚火山岩及碎屑岩夹层为特征区别于其他小区(图1-3)。

1) 巴塔玛依内山组特征及其对比

巴塔玛依内山组岩性特征总体表现为上、下两套火山岩中间夹一套碎屑岩,具有明显的三段性,以准噶尔地区陆东—五彩湾及北三台地区最为典型(图1-2、图1-5)。下段以酸性火山熔岩、凝灰质火山碎屑岩为主,上段以中基性火山熔岩夹凝灰质火山碎屑岩为主;中部碎屑岩段为火山活动间歇期的正常沉积,局部地区夹煤层或煤线,含有丰富的植物和孢粉化石,植物化石为典型安加拉植物群,孢粉以单气囊的 *Noeggerathiopsisidozonotriteles* 高含量为主要特征(欧阳舒等,2003)。