

民和盆地多种能源矿产 共存成藏机理

The Accumulation Mechanism of Multi-energy
Mineral Deposits Coexisting in Minhe Basin

卫平生 张虎权 陈启林 袁剑英 张景廉 著

石油工业出版社

民和盆地多种能源矿产 共存成藏机理

卫平生 张虎权 陈启林 袁剑英 张景廉 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书论述了民和盆地的地质、构造、沉积、储层等特征,阐述了盆地石油、天然气、煤炭、油页岩、油矿的分布特征及共存成藏(矿)的机理并对其资源进行了评价,对在西北地区中—新生代沉积盆地寻找多种能源矿产具有一定的指导意义。

本书可供从事各种能源矿产的勘探开发人员及管理人员参考,对高等院校相关专业教师、本科生、研究生也是一本很好的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

民和盆地多种能源矿产共存成藏机理/卫平生等著.

北京:石油工业出版社,2007.10

ISBN 978-7-5021-6241-2

I. 民…

II. 卫…

III. 盆地-共生矿物-矿床成因论-兰州市

IV. P571-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第135076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

编辑部:(010)64523544 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2007年10月第1版 2007年10月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:15

字数:380千字 印数:1—1000册

定价:45.00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

民和盆地处于东祁连褶皱系,夹于北祁连山与拉脊山之间,是一个中—新生代发育起来的山间坳陷盆地。盆地自 1935 年开始石油勘探,至今有 70 余年历史。新中国成立前,田在艺与王尚文、李树勋、苗祥庆等在民和盆地的下旋子、马场垣、享堂、药水泉、皋兰一带做过地质制图,发现了张家山构造,并在马场垣、药水泉、享堂等地发现了油苗,提出了侏罗系窑街组为生油岩层、白垩系为储油层的观点,并指出哈拉古山南麓单斜带有储油的可能。到目前为止,民和盆地仅发现虎头崖、海石湾两个小油田,虎头崖油田目前仍在小规模开采原油。中国石油勘探开发研究院西北分院(原中国石油天然气总公司西北地质所)自 1988 年以来对民和盆地进行了多项专题研究,包括地层古生物,构造,沉积相,储层,生油岩及油源对比,煤成烃,油气资源评价,盆地模拟,含油气系统及油、气、煤赋存关系等。本书是在系统总结上述研究成果的基础上编著而成的。

民和盆地是一个石油、天然气(CH_4 和 CO_2)、煤、油页岩、铀多种能源矿产共存的盆地。本书抓住盆地油、气、煤、铀共存成矿的这一特征,通过多种学科的交叉及综合研究,探讨了多种能源矿产同盆地共存的机理,这是一个极富挑战的创新的科学理论问题,同时也有重要的勘探实践意义,将为中国西北地区中—新生代盆地油、气、煤、油页岩、铀的勘探决策提供科学依据。

(1) 本书在详细总结、研究前人资料的基础上,提出中侏罗统窑街组下部和上部尽管没有明显的岩性界线,但它们不论在古生物、岩性组合、沉积旋回、电性特征、古气候变化、分布范围上都有明显差别,应予二分,即将窑街组限定为中侏罗统下部地层,用红沟组命名中侏罗统上部地层。

(2) 本书根据近年的地震资料解释及钻井资料,对盆地油气资源量重新作了计算,证实了民和盆地良好的油气勘探前景。计算表明,盆地石油资源量达 $3 \times 10^8 \text{t}$,海石湾井区油藏的石油地质储量为 $353.9 \times 10^4 \text{t}$;窑街地区煤层甲烷地质储量 $14.71 \times 10^8 \text{m}^3$,煤层二氧化碳地质储量为 $18.39 \times 10^8 \text{m}^3$;探明油页岩地质储量 $4.48 \times 10^8 \text{t}$,页岩油 $2239 \times 10^4 \text{t}$;盆地探明煤炭地质储量 $11.7 \times 10^8 \text{t}$ (此资料据甘肃省煤炭总公司);盆地边缘有一小的铀矿床,盆地内有两个铀矿点,尚需进一步探查。

上述多种能源矿产的资源量与地质储量为民和盆地的进一步勘探开发提供了重要的基础保证。

(3) 根据最新的地质、地球化学、地球物理资料,本书提出煤矿突出 CO_2 为深部幔源成因且至今仍不断有深部供给,即使不断抽放 CO_2 仍有 CO_2 突出事件的发生。

(4) 根据炭山岭地区煤岩液化的实验资料,其中富硫煤的产油率最高。本书提出富硫煤实质是富含黄铁矿(FeS_2),正是这种黄铁矿在煤液化过程中起到了催化作用。建议在目前煤制油的过程中适当选用催化剂,选择呈浸染状黄铁矿(比表面积大)作为催化剂,将大大提高煤制油的产油率,从而大大提高工程效率。同时,本书认为在甘肃实施煤制油工程时,首先应

查明不同煤矿中黄铁矿的含量,然后确定煤制油工程的选址,这有重大指导意义。

(5)为了解决永登拗陷地层层序、生油潜力、储层分布及物性特征、盖层分布特征、油气水特征,为下一步勘探决策提供依据,本书认为在永登拗陷两个构造带(青阳阁—青寺堡基岩隆起带、小钱家断裂构造带)上可部署3口科学探索井。

(6)研究表明:①石油与铀矿的微量元素(如Re、V、Ni等)及同位素(Pb、Sr、Nd等)地球化学均显示了它们源于深部上地幔的特征。②煤层气(甲烷与二氧化碳)的碳同位素特征、煤岩与煤系源岩热模拟产物及同位素特征均不支持煤层气与煤岩有关的理论,而煤层气中异常含量的汞及煤层气藏形成的地质构造环境表明与深部来源有关。瓦斯爆炸不是煤矿所独有,美国低阶褐煤($R_o=0.3\% \sim 0.4\%$)的煤层气勘探的成功等也表明了煤层气未必与煤有关;计算的煤层气资源量往往比煤矿瓦斯突出的量低几倍甚至十几倍,表明了目前煤层气资源量计算的严重缺陷。所有这些事例说明了煤层气与深部来源有关。③煤来自热带森林,泥炭生成的理论也遇到挑战。近年来,煤中金属矿物、微量元素的研究均支持煤的生成与热液作用有关,即与地幔沥青流体有关。④盆地的多种能源矿产(油、气、煤、铀)共存成矿(藏)与深部地壳构造有关,即盆地的深部地壳往往有中地壳低速—高导层。地幔流体排气:①放出 CH_4 。②放出 CO_2 、 CO 、 H_2 ,它们在中地壳进行费—托合成烃的反应。③这些 CH_4 、 H_2 对沉积有机质可发生烷化、氢化生成烃;当这些 CH_4 、 H_2 等还原性气体上升到沉积砂岩中,可能会对砂岩中的含 UO_2^{2+} 溶液发生还原作用,导致 UO_2 的沉淀,形成铀矿床。

(7)石油、天然气、煤不仅可通过生物有机质演化而生成,也可以通过地幔流体或地幔流体与有机质的相互作用而生成。幔源铀在成矿中的作用也越来越引起重视。石油、天然气、煤与铀的这种二元成因论很好地解释了民和盆地石油、天然气、煤、铀共存成藏(矿)的机理,在勘探中也将有重要指导意义。

本书是目前国内对一个盆地进行油、气、煤、油页岩、铀共存成藏(矿)综合研究的第一本专著,理论上有所创新,对油、气、铀的进一步勘查有重要的指导意义。

全书共分八章。第一章盆地勘探简况,由卫平生编写;第二章盆地地层层序,由卫平生编写;第三章盆地构造特征,由袁剑英编写;第四章盆地原型及沉积特征,由陈启林编写;第五章盆地储盖层特征,由张虎权、张景廉编写;第六章石油、天然气、煤炭、油页岩、铀矿的分布,由卫平生编写;第七章石油、天然气、煤炭、油页岩、铀矿共存成藏(矿)机理讨论,由卫平生、张虎权、张景廉编写;第八章石油、天然气、煤炭、油页岩、铀矿资源评价,由张虎权、张景廉编写。最后,由卫平生、张虎权、张景廉修改,统编成书。

在本书第六章第二节天然气的分布的编写中,引用了甘肃省煤炭研究所、窑街矿各局吴五同、康立权、方加吉、陈发源等专家的内部资料,笔者向他们致以诚挚的感谢!

另外,参加本项研究工作的人员还有邸世琪、杨中轩、杨效成、龚成渊、史永苏、王小玉、王西文、张正刚、关银录、廖天纯、杨乐、巩固、马龙、周耀、罗兆华、周炎如、王天琦、林卫东、焦志峰、阎存凤、何享华、苏醒、周惠文、杨琦、李相博、完颜蓉、白云来、刘建新、张菊梅、郭精义、李碧宁、刘居波等,在此,对他们的辛勤付出表示衷心的感谢!

目 录

第一章 盆地勘探简况	(1)
第一节 自然地理及人文概况	(2)
第二节 勘探现状	(2)
第三节 近期的研究工作	(7)
第二章 盆地地层层序	(8)
第一节 地层分布	(8)
第二节 侏罗系、白垩系地层划分与对比	(14)
第三节 古近—新近系地层特征	(27)
第四节 岩浆岩	(27)
参考文献	(28)
第三章 盆地构造特征	(30)
第一节 区域构造背景	(30)
第二节 基底构造特征	(32)
第三节 断裂构造特征	(34)
第四节 盆地构造单元划分及特征	(39)
第五节 盆地类型及演化	(45)
第六节 局部构造	(49)
参考文献	(56)
第四章 盆地原型及沉积特征	(57)
第一节 主要成盆期原型盆地特征	(57)
第二节 主要成盆期沉积特征	(65)
参考文献	(80)
第五章 盆地储盖层特征	(82)
第一节 储层发育与分布	(82)
第二节 储层的岩石学特征	(85)
第三节 储层储集性能及影响因素	(90)
第四节 储层的成岩作用及孔隙演化	(96)
第五节 储层评价	(101)
第六节 变质岩储层	(108)
第七节 盖层特征及评价	(110)
参考文献	(112)

第六章 石油、天然气、煤炭、油页岩、铀矿的分布	(113)
第一节 石油分布	(113)
第二节 天然气的分布	(131)
第三节 煤矿、煤产地分布	(144)
第四节 油页岩分布	(149)
第五节 铀矿分布	(150)
参考文献	(153)
第七章 石油、天然气、煤炭、油页岩、铀矿共存成藏(矿)机理讨论	(155)
第一节 石油、天然气的多种成因	(156)
第二节 煤层气成因讨论	(169)
第三节 热液活动与煤炭的多种成因	(173)
第四节 油页岩的多种成因讨论	(178)
第五节 石油与铀矿床的相互关系	(179)
第六节 民和盆地深部地壳构造特征及深部流体	(183)
第七节 讨论	(185)
参考文献	(186)
第八章 石油、天然气、煤炭、油页岩、铀矿资源评价	(194)
第一节 民和盆地含油气系统	(194)
第二节 盆地模拟与油气资源评价	(199)
第三节 科学探索井的部署设计	(213)
第四节 煤炭液化的理论与实践	(216)
第五节 放射性铀矿	(230)
参考文献	(231)

第一章 盆地勘探简况

民和盆地位于祁连山褶皱系东端,夹于北祁连山与拉脊山之间,是一个中—新生代发育起来的山间坳陷盆地(图 1-1)。盆地内地形复杂,黄土塬被沟壑、水系切割成中高—低山、丘陵和河川阶地,形成了沟壑纵横的黄土塬地貌。盆地自 1935 年开始石油勘探工作,断续至今,已有 70 余年的勘探历史。虽然开展工作已经很久,但进展比较缓慢。新中国成立前的勘探工作仅限于零星的地面调查。新中国成立后从 1952 年开始系统的石油地质勘探工作,先后由西北石油管理局、青海石油管理局、玉门石油管理局、地质部石油局、甘肃省石油地质研究所、青海省地质局石油普查大队进行了大量的地质调查、钻探及物探工作。1989 年以来,中国石油天然气总公司西北地质研究所、中原石油勘探局、吐哈石油勘探指挥部等单位相继开展了综合地质研究、地震勘探及钻探工作。

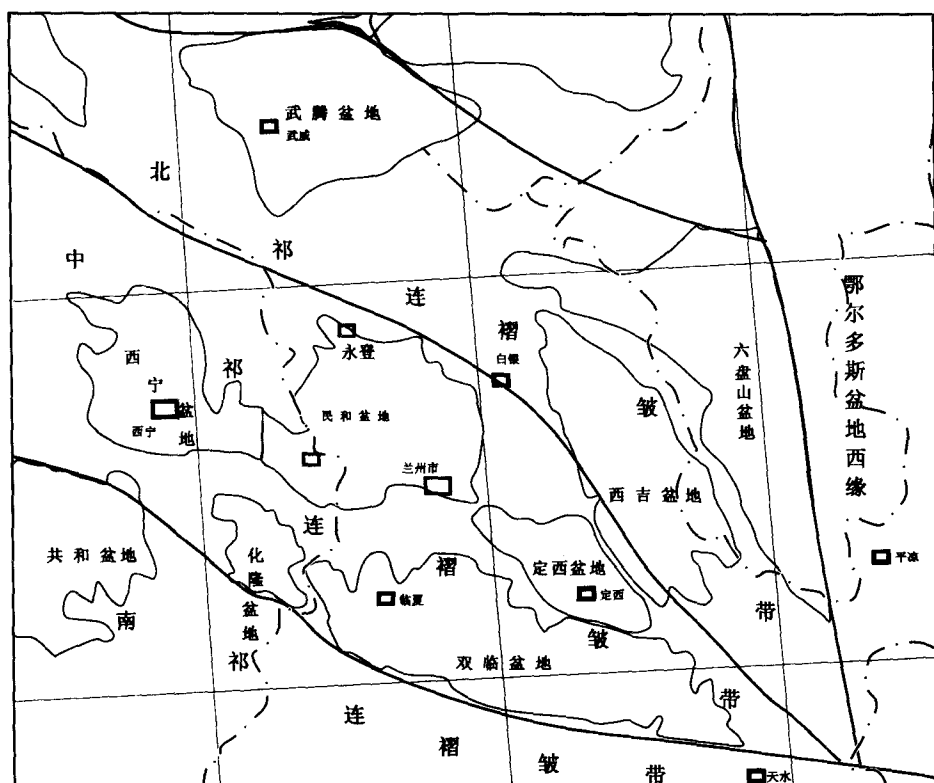


图 1-1 民和盆地区域位置图

第一节 自然地理及人文概况

民和盆地位于东经 $102^{\circ}20' - 104^{\circ}00'$, 北纬 $35^{\circ}40' - 36^{\circ}50'$, 西起青海省乐都县, 东至兰州市皋兰县, 南起永靖县, 以拉脊山、雾宿山为界, 北抵甘肃省永登县, 以马牙雪山、天王山为界, 行政区划属甘肃省、青海省两省管辖。盆地面积 11300km^2 , 海拔 $1560 \sim 4000\text{m}$ 以上。盆地位于兰州与西宁之间, 人口较为集中, 工农业比较繁荣, 交通发达, 为本区的勘探创造了良好条件。

盆地内铁路、公路交通以兰州为中心, 铁路分别有兰天、兰新、兰青、包兰等干线与全国铁路网相连。公路交通已形成市、县、区、镇、乡、村的公路网。由兰州的民航客机可达北京及全国各大中城市。

盆地水系属黄河上游, 主要河流有四条: 黄河流经盆地南缘; 湟水河纵贯盆地中部; 大通河位于盆地西部, 在享堂峡注入湟水河; 庄浪河由马牙雪山经永登县, 在河口镇汇入黄河。河谷两岸山峰连绵, 上覆第四系黄土砾石, 海拔在 2000m 左右, 常为南北向冲沟切割, 相对高差 100m 以上。

区内属大陆季节性气候, 年平均气温 $7.9 \sim 8.1^{\circ}\text{C}$, 最高气温可达 35°C (7 月下旬), 最低气温 -23°C (1 月下旬), 冻土层厚 1.5m 左右, 光照充足, 光照时间较长, 无霜期 $170 \sim 200$ 天左右, 年降水量 $350 \sim 650\text{mm}$, 属干旱—半干旱地带, 6—9 月为雨季, 春季多风, 风向多为西北和东南风, 风力多为 2~3 级。

民和盆地是甘肃和青海两省人口比较集中的地区, 区内居住着以汉族为主, 回族、藏族、土家族、东乡族等多民族居民, 主要从事农业、畜牧业。

第二节 勘探现状

一、勘探历程及工作程度

民和盆地的石油勘探自 1935 年开始, 历时 70 余年。多年来, 在地面地质调查、地球物理勘探、钻井及综合研究方面, 完成了大量工作, 收集并积累了大量的资料, 石油地质勘探取得了一定的成果, 其勘探历程按时间及工作情况可分为四个阶段。

第一阶段(1935—1950 年): 地质前辈对盆地进行过零星的地质路线调查及局部地区地质调查, 并发现多处油气苗。

1935—1945 年, 侯德封、孙健初、杨中健等人在皋兰、河口、永登、窑街及享堂一带进行调查。在石碛及红城子的片岩、板岩中发现了志留纪 *Poehypona* ep. *Ferositessp* 化石, 同时在窑街等地于窑街组获得化石, 定时代为侏罗纪、白垩纪。

1946—1950 年, 李树勋、王尚文、田在艺、苗祥庆等人, 先后在下旋子、马场垣、享堂、药水泉、皋兰一带进行 1:1 万、1:5 万地质制图工作, 发现了张家山构造。在药水泉、马场垣及享堂以东发现了油苗, 在上盐沟侏罗系采集到恐龙及鳄鱼 (*Siao Suohus. miaoi* Yang) 化石, 确定了上侏罗系的时代, 提出窑街组为生油层, 白垩系为储油层的观点, 并指出哈拉古山南麓单斜带有储油的可能性(表 1-1)。

表 1-1 1935—1950 年,地质前辈在民和盆地活动一览表

工作时间	参加人员	勘探地点	所得成果	备注
1935—1945	侯德封、杨中健、 孙健初等	石碛、红城子、 窑街一带	发现志留纪 <i>Poehypona</i> ep. <i>Ferosites</i> 化石,确定地层时 代为侏罗纪、白垩纪	以找煤为目的
1941	王日伦等	下旋子及马场垣	绘制 1:1 万地形地质图	
1945	王尚文等	永登及河口一带	绘制 1:1 万地质图	
1946	陈秉范等	民和、药水泉、享堂	绘制 1:1 万地质图	
1947—1948	苗祥庆等	享堂以东	发现大通河、喇嘛沟、上盐沟、 马场垣河边、王家口子 油砂多处,并在上盐沟 侏罗系采到恐龙及鳄鱼 化石,发现了张家山构造	
1949—1950	苗祥庆等	永登、民和	著有《甘肃永登海石湾与 青海民和、享堂一带 地质简报》、《甘青交界 享堂一带地质与油苗》	

第二阶段(1952—1960 年):为石油地质勘探阶段。

在此期间,玉门石油管理局、西北石油管理局勘探处、青海石油勘探局等单位在盆地勘探中做了大量工作。

(1) 重磁力勘探及地质普查、详查工作。

① 1952—1953 年,玉门石油管理局所属单位完成了全盆地(包括乐都、马营)1:50 万重磁力普查。在大通河、庄浪河及湟水河之间与黄河一带进行 1:20 万地质普查,面积 2463km²,对虎头崖构造、张家山构造进行了两次细测工作,细测面积分别为 90km²、285km²。

② 1959—1960 年,玉门石油管理局东部勘探队 106 队对海石湾、下旋子、张家山、骆驼山四构造进行了复查。301 队在马场垣一带进行了重磁力细测,两项工作都写有小结。1960 年,134 队在盆地南部香水滩至双塔进行构造细测,比例尺 1:5 万,面积 350km²,提出民和单斜是最有希望的地区,同年,该队对中央隆起带进行了 1:2.5 万地质调查。

(2) 地质填图及综合研究工作。

1952 年,西北石油管理局勘探处第 617 地质队,测制出民和一红古城一带构造图以及 1:1 万比例尺的民和、喇嘛沟、虎头崖、头道沟、李家沟、下旋子、香水滩地形地质图七幅。

1955 年,青海石油勘探局在民和与下旋子一带进行了专题研究工作,认为储油层应以 J_3x_2 、 K_1h_1 两层为主,对海石湾单斜评价较高,并对白垩系与古近系分层提出新的意见。

1952—1960 年,玉门石油管理局进行过综合研究工作。

1954 年,苗祥庆对民和盆地进行了油气专题研究,指出窑街组为生油层。

1957 年,莫志普等对民和盆地进行了综合分析,撰写《民和盆地地质勘探总结报告》,提出构造分带和勘探方向。

1960 年,玉门石油管理局研究所对民和盆地的油气分布进行了专题研究,撰写《民和盆地

油气分布规律研究报告》。同年,132 综合研究队从油气的生成、运移、聚集和保存三个方面,探讨了民和盆地油气田的分布规律,撰写《民和盆地油气田的分布规律的初步预测》及《海石湾单斜带油藏报告》。同年,134 队对民和单斜进行研究,写有《民和单斜含油评价报告》。

(3) 钻探工作。

1953—1960 年,由青海石油管理局民和勘探大队、玉门石油管理局分别在虎头崖、海石湾单斜、下旋子、马场垣、张家山一带钻探井、详探井 44 口,总进尺 25092m(未计享 1 井、虎新 1 井,实际为 43 口井统计)。

虎头崖构造钻探井 18 口(虎 1、虎 2、虎 3、虎 4、虎 5、虎 6、虎 7、虎 8、虎 9、虎 10、虎 11、虎 12、虎 13、虎 14、虎 15、虎 19、虎 21 及虎新 1 井);马场垣区钻探井 3 口(马 1、马 2、马 4);下旋子钻探井两口(旋 1、旋 3);张家山钻探井 4 口(张 1、张 2、张浅 1、张浅 2);海石湾单斜钻探井 17 口(海 1、海 2、海 3、海 4、海 5、海 6、海 7、海 8、海 9、海 10、海 11、海 12、海 14、海 15、海 16、海 17 及享 1 井)。另外虎头崖构造钻生产井 7 口(虎 591、虎 592、虎 593、虎 594、虎 595、虎 596 及虎 599 井)。

第三阶段(1969—1979 年),石油地质普查、局部构造详查、地球物理勘探及综合研究阶段。

(1) 重磁力勘探工作。

青海省地质局所属石油普查大队在盆地巴州坳陷做了如下重磁力工作。

1971—1973 年完成巴州坳陷、河口隆起及黑喇嘛坳陷的交接部位的重磁力普查工作,面积 4342km²。

1974—1978 年完成了小山子—洞子村、湟水河两岸的重力详查,面积约 120km²;对西巷构造进行了 1:10 万重磁力加密测量工作,面积约 50km²;补全了原巴州坳陷西南边界 1:10 万重磁力测量资料,面积 200km²;完成了西巷工区及大庄工区 1:5 万重力详查工作,面积分别为 132km²、214132km²。1977 年物探研究队做了重力研究工作,撰写《1977 年度重力专题研究报告》。

(2) 地震勘探。

1971—1979 年,青海地质局石油普查大队在巴州坳陷及边缘共做地震剖面 37 条,全长 418.185km(包括重复工作量),有效工作量 175km,17 条剖面。这些剖面均为模拟和光点地震剖面。剖面质量普遍很差,未得到深层资料,只得到白垩系以上的反射层,无法有效地进行地震剖面的解释工作,这与当时地震工作的技术条件和设备差,盆地地表、地下地形及地质条件有密切关系。

(3) 电测深工作。

在民和工区,共完成 6 条电测深剖面,总长 220km,其中两条位于巴州坳陷,两条跨巴州坳陷。与巴州坳陷有关的四条剖面长 133.2km。

(4) 地质填图及综合研究工作。

1971—1973 年,完成民和单斜 1:5 万地质填图,面积 330km²,成果有《民和盆地 1972 年工作小结》。测制地质剖面 5 条,成果有《民和盆地巴州坳陷民和单斜及其东部邻区中生代地层研究小结》。并在全面研究的基础上,撰写《民和盆地巴州坳陷民和单斜含油远景初步认识》。

1973—1977 年,完成巴州坳陷 1:5 万的地质填图,面积 1480km²,测制了隆治沟、康家沟、中坝沟及叉叉沟、享堂沿河、巴州沟口、咸水沟等 7 条地质剖面,这期间提交的主要报告有《民

和盆地巴州坳陷五万分之一石油地质测量总结报告》、《民和盆地巴州坳陷中—新生代地层研究小结》、《一九七五年构造工作小结》及《一九七五年油气工作小结》等。

另外,1969年地质部石油局所属石油地质研究院西北分队,对民和盆地进行了综合研究。1971—1972年,青海石油管理局研究队在协助民和石油厂恢复生产的同时对虎头崖及邻区进行了部分研究,编制了虎头崖油田1:1万地形地质图。

(5) 钻探工作。

1969—1979年,青海石油普查大队在巴州坳陷共钻8口深探井(民深1、民深2、民深3、民深4井、民深5、民深6、民深7、民深8),1口中深井(民1井),三口参数井(民参1、民参2、民参3),共12口井,海石湾单斜钻2口井(海18、海20井)。这些井不同程度的有油气显示。另外在虎头崖油田钻生产井3口(虎751、虎752、虎753井),海石湾单斜钻生产井1口(海6-1井)(表1-2)。

表1-2 青海石油普查大队1969—1979年主要工作量

项目	工作量	备注
钻井	中深井1口,深井11口,总进尺约15851.44m	总进尺只计算完成地质任务或虽没有完成地质任务,但超设计井深,有一定地质意义的钻井
电测深剖面	4条,共133.2km	剖面长为与巴州坳陷有关的测量长度
重磁力测量	1:10万重磁力普查4342km ² ,1:5万重力详查466km ²	重磁力普查包括巴州坳陷及部分周边面积
地震反射剖面	37条,其中两条为6次叠加剖面,共175km	除叠加剖面外,重复剖面仅算一次工作量,废品资料未计算工作量
地质填图及综合研究工作	1:5万地质填图2210km ² ,地质、物探专题研究报告,年终技术工作小结29份	地质填图包括巴州坳陷周边面积

第四阶段(1981年至今),再次物化探工作。

1981年以后,149队在海石湾地区开展了煤田地质普查、精查勘探工作,合计打煤田钻孔60余口,钻井中在侏罗系窑街组发现多层组含油砂层,并于1990年在元古宇变质岩中发现裂缝、孔洞含油。1995年,中原石油勘探局在巴州坳陷钻巴参1井,发生井涌,获低产油流,井深3800m(事故完钻)。

1985年,石油工业部物探局(现东方地球物理公司)在盆地北部永登、皋兰地区进行重力普查和地震概查,完成重力普查工作量3741km,覆盖面积11400km²;地震采用24次覆盖方法完成3条数字地震剖面,计117km,取得了永登坳陷古近系以下深层反射,通过坳陷部位的MH85-170剖面,获得了基底反射,基岩埋深可达5930m。

1989年,物探局四处采用30次覆盖方法,在巴州坳陷及永登坳陷北部做了9条数字地震剖面,计240.88km,获得了深层反射。

1988年,核工业航测遥感中心完成了民和盆地航空石油物化探工作,总测量长度为7298.5km,完成地面能谱实测剖面39km,推测大庄以东的弧形构造可能是油气的有利储集场所。

1992年,中国石油天然气总公司西北地质研究所在巴州坳陷实测了3条MT剖面;1993年,西北地质研究所又作了4条MT资料采集;1994年,中原石油勘探局在盆地内完成了3条MT测线;1996年,中原石油勘探局又完成了11条MT测线。

2001年,吐哈石油勘探指挥部委托西安奥胜科技发展有限公司对现有的MT资料进行了新的定性、定量解释。

1995年,中原石油勘探局委托北京勘查技术工程公司完成1:5万的重力细测710km²。

1995年,地矿部遥感中心进行了1:5万高精度航磁,完成了21074km测线,覆盖面积100043km²,基本包括了整个民和盆地。

1992年,1995年,2000年,石油物探局四处、五处等单位完成了一些数字地震剖面。

1995年,地矿部石油综合地质大队在永登县龙泉寺四周250km²的范围内进行了综合物化探找油试验,应用的主要方法有烃类检测、能谱测量、微磁测量等。

二、勘探工作及勘探程度

民和盆地从1935年开始石油勘探,到目前共完成以下主要工作。

- (1)完成1:20万全盆地地质普查。
- (2)完成1:1万—1:10万地质详查,3088km²。
- (3)完成1:5万地质填图(巴州坳陷),2210km²。
- (4)完成全盆地1:50万重磁力普查,面积120000km²;巴州坳陷及周边地区,1:10万重磁力详查4342km²;1:5万重力详查466km²;1:5万重力细测710km²。
- (5)完成1:10万电法普查,1866km²;1:2.5万电法详查299km²。
- (6)完成地震剖面29条,其中数字地震剖面12条,长357.88km,其余均为模拟磁带和光点记录,剖面长为175km。
- (7)电测深剖面20条。
- (8)1:5万高精度航磁21074km测线。
- (9)航空石油物化探7298.5km,完成地面能谱实测剖面39km。
- (10)完成250km²的地面物化探找油方法试验(用烃类检测、能谱测量、微磁测量等)。
- (11)共钻石油探井62口,钻生产井13口,探井总进尺约达47923.25m。

从以上勘探阶段及完成的主要工作量来看,民和盆地目前的勘探程度较低,仍处于前期勘探阶段,总体来看:

(1)盆地的地质普查、重磁力普查、航空物化探详查工作已基本完成,但各种比例尺的地面地质调查工作仅占盆地面积的1/3,重磁力详查工作仅限于巴州坳陷部分地区。

(2)盆地内仅沿沟谷及道路做了少量的地震概查剖面,且除少数剖面能较好的反映地下情况外,其余剖面质量普遍较差,标准波不突出,连续性差,地层分层无法追踪对比,甚至有些断层性质也难以确定。

(3)这些年的工作主要集中在南部的巴州坳陷及周边地区,而对盆地的其他一级单元的勘探工作却很少,除了地球物理勘探方面的普查以及地面地质调查工作以外,对这些地区的地下地质情况研究较差。

(4)石油钻探工作也集中在南部的巴州坳陷以及虎头崖油田、海石湾单斜等构造上,并在钻井中发现大量油气显示,证明坳陷具有生油、储油能力。坳陷内的深井由于缺乏必要的地下资料,钻探工作盲目性很大,加上钻井事故多,成功率很低等原因,坳陷内钻探工作除取得一些地质资料外,并没有大的突破。

第三节 近期的研究工作

1994年,中原石油勘探局与中国地质大学完成了“民和盆地永登坳陷含油气远景评价”、“民和盆地构造特征与构造演化”等研究报告。

自1988年以来,中国石油天然气总公司西北地质研究所完成了下列研究项目:

- (1)民和盆地石油地质勘探前期综合评价研究;
- (2)民和盆地煤成烃研究;
- (3)民和盆地海石湾单斜带桌子山断块海石2井综合评价;
- (4)民和盆地侏罗系地质特征与油、气、煤赋存关系研究;
- (5)民和盆地二次资源评价;
- (6)民和盆地资源潜力及远景评价;
- (7)中国中西部地区中小盆地石油预探区带与目标优选(编号010107-10-6);
- (8)蒙甘青地区中—新生代板块构造演化与含油气盆地综合研究(编号970212-3-3)。

第二章 盆地地层层序

第一节 地层分布

一、地层系统

民和盆地是一个油、气、煤、油页岩、铀共存的中—新生代陆相沉积盆地。盆地周边出露和分布元古宇变质岩地层(大板山、天王山、哈拉古山、甘露池、黑石川等地)和古生界浅变质岩地层(马牙雪山、拉脊山、雾宿山)以及加里东期和海西早期的岩浆岩(拉脊山、哈拉古山等地)。盆地内主要分布侏罗系、白垩系、古近—新近系和第四系,局部地区零星分布三叠系和古生界(表2-1)。中—新生界最大沉积厚度在永登坳陷达7500m,巴州坳陷达6500m,侏罗系和白垩系为勘探目的层。

二、地层特征及分布

(一)元古宇

元古宇在盆地内部以及盆地周边均有分布。盆缘区出露有古元古界马衔山群、湟源群,中元古界长城系兴隆山群、皋兰群和蓟县系花山群。

1. 古元古界

(1)马衔山群(Pt_1m):混合岩、片麻岩及片岩夹角闪岩、大理岩、白云岩,厚12600m,出露于盆地南缘马衔山、永靖一带。

(2)湟源群(Pt_1h):上部为二云母石英片岩、片麻岩夹石英岩及透镜状大理岩,下部为大理岩、石英片岩、角闪片岩等,厚度大于6180m。出露于盆地西北缘天堂寺、朱岔至盆地西缘的窑街、享堂峡一带。

2. 中元古界

(1)长城系兴隆山群(Chx):主要为凝灰岩、玄武岩、硅质千枚岩、变质砂岩及石英岩,厚约4000m。出露于兴隆山和永登鸡冠山至永登坳陷牌楼一带。

(2)长城系皋兰群(Chg):方解石片岩、角闪石片岩、绢云母片岩、千枚岩、石英岩夹变质砂岩、变质凝灰岩、透镜状大理岩等,厚3912~9734m。出露于盆地东缘永登甘露池南至榆中夏官营一带。

(3)蓟县系花山群(Jxh):下部为碳酸盐岩夹千枚岩及少量磁铁矿扁豆体,上部以片岩、板岩、千枚岩为主,夹结晶灰岩,含叠层石及微古植物化石,厚1465~3547m。出露于盆地西缘,临洮中岭等地也有零星出露。

表 2-1 民和盆地地层系统简表^[1-6]

地层系统				接触关系	构造运动
界	系	统	群(组)		
新生界 (Kz)	第四系(Q)			角度不整合	喜马拉雅运动Ⅱ幕
	新近系(N)		咸水河组(Nx)	整合或平行不整合	喜马拉雅运动Ⅰ幕
	古近系(E)		西宁群(Ex)		
中生界 (Mz)	白垩系(K)	上统(K ₂)	民和组(K _{2m})	整合	燕山运动V幕
		下统(K ₁)	河口群(K _{1h})	角度不整合	燕山运动Ⅳ幕
			大通河组(K _{1d})	不整合	
	侏罗系(J)	上统(J ₃)	享堂组(J _{3x})	平行不整合	燕山运动Ⅲ幕
		中统(J ₂)	红沟组(J _{2h})	平行或角度不整合	燕山运动Ⅱ幕
			窑街组(J _{2y})	整合	
		下统(J ₁)	炭洞沟组(J _{1t})	平行不整合	燕山运动Ⅰ幕
	三叠系(T)	上统(T ₃)	南营群(T _{3n})	角度或平行不整合	印支运动
古生界 (Pz)	泥盆系(D)	上统(D ₃)	沙流水群(D _{3sh})		
	志留系(S)	下统(S ₁)	马营沟群(S _{1m})		
	奥陶系(O)	上统(O ₃)	雾宿山群(O _{3w})		
		中统(O ₂)	中堡群(O _{2zh})		
		下统(O ₁)	阴沟群(O _{1y})		
	寒武系(Є)	上统(Є ₃)	六道沟群(Є _{3l})		
		中统(Є ₂)	泥旦山群(Є _{2n})		
			黑刺沟群(Є _{2h})		
元古宇 (Pt)	中元古界 (Pt ₂)	蔚县系		花山群(Jxh)	
		长城系		兴隆山群(Chx) 皋兰群(Chg)	
	古元古界 (Pt ₁)			马衙山群(Pt _{1m}) 湟源群(Pt _{1h})	

注:咸水河组在西宁盆地称为贵德群。

(二) 古生界

古生界主要分布于盆地周缘,出露地层有寒武系、奥陶系、志留系和泥盆系,缺失石炭系和二叠系。盆地内在永登仁寿山有中奥陶统出露,在永登坳陷铁家庄—牌楼沿线两侧的普7、普8和普1孔钻遇古生界。

1. 寒武系

泥旦山群(Є_{2n}):下部为玄武岩、玄武安山岩,上部为硅质板岩夹结晶灰岩,产三叶虫化石,厚度大于773m。零星出露于拉脊山推覆体中。

黑刺沟群(Є_{2h}):上部为硅质岩夹凝灰质硅质千枚岩及透镜状灰岩,含三叶虫化石;下部

为基性、中基性火山岩夹少量硅质岩和硅质板岩,含微古植物化石,厚度为 1810m。出露于永登甘露池至白银一带。

六道沟群(ϵ_3l):下部板岩、结晶灰岩夹安山岩、硅质岩;中部玄武岩、安山岩、夹凝灰岩、火山角砾岩及结晶灰岩;上部板岩夹砂岩及中基性火山岩。产三叶虫、腕足类化石,厚 3264m。出露于盆地西南拉脊山推覆体中。

2. 奥陶系

阴沟群(O_1y):在古城西南大通河两侧,上部为硅质板岩夹变质砂岩、黑色板岩,含笔石化石;下部为安山岩,总厚大于 450m(未见底);在将军埠岭为安山岩、板岩及变质砂岩,含笔石,厚度大于 3637m(顶底不全)。

中堡群(O_2zh):上部为中基性火山岩、响岩、凝灰岩,产笔石、三叶虫、牙形刺等化石,厚度大于 2235m。出露于盆地北缘马牙雪山和永登仁寿山。

雾宿山群(O_1w):以中基性火山熔岩、火山碎屑岩为主,夹少量千枚岩、硅质岩、结晶灰岩及变质砂岩,含笔石、三叶虫、腕足类等化石,厚 7071m。出露于雾宿山,拉脊山也有零星出露。

3. 志留系

马营沟群(S_1m):主要岩性为变质砂岩、板岩互层,上部夹中基性—酸性火山熔岩及薄层灰岩,含笔石,厚度 3047m。出露于中堡以北。

4. 泥盆系

沙流水群(D_3s):为红褐色角砾粗砂岩、含铁砂岩夹细晶灰岩,灰绿色、紫红色砾岩、凝灰砾岩。分布于盆地内将军埠岭以东的大荒草沟—红火峒一带和盆地西北角的大斜石旦—北土沟。

(三) 中—新生界

中生界为盆地形成后第一套沉积盖层,自下而上发育上三叠统、侏罗系和白垩系。上三叠统仅在盆地西北缘有出露,侏罗系和白垩系在盆地内广泛分布,为盆地主要勘探目的层。巴州坳陷各深井均钻遇白垩系,部分钻遇侏罗系及基岩(表 2-2)。

1. 上三叠统南营尔群(T_3n)

南营尔群出露于盆地西北角的炭山岭煤田以西至大科石旦一带。下部为灰、黄绿色含云母砂岩,夹灰黑色页岩、泥灰岩、砂质油页岩、紫红色粉砂岩及薄煤层;中部为灰白色砂砾岩及砾岩;上部为草绿色砂岩及浅灰色砂质泥岩。出露厚度 300 余 m,与上覆窑街组角度不整合接触,与下伏元古宇湟源群不整合接触。从区域对比来看南营尔群在民和盆地周边沉积厚度为 104~1541m。

1978 年,甘肃省煤田地质公司在大科石旦及炭山岭,南营尔群分析出孢粉:*Taeniaesporites*(四肋粉)、*Lueckisporites*(二肋粉)、*Ricciisporites*(历四粉)、*Alisporites*(梨形孢)等,将其时代定为晚三叠世。

在天祝古城剖面中侏罗统下部发育一套以红色为主的砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩,可能为三叠系,但没有古生物证据,需以后进一步工作证实^[2]。