

文章编号: 1001-6112(2010)04-0348-05

西藏措勤盆地中生界石油地质条件分析

林良彪¹, 伍新和²

(1. 成都理工大学 沉积地质研究院, 成都 610059;

2. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要:根据野外石油地质调查、室内分析研究和前人的资料及研究成果,对西藏措勤盆地的烃源岩、储集岩、盖层等石油地质条件进行了分析,认为措勤盆地中生界发育烃源岩主要有 3 套:郎山组—捷嘎组灰岩和泥灰岩、多尼组川巴段泥岩和接奴群泥晶灰岩;储集岩主要为郎山组和多尼组灰岩(礁灰岩)、白云岩和砂岩;盖层有多尼组泥质岩和郎山组泥灰岩。野外调查中发现了大量地表油气显示,并在包裹体中发现了沥青质,表明盆地经历了油气生成、运移、聚集和散失的过程,具有油气生成的物质基础和油气成藏的石油地质条件,显示出措勤盆地良好的油气远景。

关键词:烃源岩;储集岩;盖层;石油地质条件;措勤盆地;西藏

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

PETROLEUM GEOLOGY CONDITION ANALYSIS ON THE MESOZOIC OF THE CUOQIN BASIN IN TIBET

Lin Liangbiao¹, Wu Xinhe²

(1. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China;

2. SINOPEC Exploration and Production Research Institute, Beijing 100083, China)

Abstract: According to the petroleum geologic research of outcrop, the test analysis of the rock samples, and the datum or results of the predecessors, this paper had researched the petroleum geological conditions of Cuoqin Basin integratively, such as the hydrocarbon rock, reservoir rock and cap rock. The result suggest that the Cuoqin Basin in Mesozoic have three units source rocks (limestone and marlstone of Langshan Formation—Jiega Formation, mudstone of Chuanba section of Duoni Formation, marlstone of Jienu Group), three kinds of reservoir rocks (reef—limestone, dolostone and sandrock of Langshan Formation and Duoni Formation), two units cap rocks(mudstone of Duoni Formation and limestone of Langshan Formation). Furthermore, the discovery of oil exposure and the bituminous of fluid inclusions showed that the Cuoqin Basin had underwent the process of oil and gas generated, migrated, gathered and lost, possesses the material foundation of oil and gas generation and the petroleum geologic conditions of hydrocarbon accumulation. All the evidences indicate that the Cuoqin Basin has good prospect of oil and gas exploration.

Key words: source rock; reservoir rock; cap rock; petroleum geology condition; Cuoqin Basin; Tibet

措勤盆地位于全球油气富集带——特提斯构造域东段^[1-9],与之毗邻的西段是著名的中东波斯湾油区。高原内部发育一系列中生界海相和陆相沉积盆地^[10]。措勤盆地是目前中国陆上了解最少、勘探程度最低的大型含油气盆地之一。盆地中生界海相沉积发育,具有良好的油气前景^[1,3,11-12]。

本文利用在西藏措勤盆地多年的野外调查和室内研究所获得的资料,并收集整理国内外措勤

盆地前人大量的研究资料^[2-4,13-18],对措勤盆地石油地质条件进行了初步分析,旨在为该区下一步油气勘探部署提供参考。

1 区域地质背景

措勤盆地位于拉萨地块(冈底斯—念青唐古拉地块)西北部,北纬 30°30′~32°30′之间,东经 89°30′以西至国境的广大地区;地理位置北抵狮泉河—改

收稿日期: 2010-03-29; 修订日期: 2010-07-13。

作者简介: 林良彪(1979—),男,博士,讲师,从事沉积学教学与研究工作。E-mail: linliangbiao08@cdut.cn。

基金项目: 中国石化海相前瞻性课题“中国南华纪—新近纪岩相古地理研究与编图”(YPH08052)资助。

则—尼玛一线,南至隆格尔—扎日南木错—仁拉一带,东至麦布错—申扎,为一南北宽约 130 km,东西长约 800 km 的近东西向长条状展布的古生代—中生代叠合盆地,总面积约 $10.476 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该盆地地表一般海拔 4 600~5 200 m,最高达 6 882 m,是青藏高原面积仅次于羌塘盆地的第二大海相含油气盆地。迄今为止的研究^[1-4,11,19]表明:措勤盆地古生界至白垩系发育巨厚的海相碳酸盐岩和碎屑岩沉积,沉积厚度最大可达 10 557 m。

早期资料^[1,4]将措勤盆地基底构造划分为南部隆起和北部拗陷两大单元,基本上反映了措勤盆地的基底特征。根据措勤盆地区域地球物理特征,措勤盆地处于高原南缘陡变的重力异常梯度带与高原内部平缓异常区过渡带上^[9],地震测深资料和磁异常资料也证实盆地基底总体呈南高北低、南隆北拗的特点^[1,3],而且基底埋深从北到南有一定的起伏。丁俊等^[20]在前人的基础上将措勤盆地划分为北部拗褶带、北部冲断带、中部拗褶带、南部冲断带和南部拗褶带 5 个一级构造单元(图 1)。

2 烃源岩特征

措勤盆地中生界发育烃源岩主要有 3 套(表 1):郎山组(捷嘎组)灰岩和泥灰岩、多尼组川巴段泥岩、接奴群(拉贡塘组)泥晶灰岩,烃源岩总厚可达 700 m。

2.1 接奴群(拉贡塘组)

中上侏罗统接奴群与拉贡塘组属同一套地层,为同时异相沉积。在措勤—申扎地层区里被称为达雄群;在盆地中央北部的洞错南、阿布勒、索日阿嘎布一带被称为接奴群,为陆相—滨浅海沉积;在班戈地层区里被称之为拉贡塘组,主要分布在北部拗陷东部班戈和当雄一带,主要为海陆过渡相及浅海相的砂泥岩沉积。接奴群在盆地零星出露,烃源岩样品数量较少,笔者采集和收集了 21 个泥页岩烃源岩样品,其平均残余有机碳含量为 0.41%;有机质类型主要为 I 型和 II₁ 型,有机质类型较好,有机质成熟度高,*R_o* 最高为 5.45%,最低 1.87%。拉贡塘组烃源岩有机碳含量(TOC)高,分析的 7 个样品有机碳含量最高为 1.42%,最低为 0.57%,平均 0.71%;有机质类型主要为 I 型和 II 型,有机质

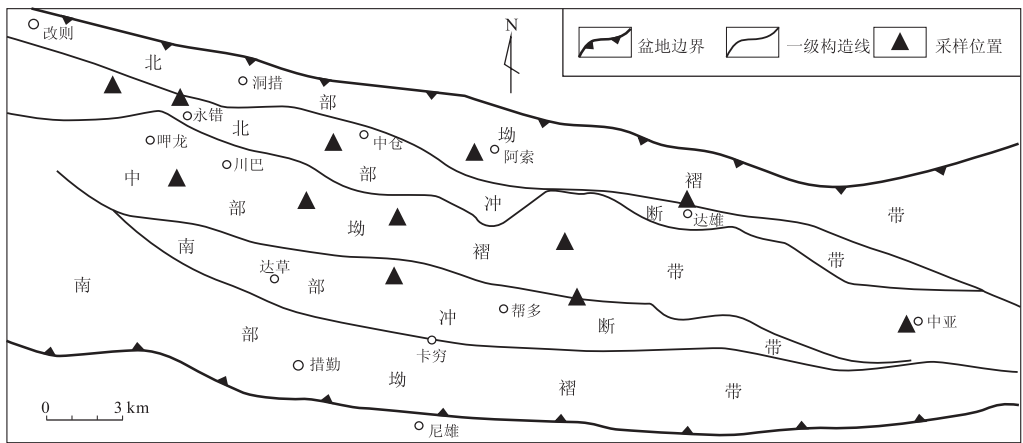


图 1 措勤盆地构造简图^[20]

Fig. 1 Simplified tectonic map of the Cuqin Basin

表 1 措勤盆地中生界烃源岩特征

Table 1 The characteristics of Mesozoic source rocks in the Cuqin Basin

采样位置	层位	岩性	平均 TOC/%	<i>R_o</i> /%	平均 (<i>S</i> ₁ + <i>S</i> ₂)/ (<i>mg</i> · <i>g</i> ⁻¹)	氯仿沥青 “A”/10 ⁻⁶	有机质 类型	样品 数/个
达雄	接奴群	泥页岩	0.41	1.87~5.45	—	—	I, II ₁	21
中亚	拉贡塘组	泥页岩	0.71	>2	—	—	I, II	7
洞错南	多尼组上段	碳质泥岩	0.13	1.2~1.7	0.19	44.3	II	197
它日错西	多尼组下段	碳质页岩	0.74	0.99~3.32	1.5	257.6	I—II ₁	62
普德部	郎山组	泥灰岩	0.11	1.0~1.8	0.32	42	I—II ₁	57
盐湖西	捷嘎组	泥灰岩	0.12	—	0.07	15	—	47

成熟度高, R_o 均大于 2%, 与比如盆地拉贡塘组烃源岩比较接近。

2.2 多尼组

下白垩统多尼组主要分布在措勤盆地北部坳陷带和中部坳陷带。多尼组包括上下两段^[3], 上段(多巴)为一套潮坪和碳酸盐岩台地相沉积, 下段(川巴)为一套三角洲相的砂岩和泥岩沉积。多尼组被认为是措勤盆地主力烃源岩层之一, 因此多尼组的野外调查和室内工作相对较多, 到目前为止实测和观测了多尼组有约 20 条剖面。

多尼组上段(多巴)有 12 条剖面, 残余有机碳含量最高的 P3 剖面(尼玛县它加儿多尼组上段剖面), 15 个样品残余有机碳含量在 0.07%~0.38% 之间, 平均 0.14%, 经过风化校正和原始有机碳恢复后, 有 1 个样品达到了好烃源岩的标准, 26.7% 的样品为中等烃源岩。总体来看, 多尼组上段 197 个样品残余有机碳含量在 0.02%~0.38% 之间, 平均 0.13%; 23 个样品氯仿沥青“A”含量平均 44.3×10^{-6} ; 生烃潜量($S_1 + S_2$)平均为 0.19 mg/g。有机质类型主要以 II 型为主, 成熟度差别相对较小, R_o 主要分布在 1.2%~1.7% 之间, 平均 1.47%, 相当于高成熟阶段。该段有 25.7% 的样品为中等烃源岩, 不到 1% 的样品为好烃源岩。

多尼组下段(川巴)有 8 条剖面, 有机质丰度最高的是 P15 剖面(改则县洞错乡川巴多尼组剖面), 10 个碳质页岩样品残余有机碳含量在 2.61%~17.95% 之间, 平均 7.21%; 原始有机碳平均可以达到 14.35%; 氯仿沥青“A”含量在 $(471 \sim 2\ 446) \times 10^{-6}$, 平均 $1\ 326 \times 10^{-6}$; 残余生烃潜量为 254~1 242 mg/g, 平均 786 mg/g, 原始生烃潜量平均为 119.85 mg/g。样品都达到了最好烃源岩的标准, 是盆地内最好的烃源岩。总体来看, 多尼组下段泥质岩 62 个样品平均残余有机碳含量为 0.74%, 氯仿沥青“A”含量平均 257.67×10^{-6} ; 生烃潜量平均为 1.5 mg/g; 有机质类型主要以 I-II₁ 型为主。该段 R_o 值分布范围较大, 从 0.99%~3.32%, 但主要分布在 1.3%~2.5% 之间, 所有样品 R_o 平均为 1.78%, 表明处于高成熟阶段, 只有少数样品小于 1.3%。该段达到好—最好烃源岩的样品有 25%, 还有 52% 的样品达到了中等烃源岩的标准。

2.3 郎山组

下白垩统郎山组为一套碳酸盐岩台地相沉积, 分布于日土—班戈区, 为措勤盆地主力烃源岩之一。共实测和观测了 17 条剖面, 由于受沉积环境控制, 各个剖面有机质丰度相差较大。Cp5 剖面

(普德部郎山组二段灰黑色泥灰岩)主要为台地相沉积, 在各剖面中有机质丰度最高, 6 个样品残余有机碳含量在 0.01%~2.12% 之间, 平均 0.48%; 氯仿沥青“A”含量在 $(40 \sim 208) \times 10^{-6}$ 之间, 平均 74.6×10^{-6} ; 残余生烃潜量平均 0.47 mg/g, 经过风化校正和原始有机碳恢复后有近 50% 的样品达到好烃源岩的标准。总体而言, 郎山组灰岩的残余有机碳(指风化校正后残余有机碳, 下同)偏低, 57 个样品残余有机碳含量在 0.01%~2.12% 之间, 平均 0.11%; 氯仿沥青“A”含量在 $(1 \sim 208) \times 10^{-6}$ 之间, 平均 42×10^{-6} ; 生烃潜量平均为 0.32 mg/g。郎山组烃源岩有机质类型主要为 I-II₁ 型, R_o 主要分布在 1.0%~1.8% 之间, 所有样品 R_o 平均为 1.30%, 表明处于成熟阶段, 只有少数样品大于 1.3%。有近 30% 的样品达到了中等烃源岩标准, 还有 2.8% 的样品为好烃源岩。

捷嘎组与郎山组同时异相, 是一套局限台地相、滨岸或岛湖相碳酸盐岩和碎屑岩沉积, 分布于措勤—申扎区。实测和观测剖面 3 条, 47 个灰岩样品残余有机碳含量平均为 0.12%, 氯仿沥青“A”平均为 15×10^{-6} , 生烃潜量平均为 0.07 mg/g。

3 储集岩特征

措勤盆地中生界储集岩主要有郎山组生物碎屑灰岩、白云岩, 多尼组礁灰岩和碎屑岩。

3.1 多尼组

多尼组分为上下两段^[3], 多巴段(上段)在盆地西部以碎屑岩和火山岩储集层为主, 东部以灰岩、碎屑岩储集层为主。多尼组下段(川巴)储集层主体为碎屑岩, 东部发育少量碳酸盐岩储集层。同时多尼组在盆地中部发育块状生物礁灰岩, 2007 年在盆地中部尼玛县朱古萨它日错复向斜南翼发现了 2 处块状生物礁灰岩, 礁灰岩地表呈蜂窝状、孔洞发育, 露头延伸长度在 100 m 左右, 厚度达 50 m, 造礁生物主要为珊瑚和固着蛤; 另外在其北的窝雍, 也见到厚度大于 50 m、延伸长度在 200 m 以上的礁灰岩。更为重要的是, 在礁灰岩表面和其中裂缝充填的方解石脉中, 见到了不同程度的沥青显示, 表明礁灰岩是措勤盆地最重要的储集层之一。

多尼组砂岩孔隙度为 0.15%~14.4%, 平均值 3.020%, 渗透率为 $(0.003\ 6 \sim 17.20) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 平均值 $0.465\ 8 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$; 灰岩孔隙度为 0.43%~8.42%, 平均值 3.106%, 渗透率为 $(0.025 \sim 23.21) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 平均值 $0.382\ 8 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。其中, 吓龙、剥康巴地区砂岩孔隙度为 1.41%~13.5%, 平均值

表2 措勤盆地中生界储集岩特征

Table 2 The characteristics of Mesozoic reservoir rock in the Cuoqin Basin

采样位置	层位	岩性	孔隙度/%	渗透率/ ($10^{-3} \mu\text{m}^2$)	储层类型	样品 数/个
措勤盆地	多尼组	砂岩	3.020	0.465 8	致密—近致密	11
措勤盆地	多尼组	灰岩	3.106	0.382 8	致密—近致密	23
吓龙、剥 康巴地区	多尼组	砂岩	5.010	0.934 0	V—Ⅲ型	7
吓龙、剥 康巴地区	多尼组	灰岩	4.675	0.647 0	Ⅲ—Ⅱ型	2
阿苏、它 日错地区	多尼组	砂岩	2.690	0.147 0	V—Ⅶ型	4
达布拉勤	郎山组	圆笠虫灰岩	1.394	0.310 0	Ⅲ—Ⅳ型	5
日阿查玛	郎山组	固着蛤灰岩	2.148	0.385 0	Ⅲ—Ⅳ型	6
多日罗旺	郎山组	微晶灰岩	2.750	11.336 0	Ⅲ—Ⅳ型	7
上马达	郎山组	礁灰岩	15.900	385.000 0	I型	3

5.01%,渗透率为 $(0.01\sim 19.10)\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均值 $0.934\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,属于致密储层—近致密储层(V—Ⅲ);灰岩孔隙度为2.4%~8.4%,平均值4.675%,渗透率为 $(0.02\sim 2.51)\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均值 $0.647\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,属于低孔低渗—特低孔低渗储层(Ⅲ—Ⅱ)。阿苏、它日错地区砂岩孔隙度平均为2.69%,渗透率为 $0.147\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,总体属于V—Ⅶ型储层(表2)。

3.2 郎山组

郎山组主要为碳酸盐岩,在盆地北部厚度560~4300 m,改则一带为沉积中心,向东、西变薄。夏麦地区储集岩厚约480.2 m,改则洞错扎贡弄巴地区储集岩厚约772.6 m,储集岩中碳酸盐岩储集层几乎占99%;东部的尼玛阿索地区储集岩厚约911.4 m,碳酸盐岩占82.7%,碎屑岩储集层占11.3%,火山岩占3.8%^[3]。根据107件样品分析统计,圆笠虫灰岩孔隙度为0.89%~2.47%,平均值1.394%,渗透率为 $(0.028\sim 1.37)\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均值 $0.31\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,总体属于特低孔特低渗(Ⅲ—Ⅳ)储层;固着蛤灰岩孔隙度为1.57%~2.70%,平均值2.148%,渗透率为 $(0.361\sim 0.416)\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均值 $0.385\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,与圆笠虫灰岩相似,大部分样品属于Ⅲ—Ⅳ型储层;微晶灰岩孔隙度为0.49%~15.8%,平均值2.75%,渗透率为 $(0.004\sim 372)\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均值 $11.336\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,亦属Ⅲ—Ⅳ型储层;礁灰岩孔隙度为15.9%,渗透率为 $385\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,达到中孔中渗型I类储层(表2)。

2007年野外地质调查中在盆地东部马遥和措勤县北部的雪上勒、革吉亚美错和弄瓦一带郎山组中发现了白云岩和生物礁灰岩。礁灰岩地表呈峰窝状、孔洞发育;白云岩疏松,缝洞发育,均为盆地

良好储集岩。由于礁灰岩和白云岩疏松易碎,无法采到进行物性分析的样品,所以没有分析数据。

措勤地区两大储集岩类,碳酸盐岩的储集物性优于碎屑岩,孔隙结构在总体上则灰岩和碎屑岩岩类没有显著的优劣差别,但白云岩类相对较好。

4 盖层特征

措勤盆地中生界地层盖层发育,类型较丰富,主要为碳酸盐岩盖层和泥质岩盖层,碳酸盐岩盖层主要发育在郎山组和多尼组多巴段,泥质岩盖层则主要发育在多尼组川巴段。

由于措勤盆地地表泥质岩长期遭受风化剥蚀和大气水淋滤,破碎严重,地表样品均为粉末状,无法采集物性分析样品;同时由于自然环境和条件限制,地下样品也无法采集,因此到目前为止泥质岩的突破压力数据还没有。笔者现在得到的突破压力均为多尼组的致密砂岩和郎山组的灰岩和泥灰岩。

多尼组为砂岩、泥岩、页岩、灰岩沉积,累积厚度为1672.65 m,作为可能盖层的泥质岩厚度约占53.41%。盆地东部扼杀而朴组(相当于多尼组下段川巴段)泥岩、粉砂岩不等厚互层,泥岩单层厚度最厚可达1.5 m,累计厚度达100 m。2007年野外地质调查时采集的粉砂岩突破压力最大33.4 MPa,最小5.5 MPa(4个样品)。

郎山组二段地层总厚度大于624.67 m,可作为盖层的碳酸盐岩和细碎屑岩厚度约占62.79%。郎山组三段地层中盖层主要是碳酸盐岩,结构致密,厚约398.94 m。2007年在马遥乡郎山组剖面采集的致密灰岩的突破压力最大39.5 MPa,最小

5. 1MPa(8 个样品)。

从各层位盖层厚度分布情况来看,郎山组厚度最大,多尼组川巴段最薄。郎山组与多尼组多巴段盖层在各凹陷相对较稳定,可作为区域盖层;多尼组川巴段主要作局部盖层。由于地层均经历不同期次的构造运动影响,无论是作为区域盖层,还是作为局部盖层,在不同区域的封盖性能均存在一定差异。

5 地表油气显示特征

2007 年野外地质调查中,在措勤盆地中部它日错西约 20 km 的尼玛朱古萨北多尼组礁灰岩中发现了 4 处油气显示。该处多尼组发育厚 50 m,延伸长度在 100 m 以上的礁灰岩,其中方解石脉中可见带状沥青脉显示。

2007 年在措勤盆地多尼组、郎山组地层中采集了 31 个包裹体样品,在样品中均发现沥青质或荧光包裹体。措勤盆地地表油气显示和包裹体中的沥青质表明盆地经历了油气的生成、运移、聚集和散失过程。

6 结论

1) 措勤盆地中生界发育多套海相烃源岩,其主力烃源岩为多尼组下部(川巴段)泥页岩、上部(多巴段)泥页岩和灰岩、郎山组二段的泥灰岩;局部烃源岩为郎山组一、三段的泥晶灰岩、接奴群的灰岩和泥页岩。

2) 多尼组礁灰岩、砂岩和郎山组的灰岩可作为储集岩。

3) 郎山组的浅色结晶灰岩和生物碎屑灰岩坚硬致密,在盆地内广泛分布,且较稳定,大部分厚度都超过 1 000 m,是措勤盆地比较好的区域盖层。

4) 盆地中部它日错西 20 km 的尼玛朱古萨北的油气显示以及烃源层里的沥青质和油气包裹体,表明盆地经历了油气生成、运移、聚集和散失的过程。

参考文献:

- [1] 王成善,伊海生,李勇,等. 羌塘盆地地质演化与油气远景评价[M]. 北京:地质出版社,2001:184-215.
- [2] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原海相烃源层的油气生成[M]. 北京:科学出版社,2000:610-613.
- [3] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原羌塘盆地石油地质[M]. 北京:科学出版社,2000:356-367.
- [4] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原大地构造特征及盆地演化[M]. 北京:科学出版社,2000:1-439.
- [5] 南征兵,李永铁,郭祖军. 羌塘盆地油气显示及油源对比[J]. 石油实验地质,2008,30(5):503-507.
- [6] 杜佰伟,陈明. 羌塘盆地上侏罗统索瓦组烃源岩分布特征及远景分析[J]. 石油实验地质,2008,30(2):174-178.
- [7] 王成善,伊海生,刘池洋,等. 西藏羌塘盆地古油藏发现及其意义[J]. 石油与天然气地质,2004,25(2):139-143.
- [8] 伍新和,张丽,王成善,等. 西藏羌塘盆地中生界海相烃源岩特征[J]. 石油与天然气地质,2008,29(3):348-354.
- [9] 刘增谦,潘桂棠. 西藏特提斯地质[M]. 北京:地质出版社,1990:94-98.
- [10] 余光明,王成善,张哨楠. 西藏特提斯中生代沉积盆地特征及演化[J]. 中国科学(B辑),1989(9):982-990.
- [11] 王成善,张哨楠. 青藏高原原油气盆地分析及油气资源预测[J]. 地球科学——中国地质大学学报,1996,21(2):120-129.
- [12] 费琪,邓忠凡. 西藏特提斯构造域海相油气前景[J]. 地球科学——中国地质大学学报,1996,21(2):113-119.
- [13] 王成善,张哨楠. 藏北双湖地区三叠系油页岩的发现[J]. 中国地质,1987(8):29-31.
- [14] 孔祥儒,王谦身. 青藏高原西部综合地球物理与岩石圈结构研究[J]. 中国科学(D辑),1996,26(4):308-315.
- [15] 杨华. 青藏高原航磁图展示的地球物理特征及其地质构造意义[J]. 地球物理学报,1985,28(增刊 I):185-195.
- [16] 熊绍柏,刘宏兵. 青藏高原西部的地壳结构[J]. 科学通报,1997,42(12):1309-1312.
- [17] 熊盛青,周伏洪,姚正煦,等. 青藏高原中西部航磁调查[M]. 北京:地质出版社,2001:1-221.
- [18] 殷秀华,黎益仕,冯华. 青藏高原重力场特征和地壳构造[J]. 物探与化探,1998,22(6):440-445.
- [19] 王冠民. 西藏措勤盆地构造沉积演化及含油气远景[J]. 石油学报,2001,22(1):31-35.
- [20] 丁俊,王剑,王成善,等. 青藏油气资源战略选区[M]. 北京:地质出版社,2008:20-200.

(编辑 徐文明)