

柴达木盆地西部中—新生代沉积构造演化

曹国强¹ 陈世悦² 徐凤银³ 彭德华³ 袁文芳²

(1.中国科学院广州地球化学研究所,广东 广州 510640;

2.石油大学(华东)地球资源与信息学院,山东 东营 257061;

3.中国石油天然气集团公司青海油田分公司,甘肃 敦煌 736202)

摘要:通过柴达木盆地西部茫崖—赛什腾山地表地质、航磁、重力、大地电磁测深和地震资料的综合分析,认为柴达木盆地夹持在昆北地块与赛什腾构造带之间,其中包括柴达木地块与祁连地块南缘 2 个一级构造单元和昆北地体北缘、柴达木盆地、赛什腾构造带和祁连地块南部的苏干湖盆地等 4 个二级构造单元。盆地的总体结构表现为东昆仑山和祁连山相向向盆地挤压对冲,盆地中部沉降的构造格局。盆地内部的构造样式以自盆地边缘至中心以此形成背斜构造为显著特征,背斜两翼多发育逆断层,构成“两断夹一隆”的构造格局。挤压应力主要来自南西方向、北东方向起阻挡作用。在两侧造山带的强烈挤压作用下,侏罗纪时期在祁连造山带南缘形成并不典型的前陆盆地,古近纪至新近纪时期则在祁连造山带与昆仑造山带之间形成双侧前陆盆地,第四纪属挤压拗陷盆地。

关键词:柴达木盆地;中生代;新生代;走廊域剖面;沉积构造演化

中图分类号:P534.5~6 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2005)01-0033-08

经过 40 多年的勘探,柴达木盆地已经发现了北缘侏罗系、西部古近系与新近系和东部第四系三大勘探领域,不仅西部古近系与新近系已经成为油气勘探的主战场,2003 年通过马北 1 井的钻探,北缘侏罗系的油气勘探也已获得重大突破。由于柴达木盆地夹持于阿尔金山、祁连山和昆仑山之间,是中国西部发育的大型中新生代山间盆地,具有独特特色的构造演化特点。因此,深刻认识柴达木盆地西部中新生代构造特征及其演化规律,对于深入研究青藏高原的隆升过程、探讨柴达木盆地的油气成藏规律和预测油气资源远景都有重要意义。

关于柴达木盆地构造演化,前人进行了大量的研究^[1-5],翟光明等^[6,7]通过对盆地内部地震、钻井以及周边地质资料的综合研究认为,印支运动以来盆地的演化格局为侏罗纪—白垩纪属对称性双前陆盆地,古近纪至新近纪属斜列式双前陆盆地,第四纪属拗陷盆地;杨明慧^[8]从新构造期柴达木盆地的壳幔结构、地球物理背景、沉积物结构、多层状地貌以及构造样式等现象认为,在新构造期柴达木盆地为伸展作用形成的伸展盆地。付国民等^[9]通过沉积体系组合和构造地层分析认为柴达木古近纪为转换裂陷盆地,并探讨了其形成演化及动力学过程。

为了深刻揭示柴达木盆地的沉积构造演化历史,编制了盆地西部茫崖—赛什腾山的地质—地球物理走廊域剖面,综合分析了柴达木盆地西部的结构、构造特征和沉积构造演化历史。走廊域剖面位于柴达木盆地西部,南起昆北地体北缘,北至赛什腾构造带北缘,呈北北东向横穿柴达木盆地,剖面全长约 300 km(图 1)。走廊域剖面的研究表明,柴达木盆地夹持在昆北地块与赛什腾构造带之间^[10],其中包括柴达木地块与祁连地块南缘两个一级构造单元,以及昆北地体北缘、柴达木盆地、赛什腾构造带和祁连地块南部的苏干湖盆地等 4 个二级构造单元(图 3)。

1 地质—地球物理走廊域剖面特征

1.1 平面地质特征

从地表地质平面图(图 2—a)来看,昆北地体北缘主要出露下元古界金水口群(Pt₁jn)、上奥陶统铁石达斯群(O₃s)、上泥盆统哈尔扎组(D₃hr)、下石炭统石拓子组(C₁s)、大干沟组(C₁d)、中石炭统缔敖苏组(C₂d)和上石炭统四角羊沟组(C₃s)^[10]。金水口群为一套厚度 5 000 m 以上的片麻岩和混合岩;铁石达斯群主要为千枚岩、石灰岩夹火山岩建造,厚度大于 2 000 m;上泥盆统及石炭系主要为石灰岩建造,但上泥盆统哈尔扎组中

收稿日期:2004-02-18;改回日期:2004-10-20

基金项目:中国石油天然气集团公司“九五”科技工程项目(970212-4-3)资助。

作者简介:曹国强,男,1961 年生,高级工程师,主要从事地球物理勘探与研究;E-mail:unionkany@unionkany.com。



图1 柴达木盆地西部地质-地球物理走廊域剖面位置

1—压扭性断裂;2—压性断裂;3—韧性走滑断裂;4—复背斜;5—地震测线;6—湖泊;7—周缘老山;8—走廊域剖面位置;①—昆北断裂;②—XI号断裂;③—油北断裂;④—风南断裂;⑤—碱北断裂;⑥—俄北断裂;⑦—柴北缘断裂;⑧—祁连南缘断裂;⑨—宗务隆山北侧断裂;⑩—阿尔金南缘断裂;⑪—塔尔丁—鱼卡断裂;⑫—格尔木—锡铁山断裂;II—剖面位置

Fig.1 Sketch map showing the section location of the geological-geophysical corridor of the western Qaidam basin

1—Compresso-shear fault;2—Compressional fault;3—Ductile strike-slip fault;4—Anticlinorium;5—Seismic profile;6—Lake;7—Peripheral mountains;8—Corridor section location.①—Northern Kunlun fault;②—No. XI fault;③—Northern Youshanshan fault;④—Southern Dafengshan fault;⑤—Northern Jianshan fault;⑥—Northern Eboliangzi fault;⑦—Northern Qaidam basin marginal fault;⑧—Southern Qilian marginal fault;⑨—Northern Jun Ul boundary fault;⑩—Southern Altyn Tagh marginal fault;⑪—Tart-Aqe fault;⑫—Golmud-Xitieshan fault;II—Section location

发育有凝灰岩。此外,该区还出露有加里东期二长花岗岩和海西期花岗岩、二长花岗岩及闪长岩等。

柴达木盆地内部多为第四系覆盖,在背斜构造的核部出露有新近系上干柴沟组(N_3g)、下油砂山组($N_2'y$)、上油砂山组($N_2'y$)和狮子沟组(N_3s),古近系下干柴沟组(E_3g)只在东柴山构造有出露,冷湖附近有中侏罗统大煤沟组零星出露。

柴北缘赛什腾构造带主要出露古元古界达肯大坂群($Pt1dk$)、志留系、上泥盆统牦牛山组(D_3m)、下石炭统怀头他拉组(C_3h)和上石炭统太原组(C_3ty)。达肯大坂群为一套厚度5000~10000 m的片岩、片麻岩和混合岩组合;志留系为变质程度较低的板岩、千枚岩夹中酸性火山岩,具复理石韵律,厚度大于4000 m;牦牛山组为一套厚度大于2000 m的碎屑岩夹火山岩建造,怀头他拉组和太原组为碎屑岩及灰岩建造,但怀头他拉组中夹有石膏层。此外,在赛什腾构造带还出露有海西期的二长花岗岩、斜长花岗岩和闪长岩。

1.2 剖面地质特征

从地表地质剖面图(图2-b)来看,在昆北地体北缘和祁

连地块南缘分别发育高角度逆冲断层,断层面向南南西和北北东。在昆北地块北缘,上泥盆统哈尔扎组和古元古界金水口群分别逆冲在石炭系之上;在赛什腾构造带,古元古界和古生界地层逆冲在侏罗系和古近系之上。在盆地内部总体显示隆拗相间的构造格局,背斜比较紧闭,向斜较为宽缓,背斜核部地层倾角可达40°~70°以上。从盆地中心向两侧造山带,背斜核部出露的地层愈来愈老,地层倾角愈来愈大。位于盆地中心的碱山构造仅出露第四系七个泉组,且地层倾角较小,多在5°以内;其南侧的大风山构造,只在核部有小面积的狮子沟组出露;向南至油墩子构造,背斜核部不仅出露了狮子沟组和七个泉组,且有较窄范围的上油砂山组出露;再往南,由开特米里克—凤凰台构造与茫崖构造构成较复杂的背向斜组合,主要出露狮子沟组、上油砂山组和下油砂山组,地层倾角达45°~70°以上。最南部的东柴山构造,不仅出露下油砂山组和上干柴沟组,而且在逆冲断层上盘出露下干柴沟组。

由碱山构造向北至鄂博梁II号和鄂博梁I号构造,核部主要出露七个泉组、狮子沟组、上油砂山组和下油砂山组,地

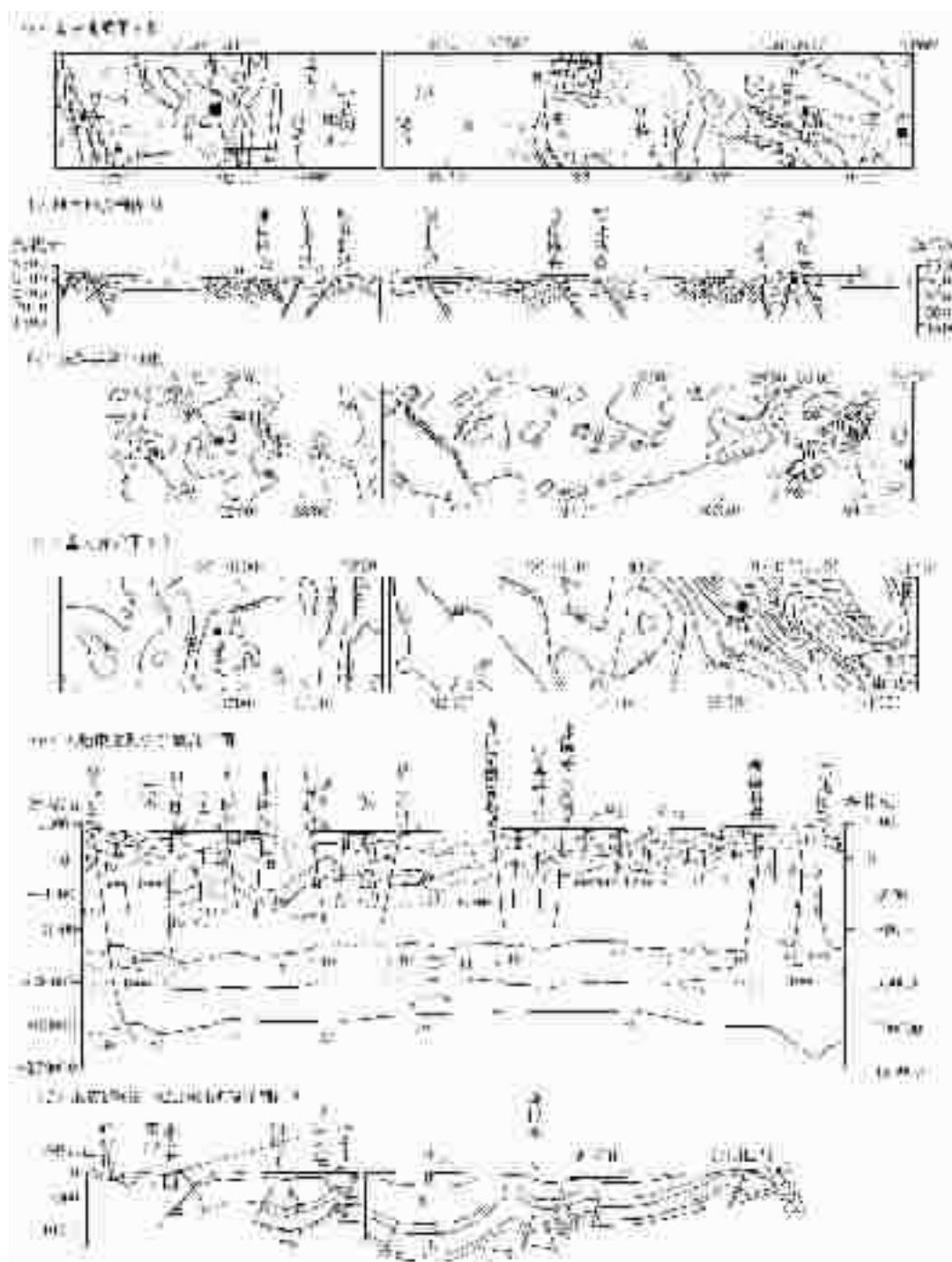


图 2 柴达木盆地西部茫崖—冷湖地质—地球物理走廊域剖面图(据青海油田公司资料编绘,2000)

Q—第四系;N—新近系;N₂—新近系上新统;N₁—新近系中新统;N₂^s—上新统狮子沟组;N₂^y—上新统上油砂山组;N₁^y—中新统下油砂山组;N₁^g—中新统上干柴沟组;E—古近系;E₃^g—渐新统下干柴沟组;Mz—中生界;J—K—侏罗系—白垩系;Pz—古生界;C₁^h—下石炭统怀头他拉组;D—泥盆系;D₃^m—牻牛山组;S—志留系;Pz—Mz—古生界—中生界;Pt₁^{dk}—古元古界达肯大板群;γ₄^b—海西期花岗岩;γγ₃—加里东期二长花岗岩;

Fig.2 Geological-geophysical section of the Mangnai-Lenghu area in the western part of the Qaidam basin (data from the Qinghai Oilfield Corporation)

Q-Quaternary;N-Neogene;N₂-Pliocene;N₁-Miocene;N₂^s-Shizigou Formation;N₂^y-Upper Youshashan Formation;N₁^y-Lower Youshashan Formation;N₁^g-Upper Ganchaigou Formation;E-Paleogene;E₃^g-Lower Ganchaigou Formation;Mz-Mesozoic;J-K-Jurassic-Cretaceous;Pz-Paleozoic;C₁^h-Carboniferous Huaitoutala Formation;D-Devonian;D₃^m-Devonian Maoniushan Formation;S-Silurian;Pz-Mz-Paleozoic-Mesozoic;Pt₁^{dk}-Paleoproterozoic Dakendaban Group;γ₄^b-Hercynian granite;γγ₃-Caledonian monzogranite

层倾角 $10^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 左右,只在近核部地区,地层倾角快速增大,至冷湖构造带,七个泉组出露的范围很窄,而主要是狮子组、上油砂山组和下油砂山组,反映了盆地的背斜构造是从两侧造山带向盆地中心依次发展的,背斜的形成是两侧造山带对冲挤压作用的结果,动力来源于两侧,以南侧为主。

1.3 航磁异常特征

在航磁异常条带图(图 2—c)上,柴达木盆地显示为弱磁性向正负磁异常变化,磁场变化范围在 -75 nT 至 $+25\text{ nT}$ 之间,表明其下基本没有磁性异常体,但在赛什腾造山带,磁场特征显示了十分复杂的变化,变化范围在 -125 nT 至 $+400\text{ nT}$ 之间,小赛什腾山西南端和大赛什腾山东北端的高值区反映了古元古界达肯大坂群有较强的磁性,冷湖附近的高值区反映了该区古元古界基底抬升较高,可能缺失古生界地层,且中生界厚度不大。大赛什腾山东北端的低值区反映了古生界地层磁性极弱,同时还可能与无磁性的花岗闪长岩体发育有关。

1.4 重力异常特征

在重力异常条带图(图 2—d)上,柴达木盆地显示为缓变化的重力异常特征,变化范围 $-402\times 10^{-5}\text{ m/s}^2\sim -324\times 10^{-5}\text{ m/s}^2$ 之间,然而自南而北亦显示出宽缓—紧密—宽缓的变化特征,昆北断阶带重力异常值在 $-374\times 10^{-5}\text{ m/s}^2\sim -358\times 10^{-5}\text{ m/s}^2$ 之间,XI 号断裂发育处为较密集的重力梯级带,梯级带自北而南自 $-392\times 10^{-5}\text{ m/s}^2$ 升高 $\sim -370\times 10^{-5}\text{ m/s}^2$,表明昆北断阶带的基底有较大幅度的抬升,且断层面南倾,梯级带较宽反映了断层面的倾角不陡。茫崖至大风山构造南缘地区为宽缓的异常变化区,异常值为 $-402\times 10^{-5}\text{ m/s}^2\sim -390\times 10^{-5}\text{ m/s}^2$,反映了基底埋深较大,由大风山构造南缘向北,重力异常值越来越高,反映了基底抬升越来越高,其中碱山至鄂博梁 II 号之间和鄂博梁 I 号与冷湖四号之间相对平缓的重力异常与一里坪凹陷和昆特依凹陷相对应。然而,相对平缓异常区之间相对密集的重力异常变化区与有关断层的对应关系并不十分明显,反映了这些断层的规模不及 XI 号断层大。

冷湖构造带以北,重力异常值明显升高,表明基底抬升较高,尤其是在赛什腾造山带,重力异常值升至 $-300\times 10^{-5}\text{ m/s}^2\sim -270\times 10^{-5}\text{ m/s}^2$ 以上,反映了古元古代古老地块已经出露地表或接近地表。同时造山带两侧密集的重力梯级带反映了基底断裂的存在,在赛什腾山南侧的梯级带,重力异常值向北增大,表明断层面北倾,而赛什腾山北侧的重力梯级带向北依次降低,表明断层面南倾,梯级带密集说明断层面陡倾,可能北侧断层面比南侧更陡。

1.5 大地电磁测深特征

从大地电磁测深(MT)解释剖面图(图 2—e)来看,剖面内发育有众多规模较大的北西向或北北西向断层,自南而北有昆北断裂、东柴山断裂、XI 号断裂、开北断裂、油南断裂、油北断裂、风南断裂、风北断裂、碱南断裂、碱北断裂、鄂博梁南缘断裂、鄂博梁北缘断裂、赛南断裂和赛北断裂等。这些断裂

多发育在背斜构造的两翼,切过中生代地层,构成“两断夹一隆”的构造格局。其中由 XI 号断裂至油北断裂,风南断裂至碱北断裂、鄂博梁南缘—黄泥滩断裂至鄂博梁北缘断裂,又构成了结构极其相似的复背斜组合,复背斜的发育可能与规模较大的基底断裂有关。

上述断裂中,昆北断裂和赛南断裂规模巨大,可能断达岩石圈,XI 号断裂和赛北断裂规模也较大,可能切过了上地壳,其余断裂规模相对较小,终止于古生代地层内部或上地壳与中地壳之间的滑脱层。

1.6 反射地震特征

在地震解释剖面图(图 2—f)上,本区亦显示为隆坳相间的构造格局。应当说明的是,由于没有与该剖面相平行的区域地震大剖面,在编图过程中是将 87088 测线和 82160 测线相接。82160 测线位于该剖面东部,穿过了红三早二号、一里坪凹陷、鄂博梁 II 号,葫芦山等构造单元,因此其解释结果并不代表本剖面,而只能作为参考,尤其是一里坪凹陷的深度,要比本剖面经过地区深的多。

从地震解释剖面图来看,昆北断阶带有较强烈的抬升,新生代地层厚度 $1\ 000\sim 3\ 000\text{ m}$,以古近系为主,北段有新近系上干柴沟组发育,XI 号断层以北,中生界、古近系、新近系及第四系发育良好,总体以新近系最为发育,至冷湖构造带,基底又有较大幅度的抬升,使新近系上干柴沟组出露地表。剖面中亦发育有较多断层,断层向下均切过中生界底部,而上多终止于新近系内部。剖面上总体显示隆坳相间的构造格局,多数构造亦表现为“两断夹一隆”的构造样式。

2 构造样式

通过上述地质—地球物理走廊域剖面研究,认为柴达木盆地夹持在昆北地块与赛什腾构造带之间^[10],其中包括柴达木地块与祁连地块南缘 2 个一级构造单元和昆北地块北缘,柴达木盆地,赛什腾构造带和祁连地块南部的苏干湖盆地南部等 4 个二级构造单元(图 3)。昆北断裂以南为昆北地体北部,主要出露古元古界金水口群、上奥陶统铁石达斯群、上泥盆统哈尔扎组、下石炭统石拓子组和大干沟组以及海西期花岗岩,其中发育有向南倾和向北倾的高角度逆冲断层,使金水口群和哈尔扎组分别逆冲在石炭系之上,且上奥陶统、上泥盆统和石炭系均强烈褶皱变形,反映了昆北地体曾经经历过强烈的挤压变形。柴北缘断裂以北至赛北断裂为祁连地块南缘活动陆缘带,主要出露古元古界达肯大坂群、志留系、下泥盆统牦牛山组、下石炭统怀头他拉组等,以及海西期花岗岩和闪长岩。古生代地层也经过了强烈的挤压褶皱变形,内部亦发育高角度逆冲断层,使志留系逆冲在石炭系之上。昆北断裂和柴北缘断裂均为高角度逆冲断层,使两侧元古宇及古生界地层逆冲在柴达木盆地的中、新生代地层之上,显示出强烈挤压对冲的构造运动过程。

在柴达木盆地内部,包括了昆北断阶带、中央坳陷带和

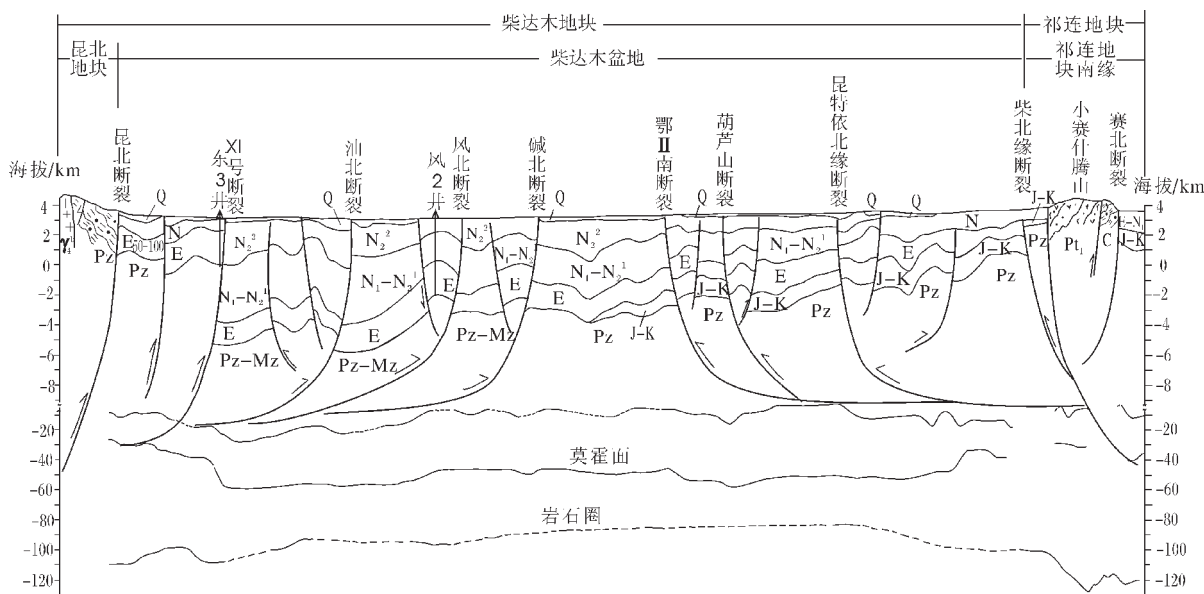


图 3 柴达木盆地西部茫崖—冷湖地质—地球物理走廊域剖面综合解释图

Q—第四系;N—新近系;N₂—上新统;N₁—中新统;N₂²—上新统狮子沟组;N₂¹—上新统上油砂山组;E—古近系;Mz—中生界;
J—K—侏罗系—白垩系;Pz—古生界;C₁—下石炭统;Pz—Mz—古生界—中生界;Pt₁—古元古界;γ₄^b—海西期花岗岩;

Fig.3 Integrated interpretation of the geological-geophysical section of the Mangnai-Lenghu area in the western part of the Qaidam basin

Q—Quaternary;N—Neogene;N₂—Pliocene;N₁—Miocene;N₂²—Shizigou Formation;N₂¹—Upper Youshashan Formation;
E—Paleogene;Mz—Mesozoic;J—K—Jurassic-Cretaceous;Pz—Paleozoic;C₁—Lower Carboniferous;
Pz—Mz—Paleozoic—Mesozoic;Pt₁—Paleoproterozoic;γ₄^b—Hercynian granite

北缘块断带 3 个三级构造单元, XI 号断裂与昆北断裂之间为昆北断阶带, 前中生代基底抬升幅度大, 新生代盖层沉积厚度小; XI 号断裂至鄂 II 南断裂之间为中央拗陷带, 是古近系与新近系沉积的主体区域, 地层厚度巨大, 尤其以新近系最厚; 鄂 II 南断裂至柴北缘断裂之间为北缘块断带, 以中生界地层较发育为特征, 而新近纪时期逐步抬升, 致使本区新近系的发育较中央拗陷带为差。

盆地总体的构造格局表现为以一里坪凹陷为中心, 两侧造山带向盆地内部的对冲挤压, 一里坪凹陷以南的碱北断裂、风北断裂和油北断裂可能终止于中、上地壳之间的滑脱层, 而 XI 号断裂和昆北断裂规模更大, 可能断达中下地壳, XI 号断层的断距达 5 000 m 以上, 而昆北断层的断距更大, 推测可能达到 6 800 m 以上, 由此表明北昆仑地体在中新生代时期相对柴达木盆地基底至少抬升了 12 km 以上。一里坪凹陷以北的鄂 II 南断裂、葫芦山断裂, 昆特依北缘断裂向下亦终止于上地壳下部滑脱层, 而柴北缘断裂断距很大, 可能断达岩石圈。盆地内部褶皱构造发育, 背斜构造相对紧闭, 而向斜构造相对宽缓, 背斜的一翼或两翼多发育断层, 构成“两断夹一隆”的构造格局。背斜的幅度向两侧有增大之势, 而对称程度有降低之势。

3 中—新生代构造演化

3.1 中生代

侏罗纪沉积过程中, 祁连造山带和昆仑造山带开始相向挤压, 在北侧祁连山前形成并不典型的前陆盆地(图 4—A)。在盆地沉积过程中, 昆特依北缘断裂开始活动, 表现为由北而南的同沉积逆断层, 柴北缘断裂继承了古生代至中生代早期的活动特点, 继续活动, 表现为由北而南的逆冲, 但活动的幅度不大。此时赛什腾山尚未形成, 而是处于盆地内部, 其上同样发育有侏罗系沉积。南侧的昆仑造山带相对于柴达木盆地持续逆冲上升。

白垩纪时期, 昆仑与祁连造山带处于造山期后的伸展阶段, 柴达木盆地整体抬升, 遭受剥蚀作用, 只在局部地区发生沉积作用。

3.2 古近纪

在古新世、始新世时期, 昆仑与祁连造山带向盆地的挤压作用加剧, 除了一系列基底断裂复活外, 柴达木盆地内部开始形成一系列逆冲断层, 如 XI 号断裂、油北断裂、风北断裂、葫芦山断裂、昆特依北缘断裂等(图 4—B), 其中 XI 号断裂、油北断裂和风北断裂控制着古新世、始新世路乐河组的

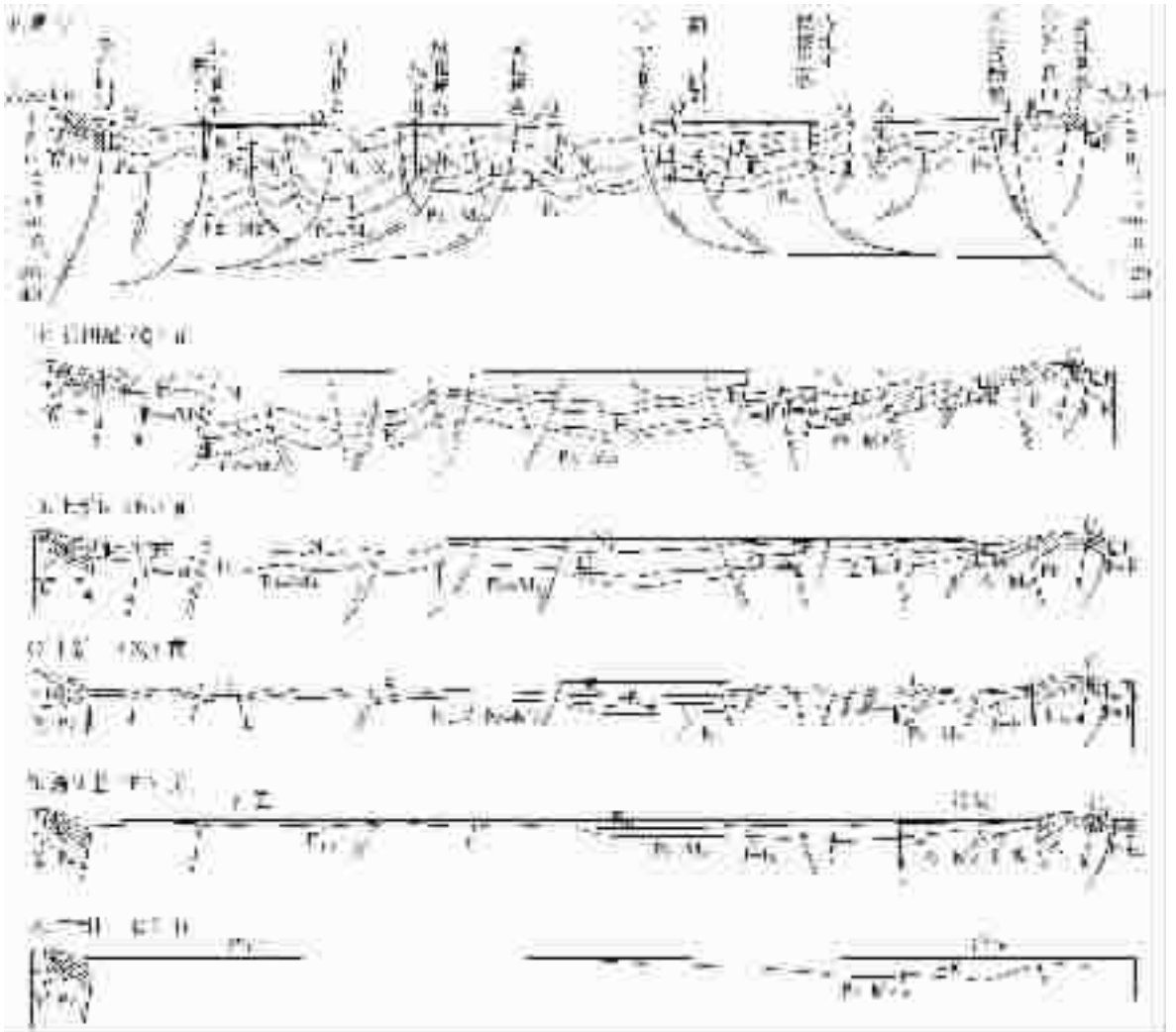


图4 柴达木盆地西部茫崖—冷湖地质—地球物理走廊域剖面构造演化

Q—第四系;N—新近系;N₂—上新统;N₁—中新统;N₂¹—上新统狮子沟组;N₂²—上新统上油砂山组;E—古近系;E₃—渐新统;E₁₊₂—古新统一始新统;Mz—中生界;J—K—侏罗系—白垩系;Pz—古生界;C₁—下石炭统;Pz—Mz—古生界—中生界;Pt₁—古元古界;γ₄^b—海西期花岗岩;

Fig.4 Section showing the tectonic evolution of the geological-geophysical corridor of the Mangnai-Lenghu area in the western part of the Qaidam basin

Q—Quaternary;N—Neogene;N₂—Pliocene;N₁—Miocene;N₂²—Shizigou Formation;N₂¹—Upper Youshashan Formation;E—Paleogene;E₃—Oligocene;E₁₊₂—Paleocene—Eocene;Mz—Mesozoic;J—K—Jurassic—Cretaceous;Pz—Paleozoic;C₁—Lower Carboniferous;Pz—Mz—Paleozoic—Mesozoic;Pt₁—Paleoproterozoic;γ₄^b—Hercynian granite

沉积作用,盆地北部除昆特依北缘断裂控制路乐河组沉积外,其余均只断在中生代地层中,而对上覆路乐河组沉积不具有控制作用。这一时期柴北缘断裂和赛北断裂活动加剧,使赛什腾构造带快速抬升,柴北缘断裂成为控制柴达木古近纪盆地的边界断裂。这一阶段盆地的沉降中心位于盆地中部的一里坪地区。

在渐新世时期,除上述断裂继续活动外,东柴山断裂、碱北断裂、鄂Ⅱ南断裂等也开始活动(图4—C)。这些断裂共同控制了干柴沟组沉积,这时期的沉积中心位于XI号断裂

以北的茫崖坳陷,这一阶段各断裂的活动幅度均不大。

3.3 新近纪

中新世时期,盆地内除了上述断裂继续活动外,东柴山、油墩子、大风山、鄂博梁Ⅱ号、葫芦山、冷湖四号等背斜构造已基本形成(图4—D)。

上新世时期,盆地内断裂活动加剧,主要表现为XI号断裂上盘大幅度抬升,其断距达到5000m左右(图4—E)。此外,北缘块断带断层的断距也较大,且北缘块断带有较大幅度的抬升。这一时期,东柴山构造、茫崖构造、开特米里克沟

造、凤凰台构造、油墩子构造、大风山构造、碱山构造、鄂博梁 I 号及 II 号构造、葫芦山构造、冷湖四号构造均已形成,基本奠定了现今盆地的构造格局。

3.4 第四纪

第四纪时期,盆地处于整体抬升、强烈挤压拗陷阶段。由于两侧造山带的挤压,盆地内构造变形进一步加剧,使背斜构造的幅度进一步加大(图 4—F)。

4 结 论

(1)柴达木盆地的总体结构表现为东昆仑山和祁连山相向向盆地挤压对冲、盆地沉降的构造格局。挤压应力主要来自南西方向,北东方向起阻挡作用。盆地边缘控制性边界断裂规模大,断达岩石圈,盆地内部断裂多终止于古生代地层内部或上地壳与中地壳之间的滑脱层。

(2)盆地内部的挤压变形自南西侧和东北侧依次向盆地内部传递,盆地中心的碱山—一里坪地区背斜宽缓,发育第四系七个泉组地层,且地层倾角小。自盆地中心向南北两侧,背斜构造的紧闭程度越来越高,背斜核部出露的地层越来越老,地层倾角越来越大。

(3)柴达木盆地是伴随着其南北两侧造山带的构造演化而形成和演化的,经历了北缘侏罗纪前陆盆地,古近纪至新近纪双侧前陆盆地和第四纪挤压拗陷盆地等 3 个阶段的演化。

参考文献(References):

- [1] 青藏油气区石油地质志编写组. 中国石油地质志卷十四[A].见: 青藏油气区[C].北京:石油工业出版社,1990.88~100.
Editorial Committee of "Petroleum Geology of Qinghai-Tibet". Petroleum geology of China, Vol.14 [A].Qinghai-Tibet Petroleum Province [C].Beijing:Petroleum Industry Press,1990. 88~100 (in Chinese).
- [2] 葛肖虹. 对中国西北部找油的战略思考[A].见:地质矿产部石油地质研究所编《石油与天然气地质文集》[C],北京:地质出版社,1997(6):12~16.
Ge Xiaohong. The strategic thoughts to look for petroleum in northwest China [A]. In:Institute of Petroleum Geology, MGMR (ed.). Corpus of Petroleum Geology [C].Beijing: Geological Publishing House, 1997(6):12~16 (in Chinese).
- [3] 葛肖虹,任收麦,刘永江,等.中国西部的大陆构造格架[J],石油学报,2001,22(5):1~5.
Ge Xiaohong, Ren Shoumai, Liu Yongjiang, et al. Continental tectonic frame work of west China [J]. Acta Petrolei Sinica, 2001, 22 (5): 1~5 (in Chinese with English abstract).
- [4] 黄汉纯,黄庆华,马寅生. 柴达木盆地地质与油气预测[M].北京:地质出版社,1996.14~19.
Huang Hanchun, Huang Qinghua, Ma Yinsheng. Geology of Qaidam Basin and Its Petroleum Prediction[M].Beijing: Geological Publishing House, 1996. 14~19.
- [5] 夏文臣,张宁,袁小平,等. 柴达木侏罗系的构造层序及前陆盆地演化[J]. 石油与天然气地质,1998,19(3):173~180.
Xia Wenchen, Zhang Ning, Yuan Xiaoping, et al. Jurassic tectonic sequences of Qaidam and foreland basin evolution [J]. Oil and Gas Geology, 1998, 19(3):173~180 (in Chinese with English abstract).
- [6] 翟光明,徐凤银,李建青. 重新认识柴达木盆地,力争油气勘探获得新突破[J]. 石油学报,1997,18(2):1~7.
Zhai Guangming, Xu Fengyin, Li Jianqing. A reconsideration of Qaidam basin for a great breakthrough in oil and natural gas exploration [J]. Acta Petrolei Sinica, 1997, 18 (2):1~7 (in Chinese with English abstract).
- [7] 翟光明,宋建国,靳久强. 等. 板块构造演化与含油气盆地形成和评价[M]. 北京:石油工业出版社,2002.45~48.
Zhai Guangming, Song Jianguo, Jin Jiuqiang, et al. Plate Tectonic Evolution and Its Relationship to Petroliferous Basin [M].Beijing: Petroleum Industry Press, 2002. 45~48 (in Chinese).
- [8] 杨明慧. 柴达木盆地新构造运动主要特征与成因机制[J],海洋地质与第四纪地质,1997,17(3):71~78.
Yang Minghui. Characteristics and mechanism of neotectonic movement in the Qaidam Basin[J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 1997, 17(3):71~78 (in Chinese with English abstract).
- [9] 付国民,李永军,石京平.柴达木第三纪转换裂陷盆地形成演化及动力学[J]. 沉积与特提斯地质,2001,21(4):34~41.
Fu Guomin, Li Yongjun, Shi Jingping. Evolution and dynamics of the Qaidam Tertiary transform rift basin in Qinghai[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2001, 21 (4):34~41 (in Chinese with English abstract).
- [10] 青海省地质矿产局. 青海省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1991. 551~554.
Bureau geology and mineral resources of Qinghai Province. Regional Geology of Qinghai Province[M].Beijing:Geological Publishing House, 1991. 551~554 (in Chinese).

Ceno-Mesozoic sedimentary and tectonic evolution in the western Qaidam basin

CAO Guo-qiang¹, CHEN Shi-yue², XU Feng-yin³, PENG De-hua³, YUAN Wen-fang²

(1. *Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, Guangdong, China;*

2. *College of Earth Resources and Information, University of Petroleum, Dongying 257061, Shandong, China;*

3. *Qinghai Oilfield Company, PetroChina Company, Dunhuang 736202, Gansu, China)*

Abstract: Based on an integrated analysis of the surface geological, aeromagnetic, gravity, MT and seismic data from the area of Mangnai to Serteng Mountains in the western Qaidam basin, the authors think that the Qaidam basin is sandwiched between the North Kunlun block and Serteng tectonic belt, including two first-order tectonic units—the Qaidam block and the southern margin of the Qilian block—and four second-order tectonic units—the northern margin of the North Kunlun block, Qaidam basin, Serteng tectonic belt and Suhai lake basin in the south of the Qilian block. The general structure of the basin is marked by the tectonic framework of compressional ramp of the East Kunlun Mountains and the Qilian Mountains toward and subsidence of the central part of the basin. The tectonic style inside the basin is characterized by occurrence of anticlines from the margins to center of the basin, with two limbs mostly starting from reverse faults, developing a tectonic pattern of two faults sandwiching an uplift. The compressional stress mainly comes from SW, and the NE direction acts as a resistance. Under the strong compression from the orogenic belts on both sides, in the Jurassic an atypical foreland basin developed on the southern margin of the Qilian orogenic belt; in the Tertiary, a two-side foreland basin formed between the Qilian orogen and Kunlun orogen; in the Quaternary, the Qaidam basin is a compressional, downwarped basin.

Key words: Qaidam basin; Mesozoic; Cenozoic; trunk section; sedimentary and tectonic evolution

About the first author: CAO Guo-qiang, male, born in 1961, senior engineer and geophysicist, mainly engages in geophysical exploration and research; E-mail: unionkany@unionkany.com.