文章编号:1007-3701(2003)03-0024-06

青藏高原北部银石山地区古近纪 盆—岭构造及形成机制

柏道远^{1,2},殷如新²,刘 伟²,孟德保²

(1. 中国地质大学资源学院,湖北 武汉 430074;2. 湖南省地质调查院,湖南 湘潭 411100)

摘要:研究区自北而南共发育 8 条东西或近东西走向的渐新世裂陷盆地,显示该时期具典型的 盆岭构造格局。盆地代表性充填结构自北而南分别为以冲积扇相砾岩、扇三角洲相砂岩、浅湖相 粉砂岩和泥岩、滨湖相为主的砾岩一砂岩一粉砂岩一泥岩组合,表明盆地北侧的单面断陷作用。 狭长且边界较平直的形态特征、盆内同期基底断裂、盆地北侧山岭区中同期强烈的伸展构造变 形、关水沟以西盆地北缘的沉积相变等,与盆地充填结构特征一道指示盆地的断陷构造属性。说 明区域南北向拉张作用下的单剪伸展为盆一岭构造的直接形成机制;区内渐新世前后的岩浆作 用及其所反映的地球动力学演化特征等,则指示盆一岭构造的深层动力学背景为岩石圈地幔甚 至软流圈的向上隆起和顶托。

关键 词:古近纪:盆一岭构造:形成机制:藏北
中图分类号:P542
文献标识码:A

青藏高原以其高海拔而闻名于世,更以其现代 陆一陆碰撞作用以及为古特提斯构造域的主体而 成为地质学界的研究热点。高原北缘或昆仑地区新 生代以来的构造(隆升)、沉积、岩浆作用等是高原 研究的一个重要方面,并取得了大量的研究成 果^[1~12]。

位于高原北缘的银石山及周边地区发育有渐 新世陆相沉积,由于条件所限,前人1:100万地质 填图中只将其面积较大者填绘出,且对盆地的充填 结构及构造属性缺乏研究和认识。笔者三年来在东 昆仑西端1:25万银石山幅区调中,发现大量古近 纪渐新世阿克塔什组地层并对其进行了详细填绘, 对沉积盆地充填结构、层序特征、成盆作用的相关 构造等进行了调查研究,明确了盆地构造属性与形 成机制,这对认识青藏高原北缘新生代以来的地球 动力学演化过程有重要意义。

1 区域地质概况

银石山地区地层、岩浆岩及地质构造概况见图 1。石炭纪至二叠纪为古特提斯发展阶段,沟一弧一 盆古构造背景下形成以碎屑岩、碳酸盐岩和硅质岩 等为主的沉积地层,以及中—基性火山岩、花岗岩、 蛇绿岩等。二叠纪末巴颜喀拉板块与昆仑地块碰撞 对接,形成三叠纪宅巴颜喀拉前陆盆地,在盆地中形 成巨厚的巴颜喀拉山群复理石沉积。三叠纪末巴颜 喀拉板块与昆仑地块间产生强烈的陆内汇聚作用, 巴颜喀拉盆地回返成陆。侏罗纪和古近纪两次因区 域伸展作用形成陆内裂陷盆地及陆相沉积。晚新生 代随青藏高原整体发生强烈隆升,并因较强烈的岩 浆活动形成安山岩及流纹斑岩(或花岗斑岩)等火 山岩。

2 盆地分布及古构造格局

银石山地区古近纪渐新世盆地非常发育(图 1),它们均呈(近)EW 走向的狭长条带状,盆地中

收稿日期:2003-01-29

基金项目:中国地调局区域地质调查项目(19991300009051). 作者简介:柏道远(1967—),男(汉族),高级工程师,在读硕 士,从事区域地质调查工作.



图 1 银石山地区渐新世盆岭构造地质图

Fig. 1 Geological map showing Oligocene basin-mountain structure in the Yinshishan area 1. 第四系; 2. 渐新世阿克塔什组; 3. 侏罗系; 4. 三叠纪巴颜喀拉山群; 5. 二叠系; 6. 石炭系; 7. 元古代苦海岩群; 8. 上新世流纹斑岩或石英 斑岩; 9. 中新世花岗斑岩; 10. 始新世关水沟序列花岗岩类; 11. 侏罗世花岗岩类; 12. 早石炭世横笛梁序列花岗岩类; 13. 第四纪安山岩; 14. 中新世安山岩; 15. 中新世玄武安山岩; 16. 逆断裂; 17. 平移断裂; 18. 逆平移断裂; 19. 正断裂; 20. 性质不明断裂; 21. 构造窗; 22. 地质 界线; 23. 角度不整合地质界线; 24. 古近纪盆地中轴及盆地编号; 25. 图 2 综合剖面平面位置; 古近纪盆地代号及名称:①金水河口盆地; ②鳄鱼梁一湍流河盆地; ③落影山一春艳河盆地; ④横笛梁一白水河盆地; ⑤千枝沟一志远山盆地; ⑥黑山一石春湖盆地; ⑦畅车川盆 地; ⑧蒙蒙湖盆地

 连线方向一致。这种平面分布特征表明沉积物断续 分布的单个盆地大致为一个整体,沿古盆地延伸方 向无沉积物发育地段,只是断陷幅度较小或后期抬 升剥蚀使沉积物无保存罢了,事实上,沿盆地延伸 方向部分地段即可见硅化破碎带等正断裂迹象。从 此意义上讲,较大规模的盆地中连续分布的沉积物 固然是古盆地发育的最直观表现,而规模较小盆地 中断续分布的沉积物则更能反映出区内渐新世构 造盆地沿东西方向较好的连续性。另外,区内古近 纪盆地边缘大多发育有后期逆断裂,一般都倾向盆 外,为典型的负反转构造(图 2)。

显然,各相邻构造盆地间即为隆起的山岭,而

大致平行排列、较为密集的构造盆地清楚显示区内 渐新世具典型的盆一岭构造格局(图 1,2)。



图 2 渐新世盆岭构造综合剖面略图(剖面位置见图 1) Fig. 2 Cross section of Oligocene basin-mountain structure 1. 渐新世阿克塔什组; 2. 侏罗系; 3. 三叠纪巴颜喀拉山群; 4. 二叠系; 5. 石炭系

3 盆地充填结构

从阿克塔什组的出露范围和面积来看,除落影 山-春艳河盆地和白水河盆地规模较大外,其他各 裂陷盆地规模均很小,并因露头差或后期构造破坏 等原因,一般沉积充填结构不太清楚。

落影山一春艳河裂陷盆地的东段因后期逆冲 断裂的破坏而使得盆地中部石炭系基底被抽出地 表,且盆地北侧因较大规模的北倾逆断裂而无盆缘 沉积出露,未能显示出完整的盆地充填结构。西段 落影山一带,盆地仅南界发育有一规模不大的南倾 逆断裂,盆地充填结构表现基本完整(图3)。

盆地南侧为一套滨湖相为主的沉积,由紫红、 灰紫色厚层一块状砾岩、砂质砾岩、中一细砂岩、粉 砂岩、泥质粉砂岩、泥岩等不均匀互层组成旋回式 层序,局部夹有石膏层。砾石多具细砾结构,砾径< 5 cm 者常见;分选性较差至中等,以次棱角状一次 圆状为主,部分呈棱角状;多无定向性排列,偶在砾 岩中见叠瓦状构造和拖曳构造,反映定向性水流作 用。自滨湖相沉积体往北为盆地中部浅湖相沉积,



图 3 落影山渐新世盆地充填样式 Fig. 3 Sedimentary-composition of Luoyinshan Oligocene basin AF-冲积扇;BL-滨湖相沉积;FD-扇三角洲;SL-浅湖相沉积

以紫红色、褐紫色厚层-块状粉砂岩、粉砂质泥岩 及泥岩为主夹白色石膏层,砂泥岩中水平纹层较发 育。

盆地北侧为一套厚度很大的冲积扇相砾岩,地 表出露宽度一般为2km。岩石呈块状,岩性单调, 基本无砂、泥岩夹层发育。组成砾石呈棱角一次棱 角状,砾径一般3~8cm,大者可达15~20cm,显 示近源特<u>研方数据</u>叠瓦状定向排列,砾石总体倾向 北。往南过渡为扇三角洲相的砂岩沉积,发育楔状 交错层理、波状层理等。再往南过渡为盆地中部浅 湖相砂泥岩沉积。

此外,中段峡口干河剖面上可见盆地北侧为一 套单调的砾岩(图 4),而南侧以砂岩、粉砂岩及粉 砂质泥岩为主,仅于不整合面之上 3 m 范围内发育 厚 30 cm 左右的砾岩夹层,其同样反映出盆地北侧 的单面断陷作用。剖面中段还可清楚见到晚期叠加 的同沉积断裂及断裂南侧的一套砾岩沉积,充分反 映出断陷期盆地基底存在次级伸展断裂活动。 综上所述,落影山一春艳河裂陷盆地的充填结 构清楚反映出其为一北面断陷的单面裂陷盆地。颇 有意义的是,尽管落影山盆地北缘总体上均为单调 的冲积扇砾岩,但在最西面则以砂岩为主,少见砾 岩。受先期飞云山 NE 向直立走滑断裂的控制,关 水河以西盆地北边界走向由 EW 向转为 NE 向(图 1)。野外追索发现,自转向点往南西约 4.5 km 范 围内盆地边缘发育砾岩,在 4.5 km 范围以外的盆 缘发育紫红色砂岩、粉砂岩。此相变显然与盆地基 底向南拉张有直接关系,从一个侧面证明了盆地北 缘的拉张断陷性质。

白水河盆地露头亦较好,盆地的结构特征与落 影山盆地基本相同。盆地北缘为一套出露宽度达 1000 m、组成单调的砾岩,南缘为一套砂岩、粉砂 岩、泥岩,局部夹极少量的砾岩,中部主要为粉砂 岩、泥岩组合,同样反映盆地北侧的拉张断陷作用。



图 4 峡口干河渐新世阿克塔什组剖面(示盆地沉积结构)

Fig. 4 Cross section of Oligocene Aketashi Formation along Xiakouganhe 1. 砾岩; 2. 砂岩、含砾砂岩; 3. 粉砂岩; 4. 泥质粉砂岩或粉砂质泥岩; 5. 泥岩; 6. 浅变质砂岩; 7. 板岩; 8. 灰岩; $E_3\alpha$ -渐新 世阿克塔什组; $P_{1-2}s^2 - \mathbf{P}$ 、中二叠世树维门科组上段; $C_1 TK^3 - \mathbf{r}$ 石炭统托库孜达坂群三段

4 相关伸展构造

白水河盆地北面风华山一带(区内属可支塔格 构造混杂岩带)见较多的石炭系斑点板岩,斑点板 岩中劈理非常发育,其与层面小角度相交或顺层; 劈理及岩层产状总体倾向南,倾角45°左右。斑点顺 劈理面分布,受剪切作用极度拉长而成拉伸线理, 其向东倾伏,倾伏角为70°左右。斑点长轴0.7~1 cm,三轴比约为a:b:c=14~20:3:1,应变椭球参 数 $k = 1.8 \sim 3.2$,为收缩型,反映单剪与拉张变形 机制及向南的强烈伸展滑动作用。

区内构造演化表明,可支塔格构造混杂岩带经 历了二叠纪末碰撞造山和三叠纪末的陆内造山等 两次主要的构造挤压作用。因后期应力松弛,继两 次造山之后分别形成了枢纽水平的伸展滑动劈理 褶皱和枢纽向东倾伏的伸展滑动面理褶皱等两期 伸展构造形迹,其变形褶皱均为挠曲,反映伸展强 度较弱。侏罗纪陆相断陷盆地反映出区域伸展作 用,但白水河盆地两侧无该期盆地发育,不大可能 于盆地北面形成强烈的伸展构造变形。结合区内上 述构造演化背景震虑,盆地北面板岩中的变形斑点 应形成于古近纪,与白水河裂陷盆地属同一伸展构 造体制下的产物,二者共同反映出古近纪盆一山耦 合的伸展机制。

此外,前面述及沿盆地延伸方向发育的正断裂 也为盆地形成时伸展作用的客观表现。

5 盆地形成机制

测区古近纪盆地均呈较稳定的 EW 走向,形 态极为狭长,边界总体平直,其形成特征与盆地沉 积充填结构、盆内基底断陷作用、盆地周边山岭区 中的同期伸展构造等一道显示拉张盆地性质。各盆 地主要为北侧单面断陷,组成的盆一岭构造格局反 映出区域 SN 向拉张作用下形成的一种单剪伸展 构造模式^[13](图 5):地壳沿壳内低速层发生单向拆 离,向上形成巨型剥离断层并于上盘形成切割地壳 的系列铲状正断裂,从而在地表形成断陷盆地组合 和盆一 岭构造格局。地球物理测量表明,青藏高原 地壳分层特征明显,地壳深处 20~30 km 处普遍 存在波速为 5.6~5.7 km/s 的低速层^[14,15],其呈高 度塑性状态的软弱层,为地壳中部上、下地壳间的 滑脱界面,上部壳型断裂常在该处消亡。

通常上述单剪伸展构造需要深部的垂向顶托



图 5 渐新世盆岭构造形成的动力学机制解释

Fig. 5 Dynamic mechanism of the Oligocene basinmountain structure

应力。就测区而言,我们认为应力来自于岩石圈地 幔甚至软流圈的向上隆起,理由如下:

(1)伸展型盆地大多与岩石圈伸展减薄、地幔 柱侵入有关^[16],也是碰撞造山后构造发展的一般产 物^[17]。测区岩石圈相继经过了海西期的俯冲、碰撞 造山及印支期的陆内汇聚造山与陆一陆叠覆造山 作用,尔后开始了伸展体制和长期的造山演化,于 古近纪达到产生这种构造作用的条件。

(2)新生代岩浆岩的发育特征暗示渐新世前后 存在地幔热柱的活动。区内发育始新世、中新世、上 新世、更新世等多期新生代岩浆岩,本次区调工作 的地质报告中结合新构造运动的表现及演化特点, 对岩浆成因、构造环境及深部动力学背景等作了系 统的归纳总结,在此仅简要介绍有关研究结论。

始新世关水沟超单元花岗岩类的地球化学特 征显示其为重熔型或 S 型,主要物质来源于上地 壳,大致反映出壳内低速层的剥离作用,说明岩石 圈伸展作用的开始。中新世花岗斑岩的稀土元素、 微量元素及常量元素分析结果显示岩浆为壳源,具 地幔流体的混染:中新世玄武安粗岩、安粗岩、英安 岩等微量元素及稀土元素显示出上地幔部分熔融 的特点,而氧同位素、锶初始比值等显示出上地壳 的特点,说明岩浆很可能来源于"壳—幔混熔层"或 上地幔部分熔融体,且后期同化混染了部分上地壳 物质。可见中新世已存在下部岩石圈的破裂及地幔 物质的上涌。上新世玻基辉岩、碱煌岩、橄辉玢岩等 超基性岩反映出地幔岩石圈在热隆作用下强烈的 破裂作用。上新世晚期流纹斑岩、花岗斑岩含较多 白云母, 暗云陆内汇聚及相关的下地幔拆沉作 用^{118]}。更新世安山岩中含有辉长岩、橄榄辉石岩、

麻粒岩等上地幔-下地壳包体及较高的相容元素, 暗示岩浆来源于壳-幔混熔层,并有上地壳物质的 加入。

上述岩浆作用演化特征清楚反映出深部地幔 岩石圈及软流圈热隆作用总体上由弱变强的演进 过程。从始新世壳内低速层的剥离作用到中新世下 部岩石圈的破裂、壳一幔混合层的形成及地幔物质 的上涌,表明其间的渐新世时期为深部热隆作用的 初发时期。初始热隆作用引起岩石圈的伸展与减 薄,成为盆一岭构造形成的深层动力学机制。

(3)据推测,巴颜喀拉地带在中新世软流圈埋 深浅,可能为100~80 km^[17]。如此说成立,则测区 地幔岩石圈在渐新世无疑存在强烈的减薄,而减薄 作用主要与软流圈的上隆有关^[18]。

上述表明,测区古近纪渐新世盆地是一种单剪 伸展构造,其深层构造背景是软流圈与岩石圈地幔 的上隆及岩石圈的伸展减薄。

6 结论

(1)藏北银石山地区古近纪晚期自北而南共发育8条EW或近EW走向的裂陷盆地,具典型的盆岭构造格局。

(2)主要盆地自北而南分别发育冲积扇相砾 岩、扇三角洲相砂岩、浅湖相粉砂岩和泥岩、滨湖相 为主的砾岩一砂岩一粉砂岩一泥岩组合等,此充填 结构指示北侧的单面断陷作用。

(3)狭长且边界较平直的形态特征、盆内同期基底断裂、盆地北侧山岭区中同期强烈的伸展构造变形、关水沟以西盆地北缘的沉积相变等,与盆地充填结构特征一道指示盆地为伸展体制下的产物,属典型拉张断陷盆地。

(4) 盆地北侧单面断陷及盆、岭相间的构造格 局,反映出区域 SN 向拉张作用下的单剪伸展构造 机制。区内岩浆作用反映的从始新世壳内低速层的 剥离作用到中新世下部岩石圈的破裂、壳一幔混合 层的形成及地幔物质的上涌,表明其间的渐新世时 期为岩石圈地幔甚至软流圈深部热隆作用的初发 时期。初始热隆作用引起岩石圈的伸展与减薄,成 为盆一岭构造形成的深层动力学机制。 参考文献:

- [1]魏明建,王成善,万晓樵,等.第三纪青藏高原面高程与古 植被变迁[J].现代地质,1998,12(3):318—325.
- [2]李吉均. 青藏高原的地貌演化与亚洲季风[J]. 海洋地质与 第四纪地质,1999,19(1):1-9.
- [4]肖序常,李廷栋,李光岑,等. 喜马拉雅岩石圈构造总论 [M]. 北京:地质出版社,1988.
- [5]李吉均,文世宣,张青松,等. 青藏高原隆升的时代、幅度和 形式的探讨[J]. 中国科学(B辑),1979(6):608-616.
- [6]李长安,骆满生,于庆文,等.东昆仑晚新生代沉积、地貌与 环境演化初步研究[J].地球科学——中国地质大学学报, 1997,22(4):347—350.
- [7]丁林,张进山,周勇,等.青藏高原岩石圈演化的记录:藏北 超钾质及钠质火山岩的岩石学与地球化学特征[J].岩石 学报,1999,15(3):408-421.
- [8]迟效国,李才,金巍,等. 藏北新生代火山作用的时空演化 与高原隆升[J]. 地质论评,1999,45(增刊):978—986.
- [9]邓万明,孙宏娟. 青藏高原新生代火山活动与高原隆升关 系[J]. 地质论评,1999,45(增刊):952—958.

- [10]邓万明. 青藏高原北部新生代板内火山岩[M]. 北京:地 质出版社,1998.
- [11]李吉均,方小敏. 青藏高原隆起与环境变化研究[J]. 科学 通报,1998,43(15):1569—1574.
- [12]李炳元,潘保田. 青藏高原古地理环境研究[J]. 地理研 究,2002,21(1):61-70.
- [13]Lilter,G.S. et al. Detachment fault and the evolution of passive continental margins[J]. Geology, 1986, 14(3).
- [14]顾芷娟,潘裕生,周勇,等.青藏高原地壳低速层的物理性 质[J]. 矿物岩石地球化学通报,2000,19(1):30-33.
- [15]王泽利,何樵登,孟令顺,等.青藏高原北缘深部地壳结构 特征及其形成机制探讨[J].世界地质,2002,21(2): 105—110.
- [16]解习农.中国东部中新生代盆地形成演化与深部过程的 耦合关系[J].地学前缘,1998,5(增刊):162—165.
- [17]邓晋福,莫宣学,赵海玲,等. 壳一幔物质与深部过程[J]. 地学前缘,1998,5(3):67-74.
- [18]邓晋福,赵海玲,莫宣学,等.大陆根-柱构造——大陆动 力学的钥匙[M].北京:科学出版社,1996.

Oligocene basin-mountain structure and its forming mechanism in Yinshishan area, northern Qinghai-Tibet Plateau

BAI Dao-yuan^{1,2}, YIN Ru-xin², LIU Wei², MENG De-bao²

(1. Faculty of Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Hunan Institute of Geology Survey, Xiangtan 411100, China)

Abstract: There occurred eight EW or near-EW Oligocene down-faulted basins in the Yinshishan area of northern Qinghai-Tibet Plateau, showing typical basin-mountain tectonic framework. Representative sedimentary compositions in the basins from north to south are conglomerate of alluvial-fan, sandstone of fan-delta, siltstone and mudstone of shallow lake and conglomerate-sandstone-siltstonemudstone assemble of bank lake, indicating single-side downfaulting in the northern sides of the basins. Long and narrow configuration, smooth and straight borders, existence of basemen faults in the basins, strong synkinematic extensional deformations in the northern mounts and change of sediments on the northern wedge of the Luoyinshan basin in east of Guanshuigou indicate down-faulted tectonic attribute of the basins. The above-mentioned characteristics explain that S-N simple-shear extension is the direct formative mechanism of the basin-mountain structure; Magmatism and corresponding features of the earth's dynamic evolutions before and after Oligocene indicate that the uplift of the mantle asthenosphere is the deep-seated dynamic background for forming of the basin-mountain structure.

Key words: Oligocene; basin-mountain structure; forming mechanism; Qinghai-Tibet Plateau