

The Movement Model of “Rubber Wedge” Towing and Oblique Tension of Hetao-Yinchuan Basin Based on the GPS Vector

Chengyao Guan, Xiangdong Bai, Yan Zhang, Xiaoyan Liu, Sihua Yuan

Institute of Disaster Prevention, Sanhe Hebei
Email: gcywww@126.com

Received: Jul. 17th, 2018; accepted: Aug. 2nd, 2018; published: Aug. 9th, 2018

Abstract

Based on the GPS vector of Hetao basin and analyzing its surrounding area, the authors think that the Hetao basin is NNW-SSE stretching. The four blocks that range from Gansu Wuwei to Shanxi Lintao can be called “Wei-Tao four Blocks”. There is an obvious separation of GPS vectors in “Wei-Tao four Blocks”. The west part of them is moving towards the north and the central-east part is towards the east. The Longxi Block is pushing The Ordos Block to the east. The authors put forward the current movement that can be explained by “rubber wedge” tectonic movement model in Hetao basin. The authors think the “Wei-Tao four Blocks” results from the extrusion of the SSW direction, which causes the “Wei-Tao four Blocks” plastic stretch. The plastic stretch drags the Ordos Block towards the SE direction and the Alashan Block towards the NNW direction. Because of the opposite movement direction of the Alashan Block and the Ordos Block, the Hetao Basin and the Yinchuan graben come into being. The Yinchuan Graben is not formed by the single model of “extrusion-apart” or “pull-open”, but the composite model of “extrusion-apart” and “pull-open”. This model is an oblique-extension basin forming model. The Hetao-Yinchuan Basin and its surrounding basins are the result of the joint action of the “rubber wedge” and the right-lateral slip-extension.

Keywords

GPS Vector, Hetao Basin, Yinchuan Graben, Motion Pattern, Model

基于GPS矢量的河套 - 银川盆地“橡皮楔”拖带与斜张模式论

关成尧, 白相东, 张 艳, 刘晓燕, 袁四化

防灾科技学院, 河北 三河
Email: gcywww@126.com

收稿日期: 2018年7月17日; 录用日期: 2018年8月2日; 发布日期: 2018年8月9日

摘要

本文根据河套 - 银川盆地及围区的GPS矢量规律, 经分析认为目前河套盆地正在NNW-SSE向伸展拉张。研究发现, 从武威到临洮所经过的四个地块“威洮四块”存在明显的GPS矢量发散, “威洮四块”西部向北运动, 东部向东运动, 两个GPS矢量分道扬镳, 陇西地块正在向东推挤鄂尔多斯地块。针对这些GPS矢量格局, 河套盆地目前的运动可以用“橡皮楔”模式来解释, “威洮四块”遭受到SSW方向来源的挤压力作用, 由于“威洮四块”塑性伸展, 其东部拖动鄂尔多斯地块向东南运动, 西部拖动阿拉善地块向NNW向运动, 由于阿拉善地块和鄂尔多斯地块被拖曳的运动方向不同, 导致了河套盆地和银川地堑目前的伸展成盆。这种刚性地块和造山带的塑性伸展关系可以理解为造山带的“橡皮泥”受到的垂向挤压转化成平行于造山带方向的伸展, “橡皮楔”模式可以解释目前河套 - 银川盆地的运动。银川地堑的形成过程中, 并不是单一的“挤开式”或“拉开式”, 而是“挤开式”和“拉开式”共同作用的结果, 属于斜张成盆模式。河套 - 银川盆地及围区盆地是“橡皮楔”拖带与右行斜张共同作用的结果。

关键词

GPS矢量, 河套盆地, 银川地堑, 运动格局, 模式

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

对于河套盆地的新生代成因及运动, 一般认为属于剪切斜张成因[1][2][3][4]。对于具体的大地构造背景, 也出现了深部岩浆活动导致主动伸展的论断[5]。那么, 河套盆地的成因究竟是不是斜张? 属于哪种类型的斜张还需要深入研究。目前, 解释银川地堑的成因有三种模式[6]: 1) 挤开式, 强调青藏高原向东北的推挤和边界走滑, 断裂的拉分作用; 2) 拉开式, 认为银川盆地是华北地块内众多断陷盆地中之一; 3) 底劈式, 认为上地幔的上拱引起地壳表层向两侧的拉张作用, 形成主动裂谷型盆地。以上说明银川地堑的成因还存在争议, 银川地堑和河套盆地形成一定具有统一的外围大地构造条件和相近的动力学节拍, 这些问题需要深入地研究。

对于应用GPS矢量研究较大尺度相对运动关系的方法应用很普遍, 对于应用GPS矢量研究微小地块的相对运动关系, 白相东[7]研究了鄂尔多斯盆地南缘渭河盆地部位的运动格局, 提出了微地块运动模式, 对现今渭河盆地的运动模式有较好的指示作用和借鉴意义。本文研究区六盘山以西以南的广大地区作为鄂尔多斯盆地应力场的提供者和构造运动的策动者之一, 河套盆地和银川地堑的打开和现今的GPS运动矢量的关系是否配合? 中间是否存在构造运动模式的转换等问题都亟待解决。

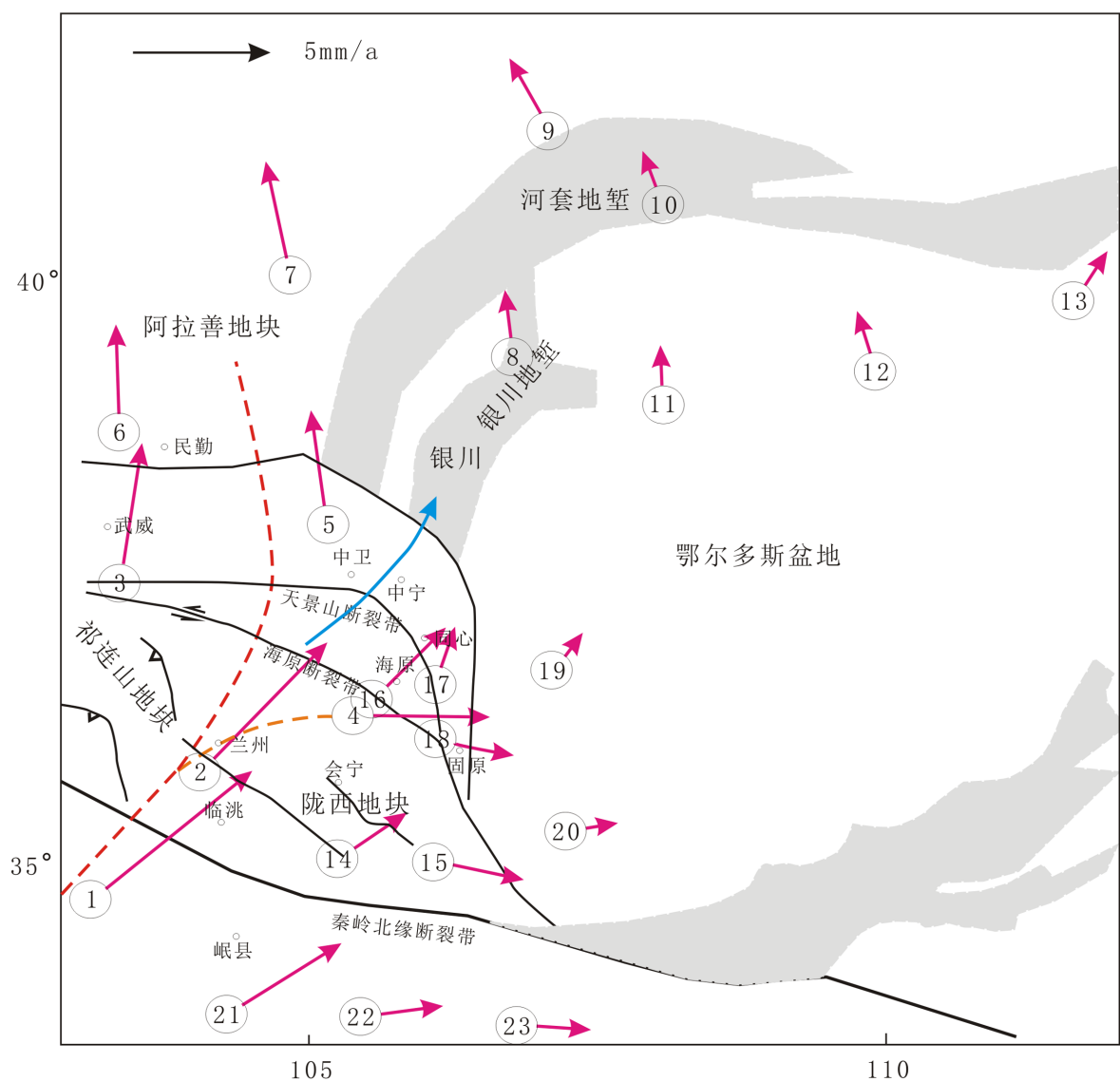
2. 运动矢量解释

根据河套盆地及其西南邻区现今GPS矢量数据(相对于长春), 抽取各个区域有代表性的矢量数据如

图 1 所示编号。鄂尔多斯盆地西部及西南部邻区(秦岭断裂带以北)的主要地块,可以依次向南划分为阿拉善地块、武威-中卫-固原地块、海原地块、陇西地块、祁连山-临洮地块这五个地块或条带状区域断块,如图 1 所示。其中,阿拉善地块面积较大,是一个独立的地块,和河套盆地北部的地块有一定的运动一致性。武威-中卫-固原地块、海原地块、陇西地块、祁连山-临洮地块是鄂尔多斯西南方向的四个重要的遭受挤压变形的地块群,也是造山带和地块相间的地块群,简称为“威洮四块”(武威至临洮所涉及的四个地质块体),以方便后文的称谓。

从图 1 中 GPS 矢量的整体规律来看,可见以下主要规律:

(1) 矢量 1 矢量 2 是来自于西南方向青藏高原隆升挤压远程效应形成的变形矢量,矢量 1 和矢量 2 在向六盘山方向(向东)与向阿拉善地块(向北)分别分裂成为矢量 4 (W-E)方向和矢量 5 和 6 (NNW)方向,矢量 4 (W-E)、矢量 18 等指示的方向指示陇西地块正在向东推挤鄂尔多斯地块。



相对与长春, GPS 数据由中国地震局第二监测中心王庆良提供

Figure 1. Explanation of horizontal velocity field of river basin and the southwest neighborhood (relative Changchun)
图 1. 河套盆地及西南邻区水平运动速度场解释

(2) 以矢量 11 代表鄂尔多斯盆地北部的稳定地区, 将矢量 7、矢量 9 的数据和矢量 11 进行对比, 则可以推断河套盆地西北的地质体正在远离鄂尔多斯地块(矢量 11 为代表), 显示河套盆地目前正在 NNW-SSE 向伸展拉张, 根据矢量 7、矢量 8 和矢量 11 的渐变关系, 说明银川地堑也和河套盆地一样相对于鄂尔多斯盆地存在向 NNW-SSE 的蠕散伸展。

(3) 矢量 3、6、7、9 四个矢量向东北整体呈现越来越小的趋势, 这些矢量的北向分量均大于鄂尔多斯盆地腹地及西南地带, 说明来源于青藏高原的挤压力主要通过依次挤压祁连山 - 临洮地块、陇西地块、海原地块、武威 - 中卫 - 固原地块、阿拉善地块而逐次将挤压应力和变形传递到河套盆地以北以西的地区, 因此, 图 1 中, 矢量 1、3、6、7 四个矢量就是导致该区域较快向北运动的区域环境的代表矢量序列。当然, 真正向北运动的速度中心区和应力中心区还可能在本图以西的地区。从 GPS 矢量来看, “威洮四块”是比鄂尔多斯盆地更快速运动的运动传播体, 河套盆地的伸展成盆和“威洮四块”的挤压以及传递有关。

(4) 可见矢量 15、矢量 18 东向分量的数值并不比矢量 22 和矢量 23 东向分量的数值小, 说明武威 - 中卫 - 固原地块、陇西地块存在着明显的比秦岭造山带还要快速的向东运动, 可以有以下解释模式: a) 陇西地体相对向 SEE 的构造挤出, 挤出构造[8] [9]是相对于其相邻地体的运动关系来研究的; b) 陇西地块塑性伸展, 塑性伸展可以导致 GPS 矢量改向和发散。从矢量 14 和矢量 16 两个矢量方向和它们以西的矢量方向对比可知, 陇西地块构造挤出的量所占比重不会很大。陇西地块可能存在向东的构造挤出, 祁连山 - 临洮地块东北部呈现逆冲推覆断层活动, 逆冲推覆断层东部形成一个楔形地体, 楔形地体容易发生构造挤出而导致整个陇西地块向 SEE 方向挤出逃逸, 挤出 - 逃逸构造的发生可以导致陇西地块推动鄂尔多斯地块西南缘向东运动, 鄂尔多斯地块西南缘的向东运动有利于鄂尔多斯地块逆时针旋转[9] [10] [11]的发生。并且还可能存在阿拉善随鄂尔多斯盆地逆时针旋转[12]。

通过以上分析可见目前河套盆地和银川地堑正在 NNW-SSE 向伸展拉张, 陇西地块正在向东推挤鄂尔多斯地块, 陇西地块 - 海原 - 中卫一带地体整体为西部向北运动, 东部向东运动, 两个方向的矢量分道扬镳。

本文运动矢量分析方法更加注重邻近矢量之间的背离, 立足于 GPS 矢量的离散化和差异化, 适用于较小尺度研究, 不再像大尺度上研究习惯于将 GPS 矢量平均化和趋势化, 这种矢量背离的趋势和前人对于“威洮四块”的认识截然不同, 前人以这些地体挤压造山的收缩行为作为主要视角, 本文则主要关注其东西向伸展离散行为。

3. 造山带的塑性伸展 - “橡皮楔”拖带模式

3.1. “威洮四块”的作用及河套伸展

“威洮四块”附近有若干小型造山带, 如牛首山、青龙山、六盘山、天景山、南华山[13]等。矢量 17、18 两个矢量之间是发散的, 说明来自西南部的挤压力导致了武威 - 中卫 - 固原地块东部的地体存在明显的垂直于主挤压应力方向的伸展, 实际上, 在“威洮四块”东部都存在因为挤压而导致的地体伸展, 这种伸展行为表现了造山带明显的塑性行为, 这对于刚性的鄂尔多斯地块来说, 可以形成边界摩擦力, 并具有把鄂尔多斯地块向东南方向拖带的作用, 这种向东南方向拖带和向东的挤压力可能强化六盘山隆升, 并和鄂尔多斯西南部耦合运动, 是一个相对强有力的结合, 导致鄂尔多斯西南部和六盘山一带“焊接”为一个耦合的整体。这种拖带作用可以通过矢量 19、矢量 20 的比较中得到证据, 矢量 15、矢量 18 明显比鄂尔多斯地块内部的矢量 19、矢量 20 更具有向 SSE 向运动的趋势。

“威洮四块”就像相对柔软的呈塑性的四块橡皮泥, “四块橡皮泥”由于受到 SSW 方向来源的青

藏高原传递的挤压力(σ_1)作用, 由于“威洮四块”的塑性伸展, 其东部拖动鄂尔多斯地块向东南运动, 西部则拖动阿拉善地块及更北的地块向 NNW 向运动。由于两种拖动方向不同, 导致了河套盆地和银川地堑目前的伸展成盆, 这种刚性地块和造山带的塑性伸展关系可以理解为造山带的“橡皮泥”挤压而向 σ_3 方向伸展, 类似于“橡皮楔”模式, 如图 2 所示。

图 2 中的 A 点为“民勤结合带”, B 点为“六盘山结合带”, 之所以用“结合带”来表示, 是由于这两个地带可以相对耦合运动, 相对运动量较小。可以在该模式下认为在 A 点和 B 点, “威洮四块”是和相邻地体耦合, 严格地讲, A 点的相对运动应该是右行, B 点的运动应该是左行。“威洮四块”GPS 矢量分叉模式和造山带的塑性伸展-拖带模式有因果关系, 造山带的塑性伸展是“因”, 导致了 GPS 矢量发散的“果”。

本文以关注 GPS 矢量指示的东西向伸展离散行为为背景, 提出造山带的塑性伸展, 塑性伸展不是造山后的伸展垮塌, 而是南北挤压导致的东西向伸展, 大致属于同造山期垂直于造山挤压应力场方向的伸展。

3.2. 银川地堑的走滑伸展模式

基于 GPS 资料分析银川盆地地壳运动特征显示银川盆地在发生北西-南东向伸展[14], 说明盆地西部相对于东部存在向北的运动趋势, 贺兰山和银川盆地的岩石圈结构及断裂解释结果[15]显示, 银川盆地存在花状构造, 体现了其走滑特征, 如图 3 所示。盆地西部相对于东部存在向北的运动趋势能够保证这种走滑形式的实现。

那么, 图 3 的深部 N-W 向推覆构造如何实现和东部的伸展花状构造同台发育呢? 渐新世以前时期, 银川盆地“由山转盆”发生构造反转, 贺兰山区进入快速隆升期[16], 此时形成了如图 3 西部的逆冲推覆构造。银川盆地从渐新世开始强烈断陷[16], 形成如图 3 东部的伸展负花状构造。

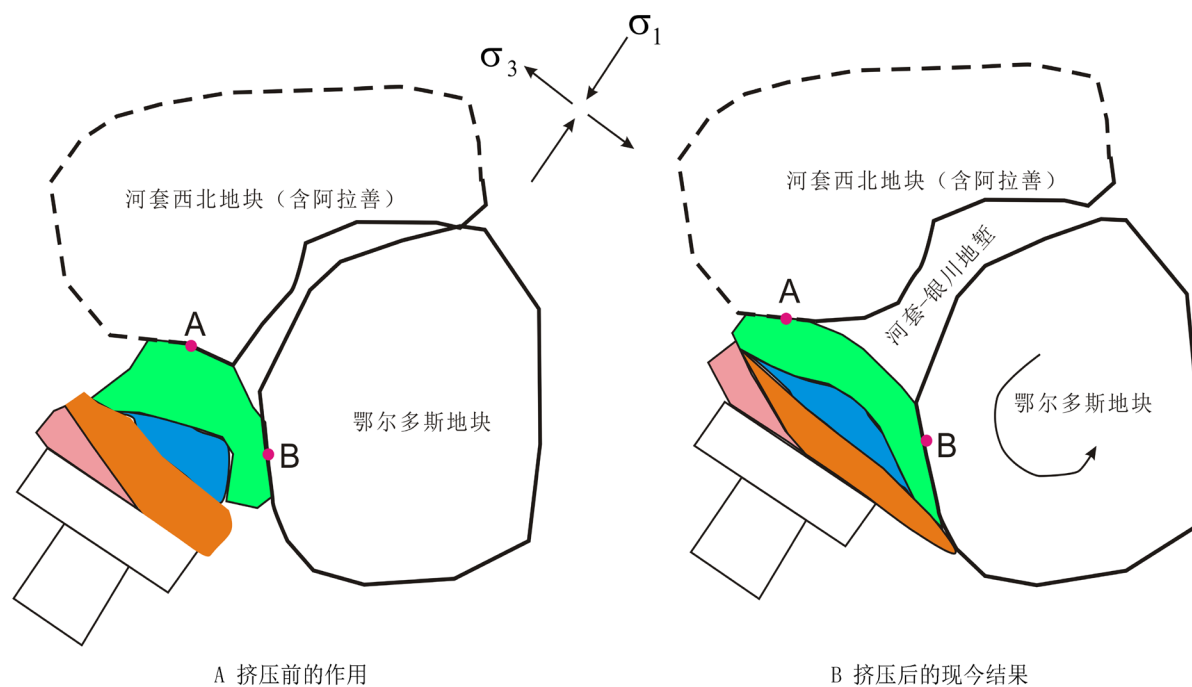


Figure 2. The model of “Rubber Wedge” in Hetao-Yinchuan Grabens

图 2. 河套-银川地堑成因的“橡皮楔”模式

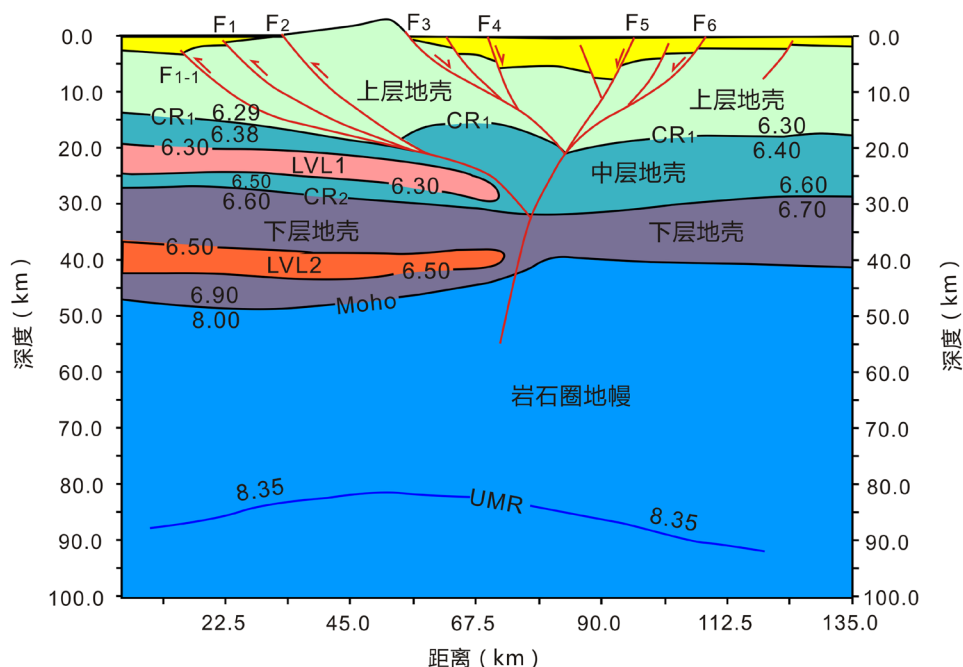


Figure 3. Lithospheric structure and fault characteristics of Helan Mountain and Yinchuan Graben [15]

图 3. 贺兰山和银川地堑的岩石圈结构和断裂特征[15]

银川地堑的形态本身能够说明其斜张成因。据银川地堑的形态(图 4), 地堑东北部存在向东延伸的小型裂谷, 说明了斜张和右行性质, 武威 - 固原地块中也出现了靠近银川地堑的近东西向的小型裂谷, 导致黄河在此经过。图 4 的平行虚线为挤压力(σ_1)的应力迹线。可以将银川地堑分为南中北三段, 中段为主要的张性段。以 B 点为参考点, C 点和 A 点相对 B 点向西向北运动, 和图 1 的运动矢量的运动模式一致。这一套运动模式势必导致银川地堑斜张。从以上分析可见, 银川地堑形成过程中, 并不是单一的“挤开式”或“拉开式”形成地堑, 而是“挤开式”和“拉开式”共同作用的结果, 属于斜张成盆模式。图 1 中的 3、5、6 矢量的北向矢量明显快于鄂尔多斯地块, 说明存在右行走滑, “橡皮楔”拖带模式则发生了“拉开式”行为, 图 1 中的 5、18、19 矢量的分离以及图 1 中 7、8、11 矢量的分离也说明了“拉开式”分离行为存在。这种现今的 GPS 矢量形成的模式估计在渐新世就开始发生作用, 并和河套盆地的剪切斜张一致。

文献 15 认为图 3 中的中地壳存在低速层, 有利于上地壳的推覆构造在区域构造应力作用下产生侧向滑动[15]。本文认为在渐新世开始的银川地堑伸展期的伸展行为主要由以下两个原因构成, 1) 银川地堑的伸展是靠近主走滑断层(图 3 中的 F5)就近发展; 2) 图 3 中的断层 F1-1、F1、F2 从左向右变陡, 在伸展环境下, F1-1、F1、F2 处于闭锁状态, 而 F4 则成功启动。

综合来看, 银川地堑和河套盆地的形成一定具有统一的外围大地构造条件和相近的动力学节拍。河套盆地西段的运动以右行走滑斜张为主要模式, 和银川地堑右行走滑斜张一致, 是统一的运动形式。GPS 矢量体现的是河套盆地和银川地堑现今的运动模式, 理论上讲现今的运动模式并不一定是过去的运动模式, 但根据地质学“将今论古”原理, 这种模式在历史上也可能发生着, 本文所提的模式至少是河套盆地和银川地堑打开的有利辅助。“橡皮楔”拖带模式容易导致银川地堑在 σ_1 方向破裂和沿着 σ_3 的方向伸展, 如图 4, 但银川盆地主体的伸展是北西向, 可以理解为由于右行走滑分量的存在, 导致图 4 右下角力学模式图中表示的两种作用叠加后的北西向盆地伸展行为。因此河套盆地和银川地堑右行走滑斜张是

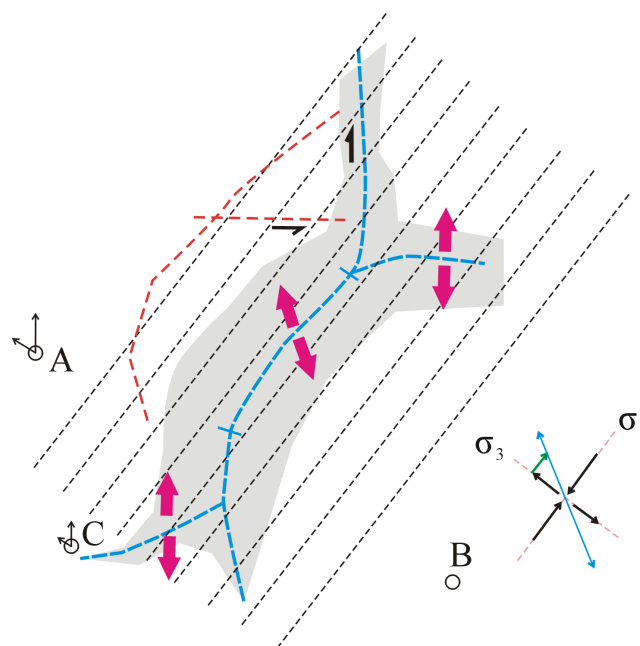


Figure 4. Strike-extension mechanical model diagram of Yinchuan Graben

图 4. 银川地堑形态及走滑伸展力学模式图

一致的，是统一的运动形式。

4. 讨论

在本文中，笔者把阿拉善[17][18]及其以北的相关地体(未确定区域)统一称谓为河套西北地块(含阿拉善地块)，在这个模式中将其简单地视为一个宏观的地块，不讨论更早时间的阿拉善的归属问题[18]，可以简化问题和方便理解，并能起到突出河套盆地的作用，而不必计较于阿拉善地块和以北的相关诸地体之间的相关性。

本文“橡皮楔”拖带模式解释的河套盆地正在发生的伸展活动并不排斥其它剪张斜张活动[1][2][3][4]，“橡皮楔”拖带伸展和剪切斜张[1][2][3][4]两类活动可以同时存在，只是两类解释的侧重点不同，“橡皮楔”拖带伸展以拉张为侧重，剪切斜张以剪切为侧重，谁主谁次并不好落实。事实上，“橡皮楔”拖带伸展模式既可以作为剪切斜张模式的补充模式而存在，也可以由于“橡皮楔”拖带伸展模式为主体而产生以下结果：1) 如果“威洮四块”导致的北向挤压占绝对优势，那么，就会导致河套盆地西部以南北向右行走滑为主体运动，河套盆地东北部以南北向伸展为从属运动。2) 如果“威洮四块”导致的东向挤压占绝对优势，那么，就会导致河套盆地东北部以东西向左行走滑为主体运动，河套盆地西部以东西向伸展为从属运动。3) 如果“威洮四块”导致北向挤压和东向挤压作用相差不明显，就会导致河套盆地西部以南北向右行走滑和河套盆地东北部以东西向左行走滑力量并存且并重的形式。另外需要注意的是，“橡皮楔”模式既可以解释目前河套盆地的运动，也不排除河套盆地发展过程中有该类型的发展模式。由于“威洮四块”北向挤压和东向挤压的角力也可以表现为随着时间不同而出现主次位置颠倒，也可以导致河套盆地不同历史时期存在剪切和伸展格局的转换。

由于这种柔性地块的伸展是整体伸展，河套盆地、贺兰山、银川地堑三者可以因为自身差异，也可以是由于河套盆地和银川地堑两个裂隙槽的潜在等间距性所决定的。这种等间距性恰恰是相对均匀的塑性伸展体的摩擦拖带所能够支撑的，试想如果能够把“威洮四块”尺度扩大是原来尺度的几倍，那么就

可能出现更多的地堑系列。

河套盆地和银川地堑的伸展模式可以理解为相同的机制，但为什么中间被贺兰山所隔离，可能和河套盆地、贺兰山、银川地堑三者本身的地壳能干性差异有关。本文并不排斥“底劈式”成因的可能性，不过，从图 4 的模式来看，“挤开式”和“拉开式”共同作用的结果就可以形成银川地堑的形貌。从文献[15]的剖面来看，河套盆地下层在白垩纪已经开始接受沉积，其形成时间早于银川地堑的渐新世形成时间。现今 GPS 矢量和渐新世以来银川地堑的模式是契合的，根据将今论古原则，目前的 GPS 矢量运动模式在渐新世以来就可能存在或者间歇性地存在。

通过本文研究，对于同类型盆地研究在哪些方面具有可借鉴性呢？主要表现在两个方面：1) 塑性造山条带在挤压力作用下发生垂直于造山挤压应力场方向的伸展是经常性现象，如青藏高原在南北挤压力作用下发生南北向伸展破裂，羊八井等地热田就发育在这些南北向伸展破裂部位。2) 对于一个造山的塑性地质体临近一个强度并不高的脆性地质体的情况，造山的塑性地质体经常会表现为在垂直于造山挤压应力场方向的塑性伸展而发生对脆性地质体的摩擦拖带作用，拖带作用通常会导致脆性地质体在 σ_1 方向破裂和沿着 σ_3 (也可能是 σ_2) 方向伸展。

5. 结论

1) GPS 矢量显示河套盆地及银川地堑正在执行的是 NNW-SSE 向斜张作用。

2) 河套盆地及银川地堑的伸展行为和鄂尔多斯西南邻区四个地体的塑性伸展 - 拖带有关系，这种形成模式可以表述为“橡皮楔”拖带伸展(张裂)模式。

3) 银川地堑的形态能够证明其斜张成因，银川地堑形成过程中，并不是单一的“挤开式”或“拉开式”，而是“挤开式”和“拉开式”共同作用的结果。

4) 河套盆地和银川地堑右行走滑斜张一致，是统一的运动形式，河套 - 银川盆地及围区盆地是“橡皮楔”拖带与右行斜张共同作用的结果。

基金项目

中央高校基本科研业务费团队项目(编号：ZY20180104)、河北省高等学校人文社会科学研究重点项目(编号：SD162001)、国家自然科学基金面上项目(编号：41772200)、中央高校基本科研业务费项目(编号：SD162001)联合资助支持。

参考文献

- [1] 赵重远. 河套弧形构造体系及其形成和演化机制[J]. 石油与天然气地质, 1984, 5(4): 349-361.
- [2] 汪良谋, 董瑞树, 张裕明, 等. 河套地区新生代地质构造和地震活动的某些特点——兼谈鄂尔多斯周边新生代断陷盆地的形成机制[J]. 华北地震科学, 1984, 2(4): 8-17.
- [3] 郭忠铭, 于忠平. 河套弧形地堑系构造特征和演化机制及其油气勘探[J]. 石油勘探与开发, 1990(3): 11-20.
- [4] 邓起东, 程绍, 平闵伟, 等. 鄂尔多斯块体新生代构造活动和动力学的讨论[J]. 地质力学学报, 1999, 5(3): 13-20.
- [5] Tian, X.B., Teng, J.W., Zhang, H.S., et al. (2011) Structure of Crust and Upper Mantle Beneath the Ordos Block and the Yinshan Mountains Revealed by Receiver Function Analysis. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **184**, 186-193. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2010.11.007>
- [6] 雷启云. 青藏高原东北缘弧形构造带的扩展与华北西缘银川盆地的演化[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国地震局地质研究所, 2016.
- [7] 白相东, 迟宝明, 关成尧, 等. 鄂尔多斯南缘构造带现今地块运动模式[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2015, 45(3): 674-682.
- [8] Tapponnier, P., Peltezer, G. and Amrjio, R. (1986) On the Mechanics of the Collision between India and Asia. In: Coward, M.P. and Ries, A.C., Eds., *Collision Tectonics*, Blackwell, Oxford, 115-157.

- [9] Zhang, Y.Q., Vergely, P. and Mercier, J. (1995) Active Faulting in and along the Qinling Range (China) Inferred from SPOT Imagery Analysis Andextrusion Tectonics of South China. *Tectonophysics*, **243**, 69-95.
[https://doi.org/10.1016/0040-1951\(94\)00192-C](https://doi.org/10.1016/0040-1951(94)00192-C)
- [10] Dupont-Nivet, G., Butler, R.F., Yin, A. and Chen, X.H. (2003) Paleomagnetism Indicates no Neogene Vertical Axis Rotations of the Northeastern Tibetan Plateau. *Journal of Geophysical Research*, **108**, 2386.
<https://doi.org/10.1029/2003JB002399>
- [11] Dupont-Nivet, G., Horton, B.K., Butler, R.F., et al. (2004) Paleogene Clockwise Tectonic Rotation of the Xining-Lanzhou Region. *Journal of Geophysical Research*, **109**, 401.
- [12] Stephen, J.V. and Mark, B.A. 中国北部河西走廊民乐、潮水盆地湖相沉积生烃潜力及其演化[C]. 中国、东南亚湖泊相盆地油气勘探国际学术研讨会(会议摘要), 东营, 1995年10月16-20日.
- [13] 张进, 马宗晋, 任文军. 鄂尔多斯西缘逆冲褶皱带构造特征及其南北差异的形成机制[J]. 地质学报, 2004, 78(5): 600-611.
- [14] 刘雷, 朱良玉, 蒋峰云. 基于 GPS 资料分析银川盆地地壳运动特征[J]. 地震工程学报, 2017, 39(Z1): 7-13.
- [15] 刘保金, 酆少英, 姬计法, 等. 贺兰山和银川盆地的岩石圈结构和断裂特征——深地震反射剖面结果[J]. 中国科学:地球科学, 2017, 47(2): 179-190.
- [16] 柳忠泉. 银川盆地盆山转换及与贺兰山的耦合关系[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2014, 37(11): 1366-1371.
- [17] 张进, 李锦轶, 李彦峰, 马宗晋. 阿拉善地块新生代构造作用——兼论阿尔金断裂新生代东向延伸问题[J]. 地质学报, 2007, 81(11): 1482-1497.
- [18] 王萍, 王增光. 阿拉善活动块体的划分及归宿[J]. 地震, 1997, 17(1): 103-112.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org