对中国大陆构造格架的讨论

葛肖虹[1,2] 马文璞[2] 刘俊来[2] 任收麦[3] 刘永江[1] 袁四化[4] 王敏沛[2]

(1. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061;2. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083;
3.国土资源部油气资源战略研究中心,北京 100034;4.中国地质科学院地质研究所,北京 100037)

提要:大陆动力学的理论与研究开启了人们一个新的思路:在确认中国大陆构造格架、划分构造单元时,除了前寒武纪基底、南华—印支期生物地层格架以外,不能不考虑中-新生代以来重大的陆内变形事件所产生的陆内变形(大型走滑断裂、推覆构造、挤出构造)对印支与前印支期所形成大陆构造格架大幅度的改造,因此对前印支期构造单元的性质需要通过构造复位来重新认识。通过构造复位认为:阿拉善、中祁连—柴达木、北羌塘等微陆块和塔里木板块是一个整体的克拉通——西域板块,不存在整体的昆(仑)—祁(连)—秦(岭)海洋板块,早古生代满加尔—北祁连坳拉槽-小洋盆和晚古生代东昆仑—阿尼玛卿—金沙江裂陷洋盆可能是由古特提斯洋脊楔入所引起的,类似于现今的红海—亚丁湾。本文拟从阿拉善、北羌塘地块的构造归属、西域板块的确认;中国境内北亚构造域的构造划分和晚侏罗—早白垩世陆内变形、中亚挤出构造;中朝与扬子—华南板块划分和南北黄海、朝鲜半岛的构造归属等方面,来讨论有关中国及邻区大陆构造格架的一些争议问题。

关 键 词:中国大陆构造格架;陆内变形改造;构造复位;西域板块;中亚挤出构造

中图分类号:P542 **文献标志码**:A **文章编号**:1000-3657(2009)05-0949-17

1 引 言

对中国大陆构造格架的认识历来成为中国地质学家关注的焦点, 因为无论从基础地质理论还是 21 世纪中国矿产规律、找油方向和地质灾害的宏观战略评估,对中国大陆构造格架的正确认识都是至关重要的,自古不足谋全局者不能谋一域,不足谋万世者不能谋一时,说明宏观时空构架及其演化的重要性。半个多世纪以来, 中国地质前辈通过艰辛的工作积累, 对中国大陆构造格架形成了传统的认识框架[1-2],20 世纪 80 年代应用板块构造学说以来,这种认识大致可以概括为:中国大陆构造受到古亚洲、特提斯—喜马拉雅和环(滨)太平洋三大构造域的制约,震旦纪以来,古中国地台解体,塔里木—华北板块成为分隔中国南北构造的中轴古陆, 其北为古特提斯北支古亚洲洋,伊犁、准噶尔、布列亚—佳木斯为其中的微陆块;其南为昆(仑)—祁(连)—秦(岭)海洋板块和古特提斯洋,柴达木为其中的中间地块、扬子—华南为克拉通, 上述陆块的配置多少受到传统大地构造槽-台学说的影响;海西—印支运动后,古特提斯洋封闭,褶皱造山带形成,塔里木、伊犁、准噶尔、吐鲁番-哈密、柴达木等地块分别陷落成为中、新生代盆地并一直延续至今[3-6]。这种认识强调中国西部古生代期间除塔里木地块以外不存在克拉通,柴达木、北羌塘、中祁连地块都属于昆(仑)—祁(连)—秦(岭)海洋板块中多岛-小洋盆的微陆块[7,8];强调海西—印支运动对中国大陆构造格架的决定性影响[9];强调中、新生代造山、成盆作用对古构造的继承性,因而强调盆地、山脉长期相伴的固定化发展模式。20 世纪 70 年代板块构造学说刚刚传播到中国,受早期板块构造学说的影响, 上述认识注意到了大陆拼合不同时期的板块汇聚边界, 以威尔逊旋回结束作为

收稿日期:2009-07-22;**改回日期**:2009-08-20

基金项目:国家自然科学基金(49772157 和 40272099)资助。

作者简介:葛肖虹,男,1938 年生,教授,长期从事中国区域大地构造的教学与研究;E-mail:gxhbj2004@yahoo.com.cn。

大陆碰撞的终止，而忽视大陆拼接后长期而复杂的陆内变形动力学过程，所编制的大地构造图更多反映了印支期陆块拼合的构造面貌，限于当时掌握的资料和认识这可以理解，但如果现在依然延续[10]，就值得反思了。20 世纪 90 年代以来，大陆动力学受到普遍关注并成为前沿课题，因为它明确指出了两个或多个岩石圈板块的相向运动并不因为大陆碰撞而立即停止。大陆外侧洋脊的扩张使持续存在的巨大侧向挤压导致了非常复杂的应变图式，并最终波及大陆内部，产生宽阔而弥散的陆内高应变带，形成造山带、高原和盆地，进而影响到灾害地质和气候及环境的巨变。近 20 年来大陆动力学的理论与研究开启了人们一个新的思路：在确认中国大陆构造格架、划分构造单元时，除了前寒武纪基底、南华—印支期生物地层格架以外，不能不考虑中—新生代以来重大的陆内变形事件所产生的陆内变形（大型走滑断裂、推覆构造、挤出构造）对印支与前印支期所形成大陆构造格架大幅度的改造。比如根据古地磁证据得出新近纪以来印度-亚洲之间的总汇聚量达 1800~2500 km [11]；阿尔金断裂晚中生代以来的累计错距达 350~400 km[12-13]；郯庐断裂晚中生代以来也有近 400 km 的错距[14]；中蒙边境上长逾千余千米，发生在晚侏罗—早白垩世的亚干特大型推覆体的地表推覆缩距达 180~200 km [15]，根据平衡剖面计算实际上地壳的推覆变形缩距可达 360 km 以上；新近纪以来由于印度板块的嵌入，造成中国东、西部古近纪时期原本属于行星纬向气候带近东西向展布的泛盆地群转为“Z”字形[16-17]，这和 R.D. Müller[18]关于印度板块 N_2-Q 期间以“猎豹”的速度向欧亚大陆嵌入的结论不谋而合，它使中国西南川滇一带山-盆构造方向发生了巨大的转变❶。这些巨大的构造变形都必然会错移或改变印支期古亚洲大陆形成时的构造面貌，因此对前印支期构造单元的性质需要通过构造复位来重新认识，构造复位就是李四光在《地质力学概论》❷关于古构造鉴定时需要进行“构造筛分”的一种方法，新一轮中国大地构造图显然应该反映上述这些变化。

王鸿桢编制的亚洲构造轮廓图（2004）标示了亚洲大陆构造的三大构造域：北亚古特提斯、中亚华夏陆块群和南亚新特提斯构造域。乌拉尔东缘—尼古拉耶夫线—星星峡—索伦—西拉木伦—延吉缝合线标志着消亡的古亚洲洋，其北北亚古特提斯构造域以西伯利亚地台（克拉通）为核心，所有微陆块的生物-古地理都和西伯利亚克拉通保持亲缘关系；其南中亚诸地台（克拉通）均以华夏生物区为特征；南、北羌塘之间的龙木错—澜沧江缝合线以南为南亚新特提斯构造域，其中的陆块以冈瓦纳型生物区为特征[19]。中国大陆构造格架无疑是三大构造域陆块显生宙以来拼合演化的产物。然而陆块现今的地理配置则应该是中—新生代以来陆内变形的结果。笔者据此在王鸿桢先生 1990 年所编《中国及邻区大地构造简图》[20]的基础上，通过在东北、西北地区近 20 余年区域构造研究的实践，从 1990 年到 2009 年逐次修改、补充，编制了力求能够反映晚中生代以来陆内变形改造的《晚中生代-新生代中国及邻区大地构造略图》（图 1）以供同行参阅讨论，批评指正。本文拟从阿拉善、北羌塘地块的构造归属、西域板块的确认；中国境内北亚构造域的构造划分和晚侏罗—早白垩世陆内变形、中亚挤出构造；中朝与扬子—华南板块划分和南北黄海、朝鲜半岛的构造归属等方面，来讨论有关中国及邻区大陆构造格架的一些争议问题。

2 阿拉善、北羌塘地块的构造归属与西域板块的确认

对中国西部大地构造单元的划分，从 20 世纪 80 年代就存在两种完全不同的认识，原新疆地矿局总工高振家等[21]把塔里木、阿拉善、柴达木地块作为一个整体称西北地台；杨巍然、郭铁鹰等[22]（1984）称之为华西板块，后在马杏垣主编的《中国岩石圈动力学地图集》（1989）的大地构造图中郑剑东等[23]又称之为西北地台，把祁连山构造带作为西北地台内加里东期的裂陷槽地褶带；青海省区域地质调查队王云山、陈基娘通过全国变质岩编图，发表论文（1987）称之为西北地台[24]，万天丰（2004）在他的新著《中国大地构造学纲要》[25]亦称上述为西域板块，显然以上这种构造划分和黄汲清（1945）[1]、任纪舜（1980）[3]、李春昱、王鸿桢（1985）[4,5]等传统的构造划分不同。另外 20 世纪 90 年代以来，“塔里木—中朝板块为中轴古

❶葛肖虹.青藏高原隆升对我国构造地貌形成的影响（待刊），2009.

❷李四光.地质力学概论，地质力学研究所（内刊），1962.

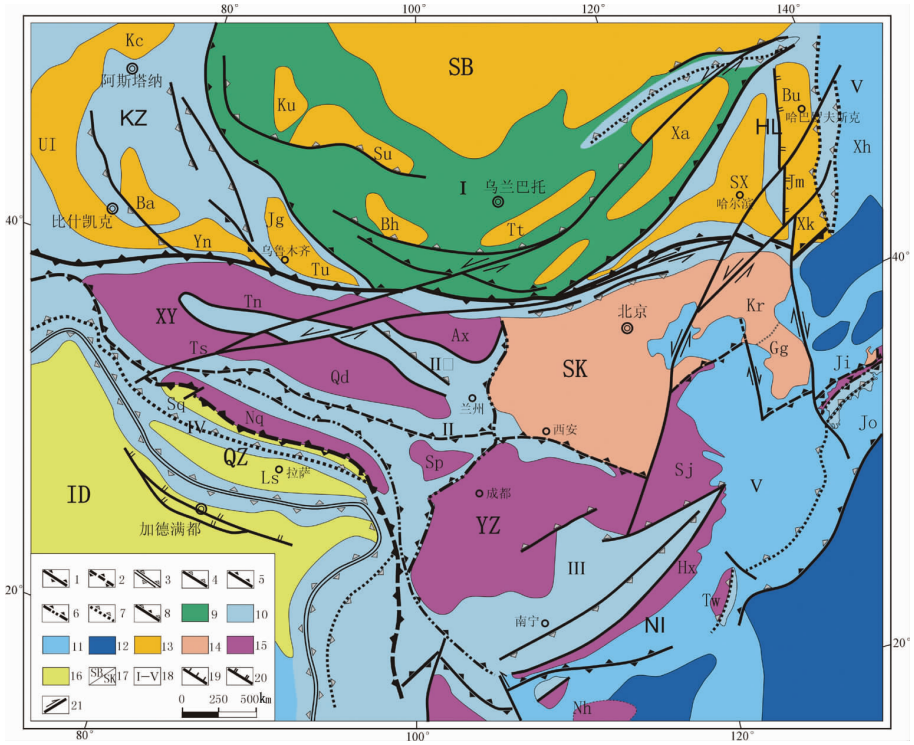


图 1　晚中生代—新生代中国及邻区大地构造略图(据王鸿桢,1990[20]改编)

1~3—对接地壳消减带: 1—海西—印支期;2—印支期;3—喜马拉雅期; 4~8—叠接地壳消减带:4—加里东期;5—海西期;6—印支期;7—燕山期及喜马拉雅期;8—现代俯冲带; 9~12—古今陆缘带与洋(海)盆:9—北亚早古生代陆缘增生带;10—已成褶皱造山带的古、中、新生代陆缘带与已消亡洋(海)盆, 11—现代陆缘带,12—深海洋盆;13~16—陆壳类型:13—北亚型;14—中朝型;15—扬子型;16—冈瓦纳型;17~18—大地构造单元:17—古板块、地块,18—褶皱造山带编号;19—燕山期逆掩断裂带;20—喜马拉雅期逆掩断裂带;21—晚中生代–新生代大型走滑断裂带

古板块(地台):

一. 北亚构造域:1.SB—西伯利亚板块。2—西伯利亚增生陆缘带:Ku—库兹涅茨克地块; Su—萨彦—乌布苏地块; Bh—巴彦洪格尔地块; Tt—托托山地块; Xa—兴安岭地块。3.KZ—哈萨克斯坦板块: Kc—科克契塔夫地块; UI—乌鲁套地块; Ba—巴尔哈什地块; Yn—伊宁地块; Jg–Tu—准噶尔–吐鲁番地块。 4.HL—黑龙江板块: SX—松嫩–锡林浩特地块; Bu–Jm—布利亚–佳木斯地块; Xk—兴凯地块。

二 .亚洲中带(华夏)构造域: 1 中朝型:SK—中朝板块;Kr—朝鲜地块;Gg—京畿地块;日本飞驒–隐歧地块;2 扬子型–1 YZ—扬子板块: Sj—苏北–胶南–南黄海地块;3 扬子型–2 NI—南海–印支板块: Hx—华夏地块; Tw—台湾地块; Nh—南海地块;4 扬子型–3 XY—西域板块:Tn—北塔里木地块; Ts—南塔里木地块;Ax—阿拉善地块;Qd—柴达木地块;Nq—北羌塘地块;Sp—松藩地块;

三.南亚构造域:1.QZ—青藏板块; Sq—南羌塘地块; Ls—拉萨地块; 2.ID—印度板块

四.西太平洋构造域: Xh—锡霍特–阿林带; Ji—日本内带;Jo—日本外带

褶皱(造山)带、活动构造带:

I—蒙古–鄂霍茨克(中亚)加里东—海西—印支—燕山期褶皱(造山)带;II—昆仑—秦岭海西–印支期褶皱(造山)带;II′ —祁连山—满加尔加里东期褶皱(造山)带;III—华南加里东期褶皱(造山)带;IV 滇藏印支–燕山–喜马拉雅期褶皱(造山)带;V—西太平洋中–新生代活动构造带

Fig.1　Late Mesozoic–Cenozoic tectonic map of China and adajcent areas (modified after Wang Hong–zhen, 1990[20])

1–3 Continent–continent crustal subduction zones: 1–Hercynian, 2–Indosinian, 3–Himalayan; 4–8 Continent–oceanic crustal subduction zones: 4–Caledonian, 5–Hercynian, 6–Indosinian, 7–Yanshanian and Himalayan, 8–Present subduction zone; 9–12 Ancient and present continental margins and ocean basins: 9–Early Paleozoic accretion zone in north Asia, 10–Paleozoic, Mesozoic, Cenozoic folded continental margins and extinct ocean basins, 11–Present continental margin, 12–Deep sea basins; 13–16 Crust types: 13–North Asia, 14–Sino–Korea, 15–Yangtze, 16–Gondwana; 17–18 Tectonic units: 17–Paleo–plate or blocks, 18–Orogenic fold belt; 19–20 Thrust fault zone: 19–Yanshanian, 20–Himalayan; 21–Late Mesozoic–Cenozoic strike–slip fault

Tectonic units

Paleo–plate or platform:

North Asia tectonic domain: 1. SB–Siberia plate; 2. Accretionary continental margin zone of Siberia plate: Ku–Kuznetsk block; Su–Sayan–Ubusu block; Bh–Bayanhongor block; Mt. Tt–Thott block; Xa–Xingan block. 3. KZ–Kazakhstan plate: Kc–Korcqitafu block; UI–Urutao block; Ba–Barhush block; Yn–Yining block; Jg–Tu–Junggar–Turfania block. 4. HL–Heilongjiang plate: SX–Songnei–Xilinhaote block; Bu–Jm–Buleah–Jiamusi block; Xk–Xingkan block

Central Asia tectonic domains: 1. North China:SK–Sino–Korean plate: Kr–Korean block; Gg–Gyeonggi block; 2. Yangtze type 1: YZ–Yangtze plate: Sj–North Jiangsu and south Shandong block;3. Yangtze type 2: NI–South China Sea–Indian plate: Hx–Huaxia block; Tw–Taiwan block; Nh–South China Sea block; 4. Yangtze type 3: XY–Xiyu plate:Tn–North Tarim block; Ts–South Tarim block; Ax–Alxa block; Qd–Qaidam block; Nq–North Qiangtang block; Sp–Songpan block

South Asia tectonic domains: 1.QZ–Qinghai–Xizang plate: Sq–South Qiangtang block; Ls–Lhasa block. 2. ID–Indian plate

West Pacicfic tectonic domains: Xh–Xihuote–Alin zone; Ji–Inner Japan zone; Jo–Outer Japan zone

Orogenic fold belt or active tectonic zone:

I–Mongolia–Ehuocike Caledon–Hercynian–Indosinian–Yanshan fold belt;II–Kunlun–Qinling Hercynian–Indosinian fold belt; II′. Qilianshan–Manjiaer Caledon fold belt;III–South China Caledonian fold belt; IV–Yunnan–Tibet Indosinian–Yanshanian–Himalayan fold belt;V–West Pacific Mesozoic–Cenozoic active structural belt

陆”的概念也受到古地磁成果的质疑,古地磁视极移曲线表明：寒武—奥陶纪至早中生代期间中朝和扬子、塔里木板块是相互分离的,尤其早古生代中朝板块位于南半球中低纬度区，而塔里木板块位于赤道附近,二者并不相连;倒是塔里木和扬子板块古纬度相同,磁偏角变化相似,说明它们当时相邻[26],甚至可能为一体。笔者(1990—2006)通过对柴达木、塔里木、吐鲁番—哈密盆地、东天山、祁连山、东昆仑造山带和阿尔金断裂的研究，支持了上述观点并从基底特征、南华—古生代沉积盖层与构造演化全面论证,与段吉业共同提出了“西域板块”的认识(1996)[27-29]。于是就有了对阿拉善、北羌塘地块构造归属和是否存在昆(仑)—祁(连)—秦(岭)海洋板块、阿尔金洋之争。

2.1 阿拉善地块的构造归属

阿拉善地块最早由黄汲清（1945）定位归属于“内蒙地轴”[1]。任纪舜(1980)在《中国大地构造及其演化》中称“阿拉善台隆”为中朝准地台最西部的二级构造单元,并指出“阿拉善向西通过一个地腰(或地峡）式元古宙隆起把中朝准地台与塔里木地台连接起来”[3],这个“地腰”现在可以证明是晚中生代活动的阿尔金断裂把阿拉善与北塔里木地块左行走滑错移的结果[30]。地块内广泛出露的前寒武纪变质岩系由李璞于 1955 年命名为“阿拉善系”,20 世纪 60 年代 1:20 万区域地质调查中由内蒙 103 地质队改称为“阿拉善群”,1982—1985 年中国科学院李璞、杨振德等从中划分出太古宙花岗-绿岩带（Rb-Sr 全岩年龄 2856~3218 Ma）和中-浅变质的蓟县—南口系两套岩系[31]。近年耿元生通过对阿拉善地区大面积采样和 SHRIMP U- Pb 测年,解体了“阿拉善群”：发现了新太古代晚期 2 700 Ma 左右形成的迭布斯格岩群(其中发现了 3.5 Ga 的残留碎屑锆石)；古元古代形成于 2 500~2 264 Ma 的巴彦乌拉山岩组；并在阿拉善岩群中获得了 1 367 Ma 和 1 617 Ma 的锆石 U-Pb 离子探针分析结果,因此存在中元古代岩群的可能;特别重要的是,广布于阿拉善地块的阿拉善右旗可克托勒盖条带状花岗片麻岩(845 Ma)、毕极格台花岗闪长质片麻岩杂岩(971 Ma),都是一套碰撞型花岗岩，初步年龄测定结果显示它们形成的主期是 0.8~1 Ga 的晋宁期[32-34]。这和陆松年等(2002) 在北塔里木库鲁克塔格、柴达木南、北缘发现有较强烈的新元古代早期(820~878 Ma)岩浆活动[35-37]是一致的,说明阿拉善地块的基底和塔里木、柴达木地块一样形成于晋宁期,属于“扬子型”基底,显然不同于中朝板块。

1982—1985 中国科学院李璞、杨振德等确认阿拉善左旗巴音西别和龙首山地区发育的原震旦系冰碛岩(实为南华系)可以和新疆库鲁克塔格、长江三峡剖面对比[31],阿拉善地块到北山,及其东南河西走廊地区南华—震旦系的发育已为多项研究成果所证实[37-39]。地块北部下—中寒武统好比如组为一套硅泥质含磷层,其以上的中—上寒武统、下—中—上奥陶统、下—中—上志留统为连续沉积（“扬子型”层序),都是一套浅海-半深海相硅泥质、碳酸盐岩、砂页岩，说明阿拉善地块基底之上曾经存在过早古生代沉积盖层,并且有过半深海相的沉积,其所含多门类底栖生物如三叶虫、腕足类等都属于华南、东南、大西洋生物地理区,生物与地层组合应该属于“扬子型”[39-42]。地块东南部河西走廊(龙首山南缘断裂以南)东部的武威—中宁小区,从中寒武统的香山群至下志留统马营沟群为浅海-半深海陆坡相的钙泥质复理石、浊积、滑塌沉积,反映了北祁连裂陷洋盆北侧(现位)陆坡的沉积特征,所含生物化石皆属“扬子型”[42];无论地块本身和东南部都存在中—上泥盆统雪山群(老君山群)砂砾岩磨拉石与下古生界的角度不整合接触,反映了“祁连运动”的影响,这也是中朝板块所没有的。从中—上泥盆统至下、中石炭统臭牛沟组、靖远组及羊虎沟组以浅海相为主、陆相为次的一套沉积，均无以阿拉善地块为物源区或靠近阿拉善出现滨海相的迹象，这也说明阿拉善地块原有晚古生代盖层,并非古生代时期的古陆,现今前寒武纪基底大面积出露是中生代以来构造剥蚀的结果[40-42]。而早古生代在地块以东，贺兰山以西发育华北型寒武—奥陶系地层组合，中—晚奥陶世则发育一套南北向展布向西变深的大陆斜坡相复理石浊积岩沉积，说明鄂尔多斯盆地西缘是中朝板块西部的大陆边缘，因此至少在早古生代阿拉善地块不属于中朝板块[43],而应该归属于西部的西域板块。

特别值得注意的是，玛沁—兰州—靖边地震测深剖面定边炮点以西阿拉善地块有壳内低速层,而以东鄂尔多斯地块岩石圈结构完整，二者岩石圈结构完全不同[44]。近年来,耿元生和宁夏地质调查院在阿拉善地块东部的巴彦乌拉山及其东侧发现了 281~277 Ma 和 244~226 Ma 的 SHRIMP U- Pb 和

$^{39}Ar-^{40}Ar$ 年龄[34],并发现阿拉善地块以东、吉兰泰盐池以西存在 NNE-SN 向展布的角闪岩-绿片岩相强-低变质-变形带，联系到贺兰—六盘山及其以西密集成排的,由西向东叠瓦式逆冲的断层组和向 NE 突出的弧形右行走滑-逆冲断层，它们起始于晚海西—印支期,强烈活动在晚侏罗—早白垩世和晚新生代[45],可以判定这里存在着一条隐伏在腾格里沙漠之下的岩石圈板块碰撞缝合线，这就是西域板块与中朝板块的缝合线。根据上述变质带的年龄 281~226 Ma 和鄂尔多斯盆地西、西南边缘早—中三叠世至晚三叠世前陆盆地的发育[46,47],可以判断这条缝合线形成的时代应该是晚海西—印支期,这正是西域板块逆时针旋转构造就位的时间,缝合线的南段就是龙门山—横断山断裂带[42],现今"南北地震带"的"之"字形展布恰好标示了这条缝合线的位置(图 2)。

2.2 北羌塘地块的构造归属

南、北羌塘地块的划分要追溯到 1987 年李才对"龙木错—双湖—澜沧江板块缝合带与石炭纪—二叠纪冈瓦纳北界"观点[50]的提出,历经 20 余年的反复争论,近年获得大多数学者的承认,是中国区调工作的一个不易的进展。20 世纪 80 年代许多学者[51,52]已经认识到在喀喇昆仑南坡和羌塘南部地区存在冈瓦纳相沉积和冷水型生物群。近年羌塘地区 1:25 万地质调查和科学研究,在羌塘南部发现与聂拉木、申扎等地可以对比的奥陶—泥盆系和上石炭统的含砾板岩,都属于冈瓦纳相[53];在北羌塘东部和西部康西瓦以南发现了扬子型的泥盆、石炭—二叠系[54],说明北羌塘地块具有类似柴达木地块古生代的沉积盖层；而在羌塘中部的龙木错—双湖缝合带内发现中奥陶世—早志留世蛇绿岩(最近获得 467~431Ma 的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄)、泥盆纪放射虫硅质岩、二叠纪蛇绿岩和三叠纪放射虫硅质岩，记录了冈瓦纳北缘古特提斯洋中奥陶世—晚三叠世早期的洋壳演化[53,55]。多年来在龙木错—双湖缝合带以南所发现的延伸近 500 km 的高压变质带，该带向东延伸到巴青以北和昌都的吉塘地区,再向南与澜沧江蓝片岩带共同构成一条断续延伸近 2000 km 的高压变质带，近年在蓝闪石片岩中获得 $^{39}Ar-^{40}Ar$ 年龄 223~215 Ma，榴辉岩中获得 SHRIMP U-Pb 和 $^{39}Ar-^{40}Ar$ 的变质年龄为 243~217 Ma[55~59],标示南、北羌塘地块之间，也是冈瓦纳与华夏陆块群之间缝合带最终的碰撞闭合发生在晚三叠世早期。北羌塘地

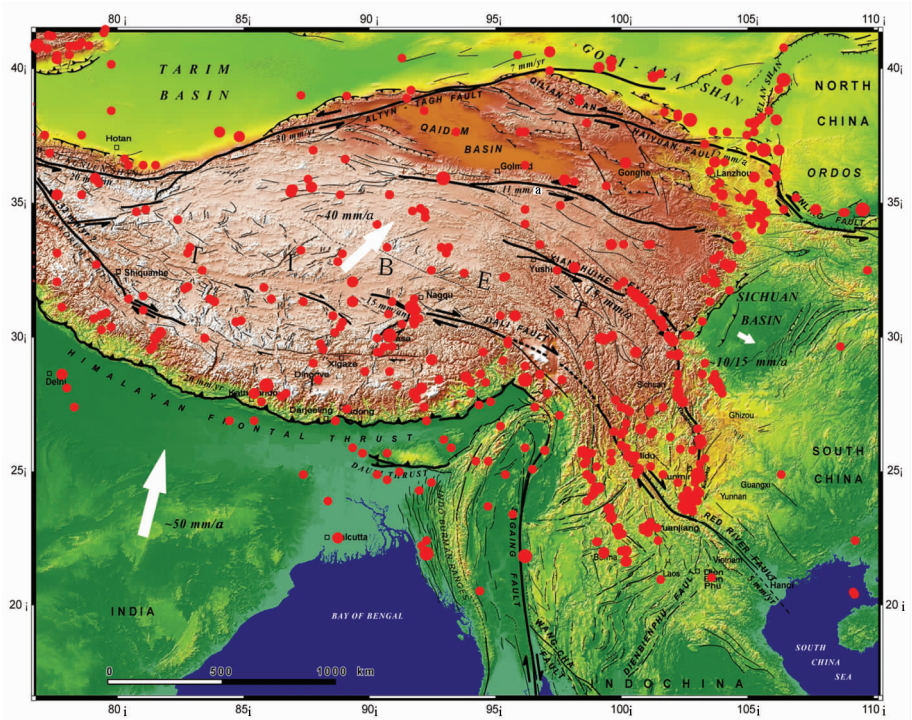


图 2　青藏高原地震震中分布与动力学模型图[48~49]

Fig.2　Seismic epicenter distribution and dynamic model of Tibet Plateau[48~49]

块以北与柴达木地块之间存在多条蛇绿混杂岩带，它们中间夹含着多个 1332~1279 Ma 中元古界的岩块[37]，其间早—中二叠世可以分为东昆仑南坡、巴颜喀拉、阿尼玛卿 3 个沉积、生物古地理区，东昆仑南坡和巴颜喀拉区在沉积特征与生物、生态组成上十分相似，并广泛发育生物礁，如东昆仑南坡及其以东托索湖至花石峡一线的巨型生物礁带，含丰富的古生物化石，沉积以砂板岩及灰黑色薄层、极薄层灰岩为主，成为早二叠世洋盆向西上仰变浅部位，而处于两者之间的阿尼玛卿—金沙江区的生物种类则相对单调，广泛分布具相当厚度的早—中二叠世紫红色深海软泥和放射虫硅质岩，说明当时的阿尼玛卿—金沙江洋盆已具相当规模，成为向西仰起，向东倾伏（现位）宽阔的深水洋盆[60-62]，典型的阿尼玛卿—金沙江早、中二叠世蛇绿岩带代表了当时的洋壳[37]，近年杨经绥等[63]（2004）通过对阿尼玛卿蛇绿岩的研究，认为阿尼玛卿蛇绿岩是石炭—二叠纪古特提斯洋盆关闭后的残留，对阿尼玛卿东段德尔尼蛇绿岩玄武岩熔岩中的锆石 SHRIMP U-Pb 测年为 276~319 Ma，代表蛇绿岩洋壳形成时代，玄武岩的 REE 模式与 MORB 类似，可能形成于一个快速扩张的洋脊，联系到尼玛北部晚二叠世陆坡相复理石-滑塌岩、早—中三叠世半深海-深海相沉积的发育[64]，标示着可可西里—阿尼玛卿—金沙江洋盆的打开与古特提斯洋脊的楔入有关，川西宝兴（大石包组）洋岛型高钛玄武岩（锆石 SHRIMP U-Pb 测年为 260 Ma）的存在[65]，“康滇地轴”西缘的金河—箐河断裂以西百林山区厚达 3230 m 海相喷发的枕状碱性玄武岩[66]说明洋盆向西南的延伸，它们都是扬子板块西缘中—晚二叠世峨眉山玄武岩喷发期（东吴期）裂解事件的产物。而昆中—昆南断裂之间的印支期蛇绿混杂岩带则是北羌塘地块与柴达木地块的碰撞缝合带[37]。这就明确了北羌塘地块的构造归属，它是西域板块最南部的组成部分，经历了中—晚二叠世“东吴期”裂陷洋盆出现与柴达木地块的拉开和印支期的碰撞闭合。

2.3 西域板块的确认

笔者对“西域板块”的认识源于对阿尔金断裂年代学、运动学的研究。在实施国家自然科学基金项目“阿尔金断裂运动学特征及其对中国西北大陆构造的影响”（49772157）过程中，对阿尔金断裂中段近 400 km 进行了地表露头追索，发现在柴达木大门口—茫崖—格斯断槽的段落，断裂横向切割了柴达木盆地 NWW 走向早—中侏罗世箕状断陷原型盆地的边缘沼泽相和深湖相地层，对断裂带韧性变形变质带内下—中侏罗统和加里东期花岗岩同变形期形成的新生矿物——云母、钾长石进行了激光微区和常规 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 测年，获得了 137.5~89 Ma 的数据，说明阿尔金走滑断裂始于早—中侏罗世之后到晚白垩世之间，是早—晚白垩世科瑞斯坦-拉萨微板块拼贴碰撞的产物，它必然要同步错移两侧晚中生代以前的构造带与盆地[67,27-30]。嗣后通过阿尔金断裂南侧中、北祁连构造-岩相带的分界黑河—昌马断裂与阿尔金断裂北侧巴什考贡断裂的对比，认为它们都是祁连山构造带下奥陶统深海相蛇绿岩与陆架浅海相碳酸盐岩“相带缩距”的同一条构造-岩相带分界，以此为标志确定了阿尔金断裂带的累积错距为 350~400 km[12,28,29]。通过对阿尔金走滑断裂的构造复位研究，发现阿拉善—河西走廊与北塔里木盆地（地块）、北祁连加里东褶皱带与塔里木盆地中部满加尔坳陷、中祁连隆起带与塔里木盆地中部隆起带、南祁连—柴达木盆地（地块）与西南塔里木盆地（地块）、东昆仑—北羌塘（地块）与西昆仑构造带双双对应。原来认为散落在昆（仑）—祁（连）—秦（岭）海洋板块中的阿拉善、中祁连、柴达木、北羌塘等微陆块实际上和塔里木板块是一个整体的克拉通，它们的基底形成于 800 Ma，即相当晋宁运动而克拉通化，扬子型的南华系冰碛岩和震旦—下古生界是它普遍发育的沉积盖层[27-29]。通过对比分析，柴达木、祁连山及北山地区所产的寒武纪三叶虫，除了广布的属群外，*Galahetes, Sanduspis, Huzhuia, Jialaopsis, Szechuanella* 及 *Acrocephalina* 等均为塔里木—扬子生物古地理区的特有属群，而华北土著（底栖）三叶虫属群无一属出现，奥陶纪则大量出现属于塔里木—扬子生物区的头足类动物群 *Orthoceras, Chisiloceras, Sinoceras, Endoceras*，因而从生物古地理特征也说明它们是一个整体[42]，早古生代期间和扬子—华南板块同样隶属于东冈瓦纳大陆，早古生代相继被满加尔—北祁连坳拉槽-小洋盆（ϵ_{2-3}—O_2）、南祁连（O_3—S）、东昆仑（O_3—S）、柴达木东北缘埃姆尼克—锡铁山和南缘都兰—香日德（D_{2-3}）等裂陷槽所肢解，上述多裂解现象正好说明西域板块在早古生代时期，是一个岩石圈比较薄，容易发生上地幔软流圈物质上涌底侵，具有多裂解特征的非稳定、非成熟克拉通[28]。以满加尔—

北祁连坳拉槽–小洋盆为例，北祁连裂陷始于中寒武世，东部白银—天祝一带发育巨厚的黑茨沟群(1000~3000 m)中—基性火山岩、蛇绿岩和浊积岩，代表裂陷槽拉开的部位，下—中奥陶统从天祝以西的冷龙岭—走廊南山直到西北部昌马一带，延伸达800 km,出露宽度 20~30 km,发育了以下奥陶统阴沟群（其建组标准剖面阴沟群下部是中—上寒武统的滨海相长石石英砂岩)为代表的,典型的蛇绿岩套[12,68,69]和浊积岩,其中包含了 MORB 洋脊型的枕状玄武岩[70]。但是在它沉积主轴的东北和西南两侧却发育了滨–浅海–半深海相的碎屑岩、碳酸盐岩和浊积岩[41,42],说明北祁连不是大洋盆,而是中—晚寒武世从东向西(现位)裂解,在早—中奥陶世时期是一个北西西(现位)轴向延伸,西浅东深、中央深海出现洋壳、两侧浅海的陆内裂陷槽–小洋盆[12]。而被阿尔金断裂左行错移的塔里木东北部的满加尔坳陷是一个深海浊积岩坳陷,它也是北西西走向(现位)延伸,东部被阿尔金断裂牵引转向北东东(现位),坳陷向西逐渐变浅,在库尔勒以南,库南 1 井和塔中 1 井之间出现生物礁相灰岩，再向西到阿瓦提一带成为碳酸盐岩台地，从塔里木盆地早—中奥陶世的岩相古地理图看,碳酸盐岩台地、生物礁相灰岩环绕在坳陷的外围,而深海浊积岩坳陷在满加尔坳陷的内部,并向东开口、变深,从纵向上看,它是一个向西逐渐变浅而向东变深的坳槽,通过构造复位,它和北祁连是一个整体的坳拉槽–小洋盆[12,28,71,72]。坳拉槽(Aulacogen）的概念始于前苏联学者 H.C. 沙特斯基(1955)对俄罗斯地台巴契尔马坳陷里菲期的描述,即先裂陷后坳陷,在空间上则是从外海伸入陆台的内角构造或内角坳陷[73],20 世纪 60 年代,板块构造学说把它作为三叉裂谷伸向大陆的一支夭折裂谷来看待，其实质应该是由大洋洋脊伸入大陆引起的裂陷槽,北祁连—满加尔坳陷就属于此类。朱夏教授生前就曾认为北祁连山是早古生代的坳拉槽[74]。晚加里东“祁连运动”使小洋盆、裂陷槽封闭而克拉通化,塔里木、柴达木盆地、古祁连山、河西走廊都广布着一套稳定克拉通型浅海、滨海、沼泽相石炭—二叠纪的碳酸盐岩、砂页岩与煤系地层[12],成为上述盆地深部寻找油气和煤炭的战略远景目标。晚古生代中—晚二叠世“东吴期”西域板块南部被东昆仑—阿尼玛卿—金沙江裂陷洋盆裂解,使北羌塘地块裂离,因此西域板块和扬子板块一样属于多裂解、非稳定的克拉通(而中朝板块应当属于稳定克拉通)。不存在整体的昆(仑)—祁(连)—秦(岭)海洋板块,只存在不同时期由于古特提斯洋脊楔入所引起陆内裂解的坳拉槽–小洋盆和裂陷槽,诸如早古生代满加尔—北祁连坳拉槽–小洋盆和晚古生代东昆仑—阿尼玛卿—金沙江裂陷洋盆,类似于现今印度洋中脊楔入非洲大陆所产生的具有洋壳的红海–亚丁湾裂陷洋槽。早二叠世末古亚洲洋西部封闭，乌拉尔东缘—尼古拉耶夫线—星星峡缝合线形成,西域板块西部的塔里木地块与哈萨克斯坦板块拼合[29]。晚三叠世早期新特提斯洋打开,使南、北羌塘地块在特提斯洋中碰撞并北移[53,55],东昆仑—阿尼玛卿—金沙江裂陷洋盆印支期封闭。整个西域板块在晚海西—印支期逆时针旋转构造就位，分别与扬子板块在龙门山—横断山地区;与中朝板块在贺兰—六盘山以西,形成右旋走滑与逆冲推覆的碰撞缝合边界,由于它是岩石圈板块的碰撞缝合线,成为南北走向“之字型”展布的构造薄弱带,因此中—新生代以来这里一直成为构造作用活跃的强变形带,特别是现今的地震活动带,即通常所说的“南北活动构造带”。晚中生代—新生代以来西域板块又被阿尔金断裂错移、肢解成现今的格局。

阿尔金断裂带北侧所出露的震旦纪、早古生代蛇绿混杂岩、榴辉岩,多半和同时期陆棚浅海相泥晶灰岩相伴出现，如红柳沟蛇绿混杂岩与巴什考贡断裂以南的下—中奥陶统泥晶灰岩相伴[12,72],它们都属于走滑断裂的错移岩块，而不是平行阿尔金断裂连续延伸的地质体，它们各自都对应着阿尔金断裂南侧不同部位、不同时期的裂陷槽、小洋盆和俯冲带，把它们当作“震旦纪—早古生代阿尔金洋盆”存在的依据,实在是一种历史的误会。

3　北亚构造域–晚中生代的挤出构造

中国境内属于西伯利亚板块南部陆缘增生和古亚洲洋消亡形成的蒙古–鄂霍茨克(中亚)造山带及镶嵌其间的泛非期(525~500 Ma)形成基底的微板块,李锦轶[75](2006)称之为“北亚造山区”,东部由兴凯、布列亚—佳木斯、松嫩—锡林浩特微板块组成黑龙江板块[5,76],西部准噶尔—吐鲁番—哈密微板块则归属于哈萨克斯坦板块[5,77],它们都属于西伯利亚克拉通的亲缘微板块。一个醒目的现象是两个板块与西伯利亚南部陆缘增生带在早海西期（早石炭世以前）封闭的阿尔曼太—克拉美丽—莫钦乌拉—索伦—贺根山—黑河缝合线与它们南部晚海西—印支

期古亚洲洋闭合的南天山—库米什—星星峡—索伦—西拉木伦河—延吉缝合线在中蒙边界附近的索伦一带交汇(图 1)。值得注意的是阿尔曼太—克拉美丽—莫钦乌拉—索伦—贺根山—黑河缝合线同时也是一条生物区界线，此线以北中—晚志留世属于西伯利亚南部—蒙古生物区，以含图瓦贝(*Tuvaella*, sp.)为特征，珊瑚化石很少；而界线以南从准噶尔、北天山向东至黑龙江板块均属哈萨克斯坦—中朝生物区，以含丰富的珊瑚 *Holmophyllum* –*Junggarephyllum* 组合为特征，腕足类则以始石燕–五房贝为主，同时含有大量三叶虫、层孔虫和苔藓虫等，说明它们之间有一定距离洋盆的间隔，但又都属于原特提斯大区的西、东两部分，因此又保持了一定的亲缘关系[78]。根据中国地层典(2009)从志留纪到二叠纪准噶尔和黑龙江板块都属于同一个“准噶尔—兴蒙”生物地层大区[79]，说明它们当时的古地理位置相近，那么它们现在分置于西伯利亚板块的东西两侧，并且两条不同时代的缝合线在索伦一带交汇是什么时候发生的呢？显然不是在印支期，而应该是晚燕山—喜马拉雅期以来南北大陆陆内汇聚向东、西挤出的结果[80]。汇聚挤压的中心正好是北山构造带之北，发育在中蒙边境上长逾千余千米的亚干特大型推覆体，推覆缩距 180~200 km [15]，汇聚作用的高潮发生在晚侏罗—早白垩世，恰好是北冰洋脊扩张、蒙古—鄂霍次克海湾关闭、古地磁数据证实西伯利亚迅速南移所引起中亚大陆南北向陆内汇聚的高潮[81-82]，也是燕山运动的高潮。它使笔者想起了两位前辈大师的卓越贡献：1926 年李四光在他《地球表面形象变迁之主因》❶一文的世界图(堪称第一张由中国学者编制的“中第三纪运动”全球构造地貌图)中已经勾画出了西伯利亚地台向南挤出的弧形构造带，弧顶恰好在北纬 40°~45°，他认为这是地球自转加速引起球面剪切力最强的最大变形地区（时代显然应改为晚中生代)[83]；同年翁文灏在“泛太平洋科学会议”上首次提出在北京西山、朝阳、北票一带侏罗纪髫髻山系上、下不整合所代表的是一场形成阿尔卑斯式推覆构造的重要造山运动，即“燕山运动 A、B 幕” [84]。近年赵越等(2004、2006)已对翁文灏所提燕山运动 A 幕、B 幕进行了准确定年[85-87]，上述剧烈的中亚大陆南北向陆内汇聚正是发生在 135~132 Ma 燕山运动的 B 幕[76,86]，北亚构造域的挤出构造亦形成在此期。

4 中朝与扬子—华南板块划分和南北黄海、朝鲜半岛的构造归属

中朝板块在古生代期间是一个独立的板块，还是隶属于某一大陆克拉通之后被分裂出来的大陆碎块，一直是困扰中国地质学界的一个重大科学问题。Yanshin et al (1984) [88]在编制《亚洲的古老大陆块和蛇绿岩带》图时把中国的华夏陆块群(中朝、扬子、塔里木等)都归类为“太平洋”大陆，言外之意既不属于劳亚大陆，也不属于冈瓦纳大陆，很可能是已经沉没的太平洋大陆克拉通的一部分，这只能算一种理论推测；安太庠和马文璞(1993)[43]根据晚奥陶世—志留纪地层的分布，已经推断出中朝板块存在一个西、北、东、南完整的大陆边缘环带，早古生代本身是一个独立的陆块；近年赵越等[87](2006)在北京西山侏罗纪南大岭组玄武岩中获得了两组继承锆石年龄(429±4) Ma 和(524 ±19) Ma，分别与大西洋两岸北美克拉通与东欧克拉通的碰撞以及和冈瓦纳古大陆拼合的时期分别高度吻合，而前者恰好和中朝板块全域性隆升剥蚀事件“秦皇岛运动”[89]，后者和“蓟县运动”在时间上吻合，可能为上述问题的解决提供了一些新的思考。

中朝和扬子—华南板块的边界是印支期 240~225 Ma 碰撞形成的大别—苏鲁超高压变质带 [90]迄今已无异议。现在尚存争议的是大别—苏鲁高压变质带是否延伸到南北朝鲜之间的临津江断裂带，这涉及到朝鲜半岛和南、北黄海的构造归属。

近年黄海地球物理研究成果揭示青岛—荣成断裂以南的苏—鲁高压变质带没有延伸到南北朝鲜之间的临津江，而是被纵贯黄海的近南北向断层右行错移到了济洲岛以南，甚至延伸到日本本州岛北侧、围绕能登半岛分布的飞騨–隐歧地块以南，这样北黄海和朝鲜半岛的全部，包括飞騨–隐歧地块就都属于中朝板块 [76,91](图 3)。1994 年笔者参加在汉城(首尔)召开的 IGCP-321 项国际会议，在沃川坳陷野外考察期间发现那里出露的新元古界—中奥陶统及平行不整合其上的中石炭统，从层序到岩性和中国辽东半岛完全一致。近年对半岛隆起区的狼林地块、京畿地块和岭南地块片麻岩–麻粒岩基底岩系所作的

❶李四光原以英文发表于 1926 年《中国地质学会志》第 5 卷，第 3–4 期，第 209–262 页.

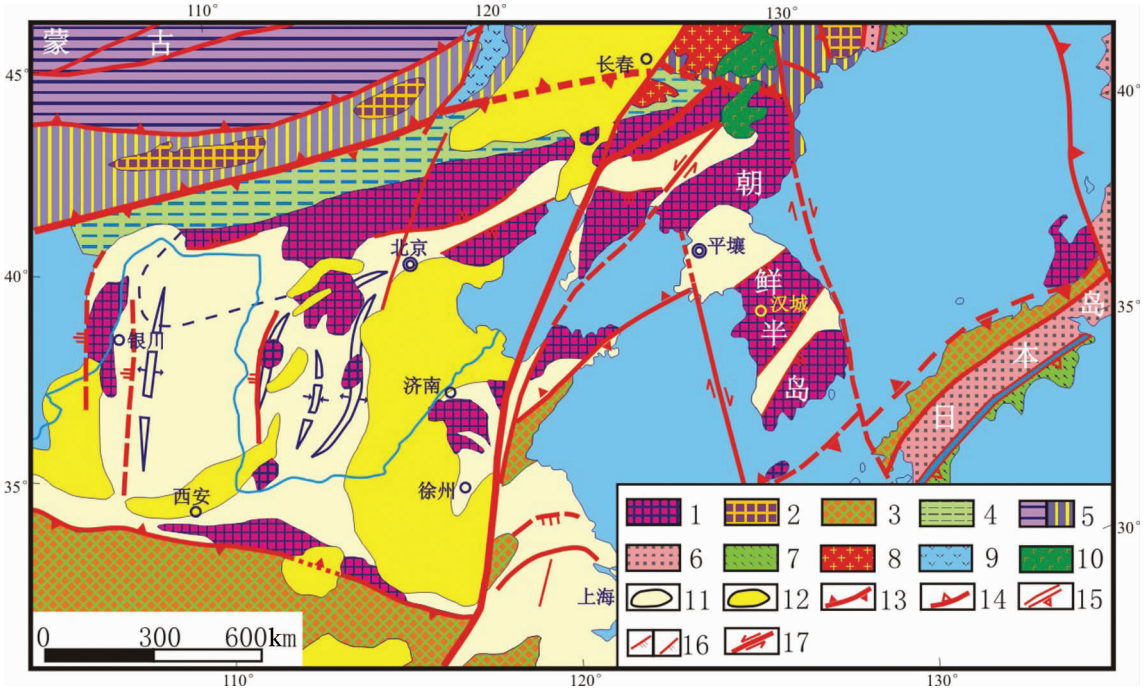


图 3　中朝板块与邻区大地构造略图

1—中朝型太古宙—元古宙基底出露区,部分具古生代盖层;　2—西伯利亚型太古宙—元古宙和泛非基底出露区,部分具古生代盖层;3—扬子型太古宙–新元古代基底出露区,部分具古生代盖层;　4—中朝陆缘增生变质带;
5—内蒙–兴安褶皱带早(左)、晚(右)古生代陆缘增生带;　6—J–K_1 地体增生蛇绿混杂体;　7—K_2–E 陆缘增生蛇绿混杂体;
8—晚海西—印支期花岗岩;　9—侏罗–白垩纪钙碱性火山岩带;　10—新生代幔源玄武岩;
11—前新生代盖层变形区;　12—新生代盆地;　13—板块缝合带或陆–陆碰撞拼合带;　14—地体拼贴带(J–K_1);
15—陆缘增生边界(K_2–E);　16—逆冲断裂、推覆构造;17—中生代以来平移断裂

Fig.3　Sketch map of Sino–Korean Plate and its adjacent areas

1–Sino–Korean style Archaean–Ptoterozoic area partly with Paleozoic cap rock; 2–Siberia style Archaean–Proterozoic and Pan–African area partly with Paleozoic cap rock; 3–Yangtze style Archaean–Nepproterozoic area partly with Paleozoic cap rock; 4–Accretionary metamorphic zone at the edge of Sino–Korean plate; 5–Early (left) and late (right) Paleozoic accretionary belt at the edge of Inner Mongolia–Da Hinggan Ling fold zone; 6–Accretionary ophiolite mictite zone of Jurassic–Early Cretaceous terrane; 7–Accretionary ophiolite mictite zone at the edge of Middle Cretaceous–Eocene terrane; 8–Late Hercynian–Indosinian granite; 9–Jurassic–Cretaceous calc– alkaline lava zone; 10–Cenozoic mantle source basalt; 11–Deformed zone of pre–Cenozoic cap rock; 12–Cenozoic basin; 13–Suture zone of plates or collision zone of continent–continent; 14–Jurassic–Early Cretaceous collage zone of terranes; 15–Middle Cretaceous–Eocene accretionary boundary at the edge of continent; 16–Thrust fault and nappe structure; 17–Strike–slip fault after Mesozoic

SHRIMP 年龄测定都说明它们以 1.8~2.5 Ga 为主[92],而且狼林和岭南地块之上都残留有辽东半岛型的新元古界—中奥陶统剥蚀残块,因此从基底到沉积盖层朝鲜半岛全部属于中朝板块是合理的[43,76,91,93]。这样南黄海的构造归属也就明确了,它应该属于扬子板块,是苏北—胶南的构造延伸部分(图 4),无论基底和古生代盖层都是扬子型的,苏北盆地震旦—三叠系海相碳酸盐岩厚度可达 2000~3000 m,南黄海可能更厚。南黄海中—新生代盆地则是苏北盆地向东的延伸。苏北盆地中,向北突出的弧形建湖隆起,是和宁镇山脉相似的被郯庐断裂左行走滑牵引形成弧形的印支期推覆构造带[30,94],属于苏北中新生代盆地中的潜伏隆起,它向东部的延伸就是南黄海的中部隆起带,它们应该作为苏北盆地和南黄海盆地震旦—三叠系海相碳酸盐岩油气藏勘探的战略目标区[30]。

5　结　论

(1) 晚中生代以来,中国重大陆内变形事件所产生的陆内变形(大型走滑断裂、推覆构造、挤出构造)对印支与前印支期所形成大陆构造格架进行了大幅度改造,因此在确认中国大陆构造格架、划分构造单元时,除考虑前寒武纪基底、南华—印支期生物地层

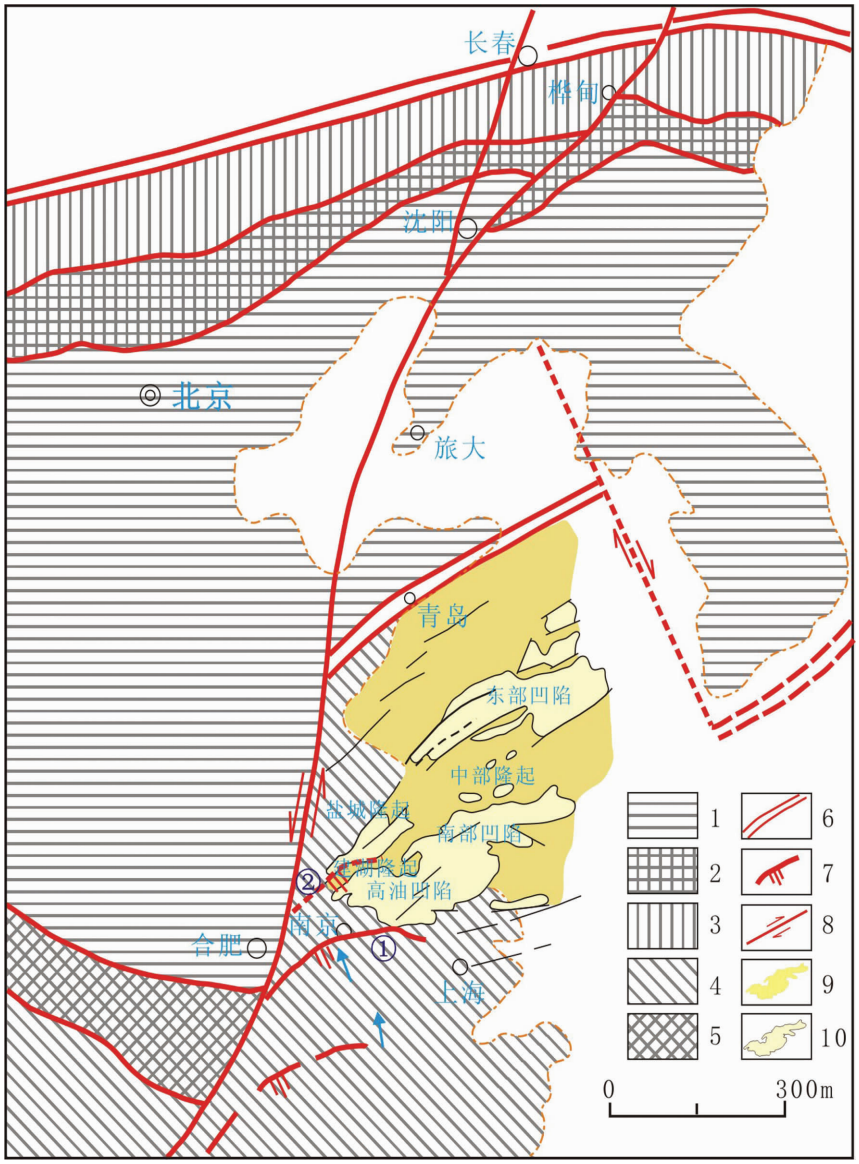


图 4 苏北—南黄海背景构造略图

1—中朝板块;2—中朝板块北缘基底抬起带;3—中朝板块北部大陆边缘带;4—扬子板块;5—扬子板块基底隆起带;6—板块碰撞带与苏鲁超高压变质带;7—推覆体;8—走滑断裂;9—中新生代隆起;10—中新生代凹陷;①—宁镇推覆体;②—建湖推覆体(盆地内隐伏隆起)

Fig.4 Tectonic map of North Jiangsu – South Yellow sea

1–Sino–Korean plate; 2–Basement uplift zone of northern Sino–Korean plate; 3–Continent marginal zone of northern Sino–Korean plate; 4–Yangtze plate; 5–Basement uplift zone of Yangtze plate; 6– Collision zone and ultrahigh pressure metamorphic zone; 7–Thrust fault; 8–Strike–slip fault; 9–Mesozoic–Cenzoic uplift zone; 10– Mesozoic–Cenozoic depression; ①–Nizhen nappe; ②–Jianhu nappe(concealed uplift in basin)

格架以外，对前印支期构造单元的性质需要通过构造复位来重新认识。

(2)通过构造复位认为:阿拉善、中祁连—柴达木、北羌塘等微陆块和塔里木板块是一个整体的克拉通——西域板块，它有晋宁期(900~800 Ma)形成的统一基底和扬子型南华系冰碛岩、震旦系—古生界沉积盖层。不存在整体的昆（仑)—祁（连)—秦(岭)海洋板块,早古生代满加尔—北祁连坳拉槽–小洋盆和晚古生代东昆仑—阿尼玛卿—金沙江裂陷洋盆可能是由古特提斯洋脊楔入所引起的，类似于

现今的红海—亚丁湾。西域板块晚海西—印支期逆时针旋转构造就位,与中朝、扬子板块碰撞,形成了贺兰—六盘山—龙门山—横断山南北走向"之字型"展布的岩石圈板块碰撞缝合线,即通常所说的"南北活动构造带"。

(3)中亚大陆南北向陆内汇聚的高潮发生在 135~132 Ma 燕山运动的 B 幕, 汇聚挤压中心在北山构造带以北长逾千余千米, 推覆缩距达 180~200 km 的亚干特大型推覆体, 分置于西伯利亚板块和汇聚挤压中心东西两侧的哈萨克斯坦与黑龙江板块是北亚构造域晚中生代—新生代南北向陆内汇聚的挤出构造。

(4)中朝板块在古生代期间是否是一个独立的板块,仍然是一个值得深入研究的科学问题。中朝和扬子—华南板块印支期碰撞边界大别—苏鲁超高压变质带的延伸一直存在争议, 近年黄海地球物理研究成果提示, 苏鲁变质带被纵贯黄海的近南北向断层右行错移到了济洲岛以南和日本飞驒—隐歧地块以南,结合基底、盖层特征,北黄海和朝鲜半岛全部,包括日本飞驒—隐歧地块都属于中朝板块, 而南黄海则归属于扬子板块,是苏北磉胶南的构造延伸,南黄海盆地震旦磉三叠系海相碳酸盐岩应该是油气藏勘探的战略目标区之一。

致谢:感谢杨巍然、万天丰教授阅读全文并提出宝贵意见。

参考文献(References):

[1] 黄汲清. 中国主要地质构造单位 [M]. 北京: 地质出版社, 1994: 68-75.
Huang T K. On Major Tectonic Forms of China [M].Beijing: Geological Publishing House, 1994: 68-75(in Chinese with English abstract).

[2] 黄汲清. 中国地质构造基本特征的初步总结 [J]. 地质学报, 1960, 40(1):1-37.
Huang Jiqing. The preliminary summarization of the tectonic characteristics of China[J]. Acta Geological Sinica, 1960, 40(1):1-37 (in Chinese).

[3] 任纪舜, 姜春发, 张正坤, 等. 中国大地构造及其演化 [M]. 北京: 科学出版社, 1980.
Ren Jishun, Jiang Chunfa, Zhang Zhengkun, et al. The Geotectonic Evolution of China[M]. Beijing: Science Press, 1980(in Chinese).

[4] 王鸿桢主编. 中国古地理图集[M]. 北京:地图出版社, 1985:141-142.
Wang Hongzhen (eds.). Atlas of the Palaeogeography of China[M]. Beijing:Cartographic Publishing House, 1985:141-142(in Chinese).

[5] 李春昱, 王 荃, 刘雪亚,等.亚洲大地构造的演化[J].中国地质科学院院报, 1984, (10):3-10.
Li Chunyu, Wang Quan, Liu Xueya, et al. Tectonic evolution of Asia [J]. Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences, 1984, (10):3-10(in Chinese with English abstract).

[6] 程裕淇.中国区域地质概论[M]. 北京:地质出版社, 1994:16-17, 90-163, 448-450, 453-455.
Cheng Yuqi. Conspectus of Regional Geology of China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994:16-17, 90-163, 448-450, 453-455(in Chinese).

[7] 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明[M]. 北京:地质出版社, 2000:3-34.
Ren Jishun, Wang Zuoxun, Chen Bingwei, et al. From Global View to Study the Geotectonic of China: the Brief Notes of Tectonic Map of China and Its Adjacent areas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2000:3-34(in Chinese).

[8] 殷鸿福, 张克信. 中央造山带的演化及其特点[J]. 地球科学,1998, 23(5):437-441.
Yin Hongfu, Zhang Kexin. Evolution and characteristics of the central orogenic belt[J]. Journal of China University of Geosciences, 1998, 23(5):437-441 (in Chinese with English abstract).

[9] 何国琦, 李茂松, 刘德权, 等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿 [M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社; 香港: 香港文化教育出版社, 1994:4-39, 245.
He Guoqi, Li Maosong, Liu Dequan, et al. Paleozoic Crustal Evolution and Mineralization in Xinjiang of China [M]. Urumqi: Xinjiang People's Publishing House;Hongkong: Hongkong Culture and Education Publishing House, 1994:4-39, 245 (in Chinese with English abstract).

[10] 潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质, 2009, 36(1):1-28.
Pan Guitang, Xiao Qinghui, Lu Songnian, et al. Subdivision of tectonic units in China[J]. Geology in China, 2009, 36(1):1-28(in Chinese with English abstract).

[11] Frederik Tilmann, James Ni, and INDEPTH III Seismic Team. Seismic imaging of the downwelling Indian lithosphere beneath central Tibet [J]. Science, 2003, 300: 1424-1427, doi: 10.1126/science.1082777.

[12] 葛肖虹, 刘俊来. 北祁连造山带的形成与背景[J]. 地学前缘,1999, 6(4):223-230.
Ge Xiaohong, Liu Junlai. Formation and tectonic background of the northern Qilian orogenic belt [J]. Earth Science Frontier, 1999, 6(4):223-230(in Chinese with English abstract).

[13] Meng Qingren, Hu Jianmin, Yang Fuzhong. Timing and magnitude of displacement on the Altyn Tagh fault: Constrains from stratigraphic correlation of adjoining Tarim and Qaidam basins, NW China [J]. Terra Nova, 2001, 13(2):86-91.

[14] 徐嘉炜, 崔可锐, 朱光, 等. 中国东部郯庐断裂系统平移研究的若干进展[J]. 合肥工业大学学报,1984, (2):28-37.
Xu Jiawei, Cui Kerui, Zhu Guang, et al. Some progress of

displacement research of the Tan-Lu fault system, eastern China[J]. Journal of Hefei Polytechnic University, 1984, (2):28-37 (in Chinese with English abstract).

[15] Zheng Y D, Wang Y, Wang S G. Great Jurassic thrust sheets in Beishan (North Mountains)-Gobi areas of China and southern Mongolia [J]. Journal of Structural Geology, 1996,18 (9):1111-1126.

[16] 王建, 席萍, 刘泽纯, 等. 柴达木盆地西部新生代气候与地形演变[J]. 地质论评, 1996, 42(2):166-173.
Wang Jian, Xi Ping, Liu Zechun, et al. Cenozoic climatic and topographical changes in the western Qaidam basin [J]. Geological Review, 1996, 42(2):166-173 (in Chinese with English abstract).

[17] 张林源, 蒋兆理, 刘晓东. 论东亚季风与青藏高原在形成和发展过程中的关系[C]//中国第四纪冰川与环境研究中心编. 中国西部第四纪冰川与环境. 北京:科学出版杜, 1991:1-14.
Zhang Linyuan, Jiang Zhaoli, Liu Xiaodong. A study on the relationship between the east Monsoon and Qinghai-Tibet Plateau in their formation and evolution processes [C]//Edited by Quaternary Glacier & Environment Research Centre, China Quaternary Research Association. The Quaternary Glacier and Environment of western China. Beijing: Science Press, 1991:1-14 (in Chinese with English abstract).

[18] R. Dietmar Müller. Earth science: An Indian cheetah [J]. Nature, 2007, 449:795-797, doi:10.1038/449795a.

[19] Wang Hongzhen, Zhang Shihong, He Guoqin. China and Mongolia [C] // Selley R C, Cocks L R M, Plimer K R(eds.). Encyclopedia of Geology. Oxford: Elsevier Press, 2004, 1:345-358, doi:10.1016/B0-12-369396-9/00398-1.

[20] 王鸿桢, 刘本培, 李思田. 中国及邻区大地构造划分与构造发展阶段[C]//王鸿桢,杨森楠,刘本培, 等. 中国及邻区构造古地理和生物古地理. 武汉:中国地质大学出版社, 1990:3-34.
Wang Hongzhen, Liu Benpei, Li Sitian. Geotectonic units and tectonic development of China and adjacent regions [M]//Wang Hongzhen, Yang Sennan, Liu Benpei, et al. Tectonopalaeogeography and Palaeobiogeography of China and Adjacent Regions. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1990:3-34.

[21] 高振家, 吴绍祖. 前寒武纪及古生代塔里木地台的构造发展[J]. 科学通报, 1983, 28(23):1448-1450.
Gao Zhenjia, Wu Shaozu. Tectonical development of Precambrian Palaeozoic Tarim basin[J]. Chinese Science Bulletin, 1984, 29(11): 1523-1526 (in Chinese).

[22] 杨巍然, 郭铁鹰, 路元良, 等. 中国构造演化中的"开"与"合"[J]. 地球科学——武汉地质学院学报, 1984, 26(3):39-56.
Yang Weiran, Guo Tieying, Lu Yuanliang, et al. "Opening" and "Closing" in the tectonic evolution of China [J]. Earth Science-Journal of Wuhan College of Geology, 1984, 26 (3):39-56 (in Chinese with English abstract).

[23] 郑剑东,杨巍然,郭铁鹰,等. 大地构造[M]//马杏垣主编.中国岩石圈动力学地图集. 北京:地图出版社, 1989:4.
Zheng Jiandong, Yang Weiran, Guo Tieying, et al. Geotectonics [M]//Ma Xingyuan (eds.). Lithospheric Dynamics Atlas of China. Beijing: China Cartographic Publishing House, 1989, 4(in Chinese with English abstract) .

[24] 王云山, 陈基娘. 青海省及毗邻地区变质地带与变质作用[M]. 中华人民共和国地质矿产部地质专报三岩石矿物地球化学第 6 号. 北京: 地质出版社, 1987: 4-11, 226-227.
Wang Yunshan, Chen Jiniang. Metamorphic zones and metamorphism in Qinghai Province and its adjacent areas [M]. People's Republic of China Ministry of Geology and Mineral Resources Geological Memoirs Series 3 Number 6. Beijing: Geological Publishing House, 1987: 4-11, 226-227 (in Chinese with English abstract).

[25] 万天丰. 中国大地构造学纲要[M]. 北京:地质出版社, 2004:76-80.
Wan Tianfeng. Compendium of China Continental Tectonics[M]. Beijing:Geological Publishing House, 2004, 76-80(in Chinese).

[26] 朱日祥, 杨振宇, 吴汉宁, 等.中国主要地块显生宙古地磁视极移曲线与地块运动[J]. 中国科学(D 辑) , 1998, 28 (增刊): 1-16.
Zhu Rixiang, Yang Zhenyu, Wu Hanning, et al. Paleomagnetic constraints on the tectonic history of the major blocks of China during the Phanerozoic [J]. Science in China (Series D), 1998, 28 (Supp.):1-16(in Chinese).

[27] 葛肖虹, 段吉业, 刘先文, 等. 中国西北的大陆构造[M]// 地质矿产部岩石圈构造与动力学开放研究实验室编. 地质矿产部岩石圈构造与动力学开放研究实验室 1995 年年报, 北京: 地质出版社, 1996:9-18.
Ge Xiaohong, Duan Jiye, Liu Xianwen, et al. Continental tectonics of northwest China [M]//The Laboratory of Lithosphere Tectonics and Its Dynamics (MGMR) (ed.). MGMR 1995 Annual Report. Beijing: Geological Publishing House, 1996: 9-18 (in Chinese with English abstract).

[28] 葛肖虹, 刘俊来. 被肢解的 "西域克拉通"[J]. 岩石学报, 2000,16 (1):59-66.
Ge Xiaohong, Liu Junlai. Broken "Western China Craton"[J]. Acta Petrologica Sinica, 2000, 16 (1):59-66 (in Chinese with English abstract).

[29] 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 framework of west China[J]. Acta Petrolei Sinica, 2001, 22 (5):1-5 (in Chinese with English abstract).

[30] 葛肖虹, 任收麦, 刘永江, 等. 中国大型走滑断裂的复位研究与油气资源战略选区预测 [J]. 地质通报, 2006, 25 (9/10):1022-1027.
Ge Xiaohong, Ren Shoumai, Liu Yongjiang, et al. Restoration of the large-scale strike-slip faults and prediction of related oil and gas exploration strategic target area in China[J]. Geological Bulletin of China, 2006, 25 (9/10):1022-1027 (in Chinese with English abstract).

[31] 杨振德, 潘行适, 杨易福. 阿拉善断块及邻区地质构造特征与矿产[M]. 北京:科学出版社, 1988: 46-75,81-96.

Yang Zhende, Pan Xingshi, Yang Yifu. The Tectonic Characteristics and Mines of Alax Block and Its Adjacent Areas[M]. Beijing:Science Press, 1988:46-75, 81-96(in Chinese).

[32] 耿元生, 王新社, 沈其韩, 等. 内蒙古阿拉善地区前寒武纪变质基底阿拉善群的再厘定[J]. 中国地质, 2006, 33(1):138- 145.
Geng Yuansheng, Wang Xinshe, Shen Qihan, et al. Redefinition of the Alxa Group-complex (Precambrian metamorphic basement) in the Alxa area, Inner Mongolia [J]. Geology in China, 2006, 33 (1):138-145 (in Chinese with English abstract).

[33] 耿元生, 王新社, 沈其韩, 等. 阿拉善地区新元古代晋宁期变形花岗岩的发现及其地质意义 [J]. 岩石矿物学杂志, 2002, 21(4): 412- 420.
Geng Yuansheng, Wang Xinshe, Shen Qihan, et al. The discovery of Neoproterozoic Jinningian deformed granites in Alax area and its significance [J]. Acta Petrologica Et Mineralogica, 2002, 21 (4): 412- 420 (in Chinese with English abstract).

[34] 耿元生, 王新社, 沈其韩, 等. 内蒙古阿拉善地区前寒武纪变质岩系形成时代的初步研究[J]. 中国地质, 2007, 34(2):251-261.
Geng Yuansheng, Wang Xinshe, Shen Qihan, et al. Chronology of the Precambrian metamorphic series in the Alxa area, Inner Mongolia[J]. Geology in China, 2007, 34(2):251-261 (in Chinese with English abstract).

[35] 陆松年, 王惠初, 李怀坤, 等. 柴达木盆地北缘 "达肯大坂群"的再厘定[J]. 地质通报, 2002, 21(1):19-23.
Lu Songnian, Wang Huichun, Li Huaikun, et al. Redefinition of the "Dakendaban Group" on the northern margin of the Qaidam basin [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21 (1):19-23 (in Chinese with English abstract).

[36] 郭进京, 张国伟, 陆松年, 等. 中国新元古代大陆拼合与 Rodinia 超大陆[J]. 高校地质学报, 1999, 5(2):148-156.
Guo Jinjing, Zhang Guowei, Lu Songnian, et al. Neoproterozoic continental block collage of China and Rodinia supercontinent [J]. Geological Journal of China Universities,1999, 5 (2):148-156 (in Chinese with English abstract).

[37] 陆松年, 于海峰, 李怀坤, 等. 中国前寒武纪重大地质问题研究——中国西部前寒武纪重大地质事件群及其全球构造意义[M].北京:地质出版社, 2006.
Lu Songnian, Yu Haifeng, Li Huaikun, et al. Study on the Important Problems of Precambrian, China: The Important Geolgocial Problems of Precambrian of West China and Its Tectonic Significance [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2006(in Chinese).

[38] 刘训, 姚建新, 王永. 再论塔里木板块的归属问题[J]. 地质论评, 1997, 43 (1):1- 91.
Liu Xun, Yao Jianxin, Wang Yong. The review of tectonic attribution of the Tarim plate[J]. Geological Review, 1997, 43 (1): 1- 91 (in Chinese with English abstract).

[39] 左国朝, 李茂松. 甘肃北山地区早古生代岩石圈形成与演化[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社, 1996:5-16,17-43.
Zuo Guochao, Li Maosong. Formation and Evolution of the Early Paleozoic Lithosphere in the Beishan Area, Gansu-Inner Mongolia, China [M].Lanzhou: Gansu Science and Technology Press, 1996: 5-16,17-43(in Chinese with English abstract).

[40] 郑昭昌, 朱鸿. 阿拉善地块边缘古生代地层发育及构造发展[C] //朱鸿, 郑昭昌, 何心一, 等. 阿拉善地块边缘古生代生物地层及构造演化. 武汉: 武汉地质学院出版社, 1987:1-19.
Zheng Zhaochang, Zhu Hong. Sratigraphy development and tectonic evolution of Paleozoic in the margin of the Alxa massif[C] //Zhu Hong, Zheng Zhaochang, He Xinyi, et al (ed.). Palaeozoic Biostratigraphy and Tectonic Evolution of the Alxa Massif Margin. Wuhan: Wuhan College of Geology Press, 1987:1-19(in Chinese with English abstract).

[41] 王廷印, 王士政, 王金荣. 阿拉善地区古生代陆壳的形成和演化[M]. 兰州:兰州大学出版社, 1994:31-178.
Wang Tingyin, Wang Shizheng, Wang Jinrong. The Formation and Evolution of Paleozoic Continental Crust in Alaxa Region[M]. Lanzhou: Lanzhou University Press, 1994:31-178(in Chinese with English abstract).

[42] 段吉业, 葛肖虹. 中国西北地区各构造单元之间地层和生物古地理的亲缘关系——兼论西北地区构造格局 [J]. 地质通报, 2005, 24(6):558-563.
Duan Jiye, Ge Xiaohong. Stratigraphic and paleobiogeographic affinities between different tectonic units in northwestern China —— with a discussion of the tectonic framework of northwestern China [J]. Geological Bulletin of China, 2005, 24 (6):558-563(in Chinese with English abstract).

[43] 安太庠, 马文璞. 中朝地台的中奥陶统-下石炭统及其古地理和构造含义 [J]. 地球科学-中国地质大学学报, 1993, 18 (6):777-791.
An Taixiang, Ma Wenpu. Middle Ordovician-Lower Carboniferous of Sino-Korean plateform and its paleogeography and structural significance [J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences,1993, 18 (6):777-791 (in Chinese with English abstract).

[44] 李松林, 张先康, 张成科, 等. 玛沁-兰州-靖边地震测深剖面地壳速度结构的初步研究[J]. 地球物理学报, 2002, 45(2):210-217.
Li Songlin, Zhang Xiankang, Zhang Chengke, et al. A preliminary study on the crustal velocity structure of Maqin-Lanzhou-Jingbian by means of deep seismic sounding profile [J]. Chinese Journal of Geophysics, 2002, 45 (2):210-217 (in Chinese with English abstract).

[45] 张家声, 何自新, 费安琪, 等. 鄂尔多斯西缘北段大型陆缘逆冲推覆体系[J]. 地质科学, 2008, 43 (2):251-281.
Zhang Jiasheng, He Zixin, Fei Anqi, et al. Epicontinental mega thrust and nappe system at north segment of the western rim of the Ordos Block [J]. Chinese Journal of Geology, 2008, 43 (2):251-281 (in Chinese with English abstract).

[46] 孙肇才. 前陆类含油气盆地共性与案例分析[M]. 北京:地质出版社, 2007:83-126.
Sun Zhaocai. The Common Characters of Foreland-type

Petroliferous Basins and Their Case Analyses [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007:83-126 (in Chinese with English abstract).

[47] Li Sitian,Yang Shigong, Tom Jerzykiewicz. Upper Triassic-Jurassic foreland sequences of the Ordos basin in China[C]//Dorobek S L, Ross G M (eds.). Stratigraphic evolution of foreland basins, SEPM Special Publication No.52, 1995:233-242.

[48] Tapponnier P, Xu Z Q, Roger F, et al. Oblique stepwise rise and growth of the Tibet Plateau [J]. Science, 2004, 294:1671-1677, doi:10:1126/science.105978.

[49] Zhang P, Shen Z, Burgman R, et al. Continuous deformation of the Tibetan Plateau constrained from global positioning measurements[J]. Geology, 2004, 32(9):809-812.

[50] 李才. 龙木错-双湖-澜沧江板块缝合带与石炭二叠纪冈瓦纳北界[J].长春地质学院学报, 1987, 17(2):155-166.
Li Cai. The Longmucuo-Shuanghu-Lancangjiang plate suture and the north boundary of distribution of Gondwana facies Permo-Carboniferous system in northern Xiazang, China [J]. Journal of Changchun College of Geology, 1987, 17(2):155-166(in Chinese with English abstract).

[51] 尹集祥. 青藏高原及邻区冈瓦纳相地层地质学 [M]. 北京: 地质出版社, 1997.
Yin Jixiang. Stratigraphy and Geology of Gondwana Facies in Qinghai-Xizang Plateau and Its Adjacent Areas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1997(in Chinese).

[52] 肖序常, 李廷栋, 李光岑, 等. 喜马拉雅岩石圈构造演化 (总论) [M].北京: 地质出版社, 1988:31-120.
Xiao Xuchang, Li Tingdong, Li Guangcen, et al. Tectonic evolution of the lithosphere of the Himalayas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1988:31-120(in Chinese).

[53] 李才, 翟庆国, 董永胜, 等. 青藏高原龙木错- 双湖板块缝合带与羌塘古特提斯洋演化记录[J]. 地质通报, 2007, 26(1):13-21.
Li Cai, Zhai Qingguo, Dong Yongsheng, et al. Longmu Co-Shuanghu plate suture in the Qinghai-Tibet Plateau and records of the evolution of the Paleo-Tethyan Ocean in the Qiangtang area, Tibet, China[J].Geological Bulletin of China, 2007, 26(1):13-21 (in Chinese with English abstract).

[54] 崔建堂, 刘振涛, 王炬川, 等. 西昆仑北羌塘陆块早-中二叠世地层化石的发现及意义[J].中国地质, 2008, 35(1):111-116.
Cui Jiantang, Liu Zhentao, Wang Juchuan, et al. Discovery of Early-Mid Permian fossils in the northern Qiangtang block, West Kunlun, and its significance [J]. Geology in China, 2008, 35(1): 111-116 (in Chinese with English abstract).

[55] 李才, 董永胜, 翟庆国, 等. 青藏高原羌塘高压变质带的特征及其构造意义[J]. 地质通报, 2008, 27(1):27-35.
Li Cai, Dong Yongsheng, Zhai Qingguo, et al. High-pressure metamorphic belt in Qiangtang, Qinghai-Tibet Plateau, and its tectonic significance [J]. Geological Bulletin of China, 2008, 27(1): 27-35 (in Chinese with English abstract).

[56] 李才, 翟庆国, 陈文, 等. 青藏高原羌塘中部榴辉岩 Ar- Ar 定年[J].岩石学报, 2006, 22(12):2843- 2849.
Li Cai, Zhai Qingguo, Chen Wen, et al. Ar-Ar chronometry of the eclogite from central Qiangtang area, Qinghai-Tibet Plateau [J]. Acta Petrological Sinica, 2006, 22(12):2843- 2849 (in Chinese with English abstract).

[57] 鲍佩声, 肖序常, 王军, 等. 西藏中北部双湖地区蓝片岩带及其构造涵义[J]. 地质学报, 1999, 73(4):302-314.
Bao Peisheng, Xiao Xuchang, Wang Jun, et al. The blueschist belt in the Shuanghu region, central-northern Tibet and its tectonic implications [J]. Acta Geologica Sinica, 1999, 73 (4):302-314(in Chinese with English abstract).

[58] 鲍佩声,肖序常,苏犁,等.西藏洞错蛇绿岩的构造环境: 岩石学、地球化学和年代学制约[J].中国科学(D 辑) , 2007, 37(3) :298-307.
Bao Peisheng, Xiao Xuchang, Su Li, et al. Geochemical characteristics and isotopic dating for the Dongcuo ophiolite, Tibet Plateau[J]. Science in China (Series D), 2007, 50 (5): 660-671.

[59] 邓希光, 丁林, 刘小汉, 等. 青藏高原羌塘中部蓝片岩的地球化学特征及其构造意义[J]. 岩石学报, 2002, 18(4):517- 525.
Deng Xiguang, Ding Lin, Liu Xiaohan, et al. Geochemical characteristics of the blueschists and its tectonic significance in the central Qiangtang area, Tibet [J]. Acta Petrological Sinica, 2002, 18 (4): 517- 525 (in Chinese with English abstract).

[60] 雍永源. 羌塘及可可西里地区几个重要地质、构造与资源问题[J]. 沉积与特提斯地质, 2004, 24(1):1-12.
Yong Yongyuan. Some aspects of the geology,tectonics and mineral resources in the Qiangtang-Hol Xil region,western China [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2004, 24(1):1-12 (in Chinese with English abstract).

[61] 王永标, 杨浩. 东昆仑—阿尼玛卿—巴颜喀拉地区早二叠世的生物古地理特征[J]. 中国科学(D 辑), 2003, 33(8):775-780.
Wang Yongbiao, Yang Hao. Middle Permian palaeobiogeography study in East Kunlun, A´nyêmaqên and Bayan Har [J]. Science in China (Series D), 2004, 47(12):1120-1126.

[62] 林启祥, 王永标, 徐桂荣, 等. 东昆仑一阿尼玛卿地区早二叠世的沉积古地理[J]. 沉积学报, 2001, 19(3):340-344.
Lin Qinxiang, Wang Yongbiao, Xu Guirong, et al. Depositional palaeogeography in east Kunlun and Animaqing during Early Permian[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(3):340-344 (in Chinese with English abstract).

[63] 杨经绥, 王希斌, 史仁灯, 等. 青藏高原北部东昆仑南缘德尔尼蛇绿岩: 一个被肢解了的古特提斯洋壳 [J]. 中国地质, 2004, 31 (3):225-239.
Yang Jingsui, Wang Xibin, Shi Rendeng, et al. The Dur´ngoi ophiolite in East Kunlun, northern Qinghai-Tibet Plateau:a fragment of paleo-Tethyan oceanic crust [J]. Geology in China, 2004, 31(3):225-239 (in Chinese with English abstract).

[64] 唐专红, 陆济璞, 李玉坤, 等. 西藏尼玛北部图北湖一带硅质岩中发现中三叠世放射虫化石[J]. 地质通报, 2007, 26(1):73-76.
Tang Zhuanhong, Lu Jipu, Li Yukun, et al. Discovery of middle Triassic radiolarian fossils in cherts in the vicinity of the Tubei lake,

northern Nyima, Tibet, China [J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26(1):73-76 (in Chinese with English abstract).

[65] 訾建威, 范蔚茗, 王岳军, 等. 四川宝兴大石包组高钛玄武岩地球化学特征及其岩石成因[J]. 地球化学, 2008, 37(1):9-21.
Zi Jianwei, Fan Weiming, Wang Yuejun, et al. Geochemistry of Dashibao formation high-Ti basalts from Baoxing in Sichuan Province, Southwest China and their petrogenesis [J]. Geochimica, 2008, 37(1):9-21(in Chinese with English abstract).

[66] 葛肖虹. 川西盐源推覆构造的探讨[J]. 长春地质学院学报, 1984, (1):36-43.
Ge Xiaohong. A discussion on nappe structure in Yanyuan, west Sichuan [J]. Journal of Changchun College of Geology, 1984, (1): 36-43(in Chinese with English abstract).

[67] 刘永江, 叶慧文, 葛肖虹, 等. 阿尔金断裂变形岩激光微区 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄[J]. 科学通报, 2000, 45(19): 2101-2104.
Liu Yongjiang, Ye Huiwen, Ge Xiaohong, et al. Laser probe $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating of mica on the deformed rocks from Altyn Fault and its tectonic implications, western China [J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 46(4):322-325.

[68] 董必谦,邱风歧. 北祁连蛇绿岩套和蛇绿混杂岩的特征及其地质构造意义[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会. 青藏高原地质文集(14). 北京:地质出版社,1984:217-234.
Dong Biqian, Qiu Fengqi. The characteristics of ophiolitic suite and ophiolite mélange in north Qilian and their meaning in geologic structure [C]//CGQXP Editorial Committee of Ministry of Geology and Mineral Resources, PRC (eds.). Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau (14). Beijing: Geological Publishing House, 1984:217-234 (in Chinese with English abstract).

[69] 冯益民, 何世平. 北祁连山蛇绿岩的地质地球化学研究[J].岩石学报, 1995, 11(增刊):125-146.
Feng Yimin, He Shiping. Research for geology and geochemistry of several ophiolites in the North Qilian Mountains, China [J]. Acta Petrologica Sinica, 1995, 11 (supp.):125-146 (in Chinese with English abstract).

[70] 张旗, 孙晓猛, 周德进, 等. 北祁连蛇绿岩的特征、形成环境及其构造意义[J]. 地球科学进展, 1997, 12(4): 366-393.
Zhang Qi, Sun Xiaomeng, Zhou Dejin, et al. The characterisitics of North Qilian ophiolites, forming settings and their tectonic significance[J]. Advance in Earth Sciences, 1997, 12(4): 366-393 (in Chinese with English abstract).

[71] 顾家裕. 塔里木盆地沉积层序特征及其演化[M]. 北京:石油工业出版社, 1996:59-139.
Gu Jiayu. Characteristics of Sediment Sequence and Its Evolution in Tarim Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1996:59-139(in Chinese).

[72] 葛肖虹, 刘永江, 任收麦, 等. 对阿尔金断裂科学问题的再认识[J]. 地质科学, 2001, 36(3):319-325.
Ge Xiaohong, Liu Yongjiang, Ren Shoumai, et al. Re-understanding on some academic problems of the Altun Fault [J]. Chinese Journal of Geology, 2001, 36 (3):319-325 (in Chinese with English abstract).

[73] 沙特斯基 H C. 古陆台比较大地构造学[M]. 北京:地质出版社, 1959:183-210.
Шатский H C. Palaeo-continental Platform and Comparative Tectonics [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1959:183-210.

[74] 朱夏. 试论古全球构造与古生代油气盆地 [J]. 石油与天然气地质, 1983, 4(1):1-27.
Zhu Xia. Notes on ancient global tectonics and Paleozoic petroliferous basins [J]. Oil & Gas Geology, 1983, 4 (1):1-27(in Chinese with English abstract).

[75] 李锦轶, 何国琦, 徐新, 等. 新疆北部及邻区地壳构造格架及其形成过程的初步探讨[J]. 地质学报, 2006, 80(1):148-168.
Li Jinyi, He Guoqi, Xu Xin, et al. Crustal tectonic framework of northern Xinjiang and adjacent regions and its formation [J]. Acta Geologica Sinica, 2006, 80 (1):148-168 (in Chinese with English abstract).

[76] 葛肖虹, 马文璞. 东北亚南区中-新生代大地构造轮廓 [J]. 中国地质, 2007, 34(2):212-228.
Ge Xiaohong, Ma Wenpu. The Mesozoic-Cenozoic tectonic framework of the southern northeast Asia [J]. Geology in China, 2007, 34(2):212-228(in Chinese with English abstract).

[77] 葛肖虹, 王锡魁, 昝淑芹, 等. 新疆东北部大地构造的新认识[C]//马宗晋, 杨主恩, 吴正文主编.构造地质学-岩石圈动力学研究进展. 北京:地震出版社, 1999:93-104.
Ge Xiaohong, Wang Xikui, Zhan Shuqin, et al. New understanding on the geotectonics of northeast Xinjiang [C]//Ma Zongjin, Yang Zhuen, Wuzhengwen (eds.). Research Process on the Structural Geology and Lithosphere Dynamics. Beijing: Seismological Press, 1999:93-104 (in Chinese with English abstract).

[78] 王鸿祯, 杨式溥, 朱鸿, 等. 中国及邻区古生代生物古地理及全球古大陆再造[C]//王鸿桢主编.中国及邻区构造古地理和生物古地理.武汉:中国地质大学出版社, 1990:35-38.
Wang Hongzhen, Yang Shifu, Zhu Hong, et al. Palaeozoic biogeography of China and adjacent regions and world reconstruction of the palaeocontinents [C]//Wang Hongzhen(eds.). Tectonopalaeogeography and Palaeobiogeography of China and Adjacent Regions. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1990: 3-34(in Chinese with English abstract).

[79] 程裕淇, 王泽九, 黄枝高,编. 中国地层典·总论[M]. 北京:地质出版社, 2009:48-51.
Cheng Yuqi, Wang Zejiu, Huang Zhigao, et al. Dictionary of China Strata: Pandect [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2009:48-51(in Chinese).

[80] 葛肖虹. 中亚大陆一次重要的板内会聚事件[J]. 地学前缘,1999, 6(4):330.
Ge Xiahong. An important inner-plate convergence event of middle Asia [J]. Earth Science Frontiers, 1999, 6 (4):330 (in

Chinese).

[81] 任收麦, 黄宝春. 晚古生代以来古亚洲洋构造域主要块体运动学特征初探 [J]. 地球物理学进展, 2002, 17(1): 113-120.
Ren Shoumai, Huang Baochun. Preliminary study on post-Late Paleozoic kniematics of the main blocks of the Paleo-Asian ocean [J]. Progress in Geophysics, 2002, 17(1):113-120(in Chinese with English abstract).

[82] Enkin R J, Yang Zhenyu, Chen Yan, et al. Paleomagnetic constraints on the geodynamic history of the major blocks of China from the Permain to the present: a review [J]. Journal Geophysical Research, 1992, 97(10):13953-13989.

[83] 李四光. 地球表面形象变迁之主因[C]//李四光. 地质力学方法. 北京:科学出版社, 1976:1-28.
Lee Siguang. The main reason of topography change of Earth surface [C]//Lee Siguang. Methods of Geomechanic. Beijing: Science Press, 1976:1-28(in Chinese).

[84] Wong Wenhao. Crustal movements and igneous activities in eastern China since Mesozoic time [J] . The Bulletin of Geological Society of China , 1927, 6 (1):9-36.

[85] 赵越, 徐刚, 张拴宏, 等. 燕山运动与东亚构造体制的转变[J]. 地学前缘, 2004, 11(3):319-328.
Zhao Yue, Xu Gang, Zhang Shuaihong, et al. Yanshanian movement and conversion of tectonic regimes in East Asia [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11(3):319-328(in Chinese with English abstract).

[86] 刘健, 赵越, 刘小明. 冀北承德盆地髫髻山组火山岩的时代[J]. 岩石学报, 2006, 22(11):2617-2630.
Liu Jian, Zhao Yue, Liu Xiaoming. Age of the Tiaojishan Formation volcanics in the Chengde Basin, northern Hebei Province [J]. Acta Petrologic Sinica, 2006, 22 (11):2617-2630(in Chinese with English abstract).

[87] 赵越, 宋彪, 张拴宏, 等. 北京西山侏罗纪南大岭组玄武岩的继承锆石年代学及其含义[J]. 地学前缘, 2006, 13 (2):184-190.
Zhao Yue, Song Biao, Zhang Shuanhong, et al. Geochronology of the inherited zircons from Jurassic Nandaling basalt of the Western Hills of Beijing, North China: its implications [J]. Earth Science Frontiers, 2006 , 13 (2):184-190 (in Chinese with English abstract).

[88] Yanshin A L, et al. The Principal Problems of Tectonics of Asia. 27th. International Geological Congress, Reports, V-5, 3-12.

[89] 段吉业, 刘鹏举, 夏德馨. 浅析华北板块中元古代-古生代构造格局及其演化[J]. 现代地质, 2002, 16(4):331-338.
Duan Jiye, Liu Pengju, Xia Dexin. The preliminary research on tectonic pattern and tectonic evolution of Mesoproterozoic - Paleozoic in North China plate[J]. Geoscience, 2002, 16(4):331-338(in Chinese with English abstract).

[90] 郑永飞. 超高压变质与大陆碰撞研究进展:以大别-苏鲁造山带为例[J]. 科学通报, 2008, 53(18):2129-2175.
Zheng Yongfei. A perspective view on ultrahigh -pressure metamorphism and continental collision in the Dabie-Sulu orogenic belt [J]. Chinese Science Bulletin, 2008, 53 (20):3081 -3104 (in Chinese).

[91] 郝天珧, Mancheol S, 刘建华, 等. 黄海深部结构与中朝-扬子块体结合带在海区位置的地球物理研究 [J]. 地学前缘, 2004, 11 (3): 51-61.
Hao Tianyao, Mancheol S, Liu Jianhua, et al. Deep structure and boundary belt position between Sino-Korean and Yangtze blocks in Yellow Sea [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11(3): 51-61(in Chinese with English abstract).

[92] Zhao G C, Cao L, Wilde S A, et al. Implications based on the first SHRIMP U-Pb zircon dating on Precambrian granitoid rocks in North Korea [J]. Earth and Planetary Science Letters, 2006, (251): 365-379.

[93] 马寅生, 崔盛芹, 施炜, 等. 中国东部-朝鲜半岛海陆构造格局及含油气盆地特征[M]. 北京:地质出版社, 2007:35-181.
Ma Yinsheng, Cui Shengqin, Shi Wei, et al. Tectonic Framework and Development of Petroleum Basins in East China -Korean Peninsula[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007:35-181 (in Chinese).

[94] 葛肖虹. 论宁镇山脉推覆构造的特征与形成[J]. 长春地质学院学报, 1987, 17(2):143-154.
Ge Xiaohong. Nappe structures in the Ningzhen Mountains [J]. Journal of Changchun College of Geology, 1987, 17 (2):143-154 (in Chinese with English abstract).

A discussion on the tectonic framework of Chinese mainland

GE Xiao-hong[1,2], MA Wen-pu[2], LIU Jun-lai[2], REN Shou-mai[3],
LIU Yong-jiang[1], YUAN Si-hua[4], WANG Min-pei[2]

(1. *College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun* 130061, *Jilin, China;* 2. *School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing* 100083, *China*; 3. *Strategic Research Center of Oil & Gas Resources, Ministry of Land and Resources, Beijing* 100034, *China;* 4. *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing* 100037, *China*)

Abstract: A new way of thinking is opened up by the generation of the continental dynamic theory and its application to the study of tectonics of Chinese mainland. The Precambrian basement and the South China-Indo-China stratigraphic framework are regarded as the essential factors in the outlining and subdivision of the tectonic framework of Chinese mainland. Nevertheless, it is also necessary to carry out studies of important intracontinental deformation structures such as large scale strike-slip faulting, nappe structures and extrusion tectonics as well as their influence on the tectonic framework formed during and before the Indo-China stage. The properties of the pre-Indo-China tectonic units should therefore be reevaluated through tectonic reconstruction. A study of the tectonic reconstruction of Western China has led the authors to believe that Alxa, Mid-Qilian, Qaidam and northern Qiangtang blocks as well as Tarim plate belong to a unified craton of Xiyu Plate, while Kunlun-Qilian-Qinling ocean plate is not existent. The Early Paleozoic Maijia´er-North Qilian small ocean basin and Late Paleozoic East Kunlun-Animaqing-Jinshajiang faulted depression ocean basin might have resulted from the wedging action of the ridge of Paleo-Tethys ocean, and the environment must have been quite similar to that of the present Red Sea-Aden gulf. This paper deals with some of the basic controversies concerning the tectonic framework of China and its adjacent areas, with an investigation of the tectonic evolution of Chinese mainland in such aspects as the properties and ascription of Alxa and northern Qiangtang blocks, the confirmation of the existence of Western China plate, the tectonic subdivision of the North Asian tectonic domain in China, the Late Jurassic and Early Cretaceous intracontinental deformation and Central Asia extrusion tectonics, the subdivision of Sino-Korean plate and Yangtze-South China plate and the ascription of the southern North Yellow sea and Korean peninsula.

Key words: tectonic framework of Chinese mainland; tectonic reconstruction of intracontinental deformation; tectonic reconstruction; Western China plate; Central Asia extrusion tectonics

---

About the first author: GE Xiao-hong, male, born in 1938, professor, engages in research and teaching of regional structural geology and tectonics; E-mail: gxhbj2004@yahoo.com.cn.