

文章编号: 1006-6616 (2001) 04-0335-11

# 中国及其西南邻区新生代 NW 向 扭动构造体系的成生发展和形成机制

丘元禧

(中山大学地球科学系, 广州 510275)

**摘要:** NW 向扭动构造体系广泛发育于中国西部并向中国东部延伸, 且呈多字型特征, 但在中国东部规模等级较小, 断续相循, 成生活动时期很新 (晚白垩世末至早第三纪以来), 由 NW 向褶皱、NWW 向压扭性走滑、NNW 向扭压性走滑和 NEE 向张扭性走滑组成。偏共轭剪切形成之 NWW 向扭动构造向中西部延伸并复合叠加在西域系 (古河西系) 之上。它是印度板块与欧亚板块会聚在中国大陆板内碰撞效应的产物, 与中国东部和中国西部已经厘定的其他构造体系有着完全不同的应力活动方式。

**关键词:** NW 向扭动构造体系; 偏共轭剪切; 西域系 (古河西系)

**中图分类号:** P552

**文献标识码:** A

## 0 前言

NW 向扭动构造体系在中国西部广泛分布, 并成为中国西部的主要构造体系之一, 以前李四光教授将其称为古河西系, 张文佑教授称它为西域系。

关于中国东部 NW 向压性、压性兼扭性 (简称压扭性) 构造带, 以前吴磊伯先生在讨论大义山式构造时曾提及有些地区也具压扭性, 在江西作调查时他论述过赣西南的前泥盆系中的 NW 向构造。后来在区调普查和地质力学研究中, 在我国东部陆域或海域陆续发现了许多 NW 向压扭性褶皱和断裂, 其中不少对矿产、地震有重要的控制意义, 但又难于归入其他构造体系之中, 从而引起地质力学工作者的广泛关注。许多地质同行对其进行了研究和论述<sup>[1-3, 5]</sup>。20 世纪 80 年代初吴磊伯先生曾嘱作者要重视中国东部 NW 向构造的研究。作者在编制 1:50 万广东省构造体系图时 (1976~1980), 将广泛发育于广东陆域的 NW 向扭动构造作为构造带处理, 而对其构造体系的归属尚未定论, 这一意见得到孙殿卿先生、张炳熹先生和莫柱孙先生的充分肯定。20 年过去了, 随着华南地质工作的深入开展, 特别是近年来在南海北部大陆边缘和广东沿海地区进行科学研究所积累的资料以及对区域构造研究程度和认识水平的提高, 对中国东部 NW 向扭动构造的体系归属和形成机理有了进一步探讨的条件, 吴磊伯先生生前的嘱咐, 作者始终不会忘却, 逐勉力写成此文, 以缅怀吴磊伯先生及以

故的地质力学前辈。

发育于中国东部的 NW 向扭动构造按时空分布特征可划分出几种基本类型和构造归属：存在于前泥盆系或前震旦系中并为泥盆系或震旦、寒武系所不整合覆盖的古 NW 向构造，有可能是某一古构造型式的一个 NW 向片断；存在于我国中部、中南部地区，成生活动历史很长，对建造有明显控制意义的规模较大的 NW 向构造带（泰巴、大别构造带、黔西系、右江系、哀牢山红河断裂系等）是我国西部 NW 向构造带向中部地区的延伸，本文系统阐述的晚白垩世末以来的 NW 向扭动构造体系是在中国东部的这些 NW 向扭动构造连同我国西部的西域系（古河西系）的基础上继承和发展起来的，它常复合叠加在前新生代 NW 向构造带之上并将其加以迁就、改造、利用和归并。

## 1 晚白垩世末新生代 NW 向扭动构造体系的区域展布特征<sup>①</sup>

### 1.1 西中部：自北而南依次主要有如下构造带（图 1）

**1.1.1 阿尔泰 NW 向扭动构造带** 卷入褶皱和断裂构造的地层主要为上古生界和侏罗、白垩系，与褶皱带平行的 NW 向压扭性断裂带被老第三系不整合覆盖而又断切了老第三系。断裂带由 NNW 向（右行）和 NWW 向（左行）一对共轭剪切断裂所组成，以 NWW 向压扭性断裂为主，NWW 向压扭性断裂又叠加在蒙古弧的西翼上。

**1.1.2 北天山、祁连山 NW 向扭动构造带** 在新疆境内自西疆温泉一线往南东一直伸向克塔格山脉。卷入的地层主要是古生界，多数 NW 向压扭性断裂为老第三系所不整合覆盖，说明前新生代该断裂带已存在，但在沿塔里木盆地北缘则见其切断新第三系，说明它控制了新第三系沉积又切断新第三系。进入甘肃省，NW 向扭动构造体系沿祁连山展布，近时期主要沿柴达木盆地南缘活动，断裂带所经之处，既控制了新、老第三系的沉积又切断了新、老第三系。断裂总体走向 NWW，在天水北部呈左行压扭并将老第三系切断，与纬向构造带的一组 NW 向剪切断裂（右行）复合。以上两个构造带，共同组成一系列 NW 向复式隆起与沉降带，主要由（1）东准噶尔山至合黎、在首山区；（2）准噶尔盆地至河西走廊；（3）婆罗科努力至祁连山；（4）塔里木盆地至柴达木和库木库勒盆地等四带组成，它们在 1:250 万中国构造体系图中以斜列式分布的 NW 向新生代盆地及盆地中沉积等厚线的展布表现出来<sup>②</sup>，此外，塔里木盆地西南缘的多字型构造也是近时期成生的。

**1.1.3 昆仑、秦巴、桐柏、大别山 NW 向扭动构造带** 西经新疆和田往东南至甘肃格尔木，东连大巴山、秦岭至大别山、全长近万里。该构造带为一长期反复活动的构造带，沿断裂发育挤压性构造和入字型分支褶皱，显示强烈压扭，并使老地层逆冲于较新地层之上，该构造带有许多段落都控制了白垩—老第三纪断陷，又切断了白垩—老第三系或新第三纪沉积，从断裂侧旁发育的低序次构造判断存在过右行走滑和左行走滑的活动。

**1.1.4 青藏弧形断裂带** 总体是向 NE 凸出的弧形断裂束 自北东而南西依次由祁连山—海原断裂带，昆仑山南缘断裂带，鲜水河、金沙江断裂带及喀喇昆仑、嘉黎断裂带组成，除最南部一条作右行走滑外，其他均作左行走滑。

**1.1.5 黔西系** 发育于黔西南、由一系列 NW 向褶皱和压扭性断裂组成，构造带长 350km，

① 资料主要根据中国东部各省 1:50 万构造体系图及其说明书。

② 1:250 万中华人民共和国及毗邻海域构造体系图说明书。

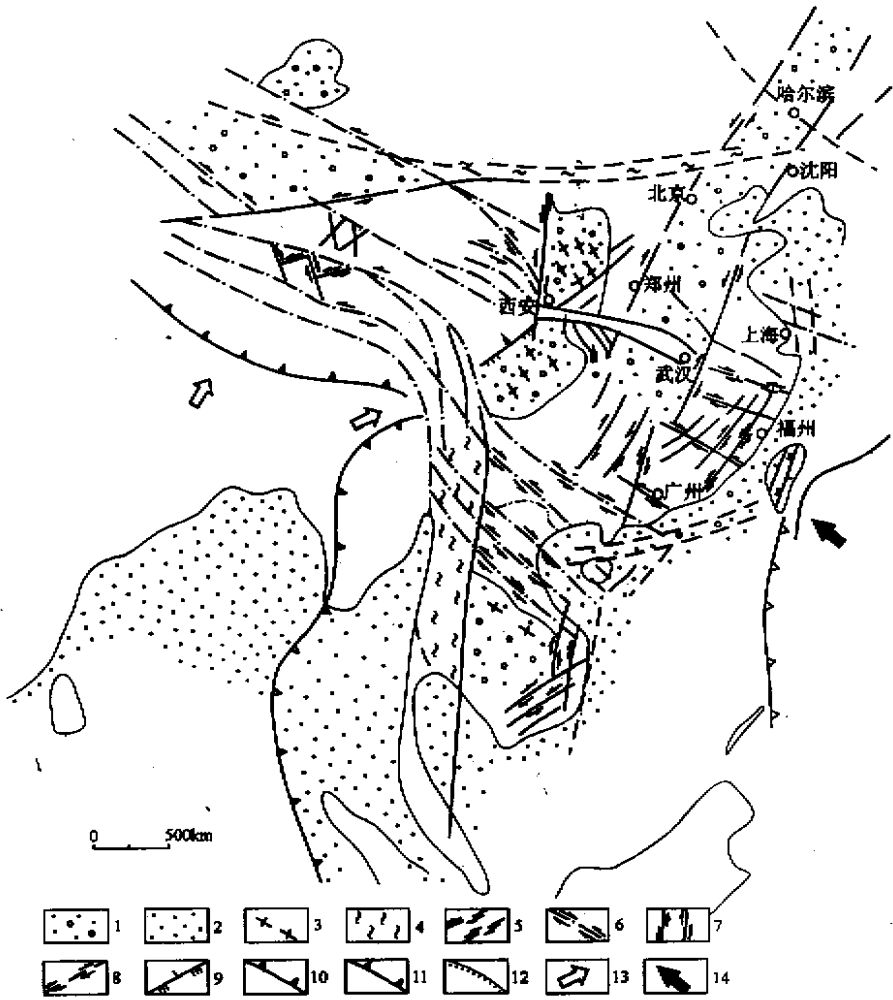


图 1 中国及其西南邻区新生代 NW 向扭动构造体系示意图

(据马杏垣, 马宗晋, 万天丰及 1:50 万各省构造体系图等资料改编)

Fig.1 Sketch map showing distribution of the NW trending shearing tectonic system in China and its south-west adjacent area

- 1. 陆相中新新生代盆地沉积; 2. 近海海相沉积; 3. 晚白垩世末—新生代 NW 向褶皱; 4. 区域性挤压带; 5. NE 向断裂 (左行及右行); 6. NW 向压扭性断裂 (左行及右行); 7. SN 向剪切断裂 (左行, 右行); 8. NEE 向断裂 (左行及右行); 9. 逆掩断裂; 10. 地缝合线; 11. 俯冲带; 12. 不整合线; 13. 印度板块碰撞挤压运动方向; 14. 菲律宾板块运动方向

宽约 150km, 卷入的地层主要为上古生界, 并切断了下中侏罗统, 其主压面为一系列雁列、短轴或弧形褶皱及平行轴向的压扭性断裂组成, 其展布方位总体呈 NW 向, 其南东段弯曲成一个复式反 S 型构造, 平行褶皱冲断层作右行扭动, 与其伴生的 NWW 向扭压性断裂, 切割主压面, 水平断距大于垂直断距, 从断裂侧旁低序次构造和地层水平错位均显示左行扭动; 近 SN 向以水平错位为主作右行顺扭的扭张性断裂以及走向 NE50~60°作左行反扭的压扭性断裂, 黔西系的东南端与广西山字型构造西翼斜接, 进入广西境内, 称巴马、昆仑、清湖 NW 向构造带, 全长约 300km, 由数条 NW320°走向的斜冲断裂所组成, 其中沿断裂带分布

有燕山期花岗斑岩、辉长岩、辉绿岩脉。断层切割古生界、第三系和燕山晚期岩体，并见广泛发育的糜棱岩、片理化、构造透镜体、牵引褶皱和低序次旋扭构造。断裂带有多期活动特征，据乐业、凌云一带断裂侧旁低序次 S 形构造表明它有新的（喜马拉雅期）左行反扭活动叠加在早期（印支—燕山期）的右行顺扭活动之上，其晚期反扭可使 NE 盘向 NW 方向错移 3km ~ 6km。

**1.1.6 右江系** 由右江复向斜及断裂带组成，总体走向 NW315°，长约 300km，宽 20km ~ 50km，卷入右江系的地层主要为中上三叠统并控制了百色红色盆地的展布，平行褶皱轴的断层切断上古生界及三叠系，个别为第三系所复盖而又切断了第三系，第三系沉积前断裂侧旁低序次构造指示作右行顺扭滑动，第三系沉积后断裂则呈左行反扭走滑，沿断裂带地震活动频繁显示其近期的活动性。

**1.1.7 中越边境 NW 向压扭性构造带** 沿滇、桂边境的富宁、那坡、龙州一带自 NW 而 SE，由一系列 NW 向断裂和少数褶皱组成宽大的褶断带，那坡—龙州断裂带为其重要组成部分，往东南进入越南境内，往高平、深山达北部湾海域，全长约 400 多公里，卫星照片上反映十分清楚，略呈反 S 形展布，向 NW 追索进入云南境内见其迂曲折切过寒武系和第三系，沿线普遍见地层直立、倒转和破碎，在富宁—那坡一带并见有众多的印支期基性侵入体，近中越国境线上，NW 向构造推覆体以 10° 的倾角倾向 NE 将泥盆、石炭系逆掩于中上三叠统之上，沿线 NW 向同斜褶皱、层间弯曲、片理、劈理、糜棱岩屡见不鲜，部分断裂在龙州附近为下白垩统所不整合覆盖，但多数断裂又切断了第三系，其多期活动显示不同的扭动方向。如富宁入字型构造由第三系组成的小褶曲，其轴与主干断裂相交锐角指向 NW，凭祥帚状构造外旋呈左行反扭并切断白垩系、第三系，表明那坡断裂于喜马拉雅期作左行走滑；而其他旋扭构造由泥盆系—中三叠统组成、形成于印支末期或燕山期，断裂作右行扭动。

上述 NW 向扭动构造带，是我国西部 NW 向压扭性构造带向中东部地区的延伸，都具有长期反覆活动的历史，对建造有明显的控制作用，印支—燕山期有过右行顺扭走滑和左行反扭走滑。喜马拉雅期早第三纪时有过右行顺扭走滑，晚第三纪以来（红河断裂带在 37Ma ~ 5Ma 以前）则为强烈左行反扭活动。

**1.1.8 印支半岛上的 NW 向扭动构造带** 主要表现为自北而南由哀牢山—红河断裂带（北）至 Wang chao 断裂（南）等五条 NW 向压扭性断裂带，就其断裂的滑移方向和所属的构造应力场，分析如下：

Wang chao 断裂：30Ma 以前作左行走滑，属于近 EW 向构造应力场共轭剪切中一组剪切走滑断裂；30Ma 以后作右行走滑，属于近 SN 向构造应力场共轭剪切等中一组剪切走滑断裂<sup>[6]</sup>。

哀牢山、红河断裂：其西北端进入滇藏三江地区，中段在越南境内东南段进入北部湾并控制莺歌海盆地，在云南和越南北部，宽 10km ~ 20km，沿线发育变质带，从洱海延至河内长约 800km<sup>[7,8]</sup>，钟大赉等的研究，证明自 37Ma ~ 17Ma 期间有过大规模左行走滑，5Ma 以来又转为右行走滑<sup>[8]</sup>。在印支半岛的北、中、南三部，均可见到挤压主应力方向为 NE—SW 和 NEE—SWW 应力场，表现为走向 NNW 左行和近 NS 向右行共轭剪切。

应该强调指出，当 Wang chao 断裂在 30Ma 以后作右行走滑时，其北侧的哀牢山—红河断裂带均作左行走滑，由此使两断裂所夹之地块自 NW 向 SE 挤出，当鲜水河—金沙江，哀牢山—红河断裂带在 5Ma 时作右行走滑时，其北侧之青藏高原北东部分之弧形断裂仍作左行走滑，由此使夹于其中的滇藏三江地块自 NW 向 SE 逸脱。

上述由 SW 向 NE 扩展的构造逸脱反映了印度板块不断向北推进时，南北缩短、东西伸展的变形亦自南向北发展，从而使地块自 NW 向 SE 逸脱、挤出现象也自 SW 向 NE 发展。这是一个递进变形过程。它说明 NW 向扭动构造体系的形成与发展是印度板块与欧亚板块碰撞挤压在板内的持续效应，它是随板块的碰撞的发展而发展的。

## 1.2 中国东部

自大兴安岭、太行山至北部湾一线以东，也发育晚白垩世末—新生代的 NW 压扭性构造带，但规模较小，断续相循，并以断裂为主。据不完全统计，现将其主要构造带简述于后：发育于中国东部陆缘带，北自黑龙江、吉林、大小兴安岭、经太行山麓东南至海南岛，向东乃至渤海、黄海、东海仍有其踪迹可寻，其中较具规模者自北而南依次如下：

**1.2.1 扎鲁特旗—扶余—辉春 NW 向构造带** 分布于吉林省内，斜贯松辽盆地及其两侧，由扎鲁特旗—科左右旗，科右中旗—辽源，扶余—崇善和春阳—辉春三条断裂带组成，其总体走向呈  $NW320^{\circ} \sim 300^{\circ}$ ，大体每隔 100km ~ 150km 出现一条密集的构造带，其长度可达 130km，一般几十公里，破碎带宽度数十米至几公里，构造带的组成除部分地区发育褶皱外，总体以断裂为主，这些断裂以其夹持有近平行的褶皱，沿线发育强烈压碎岩、挤压片理、构造透镜体、逆冲断层侧旁入字型构造、斜冲擦痕而显示强烈的压扭。有过右行顺扭，是否尚有后期左行反扭的叠加，尚需进一步工作。它切过侏罗系、白垩系和第三系，有时控制第四纪玄武岩喷溢、第四系沉积和地震活动，就其展布范围和连续性而言，NW 端接近蒙古弧斜切大兴安岭、松辽平原、张广才岭乃至朝鲜半岛的东北侧仍有其踪迹可寻，其规模等级实冠东北三省之首。

**1.2.2 苏南 NW 向逆掩推覆构造带** 在溧水、宜阳、无锡、常熟、太湖一带，在古生界及三叠系中见有 NW 向褶皱横跨于 NE 向基底构造之上，由走向  $NW320^{\circ} \sim 300^{\circ}$  的逆掩断层和直立岩带等组成<sup>[3]</sup>，其构造透镜体岩块也是由张性构造角砾岩组成，显示先张扭后压扭的特点，其后期断裂侧旁的牵引褶皱（如常熟虞山）指示作左旋反扭滑移。

**1.2.3 东海、南黄海的 NW 向扭动构造** 东海的 NW 向构造主要分布于东海海域的新华夏系西部隆起带以及东部凹陷带的中部，以横跨形式出现于第三系中。据地震勘探资料，平行于褶皱轴向的断裂具有斜冲性质。既有右旋走滑也有左旋走滑，在南黄海也存在 NW 向和 NNW 向的压扭性构造。

**1.2.4 闽粤琼沿海** 福建北部的宁德—松溪断裂带控制了侏罗系和第三系的展布，据福州大学施满堂对闽北 570 矿区实地考察，NW 向构造发育在上侏罗统火山杂岩之中，表现为三条走向  $NW320 \sim 330^{\circ}$ ，呈右行斜列的压扭性断裂，破碎带宽数米，显微镜下见石英斑晶被挤压成透镜体，具波状消光，并见大量构造透镜体，为千糜岩所包裹，断裂作左行滑移，该组构造在沿海火山岩及侵入体中极为发育；位于闽中的清流—安溪构造带是福建省最主要的 NW 向扭动构造，沿断裂带地层产状陡立、强烈扭曲倒转、劈理、糜棱岩、片理化岩、屡见不鲜，断裂侧旁的牵引褶皱指示作右行走滑。在闽中泉州—永安一线，NW 向断裂控制了红色小盆地和燕山期小岩体。闽西南的上杭至闽南的漳州也分布有 NW 向扭动构造，对白垩系和第三系有明显的控制作用，喜马拉雅期小岩体也沿其中分布。

广东境内及海南岛的 NW 向扭动构造，在编制 1:50 万构造体系图时，作者曾将其划分为七个构造带，其中成生活动时期很新的占 6 个<sup>①</sup>，近年（1997 ~ 2000）作者对广东沿海

① 广东省地矿局区域地质调查队，1981，广东省 1:50 万构造体系图及其说明书。

NW 向构造的研究又有了一些新进展<sup>①</sup>，认为粤琼两省境内成生活动时期较新的 NW 向扭动构造基本特征概述如下：

(1) 以断裂为主，主要为脆性断裂，陡倾、缓倾均有，沿断裂带常发育压碎岩、糜棱岩、硅化岩和构造角砾岩，其主压面为 NW 走向，常见与其相伴的构造有 NNW 向右行扭压面，NWW 向左行压扭面以及 NE—NEE 向右行张扭面。

(2) 有较多压扭性逆冲断层叠加在早期张性或张扭性断裂之上，但在近期又经常有后期张性或张扭性断裂叠加其上，反映出与新华夏系构造在时间上的互换性；

(3) 断裂成生活动时期很新，叠加在燕山晚期花岗岩上和切割白垩系及新老第三系，其中呈左行反扭的压扭性断裂成生活动时期应在早更新世以来、其时代标志除切断新、老第三系外，尚切断新生代基性岩脉（基性岩脉 K—Ar 同位素年龄为  $52.62\text{Ma} \pm 1.05\text{Ma}$ ）。

## 2 晚白垩世末、新生代 NW 向扭动构造的构造组合型式和体系归属

### 2.1 NW 向扭动构造具有多字型的构造组合型式

其主要构造成分为 NW 走向的褶皱和逆冲断面，近 SN 向（或 NNW 向）和 NWW 向共轭剪切系以及 NEE 向的张裂，从区域上看，自阿尔泰山、北天山、祁连山乃至昆仑、秦巴、大别 NW 向扭动构造自 NW 向 SE 呈右行斜列，和中国东部的新华夏系是左行雁列正好相反。应该指出的是它的一对共轭剪切系并非均匀地发育，而是 NWW 向一组较发育，即属于偏共轭剪切<sup>②</sup>。虽然总体呈多字型构造型式，但由于边界条件的变化以及发展阶段的不同，这种多字型、共轭剪切系的具体表现形式还有诸多变化；例如在新疆塔里木盆地南北两侧，NWW 向左行反扭扭动构造是叠加和利用了原纬向构造带的一组 NW 向扭裂或古河西系；进入青藏高原由于受到原地块边界条件的制约，印度板块的碰撞挤压，形成了围绕青藏地块具有反 S 型特征的 NW 向弧形压扭旋回构造面；在中国东部 NW 向扭动构造则多呈直线型、规模变小，断续相循，远没有中西部地区那样连续和强大，而且比较散漫。

然而，尽管这一时期的 NW 向扭动构造在不同地区有这些差异，但仍然有其共性，即其构造共生组合总体反映其现位呈 NE—SW 向挤压的构造应力场。

### 2.2 构造应力场特征

NE—SW 向挤压的构造应力场不仅表现在上述 NW 向扭动构造及其共轭剪切系的存在，而且反映在整个区域构造变形场上。万天丰搜集了 275 幅区域地质调查资料，根据白垩系、古新统、下始新统及其下伏岩系与四川期褶皱资料，统计了 1806 个大中型纵弯褶皱和 271 个节理观测点，将整个中国分成 38 个地区进行研究（图 1），求出中国东部在这一时期（K—E<sub>2</sub>，135Ma~52Ma）构造应力场的最大压应力轴（ $\sigma_1$ ）的优选产状为 NE29°/20°，中间应力轴（ $\sigma_2$ ）为 NW301°/20°，最小主压应力轴  $\sigma_3$  为 SW290°/88°，这就显示了白垩纪—早第三纪时 NW 向构造变形场（现位）的区域性展布<sup>[5]</sup>。

### 2.3 成生时期

区域上这套 NW 向扭动构造自晚白垩世末、早第三纪以来可划分出前后二期构造：其主

① 广东省科委重点科研项目。广东省沿海环境地质与灾害防治研究报告。

② 国家地震局地质研究所。莺—琼盆地构造复合及其与油气关系的研究。1998。

压面早期呈右行走滑，在区域上经常控制了第三系的断陷沉积（如右江盆地等）；晚期发生在下第三系沉积之后，断裂呈左行压扭并切断了下第三系红层。

综上所述，晚白垩世末、早第三纪以来的NW向扭动构造，不仅在空间上具有区域性展布，具有多字型的构造型式，而且继承原有的构造成分，偏共轭剪切的现象十分突出，以NW或NWW向的扭动构造得到特别强大的发展；在华南区表现为先期为右行顺扭、压扭或张扭（东部地区因与新华夏系横向张裂复合常表现为张扭），后期为左行反扭，在中西部地区它继承了原先已有的西域系（古河西系），在东部地区则经常与新华夏系横向张裂相复合，或与纬向系和SN向构造的一组扭裂面相复合。在印支半岛及滇藏三江地区由于靠近印度板块，印度板块的碰撞与挤压所造成的后期构造逸脱十分显著，NW向扭动构造随着递进变形的发展，走滑方向可能发生多次（左行或右行）转换，构造逸脱和挤出的现象十分显著，这种现象波及我国华南和东部地区。

根据上述NW向构造带的时空特征、构造带的组成和构造组合规律及其反映的应力活动方式，它不可能归属于我国东、西部地区已经鉴定出来的任何一个构造体系，应该是拟议中的一个独立的构造体系。考虑到它大体具有与我国西部地区西域系（古河西系）相同的构造走向，但其形成活动时期很新，分布区域广阔，建议命名为中国及其西南邻区新生代NW向扭动构造体系。

### 3 形成的力学机制

#### 3.1 根据构造形迹反演构造体系形成的力学机制

(1) NW向扭动构造体系的多字型排列反映其形成的力学机制是右行水平SN向力偶作用形成的（剪切扭动），NW向右行扭动构造体系是由NW向褶皱和右行斜冲断层以及两组共轭系等组成（图2a）。

(2) NW—NWW向左行剪切和NNW至近NS向右行剪切共轭系的存在反映存在NE—SW和NEE—SWW向挤压的区域构造应力场，它说明当NS向力偶作用派生了NE—SW向区域挤压应力场，后阶段的NWW向左行扭断裂，叠加在早期的主压面斜冲右行压扭断裂之上、右行多字型构造之上（图2b）。

(3) 在递进变形过程中，后期发生的NW—NWW向扭动构造体系转化为以走滑为主的构造带，走滑方向亦由原来的左行转变为右行，反映出由于印度板块持续向北碰撞挤压，由SN缩短转化为EW方向的伸展由逆冲转化为走滑，伴随碰撞挤压由南向北发展，构造挤出亦由南向北转换为走滑和右行。印度板块与欧亚板块的碰撞体系后期发展为旋扭构造体系，即青藏滇缅印歹字型旋扭构造体系，此时新生代NW向扭动构造体系在歹字型展布地区已为其所归并（图2c）。

#### 3.2 力源之追索

晚白垩纪末—早第三纪以来印度板块与欧亚板块之碰撞挤压为NW向扭动构造体系形成之力源，根据印度洋大洋中脊之磁条带可以重建印度板块自60Ma以来之运移方向。45Ma以来印度板块向欧亚板块运动之方向虽然有时趋于SN向，但总体是向NE—NNE向前进（图3a及3b），这正是中国板内在这一历史时期形成NE—SW至NEE—SWW向挤压之力源，也就是形成本体系的力源。

#### 3.3 模拟实验之检验

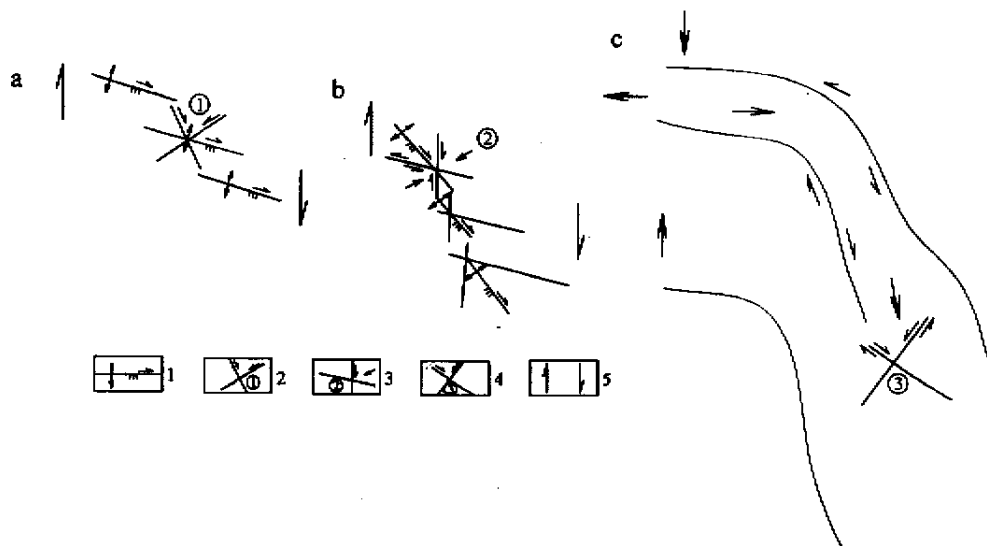


图 2 右行 SN 向对扭递进变形过程中各阶段构造形成与发展

Fig.2 Sketch showing each stage of the tectonic formation and tectonic evolution in the progressive deformation caused by dextral couple in north-south direction

- 1. 右行压扭性斜冲断层和褶皱;
- 2. 递进变形第一阶段共轭剪切系;
- 3. 递进变形第二阶段共轭剪切系;
- 4. 递进变形第三阶段共轭剪切系;
- 5. 右行 SN 向对扭

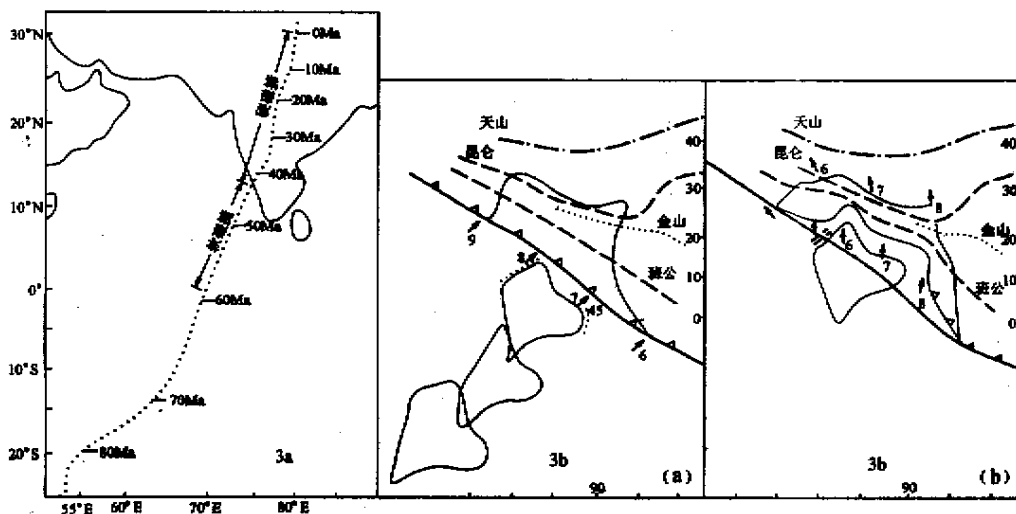


图 3a 印度板块白垩纪至新生代运动方向 (据 Lee T Y 等, 1995)

Fig.3a Map showing the movement direction of India plate since the Cretaceous

图 3b 印度板块在不同历史时期运动方向<sup>[11]</sup>

Fig.3b Map showing the movement direction of India plate in different geological periods  
(a) 前中始新世;(b) 晚渐新世 (30Ma)



最早进行这一模拟实验的是 Tapponnier，他的著名的用长方形钢板嵌挤入塑性很大的实验材料中，实验分二个发展阶段，即初始的对接挤压阶段（代表印度板块刚刚与欧亚板块对接），在模拟材料中可见在对挤的北侧发育一对共轭剪切 NW 向（右行）和 NE 向（左行）（图 4）<sup>5]</sup>。李思田也做了模拟实验，实验表明只要模型底部存在可以滑动的软层，原来已有的 NNE 向断裂就可发生右行张扭性裂隙，结合中国区域地质条件分析表明只要存在软流层或允许基底滑移，印度—欧亚大陆碰撞就可影响到中国东部并沿着中国东部先成 NNE 向断裂发生右行滑动<sup>12]</sup>。这和中国东部 NNE 向断裂作右行张扭性活动相符。Tapponnier 模拟实验的第二阶段用钢板楔入北侧塑性很大的实验材料之中，引起 SWW—NEE 向的挤压应力而形成 NEE 向的右旋张扭和 NWW 及 NNW 向一对共轭剪切，NWW 向作左旋压扭，NNW 向作右旋扭压。要说明的是按照 Tapponnier 的模拟设计，模型的东面完全是自由面，因而实验材料可以自由地被挤出并可使地块作大规模的顺时针旋转。按照他的模拟实验，原先第一阶段的 NEE 向左旋走滑断裂（相当于阿尔金山式断裂）经地块作大角度的顺时针旋转后，在第二阶段可转成 NW 向，因而仍然是左旋走滑，Tapponnier 认为红河断裂系始终作左旋走滑可能与此模拟实验有关<sup>7]</sup>。但是，实际上在它的东面由于菲律宾板块的存在，印支半岛的向东南挤出是受到限制的，还有他没有考虑到受挤压后的隆起，很大一部分沿走向的挤出已为隆升所补偿，从而也影响到走滑挤出的分量。如果我们对 Tapponnier 的模拟实验的边界条件作适当的修改，那么印支地块就不可能作那么大的转动和有那么大的走滑挤出量，这样就可能导致后期的 NW 向左行反扭叠加在早期 NW 向右行顺扭之上，而这个时候的压应力的方向先是近 SN 向，后是 NEE—SWW，它和实际上存在于华南的早期 NNE 向右行张扭，后期 NEE 向右行张扭、特别是 NEE 向张扭性的南海系，52Ma 以来沿 NEE 向的基性岩脉侵入以及震源机制解所反映的区域构造应力场是完全一致的。

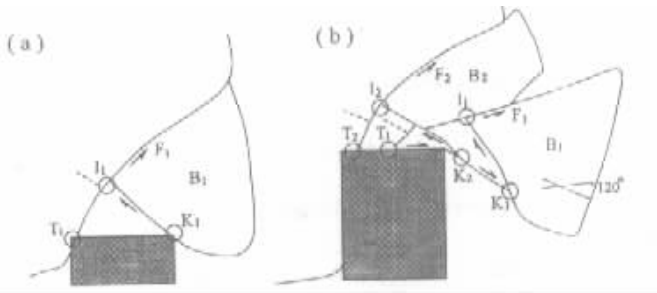


图 4 挤入实验中中层的逐渐发展

（据 Tapponnier, 1983）

Fig.4 Figure showing the progressive development of faults in the coupresional model

按 Tapponnier 的意见：图 4 中  $F_1$  经挤出和地块旋转至 NWW 方向时仍作左行走滑

综上所述，晚近时期中国东西部这组 NW 向压扭性构造带是印度板块与欧亚板块碰撞时在板内所产生的碰撞构造体系，应该独立建系，对中国西部这套构造，李述靖曾命名为新西域系<sup>[13]</sup>，徐新曾命名为中亚系<sup>[13]</sup>，周济源命名为中河西系<sup>[13]</sup>。考虑到它的生成活动时代很新，建议命名为新生代 NW 向扭动构造体系。但我们命名的构造体系不限于我国西北部地区，而是涉及整个中国，而且扩展到印支半岛，而在中国东中部则断续分布；在西部它常常

叠加复合在原来的古河西系或西域系之上。但就其形成的力学机制和构造背景而言,它们是一个统一体、东西部是一脉相承的,但是东西部又是有差异的:东部地区 NW 向扭动构造体系之所以没有西部那样的规模和连续,因为板内的碰撞效应在东部地区由于受到了已有强大的新华夏系和似新华夏式伸展盆海系阻挡<sup>[14]</sup>,应力的传播受到了限制,因而表现为断续相循;而自 SW 向 NE (自印支滇藏三江地区向我国华南华北地区)其形迹发育强度和构造应力场逐渐减弱,这与距离力源的远近和碰撞效应的减弱有关。

必须指出的是:新生代 NW 向扭动构造体系是一个活动构造体系,它不仅在中国西部而且在中国东部许多地方都是控制地震的构造带,加强对它的研究,对地震预报、城市工程建设和区域构造稳定性的评价具有重要的意义;受它控制的地震带不仅发育于中国西部而且发育于中国东部,如河北磁县 NWW 向南山村-岔口活动断裂<sup>[15]</sup>,华北东南部介休-新乡-溧阳 NW 向新生地震构造带<sup>[16]</sup>、闽粤台 NWW 向最新构造带<sup>[17]</sup>,在新生代以来某一历史时期都可能属于 NW 向扭动构造体系控制了历史和现今地震的展布和发展趋势。二是在远离印度板块的我国东北地区, NNE 向的右行张扭断陷及 NW 向压扭扭动构造体系在一些地区反而得到较强大的发展,而且其成生时期远在印度板块与欧亚板块对接以前即已开始而持续至新生代,应该说这些 NNE 向右行断陷的形成与发展,以及由此而派生的低序次的 NW 向扭动构造体系是与印度板块的碰撞没有关系的,而与早期形成的新华夏系陆缘造山带在后造山期伸展(即似新华夏式伸展盆海系)的右行扭动有关。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 邵云惠. 试论我国东部的 NW 向构造及其理论意义 [ J ]. 地质科学院 562 队集刊, 1980, ( 1 ): 19 ~ 27.
- [ 2 ] 丘元禧. 广东的 NW 构造 [ J ]. 中国地质科学院地质力学研究所所刊, 1982, ( 3 ): 179.
- [ 3 ] 孙岩. 苏南地区 NW 压性构造的确立 [ J ]. 中国地质科学院 562 综合大队集刊, 1977, ( 6 ): 105 ~ 126.
- [ 4 ] 马杏垣, 刘和甫, 王维襄, 等. 中国东部中生代裂陷作用和伸展构造 [ J ]. 地质学报, 1983, 57 ( 1 ): 22 ~ 32.
- [ 5 ] 万天丰, 朱鸿. 中国及邻区白垩纪-早始新世构造应力场 [ A ]. 见: 王鸿祯主编: 中国及邻区构造古地理及生物古地理 [ C ]. 北京: 中国地质大学出版社, 1990. 230 ~ 244.
- [ 6 ] Rangin P H, Huchon. x. Lapichon et al Cenozoic Information of Central and south vitnam [ J ]. Tectono physics, 1995, 251 : 179 ~ 196.
- [ 7 ] Tapponnier, Peltger G, Amijo A. 印度和亚洲之间的碰撞机制 [ A ]. M. P. 考活德, A. C. 里期编“碰撞构造” [ C ]. 1990. 46 ~ 68.
- [ 8 ] LeLoup P H, Urs Scharer, Zhong Dalai, et al. The Ailao shan-Red River shear Zone ( Yunnan, China ), Tertiary Transform Boundary of Indo China [ J ]. Tectonophysics, 1995, 251 : 3 ~ 84.
- [ 9 ] 马宗晋, 张家声, 汪一鹏. 青藏高原三维变形运动学的时段划分和新构造分区 [ J ]. 地质学报, 1998, 72 ( 2 ): 211 ~ 227.
- [ 10 ] Tung. Yi-Lee, Lawrence A. Lower. Cenozoic Plate Reconstruction of Southeast Asia [ J ]. Tectono Physics, 1995, 251 ( 1 ~ 4 ): 85 ~ 138.
- [ 11 ] JoHn F D, Stephem, Walter C, Pitmun E. Tectonic Evolution of India Eurasia Collision Zone [ J ]. Eclogaot geol Holve, 1589, 823 : 713 ~ 716.
- [ 12 ] 李思田, 路凤香, 林畅松, 等. 印度-欧亚大陆碰撞效应模型分析 [ A ]. “中国东部及邻区中, 新生代盆地演化及地球动力学背景” [ C ]. 北京: 武汉: 中国地质大学出版社, 1997. 213 ~ 223.
- [ 13 ] 王治顺, 等. 构造体系各论 [ M ]. 北京: 地质出版社, 1999. 195 ~ 208.
- [ 14 ] 丘元禧. 似新华夏式伸展盆海系的基本特征及其形成演化的力学机制 [ J ]. 地质力学学报, 2001, 7 ( 1 ): 1 ~ 8.
- [ 15 ] 江娃利, 张英礼. 河北磁县 NWW 向和南山村-岔口活动断裂带活动特征与 1830 年磁县地震 [ J ]. 地震地质, 1996, 18 ( 4 ): 349 ~ 556.

- [ 16 ] 徐杰, 王若柏, 王春华, 等. 华北东南中介休—新乡—溧阳北西向新生地震构造带 [ J ]. 地震地质, 1997, 19 ( 2 ): 125 ~ 133.
- [ 17 ] 华福志, 袁又申, 范国胜. 闽粤台北西西向最新构造带与大震构造背景 [ J ]. 地震地质, 1990, 12 ( 2 ): 183 ~ 192.

## MECHANISM AND OWNERSHIP OF TECTONIC DOMAIN OF THE CENOZOIC NW-TRENDING SHEAR TECTONIC SYSTEM IN CHINA AND ITS SOUTH WEST ADJACENT AREA

QIU Yuan-xi

( *Geoscience Department of Zhongshan University, Guangzhou 510275, China* )

**Abstract** : The Cenozoic NW-trending compress-shearing tectonic system is well-developed in the west China and extends intermittently to the east China. Although the NW-trending tectonic system consists of NW striking folds, WNW and NNW trending compress-shearing faults as well as NEE trending tensional-shearing faults, the tectonic direction is better developed in the WNW because of the effect of partial conjugate shearing. The formation of the Cenozoic NW-trending System, which usually is superimposed on the Paleo-Hexi System or “ the West Domain System ”, is related to intraplate deformation resulting from the collision between the India Plate and the Europe-Asian Plate since the end of the Late-Cretaceous or the Eocene.

**Key words** : Cenozoic NW compress-shearing tectonic system ; partial conjugate shearing ; tectonic system of collision