

论四川挽近构造体系及其发展特征

赵友年 赖绍民

(四川省地质局)

易明初

(中国地质科学院地质力学研究所)

摘 要

四川最强烈的挽近构造活动时期至少有三次。第一幕在新、老第三纪之间,第二幕在新第三纪与早更新世之间,第三幕在早、中更新世之间。它们各控制多种构造带或构造体系的活动,经过错综复杂的演变过程,最后铸成四川复杂的地质构造轮廓和山川地貌景观。挽近时期进一步活动的构造型式有:东西向构造带、南北构造带、棋盘格式构造、新华夏系、青藏系及旋扭构造等。各构造带的发生演变及成生顺序所反映的构造应力场及其转变方式颇有规律。总体看来,南北向挤压作用在先,东西向挤压作用在后。

塑造在四川地壳上的构造图象,是长期地质演化的结果。但形变最广泛而强烈的时期,首推晋宁、印支和挽近三场构造运动。晋宁运动产生雏型,印支运动奠定基本格架,挽近运动仍在继承、改造和发展中。研究复杂的挽近构造体系及其发展规律,对于认识四川地壳的演化、找矿以及解决工程地质和地震地质问题都具有重要的实际意义。

挽近(Nenid)的时间含义,与苏联学者所讲的“新构造运动”大致相等^[1],概指新第三纪以来的地质时期。相应时期的构造运动本文称“挽近构造运动”。

四川地区挽近建造特征如下表:

第四系	全新统	冲积层为主	未变形
	上更新统	江北砾石层	冲积层为主, 未变形
	中更新统	雅安砾石层	冰水沉积层为主, 基本未变形
	~~~~~挽近C幕~~~~~		
	下更新统	昔格达层	冰碛和间冰期沉积, 弱形变
~~~~~挽近B幕~~~~~			
第三系	上第三系	泥质建造、含煤建造	弱形变—强烈形变
	~~~~~挽近A幕~~~~~		
	下第三系	磨拉石建造、碎屑岩建造、含盐建造、喷出建造,	强烈形变

上述挽近建造中,上、下第三系之间,下更新统与上第三系之间以及中、下更新统之间的强烈构造变动,作者自下而上分别称为挽近构造运动A幕、B幕和C幕。

## 一、挽近构造体系划分及其特征

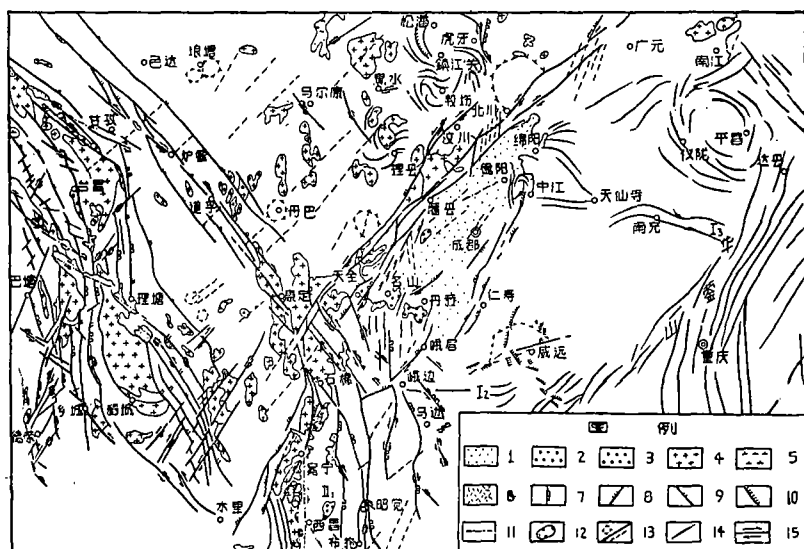


图1 四川省挽近构造图

- 1.第四系盆地 2.上第三系盆地 3.下第三系盆地 4.酸性侵入岩 5.中性侵入岩 6.基性侵入岩  
7.经向系压性断裂 8.新华夏系压扭性断裂 9.青藏系压扭性断裂 10.旋扭构造, 扭裂 11.隐伏断裂  
12.飞来峰 13.卫片解译的圆形构造及线性构造 14.褶皱带 15.空心箭头示纬向挤压派生的扭动方向,  
实心箭头示经向推挤派生的扭动方向

Fig.1 Tectonics from the Tertiary period to present in Sichuan.

### 1.东西向构造带

主要发育于四川盆地, 约每隔纬度 $1^{\circ}$ 见一个带, 自南而北有叙永—筠连( $28^{\circ}20'$ )、沐川—峨边( $29^{\circ}20'$ )、南充—中江( $30^{\circ}20'$ )、广元—南江( $31^{\circ}20'$ )等东西向构造带。它们主要由舒缓褶皱组成, 侏罗系、白垩系和部分下第三系卷入褶皱, 其中一些带在震旦亚代已开始出现, 经长期发展, 挽近A幕运动成型。

### 2.经向构造

川滇南北带, 展现在 $102^{\circ}$ — $103^{\circ}30'$ 之间, 震旦纪中产生雏型。整个古生代沿安宁河一线是一个南北狭长的隆起区, 惯称“康定地轴”。其东西两侧相辅而行的坳陷带约于晚三迭世早期形成, 印支运动使中三迭统及其以下地层发生南北向褶皱, 以安宁河、雅砻江冲断裂带系统为代表。此时, 川滇南北带轮廓清楚地展现出来。尔后在走向南北的槽地、盆地中, 覆盖了晚三迭世煤系及侏罗、白垩和下第三系红层。这时挽近A幕构造运动发生, 这些地层连同以下地层再次强烈褶皱, 一切老断裂重新复活, 从此川滇南北带成熟定型。

第四纪以来, 南北向老断裂显示出强烈的活动性, 控制了山脉、水系走向及第四系的分布。第四系堆积速度快, 厚度大, 有的地方达1800米(西昌西)。下更新统昔格达组普遍变形 其中南北向褶皱、小型冲断以及近东西向的张性破裂和北东、北西的共轭扭裂等, 均一致指示主断裂的压性活动特点。中上更新统及全新统中也常见到一些与上述力学性质相同的破裂现象。沿断裂有线状分布的温、热泉。断裂带在卫星象片上反映清晰, 有的地段还能看

到相当宽的破碎带。沿马尔康、康定、冕宁一线，西昌、元谋一线，峨边、烟峰一线存在南北向重力梯度带。计算表明，这里也是重力异常带，又是莫霍面深度变异带，这些带之间的地壳块体也多近南北走向，与地表构造相吻合，证明南北构造带影响地壳深度超过47—62公里*。历史地震震中也都在此断裂带上或附近。

川黔南北带：主体展布在贵阳至遵义一线。四川盆地南、东南的部分乃是其向北的延续。位于东经 $105^{\circ}30'$ — $108^{\circ}12'$ 之间，东支由梳状褶皱和部分冲断层组成；西支为舒缓褶曲，因受新华夏系限制略呈弧型。它们发育在侏罗、白垩及下第三系之中，挽近A幕运动成型。

岷江断裂带：该断裂带成生于三迭纪末的印支运动。最初可能是摩天岭东西带的张性断裂，尔后转化为南北向的压性断裂带。该断裂带在挽近时期，尤其在第四纪有强烈活动。它控制着岷江走向，分割东西地貌，成为高原草地和崎岖山地的分野。近年来的水准测量资料也说明断裂东侧相对西侧抬升，岷江两岸阶地也反映相应的不对称性，上第三系与第四系盆地受断裂制约。上第三系中发育有走向南北的褶曲与断裂，断裂切割第四系的现象屡见不鲜，沿断裂带尚有温泉分布，南端常发生地震。

### 3. 共轭扭断裂—棋盘格式构造体系

川西地区发育两组强大的扭性断裂，一组走向北西、北西西；另一组走向北东，北北东。

北西向一组有邓柯—甘孜断裂带、鲜水河断裂带、乾宁—康定断裂带、折多塘—磨西断裂带、白玉—理塘断裂带、亚日贡—乡城断裂带、奔子栏—尼西断裂带、阿坝—米亚罗断裂带、松岗断裂带等。

北东向一组有康定—麦日断裂带、乾宁—八衣绒断裂带、查卜西—日雨断裂带、巴塘断裂带、果洼—安孜断裂带、龙日坝断裂带等。这些断裂带的共同特征是：

各断裂带由许多彼此平行但不相连的断裂组合而成，它们之间的间距为80—100公里，断裂带中各条断裂的间距一般为80—100米。

北东向一组呈多字型雁列，北西向一组呈反多字型雁列。由断裂所控制的第四纪盆地也具有相同的组合排列形式。

断裂面相当陡立，一般倾角 $60^{\circ}$ — $80^{\circ}$ ，具有显著的扭性特征，北西向一组作反时针扭动，北东向一组为顺时针扭动。穿越断裂带的各水系同向蛇曲、跨断层小三角、短基线测量的形变场与位移场也反映出上述扭性特征。

各断裂带多处切割第三系和第四系以及其他构造形迹，表明棋盘格式构造体系乃是挽近C幕构造运动以来发展起来的最新构造型式。

棋盘格式构造带中许多断裂带是强烈地震活动带。1786年康定地震( $M_s = 7\frac{1}{2}$ )、1948年理塘地震( $M_s = 7\frac{1}{4}$ )、1955年康定折多塘地震( $M_s = 7\frac{1}{2}$ )、1973年炉霍地震( $M_s = 7.9$ )等是北西向一组断裂活动的结果。各形成几十公里长的地震、鼓包带。这些鼓包、地震总体

* 晏贤富，云南及其邻区深部构造。

组合指示断裂反扭。1970年巴塘地震( $M_s = 7\frac{1}{4}$ )、1967年仁寿地震( $M_s = 5\frac{1}{2}$ )是北东向一组构造活动的结果。其地震总体组合指示断裂为顺扭。

对卫星照片进行系统解译,不但证实前述各断裂带的存在,且相同影象特征的线性构造数量以及展布的范围更多更大。

此外,旧有的北东、北北东与北西、北北西向断裂普遍被棋盘格式断裂利用、改造,例如:印支运动成生的华夏系构造的北东向断裂,象龙门山区的茂汶断裂、北川—映秀断裂等等,新华夏系龙泉山断裂带,华蓥山断裂带等,晚近时期以来尤其第四纪至现今,表现出显著的顺扭活动。这种活动方式与华夏、新华夏系自身特有的活动方式是相反的,其顺扭显然不是它们自身活动的结果,而是另外一次构造运动的作用。从本质上说来已属于棋盘格式构造活动的反映,是利用与被利用、改造与被改造的关系,这种活动相当于北东向一组扭断裂的顺扭剪切运动。

早期成生的青藏系或弧形构造体系西翼等体系的北西向断裂,原有活动方式皆是顺扭的,第四纪至今发生强烈的反扭活动,亦是棋盘格式构造所附加的。

棋盘格式构造的两组剪切力偶组合,其主压应力作用方向是东西向的。故该棋盘格式构造之形成与吕对尔机制相似。可以断定,棋盘格式构造是南北向构造体系的一种特殊表现形式。

#### 4. 扭动构造体系

##### (1) 新华夏系

印支运动以后,四川盆地成为那时唯一的大型盆地,其形态主要受华夏系控制,长轴走向呈北东。北东方向受秦岭东西带抑制,北西方向的屏障为龙门山,东南方向是北西倾斜的缓坡,南西方向止于西昌一带。当盆地中沉积了侏罗系与下白垩统以后,在川湘交界地带,燕山运动发生,在那里首先成生了北北东向山脉,四川盆地范围因此缩小,但仍继续不断地沉降,又连续沉积了上白垩统和下第三系,但沉积中心不断由南东向西北方向迁移,至晚近A幕构造运动发生,四川盆地全部发生褶皱,依次成生了川东、川中褶皱带和川西褶皱带。至此,新华夏系基本成熟。

川西褶皱带向北北东延长,由于龙门山华夏系断裂带的强大,使新华夏系许多成分的方向迁就华夏系,并使华夏系的大部分断裂强烈活动。因而,在龙门山中南段产生一系列拉铺构造或飞来峰(龙门山中北段少见)。另一方面,新华夏系的一些成分,冲破龙门山华夏系的阻挠和约束,按自身特征顽强表现,尤其是冲断裂,与龙门山以 $20^\circ$ 交角穿切其中,一直伸向北川、茂汶、平武、松潘等地。该褶皱带向南西延伸,在冕宁、木里一线,穿切川滇南北带和木里、盐源弧等一切构造形迹。川西褶皱带第四纪至今仍表现强烈活动性。

成都平原这个典型断陷盆地,它东侧的龙泉山断裂带与西侧雾中山断裂带,第四纪以来不断向中间对冲,堆积物最厚300余米。冕宁南河第四纪槽地,青纳、大林盆地、漳腊盆地等长轴走向为北北东,并呈现多字型雁列,毫无疑问,它是受新华夏系迭加作用的结果。

南北向断裂如安宁河断裂带、雅砻江断裂带、昭觉—布拖断裂及岷江断裂等所控制的第四纪地层中所发育的部分褶曲、断层与这些断裂配套,具反时针扭动,其方式与大义山式扭断裂活动特征是一致的,可以视为大义山式断裂活动附加在南北向断裂上的痕迹。

地震宏观调查表明,北北东断裂的地震活动显示压性特征,如耿达—大川断裂、擂鼓坪

断裂等。南北或北北西向断裂是反扭的,如虎牙关断裂、玛瑙断裂、利店断裂等。东西向或北东东向断裂是顺扭的,如靛兰坝断裂、黑水断裂等。前一类属于新华夏系压性构造,后两类分别代表大义山式和泰山式扭断裂。它们共同组成新华夏系整体活动模式。地震震源P波初动解的力学性质参数也获得相同的结论。

### (2) 青藏万字型构造体系(以下简称青藏系)

四川范围的青藏系是从头部向腰部的转折部位。古生代时期金沙江上游曾是一个走向南北(北头偏向西)的大地槽,经早二迭世末及中三迭世末的华力西和印支运动褶皱成山,此即青藏系的胚胎。继后,其东侧发育了晚三迭世大地槽,沉积了万米以上的碎屑岩、喷发岩和碳酸盐岩。三迭纪末的印支运动,再次发生大规模褶皱与冲断,伴随岩浆侵入,整体隆起。在川滇南北带以西成生了新的褶皱山脉,这场造山运动可能一直持续到白垩纪末,因而导致燕山期岩浆岩侵入和侏罗—白垩纪地层的缺失。至此,青藏系初具规模。然后,于山间盆地及山前盆地(雅安—西昌)沉积了老第三系红色磨拉石建造与碎屑岩建造。晚近A幕,再一次出现构造运动高潮,新成生了荣经—峨嵋断褶带,川西高原的下第三系亦同时强烈变形,老断裂复活,冲复于下第三系之上^{*}。这之后有一个相对稳定时期,地形遇到夷平作用,并在较为宽敞一些的低处沉积了上第三系煤系。这时,晚近B幕构造运动发生,它使上第三系褶皱,老断裂又一次复活,推掩到上第三系之上而成飞来峰。至此,青藏系完善、定型。

第四纪以来,安宁河断裂带、雅砻江断裂带、邓柯—甘孜断裂带以及第四系中的一部分大型褶曲和断裂可能与青藏系的新活动有关。

### (3) 旋扭构造体系

中型旋扭构造成群地出现在四川盆地与龙门山西侧,形式多样。如仪龙—平昌莲花状构造、镇江关及理县涡轮状构造、德阳—中江环状构造、绵阳帚状构造、威远辐射状构造等,均显示内旋反扭,外旋顺扭特征。在它们之间,则有一些小型旋扭构造。如天台山半环状构造、天仙寺辐射状构造等,显示内旋顺扭、外旋反扭特征。旋扭构造影响的最新地层为下第三系,成生于晚近A幕。

### (4) 大巴山外弧褶带

发育在侏罗、白垩系中,由多字型排列的褶皱组成,显示顺扭特征。

## 二、晚近构造演化过程及构造应力转变方式

构造体系在时间序列中,有的壮大或新生,有的衰减或僵化,既有渐变性也有突变性,即有量变过程也有质的飞跃,彼此互相干扰、相互迁就,构成错综复杂的关系,综合反映地壳演化的进程。

### 1. 晚近A幕运动

该幕发生在新、老三纪之间(图2)。其鉴别标志为:上、下第三系之间,或上第三系与下伏岩层均呈角度不整合接触关系;上、下第三系岩相、建造及岩浆活动不同,两者古气候、古地理及古构造背景条件有巨大差别,下第三系普遍遭受强烈形变,地层发生直立、倒转、仰冲等,与上第三系中的形变比较,有明显强弱之差异。四川地壳经这幕构造运动之

^{*} 朱占祥, 川西高原第三纪地层及喜马拉雅运动时期高原地貌的发展, 四川地质学会论文汇编, 1980。

后,地质面貌大为改观。它是“挽近构造运动”的起点,故列为第一幕(简称挽近A幕图3)。

由这场运动所成生的构造形式及构造带有:东西向构造带,经向系川滇南北带和川黔南北带,新华夏系川东褶皱带、川中褶皱带和川西褶皱带,青藏系荣经—峨眉褶皱断带及其各老褶皱断带断裂复活。

其复合关系有:四川盆地南部川黔南北带横跨筠连—叙永东西带,斜跨新华夏系。

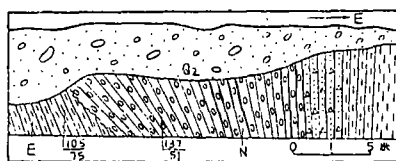


图 2

上、下第三系间不整合,上下第三系地层陡立,说明挽近A幕及B幕运动都是强烈的  
E为下第三系渐新统, N为上第三系, Q₂为中更新统雅安砾石层

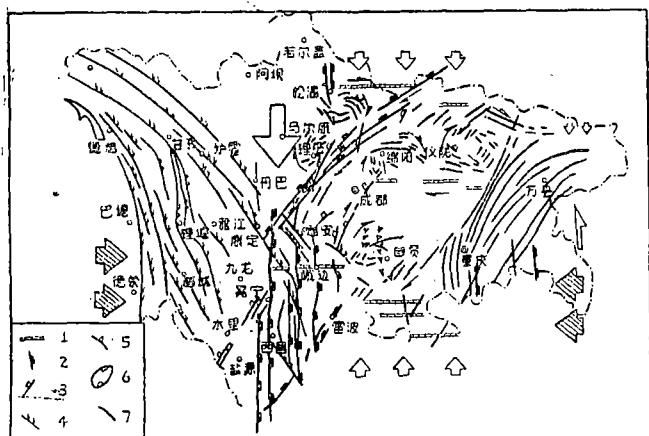


图 3

- 1.东西构造带 2.经向系压性断裂
- 3.新华夏系压扭性断裂 4.青藏系压扭性断裂
- 5.旋扭构造扭性断裂 6.飞来峰 7.一切褶皱曲轴

新华夏系斜跨东西向构造带。四川盆地东北部,新华夏系被大巴山外弧褶皱横跨。仪龙—平昌莲花状构造的部分褶皱,屈服于南充—中江东西带,改造了新华夏系的一些褶皱形态,归并成自己的成分。威远、自贡、德阳、中江等地也见到旋扭构造穿切、归并新华夏系的情况。四川盆地西缘,青藏系褶皱横跨新华夏系之上,而南北向褶皱却斜跨新华夏系与青藏系之上。

由此确定它们的成生顺序为:

东西构造带→新华夏系→青藏系和大巴山外弧褶皱带→经向系和旋扭构造。

东西构造带的成生反映构造应力场是南北向均匀挤压的,尔后,新华夏系成生,反映南北向均匀挤压转变为南北向不均匀直扭作用,龙门山以西朝南,武陵山以东朝北,这种反时针力偶作用导致北西西—南东东向挤压作用,这就是新华夏系主压应力作用方向。稍后,川西广袤地区,在南北向不均匀推挤作用下,围绕西藏察隅地块转化为顺时针旋扭作用,此即青藏系活动的力学机制。最后,强大经向系的产生表明,南北向推挤作用被纬向均匀推挤所代替。在纬向挤压下,秦岭等东西带的断裂发生了顺扭横移,北东向的华夏系断裂及北北东向的新华夏系断裂也发生顺扭作用,在这些周边顺扭作用下,断裂围限的地块上,如四川盆地及松潘、理县一带,必然出现顺时针旋转的趋势。这时,岩层围绕某个质量核心旋转,就产生了外旋顺扭的中型旋扭构造群,在外旋顺扭的旋扭构造之间,由于岩层的反弹作用,必然产生外旋反扭的次级旋扭构造。

不言而喻, 中型旋扭构造是纬向挤压的派生产物, 小型旋扭构造则是中型旋扭构造的派生产物。

## 2. 挽近B幕运动

下更新统与下伏第三系或更老地层、岩体等均呈角度不整合关系, 证明新第三系与早更新世之间存在强烈构造运动, 本文列为挽近构造运动第二幕(简称挽近B幕)。这幕运动还可以从上第三系较强烈变形以及新第三纪与早更新世的沉积岩相、沉积建造、岩浆活动和气候环境等的突变来佐证(气候由温湿突变为冰期), 该幕运动使老地块推复于上第三系之上形成飞来峰(图4)。

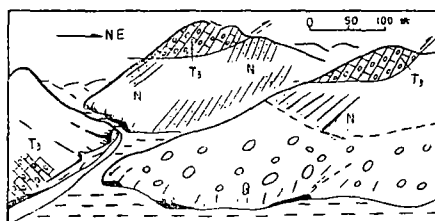


图 4

T₃为晚三迭世曲尔组, N为新第三系昌台组, Q为第四系

这场运动变形最为强烈的是新华夏系川西褶皱带及青藏系。因未确切鉴定两者复合关系, 成生顺序尚不清楚。但总的看出, 这场运动只波及四川西部, 其运动方式以单纯南北向不均匀水平推挤为特征。

## 3. 挽近C幕运动至现今

早更新世昔格达组地层, 多发生了舒缓褶皱及较多的断裂, 而中更新世雅安期和更新的沉积物中, 不见或十分少见。因此, 可以判断: 早、中更新世之间也存在强烈构造运动, 本文列为挽近构造运动第三幕(简称挽近C幕), 见图5。

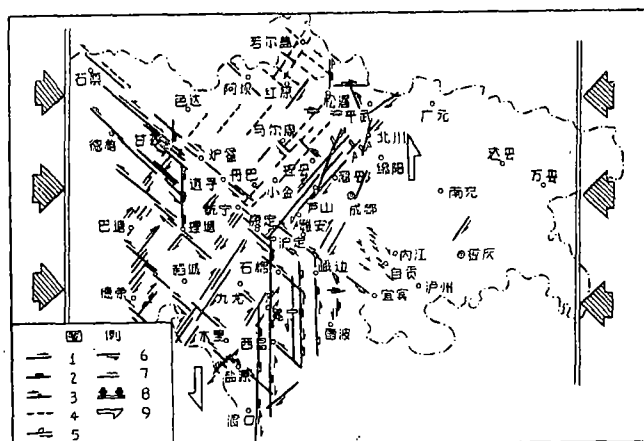


图 5

1. 棋盘格式断裂 2. 经向系压性断裂 3. 被棋盘格式利用的旧断裂 4. 卫星象片解译棋盘格式断裂 5. 新华夏系压扭性断裂 6. 被新华夏系大义山或泰山式利用的旧断裂
7. 有青藏系活动标志的断裂 8. 纬向均匀挤压代表地壳主导运动方向及主压应力方向
9. 新华夏系外力作用方向

自中更新世以来, 四川境内未发现比较强烈的构造运动, 但地形地貌, 特别是地震现象以及地形变测量等, 均证明地壳运动从未止息。

这个时期的活动构造, 就四川而言, 可称为“现今活动构造”。现今活动构造不但表现在旧构造带的继承性活动方面, 而且产生了新的构造形式。这时期的活动构造有:

川滇经向系、南北向断裂普遍表现出压性活动特征, 棋盘格式构造成生并不断地强烈活动; 新华系川华褶皱带强烈的继承性活动; 青藏系也有一定继承性活动表现。

需要着重指出, 川滇经向系、南北向活动断裂与棋盘格式构造活动的力学机制是统一的, 均起源于东西向(横移)挤压作用。因而, 彼此是有成生联系的, 是可以配套的。但在同一应力作用条件下, 所产生的棋盘格式构造较南北向活动构造分布的范围宽广并强大得多。就整体而言, 可以视南北向构造作配套成分, 而以“棋盘格式构造体系”概括之。然而在川滇

经向系所占领的区域内，南北向断裂的活动居主导地位，棋盘格式构造的活动居次要地位。

新华夏系与青藏系的现今活动性，反映四川地块中部相对朝南推挤作用的存在，由于西部有察隅地块和金沙江上游中深变质岩带，东部有汉中地块和四川盆地地块等刚度较大的地块的阻挡作用，因而，在其间分别出现反时针与顺时针的扭动趋势。从各活动构造带的展布范围与活动标志来看，棋盘格式构造体系分布最广泛，活动也是最显著的。新华夏系川西褶皱带和青藏系是局部性的，活动也较为强烈。

综上述，四川晚近构造应力场的转变颇有规律，其中晚近A幕、B幕与C幕至现今，分别构成两大活动周期，且都是经向推挤作用在先，纬向推挤作用在后。中更新世以来，近东西向的推挤作用居主导地位。

(本文1982年1月13日收到)

### 参 考 文 献

- [1] 李四光，旋卷和一般扭动构造及地质构造体系复合问题(第一辑)，科学出版社，1966.

## NEOTECTONIC SYSTEMS IN SICHUAN PROVINCE AND THEIR EVOLUTIONS

Zhao Yong-nian Lai Shao-miu  
(*Geological Bureau of Sichuan Province*)

Yi Ming-chu  
(*Geomechanics Institute, Geological Academia Sinica*)

### Abstract

The most intense neotectonic activities in Sichuan province occurred at least three times in the history. The first episode occurred during the time between Eocene and Neogene, the second between Neogene and early Pleistocene and, the third between early Pleistocene and middle Pleistocene. They control the activities of various types of structural zones and structural systems respectively, and through complex evolutions they finally take complicated forms of structural contours and mountains and rivers. The structural patterns formed in Neiod are as follows: east-west structural zone, north-south structural zone, chess-board structures, Neocathaysian system, Qinghai-Xizang system, rotational shear structures and so on. The structural stress fields and their transitional models reflected by the generations and evolutions of all the structural zones and their genetic sequences occurred with good regularity. As a whole, the north-south trending compression was earlier than the east-west trending compression. Active structures occur within Sichuan province from middle pleistocene up to present with north-south trending compression fractures and the related large-seale chess-board structures composed of north-east and northwest trending fractures as the main part and, with folded fractures in western Sichuan province of Neocathaysian system and Qinghai-Xizang system as the secondary part, it is of instructive significance to select the active structures to the study of seismogeology and engineering geology.