

石油地质文集

—— 构造

地质部石油普查勘探局
中国地质学会石油专业委员会

石油地质文集编辑委员会 编



地质出版社

6092



00255035

石油地质文集

——构造——

3

地质部石油普查勘探局
中国地质学会石油专业委员会

石油地质文集编辑委员会 编

5472/22



200365372



地质出版社

石油地质文集

——构造——

3

地质部石油普查勘探局 石油地质文集编辑委员会 编
中国地质学会石油专业委员会

地质部书刊编辑室编辑

责任编辑：牟相欣

地质出版社出版

（北京西四）

地质印刷厂印刷

（北京安德路47号）

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092¹/₁₆·印张：12⁵/₈·字数：301,000

1981年11月北京第一版·1981年11月北京第一次印刷

印数1—2,520册·定价2.80元

统一书号：15038·新715

目 录

四川盆地西北部的北东向构造·····	(1)
龙门山区构造发展史及几个问题的讨论·····	(10)
四川盆地东北部构造体系及其含油气性分析·····	(18)
四川盆地西部地质构造与含油气远景·····	(24)
鄂尔多斯盆地印支运动及其在形成三叠系侏罗系油藏中的作用·····	(32)
鄂尔多斯盆地的局部构造·····	(39)
陕西境内祁吕贺兰山字型东南界的讨论·····	(46)
汾渭盆地的形成和发展·····	(51)
鄂尔多斯南部构造形变控制因素的分析·····	(60)
鄂尔多斯盆地中晚石炭世古构造轮廓·····	(68)
华北断块盆地的网状构造格局及找油方向·····	(72)
华北断陷盆地一个小型含油构造的分析·····	(82)
鲁西南中新生代的块断活动及断陷成因·····	(93)
苏北箕状凹陷地质特征与油气聚集·····	(100)
苏北盆地北北西向构造对油气的再分配·····	(105)
动“定”递进与油气生聚——试论湖南找油气方向·····	(113)
江西地区中新生代盆地的构造体系归属·····	(120)
山西中南部中石炭世至早二叠世构造特征及其成因机制的探讨·····	(126)
块断运动对藏北伦坡拉含油气盆地的控制作用·····	(132)
塔里木盆地西南拗褶带地质构造特征与油气·····	(139)
从卫星象片解译看川西北构造基本特征·····	(149)
华北平原及周缘地区卫星象片石油地质解译的初步认识·····	(154)
破裂面性质与油气渗滤关系探讨·····	(164)
从应力矿物特征分析映秀断裂的力学性质·····	(169)
石英晶组分析在地质力学应用中的几点认识·····	(175)
航磁异常与含油气构造·····	(181)

四川盆地西北部的北东向构造

王 胜 郑祖燕

四川盆地西北部，以及紧邻它的龙门山地区，北东走向的断裂和褶皱是最醒目的构造形迹。它们对川西北的沉积建造、岩浆活动以及变质带展布均有重要控制作用；对油气生成、运移、聚集和破坏亦有很大影响。本文试图应用地质力学观点，分析北东向构造的成生发展特点，从而为油气普查勘探部署提供一方面的依据。

川西北发育有前古生界至新生界地层，在前震旦系与震旦系之间、三叠系与侏罗系之间有明显的角度不整合。面古生代至中三叠世的若干层系之间，只有地层缺失、沉积间断、地层超覆等现象。侏罗、白垩系在盆地边缘和内部一些构造带上，也有较强烈的褶皱和断裂，局部地段可见新老第三系之间（大邑砾岩底部）有角度不整合。龙门山地区分布的酸性—基性的各种岩浆岩体，其同位素年龄集中在六亿年以前、1.8—2.2亿年、0.4—0.8亿年等几个时代，少数岩体为3.5—2.3亿年。上述地层接触关系及岩浆活动说明，晋宁运动、印支运动和四川运动在川西北部十分强烈，是川西北地区的几次重要的构造运动。

川西北的北东向构造，可以分为几种成分，它们很可能属于几个不同的构造体系（图1）。

（一）北东东向构造

这组构造在川西北的北部地区发育较好。青溪—青川—阳平关一线有一规模很大的断裂带，走向北东 60° — 65° ；其西北侧有几个长轴方向与之平行的大型闪长岩体；其东南侧是以下古生界为主所组成的一系列北东东向紧密褶皱和冲断层，其中以滑天坡背斜褶皱最高，出露最老。再往东南，宁强曾家河到广元一带是北东东走向的低凹复向斜带，由上古生界及中、下三叠统组成。曾家河向斜以东，是著名的“鹰咀崖突起”，出露前古生界火地垭群及岩浆岩体。从这个古老的岩块周边的古生界展布看，可以把“鹰咀崖突起”视为北东东向的复背斜带；但因东西向构造的干扰改造，致使这个复背斜不很清晰。在上述北东东向构造带内分布的碧口群、火地垭群的片理、志留系千枚岩的页理均与区域性的构造线方向一致，也属于北东东向构造的重要组成部分。

北东东向构造的结构面力学性质，一般显示为强烈挤压，同时兼有西北部相对向西南方向的逆时针逆动性质。例如青溪—青川—阳平关断裂，断西呈舒缓波状，破碎带内具紧密排裂之片理、劈理、菱形岩块、挤压透镜体及香肠状构造，而劈、片理及断而两侧的牵引和其他派生构造，如入字型构造以及共轭扭裂西等，依它们与主干断裂的配置关系，表明阳平关断裂具有逆时针扭动特点（图2）。还应指出，在上述断裂带内，无论是主裂面，还是在一些片理间的滑动面上，都有顺时针扭动擦痕。表明在该断裂形成后，曾经历过相反扭动方式的改造。

北东东向构造与其他构造体系，在川西北的北部地区，多数都表现为反接或斜接形式

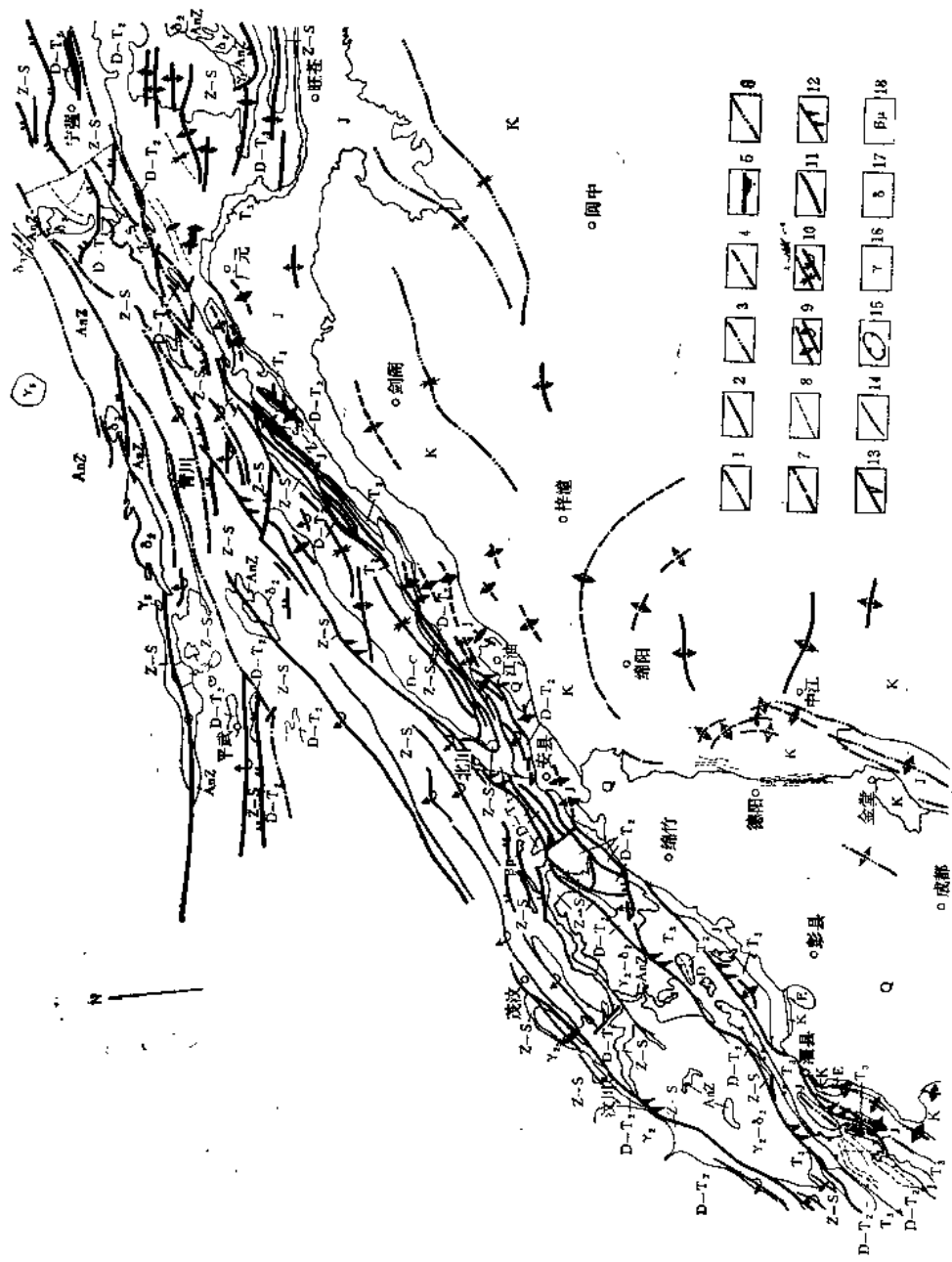


图 1 四川盆地西北部构造体系略图

1—华夏系；2—中华夏系；3—新华夏系；4—华夏式；5—区域东西向构造；6—东西向排列多字型；7—旋卷构造；8—未定体系；9—背斜、倒转背斜；10—向斜、倒转向斜；11—压性断裂；12—压扭性断裂；13—张扭性断裂；14—性质不明的断裂；15—飞来峰；16—酸性岩类；17—中酸性岩类；18—基性岩类

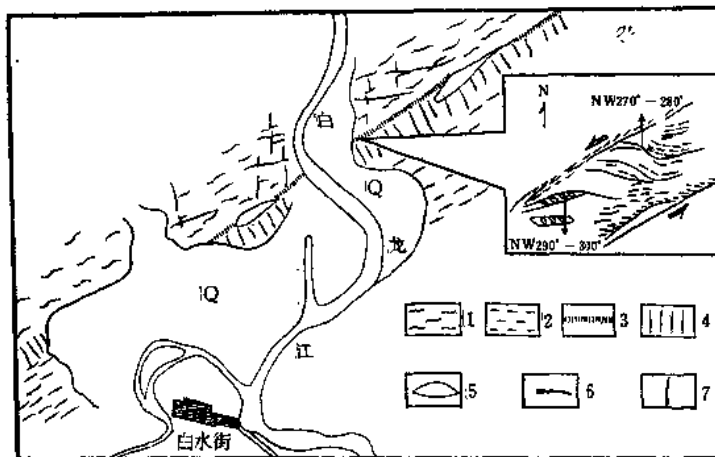


图 2 青川—阳平关断裂白水河断点略图

1—碧口群变质火山岩；2—志留系千枚岩；3—片理及糜棱岩带；4—挤压破碎带；5—大型硅化灰岩挤压透镜体；6—压扭性破裂面；7—张扭性破裂面

的复合关系。前曾述及，在“鹰咀崖突起”一带，东西向构造体系切断了北东东向构造，两者呈反接复合形式，而北东东向构造与主要呈北东走向的龙门山中段和南段构造，虽然两者交角不大，也呈现斜接复合形式。在青川平武以南，北东东向的轿子顶背斜、北川断裂与北东东向的滑天坡背斜及青川—阳平关断裂相交，经较大范围的追索，它们各自按自己的方式展布，呈现为不同的系统，这一点，在卫星照片上表现的尤为明显。

关于北东东向构造成生时间，根据被震旦系所掩覆的地层中已有明显形迹，认为它在晋宁运动业已形成，古生代继续有所发展。阳平关断裂东南的滑天坡背斜轴部，志留系茂县群直接超覆于震旦系之上，而翼部则保留有寒武、奥陶系和中、下志留统，说明滑天坡背斜在志留纪末期已具有一定规模（图3）。广元朝天车站附近的北东东向牛峰包背斜，核

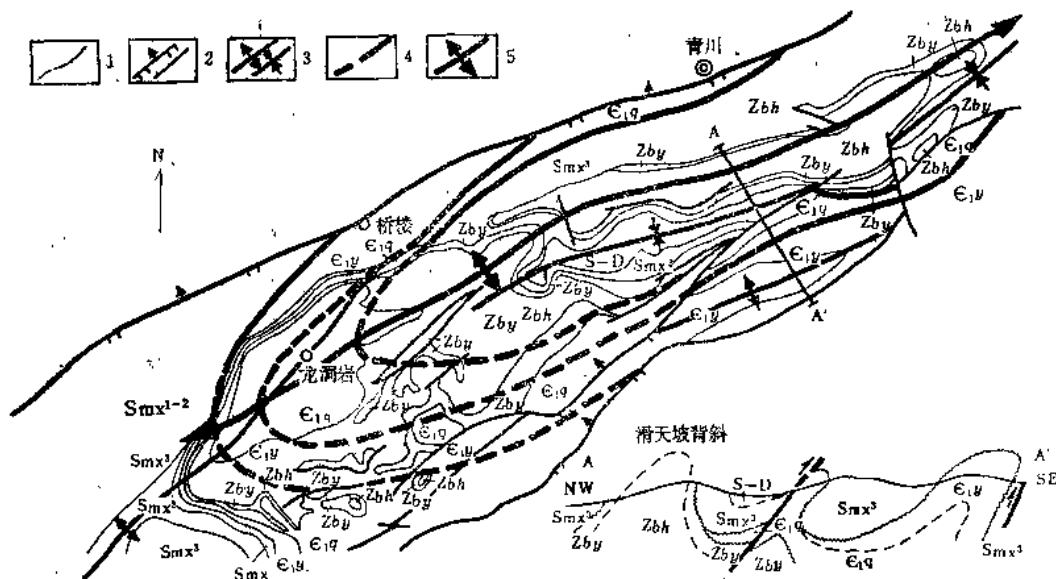


图 3 滑天坡背斜及其周边地区地质图

(附茂县群上亚组沉积前古地质图)

1—地质界线；2—断层；3—背向斜；4—推测地质界线；5—古背斜轴线

部出露志留系，其上为二叠系所覆盖，而两翼均有泥盆系；西翼在距轴部两公里处，志留系之上不仅有下泥盆统平驿铺组石英砂岩，还有约 40 余米的上泥盆统观雾山组泥质白云岩；二叠系底有褐铁矿、铝土岩及炭质岩类等，显示一次沉积间断的存在。北东东向构造在古生代有所活动还可以从一些岩浆岩体的同位素年龄资料证实。受控于阳平关断裂带呈北东东向展布的一系列闪长岩体，它们顺层侵入碧口群和震旦系，其中蚀变的角闪石同位素年龄为 3.092 亿年，相当于石炭纪时期。由于蚀变时代应晚于侵入时代，所以属加里东期的可能性最大。

北东东向构造在龙门山主体部位和四川盆地内部模糊不清，但仍有一些十分重要的线索。

1. 龙门山区古生代大型凹陷带的展布可能呈北东东走向。如早寒武世在龙门山地区有一北东东走向的凹陷带，它位于现今的曾家河复向斜并向西南延展，经天井山背斜带及唐王寨向斜至九顶山背斜的北侧。泥盆系在唐王寨向斜地区厚度剧增，显示有一古老凹陷带。从泥盆系沙窝子组厚度图可看出这个凹陷带亦呈北东东走向，较之现今唐王寨向斜的走向明显偏东。

2. 龙门山区的轿子顶背斜、九顶山背斜和天井山背斜的顶部，都有志留系上部或泥盆系直接超覆于震旦、寒武系之上，显示这些背斜的某些部分在志留纪晚期即已成为隆起地带。根据粗略勾画（剥掉志留系上部）的古地质图，可以看出古隆起带与现今背斜的方向并不一致，而是北东东走向。如图 3 所示，轿子顶背斜出露前震旦系的最高点位于背斜的北端，是与北东东向的滑天坡背斜的斜接复合部位，实际上它与滑天坡背斜为一整体——北东东向的古老背斜隆起。轿子顶背斜的中段和南段，并没有古构造的显示。总体为北东 40° 左右的轿子顶背斜应在古生代以后形成，并将古生代形成北东东向构造的一部分卷入，使其北端异常高起。

3. 四川盆地内，经航磁、地震和钻探工作查明，在西起雅安，东经乐山、资阳至武胜龙女寺，存在一个隐伏的北东东向巨大古隆起（图 4）。另外，川北地区的九龙山背斜，从地表构造看，应归属于其他构造体系，但经地震查明，地腹的三叠系以下地层发育有一组北东东走向断裂，深部构造轴向有较表层构造向东偏移的趋势。同时志留系至二叠系的厚度，轴部较之翼部明显变薄，这意味着九龙山构造深部存在一个较大的北东东向古生代隆起。它与“鹰咀突破”遥遥相对，很可能是其延伸部分。

上述情况说明，北东东向构造在古生代，无论是在龙门山还是盆地内，都曾广泛分布。但是在中生代以来的地史发展中，它们有三种不同的经历。米仓山—摩天岭区域性东西向构造带至秦岭纬向构造带之间，长期区域性的隆起，后期区域边界条件变化不大，没有成生新的构造体系，成为北东东向构造最发育的地区；在龙门山主体部位，中生代以来成生了新的北东向褶皱，北东东向构造被改造得模糊不清；盆地内部中生代以来发育成巨大的凹陷，北东东向构造则以潜伏古隆起的形式被深埋地腹。

我们认为，北东东向构造是在西部相对向南的逆时针扭动作用下成生的构造体系。它在晋宁运动形成，古生代继续有所活动，主要是一些大型的隆起带和凹陷带（近似于地背斜和地向斜）以及断裂带。这组构造虽然不象中生代以来的北东向构造在川西北地区占据着压倒的优势，但仍是控制区域构造格局的一个重要构造体系。将这个构造体系归属华夏系较为适当。

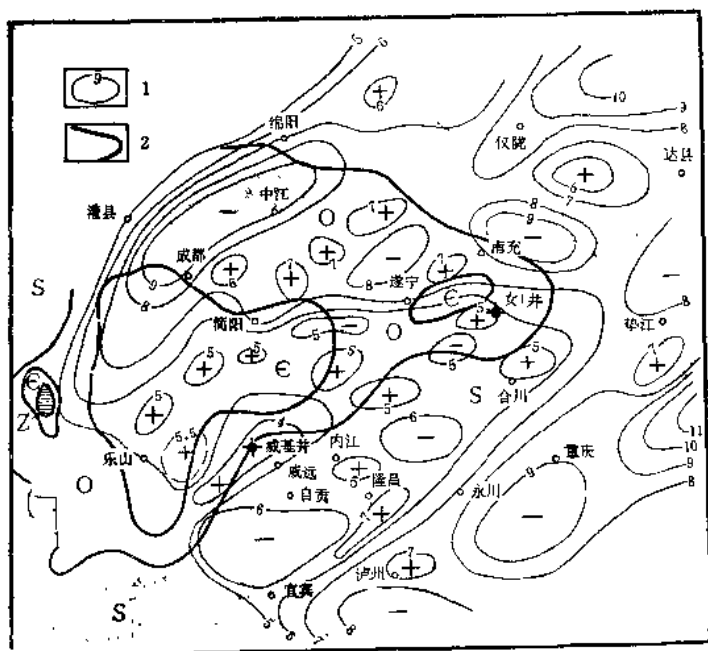


图 4 四川盆地基岩埋深及二叠系前地质图

1—基岩埋藏等深线 (公里); 2—古地质界线

(二) 北东向构造

龙门山主体直至盆地的西北边缘, 几条巨大的走向北东 $40^{\circ}-50^{\circ}$ 的断裂将龙门山区分割成几个北东走向的构造带。茂汶断裂和北川—映秀断裂之间, 自北而南是轿子顶复背斜、九顶山复背斜和宝兴复背斜, 彼此呈向南东错移的雁行状排列, 组成一个巨大的复背斜带。北川—映秀断裂以东是唐王寨—仰天窝复向斜, 构造比较平缓。仰天窝向斜、煊铁沟背斜和唐王寨向斜是这个复向斜的低序次成分, 它们也呈雁行排列。复向斜的东侧是具有一系列迭瓦式冲断层的天井山复背斜, 向西南延展至马角坝一带, 倾伏于侏罗系底不整合面之下; 而其西翼的断裂带及所夹持的倒转褶皱, 在盆地边缘向西南可以延伸至睢水附近。在盆地内, 经地震查明, 侏罗系红层之下, 自倒流河经中坝直至安县汉旺一带, 存在着一个大型冲断裂控制的破背斜带。这个隐伏背斜带较之天井山一带的幅度低平, 但基本特点仍很近似, 应该是天井山复背斜向西南延展的部分。可以说, 天井山复背斜和仰天窝—唐王寨向斜均向西南延展, 两者在相同的纬度附近逐渐消失之后, 在西南方又出现了规模巨大的映秀断裂和二王庙断裂, 而这两个断裂之间是上三叠系组成的中等幅度的褶皱和冲断展。映秀断裂倾向西北, 前震旦系的变质杂岩逆冲于上古生界乃至三叠系之上。这种规模巨大的断裂带与天井山、唐王寨等复背斜、复向斜带呈现为彼此消长的关系。

北东向构造的结构面力学性质无疑具压性特点, 另外, 从那些大型背向斜雁行排列方式看, 又都反映了西部相对向南的逆时针直扭作用。这些大型构造带的展布所表现的区域构造应力场特点, 在很多结构面上也有相应的表现, 如图 5 所示的香水断裂上小型人字型构造。也应该指出, 在北东向构造带的若干破裂结构面上, 也出现有顺时针扭动。我们认为, 大型构造带的排列反应了它的成生本质, 面顺时针扭动形迹是北东向构造带后期被改造的结果。在龙门山东西两侧都见到更晚的东西向顺时针扭动控制的中、小型构造体系。

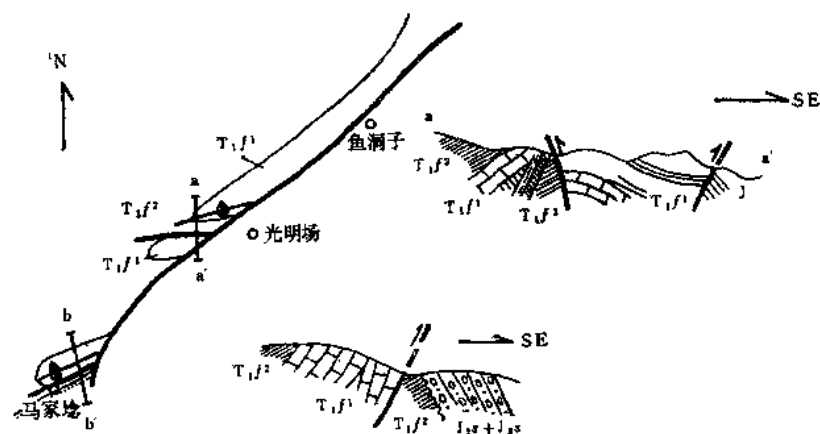


图 5 香水断裂鱼洞子—马家壩一带入字型构造示意图

天井山复背斜的南段被掩覆于侏罗系之下，说明北东向构造成生于三叠纪末期的印支运动。从它与华夏系构造的复合关系，说明它不只是华夏系的继承。还可以从它对沉积的控制说明在印支期有新成分。现今的龙门山，北川、映秀断裂彼此连接，其西部是一个统一的复背斜隆起带，这种构造格局并没有控制古生代的沉积。志留纪至二叠纪时，龙门山前山和后山的沉积差异颇大，后山地区是一套浅变质的类复理式碎屑岩建造；前山地区是“地台型”未变质的碳酸盐岩和碎屑岩建造。这两个沉积相区的分界线，北部大致为北川断裂，向北延续至滑天坡背斜的东南翼，而往南则位于茂汶断裂；在映秀断裂以西至宝兴复背斜的西翼，古生界全具“杨子区”的特点。卫星照片上，茂汶断裂与北川断裂的线型信息十分相象，两者并连接一起，与古生代两个相区的界线颇为一致，可能同是一个古断裂。目前这两条断裂不连接，是被后期构造掩覆、破坏和改造所致。看来轿子顶—宝兴这个目前统一的复背斜带，在古生代并不统一，轿子顶背斜完全处于“地槽”环境，九顶山背斜则处于“槽”、“台”的界线上，而宝兴背斜则完全位于“地台”的范围内。古生代后成生的映秀断裂，部分归并了古老的北川—茂汶断裂，使得北川、映秀断裂连为一体，并使其西部成为统一的复背斜隆起带。根据我对印支运动的研究，在印支运动早期（中、晚三叠世之间）天井山复背斜已经形成，它的西侧向斜很深，保存有中三叠统的最上部天井山组。此向斜的西南，在灌县地区以右列的形式又有一深向斜。这两个向斜同时又是晚三叠世沉积的凹陷带。灌县地区卡尼克至诺力克期的沉积厚度约达千米以上，上三叠统的总厚度逾三千米。上述两个向斜（或称晚三叠世凹陷）无论从其所处的地理位置或其排列型式，都显现出它们与轿子顶复背斜、九顶山复背斜是彼此有生成联系的统一的构造系统（图 8）。而轿子顶—宝兴这个复背斜带，也只在三叠纪以来，才分割西部（高原区的西康群、草地群）和东部（四川盆地的中、上三叠统沉积）两个不同的沉积相区。

晚三叠世初期四川盆地西部是一个海盆，它的走向总体北东，与龙门山的北东向构造平行（参阅图 6）。海盆的东侧是“泸州—开江古隆起”，是一个宽阔的北东向古背斜带。将它与北东东向的“乐山—龙女寺古隆起”作一比较，虽则都是古构造，但成生时间不两，展布方向各异，各自与同期形成的构造有生成联系，而彼此间只有横跨复合关系，并无继承迹象。这也说明，北东向构造完全是印支运动成生的一个独立的构造体系。

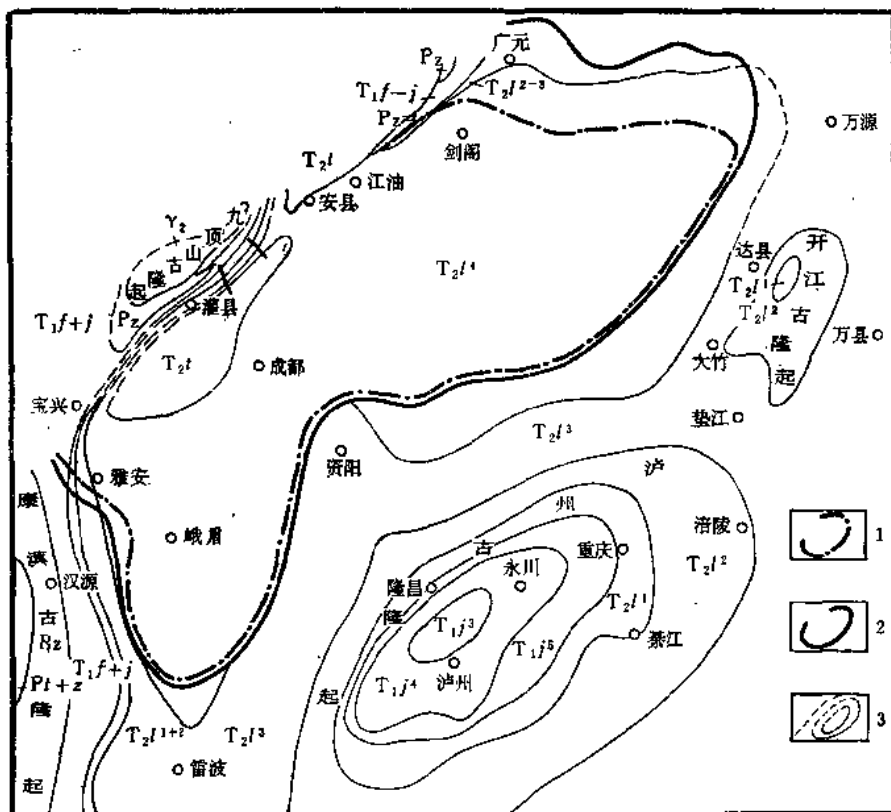


图 6 四川盆地印支运动早期(中三叠世末)古地质图
1—推测马鬃溪组沉积范围; 2—推测小塘子组沉积范围; 3—古地质界线

总之,我们认为,在印支期区域性的南北向逆时针直扭应力再次活跃,区域性边界条件较之古生代时期有很大变化,因而成生一套新的构造型式。印支早期,主要形成一些大型背、向斜,它们控制了上三叠纪隆起、凹陷带的展布,具地背斜、地向斜的性质。印支晚期,龙门山地区发生强烈的褶皱断裂,其前缘则进一步向负向发展。这个构造体系对盆地的形成有重要意义,且控制一系列隐伏的构造型式,对油气聚集有重要控制作用,我们称之为中华夏系。

(三) 北北东向构造及四川盆地与龙门山界线的构造性质

川西北地区的南部是成都低凹,这是盆地内不仅发育有上白垩系而且充填着第三系的地带。成都低凹的两侧,是西条北北东向构造带,西是育城山褶皱带,东是龙泉山褶皱带。它们都是兼有逆冲断层的狭长背斜带,侏罗白垩系均被卷入。背斜带上的高点呈雁列状,反映了压性兼逆时针直扭的应力作用方式(图7)。显然,这些北北东向构造应是四川运动成生的,和盆地内其他北北东向构造带有着相似的特点,彼此间也略具等距性展布。这些北北东向构造应归属为新华夏系。在育城山褶皱带上的一些背斜高点出露了上三叠系,如高家场高点。据煤田地质详查资料,在局部地区恢复侏罗系底面以下的三叠系构造的轴向,则较表层构造轴向偏东,可能是新华夏系与中华夏系的一种复合现象。

川西北地区的新华夏系仅仅分布在南部(这里中华夏系相对平稳),而北部临近龙门

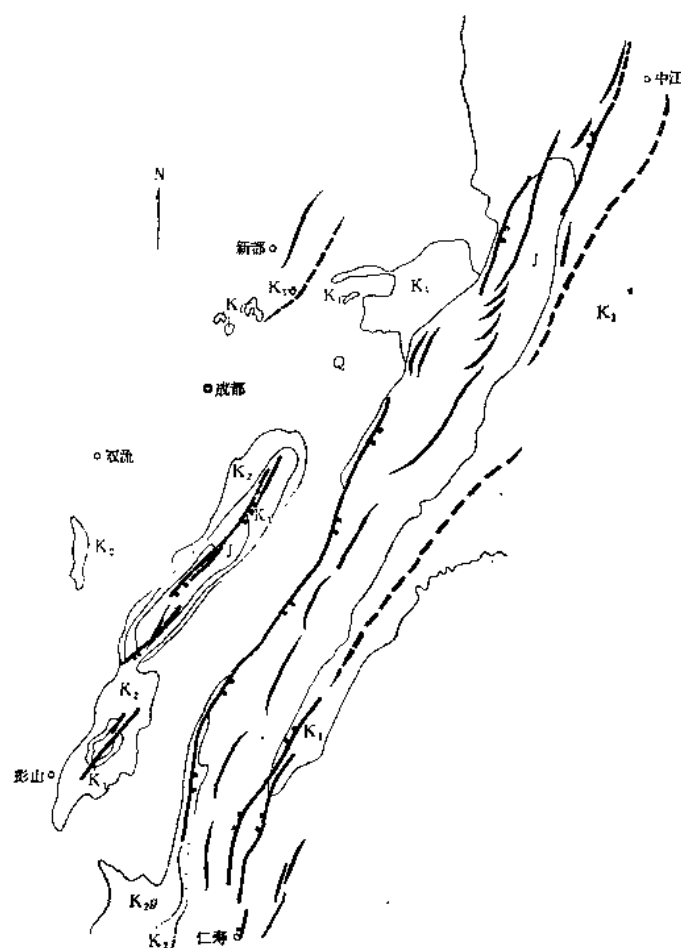


图 7 龙泉山褶皱带构造形迹展布图

横跨型式的反接复合关系（图 8）。这组雁列构造，应是四川运动新生的构造型式，它们掩覆了中华夏系构造。天井山复背斜较之隐伏的中坝安县构造带变形强烈，是因为在四川

山边缘，中华夏系呈断褶带，四川运动依然强烈。沿盆地西北缘，侏罗系普遍直立或倒转，不少地段的三叠系以下地层推覆逆冲于侏罗系红层之上，如香水断裂、龙门山南段的飞来峰群等等。

粗略看来，盆地西北缘的中华夏系，在四川运动再次活动，因为盆地的边界总体方向与中华夏系构造带基本平行。但仔细分析则可看出，沿着盆地与龙门山的界线附近，在广元以西、马角坝及安县等几处有几个侏罗系组成的北东 $50^{\circ}-60^{\circ}$ 的向斜，并伴随一些小断层，呈有规律的北东向雁列。各向斜之间，应该是同方向的背斜，但由于在这些背斜部位，出露的多是三叠系以下地层，强大的中华夏系褶皱断裂表现突出，因而不易看到这些背斜的具体的轴迹。实际上在盆地边缘，这组雁列构造与中华夏系交接部位，仍可清晰看到两者呈

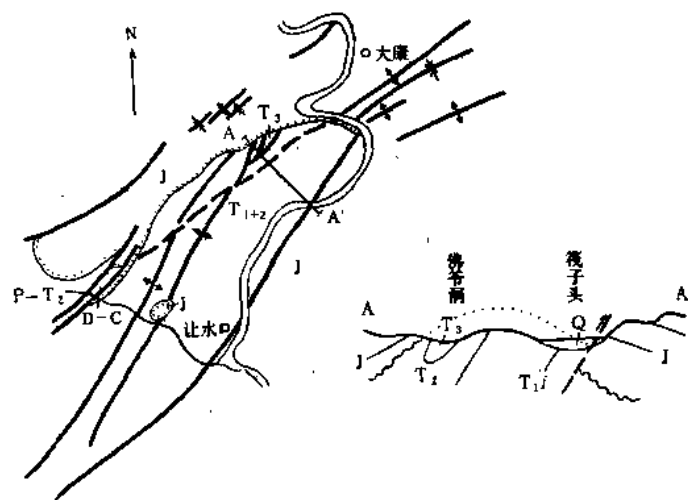


图 8 大康鼻状背斜与小河子倒转向斜反接复合关系示意图

运动时期它有一部分进一步隆起，变形越趋强烈，仍从属于龙门山构造带，而中坝安县构造带在四川运动中被并入盆地，向沉陷方向发展，变形相对微弱。

总之，四川运动在华夏系不发育的地段，成生了较典型的新华夏系；而在华夏系断褶带发育地段，由于大量早期破裂面的存在，改变了该地区的局部边界条件，成生了不同的构造型式。我们将盆地西北边缘的雁列式褶皱，归属为华夏式构造。

通过前面的叙述可见，川西北地区在各次构造运动中，逆时针直扭经常起着重要作用，因而成了一系列北东向构造形迹。但在不同的地史阶段，区域边界条件不同，成生的构造型式也不相同，据此可将它们划分为几个构造体系。比较这几个北东向构造体系，可以看出它们从古生代至晚近地质时期具有规律性的发展过程。从区域构造走向看，方向依次偏北；从形变的性质看，由塑形形变为主到破裂性形变为主；从构造带的展布看，从具波状特点的隆起凹陷带变为有一定等距性的狭长构造带；若从更大一些范围来看，还有早期构造多受其他大型构造体系（主要是东西向体系）限制，而晚期构造则多穿切其他大型构造体系。这些发展变化情况，应该反应了我们东部地壳不断发展和变化的特点。

川西北的几个北东向构造体系，彼此总体的呈重叠复合关系，即处于晚期构造体系隆起地带上的早期构造进一步加强；而处于晚期构造体系西陷地带的早期构造体系则相对减弱，并被深埋地腹。盆地西北部，在不同的深度重叠地存在着几种不同类型的北东向构造，这对寻找油气十分重要，因为不同的构造体系，各自控制着不同的生油凹陷，有着不同的油气聚集时期和各具特点的油气聚集带。对于不同深度不同展系的油气勘探，应该特别重视那些被掩覆的古构造体系，以及各构造体系的复合情况。

龙门山区构造发展史及 几个问题的讨论

罗 向 荣

持不同观点的构造地质学家都认为龙门山应为我国东、西部不同构造区的界线。龙门山区地质构造发展史的研究对进一步认识中国东、西部构造区的过渡、演变,松潘甘孜地槽的形成和发展,四川含油气区构造形成机制,以及是否存在龙门山岩石圈断裂等问题都有重大意义。

解放以来,大规模的区域地质测量和石油地质工作积累了丰富的资料。早在五十年代末期我们曾认为,四川盆地西北缘存在着为晚震旦世沉积不整合覆盖的前震旦系杂岩及变质岩系。但在六十年代,不少文章把龙门山及其西侧山区看作古生代褶皱带,有人提出是印支和加里东期的双旋迴地槽,以致对龙门山区(平武—金汤一带)及西侧的区域构造众说纷纭。

本文综合已有资料,编制了震旦纪至三迭纪的古地理图,概括了各时代的古地理、古构造面貌及地史演变过程。认为,不仅龙门山区具有激江运动形成的基底,且松潘—甘孜地区东部亦具有扬子褶皱基底;震旦纪及寒武纪时,松潘、甘孜地区为古陆隆起剥蚀区,曾是杨子古板块的西部;龙门山区不是加里东褶皱带;康定、龙门山一线不是板块俯冲带;中古生代因陆内断陷开始显示一定的活动性;中晚三迭世为边缘海,尔后(约为诺尼克期末)构成印支褶皱系的一部分。下西讨论五个有关的区域构造问题。

一、龙门山区地质构造发展史

本文所指龙门山区包括龙门山迭瓦断褶带及其西北侧山区(所谓的平武—金汤复背斜)。其西为松潘—甘孜褶皱系,东部为四川红色盆地。

1. 前震旦纪^①及激江期:南段为二郎山奥陶系不整合和康定跑马山志留系不整合覆盖的康定杂岩,是一套以中酸性侵入岩为主的晚元古代混合岩。泸定湾床闪长岩同位素年龄值为10.05亿年,水井湾斜长花岗岩为9.10亿年,属晋宁期。

北段的晚元古代岩层见于滑天坡一带,称通木梁群,是一套细碧角斑岩、火山碎屑岩,硅质、铁质岩,为早震旦世鸡公山组不整合覆盖。

青川阳平关断裂以北,略阳、武都以南的碧口群为浅中变质的石英片岩、绿片岩,变质砂岩,原岩为碎屑岩及细碧角斑岩,呈北东东向展布,构成川甘间有名的摩天岭,为震旦系的岩沟组或水晶组所不整合覆盖。向东晚元古代地层出露于汉南及鹰咀岩一带,称火

① 本文所指是九亿年以前,即晋宁期前。以1924年李四光在三峡建立的震旦系剖面为准。

地垭群, 侵入其中的南江庙垭岩体同位素年龄为9.56亿年, 为陡山沱组不整合覆盖的坪河花岗岩为7.17亿年, 它们分别代表晋宁期及震旦期。

刘鸿允曾指出宝兴—彭灌杂岩中的花岗岩同位素年龄为6.6—7.7亿年。宝兴杂岩被灯影灰岩及上泥盆统沙窝子组沉积不整合覆盖, 为一套复杂的变质岩及变火山岩系。新定的黄水河群一、二段, 其时代应较康定杂岩略晚, 或可能与苏雄组及开剑桥组相当。彭灌杂岩在绵竹大水闸背斜为晚震旦世观音崖组不整合覆盖, 其中还有较新的各期侵入岩。

沿龙门山中南段出露的古老岩体大致呈北东展布, 主为中酸性侵入岩体, 其时代多属震旦期。康滇隆起北段中酸性侵入体大片出露, 呈南北向延伸, 其侵入时代多在9亿年以上属晋宁期。汉南麂咀岩地区两期侵入岩都有, 呈北东东走向或近东西向展布。

理县、绵虬间的斜长花岗岩侵入黄水河系并为奥陶系不整合, 丹巴县峨日泥盆系不整合于晋宁期花岗岩之上, 表明松潘、甘孜一带在震旦纪是古陆隆起区。

早震旦世时, 不仅阿坝地区、龙门山区、汉南、麂咀崖地区相对隆起较高, 还很可能与峨嵋山区, 川中、黄陵地区联成一片, 成为早震旦世的古陆(图1)。

在这块古陆南侧, 汉源、峨边一带有巨厚的中基性至酸性火山喷发岩称苏雄组, 向北可延至泥巴山—二郎山一带, 厚约4000米。宝兴附近黄水河群一段为杂色中酸性火山岩, 至于蚀变玄武岩是否为上述喷发岩的同时产物值得注意。广元以北见于宁强及平武滑天坡的下震旦系鸡公山组为一套火山碎屑岩, 厚400多米。摩天岭区叫岩沟组, 是一套变质凝灰质角砾岩夹千枚岩及变质砂岩。

2. 晚震旦纪及寒武纪: 震旦运动后, 沿麂咀崖、宁强、龙门山北段出现陆缘拗陷, 沉积较厚。广元青林乡至青川滑天坡晚震旦纪早期的拗陷近东西走向, 发育的胡家寨组为杂色砂板岩, 厚达1800米。灯影组从南江杨坝至绵竹清平为硅质白云岩及藻白云岩, 厚近1000米。南段仅在金汤、宝兴间有一窄条晚震旦纪沉积, 可能相对存在一盲肠状海湾。

康滇隆起北段、二郎山区及宝兴、理县间均缺失晚震旦纪沉积。

震旦纪末龙门山区整体强烈上升, 使灯影组上部遭受剥蚀, 因断裂活动有中滩铺斜长花岗岩侵入(5.99亿年)。

龙门山中南段, 康滇隆起北段二郎山、泸定、康定一带为继承震旦纪的隆起, 范围有所扩大(图2)。

北段在矿山梁背斜长江沟有早寒武世沉积, 仅筇竹寺组及沧浪铺组就厚逾1400米, 未见寒。向南西超覆于大水闸背斜上, 形成著名的什邡磷矿。并沿其北西翼在茂县、威州间形成一海湾。变质的早寒武世建造称邱家河群, 下部黑色炭质千枚岩、板岩、硅质岩含磷及菱锰矿, 上部碎屑岩夹千枚岩, 局部有火山碎屑岩, 在茂汶一带厚达2000余米, 形成昭化—茂汶—北川拗陷。

早寒武世末本区强烈上升, 北起勉县南至康滇, 甚至包括四川盆地川西北地区。汶川沙坪关为泥盆系覆盖的花岗岩体, 同位素年龄为5.22亿年, 代表了这期上升的酸性岩浆侵入活动。比之于滇东的云贵上升隆起稍早, 持续时间最长, 规模也更大。

从南江仅有部分中寒武系, 即与陡坡寺组相当的小关子组厚100余米, 推测自晚震旦世末隆起为陆的摩天岭古陆向东扩大, 达汉南地区及盆地西部的剑阁, 盐亭及绵阳一带。

3. 奥陶纪: 康定、泸定一带开始呈现南北向隆起, 即康滇古隆起(图3)。

宝兴, 绵竹大水闸背斜、天井山背斜及田坝背斜南端均缺失奥陶系。

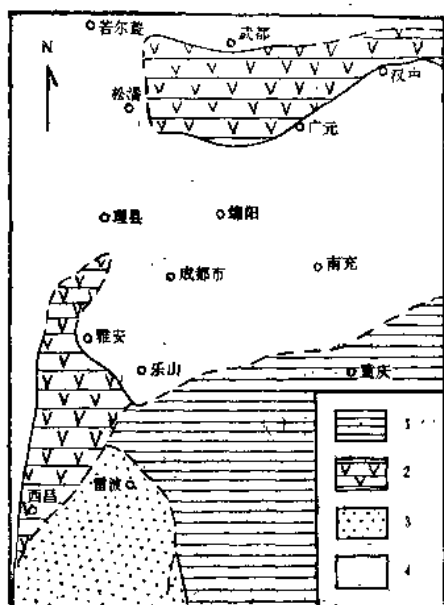


图 1 早震旦世古地理示意图

1—海浸区；2—火山岩沉积区；3—震江组沉积区；4—隆起区及岩层缺失区

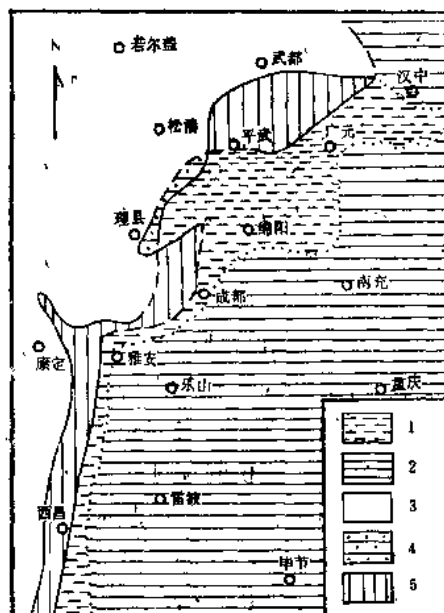


图 2 晚震旦纪、寒武纪古地理示意图

1— C_1-Z_2 沉积区；2— Z_2-C 沉积区；3—隆起区和岩层缺失区；4— C_1 沉积区；5— Z_2 沉积区

广元陈家坝至宁强、汉中有属早奥陶世晚期且与大湾组层位相当的赵家坝组（或陈家坝群）假整合于下寒武统之上。在陈家坝为炭质钙质千枚岩夹硅质灰岩，厚约1200余米，至宁强赵家坝为黄绿色页岩，并骤减至百米。

汉南、郧阳至镇巴可能为一近东西向隆起，缺失早奥陶世沉积。中期为海水淹没，有含直角石的灰岩沉积。

平武以东，安县，茂汶、理县以北中奥陶统含直角石灰岩为一区域标志层，厚度不大。二郎山区下奥陶统与滇东红石崖海沉积环境近似，厚五百米左右。

这时的龙门山除北川、理县为薄的中奥陶统超覆外，与摩天岭、成都古陆连接，是最早的扬子古陆，是在早寒武世末上升的古陆到奥陶纪继续扩大所致。

4. 志留纪：龙门山中段绵竹至宝兴、天井山一带缺失志留纪地层。结合峨眉山、威西及威15井、女基井也缺失，龙门山与川中应为古陆剥蚀区。早期桐梓巴山海镇与康镇古陆相对应，中后期隆起进一步扩大，联为一体（图4）。

茂县群分布地区反映龙门山中南段开始拗陷。青川茂县群上部假整合于上震旦统元吉组之上。

中期川中古陆扩大，沿龙门山产生陆内断陷，摩天岭古陆缩小，且有时为水下隆起。以北川、青川沉积较厚，近3000米。

5. 泥盆纪：随下古生代的龙门山—川中古陆逐渐扩大，扬子古陆在这一时期大面积上隆遭受剥蚀。而龙门山北段的陆内断陷进一步加宽，拗陷中心在茶坪—挂溪—雁门坝一线。平驿拗陷陆幅度超过5000米，泥盆系沉积最全。

在安县、绵竹西北侧一带奥陶西南拗层超覆于前泥盆系的不同层位之上，大水河背斜为上泥盆统沙窝子组假整合于灯影组之上。崇庆文锦江为另一沉积拗陷中心，缺下泥盆统，

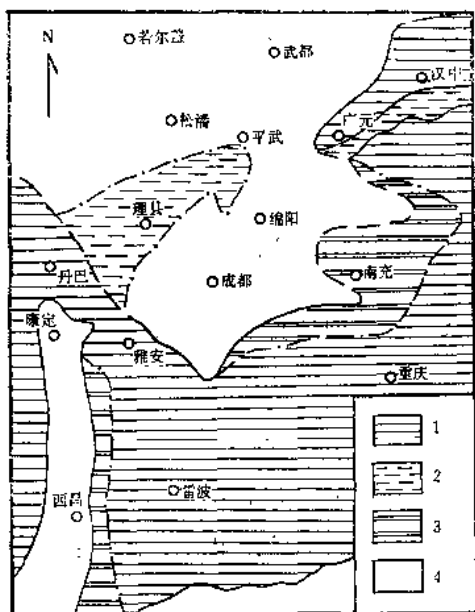


图 3 奥陶纪古地理示意图
1—海浸区；2— O_2 海浸区；3— O_1 海浸区；4—隆起区及缺失区

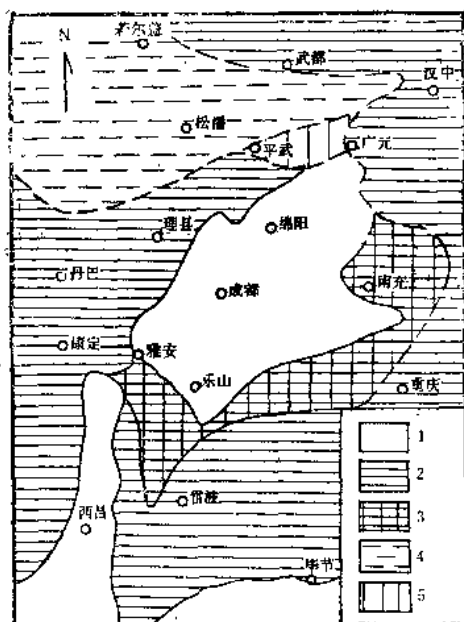


图 4 志留纪古地理示意图
1—隆起区及岩层缺失区；2—S海浸区；3— S_1 海浸区；4— S_2-S_3 度海浸区；5— S_2-S_3 海浸区

仅有中上泥盆统，厚度在3500米以上。至灌县九甸坪厚度大减，说明轿顶山一大水闸一带在早中泥盆世时主为灌起区。二郎山未见上统，下统较全，总厚近1000米。而宝兴仅有数十米的上泥盆统沙窝子组，超覆于上震旦统或宝兴杂岩之上，为又一个隆起（图5）。

茂汶—金汤一带称危关群或棒搭群的是一套变质碎屑岩，常夹灰岩透镜体，厚1000—2400米；后者见于金汤、宝兴间，以碳酸盐岩为主，最厚达3000米。

前人多把不同层位的泥盆系所不整合的激江期杂岩体当作下古生界，同时也误把碧口群当作下古生代的变质岩系，以致把摩天岭及平武—金汤一带看作加里东褶皱带。随地层工作的进展，至今未发现泥盆系与志留系有角度不整合，仅只是一种区域性超覆。反映区域性差异升降运动，形成陆内断陷，随之有酸性岩浆侵入。如汶川县绵池公社黑云母斜长花岗岩同位素年龄为4亿年，南江县水田坪岩体石英闪长岩为4.19亿年。

6. 石炭纪：沿龙门山及阿坝地区石炭系厚度差异不大，一般在200—500米左右。北川、江油下石炭统发育，中段中上石炭统稍厚，南段只存在有下石炭统岩关组。

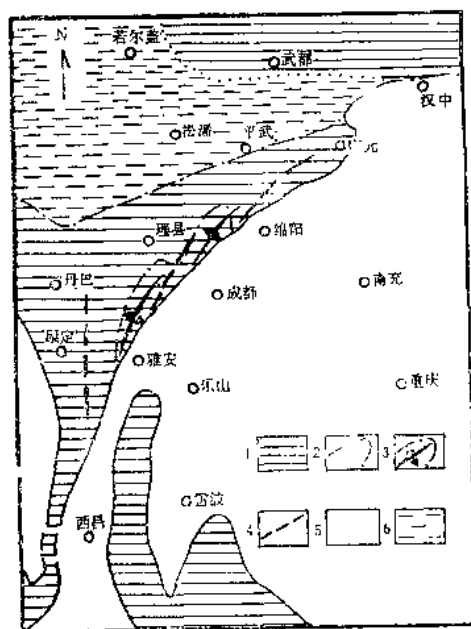


图 5 泥盆纪古地理示意图
1—海浸区；2— D_2-S 海浸区；3—古背斜隆起区；4—古向斜拗陷轴；5—隆起区及岩层缺失区；6—主为隆起区，一度为海浸区