

中国中新生代 盆地构造及演化特征

刘和甫



石油工业部石油勘探开发科学研究院

一九八五年二月

本报告经石油工业部科技司主持召开的全国油气资源评价构造研究成果交流会组成的科研成果鉴定组评审鉴定通过。

主持人	石宝珩		
报告人	刘和甫		
主评人	田在艺	童晓光	
评审人	吴华元	包 茨	谢 展
	柴桂林	杨祖序	籍永昌
	安 与	郭成铠	冯恩源
	车自成	周东延	石宝珩

鉴定意见:

刘和甫同志的“中国中生代盆地构造及演化特征”一文,是一份理论性比较强的学术报告。以六条地质大剖面为基础,根据王鸿祯教授“活动论”和“阶段论”的观点,要用马杏垣教授的“构造分析”方法,对中国中生代盆地构造及演化特征作了系统的论述,对含油气盆地的构造研究有一定的创造性。

1. 用比较精炼的文字,简述了前中生代中国及邻区地壳演化,正确阐明中生代构造变形和盆地发育的区域地质背景。

2. 指出了中国中生代变形的东西分带和南北分区的特征,共分二个带和六个区,较好地反映了中国地质特点。

3. 中国中生代盆地构造演化是该报告的核心,报告强调裂陷运动造盆作用在地壳演化中的意义,强调剪切作用的重要性。

4. 明确提出华夏裂谷系的概念,并对裂谷盆地的构造演化和构造样式,进行了系统分析。

5. 报告对西部盆地的演化提出前期为裂陷期,中期为拗陷期,晚期为挤压期的新观点,对西部盆地的构造样式作出深入分析,并提出“棕树构造”的概念。

6. 报告对复合盆地的成因和构造样式作了深入分析。

7. 以地球动力学为基础,将含油气盆地划分为四大类,十二亚类,报告特别强调地球动力学环境对沉积和构造样式的控制作用。

该报告的主要问题是含油气盆地分类与远景评价结合还不够紧密。对中国中生代盆地中已经取得的丰富的实际资料,收集、消化研究还不充分。

建议作者对该报告进行必要的修改补充,如:

1. 所总结的裂谷盆地的一系列特征与松辽盆地的特征不尽一致。

2. 作者认为“西部盆地在发展初期也可能象东部盆地那样经历了裂陷阶段”。但与目前对准噶尔盆地的认识有出入。

3. “渤海湾盆地深层为断块构造,中层为滚动构造,浅层则为披覆构造”,与事实不完全符合。

4. 作者用反转构造—“手风琴”理论、滑移线场—“破冰船”理论、构造平衡—体积守恒假说，概括为中国大陆地壳及盆地演化机制的三个特征，似乎不够全面。

评审组认为该报告理论性和概括性都较强，故此报告予以优良评价。

主评人（签字）田在艺 董晓光

一九八五年五月二十七日

目 录

前 言	(1)
第一节 中国及邻区大地构造演化特征	(1)
(一) 前中生代中国及邻区地壳演化	(1)
(二) 中生代中国及邻区地壳演化	(3)
(三) 中国东部地壳变形特征	(3)
(四) 中国西部地壳变形特征	(4)
第二节 中国中生代盆地构造演化	(5)
(一) 中国东部中生代裂谷盆地	(6)
(二) 中国西部中生代挤压盆地	(9)
(三) 中国中部复合盆地	(14)
第三节 中国大陆地壳及盆地演化机制的某些特征	(16)
(一) 反转构造——“手风琴”理论	(16)
(二) 滑移线场——“破冰船”理论	(18)
(三) 构造平衡——“体积守恒”假设	(19)
第四节 含油气盆地类型及远景	(20)
(一) 张裂环境盆地	(21)
(二) 挤压环境盆地	(22)
(三) 剪切环境盆地	(24)
(四) 重力环境盆地	(24)

前 言

盆地研究是评价油气远景的基础,在我国著名石油地质学家田在艺和藩钟祥教授协议下,笔者承担了中国含油气区大地构造的研究任务。

(一) 研究观点: 主要根据王鸿祯教授关于“活动论”和“阶段论”的观点。同时吸取我国著名地质学家的理论; 板块构造学说先驱者李四光教授关于扭动构造与壳内壳滑移的概念^{*}; 著名活动论者黄汲清教授关于多旋回概念与中国大地构造三个主要构造型式^{**}, 即太平洋式、古亚洲式和特提斯喜马拉雅式的概念; 马杏垣教授关于重力滑覆和裂陷作用造盆的概念; 李春昱教授关于亚洲板块划分的概念; 郭令智教授首先建立的关于沟—弧—盆系的概念。

(二) 研究方法: 主要根据马杏垣教授提出的“构造解析”或“构造分析”方法。采用构造层次及构造样式等概念。

(三) 研究手段: 采用野外构造剖面与地下反射地震剖面相结合。

本报告按原计划应在各分区报告基础上进行总结, 但由于计划改变, 所以与各分区报告同时进行, 这样就有可能出现观点及资料等方面不尽相符之处, 正式出版已予补正。其他错误及不妥之处, 敬请指正。

在研究和野外考察期间得到: 石油勘探开发科学研究院、中国地质科学研究院、青海石油管理局、地质力学研究所、西南石油地质局、云南石油指挥部、广西石油指挥部、辽河油田、山东省地质局、河南省地质局、安徽省地质局、河北省地质局等单位领导和许多同志的协助及提供有关资料, 在图件编制过程中, 参阅了石油部物探局及石油海洋研究中心等有关资料, 予以衷心感谢。

本文初稿在油气资源评价含油气区大地构造研究成果交流会上汇报时, 承田在艺、石宝珩、吴华元、包茨、籍永昌、柴桂林、谢展、杨祖序、安与等提供大量资料及修改意见表示感谢。

对鉴定意见书中所提意见, 作者已予适当的修改、补充, 有些问题, 如“西部盆地在发展初期也可能象东部盆地那样经历了裂陷阶段”, “下辽河盆地两期掀斜方向不一致”等, 作者认为基本与实际资料符合, 未予修改。

第一节 中国及邻区地大构造演化特征

为了了解我国新生代盆地类型及构造特征, 有必要论述与盆地形成有关的我国及邻区大地构造演化特征。

(一) 前中生代中国及邻区地壳演化

以太古界为主的古陆核, 在中国主要以中朝—塔里木古陆为主体, 其北与西伯利亚古陆

* 参考美国学者对阎敦实访美报告的评述, 石油工业出版社(内刊)。

** 据黄汲清教授与笔者多次谈话观点。

之间为中亚—蒙古海，其南为古地中海与印度古陆遥相呼应（附图1）。因此，我国大地构造演化与三大古陆、二大海域的变迁有关。

中亚—蒙古海的出现估计有两种可能性：一是西伯利亚古陆原来与中朝—塔里木古陆相连，为原始的亚洲古陆，由于后来的裂陷运动，产生原始的中亚—蒙古海，并有海底基性喷发和深海沉积物，经晚元古代闭合形成目前的蒙古弧形褶皱带中前寒武纪地块。接着又一次裂开，形成下古生代中亚—蒙古海，再一次闭合，构成目前蒙古弧内的加里东褶皱带；同时在其南侧裂开产生上古生代中亚—蒙古海及内陆裂陷，在二迭纪时，中亚—蒙古海最终闭合，并形成现在蒙古弧内的海西褶皱带。中亚—蒙古海经历多次张裂、多次闭合，海水最终向东北方向逐渐撤退，但在有些地区可能残留一些内陆海盆。

这种多次张裂多次闭合，不同时代的蛇绿岩套出现在蒙古弧形褶皱带内，可以认为是大陆增生的一种重要模式。这种张裂—闭合作用可以称为构造反转作用或“手风琴”式作用*。而中生代的松辽盆地、准噶尔盆地及二连盆地等正是在这种复杂基底结构背景上发育起来。最近阎敦实等（1984）创造性地提出了“蒙古大裂谷系含油气带”的观点，指出了这一地区的油气远景。但应当指出这种裂谷方向不是呈放射状，而是斜截蒙古弧的两翼。

另一种认为在西伯利亚古陆与中朝—塔里木古陆之间存在着一个原始的中亚—蒙古海，以后由于古陆以同心圆弧方式不断增长，依次形成晚元古代褶皱带、加里东褶皱带和海西褶皱带，增生方向主要由北向南，但也有由南向北，这就是所谓地槽迁移和大陆同心增长的观点。

古地中海大致可以分为北带和南带，北带在我国境内大致相当于昆仑—秦岭海槽，南带大致相当于滇藏海槽，其间夹持一些古地块，大的如扬子地块、藏北地块等，小的如保山地块。据林金录（1985年）所作杰出的古地磁资料分析扬子地块是由西向东长距离漂移到现在的位置。在这些海槽中具有基性喷发和深海沉积。

古地中海走向大致近东西向，以喇叭口形状从欧洲到东亚逐渐打开，又逐渐闭合，同样经历了裂开—闭合的手风琴式的构造阶段。总的来说北带发育早，开始于下古生代延续至上古生代，有巨厚的火山建造及硅质建造。当此带闭合时，同时在南侧又打开二迭—三迭纪海槽，随着二迭—三迭纪海槽的闭合，在南侧又出现晚中生代海槽。印度板块的俯冲导致古地中海在中国大陆的消失。所以总的看来大陆增生也是主要由北向南发展，依次为加里东褶皱、海西褶皱、印支褶皱、燕山褶皱和喜山褶皱，这种复杂的演化历史，海洋的裂开与闭合，古陆块的碎裂和联合，使中国南方形成更为复杂的盆地基底，但对南方碳酸盐找油提供了新的领域——褶皱和冲断带的油气勘探。

总之，在中生代以前中国大陆地壳变形方式是以近东西走向的裂开和闭合为特征，主要遭受自北向南的压力，构成目前近东西向的古生代褶皱带或弧顶向南凸出弧形褶皱带。以西伯利亚古陆为核心，呈褶皱波方式向太平洋和印度洋方向推进。

原始的中国大陆地壳则碎裂呈菱形或多边形地块镶嵌在这些近东西向的褶皱带之间，如中朝地块、塔里木地块以及苏联的卡拉库姆地块等夹持在中亚—蒙古褶皱带和昆仑—秦岭褶皱带之间，就像巨型的“香肠构造”。这种脆性地块与韧性褶皱带所构成的中国大陆地壳不

* “手风琴构造”在欧美文献中为“反转构造”同义语。

均一性将影响到后来中生代构造变形和盆地发育。

(二) 中生代中国及邻区地壳演化

中生代开始是中国大陆地壳结构的重要变格时期, 原来近东西向的构造格局, 为后期近南北向隆起带与沉降带所叠加。这种特征明显地反映在中国大陆地壳厚度分布上, 从地壳厚度分布图上可以明显地见到有两条近南北向厚度梯度带: 一条是从大兴安岭经太行山到武陵山; 另一条是贺兰山到横断山脉, 将中国划分为不同的构造域, 这就是东部厚度变薄区和西部厚度增厚区, 中部则为两者复合的过渡区, 这也是我们将我国划分为东部油气区, 西部油气区和中部油气区的大地构造背景。

其中贺兰山—龙门山—横断山南北带是把中国划分为两大构造域的重要界线, 这条南北带实际上是从西伯利亚地块顶端伊尔库茨克开始, 经蒙古弧顶端、贺兰山、龙门山直到横断山脉。在贺兰山及龙门山一带主要呈现为叠瓦状褶皱—冲断层样式。

在这一南北带两侧构造线方向有明显不同, 东部变形以北东—北北东方向的断裂与褶皱为主, 称为华夏构造域或滨太平洋构造域, 当西伯利亚古陆向南推移, 受到太平洋板块的阻力, 使我国东部普遍经受强大的燕山运动, 形成广布的薄皮褶皱和冲断带。后期滨太平洋裂陷运动使东部地壳变薄形成一系列盆地。

西部变形则以北西—北西西方向的褶皱和断裂为主, 称为西域构造域, 而向南更年青的变形则为喜马拉雅构造域, 这主要受到西伯利亚古陆及印度古陆相对挤压, 使中国西部地壳增厚形成一系列近东西向褶皱山系及山间盆地或山前盆地。

同时在这一南北构造构造带两侧的岩浆活动也不一致, 中生代滨太平洋域花岗岩侵入及玄武岩喷溢大部分分布于南北构造带以东地区。而喜马拉雅构造域的岩浆活动则限于西部古地中海的南带。

处于东西两大构造域交界处及其相邻盆地, 则具有复杂形变特征和复合形式, 中部含油区的西缘是褶皱—冲断带为主, 反映上地壳从西向东推移的特点, 向东褶皱趋于平缓, 有些地区则出现裂陷作用形成了地堑盆地。下面对中国东部及西部的变形特征作进一步论述。

(三) 中国东部地壳变形特征

中国东部地壳为一非均质体, 主要由前寒武纪克拉通和各时代褶皱带所组成, 其主体部分是由太古代中朝地块(包括华北地块和北朝鲜地块)与由元古代扬子地块(包括华南地块和南朝鲜地块)组成, 其间为秦岭—临津江古生代褶皱带所分隔。

中生代变形是叠加在前中生代变形的基础之上, 因此中国东部变形是受到两条东西向的褶皱带阴山带及秦岭带的影响和限制, 形成三个各具特色的变形区(参看附图2)。

(1) **东北变形区:** 迭加在古生代蒙古弧形褶皱带东翼之上, 主要表现为一系列裂陷作用所形成的雁列盆地(附图2, A—A'剖面图)。这种裂陷作用是从贝加尔裂谷开始, 经海拉尔盆地, 松辽盆地, 直到日本海。这种裂陷运动所造成的一系列盆地及火山喷发是该区最显著的形变特点。其中以贝加尔裂谷和松辽裂谷盆地最具有特色。由于该区大部分叠加在古生代褶皱带之上, 地壳刚度低, 所以形成一系列较分散的小型地堑或半地堑。但也有些原来较大型的盆地, 由于后期被断裂所分割。

(2) **华北变形区**：经过印支运动和燕山运动使整个华北固结成统一的刚性地块，早期在沉积盖层中发育一系列薄皮褶皱—冲断带，而后期的裂陷运动形成一些大型裂谷盆地，如渤海湾盆地及汾渭裂谷。但其西缘由于受到来自西部的挤压，形成一系列褶皱—冲断带，最为明显的是贺兰山带（附图2，B—B'剖面图）。

(3) **华南变形区**：在元古界褶皱基底上发育起来的大型断陷盆地有江汉和鄱阳盆地。但大部为一些零星发育小地堑或半地堑。同时来自西缘挤压和东南缘台湾东侧俯冲，该区受到强烈挤压，其中最为显著的是龙门山推覆带和台湾西部推覆带（附图2，C—C'剖面图）。

中国东部由裂陷作用所形成的伸展构造，由于所处的大地构造位置与地壳刚度不一致，因此其发育规模、形态和时代有所不同，但从总体来说，夹持于两条规模巨大的郯庐断裂带与紫荆关断裂带之间的裂谷盆地最为显著，自北而南主要有松辽盆地、渤海湾盆地、南襄盆地、江汉盆地和北部湾盆地等。关于这一沉降带的性质和成因，根据研究和一些资料报导，其发育具有裂谷特点，因此我们将这一巨型沉降带称为华夏裂谷系，这是中国东部中生代裂陷解体的一种主要方式，而东部的主要含油气盆地也是在这一环境中发育起来。

(四) 中国西部地壳变形特征

中国西部地壳同样为一非均质体，主要由古生代弧形褶皱带和一些中间地块或中生代盆地所组成。并为一系列雁列平移断裂系所分割。

其中最明显的一组平移断裂呈北西—北西西向雁列展布，如额尔齐斯断裂、博罗霍洛断裂、塔拉斯—费尔干断裂及喀喇昆仑断裂等。另一组平移断裂呈现北东—北东东向，如达尔布达断裂及阿尔金断裂等，形成网格交叉。

这些斜向平移断裂系与东西向天山褶皱带、昆仑褶皱带等复合，构成我国西部及中亚地区一系列三角形、菱形及平行四边形等中生代盆地，因此这些盆地常具有复杂的力学性质。

其中北西向平移断裂系，在古生代时呈现为与褶皱平行的冲断层，但在古生代以后转变为右旋平移断层，具有压扭性特征。沿着这些断裂带有超基性岩侵入，其平移幅度自北而南增加，位移距离自几十公里增加到200—300公里。断层之间距离为70—100公里，具等距性。

新生代以来由于古地中海的闭合，使西部地壳缩短和增厚，主要通过褶皱和冲断作用使上地壳叠覆缩短，通过大陆碰撞或板内俯冲作用使下地壳滑离叠置。

由于地壳结构不均一及变形时代的差异似乎仍可以由两条近东西向褶皱带：天山带及昆仑带划为三个变形区（附图3）。

(1) **准噶尔变形区**：中生代盆地是迭加在古生代蒙古弧形褶皱带西翼之上，准噶尔盆地基底有可能叠置在褶皱带中古老硬块之上。但这一三角形盆地三边的构造性质不一样形成了不同构造样式，西缘达拉布特断层为一左行平移断层，其东以褶皱—冲断带为主，形成向盆地方向仰冲。东缘可能为一些北西或北北西方向断层切割的块断区，南缘则为深拗的天山山前盆地具较紧密褶皱。

(2) **塔里木—柴达木变形区**：由介于天山带与昆仑带之间一些刚性地块与褶皱带所组成，天山带及昆仑带都具有扇形构造特征，上地壳呈现为褶皱—冲断带，是由中部隆起带向

两侧仰冲。下地壳缩短的滑离俯冲模式，尚待进一步研究。

(3) **滇藏变形区**：直接受到印度板块与青藏板块的碰撞的影响，南部为一系列向南俯冲的褶皱—冲断带所组成，向东延伸到三江褶皱带变为近南北向的紧密褶皱和断裂带。北部似乎为一中间地块构成藏北盆地。

尽管中国西部构造特征有所不同，但总体来说是属于挤压构造，上地壳由于褶皱及仰冲作用使岩层、岩片迭覆来实现地壳增厚和山前拗陷，下地壳则可能由于大陆间俯冲或板内俯冲来使地壳缩短和增厚。但大量属于山前变形或山间变形，因此对同心褶皱和冲断层的研究是布署西部勘探的重要一环。

第二节 中国中生代盆地构造演化

中国大陆岩石圈在中新生代时主要受滨太平洋构造运动和喜马拉雅构造运动的影响，引起一系列山系和盆地的形成。以往许多地质学家多侧重于与褶皱作用有关的造山运动，由于石油地质学及海洋地质学的发展，逐渐认识到裂陷作用与造山作用同样重要，它们代表构造运动过程中的两个侧面，近年来马杏垣、刘和甫（1983）强调裂陷运动的造盆作用与挤压运动的造山作用在地壳演化中的意义。同时剪切作用的重要性也逐渐为人们所了解。总之裂陷运动、造山运动和剪切运动在中国中生代盆地构造演化中起了重要作用。

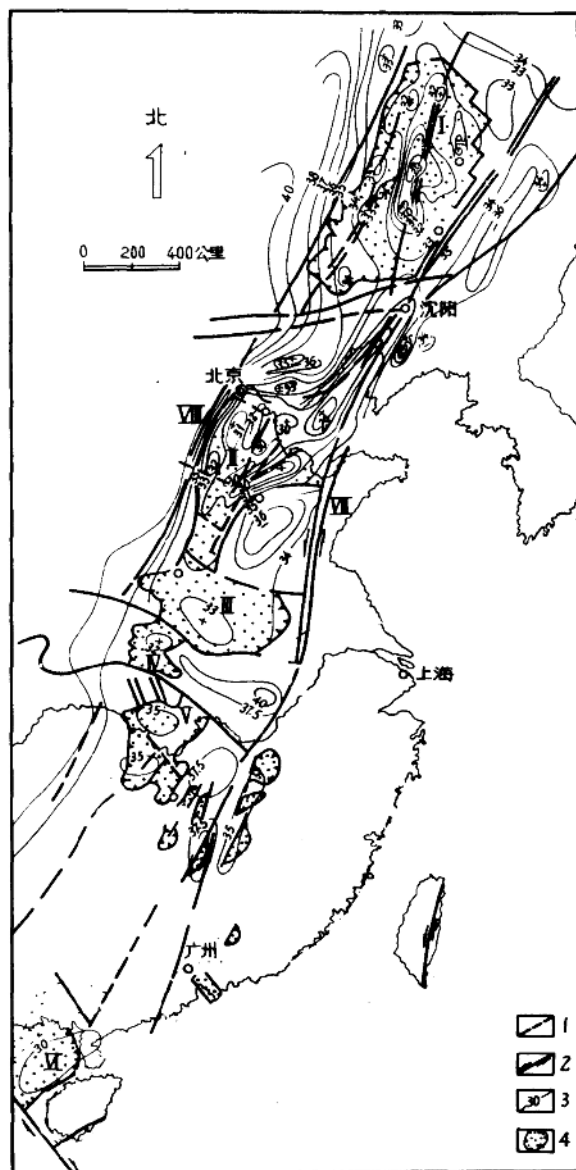


图1 华夏裂谷系简图

1. 断层，2. 平移断层，3. 地壳等厚线，4. 盆地边界
 I. 松辽盆地，II. 渤海湾盆地，III. 冀皖盆地，IV. 南阳盆地，
 V. 江汉盆地，VI. 北部湾盆地，VII. 鄂尔多斯，VIII. 紫荆关断层。

(一) 中国东部中生代裂谷盆地

中国东部滨太平洋地壳为裂陷作用所变薄,同时发育了呈北北东向雁列的中新生代盆地,如松辽盆地、渤海湾盆地和江汉盆地等,在总体上构成了华夏裂谷系(图1)。

华夏裂谷系总体呈北北东向展布,延伸达4000公里,宽300—400公里,在渤海湾盆地内地壳厚度可变薄到29公里,向西至裂谷边缘为一重力梯度带,地壳厚度由33公里迅速增加到43公里,裂谷盆地内具有明显的垒—堑构造掀斜断块和铲形正断层。其中碎屑岩、泥岩及火山岩厚度可达7000米。

1. 裂谷盆地的构造演化

裂谷盆地的边界为断层所限,盆地发育是从地堑或半地堑开始,进一步形成盆—岭构造(或垒—堑构造)。后期由于岩石圈变冷,呈碟状向下拗陷,面积扩大,形成统一的大型盆地,下部为裂陷,上部为拗陷,具有明显的双层结构,这一点类似于北海盆地,而区别于美国盆地和山脉省,因为后者没有遭受区域性拗陷,所以迄今尚未发现油气。

由于这些大型裂谷盆地位于不同的大地构造单元上,所以它们发育时代不一,且各具风格。

(1) 松辽盆地位于蒙古弧形褶皱带的东翼,因此其基底具复杂结构,除了古生代褶皱基底外尚有前寒武纪的硬块。晚侏罗世时在盆地中部开始发育地堑。早白垩世由于地壳进一步伸展形成垒—堑结构。中白垩世时盆地整体下沉形成大型湖相沉积盆地。晚白垩世至早第三纪时沉积范围缩小,同时有轻微褶皱,形成一些背斜带,如大庆长垣,这些背斜顶部上白垩统和下第三系地层明显减薄或缺失。至此沉积速度降低,盆地逐渐走向萎缩阶段(图2①a)。

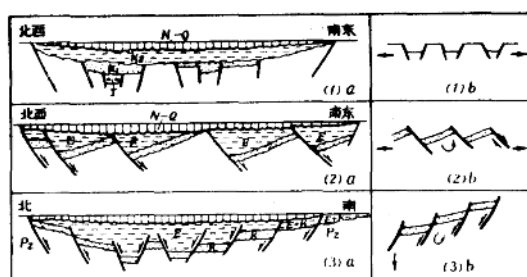


图2 中国东部裂谷盆地

(1) a 松辽盆地剖面 (1) b 盆—岭构造 (2) a 渤海湾盆地剖面
(2) b 盆—岭构造 (3) a 江汉盆地剖面 (3) b 盆—岭构造

(2) 渤海湾盆地发育于中朝地块之上,在早第三纪时主要呈现为盆—岭构造,有些地方呈雁行排列,并且有掀斜断块的特点。晚第三纪开始整体下沉,形成统一的裂谷盆地。但在上、下第三系之间为一区域性的不整合接触(图5②a)。

(3) 江汉盆地发育于扬子地块之上,盆地的发育主要由北东向及北西向两组断裂所控制,这些断裂将基底切割成许多断块,虽然结构比较复杂,但主要可以分为两套。从白垩纪到早第三纪时,主要呈现为盆—岭构造,玄武岩喷发显著,同时由于气候干旱,膏、盐发育,后期形成统一湖盆。但这里裂陷与拗陷的转化可以分出两期:第一期是早白垩世至早始新世;第二期是中始新世至渐新世末,说明裂陷作用是多旋回的。晚第三纪到第四纪盆地普遍复盖(图2③a)。

虽然上述盆地形成时代不一致,但具有共同的特点,就是深层为地堑或半地堑,中层为

盆—岭构造, 上层为统一的裂谷盆地。最后由于应力场变化或地壳上升, 导致这类盆地萎缩。就是说初期为裂陷作用导致盆地快速沉积, 后期的拗陷作用为岩石圈冷却所引起, 沉积速率较慢, 但沉积范围扩大。

但也有另一种情况, 早期为一大型湖盆, 后来分割为小型断陷盆地, 如蒙古弧褶皱带内上叠的蒙古宗巴音盆地, 在白垩纪时可能为一较大的湖盆, 后期分割为目前所见到的小的断陷盆地。再如华南的三水盆地也有类似情况, 这类盆地面积虽小, 但仍有工业油流。

因此, 对于裂谷盆地的发育我们可以合理地划分为四个阶段: (1) 弯曲和破裂期, 发育高角度的正断层并形成地堑或半地堑; (2) 裂谷扩展期, 低角度铲形正断层发育, 并形成掀斜断块和盆—岭构造; (3) 区域下沉期, 发育生长断层和滚动背斜, 有些地方可以出现底辟构造, 而有时有被盖构造发生; (4) 萎缩期, 裂陷作用或拗陷作用停止, 有时可以出现逆断层。但在另一种情况下可以出现再生裂陷, 暗示新的裂陷旋回开始, 如北海盆地第三纪裂陷作用和松辽盆地第三纪裂陷作用。

在初始地堑阶段或盆—岭阶段, 由于凹陷一侧下沉, 肩部一侧上隆, 这样造成在短距离内侵蚀基准面的很大变化, 侵蚀作用使大量碎屑物质从肩部向断陷内倾泻, 同时由于巨厚沉积物的加载促使盆地进一步下沉。但由于源近流短, 初期的沉积物是以粗碎屑为主, 加以大量倾泻, 冲淡了有机物含量。沿着断陷走向可以发育三角洲沉积, 而垂直断陷走向可以发育大量水下冲积扇。有些地区则发育浊流沉积, 如辽河裂谷盆地。在纬度较低地带可以出现膏、盐沉积, 如上述的江汉盆地。

2. 裂谷盆地内部的构造样式

在裂谷盆地中主要发育各种张性构造样式, 简述于下。

(1) 铲形正断层与掀斜断块——基底变动模式

控制我国东部地堑或半地堑发育的正断层, 大多具有生长性质, 断层的发展与沉积作用和火山堆积有密切关系。这类断层在上部倾角较陡(60° — 70°), 随着深度加大而变平(20° — 60°), 所以称为“铲形断层”, 有时这些断层成为低角度或近水平的滑脱断层, 促使岩块发生旋转, 成为使裂谷扩展的一种机制, 当断层倾向与原来基底的区域倾向不一致时, 称为反向断层, 促使盆地进一步扩展, 形成一系列箕状凹陷。渤海湾盆地就是一个典型例子(图2②a)。但当断层倾向与区域倾向一致时, 这类断层称为同向断层, 将促使盆地进一步下沉, 如江汉盆地(图2③a)。

断块的旋转作用常常是多期的, 如冀中拗陷的任邱断块就经历了孔店期末、沙二期末和东营期末等三次旋转。在有些地区旋转方向也不一致, 下辽河盆地可作为典型例子(图3)。在裂谷作用的早期为反向断层系, 引起裂谷迅速扩展, 以后强烈陷形成同向断层系。这两组不同倾角的断层系标志着不同的裂陷运动期。早期常常与基底的刚性破裂有关, 而后期主要发生在半固结的沉积层中与塑性破裂有关。常常呈现为生长正断层。

(2) 生长正断层与滚动背斜——盖层变形模式

随着裂谷盆地不断扩展, 断块进一步旋转, 以及沉积物进一步压实, 断层的倾角变得越来越平缓, 半固结的沉积物向下倾方向蠕动, 因此在塑性岩层中由于重力作用可以形成一系列滑脱正断层, 这类断层常常具有生长断层性质, 其下降盘的沉积速率常常大于上升盘的沉积

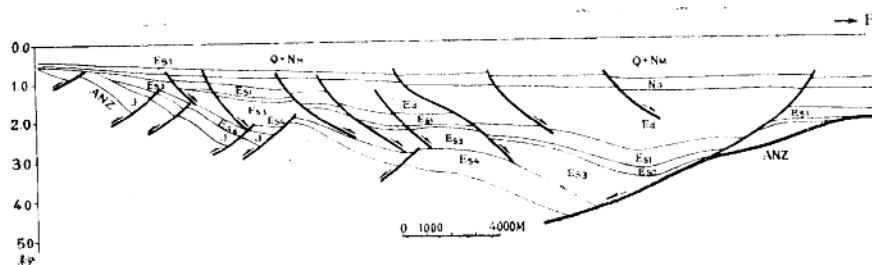


图 3 下辽河盆地横剖面 (据石油地质局资料)

速率。但有时这类滑脱正断层也可以在沉积以后产生, 两者在几何特征上几乎没有差别, 有时甚至在一条断层上可以见到下部是同生的, 而上部是后生的。

生长断层的下降盘上岩层由于重力牵引, 常常可以产生滚动背斜, 也是由于盆地进一步扩展所产生。另一种情况是在生长断层下降盘一侧可以出现一系列反向断层, 这可能与脆性破裂有关, 这时常常可以形成断层圈闭。这两种构造样式是渤海湾盆地和苏北盆地油气圈闭主要类型。

(3) 挤入褶皱——塑性层变形模式

在江汉盆地和渤海湾盆地中常常沉积巨厚的塑性岩层, 从而形成与盐及泥的塑性挤入有关构造(图4)。其中江汉盆地的王场油田可以认为是一种比较典型的盐丘构造。由于盐核浮力上升, 在上复沉积中引起拱曲拉伸, 并在背斜顶部出现小型地堑。

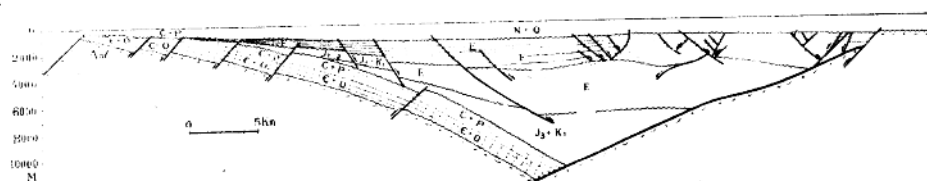


图 4 渤海湾盆地横剖面 (据石油地质局资料)

在我国东部裂谷盆地中出现的盐或泥挤入所引起穹窿构造主要是与重力或浮力作用有关, 应属于浮力构造或张性构造的一种, 而我国西部天山山前的库车凹陷等地出现的盐构造主要与侧压力有关。

上述基底及盖层变形的结果往往在不同构造层次中出现不同的构造样式, 如渤海湾盆地深层为断块构造、中层为滚动构造或披盖构造, 而浅层则为披盖构造(图5)。

3. 裂谷盆地的双重力学性质及其转化

从上所述, 我国东部裂谷盆地由地堑或半堑发展演化而来, 而地堑系的展布方位主要与基底的脆弱带有关, 如剪破裂、岩墙群和糜棱岩带等。根据对中国东部陆地卫星图象中性线破裂方位的统计, 主要有三组: 即北北东、北东东及北西向, 而中生代地堑的展布方位往往受这三组断裂所控制。特别在华北地区, 这些剪破裂对地堑方位的控制最为明显。汾渭

裂谷就是沿着北北东和北东东两组断裂展布的，是追踪基底剪裂的结果。这时断裂的力学性质由剪断裂转化为张性正断层，而是这种断层力学性质的转化对东部地堑系或裂谷盆地的形成起了重要作用。同样，贝加尔裂谷系的形成也可能属于这种情况（图6）。

根据计算在新生代时渤海湾盆地的伸展量大约为30—40%，而在有些地段伸展量可能更大些，如沧县隆起与孔店凸起之间的拉伸可达50%左右。因此，在早第三纪时，平均扩展速率约为0.2—0.4毫米/年，而下沉平均速率约为0.1—0.2毫米/年。因此，即使在以正断层作用为主的裂谷盆地内，水平位移量也超过垂直位移。

此外，由于在裂谷盆地内这些地堑之间的伸展量也常常不一致，这样就需要以横向平移断层来进行调节。如松辽盆地和渤海湾盆地都发育有与盆地长轴正交的北西向平移断层。如渤海湾盆地北缘的北西西向张家口—宁河断裂，为一左旋平移断裂，

起着分隔渤海湾盆地与燕山褶皱带的作用。此外，如衡水断裂、磁县—大名断裂等北西—北

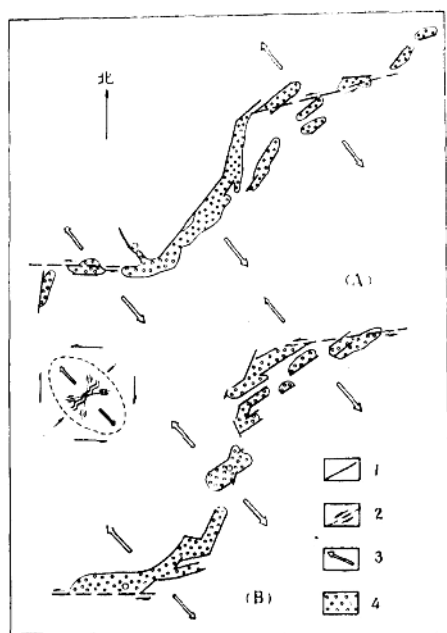
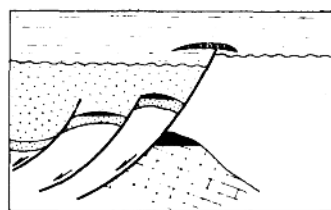
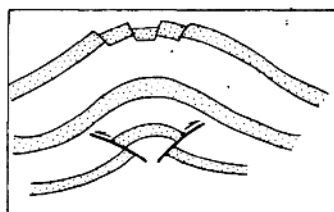


图6 贝加尔裂谷系简图（张通，1978）
汾渭裂谷系简图（张列克，1982）
1. 正断层，2. 平移断层，3. 伸展方向，4. 新生代沉积



(1)



(2)

图5 (1) 渤海湾盆地构造图例示意图表示不同部位中三种类型
(2) 四川盆地构造图例示意图

西西平移断层将渤海湾盆地内北北东—北东向的盆—岭构造错开，造成通常所称东西分带和南北分块的复杂现象。而江汉盆地则由北西及北东向两组交叉断裂所控制，形成伸展—剪切组合。

因此，在东部裂谷盆地的发育中除了有扩展作用外，尚有剪切作用存在，盆地内展布的雁列构造就是证明。因此我国东部裂谷盆地常具有张性兼扭性的双重力学性质。

(二) 中国西部中生代挤压盆地

中国西部地壳为挤压、推覆、俯冲作用所增厚，同时发育了大型山间盆地和山前盆地。东西向天山带与昆仑带的褶皱隆起是构成盆地格局的基础。而北西西向博罗霍洛—祁连山带和北东东向阿尔金带将西北地区分隔成各具风格的山间或山前盆地（图7）。

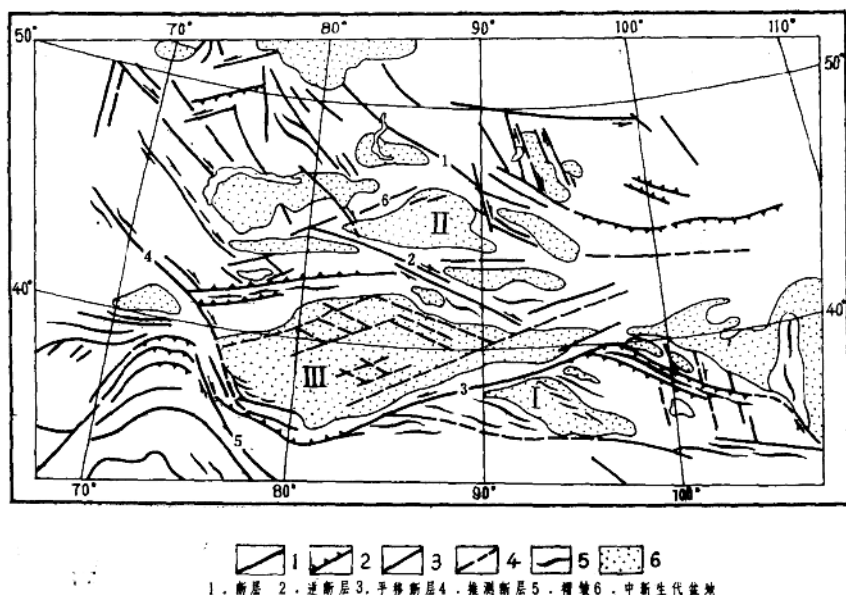


图 7 西域构造域简图

- | | | |
|-----|-----------|--------------|
| 盆地: | 1. 柴达木盆地 | 1. 塔里木盆地 |
| | ■. 准噶尔盆地 | |
| 断层: | 1. 额尔齐斯断层 | 2. 博罗霍洛断层 |
| | 3. 阿尔金断层 | 4. 塔拉斯—费尔干断层 |
| | 5. 喀拉昆仑断层 | 6. 达尔布达断层 |

1. 挤压盆地的构造演化

我国西部挤压盆地边界同样为断层所控制，无论是塔里木盆地或是柴达木盆地。在这些断裂中与东西向天山带和昆仑带平行的主要为冲断层或逆断层。而斜向断层主要具有平移性质或压扭性。

西部盆地在发展初期也可能像东部盆地那样经历了裂陷阶段，实际上很可能是一种拉开盆地或撞击谷。盆地也常常由地垒或半地垒发育起来，但在后期边界断层常带有逆冲性质。在盆地边缘发育凹陷，具有明显的不对称性，即一般所称山前凹陷。而与东部裂谷盆地最明显的不同点，即在西部盆地内部具有隆起的中间地块，如塔里木盆地和准噶尔盆地，而在东部盆地内则为中间地堑或地堑—地垒构造，如松辽盆地和渤海湾盆地。同样，由于这些西部盆地所处的构造位置不同，在发育时间和特点上也有所区别（图 8）。

（1）准噶尔盆地位于蒙古弧形褶皱带的西翼，早海西运动使这一地区的中亚—蒙古海

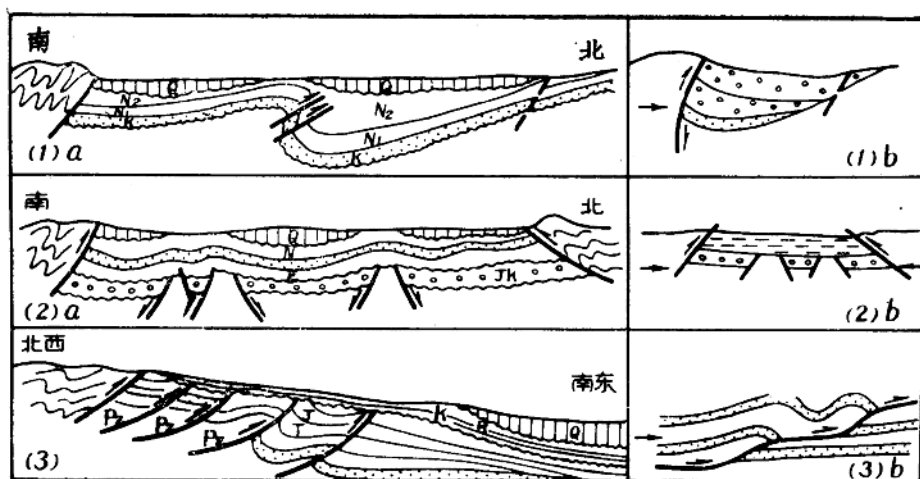


图 8 中国西部山间盆地和山前盆地

- (1) a 酒泉盆地横剖面图 (1) b 半地堑
(2) a 柴达木盆地横剖面图 (2) b 基底逆冲
(3) a 准噶尔盆地横剖面图 (3) b 逆掩断层

槽结束。北带为加里东褶皱而南带为早海西褶皱，中间可能夹有沉埋较深的前寒武纪地块。因此盆地具有复杂的基底。奥陶系在阿尔泰山一带呈浅变质陆源碎屑岩，为冒地斜棱柱体沉积，而在玛依里山有典型蛇绿岩套。志留泥盆系以浅海—滨海陆源碎屑岩为主夹有陆相碎屑岩及中酸性火山岩及其凝灰岩。中上石炭统及二迭系作为沉积盖层，被正断层分隔，呈垒—堑构造，不整合于复杂基底之上。三迭纪开始盆地整体下沉，形成统一湖盆，6000米沉积，成为中亚内陆山间盆地。盆地南部沉积较厚，地层褶皱强烈，形成走向东西的背斜带，北翼陡(40° — 80°)，南翼缓(20° — 60°)向盆地中央变缓，具有山前拗陷特征。而在盆地北部一般为向南倾斜的斜坡，但在西北缘克拉玛依一带具有向盆地方向逆冲的断裂带。

(2) 塔里木盆地为一古老地块，但为后期断裂所破碎，主要有北西—北西南向及北东东向两组构成交叉断裂。基底由太古界片麻岩、片岩及元古界大理岩、石英岩组成。早古生代遭受全面海侵，以碳酸盐岩为主，夹碎屑岩，加里东运动时升起，并形成呈东西向大型隆起及拗陷，晚古生代再次海侵，西部沉积较厚，向东变薄。二迭纪时在巴楚隆起上曾发生大规模辉绿岩和玄装岩喷发。三迭纪及侏罗纪时有地堑发育。晚白垩世—早第三纪时拗陷扩大下沉，古地中海海水沿断槽入侵，并在限制性地堑内沉积巨厚的膏盐层。在天山南侧发育近东西向的拜城凹陷，具有“北断南超”特点。同时在昆仑山北侧出现西南凹陷，为具有“西南断、东北超”的特点。上新世开始塔里木盆地整体下沉。由于喜山运动影响盆地周围山系上升，并发生褶皱，盆地内堆积巨厚的磨拉石沉积，其特点是向上粒度变粗。

(3) 柴达木盆地的基底性质仍有不同看法，一种认为是前寒武系基底，在古生代解体，产生裂陷槽，经多次拉张—挤压形成前中生代盆地基底。而另一种则认为是古生代海槽褶皱

而成。

柴达木盆地在侏罗纪时也出现地堑沉积,白垩纪时断陷扩大出现盆—岭结构,渐新世上新世时盆地整体下沉,发育扇—三角洲沉积,上新世晚期受着喜山运动影响褶皱上升,在盆地内部形成一系列雁列褶皱。这显然与巨大的阿尔金山断裂平移活动有关。

因此,中国西部挤压盆地在初期也发育地堑或半地堑,某些盆地可以发育为盆—岭构造。但前期地堑的方向可以与后期盆地的方向一致,也可以不一致。如酒西盆地白垩纪断陷盆地大致呈北东向展布,而后期第三纪挤压盆地则呈北西向展布。这种与挤压盆地及山脉近直交的地堑,常常具张性或张扭性特点,也可以称为撞击谷。另外塔里木盆地西北边缘就发育近南北向的切列克提地堑,沉积厚达3000米的侏罗系粗碎屑岩层。

2. 挤压盆地内部的构造样式

在挤压盆地内主要发育各种压性或压扭性构造样式。但在早期也可能出现过与东部裂谷盆地类似的伸展构造样式,但这里主要讨论在不同构造层次中出现的压性构造样式。

(1) 上冲断层与基底冲断层——山系及基底变形模式。

在我国西部挤压盆地的边缘常出现高角度的逆断层,或称为上冲断层。常具走向滑动分量,为典型的压扭性断裂。由于这类断层大致平行于褶皱轴面,可能是轴面劈理进一步发展的结果。但也可能是由平移断层转化而来。例如塔里木盆地西南缘的上冲断层,早期为可能平移断层,后期转化为逆冲,可以由塔里木盆地西南缘的雁列褶皱所表明。另外在塔里木盆地内部由北东向及北西向两组交叉断裂切割成菱形或矩形地块似乎也说明了这一点。

在我国西部挤压盆地与山系之间的断层组合,可能类似于“棕树构造”或“花朵构造”。褶皱山系呈现为上升挤压岩块,而盆地则为下降断块,其边界断层是由山系向盆地方向仰冲。这些有待进一步研究。

另外,天山褶皱带及昆仑褶皱带的变形都呈现“扇形构造”,因此存在着向两个相反方向仰冲。但是关于俯冲模式有待进一步研究,究竟是A俯冲,B俯冲还是其他方式俯冲或聚敛。由于俯冲方向及性质尚未确定,所以有关的挤压盆地暂作为山前盆地或山间盆地来处理,而不作为弧前盆地或弧后盆地来考虑。

(2) 滑脱冲断层与褶皱带——山麓带变形模式。

山麓带一种重要构造样式就是褶皱—冲断层带。譬如准噶尔盆地西北缘,克拉玛依—乌鲁木齐一带,在冲断层下面发现了新的油田。根据地震勘探揭露,在地表附近高角度逆断层向深部变缓,从剖面形态来看类似于雪橇冲断层。

山麓带的褶皱—冲断层带由于地形及构造复杂性是世界油气勘探中最后和最困难的领域之一,也是最具有潜在远景的地域之一。南阿帕拉契亚地区及落基山温德河地区的冲断层已引起广泛注意。我国酒西盆地与祁连山之间也可能存在这类褶皱—冲断层带。其他山麓带有待更一进步研究。

(3) 同心褶皱——盆地盖层变形模式。

在我国西部挤压盆地内主要变形方式是出现大量同心褶皱,成为盆地内油气圈闭的一种基本型式。关于同心褶皱展布格局往往有两种:一种是平行展布,如库车凹陷中的褶皱带;另一种是雁列展布,在柴达木盆地内最为明显。前者主要发生在与褶皱山系平行的山前凹陷

内，后者主要出现在压扭性盆地内，特别是在平移断裂带附近（图14）。

大多数同心褶皱属于由侧压力引起的弯滑褶皱，在厚度不大或砂页岩互层的地区，层面之间彼此发生滑动，层的最大相对位移量和最大应变是发生在褶皱翼部。因此在褶皱侧翼常伴有冲断层，如柴达木盆地大风山背斜和酒西盆地的老君庙油田（图9）。

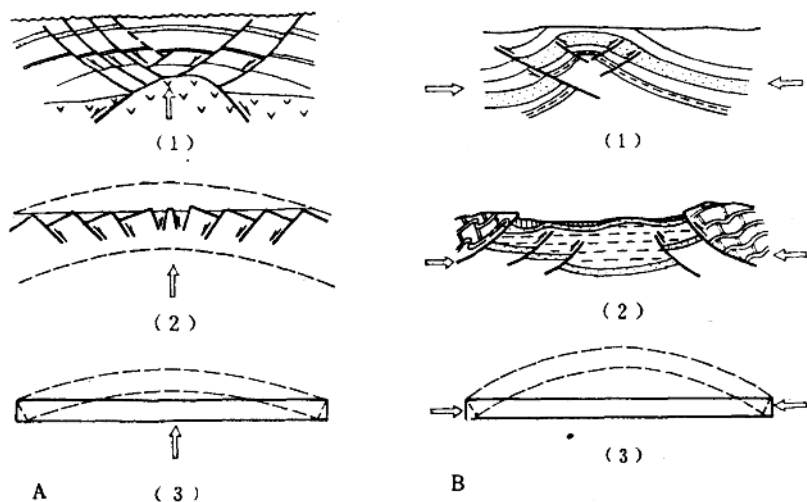


图9 A. 中国东部裂谷盆地构造样式和挤入构造

- (1) 渤海湾盆地中挤入构造横剖面图；
- (2) 拱曲作用左半部为渤海湾盆地；右半部为苏北盆地
- (3) 横弯曲所产生之拱曲模式

B. 中国西部挤压盆地构造样式和褶曲作用

- (1) 柴达木盆地大风山背斜横剖面
- (2) 柴达木盆地横剖面
- (3) 纵弯曲所产生的褶曲作用

总之在挤压环境下形成的山前盆地或山间盆地可以见到，自褶皱山系向盆地内构造样化是逐渐变化的，往往具有明显的分带性：褶皱山系主要为强烈挤压扇形褶皱和上冲断层；山麓带主要为褶皱—冲断层带；到盆地内部主要为同心褶皱带。但过去更多地是研究盆地内部的褶皱带或背斜带，而对山麓带的褶皱—冲断层带的研究正在进行中。

(4) 挤压盆地的双重力学性质及其转化。

我国西部挤压盆地，无论是山前盆地或山间盆地都是在造山环境中发育起来。周围山系的缩短特别明显。如天山褶皱由于褶皱缩短估计约150公里，同时由于冲断层叠覆位移约为100公里，在南北方向上的缩短约为250公里。如果昆仑褶皱带的缩短量类似于这样数值的话，则西北地区地壳上部的缩短可达500公里左右。再加上喜马拉雅褶皱山系的缩短量约为500公里，这样整个中国西部地壳上部缩短量可达1000公里左右。深部则可以用俯冲作用来