

691206

地质力学文集

第八集

中国地质科学院地质力学研究所 编

地质出版社



地质力学文集

第八集

中国地质科学院地质力学研究所 编

地质出版社

内 容 提 要

《地质力学文集》是不定期向广大地质工作者交流地质力学基础理论研究工作以及介绍在生产实践中运用地质力学的原理和方法所取得的各项研究成果。

本集重点介绍有关推覆构造及其它型式的断裂构造的形成机制、演化规律及对金属与非金属和盐类矿床的成矿控制作用；此外，还介绍了法兰西旋卷构造以及美国和中国深部控矿相似性等方面的论述。

本书对从事深部地质、构造地质、矿床地质、地震地质及地球物理等方面的科研、教学和生产的地质人员有重要参考价值。

地 质 力 学 文 集

第 八 集

中国地质科学院地质力学研究所 编

*

责任编辑：王休中 王治顺

地质出版社 出版发行

(北 京 西 四)

地质出版社 印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：12.5 字数：291,000

1988年10月北京第一版·1988年10月北京第一次印刷

印数：1—2,245册 国内定价：3.90元

ISBN 7-116-00316-9/P·274

目 录

苏南地区浅层推覆构造的滑动层位、破裂机制和成矿作用·····	沈修志 孙 岩等 (1)
四川龙门山矿山梁推覆构造形成机理及演化模式探讨·····	赵从俊 (12)
莲花山韧性剪切带的基本特征及其形成机制·····	邱禧元等 (19)
郯城—庐江断裂带的力学性质·····	王治顺 王小凤 (31)
川西地区硬绿泥石的成带性与体系归属初探·····	章守渭 (42)
川西高原晚新生代的左行走滑断层·····	姚冬生 范 晓 (53)
准噶尔盆地西北缘构造型式分析·····	姚俊祥 李 明 (62)
法兰西旋卷构造·····	张治洮 (70)
陕西黄龙铺小型帚状构造的控矿作用·····	侯 俭 (79)
四川盐源 ^① 盐丘型岩盐矿床地质特征及其意义·····	倪邦杰 李祥模 (82)
安县永安场构造带应力矿物和显微构造分析·····	姚清国 李宝石 (89)
垂向旋扭和 f 型构造·····	方国柱 (97)
关于形成构造与形变构造的发展关系及其意义·····	胡耀明 (106)
对东吴运动及其与二叠系分统界线问题的研讨·····	胡世忠 (113)
压磁法测量地应力相对变化及其结果讨论·····	黄相宁 (120)
KX-81型空心包体式三轴地应力计 ·····	王连捷等 (127)
介绍一种单孔全应力测量的数据处理方法·····	廖椿庭 (137)
地球自转力计算·····	张家祥 (155)
地壳运动中的动力来源·····	曲贵元 (162)
地球自转速度的长周期规则变化及其相伴随的地壳形变 ·····	В.А.Чареградский著 (167)
美国和中国深部控制矿化的相似性·····	J.库蒂纳著 (178)

① 盐源即盐源彝族自治县，下同

Contents

Slipping Layers and Fracture Mechanism of the Shallow-lying Nappe in Southern Jiangsu Province and its Metallogenesis	<i>Shen Xiouzhi Sun Yan et al.</i> (1)
Genetic Mechanism and Evolution Model of Kuangshanliang Nappe in the Longmenshan Mountain, Sichuan Province.....	<i>Zhao Congjun</i> (12)
Fundamental Features of Lianhuashan Ductile Shear Belt and its Formation Mechanism.....	<i>Qiu Yunxi et al.</i> (19)
Mechanical Properties of Tancheng—Lujiang Fracture Belt	<i>Wang Zhishun Wang Xiaofeng</i> (31)
Zonality of Chloritoid in Western Sichuan and Identification of the Tectonic System.....	<i>Zhang Shouwei</i> (42)
Left-Lateral Strike-Slip Fault of the Late Cenozoic in the Western Sichuan Plateau.....	<i>Yao Dongsheng Fan Xiao</i> (53)
Identification of Structural Types in Northwest Area of the Junggar Basin.....	<i>Yao Junxiang Li Mieng</i> (62)
Vortex Structure in France.....	<i>Zhang Zhitao</i> (70)
Small-Scale Brush Structure in Huanglongpu of Shaanxi Province and its Control of Ore Deposition.....	<i>Hou Jian</i> (79)
Geological Features of Salt Dome Deposit in Yanyuan Yizu Zizhixian of Sichuan Province and its Implication.....	<i>Ni Bangjie Li Xiangmo</i> (82)
Stress Minerals of Yonganchang Structural Belt in Anxiang, Sichuan and Analysis of Microfabric.....	<i>Yao Guoqin Li Baoshi</i> (89)
Vertically Rotational Shearing and f-Type Structure.....	<i>Fang Guozhu</i> (97)
Relationship between Formation and Deformation Structures and its Implication.....	<i>Hu Yaomin</i> (106)
Study on Dongwu Movement and its Contribution to Series Boundary of Triassic System.....	<i>Hu Shizhong</i> (113)

Technique and Method

Relative Changes of Crustal Stress Monitored by Piezomagnetic Stress Gauge and their Implication.....	<i>Huang Xiangning</i> (120)
KX-81 Triaxial Hollow Inclusion-type Gauge for in-situ Determination of Rock Stress.....	<i>Wang Lianjie et al.</i> (127)
Treatment of Data Obtained from Single hole Complete Stress Measurements.....	<i>Liao Chunting</i> (137)

Problem Discussion

- Calculation of Earth's Rotation Force..... *Zhang Jiaxiang*(155)
Origin of Dynamic Force Resulting in Crustal Movement..... *Qu Guiyuan*(162)

Translations

- Закономерные долгопериодические изменения скорости земного вращения и сопряженные с ними деформации земной коры
..... *В. А. Чаревградский*(167)
Similarities in the Deep-Seated Control of Mineralization between
the United States and China..... *J. Kutina*(178)

苏南地区浅层推覆构造的滑动层位、 破裂机制和成矿作用

沈修志 孙 岩 黄钟瑾 石火生
任震鹏 黄细良

(南京大学地质系)

自1984年A.Eseker通过阿尔卑斯地区地质构造的研究提出推覆体的概念以来^①,人们往往把它的形成机理同强烈的挤压褶皱联系起来,而苏南地区的构造变动和褶皱起伏却都是在相对和缓的所谓准地台地区,况且该区研究程度颇深,故70年代中期苏南推覆构造刚刚被提出^{①②},就立即引起有关方面的强烈反应。苏南推覆构造涉及问题较多,下面仅就滑动层位、破裂机制和成矿作用等三方面简述之。

一、滑 动 层 位

(1) 构造滑动的概念最早是本世纪初由E.B.Bailey (1910年)提出来的^②;嗣后,R.W.Van Bemmelen (1954)主张按深度层次进行滑动构造分类^③,而划分的类型都限于地壳的浅部。到了70年代和80年代初,R.Meisser (1973)、S.Mykkeltveit (1980)和F.Thouvenot (1980)相继对壳下的莫霍面和壳中的康拉德面进行研究,认为是代表化学成分不同的、具有较高位移密度的高塑性区,并有低角度的逆掩滑动存在^{④-⑥}。不待说,考虑到这样一些更深层次的滑动面,按其深度层次划分可有浅层(硅铝层浅部,盖层);深层(硅铝层深部,基底);壳层(康拉德面);壳下层(莫霍面);幔层(软流圈)和幔下层(古登堡面)等滑移之分。本文只涉及上述浅层的滑移,并限于上部古生界和中生界地层。

(2) 野外观察发现,苏南浅层推覆构造的滑动层位(主要与成矿构造有关的层位)有三:即上泥盆统和下石炭统间;二叠系下统和上统间及三叠系中统与上统之间。室内的抗压强度测试证明了野外观察是正确的(表1)。不难看出,三个滑动层位恰属三套岩性组合中的非骨干岩层,骨干岩层与非骨干岩层的厚度之比约为3:1—4:1;两者抗压强度之比约为2.5:1—3.5:1。无疑,这两个比值应是滑动机制的重要参数。

(3) 表1中的内摩擦角 ϕ 值是依据抗压实验中岩石剪切(破裂)角 θ 值测量计算的,骨干岩石的 ϕ 值在45—50°之间,而非骨干岩层则在20—25°之间,相差约1倍。这两套岩层

① 星野一男著,徐汉臣译,构造地质学概述,地质地球化学,1980年,第1期,第49—61页;

② (1)为参考文献编号,下同

表 1 苏南地区泥盆系至侏罗系岩石力学性质测试数据

系	统	代 号	地 层	岩 性	厚 度 (m)	力学性质测试				岩层组合		
						抗压强度 (kg/cm ²)	ϕ 值	测试 次数	取样地点	名 称	厚度 (m)	平均强度 (kg/cm ²)
侏罗系	中下统	J _{1-2X} n	象山群	含砾石英砂岩	670—1007	1098.01	45°	4	南京紫金山	骨干岩层	670 1007	1098.01
三叠系	上统	J _{3h}	黄马青组	粉砂岩	129—355	385.26		2		非骨干岩层(Ⅲ)	129 355	385.26
	中统	J _{2q}	上青龙组	微晶异化粒灰岩	354	904.00		4		骨干岩层	484 500	960.26
	下统	T _{1x}	下青龙组	微晶灰岩	130—146	1016.40	40.5°	4	江宁湖山	非骨干岩层	167 229	265.40
				钙质页岩	36							
二叠系	上统	P ₂ ^{2d}	大隆组	页岩	17—24					骨干岩层(Ⅱ)	248 302	1122.32
		P ₂ ^{1f}	龙潭组	长石石英砂岩	114—169	265.40	22°	3	江宁湖山			
	下统	P ₁ ^{2g}	孤峰组	硅质岩	10—38	919.42		2		非骨干岩层(Ⅰ)	55 120	515.17
		P ₁ ^{1g}	栖霞组	微晶异化粒灰岩	95—144	1165.05	48.5°	4	南京栖霞山			
石炭系	上统	C _{3c}	船山组	微晶灰岩	30—40	1212.96	51°	4		非骨干岩层(Ⅰ)	55 120	515.17
	中统	C _{2h}	黄龙组	微晶灰岩	85—90	1191.83	49°	6	南京栖霞山			
				粗晶灰岩	5—13	516.40		5		非骨干岩层(Ⅰ)	55 120	515.17
	下统	C ₁ ^{3h}	和州组	亮晶生物碎屑灰岩	2—18	487.50		3	南京幕府山			
		C ₁ ^{2g}	高骊山组	细砂岩	5—10	702.22		3				
				粉砂岩	25—40	382.23	23.5°	2	南京栖霞山			
泥盆系		C ₁ ^{1f}	金陵组	亮晶生物碎屑灰岩	2—9	375.54		2	江宁湖山	骨干岩层	155 205	2098.00
		D _{3w}	五通组	页岩	20—30				江宁湖山			
		D _{1-2m}	茅山群	石英砂岩	25—35	1736.00		4	无锡石塘	骨干岩层		

注：华东水利学院力学系黄梦生和南京大学地质系王培清等老师协助测试

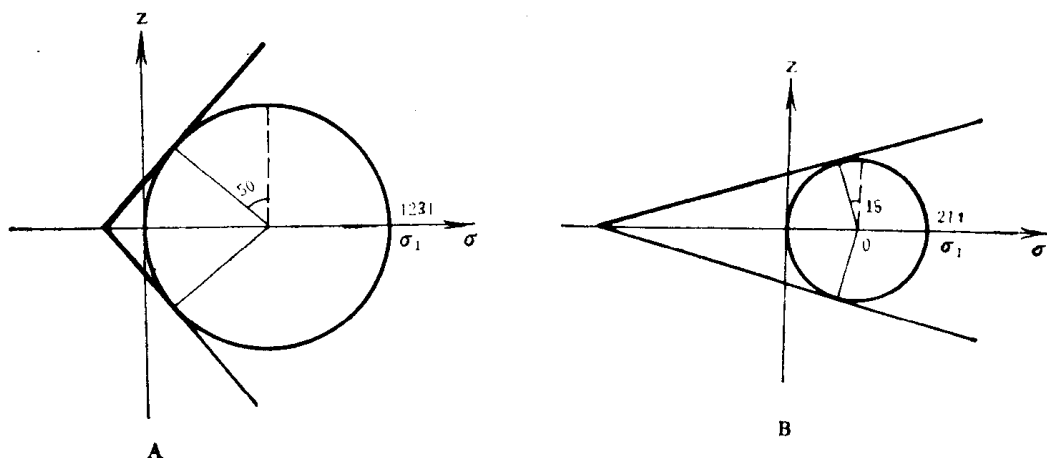


图 1 砂岩 (A) 和页岩 (B) 的剪切破裂莫尔圆图解及其包络线

的剪切破裂莫尔圆图解示于图1, 其包络线反映了内摩擦角增大, 剪切破裂角减小的规律。

二、破裂机制

推覆构造的产生有一个发生发展的复杂过程, 据苏南地区观察, 大致可分四个阶段, 即顺层滑动—切层滑动—骨干逆冲—推覆构造。

(1) 顺层滑动 亦称层间滑动, 系褶皱发育期的侧向压力所致, 它导致了层间破碎, 层间剥离和层间滑脱等现象, 并伴生或派生破劈理、流劈理和片理等小型构造。

结合材料力学的有关论述, 若将褶皱弯曲的外力作为弯力矩 M , 其平面应力视为剪力矩 Q , 而同一截面上载荷的集度为 q , 那么三者之间的关系是, 由于 $\frac{dM(x)}{dx} = Q(x)$,

$\frac{dQ(x)}{dx} = q(x)$, 所以 $\frac{d^2M}{dx^2} = \frac{dQ}{dx} = q$ 。同时, 在岩层界面上出现的最大剪应力 $\tau_{\max}$ 同岩层的厚度 m 和压力 σ 成正比, 若加上系数 K , 则为 $\tau_{\max} = K \cdot m \cdot \sigma$ 。

不难看出, 顺层滑动剪力矩的大小, 剪应力的集度, 不仅取决于弯力矩 (外力), 还取决于滑动岩层的厚度。笔者认为, 对层间滑动的机制来说, 既要考虑到岩层的厚度, 也要考虑到骨干岩层与非骨干岩层的比例关系。苏南地区浅层推覆构造的三个滑动层位中的这种比例关系, 在表1中已有明确的表述。

(2) 切层滑动 切层滑动是层间滑动的进一步发展, 据苏皖等地的实地测量, 切层滑动面与地层的交角一般小于 15° 。它促使了层间破碎带加宽, 派生构造活动加剧, 并可发育拖曳褶皱 (图版 I—1)。

按一般的力学原理, 沿滑动面运动所需的单位面积力 P , 与滑动岩块的宽度 ω , 单位体积内岩石的重量 G , 摩擦系数 f 和滑动面倾角 θ 成正比, 即 $P = K \cdot \omega \cdot G \cdot (f + \operatorname{tg} \theta)$, 其中 K 为系数。显然, 摩擦系数 f 和滑面倾角 θ 越小, 滑动所需的力就越小, 故可推测切层滑动大致限制在非骨干岩层中就容易进行滑移, 这与观察的结果相符。

(3) 骨干逆冲 切层滑动的外动力增加, f 和 θ 值也随之增大, 逆冲断层可沿三个

破裂面发育，即切层滑动面，剖面 x （晚期剖面 x ）裂隙和派生构造。后者主要是指非骨干岩层中的裂隙构造而言，因为在层滑过程中，切应力往往为强岩层所吸收，压应力则传到弱岩层中^①致使派生构造裂隙与岩层的交角变小（图2）。

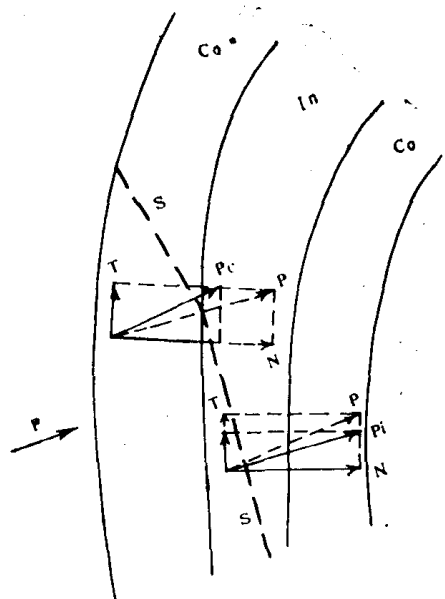


图2 骨干岩层(Co)和非骨干岩层(In)中内力P的分解(参照F.贡扎勒兹-博诺瑞诺改编)

T—切向分力；N—法向分力；Pc、Pi—合力；S—派生裂隙

力学表达式是统一的。

推覆体的前缘（前端）经常经过强烈挤压——引张松弛而发生滑塌下落，原有的构造遭到破坏，但对外来系统下面掩盖的滑动部分保存较好（图版 I—3），其滑动的反阶步酷似推土机铲刮的痕迹（图版 I—4）。

在苏南地区骨干逆冲阶段常表现为地层倒转，逆冲前缘（前端）的地层变陡，断裂带可形成较宽的断裂构造岩带和定向排列的线理构造（图版 I—2）。

（4）推覆构造 从推覆体的前缘的复杂构造形态和推移滑动的态势观之（图3），它可以由大规模骨干逆冲断裂发育而成，也可以由切层滑动断裂直接形成。然而，从层滑断裂到推覆构造，其滑动层位和破裂机制具一致性和连续性的特点，故它们的形成机理和数理模式有相似性。关系到它们之间边界条件的差异，对于推覆体讨论较多的是它的前缘构造。

许靖华(1969)在研究滑动构造的前缘（前端）效应时^[7]，在数学表示式中，强调前端块体的体积 V_2 增大时，推动力 F_k 亦增大，需更大的力去克服前端的摩擦力和惯性力，这同前述顺层和切层滑动的

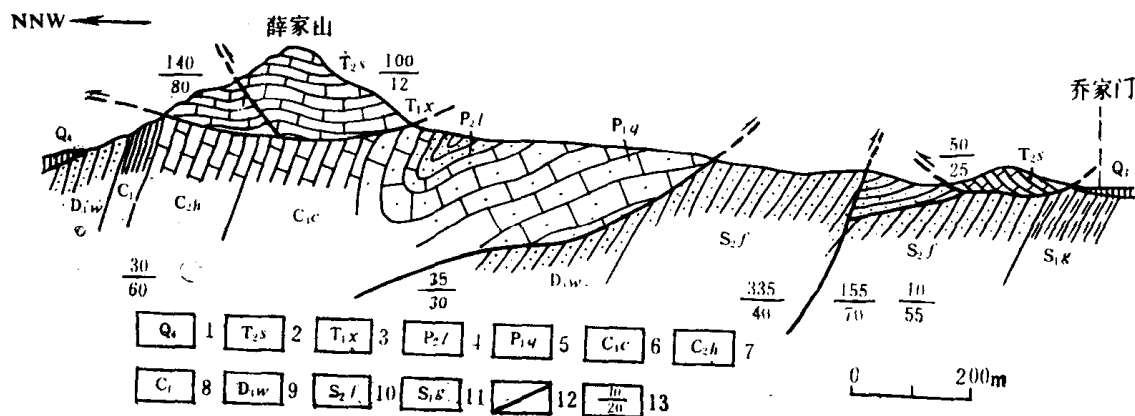


图3 江苏镇江薛家山—乔家门推覆构造剖面图

1—第四系(Q₄)；2—中三叠统上青龙组(T_{2s})；3—下三叠统下青龙组(T_{1x})；4—上二叠统龙潭组(P_{2l})；5—下二叠统栖霞组(P_{1q})；6—上石炭统船山组(C_{3c})；7—中石炭统黄龙组(C_{2h})；8—下石炭统(C₁)；9—上泥盆统五通组(D_{3w})；10—中志留统坟头组(S_{2f})；11—下志留统高家边组(S_{1g})；12—断层；13—岩层倾向和倾角

① F.贡扎勒兹-博诺瑞诺著，蔡文彦等译：片理形成的机理，国外小构造研究专辑，第156—165页

研究推覆构造的破裂机制,必然涉及到岩石的力学性质。不同种类的岩石有不同的力学表象,即使同一类岩石,在不同的地质条件下,或在不同的变动时期中也可以有不同的力学表象。岩石的弹性、刚性和脆性与塑性、柔性和韧性的特性,是可以交替发生、相互转化的,无论在空间或时间上均有一定的变化规律。

在顺层和切层滑动阶段,滑动面大体局限在非骨干岩层中,故滑动带中软弱岩层为韧性变形,而两侧的坚硬的骨干岩层为脆性变形。

发展到骨干逆冲和推覆构造阶段,岩性的变化比较复杂,滑动面不完全限于非骨干岩层中,有的部分或大部分地段会延展到坚硬的岩层中。在断裂带亦可产生韧性变形^[15],在宏观上岩石产生片理化(图版 I—2)、线理化和透镜化(图版 I—3)等现象。由于剪切滑动的缘故,它们的定向性分布,斜列型的排列现象都非常清楚,如图版 I—3 中的透镜体构造,就是4个斜列型排列中的1个;同时在韧性变形带中常见有固体流动、碎裂流动或是C.J.Tabot(1974)所称的稠密流动的特征^[8];当进入柔性变形之后,应力应变的力学过程不再成比例,故不能再提应力应变之间的关系,按照R.S.Rivlin等人在理论连续介质力学中的提法,应是一种本构关系(constitutive relation)^[9],是以本构方程来决定构成物体所有粒子运动的全部活动历史。当然,这种关系中的某一部分或其中的某一阶段还可以近似的看作为成比例的应力应变关系,这样才便于地质上的微观描述。

基于Jr、R、L.Post(1973)对于纯橄榄石高温蠕变的观察,R.J.Twiss(1976)提出了韧性断裂作用^[10],苏南地区浅层推覆构造的韧性断裂作用,有些特征类似于J.Malavieille(1981)指出的阿尔卑斯推覆构造中石英岩层的韧性剪切形变^[11],只是发育的程度不同而已。在苏南地区浅层推覆构造的韧性断裂中,通常见有磨砾岩(图版 I—5)和碎粒岩(图版 I—6),也见有糜棱岩(图版 I—7、8),后一种构造岩在韧性变形带中具有代表性,有下列5个特点:

(1)显微糜棱结构 从C.Lepworth(1885)的传统概念到J.Tullis(1982)总结的Penrose糜棱岩会议的现代观点^[12],都认为糜棱岩的颗粒是细的,具糜棱结构,苏南所见也是如此。

(2)固态流动构造 仔细观察发现,糜棱岩中颗粒的不同的域或域间,其变形机制也有一定差异,坚硬颗粒略显脆性,软弱颗粒更显韧性,这种差别促使柔性变形、固态流动,显示本构关系的力学行为,宏观上有片理、叶理(图版 I—3)。

(3)矿物重结晶 重结晶和新生应力矿物可达20—30%之多。矿物动态重结晶和新的变质矿物的形成,亚颗粒的出现,都可以使矿物颗粒减小,重结晶的程度一般达不到片岩、千枚岩的级别,而只显示变晶糜棱结构或局部呈显微鳞片变晶结构(图版 I—7)。

(4)变质矿物组合 这种组合可反映动力变质相的程度和温度,特别是矿物从脆性破裂变形转变到韧性剪切变形的温度。苏南浅层推覆构造中的糜棱岩大都是绢云母—石英(图版 I—7),或石英—绢云母—绿泥石的矿物组合,属低温绿片岩相的变质条件,爆裂法测得温度为300—350℃。

(5)位错蠕变滑移 这种颗粒内部的位错运动的塑性变形种类很多,糜棱岩中常见的有异常消光、变形页理、变形条带、光率体变形和优选方位等^[14](图版 I—8)。苏南浅层推覆构造中糜棱岩形成的温度较低,故大都是滑移蠕变,以至扩散蠕变,达不到攀移蠕变的程度^[13]。

三、成 矿 作 用

苏南浅层推覆构造的三个滑动层位，四个发展阶段以及脆性和韧性两种破裂变形的形成和发展，直接关系到该区金属、非金属矿床和燃料矿床的成矿物质的来源，成矿元素的转移，成矿构造条件以及成矿作用方式等。

1. 金属矿床

受到层间滑动——推覆构造的层位控制。这里所指的推覆构造层位是广义的，包括从层间滑动到推覆构造的形成过程中的非骨干岩层、滑动层位，故缓倾断裂的滑动构造均在论述之列。

上泥盆统和下石炭统之间层滑断裂——推覆构造中的层控矿床主要有铜、铅、锌、钼和银等多金属矿床，如江宁伏牛山铜矿、句容铜钼矿等；二叠系上下统之间的层控矿床主要有铁铜等，如镇江韦岗铁矿、丹徒五洲山铁铜矿等；三叠系中上统之间层控矿床主要有铁矿，如宁芜凤凰山铁矿等。据统计，在宁镇地区上述三个层位中的金属矿床分别占该区矿床总数的31.11%、39.19%和29.73%^①。

由层滑断裂——推覆构造所控制的层控矿床的形成，往往经历了从矿源层—断层—矿层三个不同的阶段和发展过程，从构造岩石学的角度看，矿源层常是沉积杂岩，为非骨干岩层，本身就是矿源层，含矿高于其它层位，如苏南栖霞山铅锌锰矿中的下石炭统地层（表2）。发育成层滑—缓倾断裂后，其中心是韧性变形带中的磨砾岩、糜棱岩等构造杂岩，成矿物质更为集中，使热液和岩体上升（图4），活化转移、交代成矿。显然地层—断层—矿层三位不可分割，统于一体。

表 2 苏南栖霞山上泥盆统和下石炭统间层滑断裂的非骨干岩层中元素平均含量^②(ppm)

层 位	岩 石	样品数	Zn	Mn	Co	Cu	Ni	Sr	Ti	Pb	Ba	Cr	V
下石炭统和州组	石灰岩	4	122	1102	16.2	28.8	12.4	191	889	92	163	34.5	43.9
下石炭统高丽山组	粉砂岩	10	58.1	466	12.7	43.6	19.3	73.5	3183	114	207	68.0	71.8
下石炭统金陵组	石灰岩	5	108	1395	21.0	25.4	10.4	312	496	376	372	28.0	29.8

2. 非金属矿床

受层滑断裂—推覆构造中构造岩的控制，构造岩本身就是矿。如苏州高岭土矿（图5），丹徒长山粘土矿（表3）和汤山团山粘土矿等，其层位都是在上泥盆统和下石炭统之间的粘土层，经层滑断裂（有的已发育成推覆构造）的动力变质作用形成高岭土矿或粘土矿。

3. 燃料矿床

受层滑断裂——推覆构造中滑来系统掩盖的盖层控制。苏南地区的燃料矿床（石油和煤炭）的成矿条件，除了分析其沉积建造、岩相古地理等外，形变改造、构造推覆体等方面也是重要环节。该区的三个主要含油层系，即下古生界、上古生界和新生界含油层系，

① 江苏冶金勘探公司研究所统计资料，1982；

② 江苏冶金勘探公司地质研究所，江苏层控铅锌矿床特征及成矿机理初探，1982

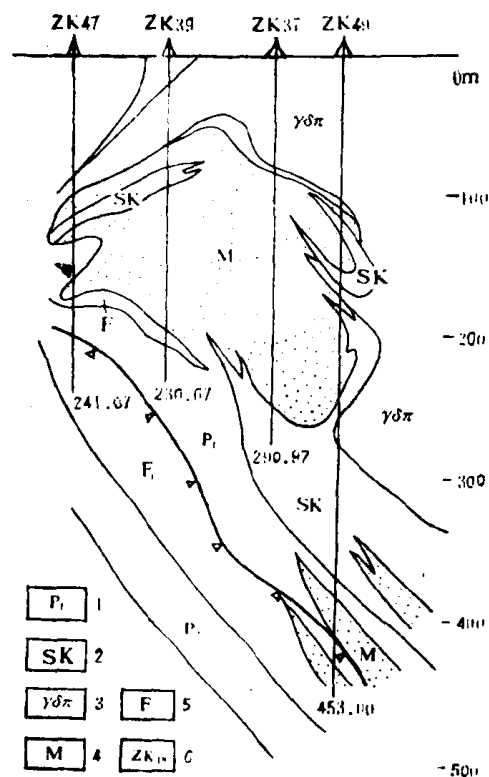


图 4 镇江韦岗铁矿6号勘探线剖面图

1—下二叠统栖霞组 (P_1)；2—硅卡岩 (SK)；3—花岗闪长岩 ($\gamma\delta\pi$)；4—铁矿体 (M)；5—层滑断裂 (F)；6—钻孔及编号 (ZK_号)

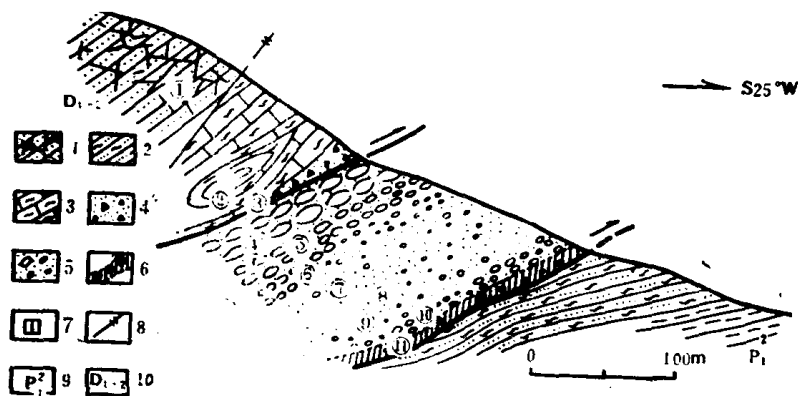


图 5 苏州阳山推覆构造中构造岩带(高岭土矿床)剖面图

1—碎裂岩带；2—绢云千枚糜棱岩带；3—钙质片岩带；4—角砾岩带；5—磨砾岩带(高岭土矿)；6—混杂磨砾岩带；7—定向标本采集点；8—推覆体外来系统挤压带；9—下二叠统；10—中下泥盆统

其中上古生界含油层系的生储盖组合与上述三个滑动层位的推覆构造的岩层组合是符合的。虽然由于浅、表构造复杂，地块支离破碎，造成油藏破坏逸散(如句容东风煤矿中的油苗)，但是推覆构造掩盖的油藏，缓倾断层圈闭的油藏是可能存在的，句容句参一井断裂带中含油就提供了一个信息，在这方面有着良好找油前景。

苏南地区二叠系龙潭组煤层常受到印支期后剧烈构造变动的破坏，然而在推覆构造(表1中的第I、第II个滑动层位)的滑来系统掩盖下，可以得到良好地保存，这已为勘探所证实，如无锡太湖缥缈峰推覆体下面的西山煤矿(图6)。最近几年来在苏州东山等地

表 3 层清断裂——推覆构造中构造岩的化学成分及巴尔特法 (标准岩胞中阳离子的原子数N) 计算结果
(据南京大学地质系化验室资料)

实 测	断 裂 带		构 造 岩		组 分 含量	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼 失 量	总 和	Fe ³⁺ / Fe ²⁺	Fe ³⁺ / Mg ²⁺
	部 位	原 岩	岩 性	编 号																
江 苏 苏 州 阳 山	原 地 系 统	石 炭 二 叠 系 灰 岩	大 理 岩	Y-01	%	6.11	0.13	1.12	1.33	0.05	0.03	1.17	50.83	0.19	0.04	0.04	38.18	99.68	22.86	0.033
			片 状 大 理 岩	Y-02	N	29	1	6	5	1	1	9	281	2	2	1	1234			
			混 杂 角 砾 岩	Y-03	%	1.15	0.01	0.60	0.10	0.07	0.02	0.78	54.85	0.06	0.04	0.23	41.71	99.63	1.00	0.05
	(韧 性 变 形 带) 滑 动 系 统	灰 岩 和 砂 岩	混 杂 磨 砾 岩 (高 岭 土 矿)	Y-04	%	46.42	0.51	13.43	2.05	0.56	0.92	2.93	19.88	0.18	0.43	0.25	11.91	99.45	2.50	0.135
			条 带 状 混 杂 磨 砾 岩 (高 岭 土 矿)	Y-05	N	331	3	102	11	4	6	32	152	3	3	1	565			
	外 来 系 统	砂 岩 泥 盆 系	碎 裂 岩 (断 层 另 一 盘)	Y-06	%	39.62	0.21	25.54	23.22	0.10	0.12	0.10	0.19	0.04	0.10	0.15	11.09	100.37	290.0	0.300
江 苏 丹 徒 十 里 长 山	断 层 上 盘	砂 岩 泥 盆 系	碎 裂 岩	Ch-01	%	97.22	0.02	0.23	0.74	0.14	0.004	0.02	0.03	痕 量	0.06	0.92	0.60		0.67	
			粒 化 岩	Ch-02	%	76.18	1.35	13.84	0.87	0.12	0.003	0.30	0.64	0.09	2.89	0.83	0.29		9.23	
	韧 性 变 形 带	砂 岩 泥 盆 系	断 层 泥 岩 (粘 土 矿)	Ch-03	%	68.42	1.13	19.54	0.94	0.12	0.003	0.31	0.16	0.06	4.69	0.32	3.71		9.23	
			断 层 泥 岩 (粘 土 矿)	Ch-04	%	69.94	1.18	19.07	0.66	0.12	0.003	0.31	0.04	0.07	4.75	0.09	3.35		0.77	
			断 层 泥 岩	Ch-05	%	23.62	0.55	10.93	44.8	2.54	0.058	0.70	6.04	痕 量	0.06	0.96	7.56		32.84	

[illegible]

1—第四系；2—上二叠统；3—下二叠统；4—石炭系；5—上泥盆统五通组；6—中下泥盆统茅山群；7—岩脉；8—断层

本文承蒙南京大学地质系郭令智、施央申和俞鸿年诸位教授的关心和指导，华东水利学院力学系力学组和南京大学地质系水文组、化验室协助测试；郑意春同志清绘图件，在此谨致谢意。

参 考 文 献

- [1] 沈修志、孙岩、刘寿和, 石油勘探与开发, 1979, 3:1—9。
- [2] Hutton, D. H. W., 'Tectonic slide in the Caledonides, Thrust and Nappe Tectonics, 1981, 225—274。
- [3] Van Bemmelen, R. W., 'The Undotlon theory of the development of the Earth's Crust, 16th Int. Geol. Cong. Rept., Washington, 2(1956), 965—982。
- [4] Meissner, R., 'The "Moho" as Transition zone, Geophys. Surveys, 1(1973), 195—216。
- [5] Mykkeltvit, S., Pageoph., 118(1980), 1310—1325。
- [6] Thouvenot, F., Pageoph., 119(1980/81), 163—184。
- [7] Hsü, K. J., Geol. Soc. Am. Bull., 80(1969), 927—960。
- [8] Tabot, C. J., Tectonophysics, 24(1974), 259—276。
- [9] 德冈辰雄著, 赵镇等译, 理性连续介质力学, 科学出版社, 1982, 32—66。
- [10] Zeuch, D. H., Tectonophysics, 83(1982), 293—308。
- [11] Malavieille, J., et al., Tectonophysics, 78(1981), 65—71。
- [12] Tullis, J., et al., Gedogy, 10(1982), 227—230。
- [13] Lliboutry, L., Tectonophysics, 24(1976), 13—29。
- [14] 孙岩、沈修志, 科学通报, 1982, 15:935—937。
- [15] Ramsay, J. G., J. Struc. Geol., 2(1980), 83—99。

图 版 说 明

1. 发育于上泥盆统五通组上部的切层滑动，滑动面与地层交角 12° ，伴有拖曳褶皱。江苏宜兴丁蜀丁山，镜头： $N30^{\circ}W$ 。
2. 发育于上泥盆统与下石炭统之间的骨干逆冲断层，是由层间滑动发展起来的，断裂构造岩较发育，线理构造清晰，并略有转动趋势。江苏汤山团山，镜头： $N70^{\circ}E$ 。
3. 发育于中三叠统青龙组与中志留统坟头组之间的推覆构造的滑动部分，宏观上的韧性变形带，见有透镜状构造，片理化构造（铁锤附近）等。江苏镇江乔家门，镜头： $N20^{\circ}E$ 。
4. 反阶步擦动痕迹，由推土机驶过（从照片下方向上）亚粘土层造成。南京中央门五塘村，镜头向下。
5. 磨砾岩。照片下方为一直径大于3mm的磨砾，边缘圆化，其外围糜棱状的石英颗粒为胶结物，黑色粒状团块为褐铁矿，原岩为泥盆系五通组细砂岩。南京栖霞山，Cx-75-10（bc面），正交， $\times 64$ 。
6. 碎粒岩，黑色条带状为粘土矿物和褐铁矿的混合物；白色和浅色的粒状颗粒为方解石，具有弱的重结晶，原岩为二叠系灰岩。江苏溧阳竹簏，Ms-80-03（ac面），正交， $\times 82$ 。
7. 糜棱岩，白色纤维状的为绢云母集合体，重结晶现象明显，是新生的应力矿物；粒状的为石英颗粒；散染状为高岭土；长条状黑域为平行绢云母集合体延长方向的细微裂隙，与宏观上的片理构造平行。原岩为三叠系与志留系地层间的滑动层部分。江苏镇江乔家门，Zg-80-103，正交， $\times 40$ 。
8. 糜棱岩中石英颗粒变晶排列呈梳状构造，光性方位一致，正延长，变晶石英颗粒边缘显缝合线构造；纤维状及散染状的为绢云母和粘土矿物；变晶石英颗粒有破碎现象，显示多次变动的迹象；原岩为三叠系与志留系地层间的滑动层部分。江苏镇江乔家门Zg-80-101，正交， $\times 80$ 。

注：图版顺序从左至右、从上到下排列。

