

走滑构造环境与矿产

刘 庆

(中国地质科学院地质研究所)

走滑断裂构造,包括大陆上平移断裂和大洋底的转换断层,对矿产的形成和分布有着重要的意义。主要表现在:1.走滑断裂本身可供给热源并作为热流和成矿物质的通道,常是热液矿产的成矿带;2.具有拉张性质的走滑断裂常导致岩浆活动并形成相应的矿产;3.断裂带及伴生构造为生油、储油层及构造圈闭的形成,提供理想的条件,是重要的油气藏矿床产地;4.断裂带的走滑平移使早期形成的矿产发生易位和叠加改造,矿带被肢解,同时也提高了部分矿产的品位。

各种矿产的形成与分布,都和构造有着极为密切的关系。走滑断裂构造,包括大陆上的平移断裂和大洋底的转换断层,是重要的成矿和控矿构造。其大幅度剪切平移运动及其派生的各种构造,一方面为矿产的形成创造了良好的条件,另一方面则对早期的矿产进行改造。

走滑断裂带的成矿及控矿作用

1. 热液型矿产

大型走滑断裂带深切地壳下部,往往使地壳深部有用物质沿断裂带集中,成为成矿物质的来源。走滑断裂在平移剪切时,由两盘相互剪切摩擦的动能转化而来的热能,是重要的成矿热源之一。平移剪切热的重要性已受到越来越多的地质学者的重视。Wallace认为,新西兰阿尔卑斯平移断裂带的局部地带,剪切热温度可达750℃。H. B. Петровская也曾指出,成矿作用所需要的热能的供给,“除了深部热能之外,还有局部性热源,它的重要性有时与深部热能不相上下。局部性热源的产生可能与强烈的构造运动,特别是巨大岩块的水平移动有关”。此外,走滑断裂带还是地下热流的通道,有利于成矿溶液的运移和富集。

走滑构造环境的热液型矿床以中—低温型为主。据研究^[2],日本、新西兰等地的低温热液型汞矿床的分布,与现代和新生代的转换断层有明显成因联系;巴基斯坦早中新世后的一些锑、汞

矿床受恰曼走滑断裂控制;红海的埃及海岸中新世的层控铅、锌矿床,与切穿大陆基底的红海转换断层有关,而红海底部转换断层带也有富含碱金属的软泥及热卤水。北美加利福尼亚海岭山脉地区,由于著名的圣安德烈斯走滑断裂的平移,产有新生代的汞矿。J. Kutina认为^[1],伸入大陆的东太平洋门多西诺走滑断裂带和皮奥涅断裂带,也是一热液成矿带。我国湘西及湘黔边境地区,中—低热液矿床十分丰富,它们沿溆浦—三江断裂等平移断裂带产出(图1)。主要矿产有锑、铅、锌、汞等。矿床多受一定层位控制,成带出现,硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 呈跳跃式分布,离散幅度很大^[2],矿床地球化学特征未出现和岩浆岩成矿专属性有关的标型元素,空间、时间和成因上均与岩浆活动无成生联系^[4],而和断裂活动密切相关。矿床形成于燕山期,与断裂平移运动时期相吻合。

上述热液型矿床,有的成矿物质是来源于沿断裂带上升的深部物质,再经构造作用在断裂带中成矿;而有些矿床的成矿物质最初是沉积形成的,在后期走滑断裂活动时,含矿物质遇热迁移,在断裂带的有利部位富集成矿,经历了沉积—活化迁移—再富集作用的过程。对这种成矿机理来说,走滑断裂都是重要的构造条件。

2. 与岩浆活动有关的矿产

单纯水平剪切运动的走滑断裂,与岩浆活动没有直接的成因联系。但是走滑断裂在平面上的

①刘庆:湘黔桂边区溆浦—三江断裂带的平移及其对加里东期古构造的改造,1984年

②刘文均:湖南省主要沉积层控矿床的分布特点,1979年

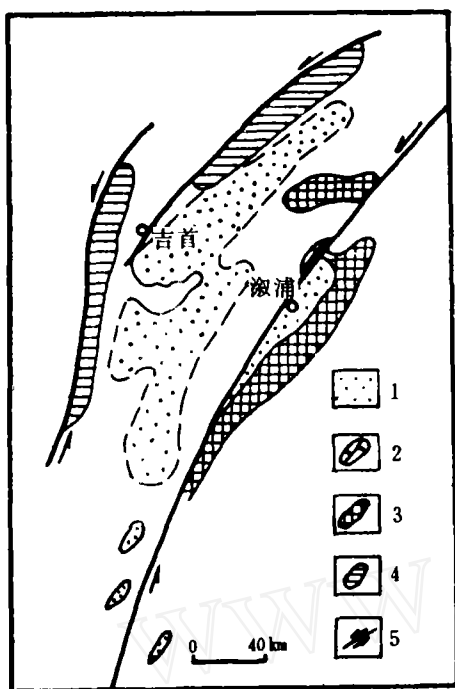


图1 湘西地区平移断裂控矿图

1—中—新生代盆地；2—高—中温矿床；3—中—低温矿床；4—低—超低温矿床；5—平移断裂

分布很少是直线型的，而多呈弯曲状，有时分成几支然后又重新汇合，或呈侧阶式分布。在断裂走滑平移过程中，或多或少地带有垂向运动的分量，于断裂带不同的部位便会产生垂向的拉伸或挤压。处于拉张性背景的走滑断裂则可能产生岩浆活动。如土耳其安纳托利亚走滑断裂带中的埃尔津詹拉分盆地，沿主断裂明显分布有十余个钙碱性火山锥和温泉^[5]。当断裂拉张量非常大时，在拉张中心便可有蛇绿岩产出，如加利福尼亚湾和安达曼海^[6]；加勒比海的开曼海槽（张性转换断层）曾采集到新鲜的玄武岩^[7]等。这种走滑背景可形成与蛇绿岩有关的矿产。在大西洋赤道断裂带（转换断层）发育有蛇纹岩化橄榄岩、辉长岩及碱性深成岩，其中一些橄榄岩含有较高的镍、钴、钛和铜^[8]，埃及和塞拉利昂的含铜、镍、铂、金和铀的层状基性岩和超基性岩，在成因上均与拉张背景的转换断裂作用有关^[9]。

与俯冲作用相关的走滑断裂，可有钙碱性岩浆活动和相应的矿产产出。如苏门答腊地区，在新西兰阿尔卑斯走滑断裂系的北端，就发现钙碱

性火成岩^[6]。中国东部郯—庐断裂系是中生代以来与库拉—太平洋板块俯冲运动有关的大型平移断裂系。断裂系中的一些拉分盆地，如宁芜盆地、庐枞盆地等都有较强的以安山质为主的火山活动。宁芜拉分盆地的边缘断裂之一的方山—小丹阳平移断裂，本身就是火山喷发带，盆地中产有玢岩铁矿。

走滑断裂与其他断裂的交叉部位，是矿床富集的良好场所。例如，加利福尼亚的波列奥铜—锰矿产于浅水沉积物或钙碱性火山岩系，构造部位即在扩张脊与转换断层的交汇处。

许多海洋中的走滑断层延续到大陆上，与大陆上的平移断裂相接。沿这些断裂带分布有许多矿产。非洲、南美和澳大利亚等地，产有多种矿产的碱性杂岩、碳酸岩和含金刚石的金伯利岩岩筒呈线状排列，它们受基底古老走滑断裂带的控制。在泰国普吉—攀牙地区，一系列平行产出的含锡—锂云母—钠长石伟晶岩和锡—电气石伟晶岩沿 Khong Marwi 左行平移断裂带分布^[9]。地台区和大陆内部，古老走滑断裂在其走滑运动时期可能没有岩浆活动，但常常在后期构造运动中作为基底断裂控制某些矿化作用和岩浆活动，进而控制有关矿产的分布。如郯—庐平移断裂带的大幅度平移时期，是在三叠纪—中侏罗世，而在白垩纪时断裂带才呈现广泛的偏碱性熔浆的侵入和喷发，新第三纪以来具含上地幔纯橄岩包体的碱性玄武岩的喷发，相应的矿产有铁、铜、铅、锌、锰等。

3. 油气藏矿产

走滑断裂构造对油气藏有着十分重要的意义。例如加利福尼亚90%以上的石油集中在因圣安德烈斯断层平移而形成的晚第三纪盆地中^[10]。其主要原因就在于走滑断裂构造的平移运动为生油、储油岩及构造圈闭的形成提供了理想的条件。

如前所述，走滑断裂在平移运动时，可在断裂带一定的部位形成走滑盆地（包括拉分盆地）。这些盆地在形成初期，拉张和沉降速度往往较大，表现为非补偿性的饥饿盆地，热流值较高，沉积物为含有丰富有机物的深海相、半深海相沉积，后期则有大量碎屑物质快速填充。在快速沉降、

埋藏和高热流作用下,前者便形成生油岩层,快速补充的碎屑物质,尤其是砂岩组成的海底扇,则是良好的储油层。当盆地上升为陆相环境,盆地内的湖泊相沉积和其上的河流冲积扇,可分别形成新的生油层和储油层。加利福尼亚与圣安德烈斯断裂有关的产油沉积盆地,大都是走滑盆地或拉分盆地^[11];在加利福尼亚湾内的一些拉分盆地,环境闭塞,海水停滞,利于有机物沉积,加上底部热流值很高,发育有浊流型储油层,可望有油气藏的形成。郯—庐平移断裂系对中国东部含油气盆地的分布有很大的影响,如渤海湾盆地、合肥盆地、苏北盆地,以及华北盆地中的一些拗陷(次级断裂所限小型拉分盆地)中,已有许多见有油气藏。

雁列式拖褶皱是走滑断裂带最基本的构造之一,它也是断裂带中主要的储油圈闭构造。雁列式拖褶皱的形成是个连续过程,与可能的含油岩层同时形成或稍晚,控制着油气藏的运移和聚集。美国洛杉矶盆地中许多油田都位于英格尔夫伍德走滑断裂带的雁列式褶皱上^[12](图2)。我国塔里木盆地西南缘,由于喀孜克阿尔特断裂的走滑平移而形成的一系列右行雁列背斜构造,已

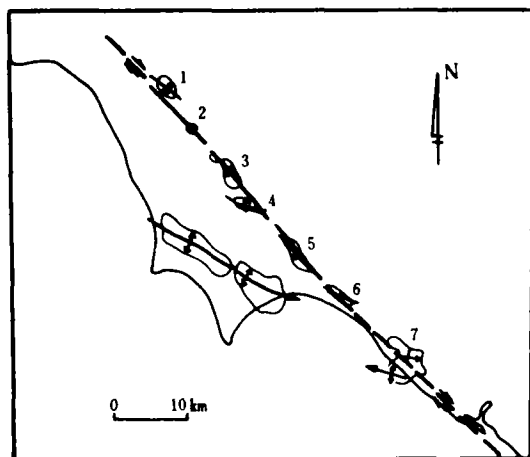


图2 英格尔夫伍德走滑断裂带的雁列式褶皱与油田分布
(据 Honning 简化)

- 1—Inglewood 油田; 2—Potrero 油田;
3—Rosecrons 油田; 4—Dominguez 油田;
5—Long Beach 油田; 6—Seal Beach 油田;
7—Hunting Beach 油田

有油气显示,其中柯克亚背斜已获较大的工业性油气流^[13]。断裂带中两组不同走向的走滑断裂(主要是分支断裂)相交,通常导致其所夹地块相对抬升,使沉积物厚度和岩相发生变化,亦可形成储油构造。西德克萨斯的 Big Lake 油田即属这种类型^[14]。

4. 其他矿产

除上述矿产外,走滑盆地和拉分盆地中还产有球土、油页岩、褐煤、煤、蒸发岩、石膏、重晶石等矿产。沿走滑断裂带常分布有温泉,是良好的地热资源。

走滑断裂带对矿产的改造作用

走滑断裂带最主要的特征是横向水平运动,使断裂两侧地质体发生变化和变形。与此同时,赋存于两侧地质体中早期形成的矿产和矿带则发生相应的变动,其错移幅度有些可达数百公里。

中生代时,郯—庐断裂带曾发生数百公里的水平运动,一系列矿产受到大幅度错移移位。据徐嘉炜研究^[15],③断裂两侧相对应的矿带与矿化带有十余条。如蚌埠—招远石英脉型金矿带,分别赋存于郯—庐断裂带两侧的蚌埠复背斜和栖霞复背斜,以平行复背斜轴的石英脉为主要产金矿脉,同时也伴生在其他多金属矿脉当中。断裂带以东的胶东地区招远金矿带,延展达50公里,有数十条主脉。在断裂带西侧的安徽蚌埠地区,金矿分别出现在五河县大巩山及蚌埠板桥一带。现矿带被断裂错移500余公里(图3)。

华南溆浦—三江断裂带的平移,也错开了早期形成的矿带。如江南过渡带在断裂带东侧的安化、桃源一带,上元古界板溪群中产有钨、金锑等矿(如桃源钨锑金矿),断裂带以西的对应构造单元,会同、锦屏等地的板溪群中也具锑、钨、金矿产出(如会同漠滨金矿)。这些矿产在断裂运动之前是位于同一东西向矿带上,现被错开了100余公里。

广西西部右江断裂是一条以右行平移为主的断裂,平移量为40公里,从南东向北西平移距离

③ 徐嘉炜:大陆平移断裂的研究,1983年。

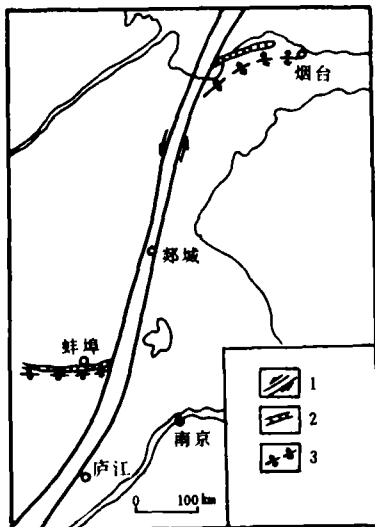


图3 招远式石英脉型金矿带的错开
(据徐嘉伟)

1—平移断裂；2—金矿带；3—复背斜

逐渐增大^[1]。断裂两侧分布有相对应的矿产。如平果县那豆—太平一带的铝土矿位于断裂的北东一侧，相应的矿产在断裂南西侧的游昌一带；断裂北东盘武鸣矿区的铝土矿与南西盘的果化、新安铝土矿，则是另一条相对应的矿带。

据报道^[16]，在墨西哥西部中生代的岩基和墨西哥主要银矿带被走滑断裂水平错移约435公里。

走滑断裂的水平运动，不仅使早期矿带发生变位，而且还可以使其剪切变形或叠加热变质作用，导致一些矿产更加富集，亦可形成新矿产。如一些洋底转换断层，使洋壳发生剪切变形，沿断裂带洋壳岩石遭受明显蚀变，形成某些次生矿产，如石棉等。颜怀学等的研究表明^[17]，由于受鄂—庐断裂带平移运动产生的剪切热的影响，断裂带东侧的下扬子地区煤种分布表现出强烈的方向性，不同变质程度的煤种平行于断裂带，呈条带状展布（图4），临近断裂带温度最高为高变质煤种分布区，属无烟煤带，随着距离该断裂带由近变远其变质程度明显地有规律地降低，逐渐变为中高变质带到中低变质带，依次向外为：（1）无烟煤带；（2）无烟煤、贫煤、瘦煤带；（3）瘦煤、

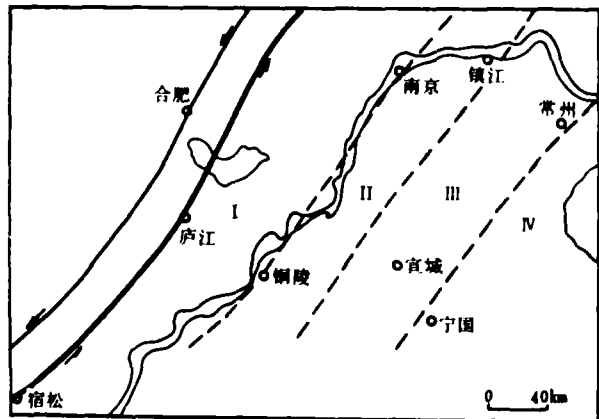


图4 下扬子区二叠纪煤质分带示意图
(据颜怀学等简化)

I—无烟煤带；II—无烟煤、贫煤、瘦煤带；
III—瘦煤、焦煤、肥煤带；IV—气煤、肥煤带

焦煤、肥煤带；（4）气煤、肥煤带。

走滑断裂带可以由不同性质的断裂转化而成，如我国台湾东部的大纵谷断裂带，西南地区红河断裂带，它们原来是板块缝合线或俯冲带，后期由于构造动力模式的改变才具有走滑断裂性质。像这样的断裂，其早期与板块俯冲或大陆碰撞有关的矿产，也会在晚期断裂走滑运动中发生易位和叠加改造。

近年来，国外有些学者研究了走滑断裂带内地体的拼合、离散和位移等问题^[18-19]。外来地体的组成有些是超基—基性岩体、花岗岩体和一些变质地体，它们形成时就伴生有一定矿产。因此，了解它们在走滑断裂带的运动和被改造的规律，对预测矿产分布是十分有益的。

结 语

以上简要论述了走滑断裂构造与矿产分布的关系。就目前的研究状况而言，与走滑断裂（尤其是近代和现代转换断层和平移断裂）本身相关的矿产的报道还不多，但这并不能忽视走滑断裂带成矿的重要性。断裂带中矿产的发现，有一个很关键的因素是断裂带被剥蚀的程度。由于走滑断裂以其两侧地质体相对水平运动为主要特征，

^[1]杨景远等：从右江断裂的位移看平果一带铝土矿和隆林一带锡矿的找矿方向，1981年。

因而它不像板块碰撞带和裂谷带那样能暴露出较深层次的各种矿产。但古老的走滑断裂则可能具有剥蚀程度较高的条件,如一些含矿的大陆线型构造带,大多是古老的转换断层或平移断裂。所以,对古老走滑断裂的研究值得重视。总之,板块的转换型边界和大陆上平移断裂与矿产的关系还是一个研究不够深入的领域,还有许多问题有待于进一步的探索、研究。笔者愿和广大地质工作者一道为之努力。

承蒙李春昱教授、汤耀庆工程师审阅全文,谨致谢忱。

参考文献

- [1] Wallace, R. C. : Bull. Geol. Soc. Amer., 1976, V. 87, No. 9
- [2] A. A. 科瓦列夫:《板块与找矿》(锁林译),地质出版社,1980年,第161页
- [3] Kutina, J. : Regularities in the distribution of ore deposits along the "Mendocino", western United States, Global Tectonics Metallogeny 1, p. 134—193
- [4] 谢文安:地质与勘探,1983,第10期
- [5] Adin, A. et al : Tectonics, 1980, V. 1, No. 1
- [6] Reading, H. G. : Int. Assoc. Sed. Spec. Pub. 4, 1980, p. 7—26
- [7] 金性春:《板块构造学基础》,上海科学技术出版社,1984年,第262页
- [8] Windly, B. F. : The Evolving Continents, John Wiley & Sons Ltd. New York, 1982, p. 330
- [9] Mitchell, A. H. et al : Mineral Deposits and Global Tectonic Settings, Academic Press, London, p. 319, 315
- [10] Blake, B. F. et al : Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 1978, V. 62, p. 344—372
- [11] Reading, H. G. : Proceedings of the Geologists Assoc., 1982, v. 93, Part 4
- [12] Harding, T. P. : Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 1973, v. 57, No. 1
- [13] 颜贵贡:《中国中生代盆地构造演化》,科学出版社,1983年,第220—224页
- [14] Moody, J. D. : Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 1973, V. 57, No. 3
- [15] 徐嘉炜:《国际交流地质学术论文集》,地质出版社,1980年,第129—142页
- [16] Gastil, R. G. : Evidence for strike-slip displacement beneath the trans-Mexican volcanic belt, Proceedings of the conference on tectonic problems of the San Andreas fault system, Kovach, R. L. et al. eds. Stanford University, 1973
- [17] 颜怀学等:《构造地质论丛》(3),地质出版社,1984年,第347—355页
- [18] Crowell, J. C. : The recognition of terrane dispersion in transform belts C. T. P. C. David, G. et al. eds. Stanford University, 1983
- [19] Anderson, T. H. et al : Tectonics, 1985, V. 4, No. 5

Strike - slip Tectonic Setting and Mineral Resources

Liu Qing

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences)

Abstract

Strike - slip faults, including continental wrench faults and oceanic transform faults, are of great significance to the formation and distribution of mineral deposits and manifest themselves in following aspects: (1) to supply heat energy and serve as the feeding channels for hydrothermal solution and ore-forming materials, being the metallogenetic belts of hydrothermal deposits; (2) usually to bring about magmatic activities and relevant ore emplacement due to the tensile fractures formed; (3) the fault zone and its associated structures serve as a reservoir or a trap structure, providing an ideal place for oil and gas accumulation; (4) as a result of the slipping of the fracture zone, the ore belt offset and the pre-existing mineral deposits dislocated or superimposed and reworked to make some of the ores enriched.