

拆离构造与成矿作用

童 航 寿

(核工业北京地质研究院 100029)

拆离构造是当前地学中的研究热点,对拆离构造的研究不仅具有重大的理论意义,而且更具有重要的经济意义。文中除对拆离构造的研究现状、含义、特征、形成机制和理论意义简要综述外,还就拆离构造对油气、煤及金、银、铜、铝、锌、铁等内生金属矿产的控制作用,作了重点论述,最后应用拆离构造控矿理论对我国华南地区铀矿田控矿构造进行了反思,提出了笔者的粗浅看法,以达启发思路、抛砖引玉,为扩大老矿区开辟新基地,为找大矿、找富矿提供地质构造依据。

关键词 拆离构造 成矿作用

继板块构造之后,于70年代中期,在构造地质界掀起了拆离构造热。80年代,又由挤压型拆离构造向拉伸(伸展)型拆离构造开展研究,成为当前地学中新的前沿研究课题。拆离构造研究不仅具有地学上的重大理论意义,而且具有重要的经济意义,因此它具有新的生命力。

1 拆离构造含意、特征、形成机理及其理论意义

所谓拆离构造系指在岩石圈内部存在有许多近水平或缓倾角的拆离层(滑脱层或剥离层),这些剥离层发生层层剥离或滑脱,将岩石圈劈裂成近水平—缓倾斜的薄岩席或岩片形成的大型构造带。其同义语有滑脱构造、推覆、滑覆构造、辗掩构造及薄皮构造等不同命名。在成因上,可划分为挤压型拆离构造和拉伸(或伸展)型拆离构造,前者如收缩型推覆体,大型逆冲断层;后者如犁式正断层、低角度正断层、拉伸型滑覆体等。由于这类构造往往具有上部陡、向深处变缓的特点,故又有铲型断层、勺状断层和鞋底断层之称。

目前,国内外已发现大量的拆离构造或推覆体。在国外有阿尔卑斯(侏罗山)滑脱构造(许靖华教授称其为大型前陆褶皱冲断层带),南比利牛斯推覆体,喀尔巴阡推覆体,高加索推覆体,阿帕拉契亚大型推覆构造,洛矶山大型推覆构造,弗兰西斯堪推覆体等等。在国内有:龙门山大型推覆构造、秦岭大型滑脱构造,福建—台湾大型铲状断层,西藏大型拉伸正滑剪切带,嵩山滑脱构造,苏南辗掩构造(如宜兴推覆体、宁镇推覆体、苏州推覆体和茅山推覆体),湖州推覆体、宜丰推覆体、琴溪南部推覆体,微山县后孟帽山飞来峰构造,徐州龙门山飞来峰构造,克拉玛依推覆构造,怀柔逆掩型重力滑动构造等大小拆离构造。值得铀矿地质工作者重视的,在华南产

收稿日期1991年7月17日

铀区的相山矿田、盛源矿田、660矿田、金银寨矿区、栖霞山矿区等处均发现有推覆体或飞来峰构造展露。1987年,著名地质学家许靖华教授对我国南方地质构造考察后提出,华南地区存在大型推覆构造。他认为板溪群不是褶皱基底,其中95%是掩冲上来的飞来峰,真正基底还在褶皱带下面,并在板溪群中见到洋壳、洋幔相岩石,板溪群可能从绍兴—江山—玉山—萍乡这个碰撞带推上来的,华南属于被推上来的刚性岩块(“超叠壳楔”)。这种突破传统认识的新观点,启示我们应对华南陆壳结构作出新的解释。

近些年来,对拆离构造形成机理的研究正在逐步深入。有人提出,岩石圈大体上是一个分层体系,地壳变形作用和构造可能是分层的,拆离构造是反映地壳构造系统中近水平分层变形的一部分。早在1946年 A. B. Пейве 提出,拆离构造是由岩石圈侧向差异运动所引起。1987年, C. B. Руженцев 亦强调岩石圈构造分层的概念,并认为地壳的分层和上地幔分层不会构成一个单一的厚板块,它是一种相对运动,各自遭受互不相关的变形。拆离构造可发生在沉积盖层的不同层位上,沿着基底和盖层的接触面上发生滑脱。巨大构造带内常有孤立的外来体存在,其与最深层位的区域性构造有关。有人认为,深部特殊的压力、温度和成分等参数是引起岩石圈-软流圈体系中流变和动力分层的起因。因为这种出现在不透水层之下,能使强度降低的高孔隙压力可促使地层或构造发生分层现象。

波依尔等(1982)对薄皮式冲断层提出以下成因模式:

- ① 逆冲断层是一个断坪和断坡的组合系列,而断坪一般沿着易活动的面产生,如断层面、深变质岩界面;
- ② 由于上盘在下盘上运动,引起断坡上背形构造发育;
- ③ 随着连续的运动,上述背形构造进一步发展成大型平顶构造或对着断块的下盘发生破裂,引起新的断坪—断坡的发育;
- ④ 新的冲断层在较老的冲断层以下的“背驮式”地向前发展,下盘的断片不断增生到冲断带中,最后形成叠瓦状的双重结构。

波依尔等强调,在造山带的前陆,逆冲断层很少以大于 35° 倾角切穿地层,逆冲断层任何倾角的变陡通常是后期褶皱作用的结果。

总之,对拆离构造的成因大致可归纳2种对立的看法,即重力滑动作用成因说和吸力作用吸入成因说。前者强调推覆体变形的动力是重力,这对解释造山带与其它构造交接带比较合理,后者强调推覆体乃是组成柔性褶皱的沉积岩系和基底岩块积极运动的结果,它可以对板块俯冲带形成的推覆体作出合理解释,二者均有可取之处。沈修志等对苏南辗掩构造带的成因,应用侧向挤压推覆说结合重力滑动成因说作了合理解释。

80年代,马杏垣教授将重力构造概括为2大类,即盖层滑动构造(其中又分滑脱型和逆掩型2亚类)和基底里活动构造。认为区域变质和花岗岩化过程中可使岩石密度降低,体积增大,使之具备浮动能力,这不仅是向上作用,也可引起水平方向上的挤压,造成周围岩系的褶皱。强调热能及其分布的不均匀性,足以能够成为构造作用的驱动力,而地球内部物理—化学平衡的破坏将产生地球不同圈层中的分异和对流,特别是圈层的横向不均匀性也是引起构造作用的重要因素,产生了隆起与拗陷,挤压与伸张,垂直与水平运动,活动与稳定的辩证统一。笔者认为马杏垣教授论述的对立统一观,可以合理解释拆离构造的成因机制,可以解释一个造山带内挤压与拉伸作用的同时性和交替性。挤压型和拉伸型拆离构造可以共处于同一造山带中,甚至于出现在同一大型断裂带中,如在华南地区,有些大型构造带,往往早期出现挤压型推覆,晚期因

重力作用出现拉伸型滑覆现象。

拆离构造的提出对大陆地质构造的研究具有重要的理论意义：

① 它可以解释质量较轻的陆壳在俯冲时为什么没有被消减的事实；也可以解释为什么大陆和大陆碰撞之后或大陆和岛弧碰撞之后，会聚作用仍然继续发生的现象。这方面均可用拆离构造来作解释，因为当碰撞作用发生之后，岩石圈内发生一系列的拆离或滑脱。大陆和岛弧地壳的下部继续俯冲消亡，但其上部则表现为叠置而被保留。岩石圈内部也发生大规模的水平位移和叠覆。这就表明有的大陆是由地壳物质的水平薄层岩席或各拆离体互相堆叠和演变而成，不是以往所认识的那样是由大陆发生侧向变形造成的。

② 长期以来，传统的岩石力学理论只承认拆离构造的挤压作用，而忽视了拆离构造的拉伸作用，它与挤压作用一样对地壳内出现的各种地质构造现象有着直接的影响。所以在继续研究拉伸构造的同时，还应开展受拉伸构造制约的拉伸盆地及其沉积作用、拉伸岩浆活动、拉伸变质作用和拉伸成矿作用等方面研究，使地质学领域的基本理论得到进一步充实和完善。

③ 造山带的形成不能简单的用挤压造山带或拉伸造山带的概念来表达某个地区的地质构造性质和特点，而应用挤压和拉伸拆离构造作用可同时发生或交替出现作辩证统一解释。

④ 拆离构造研究否定了传统的地壳双层结构模式的认识，即上部为沉积岩和花岗岩组成的地壳和下部由玄武岩组成的地壳，中间隔一个康氏面。但通过超深钻的研究，基本否定了康氏面的存在。拆离构造的发现说明岩石圈内部贯穿有许多水平的、倾斜的和直立的构造活动带。特大型推覆体的发现，表明地壳深层地质体常沿拆离体构造撒脱或滑脱而被移置到地表。大型外来地质体的研究加上超深钻所获得的结果均表明地壳内部物质和结构在垂向和横向上均具有不均匀性，这为地壳结构研究提供了新的资料。于是史密森(1977)提出新的地壳三层结构模式，即地壳上部带是由外壳岩石和花岗岩体构成，地壳中部带为混合岩类，地壳下部带可能由镁铁质高的岩石构成，从而否定了康氏面是全球性连续界面的传统说法。这种地壳三层结构的新观点已被前苏联科拉半岛的超深钻所证实。

⑤ 通过大量拆离构造研究表明，地壳内除一些陡直的深大断裂外，存在着上陡下缓的铲状断裂或低角度的断层，因此对一部分陡直向下切割的深大断裂带需要重新厘定。根据现在一些地学者的见解，山脉形成是通过铲形逆断层堆叠加厚的，而地壳的拉张变薄是通过铲状正断层来完成的。铲状断层是控制盆地和裂谷形成的主要断裂类型。

⑥ 拆离断层可以起着脆性变形和韧性变形的隔离带作用，它可解释地壳内上部的异地岩席中的脆性断裂活动与下面的原地岩席中贯通性的韧性流动(纯剪切)完全隔离的原因。此外还可解释在岩石圈发生浅部拆离断层的一些地方，为什么互不相容的不同构造在同一地区的不同地壳层位内同时得到发育的现象。

⑦ 它可解释一些生长断层的同构造沉积物总是向断层方向倾斜，其倾角往往随地层时代发生变化，时代愈老者其地层倾斜角越大，时代愈新者，其地层倾角越小；还可解释同构造沉积物岩相和厚度的剧变及不对称性，如大型铲状断层崖附近常发育有重力流和碳酸盐浊流沉积。

⑧ 阿帕拉契亚大型拆离构造的发现，其意义不仅限于它是一个大型推覆构造。据报道大型推覆体之下注入沉积物中的水是形成地壳深部变质沉积岩的一个重要机制，同时也可帮助解释混入下地壳捕虏体及露头剖面出现的变质沉积岩的差异，因为这种被俘获的变质沉积岩及其所含挥发分至少可以帮助解释下地壳中存在高(超)导层和低速带，同时在这种机制作用

携入深部地壳的水对岩浆的部分熔融作用带来重大影响。

2 拆离构造与成矿作用

对拆离构造研究的经济意义更不言而喻,目前已在寻找油气、煤及内生金属矿产资源方面取得了巨大的经济效益。因此拆离构造与成矿、控矿的研究工作日益深入,涉及的矿种日益扩大,从外生矿床的油气、煤扩向内生矿床的金、银、铜、铅、锌、铀、铁等矿种,并在寻找隐伏矿床和大型、超大型矿床上均有新的突破。下面就拆离构造与成矿作一简要剖析:

拆离构造与油气藏

70年代,美国应用可控震源测深法和爆炸地震法研究岩石圈内部构造发现,在美国南部的阿帕拉契亚山脉东段,于前寒武纪变质岩层下面深达18km处,出现未变质的寒武-奥陶纪地层,揭示了特大型的平卧状推覆体的存在,其断距达260km。在深达18km的大型推覆构造下面发现了大型油气田,为在美国寻找新的石油基地找到了突破口,之后美国在洛矶山东部又发现大型逆掩断层带,前寒武纪地层直接逆冲到新生代地层之上,其最深深度达25km。在此拆离构造带下面找到了15个油气藏,其中3个油田,石油可采储量达一亿桶以上,含油气约一千亿立方英尺,总计该拆离构造带共发现石油5—10亿桶,天然气8.5—11.3万立方英尺,估计未发现的潜在油气藏储量:石油约150亿桶,天然气约75亿立方英尺。这是美国继1967年发现世界第三大油田即普拉德霍湾油田以后在找油领域上的一个重大突破。这是拆离构造控制超大型油田的最典型实例。80年代,我国开始重视拆离构造对油气藏控制的研究,亦取得了一定成效。如通过推覆构造的研究,克拉玛依油田远景得到了扩大,在鄂尔多斯盆地西缘逆冲断裂带中也发现了油气。近十年来,沈修志、孙岩等在我国下扬子地区发现逆冲推覆体滑脱构造,它对各类矿藏的聚集起到重要的控制作用。指出该区最有希望的油气靶区在苏南宜兴—苏中的如东带为主体的大湖区、如东区和锡虎澄区。

拆离构造与煤田

我国通过拆离构造的研究,在煤田勘查上取得了较好效果。如在淮南,曾作为找煤禁区的地方发现了大煤田。近些年来,中国煤田地质局汇同有关省煤田地质公司,高校等单位联合,对中国东部的滑脱构造及其对煤田影响进行了研究,取得了显著成效,开创了在老地层下找煤的新路子。研究工作表明,在形成推覆体的老地层之下常赋存着丰富的煤炭资源,如煤田第一勘探公司在某古老地层形成的推覆体下面找到11亿t的煤炭储量;福建煤田公司在天湖山煤田,通过滑脱构造的研究,发现穿过矿田的一条大型推覆断层下有呈线状紧密褶皱的煤系地层,找到了工业煤层,新增煤储量达2189万t,使老矿重新有了生机。

拆离构造与内生矿床

拆离构造对内生的金属矿产,如Cu、Pb、Zn、Au、Ag、U、Mn、Fe和重晶石等均有明显的控制作用(有关金矿和铀矿将在后面两节作单独论述)。国外目前对拆离构造控制内生金属矿床研究比较深入的矿床,其一是美国盆岭区的布拉德的贱金属贵金属矿床和锰矿床;其二是西班牙的延德思西区的银-贱金属(Pb-Zn-Cu)矿床。据报导,一些拆离正断层(伸展、拉伸型拆离构造)控制裂谷盆地中的内生矿床,这些盆地下面低角度拆离断层,常常是携带大量金属元素的热液(卤水)的通道,并将这些热液向上输送,在有利的地质构造环境成矿。如美国亚利桑那州哈库瓦山的Cu、Fe、Au、Ag、Mn和重晶石矿化就是这种情况。热液沿拆离断层发生高温热液蚀变。交代作用和金矿脉体受长达40—50km低角度拆离正断层控制。工业矿体产于循环卤水和深

部流体所混合的拆离构造扩容带中。J. E. 斯潘塞等(1986)研究了拆离构造体系和盆岭区间演化关系,提出拆离体系控制贵金属和贱金属矿床的模式是:伴随主要拆离断层期的矿化作用以及下盘岩石受到剥离作用产生了异常高的地温梯度,从而增强了热液的活动性,低角度拆离体系上盘中的高角度正断层是溶液沿之运移并沉淀金属的有利通道。有人研究了西班牙中央体系的拆离构造提出类似的模式来解释晚海西期的银-贱金属成矿作用。我国通过对拆离构造的研究在河北、广西、江苏等地均发现铁矿及一些金属矿与逆掩推覆构造关系密切。

拆离构造与金矿

拆离构造对金矿的控制研究已取得好的成果。1989年胡家杰等研究了胶东地区拆离断层与金的成矿作用提出招掖地区金成矿作用开始于元古宙,在元古宙晚期由于地幔上隆,地幔热液上升,使该区产生大规模的伸展作用,从而造成在胶东群变质岩系和主要分布在其下部的混合花岗岩、重熔花岗岩之间的接触界面产生拆离断层,与此同时有3种含矿热液形成,即在深部产生的变质热液和岩浆热液,拆离断层深部韧性剪切动力变质作用产生的动力变质热液和地下水沿拆离断层上部脆性断裂下渗受热而形成的地下水热液。这3种热液将其从深部或从围岩中吸取的金携带到断层的有利成矿部位沉淀。其有利的成矿部位主要是:

- ①拆离断层下部的糜棱岩带,主要形成蚀变岩型金矿床。
- ②断层上盘紧靠断面的糜棱岩带。
- ③上盘的脆性断裂中,主要形成由充填而成的玲珑式含金石英脉型金矿床。

中生代的伸展作用所形成的新的拆离断层和混合岩化,重熔作用等,并产生新的含矿热液,在其上盘产生的张性断裂系统中充填有玲珑式含金石英脉型金矿床。在拆离断层较深处的主断面下盘形成焦家式蚀变岩型金矿床。中生代伸展作用对元古宙形成的拆离断层及金矿床起进一步的改造作用,当两者的成矿作用叠加在同一地段时,则该区出现富金矿段。

综合前人资料认为,与拆离构造有关的金矿床具有以下特点:

- ①地幔上隆,表层处于伸展环境。
- ②有利矿化部位为断层带、被交代的活性岩层以及上盘脆性裂隙系。
- ③成矿系统规模从很小到很大。
- ④与拆离断层体系密切相关的热液矿化作用广泛分布。以脉石相和蚀变相的形式进入该系统中的主要组分有 SiO_2 , MgO , K_2O , Fe_2O_3 , CO_2 和 F , 后生矿物组合 (Ag , Au , Ba , Cu , Fe , Mo , Mn , Pb 和 Zn 的氧化物和硫化物) 沉积在有利的空间部位;
- ⑤矿床类型在垂向上的特点:上部为充填脉状矿床,下部为交代型矿床(胡家杰等, 1991 年)。

上述重要研究成果进一步丰富了金矿成矿理论,对胶东金矿等矿产资源评价均具有直接指导意义。

拆离构造与铀矿

拆离构造对铀矿化的控制作用,国内外曾有过零星报道,但研究薄弱,未引起高度重视。鉴于拆离构造对其它矿产具有重要的控矿意义,笔者曾于1989年以地学小知识——拆离构造为题,在铀矿地质刊物上作过简要报道,引起了反映。1989年,杜乐天等在亚太铀矿学术讨论会上正式提出,361花岗岩型铀矿受铲状断裂控制的新认识。本节就拆离构造对铀矿的控制,谈几点不成熟的看法:

- ①从构造地球化学理论上分析,铀是一种活泼性元素,易聚易散,不论是挤压型还是伸展

型拆离构造均有利于铀的活化和浸取、再造富集。另外大型拆离构造通常埋深大,有可能成为浆源的通道,有利于成矿岩体或成矿次火山岩体的形成,并提供成矿热液,形成热液型铀矿。在此需着重指出,对于拆离构造带通过隐古陆残块的富铀矿源层的地质构造环境,更有利于铀矿的形成,应作为深部找盲矿的地质构造准则加以重视。

②从铀矿勘查实践上看,已有不少拆离构造控矿的实例可以借鉴,表明拆离构造对铀矿的控制关系密切。例1,相山火山岩型矿田发现震旦系变质岩系推覆体,以平缓产状覆盖在上侏罗系底部的紫红色砂砾岩上,形成盲构造,沿拆离面构造引张,成为次花岗斑岩岩浆上升的通道及侵入空间,形成盲岩体。成矿期,推覆构造再次复活、牵动,使推覆体下次花岗斑岩的内外接触带产生一系列扭裂隙,铀矿体就赋存在由拆离构造制约的上述裂隙中,形成盲矿体(陈肇博等,1982);例2,盛源火山岩型铀矿田,在西南部铀矿床中发现有推覆构造,中新世火山岩系推覆在古老震旦系地层之上,铀矿体产于推覆体上盘熔结凝灰岩为含矿围岩的小背斜中,矿床受平卧状推覆或滑覆体构造控制。值得指出的,在该盆地中,有一钻孔的岩芯见到油苗,是否与深部推覆构造有联系,这也是值得探索的新问题;例3,金银寨铀矿区附近,在主背斜的两翼发现石炭纪灰岩和当冲组地层推覆到斗岭组地层之上,出现构造窗和飞来峰构造,实际上其本身就是拆离构造,在拆离构造体系上盘栖霞灰岩和当冲组的结合而发生顺层拆离,形成上陡下缓的铲状断层,金银寨主矿体就产于此铲状断裂上盘褶皱断裂复合的构造膨胀地段角砾岩带中,矿床中的叠瓦式冲断裂带,很可能是矿区大型铲状拆离构造体系中的次一级构造带,它直接控制众多矿体的产出。

③回顾过去,展望未来。如果从拆离构造控矿理论对已知矿田控矿构造进行反思,笔者提出下列诸矿田的控矿断裂带需要进一步探索和再认识:

a 矿田的南雄断裂带:这是一条区域性长达120km的控岩、控盆又控矿的大型断裂带,总体产状北东走向,南东倾、倾角缓($30^{\circ}-45^{\circ}$),向深部有变缓的趋势。早期左行逆冲,产生厚达几十到上百米的挤压破碎带,形成千糜岩、片糜岩和条带状糜棱岩、眼球状糜棱岩(韧性剪切带断层岩类)以及动力作用形成的片麻状花岗岩,晚期斜落,伴有晚期糜棱岩叠加,它很可能是一条具有规模的早期属挤压型铲状拆离断裂,晚期受重力作用滑覆所形成的低角度伸展型拆离构造,控制断陷红盆。目前已在其上盘找到工业矿床,在下盘找到工业矿体。推导该大型铲状断裂在深部存在找盲矿的潜在远景。

b 矿田的烟筒岭控岩、控矿断裂带:长数十公里,产状与南雄断裂带基本一致。 $35^{\circ}-40^{\circ}/SE \angle 40^{\circ}$,倾角缓,糜棱岩发育,断裂带早期逆冲,晚期斜落,它属于与南雄大型铲状拆离构造体系有内在联系的低级别次级铲状断裂,拆离面可能是岩体的接触面。361富铀矿床的主富矿体正沿此断裂带下盘产出;201富铀矿床矿体群产于此断裂带上盘的次一级容矿构造带中。构造带含有来自深源的Co、Ni、V、Mo高丰度元素,表明该断裂带切割较深。361矿床勘探资料表明,其深部矿化未封口,此铲状断裂仍存在着找盲矿的潜在远景。

c 矿田的新资大型断裂带:长达150km宽几百米达数公里,总体产状 $25^{\circ}-30^{\circ}/NW \angle 20^{\circ}-30^{\circ}$,倾角很缓,构造带的核心部位为由糜棱岩、超糜棱岩及构造片岩组成的韧性剪切带,最宽达2—3km,生成于加里东晚期,埋深6—10km,现出露地表,其上盘中脆性断层岩组成为燕山期产物,其下盘为动力变质作用生成的片麻状构造的混合交代岩带(有称片麻状花岗岩带),其成因有争论。梁金城(1984)认为,由于深部热液及碱质气液沿隐伏的基底断裂上升,使旁侧和上盘的板溪群和下古生代地层发生混合交代作用的结果。笔者认为,从上述资料分析表明,新

资大断裂带实为一条大型的铲状拆离构造,加里东期发生挤压型推覆形成韧性剪切带(拆离带),燕山期发生拉伸型滑覆,形成铲状正断层控制红盆的产出,它是一条区域性的大型控岩、控盆和控矿(控制 W, Sn, 多金属和 U)拆离构造带。3110大型铀矿床紧靠其上盘产出,受脆-韧性滑脱剪切带控制。该大型拆离构造体系存在着较好成矿远景。

前面罗列的华南部分矿田、矿床控矿构造带的反思认识,只是笔者现在认为可与典型铲状断层类比的控铀拆离构造带,其它一些拆离构造带因限于篇幅不作剖析。

当前,在铀矿勘查工作中,找矿难度大,更需要引进新的控矿构造理论,破束缚,扩思路,加强拆离构造对铀矿控制作用的研究,深化已知矿田矿床成矿构造认识,为老区的扩大,新区的开辟,作出新的贡献。

DECOUPLING STRUCTURE AND METALLOGENESIS

Tong Hangshou

(Beijing Research Institute of Uranium Geology, 100029)

Abstract

The decoupling structure is ,at present, a hot spot for the study in geoscience. A study on the decoupling structure is not only of great theoretical significance, but also of more economic importance. This paper briefly discusses the study of the decoupling sturucture in terms of its present status, implication, characteristics, formation mechanism and theoretical significance, in addition, with emphasis on the expounding of the decoupling structure over endogenic metallic deposits such as oil and gas, coal, gold, silver, copper, lead, zinc and iron etc. At last reconsideration is made of the ore control theory of the decoupling structure to the ore control structure in the uranium ore field in South China. The author proposes a superficial idea in order to provide a basis of geological structures for expanding old mining areas, opening up new areas(bases), and prospecting for large and rich uranium deposits.

Key words Decoupling structure, Metallogenesis